

تأمین انرژی در خط مقدم

روایت وزیر نیرو
از عبور شبکه آب
و برق از دو جنگ،
ناترازی مزمن
و تنگنای مالی

فرمول عبور از تابستان سخت

گفت‌وگو با معاون
برق و انرژی وزارت نیرو
درباره کارنامه یک‌ساله
صنعت برق در دولت
چهاردهم

ویژه هفته دولت

ایستاده در غبار

نگاهی به عملکرد حوزه آب و برق در سالی که گذشت

طرح‌های تأمین و بازچرخانی آب دنبال شد. در این پرونده، روایت یک سال آب و برق را مرور می‌کنیم، سالی که با مجموعه‌ای از اقدامات برای مدیریت ناترازی‌ها، تقویت زیرساخت‌ها و حفظ پایداری آب و برق سپری شد.

صنعت آب و برق ایران در یک سال گذشته، در میانه خشکسالی، کاهش منابع آبی و ناترازی تولید، مصرف برق و سیری کردن دو جنگ، سالی پرچالش را پشت سر گذاشت. در این میان، توسعه ظرفیت تولید، انرژی‌های تجدیدپذیر، هوشمندسازی مصرف، تقویت شبکه و اجرای

یک سال تلاش برای آنکه جنگ و ناترازی، جریان آب و برق را از خانه‌ها و مراکز حیاتی نگیرد

چراغ زندگی روشن ماند

استوار بود؛ افزودن بر ظرفیت تولید، تقویت نقاط حساس شبکه و مدیریت بار. در بخش تولید، ظرفیت نیروگاه‌های حرارتی حدود ۲۴۵۰ مگاوات افزایش یافت. نزدیک به ۱۴۰۰ مگاوات از این ظرفیت به واحدهای بخار نیروگاه‌های سیکل ترکیبی تعلق داشت؛ واحدهایی که بدون مصرف سوخت اضافی، از گرمای خروجی نیروگاه برای تولید برق استفاده می‌کنند. در کنار آن، حدود ۵۰۰ مگاوات از ظرفیت نیروگاه‌های موجود که به دلایل فنی، بهره‌برداری یا محدودیت آب از مدار خارج شده بود، دوباره به شبکه بازگشت. برخی پروژه‌ها نیز زمامد سرعت عمل در شرایط دشوار بودند. نیروگاه گازی دوم شهید سلیمی نکا در کمتر از ۹۹ روز، از انتقال تجهیزات به محل تا بهره‌برداری، وارد مدار شد. اولین نیروگاه زمین‌گرمایی کشور نیز با ظرفیت ۵.۲ مگاوات به بهره‌برداری رسید. ظرفیت آن در مقایسه با ابعاد شبکه برق ایران بزرگ نیست، اما ورود یک فناوری تازه به سبد تولید کشور، ارزش راهبردی خود را دارد.

در همین دوره، ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر از حدود ۱۲۵۰ مگاوات در ابتدای دولت چهاردهم به مرز ۵۸۰۰ مگاوات رسید؛ رشدی که تنوع سبد تولید برق را افزایش داد و بخشی از بار روزانه شبکه را، بویژه در ساعات اقبایی، بر عهده گرفت. اهمیت نیروگاه‌های خورشیدی و بادی تنها به کاهش مصرف سوخت یا آثار زیست‌محیطی آنها محدود نمی‌شود. این نیروگاه‌ها به دلیل پراکندگی جغرافیایی، از منظر امنیت انرژی و پدافند غیرعامل نیز اهمیت دارند. هرچه تولید برق میان نقاط بیشتری توزیع شود، وابستگی کشور به چند مرکز بزرگ کاهش می‌یابد و آسیب به یک تأسیسات، کمتر می‌تواند تمام شبکه را تحت تأثیر قرار دهد. اما برق تولیدشده باید از نیروگاه به شهر، کارخانه و خانه برسد. به همین دلیل، احداث یا توسعه ۸ پست انتقال و فوق توزیع، بویژه در مناطق گرفتار افت ولتاژ یا محدودیت انتقال، بخش دیگری از برنامه پایداری شبکه بود. براساس آمارهای عملکردی، ۱۱۱۲ کیلومتر خط انتقال نیز احداث شد و ظرفیت پست‌ها ۹۰۱ مگاوات آمپر افزایش یافت. این رقم به معنای تولید همین میزان برق نیست؛ بلکه نشان می‌دهد توان شبکه برای انتقال و تبدیل انرژی، رفع گرفتگی، بهبود ولتاژ و استفاده از مسیرهای جایگزین بیشتر شده است. در لحظه بحران، همین مسیرهای جایگزین می‌توانند میان یک خاموشی محدود و یک اختلال گسترده تفاوت ایجاد کنند.

برقی که باید می‌ماند

شبکه برق ایران پیش از آغاز جنگ نیز با یک مسأله جدی دست‌وپنجه نرم می‌کرد؛ فاصله میان تولید و مصرف. مصرف در روزهای گرم بالا می‌رفت، در حالی که ظرفیت تولید، شبکه انتقال و سوخت نیروگاه‌ها امکان پاسخ‌گویی کامل به این رشد را نداشتند. در چنین وضعیتی، هر حادثه تازه می‌توانست تعادل شکننده شبکه را بر هم بزند و یک خاموشی موضعی را به اختلالی گسترده تبدیل کند. راهبردار وزارت نیرو در این دوره بر سه مسیر

آب در خط مقدم زندگی اگر خاموشی می‌تواند جریان فعالیت اقتصادی را متوقف کند، قطع آب مستقیماً با سلامت و حیات مردم ارتباط دارد. این واقعیت در دوران جنگ آشکارتر شد؛ زیرا شبکه‌های آب و فاضلاب وابستگی عمیقی به برق دارند. آب‌شیرین‌کن‌ها، چاه‌ها، تصفیه‌خانه‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ بدون برق نمی‌توانند خدمت‌رسانی کنند. بنابراین، آسیب به شبکه برق ممکن است اندکی بعد خود را در کاهش فشار یا قطع آب نشان دهد.

حمله به سازه‌هایی مانند سد سیبی در خوزستان، تأسیسات آبی قشم و زیرساخت‌های محدوده میدان تجریش، نشان داد که تأمین آب نیز از مخاطرات جنگ مصون نیست. هدف قرار دادن تأسیسات آب، تنها آسیب‌زن به یک سازه فنی نیست؛ چنین اقدامی دسترسی مردم به آب سالم، بهداشت عمومی و استمرار زندگی شهری را تهدید می‌کند و باید در رسانه‌ها و مجامع حقوقی و حساسیت، به عنوان تعرض به زیرساخت حیاتی و مغایر با اصول انسانی، پیگیری شود. جنگ تنها از مسیر حمله مستقیم بر مصرف آب اثر نگذاشت؛ جابه‌جایی جمعیت، اقامت طولانی‌تر مردم در شهرهای مقصد و تغییر ناگهانی الگوی مصرف، فشار تازه‌ای بر شبکه برخی مناطق وارد کرد. شهرهایی که برای میزبانی کوتاهمدت از مسافران طرحی شده بودند، ناگهان با جمعیتی روبه‌رو شدند که برای هفته‌ها در آنجا ماندند. با وجود این تغییرات، در بیشتر مناطق کشور اختلال فراگیر و طولانی در تأمین آب رخ نداد.

یک سال میان خشکسالی و سیلاب

داوری درباره عملکرد بخش آب بدون توجه به طبیعت ناتراز ایران متصفانه نیست. حدود ۶۵ درصد کشور در سال گذشته درگیر خشکسالی بود و در سال جاری نیز نزدیک به یک‌سوم کشور با کم‌بارشی روبه‌رو شد. در مقابل، بخش‌هایی از نیمه جنوبی ایران از اواخر سال گذشته بارش‌هایی بالاتر از میانگین تجربه کردند؛ بارش‌هایی که در برخی نقاط به سیلاب انجامید. دولت نمی‌تواند باران را فرمان دهد یا خشکسالی را متوقف کند، اما می‌تواند با بهره‌برداری درست از سدها، آزاد نگه داشتن حریم رودخانه‌ها، آمادگی نیروهای عملیاتی و هماهنگی دستک‌ها، از تبدیل یک رخداد طبیعی به بحران انسانی جلوگیری کند. در بارش‌های شدید این دوره، با وجود

خسارت‌های محلی، حوادثی با ابعاد سیل سال ۱۳۹۸ و رخداد پلدختر تکرار نشد. این نتیجه بیش از آنکه نشانه «مهار طبیعت» باشد، حاصل آمادگی بیشتر برای سازگاری با آن بود. برای عبور از تنش آبی، ۵۷ پروژه ضربتی از ۷ ماه به بهره‌برداری رسید و تأمین آب بانه در مدت کوتاهی عملیاتی شد. در بخش روستایی، ۱۹۵۶ روستا با جمعیتی بیش از یک میلیون نفر به آب شرب پایدار دست یافتند. اثر چنین پروژه‌های تنها در تعداد انشعاب‌ها خلاصه نمی‌شود؛ آب پایدار می‌تواند از مهاجرت اجباری جلوگیری کند، ماندگاری جمعیت را افزایش و بخشی از فاصله خدماتی میان روستا و شهر را کاهش دهد. همزمان، وزارت نیرو ۵۷۰ طرح آبی را غربالگری کرد و کمتر از ۲۰۰ پروژه را در اولویت اول قرار داد. هدف این بود که منابع محدود به طرح‌هایی برسد که بیشترین بازده اقتصادی و اجتماعی و محیط‌زستی را دارند. این تغییر در شرایطی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که جنگ معمولاً اعتبارات عمرانی را در اولین ردیف محدودیت قرار می‌دهد و پروژه‌های نوسازی و توسعه‌ای با تأخیر روبه‌رو می‌شوند.

منابعی که بی‌پایان نیستند

در کنار پروژه‌های فوری، صیانت از آب زیرزمینی یکی از دشوارترین میدان‌های مدیریت آب بود. در این دوره، ۲۵ هزار و ۴۷۵ حلقه چاه غیرمجاز مسدود و ۱۵ هزار و ۳۳۷ چاه مجاز به ابزارهای هوشمند اندازه‌گیری مجهز شد. این اقدامات ضروری است، اما وقتی به نتیجه پایدار می‌رسد که برای معیشت‌های وابسته به برداشت بی‌رویه نیز راه‌حل جایگزین وجود داشته باشد. بستن چاه بدون اصلاح الگوی کشت، حمایت از کشاورزان و تغییر ساختار اقتصادی مناطق کم‌آب، ممکن است مسأله را تنها از نو طغای آن نقطه دیگر منتقل کند. سباسب نیز در این سال از یک محصول دورریختنی به منبعی اقتصادی نزدیک‌تر شد. تکمیل دو تصفیه‌خانه بزرگ شهری و راه‌اندازی ۴۰ مدول جدید، ظرفیت تولید پساب استاندارد را افزایش داد. مشارکت صنایع در احداث شبکه‌های فاضلاب در برابر دریافت حبابه پساب، الگویی است که می‌تواند هم نیاز صنعتی را تأمین کند و هم فشار بر آب شرب و منابع زیرزمینی را کاهش دهد. بازار بهره‌وری آب و انتشار اوراق صرفه‌جویی نیز اگر از مرحله برنامه به اجرای گسترده برسد، می‌تواند منابع

مالی تازه‌ای برای کاهش هدررفت فراهم کند. کنترل آب بدون درآمد نیز تنها به تعمیر چند لوله محدود نیست. شناسایی برداشت‌های غیرمجاز، نشت یابی، اصلاح شبکه‌های فرسوده، نوسازی انشعاب‌ها و مدیریت فشار، اقداماتی پرهزینه و زمانبر هستند و گاه با حفاری خیابان‌ها و ایجاد اختلال موقت برای مردم همراه می‌شوند. با این حال، کاهش ۱۳.۵ تا ۱۴.۵ درصدی مصرف آب در فصل گرم نشان داد که ترکیب اقدامات فرهنگی، مدیریتی و سازه‌ای می‌تواند نتیجه ملموسی ایجاد کند.

عبور، نه پایان

کارنامه یک‌ساله وزارت نیرو را باید با دو نگاه همزمان خواند. از یک‌سو، حفظ جریان آب و برق در میان ناترازی، خشکسالی، محدودیت مالی و دو جنگ تحمیلی، دستاوردی قابل اعتناست. کشور با خاموشی سراسری مواجه نشد، خدمات حیاتی ادامه یافت و شبکه‌های آب و برق، با وجود آسیب‌ها، توانستند کارکرد اصلی خود را حفظ کنند. از سوی دیگر، عبور از دل یک بحران با ناپایداری در مدیریت آب و استان‌هایی مانند خوزستان، سیستان و گلپوستان، تهران و مازندران همچنان به سرمایه‌گذاری سریع‌تر در تولید و شبکه نیاز دارند. احداث نیروگاه‌های جدید در زاهدان، ویس و ری، توسعه انرژی خورشیدی در مناطق پربریک، گسترش ذخیره‌سازها و تقویت مولدهای اضطراری باید ادامه یابد. در بخش آب نیز اصلاح الگوی توسعه، کاهش برداشت از سفره‌های زیرزمینی، بازچرخانی پساب، نوسازی شبکه‌ها و جلوگیری از استقرار صنایع آب‌بر در مناطق کم‌آب، ضرورتی گریزناپذیر است. درس این سال دشوار شاید همین باشد: تاب‌آوری در لوله‌ها ماند و برق در سیم‌ها جاری بود. این تصویر، نتیجه تلاشی واقعی و قابل دفاع است؛ اما تضمین فردا نیست. برای آنکه روشنایی و جریان آب در بحران‌های آینده نیز ادامه پیدا کند، باید از مدیریت اضطرار به برنامه‌ریزی بلندمدت رسید؛ با سرمایه‌گذاری بیشتر، مصرف هوشمندتر، تولید پراکنده‌تر و توسعه‌ای که پیش از هر تصمیم، ظرفیت واقعی سرزمین را ببیند.

تاب‌آوری از دل یک پروژه بزرگ بیرون نمی‌آید. از هزاران تصمیم کوچک ساخته می‌شود؛ از تعمیر یک توربین و تقویت یک پست گرفته تا نصب یک کنتور، مسدود کردن یک چاه غیرمجاز، آماده نگه داشتن بیمارستان و حضور اپراتوری که در میانه بحران، پمپ یا نیروگاه را روشن نگه می‌دارد. در بخش آب، پمپ یا نیروگاه را روشن نگه می‌دارد. در بخش آب، پمپ یا نیروگاه را روشن نگه می‌دارد.



حسن علی‌آبادی

روایت وزیر نیرو از عبور شبکه آب و برق از دو جنگ

ناترازی مزمن و تنگنای مالی

تأمین انرژی در خطمقدم

- گفت وگو.**

در روزهایی که جنگ، امنیت زیرساخت‌های حیاتی کشور را هدف گرفته بود، روشن ماندن چراغ یک بیمارستان یا ادامه جریان آب در یک روستای مرزی، فقط برای ارائه یک خدمت عمومی نبود؛ بخشی از نبرد برای حفظ زندگی عادی مردم به شمار می‌رفت. وزارت نیرو در فاصله مرداد ۱۴۰۴ تا مرداد ۱۴۰۵، علاوه بر ناترازی مزمن آب و برق، با آسیب‌های جنگ ۱۲ روزه و جنگ رمضان، کمبود منابع مالی و دشواری تأمین تجهیزات روبه‌رو بود. عباس علی‌آبادی، وزیر نیرو، در گفت‌وگو با «ایران» می‌گوید «راه عبور از این گرداب، افزایش ظرفیت تولید، پراکنده‌سازی منابع انرژی، هوشمندسازی مصرف و ایجاد مسیرهای جایگزین برای آب و برق بوده است.» او از افزایش ۹۷۷۴ مگاواتی ظرفیت تولید برق، نصب ۲۰۷ میلیون کنتور هوشمند، اجرای ۷۳ پروژه عبور از تنش آبی و آب‌رسانی به ۴۱۹۰ روستا سخن می‌گوید؛ اقداماتی که به گفته او، کمک کرد شبکه‌های حیاتی کشور در یکی از سخت‌ترین سال‌های خود سربا بمانند.

آقای وزیر! فاصله مرداد ۱۴۰۴ تا مرداد ۱۴۰۵ برای صنعت آب و برق، دوره‌ای عادی نبود. کشور هم جنگ ۱۲ روزه را پشت سر گذاشت و هم جنگ رمضان را تجربه کرد. در چنین شرایطی چگونه میان تأمین قوری برق و حفاظت از زیرساخت‌های حساس تعادل برقرار کردید؟

واقعیت این است که مدیریت انرژی در دوره جنگ، فقط به این معنا نیست که میزان تولید و مصرف را با هم متعادل کنیم. در چنین شرایطی باید هم‌زمان چند مسأله را ببینیم: باید برق مردم و مراکز حیاتی تأمین شود، شبکه در برابر اختلال‌های ناگهانی پایدار بماند و از زیرساخت‌های تولید و انتقال نیز حفاظت شود. این مجموعه، کار را بسیار پیچیده می‌کند.

در جریان جنگ ۱۲ روزه و جنگ رمضان، زیرساخت‌های تولید و انتقال انرژی با تهدیدهای مستقیم و غیرمستقیم روبه‌رو شدند. از همان ابتدا، اولویت ما این بود که نگذاریم شبکه از تعادل خارج شود. اگر شبکه برق در شرایط بحرانی دچار فروپاشی شود، مسأله فقط خاموش شدن خانه‌ها نیست؛ آب‌رسانی، بیمارستان‌ها، مخابرات، حمل‌ونقل، مراکز امدادی و بسیاری از خدمات دیگر نیز با مشکل مواجه می‌شوند. به همین دلیل، تلاش کردیم حاشیه اطمینان شبکه را افزایش دهیم. افزایش ۹۷۷۴مگاواتی ظرفیت تولید برق، بخشی از همین برنامه بود. این ظرفیت اضافه، مانند یک لایه دفاعی برای شبکه عمل کرد و به ما امکان داد در لحظات حساس، از خاموشی گسترده یا همان پلک‌اوت جلوگیری کنیم.

البته فقط بر افزایش تولید تکیه نکردیم. تقویت واحدهای موجود، توسعه ظرفیت‌های پراکنده، مدیریت بار و آماده نگه داشتن مسیرهای جایگزین نیز هم‌زمان دنبال شد. هدف این بود که اگر انتقال برق در بخشی از کشور با مظاهر روبه‌رو شد، شبکه همچنان بتواند برق بخش‌های حیاتی و مصرف‌کنندگان متعارف را تأمین کند.

افزایش ۹۷۷۴ مگاواتی ظرفیت تولید در یک سال، آن هم در شرایط جنگ و کمبود منابع مالی، عدد بزرگی است. این افزایش ظرفیت از چه مسیرهایی به دست آمد؟

رسیدن به این میزان افزایش ظرفیت در سالی که هم با آثار جنگ روبه‌رو بودیم و هم محدودیت‌های جدی مالی داشتیم، نتیجه مجموعه‌ای از اقدامات فنی و مدیریتی بود. ما نمی‌توانستیم منتظر بمانیم تا همه منابع مالی مورد نیاز فراهم شود و بعد کار را آغاز کنیم. شبکه هرروز به ظرفیت تازه نیاز داشت و زمان هم به سود ما نبود.

بخش مهمی از این افزایش ظرفیت از سه مسیر اصلی حاصل شد. اول، ۳۲۵۸مگاوات از طریق ارتقای نیروگاه‌های حرارتی به دست آمد. دوم، ۱۹۷۴ مگاوات با رفع محدودیت نیروگاه‌های بخاری و ارتقای واحدهای گازی محقق شد. سومین بخش نیز توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر بود که سهمی حدود ۴۳۰ مگاواتی داشت. در کنار این موارد، ظرفیت‌هایی نیز از مسیرهای دیگر وارد مدار یا برای شبکه قابل استفاده شد.

محدودیت مالی، یکی از جدی‌ترین مشکلات ما بود. صندوق توسعه ملی در کنشایش اعتبار اسنادی یا ILC آن‌گونه که انتظار داشتیم همراهی نکرد و شبکه بانکی نیز در پرداخت تسهیلات با محدودیت‌هایی روبه‌رو بود. بنابراین ناچار شدیم منابع موجود را با دقت بیشتری هدایت کنیم. تمرکز ما به سمت پروژه‌هایی رفت که زودتر به نتیجه می‌رسیدند، بازده بیشتری داشتند و می‌توانستند در مدت کوتاه‌تری به پایداری شبکه کمک کنند. ارتقای نیروگاه‌های موجود و رفع محدودیت واحدها، نمونه همین

رویکرد است. اجرای این پروژه‌ها معمولاً سریع‌تر و کم‌هزینه‌تر از ساخت یک نیروگاه کاملاً جدید است.

از سوی دیگر، توسعه ۴۳۰۰ مگاوات ظرفیت تجدیدپذیر فقط یک اقدام اقتصادی یا زیست‌محیطی نبود. این نیروگاه‌ها به دلیل پراکندگی جغرافیایی، در دوره جنگ یک مزیت امنیتی جدی برای شبکه ایجاد می‌کنند. به بیان ساده، ما تلاش کردیم با همان امکاناتی که در اختیار داشتیم، بیشترین ظرفیت ممکن را به شبکه اضافه کنیم.

نیروگاه‌های حرارتی معمولاً تأسیسات بزرگ و متمرکزی هستند و در شرایط جنگی نیز حساسیت بالایی دارند. ارتقای ۳۲۵۸ مگاواتی این نیروگاه‌ها چگونه به پایداری شبکه کمک کرد؟

نیروگاه‌های حرارتی ستون فقرات شبکه برق کشور هستند. بخش عمده برق پایدار شبکه را این نیروگاه‌ها تأمین می‌کنند و به همین دلیل، عملکرد آنها در شرایط خاص اهمیت دوچندان دارد. ارتقای این نیروگاه‌ها فقط برای آن نبود که چند مگاوات بیشتر برق تولید کنیم؛ هدف مهم‌تر، بهبود رفتار شبکه در برابر شوک‌ها و نوسان‌های ناگهانی بود. در دوره جنگ، ممکن است یک خط انتقال، یک پست یا حتی بخشی از ظرفیت تولید به‌طور ناگهانی از دسترس خارج شود. در این وضعیت، شبکه باید بتواند در کوتاه‌ترین زمان ممکن خود را با شرایط جدید تطبیق دهد. اگر واحدهای تولیدی از آمادگی فنی لازم برخوردار نباشند، اختلال یک بخش می‌تواند به بخش‌های دیگر سرایت کند.

ما با ارتقای نیروگاه‌های حرارتی، توان پاسخ‌گویی آنها به تغییرات ناگهانی بار و کنترل فرکانس را افزایش دادیم. به زبان ساده‌تر، نیروگاه‌ها آماده‌تر شدند تا اگر بخشی از تولید یا انتقال ناگهان از مدار خارج شد، جای خالی آن را سریع‌تر جبران کنند. این اقدام همچنین به افزایش ایمنی شبکه کمک کرد. شاید این اصطلاح فنی باشد، اما معنای ساده‌اش این است که شبکه در برابر نوسان‌های ناگهانی مقاوم‌تر می‌شود و با هر حادثه‌ای، به سرعت تعادل خود را در دست نمی‌دهد. در شرایط جنگی، همین چند ثانیه یا چند دقیقه واکنش سریع می‌تواند از گسترش خاموشی جلوگیری کند.

در کنار نیروگاه‌های حرارتی، ۱۹۷۴ مگاوات ظرفیت نیز از طریق رفع محدودیت نیروگاه‌های بخاری و ارتقای واحدهای گازی ایجاد شد. آیا این اقدام بخشی از برنامه یادفند غیرعالم بود؟

بله، این بخش ارتباط مستقیمی با امنیت انرژی و پدافند غیرعامل داشت. واحدهای گازی، به‌ویژه به دلیل قابلیت راه‌اندازی سریع، در مدیریت بحران بسیار مهم هستند. ممکن است در شرایط عادی، برخی از این واحدها با تمام ظرفیت کار نکنند یا به دلیل فنی با محدودیت روبه‌رو باشند؛ اما در زمان بحران، هر مگاوات ظرفیت آماده می‌تواند تعیین‌کننده باشد. ما تلاش کردیم محدودیت‌های فنی نیروگاه‌های بخاری را برطرف کنیم و توان واحدهای گازی را افزایش دهیم. نتیجه این کار، دستیابی به ۱۹۷۴ مگاوات ظرفیت قابل اکتار بود؛ ظرفیتی که می‌تواند هنگام خروج ناگهانی یک واحد بزرگ یا اختلال در شبکه اصلی، سریع‌تر وارد عمل شود. مزیت دیگر این واحدها آن است که در برخی شرایط می‌توانند به‌صورت جزیره‌ای فعالیت کنند؛ یعنی اگر ارتباط بخشی از شبکه با شبکه سراسری قطع شد، واحد تولیدی محلی همچنان برق منطقه یا زیرساخت‌های حساس آن را تأمین کند. این قابلیت برای بیمارستان‌ها، مراکز امدادی، تأسیسات آب‌رسانی و دیگر مراکز حیاتی اهمیت زیادی دارد.

حساس و تبدیل اختلال‌های محدود به خاموشی گسترده جلوگیری شود.

استفاده از لیمیترها یا همان محدودکننده‌ها برای کنترل مصرف‌های نامتعارف چه نقشی در حفظ پایداری شبکه داشت؟

در شرایط عادی شاید چند کیلووات مصرف اضافه چندان مهم به نظر نرسد، اما وقتی شبکه در وضعیت بحرانی قرار دارد، مجموع همین مصرف‌ها می‌تواند فشار زیادی ایجاد کند. در دوره جنگ، هر میزان برقی که از مصرف غیرضروری کم شود، می‌تواند برای یک بیمارستان، مرکز امدادی، ایستگاه پمپاژ یا زیرساخت ارتباطی مورد استفاده قرار گیرد. ما برای بیش از سه میلیون مورد از لیمیترها استفاده کردیم تا مصرف‌های نامتعارف و غیرضروری را مهار کنیم. هدف این نبود که مصرف عادی مردم را محدود کنیم؛ تمرکز اصلی بر مصارفی بود که از الگوی متعارف خارج شده بودند و فشار غیرضروری به شبکه وارد می‌کردند.

این اقدام به ما فضای مانور بیشتری داد. برق آزاد شده می‌توانست به سمت بخش‌های اولویت‌دار، از جمله بیمارستان‌ها، مراکز پدافندی، تأسیسات آب‌رسانی و مراکز فرماندهی هدایت شود. به عبارت دیگر، به جای آنکه همه شبکه با خطر خاموشی روبه‌رو شود، تلاش کردیم بارهای غیرضروری را کنترل کنیم.

لیمیترها در کنار کنتورهای هوشمند معنا پیدا می‌کنند. کنتورها اطلاعات می‌دهند و لیمیترها امکان مداخله هدفمند را فراهم می‌کنند. این ترکیب، یکی از ابزارهای مؤثر ما برای مدیریت شبکه در دوره بحران بود.

اما هر نوع محدودیت مصرف می‌تواند نگرانی‌هایی برای مردم ایجاد کند. چگونه تلاش کردید میان مدیریت مصرف و تأمین نیازهای ضروری تعادل برقرار شود، بدون آنکه فشار بیشتری به مصرف‌کنندگان عادی وارد شود؟

راهبرد ما از ابتدا «مدیریت تقاضا» بود، نه قطع خدمت. این دو با هم تفاوت اساسی دارند. در روش سنتی، وقتی شبکه با کمبود روبه‌رو می‌شود، ممکن است برق یک منطقه به‌طور کامل قطع شود؛ اما در مدیریت هوشمند تقاضا، تلاش می‌کنیم مصرف‌های غیرضروری را خارج از الگو را کاهش دهیم تا خدمت برای اکثریت مردم ادامه پیدا کند. مصرف‌کنندگان متعارف، یعنی خانواده‌هایی که در محدوده مصرف مصرف می‌کنند، نباید هزینه رفتار مصرف‌کنندگان نامتعارف را بپردازند. به همین دلیل، با استفاده از کنتورهای هوشمند و لیمیترها، به سراغ تقاطی رفتیم که بار اضافی و غیرضروری به شبکه تحمیل می‌کردند.

هدف این بود که مردم در دوران جنگ، علاوه بر نگرانی‌های امنیتی، با قطع گسترده خدمات نیز مواجه نشوند. مراکز حیاتی باید برق پایدار داشته باشند و جریان عادی زندگی نیز تا حد امکان حفظ شود. این رویکرد می‌توان نوعی مدیریت تعادل محصور در شرایط خاص دانست؛ یعنی محدودیت به‌صورت یکسان و گور اعمال نشود، بلکه بار اضافی از جایی برداشته شود که واقعاً غیرضروری است.

طبیعی است که هوشمندسازی به‌تدریج به همشکلات ناترازی را حل نمی‌کند، اما به ما اجازه می‌دهد با منابع موجود، تصمیم دقیق‌تر و کم‌هزینه‌تری بگیریم.

به بخش آب بپردازیم. وزارت نیرو برنامه‌ای راهبردی و عملیاتی شامل پنج برنامه و ۴۹ اقدام برای کاهش ناترازی آب تدوین کرده است. در سالی که کشور درگیر جنگ بود، چگونه اجازه ندادید مسأله کم‌آبی به حاشیه برود؟

مدیریت آب در سال گذشته، از مدیریت امنیت ملی جدا نبود. اگر آب یک شهر، روستا یا مرکز درمانی قطع شود، آثار آن خیلی زود در زندگی مردم دیده می‌شود. به همین دلیل، حتی در دوره‌ای که بخش زیادی از ظرفیت مدیریتی کشور درگیر جنگ بود، نمی‌توانستیم برنامه‌های آب را متوقف کنیم. در قالب برنامه راهبردی کاهش ناترازی آب، پنج برنامه اصلی و ۴۹ اقدام عملیاتی تعریف شد. هدف این بود که مدیریت آب را از حالت واکنشی خارج کنیم. نباید صبر کنیم تا

شهر وارد مرحله بحرانی شود و بعد به فکر تأمین آب آن بیفنیم؛ باید پیش از رسیدن به آن نقطه، منابع، مصرف و زیرساخت‌ها را مدیریت کنیم.

بخشی از این برنامه به مدیریت تقاضا و حفاظت از منابع اختصاص داشت و بخش دیگری شامل اصلاحات نهادی و بهبود فضای کسب‌وکار در صنعت آب بود. برای کاهش ناترازی، فقط ساخت سد یا خط انتقال کافی نیست؛ سرمایه‌گذاری‌ها نیز باید به سمتی بروند که بیشترین اثر را بر پایداری منابع داشته باشند.

در شرایط جنگی، ممکن است اجرای برخی پروژه‌ها با تأخیر مواجه شود یا دسترسی به منابع مالی و تجهیزات دشوارتر شود. به همین دلیل، حفظ ذخایر راهبردی آب و مدیریت دقیق مصرف اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. تلاش ما این بود که حتی اگر پروژه‌ای به دلیل شرایط جنگی کند شد، امنیت آبی مناطق حساس آسیب نبیند.

بر اساس گزارش عملکرد وزارت نیرو، سطح زیر پوشش شبکه‌های آبیاری و زهکشی ۷۰ هزار و ۵۹۶ هکتار افزایش یافته است. این اقدام چه ارتباطی با امنیت غذایی در دوره جنگ دارد؟

امنیت غذایی و امنیت آب و انرژی به یکدیگر وابسته‌اند. در زمان جنگ، اگر تولید محصولات کشاورزی دچار اختلال شود، کشور علاوه بر فشار امنیتی، با فشار اقتصادی و معیشتی نیز روبه‌رو خواهد شد. بنابراین، تلاش ما برای تولید غذا بخشی از برنامه تاب‌آوری کشور است.

افزایش ۷۰ هزار و ۵۹۶ هکتاری سطح زیرپوشش شبکه‌های آبیاری و زهکشی، به این معناست که آب با نظم و بهره‌وری بیشتری در اختیار بخش کشاورزی قرار می‌گیرد. هدف صرفاً افزایش سطح زیر کشت نیست؛ مهم این است که با حجم آب کم‌تر یا با جلوگیری از هدررفت، تولید موجود حفظ شود.

در شرایط تنش آبی، اگر شبکه‌های آبیاری کارآمد نباشند، بخش زیادی از آب پیش از رسیدن به مزرعه از دست می‌رود. اصلاح و توسعه این شبکه‌ها کمک می‌کند فشار بر منابع آب شیرین کاهش یابد و کشاورزان نیز در دوره‌های کم‌آبی، امکان حفظ تولید را داشته باشند.

در دوران جنگ، چنین اقدامی مستقیماً با امنیت غذایی پیوند می‌خورد. ما باید منابع آب می‌شدیم که کمبود آب به خشک شدن زمین‌های کشاورزی، کاهش ناگهانی تولید و شکل‌گیری چالش تأمین غذا منجر شود. توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی، بخشی از تلاش برای حفظ پایداری تولید در همین شرایط بود.

احداث مخازن ذخیره آب و بهره‌برداری از ۸۵ ایستگاه پمپاژ جدید، در عمل چه تغییری در مدیریت بحران ایجاد کرد؟
ما در بخش آب با دو نوع خطر روبه‌رو بودیم: خطر نخست، کم‌آبی ساختاری و ناترازی مزمن منابع و مصارف بود. خطر دوم نیز احتمال آسیب دیدن خطوط، تأسیسات یا منابع اصلی آب در جریان جنگ بود. برای مقابله با هر دو خطر، باید در نقاط مختلف شبکه حاشیه اطمینان ایجاد می‌کردیم. مخازن ذخیره آب، همین حاشیه اطمینان را فراهم می‌کنند. اگر جریان آب در یک خط انتقال برای مدتی متوقف شود، مخزن به ما فرصت می‌دهد تا زمان رفع مشکل، نیازهای حیاتی را تأمین کنیم. بدون مخزن، هر اختلالی می‌تواند خیلی سریع به کاهش فشار یا قطع آب منجر شود. راه‌اندازی ۸۵ایستگاه پمپاژ نیز به پایداری فشار و توزیع آب در مناطق مختلف کمک کرد. این ایستگاه‌ها باعث می‌شوند شبکه انعطاف بیشتری داشته باشد و آب در شرایط متفاوت، بهتر میان مناطق توزیع شود.

ما این زیرساخت‌ها را بافرهای امنیتی شبکه می‌دانیم. شاید در روزهای عادی نقش آنها چندان به چشم نیاید، اما در لحظه بحران، همین مخزن یا ایستگاه پمپاژ می‌تواند مانع قطع آب یک شهر، روستا یا مرکز حیاتی شود.

وزارت نیرو از اجرای ۷۳ پروژه «گذر از تنش آبی» خبر داده است. هدف اصلی این پروژه‌ها چه بود؟

هدف این پروژه‌ها آن بود که مناطق آسیب‌پذیر، کمتر به یک منبع یا یک مسیر انتقال وابسته باشند. وقتی آب یک شهر فقط از یک سد، یک چاه یا یک خط لوله طولانی

تأمین شود، هر اختلالی در آن منبع یا مسیر می‌تواند کل شهر را با مشکل روبه‌رو کند.

در شرایط جنگی، این وابستگی یک نقطه ضعف راهبردی است. بنابراین، در پروژه‌های گذر از تنش آبی تلاش کردیم منابع و مسیرهای تأمین را متنوع کنیم، ظرفیت‌های محلی را افزایش دهیم و زیرساخت‌های جایگزین ایجاد کنیم. این ۷۳ پروژه بر اساس شرایط هر منطقه تعریف شد. ممکن است در یک نقطه، ساخت مخزن اولویت داشته باشد؛ در منطقه‌ای دیگر، تکمیل خط انتقال، حرف را تجهیز چاه، افزایش ظرفیت تصفیه‌خانه یا اصلاح شبکه ضروری باشد. نسخه واحدی برای همه شهرها وجود ندارد. نتیجه مورد انتظار این است که اگر منبع اصلی یک منطقه با کاهش آب یا حادثه امنیتی روبه‌رو شد، خدمت‌رسانی به‌طور کامل متوقف نشود. به بیان دیگر، هدف پروژه‌های گذر از تنش آبی، افزایش استقلال نسبی و تاب‌آوری محلی است.

توسعه ۶۴۱۲ کیلومتر خط انتقال و توزیع آب چگونه آسیب‌پذیری شبکه را کاهش می‌دهد؟ آیا طولانی‌تر شدن شبکه، خود به معنای افزایش نقاط آسیب‌پذیر نیست؟

اگر توسعه شبکه فقط به معنای اضافه کردن یک خط طولانی و منفرد باشد، بله، ممکن است نقاط آسیب‌پذیر نیز بیشتر شوند. اما رویکرد ما صرفاً افزایش طول خطوط نبود؛ هدف این بود که شبکه از حالت تک‌مسیره خارج شده و امکان استفاده از مسیرهای جایگزین فراهم شود.

در زیرساخت‌های حیاتی، شبکه‌ای بودن اهمیت زیادی دارد. اگر آب فقط از یک خط به مقصد برسد، قطع همان خط خدمت‌رسانی را متوقف می‌کند. اما اگر مسیرهای متنوع و اتصالات کافی وجود داشته باشد، می‌توان جریان را از مسیر دیگری هدایت کرد.

افزایش ۶۴۱۲ کیلومتری خطوط انتقال و توزیع، در بسیاری از مناطق امکان دسترسی به منابع جدید، اتصال شبکه‌ها به یکدیگر و ایجاد راه‌های جایگزین را فراهم کرد. این موضوع در شرایط جنگ یا حوادث طبیعی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

بنابراین، معیار ما فقط تعداد کیلومتر نبود.

تلاش کردیم این توسعه به افزایش تاب‌آوری و تنوع مسیرهای توزیع منجر شود. هرچه شبکه از حالت تک‌خطی فاصله بگیرد و به یک شبکه به‌هم‌پیوسته نزدیک‌تر شود، امکان مدیریت بحران نیز بیشتر خواهد شد.

آب‌رسانی به ۴۱۹۰ روستا، آفزون بر چه خدماتی، چه پیامد اجتماعی و امنیتی دارد؟
پایداری روستاها بخشی از امنیت ملی کشور است. اگر روستایی به آب سالم و پایدار دسترسی نداشته باشد، نخستین پیامد آن دشوار شدن زندگی روزه‌ره است، اما مسأله به همین جا ختم نمی‌شود. کمبود آب می‌تواند امنیت را مختل کند، معیشت را بین برد و در نهایت، مردم را به مهاجرت وادار کند. در دوره جنگ، جابه‌جایی ناخواسته جمعیت می‌تواند فشار مضاعفی بر شهرها وارد کند و مسائل اجتماعی تازه‌ای به وجود آورد. بنابراین، تأمین آب روستاها فقط یک پروژه عمرانی نیست؛ اقدامی برای حفظ جمعیت، معیشت و آرامش اجتماعی در مناطق مختلف، به‌ویژه مناطق مرزی و آسیب‌پذیر است. آب‌رسانی به ۴۱۹۰ روستا و احداث مخازن مورد نیاز، تلاش کردیم اطمینان خاطر بیشتری برای مردم ایجاد کنیم. وقتی خانواده‌ای بدانند حتی در شرایط خاص، آب سالم در دسترس خواهد بود، احساس امنیت و توان مقاومت جامعه نیز افزایش می‌یابد. این اقدام همچنین به کنترل مهاجرت اجباری کمک می‌کند. اگر خدمات پایه در روستا برقرار باشد، احتمال تخلیه سکونتگاه‌ها کمتر می‌شود. از این منظر، آب‌رسانی روستایی بخشی از برنامه تاب‌آوری اجتماعی کشور بوده است.



با این رمزنامه

متن کامل گفت‌وگو را بخوانید.

• برش •

بعد از تجربه دو جنگ و یک سال محدودیت شدید اقتصادی مهم‌ترین درسی که وزارت نیرو برای آینده گرفته، چیست؟
بزرگ‌ترین درس این بود که پایداری از دل تنوع و هوشمندسازی بیرون می‌آید. در دنیای امروز، به‌ویژه وقتی کشور با تهدیدهای امنیتی و محدودیت‌های مالی روبه‌رو است، نمی‌توان فقط به چند نیروگاه بزرگ، خطوط انتقال طولانی و ساختارهای کاملاً متمرکز تکیه کرد. مسأله گذشته نشان داد باید مجموعه‌ای از راهکارها را همزمان به کار گرفت. توسعه ۴۳۰۰ مگاوات انرژی تجدیدپذیر، تولید برق را پراکندتر کرد. ارتقای نیروگاه‌ها موجود و رفع محدودیت واحدها، بدون نیاز به سرمایه‌گذاری بسیار سنگین، ظرفیت قابل اتکای شبکه را افزایش داد. نصب میلیون‌ها کنتور هوشمند فهام و استفاده از لیمیترها نیز امکان مدیریت دقیق‌تر مصرف را فراهم کرد. در بخش آب نیز ایجاد مخازن ذخیره، راه‌اندازی ایستگاه‌های پمپاژ، گسترش خطوط انتقال و اجرای پروژه‌های گذر از تنش آبی به ما کمک کرد وابستگی مناطق به یک منبع یا مسیر واحد کاهش یابد. ما به این جمع‌بندی رسیدیم که زیرساخت آینده باید چند ویژگی را همزمان داشته باشد: در برابر حمله فیزیکی، به دلیل پراکندگی مقاوم باشد؛ در برابر کمبود منابع مالی، با ارتقای ظرفیت‌های موجود کارآمد عمل کند و در برابر تغییر ناگهانی تقاضا، به کمک ابزارهای هوشمند واکنش نشان دهد. برنامه آینده وزارت نیرو بر همین «تاب‌آوری چندانگه» استوار خواهد بود. باید شبکه‌ای بسازیم که فقط برای روزه‌ای عادی طراحی نشده باشد؛ شبکه‌ای باید در سخت‌ترین روزها نیز بتواند خود را با شرایط تازه تطبیق دهد، خدمات‌رسانی را حفظ کند و پس از هر آسیب، در کوتاه‌ترین زمان ممکن به وضعیت پایدار بازگردد.

گفت‌وگو با رجبی مشهدی، معاون برق و انرژی وزارت نیرو درباره کارنامه یک‌ساله صنعت برق در دولت چهاردهم

فرمول عبور از تابستان سخت

• گفت‌وگو •

شبکه برق ایران در یک سال گذشته، هم‌زمان با ناترازی تولید و مصرف، محدودیت در تأمین تجهیزات و شرایط جنگی، دوره‌ای دشوار را پشت سر گذاشت. وزارت نیرو می‌گوید با ترکیبی از افزایش ظرفیت نیروگاهی، توسعه تجدیدپذیرها، تقویت شبکه انتقال و مدیریت مصرف، آغاز خاموشی‌های خانگی را نسبت به سال قبل حدود دو ماه به تأخیر انداخته و برق صنایع و ۱۲.۷ درصد بیشتر تأمین کرده است. مصطفی رجبی مشهدی، معاون برق و انرژی وزارت نیرو، در گفت‌وگو با «ایران» از جزئیات این اقدامات، نقاط پریسک شبکه و گلوگاه‌های پیش‌روی صنعت برق می‌گوید.

اگر بخواهید کارنامه یک سال گذشته صنعت برق در دولت چهاردهم را توضیح دهید، مهم‌ترین اقدام وزارت نیرو برای حفظ پایداری برق کشور چه بوده است؟

مهم‌ترین اقدام، حفظ تعادل میان توسعه زیرساخت و مدیریت مصرف در شرایطی بود که صنعت برق هم‌زمان با ناترازی، محدودیت‌های اقتصادی، دشواری تأمین تجهیزات و شرایط جنگی روبه‌رو بود. ماوریت اصلی ما این است که شبکه برق پایدار بماند؛ زیرا هراختلال گسترده در شبکه، می‌تواند زنجیره‌ای از خدشات عمومی و فعالیت‌های اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد.

در بخش تولید، با احداث نیروگاه‌های جدید، ظرفیت نیروگاه‌های حرارتی حدود ۲۴۵۰ مگاوات افزایش یافت. از این میزان، نزدیک به ۱۴۰۰ مگاوات مربوط به واحدهای بخار نیروگاه‌های سیکل ترکیبی است؛ واحدهایی که بدون مصرف سوخت اضافی تولید برق را افزایش می‌دهند و از منظر بهره‌وری اهمیت بالایی دارند. افزون براین، حدود ۵۰۰ مگاوات ظرفیت نیروگاه‌های موجود که به دلیل نقص فنی، مشکلات بهره‌برداری یا محدودیت تأمین آب از مدار خارج شده بود، با اقدامات اصلاحی دوباره به شبکه بازگشت.

یکی از رخدادهای مهم در این دوره، بهره‌برداری از اولین نیروگاه زمین‌گرمایی کشور با ظرفیت ۵.۲ مگاوات بود؛ اقدامی که ایران را وارد باشگاه کشورهای دارای این فناوری کرد. همچنین نیروگاه گازی دوم شهید سلیمی نکا در کمتر از ۹۹ روز، از زمان انتقال تجهیزات به سایت تا بهره‌برداری، وارد مدار شد که یک رکورد اجرایی ارزشمند است.

در حوزه شبکه نیز با احداث یا توسعه ۸۰ پست انتقال و فوق توزیع، نقاطی را که با افت ولتاژ یا گرفتگی شبکه مواجه بودند، تقویت کردیم. مجموعه این اقدامات کمک کرد تا برای بیست‌وسومین سال متوالی، شبکه برق

۲۰۰ پروژه برای عبور از تنش آبی

گفت‌وگو با عیسی بزرگ‌زاده، سخنگوی صنعت آب و معاون شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران

• گفت‌وگو •

خشکسالی زمزم، افت بارش‌ها، فرسودگی بخشی از زیرساخت‌ها و فشار فزاینده بر منابع محدود آب، سال گذشته را به یکی از پیچیده‌ترین دوره‌های مدیریت آب در کشور تبدیل کرد. این چالش‌ها در مقطعی که جنگ و آسیب‌دیدن زیرساخت‌های انرژی و برخی تأسیسات آبی نیز به آن افزوده شد، ابعاد تازه‌ای پیدا کرد؛ چراکه پایداری آب‌رسانی، بیش از هر زمان دیگری، وابستگی مستقیم خود را به برق، انرژی، شبکه‌های انتقال و آمادگی نیروهای عملیاتی نشان داد. در این شرایط، وزارت نیرو با چند ماوریت هم‌زمان روبه‌رو بود: تأمین آب شرب شهرها، حفظ پایداری شبکه‌های آب و فاضلاب، مدیریت تنش آبی در بخش‌های شهری و کشاورزی، بازگرداندن سریع تأسیسات آسیب‌دیده به مدار و در عین حال، حرکت از اداره روزمره بحران به سمت اصلاح حکمرانی آب و افزایش تاب‌آوری زیرساخت‌ها. عیسی بزرگ‌زاده، سخنگوی صنعت آب و معاون شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، در گفت‌وگو با ما از اجرای سریع خط دوم انتقال آب از طالقان به تهران و پروژه تأمین آب شهر بانه به عنوان نمونه مهم مقابله با تنش آبی یاد می‌کند. او همچنین می‌گوید، مجموعه اقدامات فرهنگی، مدیریتی و سازهای، در فصل گرم مصرف آب را- برای نمونه در

در یک سال گذشته، مهم‌ترین اقدامات وزارت نیرو در بخش آب -بویژه در دولت چهاردهم- برای حفظ پایداری منابع و استمرار خدمات‌رسانی چه بوده است؟

اقدامات وزارت نیرو در بخش آب را می‌توان در دو حوزه کلان دسته‌بندی کرد: اول، اقداماتی که به مدیریت منابع آب مربوط می‌شود و دوم، اقدامات اصلاحی و بهبودبخشی در حوزه حکمرانی آب.

در بخش مدیریت منابع آب، اقداماتی در زمینه تأمین، توزیع و انتقال آب انجام شد؛ بویژه از آن جهت که در سال‌های اخیر با خشکسالی مزمن و پی‌درپی در بخش‌های زیادی از کشور مواجه بودیم. سال گذشته حدود ۶۵ درصد کشور، یعنی نزدیک به دو سوم سرزمین، درگیر خشکسالی بود و امسال نیز در حدود یک‌سوم کشور با کم‌بارشی روبه‌رو است. در چنین وضعیتی، یکی از اقدامات اساسی ما تأمین و انتقال آب و همچنین مدیریت تنش آبی در شهرها و بخش کشاورزی بود.

در همین زمینه، می‌توان به اجرای پروژه مهم خط دوم انتقال آب از طالقان به تهران اشاره کرد؛ پروژه‌ای که به‌عنوان خط پشتیبان تأمین آب تهران، در مدت کوتاهی اجرا شد. همچنین پروژه تأمین آب شهر بانه، با وجود وسعت و پیچیدگی‌های فنی، در زمانی کوتاه به سرانجام رسید. این طرح‌ها

روزمره مردم تبدیل شود؟

برق اساس فعالیت بسیاری از بخش‌های کشور است؛ از آب شرب و خدمات درمانی گرفته تا حمل‌ونقل، ارتباطات، ناوایی‌ها، مدارس و تولید صنعتی. بنابراین هر تصمیمی که در حوزه برق گرفته می‌شود، مستقیماً بر غیرمستقیم بر زندگی مردم و اداره کشور اثر می‌گذارد.

اگر بتوانیم مصرف بخش‌های غیرمولد را به سطح استاندارد نزدیک کنیم و در عین حال برق بخش‌های مولد، بویژه صنعت، کشاورزی و خدمات ضروری را به‌صورت پایدار تأمین کنیم، وضعیت کشور به‌مراتب بهتر خواهد شد. بر همین اساس، برای دومین سال پیاپی توانستیم رشد مصرف برق را حدود ۳ درصد کاهش دهیم. این نتیجه کار شرکت توانیر، شرکت‌های برق منطقه‌ای، شرکت‌های توزیع و مجموعه کارکنان صنعت برق است.

کاهش رشد مصرف از مسیر کنترل هوشمند مشترکان پرمصرف، جمع‌آوری انشعابات غیرمجاز، شناسایی و برخورد با مراکز غیرمجاز استخراج رمزارز و اجرای برنامه‌های مدیریت بار به دست آمد. در کنار این اقدامات، تعداد کنترل‌های هوشمند نیز افزایش یافته است تا امکان پایش و مدیریت دقیق‌تر مصرف فراهم شود.

نتیجه این اقدامات، کاهش بخشی از ناترازی و بهبود شرایط نسبت به سال گذشته بود؛ به‌طوری‌که خاموشی‌های بخش خانگی حدود دو ماه دیرتر از سال قبل آغاز شد و محدودیت‌های برق صنایع نیز به حداقل رسید. برای نمونه، در شهرک‌های صنعتی برنامه‌ریزی به‌گونه‌ای انجام شد که واحدها بتوانند با جابه‌جایی فعالیت به روز جمعه، یک روز کار جایگزین و بدون محدودیت داشته باشند. این نوع برنامه‌ریزی که می‌کند فشار به تولیدکننده و اشتغال کاهش یابد.

چه اقداماتی باعث شد خدمات حیاتی مانند بیمارستان‌ها، ایستگاه‌های پمپاژ آب، مخازرات، ناوایی‌ها، حمل‌ونقل شهری و مراکز امدادی دچار اختلال جدی نشوند؟

تأمین برق مراکز حساس و حیاتی همواره در اولویت صنعت برق قرار دارد. فیدرهای حساس تا حد امکان از برنامه‌های خاموشی دور نگه داشته می‌شوند و قطع آنها فقط در شرایط اضطراری مطرح است. وقتی شبکه به‌صورت پایدار اداره شود و

تجربه بحران‌ها به ما یادآوری کرده که برای مراکز حساس، نباید تنها به یک مسیر یا یک سامانه تأمین متکی بود. هرچه مسیرهای پشتیبان، تجهیزات اضطراری و امکان واکنش سریع بیشتر باشد، تاب‌آوری این مراکز نیز افزایش خواهد یافت

تجربه بحران‌ها به ما یادآوری کرده که برای مراکز حساس، نباید تنها به یک مسیر یا یک سامانه تأمین متکی بود. هرچه مسیرهای پشتیبان، تجهیزات اضطراری و امکان واکنش سریع بیشتر باشد، تاب‌آوری این مراکز نیز افزایش خواهد یافت

تجربه بحران‌ها به ما یادآوری کرده که برای مراکز حساس، نباید تنها به یک مسیر یا یک سامانه تأمین متکی بود. هرچه مسیرهای پشتیبان، تجهیزات اضطراری و امکان واکنش سریع بیشتر باشد، تاب‌آوری این مراکز نیز افزایش خواهد یافت

تجربه بحران‌ها به ما یادآوری کرده که برای مراکز حساس، نباید تنها به یک مسیر یا یک سامانه تأمین متکی بود. هرچه مسیرهای پشتیبان، تجهیزات اضطراری و امکان واکنش سریع بیشتر باشد، تاب‌آوری این مراکز نیز افزایش خواهد یافت

تجربه بحران‌ها به ما یادآوری کرده که برای مراکز حساس، نباید تنها به یک مسیر یا یک سامانه تأمین متکی بود. هرچه مسیرهای پشتیبان، تجهیزات اضطراری و امکان واکنش سریع بیشتر باشد، تاب‌آوری این مراکز نیز افزایش خواهد یافت

تهران- حدود ۱۳.۵ تا ۱۴.۵ درصد کاهش داده است؛ کاهش‌ی که هرچند مهم است، اما در سرزمینی که با خشکسالی‌های پی‌درپی دست‌وپنجه نرم می‌کند، به‌تنهایی به معنای عبور از مسأله آب نیست. به گفته بزرگ‌زاده، سال گذشته حدود ۶۵ درصد کشور با خشکسالی مواجه بوده و امسال نیز یک‌سوم کشور با کم‌بارشی روبه‌رو است. هم‌زمان، تجربه جنگ نشان داد که هرگونه اختلال در شبکه برق، می‌تواند به‌سرعت بر آب‌رسانی و فاضلاب اثر بگذارد؛ از همین رو، شناسایی مراکز حساس، طراحی سامانه‌های پشتیبان و تأمین آب اضطراری برای بیمارستان‌ها، مراکز امدادی و مناطق در معرض آسیب، اهمیتی دوچندان یافته است. او در بخش دیگری از این گفت‌وگو، از غربالگری ۵۷۰ پروژه و قرار گرفتن کمتر از ۲۰۰ طرح در اولویت اول برپایه شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی خبر می‌دهد. ایجاد بازار بهره‌وری آب و انتشار اوراق صرفه‌جویی آب در بورس نیز از جمله برنامه‌هایی است که قرار است به صرفه‌جویی و افزایش بهره‌وری آب، ارزش اقتصادی بدهد. با این همه، سخنگوی صنعت آب تأکید می‌کند فاصله گرفتن از مدیریت واکنشی و رسیدن به مدیریت پیش‌نگر، مسیر کوتاه و ساده‌ای نیست؛ مسیری که به اصلاح ساختار، استمرار سیاست‌ها، تأمین منابع و صوری نیاز دارد.

صرفاً پروژه‌های عمرانی نیستند، بلکه در شرایط تنش آبی، بخشی از سازوکار حفظ امنیت و آرامش زندگی روزمره مردم محسوب می‌شوند.

در حوزه مدیریت مصرف و تقاضا نیز مجموعه‌ای از اقدامات فرهنگی، مدیریتی و سازهای در دستور کار قرار گرفت. حاصل این اقدامات، برای نمونه در تهران، کاهش حدود ۱۳.۵ تا ۱۴.۵ درصدی مصرف آب در فصل گرم بود. البته باید تأکید کرد که این میزان کاهش مصرف، هرچند قابل توجه است، اما با توجه به تداوم خشکسالی و محدودیت منابع، به معنای حل شدن مسأله آب نیست، بلکه نشان می‌دهد مدیریت مصرف می‌تواند در کنار اقدامات تأمینی و زیرساختی، بخشی از فشار وارده بر شبکه را کاهش دهد.

اقدام مهم دیگر، استمرار خدمت‌رسانی به مردم در شرایط جنگی بود. همکاران ما در ایستگاه‌های پمپاژ، سدها، شبکه‌های آب و فاضلاب و دیگر بخش‌های مرتبط، در تمام این مدت در محل خدمت حاضر بودند و وظایف خود را انجام دادند. در این مسیر، شهدایی نیز تقدیم کشور شد؛ از جمله همکارانی که در ایستگاه‌های پمپاژ یا محل اجرای پروژه‌ها به شهادت رسیدند. این واقعت نشان می‌دهد پایداری خدمات آب و فاضلاب، تنها محصول تجهیزات و سازها نیست، بلکه بیش از هر چیز به ایستادگی و مسئولیت‌پذیری نیروی انسانی متکی است.



برنامه‌های محدودیت با دقت طراحی شود، بیمارستان‌ها، مراکز درمانی، سامانه‌های امدادی، مخازرات، تأسیسات آب‌رسانی و دیگر خدمات عمومی می‌توانند برق پایدار دریافت کنند.

خوشبختانه در این دوره گزارشی از اختلال جدی در عملکرد مراکز حیاتی به ما نرسیده است. این دستاورد فقط حاصل افزایش تولید نیست؛ بلکه نتیجه مجموعه‌ای از اقدامات هم‌زمان در حوزه نیروگاه‌ها، شبکه انتقال و توزیع، مدیریت مصرف و اولویت‌بندی مشترکان حساس است.

در بخش آب نیز لازم است شرکت‌های آب و فاضلاب و مدیریت‌های استانی از ظرفیت‌های پشتیبان استفاده کنند. بهره‌گیری از مولدهای اضطراری و ذخیره‌سازها می‌تواند از تبدیل قطعی برق به قطعی طولانی‌مدت آب جلوگیری کند. در این زمینه برخی استان‌ها، از جمله تهران و گلستان، همکاری مناسبی داشتند و تلاش کردند با هماهنگی میان دستگاه‌ها، آب‌رسانی در شرایط محدودیت برق با کمترین اختلال ادامه یابد.

اگر این پروژه‌ها و تصمیمات به‌موقع اجرا بی مدیریت نمی‌شد، اولین اثر آن در کدام بخش زندگی مردم دیده می‌شد؟

اختلال در شبکه برق معمولاً محدود به یک بخش نمی‌ماند و به‌صورت زنجیره‌ای گسترش پیدا می‌کند. اولین آثار آن می‌تواند در برق خانگی، پمپاژ و تأمین آب شرب، خدمات شهری و مراکز عمومی ظاهر شود، اما به‌سرعت به بخش‌های درمانی،



همه طرح‌ها را با یک میزان از منابع و توجه مدیریتی پیش برد. بر اساس یکی از ظرفیت‌های پیش‌بینی شده در قانون برنامه هفتم توسعه، پروژه‌ها را بر مبنای سه شاخص اصلی غربالگری کردیم: بهره‌وری اقتصادی، بهره‌وری اجتماعی و بهره‌وری محیط زیستی. در نهایت، کمتر از ۲۰۰ پروژه در اولویت اول قرار گرفت و تمرکز منابع و توجه مدیریتی بر همین طرح‌ها گذاشته شد. این پروژه‌ها از نظر اقتصادی بیشترین اثرگذاری را داشتند، از نظر اجتماعی بیشترین رفاه را برای مردم ایجاد می‌کردند و از منظر محیط زیستی نیز با الزامات و منافع این حوزه سازگار بودند.

این اولویت‌بندی در واقع تلاشی بود برای واقع‌تر شدن محدودیت‌ها، جایی که کار گرفته شوند. به بیشترین اثر را بر پایداری آب‌رسانی، کاهش تنش، رفاه مردم و حفاظت از محیط زیست دارند. در شرایطی که با محدودیت منابع مالی و هم‌زمان با فشارهای ناشی از خشکسالی، بحران روبه‌رو هستیم، انتخاب درست پروژه‌ها خود به یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریت تبدیل می‌شود.

آیا این اولویت‌بندی و تمرکز بر پروژه‌های منتخب باعث شد خدمات روزمره آب و فاضلاب در دوره جنگ دچار اختلال نشود؟

اقدامات فرهنگی، مدیریتی و سازهای، مصرف آب تهران را در فصل گرم سال حدود ۱۳.۵ تا ۱۴.۵ درصد کاهش داده است

آیا این اولویت‌بندی و تمرکز بر پروژه‌های منتخب باعث شد خدمات روزمره آب و فاضلاب در دوره جنگ دچار اختلال نشود؟

اقدامات روزمره و استمرار خدمات در دوره جنگ، نتیجه بسیج توان ملی بود. فرزندان ملت در وزارت نیرو، در کنار سایر مردم و دستگاه‌ها، تلاش کردند امنیت و پایداری خدمات‌رسانی حفظ شود و حملات دشمن، خللی در

بر اساس همین اولویت‌ها صورت می‌گیرد. طبیعی است که منابع محدود ابتدا باید به پروژه‌هایی اختصاص یابد که بیشترین اثر را بر پایداری شبکه انتقال، فوق توزیع و توزیع و همچنین استمرار خدمات عمومی دارند. چانهایی نیروگاه‌ها نیز بر همین اساس انجام می‌شود؛ یعنی نیروگاه باید در مناطقی احداث شود که نیاز بیشتری به تولید برق دارند یا انتقال برق به آن مناطق با محدودیت روبه‌روست.

از سوی دیگر، پروژه‌های بهینه‌سازی مصرف نیز در همین نظام اولویت‌بندی قرار می‌گیرند. برای نمونه، جایگزینی موتورهای کم‌بازده کولرهای آبی با موتورهای پربازده یا جایگزینی کولرهای گازی پرمصرف با تجهیزات کارآمدتر، می‌تواند در برخی مصارف تا حدود ۴۰ درصد کاهش مصرف برق ایجاد کند. این کاهش مصرف در مناطق گرمسیر و در دوره اوج بار، به‌اندازه احداث یک ظرفیت جدید تولید اهمیت دارد.

سهم توسعه زیرساخت در پایداری برق چقدر بوده و سهم مدیریت مصرف، جابه‌جایی بار و اقدامات کوتاه‌مدت چقدر؟ آیا این ترکیب برای آینده قابل اتکا است؟

پایداری برق در یک سال گذشته حاصل ترکیب توسعه زیرساخت و مدیریت مصرف بوده است. در بخش زیرساخت، افزایش ظرفیت نیروگاه‌های حرارتی، ورود واحدهای بخار سیکل ترکیبی، بازگرداندن ظرفیت‌های متوقف‌شده، راه‌اندازی نیروگاه زمین‌گرمایی، رشد چشمگیر تجدیدپذیرها و احداث یا توسعه ۸۰ پست انتقال و فوق توزیع، نقش جدی داشته است. در کنار آن، مدیریت مصرف نیز مؤثر بوده است؛ کنترل هوشمند مشترکان پرمصرف، شناسایی و جمع‌آوری انشعابات غیرمجاز، برخورد با استخراج غیرمجاز رمزارز، برنامه‌ریزی محدودیت‌ها با عمق کمتر نسبت به سال قبل و جابه‌جایی بار در برخی بخش‌ها، از جمله صنعت، به کنترل اوج بار کمک کرده است. این ترکیب در شرایط فعلی پاسخ داده، اما برای آینده نمی‌توان فقط به اقدامات کوتاه‌مدت تکیه کرد. پایداری بلندمدت زمانی تضمین می‌شود که توسعه تولید، توسعه شبکه، افزایش رانندگی نیروگاه‌ها، گسترش تجدیدپذیرها، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و اصلاح الگوی مصرف، هم‌زمان و با سرعت ادامه یابد.



متن کامل گفت‌وگو را بخوانید.

پیش از تبدیل شدن یک مسأله به بحران، بتوانیم آن را مشاهده، اندازه‌گیری و برای آن تصمیم‌گیری کنیم. برای رسیدن به این نقطه، باید اطلاعات دقیق‌تری از منابع و مصارف آب داشته باشیم، نظام‌های پایش را تکمیل، سازوکارهای اقتصادی را اصلاح و به بهره‌وری آب به‌عنوان یک ارزش واقعی نگاه کنیم.

البته این اقدامات یک‌شبه به نتیجه نمی‌رسند. اجرای آنها نیازمند زمان، صبور، عزم جمعی و استمرار در مسیر است. باید با اصرار و پافشاری، این برنامه‌ها را دنبال کرد تا آثار آنها در نظام حکمرانی و مدیریت آب کشور نمایان شود. مهم این است که مسیر تغییر از مدیریت صرفاً واکنشی به مدیریت پیش‌نگر آغاز شده و باید با ثبات و جدیت ادامه پیدا کند.

در شرایط بحرانی مانند جنگ، برخی مراکز مانند بیمارستان‌ها و مراکز امدادی به پایداری ویژه‌ای نیاز دارند. وزارت نیرو برای حفظ آب‌رسانی به این مراکز چه اقداماتی انجام داده است؟

از ابتدا، نواحی و ساختمان‌های امدادی و حساس، از جمله بیمارستان‌ها و مراکز امدادی، شناسایی شدند. تمام اقداماتی که در حوضه آب و فاضلاب انجام می‌دهیم، به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شده که این مراکز در زمینه تأمین و دسترسی به آب دچار مشکل نشوند.

این مراکز از پیش شناسایی شده و در برنامه‌ریزی‌های ما مورد توجه ویژه قرار گرفته‌اند. در مواردی نیز که احتمال آسیب به زیرساخت‌های اصلی وجود داشت، برای استفاده از تجهیزات و سامانه‌های جایگزین و اضطراری برنامه‌ریزی شد. در شرایط بحران، آب‌رسانی به بیمارستان‌ها یا مراکز امدادی صرفاً یک خدمت شهری نیست، بلکه بخشی از پدافندی و عملیاتی قرار دارد. تجربه بحران‌ها به ما یادآوری کرده که برای مراکز حساس، نباید تنها به یک مسیر یا یک سامانه تأمین متکی بود. هرچه مسیرهای پشتیبان، تجهیزات اضطراری و امکان واکنش سریع بیشتر باشد، تاب‌آوری این مراکز نیز افزایش خواهد یافت.



متن کامل گفت‌وگو را بخوانید.



مهندسی بقا و توسعه؛ گذار از ناترازی به پایداری راهبردی در صنعت زیرساخت

پارادایم جدید مدیریت بحران

• گزارش •

در شرایطی که زیرساخت‌های حیاتی کشور طی یک سال گذشته تحت فشارهای ناشی از جنگ و التهابات منطقه‌ای قرار داشت، وزارت نیرو با چرخش استراتژیک از مدیریت سنتی به «الگوی تاب‌آوری پدافندی»، توانست با تمرکز بر تمرکززدایی تولید برق، هوشمندسازی لحظه‌ای شبکه و مدیریت قاطع منابع آبی، از فروپاشی احتمالی شریان‌های اصلی حیات کشور جلوگیری کرده و با اجرای پروژه‌های ضربتی، تداوم پایدار خدمات زیرساختی را به عنوان سنگر اصلی امنیت ملی و ثبات اجتماعی در دوران جنگ تثبیت کند. در بازه زمانی مرداد ۱۴۰۴ تا مرداد ۱۴۰۵، صنعت زیرساخت‌های ایران، یعنی دو بال حیاتی آب و برق، نه تنها با چالش‌های انباشته دهه‌های گذشته روبه‌رو بود، بلکه در فضای پراکنده منطقه‌ای و فشارهای اقتصادی، در معرض یک آزمون بزرگ تاب‌آوری قرار گرفت. در این دوره، مدیریت وزارت نیرو از «مدیریت انفعالی و پروژه‌محور» به سمت «حکمرانی فعال و سنجه‌محور» چرخش استراتژیک کرد. این تغییرنگرش، ناشی از درک این واقعیت بود که زیرساخت‌های انرژی و آب، دیگر صرفاً آرانده‌دهنده خدمات عمومی نیستند، بلکه ستون‌های اصلی امنیت ملی و ثبات اجتماعی محسوب می‌شوند. در این دوره، راهبرد اصلی این بود که با تکیه بر داده‌های دقیق، استفاده از هوش مصنوعی، و توزیع شدگی منابع، شبکه‌ای ساخته شود که در صورت وقوع هرگونه ضربه، قادر به «خودترمیمی» و حفظ کارکرد حداقلی برای مراکز حیاتی باشد. این گزارش به تحلیل عمق اقدامات صورت گرفته در مسیری می‌پردازد که هدف نهایی آن، نه صرفاً افزایش ظرفیت، بلکه تثبیت «امنیت زیرساختی» در ایران آینده است.

تغییر مدل از «پروژه‌محوری» به «مدیریت سنجه‌محور»

پیش از هر اقدام عمرانی یا فنی در بازه مرداد ۱۴۰۴ تا مرداد ۱۴۰۵، اصلاح ساختار حکمرانی در اولویت دستورکار قرار گرفت. تجربه سال‌های گذشته نشان می‌داد که پروژه‌محوری صرف، بدون داشتن ابزارهای پایش لحظه‌ای، به هدررفت منابع و پلاتکلیفی طرح‌های بزرگ منجر می‌شود. در مدل جدید که بر پایه احکام برنامه هفتم پیشرفت طراحی شد، تصمیم بر آن شد که مدیریت بخش آب و برق بر اساس «سنجه‌های عملکردی» انجام شود. این یعنی برای هراستان، برای هر دشت آبریز و برای هر شبکه برق، اهداف کمی دقیقی تعریف شد که پیشرفت آنها به صورت روزانه در سامانه جامع عملکرد ثبت می‌شد.

تشکیل «کمیته‌های پایش» که وظیفه آنها تطبیق عملکرد با سنجه‌ها بود، گامی اساسی در جهت حذف اتلاف منابع بود. در این ساختار، هر مدیر استانی یا منطقه‌ای ملزم شد که در برابر عده‌های خروجی شبکه پاسخگو باشد. این مدیریت داده‌محور به وزارت نیرو اجازه داد تا منابع مالی موجود را – که بخش قابل توجهی از آن با جذب فاینانس‌های خارجی به مبلغ ۲۴۲۷ میلیون یورو تقویت شده بود – نه بر اساس فشارهای سیاسی یا محلی، بلکه دقیقاً در گلوگاه‌هایی هزینه کند که بیشترین تأثیر را در پایداری شبکه داشتند. این رویکرد جدید حکمرانی، عملاً به معنای محافظتی یا مدل‌های سنتی مدیریت دولتی و حرکت به سمت مدل‌های «مدیریت صنعتی متمرکز» بود؛ جایی که شفافیت، نه یک انتخاب، بلکه یک ضرورت امنیتی برای جلوگیری از فروپاشی شبکه در شرایط بحرانی تلقی شد.

صنعت برق؛ جراحی ناترازی و ایجاد شبکه هوشمند

در صنعت برق، چالش اصلی، ناترازی تولید و مصرف بود که به صورت تاریخی، شبکه را در تابستان‌ها تهدید می‌کرد. برای عبور از این وضعیت، یک راهبرد سه‌لایه در بازه مرداد ۱۴۰۴ تا مرداد ۱۴۰۵ پیاده‌سازی شد: اول، افزایش تولید با نگاه پدافندی؛ دوم، توسعه و تقویت زیرساخت‌های انتقال؛ و سوم، هوشمندسازی مصرف. در لایه اول، کشور شاهد جهش ۵۷۷۰ مگاواتی در ظرفیت تولید بود. نکته راهبردی در این افزایش، ترکیب آن است؛ ترکیب ۱۲۹۶ مگاوات از این مقدار مربوط به نیروگاه‌های حرارتی بود که ظرفیت پایه را تأمین می‌کردند، اما سهم توزیع یعنی ۳۵۷۴ مگاوات به نیروگاه‌های تجدیدپذیر و

تولید پراکنده (DG) اختصاص یافت. این تمرکز بر تولید تجدیدپذیر و پراکنده، صرفاً یک رویکرد زیست‌محیطی یا اقتصادی نبود، بلکه تصمیمی کاملاً امنیتی و پدافندی بود. نیروگاه‌های عظیم متمرکز، هدف‌های بزرگی هستند که آسیب‌دیدن آنها می‌تواند شبکه را فلج کند. در مقابل، توسعه شبکه تولیدات پراکنده به معنای تزیق توان از صدها نقطه کوچک مختلف به شبکه بود که عملاً اجازه نمی‌داد یک آسیب موضعی، به خاموشی سراسری منجر شود. علاوه بر این، ۹۰۰ مگاوات نیز از طریق رفع محدودیت‌های نیروگاه‌های موجود به دست آمد که با کمترین هزینه، بیشترین بهره‌وری را ایجاد کرد.

در لایه دوم، یعنی انتقال، شاهد یک توسعه سخت‌افزاری گسترده بود. احداث ۱۲۱۳ کیلومتر خط انتقال و افزایش ظرفیت پست‌ها به میزان ۹۰۱۰ مگاوات‌آمپر، به معنای افزایش ظرفیت مانور شبکه بود. این توسعه، به مدیریت شبکه اجازه می‌داد که در صورت وقوع حادثه در یک منطقه، بلافاصله انرژی را از مسیرهای جایگزین تأمین کند.

اما در لایه سوم، یعنی مدیریت مصرف، بزرگ‌ترین تحول تاریخی صنعت برق رخ داد. نصب ۱.۲ میلیون به پایداری کل کشور نداد. غیرمجازی، حاشیه امنی برای آسیب به پایداری کل کشور نداد.

مهندسی بقا در جبهه آب؛ از امنیت آبی تا بازچرخانی پساب

اگر برق ستون فقرات اقتصاد است، آب ستون فقرات حیات و امنیت ملی است. در سالی که گذشت، مدیریت آب در ایران از سطح «خدمت‌رسانی» فراتر رفت و عملاً به یک عملیات مستمر پدافندی تبدیل شد؛ عملیاتی که هدف

آن، حفظ بقا در برابر سه جبهه همزمان بود: خشکسالی‌های اقلیمی، ناترازی ساختاری در منابع و فشارهای امنیتی مرزی. برنامه کلان انتقال یک میلیارد مترمکعب آب دریا به فلات مرکزی و شرق کشور، تنها یک پروژه عمرانی بزرگ نبود؛ بلکه نوعی بازطراحی ژئوپلتیک آب در ایران محسوب می‌شد. این انتقال، سه پیام راهبردی امنیتی داشت: اول، کاهش فشار بر سفره‌های زیرزمینی در مناطق صنعتی و مرزی که کمبود آب گاهش فشار بر سفره‌های زیرزمینی که دهه‌هاست تحت برداشت‌های غیرمجاز و ناپایدار قرار داشته‌اند؛ دوم، ایجاد سپردر برابر نوسانات اقلیمی که وابستگی به بارش‌های محلی را کاهش می‌دهد؛ و سوم، تقویت ثبات اجتماعی در مناطق صنعتی و مرزی که کمبود آب می‌توانست به کانون نارضایتی‌های اجتماعی تبدیل شود. در کنار این برنامه، اجرای طرح کلیدی تأمین آب در سیستان و بلوچستان با هدف کاهش وابستگی به منابع برون مرزی و تقویت امنیت پایدار منطقه، نشان داد که مسأله آب در ایران، عملاً یک موضوع مرزی و حاکمیتی است.

در حوزه مدیریت تنش‌های آبی، وزارت نیرو رویکرد «واکنش سریع» را جایگزین انتظار برای حل و فصل پروژه‌های بلندمدت کرد. اجرای ۵۷ پروژه ضربتی گذر از تنش آبی در کانون‌های بحرانی با ظرفیت عملیاتی ۴۳ هزار و ۳۸۵ لیتر بر ثانیه، عملاً مانوری برای آمادگی در شرایط سخت بود. پروژه انتقال آب تهران از طالقان که در کمتر از ۷ ماه به بهره‌برداری رسید، نمونه‌ای از توان اجرایی کشور در پاسخ به تهدیدات احتمالی کاهش ذخایر سدها بود. این



پروژه‌ها، نه تنها گلوگاه‌های فوری شبکه را رفع کردند، بلکه توانستند ریسک اعتراض‌های محلی ناشی از افت فشار آب را به‌شدت کاهش دهند. در کنار این اقدامات ضربتی، آبرسانی به ۱۹۵۶ روستا و تأمین آب شرب پایدار برای یک میلیون و ۸۹ هزار و ۱۳۱ نفر، لایه دیگری از امنیت اجتماعی را در مناطق محروم ایجاد کرد که مانع از گسست زیرساختی و مهاجرت‌های بی‌رویه به حاشیه کلان‌شهرها شد.

نبرد برای صیانت از منابع آب زیرزمینی نیز در این دوره به یک نقطه عطف رسید. انسداد ۲۵ هزار و ۴۷۵ حلقه چاه غیرمجاز با همکاری دستگاه‌های انتظامی و قضایی، نشان داد که حاکمیت دیگر اجازه نخواهد داد منابع ملی در دشت‌های تشنه به

یغما برود. همزمان، هوشمندسازی ۱۵ هزار و ۳۳۷ حلقه چاه مجاز با نصب کنتورهای هوشمند، عملاً قدرت پایش و کنترل برداشت را به سیستم مدیریتی بازگرداند. اما موفقیت اصلی در این حوزه، تغییر رویکرد نسبت به فاضلاب و پساب بود. تصفیه‌خانه‌ها از یک پروژه زیست‌محیطی هزینه‌بر، به «کارخانه‌های تولید دارایی» تبدیل شدند. با تکمیل ۲ تصفیه‌خانه بزرگ شهری و راه‌اندازی ۴۰۰ مدول جدید تصفیه‌خانه، ظرفیت تولید پساب استاندارد برای صنعت افزایش یافت. مدل همکاری با صنایع بزرگ برای سرمایه‌گذاری در شبکه‌های فاضلاب در قبال حقابه پساب، یک الگوی موفق اقتصادی بود که هم فشار را از روی آب شرب سدها برداشت و هم توسعه صنعتی را با تأمین آب پایدار پساب، تضمین کرد.

یغما برود. همزمان، هوشمندسازی ۱۵ هزار و ۳۳۷ حلقه چاه مجاز با نصب کنتورهای هوشمند، عملاً قدرت پایش و کنترل برداشت را به سیستم مدیریتی بازگرداند. اما موفقیت اصلی در این حوزه، تغییر رویکرد نسبت به فاضلاب و پساب بود. تصفیه‌خانه‌ها از یک پروژه زیست‌محیطی هزینه‌بر، به «کارخانه‌های تولید دارایی» تبدیل شدند. با تکمیل ۲ تصفیه‌خانه بزرگ شهری و راه‌اندازی ۴۰۰ مدول جدید تصفیه‌خانه، ظرفیت تولید پساب استاندارد برای صنعت افزایش یافت. مدل همکاری با صنایع بزرگ برای سرمایه‌گذاری در شبکه‌های فاضلاب در قبال حقابه پساب، یک الگوی موفق اقتصادی بود که هم فشار را از روی آب شرب سدها برداشت و هم توسعه صنعتی را با تأمین آب پایدار پساب، تضمین کرد.

دژ پدافندی؛ هوشمندسازی در برابر مخاطرات راهبردی

در معماری زیرساختی وزارت نیرو طی بازه مرداد ۱۴۰۴ تا مرداد ۱۴۰۵، یک لایه پنهان اما حیاتی وجود داشت که بیش از هر اقدام عمرانی، ضامن امنیت ملی بود: «تاب‌آوری پدافندی». در نگاه این دوره، «پایداری» دیگر صرفاً به معنای تولید بیشتر نبود، بلکه به این معنا بود که اگر شبکه تحت فشار قرار گرفت، سیستم تا چه حد توان دارد که هوشمندانه خود را ترمیم کند و از فروپاشی کل جلوگیری نماید. یکی از ستون‌های این دژ، تمرکززدایی تولید بود. سرمایه‌گذاری روی تولید تجدیدپذیر و پراکنده (DG)، استراتژی عبور از آسیب‌پذیری نیروگاه‌های عظیم متمرکز بود. در شرایط بحرانی مانند حملات سایبری یا بلایای طبیعی، این تولیدات توزیع‌شدن، مانند «جوابر انرژی» عمل می‌کنند که می‌توانند جریان برق را در مراکز حیاتی مانند بیمارستان‌ها و مراکز مخابراتی بدون وابستگی به شبکه سراسری حفظ کنند.

ابزار دیگر این دژ پدافندی، استفاده از لایمیت‌رها و کنتورهای هوشمند برای اعمال مدیریت لحظه‌ای بود. نصب بیش از ۲.۳ میلیون لمیفیت، به فرماندهی میدان اجازه داد تا در لحظات ناترازی، به‌جای قطع برق محلات، با جراحی دقیق بار، مصرف بخش‌های غیرضروری را مدیریت کنند و پایداری شبکه را حفظ نماید. این سیستم، در عمل به شبکه اجازه داد که در شرایط اضطرار، «فروپاشی فرکانسی» را به تأخیر بیندازد و فرصت بازگشت به شرایط عادی را فراهم کند. همچنین، سامانه جامع عملکرد که اطلاعات یک‌میلیون و ۱۹۴ هزار و ۱۳۷ کنتور هوشمند را پردازش می‌کرد، به «سیستم عصبی» شبکه بدل شد. مدیران شبکه اکنون می‌توانستند در هر لحظه وضعیت دقیق توزیع آب و برق را در اقصی نقاط کشور مشاهده کنند و بر اساس داده‌های واقعی، تصمیمات استراتژیک بگیرند. این اشراف اطلاعاتی، بزرگترین بازدارنده در برابر خطاهای انسانی و نفوذهای احتمالی بود.

امنیت زیرساخت در این دوره، با شناسایی تهدیدات پنهان نیز گره خورده بود. مقابله با مراکز غیرمجاز رمرارز که با مصرف بی‌رویه، پایداری

شبکه را در لحظات حساس پیک هدف قرار داده بودند، یک اقدام عملیاتی امنیت‌محور بود. بازپس‌گیری ظرفیت برق از این مراکز غیرمجاز، به معنای آزاد کردن فضای مانور برای مدیریت شبکه در شرایط اضطرار بود. اقدامات صورت گرفته برای حفاظت از سیستم‌های کنترل صنعتی (SCADA) و تقویت لایه‌های دفاع سایبری پست‌های برق، نشان داد که وزارت نیرو جنگ انرژی را در دو جبهه سخت‌افزاری و نرم‌افزاری دنبال می‌کند.

در نهایت، کارنامه عملکرد مرداد ۱۴۰۴ تا مرداد ۱۴۰۵، روایتی از تبدیل یک شبکه فرسوده به یک «دژ نفوذناپذیر» است. وزارت نیرو در این سال، از پارادایم مدیریت منفعلانه عبور کرد و به مدل «تاب‌آوری فعال» دست یافت. جایی که هوشمندی (لیمیت

و کنتور)، جایگزین قطع و وصل فیزیکی شد و آمادگی عملیاتی (پروژه‌های ضربتی)، جایگزین مدیریت بحران پس از وقوع شد. این تغییر پارادایم، زیرساخت‌های کشور را نه تنها در برابر خشکسالی و ناترازی انرژی مقاوم کرد، بلکه بستری فراهم آورد تا در تلاطم‌های منطقه‌ای، بخش آب و برق به عنوان یک اهرم قدرت و امنیت ملی عمل کند؛ جایی که هر مگاوات برق و هر قطره آب، بخشی از یک شبکه گسترده دفاعی برای حفظ ثبات کشور در سال‌های آتی است.

تحلیل راهبردی و چشم‌انداز ایران ۱۴۰۶ و فراتر از آن

در پایان این دوره یک‌ساله، آنچه بیش از ارقام تولید برق یا حجم پروژه‌های آبرسانی اهمیت دارد، «تغییر هویت» وزارت نیرو در ساختار حاکمیتی است. این وزارتخانه از یک نهاد صرفاً خدماتی، به «فرارگاه تاب‌آوری ملی» تبدیل شده است. واکاوی عملکرد مرداد ۱۴۰۴ تا مرداد ۱۴۰۵ نشان می‌دهد که کشور در حال خروج از «تله ناترازی» است، اما نه صرفاً با اتکا به روش‌های سنتی سدها و پمپاژ یا نیروگاه‌سازی. آنچه این دوره را متمایز می‌کند، «ترکیب هوشمندانه» از سخت‌افزار (توسعه شبکه) و نرم‌افزار (هوشمندسازی) است.

چالش‌های آتی که در افق ۱۴۰۶ و بعد از آن پیش روی زیرساخت ایران قرار دارد، بسیار پیچیده‌تر از گذشته خواهد بود. تداوم تغییرات اقلیمی، نیاز مبرم به بازسازی شبکه‌های فرسوده و ضرورت تطبیق با فناوری‌های نوین مدیریت انرژی (مانند ذخیره‌سازهای مقیاس بزرگ و اینترنیت‌اشیا در شبکه)، نیازمند تداوم همین مدل «حکمرانی سنجه‌محور» است.

پایداری مالی؛ کلید استمرار توسعه

یکی از دستاوردهای برجسته این دوره، جذب ۲۴۲۷ میلیون یورو فاینانس بود. برای سال‌های پیش رو، استمرار این روند بدون اتکا به بودجه‌های دولتی و با مدل‌های مشارکت عمومی-خصوصی (PPP)، حیاتی است. بازار پساب که در این سال شکل گرفت، الگوی موفق برای این راهبرد است که باید به سایر حوزه‌ها مانند انرژی‌های تجدیدپذیر نیز تسری یابد.

دیپلماسی آب و انرژی در هم‌تنیدگی منافع

مدیریت آب و برق در ایران دیگر یک امر داخلی نیست. پروژه‌های انتقال آب دریا و تأمین برق از منابع متنون، باید در چارچوب «دیپلماسی زیرساختی» تعریف شوند تا علاوه بر تأمین نیازهای داخلی، امنیت مرزها و منافع منطقه‌ای را نیز تحکیم کنند.

دفاع سایبری و هوشمندسازی خط مقدم امنیت

با افزایش تعداد کنتورهای هوشمند (۱.۲ میلیون) و سیستم‌های کنترل دیجیتال، سطح مقطع حمله به شبکه تغییر کرده است. آینده صنعت زیرساخت ایران، در گرو تقویت لایه‌های دفاع سایبری و هوش مصنوعی برای پیش‌بینی حوادث (قبل از وقوع آنها) است.

• برش •

گذار به سوی «ایران تاب‌آور»

در بازه زمانی مورد مطالعه، وزارت نیرو موفق شد «زمان» را به نفع امنیت ملی بخرد. توسعه ظرفیت‌های پراکنده، مدیریت دقیق مصرف با لیمیت‌رها، و انسدادچاه‌های غیرمجاز، همه اجزای یک پازل بزرگتر بودند که هدفی آن «بقا در شرایط اضطرار» بود. این کارنامه، نه یک نقطه پایان، بلکه «نقطه شروع» یک ساختار جدید حکمرانی است. ایران ۱۴۰۵ با عبور از این چالش‌ها، اکنون الگویی برای مدیریت زیرساخت در شرایط پر فشار و محدودیت منابع ساخته است.

پیام راهبردی این دوره برای آینده این است: در دنیای پرآشوب امروز، تاب‌آوری زیرساختی (Resilience) مقدم بر توسعه صرف (Growth) است. هر پروژه، هر کنتور، و هر خط انتقالی که در این سال احداث یا نصب شد، سنگی در بنای «دژ امنیت ملی» ایران بود. تداوم این روند، با تکیه بر شفافیت داده‌ها، هوشمندسازی سیستم‌ها و مشارکت فعال بخش خصوصی، ضامن این خواهد بود که در سال‌های پیش رو، زیرساخت ایران نه تنها آسیب نبیند، بلکه به اهرمی برای رشد پایدار و ثبات منطقه‌ای تبدیل شود.