روایت «تعادل» از شعله‌های هدررفته تا نفس تازه شبکه انرژی

امنیت انرژی در میدان عمل

گلناز پرتوی مهر

در اقتصاد انرژی ایران، همیشه بخشی از مساله در جایی پنهان مانده که کمتر به چشم می‌آید: گازهایی که هم‌زمان با تولید نفت از دل میدان بیرون می‌آیند، اما به‌جای آنکه به چرخه مصرف برسند، در مشعل‌ها می‌سوزند. این هدررفت خاموش، فقط یک اتلاف فنی نیست؛ نشانه‌ای از فاصله میان ظرفیت واقعی و ظرفیت بالفعل شبکه انرژی کشور است. در شرایطی که مصرف گاز در زمستان و تقاضای برق در تابستان هر سال فشار تازه‌ای بر زیرساخت‌ها وارد می‌کند، جمع‌آوری گازهای همراه می‌تواند یکی از جدی‌ترین و کم‌هزینه‌تر از بسیاری گزینه‌های دیگر برای کاهش ناترازی و تقویت امنیت انرژی باشد.

واقعیت این است که بحران انرژی در ایران، بیش از آنکه ناشی از نبود منابع باشد، به نحوه استفاده از منابع موجود برمی‌گردد. کشوری که هم مخزن بزرگ گاز دارد و هم سال‌هاست در صنعت نفت تجربه انباشته کرده، نمی‌تواند نسبت به گازهای همراه بی‌تفاوت بماند؛ گازهایی که اگر مهار و فرآورش شوند، می‌توانند به سوخت نیروگاه، خوراک صنعت، ماده اولیه پتروشیمی یا حتی ابزار تزریق به میادین نفتی تبدیل شوند. ارزش این گازها فقط در حجم آنها نیست، بلکه در این است که از دل یک روند تولید جاری به دست می‌آیند و برای بهره‌برداری از آنها، نیازی به اکتشاف تازه یا پروژه‌های پرریسک بالادستی نیست. مساله اصلی، اراده، زیرساخت و هماهنگی است.

از این زاویه، گازهای همراه را باید بخشی از سیاست امنیت انرژی دانست، نه صرفا یک پرونده فنی در صنعت نفت. هر مترمکعب گازی که به‌جای سوختن در فلرها وارد شبکه شود، عملا بخشی از فشار را از دوش منابع اصلی برمی‌دارد. این نکته در کشوری مثل ایران اهمیت دوچندان دارد؛ جایی که گاز فقط یک حامل انرژی نیست، بلکه ستون اصلی تامین برق، گرمایش، خوراک صنعت و بخشی از حمل‌ونقل و تولید نیز هست. وقتی در زمستان فشار تقاضای خانگی اوج می‌گیرد، صنایع محدود می‌شوند و نیروگاه‌ها ناچار به استفاده از سوخت‌های مایع می‌شوند، اهمیت هر منبع مکملی که بتواند عرضه را تقویت کند، روشن‌تر از همیشه می‌شود.

جمع‌آوری گازهای همراه دقیقا در همین نقطه معنا پیدا می‌کند. این گازها می‌توانند به عرضه‌ای پایدار و داخلی تبدیل شوند؛ عرضه‌ای که نه نیازمند واردات است، نه وابسته به بازار خارجی، و نه گرفتار نوسان‌های ژئوپلیتیکی. در نظام انرژی، همیشه منابعی وجود دارند که اگرچه در ظاهر کوچک یا پراکنده‌اند، اما در زمان بحران نقش ضربه‌گیر پیدا می‌کنند. گازهای همراه از همین جنسند. شاید به‌تنهایی نتوانند همه ناترازی را جبران کنند، اما می‌توانند فاصله میان تولید و مصرف را کمتر کنند و در مقطع‌هایی که شبکه تحت‌فشار است، از تبدیل اختلال به بحران جلوگیری کنند.

اثر این موضوع فقط در بخش گاز دیده نمی‌شود. یکی از پیامدهای مستقیم جمع‌آوری گازهای همراه، کاهش مصرف سوخت مایع در نیروگاه‌هاست. هر زمان که گاز کافی در دسترس نباشد، شبکه برق با چالش تأمین سوخت روبه‌رو می‌شود و سوخت‌های جایگزین جای گاز را می‌گیرند. این جایگزینی، هزینه بالاتر، آلودگی بیشتر و در بسیاری موارد بهره‌وری پایین‌تر دارد. به بیان ساده، اگر گاز همراه از مشعل بیرون بیاید و وارد نیروگاه شود، بخشی از فشار از روی سیستم برق برداشته می‌شود. در کشوری که خاموشی، افت ذخیره عملیاتی و محدودیت سوخت نیروگاهی هر سال به شکل‌های مختلف خود را نشان می‌دهد، این مزیت، فقط فنی نیست؛ یک مزیت راهبردی است.

در بخش صنعت هم ماجرا کم‌اهمیت نیست. صنایع بزرگی مثل فولاد، سیمان، پتروشیمی و پالایشگاه‌ها به تامینِ مداوم انرژی وابسته‌اند. هر اختلال در تامین گاز، مستقیما به کاهش تولید، افزایش هزینه، افت صادرات و برهم خوردن برنامه‌ریزی بنگاه‌ها منجر می‌شود. اگر گازهای همراه بتوانند بخشی از این نیاز را تامین کنند، اثر آن فقط در تراز انرژی دیده نمی‌شود؛ در زنجیره تولید، اشتغال، صادرات و حتی درآمدهای ارزی هم بازتاب پیدا می‌کند. به همین دلیل، نگاه به این گازها باید فراتر از قیمت هر مترمکعب باشد. گاهی ارزش واقعی یک پروژه، در هزینه‌ای است که از کشور حذف می‌کند: هزینه خاموشی، توقف خط تولید، مصرف سوخت مایع، افت بازدهی و تخریب محیط زیست.

بعد زیست‌محیطی این موضوع نیز قابل چشم‌پوشی نیست. فلرینگ یا همان مشعل‌سوزی، فقط به معنای سوزاندن یک منبع انرژی نیست؛ به معنای انتشار آلودگی، هدررفت سرمایه ملی و آسیب به کیفیت زندگی در مناطق نفت‌خیز هم هست. در جهان امروز، امنیت انرژی دیگر صرفا با میزان ذخایر سنجیده نمی‌شود. بهره‌وری، کاهش اتلاف، تاب‌آوری و سازگاری با محیط زیست هم به همان اندازه مهمند. کشوری که بتواند از دل تولید نفت، گاز همراه را جمع کند و به چرخه مصرف بیاورد، در واقع نشان داده که در مدیریت منابع خود جدی‌تر و کارآمدتر شده است.

با این حال، مسیر بهره‌برداری از گازهای همراه ساده و بدون مانع نیست. نخستین شرط، سرمایه‌گذاری پایدار است. جمع‌آوری این گازها معمولا نیازمند شبکه‌ای از تجهیزات فشرده‌سازی، واحدهای فرآورش، خطوط انتقال و زیرساخت‌های جانبی است. این پروژه‌ها در بسیاری از موارد در مناطق عملیاتی سخت و با هزینه بالا اجرا می‌شوند. بنابراین بدون مدل اقتصادی روشن، منابع مالی مطمئن و برنامه زمان‌بندی دقیق، ماندگار نخواهند بود. شرط دوم، هماهنگی میان بخش‌های مختلف است. اگر گاز جمع شود اما مقصد مشخصی برای آن وجود نداشته باشد، مزیت آن نیمه‌کاره می‌ماند. باید از ابتدا معلوم باشد این گاز کجا مصرف می‌شود، چه بخشی از آن به شبکه می‌رود، چه بخشی به صنعت اختصاص می‌یابد و کدام بخش می‌تواند به صورت محلی پاسخگوی نیاز باشد.

نکته سوم، اولویت‌بندی هوشمندانه است. همه میادین و همه مناطق، نیاز یکسانی ندارند. بعضی نقاط به‌دلیل حجم بالای فلرینگ، نزدیک بودن به زیرساخت‌ها یا شدت اثرگذاری بر شبکه انرژی، باید در اولویت باشند. سیاستگذار اگر بخواهد از ظرفیت محدود سرمایه بهترین نتیجه را بگیرد، باید پروژه‌ها را بر اساس بازده واقعی، نه صرفاً بر اساس ظاهر بزرگ یا کوچک بودن، انتخاب کند. در غیر این صورت، منابع پراکنده می‌شود و اثر نهایی کمتر از انتظار خواهد بود.

جمع‌آوری گازهای همراه را نباید جایگزین اصلاحات بزرگ‌تر در اقتصاد انرژی دانست. این پروژه‌ها به‌تنهایی مشکل ناترازی را حل نمی‌کنند. توسعه میادین گازی، بهینه‌سازی مصرف خانگی، اصلاح تعرفه‌ها، افزایش راندمان نیروگاه‌ها، نوسازی صنعت و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر همچنان ضروری‌اند. اما مزیت این طرح‌ها آن است که از دل اتلاف موجود، ظرفیت تازه می‌سازند. در شرایطی که هر روزه هزینه بی‌عملی بالاتر می‌رود، همین ظرفیت‌های نهفته می‌توانند تفاوت میان تاب‌آوری و فرسایش باشند. شاید مهم‌ترین نکته در ماجرای گازهای همراه همین باشد: امنیت انرژی فقط در میدان‌های جدید و پروژه‌های بزرگ تعریف نمی‌شود. گاهی راه‌حل در همان جایی است که سال‌ها دیده نشده؛ در شعله‌هایی که بی‌صدا می‌سوزند و می‌توانند به جای هدررفت، به قدرت تبدیل شوند. اگر این ظرفیت به‌درستی مهار شود، ایران نه‌تنها بخشی از ناترازی خود را کاهش می‌دهد، بلکه یک گام مهم به سمت اقتصاد انرژی کارآمدتر، پایدارتر و کم‌هزینه‌تر برمی‌دارد. در کشوری که هر مترمکعب گاز ارزش راهبردی دارد، خاموش کردن شعله‌های هدررفته شاید یکی از روشن‌ترین تصمیم‌ها باشد.

رویداد

کنتورهای هوشمند نقطه عطف تازه در مدیریت مصرف انرژی

کنتورهای هوشمند مصرف انرژی را از رفتاری پنهان به فرایندی قابل پایش، تحلیل و اصلاح تبدیل می‌کنند و می‌توانند شرایط بهینه مصرف انرژی را فراهم کنند. به گزارش مهر، هوشمندسازی مصرف انرژی دیگر یک ایده لوکس یا آینده‌نگرانه دور از دسترس نیست؛ به یکی از ضرورت‌های مدیریت شهری، اقتصادی و زیست‌محیطی تبدیل شده است. افزایش تقاضای انرژی، فشار بر شبکه برق در ساعات اوج مصرف، رشد هزینه‌های تولید و توزیع، و نگرانی‌های محیط‌زیستی باعث شده‌اند کشورها و شهرها به‌دنبال راه‌هایی باشند که بدون تکیه صرف بر افزایش تولید، مصرف را دقیق‌تر، منعطف‌تر و هوشمندتر مدیریت کنند. در این میان، کنتورهای هوشمند و خانه‌های هوشمند دو پایه اصلی این تحول‌اند؛ یکی مصرف را با دقت بالا اندازه‌گیری می‌کند و دیگری امکان کنترل و اصلاح آن را در سطح زندگی روزمره فراهم می‌سازد.

در مدل سنتی، مصرف انرژی معمولا بعد از وقوع دیده می‌شد. قبض ماهانه یادوره‌ای به مصرف‌کننده می‌گفت در گذشته چه مقدار برق، گاز یا آب مصرف کرده است، اما توضیح نمی‌داد این مصرف در چه ساعت‌هایی رخ داده، کدام رفتارها آن را افزایش داده‌اند و چگونه می‌توان آن را کاهش داد. این تأخیر زمانی باعث می‌شد ارتباط میان رفتار مصرف‌کننده و هزینه نهایی ضعیف باشد. وقتی فرد یک ماه بعد با عددی کلی در قبض روبه‌رو می‌شود، تشخیص اینکه کدام عادت یا وسیله باعث افزایش مصرف شده دشوار است. هوشمندسازی دقیقا همین فاصله را کاهش می‌دهد: مصرف به داده‌ای زنده، قابل مشاهده و قابل تحلیل تبدیل می‌شود.

کنتور هوشمند برخلاف کنتورهای قدیمی فقط یک عدد تجمعی را ثبت نمی‌کند. این کنتورها می‌توانند مصرف را در بازه‌های کوتاه، حتی در سطح ساعت یا دقیقه، اندازه‌گیری و به مرکز داده ارسال کنند. چنین قابلیتی، تصویر بسیار دقیق‌تری از الگوی مصرف ایجاد می‌کند. شرکت‌های خدمات‌رسان می‌توانند بفهمند مصرف در چه زمان‌هایی افزایش می‌یابد، کدام مناطق در معرض فشار شبکه‌اند، کجا احتمال نشتی، خرابی یا مصرف غیرعادی وجود دارد و چه نوع سیاستی برای کاهش پیک مؤثرتر است. از سوی دیگر، مصرف‌کننده نیز می‌تواند رفتار خود را با جزییات بیشتری ببیند و تصمیم‌های بهتری بگیرد.

ارزش اصلی کنتور هوشمند در این است که مصرف را از حالت نامرئی خارج می‌کند. در خانه‌ای که فقط قبض دوره‌ای دارد، روشن ماندن وسایل پرمصرف، استفاده بی‌برنامه از سیستم گرمایش یا سرمایش، و مصرف تجهیزات در حالت آماده‌به‌کار چندان محسوس نیست. اما وقتی کاربر از طریق اپلیکیشن، پنل خانگی یا پیام هشدار ببیند مصرف در یک ساعت مشخص ناگهان بالا رفته، رابطه میان رفتار و نتیجه روشن‌تر می‌شود. همین شفافیت، نخستین قدم در اصلاح رفتار مصرفی است.

کنتور هوشمند به‌تنهایی ابزار قدرتمندی است، اما زمانی اثرگذاری آن چند برابر می‌شود که با خانه هوشمند ترکیب شود. خانه هوشمند فقط مجموعه‌ای از تجهیزات جذاب و متصل به اینترنت نیست؛ اگر درست طراحی شود، یک سامانه مدیریت انرژی در مقیاس خانوار است. ترموستات‌های هوشمند، روشنایی حسگرمحور، پریزهای قابل کنترل، پرده‌های خودکار، سیستم‌های تهویه متصل، لوازم خانگی برنامه‌پذیر و باتری یا پنل خورشیدی خانگی می‌توانند در کنار هم مصرف را با شرایط واقعی خانه هماهنگ کنند.

برای نمونه، بخش بزرگی از مصرف برق در بسیاری از خانه‌ها به سرمایش و گرمایش مربوط است. در خانه هوشمند، سیستم تهویه می‌تواند بر اساس حضور افراد، دمای بیرون، ساعت روز و تعرفه انرژی تنظیم شود. اگر کسی در خانه نباشد، سیستم با شدت کمتری کار می‌کند. اگر تعرفه برق در ساعات اوج مصرف گران‌تر باشد، برخی فعالیت‌ها به زمان کم‌باری منتقل می‌شوند. اگر پنجره باز باشد، سیستم می‌تواند هشدار دهد یا عملکرد خود را تنظیم کند. چنین تغییراتی ممکن است در ظاهر کوچک باشند، اما وقتی در هزاران یا میلیون‌ها خانه تکرار شوند، اثر بزرگی بر شبکه انرژی می‌گذارند. روشنایی نیز نمونه ساده اما مهمی است. لامپ‌های هوشمند و حسگرهای حضور می‌توانند از روشن ماندن بی‌دلیل فضاها جلوگیری کنند. پریزهای هوشمند مصرف وسایلی را نشان می‌دهند که حتی در زمان خاموشی ظاهری، همچنان برق مصرف می‌کنند. ماشین لباسشویی، ظرفشویی یا شارژر خودرو برقی می‌توانند به‌جای ساعات اوج مصرف، در زمان‌هایی فعال شوند که فشار بر شبکه کمتر و هزینه انرژی پایین‌تر است. در این مدل، خانه فقط محل مصرف نیست؛ به واحدی فعال در مدیریت تقاضا تبدیل می‌شود. یکی از پیامدهای مهم این تحول، امکان اجرای سیاست‌های پاسخگویی بار است. در پاسخگویی بار، مصرف‌کننده در برابر سیگنال قیمت یا وضعیت شبکه، مصرف خود را کاهش می‌دهد یا زمان آن را تغییر می‌دهد. در گذشته این سیاست بیشتر برای صنایع بزرگ قابل اجرا بود، اما با کنتورهای هوشمند و تجهیزات خانگی متصل، خانوارها نیز می‌توانند بخشی از این سازوکار باشند. مثلاً در یک روز گرم تابستانی که شبکه در آستانه فشار شدید است، سامانه می‌تواند به‌صورت داوطلبانه و با رضایت کاربر، دمای کولر را کمی تغییر دهد یا برخی بارهای غیرضروری را به تعویق بیندازد. این تغییر کوچک در سطح یک خانه شاید محسوس نباشد، اما در مقیاس شهری می‌تواند از خاموشی یا نیاز به تولید اضطراری جلوگیری کند.

از نگاه اقتصادی نیز این فناوری‌ها اهمیت دارند. ساخت نیروگاه، توسعه شبکه انتقال و افزایش ظرفیت توزیع بسیار پرهزینه است. اگر بتوان با مدیریت مصرف، اوج تقاضا را کاهش داد، نیاز به سرمایه‌گذاری‌های سنگین برای پاسخ به چند ساعت مصرف شدید در سال کمتر می‌شود. به بیان ساده، هوشمندسازی کمک می‌کند از ظرفیت موجود بهتر استفاده شود. این موضوع هم برای شرکت‌های انرژی مهم است و هم برای مصرف‌کنندگان، زیرا هزینه‌های پنهان شبکه در نهایت به اقتصاد خانوار و کشور بازمی‌گردد.

داده‌محوری قلب هوشمندسازی انرژی است. با این حال، صرف جمع‌آوری داده کافی نیست. داده زمانی ارزشمند می‌شود که به بینش و سپس به اقدام تبدیل شود. اگر کاربر فقط با نمودارهای پیچیده و اعداد پراکنده روبه‌رو شود، احتمالا پس از مدتی آنها را نادیده می‌گیرد. سامانه‌های موفق باید داده را به پیام‌های ساده، دقیق و قابل اجرا تبدیل کنند؛ مثلا «مصرف سرمایش شما نسبت به خانه‌های مشابه ۲۰ درصد بیشتر است»، «روشن ماندن این وسیله در شبانه‌روز گذشته هزینه اضافی ایجاد کرده است» یا «اگر شست‌وشو را دو ساعت عقب بیندازید، هزینه کمتری پرداخت می‌کنید.»

۱۹ استان در آستانه تنش شدید آبی

منابع آب تجدیدپذیر ایران طی چند دهه گذشته از حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب به کمتر از ۱۰۰ میلیارد مترمکعب کاهش یافته وضعیتی که به گفته محققان حوزه آب و محیط ایران را بر اساس شاخص فالکن مارک در محدوده تنش آبی قرار داده و توسعه فناوری‌های بومی، از نانوحباب و غشاهای نانویی تا سامانه‌های هوشمند مدیریت شبکه و بازچرخانی پساب، می‌تواند نقش مهمی در کاهش اثرات این بحران ایفا کند. به گزارش ایسنا، آب دیگر تنها یک منبع طبیعی نیست، بلکه به یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های امنیت ملی، توسعه اقتصادی و پایداری اجتماعی کشورها تبدیل شده است. ایران نیز در سال‌های اخیر تحت تاثیر همزمان تغییرات اقلیمی، کاهش بارندگی، افزایش دما، برداشت بی‌رویه از منابع آب و ناترازی میان عرضه و تقاضا، با یکی از جدی‌ترین بحران‌های آبی تاریخ خود روبه‌رو شده است؛ بحرانی که آثار آن از افت منابع آب زیرزمینی و فرونشست زمین تا کاهش کیفیت آب، تنش در تأمین آب شرب و مهاجرت‌های ناشی از کم‌آبی قابل مشاهده است.

در چنین شرایطی، توسعه فناوری‌های نوین، به‌ویژه فناوری‌های نانو، تصفیه و بازچرخانی آب، سامانه‌های هوشمند مدیریت شبکه و کاهش هدررفت، به یکی از مهم‌ترین راهبردهای مقابله با این بحران تبدیل شده است. امیرحسین صادق‌زاده، کارشناس حوزه آب و محیط زیست ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو در گفت‌وگو با ایسنا، ضمن تشریح ابعاد بحران آب در ایران، از نقش فناوری‌های بومی در مدیریت این چالش سخن گفته است.

امیرحسین صادق‌زاده، کارشناس حوزه آب و محیط زیست ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو در گفت‌وگو با ایسنا، مهم‌ترین عامل شکل‌گیری بحران آب در ایران را ناترازی میان عرضه و تقاضای آب دانست و گفت: تغییرات اقلیمی با تغییر الگوی بارش‌ها در دهه اخیر و کاهش نزولات جوی نسبت به میانگین بلندمدت، نقش مهمی در تشدید بحران آب کشور داشته است، اما بخش عمده بحران کنونی ناشی از برداشت بیش از ظرفیت منابع آب تجدیدپذیر و ناترازی ایجادشده میان عرضه و تقاضای آب است. وی با اشاره به آثار تغییر اقلیم بر منابع آبی کشور افزود: تغییر اقلیم در ایران دیگر پدیده‌ای مربوط به آینده نیست، بلکه واقعیتی است که کشور هم‌اکنون با آن مواجه است. طی سال‌های اخیر میانگین بارش سالانه کشور نسبت به میانگین بلندمدت کاهش یافته و همزمان افزایش دما موجب افزایش تبخیر آب‌های سطحی، تشدید خشکسالی‌های متوالی در بازه‌های چندساله و وارد شدن فشار بیشتر بر منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است. صادق‌زاده ادامه داد: گزارش‌های علمی و ارزیابی‌های هیئت بین دولتی تغییر اقلیم (IPCC) نشان می‌دهد روند گرمایش و کاهش بارش‌ها در ایران ادامه خواهد داشت. علاوه بر کاهش میزان بارندگی، الگوی بارش‌ها نیز تغییر کرده و بارش‌ها به سمت رخدادهای کوتاه‌مدت، شدیدتر و غیرقابل پیش‌بینی‌تر حرکت کرده‌اند؛ بارش‌هایی که عمدتا به رواناب‌های سطحی با نفوذ اندک در خاک منجر می‌شوند و نقش کمتری در تغذیه منابع آب زیرزمینی دارند. وی خاطرنشان کرد: افزایش دمای هوا همچنین باعث افزایش تبخیر از منابع آب سطحی، کاهش پوشش برفی که منبع اصلی تغذیه رودخانه‌ها در فصل بهار است و ذوب زودهنگام برف در مناطق کوهستانی شده است. این شرایط جریان پایه رودخانه‌ها را کاهش داده و منابع آب تجدیدپذیر کشور را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. صادق‌زاده با تشریح وضعیت منابع آب تجدیدپذیر کشور در مقایسه با چند دهه گذشته، گفت: برای ارزیابی وضعیت منابع آب کشورها از شاخص «فالکن مارک» (Falkenmark Index) یا شاخص «تنش آبی» استفاده می‌شود که در سال ۱۹۸۹ توسط «مالین فالکن مارک»، هیدرولوژیست سوئدی، معرفی شد. به گفته وی این شاخص وضعیت منابع آبی را بر اساس سرانه سالانه منابع آب تجدیدپذیر در چهار سطح «بدون تنش» با بیش از ۱۷۰۰ مترمکعب، «تنش آبی» بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ مترمکعب، «کمبود آبی» بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمکعب و «کمبود مطلق آب» با کمتر از ۵۰۰ مترمکعب برای هر نفر در سال طبقه‌بندی می‌کند. کارشناس حوزه آب و محیط زیست ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو خاطر نشان کرد: طبق برخی از برآوردها، منابع آب تجدیدپذیر سالانه ایران از حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب در ابتدای دهه ۶۰ به زیر ۱۰۰ میلیارد مترمکعب در سال‌های اخیر کاهش یافته است. در صورت پذیرش برآوردهای فوق، سرانه آب تجدیدپذیر در کشور از حدود ۳۰۰۰ مترمکعب به زیر ۱۳۰۰ مترمکعب در هر نفر در سال رسیده است و کشور را در شرایط تنش آبی مطابق با شاخص فالکن مارک نشان می‌دهد. وی با تاکید بر اینکه این وضعیت در سراسر کشور یکسان نیست و شدت تنش آبی در مناطق مختلف تفاوت دارد، اضافه کرد: استان‌های «خراسان رضوی»، «خراسان جنوبی»، «سمنان»، «یزد»، «کرمان»، «سیستان و بلوچستان»، همچنین استان‌های «اصفهان»، «قم» و «قزوین» طی سال‌های اخیر در آستانه تنش شدید آبی قرار گرفته‌اند. صادق‌زاده درباره چشم‌انداز منابع آب کشور در صورت تداوم روند کنونی نیز گفت: اگر روند فعلی شامل افزایش دما، کاهش و تغییر الگوی بارش‌ها، برداشت بی‌رویه از منابع آب و اصلاح نشدن الگوی کشت و مصرف ادامه یابد، طی ۱۰ تا ۲۰ سال آینده کشور با تشدید بحران منابع آب مواجه خواهد شد. وی یادآور شد: در چنین شرایطی، پدیده فرونشست زمین در بسیاری از دشت‌های مهم کشور تشدید می‌شود؛ به گونه‌ای که هم‌اکنون نیز بیش از نیمی از دشت‌های کشور با این پدیده مواجه هستند. علاوه بر این، شمار بیشتری از چاه‌های آب به‌دلیل افت سطح آب‌های زیرزمینی از چرخه بهره‌برداری خارج خواهند شد.

این محقق حوزه آب و محیط زیست ستاد نانو، تاکید کرد: ادامه این روند همچنین موجب کاهش محسوس کیفیت آب‌های زیرزمینی بر اثر افزایش شوری و تشدید آلودگی خواهد شد و در نهایت می‌تواند زمینه‌ساز مهاجرت‌های اجباری از مناطق شرقی و مرکزی کشور شود. صادق‌زاده با اشاره به مهم‌ترین چالش‌های فعلی کشور در تأمین آب شرب، با بیان اینکه چالش‌های تأمین آب شرب در مناطق مختلف کشور متفاوت است، اظهار کرد: در کلانشهرهایی مانند تهران، کرج، اصفهان و مشهد، منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی به‌دلیل افزایش مصرف، کاهش کیفیت و فشار فزاینده بر منابع، با افت ذخایر مواجه شده‌اند. در مقابل، استان‌های جنوبی و شرقی از جمله سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر بیش از گذشته به آب‌شیرین‌کن‌های دریایی وابسته شده‌اند؛ راهکاری که علاوه بر هزینه‌های سنگین، مصرف انرژی بالایی نیز دارد. کارشناس حوزه آب و محیط زیست ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو ادامه داد: آلودگی منابع آب زیرزمینی به آلاینده‌هایی مانند نیترات، آرسنیک و فلزات سنگین ناشی از فعالیت‌های صنعتی و مصرف کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی، از دیگر چالش‌های جدی کشور در تأمین آب شرب است. همچنین ورود فاضلاب‌های صنعتی و شهری با تصفیه ناکافی به محیط زیست و هدررفت بالای آب در شبکه‌های انتقال و توزیع، بر پیچیدگی این بحران افزوده است.

وی خاطرنشان کرد: هم‌اکنون بین ۲۰ تا ۳۰ درصد آب شرب در شبکه‌های انتقال و توزیع هدر می‌رود که معادل از دست‌رفتن حدود یک میلیارد مترمکعب آب تصفیه‌شده در سال است. هم‌اکنون بین ۲۰ تا ۳۰ درصد آب شرب در شبکه‌های انتقال و توزیع هدر می‌رود که معادل از دست رفتن حدود یک میلیارد مترمکعب آب تصفیه‌شده در سال است. صادق‌زاده در پاسخ به این پرسش که آیا انتقال آب بین حوضه‌ای راهکار مناسبی برای حل بحران آب است، با تاکید بر اینکه انتقال آب بین حوضه‌ای راهکاری موقت و پرچالش است و نمی‌تواند در بلندمدت بحران آب را برطرف کند، افزود: این شیوه پیامدهای زیست‌محیطی متعددی از جمله خشک شدن تالاب‌ها و رودخانه‌های حوضه مبدأ، تخریب اکوسیستم‌های پایین‌دست و کاهش کیفیت آب در حوضه مبدأ را به دنبال دارد. علاوه بر این، موجب توزیع ناعادلانه منابع آب می‌شود؛ به گونه‌ای که حوضه مبدأ به تدریج با کاهش منابع و آسیب‌های بیشتر مواجه شده و در مقابل، حوضه مقصد نیز به انتقال آب وابسته می‌شود.

کارشناس حوزه آب و محیط زیست ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو ادامه داد: پروژه‌های انتقال آب، از جمله تونل کوهرنگ و طرح انتقال آب خلیج فارس به فلات مرکزی، هزینه‌های مالی و انرژی بسیار بالایی دارند و فشار قابل توجهی بر بودجه و منابع مالی کشور وارد می‌کنند.

پروژه‌های انتقال آب، از جمله تونل کوهرنگ و طرح انتقال آب خلیج فارس به فلات مرکزی، هزینه‌های مالی و انرژی بسیار بالایی دارند و فشار قابل توجهی بر بودجه و منابع مالی کشور وارد می‌کنند. وی تأکید کرد: انتقال آب بین حوضه‌ای تنها در موارد محدود و پس از انجام کامل مطالعات ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، رعایت حقابه‌های زیست‌محیطی حوضه مبدأ و به عنوان راهکاری مکمل برای تأمین آب مناطق کم‌آب قابل استفاده است.

صادق‌زاده به نقش نشت و هدررفت آب در شبکه‌های توزیع شهری اشاره کرد و یادآور شد: برآوردها نشان می‌دهد میزان آب بدون درآمد در بسیاری از شهرهای کشور بین ۲۰ تا ۳۰ درصد است که بخشی از آن ناشی از نشت فیزیکی شبکه و بخشی دیگر ناشی از خطاهای اندازه‌گیری، اشتباهات کنتورخوانی و مصارف ثبت‌نشده یا برداشت‌های غیرمجاز است. وی افزود: هدررفت واقعی آب شامل نشت از لوله‌ها، اتصالات و انشعابات است که با نوسازی شبکه‌های فرسوده، اجرای سامانه‌های پایش فشار و استفاده از فناوری‌ها و سامانه‌های هوشمند تشخیص نشت، می‌توان آن را به میزان قابل توجهی کاهش داد.

صادق‌زاده خاطرنشان کرد: میزان فعلی هدررفت آب معادل حدود یک میلیارد مترمکعب آب تصفیه‌شده در سال است و اگر تنها نیمی از این میزان کاهش یابد، صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف آب شهری حاصل خواهد شد. میزان فعلی هدررفت آب معادل حدود یک میلیارد مترمکعب آب تصفیه‌شده در سال است و اگر تنها نیمی از این میزان کاهش یابد، صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف آب شهری حاصل خواهد شد. وی یادآور شد: بر اساس آمار، متوسط هدررفت آب در شبکه‌های توزیع و انتقال کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) حدود ۱۵ درصد است. صادق‌زاده در تشریح مهم‌ترین فناوری‌های بومی توسعه‌یافته در حوزه آب طی سال‌های اخیر گفت: با توجه به تشدید بحران آب و همچنین محدودیت‌های ناشی از تحریم‌ها در صنعت آب، ایران به سمت توسعه فناوری‌های نوین، به‌ویژه نانوفناوری، در حوزه تأمین، تصفیه و بازچرخانی آب حرکت کرده است. یکی از مهم‌ترین دستاوردهای بومی در این حوزه، توسعه فناوری نانوحباب در فرآیندهای هوادهی، گندزدایی و اختلاط در تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب شهری و صنعتی است. به کارگیری این فناوری علاوه بر کاهش مصرف انرژی، موجب افزایش ظرفیت بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌ها بدون نیاز به توسعه فیزیکی و در نهایت کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. این کارشناس حوزه آب و محیط زیست ستاد نانو و میکرو و معاونت علمی ریاست جمهوری ادامه داد: از میان مزایای متعدد فناوری نانوحباب، افزایش ظرفیت بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های موجود و امکان تغییر فرآیند عملکرد برخی سامانه‌ها، از جمله برکه‌های تثبیت، اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا به جای صرف هزینه‌های سنگین برای احداث واحدهای جدید، می‌توان با تجهیز تأسیسات موجود به این فناوری، ظرفیت تصفیه را افزایش داد و هزینه‌های سرمایه‌گذاری را به میزان قابل توجهی کاهش داد. وی با اشاره به دیگر فناوری‌های بومی این حوزه اظهار کرد: پکیج‌های مدرن تصفیه و بازچرخانی پساب صنعتی از دیگر فناوری‌های توسعه‌یافته در کشور هستند که به صورت سامانه‌های یکپارچه طراحی شده‌اند و با ترکیب چند فناوری پیشرفته، امکان استفاده مجدد از آب در چرخه‌های تولید صنعتی را فراهم می‌کنند. صادق‌زاده افزود: این سامانه‌ها به فضای کمی برای احداث نیاز دارند و از فناوری اکسیداسیون پیشرفته برای تجزیه آلاینده‌های مقاوم، بدون نیاز به مصرف مواد شیمیایی اضافی، بهره می‌برند. همچنین نانومواد و منعقدکننده‌های پیشرفته، ذرات کلوئیدی و آلاینده‌های موجود در آب را حذف می‌کنند. وی خاطر نشان کرد: در مرحله نهایی این فرآیند نیز غشاهای نانویی به کار گرفته می‌شوند که با حذف ذرات، یون‌ها و سایر آلاینده‌ها، آبی با خلوص بسیار بالا تولید کرده و امکان بازگرداندن آن به چرخه تولید و صنعت را فراهم می‌کنند. بومی مورد استفاده در صنعت آب، گفت: پلی الکترولیت‌ها یا فلوکولانت‌ها از دیگر فناوری‌های توسعه‌یافته در این حوزه هستند که به عنوان ترکیبات شیمیایی برای جداسازی ذرات جامد معلق از آب به کار می‌روند. این مواد که با فرمولاسیون‌های جدید قابلیت تولید در ساختارهای نانویی را نیز دارند، به عنوان مواد لخته‌ساز در فرآیندهای تصفیه آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. وی افزود: پلی الکترولیت‌ها در انواع آنیونی، کاتیونی و نانیونیک (غیریونی یا خنثی) تولید می‌شوند و با ایجاد لخته، ذرات جامد موجود در آب را به‌صورت دانه‌ای یا ورقه‌ای از فاز مایع جدا کرده و راندمان فرآیندهای تصفیه را افزایش می‌دهند. این کارشناس حوزه آب و محیط زیست با بیان اینکه توسعه فناوری‌های نوین در صنعت آب همچنان ادامه دارد، اظهار کرد: در سال‌های گذشته فناوری‌های متعددی در این حوزه توسعه یافته و برای گسترش برخی دیگر نیز برنامه‌ریزی شده است. وی ادامه داد: جاذب‌های نانویی برای حذف آلاینده‌هایی مانند نیترات، آرسنیک و فلزات سنگین، غشاهای نانویی پلیمری و سرامیکی برای تصفیه آب، فیلترهای نانویی برای پیش تصفیه، غشاهای تبادل یونی مورد استفاده در فرآیندهای الکترودیالیز، رسوب‌شکن‌های نانویی، زئوممبران‌های نانویی و سامانه‌های بازیابی انرژی در فرآیند اسمز معکوس (RO) از جمله فناوری‌هایی هستند که طی سال‌های اخیر در کشور توسعه یافته یا در دستور کار توسعه قرار دارند.

اخبار

اتصال مرکز داده به برق ۱۰۰ درصد سبز در چین

چین با راه‌اندازی نخستین مرکز داده هوش مصنوعی که به‌طور کامل با برق سبز کار می‌کند، گام مهمی در پیوند انرژی‌های تجدیدپذیر با زیرساخت‌های پیشرفته هوش مصنوعی برداشت. به گزارش ایسنا، چین نخستین مرکز داده هوش مصنوعی خود که انرژی آن به‌طور کامل از طریق اتصال مستقیم به برق سبز تامین می‌شود را به‌طور رسمی در شهر «ژونگ‌وی» واقع در منطقه خودمختار «هویی نینگ‌شیا» به بهره‌برداری رساند. این پروژه، گامی مهم در ادغام انرژی‌های تجدیدپذیر با زیرساخت‌های نسل جدید رایانش به شمار می‌رود. این مرکز داده، نخستین نمونه در چین است که بر اساس استاندارد خنک‌سازی مایع با تکیه بر انرژی بادی ساخته شده و تولید برق تجدیدپذیر را با فناوری پیشرفته خنک‌سازی مایع ترکیب می‌کند تا بهره‌وری انرژی را افزایش بدهد. این مرکز از طریق اتصال مستقیم به منابع انرژی تجدیدپذیر، به گونه‌ای طراحی شده است که ۱۰۰ درصد برق مورد نیاز خود را از انرژی سبز تامین کند. این پروژه بخشی از برنامه گسترده چین برای هماهنگ‌سازی توسعه توان پردازشی و انرژی پاک در قالب طرح «داده‌های شرق، رایانش غرب» است؛ طرحی که هدف آن انتقال پردازش‌های سنگین داده به مناطق غربی چین است، زیرا این مناطق از منابع فراوان انرژی تجدیدپذیر برخوردارند. بر اساس اعلام شعبه «نینگ‌شیا» شرکت «چاینا تلکام» این مرکز داده به شاخص بهره‌وری مصرف انرژی (PUE) برابر با ۱.۱۵ دست یافته است؛ رقمی که در مقایسه با مراکز داده متعارف، مصرف انرژی را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد، بدون آنکه از توان پردازشی بالا کاسته شود. وانگ فانگ، معاون مدیرعامل شرکت عملیات رایانش شعبه نینگ‌شیا گفت: ترکیب فناوری خنک‌سازی مایع با راندمان بالا و تامین مستقیم برق از منابع تجدیدپذیر، این امکان را فراهم کرده است که مصرف برق را کاهش دهیم و همچنین انرژی ۱۰۰ درصد سبز را برای این مرکز فراهم کنیم. با پیشبرد راهبرد ملی شبکه یکپارچه رایانش در چارچوب طرح «داده‌های شرق، رایانش غرب» توان پردازشی به یکی از مهم‌ترین نیروهای محرک اقتصاد دیجیتال و هوش مصنوعی در چین تبدیل شده و نقشی کلیدی در توسعه متوازن مناطق مختلف و تسریع گذار این کشور به اقتصاد سبز و کم‌کربن ایفا می‌کند. شهر «ژونگ‌وی» با بهره‌گیری از منابع گسترده انرژی بادی و خورشیدی در شمال غرب چین، صنعت رایانش را به یکی از پایه‌های اصلی تحول اقتصادی خود تبدیل کرده است. این شهر که زمانی منطقه‌ای کم‌توسعه و حاشیه‌ای در دل کویر بود، اکنون به قطبی مهم برای تجمیع توان پردازشی، نیروی انسانی متخصص و منابع انرژی پاک تبدیل شده است. پیش‌بینی می‌شود که این پروژه علاوه بر پشتیبانی از پردازش‌های هوش مصنوعی، موجب رونق زنجیره تامین فناوری نیز شود و تقاضا برای سرورها، تراشه‌های هوش مصنوعی و تجهیزات خنک‌سازی مایع را افزایش بدهد. همچنین این مرکز ظرفیت پردازشی مورد نیاز صنایع در حال گذار به فناوری‌های دیجیتال و هوشمند را تامین خواهد کرد. طبق گزارش خبرگزاری «کازاینفورم» با ادامه رشد تقاضا برای توان پردازشی هوش مصنوعی انتظار می‌رود پروژه‌هایی که انرژی‌های تجدیدپذیر را با زیرساخت‌های پیشرفته رایانش ترکیب می‌کنند، نقش پررنگ‌تری در توسعه پایدار اقتصاد دیجیتال ایفا کنند.

زغال‌سنگ فرصت جدید برای رشد یافت

چین در سال‌های آینده، فضایی برای رشد مصرف زغال‌سنگ باقی می‌گذارد، زیرا ثبات بزرگ‌ترین بازار انرژی جهان همچنان بر نگرانی‌های اقلیمی غلبه دارد. به گزارش ایسنا، وانگ هونگژی، رییس اداره ملی انرژی (NEA) در جلسه توجیهی برای معرفی طرح جدید پنج ساله این بخش گفت: «ما همیشه امنیت انرژی را در اولویت قرار خواهیم داد.» او این استراتژی را عامل موفقیت چین در مقاومت در برابر شوک عرضه ناشی از جنگ علیه ایران دانست. این طرح جدید خواستار تقویت نقش زغال‌سنگ به عنوان پشتوانه سیستم انرژی است. این شامل افزایش منابع زغال‌سنگ در پنج قطب تولید موجود و در عین حال امکان گسترش ظرفیت در مناطق مرکزی و شرقی می‌شود. مقامات چین همچنین به رشد بیشتر صنعت تبدیل زغال‌سنگ به مواد شیمیایی، چراغ سبز نشان دادند. ساخت نیروگاه‌های جدید زغال‌سوز از زمان کمبود برق در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ رونق گرفته، زیرا پکن نقش این سوخت را به عنوان پشتیبان قابل اعتمادی برای انرژی‌های تجدیدپذیر متناوب ترویج کرده است. چین سال گذشته ۹۵ گیگاوات ظرفیت جدید برق حرارتی اضافه کرد که بیشترین میزان از حداقل سال ۲۰۰۸ است و درخواست‌ها برای مجوزهای جدید در سه ماهه اول ۲۰۲۶، از سرعت رکورد سال گذشته جلوتر است. در همین حال، بخش تبدیل زغال‌سنگ به مواد شیمیایی این کشور در سال‌های اخیر به سرعت رشد کرده است. پس از جنگ تحمیلی علیه ایران که قیمت خوراک‌های رقیب مانند نفتا و گاز مایع را افزایش داد، زغال‌سنگ بیشتر تقویت شد. این طرح جدید محدودیت‌هایی را برای گسترش سوخت‌های فسیلی اعمال می‌کند، اما کارشناسان آنها را نسبتا ضعیف می‌دانند و روند چین را که به جای اعمال کنترل‌های سختگیرانه‌تر از بالا به پایین، به انرژی پاک برای پیشرفت از پایین به بالا در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای متکی است، ادامه می‌دهد.

نقشه راه جدید، هدف تعیین شده در طرح کلی پنج ساله چین را که در مارس منتشر شد، مجددا تایید کرد؛ هدفی که خواستار رسیدن مصرف زغال‌سنگ به اوج خود در این دوره بود. این هدف، نسبت به تعهد قبلی شی جین‌پینگ، رییس جمهور چین، برای کاهش مصرف زغال‌سنگ، ملایم‌تر است. همچنین هنوز چارچوب زمانی تکمیل سیستم جدید کنترل دوگانه کربن، که شامل محدودیت انتشار کلی گازهای گلخانه‌ای می‌شود، منتشر نشده است.

بر اساس گزارش بلومبرگ، در حالی که جهت حرکت چین به سمت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و در نهایت خنثی‌سازی کربن است، مقامات اعلام می‌کنند که این سفر آهسته و پیوسته خواهد بود. طبق اعلام مرکز تحقیقات انرژی و هوای پاک، هدف تامین ۵۰ درصد از انرژی از انرژی پاک همچنان به تولید سوخت‌های فسیلی اجازه می‌دهد تا ۱۰ درصد در طول دوره افزایش یابد. هدف جدید در مورد شدت کربن همچنین فضای زیادی را برای سوخت‌های فسیلی باقی می‌گذارد که با توجه به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از بخش برق در سال گذشته، می‌تواند سخاوتمندانه تلقی شود.