

ظرفیت تجدیدپذیرها برای مهار ناترازی برق

ایران با تکیه بر مزیت‌های اقلیمی کم‌ظنیر و ظرفیت‌های گسترده خورشیدی و بادی، در حال بازتعریف ساختار انرژی خود برای دستیابی به امنیت پایدار و کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی است

فضولات دامی، زباله‌های شهری، لجن تصفیه‌خانه‌ها و دیگر ضایعات آلی، در صورت مدیریت درست و استفاده از فناوری مناسب، می‌توانند به برق، حرارت یا سوخت تبدیل شوند. مزیت برجسته زیست‌توده آن است که هم‌زمان دو مسئله را هدف قرار می‌دهد: هم به کاهش پسماند و آلودگی محیط‌زیست کمک می‌کند و هم منبعی برای تولید انرژی پایدار به وجود می‌آورد. اهمیت این ظرفیت‌ها زمانی بیشتر روشن می‌شود که با چالش‌های امروز کشور سنجیده شوند. ناترازی برق، فشار بر شبکه در زمان اوج مصرف، وابستگی بالا به سوخت‌های فسیلی و آلودگی ناشی از تولید سستی برق، همه از جمله مسائلی است که تجدیدپذیرها می‌توانند در کاهش آن‌ها نقش جدی داشته باشند. توسعه این منابع، به‌ویژه در نزدیکی مراکز مصرف، از بار شبکه می‌کاهد، مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهد و به بهبود کیفیت هوا یاری می‌رساند. چنین مسیری، فقط یک انتخاب محیط‌زیستی نیست؛ بلکه راهکاری اقتصادی، فنی و ملی برای آینده انرژی ایران است.

صرفه‌جویی، پایداری و سلامت

توسعه انرژی‌های پاک یک انتخاب صرفاً محیط‌زیستی نیست، بلکه گامی راهبردی برای اصلاح زیرساخت‌های کشور و تقویت بنیان‌های اقتصادی به شمار می‌رود. مهم‌ترین دستاورد این مسیر، بهبود تراز انرژی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی است. هرچه سهم برق تجدیدپذیر بیشتر شود، مصرف گاز، گازوئیل و مازوت در نیروگاه‌ها کاهش می‌یابد و همین موضوع امکان آزادسازی این منابع برای صادرات یا مصرف در بخش‌های مولد اقتصاد را فراهم می‌کند. نتیجه مستقیم این روند، صرفه‌جویی ارزی، افزایش درآمد ملی و بهره‌وری بیشتر در استفاده از منابع کشور است. ماهیت تولید پراکنده در نیروگاه‌های تجدیدپذیر، مزیت مهم دیگری به همراه دارد. احداث این نیروگاه‌ها در نزدیکی مراکز مصرف، فشار وارد بر شبکه انتقال را کم می‌کند و تلفات فنی ناشی از انتقال برق در مسیرهای طولانی را کاهش می‌دهد. چنین ظرفیتی، به‌ویژه در روزهای اوج مصرف تابستان، نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ پایداری شبکه و پیشگیری از تنش‌های گسترده برعهده دارد.

ابعاد مثبت انرژی‌های پاک تنها به اقتصاد و فنی محدود نمی‌شود. جایگزینی نیروگاه‌های حرارتی با منابع سبز، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های جوی را کاهش می‌دهد و به بهبود کیفیت هوا، به‌ویژه در کلانشهرها، کمک می‌کند. کاهش آلودگی به معنای کاهش هزینه‌های درمانی و بهداشتی نیز هست. افزون بر این، اجرای پروژه‌های تجدیدپذیر در مناطق محروم و کم‌برخوردار، زمینه جذب سرمایه، اشتغال پایدار و توسعه متوازن منطقه‌ای را فراهم می‌سازد.

هوشمندسازی و بومی‌سازی راه

تداوم توسعه انرژی‌های پاک، بدون نوسازی ساختار شبکه برق امکان‌پذیر نیست. هرچه سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر در سبد برق کشور افزایش پیدا کند، نیاز به مدیریت هوشمند شبکه نیز بیشتر می‌شود. ماهیت متغیر برخی منابع مانند خورشید و باد ایجاب می‌کند که شبکه برق به فناوری‌های پیشرفته‌تری در حوزه مدیریت تقاضا، کنترل لحظه‌ای و ذخیره‌سازی انرژی مجهز شود. استفاده از سامانه‌های ذخیره‌ساز باتری محور می‌تواند نوسانات تولید را تعدیل کند و جریان پایدارتری از برق پاک را در تمام ساعات شبانه‌روز در اختیار مصرف‌کننده قرار دهد.

چنین هوشمندسازی‌ای فقط به افزایش کارایی شبکه منجر نمی‌شود، بلکه ضریب اطمینان برق تجدیدپذیر را نیز بالا می‌برد. صنایع بزرگ، واحدهای تولیدی و مصرف‌کنندگان عمومی زمانی با اطمینان بیشتر به این منابع تکیه می‌کنند که شبکه بتواند برق پایدار و قابل اتکا ارائه دهد. رسیدن به این سطح، ایران را به استانداردهای روز دنیا نزدیک‌تر می‌کند و زمینه استفاده گسترده‌تر از انرژی‌های نورا فراهم می‌سازد.

پیوند میان صنعت و دانشگاه نیز در این مسیر نقشی کلیدی دارد. بومی‌سازی تجهیزات مورد نیاز نیروگاه‌های خورشیدی و بادی، هزینه‌های احداث را کاهش می‌دهد و وابستگی به واردات را کم می‌کند. حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان، انتقال دانش فنی و ایجاد مشوق برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، می‌تواند زنجیره تأمین تجدیدپذیرها را تقویت کند. چنین مسیری نه‌تنها نیاز داخلی را پاسخ می‌دهد، بلکه امکان صادرات خدمات فنی و مهندسی را نیز برای کشور فراهم می‌سازد و امنیت انرژی ایران را در افق بلندمدت استحکام می‌بخشد.



دسترس‌ترین و آینده‌دارترین گزینه‌ها برای تأمین برق در کشور باشد. اهمیت انرژی خورشیدی فقط به احداث نیروگاه‌های بزرگ محدود نمی‌شود. سامانه‌های خورشیدی می‌توانند در مقیاس‌های کوچک، متوسط و بزرگ مورد استفاده قرار گیرند و در بخش‌های خانگی، صنعتی، کشاورزی و حتی در تأمین برق مناطق دورافتاده نقش ایفا کنند. این ویژگی، علاوه بر افزایش تاب‌آوری شبکه، به تمرکززدایی از تولید برق نیز کمک می‌کند و فشار بر شبکه سراسری را کاهش می‌دهد. توسعه این فناوری، به‌ویژه در مناطقی که فاصله زیادی با مراکز اصلی تولید دارند، می‌تواند دسترسی پایدارتر و کم‌هزینه‌تری به انرژی ایجاد کند.

کنار ظرفیت خورشیدی، انرژی بادی نیز یکی از منابع قابل اتکای ایران به شمار می‌رود. نواحی بادخیز شمال غرب، شرق و جنوب‌شرق کشور، جریان‌های پایدار و مطلوبی از باد دارند که بستر مناسبی برای احداث نیروگاه‌های بادی فراهم می‌کند. اگر کریدورهای بادی کشور به‌درستی شناسایی و بهره‌برداری شوند، می‌توانند سهم مهمی را در تأمین برق پاک برعهده گیرند. ویژگی مهم انرژی بادی، نقش مکمل آن در کنار انرژی خورشیدی است. زمانی که تولید برق خورشیدی کاهش می‌یابد، باد می‌تواند بخشی از نیاز شبکه را جبران کند. چنین ترکیبی یک مزیت راهبردی برای ایران به شمار می‌آید، زیرا نوسانات تولید را کاهش می‌دهد و پایداری شبکه برق را تقویت می‌کند.

منابع مکمل و کارآمد

ظرفیت‌های تجدیدپذیر ایران تنها به خورشید و باد محدود نمی‌شود. انرژی زمین‌گرمایی یکی از منابع مهم، اما کمتر بهره‌برداری شده کشور به شمار می‌رود. ساختار زمین‌شناسی متنوع ایران و قرار گرفتن برخی مناطق در پهنه‌های مستعد، به‌ویژه در نواحی آتشفشانی و کوهستانی شمال غرب، امکان توسعه این منبع را فراهم کرده است. هرچند سهم کنونی زمین‌گرمایی در تولید برق کشور بسیار اندک است، اما ارزش راهبردی آن در پایداری و استقلال از شرایط جوی نهفته است. برخلاف خورشید و باد، این منبع به شرایط روزانه آب‌وهوا وابسته نیست و در صورت سرمایه‌گذاری در اکتشاف، حفاری و فناوری، می‌تواند به گزینه‌ای مطمئن و مکمل در سبد انرژی کشور تبدیل شود.

زیست‌توده نیز یکی دیگر از منابع قابل توجه ایران است. گسترده‌گی فعالیت‌های کشاورزی، دامی، صنعتی و شهری باعث شده حجم زیادی از پسماندهای قابل استفاده در کشور تولید شود. پسماندهای کشاورزی،

تجدیدپذیر در منطقه و حتی جهان به شمار می‌رود. قرار گرفتن کشور در کمربند خورشیدی زمین، گستردگی پهنه‌های بیابانی و نیمه‌بیابانی، وجود مناطق بادخیز در شمال، شمال غرب، شرق و جنوب شرق، همچنین ظرفیت‌های قابل توجه در حوزه زمین‌گرمایی و زیست‌توده، مجموعه‌ای از امتیازهای کم‌ظنیر را در اختیار کشور قرار داده است. چنین ظرفیتی اگر با برنامه‌ریزی دقیق، سرمایه‌گذاری هدفمند و سیاست‌گذاری پایدار همراه شود، می‌تواند چهره بخش انرژی ایران را به‌طور بنیادین دگرگون کند. واقعیت آن است که ایران از جمله کشورهایی است که می‌تواند تنها با اتکا به منابع طبیعی خود، سهم قابل توجهی از برق مورد نیازش را از مسیر پاک، پایدار و کم‌هزینه تأمین کند. همین ویژگی، انرژی‌های تجدیدپذیر را برای کشور نه یک انتخاب لوکس، بلکه یک ضرورت راهبردی کرده است. سال‌ها تکیه بر سوخت‌های فسیلی، هرچند بخش مهمی از نیاز انرژی را پاسخ داده، اما اکنون محدودیت‌ها و پیامدهای آن بیش از هر زمان دیگری آشکار شده است. فشار بر شبکه برق، رشد مصرف، افزایش هزینه تولید و آثار زیست‌محیطی، همگی ضرورت توجه جدی‌تر به این منابع را برجسته می‌کنند.

ظرفیت‌های تجدیدپذیر ایران فقط به وفور منابع طبیعی محدود نمی‌شود، بلکه گستره جغرافیایی کشور نیز امکان توسعه متوازن این انرژی‌ها را در بسیاری از استان‌ها فراهم کرده است. بسیاری از مناطق ایران، بسته به ویژگی‌های اقلیمی خود، می‌توانند میزبان یک یا چند نوع از این منابع باشند. همین تنوع، امکان طراحی یک سبد انرژی متنوع و مقاوم را به وجود می‌آورد؛ سیدی که هم امنیت انرژی را افزایش می‌دهد و هم وابستگی به منابع محدود و آلاینده را کاهش می‌بخشد. بهره‌گیری درست از این مزیت‌ها، می‌تواند ایران را به یکی از بازیگران مهم انرژی پاک در منطقه تبدیل کند.

ابر و باد و خورشید

بخش مهمی از ظرفیت تجدیدپذیر ایران به انرژی خورشیدی مربوط می‌شود؛ حوزه‌ای که کشور در آن از شرایطی ممتاز برخوردار است. بسیاری از مناطق مرکزی، شرقی و جنوبی ایران از تابش بالا، ساعات آفتابی فراوان و ابرناکی اندک برخوردارند. وجود بیش از ۳۰۰ روز آفتابی در شماری از استان‌ها، همراه با زمین‌های وسیع و کم‌مانع، شرایطی کم‌ظنیر برای احداث نیروگاه‌های خورشیدی فراهم کرده است. چنین مزیتی باعث شده انرژی خورشیدی یکی از در

در شرایطی که شبکه برق کشور با ناترازی فزاینده میان تولید و مصرف روبه‌روست، مسئله انرژی از سطح یک چالش زیرساختی به یک متغیر تعیین‌کننده در امنیت اقتصادی و پایداری توسعه ارتقا یافته است. محدودیت‌های ظرفیت تولید برق، فشار هم‌زمان تقاضای صنعتی و خانگی، و وابستگی ساختاری به منابع فسیلی، مجموعه‌ای از عوامل را شکل داده‌اند که ضرورت بازنگری در معماری تأمین انرژی را به یک الزام فوری تبدیل کرده است. در چنین بستری، مدیریت هوشمند منابع انرژی و بازتعریف سبد تولید برق، دیگر یک انتخاب سیاسی نیست، بلکه شرط پایداری شبکه و جلوگیری از تشدید ناترازی محسوب می‌شود. در این میان، انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک گزینه راهبردی، نقش فزاینده‌ای در بازآرایی این توازن ایفا کرده‌اند و در کانون سیاست‌های جدید توسعه انرژی قرار گرفته‌اند.

در همین راستا، حمیدرضا عظیمی قائم‌مقام سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) اعلام کرده بر اساس برنامه‌ریزی‌های انجام‌شده، ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر کشور تا پایان شهر یورماه به ۱۱ هزار مگاوات خواهد رسید؛ رقمی که عملاً به معنای دو برابر شدن ظرفیت فعلی است. وی با تشریح روند رشد این بخش تأکید کرده که ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر کشور از ۱۲۵۰ مگاوات در ابتدای دولت به بیش از ۴۷۰۰ مگاوات در یک‌ونیم سال گذشته افزایش یافته و در روزهای اخیر نیز عبور از مرز ۵ هزار مگاوات به‌عنوان یک نقطه عطف ثبت شده است. عظیمی همچنین از اجرای بیش از ۹۰۰ پروژه نیروگاه تجدیدپذیر در ۳۱ استان کشور خبر داده و تأکید کرده توسعه نیروگاه‌های خورشیدی دیگر یک انتخاب توسعه‌ای نیست، بلکه یک ضرورت ساختاری در مدیریت انرژی کشور محسوب می‌شود. به گفته او، هر ۱ مگاوات نیروگاه خورشیدی سالانه بیش از ۵۰۰ هزار مترمکعب صرفه‌جویی در مصرف سوخت ایجاد می‌کند؛ به‌گونه‌ای که در مقیاس بزرگ‌تر، پروژه‌هایی نظیر نیروگاه ۲۵۰ مگاواتی سبزوآر سالانه بیش از ۱.۳ میلیون مترمکعب صرفه‌جویی سوخت به همراه دارند.

این ارقام نشان می‌دهد توسعه تجدیدپذیرها نه‌تنها به کاهش ناترازی انرژی کمک می‌کند، بلکه مستقیماً بر کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی اثرگذار است و می‌تواند به‌عنوان یکی از محورهای اصلی بازتعریف امنیت انرژی کشور عمل کند.

مزیت‌های طبیعی ایران

ایران از نظر جغرافیا، اقلیم و تنوع طبیعی، یکی از مستعدترین سرزمین‌ها برای توسعه انرژی‌های

حمیدرضا بیاتی‌نیا

روزنامه نگار



حمیدرضا صالحی

رئیس فدراسیون صادرات انرژی ایران

نقشه جذب سرمایه نیروگاه‌های پاک

بحث درباره نحوه حکمرانی در اقتصاد انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران وارد مرحله‌ای حساس شده؛ مرحله‌ای که در آن نسبت میان نقش دولت، سازوکار بازار و جایگاه بخش خصوصی به یکی از محورهای اصلی اختلاف‌نظر کارشناسان و سیاست‌گذاران تبدیل شده است. گروهی از تحلیلگران اقتصادی معتقدند تداوم مداخله مستقیم دولت در اقتصاد انرژی، می‌تواند همان پیامدهایی را در بخش تجدیدپذیرها تکرار کند که پیش‌تر در حوزه انرژی‌های حرارتی مشاهده شد؛ از جمله ناترازی، کاهش کارایی سرمایه‌گذاری و شکل‌گیری بی‌ثباتی در تصمیم‌گیری‌های بلندمدت. از این منظر، دولت باید از بازیگر مستقیم به نهاد تنظیم‌گر تغییر نقش دهد تا مسیر توسعه این بخش بر پایه منطق رقابتی بازار شکل گیرد.

در همین چارچوب، به تجربه «تابلو سبز» بورس انرژی اشاره می‌شود که با هدف ایجاد بستر شفاف برای جذب سرمایه در پروژه‌های تجدیدپذیر طراحی شد، اما به‌باور برخی کارشناسان، مداخلات مکرر سیاستی و تغییرات ناگهانی در قواعد اجرایی، از کارایی این ابزار کاسته است.

در شرایطی که سرمایه‌گذاری در انرژی‌های نوبه‌شدت به ثبات مقررات و پیش‌بینی‌پذیری وابسته است، هرگونه دخالت غیرقابل پیش‌بینی می‌تواند ریسک ورود سرمایه‌گذاران را افزایش دهد.

برآوردها نشان می‌دهد سهم بخش خصوصی در اقتصاد انرژی تجدیدپذیر ایران حدود دو درصد است؛ رقمی که از نگاه کارشناسان با ظرفیت‌های واقعی فنی، مالی و نهادی کشور فاصله معناداری دارد. در سطح ساختاری، امنیت انرژی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های امنیت ملی شناخته می‌شود و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند نقش مهمی در کاهش ریسک‌های بلندمدت این حوزه ایفا کند.

با این حال، اقتصاد انرژی کشور همچنان با چالش‌هایی نظیر نبود شفافیت در قیمت‌گذاری سوخت، هزینه تولید برق و نوسانات سیاستی مواجه است؛ مسائلی که موجب کاهش پیش‌بینی‌پذیری و افزایش عدم قطعیت برای سرمایه‌گذاران شده است.

در چنین فضایی، ابزارهای بازار سرمایه نیز توانسته‌اند نقش کامل خود را در تأمین مالی پروژه‌های انرژی ایفا کنند و شکاف سرمایه‌گذاری همچنان پابرجاست.

در مقابل، تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد بورس‌های انرژی با استفاده از ابزارهای مالی متنوع، توانسته‌اند منابع قابل توجهی را به سمت توسعه زیرساخت‌های انرژی هدایت کنند.

در ایران نیز ظرفیت‌هایی مانند کراد فاندینگ، توکنایز کردن دارایی‌های انرژی و گواهی‌های قابل معامله تولید برق تجدیدپذیر می‌تواند مسیرهای تازه‌ای برای تأمین مالی پروژه‌های کوچک و متوسط ایجاد کند. این ابزارها امکان پیش‌فروش انرژی و جذب سرمایه‌های خرد را فراهم می‌کنند و در صورت وجود ثبات مقرراتی، می‌توانند نقش مکملی در توسعه بازار انرژی ایفا کنند.