



الگوی جهانی توسعه نیروگاه‌های پشت بامی

علی بابامرادی/ کارشناس انرژی

تبدیل می‌شوند. این موضوع علاوه بر جذب سرمایه‌های خرد، موجب افزایش مشارکت اجتماعی در گذار انرژی و توسعه بازارهای محلی انرژی شده است.

◀ **شواهد تجربی توسعه پنل‌های خورشیدی**
نتیجه این سیاست‌ها را می‌توان در کشورهای پیشرو مشاهده کرد. آلمان به‌عنوان یکی از پیشگامان توسعه انرژی خورشیدی، بخش قابل توجهی از ظرفیت خورشیدی خود را در قالب سامانه‌های پشت‌بامی توسعه داده است و میلیون‌ها خانوار و کسب‌وکار کوچک در این بازار حضور دارند. گفتنی است در سید تولید انرژی آلمان بیش از ۶۰ هزار مگاوات پنل خورشیدی کوچک و متوسط وجود دارد. در استرالیا نیز بیش از یک‌سوم خانوارها به سامانه خورشیدی پشت‌بامی مجهز هستند که یکی از بالاترین نرخ‌های نفوذ پنل‌های خورشیدی خانگی در جهان محسوب می‌شود. در ایالات متحده نیز به ویژه در ایالت‌هایی مانند کالیفرنیا و تگزاس، توسعه هم‌زمان پنل‌های خورشیدی خانگی و سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی به یکی از ارکان برنامه‌ریزی شبکه برق تبدیل شده است. با وجود این، برخلاف تصور رایج، در اغلب کشورها مشترکان خانگی مستقیماً برق تولیدی خود را در بازار برق یا بورس انرژی معامله نمی‌کنند. حجم تولید هر مشترک بسیار محدود است و حضور مستقل در بازار برق مستلزم رعایت الزامات فنی، حقوقی و ضمانت‌های مالی متعددی است که تولیدکننده خرد قادر به تأمین آن نیست. از این رو نهاد واسطه‌ای به‌نام تجمیع‌کننده به وجود آمده است که بتواند واسطه‌ای میان مردم و بازار باشد.

در واقع تجمیع‌کننده نهادی است که هزاران سامانه خورشیدی، باتری و سایر منابع پراکنده را به‌صورت یک مجموعه واحد مدیریت می‌کند. این نهادها علاوه بر تأمین مالی، نصب، بهره‌برداری، نگهداری و پایش سامانه‌ها، امکان حضور تجمیعی این منابع را در بازار

برق در سطح شهرها و روستاها، ریسک از دست رفتن ظرفیت تولید را کاهش می‌دهد. ترکیب پنل خورشیدی با سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی نیز امکان تأمین برق اضطراری برای خانوارها و مراکز حساس را در زمان بحران فراهم می‌کند؛ موضوعی که در سال‌های اخیر و در جریان جنگ‌ها، توفان‌ها و بحران‌های اقلیمی بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته است.

◀ **مشارکت مردم در سرمایه‌گذاری صنعت برق**
از سوی دیگر، توسعه نیروگاه‌های پشت‌بامی امکان مشارکت مستقیم مردم در سرمایه‌گذاری صنعت برق را فراهم می‌کند. در این الگو، مصرف‌کنندگان به تولیدکنندگان انرژی نیز

در دهه‌های گذشته، توسعه صنعت برق عمدتاً بر احداث نیروگاه‌های بزرگ و گسترش شبکه‌های انتقال و توزیع متمرکز بود. اما افزایش هزینه توسعه زیرساخت‌های شبکه، رشد فزاینده تقاضای برق، ضرورت افزایش تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی و همچنین پیشرفت فن‌آوری‌های خورشیدی و ذخیره‌سازها، موجب شده است بسیاری از کشورهای پیشرو مسیر متفاوتی را در پیش گیرند. امروزه نیروگاه‌های خورشیدی کوچک مقیاس و پشت‌بامی بخشی از راهبرد امنیت انرژی، کاهش هزینه‌های شبکه و افزایش انعطاف‌پذیری سیستم برق به‌شمار می‌روند.

◀ کاهش هزینه تمام‌شده تأمین برق

یکی از مهمترین مزایای توسعه سامانه‌های خورشیدی پشت‌بامی، کاهش هزینه تمام‌شده تأمین برق است. در این مدل، برق در محل مصرف تولید می‌شود و بخش مهمی از هزینه‌های مرتبط با احداث خطوط انتقال، توسعه شبکه توزیع و تلفات انتقال انرژی کاهش می‌یابد. در بسیاری از کشورها، توسعه هر مگاوات ظرفیت جدید در مناطق دور از مراکز مصرف، مستلزم سرمایه‌گذاری قابل توجه در شبکه است؛ درحالی‌که نیروگاه‌های پشت‌بامی بخش مهمی از این هزینه‌ها را حذف یا به تعویق می‌اندازند. علاوه بر این، تولید برق در نزدیکی محل مصرف موجب کاهش تلفات فنی شبکه نیز می‌شود.

◀ افزایش تاب‌آوری شبکه

مزیت مهم دیگر این نیروگاه‌ها، افزایش تاب‌آوری شبکه و تقویت پدافند غیرعامل است. شبکه برق متکی بر چند نیروگاه بزرگ و متمرکز، در برابر جنگ، حملات سایبری، خرابکاری، بلایای طبیعی و حوادث فنی آسیب‌پذیرتر است. در مقابل، پراکندگی هزاران واحد کوچک تولید

یکی از مهمترین مزایای توسعه سامانه‌های خورشیدی پشت‌بامی، کاهش هزینه تمام‌شده تأمین برق است. در این مدل، برق در محل مصرف تولید می‌شود و بخش مهمی از هزینه‌های مرتبط با احداث خطوط انتقال، توسعه شبکه توزیع و تلفات انتقال انرژی کاهش می‌یابد