

نویسنده: مونا توسلی - در هزاره سوم، که سیاره ما با چالش‌های بی‌سابقه‌ای چون تغییرات اقلیمی، آلودگی زیست‌محیطی و ناپایداری‌های ژئوپلیتیکی در تأمین سوخت‌های فسیلی دست و پنجه نرم می‌کند، انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها به عنوان یک جایگزین، بلکه به مثابه ستون فقرات اصلی معماری جدید انرژی جهان، در حال ظهور هستند. این منابع پاک و پایان‌ناپذیر، از فروغ خورشید و خروش باد گرفته تا گرمای زمین و جریان آب، دیگر تنها وعده‌هایی دور از دسترس نیستند؛ بلکه به واقعیتی انکارناپذیر تبدیل شده‌اند که با سرعتی باورنکردنی در حال بازتعریف مفاهیم تولید، مصرف و امنیت انرژی در مقیاس جهانی هستند.

❖ شتاب بی‌سابقه در رشد و گسترش: از برق تا حرارت و حمل‌ونقل

روند کنونی نشان‌دهنده یک جهش کیفی در سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی جهانی است. طبق گزارش‌های معتبر بین‌المللی، از جمله آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) و گزارش وضعیت جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر GSR مؤسسه REN21 مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش‌های مختلف اعم از برق، حرارت و حمل‌ونقل، تنها در فاصله سال‌های ۲۰۲۴ تا ۲۰۳۰، نزدیک به ۶۰ درصد افزایش خواهد یافت. این پیش‌بینی، نه تنها نشان‌دهنده تمایل جهانی به سمت انرژی‌های پاک است، بلکه از پختگی و رقابت‌پذیری بالای این فناوری‌ها حکایت دارد.

در بخش تولید برق، این انقلاب سبز به اوج خود رسیده است. سال ۲۰۲۴، سالی تاریخی در این زمینه بود؛ چرا که برای نخستین بار، سهم انرژی پاک از ۴۰ درصد کل تولید برق جهانی فراتر رفت. این موفقیت چشمگیر، عمدتاً مرهون رشد بی‌سابقه و خیره‌کننده انرژی خورشیدی فتوولتائیک (PV) است. پنل‌های خورشیدی، با کاهش مداوم هزینه‌های تولید، سهولت نصب و انعطاف‌پذیری در مقیاس‌پذیری (از نیروگاه‌های بزرگ مقیاس تا پنل‌های پشت‌بامی)، به یکی از محبوب‌ترین و در دسترس‌ترین منابع انرژی تبدیل شده‌اند.

در کنار خورشید، انرژی باد نیز با توسعه نیروگاه‌های بادی خشکی و دریایی (آنشور و آفشور)، به ویژه در مناطقی با پتانسیل بادی بالا، سهم فزاینده‌ای در تأمین برق پاک ایفا می‌کند. این دو منبع، در کنار انرژی‌های آبی (هیدروالکتریک)، زمین‌گرمایی و زیست‌توده، ستون‌های اصلی تأمین برق بدون کربن را تشکیل می‌دهند. اما گستره نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر تنها به تولید برق محدود نمی‌شود. بخش حرارت، که سهم عمده‌ای در مصرف انرژی جهانی دارد، نیز شاهد ورود پررنگ فناوری‌های تجدیدپذیر است.

استفاده از پمپ‌های حرارتی (Heat Pumps)، آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی و سیستم‌های

گرمایش مبتنی بر زیست‌توده، گام‌های مهمی در جهت کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی در ساختمان‌های مسکونی، تجاری و صنعتی برداشته است. در بخش حمل‌ونقل نیز، با رشد فزاینده خودروهای برقی (EVs) که انرژی خود را از شبکه برق (که به طور فزاینده‌ای پاک می‌شود) تأمین می‌کنند و همچنین توسعه سوخت‌های زیستی و هیدروژن سبز، مسیر روشنی به سوی کربن‌زدایی در این بخش نیز مشاهده می‌شود.

❖ چالش‌ها و افق‌های پیش رو: از نوسانات شبکه تا سیاست‌گذاری‌های هوشمند

با وجود این پیشرفت‌های شگرف، مسیر گذار به سمت یک نظام انرژی کاملاً تجدیدپذیر خالی از چالش نیست. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، نوسانات ذاتی منابعی مانند خورشید و باد است که به «ماهیت متغیر» (Intermittency)

❖ نقش سیاست‌گذاری، نوآوری و همکاری‌های بین‌المللی

سیاست‌گذاری‌های دولتی و چارچوب‌های رگولاتوری نقش حیاتی در شتاب‌بخشیدن به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر ایفا می‌کنند. یارانه‌ها، مشوق‌های مالی، تعرفه‌های خوراک تضمینی (Feed-in Tariffs)، استانداردهای الزامی برای انرژی‌های تجدیدپذیر (Renewable Portfolio Standards) و مکانیزم‌های قیمت‌گذاری کربن، همگی ابزارهایی هستند که دولت‌ها برای ترویج سرمایه‌گذاری در این بخش به کار می‌گیرند. تغییرات در چشم‌انداز سیاست‌گذاری، از سوی دیگر، می‌تواند تأثیرات عمیقی بر سرعت و جهت‌گیری این گذار داشته باشد، لذا ثبات و بلندمدت بودن سیاست‌ها اهمیت فراوانی دارد. نوآوری‌های فناورانه نیز موتور محرک اصلی این

نقش محوری منابع تجدیدپذیر در ترسیم آینده جهان

انرژی‌های تجدیدپذیر سکان‌دار تحول بی‌سابقه در عرصه انرژی جهانی

آنها معروف است.

تابش خورشید در شب وجود ندارد و شدت باد نیز همواره یکسان نیست، که این امر مدیریت شبکه برق را پیچیده می‌کند. برای غلبه بر این چالش، سرمایه‌گذاری گسترده در سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی، به ویژه باتری‌های پیشرفته (مانند لیتیوم-یون و فناوری‌های نسل جدید)، و همچنین تو سعه شبکه‌ها ی

هوشمند (Smart Grids) و راهکارهای مدیریت سمت تقاضا (Demand-Side Management) ضروری است. علاوه بر این، توسعه زیرساخت‌های انتقال و توزیع برق برای جابجایی انرژی از مناطق تولید (که غالباً دور از مراکز مصرف هستند) به مناطق مصرف، نیازمند سرمایه‌گذاری‌های عظیم و هماهنگی‌های منطقه‌ای و بین‌المللی است.

تأمین مواد اولیه برای ساخت فناوری‌های تجدیدپذیر، مانند لیتیوم برای باتری‌ها، سیلیکون برای پنل‌های خورشیدی و عناصر کمیاب خاکی برای توربین‌های بادی، نیز می‌تواند چالش‌هایی در زنجیره تأمین جهانی ایجاد کند و نیازمند راهکارهای نوآورانه در

پیشرفت است. از پنل‌های خورشیدی با بازده بالاتر و توربین‌های بادی با پره‌های بلندتر و کارآمدتر گرفته تا سیستم‌های پیشرفته ذخیره‌سازی و توسعه هیدروژن سبز (تولید شده از طریق الکترولیز آب با استفاده از برق تجدیدپذیر)، تحقیقات و توسعه