

ده فناوری نوظهور برتر سال ۲۰۲۵

گزارشی از مجمع جهانی اقتصاد «قسمت اول»

علیرضا خاتون آبادی

دکترای ریاضی و مدرس ریاضی در دانشگاه و مؤسسات

ونکوور کانادا



پیشگفتار

سال گذشته کوشیده است این شکاف را پُر کند و توجه رهبران و تصمیم‌سازان را به فناوری‌هایی جلب نماید که ظرفیت دگرگونی‌های بنیادین در جامعه دارند. هدف اصلی این گزارش، پیوند دادن پژوهش‌های پیشرفته با کسانی است که می‌توانند مسیر توسعه و کاربرد آن‌ها را هموار سازند. فناوری‌هایی که در این گزارش معرفی شده‌اند در نقطه‌ای عطفی

هر ساله نوآوری‌های شگفت‌انگیزی از دل آزمایشگاه‌های پژوهشی سراسر جهان ظهور می‌کنند. بسیاری از این دستاوردها نویدبخش آینده‌ای بهترند، اما تنها شمار اندکی از آن‌ها می‌توانند از مرحله‌ی کشف علمی عبور کرده و به عرصه‌ی کاربردهای واقعی راه یابند. گزارش «۱۰ فناوری نوظهور برتر» مجمع جهانی اقتصاد طی سیزده



ساختن چشم‌انداز راهبردی

«چشم‌انداز راهبردی» فراتر از پیش‌بینی ساده‌ی آینده است. این رویکرد می‌کوشد سناریوهای گوناگون را بررسی کند و نشان دهد که چگونه نوآوری‌ها می‌توانند شیوه‌ی زندگی و ساختارهای اجتماعی و اقتصادی ما را دگرگون سازند.

بنیاد آینده‌ی دوبی (Dubai Future Foundation) در این گزارش سه لنز تحلیلی برای درک بهتر فناوری‌های نوظهور پیشنهاد کرده است:

فرض: پیشرفت فناوریانه با شتاب ادامه خواهد یافت.

عدم قطعیت: فناوری‌ها همواره تحت تأثیر محدودیت‌های زیرساختی، انرژی، سیاست و آمادگی اجتماعی شکل می‌گیرند.

توانمندساز: فناوری‌ها به‌عنوان زیرساخت‌های محوری برای روندهای کلان آینده عمل می‌کنند. این نگاه، فناوری‌های نوظهور را نه صرفاً به‌عنوان ابزارهای فنی، بلکه

قرار دارند؛ جایی که دستاورد علمی به امکان عملی بدل می‌شود و فرصت‌های تازه‌ای برای سازگاری، تاب‌آوری و پیشرفت جوامع فراهم می‌آورد.

این گزارش در مقطعی حساس منتشر می‌شود؛ زمانی که جغرافیای نوآوری جهانی با دگرگونی‌هایی چون تغییر روابط تجاری، بازآرایی زنجیره‌های تأمین و تحولات منطقه‌ای روبه‌روست. در چنین بستری، اهمیت فناوری‌های نوظهور بیش از پیش آشکار می‌شود: برخی مسیر خودکفایی و تاب‌آوری بیشتر را هموار می‌کنند و برخی دیگر می‌توانند پلی برای همکاری‌های بین‌المللی باشند. ارزش این گزارش در آن است که تنها به معرفی فناوری‌ها بسنده نمی‌کند، بلکه تصویری راهبردی از آینده‌ای ممکن ارائه می‌دهد؛ آینده‌ای که در صورت تحقق، می‌تواند مسیر جوامع انسانی را دگرگون سازد.

در حوزه‌هایی چون انرژی، سلامت انسان، فرایندهای صنعتی پایدار و اعتماد در سامانه‌های متصل، ظرفیت تحولات بنیادین را دارند.

روش‌شناسی

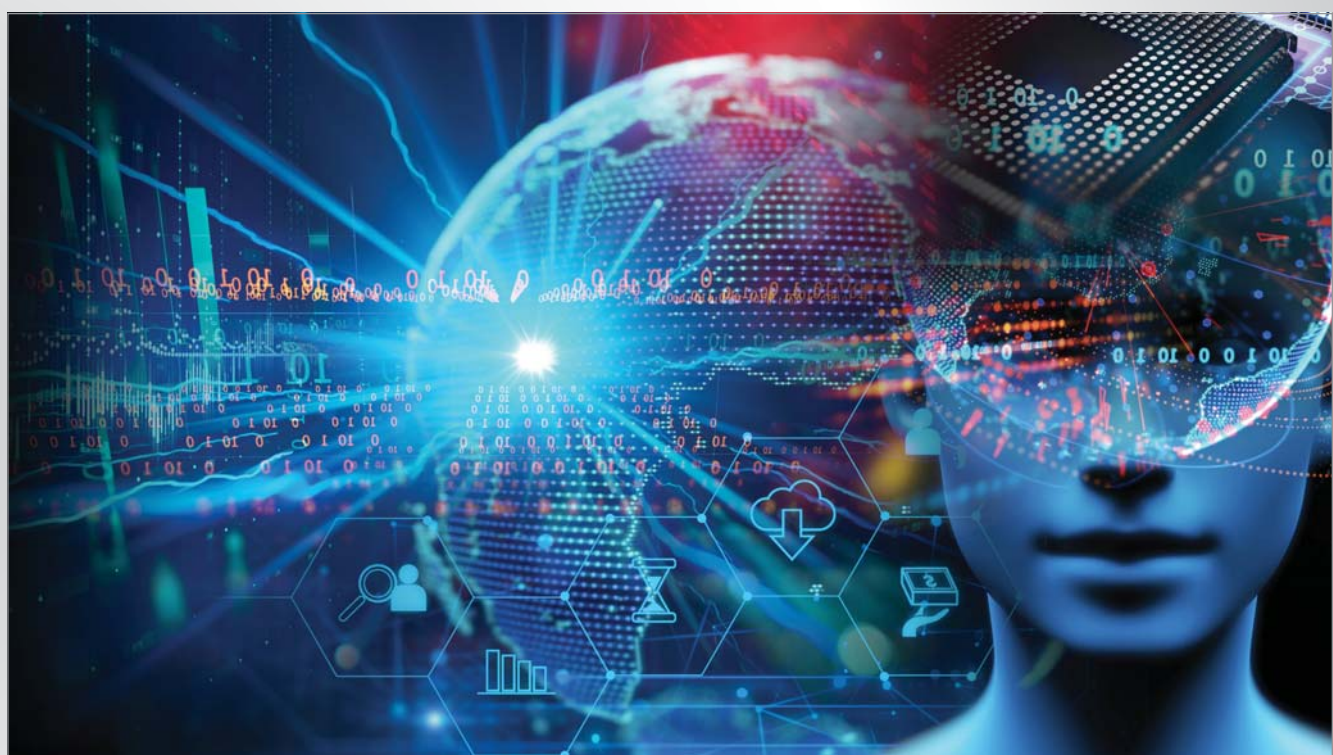
انتخاب ده فناوری نوظهور سال ۲۰۲۵ نتیجه‌ی فرایندی چندمرحله‌ای و دقیق بوده است:

نامزدی اولیه: کارشناسان از شبکه‌ی شوراهای

به‌عنوان کاتالیزورهایی برای تحول اجتماعی و اقتصادی معرفی می‌کند.

مقدمه

انقلاب صنعتی چهارم همچنان با شتاب در حال پیشروی است و هر ساله جلوه‌های تازه‌ای از ادغام علوم و فناوری‌ها را نمایان می‌سازد. انتخاب فناوری‌های امسال بازتابی از همین روند است: برخی مانند «باتری‌های سازه‌ای» راه‌حلی نوین برای چالش‌های قدیمی



آینده‌ی مجمع جهانی اقتصاد، شبکه‌ی سردبیران علمی Frontiers و کمیته‌ی راهبری فناوری‌های نوظهور، فناوری‌های پیشنهادی خود را معرفی کردند.

تحلیل هوش مصنوعی: سامانه‌ی «تحلیلگر روندهای هوش مصنوعی» با پایش مقالات علمی در بازه‌ی ده‌ساله، میزان «روندی بودن» هر فناوری را ارزیابی کرد.

عرضه می‌کنند؛ برخی دیگر مانند «داروهای GLP-1 برای بیماری‌های عصبی» یا «فناوری‌های پیشرفته هسته‌ای» نمونه‌هایی از کاربردهای تازه‌ی نوآوری‌های تثبیت شده‌اند.

هر یک از این فناوری‌ها در نقطه‌ای حساس قرار دارند؛ جایی که دستاورد علمی می‌تواند به پاسخی عملی برای نیازهای جهانی بدل شود. این فناوری‌ها



۱. باتری‌های سازهای

(Structural Battery Composites)

ادغام انرژی و مهندسی در حرکت

باتری‌های سازهای ترکیبی نوین از مواد هستند که هم‌زمان نقش ذخیره‌کننده انرژی و جزء سازهای در وسایل نقلیه یا ساختمان‌ها را ایفا می‌کنند. برخلاف باتری‌های لیتیوم-یونی متداول که در محفظه‌ای جداگانه قرار دارند و تنها انرژی ذخیره می‌کنند، این فناوری امکان می‌دهد اجزای بدنه خودرو یا هواپیما نه تنها بار مکانیکی را تحمل کنند بلکه مانند یک باتری نیز عمل نمایند. این رویکرد نویدبخش کاهش وزن کلی وسایل نقلیه، افزایش کارایی انرژی و حتی طراحی نسل جدیدی از تجهیزات

ارزیابی تاب‌آوری: هر فناوری بر اساس چارچوب «تاب‌آوری برای رشد پایدار و فراگیر» مجمع جهانی اقتصاد، از منظر توان آن برای حل چالش‌های سیستمیک سنجیده شد.

فیلتر نهایی: فناوری‌های تکراری با سال‌های پیشین حذف و در نهایت فهرستی کوتاه از ۲۰ فناوری تهیه شد. **انتخاب نهایی:** کمیته‌ی متخصصان با سه معیار نوآوری، اثرگذاری بالقوه و گستره‌ی توسعه، ده فناوری برتر را برگزید.

این فرایند تضمین می‌کند که فناوری‌های انتخاب‌شده نه تنها نوآورانه و اثرگذارند، بلکه ظرفیت واقعی برای دگرگونی‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی دارند.

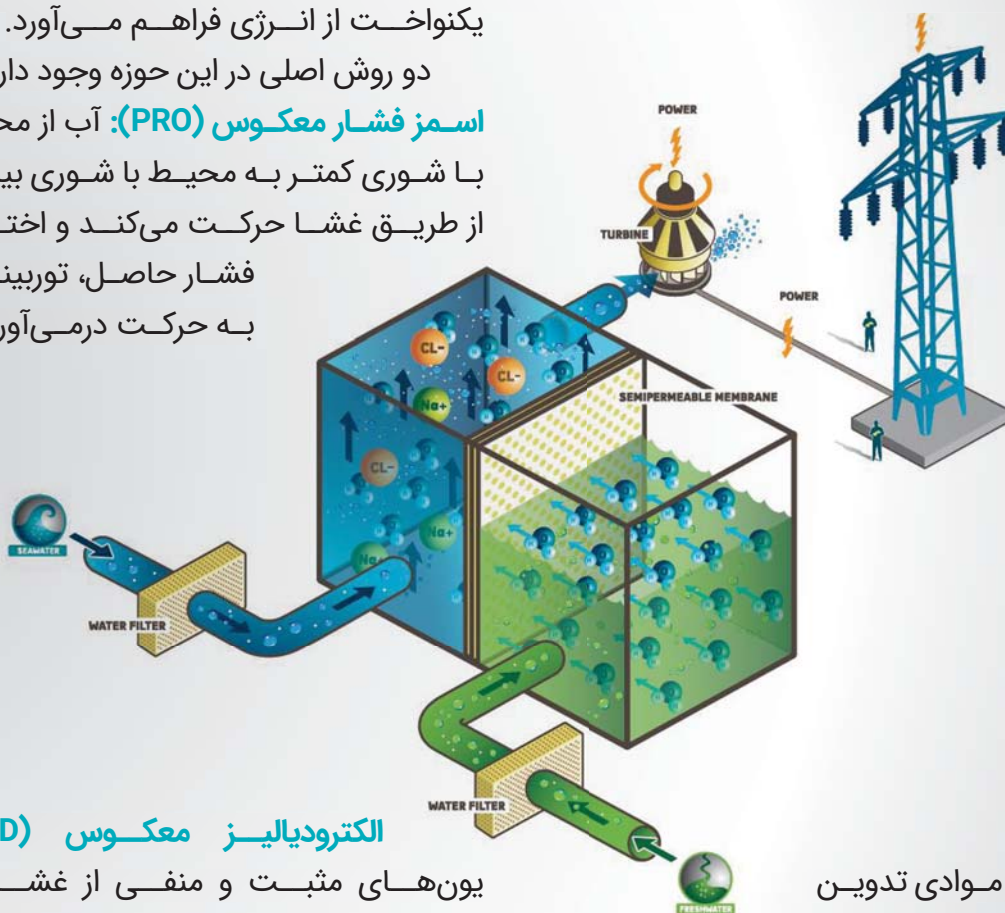
۲. سامانه‌های توان اسمزی (Osmotic Power Systems)

تبدیل نمک به انرژی

توان اسمزی نوعی انرژی پاک و تجدیدپذیر است که از اختلاف شوری میان دو منبع آب (مثلاً آب دریا و رودخانه) به دست می‌آید. این فناوری برخلاف انرژی خورشیدی یا بادی که وابسته به شرایط جوی است، منبعی پایدار و یکنواخت از انرژی فراهم می‌آورد.

دو روش اصلی در این حوزه وجود دارد:

اسمز فشار معکوس (PRO): آب از محیط با شوری کمتر به محیط با شوری بیشتر از طریق غشا حرکت می‌کند و اختلاف فشار حاصل، توربینی را به حرکت درمی‌آورد.



الکترودیالیز معکوس (RED):

یون‌های مثبت و منفی از غشاهای تبادل یونی عبور کرده و جریان الکتریکی مستقیم تولید می‌کنند.

شرکت‌های اروپایی و آسیایی در سال‌های اخیر نمونه‌های تجاری این سامانه‌ها را راه‌اندازی کرده‌اند. برای مثال، در ژاپن انرژی مزاد حاصل از فرآیند شیرین‌سازی آب

سبک و مقاوم است. شرکت‌هایی همچون ایرباس در حال آزمایش استفاده از این باتری‌ها در هواپیما هستند و پژوهش‌های دانشگاهی نیز روی بهبود مواد به‌کاررفته در آن‌ها ادامه دارد.

چالش‌های اصلی این فناوری شامل چگالی پایین ذخیره انرژی، دوام، ایمنی و هزینه بالا است. همچنین، لازم است مقررات ایمنی و استانداردهای تازه‌ای

برای موادی تدوین شود که هم‌زمان نقش سازه و

باتری را دارند. با این حال، چشم‌انداز آینده نشان می‌دهد که ساختمان‌ها و خودروها می‌توانند به‌طور یکپارچه هم تولیدکننده و هم مصرف‌کننده انرژی باشند.



راکتورهای ماژولار کوچک (SMRs):

واحدهایی کوچکتر که در کارخانه ساخته شده و به طور ماژولار در محل نصب می‌شوند. این راکتورها انعطاف‌پذیری بیشتری برای تأمین انرژی جوامع دورافتاده یا صنایع بزرگ دارند.

سرمایه‌گذاری‌های کلان در آمریکا، اروپا و آسیا در حال انجام است و انتظار می‌رود نخستین نمونه‌های تجاری تا پایان این دهه عملیاتی شوند. در بلندمدت نیز تلاش‌ها بر دستیابی به همجوشی هسته‌ای متمرکز است؛ فرایندی که همانند خورشید انرژی تولید می‌کند و اگر موفق شود، منبعی تقریباً نامحدود و پاک از انرژی خواهد بود.

چالش اصلی همچنان هزینه‌های اولیه بالا، اعتماد عمومی و مدیریت زنجیره تأمین مواد ویژه است. با این حال، در صورت توسعه، این فناوری می‌تواند سهم بزرگی در گذار به اقتصاد بدون کربن ایفا کند و نقش تعیین‌کننده‌ای در آینده انرژی جهانی داشته باشد.

(در شماره‌های بعدی فصلنامه، به معرفی سایر این فناوری‌ها خواهیم پرداخت.)

دریا برای تولید برق به کار گرفته می‌شود. چالش‌های اصلی شامل هزینه بالا و گرفتگی غشاها است، اما با پیشرفت مواد و طراحی‌های نوین، انتظار می‌رود این مشکلات کاهش یابند. در صورت توسعه در مقیاس بزرگ، توان اسمزی می‌تواند حدود یک‌پنجم نیاز برق جهان را تأمین کند و هم‌زمان به بازیافت آب و استخراج موادی چون لیتیوم نیز کمک نماید.

۳. فناوری‌های نوین هسته‌ای

(Advanced Nuclear Technologies)

نسل جدید انرژی برای پیشرفت پایدار

با افزایش تقاضا برای انرژی پاک و فشارهای جهانی برای کاهش انتشار کربن، فناوری‌های نوین هسته‌ای دوباره در کانون توجه قرار گرفته‌اند. نسل جدید راکتورها شامل دو دسته است:

راکتورهای نسل سوم و چهارم: این سامانه‌ها با استفاده از سوخت‌های مقاوم‌تر و خنک‌کننده‌های نوین (مانند نمک‌های مذاب یا گاز هلیوم) ایمنی بالاتر، هزینه کمتر و بازده بیشتر دارند.