«فرهیختگان» براساس گزارش مجمع جهانی اقتصاد بررسی کرد

۱۰ فناوری برتر نوظهور در سال ۲۰۲۵

ندا اظهری
@nedjaa

مرساله، نوآوری‌های چشمگیری از آزمایشگاه‌های تحقیقاتی در سراسر جهان پدیدار می‌شوند. بسیاری از آن‌ها نویدبخش آینده‌ای درخشان هستند، اما تنها تعداد اندکی از آن‌ها با موفقیت از کشف مرز آزمایشگاه به کاربرد در دنیای واقعی عبور می‌کنند. گزارش مجمع جهانی اقتصاد، که هر سال در دی‌ماه منتشر می‌شود، با شناسایی ۱۰ فناوری برتر نوظهور، مجموعه‌ای از پیشرفت‌های پیکاربرد به شکاف و نگرانی‌های جهانی می‌پردازد. هرکدام از فناوری‌هایی که در این گزارش عنوان شده‌اند، بر اساس تازگی، پیشرفت و توسعه، و پتانسیل تحول‌آفرینی‌شان، به‌دقت ارزیابی شده‌اند.

از موادی که انرژی را در مسافت‌های طولانی‌تر ذخیره می‌کنند تا درمان‌های جدید برای بیماری‌های عصبی، این نوآوری‌ها فراتر از تئوری رفته و ظرفیت تقویت توانایی جامعه برای سازگاری و شکوفایی را نشان داده‌اند. درواقع، هرکدام از این فناوری‌ها می‌تواند یک نقطه‌عطف جهانی باشد که در آن، دستاوردهای علمی با پتانسیل عملی برای رفع نیازهای جهانی تلاقی می‌کنند.

فناوری‌ها چگونه انتخاب شدند؟

فناوری‌ها از طریق یک نظرسنجی انتخاب شدند که در شبکه شوراهای آینده جهانی مجمع جهانی اقتصاد، شبکه سرمویژن Frontiers (متشکل از سرمویژن مؤسسات برتر جهان) و اعضای کمیته راهبری «۱۰ فناوری برتر نوظهور» توزیع شده بود. تعریف این گزارش از «فناوری‌های نوظهور»، هم نوآوری‌های کاملاً جدید و هم فناوری‌های تثبیت‌شده‌ای را دربرمی‌گیرد که به روش‌های جدید و دگرگون‌کننده به کار گرفته می‌شوند. این رویکرد فراگیر اذعان دارد که ظهور فناوری از مسیرهای متعددی رخ می‌دهد؛ چه از طریق اکتشافات نوآورانه و پیچیده‌اند و چه از طریق بهره‌گیری از فناوری‌های جاافتاده برای کاربردهای پیشرفته‌تر در شرایط زمانی و مکانی متفاوت. هدف، شناسایی فناوری‌هایی است که در این گزارش عنوان شده‌اند، بر اساس تازگی، پیشرفت و توسعه، و پتانسیل تحول‌آفرینی‌شان، به‌دقت ارزیابی شده‌اند.

گزارش هدف روشنی را دنبال می‌کند: تسریع گفت‌وگوهای آینده‌نگر و شکل‌دهی به دستورکارهای فناوری با پیوند دادن تحقیقات پیشرفته با کسانی که می‌توانند به پیشرفت آن کمک کنند. با شناسایی فناوری‌ها در نقطه‌عطف جهانی -جایی که دستاوردهای علمی با پتانسیل عملی تلاقی می‌کنند- پیش‌های لازم برای تصمیم‌گیری‌های آینده‌نگرانه در چشم‌اندازی که به‌سرعت در حال تحول است، در اختیار رهبران دولت، تجارت و علم قرار می‌گیرد.

انقلاب صنعتی چهارم با سرعت ادامه دارد و گزارشی که امسال ارائه شده است، با عرضه مجموعه‌ای چشمگیر از پیشرفت‌های یکپارچه به شکاف‌ها و نگرانی‌های جهانی می‌پردازد. هرکدام از فناوری‌هایی که در این گزارش عنوان شده‌اند، بر اساس تازگی، پیشرفت و توسعه، و پتانسیل تحول‌آفرینی‌شان، به‌دقت ارزیابی شده‌اند.

از مواد کم‌کربن گرفته تا درمان‌های جدید برای بیماری‌های عصبی، این نوآوری‌ها فراتر از تئوری رفته و ظرفیت تقویت توانایی جامعه برای سازگاری و شکوفایی را نشان داده‌اند. درواقع، هرکدام از این فناوری‌ها می‌تواند یک نقطه‌عطف جهانی باشد که در آن، دستاوردهای علمی با پتانسیل عملی برای رفع نیازهای جهانی تلاقی می‌کند.

فناوری‌ها چگونه انتخاب شدند؟

فناوری‌ها از طریق یک نظرسنجی انتخاب شدند که در شبکه شوراهای آینده جهانی مجمع جهانی اقتصاد، شبکه سرمویژن Frontiers (متشکل از سرمویژن مؤسسات برتر جهان) و اعضای کمیته راهبری «۱۰ فناوری برتر نوظهور» توزیع شده بود. تعریف این گزارش از «فناوری‌های نوظهور»، هم نوآوری‌های کاملاً جدید و هم فناوری‌های تثبیت‌شده‌ای را دربرمی‌گیرد که به روش‌های جدید و دگرگون‌کننده به کار گرفته می‌شوند. این رویکرد فراگیر اذعان دارد که ظهور فناوری از مسیرهای متعددی رخ می‌دهد: چه از طریق اکتشافات نوآورانه و پیچیده‌اند و چه از طریق بهره‌گیری از فناوری‌های جاافتاده برای کاربردهای پیشرفته‌تر در شرایط زمانی و مکانی متفاوت. هدف، شناسایی فناوری‌هایی است که در این گزارش عنوان شده‌اند، بر اساس تازگی، پیشرفت و توسعه، و پتانسیل تحول‌آفرینی‌شان، به‌دقت ارزیابی شده‌اند.

شرکت‌کنندگان در این نظرسنجی که نماینده جامعه جهانی دانشگاهیان و محققان مورد اعتماد هستند، اطلاعاتی در مورد فناوری‌های معرفی‌شده- از جمله نام فناوری، توضیحات، پیشرفت‌های کلیدی، مطالعات موردی، چگونگی تأثیر آن بر اقتصاد، محیط زیست و جامعه و نیز خطرات احتمالی همراه آن- ارائه دادند.

در سال ۲۰۲۵، بیش از ۲۵۰ فناوری معتبر از سوی متخصصان صنعت و دانشگاه معرفی شد. برای غربالگری این موارد، تحلیل‌گر ورید هوش مصنوعی که توسط Frontiers توسعه یافته است، فناوری‌های کاندیدشده را طرح‌ریزی و با فراوانی آن‌ها در مقالات دانشگاهی طی یک دوره یک‌ساله تطبیق داده است.

هرکدام از این فناوری‌ها با استفاده از چهار جوب «تأثیر آوری برای رشد پایدار و فراگیر» کنسرسیوم تأثیر آوری مجمع جهانی اقتصاد، و با تمرکز بر پتانسیل آن برای مقابله با چالش‌های سیستمی و کمک به ایجاد ظرفیت انطباق برای نسل‌های آینده، ارزیابی شدند. سپس فناوری‌های ریتبه‌بندی‌شده با حذف فناوری‌هایی که در نسخه‌های پیشین گزارش ارائه شده بودند، فیلتر شدند.

داده‌های تأمین مالی کسب‌وکار نیز برای پشتیبانی از تحلیل هر یک از فناوری‌های برتر اضافه شد و بینشی درباره اعتماد بازار و پتانسیل تجاری‌سازی آن‌ها ارائه داد. در نهایت، فهرستی نهایی شامل ۲۰ فناوری، توسط کمیته‌ای متشکل از متخصصان ارزیابی شد؛ معیارهایی چون تازگی، تأثیر اجتماعی یا اقتصادی، و عمق نفوذ و گستره قابل توجه فناوری مورد توجه قرار گرفت.

آمادگی اکوسیستمی برای فناوری‌های نوظهور

در گزارش ۲۰۲۵، یک نقشه آمادگی اکوسیستمی برای هر فناوری ارائه شده است. این تحلیل، میزان آمادگی زیرساخت‌های اجتماعی بسرای این فناوری‌ها را برای مقیاس‌پذیری و دستیابی به تأثیر پیش‌بینی‌شده‌شان ارزیابی می‌کند.

برای هر فناوری، بینش‌هایی از کمیته راهبری ۱۰ فناوری برتر نوظهور، شبکه سرمویژن Frontier و آینده‌پژوهان بنیاد آینده هنی گردآوری شد. این متخصصان، آمادگی را در پنج بعد کلیدی ارزیابی کردند که با تحلیل STEEP (اجتماعی، فناوری، زیست‌محیطی، اقتصادی و سیاسی) شناخته می‌شوند. هرکدام از این ابعاد، در مقیاس چهار امتیازی، از «بدون آمادگی» تا «آمادگی بالا»، رتبه‌بندی شده‌اند. این ارزیابی‌ها به‌شناسایی شکاف‌های اساسی کمک می‌کنند که باید پیش از رسیدن فناوری‌ها به پتانسیل کامل‌شان، برطرف شوند. ورود اندازه‌گیری‌های برای تصمیم‌گیران در بخش‌های مختلف فراهم می‌کند. چشم‌اندازهای استراتژیک این گزارش توسط بنیاد آینده دبی (DFF) تدوین شده‌اند؛ به‌گونه‌ای که برای هر فناوری منتخب، ورودی‌های شامل پژوهش‌های دانشگاهی، تحلیل بازار و تحلیل عمیق اینده‌نگرانه از محرک‌ها و پیامدهای کلیدی در نظر گرفته شده است.

۱ کامپوزیت‌های ساختاری باتری (SBC)

کامپوزیت‌های ساختاری باتری (SBC)، ادغامی نوآورانه از انرژی و مهندسی هستند. این کامپوزیت‌ها، علاوه بر تحمل بار مکانیکی، قابلیت ذخیره‌سازی انرژی قابل شارژ را نیز دارند؛ به این معنی که می‌توانند انرژی را مانند باتری‌های لیتیوم-یونی سنتی ذخیره کنند و همزمان به عنوان اجزای سفت و سخت در وسایل نقلیه یا سازه‌هایی که با باتری تغذیه می‌شوند، عمل کنند. در مقابل، اجزای الکترونیایی باتری‌های سنتی در محفظه‌ای قرار می‌گیرند که بدون هیچ میزان سختی‌ای، وزن کلی را افزایش می‌دهد. SBCها می‌توانند از مواد مانند فیبر کربن، رزین اپوکسی یا سایر مواد سبک و مستحکم ساخته شوند و قابلیت جذب سه‌بعدی دارند. همچنین، می‌توان آن‌ها را از نظر ساختار سطح و استحکام ساختاری بهینه کرد تا رانده‌ها کنار افزایش یابد. این کامپوزیت‌ها در طیف گسترده‌ای از کاربردها، از وسایل نقلیه الکتریکی گرفته تا فناوری‌های هوافضا، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پیشرفت‌های علمی مواد در چند دهه گذشته، به ویژه در زمینه مواد های کامپوزیت، باتری‌ها و الکتروشیمی، منجر به توسعه کامپوزیت‌های ساختاری باتری شده است. فناوری اگرچه هنوز در مراحل اولیه تجاری‌سازی قرار دارد، اما پیشرفت‌های قابل توجهی را تجربه کرده است. در آینده، SBCها این امکان را فراهم می‌کنند که تمام پل‌های بدنه خودروها نیز قادر به ذخیره انرژی باشند. به عنوان مثال، ایرباس در حال حاضر در حال آزمایش SBCها برای استفاده در هواپیماهای خود است. در حالی که تحقیقات دانشگاهی همچنان به بررسی مواد و روش‌های جدید برای بهبود عملکرد آن‌ها ادامه می‌دهد، کاربردهای در حال بررسی شامل پل‌های بدنه خودرو با قابلیت ذخیره انرژی، قاب بهپاها و همچنین استفاده در هواپیماهای بدون سرنشین است.

با وجود پتانسیل بالای این فناوری، چالش‌های فنی مانند دستیابی به چگالی بالای ذخیره‌سازی انرژی، پایداری طولانی‌مدت، ایمنی، دوام و مقرون به صرفه بودن، مانع از استفاده گسترده از آن شده است. با بلوغ مواد این کامپوزیت‌ها، لازم است مجموعه‌ای جدید از مقررات و استانداردهای ایمنی تدوین شود تا بتوانند مورد پذیرش گسترده قرار گیرد.

از نقاط ضعف کلیدی این فناوری می‌توان به ادغام مواد سبک مانند فیبر کربن با فناوری باتری و ایجاد باتری‌های چندلایه اشاره کرد که می‌توانند هم به عنوان اجزای ساختاری و هم به عنوان واحدهای ذخیره‌سازی انرژی عمل کنند. این فناوری از نظر اقتصادی، با کاهش میزان مواد اولیه، هزینه‌های این فناوری را کاهش می‌دهد که به نوبه خود منجر به کاهش وزن کلی وسایل نقلیه و هواپیما می‌شود. وسایل نقلیه سبک‌تر نیز به سوخت کمتری برای کار نیاز دارند. از نظر زیست‌محیطی نیز، این کامپوزیت‌ها می‌توانند به طراحی‌هایی با بهره‌وری انرژی بالاتر و کاهش نیاز به مواد اولیه منجر شوند.

از منظر چشم‌انداز استراتژیک، همگرایی علم مواد و فناوری انرژی از طریق کامپوزیت‌های ساختاری باتری، نقطه‌عطفی جهانی برای صنایع جهانی محسوب می‌شود. در دهه آینده، این مواد نوآورانه پتانسیل ایجاد تغییرات اساسی در نحوه نگرش به زیرساخت‌ها، ذخیره‌سازی انرژی و طراحی محصول در بخش‌های مختلف را دارند. در حال حاضر، ۸۵ درصد لیتیوم جهان تنها توسط سه کشور پالایش می‌شود؛ کامپوزیت‌های ساختاری باتری می‌توانند با تنوع‌بخشی و تمرکززدایی از زنجیره‌های تأمین، به تولیدکنندگان انرژی، گزینه‌های متنوع‌تری ارائه دهند. این تحول فناوری می‌تواند وابستگی‌های اقتصادی جهانی را تغییر داده و رویکرد ملت‌ها را به زیرساخت‌های انرژی و حاکمیت فناوری متحول کند.

در بخش خودرو، کاهش ۱۰ درصدی وزن خودرو می‌تواند بهره‌وری سوخت را ۶ تا ۸ درصد بهبود بخشد و برد خودروهای برقی را ۱۰ درصد افزایش دهد. در صنعت هوانوردی نیز، بهبود بالقوه ۱۵ درصدی بهره‌وری سوخت در پروازهای طولانی‌مدت متصور است.

۲ سیستم‌های انرژی اسمزی

سیستم‌های انرژی اسمزی در تبدیل اختلاف شوری آب به انرژی نقش دارند. این سیستم‌ها از روش‌های متنوعی برای تولید انرژی از اختلاف غلظت نمک در دو منبع آب استفاده می‌کنند. چنین سیستم‌هایی پاک، تجدیدپذیر و کم‌اثر بوده و منبع انرژی پایداری را فراهم می‌کنند. در مقابل، انرژی تولید شده توسط منابع تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و باد محدودیت‌های عملکرد غنا، از جمله جریان ناگافی از طریق غشا و توان تولیدی پایین، حتی در سیتی‌های با مساحت بزرگتر، قابل پذیرش نبودند. برای رفع این مشکلات، پیشرفت‌های اخیر محور به تولید مواد و طرح‌های جدید شده است که جریان از طریق غشاها را تسهیل می‌کند.

دو طرح کلی برای سیستم‌های قدرت اسمزی وجود دارد:

-اسمز با تأخیر فشار (PRO): این طرح از یک غشای نیمه‌تراوا با طراحی خاص استفاده می‌کند که فقط به آب اجازه می‌دهد از محیط با شوری پایین به محیطی با شوری بالا حرکت کند. افزایش حجم آب در یک سمت غشا، اختلاف فشاری ایجاد می‌کند که می‌تواند توربینی را به حرکت درآورد. این توربین، ژنراتوری را چرخانده و برق تولید می‌کند.

-الکتروديالیز معکوس (RED): این طرح از غشاهای تبادل یونی استفاده می‌کند که به طور انتخابی به یون‌های با بار مثبت (کاتیون‌ها) و یون‌های با بار منفی (آنیون‌ها) اجازه می‌دهند تا به سمت مخالف غشا حرکت کنند. این جریان بار، مستقیماً برق تولید می‌کند.

این پیشرفت‌ها هنوز در مرحله آزمایشگاهی به سر می‌برند و هر دو در حال توسعه به سمت نیروگاه‌های تجاری هستند. علاوه بر تولید برق، فناوری RED پتانسیل استفاده در فرآیندهای مانند تولید آب تصفیه‌شده و بازیابی لیتیوم، نیتروژن و دی‌اکسید کربن (CO_2) از آب را نیز دارد.

نیروگاه‌های اسمزی نسل‌های قبلی با مشکلاتی مانند گرفتگی غشا و هزینه‌های بالا مواجه بودند، اگرچه پیشرفت‌های اخیر عملکرد آن‌ها را بهبود بخشیده است. این فناوری بر اصول علمی روشن برای استخراج انرژی از تفاوت شوری آب استوار است. به نظر می‌رسد پس از سرمایه‌گذاری‌های مالی کافی و طی فرآیندهای صدور مجوز و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی، موانع نسبتاً کمی برای پذیرش گسترده سیستم‌های انرژی اسمزی وجود دارد. از منظر چشم‌انداز استراتژیک، سیستم‌های انرژی اسمزی با پتانسیل تولید سالانه ۵۷۷ تراوات ساعت، کقطر یاً یک‌پنجم نیاز جهانی به برق است، رویکردی متحد به فرد برای تولید انرژی ارائه می‌دهند. در صورت توسعه در مقیاس بزرگ، این فناوری می‌تواند تجهیزات جدید تولید انرژی را در محیط‌های ساحلی ایجاد کند. مهم‌ترین فرصت ایجاد شده توسط این فناوری، توانایی آن در تولید انرژی پایدار با مدیریت آب است. شرکت‌های خدمات رفاهی ممکن است سیستم‌های تجدیدپذیر هیبریدی را توسعه دهند که انرژی اسمزی را با فناوری‌های بادی، خورشیدی و آبی ترکیب کرده و شبکه‌های انرژی سازگارتر و مقاوم‌تری ایجاد کنند. کشورهای ساحلی نیز می‌توانند از زاه‌های دارای انرژی غیرمتمرکز بهره‌مند شوند که انعطاف‌پذیری انسرژی محلی را افزایش می‌دهند. با بلوغ این فناوری، رویکردهای جهانی به مدیریت منابع تجهیز خواهد کرد. سرمایه‌گذاری‌های مانند بودجه ۲۵ میلیون یورویی شرکت Sweetech Energy، نشان‌دهنده افزایش اعتماد به پتانسیل این فناوری است. به همان اندازه، پتانسیل این فناوری فراتر از تولید انرژی گسترش یافته و رویکردهای جدیدی را برای تصفیه آب و بازیابی منابع فراهم می‌کند که بسیار تحول‌آفرین است. فناوری‌های نوپای اسمزی می‌توانند رویکردهای جدیدی را برای نمکزدایی فراهم کنند و در عین حال منابع حیاتی مانند لیتیوم را در طول فرآیند بازیابی کنند. این امر می‌تواند سیستم‌های به‌هم‌پیوسته‌ای ایجاد کند که در آن‌ها، مدیریت آب، تولید انرژی و استخراج منابع به صورت یکپارچه در هم می‌آمیزند.

۳ فناوری‌های پیشرفتهٔ هسته‌ای

فناوری‌های پیشرفته هسته‌ای، باعث پیشرفت در زمینه تولید برق از انرژی هسته‌ای نسل بعد می‌شوند. تقاضای انرژی‌ای به سرعت در حال افزایش است که ناشی از افزایش جمعیت و افزایش نیاز به برق و فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی و تلاش برای کربن‌زدایی برای پیشبرد اهداف اقلیمی است. شبکه‌های برق در سطح جهان باید برای پاسخگویی به بارهای رو به رشد و درعین حال حفظ قابلیت اطمینان، تاب‌آوری و مقرون به صرفه بودن، رشد کنند. موج نزلهای از فناوری‌های فناورانه در انرژی هسته‌ای در پیش است تا به تقاضا برای گزینه‌های انرژی سبز پاسخ دهد. راکتورهای نسل سوم به درجه آزمایشی رسیده‌اند و در نقطه‌عطف تجاری‌سازی قرار دارند، اما پیشرفت‌های چاپ سه‌بعدی درخشان هستند. SBCها این امکان را فراهم می‌کنند که تمام پل‌های بدنه خودروها نیز قادر به ذخیره انرژی باشند. به عنوان مثال، ایرباس در حال حاضر در حال آزمایش SBCها برای استفاده در هواپیماهای خود است. در حالی که تحقیقات دانشگاهی همچنان به بررسی مواد و روش‌های جدید برای بهبود عملکرد آن‌ها ادامه می‌دهد، کاربردهای در حال بررسی شامل پل‌های بدنه خودرو با قابلیت ذخیره انرژی، قاب بهپاها و همچنین استفاده در هواپیماهای بدون سرنشین است.

با وجود پتانسیل بالای این فناوری، چالش‌های فنی مانند دستیابی به چگالی بالای ذخیره‌سازی انرژی، پایداری طولانی‌مدت، ایمنی، دوام و مقرون به صرفه بودن، مانع از استفاده گسترده از آن شده است. با بلوغ مواد این کامپوزیت‌ها، لازم است مجموعه‌ای جدید از مقررات و استانداردهای ایمنی تدوین شود تا بتوانند مورد پذیرش گسترده قرار گیرد.

از نقاط ضعف کلیدی این فناوری می‌توان به ادغام مواد سبک مانند فیبر کربن با فناوری باتری و ایجاد باتری‌های چندلایه اشاره کرد که می‌توانند هم به عنوان اجزای ساختاری و هم به عنوان واحدهای ذخیره‌سازی انرژی عمل کنند. این فناوری از نظر اقتصادی، با کاهش میزان مواد اولیه، هزینه‌های این فناوری را کاهش می‌دهد که به نوبه خود منجر به کاهش وزن کلی وسایل نقلیه و هواپیما می‌شود. وسایل نقلیه سبک‌تر نیز به سوخت کمتری برای کار نیاز دارند. از نظر زیست‌محیطی نیز، این کامپوزیت‌ها می‌توانند به طراحی‌هایی با بهره‌وری انرژی بالاتر و کاهش نیاز به مواد اولیه منجر شوند.

از منظر چشم‌انداز استراتژیک، همگرایی علم مواد و فناوری انرژی از طریق کامپوزیت‌های ساختاری باتری، نقطه‌عطفی جهانی برای صنایع جهانی محسوب می‌شود. در دهه آینده، این مواد نوآورانه پتانسیل ایجاد تغییرات اساسی در نحوه نگرش به زیرساخت‌ها، ذخیره‌سازی انرژی و طراحی محصول در بخش‌های مختلف را دارند. در حال حاضر، ۸۵ درصد لیتیوم جهان تنها توسط سه کشور پالایش می‌شود؛ کامپوزیت‌های ساختاری باتری می‌توانند با تنوع‌بخشی و تمرکززدایی از زنجیره‌های تأمین، به تولیدکنندگان انرژی، گزینه‌های متنوع‌تری ارائه دهند. این تحول فناوری می‌تواند وابستگی‌های اقتصادی جهانی را تغییر داده و رویکرد ملت‌ها را به زیرساخت‌های انرژی و حاکمیت فناوری متحول کند.

در بخش خودرو، کاهش ۱۰ درصدی وزن خودرو می‌تواند بهره‌وری سوخت را ۶ تا ۸ درصد بهبود بخشد و برد خودروهای برقی را ۱۰ درصد افزایش دهد. در صنعت هوانوردی نیز، بهبود بالقوه ۱۵ درصدی بهره‌وری سوخت در پروازهای طولانی‌مدت متصور است.

۴ درمان‌های زندهٔ مهندسی شده

درمان‌های زنده مهندسی شده، میکروب‌هایی هستند که برای ارائه درمان‌های موردنیاز طراحی شده‌اند. این درمان‌ها، سیستم‌های پروبیوتیک پیشرفته‌ای مانند میکروب‌ها، سلول‌ها و قارچ‌های مرتبط با سلامت انسان هستند که برای تولید مواد درمانی مانند داروها، آنزیم‌ها و هورمون‌ها به شیوه‌ای کنترل شده و هدفمند طراحی داده می‌شوند. برای غربالگری این موارد، تحلیل‌گر ورید هوش مصنوعی که توسط Frontiers توسعه یافته است، فناوری‌های کاندیدشده را طرح‌ریزی و با فراوانی آن‌ها در مقالات دانشگاهی طی یک دوره یک‌ساله تطبیق داده است.

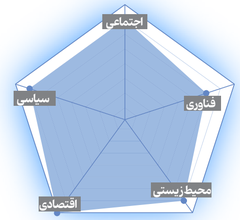
هرکدام از این فناوری‌ها با استفاده از چهار چوب «تأثیر آوری برای رشد پایدار و فراگیر» کنسرسیوم تأثیر آوری مجمع جهانی اقتصاد، و با تمرکز بر پتانسیل آن‌ها برای مقابله با چالش‌های سیستمی و کمک به ایجاد ظرفیت انطباق برای نسل‌های آینده، ارزیابی شدند. سپس فناوری‌های ریتبه‌بندی‌شده با حذف فناوری‌هایی که در نسخه‌های پیشین گزارش ارائه شده بودند، فیلتر شدند.

داده‌های تأمین مالی کسب‌وکار نیز برای پشتیبانی از تحلیل هر یک از فناوری‌های برتر اضافه شد و بینشی درباره اعتماد بازار و پتانسیل تجاری‌سازی آن‌ها ارائه داد. در نهایت، فهرستی نهایی شامل ۲۰ فناوری، توسط کمیته‌ای متشکل از متخصصان ارزیابی شد؛ معیارهایی چون تازگی، تأثیر اجتماعی یا اقتصادی، و عمق نفوذ و گستره قابل توجه فناوری مورد توجه قرار گرفت.

۵ GLP-1 ها برای بیماری‌های زوال عصبی

GLP-1 برای بیماری زوال عصبی، مسیر مغزی را برای زندگی طولانی‌تر و سالم‌تر بیماران فعال می‌کند. یک دسته جدید از داروها که در ابتدا برای مدیریت دیابت نوع دو وچاق تولید شده بودند به عنوان GLP-1RAs (گوینده‌های گیرنده‌پذیر-۱ شبه گلوکاگون) شناخته می‌شوند که در حال حاضر به دلیل پتانسیل بالایی که در درمان بیماری‌های عصبی مانند آلزایمر و پارکینسون دارند، در حال بررسی هستند. تحقیقات نشان می‌دهد این داروها ممکن است دارای خواص محافظت‌عصبی، ازجمله اثرات ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و حساسیت‌زدایی به انسولین باشند که می‌تواند سیستم بیماری را تحت‌تاثیر قرار دهد. GLP-1RA پس از تجویز، از سد خونی- مغزی عبور کرده و با نورون‌ها و سلول‌های گلیال مغز تعامل می‌کند و به نظر می‌رسد که می‌تواند التهاب را کاهش داده و جلوی پروتئین‌های سمی را افزایش دهد که هر دو در صورت عدم درمان، با التهاب‌آلزایمر و پارکینسون مرتبط هستند. این دسته از داروها همچنین طول عمر سلولی مغزی و تنظیم انرژی را افزایش می‌دهند که ممکن است عملکرد شناختی و حرکتی را بهبود بخشد. فرم‌های سنتی‌تر برای بهبود رسانش دارو به مغز، با هدف افزایش اثرات درمانی بالقوه آن‌ها در حال توسعه هستند. داده‌های بدست‌آمده، ارتباط احتمالی این درمان‌ها را بهبود نتایج در افراد مبتلا به بیماری زوال عصبی نشان می‌دهد. اگر انرژیشی GLP-1RA در درمان بیماری آلزایمر و پارکینسون اثبات شود، می‌تواند تاثیر اقتصادی جهانی فوق‌العاده‌ای داشته باشد. با بیش از ۵۵ میلیون نفر مبتلا به زوال عقل در دنیا، پیش‌بینی می‌شود که بازار جهانی داروهای ۱-GLP تا سال ۲۰۳۱ به رقم ۵۵ میلیارد و ۲۰۰ میلیون دلار افزایش یابد. همچنین، هزینه‌های عاطفی و مالی مرتبط با مراقبت و درمان افراد مبتلا به این بیماری‌ها به نفع جامعه، و جوامع جهانی، کاهش می‌یابد.

چشم‌انداز استراتژیک این داروها نشان می‌دهد استفاده دوباره از داروهای GLP-1RA برای بیماری‌های زوال عصبی می‌تواند تغییر قابل توجهی در رویکرد شرایط ایجاد کند. اعتبار تحقیقات صورت گرفته روی این دارو، علاوه بر بهبود ارائه خدمات درمانی، می‌تواند روند مراقبت از سالمندان و انتظارهای اجتماعی از دورانی پیری نیز تاثیر بگذارد. تاثیر اجتماعی این داروها نیز می‌تواند قابل توجه باشد: معیارهایی چون تازگی، تاثیر اجتماعی یا اقتصادی، و عمق نفوذ و گستره قابل توجه باشد، با توجه به نتایج امیدوارکننده اما متفاوت از آزمایش‌های بالینی اخیر، گیرنده‌های GLP-1RA به عنوان یک جزء مالقوه از استراتژی‌های درمانی کلیدی در انتظار اعتبارسنجی بالینی بیشتر، در حال بررسی هستند.



۶ حسگرهای بیوشیمیایی خودکار

حسگرهای بیوشیمیایی خودکار، حسگرهای بیولوژیکی را برای درک در زمان واقعی انتقال می‌دهند. حسگرهای بیوشیمیایی خودکار، دستگاه‌های تحلیلی هستند که به صورت خودکار و پیوسته پارامترهای شیمیایی خاص، مانند نشانگرهای بیماری برای مدیریت سلامت فردی بیمار یا تغییرات شیمیایی در خاک یا آب برای مدیریت محیط‌زیست نشاسایی می‌کنند. آن‌ها ماده شیمیایی مورد نظر را با استفاده از مبدل‌های فیزیکوشیمیایی مفرش یا حسگرهای زیستی تشخیص می‌دهند که از آنزیم‌ها، آنتی‌بادی‌های خاص، سلول‌های زنده مهندسی‌شده استفاده می‌کنند. این حسگرها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که بدون نیاز به دخالت انسان، به طور مستقل عمل کرده و یافته‌ها را گزارش می‌دهند. آن‌ها از ارتباطات بی‌سیم و داشت ارزی، از طریق مواد انرژی خوکاها مانند سلول‌های سوخت زیستی، برای امکان نظارت مداوم در زمان واقعی استفاده می‌کنند. از آنجایی که داده‌های این حسگرها را می‌توان از راه دور بازیابی کرد، برای کاربرد در مناطق صعب‌العبور یا مکان‌های دورافتاده مناسب‌اند. این امر امکان نظارت مداوم بر سلامت انسان و نیز شرایط محیطی را فراهم می‌کند.

در حالی که حسگرهای مصرفی مانند آزمایش‌های شناخته‌شده کووید-۱۹ یک بار مصرف هستند، چالش در حسگرهای بیوشیمیایی خودکار، دستیابی به نظارت مداوم و ثبت داده‌های الکترونیکی است. چنین دستگاه‌های فنی، حسگرهای بیوشیمیایی خودکار را به کاربردهای بسیار خاص محدود کرده است. موفق‌ترین آن‌ها تا به امروز، حسگرهای بیوشیمی گلوکز در تشخیص دیابت از راه زمان واقعی اندازه‌گیری کرده و یک تلفن هوشمند ارتباط برقرار می‌کند که بسیب انسولین را برای تزریق سطح گلوکز کنترل می‌کند. «رش» و «دوپون» و «آزمایشگاه‌های اپوت» برخی از بزرگ‌ترین شرکت‌هایی هستند که در توسعه و تولید چنین فناوری‌هایی سرمایه‌گذاری می‌کنند. با توجه به پیشرفت‌های همزمان در علم مواد، نانوفناوری و هوش مصنوعی، آینده تکنیک‌ها و فناوری‌های بی‌سیم، حسگرهای بیوشیمیایی خودکار برای پرداختن به اهداف و کاربردهای دیگر در حال ظهور است. به عنوان مثال، گنجانیدن یک عملکرد تنظیم محدود فعال در یک حسگر بیوشیمی برای نشانگرهای التهابی، امکان نظارت مداوم به جای یک بار استفاده را فراهم می‌کند. حسگرهای زیستی میکروبی تمام‌سلولی در حال توسعه مداومند که از میکروب‌هایی استفاده می‌کنند که هنگام مواجهه با آلینده که برای تشخیص هدف قرار گرفته‌اند، آنزیمی تولید یا از آن تحلیه می‌کنند که این آنزیم وسیله‌ای برای سیگنال‌دهی تشخیص آنهاست. فرایندهای مربوط به ایمنی موادغذایی و

۷ تثبیت نیتروژن سبز

تثبیت نیتروژن سبز، فرایند تولید آمونیاک را برای آبدهای بدون انتشار کربن امکان‌پذیر می‌کند. این فناوری که تنها در آمریکا بازاری ۲۰۰ میلیارد دلاری دارد، نیتروژن جوی را در مقیاسی بیش از ۱۵۰ میلیون تن در سال به آمونیاک تبدیل می‌کند که برای تولید کود مورد نیاز است و ۵۰ درصد از تولید مواد غذایی جهان را پشتیبانی می‌کند. تثبیت نیتروژن سبز اکنون با هدف کاهش ردپای کربن قابل توجه تولید آمونیاک تنها با استفاده از هوا، آب و برق تجدیدپذیر می‌باشد. این تغییر فناوری ممکن است تولید جهانی آمونیاک را از یک صنعت متمرکز و کربن‌محور به یک شبکه توزیع‌شده‌تر و کربن‌خنثی تبدیل کند. اهمیت استراتژیک این موضوع بسیار فراتر از کربن‌زدایی است. فرایند فعلی «هابر-بوش» یک تا دو درصد از انرژی جهانی را مصرف می‌کند و به ازای هر تن آمونیاک تولیدشده، ۲٫۴ تن دی‌اکسید کربن منتشر می‌کند که تقریباً برابر تولید فولاد در جهان برابر تولید سیمان در دنیاست. تولید آمونیاک سبز فرصتی حیاتی برای تغییر این بنیان کربن‌محور کشاورزی جهانی و در عین حال، فعال کردن کاربردهای جدید انرژی است. کشاورزی در معرض عمیق‌ترین تحولات قرار دارد. با توجه به اینکه نقریباً ۸۰ درصد از آمونیاک تولیدشده صنعتی در کودها مصرف می‌شود، تثبیت نیتروژن سبز می‌تواند تغییر به سمت تأسیسات تولیدی توزیع‌شده و مبتنی‌بر کوچک‌تر را تسریع کند تا آسیب‌پذیری‌های جهانی زنجیره تأمین را در اقتصاد کند و تأب‌آوری سیستم غذایی را افزایش دهد.

۸ نانوزیم‌ها

نانوزیم‌ها، کاتالیزورهای مهندسی‌شده با مقیاس نانومتر هستند که برای تقلید از آنزیم‌های طبیعی طراحی شده‌اند. این نانوزیم‌ها، با ساختارهای پایدارتر و قابل تنظیم‌تر نسبت به آنزیم‌های طبیعی، کاربردهای گسترده‌تری در پزشکی، زیست محیطی، و صنعتی گسترش داده‌اند. با استفاده از روش‌های پیشرفته طراحی و تولید در مقیاس نانو، می‌توان نانوزیم‌های چندعملکردی با پایداری بیشتر و کارایی بالاتر برای کاربردهای پیچیده محیطی، سلامت و انرژی تولید کرد. این پیشرفت‌ها، ظرفیت نانوزیم‌ها را برای پاسخ به چالش‌های جهانی، از جمله پاک‌سازی آلاینده‌های زیست‌محیطی و تولید پایدار انرژی، تقویت می‌کند. با توجه به اینکه تقریباً ۸۰ درصد از آمونیاک تولیدشده صنعتی در کودها مصرف می‌شود، تثبیت نیتروژن سبز می‌تواند تغییر به سمت تأسیسات تولیدی توزیع‌شده و مبتنی‌بر کوچک‌تر را تسریع کند تا آسیب‌پذیری‌های جهانی زنجیره تأمین را در اقتصاد کند و تأب‌آوری سیستم غذایی را افزایش دهد.