

صادرات نانوی ایرانی

از شرکت‌های برتر صادراتی در حوزه
نانو تقدیر شد

نانو در ایران

تولید خمیردندان
تخصصی پروبیوتیک حاوی
نانوهیدروکسی آپاتیت

ریاست جمهوری
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان
ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو

فناوری نانو

سال بیست و سوم | پاییز ۱۴۰۳ | شماره ۳ | پیاپی ۲۸۸
ISSN 2228 - 5385



آنچه در پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو گذشت



چهاردهمین مسابقه ملی فناوری نانو

تابستان ۱۴۰۶

14th National
Nanotechnology Competition
2026 Summer

جوایز

امتیاز بنیاد ملی نخبگان
جوایز نقدی و غیر نقدی ارزنده برای برگزیدگان
مجوز ورود به شبکه مدرسان نانو
راهیابی به مرحله انتخابی سومین المپیاد
بین المللی دانشجویی نانو فناوری در سال ۲۰۲۶

کسب اطلاعات بیشتر

۰۲۱-۸۸۴۸۶۴۹۰

۰۹۰۲۵۵۵۵۴۶۲

nef.nano.ir

nanoeducation.ir

nef.nano.ir

IRNanoCompetition



فصلنامه فناوری نانو

۲۸۸

سال بیست و سوم | پاییز ۱۴۰۳ | شماره ۳ | پیاپی ۲۸۸

صادرات نانوی ایرانی

۲ از شرکت‌های برتر صادراتی در حوزه نانو تقدیر شد

نانو در ایران

۴ تولید خمیردندان تخصصی پروبیوتیک حاوی نانو هیدروکسی آپاتیت

۵ تولید چسب کاشت میل‌گرد با فناوری نانو

۶ خاصیت آهن‌ریایی به دیوارها و سطوح با رنگ‌های مغناطیسی نانویی

۶ ایجاد خاصیت ضدباکتری روی شیرآلات با نانوذرات ساخت داخل

۷ ردیابی قند خون با نانوحسگرهای پوشیدنی پایش سلامت بدن

۸ تولید کاتالیست گوگردزدایی اکسایشی از مازوت برای تأمین نیاز صنعت نفت کشور

پژوهش در ایران

۹ اختصاص طرح روی جلد مجله میان‌رشته‌ای انجمن شیمی آمریکا در حوزه علوم اعصاب به مقاله استاد دانشگاه شریف

گزارش نمایشگاه

۱۰ آنچه در پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو گذشت

گزارش صنعتی

۲۲ کاربرد هوش مصنوعی در فناوری نانو - بخش اول: تجهیزات

۳۱ استفاده از فناوری نانوحباب در تصفیه آب، پساب‌های خانگی و فاضلاب‌های صنعتی

۳۷ کاربرد نانوکاتالیست‌های انتقال آب-گاز در افزایش خلوص هیدروژن

اخبار تجاری سازی

۴۳

اخبار پژوهشگران

۵۰

صاحب امتیاز:

ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو

مدیرمسئول: علی محمد سلطانی

سردبیر: عماد احمدوند

مدیریت اجرا:

شرکت توسعه فناوری مهرپژن

مدیر داخلی: محمد اکبرزاده

دبیر صنعت: مهدی کدخدائی

دبیر خبر: داود قرالیو

همکاران این شماره:

آتوسا زنگنه، فهیمه مظاهری، زینب

معیری، مهدی راجی‌پور، عاطفه

کاظم‌پور

مدیر هنری و طراح گرافیک:

محمدرضا صاحبی

طراحی جلد: مهدیه مه‌آبادی

صفحه‌آرایی: زهرا ایران‌پور

- فصلنامه فناوری نانو آماده انتشار مقالات و دیدگاه‌های محققان و صاحب‌نظران است.
- مسئولیت صحت مطالب بر عهده نویسندگان است.
- نقل مطالب فصلنامه فناوری نانو با ذکر منبع بلامانع است.
- آرشيو نشریه فناوری نانو در سایت www.nano.ir موجود است.



نشانی: تهران، ستارخان، خیابان حبیب‌اله، خیابان شهید متولیان، شماره ۹
صندوق پستی:
امور مشترکان:
تلفن:
وب‌سایت:
پست الکترونیک:
۱۴۵۶۵-۳۴۴
۰۲۱۶۶۸۱۷۱۵۹
۰۲۱۶۳۱۰۰
www.nano.ir
newsletter@nano.ir



از شرکت‌های برتر صادراتی در حوزه نانو تقدیر شد



■ شرکت نفت و گاز سرو

شرکت دانش بنیان توسعه صنایع نفت و گاز سرو تولیدکننده کاتالیست‌های مورد استفاده در فرایند تولید متانول، آمونیاک، اوره و کاتالیست تولید گاز اتیلن در صنعت پتروشیمی و کاتالیست‌های مورد استفاده در تولید گاز هیدروژن در صنعت پالایشگاهی و نیز کاتالیست‌های صنایع پایین دستی برای تولید متانول به فرمالدهید و نیز کاتالیست‌های مورد استفاده در صنایع فولادسازی است. این شرکت علاوه بر رفع نیاز صنایع کشور به کاتالیست، توانسته است با ایجاد نزدیک به ۷۰۰ شغل در کشور و ارزآوری به میزان ۲۵ میلیون دلار طی دو سال اخیر نقش ارزنده در رفع سایه تحریم‌ها از کشور را ایفا نماید.

■ شرکت دوده صنعتی پارس

شرکت دوده صنعتی پارس در سال ۱۳۶۳ به منظور تولید دوده و کربن دوده و کربن بلک به ثبت رسیده و از سال ۱۳۷۳ تولید خود را آغاز کرد. این شرکت علاوه بر تأمین نیاز بازارهای داخلی، تاکنون موفق به صادرات دوده صنعتی به کشورهای آسیایی و اروپایی شده و با استفاده از فناوری روز و رعایت استانداردهای ملی و جهانی، تولید انواع دوده صنعتی با قیمت مناسب برای تأمین نیاز مشتریان را هدف خود قرار داده است. شرکت با ارتقای مهارت و دانش، ایمنی، بهداشت کارکنان و حفظ محیط زیست را نیز سرلوحه کار خود قرار داده است.

در مراسم آغاز به کار پانزدهمین نمایشگاه نانو و میکرو از ۷ شرکت برتر صادراتی فعال در حوزه نانو با اهدای جایزه و لوح تقدیر شد.

در این مراسم که با حضور دکتر عماد احمدوند؛ دبیر ستاد نانو و میکرو و رضا بخشی آبی؛ معاون توسعه اقتصاد دانش بنیان معاونت علمی برگزار شد، از شرکت‌های فعال در این زمینه در سه بخش ارزش صادرات، پیچیدگی فناوری و مقاصد صادراتی تقدیر شد. در بخش ارزش صادرات از شرکت‌های الکترواپتیک صایران، نفت و گاز سرو و دوده صنعتی پارس تقدیر شد. همچنین در بخش پیچیدگی فناوری اطلاعات شرکت‌های نانوداروپیژوهان پردیس، الکترواپتیک صایران و پوشش‌های نانوساختار تقدیر شدند. در بخش مقاصد صادراتی نیز از شرکت‌های پوشش‌های نانوساختار، نساجی فرخ سپهر و شیشه فلوت کاویان تقدیر شد.

■ شرکت صنایع الکترواپتیک صایران

شرکت صنایع الکترواپتیک صایران سازنده قطعات اپتیکی بهبود یافته با فناوری نانو است. محصولات این شرکت جهت استفاده در صنایع مختلف کاربرد دارد و بیشترین ارزآوری را برای کشور در بین محصولات دارای فناوری نانو داشته است.



□ دستگاه لایه‌نشانی ترکیبی به کمک پالس لیزر و تبخیر حرارتی.

■ شرکت فرخ سپهر کاشان

شرکت نساجی فرخ سپهر کاشان (عضو گروه فرش فرهی) یکی از بزرگ‌ترین واحدهای تولیدکننده نخ پلی‌استر فیلامنت در صنعت فرش ماشینی کشور است. این واحد صنعتی با بهره‌گیری از دانش روز دنیا، اقدام به تولید انواع نخ‌های مرغوب به صورت خام و رنگی نموده است. شرکت نساجی فرخ سپهر به‌عنوان یک شرکت پیشرو در صنعت نساجی کشور، با رویکردی نوین در تولید و ارائه محصولات ابریشم مصنوعی، تحول‌شگرفی در حوزه فرش ماشینی کشور به وجود آورده است. این واحد صنعتی با همکاری مراکز علمی، پژوهشی و اقدامات دانش‌محور موفق شد برای اولین بار در ایران، نخ ۱۰۰٪ پلی‌استر فیلامنت یا ابریشم مصنوعی را تولید و مورد استفاده قرار دهد و در همین راستا موفق به دریافت گواهینامه استاندارد تشویقی از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران شد. شرکت فرخ سپهر کاشان با انجام تحقیقات دانش‌محور و ارتباط مستمر با مراکز پژوهشی در چند سال گذشته، موفق به تولید انواع نخ پلی‌استر جهت استفاده در صنعت نساجی و همچنین أخذ استانداردهای بین‌المللی و داخلی نخ پلی‌استر با قابلیت کاربرد در فرش ماشینی شده است. شعار نوآوری و کیفیت سرلوحه فعالیت‌های شرکت نساجی فرخ سپهر است.

■ شرکت شیشه فلوت کاویان

کارخانه فلوت کاویان در شمال شرق ایران و در اطراف مشهد واقع شده است. این شرکت توانایی تولید محصولات شیشه فلوت، شیشه رفلکس، آیینه و تأمین کالای مورد نیاز شمال شرق کشور و کشورهای همسایه را دارا بوده و تمامی پروژه‌های طراحی و مهندسی آن توسط شرکت پتروکاوه از شرکت‌های زیرمجموعه گروه صنعتی کاوه به انجام رسیده است. شاخص مهم محصولات این شرکت صرفه‌جویی در مصرف انرژی است.

■ شرکت نانودارو پژوهان پردیس

شرکت نانودارو پژوهان پردیس در سال ۱۳۹۰ با هدف طراحی، توسعه فناوری، تولید و تجاری‌سازی داروهای پیشرفته بر مبنای سامانه‌های نوین دارورسانی با تمرکز بر نانوذرات هدفمند داروهای ضدسرطان و میکروسفرهای پلیمری با آزادسازی کنترل شده، ثبت شد. بر این مبنای داروی آبراکسان و نالترکسون با توجه به نیاز کشور در حوزه سرطان و اعتیاد، به‌عنوان حوزه اصلی فعالیت توسعه و تحقیق انتخاب شد که هر دو دارو در حوزه تخصص مؤسسان شرکت بود. قیمت تمام شده محصولات این شرکت به نسبت مشابه خارجی علاوه بر رفع نیاز به واردات این داروها، برای کشور ارزآوری به همراه داشته است.

■ شرکت پوشش‌های نانو ساختار

شرکت پوشش‌های نانو ساختار که با هدف طراحی و ساخت سیستم‌های لایه‌نشانی در خلأ، در یک دفتر در مرکز رشد دانشگاه صنعتی شریف تأسیس شد. همه محصولات این شرکت، دانش‌بنیان بوده و در بسیاری از دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور در حال کار است. شرکت پوشش‌های نانو ساختار با بیش از ۲۰ سال تجربه در زمینه طراحی و ساخت انواع سیستم‌های لایه‌نشانی در خلأ از پیشگامان این حوزه در ایران به‌شمار می‌رود. این شرکت برآمده از دل تحقیقات دانشگاهی و مؤسسان آن از اعضای هیئت علمی دانشگاه‌های برتر کشور هستند که به‌خوبی از نیازهای مراکز دانشگاهی، آموزشی و تحقیقاتی کشور آگاه است. همچنین سیستم‌های ساخت شرکت پوشش‌های نانو ساختار در حال حاضر در برجسته‌ترین دانشگاه‌ها و مراکز علمی جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سیستم‌های طراحی و ساخت شرکت عبارت‌اند از:

□ دستگاه لایه‌نشانی رومیزی اسپاترینگ؛

□ دستگاه کربن کوتر؛

□ دستگاه لایه‌نشانی به روش تبخیر حرارتی؛

تولید خمیردندان تخصصی پروبیوتیک حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت



نانوساختار هیدروکسی آپاتیت بهره می برد.»
تشکریان اظهار داشت: «ترکیباتی که در این خمیردندان استفاده شده است کمک شایانی به کنترل بار میکروبی و سلامت دهان، استحکام مینای دندان و جلوگیری از ایجاد پلاک بر روی دندان، کاهش حساسیت، پیشگیری از سرطان دهان، درمان کاندیدیازیس و رفع بوی بد دهان خواهد کرد.»
وی یادآور شد: «بازار هدف این محصول در درجه نخست استفاده کنندگان از خمیردندان ضدحساسیت لثه و دندان، علاقه مندان به استفاده از محصولاتی طبیعی و عاری از مواد شیمیایی مضر و عموم مصرف کنندگان و کودکان بالای ۷ سال است.»
وی بیان کرد: «برای توسعه و ساخت نمونه اولیه صنعتی این محصول، ۲۰۰ میلیون تومان از حمایت نقدی و غیرنقدی بلاعوض ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو بهره مند شده ایم و برای توسعه این محصول نیاز به ۱ میلیارد تومان سرمایه داریم.»

تیم استاری دنت از مرکز رشد دانشگاه علوم پزشکی مازندران، خمیردندان تخصصی پروبیوتیک حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت را با استفاده از فناوری نانو برای دندان های حساس تولید کرده است.
حامد تشکریان؛ مدیر تحقیق و توسعه تیم استاری دنت در خصوص این محصول گفت: «افرادی که دارای دندان های حساس هستند باید حتماً از خمیردندان مخصوص استفاده کنند تا حساسیت آن ها کاهش یابد، دندان ها به وسیله لایه ای به نام مینا که روی عاج قرار گرفته، پوشیده شده اند، در اغلب اوقات این حساسیت در ناحیه ای که تاج دندان به لثه اتصال پیدا می کند، اتفاق می افتد.»

وی بیان کرد: «یکی از محصولات تخصصی فرمول شده در مجموعه استاری دنت، خمیردندانی تخصصی با فرمولاسیونی نوین بر پایه مشتقات طبیعی نظیر عصاره های گیاهی است که عاری از ترکیبات شیمیایی بوده و از ترکیبات ارزشمند پروبیوتیک دهانی و نیز

تولید چسب کاشت میل‌گرد با فناوری نانو



به منظور ایجاد حداقل همپوشانی با میل‌گرد جدید گنده کاری می‌شود، این کار مستلزم صرف هزینه و زمان زیادی بوده و همچنین پرت مصالح، احتمال بروز خطرات ایمنی برای نیروی کار و ایجاد تنش در بتن را سبب می‌شود. خدادوست افزود: «چسب کاشت میل‌گرد نیاز به گنده کاری را کاملاً مرتفع ساخته است، چسب تولید شده توسط این مجموعه با فناوری نانو سبب ارتقای ویژگی‌های کیفی محصول شده است.» وی یادآور شد: «اصلاح، ترمیم، به سازی، مقاوم سازی و توسعه سازه‌های بتنی و نصب تجهیزات سنگین بر بستر بتنی از بازار هدف این محصول نانویی است.» وی گفت: «در حال حاضر این محصول دارای گواهی صادرات به اروپا CE، گواهی تطابق استاندارد از سازمان ملی استاندارد ایران و دارای پروانه بهره‌برداری از وزارت صمت است. این محصول نتیجه یک کار تیمی هشت نفره است و شرکت در حال حاضر در مرکز رشد پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی مستقر است.»

شرکت توسعه راهبردی هیل تیران با تولید چسب کاشت میل‌گرد با فناوری نانو، نیاز به گنده کاری را مرتفع کرده است. ندا خدادوست؛ مدیر فروش شرکت توسعه راهبردی هیل تیران در خصوص این محصول نانویی گفت: «چسب کاشت میل‌گرد یک نوع چسب است که برای اتصال و تصویر میل‌گردها (آرماتور) به سازه‌ها و ساختمان‌ها به کار می‌رود، این نوع چسب به ویژه در ساختمان‌ها و پروژه‌های سازه‌ای برای افزایش استحکام و پایداری اتصالات میل‌گردها به سازه‌های بتنی استفاده می‌شود.» وی بیان کرد: «در سیستم‌های سنتی هر جا در سازه‌های بتنی نیاز به امتداد بتن‌ریزی در بتن ریخته شده باشد (ناشی از اشتباهات مهندسی، تقویت، ترمیم و یا توسعه در اجزای باربر و غیر باربر) این کار از طریق گنده کاری بتن در سطح وسیعی انجام می‌شود.»

وی اظهار داشت: «این گنده کاری تا رسیدن به میل‌گردهای کششی و مدفون در بتن ادامه دارد و سپس اطراف میل‌گردها هم

خاصیت آهن ربایی به دیوارها و سطوح بارنگ‌های مغناطیسی نانویی

چسب‌های دوطرفه، سوزن کاغذ، پونز یا میخ نخواهد بود. همچنین با این رنگ‌ها می‌توان در کمترین زمان دیواری ساده بدون تخریب یا هزینه نصب به یک تخته برای نوشتن یا یک تابلو اعلانات در خانه ادارات مدارس و کارگاه‌ها تبدیل شود. علاوه بر زیبایی و هماهنگی بیشتر با دکوراسیون اطراف، امکان استفاده بهینه‌تر از دیوارها در محیط‌های کوچک بیشتر می‌شود. این محصول قابل‌استفاده در ساختمان‌های مسکونی ادارات مدارس و کارگاه است. در حال حاضر نمونه اولیه این محصول ساخته و در حال سپری کردن انجام تست هاست.

شرکت نانو زیست صنعت اهورا با استفاده از توان متخصصان خود، رنگ‌های مغناطیسی نانویی تولید کرد. رنگ‌های مغناطیسی مجموعه از رنگ‌هایی هستند که علاوه بر پوشش سطح آن خاصیت آهن ربایی می‌دهد این ویژگی می‌تواند برای تثبیت یا تعلیق پایدار به یکشی بر روی دیوار استفاده شود.»

دلیل مغناطیده بودن این رنگ‌ها وجود ذرات مغناطیسی از جنس فلزات یا شبیه فلزات در رنگ است. این ذرات بسیار ریز بوده و در حلال رنگ به راحتی دیسپرس می‌شوند، با نشستن کافی این رنگ بر روی سطح امکان چسباندن یا آویزان کردن اشیای سبک با استفاده از بین‌های مگنتی فراهم می‌شود و نیازی به اتصالات دیگر مانند

ایجاد خاصیت ضدباکتری روی شیرآلات با نانوذرات ساخت داخل

«اکسیدگرافن را به صورت سوسپانسیون و در مقیاس نیمه‌صنعتی تولید می‌کنیم و در حال حاضر ۵ لیتر در ماه تولید داریم. این کلونید را به شرکت‌های صنعتی مختلف به منظور انجام تحقیق و توسعه می‌دهیم. یکی از شرکت‌های تولیدکننده باتری، از این اکسید گرافن برای توسعه محصولات جدید خود استفاده می‌کند. در بخش تولید پارکت نیز اکسید گرافن برای افزایش استحکام محصولات به کار گرفته شده است. رابیزنی با بخش‌های دیگر صنعت در حال انجام است تا دامنه استفاده صنعتی از اکسیدگرافن افزایش یابد. برخلاف اکسیدروی، هنوز میزان استفاده از اکسیدگرافن در صنعت کم است، بنابراین فرصت‌های تجاری زیادی برای اکسیدگرافن وجود دارد. با معرفی بهتر و بیشتر اکسیدگرافن امکان استفاده بیشتر آن در صنعت فراهم می‌شود.»

شرکت دانش بنیان نوآوران نانومقیاس برهان متشکل از اعضای هیئت علمی و دانش‌آموختگان دوره‌های پسادکتری و دکتری دانشگاه فردوسی مشهد در زمینه فناوری نانو، فیزیک، شیمی و علم مواد است. هدف محوری این شرکت تولید محصولات متنوع و متعدد در حوزه نانو با کاربردهای مختلف، با کیفیت عالی و با قیمتی مناسب برای عرضه به مراکز پژوهشی و دانشگاهی کشور بوده تا به تدریج نیاز پژوهشگران را به واردات محصولات خارجی کاهش دهد.

شرکت نوآوران نانومقیاس برهان نانوذرات اکسیدروی (ZnO) تولید و به بازار عرضه کرده است. از این نانوذرات در آبکاری شیرآلات ساختمانی استفاده می‌شود و تا زمانی که پوشش روی سطح شیرآلات باقی باشد، خاصیت آنتی‌باکتریال نیز در محصول وجود خواهد داشت. ریحانه اتفاق؛ عضو هیئت مدیره شرکت نوآوران نانومقیاس برهان می‌گوید: «شرکت ما برای دو محصول نانوذرات اکسیدروی و اکسیدگرافن گواهی نانومقیاس دریافت کرده است. در حال حاضر پودر اکسیدروی به تولید صنعتی رسیده و ماهانه ۲۰۰ کیلوگرم از این پودر تولید می‌شود. شرکت شیرآلات برلیان از این نانوذرات در آبکاری شیرآلات استفاده کرده تا خواص آنتی‌باکتریال روی محصولات خود ایجاد نماید. تا زمانی که پوشش حاوی نانوذرات اکسیدروی در بدنه شیرآلات وجود داشته باشند و پوشش آن خراب نشود، خاصیت آنتی‌باکتریال روی محصول وجود خواهد داشت.»

خانم اتفاق افزود: «علاوه بر این با شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات پزشکی نیز وارد همکاری شدیم تا از این نانوذرات اکسیدروی در محصولات پزشکی به ویژه ادوات فیزیوتراپی استفاده شود. یکی از شرکت‌های تولیدکننده پدهای کولر نیز قرار است از این نانوذرات اکسیدروی در محصولات خود استفاده نماید.»

عضو هیئت مدیره شرکت نوآوران نانومقیاس برهان در ادامه گفت:

ردیابی قند خون با نانوحسگرهای پوشیدنی پایش سلامت بدن



بازی، آموزش و حتی درمان استفاده شود.»
مدیر توسعه کسب و کار ادامه داد: «حسگرهای پزشکی می‌توانند معیارهای سلامتی مانند قند خون، فشارخون و الگوهای خواب را ردیابی کنند، لباس‌های هوشمند، می‌توانند حاوی حسگرهایی باشند که دما، ضربان قلب و سایر معیارهای بیومتریک را ردیابی می‌کنند.»
وی یادآور شد: «بازار هدف این محصول مصرف‌کنندگان عمومی و بیماران جهت پایش سلامت هستند. ردیابی فعالیت‌های روزانه مانند شمارش قدم‌ها، مسافت طی شده، کالری سوزانده شده، فعالیت‌های ورزشی، نظارت بر علائم حیاتی مانند ضربان قلب، فشارخون، سطح اکسیژن خون، تشخیص و پیگیری از بیماری مانند تشخیص آریتمی قلبی، توان بخشی مانند کمک به بازیابی حرکت پس از آسیب یا جراحی ورزشکاران جهت بهبود عملکرد ورزشی از طریق ردیابی و تجزیه و تحلیل معیارهای عملکرد از طریق این محصول انجام می‌شود.»

وی افزود: «در حال حاضر این محصول ثبت اختراع داخل شده و تیم ما در مرکز نوآوری دانشگاه علم و صنعت مستقر است و توانسته تاکنون ۴۳۰ میلیون تومان حمایت جذب کند. هدف اصلی تیم از حضور در پانزدهمین نمایشگاه نانو و میکرو رصد بازار و جذب سرمایه ۲ میلیاردی است.»

نانوحسگرهای پوشیدنی پایش سلامت بدن توسط یک تیم هشت نفره از دانشگاه علم و صنعت در پانزدهمین نمایشگاه نانو و میکرو ارائه شد.

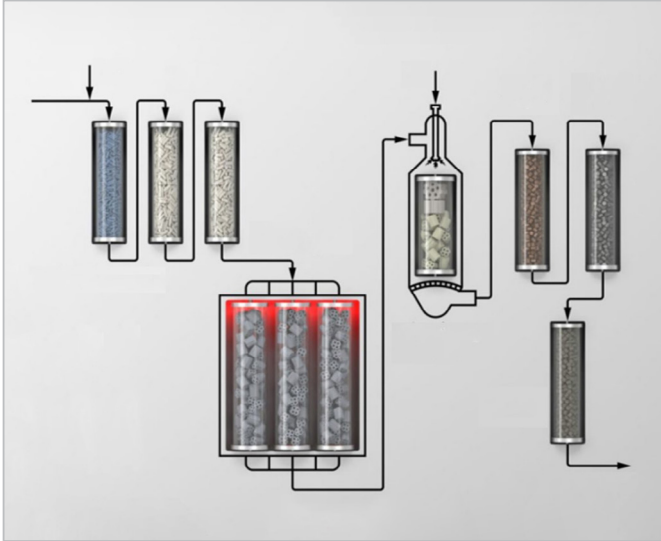
امیرحسین حیدریان؛ مدیر توسعه کسب و کار این تیم در خصوص این محصول گفت: «حسگرها و ادوات پوشیدنی به سرعت در حال تبدیل شدن به بخشی جدایی‌ناپذیر زندگی روزمره ما هستند، این دستگاه‌ها از ساعت‌های هوشمند گرفته تا ردیاب‌های تناسب‌اندام، با جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به بدن و محیط اطراف، به ما در درک بهتر خود و دنیای اطرافمان کمک می‌کنند.»

وی بیان کرد: «محصولات این تیم شامل ردیاب‌های عناصر اندام است، این دستگاه‌ها می‌توانند معیارهایی مانند تعداد قدم‌ها، مسافت طی شده، کالری سوزانده شده، ضربان قلب و الگوهای خواب را ردیابی کنند.»

حیدریان افزود: «به‌طور مثال ساعت‌های هوشمند علاوه بر ردیابی تناسب‌اندام، می‌توانند اعلان‌ها، تماس‌ها و پیام‌ها را نمایش دهند، به‌عنوان یک سیستم پرداخت عمل کنند و برنامه‌های مختلف را اجرا کنند.»

وی ادامه داد: «هدست‌های واقعیت مجازی (VR) و واقعیت افزوده (AR)، تجربه‌های همه‌جانبه‌ای را فراهم می‌کنند که می‌تواند برای

تولید کاتالیست گوگردزدایی اکسایشی از مازوت برای تأمین نیاز صنعت نفت کشور



استفاده می‌کنند.»

مدیرعامل شرکت فناوری خوارزمی گفت: «دانش فنی تولید این کاتالیست برای نخستین بار در ایران و به صورت یک کاتالیست هتروژن توسعه داده شده است. نمونه این کاتالیست در کارخانه خوارزمی تولید و عملکرد آن طی تست‌های متعدد در مقیاس آزمایشگاهی و نیز به صورت پایلوت طراحی شده و با خوراک مازوت پالایشگاه‌های تهران و شیراز مورد ارزیابی کامل قرار گرفته است.»

وی افزود: «با توجه به حجم زیاد سوخت مازوت انبار شده در کشور و معضل تأمین سوخت کم گوگرد مناسب برای مصارف مرتبط از جمله سوخت کشتیرانی و همچنین مشکلات آلودگی‌های محیط‌زیستی حاصل از سوختن مازوت با گوگرد بالا، کاتالیست اکسایشی تولید شده با عملکرد بالا می‌تواند کمک بزرگی برای تأمین سوخت کم گوگرد برای صنعت کشتیرانی و کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی باشد و امکان تجاری‌سازی آن نیز در پالایشگاه‌ها و مراکز مرتبط وجود دارد.»

وی ادامه داد: «این کاتالیست به عنوان یک محصول استراتژیک شناخته می‌شود چرا که برخلاف کاتالیست‌های مایعی که در حال حاضر استفاده می‌شوند و یک بار مصرف بوده و آسیب‌های زیادی را متوجه محیط‌زیست می‌کنند، آسیب محیط‌زیستی نداشته و در قالب بستر ثابت عمل می‌کند، به این معنا که بارها و بارها قابلیت استفاده دارد؛ بنابراین هم از نظر بودجه‌ای برای استفاده‌کننده صرفه اقتصادی دارد و هم از نظر زیستی تفاوت چشمگیری ایجاد می‌کند.»

نوایی یادآور شد: «در حال حاضر این محصول تجاری‌سازی شده و از آنجایی که برای نخستین بار در دنیا و ایران ارائه می‌شود باید فناوری و فرایند آن نیز در واحدها احداث شود که این امر در حال انجام است.»

در پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو از کاتالیست گوگردزدایی اکسایشی از سوخت سنگین (مازوت) شرکت گسترش فناوری خوارزمی رونمایی شد. حسن نوایی، مدیرعامل این شرکت در مورد این محصول گفت: «کاتالیست گوگردزدایی اکسایشی از سوخت سنگین (مازوت) ترکیبات گوگرددار موجود در برش‌های نفتی در صنایع پالایشگاهی و نفتی را از برش‌ها جدا می‌کند. این محصول برای اولین بار در دنیا تولید شده و حاصل واحد تحقیق و توسعه شرکت است و ثبت اختراع شده است.»

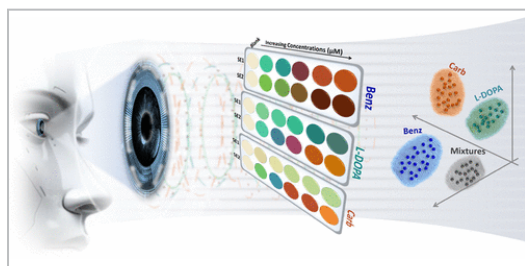
وی بیان داشت: «ترکیبات گوگرددار موجود در برش‌های نفتی در صنایع پالایشگاهی و نفتی از مهم‌ترین آلاینده‌های نفتی محسوب می‌شوند، حذف این ترکیبات از این برش‌های نفتی، به دلیل تولید آلاینده‌های گازی Sox هنگام احتراق و به دنبال آن، آلودگی هوا، تولید باران اسیدی و خوردگی فلزات اهمیت بالایی دارد. از این رو، استانداردهایی از سوی کشورهای مختلف برای تعیین میزان گوگرد موجود در سوخت‌های مختلف تصویب شده که باعث تحقیق و پژوهش در راستای رسیدن به این استانداردها و توسعه روش‌های جدید برای کاهش میزان گوگرد شده است.»

وی افزود: «روش گوگردزدایی اکسایشی از جمله روش‌هایی است که به دلیل مزایایی چون سادگی نسبی فرایند، شرایط عملیاتی ملایم، هزینه سرمایه‌گذاری کمتر و عدم نیاز به هیدروژن در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است.» نوایی اظهار داشت: «درواقع روش گوگردزدایی اکسایشی، روشی مؤثر در حذف ترکیبات گوگردی موجود در برش‌های مختلف نفتی به شمار می‌رود. همچنین می‌توان از این روش برای احیای هیدروکسید سدیم (جریان کاستیک مستعمل) مورد استفاده در واحدهای مراکس بهره برد که از کاستیک برای کاهش غلظت گوگرد و مرکاپتان‌های موجود در برش‌های هیدروکربنی

اختصاص طرح روی جلد مجله میان رشته‌ای انجمن شیمی آمریکا در حوزه علوم اعصاب به مقاله استاد دانشگاه شریف



کوهسار؛ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته شیمی تجزیه دانشکده شیمی است که با همکاری دکتر افسانه اروجی؛ محقق پسادکتری گروه تحقیقاتی دکتر هرمزی نژاد انجام شده است.



برای دسترسی به مقاله، رمزینۀ پاسخ سریع (کیوآرکد) روبه‌رو را پویش کنید.

مجله ACS Chemical Neuroscience متعلق به انجمن شیمی آمریکا که از ژورنال‌های معتبر میان رشته‌ای در حوزه علوم اعصاب و شیمی است، طرح روی جلد شماره اخیر خود را به مقاله گروه تحقیقاتی دکتر محمدرضا هرمزی نژاد؛ استاد دانشکده شیمی، اختصاص داد.

تیم تحقیقاتی دکتر محمدرضا هرمزی نژاد؛ استاد دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی شریف با توسعه حسگر آرایه‌ای چندرنگی بر پایه پوشش دهی فلزی نانومیله‌های پلاسmoni طلا به وسیله نقره، روش رنگ سنجی نوینی در تلفیق با روش‌های یادگیری ماشین جهت تشخیص و اندازه‌گیری زیست‌نشانه‌های بیماری‌های مرتبط با زوال عقل ارائه دادند و نتایج این پژوهش در مجله ACS Chemical Neuroscience منتشر شد و با تصمیم هیئت تحریریه مجله، به عنوان طرح روی جلد شماره اخیر این مجله انتخاب شد.

گفتنی است این مقاله یکی از دستاوردهای پژوهشی پایان‌نامه رضا

آنچه در پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو گذشت



ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو با چشم‌انداز بهبود کیفیت زندگی مردم و تولید ثروت از طریق توسعه پایدار فناوری نانو در کشور در حال فعالیت است. مسئولیت افزایش آگاهی مردم در زمینه فناوری نانو، سیاست‌گذاری مسیر حرکت این فناوری در کشور، توسعه فناوری، صنعت و بازار داخلی و خارجی محصولات در این حوزه و ارزیابی برنامه‌ها و دستاوردهای فناوری نانو بر عهده این ستاد است.



از سال ۱۳۸۲ تاکنون سه برنامه راهبردی در ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو به تصویب و انجام رسیده است. سیر تحول فناوری نانو در کشور ذیل این سه برنامه راهبردی، از توسعه منابع انسانی آغاز و با تولید علم، سپس فناوری و نوآوری و در ادامه صنعتی‌سازی محصولات حوزه نانو پیگیری شده است. امروز در گام پنجم مأموریت‌های ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو، هدف کسب سهم از بازار داخلی و جهانی نانو در دستور کار قرار دارد.

در همین راستا نمایشگاه بین‌المللی فناوری نانو به صورت سالانه برگزار می‌شود. این نمایشگاه بستر مناسبی برای ارائه آخرین دستاوردهای شرکت‌های فعال در حوزه فناوری نانو برای مخاطبان داخلی و بین‌المللی است. حضور سفرا و هیئت‌های تجاری از دیگر کشورها در سال‌های اخیر در این نمایشگاه فرصت مناسبی برای شرکت‌ها و فعالان این حوزه جهت ورود به بازارهای جهانی و توسعه صادرات محصولات نانو فراهم آورده است.

پانزدهمین نمایشگاه بین‌المللی فناوری نانو با رویکرد معرفی

در نمایشگاه ایرانانو برگزار شد. در این برنامه از ده محصول نوآورانه رونمایی شد.



رونمایی از محصولات جدید

رصد مستمر روند فناوری و سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه به عنوان یکی از عوامل کلیدی در رشد و موفقیت شرکت‌ها، نقشی حیاتی در توسعه محصول جدید و تکمیل سبد محصولات دارد. شرکت‌های چالاک که توانایی پاسخ‌گویی سریع به تغییرات بازار و نیازهای مشتریان دارند، با سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه می‌توانند نوآوری‌های بیشتری را به بازار ارائه و مزیت رقابتی خود را تقویت نمایند. این روش به خصوص در صنایع با تغییرات سریع، موجب رشد پایدار و ارتقای رضایت مشتریان می‌شود. آیین رونمایی رسمی از محصولات جدید شرکت‌هایی با ویژگی‌های فوق

۲ دستگاه لایه‌نشانی پوشش‌های فوق‌سخت به روش PVD شرکت فن‌آوران نانو پوشش جم

۱ کاتالیست گوگردزدایی اکسایشی از سوخت سنگین (مازوت) شرکت گسترش فناوری خوارزمی

۴ ماده مؤثره رادیوداوری تشخیصی تکنسیوم تیلمانوسپت شرکت دانش‌بنیان آپرین سما فارمد

۳ ماژول خورشیدی نانوساختار پروسکایتی تمام پیرینت با الکتروکربنی شرکت شریف سولار

۶ اسپری بندآورنده خون «کیتوهم» شرکت کیتوتک

۵ داروی آمورولفین شرکت کیمیا کالای رازی

۸ دستگاه نیدر اکسترودر شرکت بهسا پلیمر پارس

۷ نانوفوم دانه پلی‌پروپیلن انبساطی (EPP) شرکت مواد پیشرفته شریف (سامفو)

۱۰ اوره آهسته رهش گوگردی (سوراس) شرکت چشمه‌سازان پردیس

۹ اکسترودر دو پیچ‌گشتاور بالا شرکت طراح صنعت پویا پژوه



عقد قراردادهای صنعتی

در روز اول نمایشگاه و در حاشیه مراسم آغاز به‌کار نمایشگاه، ۵ قرارداد همکاری به ارزش ۱۰۸۵ میلیارد تومان، بین شرکت‌های فناوری و متقاضیان و شرکت‌های صنعتی بزرگ مثل پتروشیمی‌ها و پالایشگاه‌ها به امضا رسید. این قراردادها با حضور رضا بخشی‌آنی؛ معاون توسعه اقتصاد دانش‌بنیان معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری و عماد احمدوند؛ دبیر ستاد نانو بین شرکت‌های فناوری و متقاضی به امضا رسید.

۲ شرکت بهداش با پالایشگاه آبادان

▪ عقد قرارداد در مجموع به ارزش ۸۰۰ میلیارد تومان

۴ شرکت کیا پلاست دماوند با

شرکت پاک شیمی صفه

▪ عقد قرارداد در مجموع به ارزش ۱۴ میلیارد تومان

۶ شرکت پیام آوران نانوفناوری فردانگر با

شرکت توسعه و تجهیز معادن امداد
▪ عقد قرارداد به ارزش ۱۴ میلیارد تومان

۱ شرکت شهر کاتالیست رز اروند با

پالایشگاه آبادان

۳ شرکت نانوحباب انرژی با چای

ورزقان

۵ شرکت مواد پیشرفته شریف با

شرکت مهرکام پارس
▪ عقد قرارداد به ارزش ۵ میلیارد تومان

این محصولات از سایر محصولات ارائه شده در نمایشگاه، قابلیت ثبت اختراع در پایگاه‌های برتر مالکیت فکری جهان (IP5) بود که این قابلیت توسط تیم داوری کانون مدیریت دارایی‌های فکری معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری، ارزیابی و احراز شد. در این میان، پنج محصول در حوزه بهداشت و سلامت، سه محصول در حوزه نفت و انرژی، یک محصول در حوزه تجهیزات و یک محصول در حوزه آب و محیط زیست، توزیع حوزه فناوری این محصولات را تشکیل دادند.

محصولات نوآورانه ارائه شده در نمایشگاه ایرانانو ۱۴۰۳، سطوح بلوغ فنی (TRL) مختلفی از سطح ۴ (ساخت نمونه آزمایشگاهی اولیه) تا سطح ۷ (تولید در مقیاس کوچک و ایجاد تکرارپذیری در خواص محصول) را شامل می‌شدند. نیمی از این محصولات در قالب شرکت‌های ثبت شده و نیمی دیگر در قالب هسته‌های فناور حقیقی دانشگاهی در حال توسعه بودند.



جایزه صادرات نانو

در مراسم آغازیه کار پانزدهمین نمایشگاه نانو و میکرو از ۷ شرکت برتر صادراتی فعال در حوزه نانو با اهدای جایزه و لوح، تقدیر شد. مفهوم اعطای جایزه صادرات نانو اولین بار در بهار ۱۴۰۳ مطرح شد و تصمیم بر آن شد تا با ارزیابی صادراتی شرکت‌های حوزه فناوری نانو برترین‌های این حوزه معرفی شوند. در این مراسم از شرکت‌های فعال در این زمینه در سه بخش ارزش صادرات، پیچیدگی فناوری و مقاصد صادراتی تقدیر شد.



طرح‌های دارای نوآوری جهانی

یکی از غرفه‌های نمایشگاه ایرانانو ۱۴۰۳ به معرفی محصولات در حال توسعه دارای نوآوری جهانی اختصاص دارد که میزبان ۱۰ محصول با ارزش آفرینی بالاست. این غرفه با شعار «متفاوت فکر کن و تحول آفرین باش» در نمایشگاه دایر شد. یک ویژگی متمایزکننده

۱۴۰۳ اعطا شد. این رقابت فرصتی بود تا عموم مردم و بازدیدکنندگان نمایشگاه، با رأی‌های مجازی و حضوری در انتخاب و معرفی استارت‌آپ‌های برتر، سهیم شوند.



جایزه استارت‌آپی ایرانیانو ۱۴۰۳

رویداد جایزه استارت‌آپی ایرانیانو ۱۴۰۳ هم‌زمان با پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو و با هدف ایجاد رقابت برای ارتقای سطح فعالیت‌ها و تقدیر و برجسته‌سازی برترین استارت‌آپ‌های فعال در حوزه فناوری نانو برگزار شد.

نمونه‌های موفق از استارت‌آپ‌های نانو، براساس نوآوری‌های فناورانه، تأثیرات اجتماعی و میزان تأمین مالی موردآزمایی قرار گرفت و از برترین نمونه موفق با اعطای جایزه‌ای تقدیر شد.

همچنین در راستای ایجاد تعامل و مشارکت مؤثر عموم جامعه در انتخاب مؤثرترین و جذاب‌ترین استارت‌آپ‌ها، جایزه «استارت‌آپ منتخب مردمی» به‌عنوان یکی از بخش‌های برجسته جایزه ایرانیانو



کافه سرمایه

هم‌زمان با پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو، برنامه‌ای با عنوان کافه سرمایه توسط مرکز صنعتی‌سازی نانوفناوری کاربردی طراحی و اجرا شد تا کسب‌وکارهای نوپا بتوانند با سرمایه‌گذاران آشنا شده و از ظرفیت سرمایه‌گذاران برای تأمین مالی کسب‌وکار خود استفاده کنند. طی چهار روز برگزاری نمایشگاه، ۸۵ جلسه با حضور شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران برگزار شد.



نشست سفرا

دوشنبه ۱۴ آبان ۱۴۰۳ جلسه‌ای با حضور نمایندگان دیپلماتیک سفارتخانه‌های برزیل، سودان، روسیه، آفریقای جنوبی، عربستان، مالی، اوگاندا، زیمبابوه، اردن، غنا، برونئی و مالزی برگزار شد. مدعوین که در میان آن‌ها سفرا و معاونان اقتصادی سفارتخانه‌ها هم حضور داشتند با فعالیت‌ها، ظرفیت‌ها و دستاوردهای ایران در حوزه فناوری نانو آشنا شدند.

در این نشست که با حضور نمایندگان ۱۲ کشور در محل دائمی نمایشگاه بین‌المللی برگزار شد، ضمن آشنایی نمایندگان با ظرفیت‌ها و جدیدترین محصولات نانو ساخت ایران در پانزدهمین نمایشگاه بین‌المللی نانو و میکرو، از شرکت‌ها و افراد متخصص این کشورها در حوزه‌های مرتبط با فناوری نانو برای همکاری دعوت شد.

جلسات بهم‌رسانی بین‌المللی

فرایند جذب هیئت‌های تجاری خارجی، از ۴ ماه قبل از برگزاری رویداد آغاز شد و شرکت‌های خارجی در بازارهای هدف صادراتی شناسایی و دعوت شدند. همچنین جهت رفاه مهمانان و تجار، فرایند اخذ ویزا در سامانه eVisa وزارت امور خارجه صورت پذیرفت تا مراجعه حضوری مهمانان به سفارت‌خانه‌ها به حداقل رسیده و تنها پس از صدور روادید به سفارت مراجعه نمایند. متأسفانه با توجه

به مشکلات سیاسی رخ داده بین ایران و رژیم صهیونیستی، بسیاری از تجار موفق به حضور نشدند و در رویدادهای آینده حضور خواهند یافت. با توجه به مشکلات ذکر شده، در نهایت ۲۲ تاجر از ۸ کشور افغانستان، عراق، آفریقای جنوبی، زیمبابوه، چین، روسیه، کویت و عمان در این رویداد شرکت نمودند.

نتیجه جلسات بهم‌رسانی بین شرکت‌های ایرانی و هیئت‌های تجاری و فناوری، ۳۰ مورد بود که جهت خرید محصولات نهایی، مواد اولیه مؤثره، ماشین‌آلات و یا اخذ نمایندگی تفاهم شد.



غرفه ترویج دانش‌آموزی

غرفه مربوط به ترویج دانش‌آموزی که در طبقه دوم سالن خلیج فارس برپا شده بود، دارای دو بخش بود:



در قالب «تور راهیان پیشرفت نانو» در نمایشگاه حاضر شدند و به سرپرستی کارشناسان باشگاه نانو و اعضای کانون برگزیدگان نانو ضمن نمایشگاه گردی، از بخش‌های مختلف غرفه باشگاه نانو دیدن کردند. در این دوره، باشگاه نانو میزبان ۳۱۶ دانش آموز ابتدایی، ۶۰۵ دانش آموز متوسطه اول و ۷۰۹ دانش آموز متوسطه دوم بود.

غرفه نانوپیمایی

غرفه نانوپیمایی در محل فضای باز سالن خلیج فارس (سالن ۴۴) قرار داشت. بازدیدکنندگان صنعتی از شرکت‌ها و مجموعه‌های مختلف تولیدی و اداری و نیز بازدیدکنندگان دانشجوی ایرانی و بین‌الملل با راهنمای تعیین شده از سوی مسئولان برنامه نانوپیمایی، از غرفه‌های مرتبط با حوزه فعالیت و اشتغال خود دیدن کردند تا از جدیدترین دستاوردهای فناوری نانو و محصولات موجود در بازار اطلاع یابند.

در غرفه نانوپیمایی با ارائه هدایا و کتب معرفی نانومحصولات ایرانی، برپایی جلسات صنعتی و دانشجویی، انتقال مفاهیم اولیه فناوری نانو، بازی‌های نانویی و جلسات پرسش و پاسخ و راهنمایی توسعه کسب‌وکار فناورانه از حاضران استقبال شد.

همچنین آموزش مفاهیم اولیه فناوری نانو، بازی دارت نانویی، کارگاه‌های آموزشی با محوریت کاربردهای فناوری نانو در حوزه‌های ساختمان، مواد ضدباکتری، کشاورزی و محیط زیست، پزشکی و سلامت و گردونه شانس و بگام آموزش برای بازدیدکنندگان با جوایزی از جمله اعتبار آموزش و بگام، کد تخفیف دوره‌ها، اشتراک مدت دار، پیکسل، استیکر، گواهی حضور... در نظر گرفته شده بود.



■ **نمایشگاه دستاوردهای دانش آموزی در حوزه نانو:** فراخوان این نمایشگاه از ابتدای تابستان آغاز شد و بیش از ۱۰۰۰ اثر در دبیرخانه نمایشگاه مورد پذیرش قرار گرفت. این آثار در محورهای مقالات، بازی، آثار هنری (نقاشی و داستان نویسی و کار دستی)، محصول و کارسازه، سخنرانی نانویی و فیلم آموزشی برای دبیرخانه ارسال شد. در طول روزهای برگزاری نمایشگاه نانو، ۴۵ اثر منتخب در غرفه باشگاه دانش آموزی طرح‌های خود را ارائه کردند. در طول ۴ روز برپایی نمایشگاه، ۷۰ دانش آموز به همراه اساتید راهنما و سرپرستان خود از استان‌های تهران، البرز، آذربایجان شرقی، قزوین، خوزستان، فارس، اصفهان، کرمان، خراسان شمالی، رضوی و جنوبی به ارائه طرح‌های خود برای بازدیدکنندگان و داور علمی نمایشگاه پرداختند. ۸۰ نقاشی، ۶ کار دستی، ۱۰ سخنرانی و ۱۰ فیلم آموزشی برتر دانش آموزی نیز در معرض نمایش قرار گرفتند. گفتنی است کتاب دانش آموز موفق ابوالفضل حقیقی پور با عنوان «حمید و فناوری‌های نون» که اثر برگزیده یازدهمین نمایشگاه دستاوردهای نانو بود، طی مراسمی در غرفه باشگاه نانو رونمایی شد.

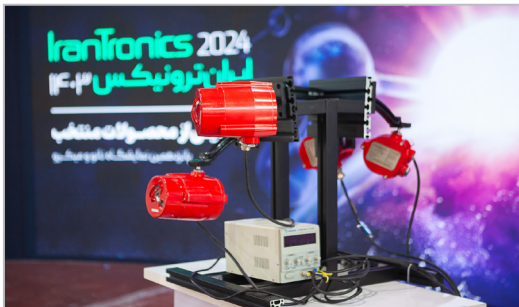
■ **باشگاه دانش آموزی نانو:** اجرای بازی‌های علمی و جمعی، معرفی فعالیت‌های جاری بخش ترویج دانش آموزی ستاد نانو مانند المپیاد دانش آموزی نانو، شبکه آزمایشگاهی توانا، مسابقه ملی توانمند و مسابقات ماهر و نیلوفر آبی، دوره‌های آموزش نانو، آموزش پژوهش در نانو و همچنین تبیین حمایت‌های ستاد نانو از فعالیت‌های دانش آموزی این بخش از غرفه را تشکیل می‌داد. از دیگر بخش‌های این غرفه که مورد توجه بازدیدکنندگان قرار گرفت، انجام آزمایش‌های آموزشی نانو با عنوان «دنیای شگفت‌انگیز نانو»، آزمایشگاه مجازی در قالب واقعیت مجازی آزمایشگاه نانو با موضوع تهیه نانوالیاف با دستگاه الکتروریسی، بازی هیجان‌انگیز جورچین سازه‌های شگفت‌انگیز و رنگ‌آمیزی طرح‌های میکروسکوپی بود. علاوه بر این رویدادها، حمایت‌ها و فعالیت‌های چندساله باشگاه نانو مانند برگزاری ۱۵ دوره المپیاد نانو، شبکه آزمایشگاهی توانا و مسابقه توانمند برای بازدیدکنندگان ارائه و معرفی شد. طبق هماهنگی انجام شده با مدارس شهر تهران، ۱۶۳۰ دانش آموز



■ حضور در برنامه‌های زنده رادیویی و تلویزیونی در راستای معرفی برنامه‌ها و دستاوردهای صنعتی و محصولات نانوفناورانه.

اولین نمایشگاه میکرو؛ ایران ترونیکس ۱

اولین نمایشگاه میکروالکترونیک و نیمه‌هادی، تجهیزات و صنایع وابسته، با نام ایران ترونیکس ۱، هم‌زمان با برگزاری پانزدهمین نمایشگاه بین‌المللی نانو برگزار شد. پایه‌ریزی، تعریف اهداف و مأموریت‌های فناوری میکرو در کشور، سال گذشته به ستاد نانو محول شد. طی این برنامه‌ریزی، مقرر شد ابتدا تنها در برخی از حوزه‌های مربوط به فناوری میکرو، فعالیت این بخش آغاز شود. از این‌رو، چند حوزه تخصصی از فناوری میکرو در این نمایشگاه حضور یافتند.



بازدید دانشجویان خارجی

در طول چهار روز برگزاری نمایشگاه ایران نانو ۱۴۰۳، ۲۵۱،۱۴۳ نفر (۹۷ خانم و ۱۵۴ آقا) از دانشجویان بین‌الملل در حال تحصیل در دانشگاه‌های ایران، در نمایشگاه حاضر شدند.

به منظور افزایش کیفیت بازدید از نمایشگاه، به همراه هر ۲۰ نفر دانشجو، یک نفر به عنوان «راهنمای بازدید» که از اعضای شبکه مدرسان فناوری نانو و به زبان انگلیسی مسلط است، به معرفی بخش‌های مختلف نمایشگاه می‌پرداخت.

این دانشجویان دارای تابعیت کشور افغانستان، بحرین، بنگلادش، دانمارک، لبنان، پاکستان، روسیه، سنگال، اتیوپی، هند، نیجریه یا عراق بودند و در یکی از دانشگاه‌های علامه طباطبائی، صنعتی امیرکبیر، شهید بهشتی، تربیت مدرس، تهران، علوم پزشکی تهران، علم و صنعت، خوارزمی، بیرجند، خواجه نصیرالدین طوسی و قم مشغول به تحصیل هستند.



ترویج صنعتی فناوری نانو

با توجه به حجم نامه‌نگاری‌ها و دعوت‌های متعدد کارگزاران از سازمان‌ها و صنایع مختلف برای بازدید از رویداد نمایشگاهی ایران نانو ۱۴۰۳، بخشی از برنامه‌های ترویج صنعتی به تعامل با مدیران و صنعتگران مدعو اختصاص یافت. از جمله اقدامات نمایشگاهی این بخش در ایام نمایشگاه عبارت‌اند از:

- استقبال از مدیران و صنعتگران و مدعوین صنایع و سازمان‌ها در دو غرفه نانوپیمایی سالن خلیج فارس و غرفه ترویج سالن ۵ ملل؛
- ارائه کتب محصولات و تجهیزات فناوری نانو ایران (نانو و صنعت) در قسمت وی‌آی‌پی، غرفه ترویج و غرفه نانوپیمایی؛
- توزیع پک‌های هدیه نانو و صنعت در بازدیدها و تعاملات؛
- هدایت مدیران شاخص در توسعه تعاملات به وی‌آی‌پی و ارتباط و گفتگوی این افراد با دبیر ستاد نانو؛
- طراحی سه نشست ترویج صنعتی در سالن ۵ ملل با موضوعات انتقال تجربه فناوری و نوآوری در صنایع، حوزه نانوکاتالیست و کاربردهای نانوساختارهای سیلیکا در صنایع؛



امضای تفاهم نامه

تفاهم نامه های همکاری همواره بخش جدایی ناپذیر نمایشگاه های تجاری و صنعتی است. براساس برنامه توسعه و تجاری سازی فناوری های میکرو در نخستین نمایشگاه ایران ترونیکس، ۶ تفاهم نامه همکاری منعقد شد.

جدول ۱- عناوین تفاهم نامه های منعقد شده در نمایشگاه (برنامه توسعه و تجاری سازی فناوری های میکرو)

ردیف	عنوان
۱	تفاهم نامه همکاری میان دانشگاه الزهرا(س) و پردیس میکروالکترونیک و فوتونیک و ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو
۲	تفاهم نامه همکاری میان دانشگاه تربیت مدرس و پردیس میکروالکترونیک و فوتونیک و ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو
۳	تفاهم نامه همکاری میان دانشگاه تهران و پردیس میکروالکترونیک و فوتونیک ایران و ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو
۴	تفاهم نامه همکاری میان دانشگاه علم و صنعت و پردیس میکروالکترونیک و فوتونیک و ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو
۵	تفاهم نامه همکاری میان دانشگاه صنعتی شریف و پردیس میکروالکترونیک و فوتونیک و ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو
۶	تفاهم نامه همکاری میان انجمن صنفی متخصصان تجهیزات پزشکی کشور و ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو

نمایشگاه ایران ترونیکس ۱۴۰۳ در سالن ملل از دو محصول منتخب فناوران حوزه میکروالکترونیک با حضور معاون علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان رونمایی شد.

رونمایی از محصولات حوزه میکرو

در آخرین روز از برپایی پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو و نخستین

جدول ۲- عناوین محصولات رونمایی شده در نمایشگاه (برنامه توسعه و تجاری سازی فناوری های میکرو)

ردیف	عنوان محصول	شرکت فناور
۱	دستگاه قابل حمل تشخیص بیماری های عفونی (آی فست)	فناوری سریع تشخیص هوشمند
۲	آشکارساز شعله در طیف فرابنفش و فروسرخ	آسا اترس لیان

بازتاب رسانه‌ای

در سال‌های اخیر، فعالیت رسانه‌های کشور در زمینه فناوری نانو بسیار چشم‌گیر بوده و همکاری رسانه‌ها با ستاد نانو در انتشار گسترده اخبار منجر به افزایش میزان علاقه و توجه عمومی به فناوری نانو شده است. پوشش رسانه‌ای پانزدهمین نمایشگاه ایرانانو در دو بخش داخلی و بین‌المللی انجام شد.



بخش بین‌الملل

در بخش بین‌المللی خبرنگارانی از چهار کشور چین، تاجیکستان، پاراگوئه و پاکستان برای بازدید و تهیه گزارش از نمایشگاه به ایران سفر کردند. هدف از این سفر، علاوه بر پوشش یک رویداد علمی و فناوری، ترویج دیپلماسی عمومی و نمایش واقعیات ایران به مخاطبان بین‌المللی بود. دستاوردهای شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی در نمایشگاه ایرانانو، به‌ویژه در حوزه سلامت و انرژی تجدیدپذیر، برای خبرنگاران خارجی به خصوص خبرنگاران اهل پاراگوئه، بسیار جذاب بود. همچنین حضور گسترده دانش‌آموزان نوجوان و زنان به‌عنوان پژوهشگر و مهندس در غرفه‌های نمایشگاه نانو، توجه ویژه خبرنگاران را به خود جلب کرد و نشان‌دهنده اهمیت آموزش و مشارکت زنان در علم و فناوری در ایران بود.

بخش داخلی

در بخش داخلی، تیم رسانه‌ای ستاد نانو از ماه‌ها پیش از برگزاری نمایشگاه، تلاش کردند تا زمینه مستندسازی و پوشش خبری و رسانه‌ای هدفمند دستاوردهای ارائه شده در ایرانانو ۱۴۰۳ را فراهم



جدول ۳- اسامی رسانه‌های حاضر در پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو

تسنیم، ایرنا، ایسنا، فارس، باشگاه خبرنگاران جوان، مهر، برنا، آنا، پایگاه خبر ممداد، صداوسیما، دانشجو، ایفنا، شانا، حیات	خبرگزاری
تهران، ایران، گفتگو، پیام، جوان، اقتصاد، سلامت	رادیو
شبکه یک، شبکه دو، شبکه سه، شبکه چهار، شبکه خبر، هیسپان تی‌وی، پرس تی‌وی	سیما
فرهیختگان، جام‌جم، ایران، صمت، همشهری	روزنامه

معاون علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان رئیس جمهور گفت: طی بیست سال گذشته مجموع حمایت‌هایی که از صنعت نانو کشور صورت گرفته، رقمی حدود ۸۰۰ میلیارد تومان بوده است با این حال، این حوزه امروز ۶۰ همت بازار دارد که نشان‌دهنده برگشت بالای حمایت‌های معاونت از این صنعت است.

به گزارش ایسنا، حسین افشین امروز در بازدید از بازدیدگاه فناوری بین‌المللی نانو و میکرو در روز چهارم دوره نمایشگاه بین‌المللی نانو و میکرو در جمع خبرنگاران گفت: حجم بازار در صنعت نانو سال گذشته حدود ۶۰ همت بود که نسبت به سال قبل آن دو برابر افزایش داشته است. این در حالی است که طی بیست سال گذشته مجموع حمایت‌هایی که از این صنعت صورت گرفته است، چیزی حدود ۸۰۰ میلیارد تومان بوده است، یعنی عملاً ما در معاونت علمی زیر یک همت از صنعت نانو حمایت داشته‌ایم؛ با این حال این حوزه امروز ۶۰ همت بازار دارد، این میزان از بازار نشان می‌دهد که حمایت‌های معاونت از این صنعت برگشت کامل دارد.

وی ادامه داد: هرچند معاونت در این حوزه (صنعت نانو) حمایت و تسهیلات ارائه کند، این بازار بزرگتر می‌شود و هدف ما هم همین است، چراکه با بزرگتر شدن بازار شرکت‌های دانش‌بنیان هم نیاز ما به واردات کم می‌شود و هم از نظر اقتصادی درآمد خوبی ایجاد می‌شود.

به گفته معاون علمی رئیس‌جمهور، کل شرکت‌هایی که از نظر آزمایشگاهی و صنعتی توانایی‌های هستند، ۴۰۰ شرکت است که از این تعداد، ۲۰۰ شرکت دانش‌بنیان هستند یعنی تنها با ۲۰۰ شرکت این میزان از پیشرفت رقم خورده است.

افشین با تأکید بر پیگیری اهداف سند نانو که تا سال ۱۴۱۷ را دربر می‌گیرد، اظهار کرد: این سند دو فاکتور مهم دارد: نخست اینکه سهم بازارمان ۳۰ درصد از تورم بیشتر باشد که سال گذشته ما ۱۰۰ درصد افزایش داشتیم، دوم سهم صادرات محصولات نانوایی باید ۱۵ درصد کل سهم بازارمان باشد که الان حدود ۹.۱ درصد است که تا آخر برنامه حتماً از آن جلو می‌ایم.

روزنامه شماره ۲۸۸۰ / گروه زدگی / صفحه شماره ۱۵

ایران‌انو؛ سکوی نمایش توانمندی‌ها در سطح نانو و میکرو

نمایشگاه فناوری نانو (ایران‌انو) هم‌زمان به همت ستاد فناوری نانو و شبکه ملی هدف امکانی از شاخه از فناوری در محل نمایشگاهی بین‌المللی تهران را در حضور خاور داخلی و خارجی برگزار می‌کند.

اسدالله پورنژاد، مدیرعامل ستاد نانو و میکرو در ۱۵۳۳۳ این نمایشگاه افزایش حجم بازار و تعداد شرکت‌های نانو و صادرات محصولات نانو در حوزه‌های صنایع مختلف با ۱۴۰ درصد رشد در دو بخش تجهیزات (تجهیزات فناوری نانو) و سایر ملل (تجهیزات میکرو) در محل نمایشگاهی بین‌المللی تهران برگزار می‌شود. در این نمایشگاه بیش از ۱۸۰ غرفه و ۱۴۰ شرکت حضور خواهند داشت که در میان این ۱۸۰ غرفه برنامه‌های نمایشگاهی شامل محصولات، نمایشگاه، همایش‌ها، تورهای علمی، آشنایی با تجهیزات و سایر خدمات علمی در نظر گرفته شده است. همچنین همزمان با برگزاری نمایشگاه، ستاد نانو و میکرو در محل نمایشگاه، همایش‌ها، همکاران و متخصصان در زمینه‌های مختلف و صنایع وابسته نیز با بازدید از نمایشگاه‌های تخصصی در حوزه‌های مختلف نانو و میکرو، در این نمایشگاه نیز شرکت خواهد کرد. همچنین در این نمایشگاه، همایش‌ها، همکاران و متخصصان در زمینه‌های مختلف و صنایع وابسته نیز با بازدید از نمایشگاه‌های تخصصی در حوزه‌های مختلف نانو و میکرو، در این نمایشگاه نیز شرکت خواهد کرد.

دو هفته پیش زمانی ایران با به عرصه علم و توسعه فناوری نانو گذشت که ریسک‌بوم نوآوری کشور رشد زیادی تجربه نمود و جز چند متخصصان فشرده‌ایم، ایران، فناوری و مستشاران کشور آشنایی زیادی با فناوری نانو داشتند. اما اکنون با حمایت ستاد فناوری نانو و میکرو، معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری از پروژه‌های نانو و میکرو، حمایت‌ها در سطوح ملی، منطقه‌ای و محلی، در قالب نمایشگاه‌ها، همایش‌ها، تورهای علمی، آشنایی با تجهیزات و سایر خدمات علمی در نظر گرفته شده است. همچنین همزمان با برگزاری نمایشگاه، ستاد نانو و میکرو در محل نمایشگاه، همایش‌ها، همکاران و متخصصان در زمینه‌های مختلف و صنایع وابسته نیز با بازدید از نمایشگاه‌های تخصصی در حوزه‌های مختلف نانو و میکرو، در این نمایشگاه نیز شرکت خواهد کرد.



۸۳۰۰ قطعه عکس

۱۷۲۵ دقیقه فیلم

در قالب مصاحبه و تصویربرداری از فضای عمومی نمایشگاه

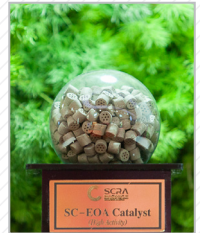
آوردند. در همین راستا شبکه‌های صداوسیما، خبرگزاری‌ها و روزنامه‌ها با تولید و پخش برنامه و محتوای متفاوت، نقش مؤثری در معرفی این دستاوردها داشتند.

یکی دیگر از برنامه‌های ستاد برای پوشش برنامه‌های مختلف نمایشگاه، مستندسازی بود. به این منظور تیم هفت نفره‌ای متشکل از ۳ عکاس و ۴ تصویربردار و دستیار تصویربردار طی ۴ روز برگزاری نمایشگاه به فعالیت پرداختند.

مشابه سال گذشته، در پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو نیز استودیو تلویزیونی با مشارکت صداوسیما فعالیت داشت. در این استودیو که در سالن ملل تجهیز شده بود، پخش زنده تلویزیونی با هدف معرفی دستاوردهای ارائه شده در نمایشگاه تولید و در شبکه‌های یک، دو، چهار، پنج، افق و... پخش شد.

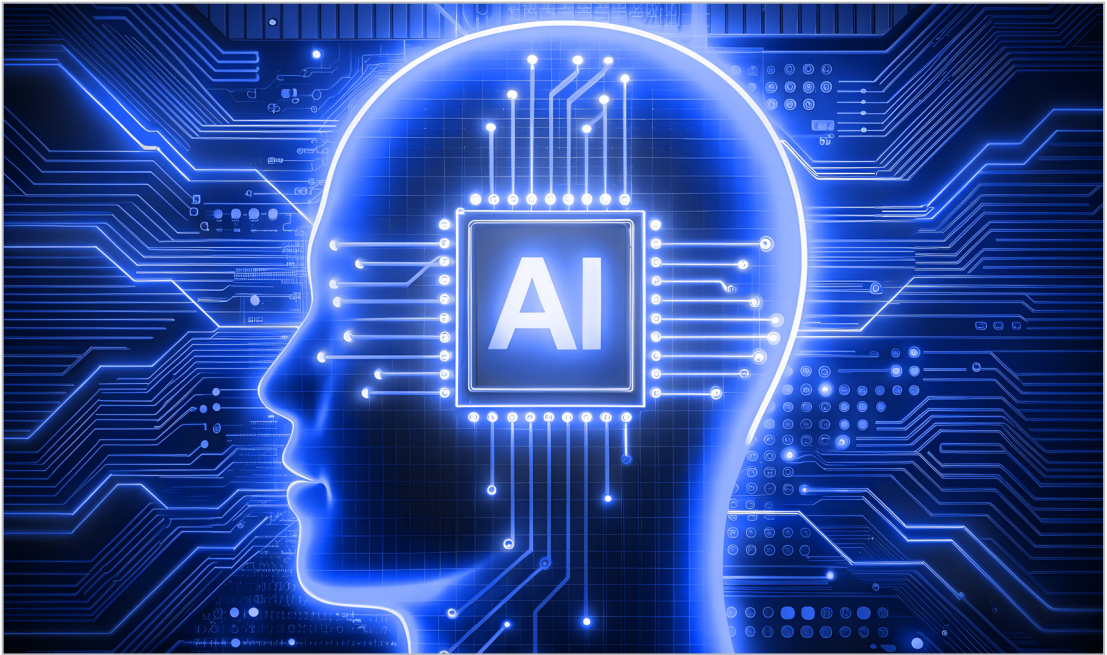
از دیگر ویژگی‌های نمایشگاه نانو و میکرو ۱۴۰۳، پیش‌بینی فضای و تجهیزات مناسب برای تهیه عکس یادگاری بود که با استقبال مخاطبان نمایشگاه روبه‌رو شد، در طول برگزاری نمایشگاه بیش از ۱۵۰۰ قطعه عکس یادگاری در این بخش تهیه و برای بازدیدکنندگان ارسال شد.

گزارش تصویری نمایشگاه فناوری نانو



کاربرد هوش مصنوعی در فناوری نانو

بخش اول: تجهیزات



نویسندگان زینب معیری، مهدی راجی پور

هوش مصنوعی^۱ به سیستم‌های کامپیوتری اطلاق می‌شود که قادر به انجام وظایف پیچیده‌ای هستند که از نظر تاریخی فقط یک انسان می‌توانست انجام دهد، مانند استدلال، تصمیم‌گیری یا حل مشکلات [۱].

فناوری‌های مورد استفاده در دنیای واقعی امروزه در واقع یادگیری ماشینی بسیار پیشرفته را تشکیل می‌دهند که به سادگی اولین گام به سوی هوش مصنوعی واقعی یا هوش مصنوعی عمومی^۲ است.

■ از هوش مصنوعی عمومی تا هوش مصنوعی مولد^۳

هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق اصطلاحات رایج در عصر فناوری اطلاعات است و گاهی اوقات به جای یکدیگر استفاده می‌شوند، اما تمایزاتی وجود دارد.

اصطلاح هوش مصنوعی که در دهه ۱۹۵۰ ابداع شد، به شبیه‌سازی هوش انسان توسط ماشین‌ها اشاره دارد که با توسعه فناوری‌های جدید، مجموعه‌ای از قابلیت‌های در حال تغییر را پوشش می‌دهد. فناوری‌هایی که زیر چتر هوش مصنوعی قرار می‌گیرند شامل یادگیری ماشین^۴، یادگیری عمیق^۵ و هوش مصنوعی مولد را در بر

هوش مصنوعی

امروزه اصطلاح «AI» طیف گسترده‌ای از فناوری‌ها را توصیف می‌کند که بسیاری از خدمات و کالاهایی را که ما هر روز استفاده می‌کنیم - از برنامه‌هایی که نمایش‌های تلویزیونی را پیشنهاد می‌کنند تا چت‌بات‌هایی که پشتیبانی مشتری را در حالت برخط (آنلاین) ارائه می‌کنند - تقویت می‌کنند.

در حال حاضر هوش مصنوعی تئوری و توسعه سیستم‌های رایانه‌ای است که قادر به انجام وظایفی است که از نظر تاریخی به هوش انسانی نیاز داشته است، مانند تشخیص گفتار، تصمیم‌گیری و شناسایی الگوها. اگرچه این اصطلاح معمولاً برای توصیف طیف وسیعی از فناوری‌های مختلف مورد استفاده امروزه، قرار گرفته است، بسیاری در مورد اینکه آیا این‌ها واقعاً هوش مصنوعی‌اند یا خیر، اختلاف نظر دارند. در عوض، برخی استدلال می‌کنند که بسیاری از



شکل ۲- عکس تولیدشده مدل Dall-E3

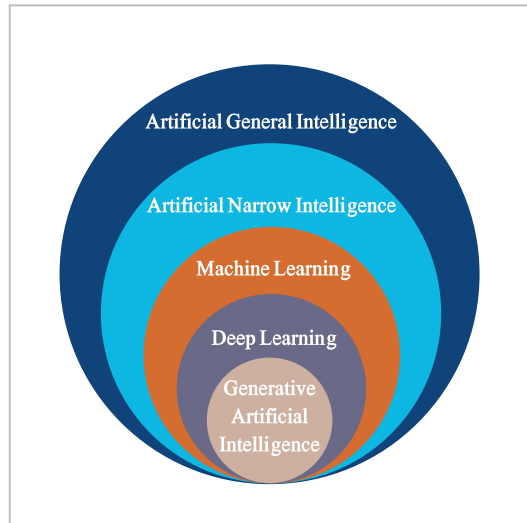


شکل ۳- عکس تولید شده مدل Midjourney

امروزه بیشتر مردم از اصطلاح هوش مصنوعی استفاده می‌کنند، به مجموعه‌ای از فناوری‌های مبتنی بر یادگیری ماشینی مانند چت‌بات‌ها یا ماشین‌های خودکار اشاره می‌کنند که این به معنای وجود ماشین‌هایی برای انجام کارهایی که قبلاً فقط انسان‌ها می‌توانستند انجام دهند، است (مانند تولید محتوای نوشتاری، هدایت خودکار خودرو یا تجزیه و تحلیل داده‌ها). امروزه تصور دنیای بدون کامپیوتر همان قدر سخت است که بعد از گذر از انقلاب صنعتی چهارم بدون ربات‌های پیشرفته، بدون هوش مصنوعی و بدون اینترنت اشیا و... سخت خواهد بود. تفاوت پیشروی این انقلاب‌ها به جز دستاوردهای بیشتر، سرعت رسوخ آن در صنعت و جامعه نیز است.

کاربرد هوش مصنوعی در فناوری نانو

فناوری نانو یا نانوتکنولوژی^۷، توانمندی تولید و آنالیز مواد، ابزار و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در مقیاس نانومتری یا همان سطوح اتمی، مولکولی و فرامولکولی و استفاده از خواصی است که در این سطوح در کاربردهای صنعتی ظاهر می‌شوند. به طور میانگین ۳ تا ۶ اتم در کنار یکدیگر طولی معادل یک نانومتر را می‌سازند که این خود به نوع اتم بستگی دارد. به طور کلی فناوری نانو گسترش، تولید و استفاده از ابزار و موادی است که ابعادشان در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. فناوری نانو به دو سطح قابل تقسیم است: مواد و ابزارها.



شکل ۱- جایگاه فناوری‌های هوش مصنوعی

می‌گیرد که توضیح مختصری از هریک در شکل ۱ آمده است. هوش مصنوعی عمومی به نوعی از هوش مصنوعی اشاره دارد که دارای توانایی درک، یادگیری و به کارگیری دانش در طیف وسیعی از وظایف در سطحی قابل مقایسه با هوش انسانی است و به طور کلی در هرکاری که انسان بتواند انجام دهد، تواناست. یادگیری ماشین وسیع‌ترین حوزه الگوریتم‌ها و مدل‌های آماری را در بر می‌گیرد و برنامه‌های نرم‌افزاری را قادر می‌سازد تا در پیش‌بینی نتایج بدون برنامه‌ریزی صریح، دقیق‌تر شوند.

الگوریتم‌های یادگیری ماشین از داده‌های به ثبت رسیده به عنوان ورودی برای پیش‌بینی مقادیر خروجی جدید استفاده می‌کنند. این رویکرد با افزایش مجموعه داده‌های بزرگ برای آموزش، بسیار مؤثرتر شد.

یادگیری عمیق، زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشینی، براساس درک ما از ساختار مغز است. استفاده یادگیری عمیق از ساختار شبکه عصبی مصنوعی^۸، زیربنای پیشرفت‌های اخیر در هوش مصنوعی از جمله خودروهای خودران، تشخیص سرطان و... است. هوش مصنوعی مولد زیرمجموعه دیگری از یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و هوش مصنوعی محدود است، هوش مصنوعی مولد با یادگیری از داده‌های موجود و تولید خروجی‌هایی که الگوهای آموخته شده را تقلید می‌کنند، بر ایجاد محتوای جدید در زمینه متن، تصویر یا صوت تمرکز دارد، مانند چت‌بات‌های هوشمند GPT و Copilot و Gemini و Midjourney و Dall-E که در سطح کاربردی بالایی قرار دارند (شکل ۲ و ۳).

با این حال، علی‌رغم اختلاف‌نظرهای فلسفی فراوان در مورد اینکه آیا ماشین‌های هوشمند «واقعی» واقعاً وجود دارند یا خیر، وقتی

مدل‌های هوش مصنوعی می‌توانند خواص و رفتار مواد را براساس ساختار و ترکیب اتمی آن‌ها پیش‌بینی کنند، همچنین هوش مصنوعی در تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز به کمک فناوری نانو آمده و می‌تواند مقادیر زیادی از داده‌های تجربی و شبیه‌سازی را برای شناسایی الگوها و همبستگی‌هایی که ممکن است توسط محققان انسانی نادیده گرفته شود، پردازش کند. با الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توان فرایندهای طراحی و سنتز را بهینه و بهترین ترکیب پارامترها را برای خواص مورد نظر پیدا کرد. علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند فرایند کشف مواد جدید را با تولید و آزمایش فرضیه‌ها با سرعتی بسیار سریع‌تر از روش‌های سنتی خودکار کند. به همین منظور در رصد به کارگیری هوش مصنوعی در صنعت تایر، مطالعه موردی صورت گرفته است. این مطالعه با توجه به اینکه کمپانی‌های بزرگ تولیدکننده تایر مانند میشلین^۱، کونتیننتال^۲ و نوکیان^۳ به این سو حرکت کرده‌اند، به کارگیری هوش مصنوعی در این صنعت را نتیجه بخش دانسته و مهر تأییدی بر رسوخ هوش مصنوعی در بسط مواد پیشرفته زده است.

با توجه به ترکیب تعداد زیادی ماده در تولید تایر، از هوش مصنوعی در توسعه مواد تایر در بهبود روند ترکیب و کشف مواد جدیدی که جهت بهبود عملکردی مشخص به فرمولاسیون اضافه می‌شود، می‌توان بهره برد. این مواد جدید با داده‌های عظیمی که توسط هوش مصنوعی آموزش داده می‌شوند با ویژگی‌های منحصر به فرد درصدی مشخص پدیدار می‌شوند. سازمان پیشگامی ژنوم مواد^۴ آمریکا، در برنامه‌ای استراتژیک

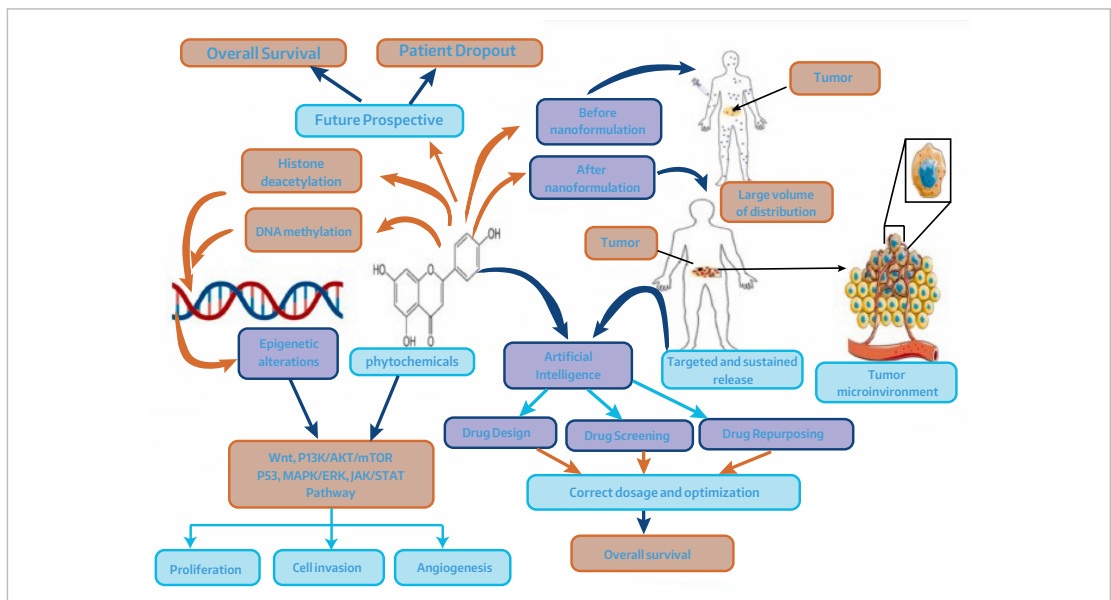
به هر ماده‌ای که حداقل یکی از ابعاد آن در مقیاس نانومتری زیر ۱۰۰ نانومتر باشد، نانومواد گفته می‌شود که این تعریف به وضوح انواع بسیار زیادی از ساختارها، اعم از ساخته دست بشر یا طبیعت را شامل می‌شود. در ابزارها، تمام تجهیزات فناوری نانو را پوشش می‌دهد که شامل تجهیزات ساخت و تولید که تولیدکننده مواد در ابعاد نانو هستند و تجهیزات شناسایی و آنالیز که مواد را در ابعاد نانو بررسی می‌کنند.

هوش مصنوعی در صنعت کامپیوتر و فناوری نانو از جمله پرطرفدارترین فناوری‌های نوظهور هستند، وجود هم‌افزایی بین این فناوری‌ها، سبب توسعه هر یک در عصر دیجیتال شده است (شکل ۴ نمونه‌ای از مثال‌های کاربردی است).

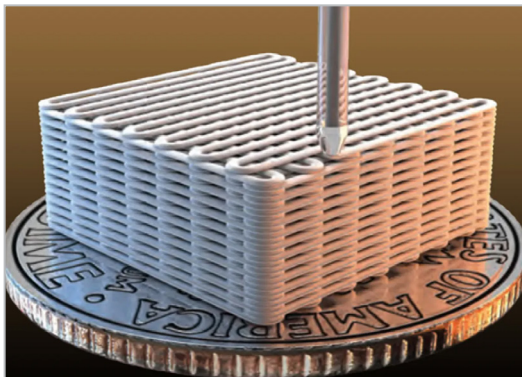
در فناوری نانو نیز از هوش مصنوعی در تولید و آنالیز مواد استفاده شده است. در حال حاضر با توجه به بررسی‌های انجام شده کاربرد هوش مصنوعی در نانو به سه دسته تقسیم می‌شود: کشف و بسط مواد پیشرفته، تجهیزات و فرایندهای تولید.

■ کشف و بسط مواد پیشرفته

بهره‌گیری از هوش مصنوعی برای کشف مواد پیشرفته نانوئی هم‌اکنون به مهم‌ترین ترند حوزه مواد پیشرفته تبدیل شده است، که برنامه‌ریزی در این خصوص از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، این دانش در واقع یک زمینه میان‌رشته‌ای پیشرفته است که از نقاط قوت نانو و هوش مصنوعی برای توسعه مواد جدید با خواص پیشرفته برای کاربردهای مختلف استفاده می‌کند. به عنوان مثال



شکل ۴- مثالی از کاربردهای هوش مصنوعی در فناوری نانو برای درمان سرطان دهانه رحم [۱۵]



شکل ۶- آنروژل‌های گرافنی^{۱۳}

کارخانجات تولیدی جایگذاری شده است، انجام می‌پذیرد. هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل داده سیستم‌های نظارت بر خط تولید، به منظور افزایش راندمان کنترل کیفی استفاده می‌شود. به عنوان مثال در خط تولید صنعت دارویی با تشخیص خودکار ورق‌های خالی قرص، آن‌ها را از خط تولید خارج می‌کند (شکل ۷).

چالش‌های موجود در استفاده از هوش مصنوعی در نانو

هر فناوری جدید علاوه بر ارائه دستاوردهای بی‌شمار، دارای چالش‌های خاص خود نیز است، در تعامل با هوش مصنوعی، اصلی‌ترین سطح متعلق به داده‌هاست و نقطه عطف چالش‌های این حوزه نیز داده به شمار می‌رود. چالش‌های موجود در ادغام هوش مصنوعی و فناوری نانو در ادامه بیان می‌شوند.

کیفیت و در دسترس بودن داده‌ها

در صورت عدم وجود داده، اجرای این امر غیرقابل امکان است. می‌توان گفت با افزایش داده، نرخ دقت هوش مصنوعی نیز بالاتر خواهد رفت، هرچه اطلاعات در مورد داده بیشتر شود مدل تحت



شکل ۷- یکی از کاربردهای هوش مصنوعی، در تحلیل داده‌های خط تولید است.

بررسی‌هایی در این حوزه انجام داده است. هدف این سازمان تسریع روند کشف، توسعه و استقرار مواد پیشرفته است که مواد پیشرفته را با هزینه کمتر و دو برابر سریع‌تر ایجاد کنند. با درک پیش از رشد این حوزه در جهان، آمریکا این کار را از سال ۲۰۱۱ تسریع بخشیده و با طرح اهداف واضح آن را ملزم به رشد کرده است (شکل ۵). این اهداف شامل توسعه نیروی کار در این حوزه، دسترسی آسان به مراکز داده، ایجاد زیرساخت داده دیجیتال برای همکاری بین صنایع و اشتراک آسان بین آن‌ها، تشویق دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها و صنعت به همکاری با یکدیگر و پر کردن شکاف بین کشف مواد تا استفاده تجاری است (شکل ۶) [۲].

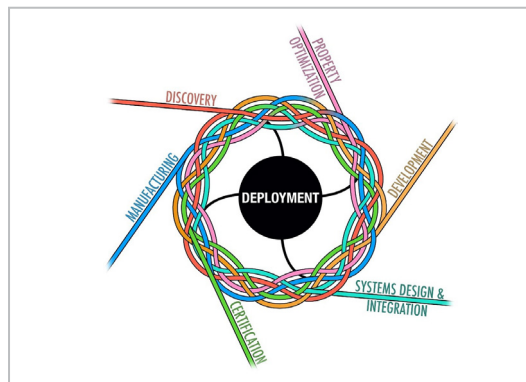
تجهیزات

در زمینه تجهیزات، هوش مصنوعی در افزایش دقت، افزایش سرعت تولید یا آنالیز و نتیجه‌گیری نقشی حیاتی در آینده خواهد داشت. به طوری که تجهیزات نانویی که به هوش مصنوعی مجهز نشده و در نرم‌افزارهای خود از آن بهره‌برنده باشند، شانس برای رقابت با نمونه‌های خارجی و صادرات نخواهند داشت.

تجهیزات در نانو می‌تواند در دو بخش تجهیزات ساخت و تولید و تجهیزات شناسایی و آنالیز مورد استفاده قرار گیرد. از آنجایی که آنالیز داده از ابتدا مرکز توجه گروه‌های فعال در حوزه هوش مصنوعی بوده است، در بخش تجهیزات شناسایی و آنالیز با توجه به ماهیت تجهیزات که تولیدکننده داده هستند، روند سریع‌تری برای ادغام با هوش مصنوعی طی خواهد شد.

فرایندهای تولید

در فرایندهای تولیدی فناوری نانو نیز با بهره‌گیری از هوش مصنوعی سیر تکاملی ادغام این فناوری‌ها طی خواهد شد، به عنوان مثال در خط تولید با استفاده از اینترنت اشیا، جمع‌آوری داده صورت گرفته و پردازش آن‌ها با هوش مصنوعی که در حال حاضر در بسیاری از



شکل ۵- استراتژی پلن سال ۲۰۲۱ سازمان پیشگامی ژنوم مواد آمریکا

شایانی خواهد کرد.

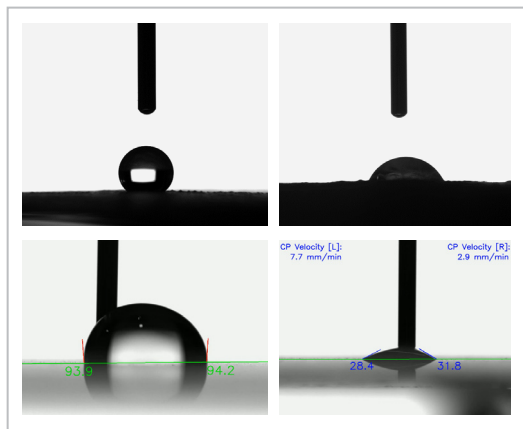
■ دستگاه اندازه‌گیری زاویه تماس سطح

این دستگاه برای اندازه‌گیری زاویه تماس سطح، از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق مانند شبکه عصبی کانولوشن^{۱۳} و الگوریتم تبدیل دایره‌ای^{۱۴} برای آموزش مدل و پیش‌پردازش داده‌ها استفاده می‌کند تا بتواند بعد از دیدن عکس قطره روی سطح بلافاصله زاویه تماس را اندازه‌گیری کند، علاوه بر اندازه‌گیری زاویه سطح تماس، زاویه کشش سطح نیز می‌تواند با همین الگوریتم‌ها اندازه‌گیری شود.

در این زمینه در مراکز مختلفی مانند مرکز تحقیقات ماکروسافت^{۱۵} در سال ۲۰۱۷، مرکز تحقیقات آی‌بی‌ام^{۱۶} در سال ۲۰۱۹، دانشگاه کمبریج^{۱۷} در سال ۲۰۱۶ و در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۳، مقالات متعددی به انتشار رسیده است. شرکت بیولین^{۱۸} نیز علاوه بر تولید دستگاه، نرم‌افزار شیمی سطح مبتنی بر هوش مصنوعی را ارائه می‌دهد. این نرم‌افزار از ترکیبی از شبکه عصبی کانولوشن و الگوریتم تبدیل دایره‌ای برای پیش‌بینی شیمی سطح مواد از جمله زاویه تماس قطرات استفاده می‌کند (شکل ۸ و ۹) [۵][۴][۳].

■ دستگاه‌های طیف‌سنج رامان

با توسعه دستگاه‌های طیف‌سنج رامان و گسترش حوزه‌های کاربردی آن، روش‌های مرسوم برای تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی، محدودیت‌های زیادی را آشکار کرده‌اند، همچنین کاهش رویکردهای جدید برای تسهیل طیف‌سنجی و تحلیل رامان، نقطه تمرکز برای محققان این حوزه شده است. تکنیک‌های یادگیری ماشینی می‌توانند به طور مؤثرتری اطلاعات ارزشمند را از داده‌های طیفی استخراج کنند و فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را برای علوم تحلیلی



شکل ۹- تصاویر دستگاه اندازه‌گیری زاویه تماس



شکل ۸- دستگاه اندازه‌گیری زاویه تماس ژیکان CAG-20PE

آموزش می‌تواند دقیق‌تر یاد بگیرد و پیش‌بینی و پیشنهادهای بهتری ارائه دهد، در اصل داده‌ها با ویژگی‌های مهم‌تر اهمیت بسیار زیادی در نحوه اجرای هوش مصنوعی دارند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای یادگیری و تطبیق به داده‌های با کیفیت بالا و فراوان نیاز دارند. با این حال، تجهیزات فناوری نانو اغلب داده‌های محدودی تولید می‌کنند که توسعه مدل‌های قوی هوش مصنوعی و یادگیری ماشین را به چالش خواهد کشید.

■ یکپارچه‌سازی با تجهیزات موجود

ادغام خروجی این الگوریتم‌ها با تجهیزات نانو می‌تواند پیچیده و زمان‌بر بوده و نیاز به تغییرات و ارتقای قابل توجهی داشته باشد.

■ استانداردسازی و قابلیت به‌روزرسانی

در به‌روزرسانی‌های فنی و رفع نواقص نرم‌افزاری، قابلیت در دسترس بودن سروری که بتواند این امکان را فراهم کند مسئله‌ای ضروری به حساب خواهد آمد، همچنین عدم نقض اطلاعات به دست آمده از کاربران در مسئله استانداردسازی نیز نقش اساسی خواهد داشت.

■ نمونه‌های مشابه خارجی تجهیزات آنالیزی و تولیدی نانو هوش مصنوعی

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد دستگاه‌های آنالیز داده در بخش تجهیزات فناوری نانو از اهمیت بالایی برخوردارند، با توجه به این موضوع به شرح چند نمونه از دستگاه‌های موجود در ایران پرداخته شده است که نمونه‌های خارجی آن‌ها باتکیه بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی توانسته‌اند، خود را به خوبی به‌روزرسانی کنند، با درک بر اینکه هوش مصنوعی و به اصطلاح هوشمندسازی دستگاه‌های آزمایشگاهی و صنعتی به افزایش دقت و کاهش زمان اپراتورها کمک

یادگیری عمیق مبتنی بر شبکه عصبی^{۲۲} مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی^{۲۳}، شبکه‌های عصبی کانولوشنال و... است (شکل ۱۰). شرکت اوژن اوبتیک^{۲۴} سیستم‌های طیف‌سنجی رامان را با الگوریتم‌های یادگیری ماشین ارائه می‌کنند همچنین علاوه بر این، شرکت‌های دیگری مانند اجیلنت تکنولوژی و...^{۲۵} به دلیل ترکیب تکنیک‌های یادگیری ماشین در رامان برای کارهایی مانند شناسایی و طبقه‌بندی مواد شناخته شده‌اند. [۸][۷][۶]

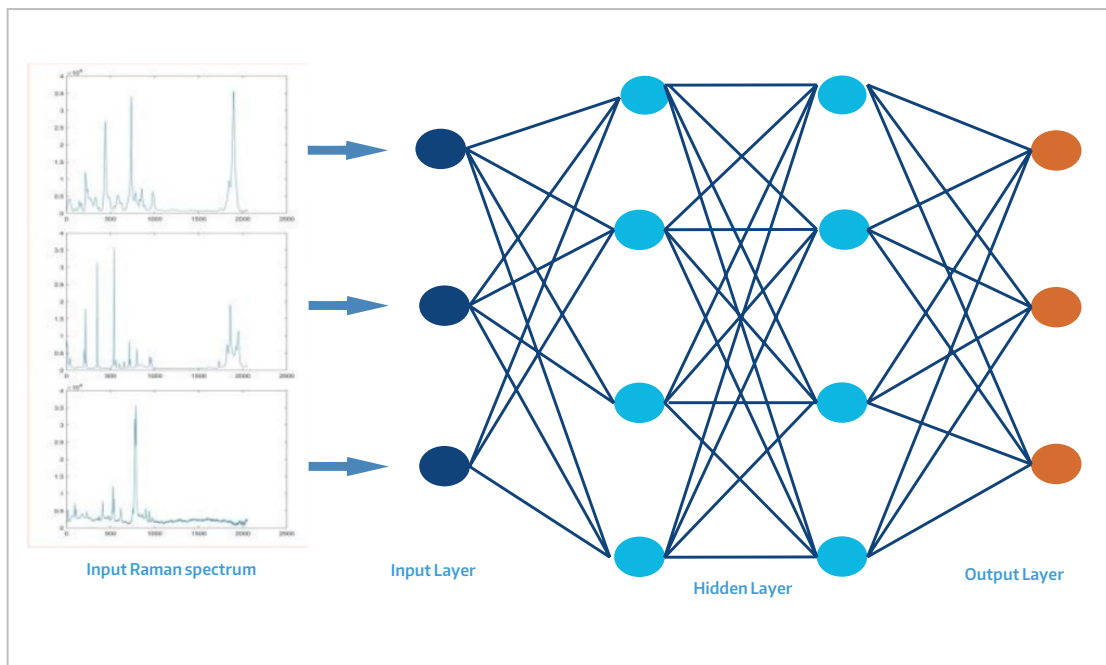
■ دستگاه‌های اسپکتروفتومتر و اسپکترومتر

در دستگاه‌های اسپکتروفتومتر و اسپکترومتر هم با توجه به اینکه محصولی پرکاربرد در صنایع است می‌توان با افزایش دقت خروجی دستگاه و کم کردن خطای انسانی و خودکار کردن تشخیص

ایجاد کنند.

پیشرفت‌های تحقیقاتی هوش مصنوعی در طیف‌سنجی رامان از چندین زمینه از جمله علم مواد، کاربردهای زیست‌پزشکی، علوم مواد غذایی و موارد دیگر به کار گرفته شده که به سطوح قابل توجهی از دقت تحلیلی رسیده است. ترکیب طیف‌سنجی رامان و هوش مصنوعی فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را برای دستیابی به توان عملیاتی بالا و شناسایی سریع در بسیاری از این زمینه‌های کاربردی ارائه می‌دهد.

روش‌های تجزیه و تحلیلی که معمولاً در یادگیری ماشین برای کاربردهای مختلف طبقه‌بندی و شناسایی مبتنی بر طیف‌سنجی رامان استفاده می‌شوند شامل پیدا کردن نزدیک‌ترین همسایه^{۲۶}، جنگل تصادفی^{۲۷} و ماشین بردار پشتیبان^{۲۸} و همچنین الگوریتم‌های



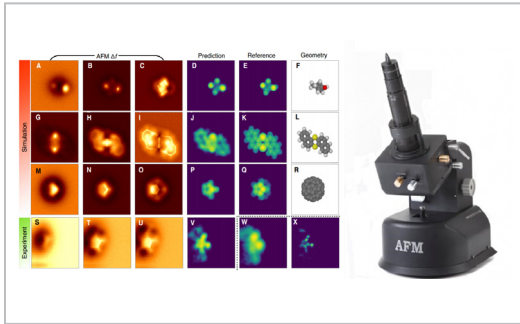
شکل ۱۰- شبکه عصبی یادگیری طیف‌های رامان

شرکت آمریکایی اجیلنت ۱ در این حوزه پیشرو است و از یادگیری ماشین در دستگاه اسپکتروفتومتری خود استفاده کرده است. [۹][۱۰]

■ میکروسکوپ نیروی اتمی^{۲۹}

میکروسکوپ نیروی اتمی به عنوان یک ذره بین فوق‌العاده قدرتمند است که به دانشمندان اجازه می‌دهد تک‌تک اتم‌های سازنده مولکول‌ها را بررسی کنند. با CO-AFM نوع خاصی از میکروسکوپ نیروی اتمی است، از یک مولکول مونوکسید کربن

مواد، این محصول را برای فروش بیشتر چه در بازارهای داخلی و چه در رقابت با بازارهای جهانی آماده کرد. هوش مصنوعی (یادگیری ماشین - یادگیری عمیق) می‌تواند در چند قسمت به کمک اسپکتروفتومترها بیاید. در قسمت پیش‌پردازش داده‌ها، می‌تواند نویزهای داخل سیگنالی که از آشکارساز دریافت می‌شود را حذف یا آن‌ها را کمتر کند^{۲۶}، در قسمت پیدا کردن ویژگی‌های مهم می‌تواند نقش به‌سزایی داشته باشد^{۲۷} و همچنین در پردازش داده‌ها می‌توان هم از یادگیری ماشین و هم از یادگیری عمیق استفاده کرد^{۲۸} (شکل ۱۱).



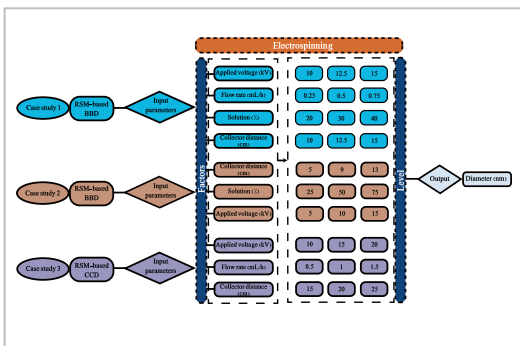
شکل ۱۲- دستگاه AFM و تصاویری از ساختارهای سه بعدی

خودکار استفاده می‌کند. [۱۲][۱۱]

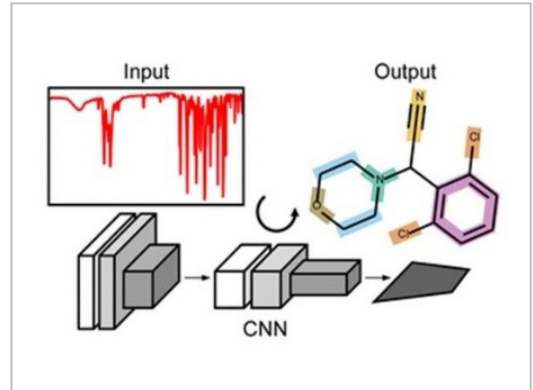
■ دستگاه الکترونیسی^{۳۱}

قطر نانوالیاف تولیدی از دستگاه الکترونیسی در صنعت حائز اهمیت است، زیرا کاربردهای مختلفی دارند. به عنوان مثال، الیاف بسیار نازک ممکن است برای فیلترهای خاص بهتر باشد، درحالی که الیاف ضخیم‌تر ممکن است برای استفاده‌های دیگر قوی‌تر باشند. پیش‌بینی قطر به طراحی فرایند برای به دست آوردن الیاف مورد نیاز کمک می‌کند. همان‌طور که در شکل ۱۳ مشاهده می‌کنید، محققان الگوریتم‌های یادگیری ماشین را با داده‌های کامل دستگاه مانند ولتاژ، نرخ جریان و... برای پیش‌بینی قطر فیبر آموزش دادند. با پیش‌بینی دقیق قطر الیاف، سازندگان می‌توانند فرایند الکترونیسی را برای تولید نانوالیاف با خواص مطلوب بهینه کنند. این امر می‌تواند منجر به محصولات و کاربردهای بهتر در زمینه‌های مختلف مانند مهندسی محیط زیست، پزشکی و موارد دیگر شود.

همچنین با استفاده از هوش مصنوعی می‌توان به صورت خودکار نانوالیاف الکترونیسی شده ناقص را تشخیص داد. بدین صورت که با استفاده از ترکیب تکنیک‌های یادگیری ماشین بدون نظارت



شکل ۱۳- طرحی از استراتژی بهینه‌سازی و خروجی‌های دریافتی از پارامترهای پردازش الکترونیسی به کمک RSM



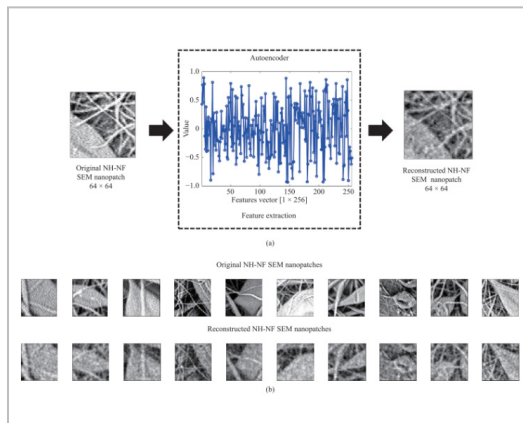
شکل ۱۱- مثالی از ورودی و خروجی‌های الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای طیف‌های اسپکتروفتومتر

متصل به نوک میکروسکوپ برای گرفتن تصاویر با وضوح بسیار بالا استفاده می‌شود. اما درک تصاویری که دانشمندان دریافت می‌کنند بسیار سخت است، به خصوص اگر مولکول‌ها صاف نباشند. این مانند تلاش برای درک یک شی سه بعدی از سایه آن است. دانشمندان با استفاده از یک پایگاه داده عظیم که از مولکول‌های مختلف ایجاد و شبیه‌سازی کردند، نشان دادند که تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی آن‌ها چگونه خواهد بود و یک مدل یادگیری عمیق را آموزش دادند (شکل ۱۲).

هوش مصنوعی بر روی تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی شبیه‌سازی و واقعی آزمایش شده و عملکرد بسیار خوبی را از خود نشان داده است و این بدان معناست که ساختارها را با دقت شناسایی کرده است. مانند مولکول‌های کافور روی سطح مس و فولرن C₆₀ که در آن پیش‌بینی‌های هوش مصنوعی با ساختارهای مولکولی واقعی مطابقت داشته است.

در جایی دیگر در ژورنال Nano Letters، از دستاورد تیمی صحبت به میان آمده که با کمک هوش مصنوعی و یادگیری عمیق، مشخصات ارتفاع و زبری دقیق را بدون محدودیت‌های ذاتی روش‌های معمولی تر ریاضی به دست آوردند که در ابتدا برای آموزش این الگوریتم، محققان تصاویر مصنوعی از ساختارهای سه بعدی تولید و بازخوانی‌های میکروسکوپ نیروی اتمی آن‌ها را شبیه‌سازی کردند. محققان در اینجا برای آزمایش الگوریتم خود، نانوذرات طلا و پالادیوم را با ابعاد مشخص بر روی میزبان سیلیکونی سنتز کردند. این الگوریتم با موفقیت اثرات نوک پرآب را حذف کرد و به درستی ویژگی‌های سه بعدی نانوذرات را شناسایی کرد.

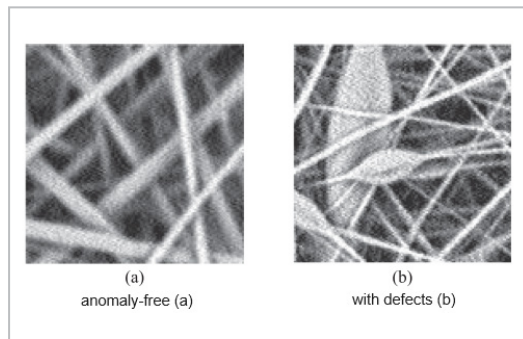
شرکت Park Systems واقع در کره جنوبی نیز در ساخت میکروسکوپ نیروی اتمی ادغام شده با هوش مصنوعی پیشروی کرده است و از یادگیری ماشینی برای تشخیص درست قرار گرفتن پرآب به طور



شکل ۱۴- یادگیری ماشین برای نانوالیاف‌های با نقص

۳۴ ابزار قدرتمندی برای طبقه‌بندی خودکار نانوالیاف الکترونیسی شده، افزایش کارایی و قابلیت اطمینان در فرایندهای کنترل کیفیت فراهم می‌کند (شکل ۱۵ و ۱۶) [۱۴][۱۳].

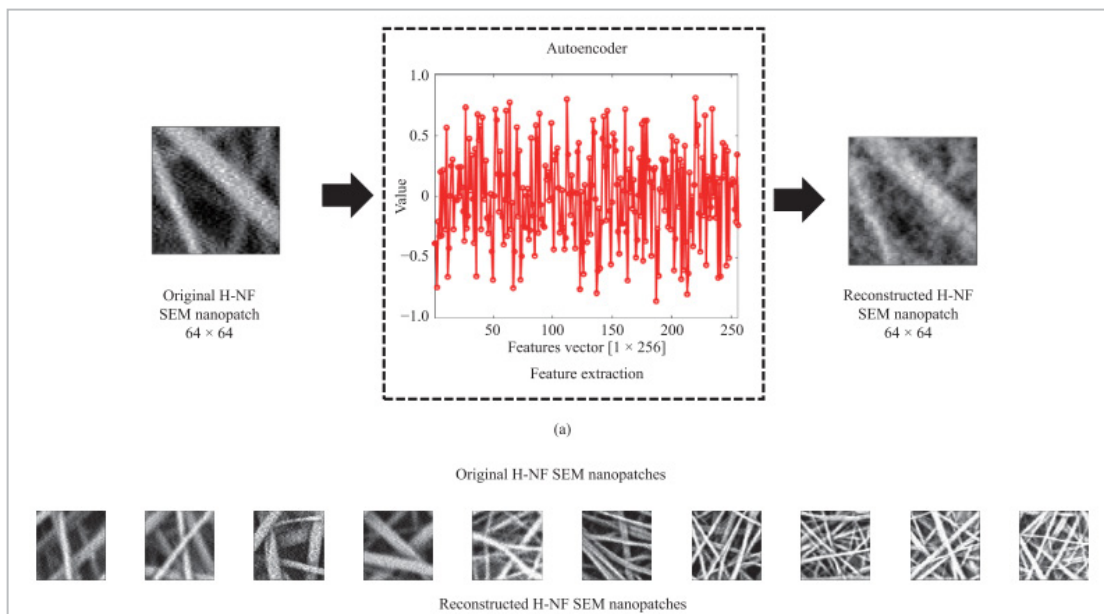
به طور کلی این تجهیزات نمونه‌ای از تمامی موارد ادغام هوش مصنوعی و فناوری نانو هستند و هر یک از این مثال‌ها با توجه به رشد صعودی الگوریتم‌های هوش مصنوعی، رو به بهبودی و افزایش دقت مدل پیش خواهند رفت و در آینده‌ای نزدیک هر یک از موارد موجود در صنعت در هر سه حالت مورد بررسی قرار داده شده، به هوش مصنوعی تجهیز خواهند شد.



شکل ۱۴- نانوالیاف‌های الکترونیسی شده به دو صورت بدون نقص (a) و با نقص (b).

و با نظارت، نانوالیاف‌های الکترونیسی شده را به دو صورت همگن (بدون نقص) و غیرهمگن (با نقص) براساس تصاویر گرفته شده توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی^{۳۳} شناسایی و طبقه‌بندی کرد (شکل ۱۴).

اطمینان از کیفیت نانوالیاف مهم است زیرا نقص می‌تواند عملکرد آن‌ها را مختل کند. به طور سنتی، کارشناسان تصاویر میکروسکوپی نانوالیاف را به صورت بصری بازرسی می‌کنند تا عیوب را شناسایی کنند که زمان‌بر و ذهنی است. با خودکارسازی طبقه‌بندی کیفیت نانوالیاف، این سیستم می‌تواند فرایند بازرسی را به میزان قابل توجهی سرعت بخشد، خطای انسانی را کاهش دهد و از ثبات بالاتر در کنترل کیفیت تولید نانوالیاف اطمینان حاصل کند. ترکیبی از این مدل‌ها^{۳۳}

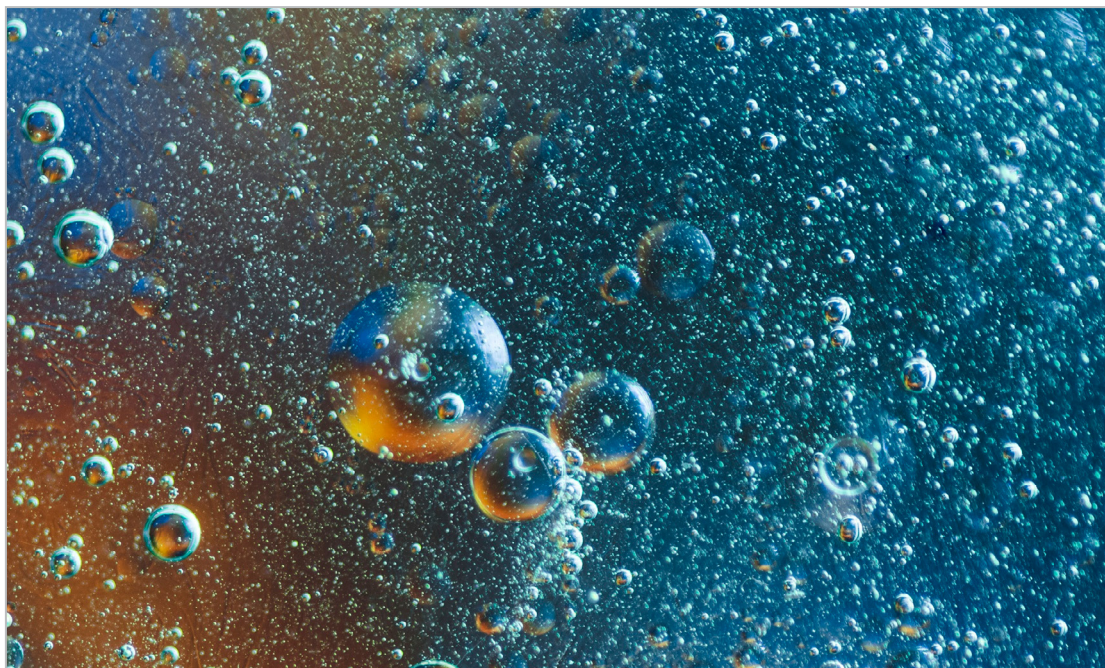


شکل ۱۵- یادگیری ماشین برای نانوالیاف‌های بدون نقص

- ۱- AI - Artificial Intelligence
 ۲- AGI - Artificial General Intelligence
 ۳- GenAI . Generative AI
 ۴- ML - Machine Learning
 ۵- DL - Deep Learning
 ۶- ANN- Artificial Neural Network
 ۷- NanoTechnology
 ۸- Michelin
 ۹- Continental
 ۱۰- Nokian
 ۱۱- MGI - Materials Genome Initiative
 ۱۲- آئروزل‌های گرافنی چاپ سه‌بعدی می‌توانند حسگرها و باتری‌ها را بهبود بخشند.
 ۱۳- CNN - Convolutional Neural Network
 ۱۴- CHT - Circle Hough Transform
 ۱۵- Microsoft Research
 ۱۶- IBM Research
 ۱۷- University of Cambridge
 ۱۸- Biolin Scientific
 ۱۹- KNN - K Nearest Neighbor
 ۲۰- Random Forest
 ۲۱- Support Vector Machine
 ۲۲- Neural Network-based
 ۲۳- Artificial Neural Networks
 ۲۴- Ocean Optics
 ۲۵- Agilent Technologies, Corporatio, Thermo Fisher Scientific
 ۲۶- mean centering, SNV-standard normal variate, MSC-multiplicative scatter correction, EMSC-extended multiplicative scatter correction, ISC -inverse scatter correction
 ۲۷- PSO-Particle Swarm Optimization, BPSO-Binary Particle Swarm Optimization, GAs-Genetic Algorithms
 ۲۸- PLS-partial least squares, ELM-extreme learning machines, SVR-support vector regression, ...
 ۲۹- AFM - Atomic Force Microscopy
 ۳۰- camphor molecules on a copper surface and fullerene C60
 ۳۱- Electrospinning
 ۳۲- SEM - Scanning Electron Microscope
 ۳۳- Autoencoder - AE
 ۳۴- Multilayer Perceptron - MLP

- ۱- <https://www.coursera.org/articles/what-is-artificial-intelligence>
 ۲- <https://www.mgi.gov/>
 ۳- <https://arxiv.org/abs/2211.15243>
 ۴- <https://github.com/michaelorella/droppy/tree/master>
 ۵- <https://www.biolinscientific.com/measurements/contact-angle>
 ۶- <https://arxiv.org/pdf/2104.04599>
 ۷- <https://doi.org/10.1117/12.464039>
 ۸- <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2021.139283>
 ۹- <https://doi.org/10.56530/spectroscopy.js8781e3>
 ۱۰- <https://doi.org/10.56530/spectroscopy.og4284z8>
 ۱۱- <https://arxiv.org/abs/1905.10204>
 ۱۲- <https://www.asminternational.org/afm-resolution-boosted-by-ai/>
 ۱۳- <https://www.nature.com/articles/s41598-023-36431-7>
 ۱۴- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9205684>
 ۱۵- <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2023.104392>

استفاده از فناوری نانوحباب در تصفیه آب، پساب‌های خانگی و فاضلاب‌های صنعتی



نویسنده عاطفه کاظم‌پور؛ شرکت توسعه مهندسی الماس‌واره دانش

صنعت تصفیه آب و فاضلاب، از صنایع بزرگ و اساسی در جهان است و نیاز به راه‌حل‌های نوین برای تصفیه آب و فاضلاب در سطح جهانی بیشتر از قبل ضرورت پیدا کرده است. صنعت تصفیه آب و فاضلاب به دلیل رشد روزافزون جمعیت جهان، پیشرفت چشمگیری در سطح جهانی دارد و این نیاز در آینده همچنان افزایش خواهد یافت. استفاده از روش‌های نوین تصفیه آب و فاضلاب، بهبود قابل توجهی در کیفیت آب، کاهش هزینه‌های مرتبط با تصفیه آب، حفاظت از محیط‌زیست، فرصت‌های سرمایه‌گذاری و رشد صنعت اقتصادی به همراه دارد.

تبدیل آن به یک فرایند ساده‌تر و کم هزینه‌تر می‌شوند. این روش‌ها می‌توانند به حفاظت از محیط‌زیست کمک کند. این روش‌ها باعث کاهش پسماند و آلاینده‌های شیمیایی در آب و فاضلاب می‌شوند و از آلودگی و تلفات بیشتر در محیط‌زیست جلوگیری می‌کنند. با توجه به رشد سریع جمعیت جهان، نیاز به آب شرب و تصفیه فاضلاب در سراسر جهان همچنان افزایش خواهد یافت. این نیاز به طور قطعی توسعه یک بازار بزرگ برای صنعت تصفیه آب ایجاد می‌کند و می‌تواند رشد اقتصادی قابل توجهی را به همراه داشته باشد. صنعت تصفیه آب و فاضلاب فرصت‌های سرمایه‌گذاری بسیاری را در اختیار

استفاده از روش‌های نوین تصفیه آب و فاضلاب، مانند فیلترهای نانوفیبری و نانوکاتالیست‌ها، می‌تواند بهبود قابل توجهی در کیفیت آب و فاضلاب داشته باشد. این روش‌ها به طور مؤثر آلاینده‌های شیمیایی و ذرات ریز را از آب و فاضلاب حذف می‌کنند و از آبی که برای مصارف مختلف مانند شرب، آبیاری و صنعتی استفاده می‌شود، بهترین کیفیت را فراهم می‌کنند. تصفیه آب و فاضلاب به این روش می‌تواند هزینه‌های مرتبط با تصفیه آب را کاهش دهد. به عنوان مثال، فیلترهای نانوفیبری و نانوکامپوزیت، باعث کاهش هزینه‌های مربوط به استفاده از مواد شیمیایی تصفیه آب مانند کلر و



شکل ۱- بحران جهانی کمبود آب

سرمایه‌گذاران قرار می‌دهد. توسعه و سرمایه‌گذاری در این صنعت می‌تواند به توسعه فناوری‌های نوین و بهبود روش‌های تصفیه آب وفاضلاب کمک کند.

■ اهمیت استفاده از فناوری نانو در تصفیه آب وفاضلاب صنعتی

با توسعه صنعت و رشد مستمر جمعیت، موضوع آب آشامیدنی نقش مهمی در اقتصاد ملی و زندگی اجتماعی ایفا می‌کند. تصفیه آب وفاضلاب بخش مهمی از فرایند استفاده از آب آشامیدنی است. هدف اصلی تصفیه آب بهبود کیفیت آب و رسیدن به استانداردهای بهداشتی است. بسیاری از بیماری‌های منتقله از آب مانند حصه، وبا، هپاتیت و اسهال خونی از طریق آب آشامیدنی آلوده که حاوی اقیانوسی از ویروس‌ها و باکتری‌های بیماری‌زاست، منتقل می‌شوند. در مناطق توسعه نیافته، سالانه حدود ۵۰۰ هزار نفر بر اثر بیماری‌های منتقله از طریق آب جان خود را از دست می‌دهند. پساب شامل فاضلاب خانگی و فاضلاب صنعتی است که حاوی مقدار زیادی فلزات سنگین، آنتی‌بیوتیک‌ها، آرسنید و سایر آلاینده‌هاست. اگر فاضلاب به‌درستی تصفیه نشود، آلودگی زیادی برای بدن انسان و محیط آبی ایجاد می‌کند. بنابراین جستجوی روش‌های پیشرفته تصفیه آب که می‌تواند کارایی کار و بازده اقتصادی را بهبود بخشد، حیاتی است.

فناوری نانو به دلیل ویژگی‌های خاص خود می‌تواند در صنعت تصفیه آب وفاضلاب به شیوه‌های متعددی کمک کند. در زیر به چند مورد از کاربردهای فناوری نانو در صنعت تصفیه آب وفاضلاب اشاره می‌کنیم:

جدایش و حذف ذرات کوچک: با استفاده از نانومواد می‌توان ذرات کوچک‌تر از ۱۰۰ نانومتر را از آب حذف کرد. برای مثال از ممبران‌های نانوفیلتراسیون برای جداسازی ذرات معلق استفاده می‌شود.

حذف مواد شیمیایی: نانوذرات می‌توانند برای حذف مواد شیمیایی مضر مانند فلزات سنگین، آرسنیک و همچنین مواد آلی مورد استفاده قرار گیرند. برای مثال، از نانوذرات فعال شده کربن برای حذف مواد آلی و شیمیایی در آب وفاضلاب استفاده می‌شود.

حذف باکتری‌ها و ویروس‌ها: نانوذرات نقره، نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید و نانوذرات آهن می‌توانند برای حذف باکتری‌ها و ویروس‌ها

استفاده شوند. این نانوذرات به‌عنوان کاتالیزورها برای فرایندهای اکسیداسیون مواد آلی و با استفاده از فرایند فتوکاتالیستی تیتانیوم دی‌اکسید به‌عنوان فرایندی کارا برای حذف باکتری‌ها و ویروس‌ها در آب وفاضلاب استفاده می‌شوند.

کاهش هزینه و انرژی: استفاده از نانوذرات و نانومواد در فرایندهای تصفیه آب وفاضلاب، هزینه‌های تصفیه و مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. برای مثال، استفاده از ممبران‌های نانوفیلتراسیون، باعث کاهش مصرف انرژی و هزینه در فرایندهای تصفیه آب می‌شود.

کارایی بالا: استفاده از نانوذرات و نانومواد، کارایی فرایندهای تصفیه آب وفاضلاب را بهبود می‌بخشد. به‌عنوان مثال، استفاده از نانوذرات آهن در فرایند تصفیه آب، باعث کاهش زمان و افزایش کارایی فرایند تصفیه می‌شود.

بنابراین فناوری نانو به‌عنوان یک فناوری نوین، در صنعت تصفیه آب وفاضلاب به شیوه‌های متعددی می‌تواند کمک کند. استفاده از این فناوری‌ها بهبود کیفیت آب وفاضلاب و همچنین کاهش هزینه و مصرف انرژی را به همراه دارد.

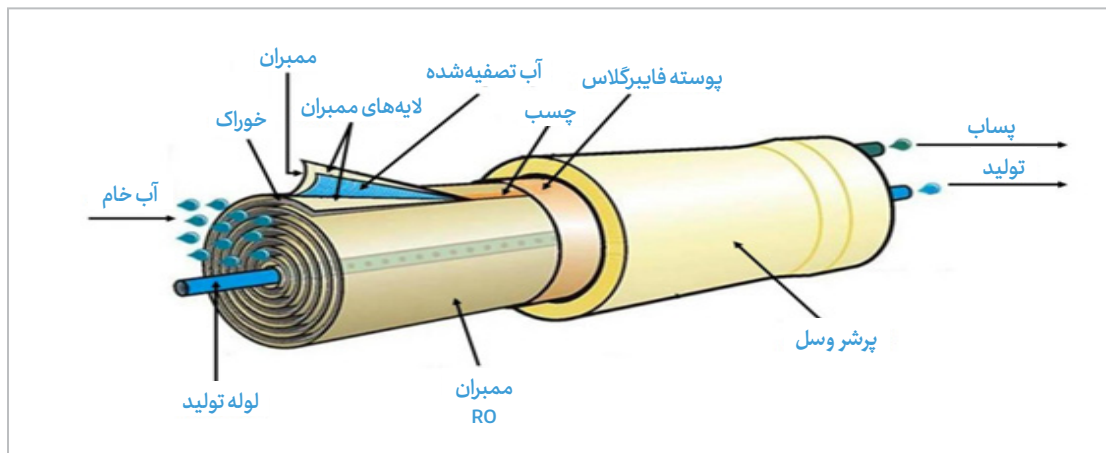
■ مواد و روش‌های تصفیه آب و پساب با استفاده از فناوری نانو

با صدها سال توسعه، فناوری تصفیه آب به بلوغ رسیده است. فرایندهای تصفیه آب آشامیدنی و فاضلاب از یکدیگر متفاوت هستند. برای تصفیه آب آشامیدنی از ضدعفونی‌کننده‌ها از جمله کلر عمدتاً برای تصفیه و ضدعفونی استفاده می‌شود، اما در سال‌های اخیر عوارض جانبی این ضدعفونی‌کننده‌ها مانند ایجاد سرطان و افزایش مقاومت برخی از باکتری‌های بیماری‌زا، ضدعفونی با کلر را محدود می‌کند. برای تصفیه فاضلاب، روش‌هایی مانند روش فنتون و روش جداسازی غشایی هزینه‌های گزافی را در پی دارد. برای رفع محدودیت‌های روش‌های سنتی تصفیه آب، انواع روش‌های جدید تصفیه آب متداول شده است. فناوری نانو در تصفیه آب وفاضلاب می‌تواند به‌عنوان یک روش نوین و کارا برای بهبود کیفیت آب وفاضلاب استفاده شود. در زیر به برخی از کاربردهای این فناوری در تصفیه آب وفاضلاب اشاره شده است:

نانوذرات فلزی: این روش شامل استفاده از نانوذرات فلزی مانند نانوذرات نقره، آهن، مس و... است که به‌عنوان کاتالیزورها برای اکسیداسیون مواد آلی و از بین بردن باکتری‌ها و ویروس‌ها در فاضلاب استفاده می‌شوند.

ممبران نانوفیلتراسیون: در این روش، ممبران‌ها (غشاءها) بی‌حفرات نانومتری برای جداسازی اجزای کوچک‌تر از آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ممبران‌ها می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای فرایندهای تصفیه مانند فیلتراسیون و ته‌نشینی استفاده شوند.

نانوذرات کامپوزیتی: این روش شامل استفاده از نانوذراتی است که با مواد دیگری مانند پلیمرها و کربن سفید ترکیب شده‌اند. این کامپوزیت‌ها می‌توانند به‌عنوان جاذب مواد آلی و معدنی در آب وفاضلاب استفاده



شکل ۲- طرح شماتیک ممبران در فرایند نانوفیلتراسیون

از فناوری نانو در تصفیه آب و فاضلاب، باید به مواردی مانند ایمنی، سلامت و محافظه محیطی توجه داشت و از مواد خطرناک استفاده نکرد. همچنین برای استفاده بهینه از این فناوری‌ها، به مطالعات بیشتر در زمینه عملکرد، کارایی و اثرات محیط‌زیستی نیاز است.

■ تصفیه آب و فاضلاب با استفاده از فناوری نانو در جهان

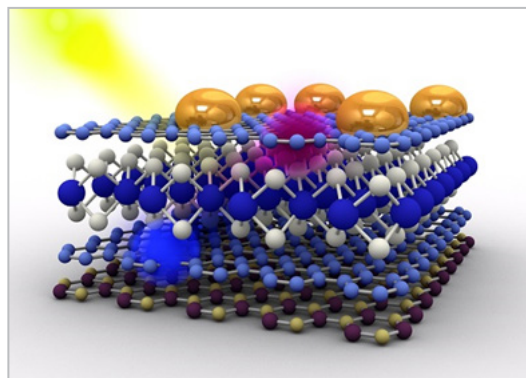
در حوزه استفاده از فناوری نانو در صنعت تصفیه آب و فاضلاب، تحقیقات و آزمایشات بسیاری انجام شده است که نشان می‌دهد استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند به صنعت‌گران و متخصصان این صنعت کمک کند تا با کاهش هزینه‌ها، افزایش کارایی و بهبود کیفیت و امنیت آب، نیازهای آبی جامعه را تأمین کنند. در یک تحقیق انجام شده در سال ۲۰۲۰، استفاده از فیلترهای نانوسلیکا در فرایند تصفیه فاضلاب، باعث کاهش ۹۵ درصدی آلاینده‌های آلی و شیمیایی در فاضلاب شد. در یک تحقیق دیگر، استفاده از نانوذرات آهن در تصفیه آب، باعث کاهش زمان و افزایش کارایی فرایند تصفیه می‌شود. در یک پژوهش انجام شده در سال ۲۰۱۹، استفاده از فیلترهای نانوکامپوزیت فلز اکسید برای حذف فلزات سنگین از آب، باعث حذف ۹۵ درصدی فلزات سنگین شد. در سال ۲۰۱۸، استفاده از نانوذرات آلومینا تصفیه آب، باعث حذف ۹۹ درصدی برخی از آلاینده‌های آبی مانند نیترات، نیتریت و فسفات شد. همچنین در سال ۲۰۱۷، استفاده از فیلترهای نانوکامپوزیت کربن-فلز اکسید برای حذف مواد آلی از آب، باعث حذف ۹۹ درصدی آلاینده‌های آلی شد. این ارقام و آمارها نشان می‌دهند که استفاده از فناوری نانو در صنعت تصفیه آب و فاضلاب، باعث بهبود کیفیت آب، کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی فرایندهای تصفیه می‌شود و می‌تواند به صنعت‌گران و متخصصان این صنعت کمک کند تا بهترین تصمیمات را در این زمینه بگیرند و از فناوری‌های فناوری نانو برای بهبود صنعت تصفیه آب و فاضلاب استفاده کنند.

استفاده از فناوری نانو در صنعت تصفیه آب و فاضلاب در حال حاضر در

شوند.

فوتوکاتالیست‌های نانو: در این روش، نانوذراتی مانند دی‌اکسید تیتانیوم به عنوان کاتالیزورها در فرایندهای اکسیداسیون مواد آلی و حذف باکتری‌ها و ویروس‌ها استفاده می‌شوند. این روش می‌تواند به عنوان روشی برای حذف مواد آلی و تصفیه آب شور استفاده شود. **نانوکاتالیست‌ها و نانوکریستال‌ها:** در این روش، کریستال‌های نانویی از موادی مانند نانوذرات آلومینیوم، تیتانیوم و... به عنوان کاتالیزورها برای فرایندهای اکسیداسیون و ردوکشن (احیا و کاهش) مواد آلی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این روش‌ها و فناوری‌های نانو در تصفیه آب و فاضلاب، به دلیل دقت بالا، کارایی بالا، مصرف انرژی کمتر و کاهش هزینه‌ها، به عنوان روش‌های جدید و کارا در صنعت تصفیه آب و فاضلاب شناخته شده‌اند اما در عین حال، برخی مشکلات مانند استفاده از مواد شیمیایی خطرناک مثل نانوذرات و مسائل مربوط به سلامتی و محیط‌زیستی نیز وجود دارد که باید در نظر گرفته شوند. به همین دلیل در استفاده



شکل ۳- ساختار نانوذرات کامپوزیتی

بسیاری از کشورها انجام می‌شود.

برخی از کشورهایی که از فناوری نانو برای تصفیه آب وفاضلاب استفاده می‌کنند عبارت‌اند از:

چین: چین یکی از کشورهای پیشرو در استفاده از فناوری نانو در صنعت تصفیه آب وفاضلاب است. درحال حاضر، بیش از ۵۰ درصد از کارخانه‌های تصفیه آب چین از فناوری‌های نانو استفاده می‌کنند.

آمریکا: در آمریکا، استفاده از فناوری نانو در تصفیه آب وفاضلاب در حال گسترش است. بسیاری از شرکت‌های بزرگ تصفیه آب مانند Dow Water & Process Technologies، GE Water & Process Technologies و Veolia Water استفاده از فناوری نانو را در فرایندهای تصفیه آب وفاضلاب به کار می‌برند.

کره جنوبی: در کره جنوبی، استفاده از فناوری نانو در تصفیه آب وفاضلاب از سال ۲۰۰۵ آغاز شده است. این کشور از فیلترهای نانوفیبری، فیلترهای نانوکامپوزیت و نانوکاتالیست‌ها در فرایندهای تصفیه آب استفاده می‌کند.

استرالیا: در استرالیا، استفاده از فناوری نانو در صنعت تصفیه آب وفاضلاب درحال حاضر در حال گسترش است. برخی از شرکت‌های بزرگ تصفیه آب مانند Merck و Memstar استفاده از فناوری نانو را در فرایندهای تصفیه آب وفاضلاب به کار می‌برند.

اروپا: در اروپا، استفاده از فناوری نانو در تصفیه آب وفاضلاب در حال گسترش است. برخی از کشورهایی مانند انگلستان، فرانسه، آلمان و اسپانیا از فناوری‌های نانو در تصفیه آب وفاضلاب استفاده می‌کنند.

امارات عربی: امارات عربی نیز از فناوری نانو در تصفیه آب وفاضلاب استفاده می‌کند. شرکت ملی آب این کشور (DEWA) از فناوری‌های نانو در فرایندهای تصفیه آب استفاده می‌کند.

این تنها چند نمونه از کشورهایی هستند که درحال حاضر از فناوری نانو در تصفیه آب وفاضلاب استفاده می‌کنند. اما بسیاری از کشورهای دیگر نیز در حال تحقیق و توسعه فناوری‌های نانو در این زمینه هستند و در آینده نه چندان دور ممکن است از این فناوری‌ها در صنعت تصفیه آب وفاضلاب استفاده شود.

فناوری‌هایی که درحال حاضر این کشورها در صنعت تصفیه آب وفاضلاب از آن‌ها استفاده می‌کنند، شامل فیلترهای نانوفیبری، فیلترهای نانوکامپوزیت، نانوکاتالیست‌ها و نانوممبران‌هاست. این فناوری‌ها در ترکیب با سایر فرایندهای تصفیه آب وفاضلاب مانند فرایند اکسیداسیون پیشرفته (AOP)، فرایند فعال‌سازی نانوذرات (NAA)، فرایند اسپری جت (SP)، فرایند اسپری دوار (DS)، فرایند اسپری الکتریکی (ES)، فرایند اسپری پلاسمایی (PS)، فرایند فلوکولاسیون (flocculation) و فرایند کواکسیال (coagulation) نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌طور کلی، استفاده از فناوری‌های نانو در تصفیه آب وفاضلاب می‌تواند باعث بهبود کیفیت آب و کاهش هزینه‌ها در فرایند تصفیه شود.

■ بهترین روش تصفیه آب وفاضلاب

هر یک از روش‌هایی که در صنعت تصفیه آب وفاضلاب استفاده می‌شوند، ویژگی‌های خاص خود را دارند و بسته به شرایط محیطی و ویژگی‌های آب وفاضلاب مورد استفاده، می‌شود بهترین روش را انتخاب کرد. به همین دلیل، مقایسه دقیق بین این فرایندها بسیار پیچیده است و باید با توجه به نوع آلودگی و ویژگی‌های آب وفاضلاب، روش مناسب برای تصفیه آن‌ها را انتخاب کرد. به‌عنوان مثال، فیلترهای نانوفیبری برای حذف ذرات ریز و آلاینده‌های شیمیایی از آب استفاده می‌شوند و در برخی موارد می‌توانند به‌عنوان یکی از بهترین روش‌های تصفیه آب در نظر گرفته شوند. اما در مواردی که آلودگی آب شامل آلاینده‌های شیمیایی آلی و بدون اتصال به ذرات باشد، نانوکاتالیست‌ها بهترین روش برای تصفیه آب هستند. به‌طور کلی، هر یک از روش‌هایی که در صنعت تصفیه آب وفاضلاب استفاده می‌شوند، دارای مزایا و معایب خاصی هستند. برای انتخاب بهترین روش، باید ویژگی‌های آب وفاضلاب مورد استفاده، نوع آلودگی، هزینه‌های مرتبط با روش‌های مختلف و دیگر عوامل را به دقت بررسی کرد. همچنین اغلب از ترکیب چند روش تصفیه در کنار هم به‌عنوان یک سیستم تصفیه استفاده می‌شود که باعث بهبود کیفیت آب و کاهش هزینه‌ها می‌شود. در نتیجه بهترین روش تصفیه آب، با توجه به شرایط و ویژگی‌های مختلف، ممکن است منحصر به فرد باشد و نمی‌توان به‌طور قاطعی یک روش را بهتر از دیگری دانست. فناوری نانو حباب، یک فناوری جدید و پیشرفته برای تجزیه آلاینده‌های آب و جایگزینی با صرفه اقتصادی برای روش‌های متداول تصفیه آب است. استفاده از نانو حباب‌ها در فناوری‌های مهندسی محیط‌زیست باعث می‌شود، فرایندهای تصفیه آب و پساب بسیار مؤثر باشند. این فناوری که از محیط مایع حفره‌زا استفاده می‌کند، به دلیل امکان تخریب ترکیبات آلی، خطرناک و سرطان‌زا و آلودگی‌هایی شامل آفت‌کش‌ها و رنگ‌ها، می‌تواند به‌عنوان یک فناوری غیرآلاینده و سازگار با محیط‌زیست در نظر گرفته شود.

■ چگونگی عملکرد فناوری نانو حباب در تصفیه آب

در این روش با استفاده از طراحی مکانیکی کانال‌های موجود در راکتورهای تصفیه آب، سرعت مایع در داخل کانال‌های تصفیه آب به چندین ماخ (سرعت صوت) می‌رسد و پس از کاهش فشار ناگهانی در سیال ریزحباب‌هایی در حد نانومتر به وجود می‌آید. پس از تجمع و رشد حباب‌ها در محفظه، انفجار صورت می‌گیرد. با انفجار هر حباب، حجم زیادی انرژی آزاد می‌شود. این انرژی بالای آزاد شده، شکستن پیوند ذرات و آلاینده‌های معلق در آب را در پی دارد. تداوم و تکرار این عمل باعث از بین رفتن آلودگی‌های آب، تخریب و خنثی‌سازی آلاینده‌های آلی حاصل از فاضلاب‌های صنعتی، معادن، خانگی و تصفیه پساب‌ها می‌شود. این فناوری می‌تواند میزان جذب را در



شکل ۵- دستگاه نانو حباب ساز شرکت CTi

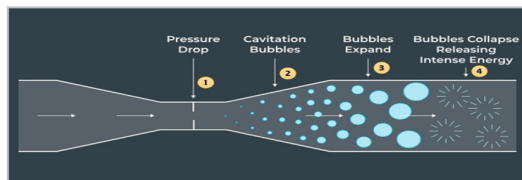
نانو حباب ساز و شرکت‌های نانو حباب انرژی و نانو فناوری سراج با دستگاه نانو حباب ساز از جمله شرکت‌های داخلی پیشرو در حوزه تصفیه آب با نانو حباب هستند.

■ بررسی بازار تصفیه آب و پساب‌های خانگی و فاضلاب صنعتی

اندازه بازار جهانی دستگاه‌های تصفیه آب در سال ۲۰۲۰ به ۲۹,۹۹۸,۱۵ میلیون دلار می‌رسد و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۱ به ۹۲,۰۸۲,۶۰ میلیون دلار برسد و از سال ۲۰۲۲ تا ۲۰۳۱ با CAGR ۱۰,۱ درصد رشد کند.

تقاضا برای سیستم‌های تصفیه آب در کشورهای در حال توسعه با افزایش تقاضای آب سالم و تصفیه پساب‌ها، بیشتر می‌شود. برخی از کشورهای نوظهور، مانند برزیل و چین، شاهد افزایش درآمد قابل توجه به دلیل توسعه جمعیت و افزایش اشتغال در صنایع خدمات محور بودند. این امر تقاضا برای سیستم‌های تصفیه آب در این زمینه‌ها را افزایش داد. افزایش نگرانی‌ها نسبت به سلامت و رفاه در میان جمعیت جهان منجر به اتخاذ شیوه‌های بهداشتی شده است. این به عنوان یک عامل کلیدی است که به طور قابل توجهی به رشد بازار جهانی کمک می‌کند. افزایش جمعیت و نیاز حیاتی به تأمین آب سالم با تصفیه پساب‌ها، از یک سو و افزایش آگاهی عمومی و اتخاذ شیوه‌های بهداشتی، در کشورهای پیشرفته از سوی دیگر، باعث رشد تقاضا در سیستم‌های تصفیه آب شده است.

بر اساس گزارش سازمان ملل متحد و سازمان جهانی بهداشت، در کشورهای در حال توسعه در هر ۲۱ ثانیه یک کودک به دلیل بیماری‌های ناشی از نوشیدن آب آلوده جان خود را از دست می‌دهد. وضعیت در کشورهای فقیر به دلیل کمبود آب شیرین، افزایش آلودگی و رشد نامتوازن جمعیت بحرانی‌تر است. از این منظر، تقاضا برای به کارگیری سیستم‌های تصفیه آب در تمامی کشورهای با اهمیت خاصی برخوردار است. کاهش کیفیت آب یک خطر جدی برای سلامتی است و باعث بیماری‌های مختلف از طریق آب می‌شود. کاهش کیفیت آب در نتیجه ریختن فاضلاب تصفیه نشده، مواد شیمیایی، آفت‌کش‌ها، مواد زائد، زباله‌های صنایع، کشاورزی و شرکت‌های شهری به بدنه‌های



شکل ۴- عملکرد فناوری نانو حباب (۱) افت فشار ناگهانی (۲) ایجاد حباب (۳) بزرگ شدن نانو حباب‌ها (۴) انفجار حباب‌ها و تولید انرژی

جاذب‌های مورد استفاده افزایش داده و موجب کاهش دو تا سه برابری هزینه عملیاتی واحد تصفیه شود.

این فناوری برخلاف سایر روش‌های متداول تصفیه آب (روش فنتون، روش جداسازی غشایی، جذب بیولوژیکی و فناوری فوتوکاتالیستی) قابلیت استفاده مداوم بدون نیاز به تجدید منابع و مواد را دارد. هزینه‌های مواد شیمیایی، حمل و نقل و دفع و هزینه‌های مرتبط با آن را کاهش می‌دهد. همچنین با استفاده از این روش هزینه‌های عملیاتی را می‌توان به طور چشمگیری کاهش داد. کاهش لجن تولیدی در مقایسه با روش‌های شیمیایی معمولی می‌تواند به ۶۰ درصد برسد. مزایای دیگر عبارتند از: نیاز به توان کم، هزینه‌های سرمایه و نگهداری کم، حداقل توجه اپراتور، عدم افزودن مواد شیمیایی، نتایج ثابت و قابل اعتماد [۵] و [۶].

■ شرکت‌های خارجی و داخلی فعال در تصفیه آب با استفاده از فناوری نانو حباب

شرکت CTi در نوادا کالیفرنیا تلاش قابل توجهی برای تحقیق و توسعه برای طراحی یک سیستم کواپتاسیون و انعقاد الکتریکی انجام داده است. این شرکت یک رهبر نوآور در پردازش مایعات، مخلوط‌های سیال، امولسیون‌ها و جامدات معلق است. تمرکز این شرکت بر اجرای عملی نوآوری‌ها و پیشرفت‌های داخلی است و مأموریت اصلی خود را رسیدگی به نیازهای فعلی و آینده صنایع بزرگ می‌داند. CTi که در سال ۲۰۰۷ تأسیس شد، دستگاه‌ها و سیستم‌های پیشرفته، جریان پذیر، قوی و مبتنی بر کواپتاسیون هیدرودینامیکی را طراحی و تولید می‌کند. این شرکت فناوری‌های فراوری با کارایی بالا را برای استفاده در پالایش روغن خوراکی، استخراج روغن جلبک و تولید سوخت تجدیدپذیر، بیودیزل، تصفیه آب و ارتقای سریع نفت توسعه می‌دهد. این شرکت متعهد به فعالیت به شیوه‌ای مسئولانه است که تأثیرات محیط‌زیستی خود را بهبود می‌بخشد و فناوری‌هایی را پیشگام می‌کند که منابع طبیعی را صرفه جویی و محافظت می‌کند.

سایر شرکت‌های خارجی ولتک و واتر Voltek water، واتر نایت Water Knight، اچ دی سی پروداکت HDC Product و... تصفیه آب خانگی و شهری را با استفاده از روش نانو حباب انجام می‌دهند که سال‌هاست در این زمینه مشغول به فعالی هستند [۷].

شرکت پیام‌آوران نانو فناوری فردانگر با دستگاه‌های آرسنیک‌زدا و



شکل ۶- بازار جهانی دستگاه‌های تصفیه آب

آبی است. بیشتر آب تأمین شده در مناطق شهری برای آشامیدن ناایمن است و نیاز به ضد عفونی بیشتر از فلزات سنگین، ویروس‌ها، کیست‌ها، باکتری‌ها و سایر سموم دارد. انتظار می‌رود صنعتی سازی افزایش یابد و منجر به افزایش آلودگی آب در سال‌های آینده شود و در نتیجه افزایش تقاضا برای دستگاه‌های تصفیه آب ایجاد شود.

بنابراین بازیگران اصلی بازار روی عرضه محصولات مجهز با فناوری‌های پیشرفته تصفیه آب تمرکز می‌کنند. این بازیگران در حال سرمایه‌گذاری روزافزون در فعالیت‌های تحقیق و توسعه برای معرفی و ساخت دستگاه‌های تصفیه آب مجهز به فناوری‌های نوین هستند [۳].

نتیجه‌گیری

فناوری نانوحباب (نانوکاویتاسیون) یک روش پیشرفته در تصفیه آب است که با استفاده از نانوذرات به اندازه بسیار کوچک (از حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر)، برای حذف آلودگی‌ها و ناخالصی‌های موجود در آب استفاده می‌شود. این روش به‌ویژه برای حذف آلودگی‌هایی که با روش‌های سنتی تصفیه آب قابل حذف نیستند، مانند آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین، رنگ، بو و طعم نامطلوب و همچنین مواد آلی و میکروارگانیسم‌هایی که برای سلامتی مضر هستند، مناسب است. در

فناوری نانوحباب، نانوذراتی با اندازه کوچک‌تر از ذرات آلودگی به آب اضافه می‌شوند، سپس با استفاده از امواج فراصوتی، ذرات آلودگی به آب از بین می‌روند. در این فرایند، نانوذرات با سرعت بالا به آب برخورد می‌کنند و انرژی کافی را برای شکستن اتصالات مولکولی آلودگی‌ها دارند. این فرایند باعث جداسازی آلودگی‌ها از آب و حذف آن‌ها می‌شود. از مزایای استفاده از فناوری نانوحباب در تصفیه آب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- حذف ناخالصی‌هایی که با روش‌های سنتی تصفیه آب قابل حذف نیستند؛
- دقت بالا در حذف آلودگی‌ها و ناخالصی‌های موجود در آب؛
- کاهش مصرف مواد شیمیایی در تصفیه آب؛
- افزایش کارایی و کاهش هزینه در تصفیه آب به دلیل مصرف کمتر انرژی و مواد شیمیایی در مقایسه با روش‌های سنتی؛
- حذف مواد آلی و میکروارگانیسم‌هایی که برای سلامتی آدمیان مضر هستند؛
- کاهش زمان تصفیه آب به دلیل افزایش کارایی فرایند تصفیه. نانوحباب می‌تواند استفاده اخیر از معرف‌های شیمیایی گران قیمت را برای فرایند تصفیه پیشرفته کاهش دهد. این مواد شیمیایی در هنگام رسوب در محیط، مشکلات بیشتری ایجاد می‌کنند. در نهایت، از آنجایی که امروزه توجه زیادی به آلاینده‌ها می‌شود، انتظار می‌رود که فرایند توسعه یافته تصفیه آب و فاضلاب با کمک نانوحباب، حضور آن‌ها را در آب تصفیه شده به میزان قابل توجهی کاهش دهد. به‌طور کلی، فناوری نانوحباب در تصفیه آب می‌تواند جایگزینی مناسب برای روش‌های سنتی تصفیه آب باشد و با استفاده از آن می‌توان به بهبود کیفیت آب و حفظ سلامتی عمومی جامعه کمک کرد.

منابع

- ۱- Gorjian, S., & Ghobadian, B. (2015). Solar desalination: A sustainable solution to water crisis in Iran. *Renewable and Sustainable energy reviews*, 48, 571-584.
- ۲- Mirzavand, Mohammad, and Rahim Bagheri. "The water crisis in Iran: Development or destruction?." *World Water Policy* 6.1 (2020): 89-97.
- ۳- <https://www.alliedmarketresearch.com/water-purifier-market>
- ۴- Albanese, L., Baronti, S., Liguori, F., Meneguzzo, F., Barbaro, P., and Vaccari, F. P. (2019). Hydrodynamic cavitation as an energy efficient process to increase biochar surface area and porosity: a case study. *J. Clean. Prod.* 210, 159-169. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.10.341
- ۵- <https://www.omicsonline.org/open-access/an-overview-of-the-application-of-hydrodynamic-cavitation-for-the-intensification-of-waste-water-treatment-applications-a-review-ier-1000137.php?aid=75158>
- ۶- <http://www.ctinanotech.com/>
- ۷- Khataee, A., & Rostami, S. (2019). Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment - A review. *Desalination*, 451, 4-15.
- ۸- Shahwan, T., Abu Sirriah, S., Nairat, M., Boyact, E., Eroğlu, A. E., & Scott, T. B. (2011). A review on the latest development of nanotechnology-based treatment for industrial wastewater. *Desalination*, 277(1-3), 1-11.
- ۹- Song, S., Zhang, T., Zhang, X., Li, P., & Li, F. (2021). Overview of nanotechnology applications for wastewater treatment: Current status and prospects. *Science of the Total Environment*, 780, 146602.
- ۱۰- Gao, Y., Li, Y., Zhang, Y., & Xu, Q. (2019). Nanotechnology for wastewater treatment: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 17(4), 1461-1483.
- ۱۱- Wang, J., Wang, C., & Kang, Y. (2020). Nanotechnology for sustainable water management. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 17, 47-54.

کاربرد نانوکاتالیست‌های انتقال آب-گاز در افزایش خلوص هیدروژن



تهیه‌کننده شرکت پیشگامان فناوری دریچه

بشر از دیرباز برای تأمین انرژی موردنیاز خود از سوخت‌های فسیلی استفاده کرده است. کاهش در دسترس بودن این منابع انرژی تجدیدناپذیر به دلیل افزایش مصرف و اثرات نامطلوب ناشی از آن بر محیط‌زیست، محققان را بر آن داشته است تا بر روی جایگزین‌هایی برای آن‌ها از میان انواع منابع انرژی تجدیدپذیر و پاک تمرکز کنند.

PCBها، دیوکسین‌ها و...، سنتز اتانول، متانول و دی‌متیل اتر، تهیه سوخت‌های مایع مصنوعی به روش Fischer-Tropsch و به عنوان سوخت کوره‌های صنعتی با دمای بالا و موشک‌های فضایی استفاده می‌شود [۱].

فرایند انتقال آب-گاز (WGS) یکی از قدیمی‌ترین واکنش‌های کاتالیستی ناهمگن است که در صنعت برای تولید هیدروژن با خلوص بالا و کاهش کربن مونوکسید از گاز سنتز^۲ به کار می‌رود. واکنش WGS شامل واکنش بین CO و آب روی یک کاتالیست مناسب برای غنی‌سازی مخلوط گازی با H_۲ است. واکنش انتقال آب-گاز در حال حاضر به‌طور گسترده برای تولید هیدروژن از کربن فسیلی و همچنین از ذخایر زیست‌توده تجدیدپذیر استفاده می‌شود. به‌طور سنتی، کاتالیست‌های آهن-کروم (Fe-Cr) و مس-روی (Cu-Zn)

اهمیت تولید هیدروژن

هیدروژن یکی از گزینه‌های امیدوارکننده است که می‌تواند جایگزینی تجدیدپذیر و پاک‌تر برای سوخت‌های فسیلی مرسوم باشد [۱].

یکی دیگر از مواردی که تولید هیدروژن با خلوص بالا را بسیار پر اهمیت می‌کند، نیاز به هیدروژن با خلوص بالا برای مصرف در فرایندهای مختلف صنعتی است. هیدروژن در چندین حوزه صنعتی به مقدار زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. هیدروژن در پالایش نفت، سنتز آمونیاک از طریق فرایند Haber-Bosch و فرآوری فلزاتی مانند نیکل (Ni)، تنگستن (W)، مولیبدن (Mo)، مس (Cu)، روی (Zn)، سرب (Pb) و اورانیوم (U) استفاده می‌شود. هیدروژن همچنین در ساخت کودهای نیتروژن دار، هیدرودی‌سولفوریزاسیون و تصفیه هیدروژنی فرآورده‌های نفتی، هیدروژنه کردن پسماندهای خطرناک

محتمل تر است اما تغییر فشار، تأثیری بر آن ندارد. فرایند WGS فرایندی مهم برای تولید هیدروژن عاری از CO و با تنظیم نسبت H_2/CO است [۱].

برای دستیابی به هیدروژن با خلوص بالا و در مقیاس‌های صنعتی از گاز سنتز، نیاز به انتخاب نانوکاتالیست مناسب برای تسهیل در انجام واکنش است. نانوکاتالیست‌های WGS در دو دسته کلی قرار می‌گیرند: نانوکاتالیست‌های انتقال دما بالا (HTS)^{*} و نانوکاتالیست‌های انتقال دما پایین (LTS)^Δ. در ابتدا نانوکاتالیست‌های آهن اکسید-کروم اکسید برای واکنش‌های WGS معرفی شدند که در خط تولید آمونیاک مورد استفاده قرار می‌گرفتند. این نانوکاتالیست‌ها این توانایی را داشتند تا بتوانند غلظت CO را به ۲ تا ۴ درصد مولی در گاز خروجی برسانند. این نانوکاتالیست‌ها تنها در دمایی بین ۳۱۰ تا ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد فعال بودند و به همین دلیل به نانوکاتالیست‌های انتقال دما بالا معروف شدند. فعالیت نانوکاتالیستی این دسته از نانوکاتالیست‌ها با کاهش دما به شدت کاهش می‌یابد. همچنین به دلیل درصد به نسبت بالای CO در گاز خروجی برای رسیدن به غلظت ۱ درصد مولی برای CO در هیدروژن خروجی، نیاز است تا فرایند با استفاده از چندین راکتور و بستر نانوکاتالیستی به وقوع بپیوندد و میان هر راکتور نیز سامانه خنک‌سازی وجود داشته باشد [۱،۳].

بعد از این دسته از نانوکاتالیست‌ها، نوع جدیدی از نانوکاتالیست‌ها معرفی شدند که بر پایه مس بودند و در دمای پایین‌تری در حدود ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد عمل می‌کردند. غلظت CO در گاز خروجی در حضور این نانوکاتالیست‌ها بین ۰٫۱ تا ۳ درصد مولی بود و به نانوکاتالیست‌های انتقال دما پایین شناخته شدند. نانوکاتالیست‌های پایه مس نسبت به ترکیبات گوگردی موجود در هیدروکربن‌ها حساس هستند و غیرفعال می‌شوند درحالی‌که نانوکاتالیست‌های بر پایه آهن چندان به گوگرد حساس نیستند [۱].

واکنش WGS به‌صورت تجاری و در صنعت با استفاده از دو راکتور آدیباتیک انجام می‌شود که در بخش اول انتقال دما بالا به وقوع می‌پیوندد (راکتور HTS) و در ادامه در بخش دوم، انتقال دما پایین رخ می‌دهد (راکتور LTS) و میان این دو بخش، سامانه سرمایش برای کاهش دما تعبیه می‌شود تا دمای ورودی مرحله دوم برای انتقال دما پایین مناسب باشد (شکل ۱). دمای بالا در راکتور اول موجب می‌شود به لحاظ سینتیکی بهینه‌تر باشد و سرعت بالای مصرف شدن CO را در پی دارد و موجب می‌شود که درصد بالای CO با سرعت بالایی کاهش یابد. در راکتور دوم بهینه‌سازی ترمودینامیکی مدنظر است و از این رو دما پایین‌تر است و انتخاب‌پذیری بالاتری برای مصرف CO که طی مرحله قبل، غلظت آن به شدت کاهش یافته است، دارد. به همین دلیل می‌تواند غلظت آن را به ۰٫۱ تا ۰٫۳ درصد برساند. همچنین برای محافظت از نانوکاتالیست مس در برابر گوگرد یک بستر محافظ پیش از راکتور LTS

به ترتیب برای تسهیل واکنش WGS در دماهای بالا و پایین استفاده می‌شدند. اما در طول سال‌ها، فناوری کاتالیست واکنش WGS به‌طور چشم‌گیری پیشرفت کرده است و برای کمک به واکنش حتی در محدوده دمای متوسط و دستیابی به تبدیل CO بالاتر، به‌طور مناسبی اصلاح شده است [۱،۲].

در این گزارش ابتدا نقش نانوکاتالیست‌ها در واکنش WGS بررسی می‌شود و در ادامه به نقش فناوری نانو در بهبود کارایی این نانوکاتالیست‌ها پرداخته می‌شود. در پایان نیز بازار این دسته از نانوکاتالیست‌ها و محصولات نانوی ایرانی در این حوزه معرفی خواهند شد.

نقش نانوکاتالیست‌ها در واکنش انتقال آب-گاز

همان‌طور که گفته شد، افزایش کاربردهای هیدروژن در حوزه‌های مختلف، منجر به توسعه مستمر آن از اواسط قرن هجدهم شده است. حدود ۹۵ درصد از نیاز جهانی هیدروژن فعلی از طریق فرایند ریفرمینگ اولیه با بخار آب^۲ تولید می‌شود. در این فرایند مواد کربنی طبیعی با منشأ زغال سنگ و نفت خام به عنوان مواد اولیه به کار می‌روند که از جمله آن‌ها می‌توان به گاز طبیعی و برش‌های سبک نفت مانند نفتا اشاره کرد [۱].

ریفرمینگ متان با بخار آب در حال حاضر پرکاربردترین روش برای تولید هیدروژن است. در این فرایند، متان و بخار آب واکنش می‌دهند و منجر به تولید H_2 و CO می‌شوند. استفاده از مخلوط گازی CO و H_2 در بسیاری از کاربردها امکان‌پذیر نیست چرا که CO منجر به مسموم شدن نانوکاتالیست در فرایندهای پتروشیمی و الکترودهای پلاتین در پیل‌های سوختی و متعاقباً منجر به غیرفعال شدن آن‌ها می‌شود. واکنش انتقال آب-گاز یکی از روش‌های مرسوم برای حذف CO نامطلوب در صنعت است که به کمک آن می‌توان غلظت CO را در مخلوط گازی به محدوده استاندارد رساند [۱،۳،۴].

گاز حاصل از ریفرمینگ که به آن گاز سنتز نیز گفته می‌شود، حاوی کربن مونواکسید (CO) و هیدروژن (H_2) است. واکنش انتقال آب-گاز مرحله میانی است که برای کاهش درصد CO و غنی‌سازی هیدروژن در گاز سنتز استفاده می‌شود.

فرایند ریفرمینگ اولیه با بخار آب، یک مخلوط گازی تولید می‌کند که حاوی هیدروژن به همراه مقادیر قابل توجهی CO است. این CO از طریق واکنش WGS مصرف می‌شود و در واکنش با آب به تولید CO_2 و هیدروژن اضافی منجر می‌شود. اساساً مخلوطی از CO و بخار آب از طریق واکنش WGS به CO_2 و H_2 تبدیل می‌شود:



این واکنش نسبتاً گرماده است به همین دلیل وقوع آن به لحاظ ترمودینامیکی در دمای پایین و به لحاظ سینتیکی در دمای بالا

شدن نانوکاتالیست را بهبود بخشد. از این رو نانوکاتالیست‌های ترکیبی از اکسیدهای CuO ، ZnO و Al_2O_3 به صورت تجاری و به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفتند. فلز مس موجود در این نانوکاتالیست‌ها فعالیت نانوکاتالیستی و انتخاب پذیری بالایی را در دمای پایین از خود نشان می‌داد بنابراین نانوکاتالیست مناسبی برای واکنش WGS در دمای پایین و در غلظت کم CO بود. این نانوکاتالیست‌ها در بازه ۱۵۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد فعال هستند و مقدار بهینه آن بین ۲۰۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد است. کاهش CuO و دیگر ترکیبات شیمیایی حاوی مس، یک عامل مهم برای افزایش فعالیت نانوکاتالیستی است. از طرفی فعالیت نانوکاتالیستی این دسته از نانوکاتالیست‌ها متناسب با سطح در دسترس از مس فلزی است و چندان به نسبت Al/Zn وابسته نیست. فعالیت نانوکاتالیستی نانوکاتالیست‌های سه تایی معرفی شده وابستگی زیادی به تشکیل ساختار اسپینل از اکسیدهای Cu-Al-Zn دارد چرا که منجر به تشکیل ذرات بسیار ریز مس بر روی سطح پایه نانوکاتالیست می‌شود و سطح فعال را افزایش می‌دهد. بر اساس مطالب گفته شده، برای بهبود کارایی این دسته از نانوکاتالیست‌ها نخست باید شرایطی فراهم شود که ذرات فلزی مس در کوچک‌ترین اندازه بر روی سطح پراکنده شوند و دیگر آن که این ذرات در طول فرایند نانوکاتالیستی، تجمع نکنند و به هم نپیوندند و ذرات بزرگ‌تری را تشکیل ندهند. این نقش را تا حد زیادی حضور Al_2O_3 ایفا می‌کند و در واقع نقش یک پروموتور ساختاری^۴ را دارد [۳].

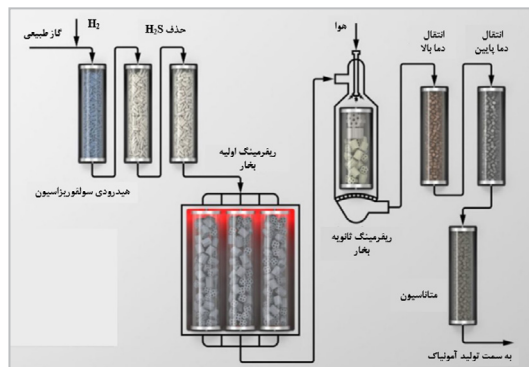
فناوری نانو برای بهبود نانوکاتالیست‌های WGS

کاتالیست‌های بر پایه مس در کنار مزایایی که دارند از مشکل غیرفعال شدن^۵ رنج می‌برند. سه دلیل عمده برای این پدیده گزارش شده است:

- تف جوشی گرمایی که منجر به کاهش سطح ویژه نانوکاتالیستی می‌شود؛
- مسموم شدن توسط گوگرد که مسدود شدن نواحی فعال نانوکاتالیستی و کاهش سرعت جابه‌جایی واکنش دهنده‌هایی که بر روی سطح جذب شده‌اند را در پی دارد؛
- مسموم شدن توسط کلر که تف جوشی نانوکاتالیست و در نتیجه درشت شدن ذرات ماده فعال را سرعت می‌بخشد.

از این رو در کنار استفاده از نانوکاتالیست‌های مرسوم و سنتی مس-روی همواره تلاش‌های فراوانی برای معرفی نانوکاتالیست‌هایی با بازده بالاتر، پایداری و انتخاب پذیری بیشتر مورد توجه بوده است. این تلاش‌ها در دو دسته کلی قرار می‌گیرند:

- معرفی نانوکاتالیست‌هایی با ترکیب شیمیایی جدید از طریق بررسی اثر توأمان ماده فعال و پایه نانوکاتالیست بر روی ویژگی‌های مطلوب نانوکاتالیست؛
- استفاده از نانو ساختارها.



شکل ۱- طرح کلی فرایند تولید و CO زدایی از H_2 برای تولید آمونیاک (مثال شمتیک؛ شرکت گسترش فناوری خوارزمی). گام اول در فرایند تولید آمونیاک، تولید هیدروژن از گاز طبیعی است که شامل چندین فرایند متمایز است. در ابتدا، گاز سنتز از گاز طبیعی با استفاده از فرایند ریفرمیگ تولید می‌شود. سپس مونوکسیدکربن با استفاده از راکتورهای شیفت در واکنش با بخار آب به هیدروژن و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شود. انتقال آب گاز در دو راکتور سری که اولی دما بالا و دومی دما پایین است، انجام می‌شود. قبل از تولید گاز سنتز، گاز طبیعی باید عاری از آلودگی‌هایی باشد که اثرات نامطلوبی بر کاتالیزورهای پایین دست دارد و بایستی حذف شود. گاز طبیعی معمولاً حاوی غلظت‌های مختلفی از ترکیبات گوگردی به شکل سولفید هیدروژن و یا اجزای حاوی گوگرد آلی است [۵].

قرار داده می‌شود تا ترکیبات حاوی گوگرد را به حداقل برساند [۳، ۱].

ترکیب نانوکاتالیست HTS به طور مرسوم، $74.2\% \text{Fe}_3\text{O}_4$ ، $10.0\% \text{Cr}_2\text{O}_3$ ، $2\% \text{MgO}$ و باقیمانده آن، ترکیبات فرار هستند. ترکیب شیمیایی نانوکاتالیست LTS نیز مخلوطی از CuO ، ZnO و Al_2O_3 است که دو مثال از ترکیبات مرسوم نانوکاتالیست‌های LTS به شرح زیر است [۴]:

- $73\% - 68\% \text{ZnO}$ ، $2\% - 15\% \text{CuO}$ ، $14\% - 9\% \text{Cr}_2\text{O}_3$ ، $5\% - 2\% \text{Mn}$ و مابقی اکسیدهای Al و Mg
- $33\% - 32\% \text{CuO}$ ، $53\% - 34\% \text{ZnO}$ و $33\% - 15\% \text{Al}_2\text{O}_3$

نانوکاتالیست‌های LTS از طریق تزریق هم‌زمان اسیدی (خوراک) حاوی یون‌های فلزی مس، روی و آلومینیوم از یک سو و محلول قلیایی تنظیم‌کننده pH (به عنوان مثال کربنات سدیم) از سوی دیگر حاصل می‌شود. مقدار pH باید در تمام طول تزریق (ترسیب) در محدوده مطلوب، ثابت بماند [۶].

نانوکاتالیست‌های WGS دما پایین بر پایه مس

اولین نانوکاتالیست WGS دما پایین بر پایه مس در سال ۱۹۶۳ معرفی شد که از CuO و ZnO با نسبت ۱ به ۲، تشکیل شده بود. کمی بعد مشخص شد که افزودن آلومینا به ساختار این نانوکاتالیست‌ها می‌تواند پایداری گرمایی را افزایش دهد و مقاومت در برابر مسموم

می دهند. بازده واکنش نانوکاتالیستی در ابعاد نانومتری، بیش از مقدار پلا متاثر از اندازه ذرات پلاست. اندازه نانوذرات طلا در این حالت با توجه به روش تولید، ۲ تا ۶ نانومتر است و بیشترین فعالیت نانوکاتالیستی را نانوذرات طلا ۲ نانومتری از خود نشان داده است. با آلاینده^۱ نانوکاتالیست طلا-سریا با فلزات La و Gd نیز شاهد افزایش فعالیت نانوکاتالیستی خواهیم بود [۱،۴].

استفاده از سریا به عنوان پایه نانوکاتالیست و نشان دادن نانوذرات فلزات واسطه (Cr, Ni, Fe و...) یا فلزات نجیب (Pt, Pd و...) بر روی آن از دیگر تلاش‌هایی است که برای معرفی یک نانوکاتالیست بهینه برای فرایند WGS در حال انجام است. در این دسته از نانوکاتالیست‌ها سریا نیز می‌تواند نانوساختار باشد که استفاده از نانوساختارهای تک‌بعدی مانند نانوالیاف سریا به عنوان پایه نانوکاتالیست به شدت مورد توجه قرار دارد [۱].

از دیگر مسیرهای مبتنی بر فناوری نانو برای دستیابی به نانوکاتالیست‌های WGS بهینه می‌توان به نانوکاتالیست‌های با پایه نانوکاتالیست کربنی اشاره کرد. کربن فعال یکی از پایه نانوکاتالیست‌های مناسبی است که برای این دسته از نانوکاتالیست‌ها به نحو مطلوبی عمل می‌کند. فعالیت نانوکاتالیستی کربن فعال همراه با نانوذرات آهن اکسید، مس و فلزات نجیب، بر روی واکنش WGS نتایج مناسبی در پی داشته است. همچنین نانولوله کربنی به عنوان پایه نانوکاتالیست با انواع مواد فعال فلزی و اکسید فلزی، مورد بررسی قرار گرفته است [۱،۳].

محصولات داخلی

با توجه به اهمیت نانوکاتالیست انتقال آب-گاز دما پایین برای کشور و محدودیت‌هایی که در تأمین آن وجود دارد، شرکت گسترش فناوری خوارزمی یکی از شرکت‌های فناوری و تواناست که این نوع نانوکاتالیست در آن بومی سازی شده است. شرکت دانش بنیان گسترش فناوری خوارزمی با بیش از ۱۵ سال سابقه پژوهش و فناوری، فعالیت خود را در جهت توسعه دانش فنی تولید نانوکاتالیست‌های صنعتی در ایران، رسماً از سال ۱۳۸۹ آغاز کرد و در حال حاضر موفق به تولید طیف گسترده‌ای از نانوکاتالیست‌های مورد استفاده در صنعت فولاد، پالایش و پتروشیمی شده است [۶].



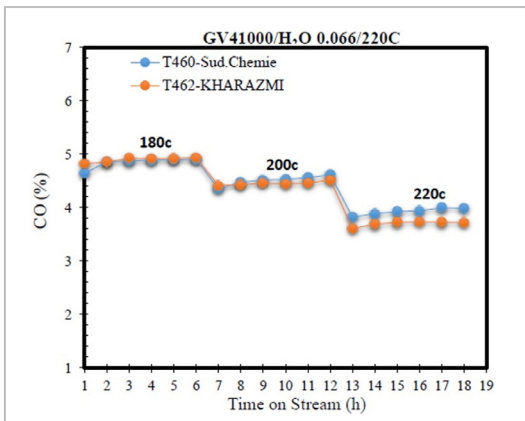
علاوه بر نانوکاتالیست انتقال آب-گاز دما پایین، انواع نانوکاتالیست‌های ریفرمینگ احیای مستقیم، انواع نانوکاتالیست ریفرمینگ دارای کاربرد در پالایشگاه‌ها و صنایع پتروشیمی، نانوکاتالیست اتوترمال،

از این‌رو از طرفی نانوکاتالیست‌های نوینی بر پایه سریا (CeO_۲)، نانوکاتالیست‌های جدید بر پایه کربن و نانوکاتالیست‌های بر پایه فلزات نجیب، معرفی شده‌اند و از طرف دیگر، نانوکاتالیست‌های مرسوم و یا نانوکاتالیست‌های جدید در ابعاد نانومتری تولید و مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در نتیجه می‌توان گفت که فناوری نانو مسیرهای فراوانی را برای بهبود خواص این دسته از نانوکاتالیست‌ها گشوده است. در زمینه بهبود خواص نانوکاتالیست WGS، هم بر روی ماده فعال نانوکاتالیستی و هم بر روی پایه نانوکاتالیست، تمرکز شده است. در مورد تأثیر فناوری نانو بر روی نانوکاتالیست‌ها می‌توان گفت که با کوچک شدن اندازه ذرات در ابعاد نانومتری، سطح ویژه فعال بیشتری جهت فرایندهای نانوکاتالیستی در دسترس قرار می‌گیرد [۱،۳].

در کنار نانوکاتالیست‌های بر پایه آهن و مس، نانوکاتالیست‌های بر پایه نیکل، کبالت، مولیبدن، طلا، پلاتین، رودیم و روتنیوم از دیگر مواد فعال نانوکاتالیستی برای واکنش WGS محسوب می‌شوند. همچنین مرسوم‌ترین پایه نانوکاتالیست‌ها در این حوزه، ZnO، Al_۲O_۳ و SiO_۲ هستند. پایه نانوکاتالیست‌های TiO_۲ و CeO_۲ نیز جزء پایه نانوکاتالیست‌های نوین هستند که به دلیل توانایی در ذخیره‌سازی اکسیژن، خواص عالی به عنوان پروموتور ایفا کرده‌اند. کبالت و مولیبدن به لحاظ مقاومت در برابر مسموم شدن با گوگرد، خواص مناسبی را از خود نشان داده‌اند. فلزات نجیب نیز فعالیت نانوکاتالیستی بالایی برای واکنش WGS دارند اما فعالیت نانوکاتالیستی آن‌ها به شدت به پایه نانوکاتالیست وابسته است [۱،۴].

یکی از موادی که به شدت به عنوان پایه نانوکاتالیست برای جایگزینی با نانوکاتالیست‌های مرسوم WGS مدنظر قرار دارد، سریا (CeO_۲) است. گرچه سریا و مواد بر پایه سریا فعالیت نانوکاتالیستی مناسبی برای واکنش WGS از خود نشان نداده‌اند اما به دلیل وجود جای خالی اکسیژن و ذخیره‌سازی اکسیژن در داخل ساختار خود، مشاهده شده است که در هنگامی که به عنوان پایه نانوکاتالیست مورد استفاده قرار می‌گیرد، به خوبی به عنوان یک پروموتور می‌تواند میزان فعالیت نانوکاتالیستی را افزایش دهد. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد مس یکی از نانوکاتالیست‌های مرسوم LTS است. پژوهش‌ها نشان داده است که مس، چه به صورت ذرات بر روی سطح سریا به عنوان پایه نانوکاتالیست و چه به صورت مس عنصری حل شده در ساختار سریا، فعالیت نانوکاتالیستی مناسبی از خود نشان داده است [۱].

همچنین مشاهده شده است که اگر چه طلا در ابعاد بزرگ در واکنش WGS فعالیت نانوکاتالیستی اندکی از خود نشان می‌دهد اما نانوذرات طلا بر روی پایه نانوکاتالیست سریا، نه تنها فعالیت نانوکاتالیستی دارند بلکه بازده واکنش بالایی را از خود نشان



شکل ۲- مقایسه خاصیت نانوکاتالیستی نانوکاتالیست LTS شرکت گسترش فناوری خوارزمی و شرکت Sud Chemie [۲]

بوده است که با رشد سالانه ۴٫۲ درصد تا سال ۲۰۳۲ به ۳۶٫۴ میلیارد دلار افزایش خواهد یافت. به لحاظ جنس نانوکاتالیست‌ها مشاهده می‌شود که نانوکاتالیست‌های فلزی پس از ترکیبات شیمیایی، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳) [۷].

از منظر کاربرد، نانوکاتالیست‌ها در چهار کاربرد عمده تقسیم‌بندی می‌شوند: سنتز شیمیایی، پالایش نفت، کاربردهای محیط‌زیستی و پلیمر و پتروشیمی که از میان آن‌ها در سال ۲۰۲۲، سنتز شیمیایی با ۲۶٫۳ درصد، بیش‌ترین سهم بازار را در اختیار داشته است (شکل ۴) [۷].

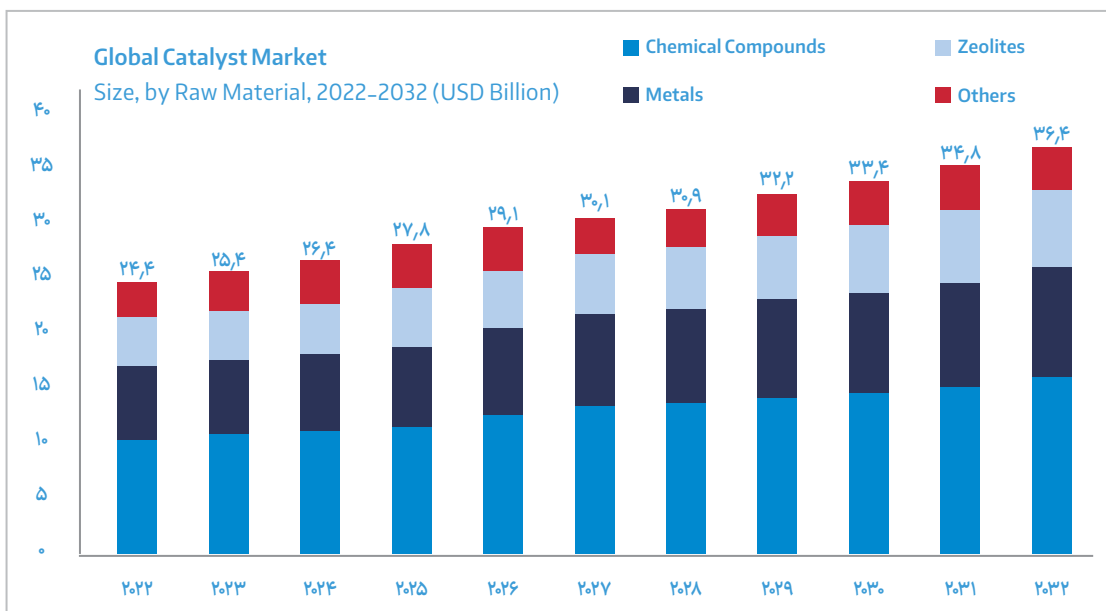
همان‌طور که مشاهده می‌شود بازار نانوکاتالیست‌ها بازار روبه‌رشدی

نانوکاتالیست انتقال آب - گاز دما بالا، نانوکاتالیست‌های پیش‌ریفرمینگ، نانوکاتالیست‌های متاناسیون، نانوکاتالیست‌های سنتز متانول و نانوکاتالیست‌های هیدرودیسیپلوریزاسیون از دیگر محصولات این شرکت است [۲].

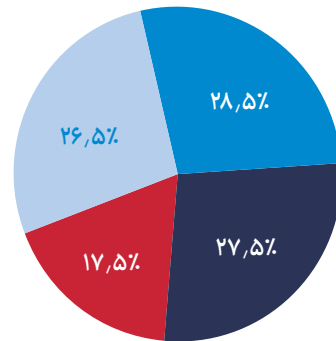
فلز فعال نانوکاتالیستی در نانوکاتالیست LTS تولید شده توسط گسترش فناوری خوارزمی، مس است که پس از احیای نانوکاتالیست درون راکتور و تبدیل اکسید مس به مس، خاصیت نانوکاتالیستی پیدا می‌کند. برای بیشینه کردن کارایی این نانوکاتالیست‌ها لازم است که آن‌ها بیشترین سطح فعالیت نانوکاتالیستی را داشته باشند. با ورود فناوری نانو به این صنعت و تولید نانوکاتالیست‌های با سطح فعال قابل توجه، تحولی عظیم در کارایی آن‌ها به وجود آمده است. دستیابی به ریزساختار نانو حاوی ذرات با ابعاد کمتر از ۲۰ نانومتر در این محصول سطح فعال بیشتر برای محصول و به دنبال آن اکتیویته بیشتری را به همراه داشته است. به منظور بررسی خاصیت نانوکاتالیستی این محصول، آزمون در سیستم نانوکاتالیستی (Catatest) روی نمونه تولید شده و یک نمونه صنعتی (شرکت Sud-Chemie) انجام و گازهای خروجی با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی اندازه‌گیری شد. مقایسه نتایج حاصل از آزمون نانوکاتالیستی نمونه تولید شده و نمونه صنعتی، بیانگر انطباق بسیار مناسب این دو محصول است (شکل ۲) [۲].

بازار داخلی و جهانی نانوکاتالیست‌ها

اندازه بازار جهانی نانوکاتالیست‌ها در سال ۲۰۲۲، ۲۴٫۲ میلیارد دلار



شکل ۳- اندازه بازار نانوکاتالیست‌ها در بازه زمانی سال‌های ۲۰۲۲ تا ۲۰۳۲ به تفکیک مواد اولیه [۷]



شکل ۴- بازار جهانی نانوکاتالیست‌ها در طی یک سال به تفکیک حوزه کاربرد [۷]

در ایران (در مجموع ۱۴ واحد)، تولید نانوکاتالیست واحد LTS حائز اهمیت فراوان است. از این رو لازم است تا نیازهای اساسی و استراتژیک این صنعت (همچون نانوکاتالیست) در داخل کشور تأمین و تولید شود. میزان مصرف سالانه نانوکاتالیست انتقال دما پایین یا LTS در کشور ۳۵۰ تن در سال است و با احتساب قیمت خرید این نانوکاتالیست از منابع خارجی که در حدود ۲۰ یورو به ازای هر کیلوگرم است، بومی‌سازی تولید این محصول می‌تواند علاوه بر افزودن دانش فنی تولید یک محصول استراتژیک صنعتی به توانمندی‌های کشور، سالیانه از ارزیابی معادل ۷ میلیون یورو جلوگیری کند [۶].

است. به طور خاص در مورد نانوکاتالیست‌های انتقال آب-گاز نیز بازار روبه‌رشدی پیش‌بینی می‌شود. توسعه صنایع مصرف‌کننده هیدروژن همچون نفت، گاز و پتروشیمی، صنایع شیمیایی و صنایع فلزی و همچنین توجه فراوان به هیدروژن به عنوان سوخت پاک، دو پیشران اصلی در جهت رشد و توسعه این نانوکاتالیست‌ها محسوب می‌شوند.

در بازار داخلی نیز به دلیل توسعه صنعت پتروشیمی، بازار روبه‌رشدی برای نانوکاتالیست‌های LTS پیش‌بینی می‌شود. به عنوان مثال با توجه به تعداد واحدهای فعلی و برنامه آتی توسعه تولید آمونیاک

پی‌نوشت‌ها

- ۱- Water-Gas Shift (WGS)
- ۲- Syn-Gas
- ۳- Steam Reforming
- ۴- High Temperature Shift Catalysts
- ۵- Low Temperature Shift Catalysts
- ۶- Structural Promoter
- ۷- Deactivation
- ۸- Doping

منابع

- ۱- D. B. Pal, R. Chand, S. Upadhyay, and P. Mishra, "Performance of water gas shift reaction catalysts: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 93, pp. 549-565, 2018.
- ۲- <https://nanoproduct.ir/product/004913/>
- ۳- E. Baraj, K. Ciahotný, and T. Hlinčák, "The water gas shift reaction: Catalysts and reaction mechanism," *Fuel*, vol. 288, p. 119817, 2021.
- ۴- P. Ebrahimi, A. Kumar, and M. Khraisheh, "A review of recent advances in water-gas shift catalysis for hydrogen production," *Emergent Materials*, vol. 3, pp. 881-917, 2020.
- ۵- Khwarizmico, "https://khwarizmico.com/products/petrochemical-catalysts/ammonia-units; 1402," واحد های آمونیاک
- ۶- nanoproduct.ir/news/66302
- ۷- Market.Us, "https://market.us/report/catalyst-market/", 2023.

اسکوتر برقی هندی با باتری گرافنی به بازار عرضه می شود



شکوفایی آن ها در سراسر کشور است که این کار از طریق راه حل های نوآورانه و فناورانه انجام می شود. عرضه CAT 3.0 NXT نقطه عطف قابل توجهی دیگر به سمت هدف ما بوده که باعث می شود مشاغل سازگار با محیط زیست باشند.»

پیش از این، خبرهایی از عرضه محصولات مشابه با استفاده از باتری های تقویت شده گرافن وجود داشته است، مانند عرضه محصولی در هند که توسط شرکت iVOOMi انجام شده است، این محصول با نام تجاری SI Lite به بازار عرضه شده است.

www.financialexpress.com

منبع

یک شرکت هندی که در حوزه تولید وسایل نقلیه برقی فعالیت دارد، از عرضه اسکوتر برقی خبر داد که در آن از گرافن استفاده شده است.

شرکت کوماکی (Komaki) اسکوتر برقی را به بازار عرضه می کند که گفته می شود در آن از باتری گرافنی استفاده شده است. شرکت کوماکی در هند که خودروهای برقی تولید می کند مدل جدیدی اسکوتر با نام CAT 3.0 NXT را معرفی کرده است که دارای دو نوع باتری، گرافنی و Lip04 است. این اسکوترها به قیمت ۱۱۹,۹۹۹ روپیه (حدود ۱۴۰۰ دلار) و ۱۴۹,۹۹۹ روپیه (تقریباً ۱۸۰۰ دلار) به بازار عرضه می شوند. رونمایی از این اسکوتر با هدف افزایش مسافت قابل پیمایش با یک اسکوتر برقی انجام شده است و به کاربران اجازه می دهد تا تمام روز با آن رفت و آمد کنند.

این اسکوتر برقی دارای دو گزینه در بخش باتری است، یک گزینه مربوط به باتری گرافنی بوده و دیگری به باتری Lip04 مربوط است که بسته به نوع باتری، بیش از ۱۸۰ کیلومتر تا ۲۰۰ کیلومتر را با یک بار شارژ طی می کند.

گونجان مالهوترا از بنیان گذاران بخش الکترونیک شرکت کوماکی می گوید: «چشم انداز ما در کوماکی تقویت مشاغل کوچک برای

یک نانوپوشش ضد خزه تجاری برای بدنه قایق ها ساخته شد



شده است که سازگار با محیط زیست باشد و اطمینان حاصل کند که به زندگی دریایی آسیب نمی رساند یا منجر به آلودگی نمی شود. مسئولان شرکت سی آرایکس کوتینگز توضیح می دهند: «تغییر به سوی استفاده از روکش های بادوام و غیرسمی به معنای نیاز کمتر به استفاده مجدد از این گونه محصولات بوده، در نتیجه منابع کمتری مصرف شده و کاهش ردپای محیطی را برای صنعت قایق رانی به دنبال دارد.»

www.markets.businessinsider.com

منبع

برای کاهش رشد خزه و میکروارگانیسم ها روی بدنه کشتی و قایق ها، نانوپوششی حاوی گرافن ساخته شده که زیست سازگار نیز است.

شرکت سی آرایکس کوتینگز (CRX Coatings) از عرضه پوشش جدید گرافنی خود خبر داد که برای استفاده در حوزه دریایی مناسب است. این شرکت مستقر در تنسی، متخصص در پوشش های گرافنی است که محصولی به نام X21 Foul Release Bottom Pain را برای استفاده در صنعت قایق رانی تولید کرده است.

شرکت سی آرایکس کوتینگز موفق به ارائه فرمولاسیونی شده که در آن از گرافن برای ایجاد خاصیت ضد خزه استفاده شده است. این فرمولاسیون عاری از مس و بیوسیدها بوده و به طور ویژه برای کاربردهای دریایی تولید شده است. براساس گزارش های منتشر شده، این رویکرد نوآورانه آن ها حداکثر عملکرد و دوام را برای صاحبان قایق به ارمغان می آورد.

علاوه بر عملکرد، شرکت سی آرایکس کوتینگز تأکید جدی بر حفظ محیط زیست دارد. این محصول گرافنی آن ها به گونه ای طراحی

تأسیس استارت‌آپی برای ایجاد تحول در مواد دوبعدی

چندین تن در سال افزایش دهد. تحقیق و توسعه داخلی آن‌ها نشان می‌دهد که این امر می‌تواند منجر به تولید محصولات تقویت شده با گرافن تا بیش از ۱۰۰,۰۰۰ تن در سال شود. این شرکت به ویژه در استفاده از مواد خود در بخش‌های پرتقاضا مانند بتن، پوشش‌ها و ذخیره انرژی متمرکز است که در آن می‌توان مزایای پایداری قابل توجهی را تحقق بخشید.

پروفسور عمر ماتار؛ رئیس بخش مهندسی شیمی، اظهار داشت: «توی دی نانو تخصص ما در علم و دانش مهندسی را برای تولید مواد جدید در مقیاس انبوه ترکیب می‌کند.»
فرابند تولید در مقیاس بزرگ شرکت توی دی نانو چندین مزیت مهم را با خود به همراه دارد:

- تولید مداوم و پایدار محصول
- محصولات 2D قابل تنظیم متناسب با ویژگی‌های
- ازپیش تعیین شده
- نظارت بر کیفیت در زمان واقعی
- هزینه‌های تولید بسیار رقابتی

پروفسور کامیل پیت، مدیر تحقیقات توی دی نانو، اظهار داشت: «بسیار هیجان‌انگیز است که این فناوری را در مقیاس TRL می‌بینیم و پتانسیل فنی و پایداری آن توسط صنعت دیده می‌شود.»

منبع www.imperial.ac.uk



با راه‌اندازی یک شرکت نوپا و اختصاص دومیلیون پوند به آن، محققان امپریال کالج لندن امیدوارند که این شرکت نوپا بتواند در حوزه مواد دوبعدی تحول ایجاد نماید.

امپریال کالج لندن شرکتی به نام توی دی نانو (2D Nano) را به سرپرستی دکتر آندریوس پاتاپاس، پروفسور عمر ماتار، پروفسور کامیل پیت (گروه مهندسی شیمی) و دکتر جیسون استافورد (گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه بیرمنگام) راه‌اندازی کرده است. این شرکت نوپا قرار است پیشگام در تولید مواد پیشرفته مانند گرافن، نیتريد بور، دی سولفید مولیبدن و مواد دیگر باشد.
براساس گزارش‌های منتشر شده، شرکت نوپای توی دی نانو تاکنون دو میلیون پوند بودجه از سرمایه‌گذاران بخش خصوصی تأمین کرده است که به این شرکت امکان می‌دهد تا تولید مواد دوبعدی را به

تأیید عملکرد بتن تقویت شده با گرافن، مسیر ورود به بازار را تسهیل کرد

انجام شده توسط تیم تحقیق و توسعه شرکت پیشرو در صنعت ساخت‌وساز نتایج مشابهی را به همراه داشت. پریمیر اکنون منتظر یک سفارش آزمایشی در مقیاس بزرگ‌تر است و اگر این یافته‌ها از طریق آزمایش‌های مستقل بیشتر تأیید شوند، این شرکت انتظار دارد سفارش‌های اولیه و توافق‌نامه‌هایی برای فروش در حجم‌های بالا در پیش باشد.

در طول جلسه، این شرکت نتایج بسیار امیدوارکننده‌ای را از آزمایش اخیر مخلوط افزودنی بتن پریمیر گرافن و HGI در ملات ارائه کرد. مهندسان آن‌ها در مورد عملکرد این افزودنی اشتیاق زیادی نشان دادند که نشان‌دهنده پتانسیل قابل توجه آن برای بهبود مصالح ساختمانی است که محصول نهایی را بسیار قوی‌تر و ماندگارتر می‌کند. این نتایج با نتایج به دست آمده توسط آزمایش مستقل روی آسفالت مطابقت دارد.

منبع www.morningstar.com

پدرموندز؛ مدیرعامل شرکت پریمیر گرافن (Premier Graphene) به تازگی جلسه‌ای با یکی از شرکت‌های پیشرو در صنعت ساخت‌وساز داشته است که در آن جلسه نتایج مثبت استفاده از بتن تقویت شده با گرافن شرکت پریمیر گرافن توسط این شرکت پیشروی جهانی تأیید شد. بخش تحقیق و توسعه این شرکت پیشرو اقدام به بررسی این محصول کرده و نتایج مشابه نتایج شرکت پریمیر گرافن را به دست آورده است. این تأیید عملکرد مسیر سفارش‌دهی را برای این محصول هموار می‌کند.

در ۸ اگوست ۲۰۲۴ پریمیر گرافن گزارشی منتشر کرد که در آن نتایج استفاده از بتن تقویت شده با گرافن در صنعت راه و ساختمان ارائه شده بود. نتایج ارائه شده توسط شرکت Baja California Test نشان می‌داد که بتن اختصاصی تقویت شده با گرافن پریمیر بهبودی ۳۲ درصدی را در مقاومت کششی ایجاد می‌کند. آزمایش‌های مستقل

«روز نانوی بریتانیا» با هدف آموزش و ترویج فناوری نانو برگزار شد

از آن‌ها دکتر رشمائو؛ مدرس دیپارتمان مواد و مؤسسه گراتام در امپریال کالج لندن، در مورد فناوری‌های تبدیل انرژی صحبت کرد. دکتر جک گارتساید؛ محقق آکادمی سلطنتی مهندسی در بخش فیزیک در امپریال کالج، در مورد آینده مواد برای محاسبات نوروامورفیک مباحثی را مطرح کرد. دکتر چپرو چیاپینی؛ مدرس ارشد نانومواد و رابط‌های زیستی در کینگز کالج لندن، در مورد نانومواد زیست‌رابط‌ها برای مراقبت‌های بهداشتی مطالبی را ارائه کرد.

نمایشگاه‌های این رویداد طیف وسیعی از تحقیقات را به نمایش گذاشتند، از جمله فرصتی برای بازدیدکنندگان برای ایجاد دستبند‌های نانو فراهم شد که منجر به بحث در مورد اصول فناوری نانو و کاربردهای آن در دنیای واقعی شد. بازدیدکنندگان همچنین می‌توانستند درباره درمان‌های پزشکی پیشرفته‌ای که توسط فناوری نانو هدایت می‌شوند، بیشتر بیاموزند، در مورد نانو پلاسترها و باندهای نوآورانه‌ای که بهبودی زخم را تسریع می‌کنند، بحث کنند و پتانسیل ابزارهای میکروسکوپی در درمان‌های ژنی و سلولی را ببینند. آزمایشگاه پیشرفته گرافن روی بوردهای مدار چاپی (Advanced Graphene Lab-on-PCB) پلتفرم جدیدی برای حسگری بیوشیمیایی بود که در این رویداد به نمایش گذاشته شد.

منبع www.imperial.ac.uk

رویداد UK Nano Day هر ساله در دهم سپتامبر برگزار می‌شود که در آن برای مردم عادی و علاقه‌مندان به حوزه نانو برنامه‌های ترویجی مختلفی در نظر گرفته می‌شود.

ایمپریال کالج لندن برای گرفتن جشن روز نانوی بریتانیا به کمک مرکز فناوری نانو لندن آمد تا با برگزاری این مراسم، پتانسیل تحول‌آفرین علم و فناوری نانو را برای همگان به نمایش درآورد. روز نانو بریتانیا هر ساله در ۱۰ سپتامبر جشن گرفته می‌شود. تاریخ ۱۰ سپتامبر به‌طور نمادین انتخاب شده است زیرا مقیاس نانو را منعکس می‌کند: پیشوند نانو به معنای یک میلیاردم متر است.

امسال، مرکز فناوری نانو لندن رویدادی را در امپریال کالج ترتیب داد تا روز نانو بریتانیا را جشن بگیرد، آگاهی از کاربردهای واقعی آن را افزایش دهد، برای دانشمندان آینده الهام بخش باشد و به ترویج تحقیقات علمی کمک کند. موضوع رویداد امسال «نانو برای بشریت» بود و محققان مشتاق بودند نشان دهند که چگونه علم نانو در حال حاضر زندگی روزمره ما را بهبود می‌بخشد.

این رویداد طیف وسیعی از تحقیقات پیشرفته در مقیاس نانو را از طریق نمایشگاه‌های تعاملی و صحبت‌های کارشناسان به نمایش گذاشت و به شرکت‌کنندگان اجازه داد تا به صورت مستقیم با دانشمندان حوزه نانو در ارتباط باشند.

صحبت‌های تخصصی مختلفی در این روز انجام شد. در یکی

تولید ژاکت نانویی با قابلیت مدیریت حرارت



شدن خنک می‌شود. زمانی که گرافن به پارچه اضافه شده خاصیت ضداستاتیک ایجاد کرد و لطافت و نرمی لباس را طولانی‌تر نگه می‌دارد که این امر یک گام مهم در آینده منسوجات است.» براساس وبگاه دوئر، از پارچه تقویت‌شده با گرافن در تولید این ژاکت استفاده شده که در حال حاضر با قیمت ۱۱۹ دلار به فروش می‌رسد.

منبع www.themanual.com

شرکت دوئر (Duer) ژاکت تقویت‌شده با گرافن تولید و به بازار عرضه کرده است. این ژاکت می‌تواند در زمان سرد بودن هوا، بدن را گرم نگه داشته و هنگام گرما، به خنک شدن بدن کمک کند. این شرکت نوآور در حوزه منسوجات برای تولید لباس‌های جین، بسیار شناخته شده است.

گفته می‌شود که پارچه‌ای که برای تولید این ژاکت استفاده شده، بدون احساس سنگینی، دمای بدن را تنظیم می‌کند، آنتی‌استاتیک بوده و دوام طولانی مدت دارد.

گری لنت؛ مدیرعامل دوئر گفت: «زمانی که جایزه نوبل به گرافن داده شد، توجه ما به این ماده جلب شد، ماده‌ای که خواص عملکرد بی‌نظیری برای منسوجات به ارمغان می‌آورد و در عین حال روی وزن پارچه تأثیری نداشته و تنفس‌پذیری پارچه را نیز تغییر نمی‌دهد و در عین حال نرمی لباس حفظ می‌شود. ما گرافن را وارد پارچه کردیم تا مدیریت حرارتی پیشرفته‌ای را در پارچه ایجاد نماییم. چنین پارچه‌ای در هنگام سرد بودن، شما را گرم نگه می‌دارد و هنگام گرم

همکاری دوجانبه چین و کوبا در حوزه فناوری نانو



کمیسون مشترک همکاری های علوم و فناوری چین و کوبا هفته گذشته برگزار شد که در آن طرفین روی برنامه های همکاری دوجانبه بحث و گفتگو کردند.

در بازدیدی که لانگ تنگ؛ معاون وزیر علوم و فناوری چین، از مرکز محلی مطالعات پیشرفته کوبا انجام داد، علاقه خود و کشورش را به توسعه فناوری نانو در کوبا ابراز کرد.

به عنوان بخشی از فعالیت های مربوط به برنامه سیزدهمین کمیسیون علوم و فناوری مشترک چین-کوبا در هاوانا، تبادل متخصصان بین دو کشور انجام می شود.

معاون وزیر علوم و فناوری چین از فرصت های جدیدی که در این همکاری بین دو کشور در حوزه علم و فناوری نانو ایجاد می شود، ابراز خرسندی کرد.

مسئولان کوبایی در این دیدار آخرین دستاوردهای تحقیقاتی به دست آمده و حوزه های پژوهشی که در برنامه ملی علم و فناوری نانو

کوبا درج شده را برای لانگ تنگ و هیئت همراه ارائه کردند. سیزدهمین جلسه کمیسیون مشترک همکاری های علوم و فناوری چین و کوبا چند روز قبل برگزار شد که در آن طرفین روی فرصت های همکاری دو جانبه بحث و گفتگو کردند.

www.cubanews.acn.cu منبع

تضمین خرید بتن هایی که با فناوری نانو تقویت شده است



آژانس نوآوری ملی بریتانیا (Innovate UK) بودجه ۴٫۲ میلیون دلاری به هفت پروژه کربن زدایی بتن اختصاص می دهد. این بودجه برای حمایت از شرکت هایی اختصاص دارد که روی توسعه بتن با کمترین میزان تولید دی اکسید کربن کار می کنند. همچنین برنامه دیگری برای این شرکت ها در نظر گرفته شده که در آن، تضمین خرید محصولات در حال توسعه این شرکت ها توسط بخش دولتی انجام می شود.

این آژانس در راستای کمک به کاهش میزان دی اکسید کربن موجود در اتمسفر، سرمایه گذاری ۳٫۲ میلیون پوندی (حدود ۴٫۲ میلیون دلار آمریکا) در هفت پروژه انجام داده است که این پروژه ها برای پیشبرد بیشتر کربن زدایی در صنعت تولید بتن اجرا می شوند. این بودجه بخشی از تلاش گسترده تر آژانس نوآوری ملی بریتانیا برای تقویت روش های پایدار و کاهش انتشار کربن در بخش ساخت و ساز است.

در میان دریافت کنندگان این بودجه، نام شرکت سیمکس یوکی اوپریشنز (Cemex UK Operations) دیده می شود که قصد دارد از این سرمایه گذاری برای توسعه بیشتر CoMLaG، ترکیبی از سنگ آهک میکرونیزه و گرافن استفاده کند که هدف آن، کاهش رد پای کربن در بتن است.

این پروژه ها علاوه بر دریافت بودجه از آژانس نوآوری ملی بریتانیا، با کمیته Cohort Commitment Concrete نیز همکاری می کنند تا

از طریق این کمیته بتوانند تضمین خرید محصولات نانویی آتی خود را دریافت کنند که به این تعهد خرید محصول An advance market commitment (AMC) گفته می شود. AMC ها برای ایجاد انگیزه به منظور تولید محصولات نوآورانه مانند بتن کم کربن به شرکت داده می شوند تا پس از توسعه موفقیت آمیز محصولات جدید از فروش آن ها در بازار مطمئن باشند.

این حمایت ها بخشی از یک برنامه آزمایشی است که به دنبال کمک به بهبود اقلیم و شرایط آب و هوا با کمک آژانس نوآوری ملی بریتانیاست که در این مسیر از مشوق هایی نظیر تضمین خرید محصول استفاده می شود.

www.worldconstructionnetwork.com منبع

آزمون‌های موفقیت آمیز صنعتی روی بتن‌های نانویی سبک و مقاوم



بیوگرافن سلوشنز با استفاده از منابع غیرگرافیتی اقدام به تولید گرافن می‌کند که برای این کار از مواد آلی استفاده می‌کند. آن‌ها از طریق یک فرایند تولید حرارتی مکانیکی اختصاصی، گرافن تولید می‌کنند. این آزمایش‌ها روی بتن بیوگرافن سلوشنز، شامل ۶۰۰ آزمون مختلف بوده که همگی توسط امکانات آزمون بتن دارای مجوز و با همکاری شرکت ثالث مستقلی تأیید شده‌اند.

www.miningstockeducation.com

منبع

بیوگرافن سلوشنز (Bio Graphene Solutions) نتایج یکی از آزمایش‌های موفق انجام شده با یکی از تولیدکنندگان برتر بتن آمریکای شمالی را به اشتراک گذاشته است. در این آزمایش از ترکیب گرافن با بتن، پیشرفت قابل توجه در عملکرد و صرفه‌جویی در هزینه به دست آمده است.

در نهایت این تولیدکننده به دنبال کاهش ده درصدی محتوای سیمان خود، شاهد کاهش کلی هزینه تا ۴۷ درصد بوده است. یکی از دلایل کاهش هزینه، بی‌نیازی از افزودن مواد کمکی روان‌کننده است، موادی که معمولاً به بتن اضافه می‌شود تا کارایی آن بهبود یابد. کاهش سیمان با توجه به هزینه بالای آن از نظر اقتصادی و محیط‌زیستی، هدف بسیاری از تولیدکنندگان است. علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه، گفته می‌شود که این تولیدکننده نتایج بیش از حد انتظار خوب در آزمون‌های استحکامی به دست آورده است، تحمل ۸۰۰۰ تا ۱۷،۰۰۰ پوند فشار بدون ترک خوردگی/شکستن استرس از جمله این نتایج بوده است. همچنین این ترکیب جدید استحکام ۲۸ روزه را ۴۳ درصد بالاتر از میزان پیش‌بینی شده، ارائه کرده است. علاوه بر این، هیچ‌گونه جریان‌پذیری یا اصطکاک گزارش نشده است. گفته می‌شود که این نتایج از استاندارد موجود فراتر رفته است.

تأیید اثربخشی فناوری نانو حباب برای پرورش ماهی سالمون



به‌طور خاص، پس از نصب نانو حباب‌ساز، سیستم L. dingen Fisk تحت افزایش ۲۳ درصدی اکسیژن محلول، کاهش ۳۰ درصدی کدورت و کاهش ۷۰ درصدی تجمع نیتريت قرار گرفت. جان اریک هاگنسن؛ مدیر ارشد اسکاندیناوی در مولیر در بیانیه مطبوعاتی گفت: «کار ما با L. dingen Fisk نشان‌دهنده پتانسیل فناوری نانو حباب برای باز کردن سطح جدید بهره‌وری در صنعت آبی پروری است.»

www.thefishsite.com

منبع

همکاری انجام شده با بخش صنعت نشان می‌دهد که استفاده از فناوری نانو حباب می‌تواند بازده انتقال اکسیژن و همچنین کیفیت آب را در سیستم‌های چرخشی آبی پروری (RAS) بهبود دهد. شرکت مولیر (Moleaer) از فناوری نانو در تأسیسات پرورش ماهی Lødingen Fisk استفاده کرده است.

Lødingen Fisk یکی از مراکز آبی پروری ماهی سالمون در نروژ است که نتایج جالب توجهی از به‌کارگیری فناوری نانو حباب به دست آورده است. این مرکز کیفیت بالای آب و افزایش میزان اکسیژن در آب را بعد از به‌کارگیری فناوری نانو حباب گزارش کرده است.

نانو حباب‌ها به‌طور معمول بین ۲۰۰-۸۰ نانومتر قطر دارند که برای مدت طولانی در آب به حالت تعلیق درمی‌آیند. خصوصیات منحصر به فرد آن‌ها، از جمله بار منفی سطحی، به آن‌ها امکان می‌دهد تا با از بین بردن بیوفیلم و سایر ذرات معلق از آب، کارایی انتقال اکسیژن را افزایش داده و کیفیت آب را بهبود بخشند.

در L. dingen Fisk، سیستم مولیر نقش مهمی در تقویت انحلال اکسیژن، کاهش مواد جامد معلق و پیشرفت‌های قابل توجهی در عملکرد بیوفیلتر داشت و در نتیجه آب پاک و غنی از اکسیژن بیشتری برای ماهی‌ها ایجاد می‌کند.

دانشگاه ابوظبی، مرکز گرافن راه اندازی می کند



ابوظبی، شرکت سرمایه گذاری اینوورآتیک اینوستمنت و مرکز تحقیقات نانو فناوری سریلانکا استفاده کند تا روی کشف کاربردهای گرافن در حوزه هایی نظیر الکترونیک، تجهیزات پزشکی، باتری خودروهای الکتریکی، تصفیه آب، کشاورزی، علوم مواد و انرژی کار کند. مرکز گرافن دانشگاه ابوظبی به عنوان قطب جدیدی برای تحقیقات پیشرو عمل کرده و در پیشبرد نوآوری های گرافن و ایجاد تجاری سازی ارزشمند در صنعت نقش مهمی خواهد داشت.

منبع www.ft.lk

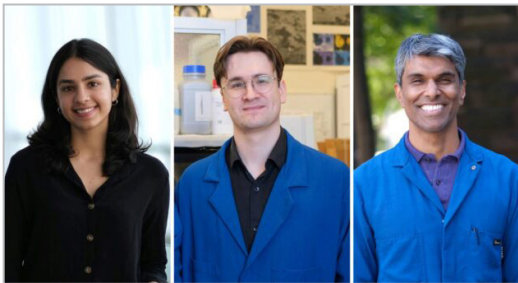
با هدف توسعه کاربردهای گرافن در امارات، مرکز گرافن در این دانشگاه راه اندازی می شود. این مرکز با سرمایه گذاری یک شرکت خطرپذیر تأسیس می شود.

شرکت سرمایه گذاری اینوورآتیک اینوستمنت (Inovartic Investment) با همکاری مرکز تحقیقات نانو فناوری سریلانکا (SLINTEC) مرکز گرافن را در دانشگاه ابوظبی راه اندازی می کند.

شرکت سرمایه گذاری اینوورآتیک اینوستمنت که یک شرکت سرمایه گذار خطرپذیر است، به صورت مشترک توسط هولدینگ آسیا اپکس سریلانکا و یک شرکت اماراتی تشکیل شده است. براساس اطلاعاتی که به تازگی منتشر شده است، این شرکت مرکز گرافن را در دانشگاه ابوظبی راه اندازی می کند که یک مرکز پیشرفته اختصاصی برای تحقیقات پیشگام در فناوری گرافن است.

این مرکز در دانشگاه ابوظبی راه اندازی می شود تا پیشرفت های علمی و همکاری های بین المللی را در فناوری نانو داشته باشد. این مرکز با پیشگامی «Make It in the UAE» هماهنگ می شود. این پروژه بلندپروازانه، قصد دارد تا با هم افزایی، از توان و تخصص دانشگاه

راه اندازی استارت آپی برای تولید نانوذرات لیپیدی کارا تر



براساس ساختار مولکولی آن ها متفاوت است. برخی از لیپیدها به سرعت توسط آئزیم های گوارشی تجزیه می شوند، درحالی که برخی دیگر بسیار طولانی تر باقی می مانند.

جولیان کوتور سنکال از محققان این پروژه می گوید: «با درک رابطه بین ساختار لیپید و تجزیه زیستی، ما می توانیم ترکیبات جدیدی طراحی کنیم که با سرعت بیشتری در بدن تجزیه می شوند.»

سنکال و عمر خان از بنیان گذاران شرکت آزان تراپیوتیکس (Azane Therapeutics) هستند، استارت آپی که قرار است روی تولید نانوذرات لیپیدی برای بهبود انتقال داروهای مبتنی بر RNA کار کند.

منبع www.news.engineering.utoronto.ca

پژوهشگران کانادایی با بررسی چگونگی تخریب نانوذرات لیپیدی در بدن، استارت آپی را راه اندازی کردند تا نانوذرات لیپیدی با سرعت تخریب بالاتر تولید کنند.

مطالعه ای که به تازگی توسط محققان دانشگاه تورنتو انجام شده، به رفع یک چالش مهم در زمینه داروسازی با اسید نوکلئیک یعنی چگونگی تجزیه سریع تر نانوذرات لیپیدی (LNPs) در بدن کمک کرده است. این نتایج می تواند راه را برای داروهایی هموار کند که می توانند به دفعات بیشتر و با عوارض جانبی کمتری تجویز شوند. نانوذرات لیپیدی به دلیل استفاده در واکسن های mRNA شناخته شده هستند و همچنین برای ارائه طیف وسیعی از داروها در صنعت داروسازی مورد بررسی قرار می گیرند.

پروفیسور عمرخان می گوید: «ما روی ساخت نانوذرات لیپیدی که داروها را مؤثرتر به بافت هدف می رسانند، تمرکز کرده ایم، اما در مورد اینکه برای لیپیدها پس از انجام وظایف خود در سلول های بدن چه اتفاقی می افتد، کمتر تحقیقی صورت گرفته است.»

جاگیریتی ناتراج یکی از محققان این پروژه می گوید: «این روش ها را می توان به راحتی توسط گروه های دیگر که به NMR دسترسی دارند، انجام داد.»

این مطالعه نشان داد که سرعت تجزیه لیپیدها به طور چشمگیری

هم‌افزایی صنعت و دانشگاه برای رفع مشکلات پوست بانوحامل‌های حاوی دارو



تخریب، افزایش پایداری مواد، نفوذ عمیق به پوست و سمیت پایین را فراهم می‌کنند. ما به بررسی سیستم‌های دارویی مبتنی بر فناوری نانو برای بیماری‌های مزمن پوستی مانند پسوریازیس، درماتیت آتوپیک، به عنوان برخی از پروژه‌های آینده و بخشی از این همکاری خواهیم پرداخت.»

منبع www.healthcareradius.in

شرکت براین‌تون فارماکوتیکالز تفاهم‌نامه‌ای با دانشگاه سنترال لنکشایر امضا کرده تا با به اشتراک‌گذاری توانمندی‌های هم، روی رفع مشکلات پوست با کمک نانوحامل‌ها کار کنند. هدف آن‌ها توسعه داروهایی با کارایی بالاست.

دانشگاه سنترال لنکشایر با شرکت براین‌تون، فعال در بخش مراقبت‌های بهداشتی، تفاهم‌نامه‌ای امضا کرده تا با همکاری یکدیگر روی روش‌های درمان بیماری‌های پوستی با کمک نانوحامل‌ها کار کنند. پس از امضای این تفاهم‌نامه آن‌ها روی توسعه روش‌های درمانی با کمک نانوحامل‌ها کار خواهند کرد تا نانوحامل‌هایی را ارائه دهند که می‌تواند درمان‌های هدفمند را در این حوزه امکان‌پذیر کند. این همکاری تحقیقاتی راه‌های جدید و نوآورانه‌ای برای درمان بیماری‌های پوستی فراهم می‌کند و همچنین فرصت‌های تازه برای اخذ مالکیت معنوی، تجاری‌سازی و مراقبت بهتر از بیمار را ایجاد می‌کند. کمالیندر سینگ از محققان این پروژه می‌گوید: «نانوحامل‌های موضعی با هدف کاهش برخی از اشکالات مرتبط با روش‌های سنتی مراقبت از پوست استفاده می‌شود. آن‌ها امکان تحویل هدفمند مواد فعال دارویی، آزادسازی کنترل شده و محافظت از گروه‌های مستعد

جنرال موتورز از لایه‌نشانی اتمی برای بهبود باتری خودروها استفاده خواهد کرد



مهندسی مواد باتری نسل بعدی ادامه خواهد داد تا قابلیت‌های عملکردی خود را در کنار جنرال موتورز ارتقا دهد. جنرال موتورز انتظار دارد که فناوری پوشش نوآورانه فورج نانو نقشه راه فناوری لیتیم یون این شرکت را ارتقا دهد که امکان بهبود خودروهای الکتریکی را فراهم می‌کند.

منبع www.azonano.com

جنرال موتورز سرمایه‌گذاری جدیدی روی شرکت فورج نانو انجام داده که به دنبال استفاده از فناوری لایه‌نشانی اتمی این شرکت در باتری خودروهای الکتریکی است.

شرکت فورج نانو (Forge Nano) صاحب فناوری لایه‌نشانی اتمی Atomic Armor™ به تازگی موفق به دریافت ۱۰ میلیون دلار سرمایه از سوی یک شرکت سرمایه‌گذار به نام GM Ventures شده است که بازوی سرمایه‌گذاری جنرال موتورز است.

فورج نانو ارائه دهنده تجهیزات و ابزارهای نانوپوشش دهی با سرعت بالاست که با قیمت کم می‌تواند روی ویفر نانوپوشش ایجاد کند. با این سرمایه‌گذاری GM Ventures، شرکت فورج نانو می‌تواند پلتفرم لایه‌نشانی اتمی خود را ارتقا دهد.

جنرال موتورز و فورج نانو همچنین قرارداد همکاری راهبردی امضا کرده‌اند تا از تجهیزات لایه‌نشانی اتمی این شرکت برای پوشش مواد فعال کاتدی برای سلول‌های باتری خودروهای الکتریکی جنرال موتورز استفاده شود و با این کار کارایی و طول عمر باتری‌ها افزایش یابد.

با این سرمایه‌گذاری جدید، فورج نانو به توسعه تخصص خود در

افزایش ایمنی و عملکرد باتری‌های حالت جامد با نانوذرات

محققان نشان دادند که با افزودن نانوذرات به الکترولیت باتری حالت جامد، می‌توان عملکرد، پایداری و ایمنی این باتری‌ها را افزایش داد.

باتری‌های قابل شارژ که اغلب نادیده گرفته می‌شوند، نقش مهمی در زندگی روزمره بازی می‌کنند. از آن‌ها برای تأمین انرژی دستگاه‌های کوچک مانند تلفن‌های هوشمند و همچنین دستگاه‌های بزرگ‌تر مانند وسایل نقلیه الکتریکی استفاده می‌شود. از نکات مهم و کلیدی در انتخاب باتری‌های قابل شارژ، پایداری آن‌ها بوده که شامل نگر داشتن شارژ طولانی‌تر، عمر طولانی‌تر با چرخه‌های شارژ بیشتر و ایمن‌تر است. به همین دلیل، طی سال‌های گذشته، باتری‌های تمام حالت جامد توجه زیادی را به خود جلب کرده است. یکی از مسائل مهم این است که کدام الکترولیت‌های جامد چنین مزایایی را با خود به همراه دارند.

در راستای توسعه چنین باتری‌هایی و حل مشکل این باتری‌ها، یک گروه تحقیقاتی از دانشگاه متروپولیتن اوزاکا به رهبری استاد یار کوتا موتوهایشی، دانشیار آتسوشی ساکودا، و پروفیسور آکیتوشی هایاشی، الکترولیتی با رسانایی، شکل‌پذیری و پایداری الکتروشیمیایی بالا تولید کرده است.

این گروه با افزودن Ta_2O_5 (پنتوکسید تانتالوم) به الکترولیت جامد $NaTaCl_6$ که قبلاً تولید شده بود، ترکیبی از کلرید تانتالیوم و کلرید سدیم ساختند که رسانایی بالایی در دمای اتاق دارد.

این الکترولیت جامد جدید با فرمول شیمیایی $Na_{1-x}TaCl_{1-x}O_{1.75}$ ، پایداری الکتروشیمیایی بالاتری نسبت به کلریدهای معمولی و خواص مکانیکی برتر دارد.

منبع www.phys.org

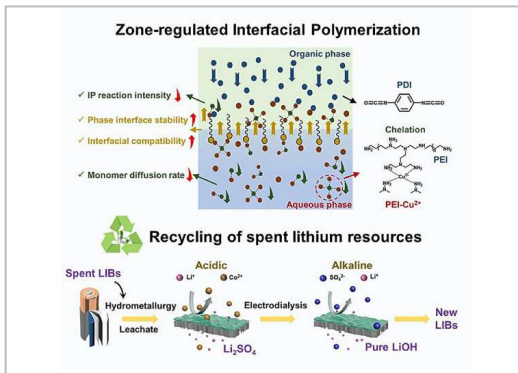
بازیافت لیتیم از باتری‌های مستعمل با نانوفیلتراسیون

با استفاده از نانوفیلتراسیون، امکان بازیافت لیتیم از باتری‌های مستعمل یون لیتیم فراهم می‌شود. با این کار هم به محیط‌زیست آسیب کمتری می‌رسد و هم لیتیم با قیمت کمتری دوباره به کار گرفته می‌شود.

یک گروه تحقیقاتی به سرپرستی پروفیسور وان ییننهاوا از انستیتیو مهندسی فرایند (IPE) آکادمی علوم چین راهبرد جدیدی را به کار گرفته که در آن از پلیمریزاسیون برای تولید نوعی غشا استفاده شده است. این غشای نانویی فیلتراسیون مقاوم به مواد قلیایی می‌تواند با انتخاب‌پذیری بالا برای جداسازی لیتیم از باتری‌های لیتیم مستعمل استفاده شود.

غشاهای نانوفیلتراسیون پلی‌آمیدی معمولی با چالش‌هایی مانند تخریب ساختاری در شرایط اسیدی و قلیایی روبه‌رو هستند که عملکرد جداسازی را به خطر می‌اندازد.

یکی از جایگزین‌های امیدوارکننده، غشاهای پلی‌اوره (PU) است، که به دلیل ثبات شیمیایی و استفاده در فرایندهای جداسازی تخصصی شناخته شده است. با این حال، استفاده از پلی‌اتیلن ایمین (PEI) به عنوان مونومر فاز آبی در ساخت PU، چالش‌هایی به دنبال دارد. سایت‌های واکنش‌پذیر متعدد PEI منجر به پلیمریزاسیون بین سطحی بسیار شدید، تولید ساختارهای غشایی ناهموار و تکرارپذیری ضعیف می‌شود، مسائلی که مانع مقیاس‌پذیری آن برای کاربردهای

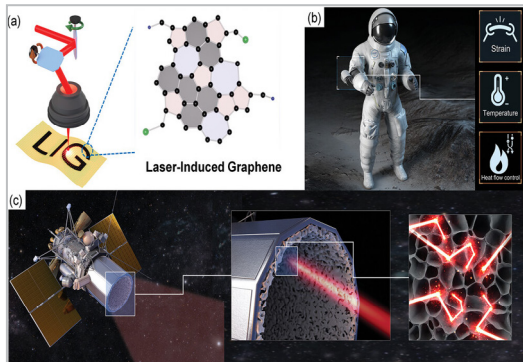


بازیافت لیتیم می‌شود. برای حل این مشکل محققان به سراغ تنظیم رفتار انتشار مونومرها و استفاده از از مهارکننده واکنش Cu^{2+} و سدیم دودسیل سولفات (SDS) رفتند.

این گروه تحقیقاتی از یون مس برای تنظیم انتشار و واکنش‌پذیری غشای PEI استفاده کردند و وجود سدیم دودسیل سولفات هم به یکپارچگی غشا کمک شایانی می‌کند. در واقع این راهبرد هم یکنواختی پلیمر را تضمین می‌کند و هم انتشار مواد و تعامل آن‌ها با ساختار مونومر را کنترل می‌نماید.

منبع www.phys.org

با یک پلتفرم نانویی، تجهیزات فضایی سبک‌تر و کارتر می‌شوند



در نتیجه به طور قابل توجهی بهتر از پوشش‌های سیاه سنتی مورد استفاده در تلسکوپ‌ها عمل می‌کند.

همین شبکه متخلخل گرما را به سرعت هدایت می‌کند و شش برابر سریع‌تر از مواد تلسکوپ استاندارد حرکت می‌کند. این ترکیب از تداخل نور و اعوجاج‌های مربوط به دما که می‌تواند تصاویر تلسکوپ را تخریب کند، جلوگیری می‌کند.

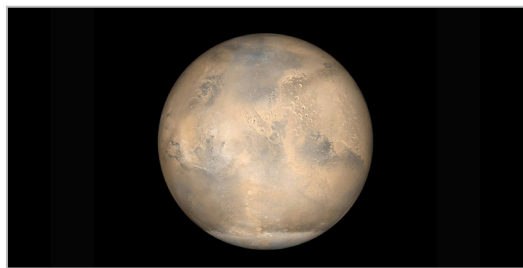
منبع www.onlinelibrary.wiley.com

محققان مؤسسه علوم و فناوری پیشرفته کره (KAIST)، مؤسسه ماشین‌آلات و مواد کره و دانشگاه ملی علم و فناوری سئول (SEOULTECH) نشان داده‌اند که گرافنی که تحت تابش لیزر (LIG) قرار گرفته و روی آن با کمک لیزر فمتوثانیه الگوهای قرار داده شده است، می‌تواند برای تولید تجهیزات فضایی مناسب باشد. این گرافن به عنوان یک ماده همه کاره برای حسگری دما/کرنش، جذب نور سرگردان و مدیریت گرما برای لباس‌های فضایی و تلسکوپ‌های هوشمند استفاده شود.

این گروه تحقیقاتی روشی ارائه کرده که با کمک آن می‌توان گرافن با ویژگی‌های خاص تولید کرد. این گرافن برای تولید تجهیزات فضایی که نیاز به کار در شرایط سخت دارند، مناسب است. فرایند جدید دانشمندان از پالس‌های لیزر دقیق کنترل شده برای تبدیل سطح کولار به ساختار گرافنی متخلخل استفاده می‌کند و به طور مؤثر پارچه کولار معمولی را به یک ماده چندمنظوره تبدیل می‌کند.

کلید عملکرد این ماده در ساختار میکروسکوپی آن نهفته است. لیزر شبکه‌ای جنگل مانند از گرافن با منافذ و کانال‌های ریز بی‌شماری ایجاد می‌کند. این ساختار ۹۷٫۵۷ درصد از نور ورودی را در طول موج‌های مرئی و مادون قرمز به دام می‌اندازد و جذب می‌کند

چطور روی سطح مریخ «آجر» درست کنیم؟



با استفاده از نانومواد مانند نانولوله‌های کربنی و گرافن می‌توان بتن و دیگر مصالح را تقویت کرد و با این کار هزینه ساخت وساز را تا حد زیادی کم نمود. افزودن گرافن به سیمان می‌تواند استحکام را تا ۴۰ درصد افزایش دهد که باعث می‌شود حجم بتن مورد نیاز در پروژه‌های ساختمانی کاهش یابد و به شیوه‌های ساخت وساز پایدار کمک کند.

این دستاورد تحقیقاتی به فضاوردان و محققان امکان می‌دهد تا روی ماه و مریخ با مواد کمتری مصالح ساختمانی بسازند و همچنین استحکام سازه‌ها را افزایش دهند.

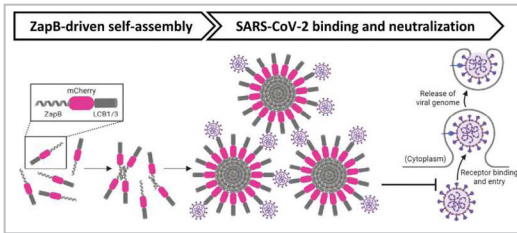
منبع www.universitytimes.ie

هرزمان صحبت از سفر به مریخ می‌شود، از مشکلات و چالش‌های آن سخن به میان می‌آید. یکی از مسائلی که کمتر به آن پرداخته شده، تولید مصالح ساختمانی در سطح مریخ است. به تازگی نشان داده شده می‌توان از مواد طبیعی روی سطح مریخ آجر درست کرد و در این مسیر از فناوری نانو نیز استفاده نمود.

تیمی از محققان در کالج ترینیتی دوبلین (TCD) نشان دادند که شن و ماسه روی سطح مریخ و ماه را می‌توان به آجر تبدیل کرد. این کشف این امکان را دارد که با کاهش میزان مصالح ساختمانی که باید از زمین به مریخ منتقل شوند، انقلابی در ایجاد شهرک‌های آینده در فضا داشته باشند.

پروفیسور جانانان کلمن و همکارانش دریافته‌اند که می‌توان سطح سنگ، شن و ماسه را که رگولیت نام دارد به آجر تبدیل کرد. این کار با استفاده از دمای پایین و انرژی کم انجام می‌شود. این آجرها با نانولوله‌های کربنی تقویت شده و دارای چگالی کم اما قابل مقایسه با گرانیت هستند و این موضوع باعث می‌شود آن‌ها برای ساختارهای ساختمانی در فضا مناسب باشند.

دام نانویی زیر پای ویروس کرونا!



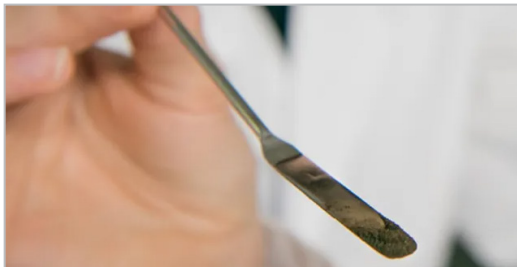
را داشته و می‌توانند این ویروس را خنثی کنند. البته می‌توان این نانوذرات را به گونه‌ای مهندسی کرد که همه این کارها یعنی اتصال، خنثی‌سازی و درخشندگی با نور قرمز در یک نانوذره واحد انجام شود. محققان تأکید می‌کنند که میل زیاد نانوذرات برای اتصال به پروتئین سنبله ویروسی به آن‌ها امکان در بر گرفتن ویروس کرونا را می‌دهد و این ویروس را می‌توان وارد سلول کرد و در آنجا خنثی‌سازی را انجام داد. این فرایند نانوذرات را قادر می‌سازد عفونت را در هر دو شرایط محلول و سطح جامد به دام انداخت و خنثی کرد.

منبع www.phys.org

پژوهشگران دانشگاه بارسلونا موفق به ارائه نوعی جدیدی از نانوساختارها شدند که امکان به دام انداختن و خنثی کردن مقادیر زیادی از ویروس کرونا را دارد. این نانومواد قادرند هم در فاز سیال و هم در سطح مواد، ویروس کرونا را گیر بیندازند و نابود کنند.

از این نانوذرات جدید می‌توان برای تولید مواد ضدویروسی مانند فیلترهای تصفیه آب و فیلترهای هوا استفاده کرد. این دام‌های نانویی را می‌توان برای تهیه آزمایش‌های جدید برای تشخیص زودهنگام کرونا استفاده کرد. البته این نانوذرات را می‌توان به گونه‌ای مهندسی کرد که عوامل مختلف بیماری‌زا را هدف قرار دهند. این نانوذرات جدید، به نام LCB3 و LCB1، با تکرار سه پروتئین تشکیل می‌شوند که به لطف ویژگی خودآرایی که دارند می‌تواند به ساختارهایی به نام ZapB تبدیل شوند. در این پروژه، محققان ZapB را با پروتئین mCherry ترکیب کردند، پروتئینی که موجب بروز رنگ فلورسانس قرمز در این نانوذرات می‌شود. پروتئین‌های LCB3 و LCB1 امکان اتصال به ویروس کرونا

ماده‌ای که هر گرم آن بیش از صد میلیون پوند قیمت دارد!



به عنوان مثال یکی از مشکلاتی که این ماده می‌تواند حل کند، موقعیت یابی اتومبیل‌های بدون راننده است. دقت ناوبری فعلی GPS در حال حاضر چند متر است که ردیابی و کنترل موفقیت‌آمیز وسایل نقلیه را دشوار می‌کند. ساعت اتمی مینیاتوری می‌تواند این مشکل را حل کند، به این معنی که خودروهای بدون راننده می‌توانند قابل اطمینان‌تر و معمول‌تر از همیشه شوند. فولرن اندوهدرال مبتنی بر اتم نیتروژن دومین ماده با ارزش جهان است و رتبه اول گران‌ترین ماده جهان به «ضد ماده» تعلق دارد که به تخمین ناسا، هر گرم آن ۴۱ تریلیون پوند ارزش دارد.

منبع www.metro.co.uk

دومین ماده گران‌قیمت جهان، نوعی فولرن بوده که به دلیل کاربردهای جالبی که دارد می‌تواند آینده خودروهای خودران را تغییر دهد.

یکی از گران‌ترین مواد جهان بیش از ۱۰۶,۰۰۰,۰۰۰ پوند در هر گرم قیمت دارد. این ماده چیزی نیست که شما انتظارش را داشته باشد. وقتی به گران‌ترین مواد جهان فکر می‌کنید، احتمالاً پلاتین، طلا یا الماس را تصور می‌کنید. اما یکی از گران‌ترین مواد جهان در واقع یک پودر نانویی است که فقط یک گرم آن می‌تواند بیش از ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰ پوند قیمت داشته باشد. این ماده فولرن اندوهدرال مبتنی بر اتم نیتروژن است.

این ماده در اصل یک قفس از جنس اتم‌های کربن بوده که اتم‌های نیتروژن در داخل آن قرار دارد. اما آنچه این ماده را بسیار ارزشمند می‌کند، کاربرد احتمالی آن در آینده است. این ماده پتانسیل ایجاد ساعت‌های اتمی بسیار کوچک و دقیق را دارد که دانشمندان معتقدند حتی می‌تواند در جیب حمل شوند. ابعاد ساعت‌های اتمی معمولاً به اندازه یک اتاق است که این ویژگی کار با آن‌ها را برای دانشمندان دشوار می‌کند. به همین جهت، این نانوماده، ارزش زیادی دارد.

طراحی سطحی که هفته‌ها یخ نمی‌زند!



از طریق کار تجربی و شبیه‌سازی محاسبات، پارک و همکارانش دریافتند که تراکم در قله‌ها افزایش یافته و در شکاف سطوح موج‌دار سرکوب می‌شود. مقدار کمی از آب در شکاف وجود دارد در نتیجه یک منطقه بدون یخ‌زدگی ایجاد می‌شود.

تیم پارک اکسید گرافن را به شکاف برگ اضافه کرد در نتیجه تشکیل یخ‌بندان را ۱۰۰ درصد کاهش داد. آن‌ها سطحی را طراحی کردند که برجستگی‌های ریز و درشت داشت به طوری که فاصله اوج به اوج برجستگی‌ها ۵ میلی‌متر بود. سپس یک لایه نازک از اکسید گرافن با ضخامت ۶۰۰ میکرون، دره‌ها را بین قله‌ها پوشاند.

منبع www.eurekaalert.org

محققان دانشگاه نورث وسترن و دانشگاه کالیفرنیا راهبردی ارائه کردند که به جلوگیری از تشکیل یخ روی سطح کمک می‌کند. این گروه یک سطح هیبریدی را طراحی کردند که به صورت منفعلانه نفوذ بخار آب را کنترل می‌کند و در نهایت منجر به سطحی می‌شود که عاری از یخ است. این سطح برای مدت طولانی می‌تواند خاصیت ضد یخ‌زدگی را حفظ کند. این روش هیبریدی ضد یخ‌زدگی می‌تواند حتی برای هفته‌ها روی سطح باقی بماند و مقیاس پذیر نیز باشد. این روش با کمک چاپ سه‌بعدی روی سطح اعمال می‌شود.

در این پروژه محققان برای جلوگیری از تشکیل یخ، یک لایه اکسید گرافن را روی سطح قرار دادند و الگویی روی سطح تشکیل شد که به مدت یک هفته و حتی بیشتر خاصیت ضد یخ‌زدگی را روی سطح ایجاد می‌کرد. این فناوری ۱۰۰۰ برابر بیشتر از سطوح ضد یخ‌زدگی فعلی دوام دارد. یکی از مزایای این فناوری آن است که در برابر ترک، خراش و آلودگی مقاوم است.

محققان معتقدند با وارد شدن این نانوپوشش در زیرساخت‌ها، شرکت‌ها و سازمان‌های دولتی می‌توانند میلیاردها دلار در سال در هزینه‌های نگهداری و ناکارآمدی انرژی صرفه جویی کنند. در این تحقیق از هندسه موج‌دار برگ‌ها الهام گرفته شده است.

رفع آلودگی خاک و افزایش کیفیت محصولات کشاورزی با نانومواد

فناوری گوانگدونگ چین می‌گوید: «ما داده‌های ۱۷۰ مقاله را در مورد اثربخشی نانوذرات در کاهش جذب فلزات سنگین و متالوئید جمع‌آوری کردیم. از این ۱۷۰ مقاله، ما ۸,۵۸۵ مشاهدات تجربی در مورد چگونگی پاسخ گیاهان به نانومواد را بررسی نمودیم.»

آن‌ها این داده‌ها را با کمک یادگیری ماشینی مورد ارزیابی قرار دادند و تأثیر نانومواد را بر رشد محصول و جذب فلزات متالوئید بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد که نانومواد نسبت به کودهای معمولی در کاهش اثرات مضر خاک آلوده (۳۸,۳٪) مؤثرتر هستند و می‌توانند بازده محصول (۲۲,۸٪) و ارزش غذایی محصولات زراعی (۳۰٪) را افزایش دهند، همچنین استرس گیاه به دلیل آلودگی فلز و متالوئید (۲۱,۶٪) را کاهش دهند. نانومواد همچنین به افزایش آنزیم‌های خاک و کربن آلی کمک می‌کنند که هر دو به هدایت باروری خاک کمک می‌کنند.

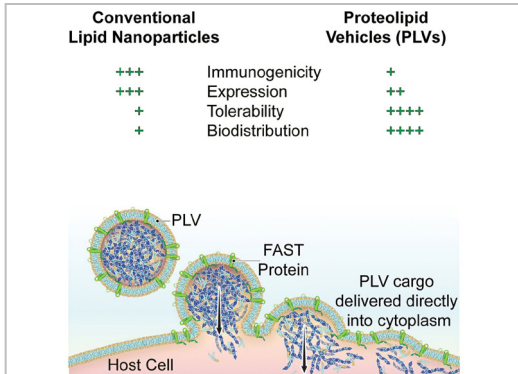
منبع www.phys.org

محققان با بررسی تعداد زیادی از مقالات و استفاده از یادگیری ماشینی نشان دادند که برخی نانومواد در رفع آلودگی فلزات سنگین خاک و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی مؤثر هستند.

یافته‌های محققان دانشگاه ماساچوست آمرست، دانشگاه فناوری گوانگدونگ و دانشگاه مرکزی جنگلداری و فناوری جنوبی نشان می‌دهد که استفاده از نانومواد می‌تواند برخی آلودگی‌های خاک را از بین ببرد. گروهی از نانومواد می‌توانند تأثیر آلودگی‌های فلزات سنگین و متالوئیدها را کاهش دهند و در عین حال روی افزایش عملکرد زمین در برداشت محصول و همچنین میزان مواد مغذی در محصولات تأثیر مثبت داشته باشند.

کودهایی که از ذرات بزرگ تشکیل شده‌اند به راحتی توسط محصول جذب نمی‌شوند. این بدان معنی است که کشاورزان باید از کود بیشتری استفاده کنند که در نهایت این کودها به دریاچه‌ها و اقیانوس وارد می‌شوند. چنانچه از محققان این پروژه در دانشگاه

دیگر نگران گیر افتادن دارو در کبد نباشید



مانند مغز و ریه‌ها را به طور مؤثر هدف قرار دهند. این روش نسبت به پلتفرم‌های تحویل فعلی کمتر سمی است، درحالی‌که از تحریک سیستم ایمنی بدن نیز جلوگیری می‌کند. این بدان معنی است که امکان دوز مکرر دارو را فراهم می‌کند. آن‌ها این فناوری را با موفقیت روی حیوانات آزمایش کردند.

منبع www.phys.org

با توجه به از بین رفتن برخی داروها در کبد، نیاز به ارائه روش‌هایی است که بتواند کبد را دور بزند. به‌تازگی نانوحاملی ساخته شده که دارو را به بافت هدف می‌برد بدون این که کبد آن را گیر انداخته و حذف کند.

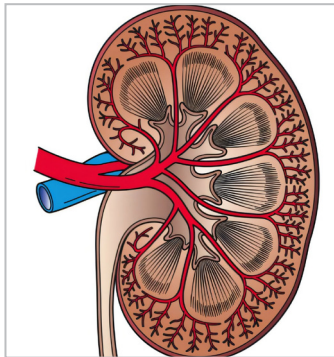
جان لوئیس می‌گوید: «سیستم‌های تحویل فعلی از نظر تئوری بسیار عالی هستند، اما نقص قابل توجهی دارند، آن‌ها سرانجام به کبد می‌رسند.»

لوئیس توضیح می‌دهد که فناوری‌های تحویل داروها با کمک نانوذرات لیپیدی (LNP) با ترکیباتی مانند کلسترول که قرار است در کبد جمع شوند، ترکیب شده‌اند. این گروه مدت‌هاست که روی روش‌های کار می‌کنند که کبد را دور بزند. آن‌ها به دلیل کشف نوعی پروتئین تولید شده توسط ارتروویروس فیوزوژنیک، شهرت دارند، پروتئینی که توانایی ادغام سلول‌ها را دارد.

این تیم با ترکیب این پروتئین فیوژن با نانوذرات لیپیدی اصلاح شده برای حمل و نقل مواد درمانی با موفقیت پلتفرمی را ساختند که با نام Fast-PLV شناخته می‌شود. این پلتفرم از ورود دارو به کبد جلوگیری می‌کند و به روش‌های درمانی اجازه می‌دهد مناطقی

ساخت حسگری برای تشخیص سریع بیماری کلیوی

عضلانی قرار نمی‌گیرد. به‌تازگی محققان به سرپرستی پروفیسور چونگ پیل پارک از دانشگاه چانگ-آنگ کره جنوبی، زیست‌حسگری برای تشخیص سطح SDMA در ادرار ارائه کردند. بخش اصلی این زیست‌حسگر شامل پپتیدهای کوچک و خطی است که به‌طور خاص به SDMA متصل می‌شوند. این پپتیدها سنتز شدند و به سطح یک هیدروکسید دو لایه از جنس نیکل/کروم حاوی نانوساختار گرافن اکسید (NCL-GO)،



با طراحی الکترودهای حاوی نانوساختارهای کربنی، محققان زیست‌حسگری ساختند که می‌تواند به‌سرعت عملکرد ضعیف کلیه را تشخیص دهد.

معمولاً سلامت کلیه با اندازه‌گیری سطح کراتینین خون کنترل می‌شود که نشانگر تجزیه عضلات است. با این حال، سطح کراتینین می‌تواند تحت تأثیر توده عضلانی فرد قرار گیرد و تنها پس از، از بین رفتن بیش از ۷۵ درصد عملکرد کلیه، به میزان قابل توجهی افزایش یابد.

بر روی الکترودهای طلا (AU) قرار داده می‌شوند. این ساختار دارای شبکه‌های متخلخلی بوده که انتقال بار و انتشار مولکولی در آن به‌سادگی انجام می‌شود در نتیجه تعامل بین پپتیدها و SDMA بیشینه شده و باعث افزایش قابلیت تشخیص حسگر می‌شود.

به‌عنوان یک جایگزین، SDMA یک محصول جانبی از تجزیه پروتئین، به‌عنوان شاخصی قابل اطمینان از عملکرد کلیه مطرح شده است. SDMA در جریان خون جمع می‌شود زیرا نمی‌تواند متابولیزه شود و در درجه اول توسط کلیه‌ها دفع می‌شود. اندازه‌گیری SDMA در ادرار نشانگر دقیق‌تری از سلامت کلیه است. برخلاف کراتینین، سطح SDMA حتی با اختلال خفیف کلیه (از دست دادن ۴۰-۲۵ درصد) افزایش می‌یابد و به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر توده

منبع www.phys.org

ساخت جوهر نانویی چندکاره/ کاربرد: از منسوجات هوشمند تا شیلدهای الکترومغناطیس



جوهر رسانا ایجاد کنیم که می‌تواند در برنامه‌های پیشرفته مانند الکترونیک چاپی مورد استفاده قرار گیرد. همکاری با مؤسسه فناوری دانمارک به ما این امکان را داده است که گرافن خود را با فرمولاسیون ارائه شده توسط مؤسسه فناوری دانمارک ترکیب کنیم و در نهایت یکی از بهترین جوهرهای گرافنی جهان را تولید کرده‌ایم. توسعه این جوهر فرصت‌های تازه‌ای را برای ما باز کرده است. درحال حاضر به دنبال این هستیم که از این جوهر به عنوان یک پوشش در برابر تابش الکترومغناطیسی استفاده کنیم.»

منبع www.graphene-info.com

ساخت الکترودهای کامپوزیتی انعطاف پذیر نقره/ گرافن با جوهر چاپی

در این پروژه، محققان موفق شدند با استفاده از مشخصه یابی شیمیایی، تعیین مورفولوژی و آزمایش‌های سطح، احیای درجای اکسید گرافن و قرار گرفتن نینترات نقره روی اکسید گرافن احیا شده و همچنین تشکیل نانوذرات را تأیید کنند. کامپوزیت $4Ag/rGO$ دارای هدایت الکتریکی بسیار بالایی است، مقاومت ورق در آن $57,39 \text{ k}\Omega/\text{sq}$ بوده که این ماده را برای استفاده مستقیم به عنوان الکتروده مناسب می‌کند. در آزمایشی، این الکترودهای کامپوزیتی انعطاف پذیر عملکرد فوق العاده‌ای را نشان دادند و به حداکثر ظرفیت خازن $800,30$ فارادی بر گرم رسیدند. همچنین این محصول از خم شدن عالی و ثبات چرخه‌ای قابل توجه برخوردار بوده و بعد از دو هزار چرخه شارژ/دشارژ در دانسیته جریان 25 میلی آمپر بر سانتی متر مربع، میزان کاهش ظرفیت آن $14,9$ درصد بود.

منبع www.sciencedirect.com

شرکت دنیش گرافن با همکاری یکی از مؤسسه‌های تحقیقاتی دانمارک اقدام به ساخت جوهر نانویی کرده که می‌تواند در منسوجات هوشمند و شیلدهای الکترومغناطیس استفاده شود.

شرکت دنیش گرافن (Danish Graphene) و مؤسسه فناوری دانمارک همکاری مشترکی برای ساخت نوعی جوهر گرافنی انجام دادند. این جوهر نانویی می‌تواند برای الکترونیک چاپی مورد استفاده قرار گیرد.

شرکت دنیش گرافن پیش از این قصد داشت گرافن را به صورت جوهر توسعه دهد تا از آن برای الکترونیک چاپی استفاده کند، جایی که سطوح با مدارهای الکتریکی پوشش داده می‌شوند. آن‌ها نیاز به کمک داشتند بنابراین به سراغ مؤسسه فناوری دانمارک رفتند.

از جوهرهای گرافن می‌توان در پوشیدنی‌های هوشمند مانند تیشرت‌های هوشمند استفاده کرد که می‌توانند تکان‌های الکتریکی کوچک را تشخیص دهند و در نتیجه پالس شما را ردیابی کنند یا در کفش‌های آموزشی می‌تواند الگوی اجرای شما را تجزیه و تحلیل کنند. بریک بوهل از مدیران شرکت دنیش گرافن می‌گوید: «ما می‌خواستیم از خواص منحصر به فرد گرافن استفاده کنیم تا یک

با ترکیب نقره و گرافن، محققان الکتروده انعطاف پذیری ساختند که عملکرد جالب توجهی در خازن‌ها دارد. این الکتروده دوام بسیار بالایی نسبت به محصولات موجود در بازار دارد.

محققان دانشگاه صنعتی لیبک (جمهوری چک) و دانشگاه صنعتی لودز (لهستان) الکتروده کامپوزیتی انعطاف پذیری از جنس نقره/گرافن ساختند که برای کار در حوزه الکترونیک مناسب است. این الکترودها با استفاده از فناوری چاپ جوهرافشان برای ادوات ابررسانای با کارایی بالاتر تهیه شده‌اند.

دانشمندان اکسید گرافن احیا شده را به عنوان ماده اصلی برای لایه فعال الکتروده انتخاب کردند. لایه فعال اکسید گرافن احیا شده پلی پروپیلن غیربافته شده بود. نانوذرات نقره برای افزایش فاصله لایه‌ها، میان لایه‌های اکسید گرافن احیا شده قرار داده می‌شوند که به طور مؤثر اثر روی هم‌انباشتگی را در اکسید گرافن احیا شده کم می‌کند که این موضوع منجر به بهبود عملکرد کلی الکتروشیمیایی می‌شود.

ساخت «زبان الکترونیکی» که با دقت بالا مواد غذایی را ارزیابی می‌کند

ایمنی مواد غذایی اهمیت زیادی دارد. این تیم همچنین دریافت که وقتی از هوش مصنوعی (AI) برای آنالیز پارامترهای ارزیابی خود استفاده می‌کند، نتایج دقیق‌تر می‌شوند.

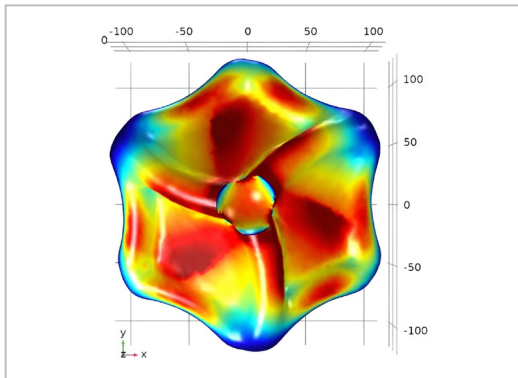
این حسگر و هوش مصنوعی می‌توانند به‌طور گسترده مواد مختلف را تشخیص داده و طبقه‌بندی کنند، درحالی‌که به‌طور جمعی کیفیت، اصالت و طراوت محصول را نیز ارزیابی می‌کنند. این ارزیابی همچنین به چگونگی تصمیم‌گیری هوش مصنوعی نیز کمک کرده است که می‌تواند منجر به توسعه بهتر هوش مصنوعی و برنامه‌های کاربردی برای آن شود.

منبع www.nature.com

محققان «زبان الکترونیکی» مبتنی بر گرافن طراحی کرده‌اند که می‌تواند ارزیابی دقیقی از مواد غذایی نظیر شیر و قهوه داشته باشد به‌گونه‌ای که میزان آب در شیر و نوع قهوه را به راحتی و با دقت بالا شناسایی کند.

محققان دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا و مرکز پرواز فضایی گادارد ناسا «زبان الکترونیکی» ساختند که در آن از گرافن استفاده شده است. ترانزیستور اثرمیدان حساس به یون گرافنی در این ابزار می‌تواند تفاوت‌های کم در مایعات مختلف نظیر شیر را تشخیص دهد. این حسگر قادر است میزان آب موجود در شیر را در انواع مختلف نمونه‌ها شناسایی کند. همچنین این زبان الکترونیکی می‌تواند محصولات مختلف از جمله انواع سوپ‌ها، مخلوط انواع قهوه، نشانه‌های فاسد شدن آب میوه‌ها را به سرعت شناسایی کند که این موضوع در بخش

تراش‌های برای تشخیص زود هنگام سرطان



خون استخراج شوند. این کار دشوار است زیرا آگزوزوم‌ها کوچک بوده و فقط ۳۰ تا ۴۰ نانومتر قطر دارند.

برای مشخص کردن آن‌ها، این تیم تحقیقاتی نوعی نانوذرات طلا مانند دیسک‌های پیچ‌خورده را طراحی کردند که می‌تواند آگزوزوم‌ها در حفره داخلی خود به دام اندازند. با این کار برهم‌کنش این ساختارها با نور تغییر کرده و می‌توان از روی این تغییر، آگزوزوم‌ها را شناسایی کرد.

این تراشه‌های میکروسیالی، به نام تراشه‌های CDEXO برای تشخیص سلول سرطان ریه قابل استفاده هستند و می‌توان به صورت زود هنگام بیماری را تشخیص داد.

منبع www.phys.org

محققان دانشگاه میشیگان، روشی جدیدی برای تشخیص سرطان ریه ارائه کردند که ده برابر سریع‌تر و چهارده برابر حساس‌تر از روش‌های قبلی می‌تواند تشخیص سرطان را انجام دهد.

محققان در دهه گذشته کشف کردند که آگزوزوم‌ها بسته‌های ریز حاوی پروتئین یا قطعات DNA و RNA بوده که برای ارتباط بین سلول‌ها با ارزش هستند. اگرچه آگزوزوم‌های سلول سالم سیگنال‌های مهمی را در سراسر بدن جابه‌جا می‌کنند، آگزوزوم‌های سلول سرطانی می‌توانند با آماده‌سازی بافت‌ها برای پذیرش سلول‌های تومور قبل از رسیدن این سلول‌ها، به گسترش تومورها کمک کنند.

آگزوزوم‌ها پروتئین‌هایی را هم در داخل و هم در سطح بیرونی خود حمل می‌کنند. مانند بسیاری از مولکول‌های بیولوژیکی، این پروتئین‌های سطحی کایرال هستند، به این معنی که از تقارن برخوردار هستند که باعث می‌شود با نور برهم‌کنش ویژه‌ای داشته باشند. در آگزوزوم‌های سرطانی، پروتئین‌های سطحی اغلب جهش می‌کنند، به این معنی که یک تغییر ژنتیکی ترتیب مولکول‌هایی را که پروتئین را تشکیل می‌دهند تغییر می‌دهد. جهش‌ها به‌طور ظریف شکل پروتئین را تغییر می‌دهند.

این اختلافات را می‌توان از طریق برهم‌کنش این پروتئین‌ها با نور تشخیص داد. رزونانس یک سیگنال قوی ایجاد می‌کند. این امضاها نوری معمولاً ضعیف بوده و تفسیر آن سخت هستند. علاوه بر این، برای انجام این نوع تشخیص، آگزوزوم‌ها باید از نمونه



معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان
سازمان توسعه فناوری های نانو و میکرو

پایان نامه های با
موضوعات نو ظهور

حمایت:

۲ برابر سطح پایه

پایان نامه های
مساله محور و صنعتی

حمایت:

۱٫۵ برابر سطح پایه

سطح پایه حمایتی،
همه پایان نامه های
حوزه فناوری نانو

حمایت از پایان نامه های فناوری نانو

این حمایت ها شامل
پایان نامه های
تخصصی در زمینه های
حوزه فناوری نانو می شوند.

حمایت از
دستاوردها

حمایت از
پایان نامه
دفاع شده

حمایت از
پروپوزال

تا ۵۰ میلیون تومان

سقف حمایت از دستاوردها

ثبت پتنت

ساخت نمونه اولیه

انتشار مقالات با کیفیت

سقف حمایت از پروپوزال و پایان نامه دفاع شده

کارشناسی ارشد: ۲۶ میلیون تومان

دکتری تخصصی: ۵۰ میلیون تومان

راه های ارتباطی جهت کسب اطلاعات بیشتر

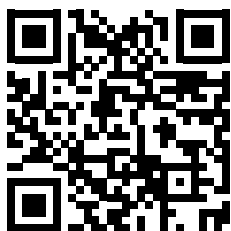


<https://nano.ir/research-supporting>

hrdc@nano.ir

۰۲۱-۶۳۱۰۵

ویرایش نهم کتاب محصولات و تجهیزات فناوری نانوی ساخت ایران منتشر شد.



برای دریافت نسخه الکترونیک
رمزینۀ پاسخ سریع (کیوارکد) را
پویش کنید.