

ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری
ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

فصلنامه فناوری نانو

سال بیستم | تابستان ۱۴۰۰ | شماره ۲ | پیاپی ۲۷۵
I S S N 2 2 2 8 - 5 3 8 5

صادرات نانوی ایرانی

فرصت‌های صادراتی
رنگ‌های آنتی‌باکتریال ایرانی
در اروپا



پرونده‌ای به مناسبت پخش مستند غیررسمی؛

نانویی‌ها در کنار پدر

در این شماره می‌خوانید

◀ **انترگذاری فناوری نانو در پیشگیری از شیوع کرونا**
◀ **بررسی ظرفیت‌های راهبردی فناوری و بازار نانو حسگرها**

◀ **استفاده از پسماند کشاورزی برای حذف آلودگی رنگ‌های شیمیایی**
◀ **با استفاده از فناوری نانو درب‌های برقی در مواقع قطعی برق کار می‌کنند**

◀ **از شرکت در چالش ستاد نانو تا راه‌اندازی شرکت و توسعه نانو محصول**
◀ **چاپ گرمکن‌های صندلی، حسگر و پنل خودروها با جوهر نانویی**

شرکت پوشش‌های نانوساختار



طراح و سازنده انواع سیستم‌های لایه‌نشانی در خلاء



نمایندگان خارجی شرکت پوشش‌های نانوساختار



نمابر: ۰۲۱-۶۶۰۳۳۴۵۰
ایمیل: info@pvd.ir

آدرس: تهران، خیابان آزادی، ضلع شرقی دانشگاه شریف، بن بست شهید قدیر، پلاک ۵، طبقه ۴
تلفن: ۰۲۱-۶۶۰۳۳۵۵۵
سایت: www.pvd.ir

فصلنامه فناوری نانو

۲۷۵

سال بیستم | تابستان ۱۴۰۰ | شماره ۲ | پیاپی ۲۷۵

صادرات نانوایرانی

فرصت‌های صادراتی رنگ‌های آنتی‌باکتریال ایرانی در اروپا ۲

نانو در ایران

استفاده از نانوسیال در نیروگاه برق طرشت ۳
از شرکت در چالش ستاد نانو تا راه‌اندازی شرکت و توسعه نانومحصول ۴
امکان تبدیل آب شور مناطق کویری به آب شیرین با دستگاه تصفیه آب نانویی ۵
استفاده از بتن نانویی ایرانی در زیرساخت‌های راه‌آهن ۶
استفاده از افزودنی‌های نانویی و نانوسیالات حفاری در میدان نفتی داخل کشور ۷
چاپ گرم‌کن‌های صندلی، حسگر و پنل خودروها با جوهر نانویی ۸

پژوهش در ایران

گفت‌وگو ۹
نیروی انسانی جوان، سرمایه اصلی ماست ۱۲

گزارش

جایگاه جهانی ایران در علم و فناوری نانو ۲۱

بازار محصولات نانو

حجم بازار محصولات نانو ساخت ایران ۲۶

کیفیت زندگی

اثرگذاری فناوری نانو در پیشگیری از شیوع کرونا ۳۱

مقاله ۳۶

گزارش صنعتی

کاربرد فناوری نانو در صنعت چاپ و بسته‌بندی ۴۷
مزایای اقتصادی استفاده از فناوری نانو شیشه‌های نانو ساختار کم‌گسیل (Low-E) ۵۳

اخبار تجاری سازی

اخبار پژوهشگران ۶۶

صاحب امتیاز:

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

مدیرمسئول:

علی محمد سلطانی

سر دبیر:

عماد احمدوند

مدیریت اجرا:

شرکت توسعه فناوری مهریژن

مدیر داخلی:

محمد اکبرزاده

دبیر صنعت:

مهدی کدخدائی

دبیر خبر:

داود قراییلو

همکاران این شماره:

آتوسا زنگنه، محمدنمازی، صابر آزاد،

سروش صحرانیان، محمدحسن

قناعتیان، سیدفرزاد حسینی نسب،

فهیمة مظاهری

صفحه آرایی:

آرزو ومسه

طرح جلد:

ندا حیدری

چاپ:

چاپخانه باران شب

■ 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.

■ آرشیو نشریه فناوری نانو در سایت www.nano.ir موجود است.



نشانی: تهران، ستارخان، خیابان حبیب‌اله، خیابان
شهید متولیان، شماره ۹

صندوق پستی: ۱۴۵۶۵-۳۴۴

امور مشترکان: ۰۲۱۶۶۸۷۱۲۵۹

تلفن: ۰۲۱۶۳۱۰۰

وبسایت: www.nano.ir

پست الکترونیک: newsletter@nano.ir



فرصت‌های صادراتی رنگ‌های آنتی‌باکتریال ایرانی در اروپا



نانویی هم خواص آنتی‌باکتریال دارند و هم می‌توانند برای ضد عفونی استفاده شوند.

مدیرعامل شرکت ابتکار نانو صنعت کیمیا می‌گوید: «این رنگ‌ها به دلیل اکسید گرافنی که دارند از خواص آنتی‌باکتریال برخوردار بوده و می‌توانند عوامل بیماری‌زا را از بین ببرند به همین دلیل برای مراکز بیمارستانی بسیار مناسب هستند.»

این شرکت علاوه بر رنگ، اکسیدگرافن نیز تولید می‌کند که به‌زودی خط تولید این ماده به بهره‌برداری می‌رسد که از جمله خط تولیدهای برتر تولید اکسیدگرافن در خاورمیانه است که تمام تجهیزات و دستگاه‌های آن کاملاً ایرانی است. فناوری تولید این ماده نیز در قالب پتنتی در دفتر ثبت اختراعات آمریکا به ثبت رسیده است.

دکتر امراللهی از فعالیت این شرکت در بخش تولید کیت تشخیص کرونا خبر داد. به گفته وی یک کیت برای تشخیص کرونا در ۳۰ ثانیه توسط این شرکت ساخته شده است که فناوری آن نیز در USPTO به ثبت رسیده است. این فناوری در حال حاضر با کمک یک شرکت کانادایی در حال طی مراحل اخذ مجوز در کانادا است تا در این کشور تجاری سازی شود.

شرکت نانوا ابتکار صنعت کیمیا، توسعه دهنده رنگ آکرلیک آنتی‌باکتریال جهت مصارف ساختمانی با راه‌اندازی خط تولید جدید، ظرفیت تولید محصولات خود را افزایش داده که در این مسیر به فرصت‌های صادراتی نیز توجه دارد. این شرکت متعهد به فروش ماهانه صد تُن از این رنگ‌های نانویی به یک شرکت آلمانی است.

یوسف امراللهی؛ مدیرعامل شرکت ابتکار نانو صنعت کیمیا می‌گوید: «در حال حاضر برای فروش صد تُن رنگ به این شرکت آلمانی متعهد هستیم و در صورت افزایش تقاضا قابلیت تأمین ۵۰۰ تُن رنگ در ماه را نیز داریم. تا پایان تیرماه ۲ خط تولید موازی را راه‌اندازی می‌کنیم که به افزایش ظرفیت و توان تولید شرکت نانوا ابتکار صنعت کیمیا کمک خواهد کرد.» این رنگ‌ها با رنگ‌های آنتی‌باکتریال نانویی رایج تفاوت دارد، در این رنگ‌ها از نانورق‌های کربنی عامل دار استفاده شده است که مساحت سطحی بالایی دارند. از دیگر مزیت‌های این نانورق‌ها، مقاومت بالای آن‌ها در برابر اکسیدشدن است بنابراین دوام طولانی‌تر داشته و عملکرد آنتی‌باکتریالی آن‌ها در طول زمان حفظ می‌شود. نتایج بررسی‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد که این رنگ‌های

استفاده از نانوسیال در نیروگاه برق طرشت



مهندس آهی؛ مدیر فنی و برنامه‌ریزی نیروگاه طرشت می‌گوید: «ما از سال ۹۱ اقدام به استفاده از پوشش نانوسیال در این نیروگاه کردیم و آزمایش‌های ما نشان داد که استفاده از این نانوسیال موجب کاهش یک تا دودرجه‌ای دمای روغن شد. در نتیجه به ما ثابت شد که استفاده از نانوسیال‌ها می‌تواند کمک مؤثری برای ما باشد و موجب کاهش تعمیرات و هزینه‌های نیروگاه می‌شود.»

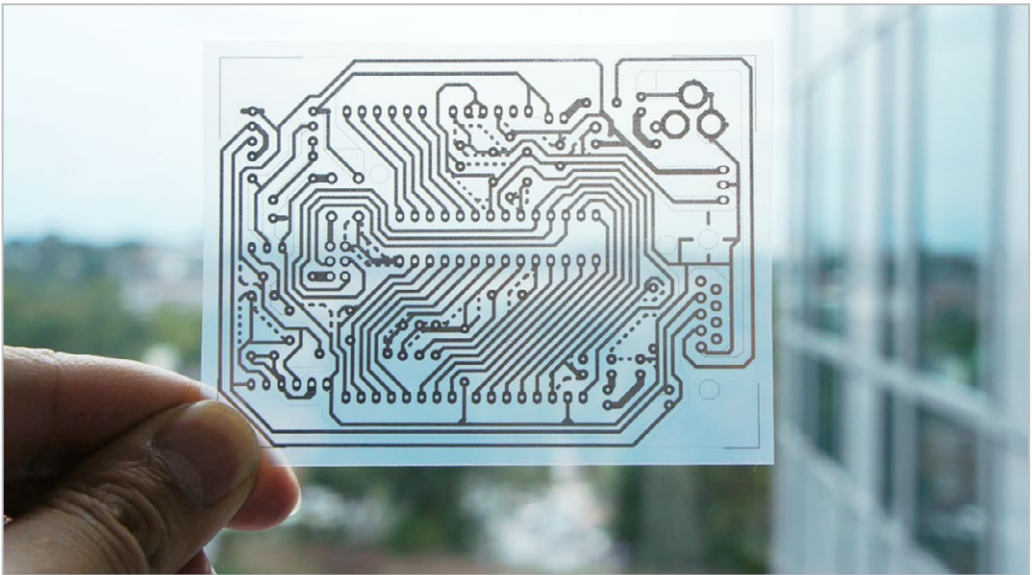
مهندس میرزایی از شرکت تأمین نانو ساختار آویژه می‌گوید: «خوشبختانه به ما این اجازه داده شد تا از نانوسیال ابتدا در کولرهای روغن استفاده شود و بعد، از آن برای کندانسورها استفاده کردیم. امیدواریم بتوانیم این فناوری را در سایر نیروگاه‌ها نیز استفاده کنیم.»

به گفته دکتر فراهانی؛ مدیرعامل نیروگاه طرشت، این نیروگاه یکی از قدیمی‌ترین و راهبردی‌ترین نیروگاه‌های کشور است. نیروگاه طرشت به دنبال حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان، درصد حمایت از برنامه‌های ستاد نانو و شرکت‌های دانش‌بنیان نانویی است.

نیروگاه طرشت به منظور بهینه‌سازی مصرف سوخت و کاهش هزینه تولید برق، از پوشش‌های نانومتری ایرانی استفاده می‌کند. استفاده از این نانوپوشش‌ها بر روی لوله‌های کندانسور، موجب افزایش راندمان این مبدل‌های حرارتی و کاهش افت خلأ در آن‌ها می‌شود. نیروگاه طرشت اولین و قدیمی‌ترین نیروگاه حرارتی کشور است که قدمت آن به شش دهه می‌رسد و یکی از نیروگاه‌های راهبردی در صنعت برق کشور است.

با همکاری شرکت تأمین نانو ساختار آویژه از نوعی محصول نانو برای کمک به بهینه‌سازی نیروگاه برق طرشت استفاده شده است. این محصول با ایجاد نانوپوشش و نانوفیلم روی سطح قطعات مورد استفاده در نیروگاه، سطح تماس را افزایش داده و امکان تماس بیشتری میان آب یا هوا با این قطعات ایجاد می‌کند. با این کار راندمان مبدل‌های حرارتی بهبود می‌یابد. کندانسور به عنوان یکی از کلیدی‌ترین بخش‌های نیروگاه‌های برق است که با استفاده از این فناوری، میزان خلأ کندانسور بهبود قابل توجهی پیدا می‌کند.

از شرکت در چالش ستاد نانو تا راه اندازی شرکت و توسعه نانو محصول



مدار برای نمایش عمومی در نمایشگاه ستاد نانو نیز استفاده شد.»

این عضو هیئت علمی پژوهشگاه رنگ می‌افزاید: «از آنجایی که شکل نقره در ساخت مرکب تأثیر داشت، نانوذرات نقره را نیز سنتز کردم تا محصولی متناسب با شرایط از پیش تعیین شده به دست آید. مرکب‌های پایه آبی و پایه حلال ساخته شده با این نانوذرات تست‌های موفقیت‌آمیزی را نشان داد.»

مدیرعامل شرکت رفرف ارکید نوآور می‌گوید: «از آنجایی که خمیرهای رسانا در حال حاضر تقاضای زیادی در بازار دارد، به دنبال ساخت خمیر نیز هستم و پیش‌بینی ما این است که تا دو ماه آینده نمونه اولیه این خمیر آماده شود. حسگرها و مدارهای چاپی از جمله بازار هدف این خمیرهاست.»

لازم به ذکر است که شرکت رفرف ارکید نوآور برای تجاری‌سازی این فناوری‌ها توسط دکتر سلیمانی راه‌اندازی شده است، شرکتی که در حوزه‌های تولید و فروش مواد اولیه و مرکب‌های مورد استفاده در صنعت چاپ و بسته‌بندی، صنعت رنگ و پوشش، صنعت نساجی، رنگریزی، چاپ و تکمیل پارچه و سرامیک از جمله پوشش‌های هوشمند، صنایع الکترونیک از جمله مواد و مرکب‌های با فناوری بالا، رسانا و نیمه‌رسانا فعالیت دارد.

مدیرعامل شرکت رفرف ارکید نوآور که در حال توسعه خمیر رسانا به منظور استفاده در مدارهای الکترونیکی است، سرآغاز ورود به مسیر توسعه و تجاری‌سازی این نانو محصول را یکی از چالش‌های نوآورانه ستاد نانو خواند.

دکتر آتشه سلیمانی گرگانی؛ مدیرعامل شرکت رفرف ارکید نوآور در حال حاضر به دنبال توسعه فناوری نوعی خمیر رساناست که از آن در تولید حسگر و مدارهای الکترونیکی استفاده می‌شود. وی پیش از این اقدام به تولید مرکب جوهرافشان رسانا کرده بود.

دکتر سلیمانی در این باره می‌گوید: «با توجه به پیشینه علمی و تحقیقاتی که در حوزه ساخت مرکب داشتیم، در یکی از چالش‌های نوآوری ستاد با موضوع ساخت جوهر رسانا یا نیمه‌رسانا برای کاربردهای الکترونیک چاپی شرکت کردم. در این چالش نیاز به مرکب‌های پایه آبی و پایه حلال حاوی نانوذرات نقره بود که پس از انجام کارهای تحقیقاتی، موفق به توسعه این فناوری و ارائه آن به دبیرخانه چالش شدم و در نهایت این محصول به عنوان برنده چالش معرفی شد. از این جوهر با چاپگر موجود در بازار و همچنین چاپگر ویژه‌ای که برای این چالش در نظر گرفته شده بود، نمونه مدارهایی تولید شد و از این مدارها تست نیز گرفته شد که نتایج موفقیت‌آمیزی داشت. حتی از این جوهرها برای تولید

امکان تبدیل آب شور مناطق کویری به آب شیرین با دستگاه تصفیه آب نانویی



حوزه شویم.»

دستگاه نانوکلوئیدساز، گرانول جاذب آرسنیک آب، دستگاه حباب ساز نانویی (نانوکویتاسیون) و گرانول حاوی نانواشیا $\alpha\text{-FeOOH}$ به عنوان جاذب آرسنیک از جمله محصولات نانویی شرکت پیام آوران نانوفناوری فردانگر است. شرکت پیام آوران نانوفناوری فردانگر به طور میانگین توانایی تولید ۲ تن گرانول جاذب آرسنیک را در ماه داراست و امکان افزایش آن با افزایش تعداد شیفت وجود دارد. همچنین در صورت افزایش فروش امکان گسترش خط تولید وجود خواهد داشت.

مهندس کاویانی می افزاید: «در حال حاضر به فناوری جدیدی در تصفیه پساب های رنگی دست پیدا کرده ایم. اولین پایلوت موفق این فناوری را نیز در چین پیاده سازی کرده ایم. از آنجایی که در حوزه نانومواد تجربه داشتیم از همین نانومواد در فرایندها استفاده کرده ایم.»

لازم به ذکر است که از سامانه های تصفیه آب این شرکت برای بهبود کیفیت آب چندین شهر در استان های مختلف نظیر اردبیل و کرمان استفاده شده است.

شرکت پیام آوران نانوفناوری فردانگر یکی از شرکت های پیشرو در حوزه تصفیه آب با کمک فناوری نانو، دستگاهی برای تصفیه آب شور و تبدیل آن به آب شیرین ساخته که برای استفاده در مناطق کویری ایدئال است.

مهندس ناصر مسلمی؛ مدیر کارخانه شرکت دانش بنیان پیام آوران نانوفناوری فردانگر می گوید: «غشای این دستگاه تصفیه آب شور در بخش تحقیق و توسعه شرکت پیام آوران نانوفناوری فردانگر طراحی شده است. این دستگاه در مناطقی که آب های شور دارند، مانند کویرها قابل استفاده است. در واقع این دستگاه قابلیت تولید آب شیرین از آب های شور را دارد، بنابراین این دستگاه برای اقلیم هایی که آب در آن مناطق شور است می تواند به تأمین آب آشامیدنی کمک کند.»

بهاره کاویانی؛ مدیرعامل شرکت پیام آوران نانوفناوری فردانگر می گوید: «ما از سال ۱۳۸۶ با هدف توسعه یک فناوری جدید به منظور تولید نانومواد، فعالیت خود را آغاز کردیم. در آن زمان فناوری نانو که یک فناوری نوظهور در جهان بود، برای ما یک چالش جذاب محسوب می شد که علاقه مند بودیم وارد آن

استفاده از بتن نانویی ایرانی در زیرساخت‌های راه‌آهن



شرکت آپتوس ایران بتن نانویی برای استفاده در زیرساخت‌های راه‌آهن داخل کشور تولید کرده است، بتن‌هایی که تا پیش از این از خارج وارد می‌شد.

در بتن‌های شرکت آپتوس ایران از نانوذرات سیلیس برای مقاوم‌سازی بتن استفاده شده است که این فرمولاسیون نانویی موجب افزایش مقاومت در برابر فشار، خمش و کشش می‌شود. محوطه بندرگاهی در جنوب و ترمینال ۴ فرودگاه مهرآباد از جمله پروژه‌هایی است که در آن از این بتن‌های نانویی استفاده شده است.

شه‌ریار ظه‌وری؛ قائم‌مقام شرکت آپتوس ایران می‌گوید: «راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران تا پیش از این قطعات بتنی را از خارج وارد می‌کرد تا اینکه شرکت آپتوس ایران اقدام به تولید این قطعات برای این شرکت کرد. ما در جلسه‌ای متوجه شدیم که این بتن‌هایی که در راه‌آهن داخل کشور استفاده می‌شود، از خارج وارد شده و دارای مقاومت بالایی هستند و تنها به دلیل این ویژگی، این بتن‌ها از خارج وارد می‌شوند؛ بنابراین خیلی سریع وارد عمل شدیم و بتن‌های موردنظر را برای راه‌آهن تولید کردیم.»

دکتر سعید بزرگمهر؛ مدیر تحقیق و توسعه شرکت آپتوس ایران می‌گوید: «این بتن‌ها وزن مخصوص کم داشته، جذب آب ندارند، در عین حال که به کاهش بار روی سازه کمک می‌کند،

دوست‌دار محیط‌زیست نیز هستند.» در شرکت آپتوس ایران دانش فنی بومی و داخلی به کار گرفته شده تا محصولی با فناوری بالا و کیفیت قابل‌توجه به بازار عرضه شود.

شرکت آپتوس ایران، تولیدکننده محصولات بتنی، از سال ۵۹ فعالیت خود را با تولید موزاییک و بیرهای آغاز کرده و تاکنون با تولید شش محصول دارای استاندارد ملی به کار خود ادامه داده است. این شرکت برای افزایش کیفیت محصولات خود طی سال‌های گذشته اقدام به اخذ استانداردها و تأییدیه‌های مختلفی از سازمان‌های ذی‌ربط کرده است. این شرکت بخش ویژه‌ای برای تحقیق و توسعه نیز دارد. آپتوس علاوه بر بتن، کف‌پوش‌های ترافیکی نیز تولید می‌کند. یکی از محصولات آپتوس، کف‌پوش‌های ویژه بندار و فرودگاه‌هاست. کف‌پوش‌هایی که در خیابان به کار می‌روند، از نظر مقاومت در برابر فشار تفاوت با کف‌پوش‌های فرودگاهی و بندرگاهی دارند؛ چرا که در کف‌پوش‌های خیابان فشار وارده کمتر از کف‌پوش‌های بندرگاهی و فرودگاهی است. در بندار و فرودگاه‌ها به دلیل استفاده از خودروهای بارکش و جرثقیل‌ها، میزان فشار بر هر سانتی‌متر مربع بسیار بیشتر از کوچه‌ها و خیابان‌های شهری است. از این‌رو الزامات استاندارد برای این کف‌پوش‌ها متفاوت با کف‌پوش‌های دیگر است.

استفاده از افزودنی‌های نانویی و نانوسیالات حفاری در میادین نفتی داخل کشور



مزیت‌های زیادی دارند.

بیشتر ترکیبات چاه‌های حفاری آب‌دوست هستند و آب سیال مورد استفاده در حفاری را جذب می‌کنند و این، ریزش چاه را به دنبال دارد، بنابراین در سیال حفاری از بازدارنده و نمک معمولاً کلرید پتاسیم، استفاده می‌کنند. استفاده از این نوع نمک مشکلات زیست محیطی ایجاد می‌کند و تصفیه پسماند، هزینه بالایی دارد. نوآوری شرکت سیالات حفاری پارس در این مرحله این بود که نمک کلرید پتاسیم را حذف و به جای آن از نانوافزودنی استفاده کرده است که بازدارنده خوبی برای سازندهای رسی و شیلی است و از افت خواص رئولوژیکی سازند حین حفاری جلوگیری کرده به طوری که این نانوافزودنی در دمای بالای سطوح پایینی زمین نیز به خوبی عمل می‌کند و نیازی به استفاده از افزودنی دیگری در سطوح پایین نیست و مورد مهم‌تر اینکه استفاده از این محصولات به دلیل وجود نمک کم در آن از لحاظ زیست محیطی نیز به صرفه‌تر است. متقاضیان این محصولات شرکت ملی نفت، شرکت ملی حفاری و همه شرکت‌های بالادستی نفتی هستند که این فناوری می‌تواند به بهبود عملکرد آن‌ها در زمینه حفاری کمک کند. از دیگر محصولات شرکت سیالات حفاری پارس می‌توان به روان‌کننده‌ها، بازدارنده‌ها و پایدارکننده‌های پلیمری اشاره کرد.

شرکت سیالات حفاری پارس سه محصول نانوافزودنی سیالات حفاری جهت بازدارندگی شیل، نانوسیال حفاری بازدارنده شیل و نانوسیال حفاری با غلظت نمک بسیار پایین را برای کمک به صنعت نفت کشور تولید و به بازار عرضه کرده است.

شروین ترقی‌خواه؛ سرپرست سیستم‌های سیال حفاری شرکت سیالات حفاری پارس درباره محصولات این شرکت می‌گوید: «در حال حاضر نانوافزودنی سیالات حفاری جهت بازدارندگی شیل و نانوسیال حفاری بازدارنده شیل به تولید انبوه رسیده‌اند و در پروژه‌های مختلفی از آن‌ها استفاده می‌شود. هر دوی این محصولات در چاه شماره ۲ پیدا، چاه ۱ و ۴ میدان نفتی اهواز و پارس جنوبی استفاده شده‌اند. نانوافزودنی سیالات حفاری جهت بازدارندگی شیل به کشور آذربایجان نیز صادر شده است.» مهندس ترقی‌خواه می‌گوید: «شرکت سیالات حفاری پارس پتنت مربوط به فناوری نانوسیال حفاری بازدارنده شیل را نیز به ثبت رسانده است.»

این دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی شیمی دانشگاه امیرکبیر درباره فرایند توسعه این فناوری‌ها می‌گوید: «این محصولات در بخش تحقیق و توسعه شرکت سیالات حفاری پارس توسعه یافته است و بررسی‌های ما نشان می‌دهد که نسبت به نمونه‌های خارجی هم از نظر قیمت و هم عملکرد

چاپ گرم‌کن‌های صندلی، حسگر و پنل خودروها با جوهر نانویی



از آن پارچه در تولید لباس استفاده کرد. در صنعت خودروسازی این چاپگر کاربرد دارد، در خودروهای امروزی در بخش پنل و گرم‌کن‌های صندلی از این فناوری استفاده می‌شود. آینده الکترونیک به سمت الکترونیک چاپی یا الکترونیک پوشیدنی می‌رود.»

مدیر تحقیق و توسعه شرکت رویال توسعه پایدار درباره فضای الکترونیک چاپی در جهان می‌گوید: «حوزه الکترونیک چاپی در جهان، حوزه‌ای نو قلمداد می‌شود؛ بنابراین ما انتظار داریم بازار خوبی به واسطه محصولات که از این چاپگر بیرون می‌آید داشته باشیم.»

این دستگاه الکترونیک چاپی برای تولید محصولات الکترونیکی در حوزه‌های مختلف قابل استفاده است. هزینه پایین، سبک بودن، ضخامت کم، سازگاری با محیط زیست، انعطاف‌پذیری و پایداری از جمله مزایای این فناوری است. با توجه به بازار ۳۰ میلیارد دلاری محصولات حوزه الکترونیک چاپی و پیش‌بینی بازاری بالغ بر ۷۵ میلیارد دلار تا سال ۲۰۲۷ در کنار عدم نیاز به زیرساخت‌های پیچیده و توانمندی‌های موجود داخلی؛ محصولات حوزه الکترونیک چاپی می‌تواند از اهمیت بسزایی در رشد و توسعه صنعت نانو در کشور برخوردار باشد.

شرکت دانش بنیان رویال توسعه پایدار به منظور تولید و توسعه محصولات حوزه الکترونیک چاپی، چاپگری به بازار عرضه کرده است که با کمک جوهرهای نانویی می‌تواند محصولاتی نظیر گرم‌کن صندلی و حسگر و پنل خودرو تولید کند.

در این فناوری با استفاده از نانوجوهرها امکان ساخت افزارهای الکترونیک منعطف و ارزان فراهم می‌شود. در حال حاضر امکان چاپ انواع مدارات چاپی و انعطاف‌پذیر، RFID تگ‌ها، گرم‌کن‌های انعطاف‌پذیر، حسگرهای انعطاف‌پذیر به همراه قابلیت تحقیق و توسعه روی سایر کاربردهای حوزه الکترونیک چاپی توسط این دستگاه، وجود دارد. با بومی‌سازی دانش ساخت این دستگاه، هم‌اکنون قابلیت ساخت و ارائه تجهیزات و ماشین‌آلات صنعتی به منظور تولید انواع محصولات تجاری حوزه الکترونیک چاپی در کشور میسر شده است.

علی قره‌خانی؛ مدیر تحقیق و توسعه شرکت رویال توسعه پایدار می‌گوید: «ما چاپگری برای توسعه فناوری الکترونیک چاپی ارائه کرده‌ایم، یعنی با استفاده از این چاپگر می‌توان مدارات الکترونیکی را چاپ کرد.»

وی درباره کاربرد این چاپگر می‌گوید: «از جمله کاربردهای این چاپگر استفاده از آن در تولید منسوجات است، با این فناوری می‌توان انواع مختلف گرم‌کن و حسگر را روی پارچه چاپ کرد و

استفاده از پسماند کشاورزی برای حذف آلودگی رنگ‌های شیمیایی

اخیر تقاضا برای استفاده از مواد نانوساختار جدید برای تولید نانوجاذب‌های مؤثر بسیار افزایش یافته است. در مقاله حاضر، تهیه یک نانوکامپوزیت پلیمری زیست‌سازگار و کارآمد جهت تهیه نانوجاذب‌های گزینش‌پذیر با ظرفیت جذب بسیار بالا گزارش شده است. در این ترکیب، نشاسته به عنوان پایه پلیمر اصلی برای تولید نانوجاذب و نانوکریستال‌های سلولزی به عنوان تقویت‌کننده فاز پلیمری استفاده شده‌اند. در ابتدا نانوکریستال‌های سلولز با استفاده از ضایعات کشاورزی، (تقاله چغندر قند) و به روش هیدرولیز اسیدی سنتز شده‌اند و سپس نانوذرات مگنتیت (Fe_3O_4) بر روی این نانوالیاف سلولزی بارگذاری شده‌اند. در نهایت نشاسته و منومرهای اکریلیک در حضور نانوفیلر سلولزی و طی یک واکنش تک‌مرحله‌ای پلیمریزاسیون رادیکالی به نانوکامپوزیت هیدروژل تبدیل می‌شوند. کارایی این ترکیب به عنوان یک نانوجاذب کارآمد و سازگار با محیط‌زیست برای حذف انتخابی رنگ‌های کاتیونی با ظرفیت و گزینش‌پذیری بالا اثبات شده است. حضور نانوکریستال‌های سلولزی به عنوان نانوفیلر و کراس-لینکر فیزیکی در ماتریس هیدروژل منجر به بهبود حساسیت به نمک‌ها در پلیمر شده و موجب افزایش خواص حرارتی و مغناطیسی هیدروژل می‌شود. همچنین سطح این نانوذرات دارای بار منفی است که همراه با سایر گروه‌های عاملی زنجیره پلیمری نظیر کربوکسیلات و سولفونات، این ترکیب را به یک نانوجاذب عالی و انتخابی برای حذف رنگ‌های کاتیونی از آب تبدیل کرده‌اند. ظرفیت جذب عالی (250 mg/g) برای رنگ کریستال ویولت و 1428 mg/g برای رنگ متیلن بلو) همراه با قابلیت استفاده مجدد و گزینش‌پذیری بالا از مزایای اصلی این نانوکامپوزیت هیدروژل به حساب می‌آیند. علاوه بر این، فرایند تهیه این نانوجاذب، بر پایه شیمی سبز و استفاده از پسماند‌های کشاورزی برای تولید نانومواد ارزشمند بوده است.

وی در ادامه گفت: «امروزه، استفاده گسترده از رنگ‌های شیمیایی در صنایع مختلف از جمله منسوجات، مواد غذایی، کاغذسازی، مواد آرایشی، چرم و داروسازی و ورود پساب این کارخانجات به رودخانه‌ها موجب آلودگی منابع آبی به رنگ‌های سنتزی شده و این مسئله به یک مشکل جدی



پژوهشگران بخش فناوری نانو پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران با استفاده از بیوپلیمر نشاسته، موفق به تولید نانوکامپوزیت پلیمری زیست‌سازگار و کارآمد به عنوان جاذب‌های گزینش‌پذیر با ظرفیت جذب بسیار برای رنگ‌های شیمیایی کاتیونی شدند. هدف اصلی این طرح کاربرد این ترکیبات در تهیه فرمولاسیون‌های کود اوره آهسته رهش بوده است.

این طرح پژوهشی در راستای انجام تحقیقات مربوط به پروژه تحقیقاتی سنتز نانوکامپوزیت‌های هیدروژل بر پایه نشاسته در پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی به انجام رسیده است. الهه معتمدی مجری این طرح گفت: «در این زمینه، یک طرح تحقیقاتی در سال ۹۶ در پژوهشگاه مصوب شد که طی آن از بیوپلیمر نشاسته به منظور تولید نانوکامپوزیت‌های پلیمری استفاده شده و هدف اصلی طرح، کاربرد این ترکیبات در تهیه فرمولاسیون‌های کود اوره آهسته رهش بوده است. در کنار کاربرد اصلی، فرمولاسیون‌های هیدروژل تهیه شده به عنوان جاذب برای حذف آلودگی رنگ‌های شیمیایی نیز به کار گرفته شدند که نتایج بسیار خوبی در این مورد از خود نشان دادند و منجر به انتشار مقاله حاضر شد.»

معتمدی درباره لزوم انجام این طرح گفت: «در سال‌های

می‌توانند مانند یک عامل اتصال عرضی فیزیکی در ماتریس هیدروژل عمل کنند که از یک سو موجب تقویت فاز پلیمری و بهبود خواص جذب و پایداری حرارتی جاذب شده و از سوی دیگر به دلیل خواص مغناطیسی امکان جداسازی آسان نانوجاذب از محیط واکنش و بازیابی و استفاده مجدد آن را فراهم آورند. محصول سنتز شده در این تحقیق یک ترکیب کاملاً جدید بوده و همچنین میزان ظرفیت حذف رنگ آن برای دو رنگ مدل مورد استفاده نسبت به سایر مقالات گزارش شده تاکنون بسیار بالاتر بوده است.»

وی افزود: «کاهش هزینه در تولید نانوجاذب، تبدیل ضایعات کشاورزی به نانومواد با ارزش و کارایی بالا، افزایش ظرفیت جذب در حذف رنگ و همچنین حذف رنگ‌های کاتیونی به صورت گزینشی از نتایج مهم و کلیدی این طرح تحقیقاتی بوده است.»

الهه معتمدی؛ استادیار بخش نانوتکنولوژی پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران به عنوان مجری پروژه و نویسنده مسئول این مقاله با همکاری پریسا محرمی؛ فارغ التحصیل کارشناسی ارشد از گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران موفق به چاپ این طرح پژوهشی در مجله BIORESOURCE TECHNOLOGY با ضریب تأثیر ۷٫۵۳۹ با عنوان Application of cellulose nanocrystals prepared from agricultural wastes for synthesis of starch-based hydrogel nanocomposites: Efficient and selective

زیست محیطی تبدیل شده است. از آنجا که اکثر رنگ‌ها از ثبات شیمیایی قابل توجهی برخوردارند و در برابر تخریب میکروبی و نوری پایدار هستند، حذف آن‌ها از آب به سادگی توسط روش‌های متداول تصفیه آب امکان پذیر نیست. علاوه بر این، رنگ‌های شیمیایی حتی در دوزهای اندکی از تماس بر روی موجودات زنده اثرات خطرناکی داشته و سمی و سرطان‌زا هستند. بنابراین، توسعه تکنیک‌های نوآورانه برای حذف مؤثر رنگ از آب به عنوان یک اولویت جدی جامعه مورد توجه محققان واقع شده است و در همین راستا طرح حاضر به طراحی، سنتز و کاربرد یک نانوجاذب جدید و کارآمد برای حل معضل پساب آلوده به رنگ‌های شیمیایی پرداخته است.»

مجری این طرح معتقد است این محصول قابلیت تولید مقرون به صرفه در مقیاس بالا را خواهد داشت، به دلیل این که پایه پلیمر آن از جنس بیوپلیمر نشاسته است که یک پلیمر در دسترس و ارزان قیمت است و همچنین نانوذرات تقویت‌کننده آن از جنس نانوسلولز هستند که از ضایعات کشاورزی سنتز می‌شوند و فرایند سنتز نیاز به تجهیزات خاص نداشته و قابل تولید در مقادیر صنعتی است.

نمونه حقیقی پساب حاصل از کارخانه نساجی در شهر سمنان مورد ارزیابی قرار گرفته و نانوجاذب برای نمونه پساب حقیقی با کارایی بالا موفق به حذف رنگ شده است.

استادیار پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران درباره ویژگی‌های نوآورانه این پژوهش که با استفاده از فناوری نانو به آن دست یافته‌اند گفت: «نانوکریستال‌های سلولز مغناطیسی

با استفاده از فناوری نانو در ب‌های برقی در مواقع قطعی برق کار می‌کنند

ساخت ابرخازن‌های با ظرفیت ویژه بالا دارند. به ویژه، مواد الکترونی سولفیدی و فسفیدی با ساختار متخلخل برای ساخت ابرخازن‌ها مناسب‌تر هستند. در این کار از سولفید فلزی $ZnGa_2S_4$ با ساختار چند پوسته کروی متخلخل به عنوان قطب مثبت و فسفید فلزی FeP با ساختار کره توخالی متخلخل استفاده شده است. به دلیل انتخاب مواد الکترونی مثبت و منفی مناسب در این کار، ظرفیت خازن و انرژی به دست آمده حاصل از ساخت دستگاه دو الکترونی نامتقارن، بالاست. هدف اصلی در این کار، افزایش چگالی انرژی ابرخازن نامتقارن است

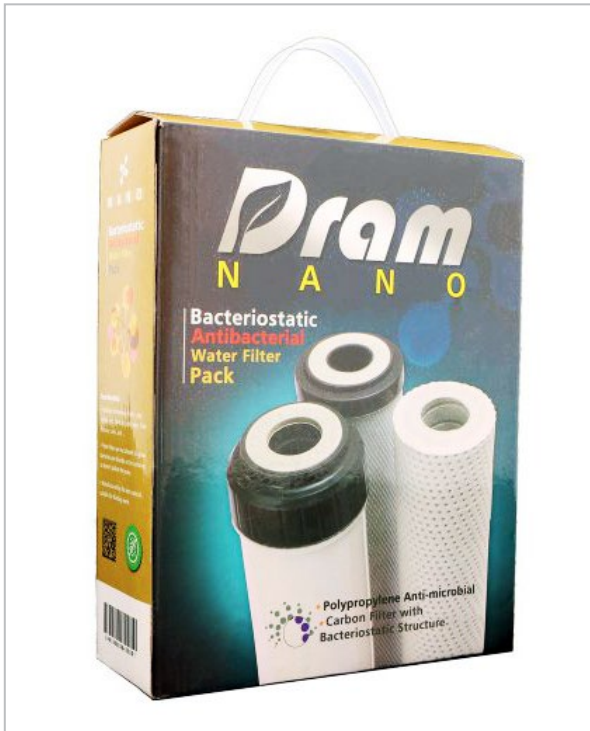
محققان دانشگاه شهید بهشتی تهران توانستند با استفاده از فناوری نانو و ساخت مواد الکترونی مناسب، ابرخازن‌هایی با ظرفیت ویژه بالا تولید کنند. این ابزار ذخیره انرژی در قطعات کامپیوتری، دستگاه‌های پزشکی و در ب‌های برقی در زمان قطعی برق کمک شایانی به کاربرها خواهد کرد.

سیدسعید سیدحسینی‌دورانی محقق این طرح درباره دستاوردهای این پژوهش گفت: «یکی از روش‌های پیشنهادی برای ذخیره‌سازی انرژی، استفاده از ابزارهایی موسوم به ابرخازن‌هاست. مواد الکترونی نقش مهمی در

که در این کار نسبت به کارهای دیگر انجام شده در دنیا، چگالی انرژی ابرخازن ساخته شده، بیشتر است.»

از این ابرخازن ها می توان در قطعات کامپیوتری، دستگاه های پزشکی، صنایع نظامی، ماشین ها و لوکوموتیوهای برقی، هواپیماهای برقی، مدارهای ال ای دی پرتوان، درب های برقی برای مواقع قطعی برق و مدارهایی که نیاز به خازن های با زمان شارژ و دشارژ سریع دارند استفاده کرد.

داورانی با اشاره به قابلیت صنعتی شدن این طرح گفت: «برای ساخت مواد الکترودی مثبت و منفی با چنبن مورفولوژی منحصر به فردی، به دستگاه ها و اتوکلاوهای بسیار بزرگ و سیستم های پیشرفته تر نیاز است و برای حصول آن نیاز به همکاری بین صنعت و دانشگاه است.» وی درباره ضرورت انجام طرح می گوید: «اخیراً یکی از بزرگ ترین نگرانی ها برای جوامع بشری، تولید انرژی با بازدهی بالا و همچنین استفاده از وسایل ذخیره انرژی با ویژگی های منحصر به فرد است. این ویژگی ها شامل سبک وزن بودن و قابلیت حمل آسان و بی دردسر بوده که می توانند فاکتورهای مهمی در انتخاب وسایل ذخیره انرژی به حساب آیند. در حقیقت عامل مهم در انتخاب ابزاری با این مشخصات، استفاده از مواد با قابلیت ذخیره انرژی بالا و مقرون به صرفه بودن این مواد در ساخت ابزارهای ذخیره انرژی است. اگر چه تحقیقاتی در مورد طراحی وسایل ذخیره انرژی و ابرخازن ها وجود دارد اما آن ها دارای مشکلاتی از قبیل پیچیدگی مراحل ساخت مواد، چگالی انرژی نسبتاً پایین و استفاده از مواد نسبتاً گران قیمت هستند. باید توجه داشت که یک ابزار ذخیره انرژی مناسب باید مقرون به صرفه بوده، قابلیت بالا در ذخیره انرژی داشته باشد و حمل و نقل آسان داشته باشد و در نهایت بر روی محیط زیست اثر مخرب نداشته باشد. در نتیجه ساخت ابرخازنی به روش مناسب که دارای ویژگی های مقرون به صرفه بودن، چگالی انرژی قابل قبول و قابل حمل آسان باشد بسیار حائز



اهمیت است.»

امروزه در کارهای انجام شده بر روی ابرخازن ها، قطب منفی معمولاً ترکیبات کربنی مثل کربن فعال و یا گرافن است که دارای ظرفیت ویژه خازنی کمی هستند و در نتیجه چگالی انرژی به دست آمده در دستگاه نامتقارن ساخته شده بالا نیست. به گفته پژوهشگر این طرح، در این کار از قطب منفی فسفیدی FeP استفاده شد که نسبت به ترکیبات کربنی، ظرفیت خازنی بیشتری دارد و در نتیجه چگالی انرژی دستگاه ساخته شده (۷۲،۷۸ وات ساعت بر کیلوگرم)، بیشتر است.

پژوهشگر دانشگاه شهید بهشتی تهران درباره سازوکار اثر استفاده از فناوری نانو در این طرح گفت: «با استفاده از ویژگی نانویی ذرات، انتقال بار در دستگاه ساخته شده بیشتر و در نتیجه با افزایش انرژی تولیدی نتایج بهتری به دست آمد.»

این مقاله حاصل یک پروژه دانشجویی و با همکاری اکبر محمدی زردخوشویی، سیدسعید سیدحسینی داورانی، مونا ملکی آشتیانی و مرتضی سرپرست در دانشگاه شهید بهشتی تهران بوده است که با عنوان Enhanced the energy density of supercapacitors via rose-like nanoporous $ZnGa_2S_4$ hollow spheres cathode and yolk-shell FeP hollow spheres anode در مجله Journal of power sources و با ضریب تأثیر ۹،۱۲۷ در سال ۲۰۲۰ پذیرفته شده است.



نیروی انسانی جوان، سرمایه اصلی ماست

گفتگو با دبیر ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو از مراکزی است که بیش از دو دهه با فعالیت در یک حوزه تخصصی، دستاوردهای زیادی برای کشور به ارمغان آورده است. دکتر سعید سرکار؛ دبیر ستاد ویژه توسعه فناوری نانو معتقد است بخش زیادی از این موفقیت‌ها مرهون ثبات مدیریت است که با همراهی رهبر انقلاب حاصل شده تا این ستاد در رفت و آمد دولت‌ها آسیبی نبیند. ایران حالا چهارمین کشور جهان است که بخش زیادی از تولیدات علمی خود را به فناوری‌های نانو اختصاص داده است. موفقیتی که با تلاش شبانه‌روزی جوانان ایرانی و با تکیه به علم و دانش خودشان حاصل شده است. پایگاه KHAMENEI.IR به بهانه انتشار سومین قسمت از مجموعه مستند «غیررسمی» و برای اطلاع از جزئیات فعالیت‌های جوانان ایرانی در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به گفتگو با دبیر این ستاد نشسته است.

■ **ابتدا کمی از سابقه نانو تکنولوژی در جهان برایمان بگویید که از چه زمانی این تکنولوژی جدی گرفته شد و وارد زندگی بشر شد؟**

بحث‌های علمی نانو تکنولوژی در سال ۱۹۸۰ در میان متخصصان، استادان دانشگاه و دانشمندان رایج بود و در این باره فعالیت‌های پژوهشی و کارهای علمی هم انجام می‌دادند که نتیجه آن مقالاتی بود که منتشر می‌شد؛ اما در سال ۲۰۰۰، دولت آمریکا به موضوع علم و فناوری نانو به یک فناوری تحول ساز توجه کرد که این فناوری نوظهور ممکن بود تحول شگرفی در

زندگی مردم ایجاد کند و تولید ثروت داشته باشد و موجب حفظ اقتدار آمریکا شود. آمریکا حوزه نانو را یک استراتژی می‌داند که در این حوزه باید مقتدر و پیشگام باشد؛ بنابراین آمریکا در سال ۲۰۰۰، برنامه راهبردی خودش را منتشر کرد و دولت بودجه هنگفتی برای توسعه علمی و فناوری حوزه نانو اختصاص داد. دلپاشان هم این بود که هیچ حوزه صنعتی یا هیچ یک از شئون زندگی بشر را نمی‌توانیم متصور بشویم که از این فناوری متأثر نباشد؛ یعنی این فناوری در تمام شئون زندگی بشر تأثیرگذار خواهد بود؛ بنابراین، بودجه‌های هنگفت دولتی به برنامه راهبردی

ژاپن و کره جنوبی، موقعیت چهارمی‌اش را در جهان تثبیت کرده است. این واقعاً ظرفیت و قابلیت قابل توجهی است که مادر فناوری نانو در زمره کشورهای پیشستاز و پیشگام قرار گرفته‌ایم.

■ ما چه مقدار از این فناوری را توانستیم بومی کنیم و چقدر دستاوردهای این فناوری در کشور مورد استفاده قرار گرفته است؟

ببینید ایران خودش پایه‌گذار این فناوری و جزو کشورهای پیشگام است. ما این فناوری را از کشورهای توسعه یافته کپی یا بومی نکردیم؛ چون ما روی توسعه منابع انسانی سرمایه‌گذاری کردیم. زمانی که ما نانوتکنولوژی را شروع کردیم، شاید کمتر از ده نفر از استادان دانشگاه‌ها می‌دانستند که نانوتکنولوژی چیست، ولی امروز ما بیش از ۳۷ هزار نفر متخصص در سطح کارشناسی ارشد به بالا در حوزه‌های مختلف نانوتکنولوژی، نانوفیزیک، نانومواد، نانوشیمی، نانوبیوتکنولوژی، نانوالکترونیک، نانوداروسازی و... داریم. داشتن نیروی انسانی متخصص باعث شده است که بنیه علمی ما خوب شود. اگر بنیه علمی خوبی نداشته باشیم، نهایتاً کپی‌کار می‌شویم. البته در اخبار رادیو و تلویزیون و سایر رسانه‌ها زیاد از واژه بومی سازی یک فناوری یا محصول شنیده‌ایم و درست است، ولی این بومی سازی به چه معناست؟

ده بیست سال پیش دیگران این کار را می‌کردند، ولی ما توانستیم آن محصولات را خودمان در کشور بسازیم. ما در حوزه نانو مقلد نیستیم. ایران در نانوتکنولوژی روی پای خودش ایستاده و متکی به دیگران نیست. سال ۲۰۱۸، مقاله‌ای از دانشگاه تکنولوژی جورجیا (Georgia Tech) منتشر شد که دولت آمریکا مأموریتی به این دانشگاه داده بود تا بروز و ظهور نانوتکنولوژی را بررسی کند که چه کشورهایی فعال و پیش‌گام‌اند؛ یعنی خودشان دارند در مرز دانش حرکت می‌کنند و روی حوزه‌های فوق‌العاده نوآورانه تمرکز دارند. نتیجه این اطلاعات که مرتبط با سال ۲۰۱۵ بود، امتیاز بروز و ظهور نانوتکنولوژی کشورها در یک مقاله بود که چین آمریکا را پشت‌سر گذاشته و بعد از آمریکا، کره جنوبی و بعد از کره جنوبی، هند و با کمال تعجب ایران در رتبه پنجم است. در واقع زمانی که ما از نظر تعداد مقالات در رتبه هفتم جهانی بودیم، ولی در بروز و ظهور نانوتکنولوژی رتبه پنجم را داشتیم؛ حتی در آن مقاله اسم ۵۱ نفر از متخصصان برجسته ایرانی در حوزه نانوتکنولوژی را منتشر کردند.

■ در مورد آمار هم توضیحاتی بفرمایید.

الان ۲۷۶ شرکت دانش بنیان در حوزه فناوری نانو داریم که

اختصاص پیدا کرد و مشخص کردند که چه جایگاهی را در دنیا می‌خواهند داشته باشند.

اخیراً هم سازمان ملل در سندی که منتشر کرده است، کشورهای دنیا را بررسی کرده که در حوزه فناوری نانو جایگاه کشورها کجاست و چگونه شروع کردند و توصیه‌هایی هم برای درس‌آموزی اعلام کرده است. در این سند آمده است که بعد از آمریکا، چین دومین کشور است که در سال ۲۰۰۱، سند راهبردی‌اش را منتشر کرد و ایران هم سومین کشوری است که در سال ۲۰۰۲، برنامه راهبردی‌اش را در حوزه فناوری نانو شروع کرده است. این گزارش، یکی از دلایل پیشگامی ایران را به موقع شروع کردن اعلام می‌کند. کشورهای اروپایی هم در سال ۲۰۰۴ برنامه فناوری نانو خودشان را منتشر می‌کنند.

■ چه کشورهایی در این عرصه پیشستازند و شاخص آن چیست؟

خیلی از کشورها واقعاً به توسعه علمی تکیه می‌کنند. در واقع بدون بنیه علمی خوب ممکن نیست در توسعه تکنولوژی موفق شد؛ یعنی در حوزه‌های نوظهور هر فناوری باید تمرکز داشت و در مرز دانش حرکت کرد تا با خلاقیت و نوآوری، تکنولوژی یا محصولات جدیدی را به دنیا ارائه کرد. ما در آن حوزه‌ها باید به مرحله سرآمدی یا مرجعیت برسیم.

اما شاخص برای توسعه علمی و ارزیابی بنیه علمی کشورها، کمیت و کیفیت مقالات معتبر جهانی و مقالات ISI است که بنیه علمی کشورها را با کمیت و کیفیت این مقالات ارزیابی می‌کنند. سال ۲۰۰۱ که ما مطالعات اولیه‌ای در نانوتکنولوژی شروع کردیم، با انتشار ده مقاله ISI، رتبه ۵۷ دنیا را کسب کردیم. با برنامه‌هایی که پیاده شد، تمرکزی که توسعه منابع انسانی گذاشت و حمایت‌هایی که انجام گرفت، خوشبختانه ما یک سیر صعودی و انفجاری را طی کردیم. ما از سال ۹۷ به رتبه چهارم دنیا رسیدیم و توانستیم این رتبه را حفظ کنیم، ضمن اینکه رشد مقالات هم داشتیم؛ یعنی ما از انتشار سالی ده مقاله معتبر جهانی ISI، به انتشار ۳۵ مقاله در روز رسیدیم. ما در سال ۲۰۲۰، از مرز دوازده هزار مقاله در سال عبور کردیم که ۲۵ درصد تولید علمی کشور ایران است؛ یعنی الان نانو ۲۵ درصد تولیدات کل علمی را به خودش اختصاص داده و این ظرفیت بالایی است.

البته الان در رتبه بندی‌ها، چین با فاصله زیادی از آمریکا در رتبه اول قرار دارد. آمریکا در رتبه دوم است و هند در رتبه سوم و ایران در چهارم قرار دارد. چین، هند و آمریکا سه کشور پرجمعیت دنیا هستند و ایران در مقایسه با کشورهای اروپایی،

کشید. کارهایی هم که کردیم، به خاطر نیاز بود. یا باید تسلیم می‌شدیم یا روی پای خودمان می‌ایستادیم.

ما در حوزه‌هایی وارد شدیم و محصولاتی از نانو ساختیم که فکرش را نمی‌کردیم ظرفیت طراحی و ساختش را داشته باشیم، ولی انجام دادیم و باعث شد خودباوری مان بسیار ارتقا پیدا کند؛ یعنی الان هرکاری که اراده کنیم، می‌توانیم انجام دهیم. اگر در حوزه نانو تکنولوژی که حوزه پیشرفته و نوظهوری است، جایگاهمان می‌تواند در بین کشورهای پیشرفته و پیشگام باشد، چرا در سایر حوزه‌ها نتوانیم؟! این جایگاه برای ما الهام بخشی، امید بخشی و خودباوری داشته و به الگو تبدیل شده است. تمام این توانایی‌ها ارزشش بالاتر از تمام محصولات است و نمی‌شود روی آن قیمت گذاشت. باید این باور را حفظ کنیم. یکی از نگرانی‌های من این است که با از دست دادن جایگاه خودمان، این باور خدشه دار شود و با از دست دادن پیشگامی خودمان، ناامیدی و یأس در جامعه غالب شود. باید حواسمان باشد.

■ از سابقه حمایت‌های رهبر انقلاب درباره پیشرفت‌های نانو تکنولوژی بفرمایید. چرا رهبر انقلاب به کرات در سخنرانی‌هایشان به این صنعت اشاره می‌کنند؟

اگر امروز ما به این جایگاه رسیدیم، نتیجه توجه و حمایت‌های مستمر رهبر انقلاب است. اولین باری که خدمت ایشان رسیدیم، سال ۸۴ بود. تقریباً مطالعات نانو تکنولوژی را در سال ۸۱ شروع کردیم و ستاد هم در آن زمان شکل گرفت.

ما برنامه راهبردی مان را آماده کردیم و برای راهنمایی خدمت رهبر انقلاب بردیم. ما چشم‌انداز و اهدافمان را تعیین کرده بودیم؛ یعنی می‌خواستیم با فناوری نانو تولید ثروت کنیم و کیفیت زندگی مردم را ارتقا دهیم. آن زمان این ادبیات در کشور بیگانه بود. وقتی خدمت ایشان رسیدیم و برنامه‌مان را ارائه دادیم، ایشان فرمودند اهدافتان خیلی عالی است؛ اینکه علم را تبدیل به فناوری کنید تا فناوری تبدیل به محصول و ثروت شود و موجب ارتقای رشد اقتصادی کشور شود. اقتصاد متکی بر فناوری و ارتقای کیفیت زندگی مردم خیلی هدف خوبی است. تأکید و تأییدشان برای ما خیلی امیدبخش بود.

هدف دیگری که در سندمان خدمت ایشان ارائه کردیم این بود که می‌خواهیم به یک درصد سهم جهانی برسیم. رهبر انقلاب فرمودند یک درصد از کجا آمده! چرا دو درصد یا نصف نه! گفتیم ایران یک درصد جمعیت جهان را دارد، حداقل به سهم خودمان برسیم و ایفای نقش کنیم. آن زمان سهم ما از مقالات چند هزارم بود. ایشان فرمودند نه، یک درصد کم است و دو درصد را مدنظر

محصول صنعتی تولید و وارد بازار می‌کنند. ما در حوزه‌های ساختمانی، خودروسازی، نفت و پتروشیمی، کشتی‌سازی، هواپیمایی، نساجی، کشاورزی، آب، محیط زیست، لوازم خانگی و... تولید محصول داریم که نتیجه‌اش ۷۲۷ محصول تأیید شده است که در بازار داریم. چند روز پیش با حضور دکتر ستاری از ۵۷ محصول جدید نانو رونمایی شد. ما در بخش محصولات و تکنولوژی‌ها وقتی در نمایشگاه‌های معتبر بین‌المللی شرکت می‌کنیم، می‌توانیم کیفیت محصولات و تکنولوژی‌هایمان را با کشورهای پیشرفته مقایسه کنیم.

به جرئت می‌گویم که ما قابلیت رقابت با هشتاد درصد از محصولات کمی و کیفی آن‌ها را داریم. ما در حوزه نانو تکنولوژی واقعاً متکی به خودمانیم و این اتکا خیلی ارزشمند است. این محصولات نه تنها در کشورمان استفاده می‌شود، بلکه به کشورهای پیشرفته دنیا مثل ژاپن، کره جنوبی، چین، استرالیا، مالزی، اندونزی، روسیه، کشورهای اروپایی، کشورهای آمریکای شمالی و جنوبی و آفریقا صادر می‌کنیم. ما الان محصولاتمان را به ۵۰ کشور دنیا صادر می‌کنیم.

ظرفیت یا جغرافیای صادراتی محصولات نانو به خوبی شکل گرفته، ولی مشکلاتی هم به دلیل تحریم‌ها داشتیم. از طرف دیگر، تحریم‌ها به ما خیلی کمک کرد، چرا که یک سری محصولات را به صنایع ما نمی‌فروختند. مثلاً، صنعت پتروشیمی نانوکاتالیست می‌خواست، ولی تحریم کرده بودند تا نانو به صنعت پتروشیمی نرسد و زمین گیر شود. ستاد نانو با برنامه ریزی، تمام شرکت‌هایی که در این زمینه می‌توانستند نانوکاتالیست بسازند را فعال کرد و در بازه زمانی کوتاه این نانوکاتالیست‌ها طراحی و ساخته شد و به تولید انبوه رسید و صنعت پتروشیمی ما اصلاً فشار تحریم‌ها را حس نکرد. اگر این تحریم‌ها نبود، قطعاً ما نانوکاتالیست‌ها را نمی‌ساختیم. البته خیلی از بنگاه‌های ما به دلیل اینکه خصولتی و بعضاً دولتی‌اند، نگاهشان به واردات است؛ ولی الزام و فشار تحریم باعث شد که آن‌ها هم روی خوشی به تولیدات داخلی بدهند تا تقاضا ایجاد شود.

من به یک خاطره‌ای در این باره اشاره کنم؛ چون خیلی مهم است. ما میزبان وزیر علوم کشور تایلند بودیم. وقتی وی با ظرفیت‌ها و محصولات نانو تکنولوژی کشور ما و جایگاه آن در دنیا آشنا شد، به من گفت در تعجبم با تحریم‌های سخت و فشارهای زیاد نانو تکنولوژی ایران جزو کشورهای پیشگام است و چنین رتبه‌ای دارد. اگر شما تحریم نبودید چه کار می‌کردید! گفتیم هیچ‌کاری نمی‌کردیم، پول می‌دادیم و همین‌ها را می‌خریدیم، ولی فشار تحریم‌ها عصا را استعدادهای متخصصان ما را بیرون



است. وقتی روی آن قله قرار گرفتید، قله‌های بعدی خودشان را نشان خواهند داد، آن موقع باید هدف‌های دیگری را بگذارید. خدا را شاهد می‌گیرم که من از همان زمان تا حالا به کرات مشاهده کردم که وقتی در یک موضوعی به اوجش می‌رسیدیم، مسائل جدیدی برای ما ظهور می‌کرد.

یک نکته دیگر درباره همان جلسه خصوصی با رهبر انقلاب بگویم؛ قبل از اینکه ایشان بیانانیشان را شروع کنند، فرمودند آقایان اگر صحبتی دارند بگویند. من از ایشان اجازه گرفتم و خدمتشان گفتم الان که دولت جدید (دولت نهم) آمده و ما دو سال روی برنامه راهبردی کار کردیم، -البته، حق هر دولتی است که افرادی هم سو و هم راستا با سیاست‌ها و برنامه‌های خودش بیاورد - من برای این گروه که الان دارند کار می‌کنند و این سند را تدوین کردند، نگرانم که افراد جدیدی بیایند و جایگزین شوند. خدمتشان عرض کردم که در دنیای پرشتاب علم و فناوری امروز که همه چیز خیلی سریع دارد اتفاق می‌افتد، اگر این تیم عوض شود و گروه دیگری بیاید، ما دو سال را از دست می‌دهیم. همان لحظه رهبر انقلاب به آقای حجازی فرمودند به آقای احمدی نژاد بگویید که به خانواده نانو دست نخورد. الان شانزده سال از آن زمان می‌گذرد و ما از ابتدایی که نانو شکل گرفت، یعنی حدود بیست سال با پنج دولت کار کردیم و به این خانواده هیچ خدشه‌ای وارد نشده است. یکی از مؤثرترین و کلیدی‌ترین اتفاق‌هایی که در حوزه نانو رخ داد، ثبات در مدیریت، ثبات در برنامه‌ها، ثبات تفکر حاکم بر ستاد نانو و ثبات در تدوین برنامه‌ها، استراتژی‌ها و پیاده‌سازی هاست. به‌ندرت می‌توان کشوری پیدا کرد که در حوزه

قرار بدهید، برای اینکه جمعیت ما جوان و مستعد است، به این ویژگی توجه نکردید! بعد از توصیه ایشان هدف ما دو درصد شد و الان در مقالات از مرز شش درصد عبور کردیم؛ یعنی ایران شش درصد تولید علم جهان را دارد.

بعد فرمودند گزارش کشورهایی که در این زمینه سرمایه‌گذاری کردند را بیاورید من ببینم. آن زمان کشورهای آمریکا، آلمان، انگلیس، ژاپن، چین، کره، کانادا و... هشت میلیارد دلار در حوزه نانو سرمایه‌گذاری کرده بودند. وقتی ایشان گزارش را دیدند، فرمودند اگر ما دو درصد را هدف قرار دادیم، باید دو درصد از سهم جهانی هم سرمایه‌گذاری داشته باشیم و پول خرج کنیم. فرمودند یک درصد هشت میلیارد دلار، هشتاد میلیون دلار می‌شود و دو درصدش هم ۱۶۰ میلیون دلار می‌شود. آن زمان دلار نهصد تومان بود که به پول خودمان ۱۵۰ میلیارد تومان می‌شد. رهبر انقلاب به آقای حجازی فرمودند به آقای احمدی نژاد زنگ بزنید و بگویید بودجه نانو امسال ۱۵۰ میلیارد تومان شود و سالانه متناسب با سرمایه‌گذاری جهانی، دو درصد رعایت شود. این مربوط به سال ۸۴ بود که تازه دولت آقای احمدی نژاد آمده بود.

■ دستور رهبر انقلاب اجرا شد؟

خیر، متأسفانه اجرا نشد. الان با گذشت حدوداً ۱۵ سال در لایحه بودجه سال ۱۴۰۰ تنها ۷۲ میلیارد تومان بودجه پیش بینی شده است و متأسفانه در سال ۹۸ بودجه ستاد نانو را نصف کردند! یک نکته دیگر اینکه رهبر انقلاب فرمودند شما قله‌ای را هدف قرار دادید و به این قله می‌رسید، ولی فکر نکنید آنجا پایان کار

الان چه محصولات تولید کردید که باعث تولید ثروت و ارتقای کیفیت زندگی مردم شده است؟

من چند مصداق در این باره بگویم؛ قبلاً هر شیشه داروی «نانوداکسی روبیسین» هفتصد دلار وارد کشور می‌شد؛ یعنی یک بیمار برای هر شیشه حدود شانزده هفده میلیون تومان هزینه می‌کرد. البته داروهای معمولی داکسی روبیسین وجود دارد، ولی بیماری که تحت شیمی درمانی قرار می‌گیرد، دارویی که مصرف می‌کند فوق‌العاده سمی است. در هنگام تزریق یک بخش دارو به داخل تومور می‌رود، ولی بخش زیاد آن در بدن توزیع می‌شود و کبد و سایر اندام‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بر روی کلیه‌ها سمیت اثر مخرب دارد؛ اما اگر این دارو را به صورت نانوکپسول به بدن تزریق کنید، هدفمند به سمت تومور می‌رود و میزان خیلی کمی در بدن منتشر می‌شود؛ یعنی عوارض جانبی مخرب بسیار کاهش پیدا می‌کند و بخش بیشتری از دارو به تومور می‌رسد. در واقع درمان مؤثرتر با آثار جانبی کمتر.

هر شیشه داروی معمولی بیست دلار بود، ولی نانوی آن هفتصد دلار بود. ما وقتی این دارو را ساختیم و در ایران وارد بازار کردیم، وارداتی آن چهارصد دلار شد. الان این دارو در داروخانه ۶۷۵ هزار تومان قیمت دارد و با دقت رجهٔ بیمه حدود هفتاد هشتاد هزار تومان است. اثری که ساخت این دارو بر روی کیفیت زندگی مردم می‌گذارد این است که آحاد جامعه می‌توانند از آن استفاده کنند. داروی دیگر پاکلینب است که قیمتش هزار و صد یورو بود، ولی الان نهصد هزار تومان در داروخانه ارائه می‌شود. سال گذشته این دارو فقط پنج میلیون دلار به ترکیه صادر شد؛ بنابراین، نانو هم روی

کیفیت زندگی مردم ما اثر گذاشته، هم تولید ثروت کرده است. ما الان در حوزهٔ آب حدود دوازده تکنولوژی مثل شیرین‌سازی، نیترات‌زدایی، آرسنیک‌زدایی، تصفیهٔ پساب‌های صنعتی و... داریم. ما در این حوزه تنوعی از تکنولوژی‌ها داریم که صادر هم شده‌اند. شرکت‌های چینی با شرکت‌های ما در تصفیهٔ پساب‌های صنعتی با تکنولوژی نانو قرارداد دارند. عرصهٔ دیگر کروناست. زمانی که کرونا شروع شد، کادر درمانی

نانو ثبات بیست ساله داشته باشد! خود رهبر انقلاب هم روی این ثبات تأکید کردند؛ ما یک نمایشگاهی خدمت رهبری بودیم و با جمعی برای استقبال به منزل ایشان رفتیم. در برگشت، دکتر ستاری از منزل رهبری تا حسینه داشت ویژگی‌های نانو را خدمت ایشان توضیح می‌داد. همین که به حسینه نزدیک شدیم، رهبر انقلاب متوقف شدند و به آقای دکتر ستاری گفت می‌دانی چرا من به نانو افتخار می‌کنم و یکی از کشورهای پیشگام و پیشرو در این حوزه هستیم؟ به خاطر ثبات در مدیریت و جدیت و پشتکار در این حوزه است.

در سال ۹۳ هم که نمایشگاهی برای رهبر انقلاب برگزار کردیم، ایشان به چند نکته اشاره کردند و فرمودند از نانو به عنوان یک الگو در سایر امور مملکت باید استفاده شود. این برای ما امیدبخش و الهام‌بخش بود. چین هر ساله ده کشور برتر دنیا را دعوت می‌کند تا پیشرفت‌ها و برنامه‌هایشان را ارائه

کنند. ایران از ابتدا پای ثابت این نشست‌ها بوده و هست. دنیا ایران را در این حوزه به رسمیت می‌شناسد. اگر مثل هسته‌ای قرار باشد کلوبی در حوزهٔ نانو تکنولوژی در دنیا شکل بگیرد، ایران بازیگری مؤثر در این کلوب خواهد بود؛ چون همه می‌دانند ایران جایگاهش چیست. سازمان ملل در گزارشش می‌گوید کارهایی که در ایران انجام شده را باید الگو قرار داد و ارزش درس‌آموزی برای سایر کشورها دارد؛ حتی اخیراً آمریکایی‌ها دو مقاله چاپ کردند که در ارزیابی‌هایشان ایران را در رتبهٔ سوم دنیا مطرح کردند. در یکی از پاراگراف‌های این مقاله نوشته بود که ردپایی از ایران در سایر حوزه‌های فناوری‌ها وجود ندارد، ولی ایران در نانو تکنولوژی رتبهٔ سوم دنیا را دارد.

■ میانگین سنی دانشمندان فناوری نانو چقدر است؟

میانگین سنی فعالان حوزهٔ علم و فناوری نانو حدود ۳۵ سال است و ما هنوز آیندهٔ درخشانی پیش روی خودمان متصوریم.

■ با توجه به اینکه در برنامهٔ راهبردی‌تان با فناوری نانو به دنبال تولید ثروت و ارتقای کیفیت زندگی مردم هستید،

شما چقدر است؟ گفتیم ۳۵ هزار دلار است. آن‌ها قرارداد را امضا کردند و الان آنجا نصب است. کره جنوبی یک کشور پیشرفته صنعتی در حوزه فناوری پیشرفته است، ولی برای خط تولید صنعتی در حوزه نانو از ما دستگاه خرید. بعد از آن‌ها هم چینی‌ها بدون تحقیق و بررسی ده دستگاه - پیشرفته‌تر و ارتقا یافته‌تر از قبلی - با قیمت ۴۲۰ هزار دلار با ما قرارداد بستند. ببینید این اقتدار است. وقتی شما قوی باشید و حرف برای گفتن داشته باشید، دیگران سراغ شما می‌آیند.

■ در پایان اگر نکته‌ای باقی‌مانده برای ما بفرمایید.

وقتی رهبر انقلاب می‌فرماید اقتصاد مقاومتی، یعنی محور اقتصاد مقاومتی اقتصاد دانش‌بنیان است. اگر ما در اقتصاد دانش‌بنیان سرمایه‌گذاری کنیم، می‌توانیم وارد اقتصاد تهاجمی بشویم نه مقاومتی! می‌توانیم با اقتصادمان کشورهای دیگر را در اختیار بگیریم. همان‌طور که آمریکا تکنولوژی‌اش را اهرم فشار کرده و ابزار اقتدارش است، ما هم می‌توانیم این ابزار اقتدار را داشته باشیم. علاوه بر اقتدار دفاعی و نظامی، ما به اقتدار تکنولوژیک هم نیاز داریم. اقتدار تکنولوژیک اقتدار اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و نظامی می‌آورد. اقتدار تکنولوژی همه چیز دارد. کشور ما می‌تواند با سرمایه‌گذاری در حوزه تکنولوژی، اقتصاد تهاجمی‌اش را شروع کند؛ یعنی کشورهای دیگر به محصولات‌های تک ایران وابسته شوند. این همان هدفی است که ما باید به دنبال آن باشیم. ما باید سپاه قدس تکنولوژی داشته باشیم. ما باید سپاه قدس اقتصاد دانش‌بنیان را تشکیل بدهیم. ما باید برنامه‌ریزی کنیم تا بازارهای کشورهای منطقه را بتوانیم در اختیار بگیریم و به ما وابسته شوند. البته شرطش سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی درست و اراده و پشتکار قوی است. ما واقعاً لیاقتش را داریم؛ چون ما نیروی انسانی جوان و مستعدی داریم که همان سرمایه اصلی ماست؛ اما به جز رهبر انقلاب که به این نیرو باور دارند و آن را به رسمیت می‌شناسند، بعید می‌دانم کسی این باور را داشته باشد.

ما ماسک N95 می‌خواست. در شروع کرونا، ما روزی بیست هزار ماسک N95 تولید کردیم و ظرف دو تا سه هفته میزان تولید ماسک N95 را به روزی ۲۰۰ هزار ماسک رساندیم. زمانی که کادر درمان آمریکا، انگلیس و ژاپن پلاستیک زباله روی سرشان می‌کشیدند، کادر درمان ما کمبود ماسک N95 را حس نکرد؛ چرا؟ چون ما بنیه‌اش را داشتیم. خودمان خط تولید دستگاه‌های الکترونیسی را ساختیم. در دنیا سه کشورند که توان ساخت خط تولید صنعتی نانوالیاف را دارند. نانوالیاف مثل تار عنکبوت است که ضخامتش یک هزارم ضخامت تار موست. قدرت بازدارندگی ماسک‌های معمولی ۲۵ تا ۳۰ درصد است، ولی ماسک N95 بالای ۹۵ درصد است. ما می‌توانیم آن ۹۹ را هم تولید کنیم و داریم دستگاهش را می‌سازیم. در دنیا فقط آمریکا، جمهوری چک (با سرمایه‌گذاری آمریکا) و ایران این تکنولوژی را دارند. دلیل ورود ما به این حوزه هم به تحریم‌ها برمی‌گردد. کارخانه بهران فیلتر در مشهد فیلترهای نیروگاهی و فیلتر خودرو می‌سازد. آن‌ها می‌خواستند دستگاهی از یکی از شرکت‌های جمهوری چک بخرند که فیلتر نانو تولید می‌کرد. قیمتی که برای این دستگاه به آن‌ها داده بودند، یک میلیون و صد هزار یورو بود، ولی به دلیل اینکه ایران تحریم است به آن‌ها نفروختند؛ چون این شرکت به آمریکایی‌ها وصل است. این شرکت از ما درخواست ساخت این دستگاه را کرد و ما ظرف دو سال این دستگاه را ساختیم و ۲۵۰ میلیون تومان به این شرکت فروختیم. آن روز یورو یک و چهاردهم دلار بود و قیمت دستگاه خارجی‌اش حدود یک و نیم میلیارد تومان می‌شد، ولی ما با ۲۵۰ میلیون تومان آن را ساختیم. ما الان پنج تا از این دستگاه را ساختیم که سه تای آن در بهران فیلتر، آزاد فیلتر و سنکان فیلتر نصب است و دو تای دیگرش را ستاد اجرایی فرمان امام برای تولید ماسک‌های N95 خرید.

قبل از امضاشدن برجام، کره جنوبی می‌خواست از همان شرکت جمهوری چک همین دستگاه را بخرد، ولی همان قیمت را به آن‌ها گفته بودند. ما در نمایشگاهی که در کره جنوبی برگزار شد، چون یک سری محصولاتمان بزرگ بود و نمی‌توانستیم به نمایشگاه ببریم، پوسترهایش را برای آشنایی با محصولاتمان به این کشور بردیم. وقتی آن‌ها دیده بودند که ما دستگاه الکترونیسی صنعتی یا خط تولید صنعتی نانوالیاف را می‌سازیم، با ما تماس گرفتند و گفتند یک نمونه برای ما بفرستید تا تست کنیم. وقتی تمام تست‌های آن‌ها را پاس کرده بود، با ما تماس گرفتند و گفتند می‌خواهیم به ایران بیاوریم و از نزدیک خط تولید را ببینیم. سه نفر به ایران آمدند و دستگاه ما را ارزیابی کردند و گفتند دستگاه شما هم مثل نمونه اروپایی‌اش است، ولی قیمت



برای دسترسی به متن
مصاحبه با رکد را اسکن
کنید.



شف توأم با شرمندگی

احساس حاصل از دیدار با رهبر

نویسنده: عماد احمدوند

مستقیم این را تجربه کرده‌ام؛ هم در نمایشگاه ۱۱ بهمن ۹۳ و هم در دیدار ۹ اسفند ۹۷، که یکی از دیدارهای پنجشنبه‌ای ایشان بود و محتوای آن، در خرداد امسال در مستند غیررسمی، رسانه‌ای شد.

از سوی دیگر، تعریف و تمجید و قدردانی ایشان از کارهای انجام گرفته، انسان را چنان شرمند می‌کند که خود را بدهکار می‌دیدیم. در دیدار اول، گزارش مختصری از اقداماتی که در سطح کشور برای ترویج فناوری نانو انجام داده بودیم را خدمت ایشان ارائه کردم. وقتی ایشان در سخنان انتهایی آن دیدار، کارهای انجام شده در زمینه گفتمان‌سازی را از عوامل پیشرفت جهشی فناوری نانو برشمردند و پیشرفت در این فناوری را نمونه‌ای برای تبعیت سایر کارهای کشور عنوان کردند، احساس من، ترکیبی از شغف همراه با شرمندگی بود و هست؛ شغف از اینکه می‌دیدم که دو دهه از عمرم در مسیری صرف شده که مورد رضایت ایشان است، و شرمندگی از این بابت که خودم می‌دانستم و می‌دانم که آنچه که انجام شده است، یک دهم آنچه که وظیفه داشته‌ایم هم نبوده. چرا که ظرفیت کشور و راه‌های نرفته، بسیار است.

دیدار و گفتگوی مستقیم با مقام معظم رهبری، تجربه‌ای متفاوت از صحبت‌کردن با اکثر مدیران طراز بالاست. رهبر انقلاب در این جلسات به‌طور مستقیم و بلاواسطه، از واقعیت‌های کف میدان علم و فناوری بازخورد می‌گیرند و تحلیل می‌کنند، آن هم نه به صورت کلی و تصنعی، بلکه مصداقی و کارشناسانه. بازخوردهای ایشان مطلقاً کلی‌گویی از آن جنسی که در صحبت با بسیاری از مدیران تجربه کرده‌ایم نیست. وقتی یک فعال حوزه فناوری، در خصوص کارش با آقا صحبت می‌کند، سوال‌هایی که ایشان می‌پرسند و نکاتی که اشاره می‌کنند، کاملاً این درک را ایجاد می‌کند که ایشان در عین اینکه اطلاعات بسیار خوبی از جزئیات پیشرفت‌های فناورانه دارند، مستمعی بسیار حرفه‌ای هستند.

ایشان با نشان دادن افق حرکت علمی کشور، به فعالان این حوزه جرئت و جسارت می‌دهند برای تلاش جهادگونه. بازخوردهای ایشان از اهمیت کار هرکدام از شرکت‌ها و افراد، موجب می‌شود که انرژی و انگیزه درونی برای مقابله با سختی‌های راه، چنان در درون انسان افزایش پیدا کند که آثار آن تا مدت‌ها مشهود است.

من در هر دو دیدار مستقیم با آقا در موضوع فناوری نانو، به‌طور

واکنش‌ها در فضای مجازی به پخش مستند غیررسمی



واکنش‌ها در فضای مجازی به پخش مستند غیررسمی

... مهدی بزرگی @mahbarg2

با دیدن قسمت سوم مستند **#غیررسمی** تمام دو قطبی های کاذب در مملکت را بریزید دور دوقطبی فقط بین **#ما_میتوانیم** و ما نمی‌توانیم هست. خداوند انشاءالله نسل مدیران ما نمی‌توانیم را از صفحه ی سیاسی کشور محو بفرماید.

۸:۱۲ قبل از ظهر ۱۵۰ ژوئن ۲۰۲۱ · Twitter for Android

... امیرحسین بردابناه @Dr_YazdaniParandeh

#غیررسمی را امروز دیدم و مملو از غرور، نگرانی و امید شدم. مغرور از دستاوردهایی که ایران مظلوم ما با ایستادن روی پای خود، بدون مستشاران خارجی به آن دست پیدا کرده. نگرانی از بی توجهی‌های مداوم برخی مسئولان به پیشرفت و اتکا به جوانان برخلاف تاکیدات رهبر انقلاب. و امیدوار به آینده



... Ali Sadrinia @SadriniaAli

رهبر انقلاب در واکنش به گلايه‌های نخيگان جوان درباره کارشکنی‌ها در دستگاه‌های رسمی کشور: "توقف نکنید! همانطور که تحریم‌های آمریکا را به نوعی دور می‌زنیم، شما باید تحریم دولت خودمان را هم به نحوی دور بزنید؛ تحریم دیگر..."

#تحریم داخلی
#غیررسمی

۱۲:۰۳ قبل از ظهر ۱۵۰ ژوئن ۲۰۲۱ · Twitter for Android

... مهیار خادم @mahyarkhadem2

از اینکه آقا کتاب **#داستان_نانوتروا** رو با دقت خوندن حس غرور داشتم. حدود یک سال و نیم فرایند تدوین و انتشار کتاب طول کشید. سید مجتبی قافله باشی و سعید حسین رفیعی داستان ساخت داروی ضدسرطان نانو را در این کتاب روایت کردند.

#نانو

Translate Tweet

@m_akbarzadeh5 · 14 Jun

۱/ کتابی که در مستند **#غیررسمی** رهبر انقلاب به آن اشاره کردند "داستان نانو" نام دارد روایت توسعه نانوداروی ضدسرطان که توسط دکتر محمودرضا جعفری و حمایت ستاد فناوری **#نانو** به سرانجام رسیده...

Show this thread



برای مشاهده
سومین قسمت
مستند غیررسمی
بارکد روبه‌رو را
اسکن کنید.





جایگاه جهانی ایران در علم و فناوری نانو

تعداد معدودی از محققان و دانشمندان ایرانی با این فناوری نوظهور آشنا بودند با انتشار ده مقاله نانو در رده پنجاه و هفتم دنیا و ششم منطقه خاورمیانه قرار داشت. ایران در سال‌های بعد همواره یک روند صعودی را در انتشار علوم نانو طی کرد به طوری که از انتشار سالانه ده مقاله نانو به انتشار روزانه ۳۳ مقاله نانویی رسید. متوسط درصد رشد سالانه مقالات نانو ایران در این ۲۰ سال حدود ۵۱ درصد بوده است. این تعداد از مقالات نانو بیش از یک پنجم کل مقالات علمی منتشر شده ایران در WoS را شامل می‌شوند، در حالی که سهم مقالات نانو از کل مقالات دنیا در سال ۲۰۲۰ میلادی نزدیک به ۹ درصد بوده است. همچنین ایران از لحاظ سرانه مقاله نانو به جمعیت، در رتبه سیزدهم (سال ۲۰۱۹) و از لحاظ تعداد مقاله به‌ازای مقدار GDP بر اساس نرخ برابری قدرت پول (PPP)، در رتبه اول دنیا (سال ۲۰۱۹) قرار دارد. جدول ۱، رده‌بندی ۲۵ کشور برتر در انتشار مقالات ISI نانو را در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. در این جدول کشورهای اسلامی با رنگ متفاوت مشخص شده‌اند. روند رشد تعداد مقالات و رشد رتبه ایران نیز در نمودار ۱ نمایش داده شده است.

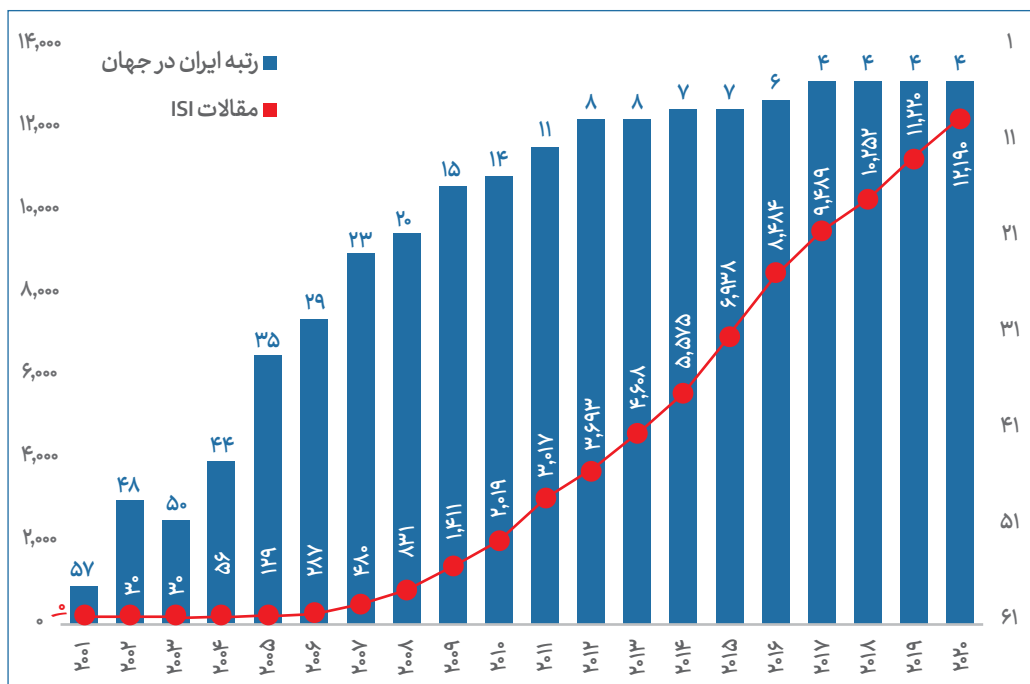
جایگاه جهانی ایران در علم و فناوری نانو به‌وسیله سه شاخص کلان «کمیت مقالات فناوری نانو»، «کیفیت مقالات فناوری نانو» و «تعداد اختراعات فناوری نانو» ارزیابی می‌شود. برای ارزیابی جایگاه ایران در علم نانو از پایگاه داده WoS (Web of Science) به عنوان منبع آمار و اطلاعات استفاده شده و مقالات پژوهشی مرتبط با فناوری نانو با استفاده از یک عبارت جستجوی معتبر، استخراج و اندازه‌گیری می‌شوند. در حوزه فناوری نیز تعداد اختراعات فناوری نانو در دفاتر ثبت پتنت معتبر دنیا از جمله اداره ثبت پتنت آمریکا (USPTO) و اداره ثبت پتنت اروپا (EPO) اندازه‌گیری می‌شوند.

جایگاه جهانی ایران در انتشار مقالات نانو

در سال ۲۰۲۰ میلادی، ۱۲,۱۹۰ مقاله مرتبط با فناوری نانو توسط محققان ایرانی در WoS نمایه شد که معادل ۵/۹۳ درصد از کل مقالات نانو منتشر شده در سال ۲۰۲۰ است. ایران با این سهم از انتشارات نانو، همانند سال گذشته، در رتبه چهارم دنیا قرار گرفت. این جایگاه در حالی به دست آمده که ایران در سال ۲۰۰۱ و قبل از تأسیس ستاد فناوری نانو که

جدول ۱- فهرست ۲۵ کشور برتر جهان به همراه برترین کشورهای اسلامی در انتشار مقالات نانو در سال ۲۰۲۰

رتبه	کشور	مقالات نانو	سهم مقالات نانو از کل مقالات نانو دنیا (%)
۱	چین	۸۳,۲۳۰	۴,۴۸
۲	آمریکا	۲۶,۵۸۳	۱۲,۹۳
۳	هند	۱۸,۵۵۲	۹,۰۲
۴	ایران	۱۲,۱۹۰	۵,۹۳
۵	کره جنوبی	۱۰,۳۷۹	۵,۰۵
۶	آلمان	۹,۵۳۱	۴,۶۴
۷	ژاپن	۸,۵۵۱	۴,۱۶
۸	انگلستان	۶,۷۲۰	۳,۲۷
۹	روسیه	۶,۶۰۴	۳,۲۱
۱۰	فرانسه	۶,۳۶۱	۳,۰۹
۱۱	عربستان	۵,۶۲۳	۲,۷۳
۱۲	استرالیا	۵,۳۰۲	۲,۵۸
۱۳	اسپانیا	۵,۲۹۴	۲,۵۷
۱۴	ایتالیا	۵,۱۹۴	۲,۵۳
۱۵	کانادا	۴,۵۲۴	۲,۰
۱۶	برزیل	۴,۲۴۰	۲,۰۶
۱۷	مصر	۴,۲۲۷	۲,۰۶
۱۸	ترکیه	۳,۷۸۹	۱,۸۴
۱۹	تایوان	۳,۷۴۶	۱,۸۲
۲۰	پاکستان	۳,۷۰۸	۱,۸۰
۲۱	لهستان	۳,۳۲۶	۱,۶۲
۲۲	مالزی	۲,۸۲۲	۱,۳۷
۲۳	سنگاپور	۲,۶۰۸	۱,۲۷
۲۴	ویتنام	۲,۳۷۳	۱,۱۵
۲۵	هلند	۲,۰۹۳	۱,۰۲



نمودار ۱- روند رشد انتشار مقالات نانو و رتبه ایران در جهان (۲۰۰۱-۲۰۲۰)

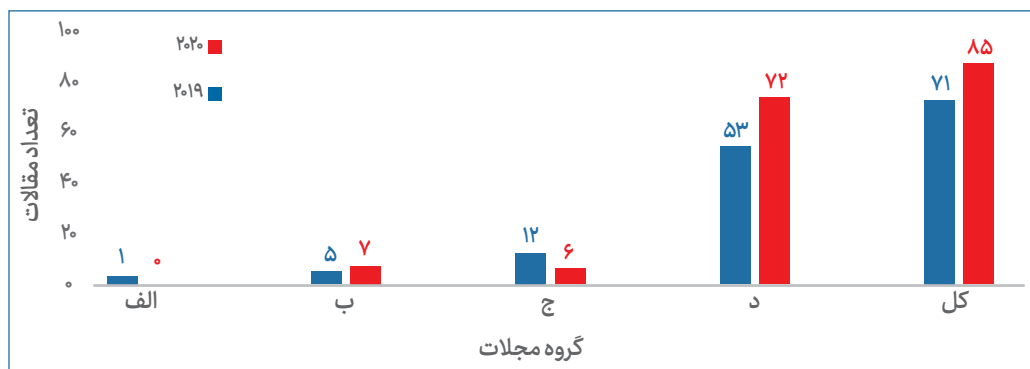
همچنین نظر نخبگان علمی هر حوزه، مجلات برتر علمی دنیا را در چهار دسته الف تا د (به ترتیب امتیاز) دسته بندی و معرفی کرد. آمار مقالات نانوی ایران در این چهار دسته مجلات در سال ۲۰۲۰ و مقایسه آن با آمار سال ۲۰۱۹ در نمودار ۲ نشان داده شده است. در مجموع تعداد مقالات منتشر شده در این مجلات از ۷۱ مقاله در سال ۲۰۱۹ به ۸۵ مقاله در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است. سال گذشته محققان فناوری نانو ایران در گروه الف (مجلات ساینس و نیچر) مقاله ای منتشر نکرده اند. همچنین در این سال تعداد مقالات گروه ب و د افزایش یافته در حالی که تعداد مقالات گروه ج به یک دوم کاهش یافتند.

همچنین فهرست مقالات نانوی ایران با بالاترین ضریب اثربخشی در سال ۲۰۲۰ (گروه الف و ب) به شرح جدول ۲ است.

در سال ۲۰۲۰ در بین دانشگاه های ایران، دانشگاه تهران با انتشار ۸۷۷ مقاله نانو (۷,۲ درصد) کل مقالات نانوی ایران در این سال در رده اول قرار دارد. پس از آن به ترتیب دانشگاه تربیت مدرس (۵۸۲ مقاله نانو)، صنعتی امیرکبیر (۵۳۰ مقاله)، دانشگاه علوم پزشکی تهران (۵۱۰ مقاله) و دانشگاه علم و صنعت (۴۸۰ مقاله) در رده های بعدی قرار دارند. مجموعه دانشگاه آزاد اسلامی نیز نزدیک به یک چهارم از کل مقالات نانوی ایران در سال گذشته را منتشر کرده است که البته این آمار متعلق به تمامی واحدهای این دانشگاه است.

جایگاه جهانی ایران در کیفیت علم نانو

فدراسیون سرآمدان علمی ایران بر اساس منابع معتبری همچون Nature Index و شاخص های Impact Factor و Eigen Factor و



نمودار ۲- آمار مقالات نانوی ایران در چهار دسته مجلات برتر علمی دنیا (۲۰۲۰-۲۰۱۹)

جدول ۲- فهرست مقالات نانوی ایران با بالاترین ضریب اثربخشی در سال ۲۰۲۰ (گروه الف و ب)

رتبه	نام مجله	عنوان مقاله	نویسنده ایرانی
۱	PHYSICAL REVIEW LETTERS	Andreev-Coulomb Drag in Coupled Quantum Dots	سیدمجتبی طباطبایی
۲	ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION	Metal-Organic Framework Derived Bimetallic Materials for Electro-chemical Energy Storage	علی مرسلی
۳	SCIENCE ADVANCES	Gas flow through atomic-scale apertures	مهدی نیک عمل، نسیم حسینی
۴	ISME JOURNAL	Metagenomic analysis reveals a dynamic microbiome with diversified adaptive functions to utilize high lignocellulosic forages in the cattle rumen	قاسم حسینی سالکده
۵	PHYSICAL REVIEW LETTERS	Highly Tunable Spin-Orbit Torque and Anisotropic Magnetoresistance in a Topological Insulator Thin Film Attached to Ferromagnetic Layer	علی مقدم
۶	ADVANCED MATERIALS	Mechanotribological Aspects of MXene-Reinforced Nanocomposites	مسعود ملکی
۷	ADVANCED MATERIALS	Advances in Antimicrobial Microneedle Patches for Combating Infections	پویان مکوندی، رضوان جمال الدین

جدول ۳- اطلاعات مربوط به مقالات نانوی ایران منتشر شده در مجلات Q1

سال	تعداد مقالات مجلات Q1	سهم از کل مقالات نانو (%)	رتبه جهانی
۲۰۲۰	۴,۰۵۴	۳۳	۷
۲۰۱۹	۳,۷۹۶	۳۴	۸

این کشورها بر اساس برخی موضوعات نوظهور و با ضریب اثربخشی بالا بررسی شدند. یافته‌ها به صراحت بیان کرد که ایران نه تنها در تعداد کل انتشارات مرتبط با فناوری نانو بلکه در این موضوعات نوظهور نیز در زمره ۵ کشور اول دنیا قرار دارد.

جایگاه جهانی ایران در ثبت اختراعات فناوری نانو

ایران در مجموع تا پایان سال ۲۰۲۰، ۲۷۳ اختراع مرتبط با فناوری نانو در دفاتر ثبت پتنت آمریکا و اروپا منتشر کرده است. تعداد پتنت‌های نانوی ایران در USPTO در سال ۲۰۲۰، ۳۷ پتنت بوده است. علاوه بر این، در همین سال، ۲۰ اختراع نانویی دیگر در حال ثبت نهایی در این دفتر هستند. بر این اساس رتبه ایران در پتنت‌های ثبت شده در USPTO در سال ۲۰۲۰ بیستم است. نسبت تعداد پتنت‌ها به تعداد مقالات نانو نشان می‌دهد که ۴٫۶ پتنت نانویی در ازای هر ۱۰۰۰ مقاله نانو ثبت شده است. با این حال باید توجه داشت که همین تعداد اختراعات مرتبط با فناوری نانو، سهمی در حدود ۲۹ درصد از کل پتنت‌های ثبت شده ایران در ادارات ثبت پتنت آمریکا و اروپا را شامل می‌شوند. آمار مربوط به این حوزه در جدول ۵ آمده است.

سهم مقالات نانوی ایران که در مجلات Q1 منتشر شده‌اند نیز به عنوان یک شاخص دیگر از کیفیت انتشارات علمی در نظر گرفته می‌شود. مجلات Q1 مجلاتی هستند که بر اساس بانک اطلاعات مجلات علمی (Journal Citation Reports) JCR از نظر ضریب اثربخشی (Impact factor) جزو مجلات چارک اول به حساب می‌آیند. گرچه تعداد این مقالات در سال ۲۰۲۰ رشد کرده است ولی سهم آن‌ها از کل مقالات نانوی ایران در سال ۲۰۲۰ حدود ۱ درصد نسبت به سال قبل کاهش یافته ولی جایگاه ایران در این شاخص، یک رده بهبود یافته است.

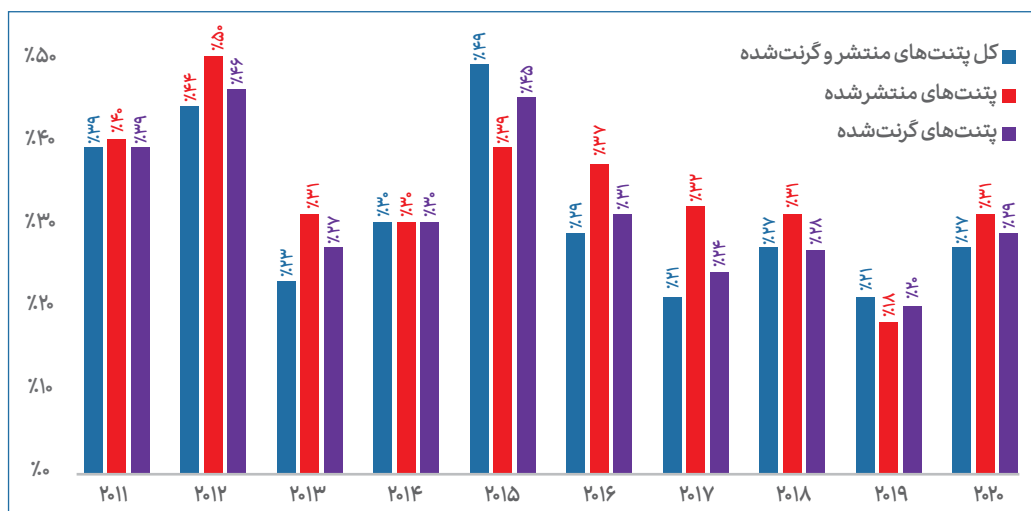
شاخص اچ (h-Index) معیاری از کمیت و کیفیت مقالات علمی یک محقق، مؤسسه یا کشور است و در واقع حجم مقالات پر کیفیت آن فرد یا کشور را نشان می‌دهد. معایی هم به این شاخص وارد است از جمله اینکه ارجاع به خود را لحاظ نمی‌کند یا سن علمی محققان با نهادها را در نظر نمی‌گیرد. با وجود این‌ها، به عنوان یک شاخص کیفی در ارزیابی و مقایسه مقالات با کیفیت مورد قبول و استناد است. در شاخص h رتبه جهانی ایران برای مقالات منتشر شده در ۵ سال منتهی به ۲۰۲۰ (h-index پنج‌ساله) یازدهم است. سهم مقالات نانوی مشترک ایران با کشورهای دیگر در سال ۲۰۲۰ حدود ۳۰ درصد بود. جدول ۴ فهرست ۲۰ کشور برتر دنیا در شاخص h-Index برای مقالات نانوی منتشر شده در سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد. همچنین در پژوهشی که توسط محققان مؤسسه فناوری جورجیای آمریکا در سال ۲۰۱۸ در مجله Technology Analysis & Strategic Management منتشر شد، کشورهای برتر دنیا در تولید علوم نانو مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه، مقالات

جدول ۴- مقدار و رتبه شاخص h-Index پنج‌ساله مقالات نانوی ۲۰ کشور برتر جهان (۲۰۱۶-۲۰۲۰)

رتبه	کشور	H-index	رتبه	کشور	H-index
۱	چین	۳۳۸	۱۱	ایران	۱۴۲
۲	آمریکا	۳۱۶	۱۲	سوئیس	۱۳۷
۳	استرالیا	۱۸۵	۱۳	هند	۱۳۴
۴	سنگاپور	۱۸۲	۱۴	فرانسه	۱۳۲
۵	آلمان	۱۸۰	۱۵	اسپانیا	۱۲۸
۶	کره جنوبی	۱۷۳	۱۶	ایتالیا	۱۲۱
۷	ژاپن	۱۷۰	۱۷	هلند	۱۱۸
۸	انگلستان	۱۶۹	۱۸	سوئد	۱۱۱
۹	عربستان	۱۶۷	۱۸	تایوان	۱۱۱
۱۰	کانادا	۱۴۶	۲۰	پاکستان	۱۰۵

جدول ۵- فهرست ۳۰ کشور برتر جهان در ثبت پتنت نانو در USPTO در سال ۲۰۲۰

رتبه	کشور	تعداد پتنت نانو	رتبه	کشور	تعداد پتنت نانو
۱	آمریکا	۴۹۱۳	۱۶	فنلاند	۶۰
۲	کره جنوبی	۹۴۱	۱۷	بلژیک	۴۹
۳	چین	۷۳۶	۱۸	هند	۴۲
۴	ژاپن	۶۶۱	۱۹	استرالیا	۳۹
۵	تایوان	۵۱۳	۲۰	ایران	۳۷
۶	آلمان	۳۱۰	۲۱	سوئد	۳۶
۷	فرانسه	۲۱۴	۲۲	ایرلند	۲۸
۸	عربستان	۱۶۸	۲۳	اسپانیا	۲۴
۹	انگلستان	۱۵۴	۲۴	اتریش	۲۳
۱۰	کانادا	۱۵۱	۲۴	لوکزامبورگ	۱۵
۱۱	هلند	۹۶	۲۶	نروژ	۱۵
۱۲	رژیم اشغالگر قدس	۹۳	۲۶	دانمارک	۱۳
۱۳	سوئیس	۹۲	۲۸	ترکیه	۱۳
۱۴	سنگاپور	۶۸	۲۹	لهستان	۱۲
۱۵	ایتالیا	۶۵	۳۰	برزیل	۱۰



نمودار ۳- سهم پتنت‌های نانوی ایران از کل پتنت‌های ایران (۲۰۱۱-۲۰۲۰)



حجم بازار محصولات نانو ساخت ایران

است. در سال ۱۳۹۸ حجم بازار فناوری ایران ۷۴ درصد نسبت به سال قبل رشد داشت. در پایان سال ۱۳۹۸ در مجموع ۲۳۴ شرکت در زمینه تولید محصولات، تجهیزات و خدمات حوزه فناوری نانو فعال بودند که از داده‌های جمع‌آوری شده از این شرکت‌ها، رقم کلی فروش معادل ۴۴،۴۸۷ میلیارد ریال به دست آمده است. محاسبه این بازار در سال ۱۳۹۹ نیز در دست اقدام است و گزارش نهایی آن در پاییز ۱۴۰۰ منتشر خواهد شد.

نمودار، به میزان ۴۰ درصد تحقق پیدا کرده است. از مجموع بازار فروش محصولات نانو ساخت ایران در سال ۱۳۹۸، ۲،۶۴۸ میلیارد ریال - حدود ۶ درصد - مربوط به صادرات این محصولات به کشورهای دیگر و ۴۱،۸۳۹ میلیارد ریال آن مربوط به فروش در بازار داخلی بوده است.

طبق تعریف بازار فناوری نانو که در استاندارد بین‌المللی ایزو به شماره ISO/TS 18110:2015 به تصویب رسیده است؛ بازار فناوری نانو شامل سه بخش زیر است:

- بازار کالاهای نانو
- بازار تجهیزات نانو
- بازار خدمات فناوری نانو

روند رشد سالیانه بازار فروش محصولات فناوری نانو ساخت داخل در سال‌های گذشته در نمودار آمده

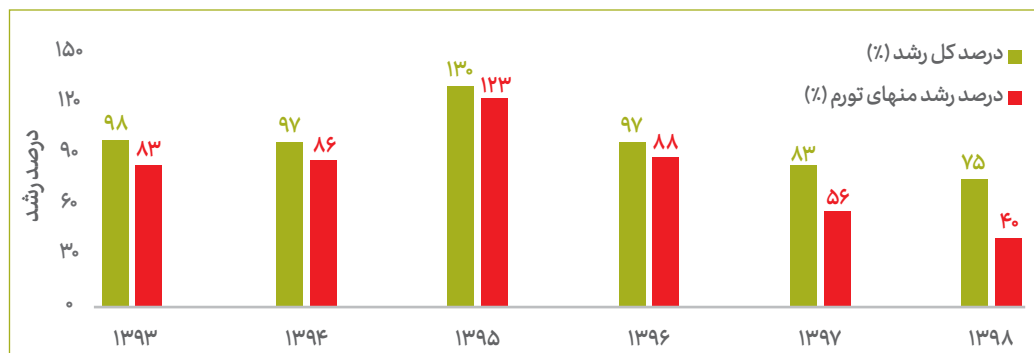
نرخ رشد سالانه بازار فناوری نانو و نرخ این رشد منهای تورم سال مورد نظر در چند سال گذشته در نمودار ۲ نمایش داده است. مطابق هدف‌گذاری این شاخص در سند گسترش کاربرد فناوری نانو، درصد رشد بازار فناوری نانو ایران منهای تورم سالانه* برای سال ۱۳۹۸، ۴۲ درصد تعیین شده بود که مطابق

* نرخ تورم سالانه بر اساس اعلام رسمی مرکز آمار ایران در نظر گرفته شده است.

حجم بازار محصولات نانو ساخت ایران



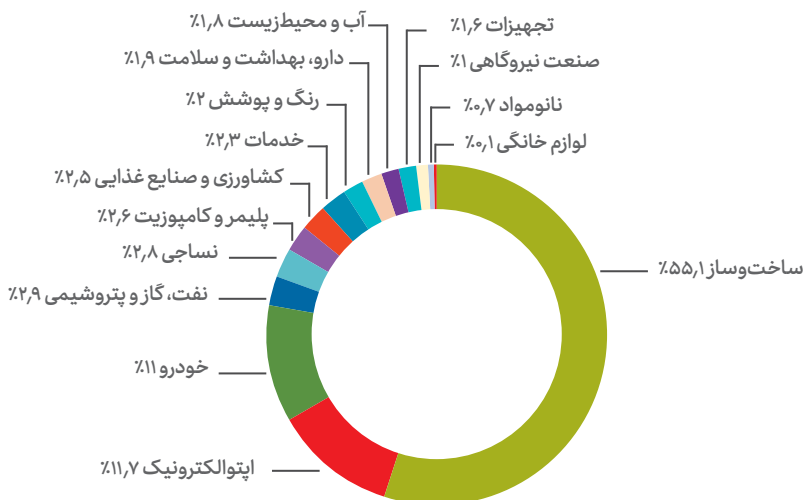
نمودار ۱- روند رشد سالیانه بازار فناوری نانو ساخت ایران (۱۳۹۲-۱۳۹۸)



نمودار ۲- درصد رشد سالانه بازار محصولات فناوری نانو ساخت ایران (۱۳۹۸-۱۳۹۳)



نمودار ۳- آمار کل فروش محصولات نانو ساخت ایران به تفکیک صادرات و فروش داخل (میلیارد ریال)

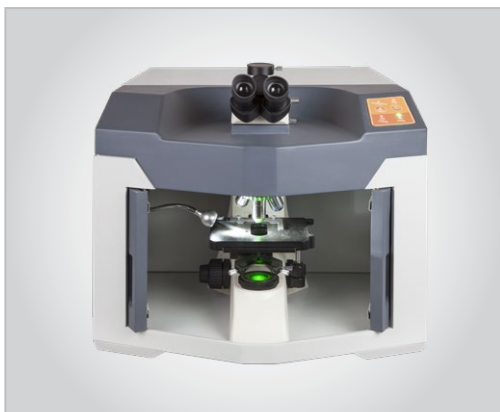


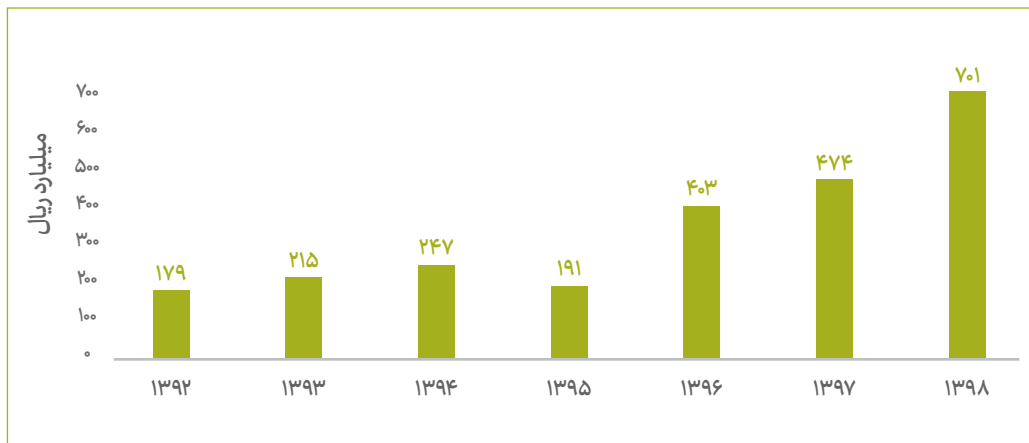
نمودار ۴- آمار فروش کلی شرکت‌های نانو داخلی در سال ۱۳۹۸ به تفکیک حوزه‌های صنعتی در تولید کالا (میلیارد ریال)

با وجود تحریم‌ها و کمبود منابع مالی و حمایتی با افزایش ۴۸ درصدی همراه بوده است.

بیش از ۵۵ درصد از حجم بازار کالاهای فناوری نانو، به حوزه ساخت و ساز تعلق دارد که عبارت‌اند از: شیرآلات، شیشه‌های کم‌گسیل، بتن سبک، انواع کف‌پوش، انواع کاشی و گرانیت آنتی‌باکتریال. در رتبه بعدی، صنایع ایتوالکترونیک قرار دارد که حدود ۱۲ درصد از بازار کالاهای نانو ساخت ایران را به خود اختصاص داده است. خودرو، نفت و گاز، نساجی و پلیمر و کامپوزیت با سهم بین ۲٫۹ تا ۲۲٫۵ درصد در رتبه‌های بعدی

محصولات فناوری نانو ایران به طور کلی در سه گروه کالا، خدمات و تجهیزات دسته‌بندی می‌شوند که در ادامه وضعیت کلی هر دسته ارائه می‌شود. همانند سال‌های گذشته، در سال ۱۳۹۸ نیز بیشترین حجم بازار نانو، معادل ۹۶ درصد، متعلق به کالاهاست. بخش خدمات در سال گذشته نزدیک به ۱۳ درصد رشد داشت و از ۴۴۳ میلیارد ریال به ۱۰۱۵ میلیارد ریال رسید. در سال ۹۸ بخش زیادی از بازار خدمات را خدمات پوشش‌دهی و بعد از آن خدمات شبکه آزمایشگاهی شامل شدند. فروش تجهیزات آزمایشگاهی و صنعتی فناوری نانو در سال ۱۳۹۸،





نمودار ۵- روند فروش سالیانه تجهیزات نانو ایران (میلیارد ریال)

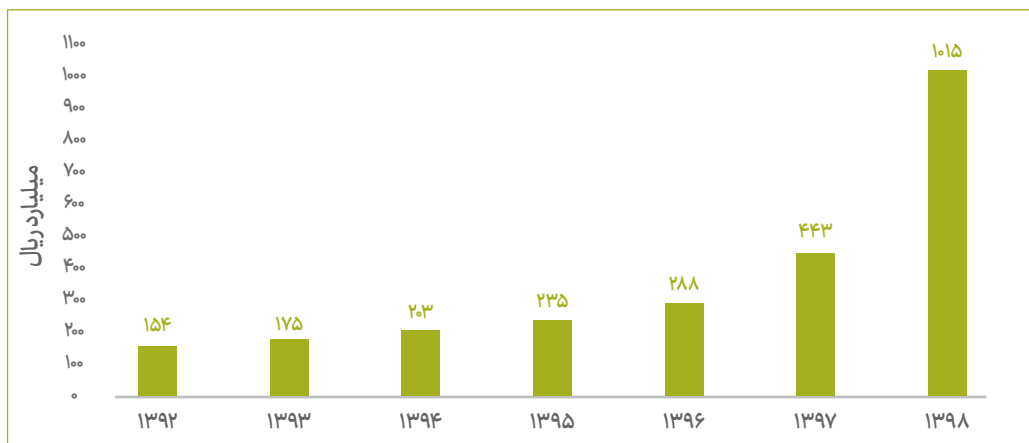
و مشتریان اصلی این تجهیزات، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی هستند. این در حالی است که فروش تجهیزات نسبت به سال گذشته ۴۸ درصد رشد داشته است.

بخش بزرگی (حدود ۶۶ درصد) از بازار خدمات فناوری نانو ایران متعلق به خدمات پوشش‌دهی به روش رسوب فیزیکی بخار (PVD) است که در بخش‌های مختلف صنعت ساخت و ساز از جمله شیرآلات، کاشی و ورق استیل در حال ارائه خدمات فنی هستند. پس از آن خدمات شبکه آزمایشگاهی با سهم ۳۲ درصدی در رده بعدی قرار دارد. مقدار این بازار در سال‌های گذشته در نمودار ۶ نمایش داده شده است و برای سال ۱۳۹۹ نیز در حال اندازه‌گیری است.

قرار دارند. شیرآلات بهداشتی و خانگی به دلیل گستردگی بازار مصرف، حجم بالایی تولید و همچنین کاربرد خوب تجهیزات لایه‌نشانی PVD در این صنعت، حجم بالایی از محصولات نانوای حوزه ساختمان (بیش از ۷۰ درصد) را در سال گذشته به خود اختصاص دادند.

نمودار ۴ آمار فروش شرکت‌های نانویی داخلی در سال ۱۳۹۸ را به تفکیک حوزه‌های صنعتی کالاهای فناوری نانو ساخت ایران نشان می‌دهد.

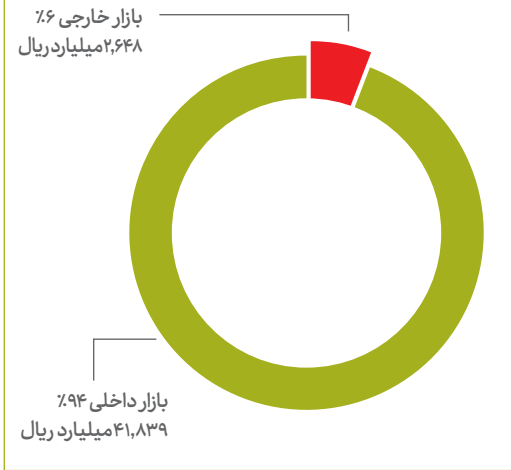
روند فروش تجهیزات آزمایشگاهی و صنعتی فناوری نانو ایران در نمودار ۵ آمده است. در حال حاضر بخش بیشتری از حجم فروش این تجهیزات متعلق به دستگاه‌های آزمایشگاهی است



نمودار ۶- روند افزایش حجم بازار خدمات فناوری نانو ایران (۱۳۹۲-۱۳۹۸)

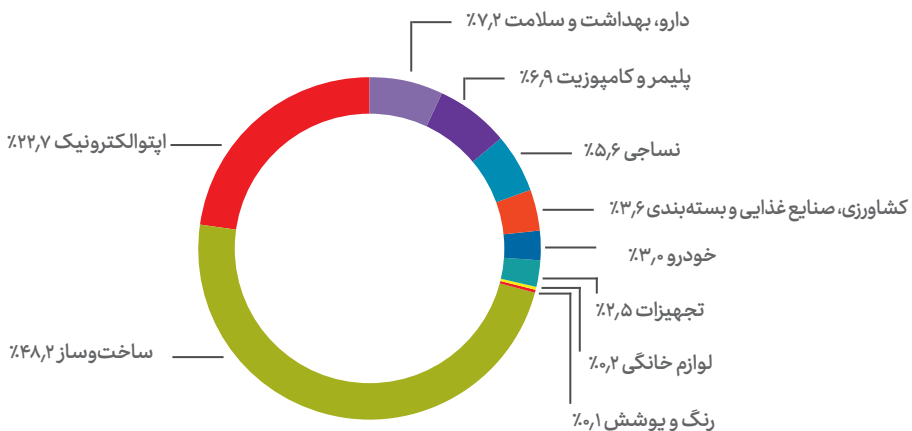
حجم صادرات محصولات فناوری نانو ایران

گسترش برنامه‌های صادراتی ستاد نانو به‌ویژه در سال‌های اخیر، سبب شد تا بستر ورود کالا، تجهیزات و خدمات حوزه فناوری نانو ایران به بازارهای جهانی فراهم شود. ولی در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ به دلیل مشکلات ناشی از نوسانات ارزی و همچنین موانع صادراتی مرتبط با تحریم، صادرات کالاهای نانویی ایران به کشورهای دیگر کاهش یافته و ۶ درصد از کل بازار فناوری نانو ایران را در سال ۱۳۹۸ تشکیل می‌دهد. البته این رقم مربوط به صادرات رسمی کالاهای فناوری نانو ایران است. بخشی از صادرات محصولات فناوری نانو ایران به خصوص به کشورهای همسایه در داخل کشور و برحسب ریال بوده که آمار دقیقی از آن در دست نیست. تعداد شرکت‌های نانوی ایران که موفق به صادرات شده‌اند، از ۳۷ شرکت در سال ۱۳۹۷ به ۳۸ شرکت در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته است. افزون بر این، مقاصد صادراتی محصولات نانو در سال ۱۳۹۸، ۴۱ کشور بوده است. در سال ۱۳۹۸ در بین حوزه‌های صنعتی مختلف، بیشترین سهم صادرات محصولات نانوی ایران مربوط به حوزه ساخت و ساز بوده است که ۴۸ درصد (حدود ۱۰٫۶ میلیون دلار) را به خود اختصاص داده است. در رتبه‌های بعدی به ترتیب ایتوالکترونیک با ۲۳ درصد، دارو و سلامت و پلیمر و کامپوزیت



نمودار ۷- سهم صادرات و فروش داخل از کل بازار فناوری نانو ایران در سال ۱۳۹۸

با ۷ درصد و نساجی با ۵٫۶ درصد قرار دارند. از نظر ارزش صادرات، بیشترین میزان صادرات نانویی ایران در سال ۱۳۹۸، به ترتیب به عراق، ترکیه و افغانستان با ارزش حدود ۵ میلیون دلار برای هر کشور بوده است. در رتبه بعدی، کشورهای ازبکستان، گرجستان و آذربایجان قرار دارند.



نمودار ۸- سهم حوزه‌های صنعتی مختلف از صادرات کالا، تجهیزات و خدمات فناوری نانو ایران در سال ۱۳۹۸



اثرگذاری فناوری نانو در پیشگیری از شیوع کرونا

شرکت‌های فناوری نانو از حرکت بازنایستادند و محصولات مختلفی برای پیشگیری و تشخیص ویروس کرونا تولید و عرضه کردند.

محصولات فناوری نانو مؤثر در مقابله با همه‌گیری کووید-۱۹ را می‌توان به دو دسته کلی محصولات مورد استفاده در پیشگیری و محصولات تشخیصی دسته‌بندی کرد. «ماسک‌های تنفسی بر پایه نانوالیاف، دستگاه‌های تصفیه‌کننده هوا بر پایه فناوری پلاسما، مواد ضد عفونی‌کننده دست و سطوح حاوی نانومواد و مکمل‌های دارویی بر پایه نانومیسِل» مهم‌ترین محصولات برای پیشگیری و «دستگاه تشخیص سریع کرونا بر پایه نانوحسگر» محصول حوزه تشخیص هستند. در ادامه به بیان ویژگی‌های هر دسته از محصولات می‌پردازیم:

ماسک‌های تنفسی

کرونا یک بیماری تنفسی است که با ورود ویروس کووید-۱۹ از طریق سیستم تنفسی، انسان را مبتلا می‌کند. تاکنون دارویی برای این بیماری تولید نشده است و تنها داروهایی برای کاهش عوارض یا تسریع بهبودی بیماران عرضه شده است. همچنین واکسن‌هایی برای پیشگیری از ابتلا به این بیماری تولید و

همه‌گیری کرونا، اسفند ۱۳۹۸ با اعلام خبر مثبت شدن تست کرونای دو هموطن ایرانی و سپس فوت آن‌ها در اثر این ویروس آغاز شد. اتفاقی که در طول ماه‌های پس از آن نیز گریبان‌گیر بسیاری از مردم جهان و ایران شد و نظام سلامت را برای مقابله با این ویروس مورد حمله قرار داد. چگونگی مواجهه نهادهای کشور با همه‌گیری کرونا، داستانی پرفرازونشیب و حاوی نقاط قوت و ضعف است. سیاست‌مداران، فعالان نظام سلامت، دانشمندان و فناوران، گروه‌های جهادی و مردم، نقش‌ها و کارکردهای متفاوتی در مواجهه با همه‌گیری ویروس کرونا و پیامدهای آن ایفا کردند. در طول سال ۱۳۹۹، فعالان حوزه فناوری نانو نیز نظاره‌گر اتفاقات نبوده و از صرف توان و تخصص خود برای کمک به بهبود وضع کشور در برابر ویروس کرونا فروگذار نکردند. گرچه در برخی موارد، عدم آگاهی از اهمیت یک محصول همچون ماسک با کیفیت N95 و N99، عدم صدور مجوز برای استفاده از یک دستگاه تشخیص در زمان لازم و یا تصویب مقررات ویژه صادراتی، موجب کاهش اثرگذاری محصولات نانو در پیشگیری و تشخیص کرونا ویروس، کوچک کردن بازار محصولات دانش‌بنیان و محروم کردن هموطنان از مزایای استفاده محصولات شد، ولی فناوران و



نخست، عدم وجود استاندارد کارایی برای ماسک بود. معیار قیمت‌گذاری بر اساس «تعداد لایه» و نه «کارایی» انجام شد و با توجه به قیمت پایین‌تر ماسک سه لایه غیر N95، تولید و فروش چنین ماسک‌هایی برای شرکت‌ها توجیه نداشت. دومین عامل، ممنوع شدن صادرات ماسک بود. جلوگیری از صادرات باعث شد که شرکت‌هایی که ظرفیت تولید در چند شیفت را داشته و می‌توانستند محصول با کیفیت را با قیمت پایین‌تری نسبت به نمونه خارجی صادر کنند، به تولید با ظرفیت کمتر بسنده کنند.

دستگاه‌های تصفیه‌کننده هوا

در کنار ماسک‌های تنفسی که محصولی برای پیشگیری از ابتلا به کروناست، دستگاه‌های تصفیه‌کننده هوا هم نقش مشابهی دارند. با این تفاوت که ماسک از ورود ویروس به دستگاه تنفسی جلوگیری می‌کند و در دستگاه‌های تصفیه‌کننده، از روش‌هایی برای از بین بردن ویروس‌ها، باکتری‌ها، ذرات معلق و بوی نامطبوع هوا استفاده می‌شود. روش کار این دستگاه‌ها استفاده از فیلترهای نانویی برای از بین بردن بخشی از آلودگی‌ها و برقرار کردن واکنش پلاسما و ازن با پروتئین ویروس برای از بین بردن ساختار و غیرفعال کردن آن‌هاست. میکروارگانیسم‌هایی که از طریق هوا منتشر می‌شوند - مانند باکتری، قارچ‌ها و ویروس‌ها - هنگامی که در معرض پلاسما قرار می‌گیرند، به صورت برگشت‌ناپذیری تخریب خواهند شد. از ویژگی‌های این دستگاه‌ها، مصرف انرژی پایین در عین کارایی بالاست. این دستگاه‌ها برای استفاده در فضاهای کوچک مانند آپارتمان، مراکز پزشکی - درمانی، ادارات، فضاهای بزرگ مانند ترمینال‌ها، اماکن زیارتی و... طراحی و ساخته شده‌اند.

مواد ضد عفونی‌کننده

در ضد عفونی‌کننده‌های معمولی از الکل‌ها استفاده می‌شود. الکل‌ها با حل نمودن دیواره ویروس‌ها، آن‌ها را در زمانی ۳۰ ثانیه‌ای از بین می‌برند. ولی ویژگی الکل‌ها این است که پس از

عرضه شده است که در مورد بازه زمانی و نحوه اثرگذاری این واکنس‌ها همچنان بحث‌هایی وجود دارد؛ بنابراین یکی از مهم‌ترین راه‌ها برای پیشگیری از ابتلا به این بیماری، استفاده از ماسک با کیفیت برای جلوگیری از ورود ویروس به دستگاه تنفسی است. ماسک‌های تنفسی در واقع نوعی مانع فیزیکی برای جلوگیری از ورود ویروس به بدن انسان است. مانع فیزیکی در صورتی می‌تواند از ورود یک جسم یا ذره جلوگیری کند که یا جاذب آن ذرات باشد و یا راه را برای عبور ذره سد کند. مثلاً برای جلوگیری از ورود حشرات به خانه، از توری‌های ریز استفاده می‌شود. روشن است، استفاده از توری حصارکشی در باغ‌ها به جای توری پنجره، راه عبور برای حشرات را باز می‌گذارد. ماسک مورد استفاده برای جلوگیری از ورود کرونا ویروس هم باید بتواند از ورود ذرات با اندازه ۳۰۰ نانومتر یا ۰٫۳ میکرومتر جلوگیری کند. چگونه می‌توان ماسکی با قابلیت فیلترکردن ذرات ۳۰۰ نانومتری درست کرد؟

روش معمول استفاده از پارچه‌های «ملت بلون» است. در ابتدای شیوع کرونا (انتهای سال ۱۳۹۸)، قیمت پارچه‌های ملت بلون بالا بود و این پارچه به میزان کافی در بازار وجود نداشت. با استفاده از فناوری الکتروریسی و قرار گرفتن یک لایه نانوالیاف بر روی پارچه اصلی ماسک، ماسک‌ها، قابلیت فیلترکردن ذرات ۳۰۰ نانومتری را پیدا می‌کنند. در خصوص مزیت استفاده از لایه نانوالیاف به جای ملت بلون باید گفت که با توجه به اینکه ماده مورد استفاده در دستگاه به ابعاد نانویی تبدیل می‌شود، هزینه تمام شده برای ایجاد لایه نانوالیاف بر روی ماسک نزدیک به صفر بوده و هزینه اصلی، هزینه سربار دستگاه الکتروریسی است. مزیت دیگر استفاده از نانوالیاف، ایجاد افت فشار کمتر است. در ابتدای شیوع کرونا، ظرفیت تولید ماسک نانویی حدود ۱۰ هزار عدد در یک روز بود که این ظرفیت بعد از حدود سه ماه به ۲۵۰ هزار عدد در روز رسید. با توجه به توانایی شرکت‌های تولیدکننده دستگاه الکتروریسی، این حجم تولید می‌توانست تا چندین برابر افزایش یابد؛ ولی به دلایلی کاهش یافت. عامل

راهکار بسیار مؤثری برای غلبه بر این چالش هاست و تاکنون داروها و مکمل های مختلفی بر پایه نانوساختارهای کورکومین روانه بازار شده اند که با اقبال مناسبی نیز مواجه شده اند.

دستگاه تشخیص سریع کرونا

دستگاه تشخیص سریع کرونا ویژگی هایی دارد که آن را از سایر محصولات گفته شده متمایز می کند. نخست اینکه این دستگاه پس از شیوع کرونا، طراحی و ساخته شد. گرچه توانایی طراحی و ساخت آن بر اساس چند سال فعالیت یک تیم تحقیقاتی کسب شده بود؛ اما مدیر این تیم تحقیقاتی، سعی نمود توانایی تیم را برای تشخیص ویروس کرونا مناسب سازی کند. ویژگی دیگر، بدیع بودن این محصول و روش تشخیص آن بود. تخصص اصلی فناوری، تشخیص سلول های سرطان بود ولی با احساس وظیفه برای انجام اقدامی برای بیماری کرونا، مطالعاتی را در مورد ویروس های مشابه آغاز کرد و به این نتیجه رسید که رفتار این ویروس از جهتی مشابه با سلول های سرطانی است که هنگام حمله به بدن، اکسیژن فعال از خود متصاعد می کند؛ بنابراین با شناسایی اکسیژن فعال، می توان این ویروس را شناسایی کرد. روش کار این دستگاه بدین صورت است که پس از دریافت خلط از فرد مورد بررسی، نانوبیوسنسور دستگاه با قرار گرفتن در کنار خلط، در زمانی حدود ۳۰ ثانیه می تواند وضعیت فرد از نظر ابتلا به ویروس کرونا را بررسی کند. همان طور که گفته شد، این دستگاه، ویروس کرونا را شناسایی نمی کند بلکه از طریق شناسایی اکسیژن فعال، احتمال ابتلای فرد به کرونا را تشخیص می دهد و برای شناسایی افراد ناقلی که نشانه ای ندارند، بسیار مناسب است. ویژگی مهم این دستگاه، سرعت تشخیص، سادگی روش استفاده و هزینه کمتر نسبت به برخی از روش های تشخیص همچون روش PCR است. این دستگاه قابل حمل بوده و می تواند ابزار مناسبی در مکان هایی باشد که لازم است تعداد زیادی از افراد در زمانی کوتاه، غربالگری شوند.



زمانی کوتاه، اثری از آن ها باقی نمی ماند. در ضد عفونی کننده های نانو از مواد مانند نانونقره، سلنیوم و اکسید روی استفاده می شود. این مواد با جلوگیری از تکثیر ویروس، با آن مقابله می کنند. ویژگی ضد عفونی کننده های حاوی این مواد این است که روی سطح می نشینند و در صورتی که به طور فیزیکی از سطح پاک نشوند، اثر آن ها باقی خواهد ماند. شرکت های زیادی در دوره کرونا برای تولید ضد عفونی کننده ها از وزارت بهداشت مجوز موقت دریافت کردند.

مکمل های دارویی

کورکومین (که بخش اصلی گیاه زردچوبه را تشکیل می دهد) پلی فنولی است که سال هاست توجه پژوهشگران زیادی را به خود جلب کرده است و تاکنون بررسی های فراوانی بر روی اثرات ضد التهاب، ضد سرطان، ضد ویروس و همچنین خواص آنتی اکسیدان آن و اثرات این ترکیب بر ویروس هایی مانند هیپاتیت سی، HIV و آنفولانزای نوع A صورت گرفته که حاکی از توانایی آن در مقابله با این ویروس ها بوده است. پس از همه گیری بیماری کووید نیز مطالعات مختلفی درباره اثرات این ترکیب بر ویروس کرونا در جهان و ایران صورت گرفته که از جمله پژوهش های صورت گرفته در کشورمان می توان به مطالعات انجام شده در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه و دانشگاه علوم پزشکی مشهد اشاره کرد. به نظر می رسد که کورکومین از طریق چسبیدن مؤثر به آنزیم پروتئاز و جلوگیری از ورود ویروس به سلول میزبان و همچنین کنترل فرایندهای رونویسی، ویروس را مهار کرده و از طرف دیگر با کنترل مسیریهای التهابی در بدن به کاهش عوارض ویروس کمک می کند. کورکومین به دلیل حلالت بسیار پایین در آب در محیط های آبی مانند بدن انسان زیست دسترس پذیری بسیار کمی دارد و علاوه بر این در صورت مصرف خوراکی به سرعت در معده و کبد متابولیزه شده و دفع می شود. استفاده از نانوساختارهایی مانند میسل ها و لیپوزوم ها



محصولات نانوی ایرانی در برابر کرونا

پیشگیری



ایمنی بیشتر

ماسک‌های تنفسی



۱. افزایش ظرفیت تولید روزانه از ۱۰ هزار ماسک در اسفند ۱۳۹۸ به ۲۵۰ هزار ماسک در خرداد ۱۳۹۹
۲. شرکت تولیدکننده ماسک‌های تنفسی بر پایه نانوالیاف
۳. ۶ شرکت تولیدکننده پارچه‌های اسپان‌باند بر پایه نانوالیاف برای تولید ماسک‌های تنفسی
۴. ۲ شرکت تولیدکننده دستگاه الکتروریسی صنعتی برای پوشش‌دهی نانوالیاف بر روی پارچه‌های اسپان‌باند

پیشگیری



اثر بخشی بیشتر

مکمل دارویی کورکومین



۱. استفاده از خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی ماده مؤثره زردچوبه
۲. اثربخشی بیشتر کورکومین موجود در زردچوبه با قرارگرفتن در ساختار نانومایسل و افزایش حلالیت در آب
۳. شرکت اکسیر نانوسینا تولیدکننده مکمل دارویی کورکومین بر پایه نانومایسل





پیشگیری

مصرف کمتر



آلودگی کمتر

دستگاه‌های تصفیه‌کننده هوا



۱. برقراری واکنش پلاسما و ازن با پروتئین ویروس برای از بین بردن ساختار و غیرفعال کردن ویروس
۲. مصرف انرژی پایین در عین کارایی بالا
۳. تولید در اندازه‌های مختلف برای استفاده در آپارتمان، محیط اداری، مراکز درمانی، ترمینال‌ها، اماکن زیارتی
۴. شرکت پویافناوران یسان تولیدکننده دستگاه تصفیه هوا بر پایه فناوری فیلترهای نانویی و فناوری پلاسما



پیشگیری

مصرف کمتر

مواد ضد عفونی‌کننده دست و سطوح



۱. استفاده از نانوقره، سلنیوم و اکسید روی به جای الکل برای جلوگیری از تکثیر ویروس
۲. باقی‌ماندن اثر ضدویروسی تا قبل از پاک‌کردن فیزیکی سطح
۳. شرکت تولیدکننده مواد ضد عفونی‌کننده دست و سطوح با فناوری نانوذرات



تشخیص

اثر بخشی بیشتر



هزینه کمتر



راحتی بیشتر

دستگاه تشخیص سریع کرونا



۱. استفاده از انباشت دانش ایجادشده در یک برنامه تحقیقاتی بلندمدت در حوزه تشخیص سرطان
۲. روشی بدیع در مقیاس جهانی
۳. شناسایی اکسیژن فعال (ROS) موجود در خلط به عنوان نشانه ابتلا به عارضه ریوی
۴. سرعت تشخیص (۳۰ ثانیه) در عین سادگی استفاده و ارزان تر بودن نسبت به روش‌های دیگر
۵. شرکت نانوحسگر سازان سلامت آسیا تولیدکننده دستگاه تشخیص سریع کرونا بر پایه نانوحسگر



بررسی ظرفیت‌های راهبردی فناوری و بازار نانوحسگرها

نویسنده صابر آزاد

نانوحسگرها غالباً به حسگرهایی اطلاق می‌شود که در آن‌ها از مواد نانویی به منظور بهبود عملکرد و دقت استفاده می‌شود. اهمیت این فناوری به خصوص در تشخیص‌های سریع حوزه بیماری کرونا باعث شده است تا نهادهای مختلف تحلیلی، این فناوری را به عنوان یکی از ده فناوری برتر نوظهور معرفی کنند. همچنین برخی از کشورهای پیشرو با شرایط مشابه ایران برنامه‌هایی مختص توسعه این فناوری ایجاد کرده‌اند. از طرفی مطالعات بازار این فناوری نشان می‌دهد که در دهه فعلی، میزان رشد نانوحسگرها بسیار بالا بوده تا جایی که در برخی حوزه‌ها مانند بایو، فناوری نانو سهم قابل توجهی از کل حسگرهای بایویی را در این دهه به خود اختصاص خواهند داد.

با توجه به نوظهور بودن این فناوری، ارتباط مستقیم آن با نانو و رشد سریع بازار نانوحسگرها، در این گزارش به بررسی اهمیت این فناوری از ابعاد مختلف پرداخته شده است. در نهایت نیز با استفاده از الگوی ماتریس اولویت مؤسسه گارتنر، زمان مناسب ورود به این فناوری تشریح شده است. نتایج این گزارش نشان می‌دهد که با توجه به اهمیت این حوزه و افزایش ضریب نفوذ آن در دهه جاری، تهیه یک برنامه جامع عملیاتی به منظور اکتساب سهم مناسبی از بازار این فناوری ضرورت دارد.

معرفی فناوری

احصای داده، سبب بروز خسارات بعضاً جبران‌ناپذیر اقتصادی، سیاسی و محیط‌زیستی خواهد شد.

از طرفی پیشرفت‌های روزمره فناوری نانو منجر به ایجاد افق‌های جدیدی در زمینه حسگرهای پیشرفته شد، به طوری که عیوب سیستم‌های نسل قبل را پوشش داده و عملکرد آن‌ها را به شدت ارتقا بخشیده است. حسگرها ابزارهایی هستند که

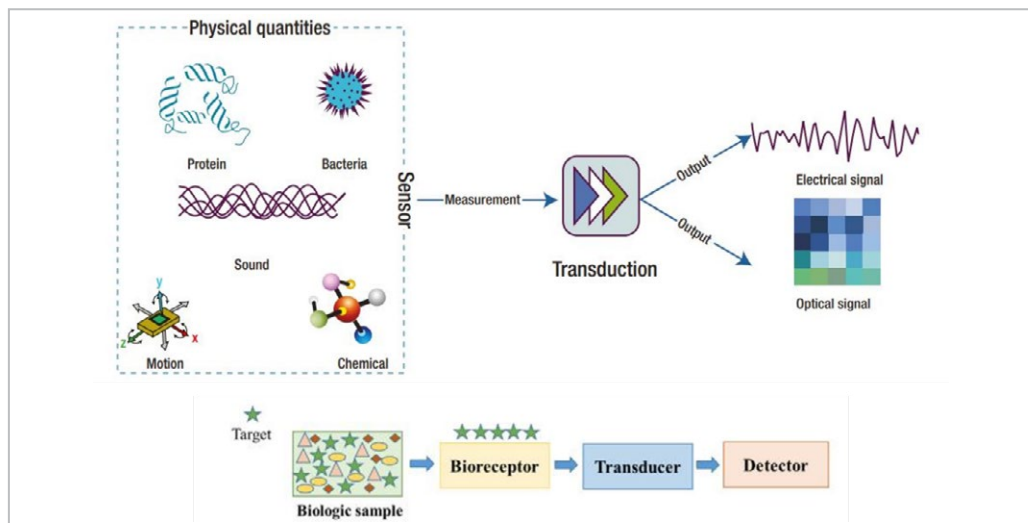
به طور کلی اهمیت موضوع حسگر در صنایع و کاربری‌های استراتژیکی مانند بهداشت و سلامت، هوایی، فضایی، انرژی، هسته‌ای و خودرو که نیازمند پایش برخط عوامل محیطی برای انجام عملیات‌های مدنظر هستند، قابل توجه و غیرقابل اغماض است. به گونه‌ای که کوچک‌ترین خطا در

نیاز دارند. استفاده از این روش‌ها در بعضی موارد دشوار است که این امر به علت نیاز به آزمایشگاه پیشرفته گران قیمت، پرسنل آموزش دیده، فرایندهای پیچیده آنالیزی و مواد با کیفیت و خلوص بالاست که کاربرد این چنین تکنیک‌هایی را محدود می‌نماید. در برخی موارد، این موضوع سبب می‌شود که نتایج مورد نیاز به سرعت به دست نیایند که این مورد برای تشخیص‌های ویروسی مانند ویروس کرونا که به سرعت منتقل می‌شود و تشخیص سریع آن‌ها به منزله کنترل همه‌گیری است از اهمیت بسزایی برخوردار است. به طور کلی می‌توان گفت که روش‌های معمولی، معمولاً زمان‌بر بوده یا به مقدار زیادی از نمونه نیاز داشته و علاوه بر هزینه بالا، دقت کافی در تشخیص را هم ندارند [۳].

اگرچه حسگرها تاریخچه نسبتاً طولانی و درخشانی دارند اما نانوحسگرها فناوری نسبتاً جدید است و تقریباً می‌توان گفت از سال ۱۹۹۴ در محیط‌های علمی مطرح شده‌اند و قبل از آن مقاله‌ای در این زمینه به چاپ نرسیده است [۴]. نانوحسگرها به حسگرهایی اطلاق می‌شود که فناوری نانو در جزئی از سیستم حسگر استفاده شده باشد. این اجزا می‌تواند از مواد در مقیاس نانو تشکیل شده باشد که ساختار آن‌ها از هیبرید عناصر مختلف و ترکیب‌هایی شیمیایی حساس به مواد هدف تشکیل شده باشد. علاوه بر این مورفولوژی این مواد نیز می‌تواند به صورت کره‌ای، آمورف، صفحه‌ای، نانولوله‌ای و... باشد که هر کدام برای کاربردهای متنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نانوحسگرها

تحت شرایط خاص از خود واکنش‌های پیش‌بینی شده و مورد انتظار نشان می‌دهند. با توجه به توسعه وسایل الکترونیکی و تحولات عظیمی که در چند دهه اخیر و در خلال قرن بیستم به وقوع پیوسته است، امروزه نیاز به ساخت حسگرهای دقیق‌تر، کوچک‌تر و با قابلیت‌های بیشتر احساس می‌شود. از حسگرها می‌توان برای اندازه‌گیری یا تشخیص طیف وسیعی از مقادیر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی از جمله پروتئین‌ها، باکتری‌ها، مواد شیمیایی، گازها، شدت نور، حرکت، موقعیت، صدا و بسیاری موارد دیگر استفاده کرد [۱]. اصول اولیه یک حسگر شامل سه جزء اصلی است که عبارت‌اند از: گیرنده^۱، مبدل^۲ و آشکارساز^۳. در ابتدا مولکول هدف با گیرنده طراحی شده برهم‌کنش می‌دهد و پس از اتصال به آن از طریق واکنش‌های شیمیایی/فیزیکی و پدیده‌های پیش‌بینی شده، فعل و انفعالات در مقیاس مولکولی را به سیگنالی معنی‌دار تبدیل می‌نماید که توسط آشکارسازهای مختلف قابل تشخیص و تحلیل هستند [۲]. سنسورها به طور کلی به چند دسته تقسیم می‌شوند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان بیوسنسورها اشاره کرد. در شکل ۱ دیاگرام بلوکی یک بیوسنسور و مکانیسم عملکردی آن قابل‌رؤیت است.

روش‌های تشخیص سنتی به‌خصوص در حوزه زیستی، بر اساس اندازه‌گیری تغییر یا تشخیص بیوشیمیایی ایجاد شده‌اند. این روش‌ها از جمله تکنیک‌های مولکولی (تعیین توالی واکنش زنجیره‌ای پلیمیر (PCR)، کشت سلولی، طیف‌سنجی (لکه‌گیری) معمولاً به زمان واکنش زیاد گاهی از چند ساعت تا چند روز



شکل ۱- دیاگرام و فرایند کلی یک بیوسنسور و پاسخ تولیدشده توسط آن [۱] و [۲]

را می‌توان در پنج دسته کلی تقسیم کرد که عبارت‌اند از: الکتروشیمیایی، نوری، پیزوالکتریک، حرارتی و مغناطیسی [۲]. فناوری‌نانو می‌تواند بر بسیاری از چالش‌های حسگرهای معمولی که در بالا به آن اشاره شد (به خصوص در حوزه بایو)، غلبه کند. این تجهیزات علاوه بر قیمت پایین‌تر، دقت بیشتر و سرعت بالاتر، قابلیت به‌کارگیری راحت‌تری نیز دارند [۳]. مطلبی که به خوبی در تشخیص کوید-۱۹ نشان داده شد. همچنین گسترش استفاده از سنجش در محل به خصوص در کشورهای توسعه‌یافته، اهمیت نانوحسگرها را نیز افزایش داده و به همین دلیل این فناوری مورد توجه بیش‌ازپیش قرار گرفته است.

فناوری نانوحسگر در لیست فناوری‌های برتر نوظهور

مراکز و نهادهای آینده‌پژوهی معتبری هستند که سالانه اقدام به انتشار لیست چند فناوری برتر نوظهور (معمولاً ده فناوری) می‌کنند. لیست‌های منتشرشده از سوی این مراکز بسیار اهمیت دارد زیرا معمولاً جامعه‌نخبگانی با تحلیل شواهد و رخدادهای موجود پیرامون آن فناوری به این نتیجه می‌رسند که این فناوری‌ها از اهمیت و تأثیرگذاری خاصی در آینده دنیا برخوردار هستند. بررسی‌های انجام شده حول فناوری نانوحسگر نشان می‌دهد که این فناوری در لیست فناوری‌های برتر چندین مؤسسه معتبر در سال‌های اخیر قرار گرفته است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود.

■ مؤسسه آی یو پک

محققان تنوع عظیمی از مواد نانوساختار از جمله فلزات (مانند طلا و نقره)، اکسیدها، نانولوله‌های کربنی، گرافن و پلیمرها را کشف کرده‌اند که به علت نسبت سطح به حجم بالا، مزایای قابل توجهی برای سنجش دارند. حوزه حسگرها تا حدی پیشرفت کرده است که بتوان حتی تک-مولکول را نیز تشخیص داد. این ویژگی که «نهایت حساسیت»^۴ لقب گرفته است در برنامه‌های مراقبت‌های بهداشتی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است؛ زیرا ممکن است تشخیص یک موجود واحد منجر به مرگ یا زندگی شود [۵]. سنجش تک‌مولکولی مزایای دیگری مانند اندازه‌گیری آسان ناهمگنی در یک نمونه یا امکان اندازه‌گیری بدون کالبراسیون مجدد را فراهم می‌کند. کارشناسان بر این باورند که این فناوری‌ها می‌توانند منجر به تغییر پارادایم^۵ شوند [۵].

اخیراً نیز آنتی‌بادی‌ها به دلیل همه‌گیری ناشی از ویروس کرونا^۶ توجه بسیاری را به خود جلب کرده‌اند. خوشبختانه،

دانشمندان از ویژگی‌های منحصربه‌فرد نانومواد، برای ایجاد نانوحسگرهای^۷ آنتی‌بادی بسیار حساس و خاص استفاده کرده‌اند. به عنوان مثال استفاده از نانوذرات طلا، تشخیص ویروس کرونا را در کمتر از ۱۵ دقیقه و موادی مانند آیروزل و نانولوله‌های کربنی^۸ تشخیص را در کمتر از یک دقیقه امکان‌پذیر نموده است [۵] و [۶].

این ویژگی‌های منحصربه‌فرد باعث شد تا در اواخر سال ۲۰۲۰، نانوحسگرها به عنوان یکی از ۱۰ فناوری برتر نوظهور در حوزه شیمی، توسط اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی^۹ معرفی شوند [۵].

■ مؤسسه تحقیقات فناوری صنعتی (ایتری)

اخیراً در سال ۲۰۱۹، مؤسسه تحقیقات فناوری صنعتی (ایتری)^{۱۰} اقدام به یک فعالیت جامع آینده‌پژوهی فناوری برای سال ۲۰۳۰ با تمرکز بر کشورهای آسیای شرقی کرده و ۳۰ فناوری برتر نوظهور را تعیین نموده است. برای ارزیابی و رتبه‌بندی فناوری‌های مذکور، سه شاخص میزان تأثیر^{۱۱}، میزان نفوذ^{۱۲} و همچنین اولویت سرمایه‌گذاری^{۱۳} در نظر گرفته شده و پس از تهیه پرسشنامه و جمع‌آوری نظر خبرگان، فناوری‌های نوظهور به ترتیب معرفی شده‌اند. با توجه به نتیجه این گزارش، فناوری نانو-بایوحسگرها در بین ۱۵ فناوری برتر معرفی و با ضریب تأثیرگذاری بالا معرفی شده است [۷]. از آنجایی که منطقه مطالعه موردنظر این گزارش کشورهای آسیای شرقی و نه کل دنیاست، این گزارش از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا دسترسی کشور ایران به این منطقه بیشتر و در نتیجه نفوذ به بازار کشورهای آسیای شرقی برای کشور بسیار سهل‌تر است.

■ مجمع جهانی اقتصاد

مجمع جهانی اقتصاد^{۱۴} نیز از معتبرترین مراکزی است که سالانه اقدام به معرفی ۱۰ فناوری نوظهور در حوزه‌های مختلف می‌کند. بررسی فناوری‌های معرفی شده از سوی این نهاد طی سال‌های اخیر نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۶ نانوحسگرها و اینترنت نانوآشیا^{۱۵} به عنوان یکی از ۱۰ فناوری برتر نوظهور معرفی شده‌اند [۸].

علاوه بر موارد فوق که نانوحسگرها به صورت مستقیم به عنوان یکی از فناوری‌های برتر نوظهور توسط مراکز معتبر معرفی شده است، به طور کلی حسگرها نیز مورد توجه بسیاری از مراکز قرار گرفته و جزو فناوری‌های برتر نوظهور معرفی شده‌اند. سازمان علم و فناوری ناتو^{۱۶} فناوری حسگر را ذیل سه حوزه داده، فضا

قرار گرفته است، مؤید این مطلب است. هرچند این ادبیات تعاریف متفاوتی دارد اما با وجود این اختلاف، در همه تعاریف، نانوسنسر به عنوان یکی از اجزای اصلی شمرده شده است [۱۴] و [۱۵] و [۱۶] و [۱۷] و [۱۸].

برنامه چند کشور مهم در حوزه نانو حسگر

■ آمریکا

رصد فناوری ایالات متحده آمریکا به عنوان اقتصاد اول دنیا و کشوری پیشرو در حوزه فناوری بسیار حائز اهمیت است. بررسی فعالیت توسعه فناوری این کشور نشان می‌دهد که به منظور تسریع و حمایت از فناوری نانو در حوزه‌های استراتژیک و اولویت دار ایالات متحده، همکاری مشترکی بین آژانس‌های عضو دفتر سیاست علم و فناوری^{۲۲} و همچنین برنامه پیشگامی ملی نانوفناوری^{۲۳} شکل گرفته است. یکی از این همکاری‌ها، برنامه «پیشگامی متمایز نانوفناوری»^{۲۴} است که حوزه‌هایی را برای پیشرفت چشمگیر از طریق همکاری مشترک شناسایی کرده‌اند. حوزه‌هایی که توسط این همکاری شناسایی شده به چهار دسته تقسیم می‌شود که عبارت‌اند از [۱۹]:

۱) حل چالش آب با استفاده از فناوری نانو، ۲) بهبود سلامت، امنیت و محیط با استفاده از نانوحسگر، ۳) فناوری نانو در تولیدات صنعتی آینده و ۴) نانوالکترونیک برای بعد از سال ۲۰۲۰.

مشاهده می‌شود که یکی از بخش‌های این برنامه، نانوحسگرها هستند که بخشی از بودجه برنامه نانو (حداقل از سال ۲۰۱۴ تا کنون) به آن اختصاص داده می‌شود. آژانس‌های شرکت‌کننده در برنامه حسگر، تلاش‌ها را هماهنگ می‌کنند و پروژه‌های موجود و در حال ظهور را تحریک می‌کنند تا با استفاده از فناوری نانو، توسعه و تجاری‌سازی نانوحسگرها را محقق کنند [۲۰].

برنامه اشاره شده به صورت ثابت و متمرکز به منظور پیشبرد فناوری نانوحسگر ایجاد شده است؛ اما به غیر از این مورد، قطعاً بخشی از بودجه دیگر وزارتخانه‌ها مانند انرژی و بایو، به صورت پراکنده به فناوری نانوحسگر اختصاص می‌یابد. به عنوان مثال یکی از پروژه‌های ذیل آرپا-ای، ساخت یک سنسور ارزان قیمت با استفاده از چارچوب‌های فلز-آلی است که به آن ۱٫۵ میلیون دلار بودجه اختصاص داده شده است [۲۱].

همچنین در نقشه راه تعیین شده توسط ناسا در سال ۲۰۱۵، فناوری نانوحسگر یکی از فناوری‌هایی است که ذیل کل فناوری نانو به آن اولویت داده شده و اهدافی نیز برای دستیابی

و کوانتوم جزو فناوری‌های نوظهور با میزان تأثیرگذاری متوسط و بالا برای افق ۲۰۲۰ تا ۲۰۴۰ معرفی کرده است [۹]. همچنین مؤسسه تحقیقاتی لوکس^{۲۵} نیز در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ به ترتیب حسگرهای در محل (که فناوری نانو به علت افزایش سرعت بسیار در این نوع حسگرها مشهود است) و حسگرهای توسعه یافته با هوش مصنوعی را جزو چند فناوری برتر نوظهور معرفی نموده است [۱۰] و [۱۱]. مجمع جهانی اقتصاد نیز در سال ۲۰۲۰ حسگرهای کوانتومی را جزو یکی از ۱۰ فناوری برتر نوظهور معرفی کرده که این نوع از حسگرها ارتباط زیادی با فناوری نانو دارند [۱۲].

علاوه بر موارد فوق، حسگرها و بالتبع آن نانوحسگرها به صورت غیرمستقیم نیز در برخی فناوری‌های نوظهور دیگر نقش اساسی دارند. فناوری‌هایی مانند خودروهای خودران، خودروهای مشترک و ربات‌های صنعتی سالانه مورد تأکید بسیاری از مراکز معتبر قرار می‌گیرند که از آن جمله می‌توان به ام‌آی‌تی^{۲۶}، مکنزی^{۲۷}، سازمان علم و فناوری ناتو، مؤسسه تحقیقاتی لوکس^{۲۸}، مجمع جهانی اقتصاد و مؤسسه ایتری اشاره کرد. حتی مؤسسه ایتری فناوری‌های خودروهای خودران و ربات‌های صنعتی را در بین پنج فناوری برتر سال ۲۰۳۰ در بازار آسیا معرفی کرده است. در واقع می‌توان گفت این فناوری‌ها ذیل کلان روند انقلاب چهارم صنعتی و مفهوم اینترنت اشیا هستند که با یکدیگر نیز همگرایی دارند. از زمان مطرح شدن ادبیات این کلان روند، سنسور یکی از اصلی‌ترین اجزای آن معرفی شده است [۱۳]. زیرا در دوران تحول دیجیتال، داده به عنوان مهم‌ترین دارایی و ابزار پیشبرد اهداف و هوشمندسازی فعالیت و فرایندها شناخته می‌شود. ابزار اصلی توسعه و رسوخ هر چه بیشتر مفاهیمی مانند اینترنت اشیا و انقلاب صنعتی چهارم، نیازمند افزایش میزان جمع‌آوری داده درست در کوتاه‌ترین زمان ممکن از یک فعالیت است. به عنوان مثال، در یک خودروی خودران که ترکیبی از حسگرهای متعدد مسافت، سرعت، مکان یاب و... است، اگر داده‌های صحیح و در مناسب‌ترین زمان از حسگرهای مسافت و مکان یاب (در زبان ساده، لیدار) یک خودروی خودران جمع‌آوری نشود، احتمال وقوع تصادف و برخورد با موانع به شدت افزایش می‌یابد.

از طرفی «نانوسنسر» جدیداً به عنوان یکی از فناوری‌های مهم مطرح شده است. در نتیجه به طور قطع می‌توان گفت فناوری «نانوسنسر»، از اصلی‌ترین نقاط همگرایی بین انقلاب صنعتی چهارم و در اصل اینترنت اشیا^{۲۹} با فناوری نانو است [۱۳]. ادبیات «اینترنت نانواشیا»، نیز که جدیداً مطرح شده و مورد توجه

تعیین شده است [۲۲].

■ هند

هند از جمله کشورهایی با اقتصاد نوظهور و پرجمعیت است که پیش بینی می شود تا سال ۲۰۳۵ به رتبه سوم اقتصاد کل دنیا تبدیل شود. به همین دلیل رصد فناوری این کشور بسیار اهمیت دارد. بررسی فعالیت توسعه فناوری این کشور نشان می دهد که وزارت مخابرات و فناوری هند، برنامه ای به نام پیشگامی فناوری نانو^{۲۵} را به منظور توسعه فناوری نانو در این صنعت ایجاد کرده است. در این برنامه بر چهار حوزه اصلی تمرکز شده است که یکی از آن ها نانو حسگر است [۲۳]. از جمله پروژه های موفق که بسیاری از آن ها جدید نیز هستند عبارت اند از [۲۴]:

■ توسعه سیستم مناسب برای نظارت بر بیماری دیابت، کم خونی و سوء تغذیه، کلیه و کبد. به علاوه حسگرهای مناسب برای بیماران قلبی؛

■ توسعه حسگرهای تشخیص گاز از جمله اکسیژن، نیتروژن و گازهای آلاینده مانند اکسیدهای نیتروژن و کربن و حسگرهای بی سیم کیفیت هوا.

مجموعاً ۷۰ اختراع ذیل این برنامه تاکنون ثبت شده است. همچنین این وزارتخانه ذیل برنامه اشاره شده، به طور ویژه به ایجاد زیرساخت برای پیشران بودن در حوزه فناوری نانوالکترونیک روی آورده است [۲۵].

علاوه بر وزارت مخابرات و الکترونیک، وزارت علوم و فناوری و وزارت بایو هند به طور مشترک برنامه ای تحت عنوان نانوبایوتک^{۲۶} به منظور پیشبرد فناوری نانو در حوزه های بایویی ایجاد کرده اند. این برنامه پنج محور اصلی دارد که بخش های تشخیص^{۲۷} و همچنین قطعات و سیستم های نانویی^{۲۸} مرتبط با حسگر بوده و ذیل آن ها، چندین پروژه در حوزه حسگر تعریف شده است [۲۶].

■ مالزی

کشور مالزی از دسته کشورهای آسیایی با شرایط جمعیتی و اقتصادی مشابه ایران است. رصد فعالیت این کشور در حوزه های فناوری اهمیت دارد؛ زیرا بایستی با پایش و مقایسه وضعیت فناوری بین ایران و مالزی، از این کشور و کشورهای مشابه عقب نمانده و همواره نسبت به آن ها پیشگام بود.

بررسی مجموعه های فعال در حوزه توسعه فناوری های نانو در کشور مالزی نشان می دهد که اصلی ترین و اولین نهادهای توسعه فناوری نانو در آن، شرکت نانومالزیا^{۲۹} است [۲۷]. بررسی

جدیدترین گزارش های راهبردی منتشر شده توسط این نهاد، نشان می دهد که این مجموعه بر روی چهار حوزه استراتژیک برای توسعه فناوری نانو متمرکز شده است که عبارت اند از: کشاورزی، انرژی، سلامت و الکترونیک.

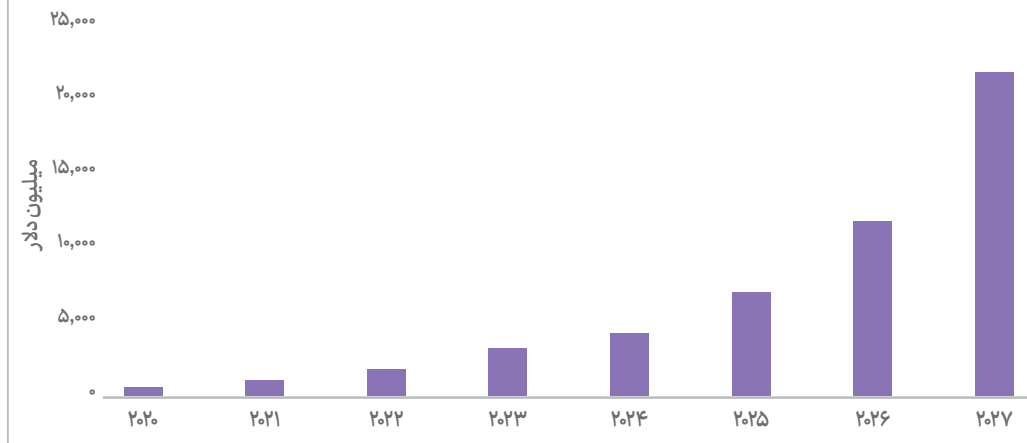
همچنین در صنعت الکترونیک، سه محور اصلی برای توسعه فناوری نانو انتخاب شده است که یکی از آن ها، نانوحسگرهاست. علاوه بر این، نانوحسگرها در دیگر بخش های استراتژیک مانند سلامت، کشاورزی و آب نیز مورد توجه قرار گرفته اند. اخیراً این نهاد توانسته است که حسگرهای قابل حمل تشخیص کیفیت آب مبتنی بر گرافن را توسعه دهد که این محصول در آستانه تجاری شدن است. همچنین یکی از مأموریت ها و برنامه های این نهاد، تعریف برنامه هایی برای افزایش بازار «اینترنت نانو»^{۳۰} در مالزی است. در این راستا نیز حوزه نانوحسگرها در این نهاد به منظور گسترش این مفهوم و در اصل اتصال به انقلاب صنعتی چهارم، مورد توجه قرار گرفته است.

وضعیت بازار نانوحسگرها

چندین مؤسسه درباره بازار نانوحسگرها گزارش هایی منتشر کرده اند که یکی از معتبرترین آن ها، مؤسسه ریسرچ اند مارکتس^{۳۰} است. این مؤسسه حداقل یک گزارش در سال ۲۰۱۸ و دو گزارش در سال ۲۰۲۰ منتشر کرده که در آن ها به اهمیت بازار و رشد سریع حوزه نانوحسگرها پرداخته است [۲۸] و [۲۹] و [۳۰]. شایان ذکر است که مؤسسات معتبری دیگری مانند بی سی سی و مارکتس اند مارکتس^{۳۱} نتایج خود را درباره بازار نانوحسگرها در انتشار عموم قرار نداده اند^{۳۲}.

در گزارش منتشر شده از مؤسسه ریسرچ اند مارکتس در سال ۲۰۱۸، میزان بازار نانوحسگرها بر اساس سال پایه ۲۰۱۷ در حدود ۲۰۸،۴۷ میلیون دلار برآورد شده است و پیش بینی شده که با رشد متوسط ۳۳،۷۳ درصدی به ۱،۱۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۳ برسد [۲۸] اما در گزارش بعدی که در ماه ژانویه سال ۲۰۲۰ منتشر شده است، حجم بازار نانوحسگرها در سال ۲۰۱۹ به ۴۴۱،۹۱ میلیون دلار رسیده است. بنابراین رشد این دو سال بیشتر از مقدار پیش بینی شده بوده است. با توجه به اطلاعات جدید، این مؤسسه در این گزارش پیش بینی کرده است که نانوحسگرها با رشد ۶۳،۴۵ درصدی تا سال ۲۰۲۵ به ۸،۴۳ میلیارد دلار برسند [۲۹]. اما در آخرین و جدیدترین گزارشی که این مؤسسه در ماه جولای سال ۲۰۲۰ منتشر کرده، پیش بینی شده است که حجم بازار نانوحسگرها با رشد ۷۵،۵ درصدی به ۲۱،۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۷ برسد [۳۰]. در نمودار ۱ بازار این

رشد سریع نانوحسگرها در ۷ سال آتی و ۵۰ برابر شدن ارزش بازار



نمودار ۱- روند صعودی بازار نانوحسگرها در ۷ سال آتی

گرفته، پیش‌بینی می‌شود که بخش مراقبت‌های بهداشتی در پایان سال ۲۰۲۷، با یک رشد ۷۹٫۷ درصدی به بازار ۹٫۹ میلیارد دلاری برسد که بیش از ۴۵ درصد از کل بازار نانوحسگرهاست که از بقیه بخش‌ها بیشتر است [۳۰].

نانوحسگرها در بخش خودرو و صنعتی نیز بازار قابل توجهی خواهند داشت. به طوری که پیش‌بینی می‌شود در کل دنیا با رشد ۷۶٫۳ درصدی به ۳٫۹ میلیارد دلار برسد. چین سریع‌ترین رشد را در کل دنیا خواهد داشت و پیش‌بینی می‌شود که بازار آسیا و اقیانوسیه با همراهی کشورهایی همچون استرالیا، هند و کره جنوبی به ۲٫۷ میلیارد دلار برسد [۳۰]. مقایسه بازار نانوحسگرها

در بخش‌های مختلف در نمودار ۲ نشان داده شده است. از طرف دیگر، مؤسسه ریسرچ اند مارکتس رشد حوزه بایوسنسر (به عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های کل حسگرها) را طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۷، برابر ۷۷٫۷ درصد پیش‌بینی نموده است. یکی از اصلی‌ترین دلایل رشد نسبتاً پایین بایوسنسر، گرانی بودن آن‌هاست. با این پیش‌بینی، حوزه بایوسنسر نیز طی این دوره از ۱۸ میلیارد دلار به ۳۰٫۳ میلیارد دلار خواهد رسید [۳۳].

با مقایسه بین بازار بایوسنسر و نانوحسگر در حوزه بهداشت و درمان (که عمدتاً بایویی هستند) می‌توان پیش‌بینی کرد که حجم قابل توجهی از حسگرهای حوزه بایو در سال ۲۰۲۷ مبتنی بر فناوری نانو خواهند بود. به همین دلیل اهمیت فناوری نانو-بایوسنسر در این دهه بسیار قابل ملاحظه است.

فناوری طی یک دهه آورده شده است.

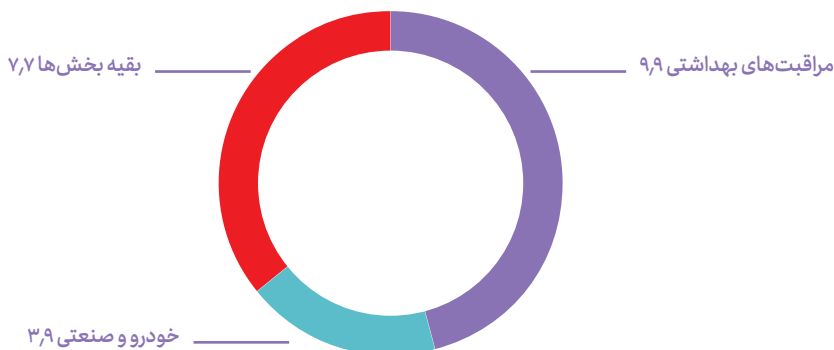
میزان رشد بازار حوزه نانوحسگر در حالی است که طبق پیش‌بینی همین مؤسسه، بازار کل حسگرها از ۱۵۲ میلیارد دلار با رشد ۹٫۳ درصدی به ۲۳۸ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۵ خواهد رسید [۳۱].

مؤسسه تحقیقاتی بی‌سی‌سی^{۳۲}، برآورد متفاوتی از بازار کل حسگرها دارد. این مؤسسه پیش‌بینی می‌کند که متوسط رشد بازار کل حسگرها از سال ۲۰۲۰ تا سال ۲۰۲۵ برابر ۱۱٫۴ درصد خواهد بود و حجم بازار کل حسگرها از ۱۹۳٫۹ میلیارد دلار به ۳۳۲٫۸ میلیارد دلار خواهد رسید [۳۲].

در هر حالت، مقایسه بین بازار نانوحسگرها و بازار کل حسگرها، کاملاً نشان می‌دهد که بازار نانوحسگرها با رشد بسیار سریعی در حال پیشرفت است به طوری که حتی گزارش‌های جدیدتر، رشد‌های بیشتری را نیز پیش‌بینی می‌کنند. یکی از اصلی‌ترین دلایل عدم توسعه حسگرها به خصوص در بخش پزشکی، قیمت بالای آن‌ها بوده است اما انتظار می‌رود که تولید مقرون به صرفه نانوحسگرها (به دلیل فشردگی) تحولات مثبتی در بازار حسگرها ایجاد کند [۲۹].

با توجه به گزارش‌های مذکور، بخش بهداشت و درمان^{۳۴} و زیست پزشکی^{۳۵} بزرگ‌ترین بازار اولیه حسگرهای نانو هستند که این بخش‌ها نیاز روزافزون به سیستم‌های سنجش تشخیصی سریع، جمع‌وجور، دقیق و قابل حمل را برطرف می‌کنند [۲۹] و [۳۰]. با توجه به اهمیت این بخش و پیشرفت‌های صورت

رند بازار جهانی نانوحسگرها در یک دهه فعلی



نمودار ۲- مقایسه بازار نانوحسگرها در حوزه‌های مختلف در سال ۲۰۲۷ (اعداد به میلیارد دلار)

دیگر بازارهای جغرافیایی قابل توجه، ژاپن و کانادا هستند که پیش‌بینی می‌شود در دوره مشابه، ۶۸٫۲ و ۶۳٫۸ درصد رشد کند. در اروپا نیز پیش‌بینی می‌شود سریع‌ترین رشد مربوط به آلمان و برابر ۵۰٫۶ درصد باشد [۳۰].

تحلیل منحنی اشتیاق فناوری و ماتریس اولویت

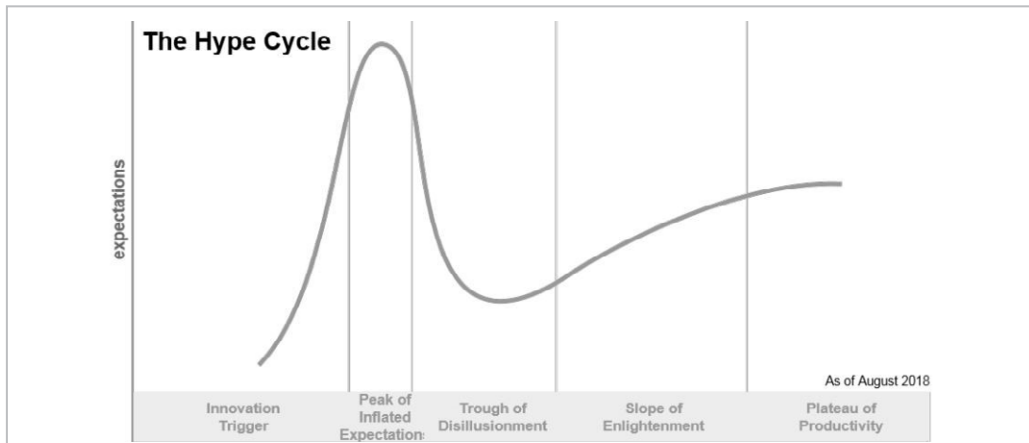
یکی از شاخص‌هایی که معمولاً درباره فناوری‌های نوظهور مطرح و بررسی می‌شود، تعیین وضعیت منحنی اشتیاق فناوری^{۳۹} است که سالانه توسط مؤسسه گارتنر منتشر می‌شود [۳۴]. با توجه به این منحنی، وضعیت هر فناوری نوظهور در یکی از پنج حالت است که عبارت‌اند از: محرک فناوری^{۴۰}، نقطه اوج انتظار از فناوری^{۴۱}، ناامیدی از انتظارات^{۴۲}، شیب مثبت^{۴۳} و جایگاه واقعی فناوری یا فلات بهره‌وری^{۴۴}.

مؤسسه گارتنر علاوه بر تعیین وضعیت فعلی فناوری با توجه به شواهد و قرائن موجود پیش‌بینی می‌کند که چند سال طول می‌کشد تا فناوری به مرحله آخر یعنی فلات بهره‌وری وارد شود. با توجه به تعیین وضعیت فعلی و همچنین پیش‌بینی آتی از فناوری، مهم‌ترین کارکرد منحنی مذکور در تعیین ماتریس اولویت فناوری برای سازمان‌های مربوطه است. بدین ترتیب که سازمان‌ها معمولاً با توجه به اهمیت یک موضوع و همچنین وضعیت منحنی فعلی و آینده فناوری در چرخه اشتیاق فناوری، اولویت فناوری را تعیین و زمان مناسب ورود به آن فناوری را مشخص می‌کنند. در شکل ۳، ماتریس اولویت آورده شده است که بر اساس نوع رفتار یک سازمان، میزان مزیت یک

به‌طور ویژه یکی از حوزه‌های مهم و مورد توجه کشورهای پیشرفته در بخش بهداشت و درمان، تشخیص سطح قند خون در بیماران دیابتی است [۲۹]. با توجه به اهمیت این حوزه و افزایش نرخ بیماران دیابتی، ارگان‌های دولتی در کشورهای مختلف در حال توسعه سرمایه‌گذاری در زمینه تکنیک‌های تشخیص هستند. به عنوان مثال، وزارت کار و رفاه بهداشتی^{۴۶} کشور ژاپن در آگوست سال ۲۰۱۷، یک حمایت مالی برای استفاده از سیستم‌های جدید پیمایش قند خون شرکت ابوت^{۴۷} اعطا کرد. چنین حمایت‌هایی باعث تحریک پذیرش نانوحسگرها در بخش مراقبت‌های بهداشتی و به خصوص در حوزه خواهد بود [۲۹].

از حیث جغرافیایی نیز، بیشترین سهم بازار مربوط به کشور آمریکا است. یکی از دلایل اصلی تحریک بازار حسگرهای نانو در آمریکای شمالی، تقاضای فزاینده برای حسگرهای نانو در ارتش و امنیت داخلی است زیرا از آن‌ها برای تشخیص تشعشعات و سموم زیستی استفاده می‌شود [۲۹]. طبق گزارش مؤسسه تحقیقات صلح بین‌المللی استکهلم^{۴۸}، آمریکای شمالی ۴۱٫۳۳ درصد هزینه نظامی جهانی را در سال ۲۰۱۸ به خود اختصاص داده است که بیشترین سهم را در بین مناطق داشته است.

پیش‌بینی می‌شود که بازار کشور چین (دومین اقتصاد بزرگ جهان) در کل حوزه نانوحسگرها تا سال ۲۰۲۷ به ۳٫۲ میلیارد دلار برسد که در این حالت رشد سالانه بازار در این کشور برابر ۷۱٫۳ درصد خواهد بود که مقداری از رشد کل عقب است. از



شکل ۲- شمای کلی منحنی اشتیاق فناوری

با توجه به شاخص بازار نانو- بایوسسگرها که در بخش بازار این گزارش اشاره شد، می‌توان پیش‌بینی کرد که این فناوری در حدود ۵ تا ۷ سال آتی، وارد مسیر اصلی شده و حدود ۲۰ درصد از بازار بایوسسگرها را به خود اختصاص دهد. از طرفی با توجه به تحلیل برخی مؤسسات فعال در حوزه آینده‌پژوهی فناوری مانند مؤسسه ایتری، فناوری نانو- بایوسسگر از شاخص تأثیرگذاری بالایی برخوردار بوده اما اغلب کشورهای آسیای شرقی به دنبال انتقال این فناوری و نه توسعه محلی آن هستند. این امر نیز فرصتی خاص برای کشور در این حوزه به منظور صادرات محصول و فناوری ایجاد خواهد کرد که نباید از آن غفلت کرد. با توجه به پیش‌بینی‌های بازار و اینکه این فناوری ارتباط

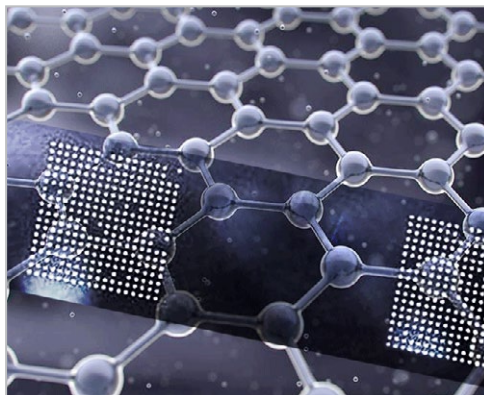
فناوری^{۴۵} (معمولاً بر اساس میزان تأثیر آن) و زمان پیش‌بینی برای ورود فناوری به مسیر اصلی^{۴۶} (یا همان وضعیت فلات بهره‌وری با حداقل ۲۰ درصد بازار هدف)، تعیین می‌شود. از نظر مؤسسه گارتنر، سازمان‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند [۳۴]:

- نوع الف: تهاجمی^{۴۷} که زودتر از دیگران برای پیشگامی به فناوری ورود کرده و ریسک‌های آن را نیز متقبل می‌شوند.
- نوع ب: اکثریت^{۴۸} که معمولاً صبر می‌کنند تا فناوری به بلوغ بیشتری رسیده و ریسک‌های سرمایه‌گذاری آن کاهش یابد.
- نوع ج: محافظه کار^{۴۹} که بسیار دیرتر از دیگران به فناوری ورود نموده و در نتیجه از دیگران عقب‌تر خواهند ماند.

benefit	years to mainstream adoption			
	less than 2 years	2 to 5 years	5 to 10 years	more than 10 years
transformational	Invest aggressively if not already adopted	Conservative (Type C) investment profile	Moderate (Type B) investment profile	Aggressive (Type A) investment profile
high	Conservative (Type C) investment profile	Moderate (Type B) investment profile	Aggressive (Type A) investment profile	Invest with caution
moderate	Moderate (Type B) investment profile	Aggressive (Type A) investment profile	Invest with caution	Invest with extreme caution
low	Aggressive (Type A) investment profile	Invest with caution	Invest with extreme caution	Invest with extreme caution

As of August 2018

شکل ۳- ماتریس اولویت فناوری؛ منتشرشده توسط مؤسسه گارتنر [۳۴]



مستقیم با نانو دارد به نظر می‌رسد که مزیت فناوری نانوحسگرها و به خصوص در بخش بایو برای کشور بالا باشد. اگر سازمان‌های مربوط به توسعه این فناوری مانند نانو یا بایو برای چنین فناوری در غالب سازمان‌های اکثریت (نوع ب) بگنجند، با توجه به ماتریس فوق و تحلیل‌های ارائه شده، کمتر از دو سال دیگر، زمان مناسب ورود به این فناوری و سرمایه‌گذاری کلان در این حوزه است. اگر که الگوی رفتاری برخی از این سازمان‌ها در غالب نوع الف، یعنی تهاجمی بگنجد، ورود به این فناوری در سال جاری، حتی دیر هم است. در هر حالت، به نظر نمی‌رسد که سرمایه‌گذاری کلان و تعیین یک برنامه عملیاتی متناسب در سال جاری برای این فناوری، زود هنگام باشد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این گزارش در ابتدا به بررسی اهمیت نانوحسگرها از منظر نهادهای تحلیلی، برنامه کشورها و همچنین بازار فعلی و آتی پرداخته شد. مهم‌ترین نتایج از این منظرها عبارت‌اند از:

- ۱- رشد این فناوری نشان داد که مؤسسات معتبری مانند مجمع جهانی اقتصاد، مؤسسه تحقیقات صنعتی (ایتری) و نهاد آی‌یوپیک، این فناوری را جزو فناوری‌های برتر نوظهور معرفی کرده‌اند که نشان از اهمیت تأثیرگذاری آن در بین فناوری‌های مختلف دارد. نهادهایی مانند سازمان علم و فناوری ناتو، مؤسسه تحقیقاتی لوکس و مجمع جهانی اقتصاد نیز در سال ۲۰۲۰ اگرچه نانوحسگرها را به صورت مستقیم جزو فناوری‌های نوظهور معرفی نکرده‌اند اما به طور کلی فناوری حسگرها و برخی از انواع آن مانند حسگرهای کوانتومی و نسل‌های جدید سنجش در محل (که ارتباط زیادی با فناوری نانو دارند) را جزو چند فناوری برتر نوظهور معرفی نموده‌اند که اهمیت این حوزه را نشان می‌دهد. همچنین کلان روند انقلاب صنعتی چهارم و در

قلب آن مفهوم اینترنت اشیا و فناوری‌هایی مانند خودروهای خودران، خودروهای مشترک و ربات‌های صنعتی یا خدماتی که مورد تأکید دیگر نهادها از جمله مؤسسه به‌ام‌آی‌تی، مکنزی، سازمان علم و فناوری ناتو و مؤسسه تحقیقاتی لوکس قرار گرفته‌اند کاملاً با حسگرها در ارتباط هستند و در واقع حسگرها جزئی اساسی از این روندها و فناوری‌ها هستند. از آنجایی که نانوحسگرها نیز جدیداً مورد توجه قرار گرفته‌اند، می‌توان گفت یکی از نقاط همگرایی فناوری نانو با کلان روند انقلاب صنعتی چهارم و تمامی فناوری‌های مرتبط با آن، نانوحسگر است. مطرح شدن ادبیات اینترنت نانوآشیا و افزایش چشمگیر سهم نانوحسگر در بازار این مفهوم، این مطلب را تأیید می‌کند.

۲- بررسی برنامه برخی کشورها از جمله آمریکا (به عنوان کشوری پیشرو)، هند (به عنوان یک اقتصاد قوی نوظهور) و مالزی (کشوری با شرایط مشابه ایران) نشان داد که این کشورها نیز در قالب برنامه‌های مختلف برای توسعه فناوری نانوحسگرها برنامه‌ریزی کرده‌اند. کشور آمریکا در قالب برنامه «پیشگامی متمایز نانوفناوری» بر چهار حوزه به صورت خاص متمرکز شده است که یکی از آن‌ها نانوحسگر است. همچنین در کشور هند، ذیل وزارت مخابرات و فناوری هند، برنامه‌ای به نام «پیشگامی فناوری نانو» به منظور توسعه فناوری نانو ایجاد شده است که در این برنامه بر چهار حوزه تمرکز شده و یکی از آن‌ها نانوحسگر است. در کشور مالزی نیز شرکت نانومالزیا که اصلی‌ترین نهاد توسعه فناوری نانو در این کشور است، بر روی سه محور اصلی ذیل صنعت الکترونیک و مخابرات تمرکز کرده که یکی از آن‌ها نانوحسگر است. تمامی این موارد نشان از اهمیت نانوحسگرها و توجه ویژه به آن در این کشورهاست. همچنین مطالعات کلی بازار نانوحسگرها نشان داد که در سال‌های اخیر رشد بازار این فناوری از آنچه پیشتر پیش‌بینی شده بود، سریع‌تر است و در نیمه دوم دهه جاری بیشتر نیز خواهد شد. تا حدی که پیش‌بینی می‌شود که با رشد بالای ۷۵ درصدی تا سال ۲۰۲۷، بازار نانوحسگرها به بیش از ۲۰ میلیارد دلار و به بالای ۵۰ برابر بازار فعلی برسد. این روند در حالی است که بیشترین سهم از این بازار را بخش مراقبت‌های بهداشتی و سپس خودرو و صنعتی به خود اختصاص خواهند داد. با توجه به روندهای پیش‌بینی، می‌توان انتظار داشت که در ۵ تا ۷ سال آتی، حداقل ۲۰ درصد از حسگرهایی بایویی، مبتنی بر فناوری نانو باشند. علاوه بر این، گزارش مؤسسه ایتری حاکی از آن است که فناوری نانوبایوحسگر علی‌رغم ضریب تأثیرگذاری بالا، ممکن است در بیشتر کشورهای آسیای شرقی به طور محلی

بازار نانوحسگرها در یک دهه پیش رو شود. اگر چنانچه بتوان با تهیه و اجرای یک برنامه عملیاتی مناسب، حداقل ۵ درصد از بازار کل نانوحسگرها را اکتساب کرد، آنگاه علاوه بر تأمین بخش عمده‌ای از نیاز داخل، می‌توان به صادرات یک میلیارد دلاری از محصولات این فناوری در اواخر این دهه رسید. در نتیجه نباید از این فناوری غفلت نمود و در همین راستا لازم است تا با بررسی‌های دقیق‌تر از جمله تحلیل جامع بازار و اختراع، یک برنامه عملیاتی پنج ساله شایسته برای این فناوری تهیه و اجرا شود. در همین راستا ایجاد زیرساخت‌های مناسب جهت افزایش تحقیق و توسعه و همچنین تسریع بخشیدن به بهره‌برداری از پروژه‌هایی مانند فب میکروالکترونیک، ضرورت دارد.

توسعه نیابد. در نتیجه این امر موجب ایجاد ظرفیت صادرات فناوری و محصول در این منطقه برای کشور ایران خواهد شد. در پایان این گزارش نیز با استفاده از الگوی ماتریس اولویت مؤسسه گارتنر و برآوردهای بازار، زمان ورود و سرمایه‌گذاری به این فناوری تا حد قابل قبولی تعیین شد. با استفاده از این الگو و مزیتی که کشور در حوزه فناوری و استارت‌آپ‌های مختلف در این حوزه دارد می‌توان گفت که سال جاری زمان مناسبی برای ورود به این حوزه و سرمایه‌گذاری مناسب در حوزه فناوری نانوحسگر با اولویت بخش‌های بایو و سپس خودرو و صنعتی، باشد. در مقابل، تعلل ورود به این فناوری ممکن است باعث از دست رفتن فرصت‌های آتی و اکتساب سهم مناسب از فناوری و

پی‌نوشت‌ها

- ۱- receptor
- ۲- transducer
- ۳- detector
- ۴-ultimate sensitivity
- ۵- paradigm changing
- 6- SARS-CoV-2
- ۷-Nanosensor
- ۸- Carbon Nanotubes (CNT)
- ۹-International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)
- ۱۰-Industrial Technology Research Institute(ITRI)
- ۱۱-impact
- ۱۲- penetration rate
- ۱۳- investment priority
- ۱۴- World Economic Forum
- ۱۵-Internet of Nano Things (IoNT)
- ۱۶-NATO Science and Technology Organization
- ۱۷-Lux Research
- ۱۸-MIT Technology Review
- ۱۹- McKinsey & Company
- ۲۰-Lux Research
- ۲۱- IoT
- ۲۲- Office of Science and Technology Policy (OSTP)
- ۲۳- National Nanotechnology Initiative (NNI)
- ۲۴- Nanotechnology Signature Initiatives (NSIs)
- ۲۵-Nanotechnology Initiative Division
- ۲۶-Nanobiotech@DBT
- ۲۷- Diagnostics
- ۲۸-Nano enabled systems & Devices
- ۲۹-NanoMalaysia Berhad
- ۳۰- researchandmarkets
- ۳۱- marketsandmarkets
- ۳۲- البته در گزارش‌هایی که به مؤسسه بی‌سی‌سی ارجاع داده شده، رشد بازار نانوحسگرها تا سال ۲۰۲۵ حدود ۵۳ درصد برآورد شده که به نتایج مؤسسه ریسرچ‌اندمارکت نزدیک است [۲۷].
- ۳۳-BCC Research
- ۳۴-healthcare
- ۳۵-biomedical
- ۳۶- MHLW
- ۳۷- FreeStyle Libre (Abbott Diabetes Care, USA)
- ۳۸- Stockholm International Peace Research Institute
- ۳۹- Hype Curve Cycle
- ۴۰-Technology Trigger
- ۴۱-Peak of inflated expectation
- ۴۲-Trough of disillusionment
- ۴۳- Slope of enlightenment
- ۴۴-Plateau of productivity
- ۴۵-Benefit
- ۴۶-Years to mainstream adoption
- ۴۷-Type A (aggressive)
- ۴۸- Type B (the majority)
- ۴۹-Type C (conservative)

- ۱- M. J. McGrath, "Sensing and Sensor Fundamentals," 2013.
- ۲- Y. s. a. A. Denizli, "Virus detection using nanosensors," Elsevier, 2020.
- ۳- A. Munawar, "Nanosensors for diagnosis with optical, electric and mechanical transducers," RSC Advances, 2019.
- ۴- T.-C. Lim, "A Conceptual Review of Nanosensors," 2006.
- ۵- "Ten Chemical Innovations That Will Change Our World," International Union of Pure and Applied Chemistry, 2020.
- ۶- "https://statnano.com/news/68539".
- ۷- "2030 Advanced Technology from an Asian Perspective," Industrial Technology Research Institute, 2020.
- ۸- B. Meyerson, "Top 10 Emerging Technologies of 2016," World Economic Forum's Meta-Council on Emerging Technologies.
- ۹- "Science & Technology Trends 2020-2040," NATO Science & Technology Organization, 2020.
- ۱۰- "20 For 20, The technologies with the greatest potential to transform the world over the next decade," Lux research, 2020.
- ۱۱- "FORESIGHT 2021, Top Emerging Technologies to Watch," Lux research, 2021.
- ۱۲- "Top 10 Emerging Technologies of 2020," World Economic Forum, 2020.
- ۱۳- "https://www.mouser.com/blog/where-nanotechnology-the-iot-and-industry-40-meet".
- ۱۴- M. H. Miraz, "Internet of Nano- Things, Things and Everything: Future Growth Trends," future internet, 2018.
- ۱۵- "https://statnano.com/news/66887/A-Glance-at-the-Internet-of-Nano-things-and-Its-Applications".
- ۱۶- "https://www.researchandmarkets.com/reports/5028105/internet-of-nano-things-global-market".
- ۱۷- "https://www.researchandmarkets.com/reports/4454594/global-internet-of-nanothings-iot-market-2018".
- ۱۸- "http://www.nanomalaysia.com.my/html/default.aspx?ID=78&PID=2073".
- ۱۹- "https://www.nano.gov/signatureinitiatives".
- ۲۰- "https://www.nano.gov/SensorsNSIPortal".
- ۲۱- "https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/co2-sensor-demand-controlled-ventilation".
- ۲۲- "NASA Technology Roadmaps, TA 10: Nanotechnology," 2015.
- ۲۳- "https://www.meity.gov.in/content/nanotechnology-initiative-division".
- ۲۴- "https://www.meity.gov.in/content/research-output-6".
- ۲۵- "https://www.meity.gov.in/content/capacity-building-5".
- ۲۶- "http://dbtnanobiotech.com/index2.php".
- ۲۷- "NanoMalaysia Berhad's (NanoMalaysia) Strategic Report," 2019.
- ۲۸- "https://www.researchandmarkets.com/reports/4479459/nanosensors-market-forecasts-from-2018-to-2023".
- ۲۹- "https://www.researchandmarkets.com/reports/4591613/nanosensors-market-growth-trends-and-forecast".
- ۳۰- "https://www.researchandmarkets.com/reports/5027970/nanosensors-global-market-trajectory-and".
- ۳۱- "https://www.researchandmarkets.com/reports/4912097/sensor-market-report-trends-forecast-and".
- ۳۲- "https://www.bccresearch.com/market-research/instrumentation-and-sensors/sensors-technologies-markets-report.html".
- ۳۳- "https://www.researchandmarkets.com/reports/338842/biosensors_global_market_trajectory_and".
- ۳۴- "Understanding Gartner's Hype Cycles," 2018.



کاربرد فناوری نانو در صنعت چاپ و بسته‌بندی

تهیه‌کننده سیدفرزاد حسینی نسب

امروزه استفاده از فناوری نانو در صنایع مختلف در حال افزایش است. اساس فناوری نانو درک خواص و رفتار جدید مواد با اندازه کمتر از ۱۰۰ نانومتر و استفاده از آن در صنایع مختلف است. استفاده از مواد نانوساختار در صنایع مختلف منجر به تغییر و تحولات شگرفی در خواص سیستم‌های مورد استفاده شده است. به عنوان مثال با استفاده از نانولوله‌های کربنی در ساختار فلزات و سرامیک‌ها، استحکام و رسانایی الکتریکی مواد به شدت افزایش می‌یابد. دلیل تغییر خواص مواد در مقیاس نانو، افزایش خیلی زیاد نسبت سطح به حجم و در نتیجه افزایش کسر حجمی اتم‌های سطحی است [۱]. دستاوردها و چشم‌اندازهای علوم و فناوری نانو، در واقع یک مرحله جدیدی از پیشرفت علمی و فنی را تعیین می‌کند که صنعت چاپ و بسته‌بندی نیز از این قاعده مستثنی نیست و تحت تأثیر این دستاوردها قرار دارد. فناوری نانو در صنایع بسته‌بندی به دنبال اهدافی از جمله افزایش ماندگاری مواد غذایی و همچنین بهبود کیفیت ضد میکروبی است. همچنین در صنعت چاپ، با استفاده از فناوری نانو از جوهر چاپ گرفته تا فرایندهای چاپ، بهبودهای قابل ملاحظه‌ای یافته‌اند. چاپ لیتوگرافی در حال حاضر یکی از روش‌های مرسوم برای تولید مواد نانوساختار است. تأثیر فناوری نانو در لیتوگرافی و بهبود روش‌هایی مانند فوتولیتوگرافی^۱ چشم‌گیر بوده است [۱]. در ادامه این گزارش به بررسی این موارد پرداخته می‌شود.

تاریخچه

فرایند چاپ کلاسیک در چین و کره در پایان هزاره اول پس از مسیح آغاز شد و صفحات چاپی در ابتدا چوب و رس و آلیاژهایی از فلز بودند. در سال ۱۴۴۰ گوتنبرگ بدون اطلاع از کار چینی‌ها، به آلیاژی مناسب از سرب و آنتی‌موان برای ریخته‌گری حروف

دست یافت اما به علت هزینه بسیار زیاد، استقبال چندانی از آن نشد. ۳۰۰ سال بعد الوئیس زنه فلدر، چاپ سنگی یا لیتوگرافی مسطح را در سال ۱۷۹۶ میلادی اختراع کرد. تفاوت در ویژگی‌های سطح عناصر سنگ، ویژگی اصلی لیتوگرافی بود. تغییرات اصلی در هنر گرافیک از اواسط قرن نوزدهم با اختراع

برای تولید کاغذهای تحریر با استفاده از قفاله نیشکر احداث شد. متعاقب آن کارخانه چوب و کاغذ ایران (چوکا) با استفاده از خمیرهای وارداتی و خمیرهای داخلی، کاغذهای کرافت^۲ و بسته بندی را تولید نمود (۴ و ۵).

فناوری نانو در صنعت چاپ

در سال های اخیر، فناوری نانو در صنعت چاپ در حوزه های مختلف از جوهر چاپ گرفته تا فرایندهای چاپ باعث بهبود کیفیت محصولات شده است. به عنوان مثال در فناوری چاپ می توان به مواردی مانند جوهر جت^۳، گراور^۴، فلکسو و دیگر سیستم هایی با پایه هنرهای گرافیکی برای به دست آوردن وضوح بالاتر اشاره کرد. در بسیاری از موارد از خواص منحصر به فرد نانومواد به عنوان اجزای ضروری در جوهر و پوشش استفاده می شود. در ادامه به زمینه های کلیدی در صنعت چاپ که در آن از فناوری نانو استفاده می شود، پرداخته می شود:

۱- پوشش های چاپی مشابه لاک با خواصی مقاوم در برابر خراش

۲- جوهرهایی حاوی مواد نانوساختار که خواصی مانند رسانایی الکتریکی و چسبندگی بالاتر دارد و در فرایندهایی مانند چاپ مدارهای الکتریکی استفاده می شود [۶]:

۳- ساخت جوهر پایه آبی همراه با نانوساختارهایی مانند نانوذرات نقره برای چاپگرهای جوهرافشان که باعث دوام رنگدانه ها می شوند. معمولاً ترکیب ۵ درصد وزنی نانوذرات در جوهر می تواند ترکیب مناسبی برای دستیابی به بهترین خواص باشد؛

۴- مواد نانوساختار جوهرافشان مورد استفاده در چاپ برای اثرات ویژه ای مانند الکتروکرومیک^۵ و فوتوکرومیک^۶، ماژیک های رسانای گرافیتی و بلورهای مایع [۶]:

۶- استفاده از نانوذرات در جوهرهای سنتی و جوهرافشان ها برای جلوگیری از جعل و حفظ امنیت نام های تجاری [۷]:

۸- استفاده از مواد نانوساختار در هدهای چاپ دیجیتال، با به کارگیری مواد نانوساختار در هد دستگاه چاپ دیجیتال می توان قلم هایی با نوک تیز و سختی بالا تولید کرد که منجر به تولید تصاویری با کیفیت و وضوح بالا می شود [۸]:

۱۲- استفاده از نانومواد به عنوان مواد چاپی در چاپگرهای سه بعدی، نانومواد می توانند خواص مکانیکی را افزایش دهند و بر روی هدایت حرارتی و الکتریکی تأثیرگذار باشند [۹]:

۱۳- کاربرد فناوری نانو در چاپ لیتوگرافی مورد استفاده در چاپ افست [۱۰].

فرایندهای عکاسی یا فوتوگرافیک برای ثبت اطلاعات صورت گرفت (۱ و ۲). حدوداً در سال ۱۲۴۲ قمری چاپ سربی وارد ایران شد. تقریباً ۸ سال بعد، چاپ سنگی را برای نخستین بار در سال ۱۲۵۰ قمری میرزا صالح شیرازی در تبریز راه اندازی کرد و با ورود چاپ سنگی، چاپ سربی تقریباً کنار گذاشته شد و بیش از ۵۰ سال تنها روش چاپ در ایران، چاپ سنگی بود؛ اما در اواخر دوره قاجار حروف چینی سربی دوباره رونق یافت. در این روش کاغذ بر روی صفحه ای متشکل از حروف برجسته سربی و آغشته به مرکب فشرده می شد و حروف بر صفحه کاغذ که فشرده می شد، نقش می بست. بدین ترتیب با پیشرفت فناوری کم کم دستگاه سربی کنار گذاشته شد و جای خود را به دستگاه الکترونیکی داد [۳]. بسته بندی ها با توجه به نوع کالای به کاررفته در آن (کاغذ، شیشه، فلز، پلاستیک) دارای تاریخچه متفاوتی هستند اما تحقیقات نشانگر آن است که از ۸ قرن پیش از میلاد مسیح، کالاها با استفاده از بسته بندی پارچه ای یا در ظروف گلی و شیشه ای زمخت حمل و جابه جا می شدند. کشور ایران به لحاظ موقعیت استراتژیکی که در منطقه دارد از دیرباز سابقه مرادات تجاری داشته و کالاها و محصولات خود را به صورت کاروان های حاوی پارچه، ادویه و مصنوعات دستی به دیگر ممالک ارسال نموده است. بسته بندی این نوع کالاها نوعاً از بسته بندی های کیسه ای همانند گونی و بسته بندی های چوبی مانند صندوق های مکعب مستطیل که برای مسیرهای طولانی مناسب بوده، تشکیل شده است. صنعت بسته بندی در ایران کمتر از نیم قرن سابقه دارد. صنعت بسته بندی در ایران با ساخت قوطی فلزی توسط شخصی به نام «درخشان» در سال ۱۳۰۹ هجری شمسی آغاز و تاریخچه بسته بندی مواد غذایی را نیز با همین تاریخ مقارن می دانیم و همچنین اولین کارخانه کاغذسازی در سال ۱۳۲۸ در کهریزک احداث شد که کاغذهای باطله را برای تولید کاغذ و مقوا استفاده می نماید. بعد از آن تعدادی واحد تولیدی دیگر در سایر نقاط ایران به وجود آمد. اساس صنعت کاغذسازی در کشور بر اساس تولید خمیر و کاغذ شکل گرفت و سپس روز به روز کامل تر شد. در سال ۱۳۳۰ اولین قوطی فلزی جهت بسته بندی روغن نباتی جامد به وسیله دستگاه های مدرن ساخته شد و در سال ۱۳۴۴ سیستم لاک زنی اتوماتیک در ایران نصب و مورد بهره برداری قرار گرفت. در حال حاضر صنایع داخلی قادر به ساخت لایه بیرونی کارتن، کاغذهای مورد استفاده در جعبه و کاغذهای حفاظت شده، لایه های پلیمری برای محصولات پاستوریزه و استریلیزه است. اولین کارخانه مدرن ایران در سال ۱۳۴۹ در هفت تپه خوزستان

فناوری نانو در صنعت بسته‌بندی

امروزه مهم‌ترین چالش‌های صنعت بسته‌بندی مواردی مانند جلوگیری از فساد و افزایش طول عمر مواد غذایی و همچنین جلوگیری از تخریب محیط زیست توسط بسته‌بندی‌های دور ریخته شده مواد غذایی است. مواد غذایی حساسی مانند مواد پروتئینی، لبنیات، کیک و نان وجود دارند که در اثر نور و نفوذ اکسیژن، دچار فساد می‌شوند و این امر مانع از نقل و انتقال آن‌ها به مکان‌های دور و صادرات می‌شود. در این موارد کیفیت بسته‌بندی از اهمیت بیشتری برخوردار است. یکی از راه‌حل‌هایی که در این زمینه با استفاده از فناوری نانو مطرح می‌شود، استفاده از نانوذراتی مانند خاک رس در مواد پلیمری سازنده پلاستیک‌های بسته‌بندی مواد غذایی است. حضور مواد نانوساختار و قرارگیری آن‌ها بین لایه‌های مواد پلیمری باعث ایجاد ساختاری می‌شود که مانع نفوذ اکسیژن است. همچنین استفاده از پوشش‌های نانوساختار (پوشش‌هایی با ضخامت نانومتری روی بسته‌بندی‌های مواد غذایی) نیز کاربرد بسیاری پیدا کرده است.

پوشش‌هایی با فیبر سلولزی که از منابع تجدیدپذیری مانند نشاسته، سلولز، کیتوزان ساخته شده‌اند، می‌توانند جایگزین مناسبی برای پلاستیک و پاکت‌های تجدیدناپذیر نفتی باشند. استفاده از این بسته‌بندی مواد غذایی، به علت سازگاری با محیط زیست و مقرون به صرفه بودن و محافظت بیشتر از فساد و افزایش عمر مواد غذایی در طول سال‌های اخیر گسترش یافته است. همچنین این نوع پوشش‌ها، نفوذپذیری هوا را به طور قابل توجهی کاهش داده است اما آب دوستی یکی از عیوبی است که می‌توان برای پوشش سلولزی دانست و در صورت وجود بخار آب، مشکلاتی را به وجود می‌آورد. برای غلبه بر این موضوع استراتژی‌های مختلفی شامل اصلاحات شیمیایی و افزودن مواد آب‌گریز مورد بررسی قرار گرفته است [۱۱-۱۴].

یکی دیگر از روش‌های پوشش‌دهی، پوشش با استفاده از کاغذهای ضدباکتری است که در حوزه بسته‌بندی بسیار مورد توجه قرار دارد. این نوع پوشش‌ها زمینه را برای ساخت سطوح فوق آب‌گریز و فوق جاذب فراهم می‌کنند. نوع دیگری از روکش‌ها، روکش‌های نانوکامپوزیتی است، در این نوع روکش‌ها از نانوذرات خاک رس برای آب‌گریزی و مقاومت در برابر چربی و گازها، استفاده می‌شود. علاوه بر خواص ذکر شده، این پوشش‌ها، خواص ضدخراش بودن و افزایش مقاومت مکانیکی را نیز دارند. با استفاده از نانوذراتی مانند دی‌اکسید تیتانیوم یا اکسیدروی می‌توان روکش‌هایی مقاوم در برابر

پرتوی فرابنفش ایجاد کرد. این نوع بسته‌بندی‌ها، معمولاً برای تولید بطری‌های ماء‌الشعیر استفاده می‌شوند زیرا خروج گاز را به حداقل می‌رسانند و از نفوذ مولکول‌های اکسیژن به درون نوشیدنی جلوگیری می‌کنند. از دیگر کاربردهای نانوپوشش‌ها می‌توان به پوشش‌های بازتاب‌کننده نور و حرارت اشاره کرد که برای نگهداری مواد لبنی خصوصاً بستنی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۴].

یکی دیگر از کاربردهای فناوری نانو در صنعت بسته‌بندی، سنسورهای تشخیص فساد و تخریب مواد شیمیایی است. بسته‌بندی‌های هوشمند با استفاده از نانوحسگرهایی از جنس نانولوله‌های کربنی که وظیفه تشخیص میکروب‌ها و مواد شیمیایی مضر و سمی و همچنین فساد غذا را بر عهده دارند. این نانوحسگرها نسبت به گازهای سمی آزاد شده از مواد غذایی حساس بوده و سریع تغییر رنگ می‌دهند و استفاده‌کننده را به محض ورود اولین قارچ یا مولکول فاسد مطلع می‌کنند [۱۵].

شرکت‌های تولیدکننده نانوپوشش‌ها در صنایع چاپ

نمونه شرکت داخلی

شرکت توسعه فناوری ریزمقیاس آژینه^۲

■ دستگاه لیتوگرافی رومیزی:

برای نمونه در ادامه به معرفی یکی از این دستگاه‌ها و ذکر مدل‌هایی از آن می‌پردازیم. شایان ذکر است که توضیحات کامل‌تر و معرفی دستگاه‌های بیشتر در کتاب جامع تجهیزات

جدول ۱- مشخصات فنی یک نمونه از مدل‌های دستگاه لیتوگرافی رومیزی

مدل دستگاه	DEX-365
ابعاد نمونه	۲۰۱ و ۳ اینچ
ابعاد ماسک	۲۰۱ و ۳ اینچ
منبع نور	طول موج: ۴۰۰-۳۶۵ نانومتر توان: UV-100 ابعاد بیم: ۴ اینچ
Minimum Feature size	۲ میکرومتر
مکانیزم نگهداری ماسک/نمونه	خودکار
ابعاد نگهدارنده نمونه	۲۰۱ و ۴ اینچ
فرایند لیتوگرافی	نیمه خودکار



شکل ۲- نانوکاغذهای تولیدی شرکت NanoPaper, LLC [۱۹]

می‌کند. این کار با کاهش هزینه، کاهش مصرف درختان (آسیب کمتر به محیط زیست) و افزایش پایداری در فرایند کاغذسازی استفاده همراه است. در تهیه این نوع کاغذها از الیاف باقی مانده و یا از مواد بازیافتی استفاده می‌شود [۱۹].

شرکت Suhou BYBK Materials Technology:

شرکت Suhou BYBK یک شرکت چینی در زمینه تولید محصولات پلاستیکی ضد میکروبی و لیوان‌های کاغذی ضدبakterی است. این شرکت با استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم به تولید پلاستیک‌های ضدبakterی جهت بسته‌بندی مواد غذایی و لیوان‌های کاغذی ضد میکروبی می‌پردازد [۲۰].

شرکت Danaflex nano

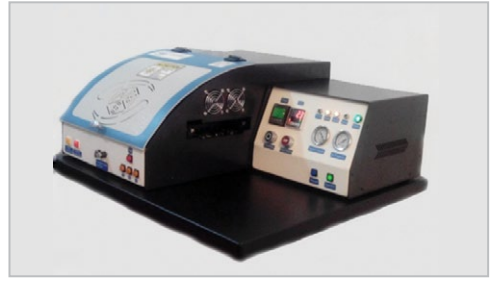
■ روکش‌های بسته‌بندی

شرکت روسی Danaflex nano به تولید پلاستیک‌ها و کاغذهای نانویی جهت نگهداری و بسته‌بندی مواد غذایی و محصولات دارویی به صورت عمده می‌پردازد. این نوع بسته‌بندی‌ها به صورت کامپوزیتی با پایه کاغذ و یک لایه پلیمر تشکیل شده است. این نوع روکش مانع خراشیدگی و بسته به نوع مواد در ضخامت‌های مختلف تولید می‌شود همچنین در برابر رطوبت و دما نسبت به کاغذهای معمولی مقاوم‌تر است [۲۲].

■ لایه نازک پلی اتیلن مورد استفاده در روکش‌ها و چاپ



شکل ۳- لیوان‌های کاغذی تولیدی شرکت Suhou BYBK [۲۰]



شکل ۱- دستگاه لیتوگرافی رومیزی ساخت شرکت توسعه فناوری ریزمقیاس آژینه

فناوری نانو ساخت ایران موجود است.

دستگاه لیتوگرافی رومیزی شرکت ریزمقیاس دستگاهی مبتنی بر روش لیتوگرافی نوری است که ابزاری کارآمد برای انتقال طرح و الگوهای پیچیده از ماسک به نمونه با دقت بسیار بالاست. لیتوگرافی نوری در واقع تعمیم یافته عکاسی است و در صنایع چاپ استفاده می‌شود. این سیستم قابلیت ایجاد الگوهای نانویی و ساختارهای نانو با کیفیت و دقت ابعادی مناسب را دارد. البته در این سیستم برای تولید ساختارهایی با ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر نیاز به ارتقای فناوری بوده که بسیار پرهزینه و دشوار است [۱۶].

شرکت‌های خارجی

شرکت Degussa AG:

شرکت Degussa AG به عنوان یک مرکز تحقیقاتی «نانوترونیک در بیزنس یا کسب و کار» معرفی می‌شود. پروفیسور Utz-Hellmuth Felcht هیئت مدیره این شرکت در سال ۲۰۰۵ شرکت Degussa AG را افتتاح کرد. این شرکت با بسیاری از شرکت‌های نوآورانه صنعت چاپی که در آن‌ها نانومواد نقش مهمی دارد، همکاری می‌کند. این شرکت با استفاده از فناوری نانو، ذرات خود را به منظور توسعه محدوده‌ای از رنگ دانه‌های کوچک توسعه داده است تا پایداری رنگ را بر روی سطوح را با این ذرات افزایش دهد [۱۷].

شرکت NanoPaper, LLC:

Nano paper, LLC یک شرکت تخصصی بوده که به تولید پیشرفته کاغذ می‌پردازد. یکی از کاربردهای کاغذهای تولید شده در این شرکت، در صنعت بسته‌بندی است. این شرکت با اعمال فرایندهای شیمیایی پیشرفته در پلیمرها و میکروذرات، از آن‌ها برای بهبود بهره‌وری محصولات جدید خود استفاده



شکل ۶- نانوچاپگر دیجیتالی ساخت شرکت Landa nanography [۲۳]

گفته لاند، نانوچاپگرهای دیجیتالی قادر به تولید تصاویر دیجیتالی با هزینه کم و در هر صفحه چاپ شده تا ۸ رنگ با سرعت بالای ۱,۱۰۰ برگ در ساعت و رزولوشن ۶۰۰ یا ۱۲۰۰ dpi است [۲۳].

خلاصه

با توجه به اهمیت روزافزون مسائل بهداشتی و کنترل کیفی مطلوب محصولات نهایی پس از بسته‌بندی، استفاده از یک فناوری نوین که بتواند مشکلات مربوط به صنعت بسته‌بندی مواد غذایی را کم کند، ضروری است. امروزه با پیشرفت فناوری نانو می‌توان با به‌کارگیری نانوذرات ماندگاری و ارزش غذایی مواد غذایی را افزایش داد. همچنین فناوری نانو در تولید نسل جدید جوهرها و فرایندهای چاپ، نقش بسزایی داشته است که منجر به چسبندگی و کیفیت بالاتر و قدرت تفکیک بهتر در صنعت چاپ شده است؛ بنابراین فناوری نانو در زمینه صنایع چاپ و بسته‌بندی در مقیاس صنعتی به‌صورت مفید و کارآمد مورد استفاده قرار می‌گیرد اما چالش‌های متعددی در سطح جهانی برای آن وجود دارد. بزرگ‌ترین نگرانی، تأثیر آن بر سلامت و ایمنی است. یکی دیگر از چالش‌های این صنعت هزینه‌های مرتبط با توسعه فناوری نانو در صنعت است، اما همچنان استفاده از نانوذرات در صنایع چاپ و بسته‌بندی مواد غذایی را می‌توان راه‌گشای این صنعت دانست.



برای دریافت گزارش
صنعتی بارکد روبه‌رو را
اسکن کنید.



شکل ۴- روکش‌های بسته‌بندی تولیدی شرکت Danaflex nano [۲۲]

از دیگر تولیدات شرکت Danaflex nano روکش‌های نازک پلی‌اتیلن است. این نوع روکش‌ها تهیه شده از پلی‌اتیلن $(C_2H_4)_n$ و نانولایه‌ها جهت بسته‌بندی مواد غذایی خانگی و مواد شیمیایی خانگی، بسته‌بندی غذای حیوانات خانگی، خاک و کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله ویژگی‌های این روکش‌ها، مقاوم در برابر یخ‌زدگی، عملکرد فیزیکی و مکانیکی مطلوب (زیبا، فعالیت سطحی بهینه، پذیرش بالای چسب، قدرت جوش بالا و ضدضربه است). بسته‌بندی‌های ۳، ۵ و ۹ لایه DAFILM PE از پلی‌اتیلن با چگالی کم (LDPE) در رنگ‌های سفید، شفاف و آبی روشن تولید می‌شوند. البته رنگ‌های دیگر قابل سفارش است [۲۲].

شرکت Landa nanography^{۱۲}:

فرایند چاپ دیجیتالی جدید مبتنی بر فناوری نانو توسط شرکت لاند در سال ۲۰۱۲ معرفی شد. لاند در فرایند چاپ از ذرات رنگ‌دانه‌ای کوچک که در حدود ده نانومتر است، استفاده می‌کند و تقریباً برای هر ماده می‌تواند چاپ شود. از نوآوری‌های دیگر این شرکت می‌توان به نانوچاپگر دیجیتالی اشاره کرد. فرایند نانوچاپگر ترکیبی از چندمنظوره دیجیتال با سرعت و کیفیت و دارای چاپ افست است. هر دوی این نوع چاپگرها با محیط زیست سازگار و به صرفه در مصرف انرژی است. طبق



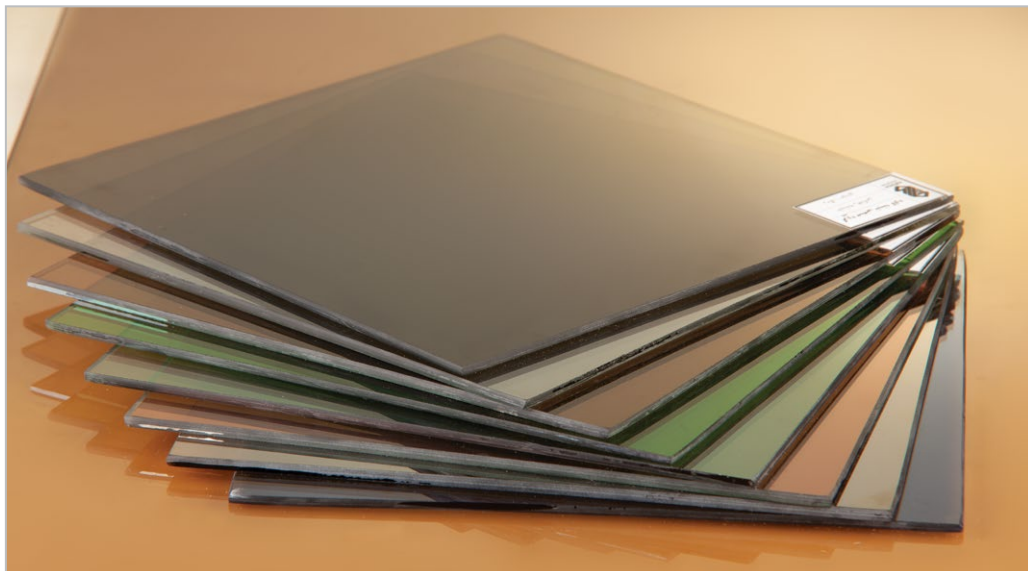
شکل ۵- روکش‌های مورد استفاده در تولید لایه‌های نازک پلی‌اتیلن [۲۲]

پی‌نوشت‌ها

- | | |
|---------------------|---|
| ۱- Photolithography | ۷- www.azhineh.ir |
| ۲- Kraft paper | ۸- corporate.evonik.com |
| ۳- Jet ink | ۹- soanelabs.com |
| ۴- Gravure | ۱۰- bybktech.com |
| ۵- Electrochromic | ۱۱- danaflexnano.ru |
| ۶- Photochromic | ۱۲- landanano.com |

منابع

- ۱- Oksana Gumeniuk, Valentyn Sherstyuk, "Nanotechnologies in Printing and Packaging." science and technology
- ۲- Kosar J. Light-Sensitive Systems. John Wiley and Sons, Inc., N.Y. - L.-S, 1965.
- ۳- کتاب ماه تاریخ و جغرافیا، دکتر سیدابوالفضل رضوی، ۱۳۸۷، صفحه ۲۶-۲۲
- ۴- ماهنامه بررسی‌های بازرگانی، ویژه‌نامه بسته‌بندی، ناشر مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، ۱۳۷۵، ش ۱۱۱، ص ۳۶
- ۵- ماهنامه چاپ و بسته‌بندی، تاریخچه بسته‌بندی، ۱۳۷۲، ش ۳۰، ص ۶
- ۶- Schmid, Heinz, et al. "Preparation of metallic films on elastomeric stamps and their application for contact processing and contact printing." *Advanced Functional Materials* 13.2 (2003): 145-153.
- ۷- Griffiths, John. "Electronic sock sorting and mating system." U.S. Patent Application No. 10/598,165.
- ۸- Chang, Qibing, et al. "Application of ceramic microfiltration membrane modified by nano-TiO₂ coating in separation of a stable oil-in-water emulsion." *Journal of Membrane Science* 456 (2014): 128-133.
- ۹- Campbell, Thomas A., and Olga S. Ivanova. "3D printing of multifunctional nanocomposites." *Nano Today* 8.2 (2013): 119-120.
- ۱۰- Rolland J.P., Maynor B.W., Euliss L.E., Exner A. E., Denison G.M., DeSi- mone J.M. Direct Fabrication and Harvesting of Monodisperse, Shape- Specific Nanobiomaterials. *J.Am.Chem.Soc.*, 2005, 127, No. 28, p.p. 10096-10100.
- ۱۱- S.V.Sreenivasan, C.Grant Willson, D.J.Resnick. Nanotechnology small print. *Mecganical Engineering*, 2004. (www.memagazine.org).
- ۱۲- Bill Faulkner, *Nano Materials in Printed Electronics*, 2006. (www.tms.org/Meetings/nano06).
- ۱۳- Shestopalov A.A., Clark R.L., Toon E.J. Inkless Microcontact Printing on Self-Assembled Monolayers of Fmoc-Protected Amino thiols. *J.Am.Chem.Soc.*, 2007, 129, No. 45, p.p. 13818- 13819.
- ۱۴- Kirdar, Seval Sevgi. "Current and future applications of nanotechnology in the food industry." Conference paper, ISITES2015, Valencia-Spain. 2015.
- ۱۵- www.nano.ir
- ۱۶- www.azhineh.ir
- ۱۷- www.corporate.evonik.com
- ۱۸- www.product.statnano.com
- ۱۹- www.soanelabs.com
- ۲۰- www.bybktech.com
- ۲۱- www.toppa.co
- ۲۲- danaflexnano.ru
- ۲۳- www.landanano.com

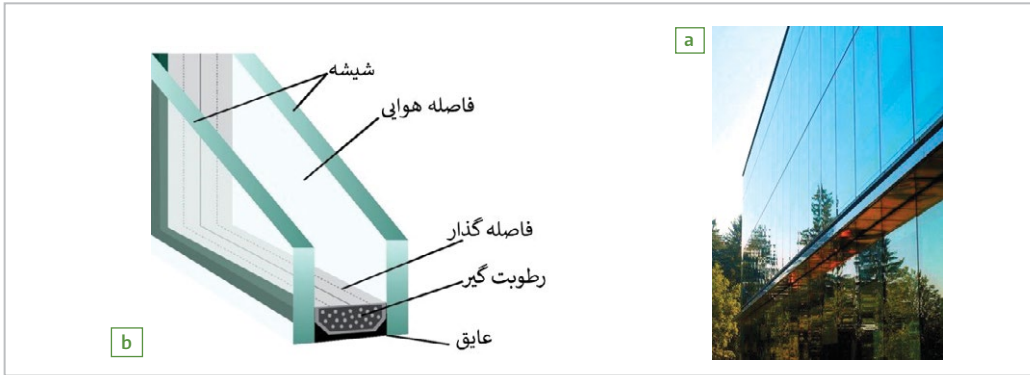


مزایای اقتصادی استفاده از فناوری نانو شیشه‌های نانو ساختار کم‌گسیل (Low-E)

تهیه‌کنندگان | سروش صحرائیان، محمد حسن قناعتیان

کاربردهای فناوری نانو در صنایع ساخت و ساز، روز به روز در حال گسترش است. یکی از کاربردهای صنعتی این فناوری در ساخت شیشه‌های نانو ساختمانی است که در ایران نیز تولید می‌شود. به طور کلی پنجره‌ها بخش قابل توجهی از ساختمان‌های مسکونی را تشکیل می‌دهند و بیشترین سطح پنجره شامل شیشه آن است؛ بنابراین مقدار زیادی از انتقال انرژی علاوه بر انتقال صدا و حرارت از طریق شیشه انجام می‌شود. ضریب انتقال حرارتی بالای شیشه باعث مصرف زیاد انرژی می‌شود زیرا در اثر تبادل حرارت بین دو سمت شیشه، دمای داخل ساختمان تغییر یافته و برای حفظ دما در حد آسایش، نیاز به مصرف زیاد انرژی خواهد بود. پنجره‌ها در یک منزل مسکونی مسئول اتلاف ۲۶ درصد تا ۴۸ درصد انرژی حرارتی هستند. همچنین امواج فرابنفش نور که از شیشه عبور می‌کند باعث بیماری‌های پوستی و رنگ‌رفتگی وسایل داخل ساختمان می‌شود. امروزه با پیشرفت فناوری انواع زیادی از شیشه‌ها در بازار موجود است که تمام آن‌ها با اضافه کردن خصوصیات مختلف به شیشه تک‌جداره معمولی ساخته می‌شوند. در این راستا علاوه بر شیشه‌های تک‌جداره انواع دیگر شیشه مانند شیشه‌های دوجداره، رفلکس، کم‌گسیل و... وجود دارند [۱].

تبدیل شیشه معمولی به شیشه رفلکس برای کاهش دید ساختمان‌های بلند و آپارتمانی صورت می‌گیرد. علاوه بر این برای زیباتر نشان دادن نمای بیرونی و بهره بردن از مزایای این شیشه در کاهش مصرف انرژی در انواع ساختمان‌ها از شیشه رفلکس استفاده می‌شود. برای تبدیل شیشه معمولی به شیشه رفلکس، یک لایه نازک آلومینیومی به یک طرف شیشه چسبانده می‌شود. نازک بودن این لایه باعث می‌شود تا نور کمی از شیشه عبور کند. شیشه دوجداره در واقع قابی است که از دو یا چند لایه شیشه موازی هم تشکیل شده است. بین دو شیشه فاصله‌ای چند میلی‌متری قرار دارد. این فضای خالی معمولاً با هوای خشک یا گازی بی‌اثر مانند گاز آرگون پر می‌شود. این فضای پر شده از گاز، اجازه همرفت انرژی را نمی‌دهد و شیشه مانند یک عایق بین محیط داخلی و خارجی عمل می‌کند؛ بنابراین استفاده از این شیشه‌ها تأثیر بسزایی در کاهش مصرف انرژی دارد [۲].



شکل ۱- نمایی از (a) شیشه رفلکس و (b) شماتیک شیشه دوجداره

شیشه‌های کم‌گسیل

جدیدترین نسل شیشه‌های نانو ساختار به عنوان شیشه‌های کم‌گسیل ($Low-E^1$) معروف شده‌اند. در این شیشه‌ها از نانو ذراتی مانند نقره به صورت پوشش استفاده می‌شود. قابلیت اصلی این شیشه‌ها توانایی انتخاب طول موج عبوری از شیشه است. در این شیشه نور مرئی به راحتی به داخل انتقال می‌یابد و این موضوع باعث کاهش استفاده از نورهای مصنوعی در ساختمان می‌شود. اصول کار این نوع شیشه‌ها بر مبنای بازتابش طیف خاصی از انرژی است که در روشنایی ساختمان تأثیری ندارد. به توانایی تابش یک ماده، گسیلندگی^۲ می‌گویند. موادی که انعکاس بالایی دارند دارای گسیلندگی کم و مواد مات و تیره (با جذب بالا) گسیلندگی زیادی دارند [۱].

نحوه عملکرد شیشه‌های کم‌گسیل

سه طیف پر شدت نور خورشید شامل امواج فرابنفش، مرئی و فروسرخ است. نور فرابنفش با طول موج کمتر و انرژی بیشتر برای پوست و چشم انسان مضر است و باعث رنگ پریدگی اجسام نیز



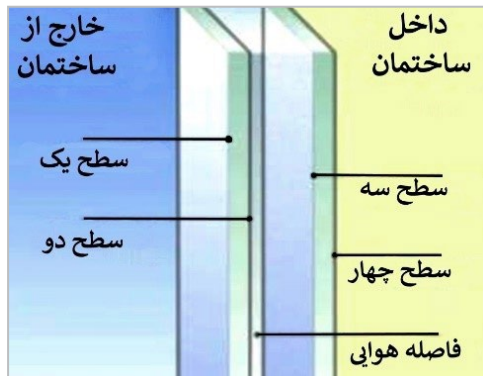
شکل ۲- هرچه سطح شیشه‌ای ساختمان بیشتر باشد استفاده از شیشه‌های نانو ساختار Low-E اهمیت بیشتری پیدا می‌کند

می‌شود. این طیف در طول موج‌های بین ۳۰۰ تا ۳۸۰ نانومتر قرار دارد. نور مرئی که رنگ‌ها را در خود دارد با طول موج بین ۳۸۰ تا ۷۸۰ نانومتر توسط چشم انسان شناسایی می‌شود. نور مادون قرمز با طول موج بیشتر از ۷۸۰ نانومتر باعث انتقال حرارت می‌شود. حرارت از شی با دمای بالاتر به دمای پایین‌تر می‌رود. در صورت امواج مادون قرمز ساطع می‌شود. پوشش کم‌گسیل در شیشه‌های Low-E از عبور بخش زیادی از اشعه و امواج گرمای مادون قرمز از شیشه جلوگیری می‌کند. این کار بدون کاهش در شدت امواج نور مرئی صورت می‌گیرد. زمانی که تابش خورشید به سطح شیشه کم‌گسیل می‌رسد، طیف امواج مرئی از آن عبور کرده و امواج مادون قرمز و فرابنفش بازتاب می‌شوند (شکل ۴) [۱].

انتقال حرارت از درون شیشه به سه صورت تابش، همرفت و رسانش اتفاق می‌افتد. عمده انتقال ضریب گسیل یک سطح بین ۰ و ۱ است. شیشه شفاف بدون پوشش دارای ضریب گسیل تقریباً ۰/۸۴ و یک شیشه با پوشش کم‌گسیل دارای ضریب گسیل پایین تقریباً ۰/۰۲ است. پوشش نانومتری روی سطح شیشه‌های Low-E می‌تواند طیف تابش خورشیدی در طول موج‌های مادون قرمز و بیشتر از آن را منعکس کند. در فصل زمستان که تمایل انتقال حرارت از داخل ساختمان به سمت محیط سرد بیرون است، این شیشه‌ها گرما را به درون منعکس می‌کنند و در فصل تابستان حرارت بیرون از ساختمان نمی‌تواند به داخل راه یابد؛ بنابراین با استفاده از شیشه‌های کم‌گسیل مقدار اتلاف انرژی در زمستان و تابستان کم می‌شود. پوشش شیشه‌های کم‌گسیل مواد با ضریب گسیل کم نظیر نقره هستند [۲].

انواع شیشه‌های کم‌گسیل

شیشه‌های کم‌گسیل به دو نوع پوشش‌های انفعالی و پوشش‌های



شکل ۵- انواع لایه‌ها در شیشه‌های کم‌گسیل

چهارم است.

شکل ۷ محل قرارگیری پوشش کم‌گسیل انفعالی را در پنجره‌های دو و سه جداره نشان می‌دهد. در این حالت سطح پوشش روی قسمت داخلی شیشه (سطح سوم) به سمت داخل ساختمان است. همانند پوشش کم‌گسیل کنترل تابشی، اضافه کردن گاز آرگون یا یک پوشش کم‌گسیل ثانویه روی سطح چهارم، عملکرد این شیشه را بهبود می‌بخشد. همچنین برای شیشه‌های سه جداره، پوشش کم‌گسیل انفعالی بر روی سطح داخلی شیشه هاست. اضافه کردن گاز آرگون یا پوشش سوم کم‌گسیل بر روی سطح ششم تأثیر بسزایی بر عملکرد این شیشه ندارد. البته یکی از حالات پوشش دهی مرسوم، استفاده از سطوح ۲ و ۳ است که در این حالت بیشترین راندمان به دست نمی‌آید [۳].

شاخص‌هایی که برای اندازه‌گیری میزان تأثیر شیشه‌های Low-E وجود دارد شامل:

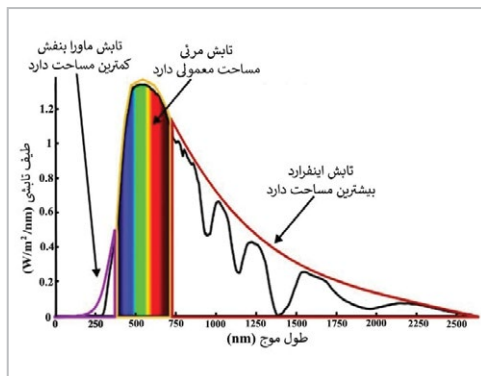
■ ضریب انتقال حرارت (U-Value): مشخص‌کننده میزان عبور گرما از پنجره است.

■ ضریب نور قابل رؤیت VLT^۲: نشان‌دهنده میزان عبور نور مرئی به داخل است.

■ ضریب SHGC^۲: کسری از تابش خورشید که از شیشه عبور می‌کند.

■ ضریب LSG^۳ (VLT / SHGC): با افزایش این شاخص روشنایی داخلی ساختمان بدون بالا رفتن حرارت بیشتر می‌شود [۳].

جدول ۱ نشان‌دهنده شاخصه‌های سه نوع مختلف از شیشه‌های Low-E موجود در بازارهای بین‌المللی است. شیشه‌های کم‌گسیل Low-E نانو ساختار تولید شده به راحتی امکان اجرا روی پروفیل‌های رایج پنجره‌های دوجداره را دارا بوده و نیازی به طراحی پروفیل‌های جدید وجود ندارد.

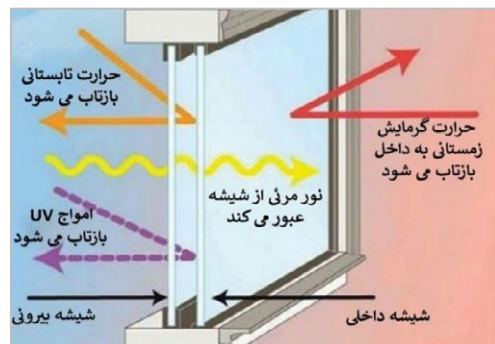


شکل ۳- طیف‌های پرشدت نور خورشید

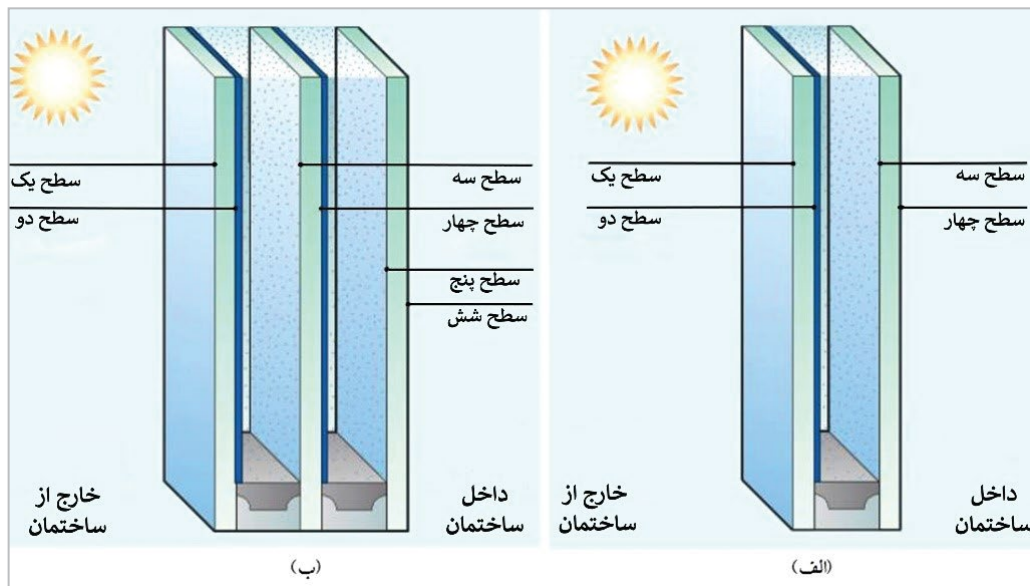
کنترل تابشی تقسیم‌بندی می‌شوند. شیشه‌های کم‌گسیل انفعالی برای مناطق سردسیر مناسب هستند، زیرا بخشی از تابش با طول موج‌های کم را از خود عبور می‌دهند اما پوشش‌های کم‌گسیل کنترل تابشی ضریب گسیل بسیار پایین‌تری دارند و برای مناطق با آب‌وهوای گرم مناسب هستند. ایجاد این دو نوع پوشش در شیشه‌های دوجداره و سه جداره بر روی سطوح مختلفی امکان‌پذیر است.

در شیشه‌های دوجداره ۴ سطح وجود دارد: اولین سطح، لایه بیرونی است که خاصیت کم‌گسیل ندارد. سطح‌های دوم و سوم که داخل پنجره دوجداره بوده و با هوا یا گازهای خنثی جدا شده‌اند و چهارمین سطح داخل قرار دارد [۳-۴].

شکل ۶ محل قرارگیری پوشش کنترل تابشی را در دو نوع دوجداره و سه جداره نشان می‌دهد. در قسمت الف پوشش روی قسمت داخلی شیشه (سطح دوم) است. اضافه کردن گاز آرگون یا یک لایه دوم پوشش کم‌گسیل بر روی سطح چهارم موجب بهبود عملکرد شیشه می‌شود. در شیشه سه جداره پوشش بر روی سطوح دوم و



شکل ۴- رفتار نور در برخورد با شیشه کم‌گسیل



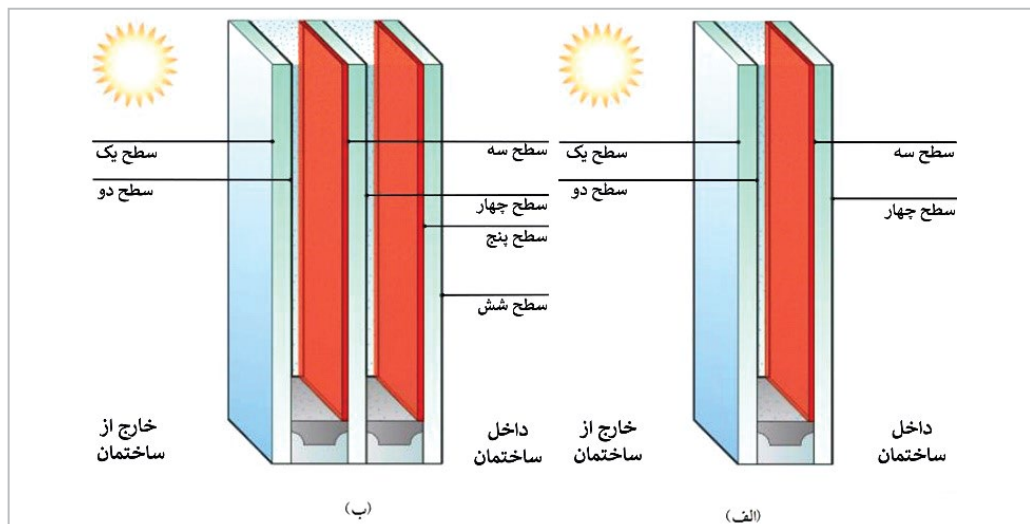
شکل ۶- محل قرارگیری پوشش کم‌گسیل کنترل تابشی برای شیشه (الف) دوجداره و (ب) سه‌جداره

و فواید اقتصادی استفاده از شیشه‌های نانو ساختار Low-E را تجزیه و تحلیل کرد. مبانی و مفروضات این تحلیل به صورت زیر است:

۱- در محاسبات صورت گرفته فقط یک حالت ساده که شامل خروج هوای گرم ساختمان از طریق پنجره‌هاست در نظر گرفته

مقایسه شیشه‌های کم‌گسیل و معمولی

برای مقایسه کاربرد شیشه‌های نانو ساختار Low-E با شیشه‌های معمولی می‌توان شرایط کاری در حالت دوجداره بودن برای هر دو نوع شیشه نانو ساختار و غیر نانو ساختار را (برای یک ساختمان پنج طبقه با ۲۰ مترمربع مساحت پنجره) بررسی کرد



شکل ۷- محل قرارگیری پوشش کم‌گسیل انفعالی برای شیشه‌های (الف) دوجداره، (ب) سه‌جداره [۳].

شده است.

۲- فرض می‌شود که در یک سال ۲۰۰۰ ساعت تفاوت دمای بیرون و داخل ساختمانی پنج طبقه با ۲۰ مترمربع پنجره به ۱۵ درجه سانتی‌گراد برسد که از این مقدار ۱۰۰۰ ساعت در فصل گرم سال و ۱۰۰۰ ساعت در فصل سرد است.

۳- ضریب انتقال حرارت برحسب W/m^2K برای شیشه غیرنانوساختار ۳٫۲ و برای شیشه نانو ساختار Low-E برابر ۱٫۱ در نظر گرفته شده است.

۴- مقدار شار حرارتی در سطح شیشه در واحد زمان بر حسب W/m^2 برای شیشه غیرنانوساختار ۴۸۰۰۰ و برای شیشه نانو ساختار Low-E برابر ۱۶۰۵۰ در نظر گرفته شده است.

۵- مقدار انرژی خارج شده از شیشه‌ها در هر ساعت بر حسب KJ/h برای شیشه غیرنانوساختار برابر ۱۷۲۰۸۰ و برای شیشه نانو ساختار Low-E، ۵۹۰۴۰ در نظر گرفته شده است.

۶- قیمت هر مترمربع شیشه دوجداره ساده ۲۵۰ هزار تومان و هر مترمربع شیشه دوجداره نانو ساختار Low-E ۴۰۰ هزار تومان در نظر گرفته شده است.

در جدول ۲ محاسبه پارامتر درصد حجمی بهینه شده با استفاده از رابطه ۱ امکان پذیر است.

$$P_i = \frac{(\Sigma C_w - \Sigma C_n)}{\Sigma C_i} \times 100 \quad \text{رابطه ۱:}$$

که در آن P_i درصد حجمی بهینه شده، C_w هزینه مورد بررسی بدون فناوری نانو، C_n هزینه مورد بررسی با استفاده از فناوری نانو و C_i کل هزینه‌ها بدون استفاده از فناوری نانو است. مثلاً در بررسی درصد حجمی مصرف انرژی خواهیم داشت:

$$P_i = \frac{(7,688,000 + 9,825,000) - (1,986,000 + 3,377,500)}{(7,688,000 + 9,825,000)} = 69.54\%$$

طبق جدول ۲ می‌توان دریافت که هزینه صرفه جویی شده در

صورت استفاده از شیشه‌های نانو ساختار Low-E در ده سال قابل ملاحظه بوده و می‌توان نتیجه گرفت استفاده از شیشه‌های نانو ساختار Low-E دارای توجیه اقتصادی است. البته با توجه به قیمت بالای شیشه نانوئی نسبت به غیرنانوئی (غیرنانوئی هر متر ۲۵۰ هزار تومان و نانوئی هر متر ۴۰۰ هزار تومان) در یک ساختمان در ابتدای امر هزینه بیشتری انجام می‌شود اما طبق جدول ۲ میزان مصرف انرژی در یک سال به میزان ۶۹ درصد کاهش داشته که این میزان برای ۱۰۰۰ ساعت سالیانه برابر:

$$= (\text{هزینه‌های انرژی سالانه شیشه نانو ساختار}) - (\text{هزینه‌های انرژی شیشه غیرنانوئی})$$

$$= 1,214,950 - (198,600 + 337,500) = 768,800 + 982,500$$

از آنجایی که اختلاف قیمت شیشه‌های نانوئی و غیرنانوئی برای هر مترمربع برابر $3 = 5 - 8$ میلیون تومان است می‌توان نتیجه گرفت دوره بازگشت سرمایه برابر ۲٫۵ = $\frac{3,000,000}{1,214,950}$ است که اگر نرخ تنزیل ارزش پول را ۲۵ درصد در نظر بگیریم می‌توان گفت دوره بازگشت سرمایه ۴٫۵ سال است؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت بعد از ۵ سال استفاده از شیشه‌های نانو ساختار به سوددهی رسیده باشد و بعد از ۱۰ سال میزان این سود به مقدار قابل توجهی می‌رسد. طبق جدول ۲ درصد حجمی بهینه شده برای خرید شیشه برابر ۳۷٫۵ درصد است که در صورتی که فروشندگان شیشه‌های نانو ساختار با قیمت کمتری نسبت به شیشه‌های ساده در بازار به فروش برسانند توجیه اقتصادی آن بسیار بیشتر هم خواهد شد. ضمناً در انجام محاسبات فوق موارد جانبی نظیر افزایش احتمالی قیمت سوخت مصرفی و افزایش تفاوت دمایی بین دو سطح شیشه Low-E (بیشتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد) نیز می‌تواند اتفاق بیفتد که این امر باعث توجیه اقتصادی هرچه بیشتر استفاده از شیشه‌های نانو ساختار Low-E می‌شود. این توجیه اقتصادی در سال‌های بعد از ۱۰ نیز روند روبه رشد دارد. استفاده از این شیشه‌ها در تمامی ساختمان‌های مسکونی،

جدول ۱- مقایسه بین شیشه‌های کم‌گسیل بر اساس شاخص‌های تعریف شده [۳]

نام تجاری	U-Value	VLT	SHGC	LSG
Pyrolytic	۰٫۳۳-۰٫۳۷	%۵۴-٪۷۴	۰٫۴۵-۰٫۶۶	۱٫۰۹-۱٫۲۵
Double-Silver MSVD (HighVLT/Low Reflectance)	۰٫۲۹-۰٫۲۹	%۵۳-٪۷۰	۰٫۲۸-۰٫۳۹	۱٫۷۶-۱٫۹۸
Triple-Silver MSVD (HighVLT/Low Reflectance)	۰٫۲۸-۰٫۲۹	%۶۱	۰٫۲۷-۰٫۳۰	۲٫۱۷-۲٫۳۷

جدول ۲- بررسی هزینه فایده استفاده از شیشه‌های دوجداره ساده و شیشه‌های نانو ساختار Low-E

هزینه ۱۰ سال مصرف انرژی		مقدار	قیمت واحد (تومان)	قیمت کل (تومان)	جمع هزینه کرد (تومان)	درصد حجمی بهینه شده	
استفاده از شیشه دوجداره ساده	هزینه شیشه دوجداره	۲۰ مترمربع	۲۵۰,۰۰۰	۵,۰۰۰,۰۰۰	۲۲,۵۱۳,۰۰۰	خرید شیشه	مصرف انرژی
	مصرف سالیانه ۱۰۰۰ ساعت انرژی فصل سرد	۱۰ سال	۷۶۸,۸۰۰	۷,۶۸۸,۰۰۰			
	مصرف انرژی سالیانه ۱۰۰۰ ساعت خنک کردن در فصل گرم سال	۱۰ سال	۹۸۲,۵۰۰	۹,۸۲۵,۰۰۰			
استفاده از شیشه دوجداره Low-E	هزینه شیشه دوجداره	۲۰ مترمربع	۴۰۰,۰۰۰	۸,۰۰۰,۰۰۰	۱۳,۳۶۳,۵۰۰	۳۷٪/۵۰٪	۶۹٪
	مصرف سالیانه ۱۰۰۰ ساعت انرژی فصل سرد	۱۰ سال	۱۹۸,۶۰۰	۱,۹۸۶,۰۰۰			
	مصرف انرژی سالیانه ۱۰۰۰ ساعت خنک کردن در فصل گرم سال	۱۰ سال	۳۳۷,۷۵۰	۳,۳۷۷,۵۰۰			
اختلاف قیمت							
						۹,۱۴۹,۵۰۰	۴۰,۶۴٪

شرکت‌های ایرانی فعال در زمینه شیشه‌های کم‌گسیل

شرکت‌های شیشه کاوه فلوت، آسافلوت و فلوت کاویان در این زمینه فعالیت می‌کنند.

وبسایت: www.kavehglass.com

تلفن: ۰۲۱۲۹۱۰۰ - ۰۲۱۲۹۴۹۰



برای دریافت گزارش صنعتی بارکد روبه‌رو را اسکن کنید.

تجاری، سوله‌های صنعتی، هتل‌ها، بیمارستان‌ها، فرودگاه‌ها و تمامی سازه‌هایی که دارای سطح وسیعی از شیشه هستند و همچنین کاربردهای خودرویی توصیه می‌شود. هر قدر مساحت شیشه‌های سازه بیشتر شود توجیه اقتصادی شیشه‌های نانو ساختار Low-E بیشتر می‌شود.

در صورتی که اختلاف قیمت در صورت استفاده از فناوری نانو را (۹,۱۴۹,۵۰۰) بخش بر هزینه سالانه فرضی کنیم (۳۳۷,۷۵۰ + ۱۹۸,۶۰۰) به این نتیجه می‌رسیم که در صورت استفاده از فناوری نانو هزینه مصرف انرژی ۱۷ سال در یک ساختمان صرفه جویی می‌شود. ضمناً با نانو بی کردن شیشه‌های ۱۰۰۰ ساختمان یک شهر می‌توان بدون صرف هزینه‌ای، مساحتی به اندازه ۴,۵ زمین فوتبال را با شیشه‌های دوجداره نانو ساختار Low-E پوشاند.

پی‌نوشت‌ها

۱- Low Emissivity

۳- Visible Light Transmittance

۵- Light Solar Gain

۲- Emissivity

۴- Solar Heat Gain Coefficient

منابع

1- J. Finely* Heat treatment and bending of low-E glass* Thin Solid Films, Volume 351, Issues 1-2, 30 August 1999, Pages 264-273.

2- <https://paper.nano.ir/1/4885>.

3- <https://nanoeducation.ir/article-detail/%D8%B4%DB%8C%D8%B4%D9%87/aEN-1ZGREK0E1UWdTzkQ4MG5DY2RSdz09/>

تبدیل کولر گازی معمولی به دستگاه تصفیه هوا



ترکیبات آلی فرار (VOC) و گازهای مضر است. این محصول کولر گازی معمولی را به دستگاه تصفیه هوا تبدیل می‌کند. این فیلتر هوا که به تازگی راه‌اندازی شده دارای لایه‌ای از غشای گرافن است که با استفاده از فناوری نانو گرافن-نقره با از بین بردن ویروس‌ها همراه با فیلتراسیون برخی گازهای مضر، از افراد در برابر ویروس‌ها محافظت می‌کند. فیلترهای گرافن رشد میکروارگانیسم‌ها از جمله قارچ را کاهش می‌دهند. این فیلتر ذرات PM 2.5 به بالا را با کارایی بیش از ۹۹ درصد از هوا خارج می‌کند.

www.indianweb2.com

منبع

یک استارت‌آپ نانویی در هند، فیلترهایی برای کولرهای گازی ساخته که می‌تواند ذرات ویروس و گازهای خطرناک موجود در هوا را تصفیه کند. این فیلترها با کمک فناوری نانو طراحی و ساخته شده است.

استارت‌آپ نانومتریکس متریالز (Nanomatrix Materials) از فیلترهای AC مبتنی بر گرافن برای محافظت در برابر ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در هوا رونمایی می‌کند. این فیلترهای AC که گواهی ASTM را نیز دریافت کرده است، می‌تواند ۹۹ درصد ویروس‌ها و باکتری‌های موجود در هوا را از بین ببرد و حتی می‌تواند شما را از شیوع قارچ سیاه محافظت کند.

این استارت‌آپ هندی که گرافن تولید می‌کند و آن را در کاربردهای هوشمند ادغام می‌کند، اخیراً طیف جدیدی از فیلترهای AC را برای تهویه مطبوع با استفاده از فناوری نانو گرافن/نقره معرفی کرده است که تصفیه هوای اتاق از جمله ضد عفونی کردن ۹۹ درصد میکروب‌های موجود در هوا همراه با فیلتراسیون ذرات گردوغبار را انجام می‌دهد. این فیلتر همچنین قادر به کاهش

توافق‌نامه‌ای برای تسریع ورود نانو جوهرهای رسانا به صنعت

صدور مجوزهای مربوطه طی ماه‌های آینده توافق خواهند کرد. جوهرهای نانو ذرات شرکت ادونسد متریال دولوپمنت می‌توانند به طور ایمن به لایه‌های مختلف متصل شوند و به آن‌ها امکان کشش و خم شدن را دهند در حالی که مقاومت مکانیکی و الکتریکی را در محیط‌های سخت حفظ می‌کنند. جان لی، مدیر ارشد اجرایی ادونسد متریال دولوپمنت می‌گوید: «این پیشرفتی مهم برای AMD است و ما خوشحالیم که با فرست گرافن همکاری خواهیم کرد. ادونسد متریال دولوپمنت همچنان به توسعه راه‌حل‌های مختلف ادامه می‌دهد. ما شریک ایدئال خود را پیدا کرده‌ایم و من خوشحالم که با تیم‌های آن‌ها در منچستر و استرالیا کار می‌کنیم.» مایکل بل، مدیرعامل شرکت فرست گرافن، می‌گوید: «ویژگی‌های منحصر به فرد PureGRAPH به شما کمک می‌کند تا نمونه کارهایی از جوهرها و پوشش‌های گرافن با عملکرد بالا ارائه دهید.»

www.proactiveinvestors.com

منبع

دو شرکت فعال در حوزه نانومواد با امضای توافق‌نامه همکاری، به دنبال استفاده از جوهرهای رسانا برای استفاده در صنایع مختلف نظیر الکترونیک هستند.

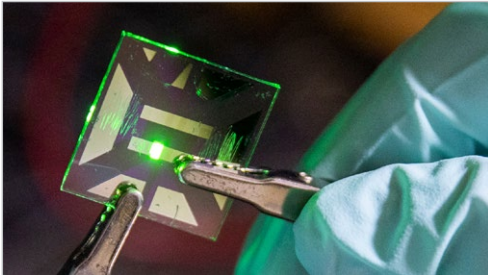
شرکت ادونسد متریال دولوپمنت (Advanced Material Development) و فرست گرافن (First Graphene) برای توسعه فناوری جوهرهای رسانا توافق‌نامه همکاری امضا کردند.

ادونسد متریال دولوپمنت در حال حاضر چندین رهیافت منحصربه‌فرد مبتنی بر فناوری نانو را توسعه داده است که از آن جمله می‌توان به RFID پایدار و حسگرهای قابل انعطاف / قابل کشش با استفاده از جوهرهای رسانا اشاره کرد.

بر اساس تفاهم‌نامه (MoU)، ادونسد متریال دولوپمنت در زمینه طراحی و توسعه نانومواد عملکردی و مونتاژ سلسله مراتبی مواد تخصص خود را به اشتراک گذاشته، در حالی که شرکت فرست گرافن توانایی تولید و عرضه نانوپلاکت‌های گرافن خود را با نام تجاری PureGraph وارد این پروژه می‌کند.

این دو شرکت برای امضای توافق‌نامه اصلی (MSA) و در مورد

OLED نانویی، ۲۰ درصد نور بیشتر و مصرف انرژی کمتر



عملکرد صحیح، الکتروود شفاف است که بین ماده ساطع کننده نور و شیشه قرار دارد که معمولاً از اکسید قلع ایندیم (ITO) ساخته شده است.

تیم تحقیقاتی گائو با تعویض ITO با یک لایه نقره به ضخامت فقط پنج نانومتر که روی یک لایه مس قرار گرفته است، عملکرد الکتروود را حفظ کرده و در عین حال مشکل هدایت موج در لایه های OLED را برطرف کردند.

www.phys.org

منبع

با حمایت مالی شرکت زنیت نانو تکنولوژی (Zenithnano Technology) و استفاده از فناوری نانو، OLED به گونه ای بهبود پیدا کرده است که هم نور بیشتری ایجاد و هم انرژی کمتری مصرف کند.

الکتروود جدیدی که می تواند ۲۰ درصد نور بیشتری از دیودهای ساطع کننده نور آلی آزاد کند، در دانشگاه میشیگان تولید شده است. این یافته محققان می تواند به افزایش عمر باتری تلفن های هوشمند و لپ تاپ ها کمک و با تلویزیون های نسل بعدی و نمایشگرها را بسیار کارآمدتر کند.

این روش از به دام افتادن نور در قسمت ساطع کننده نور OLED جلوگیری می کند و به OLED ها امکان می دهد در حالی که از انرژی کمتری استفاده می کنند، روشنایی را در سطح بالایی حفظ کنند. علاوه بر این، این الکتروود به راحتی در فرایندهای موجود برای ساخت نمایشگرهای OLED و وسایل روشنایی قابل استفاده است.

بخش قابل توجهی از نور از دست رفته به سادگی بین دو الکتروود در دو طرف ساطع کننده نور گیر می افتد. یکی از بزرگ ترین موانع

ارتقای عملکرد باتری ها با نانو و میکروذرات سیلیس

ذرات سیلیسیم در مقایسه با نانوذرات این ماده ۸ تا ۱۰ برابر ارزان تر هستند.

با وجود حفظ ظرفیت ویژه بیش از ۱۰ برابر بیشتر از گرافیت، مواد سیلیسیم به دلیل انبساط حجم زیاد و پودر شدن ذرات پس از چند بار شارژ/دشارژ، به راحتی ظرفیت نگهداری و ذخیره انرژی خود را از دست می دهند. اما نانوذرات سیلیسیم می تواند این زوال را به حداقل برساند و تا حدی این مشکل چرخه عمر کوتاه را حل کند، اما هزینه گران قیمت نانوذرات سیلیسیم به عنوان یک گلوگاه اصلی و مشکل سازنده باتری ها و شرکت های خودروی الکتریکی (EV) محسوب می شود.

میکروذرات سیلیسیم در مقایسه با نانوذرات این ماده بسیار مقرون به صرفه هستند، اما مسائل مربوط به عملکرد موجب شده تا یک مانع بزرگ در مسیر استفاده گسترده از این مواد وجود داشته باشد.

www.resourceworld.com

منبع

شرکت نئوباتری متریالز که پیش از این نشان داده بود نانوذرات سیلیسیم می تواند عملکرد باتری ها را ارتقا دهد، به تازگی با میکروذرات نیز به نتیجه مشابهی رسیده است.

شرکت نئوباتری متریالز (NEO Battery Materials) اعلام کرد که در آخرین آزمایش خود موفق شده است تا اثربخشی ذرات سیلیسیم با درجه متالورژی به اندازه ۲/۹ میکرون، را روی امکان شارژ/تخلیه باتری ها آزمایش کند و با این کار امکان شارژ ۶ دقیقه ای را بدون از دست دادن ظرفیت در سلول را فراهم می کند. به دنبال ادغام موفقیت آمیز قبلی فناوری نانو پوشش سیلیسیم نئوباتری متریالز که در آن از نانوذرات سیلیسیم از ۵۰ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر استفاده شده بود، دکتر جی اچ پارک، مدیر و مشاور ارشد علمی نئوباتری متریالز، اعلام کرده است اثربخشی عملکرد بالا با ذرات سیلیسیم در اندازه میکرون (میکرومتر) یک گام اساسی برای نئوباتری متریالز است. دلیل این امر، کاهش قابل توجه هزینه و انعطاف پذیری استفاده از فناوری نئوباتری متریالز بر اندازه های مختلف ذرات سیلیسیم است. به طور متوسط میکرو

اثربخشی بالای ۹۰ درصد یک واکسن ضدکرونا نانووی

سایت در آمریکا و شش سایت در مکزیک ثبت نام کردند. به برخی از شرکت کنندگان دارونما داده شد و به برخی دیگر دو دوز واکسن نوواواکس با فاصله ۲۱ روز تزریق شد.

این شرکت در بیانیه خود گفته است که این واکسن به خوبی تحمل می شود و عوارض جانبی شایع شامل درد در محل تزریق، کمتر از سه روز و خستگی، سردرد و درد عضلانی کمتر از دو روز را نیز در پی دارد. این شرکت خاطرنشان کرد که همه این موارد در افراد مورد آزمایش خفیف است.

بیشتر موارد در افراد «پرخطر»، مانند افراد بالاتر از ۶۵ سال، با بیماری های خاص یا قرار گرفتن در معرض مکرر کووید ۱۹ بود. این شرکت اعلام کرد که اثربخشی واکسن در جمعیت های «پرخطر» ۹۱ درصد است.

www.abcll.com

منبع

شرکت نوواواکس که واکسن حاوی نانوذرات برای مقابله با ویروس کرونا تولید کرده است، از اثربخشی ۹۰٫۴ درصدی این واکسن در فاز سوم کارآزمایی بالینی خبر داد.

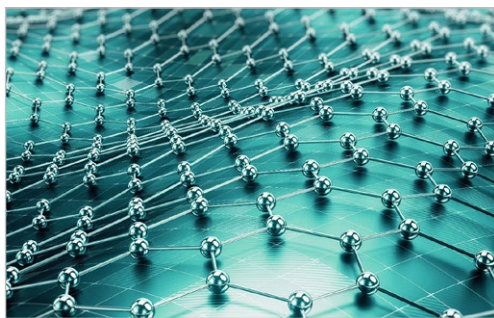
شرکت نوواواکس (Novavax) می گوید نتایج آزمایش فاز سوم کارآزمایی بالینی روی نانواواکسن ضدکرونا این شرکت در آمریکا و مکزیک، اثربخشی ۹۰٫۴ درصد را نشان می دهد.

گریگوری گلن، رئیس تحقیق و توسعه نوواواکس می گوید که نتایج این آزمایش با کارایی و مشخصات ایمنی که این واکسن قبلاً در آزمایش فاز ۳ در بریتانیا نشان داده بود، مطابقت دارد.

گلن می افزاید: «قاره های مختلف، جمعیت های مختلف، ویروس های مختلفی دارند، با این حال، ما هنوز هم شاهد تأثیر بسیار خوب این واکسن هستیم. این همان چیزی است که شما می خواهید داشته باشید.»

این مطالعه در ماه دسامبر آغاز شد و ۲۹٫۹۶۰ بزرگسال در ۱۱۳

ارزش بازار شرکت های گرافنی در حال افزایش است



خوبی برخوردار هستند، اما این همه ماجرا نیست؛ یعنی رشد شرکت های گرافنی تنها به خوب بودن بازار مربوط نمی شود و پذیرش گرافن و عملکرد آن نیز در رشد بازار تأثیر زیادی داشته است. در حال حاضر مشتریان زیادی اقدام به سفارش گرافن کرده اند و این سفارشات در حال افزایش مستمر است و همان طور که پذیرش گرافن از سوی بازار در حال افزایش است، انتظار می رود که شرکت ها درآمد بالاتری را گزارش دهند و در نهایت سود نیز داشته باشند.

www.graphene-info.com

منبع

سهام شرکت های گرافنی طی سال های اخیر افزایش یافته که یکی از دلایل این موضوع، افزایش تقاضا برای این ماده و پذیرش آن از سوی صنعت است.

بررسی های اخیر نشان می دهد که ارزش بازار شرکت های عمومی گرافن به تقریباً ۲ میلیارد دلار می رسد. به نظر می رسد صنعت گرافن در حال شکوفایی است، حداقل وقتی به ارزیابی شرکت های عمومی پرداخته می شود، این نتیجه به دست می آید. سهام شرکت های گرافنی در اواخر سال ۲۰۲۰ به صورت خوبی افزایش یافته است و این روند برای اکثر شرکت ها در سال ۲۰۲۱ ادامه دارد.

ارزش بازار کل شرکت های گرافن اکنون برای ۱۳ شرکت پیشرو عمومی گرافن، به ۱٫۸ میلیارد دلار می رسد. توجه به این نکته مهم است که همه این مقادیر ارتباط مستقیمی با گرافن ندارند، برخی از شرکت ها فعالیت های دیگری دارند که به طور عمده استخراج و تأمین گرافیت است. اما برای همه این شرکت ها، گرافن قسمت عمده ای از تجارت است و در بیشتر شرکت ها گرافن نقش مهم و اصلی را در کسب و کار دارد.

در چند ماه گذشته تعداد شرکت های عمومی گرافن افزایش یافته است. درست است که بازارهای جهانی به طور کلی از دوره

استفاده از ابرخازن های نانویی در ترامواها

اسکلتون تکنولوژی با استفاده از مشتقات کربنی دارای حفره های نانوساختار و مواد گرافنی اقدام به تولید ابر خازن می کند. شرکت کاف پاور آتومیشن فناوری اسکلتون تکنولوژی را برای تأمین سلول های ابر خازن خود برگزیده است. این فناوری همچنین می تواند سازگاری بین توان محدود موجود در زیرساخت ها و تقاضای بالای توان ترامواهای مدرن را امکان پذیر سازد و راه حلی منحصر به فرد است که با شارژ سریع در ایستگاه ها کار می کند.

مسئولان شرکت کاف پاور آتومیشن می گویند که فناوری اسکلت بهره وری بسیار بالا و تلفات حرارتی کم را ارائه می دهد و چگالی توان بالای آن باعث صرفه جویی در وزن و فضای بیشتر می شود. بنابراین، این فناوری کاملاً مناسب برای صنعت ریلی و ترامواهاست. افزودن آن ها به سیستم های ذخیره انرژی ما، به نفع مشترکان فعلی و آینده ما خواهد بود و به حداکثر رساندن بهره وری انرژی در سطح بی سابقه است.»

www.graphene-info.com

منبع

شرکت اسکلتون تکنولوژی اعلام کرد که با انعقاد قراردادی قرار است از فناوری ابرخازن های نانویی این شرکت در تأمین انرژی ترامواها استفاده شود.

شرکت اسکلتون تکنولوژی (Skeleton Technologies) قراردادی را با شرکت کاف پاور آتومیشن (CAF Power & Automation)، ارائه دهنده جهانی راه حل های حوزه برق در صنعت راه آهن، برای تأمین ابرخازن ها در ترامواها امضا کرد. سلول های اسکلتون تکنولوژی توسط گرین تک (Greentech) (OESS) و برخی از شرکت های راه آهن پیشرو در سراسر جهان استفاده شده است.

فناوری گرافنی شرکت اسکلتون با عنوان Curved Graphene، با افزایش دو برابر چگالی انرژی، پیشرفت های جدیدی را در این حوزه به ارمغان می آورد. بنابراین، برای استفاده انبوه در ترامواها بسیار مناسب هستند. ابرخازن های نانویی شرکت اسکلتون چگالی انرژی دو برابر بیشتر از خازن های معمولی رقبا ایجاد می کند. ابرخازن ها که با میدان الکتریکی شارژ می شوند نیاز به واکنش شیمیایی ندارند و به سرعت شارژ می شوند.

اطمینان از اصالت الماس با فناوری نانو

با ایجاد این ارتباط، پلتفرم زنجیره تأمین شرکت پروونانس منشأ و مشخصات الماس را ذکر و جزئیات برش الماس را تشریح می کند. آلروسا می گوید این اولین بار است که این فناوری برای اهداف تجاری به منظور ردیابی الماس های دست نخورده و همچنین صیقل خورده استفاده می شود.

سرگئی ایوانف، مدیرعامل شرکت آلروسا گفت: «با دستیابی به چرخه کامل تولید، ما تمام اطلاعات لازم را در مورد الماس های صیقل خورده و الماس های دست نخورده که قرار است تراش داده شوند، داریم. فناوری نانومارک لیزری که ما ایجاد کرده ایم اجازه می دهد این ضمانت ها در مورد الماس های فروخته شده توسط شرکای ما نیز ارائه شود.»



شرکت آلروسا با استفاده از فناوری نانو مارک لیزری اقدام به ارائه روشی کرده که می توان با آن الماس ها را نشان گذاری و ردیابی کرد. با این کار دسترسی به برخی اطلاعات الماس نظیر منشأ و چگونگی تراش آن ساده تر می شود.

شرکت آلروسا (Alrosa) از فناوری نانو برای ایجاد قابلیت ردیابی استفاده می کند.

اولگ کووالچوک از مسئولان آلروسا گفته است که روش جدید و غیرتهاجمی «علامت گذاری نانو» آن ها در داخل ساختار اتمی الماس و در «شبکه بلوری» الماس حک شده است.

این شرکت با آکادمی علوم روسیه و مؤسسه Yakutnioproalmaz در مورد این فناوری جدید همکاری کرده است.

این علامت استفاده شده در الماس یک کد سه بعدی است که به پلتفرم زنجیره تأمین شرکت پروونانس (Provenance) متصل است.

www.miningmagazine.com

منبع

افزایش شرکت‌هایی که از گرافن برای بهبود محصول استفاده می‌کنند

به پایان رسانده‌اند. این شرکت مواد گرافن با فناوری بالا را عرضه می‌کند که شامل پودر گرافن، خمیر AQUA و محصولات ترموپلاستیک است که در صنایع مختلفی پذیرفته شده است.

این شرکت جزئیات راه‌اندازی محصول از اوایل پذیرش PureGRAPH تا تولید محصول نهایی را ارائه کرده است. در مرحله اول، Aquatic Leisure Technologies (ALT) با استفاده از یک سیستم لمینیت پیشرفته PureGRAPH طیف جدیدی از استخرهای شنا را ایجاد می‌کند.

گفته می‌شود که این استخرهای جدید با فناوری گرافن بهبود یافته و کیفیت و تجهیزات و فرایندهای ALT، با استفاده از فناوری نانوارتقا یافته‌اند. PureGraph در تمام استخرهای جدید Aqua Technics استفاده می‌شود.

Ascent Shipwrights تأیید کرده است که PureGRAPH، پس از آزمایش‌های «موفقیت‌آمیز» دریایی به یک ماده افزودنی استاندارد در ساخت قایق پلاستیکی تبدیل خواهد شد.

www.themarketherald.com.au

منبع

شرکت فرست‌گرافن که تولیدکننده گرافن موسوم به PureGRAPH است جزئیات تازه‌ای درباره چندین شرکت جدید که از گرافن این شرکت برای بهبود محصولات خود استفاده کرده‌اند، منتشر کرده است.

شرکت فرست‌گرافن (First Graphene) به تازگی اطلاعاتی در مورد استفاده تجاری از PureGRAPH منتشر کرده است. در این گزارش از شرکت‌هایی که در حال حاضر از گرافن این شرکت برای توسعه محصولات و فناوری‌های خود استفاده می‌کنند، اطلاعاتی منتشر شده است.

دو شرکت Ascent Shipwrights و Aquatic Leisure Technologies متعهد شده‌اند که از pureGRAPH به عنوان ماده استاندارد برای تقویت استخرها و قایق‌ها استفاده کنند.

شرکت استیل بلو (Steel Blue) آزمایش‌های خود روی چکمه‌های تقویت شده با PureGraph را به پایان رسانده است، انتظار می‌رود این محصول در ماه جاری به بازار استرالیا عرضه شود.

همچنین newGen Group و Katana Surf آزمایش‌های خود را روی محصولات پیشرفته PureGRAPH با نتایج دلگرم‌کننده

انتشار اطلاعات علمی در مورد واکسن نانوذرهای ضدبیماری RSV

محافظت از عفونت RSV در مدل‌های حیوانات پیش‌بالینی می‌شود.

مقاله دوم در نشریه Vaccine منتشر شده است و داده‌های مهمی را برای تأیید پتانسیل V-306 به منظور تجویز «از راه پوست» از طریق پچ پوست ارائه می‌دهد. به دنبال تجویز V-306، پاسخ ایمنی با افزایش قابل توجهی در آنتی‌بادی‌های اختصاصی برای آنتی‌ژن موردنظر و خنثی‌سازی RSV مشاهده می‌شود. واکسیناسیون با V-306 به طور قابل توجهی همانندسازی ویروس در ریه موش‌ها را پس از آلودگی RSV از طریق داخل بینی بدون ایجاد بیماری کاهش می‌دهد. این روش واکسیناسیون بدون سوزن می‌تواند برای جمعیت‌های آسیب‌پذیر مانند نوزادان، زنان باردار و افراد مسن مناسب باشد.

www.streetinsider.com

منبع

شرکت ویرومیتیکس نتایج مربوط به واکسن ضدنوعی عفونت ریه را در قالب دو مقاله منتشر کرد. در این واکسن از نانوذرهای استفاده شده است.

ویرومیتیکس (Virometix) به تازگی از انتشار کلیدی‌ترین داده‌های اثبات مفهوم غیربالینی در مورد واکسن در حال توسعه خود خبر داده است. نتایج مربوط به این واکسن موسوم به V-306 در دو نشریه بسیار معتبر به چاپ رسیده است.

نتایج منتشر شده، واکسن V-306 را احتمالاً با استفاده از یک روش واکسیناسیون بدون سوزن، برای پیشگیری در برابر عفونت ویروس متناوب تنفسی (RSV) تأیید می‌کند.

اولین مقاله در NPJ Vaccines منتشر شده است که داده‌ها نشان می‌دهد که از آنتی‌ژن و سیستم تحویل نانوذرهای مصنوعی برای تولید این واکسن (V-306) به منظور پیشگیری در برابر عفونت RSV استفاده شده است. تجویز V-306 باعث ایجاد سطح بالایی از آنتی‌بادی‌های خنثی‌کننده خاصی شده که باعث

اینتل و اپل اولین استفاده کننده تراشه های ۳ نانومتری

TSMC انتظار دارد که این فناوری جدید ۱۰-۱۵ درصد عملکرد بیشتری داشته باشد و یا ۲۵ تا ۳۰ درصد مصرف کمتری نسبت به فناوری ۵ نانومتری داشته باشد.

iPad اپل اولین دستگاه های مجهز به تراشه های ۳ نانومتری خواهد بود. ظاهراً نسل بعدی آیفون های عرضه شده در سال آینده از فناوری ۴ نانومتری استفاده خواهند کرد.

وضعیت اینتل شاید جالب تر باشد. اینتل تأیید کرده است که برای مجموعه محصولات سال ۲۰۲۳ خود با TSMC همکاری خواهد کرد و قبلاً گفته بود که تولید برخی تراشه ها را به شرکت مستقر در تایوان واگذار می کند.

در حال حاضر، اینتل تازه شروع به تولید تراشه های ۱۰ نانومتری خود کرده است که معادل تراشه های ساخته شده با فرایند ۷ نانومتری TSMC است و تولید ۷ نانومتر را تا سال ۲۰۲۳ به تأخیر انداخته است. TSMC تراشه های بیشتری نسبت به اپل برای اینتل تولید خواهد کرد.

www.engadget.com

منبع

اینتل و اپل ممکن است اولین شرکت هایی باشند که از تراشه های ۳ نانومتری TSMC استفاده می کنند و iPad های آینده اپل ممکن است اولین دستگاه هایی باشند که از این فناوری بهره مند می شوند.

گفته می شود که اپل و اینتل در حال آزمایش طراحی تراشه هایی با فرایند ۳ نانومتری TSMC هستند و احتمالاً اولین شرکت هایی باشند که با این فناوری روانه بازار می شوند. اینتل ممکن است قصد داشته باشد تا از تراشه های موجود در نوت بوک ها و مراکز داده نسل بعدی استفاده کند، در حالی که اپل می تواند برای اولین بار با پردازنده ۳ نانومتری در مدل های آینده iPad روانه بازار شود. گفته می شود TSMC مستقر در تایوان از سال آینده تولید پردازنده های هر دو شرکت را آغاز خواهد کرد.

TSMC در حال حاضر تراشه های ۵ نانومتری آیفون ۱۲ اپل را تولید می کند و در سال ۲۰۲۲ تراشه های نسل بعدی AMD Zen 4 را تولید خواهد کرد. این شرکت تولید انبوه محصول ۳ نانومتری را برای نیمه دوم سال ۲۰۲۲ هدف قرار داده است و احتمالاً محصولاتی در سال ۲۰۲۳ عرضه می شوند.

پروژه های برای خنک کردن رایگان ساختمان ها با فناوری نانو

این کنسرسیوم، شرکت میکروالایت تری دی را برای توانایی فناوری چاپ میکرومقیاس سه بعدی خود در ایجاد ریزساختارهای سه بعدی با وضوح بسیار بالا، در مواد کاملاً سفت و سخت انتخاب کرده است که می تواند به عنوان قالب بتن استفاده شود و میکروتوپوگرافی ایجاد کند. در این پروژه، شرکت میکروالایت تری دی از فناوری پلیمریزاسیون دو فوتونی خود برای ایجاد ریزساختارهایی استفاده می کند که به عنوان قالب برای بتن استفاده می شود. این فناوری به طراحان اجازه می دهد تا میکروالیاف های فولادی در داخل میکروتوپوگرافی سطح قرار گیرند. با انجام این کار، بتن به یک ماده فوتونی تبدیل می شود و گرمای خورشید را به طول موج مادون قرمز تبدیل می کند که سپس از طریق جو دوباره بازتاب می شود. بدین ترتیب فلز بتن فوتونیک قادر است گرما را از ساختمان ها به خارج از فضا خارج کند بدون اینکه انرژی اضافی مصرف کند.

www.microlight.fr

منبع

شرکت میکروالایت تری دی با پیوستن به کنسرسیومی قصد دارد تا از فناوری نانو برای توسعه فناوری استفاده کند که به بتن های مورد استفاده در ساختمان امکان دفع گرما را دهد، بدون این که انرژی اضافی برای این کار مصرف شود.

شرکت میکروالایت تری دی (Microlight3D) برای مشارکت در یک پروژه اروپایی با هدف مبارزه با «جزایر گرمای شهری» به کمک فناوری نانو انتخاب شده است.

این پروژه حوزه فناوری نانو با هدایت کنسرسیومی اروپایی متشکل از پنج دانشگاه (MIRACLE) و شرکت میکروالایت تری دی، می تواند انقلابی در صنعت ساخت و ساز ایجاد کرده و تأثیر قابل توجه روی ساختمان های بتونی محیط زیست داشته باشد.

دنيس باریبه، بنیان گذار و مدیرعامل شرکت میکروالایت تری دی می گوید: «این ماده ساختمانی ساختاری، می تواند به صورت خودبه خودی خنک شود، همچنین با کاهش انتشار CO₂، مصرف انرژی مورد استفاده برای تهیه هوا را کاهش می دهد و به جلوگیری از تغییرات آب و هوایی کمک می کند.»

پوشش نانویی سطح شیشه‌ها ویروس کرونا را از بین می‌برد

نانوذرات کار کند و روشی را برای قراردادن آن‌ها در ساختار شیشه ایجاد کرد که در مرحله ثبت اختراع در شیلی و خارج از این کشور است.

وی توضیح می‌دهد: «ما از شیشه‌های معمولی که در پنجره‌های هر خانه وجود دارد، استفاده می‌کنیم و فیلم ضد میکروبی یا رنگی اضافه می‌کنیم که با شیشه در دمای بالاتر از ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد جوش بخورد.»

لونیس دوارت از مدیران این شرکت، توضیح داد که: «ذره نانو به ساختار شیشه متصل می‌شود بنابراین، حتی اگر شیشه را با عناصر تیز تراش دهید با گذشت زمان خواص و یکپارچگی آن را حفظ می‌کند.»

www.glass-international.com

منبع

یک شرکت مستقر در شیلی موفق به ساخت نانوپوششی شده که روی شیشه قرار می‌گیرد و خواص ضد میکروبی و همچنین ضد ویروس کرونا در شیشه ایجاد می‌کند.

شرکت متریالز اوانزادوز (Materiales Avanzados)، یک پوشش ضد میکروبی به نام Vetro+ برای شیشه‌های تخت تولید کرده است که به کاهش خطر ویروس‌هایی مانند کووید ۱۹ کمک می‌کند.

Vetro+ توسط دانشمندان در انگلستان مورد بررسی قرار می‌گیرد تا تأثیر آن در برابر ویروس کرونا بررسی شود. فرودگاه ایکوایکو (Iquique) شیلی از این محصول در نمای ساختمان استفاده می‌کند. کریستین آگیلار شرکت متریالز اوانزادوز را در سال ۲۰۱۸ تأسیس کرد و فناوری پشت Vetro+ را توسعه داد. برای حفظ شفافیت شیشه، آقای آگیلار تصمیم گرفت با

تبدیل زباله‌های شهری به نانومواد و دیگر ترکیبات مفید و کاربردی



با همکاری چند شرکت حوزه نانومواد و تصفیه آب و با حمایت کمیسیون اروپا، تصفیه‌خانه زیستی طراحی و ساخته می‌شود که زباله‌های شهری را به گرافن و مواد مفید دیگر تبدیل می‌کند.

شرکت گرافنا (Graphenea) در یک پروژه ویژه به نام CIRCULAR BIOCARBON شرکت می‌کند، پروژه‌ای که به تازگی شروع شده و بیش از ۲۳ میلیون یورو به آن تعلق گرفته است. هدف این پروژه، توسعه اولین تصفیه‌خانه زیستی در نوع خود است که برای تبدیل بخش آلی زباله‌های جامد شهری (OFMSW) و لجن فاضلاب (SS) طراحی شده است تا آن‌ها را به محصولات با ارزش افزوده، از قطعات متحرک مکانیکی گرفته تا دوربین‌ها و دستگاه‌های دید در شب برای ارتباطات از راه دور تبدیل کند.

این پروژه که تحت حمایت کمیسیون اروپاست، شامل ۱۱ شریک از پنج کشور اروپایی (از جمله اسپانیا، ایتالیا، دانمارک، فرانسه و آلمان) است و به دلیل مقیاس اجرای آن (سطح صنعتی) نیز یک نقطه عطف برای کل اروپاست.

این تصفیه‌خانه زیستی یک مدل منحصربه‌فرد و یکپارچه

www.graphene-info.com

منبع

تولید نانوسیمان هوشمند برای استحکام بیشتر سازه‌ها و جاده‌ها

به گونه‌ای تغییر داد که پاسخ شکستگی در این محصول افزایش یابد.»

محققان این پروژه با استفاده از یک روش ابتکاری به نام تست خراش، در کسری از زمان، به طور کارآمد پیش‌بینی‌های مربوط به خصوصیات مواد را انجام می‌دهند. در این روش با استفاده از یک کاوشگر مخروطی با افزایش نیروی عمودی نسبت به سطح بیت‌های میکروسکوپی سیمان، پاسخ شکستگی را آزمایش می‌کنند.

آکونو گفت: «با این روش، من توانستم هم‌زمان به مواد مختلف نگاه کنم. روش من به طور مستقیم در مقیاس‌های میکرومتر و نانومتر اعمال می‌شود که زمان قابل توجهی صرفه جویی می‌کند. سپس بر اساس این بررسی‌ها، می‌توانیم چگونگی رفتار مواد، چگونگی ترک خوردن و در نهایت مقاومت آن‌ها در برابر شکستگی را پیش‌بینی کنیم.»



از سیمان هوشمند نانویی جدیدی که محققان ساختند می‌توان برای افزایش استحکام جاده‌ها و شهرها استفاده کرد. محققان دانشگاه نورث وسترن با وارد کردن نانوذرات در سیمان معمولی، سیمانی هوشمند، با دوام‌تر و بسیار کارآمد تولید کردند. با توجه به اینکه سیمان به عنوان پرمصرف‌ترین ماده در سطح جهان شناخته

شده است و صنعت سیمان ۸ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داده است، آنج-ترزه آکونو، استاد مهندسی عمران و محیط زیست، برای یافتن راه حل به سیمان تقویت شده با فناوری نانوروی آورد. نانومواد باعث کاهش اثر کربن کامپوزیت‌های سیمان می‌شوند، اما تاکنون اطلاعات کمی در مورد تأثیر آن بر رفتار شکستگی منتشر شده است.

آکونو می‌افزاید: «نقش نانوذرات در این حوزه پیش از این به خوبی درک نشده است؛ بنابراین این یک پیشرفت بزرگ محسوب می‌شود. من به عنوان یک متخصص حوزه مکانیک، می‌خواستم بدانم که چگونه می‌توان فرایند تولید سیمان را

ربات‌هایی که پلاستیک‌ها را از اکوسیستم یافته و از بین می‌برند

محققان ذرات ستاره‌ای شکل از وانادات بیسموت ساخته و سپس این ساختارهای ۸-۴ میکرومتری را به طور مساوی با اکسید آهن مغناطیسی پوشاندند. ریزربات‌ها می‌توانند در یک کانال پریپیچ و خم شنا کنند و با قطعات ریز پلاستیک در تمام طول کانال برهم‌کنش داشته باشند.

محققان دریافته‌اند که در زیر نور مرئی، ربات‌های ریز به شدت روی چهار نوع پلاستیک رایج تأثیر می‌گذارند. این تیم سپس قطعات چهار پلاستیک پوشانده شده با کاتالیزور میکرو ربات را به مدت هفت روز در محلول رقیق پراکسید هیدروژن قرار دادند. آن‌ها مشاهده کردند که این پلاستیک‌ها ۳ درصد از وزن خود را از دست داده و بافت سطح هر چهار نوع پلاستیک از حالت صاف به حفره دار تغییر یافته و مولکول‌های کوچک و اجزای پلاستیک در محلول باقیمانده پیدا شده است.

پژوهشگران نشان دادند که ربات‌هایی با اندازه باکتری پلاستیک‌های ریز را شکسته و آن‌ها را از بین می‌برند. با این فناوری می‌توان میکروپلاستیک‌های موجود در اکوسیستم‌های مختلف را پیدا کرد و از بین برد.

در یک مطالعه اثبات مفهوم، پژوهشگران میکرو ربات‌های خودران تولید کردند که می‌توانند شنا کنند، به پلاستیک‌ها متصل شوند و آن‌ها را تجزیه کنند. در این روش کاتالیزورهایی که از نور خورشید برای تولید ترکیبات بسیار فعال استفاده می‌کنند پلیمرها را تجزیه می‌کنند. با این حال، تماس کاتالیزورها و قطعات کوچک پلاستیکی با یکدیگر چالش برانگیز است و معمولاً به پیش تصفیه یا همزن‌های مکانیکی حجیم احتیاج دارد که به راحتی کوچک نمی‌شوند.

مارتین پومرا و همکارانش می‌خواستند یک کاتالیست فعال شونده با نور خورشید ایجاد کنند که به سمت ذرات ریز حرکت کرده و آن‌ها را گیر انداخته و از بین ببرد.

برای تبدیل یک ماده کاتالیزوری به ریزربات‌های نورمحور،

www.news.northwestern.edu

منبع

www.phys.org

منبع

«شکل نانوذرات» خبر می‌دهد از سِر درون!

سلولی توزیع شده در مایعات بدن وجود نداشت. تیمی از محققان دانشگاه کیوش، دانشگاه ناگويا، دانشگاه اوزاکا و دانشگاه پزشکی توکیو سعی کردند با استفاده از دستگاهی که ساخته بودند، شکل تک‌تک وزیکول‌های خارج سلولی را در یک مایع بررسی کنند که می‌تواند شکل ذرات منفرد را در محلول با اندازه‌گیری تغییر جریان یونی جریان یافته از طریق حفره‌هایی به قطر ۲۰۰ نانومتر هنگام عبور ذرات نشان دهد.

با استفاده از این دستگاه، این تیم با موفقیت شکل وزیکول‌های خارج سلولی را که از سلول‌های کشت شده سرطان کبد، پستان و روده بزرگ و همچنین از سلول‌های طبیعی پستان کشت شده اندازه‌گیری کرده و دریافتند که توزیع شکل آن‌ها با یکدیگر متفاوت است. به عنوان مثال، وزیکول‌های خارج سلولی به دست آمده از سلول‌های سرطانی کبد شامل ترکیبی از ذرات کروی و ذرات بیضی شکل است، در حالی که وزیکول‌های خارج سلولی سلول‌های سرطانی پستان فقط از ذرات کروی تشکیل شده است.

منبع www.azonano.com

محققان نشان دادند که شکل نانوذرات زیستی درون بدن می‌تواند اطلاعات حیاتی درباره بروز بیماری سرطان در فرد ارائه دهد. این نانوذرات زیستی به طور طبیعی در بدن وجود دارند که تغییر شکل آن‌ها با تشکیل سلول‌های سرطانی ارتباط دارد.

نتایج پژوهش‌های اخیر دانشمندانی از دانشگاه‌های ژاپن نشان داده است که شکل نانوذرات مشتق شده از سلول، معروف به «وزیکول‌های خارج سلولی» در مایعات درون بدن می‌تواند نوعی نشانگر زیستی برای شناسایی انواع سرطان باشد.

در این پروژه آن‌ها توزیع شکل وزیکول‌های خارج سلولی حاصل از سلول‌های سرطان کبد، پستان و روده بزرگ را با موفقیت اندازه‌گیری کردند و نشان دادند که توزیع شکل آن‌ها از یکدیگر متفاوت است.

در مطالعات قبلی محققان تصاویری از اشکال مختلف وزیکول‌های خارج سلولی را با میکروسکوپ الکترونی مشاهده کرده بودند. با این حال، به دلیل مشکلات در اندازه‌گیری شکل نانومواد در محلول، هیچ فناوری برای بررسی اشکال وزیکول‌های خارج

استفاده از نشاسته و جوش شیرین برای تولید برق با کمک فناوری نانو

برای انتقال دارو در بدن انسان استفاده می‌شود. سیکلودکسترین یک ترکیب پلی ساکارید است که از نشاسته تولید می‌شود. دانشمندان از آن برای پیوند یون‌های سدیم با یکدیگر در آنچه به عنوان چارچوب فلزی‌آلی (MOF) شناخته می‌شود، استفاده کردند. MOF ها مواد متخلخلی را تشکیل می‌دهند که به طور گسترده در ذخیره‌سازی گاز، کاتالیست و حسگری استفاده می‌شود.

محققان این پروژه، امواج فراصوت را به مخلوط سیکلودکسترین و بی‌کربنات سدیم در آب اعمال کردند. سپس اسید ترمیسک اضافه کرده و دوباره امواج فراصوت را به این محلول اعمال کردند. این فرایند در دمای اتاق اتفاق می‌افتد و منجر به تشکیل MOF ساخته شده از یون‌های سدیم می‌شود که توسط پیوند‌های سیکلودکسترین به هم متصل شده‌اند.

منبع www.phys.org

پژوهشگران نشان دادند که با ترکیبی از نشاسته و جوش شیرین می‌توان نانوذراتی تولید کرد که قادر به تبدیل انرژی مکانیکی به الکتریکی باشند.

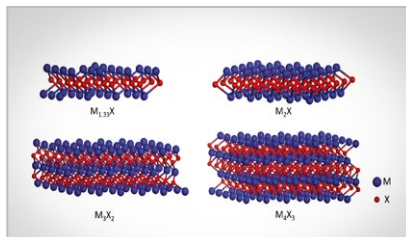
دانشمندان از ترکیبی ساخته شده از مشتقات نشاسته و جوش شیرین برای کمک به تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی استفاده کردند. این راهبرد که توسط دانشمندان مؤسسه فناوری داکو جیونگیوک با همکاری محققانی از کره و هند توسعه داده شده، مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست است و می‌تواند به شارژ ادوات الکترونیکی کم مصرف مانند ماشین حساب و ساعت کمک کند.

هو جون کیم از محققان این پروژه می‌گوید: «نانوذراتی که ترکیب الکتریک انرژی مکانیکی را برداشت و آن را به یک جریان الکتریکی تبدیل می‌کنند، اما بسیاری از مواد استفاده شده در این دستگاه‌ها به عنوان یک خطر زیستی در نظر گرفته می‌شوند و برای کاربردهای پوشیدنی مناسب نیستند. نانوذراتی که ترکیب الکتریک ما شامل سیکلودکسترین، یک ماده سبز است که به طور گسترده‌ای

آیا MXenes آینده فناوری نانو خواهد بود؟

فلزی مانعی در مسیر توسعه مواد دوبعدی است.

در سال ۲۰۱۱ گروه جدیدی از مواد فوق العاده نازک کشف و MXenes نام گذاری شد. آن‌ها از یک فلز در ترکیب با دو اتم کربن یا نیتروژن تشکیل شده‌اند. از آنجایی که MXenes



رسانای فلزی هستند سایر مواد فوق نازک را تکمیل و راه را برای کاربردهای کاملاً جدید در مقیاس نانو متر باز می‌کند.

یوحنا روزن می‌گوید: «کاربردهای بسیار متنوعی برای این مواد وجود دارد. دو موردی که نزدیک به تحقق هستند، ذخیره کارآمد انرژی به صورت باتری و خازن‌های بزرگ و محافظ تداخل مغناطیسی الکترومغناطیسی است. اما در درازمدت، ما قادر به ساخت فیلترهایی برای تصفیه هوا و آب خواهیم بود. آنتن‌ها برای نسل بعدی ارتباطات و بسیاری از برنامه‌های کاربردی دیگر که ما هنوز به آن‌ها فکر نکرده‌ایم.»

www.phys.org

منبع

کلیه‌های مصنوعی، باتری‌های قدرتمند و تصفیه آب کارآمد از جمله کاربردهای احتمالی ترکیبی لایه نازک موسوم به MXenes است. این نظری است که محققان دانشگاه لینکوپینگ در مقاله‌ای در مجله Science بیان کرده‌اند.

موادی که دارای مقطع عرضی به ضخامت یک یا چند لایه اتم هستند به دلیل ضخامت کم دارای ویژگی‌های غیرمعمولی هستند. این ویژگی‌ها ممکن است هدایت الکتریکی بالا، مقاومت بالا یا توانایی مقاومت در برابر گرما باشد و به مواد نازک پتانسیل زیادی برای استفاده در فناوری آینده می‌دهد. شناخته شده‌ترین این مواد، گرافن است و کشف و سنتز سایر مواد فوق العاده نازک که به آن‌ها مواد دوبعدی نیز می‌گویند به سرعت در حال انجام است.

گرافن و بسیاری دیگر از مواد دوبعدی یا عایق‌های نیمه‌هادی یا شبه‌فلزی یا عایق قطبی هستند. فقدان خاصیت رسانایی

پانسمان هوشمند، مراقب دائمی زخم‌های شماست!

داخلی، پیشرفت چشمگیری در مراقبت از زخم ایجاد می‌کند. تروونگ از RMIT می‌افزاید: «در حال حاضر تنها راه بررسی پیشرفت زخم‌ها، برداشتن پانسمان باند است که هم دردناک است و هم خطرناک و به عوامل بیماری‌زا فرصت حمله می‌دهد. پانسمان‌های هوشمند تولید شده ما علاوه بر مبارزه با باکتری‌ها و کاهش التهاب برای کمک به بهبود زخم، دارای حسگرهای درخشان برای ردیابی و کنترل عفونت هستند. اینکه بتوانیم به راحتی ببینیم آیا مشکلی در روند درمان زخم وجود دارد یا خیر، نیاز به تغییر مکرر پانسمان را کاهش می‌دهد و به محافظت بهتر از زخم کمک می‌کند. با تحقیقات بیشتر، امیدواریم که پانسمان‌های چندمنظوره ما بتوانند بخشی از نسل جدید فناوری‌های ارزان قیمت و مبتنی بر منیزیم برای مراقبت از زخم‌های پیشرفته باشند.»

www.phys.org

منبع

محققان پانسمان زخم هوشمند حاوی نانوحسگر داخلی ساختند که با درخشش به بیماران در صورت عدم بهبود مناسب زخم هشدار می‌دهند.

این پانسمان‌های چندکاره و آنتی‌باکتریال دارای حسگرهای فلورسنت هستند که در صورت شروع عفونت در زیر نور ماورای بنفش به شدت می‌درخشند و می‌توانند برای نظارت بر روند بهبودی استفاده شوند.

پانسمان‌های هوشمند که توسط تیمی از دانشمندان و مهندسان دانشگاه RMIT ساخته شده است، از خواص ضدباکتری و ضدقارچی قدرتمند هیدروکسید منیزیم استفاده می‌کند.

تولید آن‌ها از پانسمان‌های پایه نقره ارزان‌تر است اما در مبارزه با باکتری‌ها و قارچ‌ها به همان اندازه موثر است و قدرت ضد میکروبی آن‌ها تا یک هفته دوام دارد.

دکتر وی خان تروونگ، رهبر این تیم تحقیقاتی، می‌گوید: «تولید پانسمان‌های آنتی‌باکتریال مقرون به صرفه با حسگرهای ترمیم

تبدیل زباله و پسماند مواد غذایی به ترکیبات ضد عفونی کننده و پیزوالکتریک

برداشته و پنج دقیقه صبر کرد و در ادامه اثر ضد عفونی کننده فیلم را نشان داد. پس از پنج بار تکرار با این روش، اشرشیاکلی ۷۶ درصد کاهش یافت.

فاضلاب صنعتی آلی به طور معمول با استفاده از فوتوکاتالیست تصفیه می شود. با این حال، فوتوکاتالیست های معمولی به نور کافی نیاز دارند و فاضلاب معمولاً خیلی شفاف نیست؛ بنابراین، بازده این فرایند کم است. با توجه به این مشکل، تیم تحقیقاتی وو دی اکسید سیلیسیم را از پوسته برنج استخراج کرده و سپس با تولید مولیبدن و گوگرد، یک ماده پیزوالکتریک کامپوزیتی کوارتزی تولید کرد. این مواد را می توان به لوله فاضلاب کارخانه تزریق کرد که در آن فشار تولید شده توسط جریان آب به تصفیه آلودگی بدون نیاز به هیچ گونه نور کمک می کند.

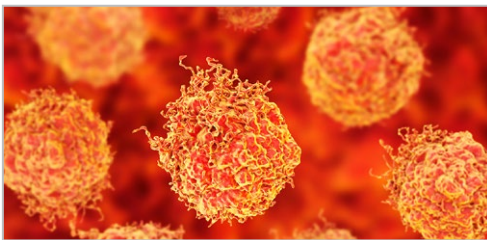
www.phys.org

منبع

محققان با استفاده از پسماندهای غذایی و به کارگیری مزیت های فناوری نانو، فیلم شفاف ضد عفونی کننده و همچنین فتوکاتالیستی با خواص پیزوالکتریک ساختند.

یک تیم تحقیقاتی به سرپرستی پروفسور جی مینگ وو از گروه علوم و مهندسی مواد در دانشگاه ملی تسینگ هوا (NTHU) در تایوان اخیراً دو ماده پیزوالکتریک کامپوزیتی استخراج شده از مواد زائد معمولی را تولید کرده است. یکی از این دو ماده، کاتالیزوری استخراج شده از پوسته برنج است که قادر به تصفیه فاضلاب صنعتی ۹۰ برابر سریع تر از فوتوکاتالیست های رایج مورد استفاده است. ماده دوم، ترکیبی است که از استخوان های دورریخته ماهی تولید می شود و برای ساخت یک فیلم شفاف ضد عفونی کننده مناسب است، فیلمی که به عنوان روکش روی صفحه نمایش تلفن های همراه، دکمه های آسانسور، دستگیره درها و... استفاده شده است. وو نمونه ای را با باکتری اشرشیا کلی آغشته کرد، پس از اعمال فشار به مدت ۲۵ دقیقه، فشار را

ترکیب رادیو داروها و نانوذرات برای از بین بردن تومور



نیمه هادی بهینه شده را توسط تومور نشان می دهند. مشخص شده است که این روش به عنوان یک نانوسیستم ترانزستیکس سرطان و بدون محدودیت نفوذ یافت، از پتانسیل بسیار خوبی برخوردار است. این کار گامی مهم به منظور استفاده از نانومواد است که توسط نور فعال می شوند و از رادیو داروها به عنوان منبع فعال سازی آن ها استفاده می شود. استفاده از پلیمرهای نیمه رسانا برای مهار و تقویت نور تولید شده از داروهای رادیویی بسیار هیجان انگیز است و می تواند کاربردهای جالب بسیار زیادی داشته باشد.

www.eurekalert.org

منبع

پژوهشگران نشان دادند که با ترکیب رادیو داروها و نانوذرات پلیمری نیمه رسانا می توان سلول های سرطانی را از بین برد.

محققان با موفقیت یک راهبرد جدید برای درمان سرطان ارائه کرده اند که با استفاده از انرژی تابش Cerenkov سلول های سرطانی را به طور مؤثرتری هدف قرار داده و از بین می برد. در این روش از رادیو داروهای دارویی در حال زوال، معروف به لومینسانس Cerenkov، به عنوان منبع انرژی برای فعال سازی نانوذرات پلیمری نیمه رسانا که سلول های سرطانی را از بین می برد، استفاده می شود.

هر چند لومینسانس Cerenkov به دلیل این که منبع نوری است و در داخل بدن تولید می شود، مزیت درمانی دارد اما این منبع نور به طور کلی بسیار ضعیف است. محققان دریافتند که نانوذرات پلیمری نیمه رسانا که با حساسیت به نور بهینه شده اند، به طور چشمگیری لومینسانس Cerenkov را برای از بین بردن سلول های سرطانی تشدید می کند. توموگرافی انتشار پوزترون و مطالعات تصویربرداری نوری نیز به طور واضح جذب این نانوذرات پلیمری

تسریع تولید mRNA کپسوله شده برای تولید واکسن و دارو



در حال حاضر توجه زیادی به mRNA کپسوله شده در نانوذرات لیپیدی در بخش تولید واکسن و دارو وجود دارد. محققان روشی ارائه کردند که می تواند سرعت تولید این ساختارها را افزایش دهد.

در این پروژه، محققان یک دستگاه میکروسایالی حاوی ۱۲۸ کانال که به طور موازی کار می کنند، ساختند. کانال ها مقدار دقیق لیپید و mRNA را مخلوط می کنند و اساساً نانوذرات چربی را روی یک خط مونتاژ کوچک سازی می کنند.

افزایش سرعت ممکن است تنها مزیت این طراحی نباشد. به طور دقیق تر، کنترل اندازه ذرات نانو می تواند درمان ها را مؤثرتر کند. محققان نانوذرات لیپیدی تولید شده توسط دستگاه خود را در یک مطالعه روی موش آزمایش کردند و نشان دادند که محصول تولیدی آن ها می تواند توالی RNA درمانی با فعالیت چهار تا پنج برابر بیشتر از آنچه که با روش های معمول ساخته شده است، ارائه دهد.

در روش های موجود، تولید واکسن های مبتنی بر mRNA از پمپ ها و سرنگ های کنترل شده با کامپیوتر برای مخلوط کردن دقیق دو محلول استفاده می شود. یکی mRNA درمانی مورد نظر

و دیگری با لیپید های که آن ها را کپسوله می کنند. زمان و نسبت صحیح برای تولید نانوذرات قابل استفاده کلیدی است، زیرا این عوامل در نهایت اندازه و توانایی نانوذرات را برای کپسول کردن mRNA را تعیین می کنند.

چوپرد می گوید: «اگر زمان یا نسبت مناسب اختلاط نداشته باشیم، تغییر در ساختار نانوذرات لیپیدی ایجاد شده و توانایی آن برای زنده ماندن در سفر به سلول های هدف دچار مشکل می شود. در حالی که در تعیین ترکیب ایدئال برای یک ذره نانو، ما هنوز هم نیاز به ایجاد روش های جدید تولید داریم تا آن ها را به سرعت و به طور مداوم فرموله کنیم».

www.phys.org

منبع

توسعه فناوری برای تشخیص نانوذرات آهن در هر جای بدن

استثنایی نانوذرات مغناطیسی را در هر نقطه از بدن شناسایی می کند و به محققان امکان ردیابی نانوذرات در داخل بدن را می دهد، جایی که این نانوذرات می توانند به سلول های خاص مورد علاقه محققان متصل شوند. این فناوری هایپرترمیا می تواند ناحیه ای را با دقت تعریف کرده و باعث گرم شدن موضعی در این ناحیه تا دمای درمانی مطلوب شود که برای از بین بردن سلول های که با نانوذرات پیوند خورده اند، طراحی شده است.

دانشگاه موناخ و شرکای این دانشگاه در ساخت نانوذرات پیشرفته در جهان پیشرو هستند که برای رسیدن به پتانسیل کامل MPI چنین توانمندی بسیار حیاتی است. از این توانمندی برای تولید نانوذرات اکسید آهن با بالاترین حساسیت و پاسخگویی در MPI استفاده می شود و فرصت های جدیدی را برای تحقیق در زمینه های تحقیقاتی مهم مانند توسعه فناوری واکسن فراهم می کند.

www.aazonano.com

منبع

محققان دانشگاه موناخ، ابزاری ساختند که قادر است با دقت بالا نانوذرات مغناطیسی را در هر نقطه از بدن شناسایی کند. این ابزار برای درمان سرطان بسیار مفید خواهد بود.

دانشگاه موناخ فناوری را توسعه داده که می تواند نانوذرات مغناطیسی را در هر نقطه از بدن تشخیص دهد و امکان استفاده از آن در حوزه پزشکی پیشرفته مانند ردیابی سلول های مفید CAR-T در حین درمان سرطان وجود دارد. بوجه این فناوری جدید از طریق کمک مالی ARC LIEF با کمک دانشگاه موناخ و RMIT تأمین شده است.

این فناوری، ترکیبی از تصویربرداری ذرات مغناطیسی (MPI) با توموگرافی کامپیوتری (CT) و قابلیت هایپرترمی برای تحقیقات بالینی، درون تنی است.

سیستم پیش بالینی MPI Momentum™، توسط شرکت مگنتیک اینسایت (Magnetic Insight) ساخته شده و اولین سیستم MPI در جهان با قابلیت CT و هایپرترمی است. این فناوری با حساسیت

توسعه فناوری کاتالیزورهای تک اتمی با کمک نقاط کوانتومی

در مقابل، آزمایشگاه وانگ بارگذاری فلز انتقالی را در یک کاتالیزور تک اتمی ایریدیوم تا ۴۰ درصد از وزن کاتالیست انجام دادند. در این کاتالیست بین هر ۱۰۰ اتم کربن زیرلایه، ۳ تا ۴ اتم فلز ایریدیوم وجود دارد. (به این دلیل که ایریدیوم بسیار سنگین تر از کربن است.)

وی می گوید: «هنگامی که اندازه مواد توده ای را به نانو مواد کاهش می دهید، سطح آن افزایش و فعالیت کاتالیزوری بهبود می یابد. در سال های اخیر، محققان شروع به کار روی کاهش ابعاد کاتالیزورها به تک اتم برای ارائه فعالیت بهتر کرده اند. هر چه بارگیری فلزی بیشتری داشته باشید، می توانید عملکرد بهتری داشته باشید. اتم های منفرد حداکثر سطح کاتالیز را دارند و ویژگی های فیزیکی آن ها در مقایسه با سیستم های حجیم بسیار متفاوت است. در این مطالعه، ما می خواستیم محدودیت تعداد اتم هایی را که می توانیم روی یک لایه کربن بارگذاری کنیم، افزایش دهیم.»

www.news.rice.edu

منبع

محققان دانشگاه رایس با افزایش تعداد اتم های منفرد فلزات انتقالی که می توانند روی یک حامل کربن قرار گیرند، کاتالیزور جدیدی ساختند. در این روش آن ها از نقاط کوانتومی کربنی (GQD)، ذرات ۵-۳ نانومتری از جنس کربن 2D به عنوان تکیه گاه استفاده کردند.

مهندسان دانشگاه رایس اقدام به توسعه فرایندی کردند که در آن از نقاط کوانتومی کربنی عامل دار برای به دام انداختن فلزات انتقالی در فلز استفاده می کنند. آن ها با ساختن کاتالیزور نیکل تقویت شده با نقاط کوانتومی کربنی که در یک آزمایش، پیشرفت قابل توجهی در احیای الکتروشیمیایی دی اکسید کربن نشان داد، عملکرد این کاتالیست جدید را اثبات کردند.

وانگ می گوید که فلزات نجیب گران قیمت مانند پلاتین و ایریدیوم به طور گسترده توسط محققان حوزه کاتالیست های تک اتمی با هدف کاهش جرم مورد نیاز برای واکنش های کاتالیزوری مورد مطالعه قرار می گیرند. اما کنترل فلزات سخت است و به طور معمول بخش کوچکی (۵ تا ۱۰ درصد) از وزن یا کمتر از کاتالیزور کلی، را تشکیل می دهد.

تولید الیافی که از فولاد مستحکم تر است!

عنکبوت نوترکیب وجود دارد، نیاز به ایجاد β - نانوبلورها، یک جز اصلی از ابریشم عنکبوت طبیعی است که به مقاومت آن کمک می کند. ژانگ می گوید: «عنکبوت ها چگونگی چرخش الیاف با مقدار مطلوب نانوبلور را کشف کرده اند. اما وقتی انسان از فرایندهای مصنوعی استفاده می کند، مقدار نانوبلورهای موجود در الیاف مصنوعی ابریشم اغلب کمتر از مقدار طبیعی آن است.» برای حل این مشکل، این تیم با معرفی توالی های آمیلوئید که تمایل زیادی به تشکیل β - نانوبلور دارند، توالی ابریشم را دوباره طراحی کردند. آن ها پروتئین های آمیلوئید پلیمری مختلفی را با استفاده از سه توالی آمیلوئید که به خوبی مطالعه شده بودند به عنوان گزینه های اصلی انتخاب کردند. توالی آمینو اسیدهای تکرار شونده پروتئین های حاصل کمتر از ابریشم عنکبوت است که تولید آن ها توسط باکتری های مهندسی شده را آسان می کند. در نهایت، باکتری ها یک پروتئین آمیلوئید پلیمری ترکیبی با ۱۲۸ واحد تکرار را تولید کردند.

www.phys.org

منبع

۱۲۸ پروتئین تکرار شونده منجر به تولید الیافی با مقاومت در حد گیگاپاسکال شده است که از فولاد معمولی قوی تر است. مقاومت این الیاف از چلوار و همه الیاف ابریشم نوترکیب قبلی بیشتر است. مقاومت این الیاف حتی از برخی الیاف ابریشم طبیعی عنکبوت بیشتر است.

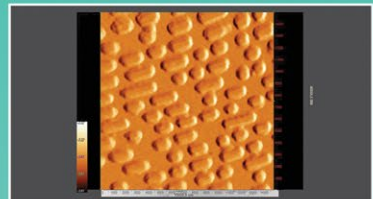
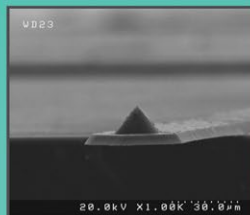
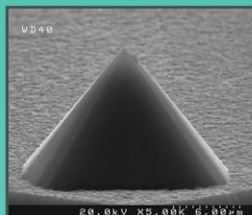
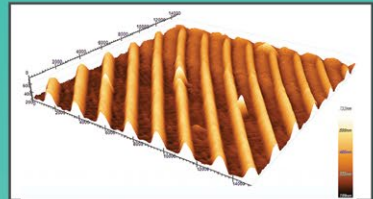
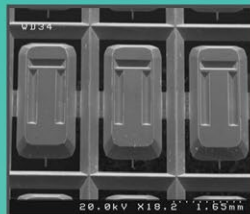
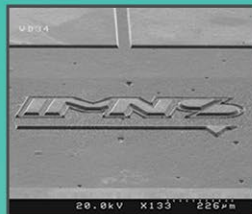
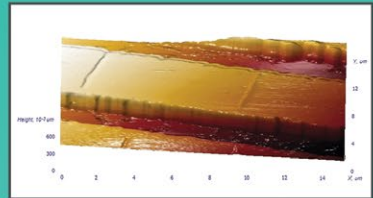
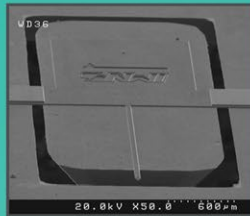
این ابریشم مصنوعی الیاف «آمیلوئید پلیمری» نامیده می شوند که از نظر فنی توسط محققان تولید نشده است، بلکه توسط باکتری هایی ساخته شده است که در آزمایشگاه فوژونوگ ژانگ استاد گروه انرژی، مهندسی محیط زیست و شیمی در دانشکده مهندسی مک کلوی توسعه داده شده است.

ژانگ پیش از این با ابریشم عنکبوت کار کرده است. در سال ۲۰۱۸، آزمایشگاه وی باکتری هایی تولید کرد که ابریشم عنکبوت نوترکیب را با عملکردی مشابه با نمونه های طبیعی دیگر از نظر کلیه خواص مکانیکی تولید می کند. محققان توالی اسیدهای آمینه پروتئین های ابریشم عنکبوت را اصلاح کردند تا خواص جدیدی ارائه دهد، در حالی که برخی از ویژگی های جذاب ابریشم عنکبوت را حفظ می کند. مشکلی که در رابطه با الیاف ابریشم

تیپ میکروسکوپ نیروی اتمی

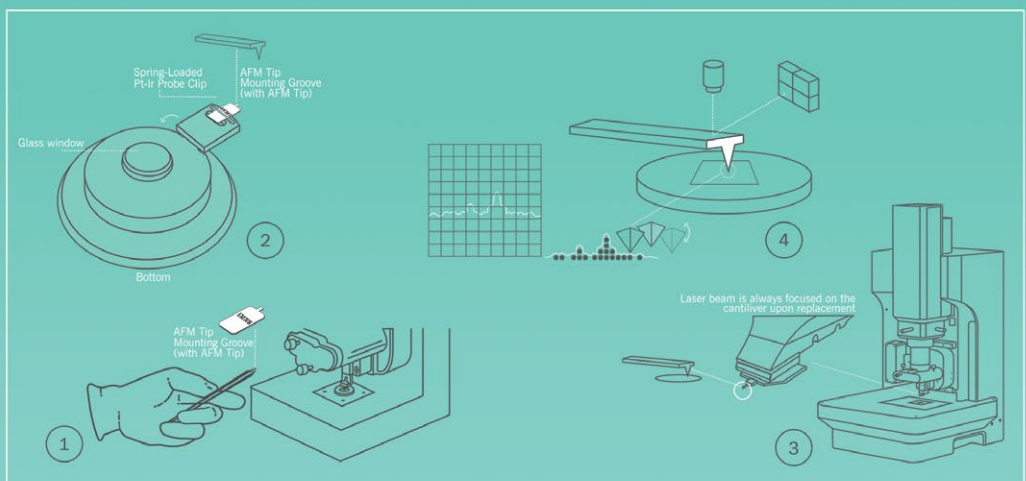
ساخت ایران برای اولین بار در کشور

با حمایت شبکه آزمایشگاهی فناوری های راهبردی
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری



NEMS & MEMS Sensors

AFM TIP



سازنده انواع تجهیزات الکترونیسی و محصولات مرتبط با نانوالیاف



- انواع دستگاه‌های الکترونیسی صنعتی دارای ۸ تا ۲ واحد
- انواع دستگاه‌های نیمه صنعتی الکترونیسی با ابعاد متنوع
- دستگاه آزمایشگاهی الکترونیسی تک پمپ و ۲ پمپ
- دستگاه آزمایشگاهی الکترونیسی بدون نازل غوطه‌وری
- دستگاه آزمایشگاهی الکترونیسی بدون نازل کارتریجی
- انواع پمپ‌های سرتگی با دقت تزریق بالا
- انواع منابع ولتاژ بالا از ۳۵ تا ۷۵ کیلوولت
- دستگاه الکتروفورز موئن
- ماسکهای تنفسی ففپ۱، ففپ۲، ففپ۳
- ماسکهای زیبایی خشک مبتنی بر نانوالیاف
- کاغذ فیلتر پوشش داده شده با نانوالیاف
- روکش ضد حساسیت کالای خواب
- فیلترهای نانو موتور خودرو
- فیلتر نانو کابین خودرو
- پاکت جاروبرقی نانو
- کاور کولر آبی نانو

فروش از طریق سامانه فروشگاهی





یارنیکان صالح

سازنده دستگاه های
لایه نشانی در خلاء

آزمایشگاهی • صنعتی

DC & RF Sputt.

لایه نشانی کند و پاش DC و RF

Cath. Arc Evap.

لایه نشانی قوس کاتدی

Resistive Evap.

لایه نشانی تبخیر حرارتی مقاومتی

E.Beam Evap.

لایه نشانی تبخیر با اشعه الکترونی

RIE

زدایش خشک

EPSILON

Sputter Coater / Plasma Treatment

سامانه لایه نشانی رومیزی اپسیلون



SIGMA

DC/RF Sputtering

Resistive Evaporation

سامانه لایه نشانی سیگما

OMEGA

DC/RF Sputtering

EBeam / Resistive Evaporation

سامانه لایه نشانی اُمگا

