

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

فناوری نانو

سال بیست و سوم | تابستان ۱۴۰۳ | شماره ۲ | پیاپی ۲۸۷
I S S N 2 2 2 8 - 5 3 8 5

صادرات نانوی ایرانی

چهار میلیون دلار ارزشآوری با صادرات
چهار نانوکاتالیست ایران ساخت

نانو در ایران

افتتاح سامانه نانو کلر در
تصفیه خانه آب و فاضلاب تاکستان



استقبال بریکس از پیشنهاد های نانوی ایران

NANO4.0

اولین دورهٔ مسابقهٔ انقلاب صنعتی چهارم
و هوش مصنوعی در فناوری نانو

از ۳۰ مرداد ماه تا ۱۰ آبان ماه ۱۴۰۳



حمایت‌ها

- تسهیلات نقدی تا سقف ۲ میلیارد تومان
- تسهیلات نقدی تا سقف ۱٫۵ میلیارد تومان یا گِزرت به مبلغ ۴۰۰ میلیون تومان
- تسهیلات نقدی تا سقف ۱٫۵ میلیارد تومان یا گِزرت به مبلغ ۴۰۰ میلیون تومان
- حمایت نقدی تا سقف ۲۵۰ میلیون تومان

معنورها

- به‌کارگیری یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در تجهیزات نانو
- بهره‌گیری از فناوری‌های انقلاب صنعتی ۴٫۰ در فرآیندهای اصلی و تولیدی
- بهره‌گیری از فناوری‌های انقلاب صنعتی ۴٫۰ در فرآیندهای پشتیبانی کسب‌وکار
- پژوهشگر برتر در حوزهٔ کاربرد هوش مصنوعی در نانو



کسب اطلاعات بیشتر و ارسال طرح‌ها
www.innoten.ir | ۰۲۱-۹۱۰۹۶۵۱۲ داخلی ۱۷۱

InnoTEN
چالش‌های فناوری و نوآوری

سازمان علمی، فناوری، نوآوری و اقتصاد
جمهوری اسلامی ایران

فصلنامه فناوری نانو

۲۸۷

سال بیست و سوم | تابستان ۱۴۰۳ | شماره ۲ | پیاپی ۲۸۷

صادرات نانوی ایرانی

۲ چهار میلیون دلار ارزشیابی برای چهار نانوکاتالیست ایران ساخت

نانو در ایران

- ۳ کاهش ۷ هزار میلیاردی هزینه شرکت های بیمه در ۷ سال با نانوداروی ایرانی
- ۴ افتتاح سامانه نانو کلر در تصفیه خانه آب و فاضلاب تاکستان
- ۶ تجهیز دومین گلخانه بزرگ هیدروپونیک ایران در لرستان به سامانه نانوحباب
- ۷ اصفهانی ها چگونه از فناوری نانوحباب بهره مند شده اند؟
- ۸ نشست های تجاری با شرکت های خارجی در نمایشگاه نانو بسیار مهم و تأثیرگذار است
- ۹ فتح اپتیک: متناسب با نیاز مشتریان تجهیز می سازیم
- ۱۰ نمایشگاه نانو محل مناسبی برای ایجاد ارتباط و شبکه سازی در جامعه علمی است

پژوهش در ایران

۱۱ دانشگاه علم و صنعت: تبدیل پلیمر به گرافیت با فرایندی ساده و ارزان

گزارش

- ۱۲ نشست بریکس در حوزه فناوری نانو در روسیه برگزار شد
- ۱۶ الکترونیک چاپی: از کاربردها تا بازار آینده
- ۳۰ نانو حسگرهای گازی بر پایه اکسیدهای فلزی
- ۳۵ مزایای اقتصادی استفاده از نانوکاتالیست ها برای خودرو
- ۴۳ نانوذرات اکسید کروم سبز؛ ویژگی ها و کاربردها

اخبار تجاری سازی

۵۱

اخبار پژوهشگران

۵۸

صاحب امتیاز:

ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو

مدیرمسئول: علی محمد سلطانی

سر دبیر: عماد احمدوند

مدیریت اجرا:

شرکت توسعه فناوری مهر ویژن

مدیر داخلی: محمد اکبرزاده

دبیر صنعت: مهدی کدخدائی

دبیر خبر: داود قزایلو

همکاران این شماره:

آتوسا زنگنه، فیهیمه مظاهری،

معصومه حشم فیروز، اشکان

عبدشاهی، سروش صحرانیان

مدیر هنری و طراح گرافیک:

محمدرضا صاحبی

طراحی جلد: ندا حیدری

صفحه آرایی: زهرا ایرانپور

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



نشانی: تهران، ستارخان، خیابان حبیب اله، خیابان شهید متولیان، شماره ۹
صندوق پستی: ۱۴۵۶۵-۳۴۴
امور مشترکان: ۰۲۱۶۶۸۷۱۲۵۹
تلفن: ۰۲۱۶۳۱۰۰
وبسایت: www.nano.ir
پست الکترونیک: newsletter@nano.ir



چهار میلیون دلار ارزشآوری با صادرات چهار نانوکاتالیست ایران ساخت



کاتالیست احیا مستقیم آهن و بارگذاری ۲۷ ریفورمر احیای مستقیم آهن در کشور با استفاده از کاتالیست های تولیدی خود اشاره کرد.

گفتنی است کاتالیست به عنوان یکی از کالاهای تحریمی شناخته می شود که به عنوان یک محصولات استراتژیک و دانش بنیان در صنایع پتروشیمی، پالایش نفت و فولاد کشور استفاده می شود. صنعت دانش بنیان تولید نانوکاتالیست ها از سال ۱۳۸۷ آغاز و از ابتدای دهه ۹۰ شمسی با حمایت های معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری نقش ویژه ای به خود گرفت؛ به طوری که با اعمال تحریم های امریکا، کاتالیست ها در صدر فهرست تحریم قرار گرفت و شاهد سلب تعهد شرکت های خارجی در تأمین کاتالیست های صنایع ایران بودیم.

در این مسیر با حمایت های معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و همراهی شرکت های مصرف کننده کاتالیست و تخصص بالای شرکت های دانش بنیان به ویژه شرکت نفت و گاز سرو به عنوان پیشرو در تولید کاتالیست، این محصول به یکی از محصولات صادراتی و ارزشور صنعت دانش بنیان کشور تبدیل شده است. شرکت نفت و گاز سرو با صادرات چهار محصول نانوکاتالیست و ارزشآوری چهار میلیون دلار توانست سهم ارزنده ای برای صنعت کاتالیست کشور در اقتصاد دانش بنیان بسازد.

یک شرکت دانش بنیان صنعتی موفق شد طی چهار ماه نخست امسال از صادرات چهار محصول نانوکاتالیست و دانش بنیان خود به کشور روسیه، بیش از چهار میلیون دلار ارزشآوری برای کشور داشته باشد. شرکت دانش بنیان نفت و گاز سرو در سال گذشته هم به عنوان برترین شرکت صادراتی دانش بنیان از سوی معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری معرفی شد و توانست حائز گواهی IEQL به عنوان گواهی کیفیت محصولات صادراتی ایران شود، به طوری که این موفقیت به واسطه صادرات بیش از میزان ۲۵ میلیون دلار طی دو سال اخیر کسب شده است.

علی طاهری؛ مدیر صادرات کاتالیست شرکت دانش بنیان نفت و گاز سرو گفت: «راه اندازی پتروشیمی هنگام و پتروشیمی آرین متانول که اخیراً وارد مدار تولید شده اند و از کاتالیست های نفت و گاز سرو بهره می برند، از افتخارات صنعت دانش بنیان به شمار می رود. این شرکت دانش بنیان باعث شده است علاوه بر رفع نیاز داخلی کاتالیست و خودکفایی، بازارهای جدید صادراتی برای محصولات دانش بنیان ایجاد و سهم اقتصاد دانش بنیان را افزایش دهد.»

● نانوکاتالیست ریفرمینگ اولیه با بخار آب، سرآمد محصولات دانش بنیان

وی با اشاره به اینکه اعتماد به کیفیت محصولات ایرانی در حوزه کاتالیست مسیری حساس است که نیاز به مراقبت ویژه دارد، چرا که عملکرد کاتالیست مستقیماً بر میزان تولید و ارزشآوری صنایع پتروشیمی، پالایش نفت و فولاد کشور اثرگذار است، افزود: «یکی از محصولات دانش بنیان نانوکاتالیست که توانسته است گوی سبقت را در کیفیت از رقبای خارجی از کشورهای انگلیس، دانمارک و آلمان بگیرد، کاتالیست ریفرمینگ این شرکت دانش بنیان صنعت محور است که تاکنون ۵۷ رفرنس استفاده در مجتمع های پتروپالایشی داخلی و ۱۳ رفرنس خارجی در استفاده از این نوع کاتالیست به ثبت رسیده است.»

طاهری ادامه داد: «در حال حاضر ۲۶ ریفورمر فولادی کشور و یک ریفورمر خارج از کشور در روسیه با کاتالیست های شرکت نفت و گاز سرو وارد مدار شده اند.»

به گفته این مدیر حوزه صادرات از دستاوردهای مهم این شرکت دانش بنیان می توان به تولید و تأمین هشت هزار تن

کاهش ۷ هزار میلیاردی هزینه شرکت‌های بیمه در ۷ سال با نانوداروی ایرانی



۹۰ میلیون دلار بوده است.

سینادوکسوزوم یک داروی ضدتومور است که در درمان سرطان سینه متاستازدهنده به‌ویژه در بیمارانی که در معرض یا دارای مشکلات قلبی هستند و همچنین درمان سرطان تخمدان پیشرفته استفاده می‌شود. این دارو همچنین در درمان کاپوسی سارکوما در بیماران مبتلا به ایدز نیز به‌کار می‌رود.

نانوداروی ضدسرطان پاکلی نب برای درمان سرطان‌هایی مانند سینه، ریه و پانکراس تولید شده است. این نانودارو با نفوذ به بافت سرطانی از پیشرفت تومور جلوگیری کرده و باعث نابودی بافت سرطانی می‌شود. به علت ابعاد نانویی این دارو، اثربخشی آن بالاتر و عوارض جانبی آن کمتر از داروهای مشابه است.

داروی پادینکس یک درمان هدفمند پیشگامانه برای درمان انواع خاصی از سرطان است. این دارو با ترکیب آنتی‌بادی با یک عامل شیمی‌درمانی، رویکرد هدفمندتر و مؤثرتری را برای درمان سرطان ارائه می‌کند. این رویکرد هدفمند، اثربخشی دارو را افزایش داده و عارضه‌های جانبی را در مقایسه با شیمی‌درمانی سنتی کاهش می‌دهد.

شرکت‌های بیمه با جایگزین شدن نانوداروی ایرانی به جای داروهای خارجی ۷ هزار میلیارد ریال کاهش هزینه را طی هفت سال تجربه کرده‌اند.

از سال ۱۳۹۵ با ورود نانوداروهای ایرانی به بازار کشور و جایگزین شدن برخی داروهای خارجی با این نانوداروهای تولید داخل، شرکت‌های بیمه هزینه‌های خود را کاهش دادند که این رقم در حدود هفت هزار میلیارد ریال بوده که معادل ۱۸ برابر فروش داخلی سه نانوداروی سینادوکسوزوم، پادینکس و پاکلی نب بوده است.

همچنین با ورود این ۳ نانو داروی ایرانی، ضمن کاهش قیمت و تسهیل دسترسی بیماران، از خروج ۹۰ میلیون دلار ارز جلوگیری شد. بازار فروش داخلی سه نانو داروی تولید داخل یعنی سینادوکسوزوم، پاکلی نب و پادینکس در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۱، ۳۷۰۰ میلیارد ریال شده است. در همین سال‌ها صادرات این داروها به کشورهای منطقه از جمله ترکیه و سوریه بیش از ۹ میلیون دلار بوده است. صرفه جویی ارزی ناشی از جایگزین شدن این داروها، ده برابر صادرات آن‌ها یعنی بیش از

افتتاح سامانه نانو کلر در تصفیه خانه آب و فاضلاب تاکستان



نماییم تا این فناوری‌ها از حالت بالقوه به حالت بالفعل در بیایند و با آن‌ها بتوانیم مسائل کشور را حل کنیم.» به گفته دکتر دادگستر، مدیرعامل شرکت نانو حباب انرژی، استفاده از فناوری نانو کلر تاکنون سابقه نداشته و برای اولین بار این فناوری به شکلی موفق در تصفیه خانه فاضلاب شهر تاکستان اجرا شده است. این طرح با هزینه ۵ میلیارد و ۲۰۰ میلیون ریال اجرایی شده است. این سامانه براساس فرایند اختلاط کلر با پساب توسط سامانه نانو کلر پیاده‌سازی شده و ظرفیت تصفیه این سامانه ۱۰ هزار مترمکعب پساب در شبانه‌روز است. کاهش ۳۰ درصدی مصرف کلر، ارتقای کیفیت پساب خروجی، کاهش زمان موردنیاز برای گندزدایی و کاهش هزینه گندزدایی از مزایای این سامانه است.

هدف از کلرزی در فرایند تصفیه فاضلاب، در درجه اول ضدعفونی کردن فاضلاب و حذف هرگونه پاتوژن مضر موجود در آب است. این فرایند برای اطمینان از ایمن بودن فاضلاب تصفیه شده برای ورود مجدد به محیط زیست و بدون ایجاد خطر برای سیستم‌های اکولوژیکی یا سلامت انسان، حیاتی است.

شرکت دانش بنیان نانو حباب انرژی با مشارکت و همکاری شرکت مهندسی آب و فاضلاب استان قزوین و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، فناوری نانو کلر را در تصفیه خانه فاضلاب شهر تاکستان نصب و راه‌اندازی کرد. آیین افتتاح این سامانه با حضور دبیر ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو، مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب قزوین و تنی چند از مسئولان استان روز چهارشنبه ۳۱ مرداد ۱۴۰۳ برگزار شد.

دکتر عماد احمدوند دبیر ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو در مراسم افتتاحیه گفت: «این سامانه مزیت‌های اقتصادی و محیط زیستی برای منطقه خواهد داشت. از جنبه اقتصادی اگر فقط کاهش مصرف کلر را در نظر بگیریم، در مدت بسیار کوتاهی سرمایه‌گذاری انجام شده باز خواهد گشت.»

وی درباره مأموریت ستاد نانو در قبال چنین فناوری‌هایی گفت: «ما در ستاد نانو وظیفه و مأموریت‌مان این است که اقدام به شناسایی چالش‌ها و مسائلی که راهکارهای فناورانه دارد، کنیم و از طرف دیگر افراد، تیم‌ها و مجموعه‌هایی که ظرفیت و قابلیت حل این مسائل را دارند شناسایی کرده و از آن‌ها حمایت



مطالعات شرکت دانش بنیان نانوحباب انرژی نشان داده است که فناوری نانو کلر فرایند گندزدایی را برای نیل به حداکثر بهره‌وری و کاهش مصرف منابع و همچنین کاهش اثرات محیط زیستی بهینه می‌کند که نه تنها باعث صرفه جویی در منابع می‌شود، بلکه با اهداف پایداری در فرایندهای تصفیه و گندزدایی آب همسو می‌شود.

در همین راستا و با مشارکت و همکاری شرکت مهندسی آب و فاضلاب استان قزوین، معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان و شرکت دانش بنیان نانوحباب انرژی طرح به کارگیری فناوری نانو کلر در تصفیه خانه فاضلاب شهر تاشکستان با موفقیت اجرا شده و اکنون قابل عرضه به صنعت آب و فاضلاب کشور است.

به طور کلی استفاده از سامانه های نانو کلر واتوکس در واحدهای کلر زنی با افزایش راندمان گندزدایی، کاهش میزان مصرف کلر حداقل تا ۴۰ درصد، کاهش محصولات جانبی گندزدایی مضر، کاهش اثرات محیط زیستی و کاهش هزینه های بهره برداری رویکرد امیدوارکننده ای برای حفاظت از محیط زیست ارائه می دهد. این مزایا با اهداف مدیریت پایدار آب مطابقت دارد و فناوری نانو کلر را به ابزاری ارزشمند در استراتژی های مدرن تصفیه آب و فاضلاب تبدیل می کند.

استفاده از کلر در سیستم های تصفیه فاضلاب صنعتی و بهداشتی به شیوه ای مختلفی انجام شده و نوع کلر به کار رفته در آن می تواند با توجه به نوع فاضلاب و شرایط تصفیه خانه متفاوت باشد. روش مرسوم اختلاط کلر با پساب در تصفیه خانه های فاضلاب کارایی بالایی ندارد و سبب افزایش میزان مصرف کلر و در نتیجه افزایش محصولات جانبی گندزدایی (DBPs) و هزینه های بهره برداری می شود. بنابراین ارائه راهکاری که بتواند سبب کاهش مصرف کلر و افزایش راندمان گندزدایی را در پی داشته باشد از اهمیت بالایی برخوردار است. سامانه های نانو کلر واتوکس به عنوان یک راهکار ویژه می تواند چالش های مذکور را برطرف نموده و سبب افزایش میزان بهره‌وری در واحدهای گندزدایی شود.

روش نوآورانه نانو کلر به منظور اختلاط کلر با پساب می تواند کلر را در ابعاد نانو و به طور یکنواخت در داخل پساب پخش کند. تزریق کلر به روش نانو کلر، روش نوینی است که با افزایش قابل توجه سطح تماس کلر سبب توزیع همگن و مؤثرتر کلر شده و می تواند سبب کاهش مصرف کلر و افزایش قابل توجه کارایی واحدهای گندزدایی شود. همچنین استفاده از فناوری نانو کلر می تواند با به حداقل رساندن نیاز به مواد ضد عفونی کننده شیمیایی، اثرات محیط زیستی را نیز کاهش می دهد.

تجهیز دومین گلخانه بزرگ هیدروپونیک ایران در لرستان به سامانه نانوحباب



اکسیژن موجود در آب را به قدری کوچک می‌کند که به راحتی از طریق ریشه گیاه قابل جذب باشد. با این کار مقدار محصول برداشت شده افزایش می‌یابد. میزان مصرف قارچ‌کش‌ها به شدت کاهش یافته و همچنین میزان پاتوژن‌ها در ناحیه ریشه کم می‌شود. از سوی دیگر میزان جلبک و ترکیبات زیستی در لوله‌های آب به کمینه مقدار ممکن می‌رسد و در نهایت کیفیت محصول بهبود می‌یابد.

وی از نصب یک سامانه نانوحباب برای پرورش ماهی قزل‌آلا در مازندران در هفته آینده خبر داد. همچنین ماه آتی یک سامانه نانوحباب‌ساز نیز در تصفیه‌خانه‌ای در یزد نصب و راه‌اندازی خواهد شد. به گفته کارزونی این شرکت در حال بازاریابی و معرفی سامانه نانوحباب در سه بخش کشاورزی، آبی‌پروری و تصفیه آب است. تمرکز بیشتری روی گلخانه‌های هیدروپونیک بوده ولی شرکت نانوفناوری سراج بخش شیل‌ت و تصفیه آب را نیز در اولویت قرار داده تا در آینده نزدیک فعالیت بیشتری در این دو حوزه نیز داشته باشد.

لازم به ذکر است شرکت نانوفناوری سراج در بخش صادرات نیز فعال بوده و تجهیزات به کشورهای ارمنستان، ترکیه، افغانستان و مکزیک صادر کرده است.

مدیرعامل شرکت نانوفناوری سراج از نصب سامانه نانوحباب در دومین گلخانه بزرگ هیدروپونیک ایران در لرستان خبر داد. به گفته حسین کارزونی در حال حاضر بیش از ۱۰۰ گلخانه در کشور از فناوری نانوحباب این شرکت استفاده می‌کنند.

حسین کارزونی می‌گوید: «این گلخانه با مساحت ۲۵ هکتار دومین گلخانه بزرگ هیدروپونیک ایران در لرستان، به کشت گوجه‌فرنگی اختصاص یافته است که با نصب سامانه نانوحباب میزان اکسیژن محلول در آب این گلخانه به ۱۵ ppm رسیده است.»

کارزونی از گسترش جغرافیایی گلخانه‌های تحت پوشش فناوری نانوحباب این شرکت سخن گفت و افزود: «در حال حاضر در بسیاری از استان‌ها نظیر تهران، البرز، مازندران، اردبیل، گلستان، خوزستان، کرمان و اصفهان از فناوری نانوحباب شرکت سراج در گلخانه‌ها استفاده می‌شود و گستره جغرافیایی تحت پوشش تجهیزات این شرکت در حال گسترش است.»

استفاده از نانوحباب در آبی که در گلخانه‌ها استفاده می‌شود، دو اثر را به دنبال دارد؛ اثر اول این است که نانوحباب اکسیژن محلول موجود در آب را افزایش می‌دهد، اثر دوم این که ابعاد

اصفهان‌ها چگونه از فناوری نانو حباب بهره‌مند شده‌اند؟



بهینه در این تصفیه‌خانه کمک کردیم. نتایج به دست آمده بسیار رضایت‌بخش بود.»

وی می‌افزاید: «در حال حاضر با کاربردهای این فناوری در صنایع مختلف بیشتر آشنا شده‌ایم و این فناوری را در برخی از صنایع پیاده‌سازی کرده‌ایم. از صنعت کاغذسازی تا صنایعی که با چربی و روغن در تماس هستند از جمله مشتریان این فناوری در کشور بوده که ما با آن‌ها کار می‌کنیم.»

این دانش‌آموخته دکتری مهندسی مکانیک و مدیرعامل شرکت دانا تجهیز پتروآب (دانتک) گفت: «در این فناوری ما به افزایش اکسیژن آب کمک می‌کنیم که در بخش تصفیه آب این هوادهی نقش مهمی در شناورسازی و تصفیه پساب دارد. این فناوری در کشاورزی هیدروپونیک نیز بسیار مفید بوده است. در حال حاضر این امکان را داریم که در مقیاس‌های صنعتی و بزرگ تصفیه آب و پساب را انجام دهیم. در ایران با تنش آب بالایی مواجه هستیم و این موضوع اهمیت استفاده از فناوری نانو حباب را بیشتر نمایان می‌کند.»

لازم به ذکر است که شرکت دانتک در حوزه طراحی و ساخت پمپ‌های ورتکس دوفازی، سیستم‌های نانوآوزون و طراحی و اجرای سیستم‌های تصفیه تکمیلی پساب فعالیت دارد. تجهیزات این شرکت در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی، صنایع غذایی، کاغذسازی گلخانه‌های هیدروپونیک و شيلات کاربرد دارد.

با پیاده‌سازی فناوری نانو حباب در برخی تصفیه‌خانه‌های اصفهان، پساب‌های شهری برای استفاده مجدد تصفیه شده و با بازچرخانی آب، صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه‌ای در مصرف آب صورت می‌گیرد. شرکت دانتک که در حوزه توسعه فناوری نانو حباب فعالیت دارد، سامانه نانوآوزون را در چند تصفیه‌خانه این شهر با موفقیت نصب و راه‌اندازی کرده است.

داود سعیدی؛ مدیرعامل شرکت دانتک می‌گوید: «ما از سال ۱۳۹۷ کار خود را آغاز کردیم و روی نانو حباب‌ها متمرکز شدیم و در حال حاضر روی توسعه این فناوری در ایران کار می‌کنیم. هم‌اکنون روی تزریق گازهای مختلف مانند ازن، اکسیژن و هوا به صورت نانو حباب داخل سیالات کار می‌کنیم. از این فناوری در صنایع مختلف نظیر تصفیه آب استفاده می‌شود. در شهر اصفهان ما روی تصفیه پساب بیشتر تمرکز کردیم چرا که آب مسئله محوری در این استان است. نمی‌توان آب را از زندگی حذف کرد، پس باید راهی برای احیای آن پیدا کنیم. در واقع محدودیت باعث می‌شود که ما به این سمت برویم و به چنین دستاوردهایی هم برسیم. در شهر اصفهان ما سامانه‌های تصفیه پساب به‌روزی را شاهد هستیم که برای تصفیه پساب شهری استفاده می‌شوند. ابتدا پساب‌ها در چند مرحله تمیز شده و بعد تصفیه می‌شود تا به آب تمیز قابل استفاده تبدیل شود. ما از فناوری نانو حباب برای کمک به تصفیه بهتر استفاده کردیم و با نانو حباب به شناورسازی

نشست‌های تجاری با شرکت‌های خارجی در نمایشگاه نانو بسیار مهم و تأثیرگذار است



است که به جنبه‌های تجاری‌سازی بیشتر توجه شود و روی ایجاد ارتباط میان شرکت‌ها بیشتر کار شود.

اشکان شمالی مدیرعامل شرکت شیمی صنعت رشد سهند می‌گوید: «ما برای دو محصول نقاط کوانتومی و روانکارهای مبتنی بر نقاط کوانتومی گواهی نانومقیاس گرفته‌ایم. این دو محصول در حال حاضر به شرکت‌های مختلفی در بازار عرضه می‌شود. ما در کل دو سیاست برای عرضه محصول داریم، در حالت اول فروش مستقیم محصول را انجام می‌دهیم و در حال دوم از عاملیت‌های مجاز برای این کار استفاده می‌کنیم. با استفاده از این دو مسیر، محصول ما در شرکت‌های مختلفی نظیر ماشین‌سازی تبریز، سایپا فنی و مهندسی، شرکت توسعه عمران نایین که قطعات ایران خودرو را تولید می‌کند، عرضه می‌شود. در کنار فروش محصول، همچنان برنامه برای توسعه محصول را نیز دنبال می‌کنیم.»

وی درباره استفاده از نقاط کوانتومی در صنعت می‌گوید: «این نقاط کوانتومی را به عنوان ماده اولیه به شرکت‌هایی در حوزه دارو و صنعت آرایشی و بهداشتی عرضه می‌کنیم. یکی از کاربردهای جالب نقاط کوانتومی در بخش جوشکاری است. از این نقاط در استارترهای جوشکاری استفاده می‌شود به این شکل روی سطح فلز این محصول اسپری می‌شود تا در حین جوشکاری پخش شدن جرقه به حداقل برسد.»

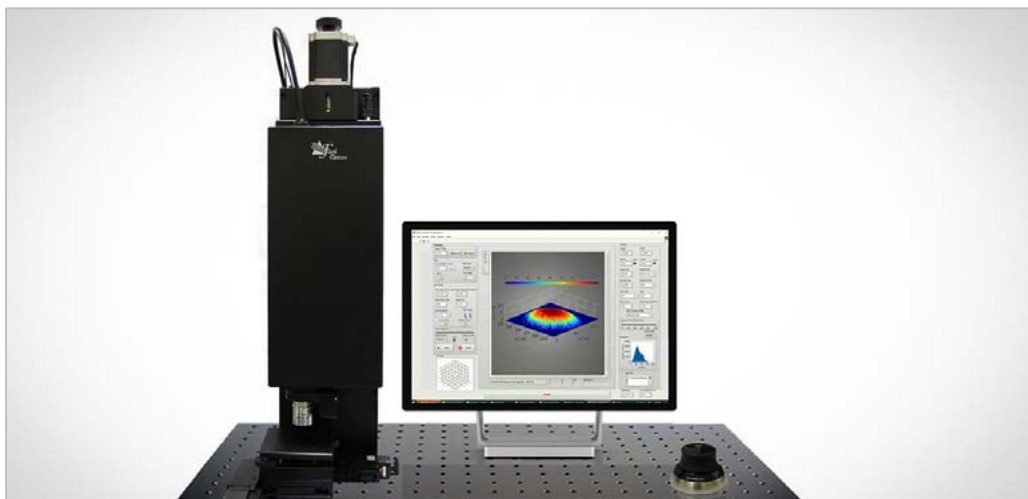
به گفته وی، این شرکت سال گذشته با افتتاح خط تولید جدیدی در زمینی به مساحت هزار مترمربع، موفق به افزایش ظرفیت تولید شده است.

اشکان شمالی؛ مدیرعامل شرکت شیمی صنعت رشد سهند نشست‌های B2B که در نمایشگاه بین‌المللی فناوری نانو برگزار می‌شود را یکی از جنبه‌های بسیار مثبت و مؤثر این نمایشگاه خواند.

این شرکت یکی از تولیدکنندگان نقاط کوانتومی کربنی و نانوروان کار دستگاه‌های ماشین‌کاری است. دکتر اشکان شمالی درباره نمایشگاه ایران نانو می‌گوید: «ما هر سال در نمایشگاه نانو شرکت می‌کنیم و این نمایشگاه برای شرکت شیمی صنعت رشد سهند یک فرصت مهم برای توسعه کسب‌وکار است. برای بخش خصوصی باید حضور در یک رویداد حتماً مفید باشد که به صورت مستمر در آن رویداد حضور داشته باشد. نمایشگاه نانو برای شیمی صنعت رشد سهند واقعاً مؤثر و مفید بوده است. نمایشگاه نانو برای ما یک رویداد چندوجهی است، از یک طرف در این نمایشگاه می‌توانیم افرادی را ملاقات کنیم که در حالت عادی به سختی می‌توان آن‌ها را پیدا کرد، بنابراین فرصت خوبی برای ایجاد ارتباط با دیگران است. یکی از دیگر جنبه‌های مثبت نمایشگاه، به‌ویژه نمایشگاه سال گذشته، نشست‌های B2B است، ما در دو نشست B2B حضور داشتیم که تجربه ارزشمندی برای ما بود. روبه‌رو شدن با شرکت‌های خارجی که ما و فناوری‌های ما را محک می‌زنند، خیلی درس‌آموز و مفید است. یکی دیگر از جنبه‌های نمایشگاه نانو، هم‌زمانی آن با نمایشگاه صنعت است. این هم‌زمانی برای ما که از هر دو نمایشگاه بازدیدکننده داریم، تأثیرگذار است.»

پیشنهاد دکتر شمالی به مسئولان برگزاری نمایشگاه نانو این

فتح اپتیک: متناسب با نیاز مشتریان تجهیز می‌سازیم



مدیر بازرگانی شرکت فتح اپتیک می‌گوید: «تفاوت کار ما با شرکت‌های دیگر این است که قبل از ثبت سفارش خرید دستگاه با متقاضی گفتگو کرده و نیازسنجی می‌کنیم و در نهایت براساس نیاز او دستگاه را طراحی و تولید می‌نماییم.»

نانو و میکرو جابه‌جاگر پیزوالکتریک، دو محصول دیگر شرکت فتح اپتیک است، به طوری که نانو جابه‌جاگر پیزوالکتریکی برای فعالیتهای تحقیقاتی کاربرد داشته و میکرو جابه‌جاگر دستگاه نسبتاً عمومی‌تر است.

به گفته بیگدلی، این شرکت در بخش طیف‌سنج نیز فعالیت داشته به طوری که انواع طیف‌سنج نظیر طیف‌سنجی نوری را تولید می‌کنند. دانشگاه شهید بهشتی، دانشگاه اصفهان و دانشگاه محقق اردبیلی از جمله مشتریان این شرکت هستند. طیف‌سنج نوری این شرکت برای اندازه‌گیری ضریب جذب مواد برحسب طول موج‌های مختلف نور قابل استفاده است. این دستگاه از یک منبع نور داخلی و یک طیف‌سنج تشکیل شده و در آزمایشگاه‌های شیمی، زیست‌شناسی و تشخیص طبی، صنایع غذایی و دارویی، صنعت رنگ و متالورژی استفاده می‌شود.

از دیگر حوزه‌های کاری این شرکت می‌توان به اپتوالکترونیک و اپتومکانیک اشاره کرد. دوربین پایش کوره دمای بالا، مدولاتور فضایی نور، جابه‌جاگر خطی موتوری، نانو جابه‌جاگر خطی دستی انواع عدسی و سیستم‌های اپتیک از جمله محصولات این شرکت است.

مدیر بازرگانی شرکت فتح اپتیک از امکان طراحی و تولید تجهیزات اپتیکی و سامانه‌های مشخصه‌یابی سطح در مقیاس نانومتری براساس نیاز مشتریان این شرکت خبر داد. فتح اپتیک یکی از شرکت‌های فعال در حوزه طراحی و ساخت تجهیزات اندازه‌گیری دقیق مبتنی بر دانش اپتیک است که طیف وسیعی از محصولات را تولید و به بازار عرضه می‌کند.

سولماز بیگدلی؛ مدیر بازرگانی این شرکت می‌گوید: «در حال حاضر محصولات نظیر پروفایلومتر نوری سه‌بعدی با دقت نانومتری (نانوپروفایلومتر) و دقت میکرومتری (میکروپروفایلومتر) تولید می‌کنیم. نسخه نانوپروفایلومتر کاملاً تجاری‌سازی شده و در مراکز نظیر دانشگاه تحصیلات تکمیلی زنجان و دانشگاه قاضی ترکیه استفاده می‌شود. دستگاه میکروپروفایلومتر در مرحله ساخت نمونه اولیه است. از این تجهیزات برای مشخصه‌یابی سطح استفاده می‌شود، این دستگاه‌ها هم می‌توانند از سطح تصویربرداری کرده و هم اندازه‌گیری‌های لازم را انجام دهند. با این کار پارامترهای مربوط به صافی سطح قابل استخراج است.»

وی در ادامه گفت: «این دستگاه‌ها برای صنایعی که نیاز به دقت بالا در بررسی سطح است، کاربرد زیادی دارد. برای مثال قطعه‌سازان یا تولیدکنندگان ایمپلنت از جمله مشتریان این فناوری هستند. هر جا که به سطح بسیار صاف نیاز باشد و پولیش سطح برای تولیدکننده اهمیت داشته باشد مانند تولید بلبرینگ، میکرو و نانوپروفایلومتر مورد نیاز است.»

نمایشگاه نانو محل مناسبی برای ایجاد ارتباط و شبکه سازی در جامعه علمی است



حضور داشته باشند تا بتوانیم بهترین بهره برداری را از نمایشگاه نانو داشته باشیم. امسال علاوه بر محصولاتی نظیر ساک دستی، روبالشی و ملحفه که در نمایشگاه سال گذشته هم داشتیم، اکسید روی را نیز به نمایشگاه آورده ایم، نانوذراتی که به صورت زیستی تولید شده است. به نظر می رسد آینده نانوذرات به روش های تولید زیستی وابسته باشد چرا که کمترین اثرات جانبی را به دنبال دارد. ما نیز از طریق زیستی این نانوذرات را تولید کرده ایم که برای استفاده در حوزه های مختلف می توان از آن استفاده کرد. البته پروژه های دیگری نظیر تولید نانو حامل را نیز در دست اجرا داریم، همچنین نانوسلولز باکتریایی را نیز تولید کرده ایم که از علاقه مندان دعوت می کنیم برای بازدید از این دستاوردها به غرفه شرکت میلاد پرنیان ایرانیان مراجعه کنند.»

لازم به ذکر است که این شرکت محصولات آنتی باکتریال برای شرکت های مختلف و همچنین راه آهن جمهوری اسلامی تولید می کند. شرکت میلاد پرنیان ایرانیان در بخش مواد غذایی نیز فعالیت داشته و پدهای ویژه جذب خونابه از گوشت را در لیست محصولات خود دارد. پدهای جراحی، زیرانداز بیمار و ساک از دیگر محصولات این شرکت است.

به اعتقاد مدیر کنترل کیفی شرکت میلاد پرنیان ایرانیان، به دلیل حضور افراد علمی از حوزه های مختلف در نمایشگاه نانو می توان روی شبکه سازی و ایجاد ارتباط با افراد پیشرو علمی حساب ویژه ای باز کرد.

زهرآ صبح سوز می گوید: «طی چهار دوره ای که در نمایشگاه نانو شرکت کردیم یکی از جنبه های جذاب نمایشگاه حضور افراد از حوزه های مختلف در نمایشگاه است که این فرصت را به ما می دهد تا با آن ها ارتباط بگیریم و برخی نیازهای علمی و فناورانه را از این طریق تأمین کنیم. برای مثال سال گذشته بازدیدکننده ای از آلمان داشتیم که در انتقال تجربه و معرفی دستاوردهای فناورانه به ما کمک زیادی کرد و حتی در واردات برخی پلیمرها نیز از کمک او استفاده کردیم. همچنین می توانیم در فرایند برون سپاری کارهای شرکت، افراد و گروه هایی را در نمایشگاه پیدا کنیم که در برون سپاری کارها به ما کمک کنند. این ها بخشی از فرصت های شبکه سازی است که در نمایشگاه نانو به وجود می آید.»

وی می افزاید: «برای نمایشگاه امسال نیز از نیروی انسانی شرکت درخواست کردیم که به صورت تمام وقت در نمایشگاه

تبدیل پلیمر به گرافیت با فرایندی ساده و ارزان



و بخشی از این رادیکال‌ها موجب انسداد مسیرهای خروجی میکروکره متخلخل می‌شوند. این انسداد باعث گیرافتادن رادیکال‌ها شده و این امر دما و فشار محلی زیادی را به وجود آورده و در نهایت موجب پیوند خوردن این رادیکال‌ها و تشکیل لایه‌هایی می‌شود که این لایه‌ها با روی هم قرار گرفتن، گرافیت را ایجاد می‌کنند.

این دانشجوی دوره دکتری مهندسی مواد دانشگاه علم و صنعت درباره مزیت‌های روش ارائه شده می‌گوید: «ما در این پروژه موفق به کاهش هزینه و بهبود شرایط تولید گرافیت از پلیمر شدیم. با این کار می‌توان پلیمرها را به گرافیت‌های با سطح ویژه بالا تبدیل کرد که این محصول در حوزه‌هایی نظیر باتری و ابرخازن قابل استفاده است.»

این گروه تحقیقاتی در حال توسعه این روش برای استفاده روی پلیمرهای مختلف است. این پروژه با هدایت دکتر علی بیت‌اللهی و دکتر سیدمحمد میرکاظمی انجام شده است.

برای مشاهده مقاله کیوآرکد زیر را اسکن کنید.



محققان دانشگاه علم و صنعت موفق به ارائه روشی نوآورانه برای تبدیل پلیمر به گرافیت شدند؛ این فرایند در دمای پایین انجام شده و محصول به وجود آمده از کیفیت بالاتری نسبت به گرافیت‌های رایج دارد.

به تازگی مقاله‌ای با عنوان «Intervention-Free Graphitization of Carbon Microspheres from a Non-Graphitizing Polymer at Low Temperature: Nanopores as Dynamic Nanoreactors» در نشریه معتبر Small به چاپ رسیده است که در آن یک تیم تحقیقاتی از دانشگاه علم و صنعت موفق به ارائه روشی ساده و ارزان برای تبدیل پلیمر به گرافیت شدند.

عالیه افضل‌القوم محقق این پروژه می‌گوید: «برخی مواد آلی قابلیت تبدیل شدن به گرافیت را دارند و برخی مانند پلیمرها به سادگی به گرافیت تبدیل نمی‌شوند. از این رو، مواد افزودنی، کاتالیست‌ها و همچنین دماهای بسیار بالا برای تبدیل پلیمر به گرافیت استفاده می‌شود. ما در این پروژه یک روش نوآورانه ابداع کردیم که در دماهای پایین‌تر در حد ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه این کار انجام می‌شود بدون این که نیاز به مواد افزودنی یا کاتالیست باشد.»

افضل‌القوم می‌افزاید: «ماحصل فرایند گرم کردن پلیمر در این دما، میکروکره‌هایی است که دارای تخلخل‌های نانومتری هستند. ما به بررسی سازوکار تشکیل گرافیت از این میکروکره‌ها پرداختیم و نتایج کار نشان داد که با سوزاندن پلیمر برخی مولکول‌های به شکل رادیکال آزاد از این ساختار جدا می‌شوند

نشست بریکس در حوزه فناوری نانو در روسیه برگزار شد



■ استقبال بریکس از پیشنهادهای نانویی ایران

ششمین نشست بریکس (BRICS) در کارگروه فناوری نانو و مواد پیشرفته از تاریخ ۸ تا ۲۶ شهریور ۱۴۰۳ (۲۶-۲۹ آگوست ۲۰۲۴) در یکاترینبورگ روسیه با حضور هشت کشور برزیل، هند، روسیه، چین، آفریقای جنوبی، ایران، مصر و امارات متحده عربی برگزار شد.

در این نشست که به میزبانی دانشگاه اورال روسیه برگزار شد، دکتر عماد احمدوند؛ دبیر ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو، دکتر محمد باقری مطلق؛ مدیر گروه بین‌الملل ستاد نانو و محمدحسین پیغمبرزاده از مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت حضور داشتند.

دکتر عماد احمدوند؛ دبیر ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو در این نشست به ارائه دستاوردهای ایران در این حوزه پرداخت و در نهایت دو پیشنهاد نیز از سوی وی مطرح شد.

پیشنهاد اول همکاری در حوزه شبکه آزمایشگاهی بود که با استقبال کشورهای حاضر در این نشست روبه‌رو شد و مورد موافقت دبیرخانه نشست قرار گرفت. به گفته دبیرخانه این نشست، فعالیت در حوزه شبکه آزمایشگاهی از جمله برنامه‌های

کارگروه بوده و تا پیش از این کشوری برای این کار پیش قدم نشده بود. از این رو، مقرر شد اطلاعاتی از مراکز آزمایشگاهی ایرانی که قابلیت ارائه خدمات دارند در سایت این کارگروه بارگذاری شود تا در پروژه‌های تحقیقاتی از این زیرساخت‌ها استفاده شود.

پیشنهاد دوم در خصوص موضوع استاندارد بود. نمایندگان کشور امارات متحده عربی از ایران درخواست کرد تا به انتقال تجربیات خود به این کشور کمک کند و برای این کار نشستی برگزار شود که بعد از رویداد بریکس نسبت به برگزاری این نشست اقدام خواهد شد.

در ارائه دستاوردهای ایران در حوزه فناوری نانو که توسط دکتر احمدوند در این نشست انجام شد، فعالیت‌های دانش‌آموزی ایران به شدت مورد توجه طرف چینی قرار گرفت و این نوع فعالیت‌های دانش‌آموزی را به عنوان یک حرکت نوآورانه قلمداد کردند.

همچنین ارائه ایران به‌ویژه در بخش معرفی مکانیزم‌های سیاست‌گذاری و حمایت از توسعه این فناوری با استقبال گسترده کشورهای عضو مواجه شد. به عنوان مثال، آفریقای

همکاری‌های علمی از طریق تبادل استاد و دانشجو، ایجاد و فراخوان پروژه‌های مشترک تحقیقاتی، چاپ مقالات علمی در ژورنال‌های هر یک از طرفین و دانش‌افزایی از طریق برگزاری دوره‌های علمی مشترک توافق شد. در این جلسه مقرر شد به صورت مجزا توافقی‌نامه‌ای مابین ستاد نانو و آکادمی علوم روسیه برای موارد فوق امضا شود.

دکتر محمد باقری مطلق؛ مدیر گروه بین‌الملل ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو و محمدحسین پیغمبرزاده از مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت، نمایندگان ایران و Alexander Pavlovich Sigov (معاون دیپارتمان فناوری نانو و فناوری اطلاعات آکادمی علوم روسیه)، Sergeevich (رئیس دانشگاه فناوری MIREA و رئیس دیپارتمان نانوالکترونیک دانشگاه Mirea)، Chaplygin Yuri (رئیس دانشگاه الکترونیک مسکو MIET) و Alexandrovich (رئیس دانشگاه الکترونیک مسکو) مدیر بخش نانوالکترونیک در این دانشگاه و معاون بخش نانو تکنولوژی آکادمی علوم روسیه، Sokolov Igor Anatolyevich (دبیر علمی بخش فناوری نانو و فناوری اطلاعات آکادمی علوم روسیه و رئیس دیپارتمان ریاضیات تحلیلی)، Olga Glukhovtseva (معاون بین‌المللی آکادمی علوم روسیه) نمایندگان طرف روسی در این جلسه بودند.

در بخشی از این جلسه، نماینده ایران چشم‌اندازی از جایگاه علمی ایران در حوزه فناوری نانو، وضعیت توسعه این فناوری و تولید محصولات مبتنی بر آن در ایران و پیشگامی ایران در حوزه

جنوبی علاقه‌مند به بهره‌گیری از مدل توسعه‌ای ایران و مکانیزم‌های همکاری در این زمینه شد.

در بخش تجاری‌سازی نیز کشور آفریقای جنوبی درخواست یک نشست داد تا تجربیات ایران در این بخش مطرح شده و مورد بحث قرار گیرد. یکی از پیشنهاد‌های ایران در این نشست، اختصاص بخشی برای تجاری‌سازی در نشست‌های بعدی بود به طوری که شرکت‌ها، فناوران و استارت‌آپ‌ها نیز امکان حضور داشته باشند که این پیشنهاد نیز مورد توجه قرار گرفت و مقرر شد کشور برزیل به عنوان نماینده و دبیرخانه نشست سال آینده در نشست بعدی نماینده‌ای را از بخش تجاری‌سازی این کشور در نشست سال آتی دعوت کند.

بیشتر تمرکز این نشست روی معرفی مراکز و همکاری‌های علمی بود به طوری که تقریباً تمام دانشگاه‌های روسیه ظرفیت‌های علمی خود را معرفی کردند، اینکه چه آزمایشگاه‌هایی دارند و کشورهای عضو نیز گزارشی از همکاری‌ها و مقالات منتشر شده با کشورهای همکار خود را ارائه کردند.

■ توسعه تعاملات و همکاری‌های نانوفناورانه

در حاشیه نشست بریکس، جلسه‌ای با حضور نمایندگان ایران و روسیه برگزار شد و توسعه تعاملات و همکاری‌های نانوفناورانه با مؤسسات ذیل آکادمی علوم روسیه مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

در این جلسه، در خصوص چهار محور شامل توسعه





بیش از ۲۰۰ رشته دانشگاهی است.

دکتر شکورینوف بر توسعه همکاری های علمی در حوزه اپتیک و لیزر از جمله منابع تولید لیزرهای پرتوان و ذوب و ارائه کلیه موارد مطرح شده در توافق نامه مشترک تأکید کرد.

در بخش پایانی دکتر شکورینوف به رسم یادبود مدال یادبود سیصدمین سالگرد تأسیس آکادمی علوم روسیه را به نماینده ستاد نانو اعطا کرد.

در پایان این جلسه، طرفین ایرانی و روسی برای امضای تفاهم نامه حول چهار محور به جمع بندی رسیدند:

- تبادل استاد و دانشجو و اجرای برنامه همتایی؛
- حضور در دوره های کوتاه مدت آموزشی و پژوهشی؛
- تعریف پروژه های مشترک به ویژه در حوزه میکروالکترونیک، هوش مصنوعی و ژنوم مواد؛
- همکاری در ژورنال های علمی طرفین و چاپ مقالات مشترک در ژورنال های طرفین.

■ حضور مؤثر شرکت نانوکاتالیست ایرانی در نشست بریکس

شرکت نفت و گاز سرو به عنوان پیشگام در تولید نانوکاتالیست های گاز سنتز در کشور ایران و با سابقه ارسال ۱۵۰۰ مترمکعب از انواع نانوکاتالیست ها به کشور روسیه که در هفتمین همایش نیتروژن و گاز سنتز ۲۰۲۴ در کشور روسیه شرکت کرده بود، با حضور بیش از ۶۰ شرکت معتبر از واحدهای متانول و آمونیاک از روسیه و منطقه اوراسیا به همراه شرکت های تأمین کننده و سازنده تجهیزات، به عنوان شریک استراتژیک، به ارائه آخرین دستاوردهای خود در زمینه تولید نانوکاتالیست ها پرداخت.

در این رویداد، مهندس قدیر قیافه؛ عضو هیئت مدیره شرکت نفت و گاز سرو به معرفی پتانسیل شرکت نفت و گاز سرو در زمینه تولید نانوکاتالیست های چرخه گاز سنتز پرداخت. وی با اشاره به آمادگی شرکت نفت و گاز سرو برای تولید نانوکاتالیست های

تعریف استاندارد های ملی و بین المللی ارائه نمود. همچنین نقش این سازمان در توسعه فناوری نانو به عنوان اصلی ترین مرجع توسعه فناوری نانو در ایران تشریح شد. همچنین گزارش کوتاهی از وضعیت میکروالکترونیک ایران و پروژه های مورد تمرکز ایران (خودرو های برقی و تولید حسگر های مرتبط با آن، ابزار های دقیق مراقبت بر بالین در حوزه سلامت، تولید نیمه هادی و حوزه MEMS) ارائه شد.

در بخش دیگر این جلسه، ساکالوف به نمایندگی از دانشگاه دولتی مسکو و یکی از اعضای آکادمی، به دو محور همکاری اشاره کرد. روش های طراحی مواد مبتنی بر فناوری نانو از طریق هوش مصنوعی با بهره گیری از مدل شبکه های عصبی (همکاری با مؤسسه انفورماتیک و کنترل و مؤسسه شیمی دانشگاه دولتی مسکو (پروفسور آودیوف)) و محور دوم، نظارت مبتنی بر سیستم های رایانه ای در حوزه محصولات کشاورزی بود. همچنین وی به ژورنال انگلیسی زبان خود با عنوان Poter Recognition نمایه شده در پایگاه Scopus برای چاپ مقاله مشترک اشاره کرد و برای تبادل دانشجو پیشنهادی را مطرح نمود.

نماینده ستاد در پاسخ به پیشنهاد وی اشاره به ظرفیت شبکه آزمایشگاهی داشته و اینکه با ظرفیت این شبکه می توان پروژه مشترکی برای ایجاد پایگاهی از داده ها در آزمایشگاه های تابعه تعریف نمود. همچنین برنامه ریزی برای به کار گیری هوش مصنوعی در ۲۶۰ تجهیز ایرانی تولید شده توسط وی مطرح شد که می تواند به عنوان یکی دیگر از پروژه های مشترک در نظر گرفته شود و همچنین از ظرفیت آزمایشگاه های مراکز ذیل آکادمی برای تأمین داده بهره گیری شود.

دکتر چاپلیگین با ارائه کتابچه ای، به معرفی دانشگاه MIET پرداخت. در این دانشگاه مرکز فناوری میکروالکترونیک ایجاد شده است که در آن کل چرخه تولید را به صورت خدمت در اختیار مراکز مختلف قرار می دهند و از زیرساخت های مرکز فناوری نانو زلینوگراد از جمله فب های موجود نیز استفاده می کنند.

دکتر سیگوف بر تبادل استاد و دانشجو و تعریف پروژه مشترک تأکید ویژه ای داشت. از جمله پیشنهادهای وی می توان به تعریف موضوعات مشخص و دقیق در حوزه میکروالکترونیک و فناوری نانو با تأکید بر انتخاب تیم علمی و تعریف نقشه راه مشخص اشاره کرد. همچنین وی امکان برگزاری نمایشگاه محصولات فناوری نانو ایران در دانشگاه فناوری MIREA با حمایت وزارت صنعت روسیه را امکان پذیر دانست. دانشگاه MIREA دارای ۳۰ هزار دانشجو در شهر های مختلف روسیه در



طاهری با بیان اینکه نانوکاتالیست ریفرمینگ با بخار آب سرو، دارای سطح ویژه بالاتر و نیز مقاومت مکانیکی بیشتر است، این دو ویژگی را عامل فعالیت بهتر و طول عمر افزون تر نانوکاتالیست های پیشرفته سرو نسبت به سایر رقبا دانست. عملکرد درخشان این نانوکاتالیست ها در واحدهای ایرانی، مدارک تأیید عملکرد اخذ شده در واحدهای روسیه و رضایت کافی آن ها از فعالیت این نانوکاتالیست ها، از دیگر موضوعاتی بود که طاهری به آن استناد نمود.

در حاشیه این نشست جلسات رودرو B2B با حضور مهندس امیر هومن کریمی وثیق؛ مدیر شرکت نفت و گاز سرو و مهندس محمود رضایی؛ مدیر مهندسی فروش و توسعه بازار این شرکت صورت گرفت و واحدهای مختلف، ضمن ارائه گزارشی از فعالیت های خود، اطلاعاتی در مورد خرید نانوکاتالیست های مدنظرشان برای آینده نزدیک در اختیار شرکت نفت و گاز سرو قرار دادند.

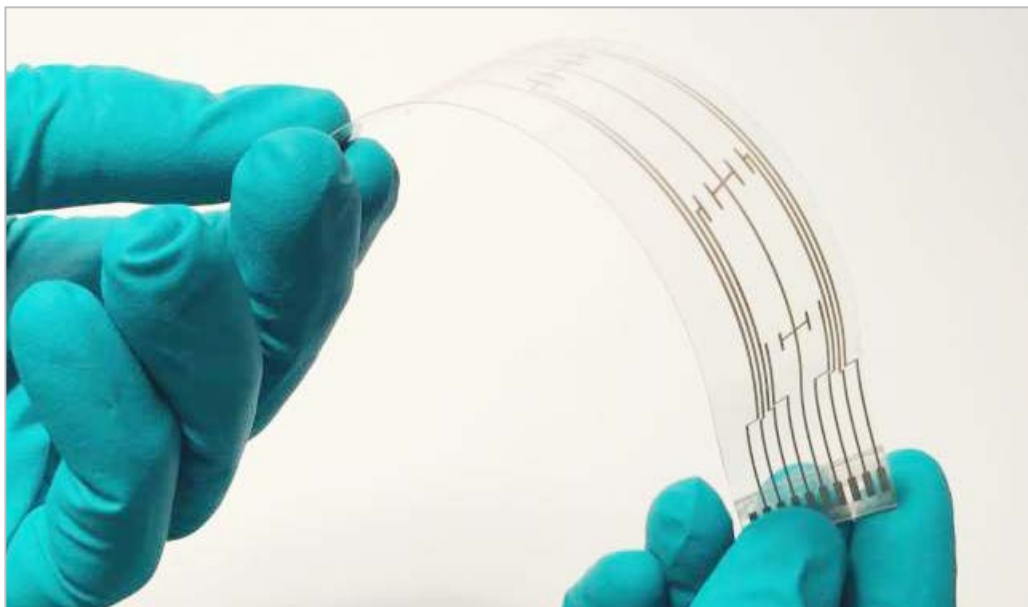
شایان ذکر است شرکت نفت و گاز سرو در زمینه تولید نانوکاتالیست های ریفرمینگ با بخار آب دارای ۵۷ فرانس داخلی است که طول عمر برخی از آن ها به اتمام رسیده و با نانوکاتالیست های سرو مجدداً جایگزین شده اند. همچنین در حال حاضر ۵ واحد در کشور روسیه و یک واحد در کشور ونزوئلا در حال استفاده از نانوکاتالیست های شرکت نفت و گاز سرو هستند و ۷ واحد دیگر نیز شامل ۵ واحد در روسیه، یک واحد در ونزوئلا و یک واحد در عراق تا پایان سال ۲۰۲۴ از نانوکاتالیست های سرو استفاده خواهند نمود.

چرخه گاز سنتز به صورت یک پکیج، پیشینه فعالیت های شرکت نفت و گاز سرو در این زمینه را تشریح نمود و اظهار داشت که شرکت نفت و گاز سرو با مطالعه دقیق بازار در داخل ایران و کشورهای دارای پتانسیل برای صادرات محصولات، یک ظرفیت ۵۰۰۰ تن در سال برای تولید انواع مختلف نانوکاتالیست ها ایجاد نموده است.

عضو هیئت مدیره شرکت نفت و گاز سرو با بیان تلاش های این شرکت نانوفناور برای ارائه محصولات با مزیت کیفی بالاتر، افزود: «بخش تحقیقات سرو همواره در تلاش برای تولید محصولات با مزیت های کیفی بالاتر است، به نحوی که برخی از محصولات تولیدی این شرکت، تاکنون توسط شرکت های مطرح بین المللی به بازار عرضه شده است. به علاوه، بخش خدمات پس از فروش شرکت نفت و گاز سرو، فعالانه در کنار مشتریان قرار گرفته و در حین بارگذاری و راه اندازی، خدمات قابل توجهی به مشتریان عرضه کرده است و در آینده نزدیک این خدمات به نحو چشمگیری افزایش خواهد یافت.»

در ادامه دکتر علی طاهری؛ مدیر بازاریابی بین المللی شرکت نفت و گاز سرو، به ارائه توانمندی شرکت نفت و گاز سرو در تولید نانومحصولات با خواص فیزیکی و شیمیایی مختلف جهت به کارگیری در واحدهای آمونیاک و متانول در شرایط عملیاتی مختلف پرداخت. وی با اشاره به تلاش های صورت گرفته در زمینه تولید نانوکاتالیست های ریفرمینگ با بخار آب، مبانی علمی این فرایند را که منتج به تولید محصول با مزیت های رقابتی برتر شده است، تشریح نمود.

الکترونیک چاپی: از کاربردها تا بازار آینده



پلاستیکی شوند. امروزه کاربردهای تجاری فناوری صفحات الکترونیکی چاپ شده در حال توسعه است.

بسیاری بر این عقیده هستند که این صفحات چاپی به دلیل قیمت ساخت پایین و ظرفیت بالای تولید غایت تولید قطعات الکترونیکی هستند. این در حالی است که بسیاری از این قطعات اکنون به روش‌های غیرچاپی مانند رسوب‌نشانی در خلأ و یا تلفیقی از روش‌های چاپی و غیرچاپی تولید می‌شوند. در این مورد باید این نکته در نظر گرفته شود که تمرکز شرکت‌ها معطوف به محصول نهایی، قیمت، عملکرد و کارایی آن بوده و اگر شاخص‌های مورد نظر حاصل شده باشد، مصرف‌کننده نهایی توجهی به نحوه ساخت یا مواد آن نخواهد داشت. هدف اصلی این فناوری، جایگزینی قطعات الکترونیکی سیلیکونی متداول با قطعات ارزان‌تر است. این امر با توجه به اینکه قطعات سیلیکونی متداول در بسیاری از موارد عملکرد بالاتر و قیمت پایین‌تری فراهم می‌کنند، بلند پروازانه به حساب می‌آید. به همین دلیل در حال حاضر شرکت‌ها تمرکز خود را بر روی توسعه ویژگی‌های منحصربه‌فرد و حجم تولید بالای سنسورها، منسوجات هوشمند و نمایشگرهای انعطاف‌پذیر با هدف غلبه

الکترونیک چاپی به معنی استفاده از روش‌های مرسوم چاپ برای تولید افزاره‌های الکترونیکی است. صفحه‌های الکترونیک چاپ شده (PE) شامل چاپ مدارات بر روی سطوحی نظیر کاغذ و منسوجات است که امکان تولید قطعات الکترونیکی یا دستگاه‌ها را با قیمت کم و سرعت بالا فراهم می‌نماید. امکان تولید صفحات و قطعات با وزن کمتر، اندازه کوچک‌تر، ضخامت کمتر، انعطاف‌پذیری و قابلیت عرضه با قیمت پایین‌تر از عوامل اصلی پیشرفت سریع PE است. چاپ صفحات الکترونیک دنیای جدیدی از مدارهای چاپی را بر روی بسترهای هادی، نیمه‌هادی و نارسانا با قیمت پایین ایجاد می‌نماید. به‌طور کلی انتظار می‌رود که PE هزینه‌ای ۱۰ تا ۱۰۰ برابر ارزان‌تر از الکترونیک‌های سیلیکونی به ازای واحد مساحت داشته باشد. علاوه بر این، فناوری الکترونیک چاپی می‌تواند خواص دیگری مانند انعطاف‌پذیری و مقاومت را نیز فراهم نماید. از دیگر مزایای الکترونیک چاپی می‌توان به سرمایه کمتر مورد نیاز اشاره کرد. در سال ۱۹۹۷، محققان آزمایشگاه بل توانستند گام بلندی در توسعه صفحات الکترونیکی چاپ شده بردارند و موفق به ساخت اولین ترانزیستورهای چاپ شده بر روی یک فیلم

الکترومغناطیس یا سبدهای فرکانس رادیویی استفاده می‌شوند. صفحات مانتیور یا بلندگو نیز از جمله کاربردهای این جوهرهای آلی هستند.

قطعات الکترونیک چاپی آلی از لحاظ ساختار، عملکرد و اجرا با قطعات الکترونیکی معمولی تفاوت دارد که باعث تأثیر قراردادن طراحی مدار و قطعه، بهینه‌سازی و روش ساخت آن می‌شود. کشف پلیمرهای اتصال و توسعه آن‌ها به مواد قابل حل باعث ایجاد اولین مواد جوهر آلی شد. مواد موجود در این دسته پلیمرها دارای خواص متفاوتی از قبیل هدایت، نیمه‌رسانایی، الکترولومینسنت، فوتولتائیک و... هستند. این در حالی است که دیگر پلیمرها معمولاً به عنوان نارسا و عایق استفاده می‌شوند.

■ جوهرهای چاپ الکترونیک

مواد هادی، نیمه‌رسانا، مقاومت و یا دی‌الکترونیک همگی می‌توانند به عنوان جوهر چاپ الکترونیک مورد استفاده قرار گیرند. می‌توان ادعا کرد که بیشترین مصرف مربوط به گروه جوهرهای رساناست. این گروه عمده‌تاً شامل پلیمرهای هادی، نانوذرات و یا تکه‌های فلزی و نانولوله‌های کربنی هستند، در این میان نانوذرات نقره و نانوذرات مس جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. اخیراً اصلاح نانولوله‌های کربنی و نانوذرات قلع به منظور افزایش کارایی آن‌ها به عنوان جوهرهای ارزان‌تر در صنعت چاپ الکترونیک نیز مورد توجه قرار گرفته است. خازن‌های دی‌الکترونیک معمولاً از جوهرهایی نظیر اکسیدهای معدنی و تک‌لایه‌های خودسامان و مقاومت‌ها از جوهرهایی نظیر فیلم‌های کربنی چاپ می‌شوند. به این ترتیب و با وجود جوهرهایی با خواص متفاوت الکترونیک می‌توان قسمت‌های مختلف یک مدار را چاپ نمود.

■ روش‌های تولید

تولید صفحه‌های الکترونیکی به روش چاپ در مقایسه با روش‌های معمول باعث کوتاه‌تر شدن فرایند و سادگی آن شده است. به علاوه مزیت دیگر این روش عدم نیاز به دمای بالا در مراحل تولید است. شکل ۱ به صورت شماتیک به مقایسه مراحل مورد نیاز در هر کدام می‌پردازد.

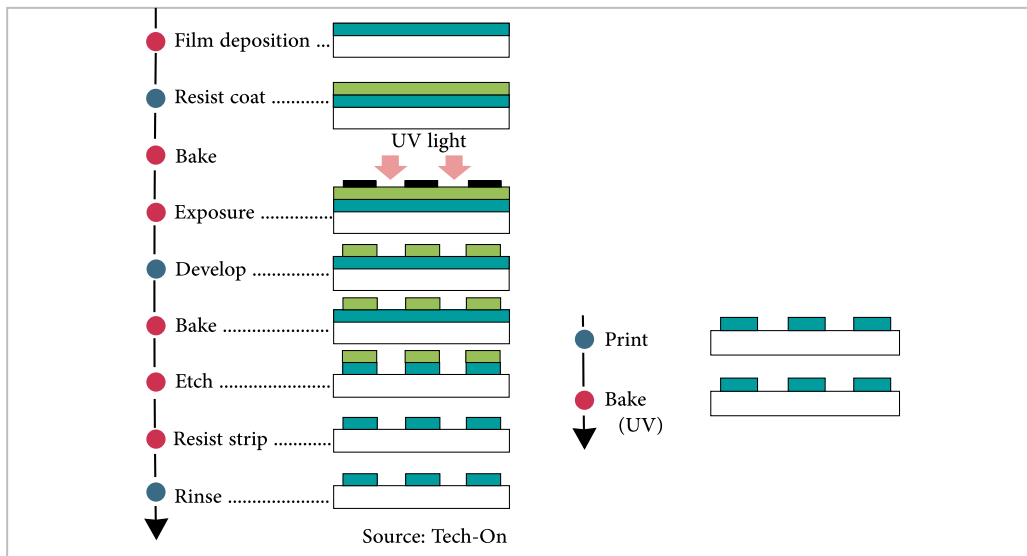
فناوری الکترونیک چاپی شامل چاپ مواد با خواص چندمنظوره بر روی الگوی مورد نظر است. مرسوم‌ترین روش‌های چاپ صفحات الکترونیک روش‌های چاپ در اثر تماس است. برای مثال می‌توان به روش‌های چاپ اسکرین،

بر قطعات سیلیکونی معطوف کرده‌اند.

ایجاد قطعات بر روی صفحات انعطاف‌پذیر و حتی قابل کشش از محرک‌های اصلی این فناوری است. براساس گزارش منتشر شده توسط IDTechEx در سال ۲۰۱۷ امکان ایجاد صفحات الکترونیکی انعطاف‌پذیر، قابل لوله‌شدن و با مساحت زیاد از عوامل اصلی پیشرفت این فناوری بوده است و ۶۰ درصد از پیشرفت این فناوری مربوط به این عوامل است. ۳۵ درصد از این پیشرفت نیز مربوط به اثرات عوامل قیمت و کارایی آن بوده و ۵ درصد آن ناشی از عوامل دیگر است.

صفحه‌های چاپی را می‌توان براساس معیارهای متفاوتی دسته‌بندی کرد. یکی از این معیارها مواد کاربردی در آن‌هاست که براساس آن صفحه‌های الکترونیک چاپی به دو دسته آلی و غیرآلی تقسیم‌بندی می‌شوند. همچنین این صفحات براساس انعطاف‌پذیری به دو دسته صفحات انعطاف‌پذیر و غیرانعطاف‌پذیر تقسیم می‌شوند. گروه‌بندی‌های دیگری نیز براساس المان‌های دیگر مانند حلال مورد استفاده، استفاده از شرایط خلأ در طول مراحل و غیره وجود دارد. به طور کلی هر دو نوع مواد آلی و غیرآلی برای جوهرهای مورد استفاده در الکترونیک چاپی استفاده می‌شود. مواد جوهر چاپ باید به صورت مایع بوده و قابلیت حل شدن، پخش و تشکیل سوسپانسیون را داشته باشد. این مواد باید براساس کاربرد به عنوان ماده رسانا، نیمه‌رسانا، نارسا یا عایق عمل نمایند. همچنین قیمت مواد جوهر باید متناسب با کاربرد باشد. مواد مورد استفاده در جوهر چاپ باید دارای ویسکوزیته، تنش صفحه‌ای و درصد جامد کاملاً کنترل شده باشند، همچنین کنش‌های بین لایه‌ای مانند ترکندگی، چسبندگی، انحلال و عملیات خشک کردن پس از چاپ بر روی خواص نهایی محصول اثر می‌گذارد. خواص مواد به طور وسیعی مشخص‌کننده تفاوت میان صفحات الکترونیک چاپی و معمولی هستند.

مواد جوهرهای غیرآلی به جز تعدادی استثنا، شامل توزیع ذرات میکرو یا نانوفلزات یا نیمه‌رساناها در بستر مایع هستند. جوهرهای رسانای فلزی شامل ذرات میکرو و نانوساختار فلزی مانند نقره، طلا و مس در بستر جوهر بوده و به صورت گسترده در تولید آنتن برچسب‌های RFID، مدارهای رسانا و اجزای مدار به هر دو صورت انعطاف‌پذیر و غیرانعطاف‌پذیر استفاده می‌شوند. نانوذرات نیمه‌رسانای مورد استفاده نیز شامل سیلیکون و اکسید نیمه‌رساناها هستند. از سوی دیگر، جوهرهای کربنی (آلی) شامل ذرات و ورقه‌های کربن در بستر جوهر هستند که به دلیل هدایت الکترونیک پایین‌تر به عنوان فصل مشترک



شکل ۱- مقایسه شماتیک فرایندهای معمولی و چاپ صفحات الکترونیکی

و همچنین فناوری‌های نوظهور نیز به بازار ورود پیدا کرده‌اند. اصلی‌ترین روش‌های چاپ انبوه PE، ظرفیت تولید، مزایا و معایب آن‌ها در جدول ۱ آمده است.

فلکسوگرافیک، چاپ گراور و لیتوگرافی افست اشاره کرد. با پیشرفت فناوری تولید انبوه فرایندهایی مانند افست، فلکسوگرافیک و چاپ روتوگراور با سرعت بیشتری صورت گرفته

جدول ۱- مقایسه روش‌های چاپ انبوه PE

ظرفیت تولید	روش	مزایا و معایب
روش‌های تولید انبوه با تولید بیش از ۱۰۰۰۰ مترمربع بر ساعت	چاپ فلکسوگرافیک	- نسبتاً ارزان - مشکلات ناهمخوانی بین صفحه پلیمری و حلال‌های جدید مورد استفاده در PE
	چاپ گراور	- امکان چاپ فیلم با گستره وسیع‌تری از ضخامت - کیفیت بالای لایه، وضوح و مقیاس‌پذیری عرض خط
	چاپ افست	- سریع و قابلیت کنترل تولید انبوه - هزینه راه‌اندازی بالا - فرمولاسیون بسیار خاص جوهر
روش‌های چاپ ورق با ظرفیت تولید کمتر از ۲۰۰ مترمربع در ساعت	چاپ جوهرافشان	- گسترده‌ترین تحقیقات بر روی این روش بوده و برگستره وسیعی از سطوح اعمال می‌شود. - هزینه کمتر نسبت به لیتوگرافی - ویسکوزیته پایین و فرمولاسیون با غلظت کم جوهر
	چاپ اسکرین	- ارزان و قابلیت انعطاف‌پذیری بالا - وضوح محدود - اخیراً می‌تواند یک فرایند R2R باشد.

ادامه جدول ۱- مقایسه روش‌های چاپ انبوه PE

ظرفیت تولید	روش	مزایا و معایب
روش‌های جدید مرحله به مرحله چاپ	مهر زنی / مهرزنی نانو	- سادگی بیشتر نسبت به چاپ گراور - از الگوی اصلی برای انتقال الگو به زمینه استفاده می‌شود. - به طور گسترده استفاده نمی‌شود.

■ کاربردهای الکترونیک چاپی

مدارهای چاپی کاربردهای گسترده‌ای دارند. بزرگ‌ترین کاربرد چاپ صفحات الکترونیکی در کوتاه مدت و میان مدت مربوط به اپتوالکترونیک است. دستگاه‌های اپتیکی براساس نوردهی کار می‌کنند که شامل صفحه‌های نمایش، تابلوهای علائم چراغ‌ها و کتاب‌خوان‌های الکترونیکی است. مدارهای چاپی در تجهیزات اپتوالکترونیک بیشتر در زمینه نوردهی کاربرد دارند. تجهیزات RF با نوع دیگری از امواج الکترومغناطیس که طول موج ۹ کیلوهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز از دامنه طول موج بسیار پایین تا طول موج بسیار بالا را دارند، در ارتباط هستند. به این دامنه از طول موج الکترومغناطیسی، طیف طول موج رادیویی نیز گفته می‌شود زیرا در ابتدا برای ارتباطات رادیویی از این طیف استفاده می‌شده است. اگرچه امروزه کاربردهای متعدد دیگری نظیر سیستم‌های تشخیص هویت، گرمادهی به فلزات، تجهیزات جراحی و غیره به آن افزوده شده است. پروژه‌های نظامی، کارت‌های تشخیص هویت، کارت‌های اعتباری و همچنین دیگر تجهیزات مثل پلاک‌های حیوانات که استفاده از آن‌ها الزام قانونی دارند، بازار برچسب‌های RFID را پرسود و جذاب ساخته است.

صفحه‌های الکترونیکی چاپ شده می‌توانند در تجهیزات تولید و ذخیره انرژی مانند تجهیزات فتوولتائیک یا باتری‌ها مورد استفاده قرار بگیرد. تاکنون دانشمندان موفق شده‌اند برخی دستگاه‌های دارای اثر فتوولتائیک را با روش چاپ صفحات الکترونیکی تولید کنند، اما لازم به ذکر است که تمام فناوری‌های فتوولتائیک هم قابلیت تولید با استفاده از PE را ندارند. دستگاه‌های فتوولتائیک که تاکنون با فناوری چاپ صفحات الکترونیکی تولید شده‌اند یا در مرحله پیش تولید قرار دارند، شامل سلول‌های خورشیدی سلنید گالییم آیینیدیم مسی (CIGS)، حساس به رنگ (DSSC) و سلول‌های خورشیدی کوانتومی هستند. دستگاه‌های فتوولتائیک چاپ شده DSSC و CIGS هم‌اکنون در بازار موجود هستند و بازار آن‌ها با رشد آرامی

در حال افزایش است.

باتری‌های چاپ شده به روش PE، یک راه فشرده، ایمن و دوستدار محیط زیست برای تولید برق کارت‌های هوشمند، بسته‌بندی‌های هوشمند، فرستنده‌های برچسب‌های RFID، قفسه الکترونیکی و همچنین مصارف پزشکی است. بسیاری از شرکت‌هایی که باتری‌های چاپی و لایه نازک را در سال ۲۰۱۱ به وجود آوردند، در سال ۲۰۱۲ به سمت تولید تجهیزات RFID، کارت‌های هوشمند و حسگرها پیش رفتند.

مدارات منطقی حوزه دیگری از کاربردهای الکترونیک چاپی است. بازار این حوزه از الکترونیک چاپی کمتر از ۱۰ میلیون دلار در سال و عمدتاً مربوط به حمایت‌های دولتی برای نمونه‌های اولیه و تعداد اندکی محصولات تجاری است. البته پیش‌بینی می‌شود که با ادامه فعالیت‌های تحقیق و توسعه در یک بازه ۱۰ ساله، این بازار شروع به رشد کند و حجم آن تا سال ۲۰۲۷ به بیش از ۲۵۰ میلیون دلار برسد. شرکت‌های Thin Film Electronics، PragmatIC و FlexEnable از شرکت‌های مهم این حوزه هستند و در زمینه تولید برچسب‌های حسگری و RFID، اقلام تبلیغاتی و بسته‌بندی هوشمند فعالیت دارند. تعداد زیادی شرکت مانند PolyIC و Kovio نیز در این حوزه فعال بودند اما امروزه یا بر زمینه دیگری تمرکز کرده‌اند یا پس از ضرردهی زیاد تعطیل شده‌اند. چالش اصلی در این حوزه، رقابت با سیلیکون در قیمت است. به عنوان مثال، مدارات مجتمع RFID سیلیکونی که شامل ۶۰,۰۰۰ ترانزیستور هستند، قیمتی در حدود ۱/۵ سنت دارند. در نتیجه تولیدکنندگان این حوزه باید بر کاربردهایی همچون الکترونیک انعطاف پذیر تمرکز کنند که سیلیکون در آن‌ها کارایی نداشته باشد یا اینکه حجم بازار مربوطه کوچک باشد و سرمایه‌گذاری اولیه مورد نیاز سیلیکون را توجیه نکند.

به جرئت می‌توان گفت یکی از مهم‌ترین حوزه‌های کاربرد الکترونیک چاپی در زمینه ساخت حسگرهاست. حسگرهای زیستی، لمس، نور، پیزومقاومتی، پیزوالکتریک، دما، رطوبت

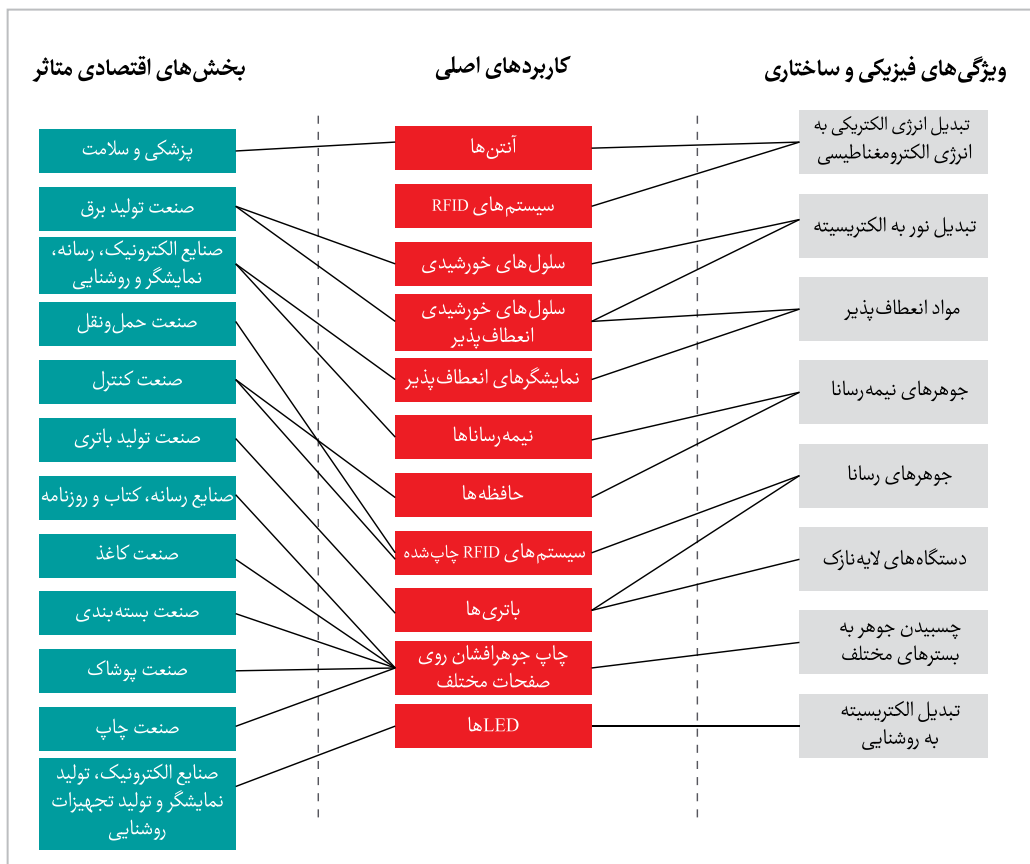
و گاز از جمله حسگرهایی هستند که از طریق چاپ تولید می‌شوند. چاپ اسکرین متداول‌ترین روش برای تولید این نوع حسگرهاست و کاربرد سایر فناوری‌های چاپ، همانند روش جوهرافشان، به فعالیت‌های تحقیق و توسعه محدود می‌شود. در میان حسگرهای مذکور، برخی انواع زیستی (نوارهای تست گلوکز)، بی‌زومقاومتی و لمس در مرحله تولید انبوه هستند، حسگرهای نور، الکتروشیمیایی و دما به صورت محدود تجاری شده‌اند اما تولید انبوه آن‌ها مستلزم سرمایه‌گذاری زیاد است و سایر حسگرها در مرحله تحقیق و توسعه فناوری قرار دارند. حجم بازار حسگرهای چاپی در سال ۲۰۱۷ بیش از ۶ میلیارد دلار بوده است که حدود ۹۸٪ این مبلغ مربوط به زیست حسگرها (غالباً نوارهای تست گلوکز) است. پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۷ سهم سایر حسگرها افزایش یافته و حجم کلی بازار به بیش از ۹ میلیارد دلار برسد. شرکت‌هایی که در حوزه

حسگرهای نوین چاپی سرمایه‌گذاری می‌کنند، به دلیل پیشگام بودن در فناوری، بازار سودبخشی خواهند داشت. سالیانه حدود ۳۰ میلیون نوار تست گلوکز تولید می‌شود که در ۷۰٪ آن‌ها، الکترودها توسط جوهر کربن و نقره چاپ می‌شوند. همچنین آنزیم‌ها و واسط‌های افزاره نیز می‌توانند به روش اسکرین روی الکترودها چاپ شوند. حسگرهای نوار قلب نیز بخش دیگری از این بازار هستند که لایه‌های هادی آن‌ها چاپی است و تولید سالیانه آن‌ها به صدها میلیون دستگاه می‌رسد.

شکل ۲ خصوصیات و کاربردهای الکترونیک چاپی را در صنایع مختلف نشان می‌دهد.

■ حسگرها

حسگرهای چاپی و انعطاف‌پذیر حسگرهایی هستند که با استفاده از فناوری چاپ بر روی موادی همچون کاغذ،



شکل ۲- ویژگی‌های فیزیکی تجهیزات الکترونیک چاپ شده، کاربردهای آن‌ها و صنایع متأثر

ساخت آن‌ها گران‌تر و ادغام آن‌ها ساده‌تر است. به این ترتیب تولیدکنندگان در درجه اول کاربردهایی را هدف قرار می‌دهند که از قابلیت‌های منحصر به فرد آن‌ها به‌ویژه حساسیت آن‌ها به ارتعاشات فرکانس بالا استفاده کنند. این حسگرها در کاربردهایی که انعطاف‌پذیری و سازگاری بسیار مهم است، ارزشمند هستند. آن‌ها در طیف گسترده‌ای از زمینه‌ها از جمله فناوری دستگاه‌های پوشیدنی، مراقبت‌های بهداشتی، نظارت بر سلامت و رابط‌های حساس به لمس و غیره استفاده می‌شوند. انعطاف‌پذیری و سازگاری‌شان، آن‌ها را برای کاربردهای مختلف حسگرهای نوآورانه و سفارشی مناسب می‌کند.

■ حسگرهای دما

حسگر چاپی و انعطاف‌پذیر دما نوعی حسگر است که تغییرات دما را اندازه‌گیری می‌کند و به‌گونه‌ای طراحی شده است که انعطاف‌پذیر و بالقوه قابل چاپ باشد. این حسگرها برای نظارت و تشخیص تغییرات دما در کاربردهای مختلف از جمله فناوری پوشیدنی، نظارت بر محیط زیست و فرایندهای صنعتی استفاده می‌شوند. برای ایجاد حسگرهای دمای چاپی از جوهر کامپوزیت با نانوذرات سیلیکونی یا نانولوله‌های کربنی می‌توان استفاده کرد. با توجه به اینکه اندازه‌گیری دما نیاز به تماس حرارتی خوبی دارد حسگرهای مبتنی بر بسترهای منسجم ممکن است به نظر یک پیشنهاد با ارزش ارائه دهند. چالش اصلی آن‌ها هزینه کم و وزن سبک موارد جایگزین بسیار بالغ مانند ترمیستورها و آشکارسازهای دمای مقاوم‌تری است. نظارت بر باتری‌ها در خودروهای الکتریکی یکی از کاربردهای بسیار امیدوارکننده است که با توجه به وزن سبک و سهولت ادغام با سلول‌های کیسه‌ای مورد توجه قرار گرفته است. ویژگی‌های کلیدی حسگرهای چاپ شده و انعطاف‌پذیر دما ممکن است شامل موارد زیر باشد:

زیرلایه انعطاف‌پذیر: این حسگرها معمولاً بر روی بسترهای انعطاف‌پذیر ساخته می‌شوند که می‌توانند با سطوح منحنی سازگار باشند یا در دستگاه‌های انعطاف‌پذیر و دارای انحنا ادغام شوند.

مواد حساس به دما: حسگر حاوی یک ماده حساس به دماست که اغلب یک ماده مقاوم یا نیمه‌هادی است که خواص الکتریکی آن با دما تغییر می‌کند.

فناوری قابل چاپ: برخی از حسگرهای دما را می‌توان با استفاده از فناوری‌های قابل چاپ مانند چاپ اسکرین یا چاپ جوهرافشان ساخت که امکان تولید و سفارشی‌سازی

پلاستیک، منسوجات و... که انعطاف‌پذیر هستند، تولید می‌شوند. این حسگرها به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که سبک وزن، انعطاف‌پذیر و قابل انطباق بر روی سطوح باشند. استفاده از حسگرهای انعطاف‌پذیر در دهه گذشته به دلیل افزایش تقاضا از زمینه‌های مختلف از جمله پایش سلامت، بسته‌بندی هوشمند، پوست الکترونیک و رباتیک نرم سه برابر شده است. حسگرهای چاپی در فناوری‌های متنوعی کاربرد دارند و براساس پارامتری که موردسنجش قرار می‌گیرد می‌توانند به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی شوند:

■ حسگرهای پیروزیستو

حسگر چاپی پیروزیستو نوعی حسگر است که از مواد پیروزنسیتیو برای اندازه‌گیری تغییرات فشار یا نیرو استفاده می‌کند. مواد پیروزیستو موادی هستند که در اثر تغییر شکل مکانیکی مانند فشار یا کرنش، مقاومت الکتریکی خود را تغییر می‌دهند در یک حسگر چاپی پیروزیستو، ماده پیروزنسیتیو روی بستر موردنظر چاپ شده و با اعمال فشار یا نیرو به حسگر، دستخوش تغییر شکل می‌شود. این تغییر شکل منجر به تغییر مقاومت الکتریکی شده که قابل اندازه‌گیری است و مقدار آن متناسب با نیروی وارد شده است. به این ترتیب حسگر پارامتر فیزیکی را شناسایی و آن را به کمیت قابل اندازه‌گیری تبدیل می‌کند. این حسگرها معمولاً در کاربردهای مختلف از جمله در سیستم‌های خودرو، دستگاه‌های پزشکی و ماشین‌آلات صنعتی، جایی که اندازه‌گیری فشار یا نیرو دقیق موردنیاز است، استفاده می‌شوند. آن‌ها اغلب به دلیل قابلیت، اطمینان دقت و توانایی آن‌ها برای ادغام در فاکتورهای فرم فشرده و انعطاف‌پذیر ترجیح داده می‌شوند.

■ حسگرهای پیژوالکتریک

حسگر چاپی و انعطاف‌پذیر پیژوالکتریک نوعی حسگر است که مواد پیژوالکتریک را در قالبی انعطاف‌پذیر و قابل چاپ ترکیب می‌کند. مواد پیژوالکتریک وقتی در معرض تغییر شکل یا فشار مکانیکی قرار می‌گیرند بار الکتریکی تولید می‌کنند و همچنین می‌توانند در معرض میدان الکتریکی تغییر شکل دهند این مواد در حسگرها برای تشخیص پدیده‌های فیزیکی مختلف از جمله، فشار، کرنش ارتعاش و دما استفاده می‌شوند. حسگرهای پیژوالکتریک در پاسخ به نیروی اعمال شده به جای تغییر، مقاومت ولتاژ تولید می‌کنند در حالی که مانند حسگرهای پیروزنسیتیو، می‌توان از آن‌ها برای سنجش نیرو استفاده کرد.

مقرون به صرفه را فراهم می کند.

دقت و پاسخگویی: حسگرها به گونه ای طراحی شده اند که خوانش دقیق دما را ارائه دهند و به سرعت به تغییرات دما پاسخ دهند.

کاربردهای حسگرهای چاپ شده دما و انعطاف پذیر عبارت اند از:

- **دستگاه های پوشیدنی:** این حسگرها را می توان در لباس با پوشیدنی ها برای نظارت بر دمای بدن ادغام کرد.
- **نظارت محیطی:** در ایستگاه های هواشناسی خانه های هوشمند و دستگاه های اینترنت اشیا برای اندازه گیری و کنترل دما در محیط های مختلف استفاده می شود.
- **کنترل فرایند صنعتی:** در ماشین آلات و فرایندهای صنعتی برای نظارت و کنترل دما برای کیفیت و ایمنی استفاده می شود.
- **مراقبت های بهداشتی:** در دستگاه های پزشکی برای پایش دمای بیمار استفاده می شود.
- **فراوری غذا:** اطمینان از کنترل دمای مناسب در طول تولید و نگهداری مواد غذایی

این حسگرها انعطاف پذیری و تطبیق پذیری را در کاربردهای نظارت بر دما به ویژه در سناریوهایی که حسگرهای سخت و سخت سنتی ممکن است مناسب نباشند، ارائه می دهند

■ حسگرهای فشار/ کرنشی

حسگرهای کرنشی چاپی و انعطاف پذیر حسگرهایی هستند که برای اندازه گیری تغییر شکل یا کرنش در اشیا یا مواد طراحی شده اند. به شکلی انعطاف پذیر و اغلب قابل چاپ ساخته می شوند. این حسگرها در کاربردهای مختلف برای نظارت و تشخیص تغییرات در شکل یا کرنش اشیا یا سازه ها استفاده می شوند.

■ حسگرهای لمسی/ خازنی

حسگر چاپی و انعطاف پذیر خازنی نوعی حسگر است که از اصول خازن برای تشخیص تغییرات نزدیکی با لمس استفاده می کند. ظرفیت یک سیستم توانایی ذخیره بار الکتریکی است. در حسگرهای خازنی دو لایه رسانا که معمولاً توسط یک ماده دی الکتریک از هم جدا می شوند، یک خازن را تشکیل می دهند. هنگامی که تغییری در خواص مواد دی الکتریک رخ می دهد مانند زمانی که آن را لمس می کنید، ظرفیت خازن تغییر می کند

و این تغییر قابل تشخیص و اندازه گیری است.

در یک حسگر چاپی خازنی و انعطاف پذیر لایه های رسانا و مواد دی الکتریک در یک بستر انعطاف پذیر و اغلب قابل چاپ ادغام می شوند. این حسگرها به گونه ای طراحی شده اند که نازک، سبک وزن و سازگار با سطوح مختلف باشند و آن ها را برای کاربردهایی که حسگرهای سفت و سخت سنتی کاربردی نیستند، مناسب می سازد. آن ها معمولاً در صفحات لمسی پتل های کنترل حساس به لمس، حسگرهای مجاورت دستگاه های پوشیدنی رابط های خودرو و برنامه های مختلف رابط انسان و ماشین استفاده می شوند.

■ حسگرهای گاز/ رطوبت

حسگرهای گاز و رطوبت را نیز می توان چاپ کرد اگرچه در حال حاضر بیشتر آن ها از سرامیک ساخته می شوند تا مواد آلی. برخی از این سرامیک ها به عنوان یک فیلم ضخیم با دمای پخت بسیار بالا چاپ می شوند که باعث عدم ادغام پذیری آن ها می شود. رویکردهای نوظهور بر پایه نانولوله های کربنی کاربردی و سایر نیمه هادی های آلی است. چندین حسگر با ویژگی های کمی متفاوت را می توان برای تشکیل یک بینی الکترونیکی ترکیب کرد و خروجی ترکیبی آن ها یک اثر انگشت متفاوت برای هر آنالیت نشان می دهد.

حسگرهای گاز در حال حاضر در بسیاری از زمینه های صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند و احتمالاً با افزایش نگرانی در مورد آلودگی هوا، به طور فزاینده ای مورد استفاده قرار می گیرند. برخلاف برخی از بخش ها زمینه قابل توجهی برای تمایز براساس حساسیت و نوع آنالیت وجود دارد که منجر به یک بازار با محصولات متنوع می شود. یکی دیگر از کاربردهای امیدوارکننده درازمدت که در آن حسگرهای گاز چاپی قابلیت منحصربه فردی را ارائه می دهند، چاپ مستقیم روی بسته بندی مواد غذایی برای اندازه گیری تخریب مواد غذایی است. با این حال این امر احتمالاً به توسعه الکترونیک هیبریدی انعطاف پذیر نیاز دارد تا چنین قابلیتی از طریق تولید مداوم همراه با توسعه فناوری های توانمند مانند آی سی های (ICs) انعطاف پذیر مقرون به صرفه باشد.

■ حسگرهای پوشیدنی انعطاف پذیر

الکترودهای انعطاف پذیر می توانند در وسایل انعطاف پذیر مانند صفحه نمایش ها، حسگرها و صفحات خورشیدی استفاده شوند. این دستگاه ها ممکن است برای تولید دستگاه های

بسیاری از حسگرهای یاد شده در گروه فوق، فرایندهای تشخیصی را بر پایه واکنش‌های الکتروشیمیایی رخ داده انجام می‌دهند. بنابراین ضروری به نظر می‌رسد که حسگرهای الکتروشیمیایی به صورت جداگانه مورد بحث و بررسی قرار گیرند.

■ حسگرهای چاپی الکتروشیمیایی

بر اساس دسته‌بندی IUPAC، آنالیزهای الکتروشیمیایی از جمله شناخته شده‌ترین روش‌های ابزاری در شیمی تجزیه است و تکنیک‌های الکتروآنالیز دسته‌ای از روش‌های تحلیلی هستند که از اصول الکتروشیمیایی برای مطالعه و تجزیه و تحلیل سیستم‌های شیمیایی استفاده می‌کنند. طی سال‌های اخیر، فناوری الکتروآنالیز به عنوان مسیری هموار برای انواع آنالیزها و در نتیجه پیشرفت زندگی انسان‌ها توسعه یافته است. این فناوری قابلیت بسیاری در حل چالش‌های موجود بر سر راه حفاظت از زندگی افراد و همچنین محیط زیست در حوزه‌هایی مانند آنالیزهای بالینی، آنالیزهای مواد غذایی، پایش محیط و... به روشی سریع و مطمئن دارد. در این میان ظهور الکترونیک چاپی به عنوان یک فناوری نوین و صنعتی، فرصت‌های رشد و توسعه محصولات جدید را پیشروی روش‌های الکتروآنالیز قرار داده است.

تولید الکترودهای آنالیز به روش چاپ صفحه‌ای یکی از روش‌های نوین و کارآمد در صنعت الکتروشیمی و الکترونیک است. اصلی‌ترین مزایای این روش در ساخت الکترودها کاهش هزینه‌ها، طراحی سه بعدی و با دقت بالا، سبک و قابل حمل بودن، قابلیت تولید بالا و همچنین قابلیت استفاده در محیط‌های خطرناک و حساس است. شکل ۳ مبانی عملکرد حسگرهای الکتروشیمیایی را به تصویر می‌کشد.

حسگرهای الکتروشیمیایی از سه بخش اصلی الکترودها، الکترولیت و سیستم الکترونیکی تشکیل شده‌اند. بخش الکترودها شامل الکتروکاتود، الکتروکاتود مرجع و الکتروکاتود کمکی است. قلب یک حسگر در واقع الکتروکاتود کار آن است. این الکتروکاتود به عنوان عضو اصلی شناسایی تغییرات در محیط نمونه آزمایش بوده و تغییرات الکتروشیمیایی را به صورت سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. این الکتروکاتود می‌تواند از جنس فلزات، اکسید فلزات یا پلیمرهای رسانا ساخته شود و به طور معمول با لایه نازکی از مواد حس‌کننده پوشانده می‌شود که با آنالیت وارد تعامل می‌شود و سیگنال الکتریکی تولید می‌کنند. حسگرهای الکتروشیمیایی از مزایای فراوانی برخوردارند.

پوشیدنی مورد استفاده قرار بگیرند که بر سلامت انسان نظارت دارند. الکترودهای انعطاف‌پذیر کاربردهای وسیعی دارند. ساخت الکترودهای انعطاف‌پذیر با کارایی بالا در طول توسعه دستگاه‌های الکترونیکی ضروری است.

■ حسگرهای بیولوژیکی

حسگر زیستی چاپی و قابل انعطاف نوعی حسگر تخصصی است که برای تشخیص مولکول‌های بیولوژیکی و واکنش‌ها یا تغییرات در سیستم‌های بیولوژیکی به شکلی انعطاف‌پذیر و اغلب قابل چاپ طراحی شده است. این حسگرها به دلیل تطبیق‌پذیری و قابلیت ادغام در دستگاه‌های مختلف پوشیدنی معمولاً در حوزه مراقبت‌های بهداشتی، بیوتکنولوژی و تحقیقات پزشکی استفاده می‌شوند.

بزرگ‌ترین دسته حسگرهای چاپی برحسب درآمد و حجم حسگرهای زیستی چاپی هستند که نوارهای تست گلوکز بر آن غالب هستند. تقاضای سالانه این حسگرها میلیاردی است. حسگرهای زیستی چاپی محدود به سنجش گلوکز نیستند و مجموعه‌ای از حسگرهای دیگر در حال ظهور هستند.

ویژگی‌های کلیدی بیوحسگرهای چاپی و انعطاف‌پذیر عبارت‌اند از:

● بستر انعطاف‌پذیر: معمولاً روی بسترهای انعطاف‌پذیر

ساخته می‌شوند و به آن‌ها اجازه می‌دهند تا با شکل نمونه‌های بیولوژیکی یا دستگاه‌های پوشیدنی مطابقت داشته باشند.

● عنصر تشخیص زیستی: یکی از اجزای حیاتی حسگرهای

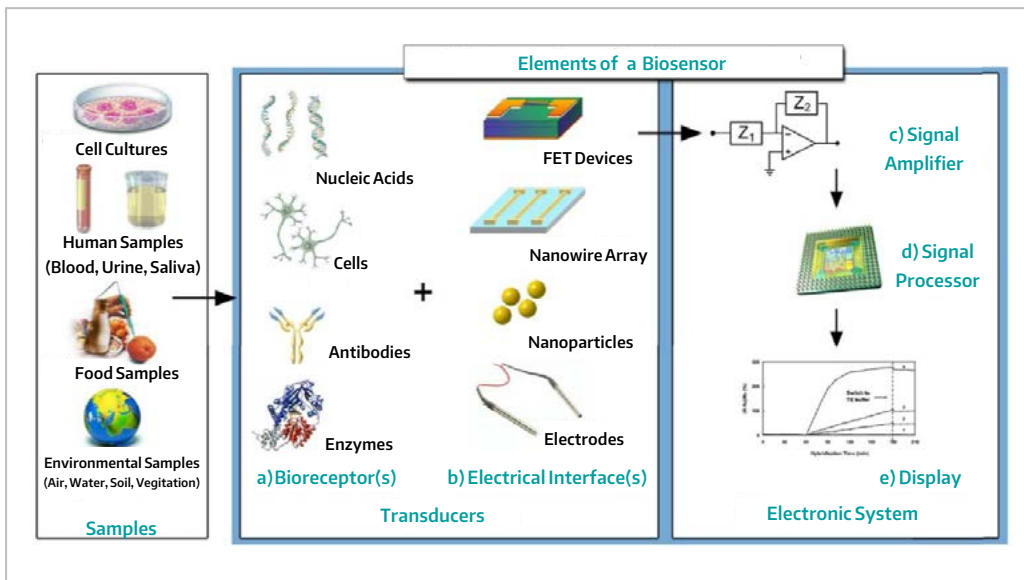
زیستی، عنصر شناسایی زیستی است که می‌تواند آنتی‌بادی آنزیم DNA یا سایر مولکول‌های زیستی باشد. این عناصر به طور خاص با ماده بیولوژیکی هدف تعامل دارند و منجر به یک سیگنال قابل اندازه‌گیری می‌شوند.

● مبدل: حسگرهای زیستی دارای مبدلی هستند که

تعامل بیولوژیکی را به سیگنال الکتریکی نوری یا شیمیایی قابل اندازه‌گیری تبدیل می‌کند.

● فناوری قابل چاپ: بسیاری از این حسگرها با

استفاده از فناوری‌های قابل چاپ مانند چاپ اسکرین یا چاپ جوهرافشان ساخته می‌شوند که امکان تولید انبوه مقرون به صرفه و سفارشی‌سازی را فراهم می‌کند. کاربردهای بیوحسگرهای چاپی و قابل انعطاف عبارت‌اند از پایش گلوکز برای (پایش مداوم گلوکز در مدیریت) دیابت (تجزیه و تحلیل DNA و پروتئین) در ژنومیک.



شکل ۳- نحوه عملکرد حسگرهای الکتروشیمیایی در تشخیص پارامترهای آنالیت و تبدیل آن‌ها به سیگنال الکتریکی

است. این حسگرها براساس اصل اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل بین یک الکتروود حساس به pH و یک الکتروود مرجع کار می‌کنند.

■ حسگرهای ولتامتری

این حسگرها براساس اندازه‌گیری جریان الکتریکی تولید شده پس از اعمال پتانسیل ثابت یا متغیر در سطح الکتروود کار می‌کنند. از آنجایی که جریان اندازه‌گیری شده مستقیماً با غلظت گونه آنالیت متناسب است، این روش امکان تجزیه و تحلیل کمی آنالیت را با حساسیت شدید فراهم می‌کند. تمام حسگرهای ولتامتری تابعی از جریان، پتانسیل و زمان هستند. زمانی که جریان الکتریکی در یک پتانسیل ثابت ثبت شود، آن را آمپرومتری می‌نامند. در طی روش اندازه‌گیری ولتامتری، ولتاژی با شکل موج مشخص به الکتروود کار اعمال می‌شود. این شکل موج بسته به تکنیک خاصی که به کار می‌رود، می‌تواند به شکل یک خطی، پلکانی، مربعی و... باشد. با تغییر ولتاژ، واکنش‌های الکتروشیمیایی در الکتروود کار رخ می‌دهد که منجر به تولید جریان می‌شود. وابسته به شکل موج ولتاژ اعمال شده، روش‌های ولتامتری در شیمی الکتروتحلیلی به ولتامتری چرخه‌ای و ولتامتری روبش خطی، ولتامتری پالس تفاضلی، ولتامتری موج مربعی یا همان کروئوآمپرومتری و... تقسیم‌بندی می‌شوند.

این حسگرها به دلیل حساسیت و دقت بالا، پایداری، قابلیت کارکرد در محیط‌های خشک و مرطوب و قابلیت آزمایش در زمان واقعی، در بسیاری از زمینه‌های کاربردی مانند پزشکی، صنایع مختلف، محیط زیست و کشاورزی به کار گرفته می‌شوند و در سال‌های اخیر به یکی از مهم‌ترین ابزارهای تشخیص و اندازه‌گیری در بسیاری از زمینه‌های کاربردی تبدیل شده‌اند. این حسگرها را می‌توان براساس سیگنال خروجی به چندین گروه دسته‌بندی کرد:

■ حسگرهای پتانسیومتری

این حسگرها براساس تغییرات پتانسیل الکتریکی بین دو الکتروود در نتیجه تغییرات شیمیایی در محیط کار می‌کنند. در این حسگرها یک جریان الکتریکی ثابت به حسگر اعمال و پتانسیل الکتریکی اندازه‌گیری می‌شود. در حسگرهای پتانسیومتری، پتانسیل الکتریکی به عنوان تابعی از فعالیت آنالیت یا غلظت آن بوده و در گستره وسیعی از کاربردها مانند کنترل کیفیت در صنایع، پایش آلودگی‌های محیط زیستی، فرایندهای غذایی، کشاورزی و آنالیزهای زیست پزشکی استفاده می‌شوند. یکی از معروف‌ترین کاربردهای حسگرهای پتانسیومتری، اندازه‌گیری pH در حوزه‌های تصفیه آب، تولید غذا و نوشیدنی، دارو، نظارت بر محیط زیست و تحقیقات علمی

■ حسگرهای آمپرومتری

این حسگرها براساس تغییرات جریان الکتریکی در پاسخ به تغییرات شیمیایی در محیط کار می‌کنند. همان طور که پیش تر گفته شد، این حسگرها گونه‌ای از حسگرهای ولتامتریک هستند که در آن‌ها جریان الکتریکی در یک پتانسیل ثابت ثبت می‌شود. طی روش اندازه‌گیری آمپرومتری، واکنش الکتروشیمیایی در سطح حسگر اتفاق افتاده و جریان حاصل اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین برای اینکه ترکیب موردنظر برای این نوع تشخیص مناسب باشد، باید الکترواکتیو باشد. از انواع این حسگرها می‌توان به حسگرهای گازی که برای تشخیص گازهای سمی و بی‌بو مورد استفاده قرار می‌گیرند، اشاره کرد.

■ حسگرهای هدایت‌سنجی

در بسیاری از صنایع، میزان هدایت الکتریکی به‌منظور کنترل فرایند، نظارت بر محصول، نظارت بر ویژگی‌های آب یا تشخیص نشتی ضروری است. به این منظور حسگرهای هدایت‌سنجی برای اندازه‌گیری تمایل یک محیط یا محلول الکتروولیت برای عبور جریان الکتریکی بین الکتروود کار و الکتروودهای شمارنده یا الکتروود مرجع در صنایعی مانند مواد غذایی و نوشیدنی، مواد شیمیایی، علوم زیستی داروسازی، آب و... استفاده می‌شوند. به‌عنوان مثال در زیست حسگرهای هدایت‌سنجی زمانی که یک عنصر زیستی با یک آنتی‌ژن تعامل می‌کند، جریان یا هدایت الکتریکی محلول به دلیل تغییر در

غلظت گونه‌های یونی تغییر می‌کند. به عبارت دیگر زمانی که آنتی‌بادی‌های نشان‌دار شده با آنزیم با آنتی‌ژن‌های موجود در محلول نمونه ترکیب می‌شوند، فعالیت آنزیمی توسط مجموعه آنتی‌ژن-آنتی‌بادی با مسدود کردن سطح الکتروود مهار می‌شود. سیگنال حاصل را می‌توان با اهم‌متر یا مولتی‌متر اندازه‌گیری کرد.

■ حسگرهای امپدیمتری

طیف‌سنج امپدانس الکتروشیمیایی روشی کارآمد و پرکاربرد در تعیین خصوصیات گستره وسیعی از سیستم‌های الکتروشیمیایی است. در این روش با اعمال یک سیگنال جریان متناوب بر روی یک سیستم الکتروشیمیایی در وضعیت پایدار و سپس اندازه‌گیری پاسخ جریان صورت می‌گیرد. از آنجا که آشفتگی اعمالی یعنی سیگنال AC، یک سیگنال تحریک کوچک است، EIS اساساً یک تکنیک غیرمخرب به حساب می‌آید. حسگرهای الکتروشیمیایی به دلیل حساسیت بالا، گزینش‌پذیری و سهولت استفاده، کاربرد وسیعی در زمینه‌های مختلف دارند از پزشکی و تشخیصی گرفته تا صنایع نظامی. در جدول ۲، کاربردهای حسگرهای الکتروشیمیایی در هر یک از حوزه‌های محیط‌زیست، کشاورزی، پزشکی، مواد غذایی، نفت و گاز، خودرو و صنایع دفاعی و همچنین معرفی برخی از شرکت‌های مطرح تولیدکننده حسگرهای الکتروشیمیایی در این حوزه‌ها ذکر شده است.

جدول ۲- حسگرهای الکتروشیمیایی، کاربردها و مهم‌ترین شرکت‌های تولیدکننده

حوزه	برخی از مهم‌ترین کاربردها	نوع حسگرهای مورد استفاده	برخی از کمپانی‌های فعال در حوزه موردنظر
محیط‌زیست	پایش کیفیت هوا	پتانسیومتری	■ Thermo Fisher Scientific: تولید حسگر برای پایش کیفیت هوا، آب و خاک شامل حسگرهای pH اکسیژن محلول، اندازه‌گیری کلرین، نیترات و آمونیاک.
	پایش کیفیت آب	امپرومتری	■ Honeywell: تولید حسگر برای تشخیص گازهایی مانند کربن مونواکسید، نیتروژن دی‌اکسید و هیدروژن سولفید
	پایش کیفیت خاک	هدایت‌سنجی	■ Alphasense: تولید حسگرهای پایش کیفیت هوا شامل تشخیص ازن نیتروژن دی‌اکسید و سولفور دی‌اکسید
	پایش محیط‌زیست در اماکن صنعتی (حضور گازهای پالایشگاه‌های نفتی و کارخانه‌های شیمیایی)	الکتروشیمیایی	■ City Technology: تولید حسگر برای تشخیص گازهایی مانند کربن مونواکسید، نیتروژن دی‌اکسید و هیدروژن سولفید
	تغییرات آب‌وهوا (غلظت گازهای گلخانه‌ای)	حسگر مبتنی بر آنزیم	■ Amphenol: حسگرهای pH، اکسیژن محلول، اندازه‌گیری کترین نیترات و آمونیاک

ادامه جدول ۲- حسگرهای الکتروشیمیایی، کاربردها و مهم‌ترین شرکت‌های تولیدکننده

حوزه	برخی از مهم‌ترین کاربردها	نوع حسگرهای مورد استفاده	برخی از کمپانی‌های فعال در حوزه مورد نظر
کشاورزی	پایش کیفیت آب‌وخاک، اندازه‌گیری pH سطح مواد مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آلاینده‌ها مانند آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین، تشخیص بیماری و آفت گیاهان (پایش ترکیبات آلی فرار که توسط گیاهان در پاسخ به عفونت منتشر می‌شود) تشخیص تنش آبی در اندازه‌گیری هدایت الکتریکی بافت گیاه و ارائه اطلاعاتی در مورد وضعیت آب گیاهان به کشاورزان برای بهینه‌سازی وضعیت آبیاری پایش سلامت دام، اندازه‌گیری pH و دمای شکمیه گاوها و ارائه اطلاعاتی در رابطه با سلامت گوارش گاوها با هدف بهینه‌سازی مصرف خوراک و اطمینان از دریافت مواد مغذی	امپرومتری پتانسیومتری هدایت‌سنجی ولتامتری	■ Mettler-Toledo: مجموعه‌ای از حسگرها برای پایش pH اکسیژن محلول و هدایت‌سنجی آب‌وخاک ■ Hach: حسگرهایی برای اندازه‌گیری پارامترهای pH اکسیژن محلول و سطح مواد مغذی در آب ■ Thermo Fisher Scientific: حسگرهایی برای پایش pH اکسیژن محلول و سطح نیترات در آب‌وخاک ■ Instruments: حسگرهایی برای اندازه‌گیری pH میزان هدایت و اکسیژن محلول در آب‌وخاک ■ YSI: حسگرهای اندازه‌گیری pH اکسیژن محلول در آب
پزشکی	پایش گلوکز گازهای موجود در خون اکسیژن کرین دی‌اکسید و... بیومارکرها (تشخیص بیومارکرهای خاص در خون یا دیگر مایعات بدن به‌عنوان شاخصی برای بیماری با فرایندهای فیزیولوژیکی) پایش داروها در خون و دیگر مایعات بدن تست‌های Point-of-care تشخیص سریع بیماری‌ها و پایش سلامت بیمار) مهندسی بافت پایش رفتار سلول و اندازه‌گیری اکسیژن و متابولیت‌های دیگر در محیط سلول پایش رشد و تغییرات اندازه‌گیری قابلیت هدایت مواد مورد استفاده در داربست‌ها به‌عنوان عامل تأثیرگذار بر توانایی سلول برای چسبیدن و رشد بر روی داربست)	پتانسیومتری امپرومتری هدایت‌سنجی الکتروشیمیایی حسگرهای مبتنی بر مولکول‌های زیستی مانند آنزیم‌ها، آنتی‌بادی‌ها و DNA	■ Abbott Laboratories: حسگر پایش گلوکز ■ Medtronic: حسگر پایش گلوکز ■ Roche Diagnostics: حسگر پایش گلوکز و آنالیز گاز خون ■ Dexcom: حسگر پایش پیوسته گلوکز ■ Nova Biomedical: حسگرهای گلوکز، لاکتات و دیگر آنالیت‌ها

ادامه جدول ۲- حسگرهای الکتروشیمیایی، کاربردها و مهم‌ترین شرکت‌های تولیدکننده

حوزه	برخی از مهم‌ترین کاربردها	نوع حسگرهای مورد استفاده	برخی از کمپانی‌های فعال در حوزه مورد نظر
صنایع غذایی	تشخیص پاتوژن‌های غذایی (سالمونلا و لیستریا) پایش کیفیت مواد غذایی (اندازه‌گیری pH ترکیبات آلی فرار و...) تشخیص مواد آلرژی‌زا (حضور گلوتن در محصولات غذایی) تشخیص آلاینده‌ها (آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین و میکوتوکسین) کنترل کیفیت در تولید نوشیدنی‌ها، اندازه‌گیری pH اکسیژن محلول و محتوای الکل، پایش بسته‌بندی مواد غذایی، اندازه‌گیری تغییرات سطح اکسیژن و رطوبت) اندازه‌گیری افزودنی‌ها در مواد غذایی اندازه‌گیری نگهدارنده‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها با هدف اطمینان از سلامت ماده غذایی برای مصرف‌کننده) پایش فرایند تخمیر اندازه‌گیری pH و اکسیژن محلول برای بهینه‌سازی فرایند تخمیر و تضمین کیفیت محصول)	امپرومتری پتانسیومتری یون‌گزین هدایت‌سنجی ولتامتری الکتروشیمیایی مبتنی بر آنزیم	■ Sweden AB : حسگرهای تشخیص پاتوژن‌ها ترکیبات آلرژی‌زا و سایر آلاینده‌های مواد غذایی ■ LumaSense Technologies : حسگرهای شناسایی گازهای کربن دی‌اکسید و اکسیژن پایش pH و ترکیبات جامد حل شده در محصولات غذایی ■ Sentek Ltd : تشخیص یون‌های آمونیوم کلسیم و پتاسیم ■ Thermo Fisher Scientific : تشخیص آلاینده‌هایی مانند آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین در محصولات غذایی ■ Mettler-Toledo : حسگرهای پایش pH اکسیژن محلول و رسانایی در محصولات غذایی
نفت و گاز	تشخیص گاز (گازهای سمی و قابل اشتعال مانند HS CO CH) پایش انتشار گازهای آلاینده مانند SO اسیدیته آب و حسگرهای محلول برای نظارت بر سطح اکسیژن آب مورد استفاده برای برداشت از مخازن) کنترل نشتی در خطوط لوله و مخازن ذخیره (حسگرهای متان برای تشخیص نشتی در خطوط لوله گاز طبیعی)	امپرومتری هدایت‌سنجی	■ Honeywell : حسگرهای تشخیص گاز و پایش انتشار گازهای آلاینده مانند COS گازهای قابل اشتغال و ترکیبات آلی فرار ■ MSA Safety : حسگر برای تشخیص گازهایی مانند CH_4 H_2S CO و NO و همچنین حسگر سنجش میزان اکسیژن و گازهای قابل اشتعال ■ Drager : حسگرهای تشخیص گاز و پایش انتشار گازهای آلاینده و حسگر سنجش CH_4 H_2S CO میزان اکسیژن و گازهای سمی مانند کلرو آمونیاک ■ City Technology : حسگر تشخیص گازهایی مانند CH_4 H_2S CO و حسگر سنجش میزان اکسیژن و گازهای سمی مانند H_2S ■ RKI Instruments : حسگر تشخیص گازهایی مانند CO H_2S

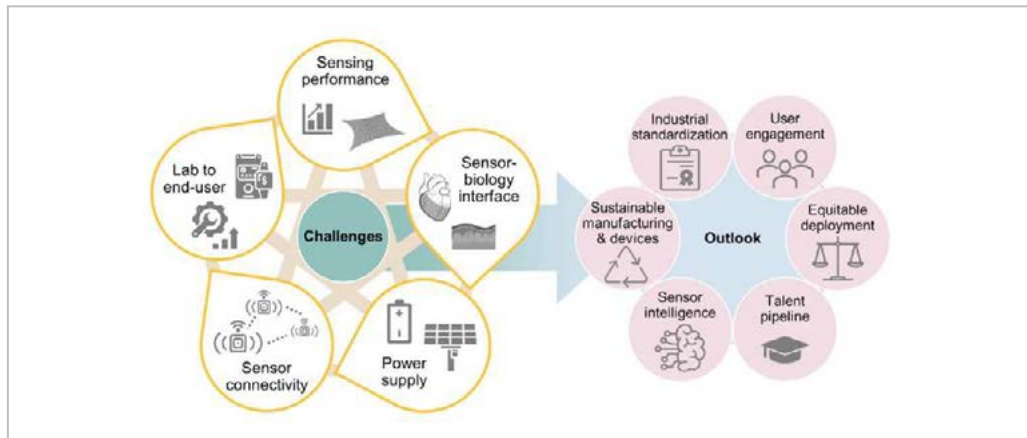
ادامه جدول ۲- حسگرهای الکتروشمیایی، کاربردها و مهم‌ترین شرکت‌های تولیدکننده

حوزه	برخی از مهم‌ترین کاربردها	نوع حسگرهای مورد استفاده	برخی از کمپانی‌های فعال در حوزه مورد نظر
صنعت خودرو	اندازه‌گیری غلظت گازهای خروجی از اگزوز خودرو برای کنترل وضعیت موتور خودرو اطمینان از عملکرد ایمن پیل در خودروهای پیل سوختی (اندازه‌گیری غلظت گاز هیدروژن در پیل) اندازه‌گیری وضعیت شارژ و سلامت باتری خودرو و جلوگیری از خرابی زودرس آن پایش کیفیت هوای درون کابین خودرو، اندازه‌گیری آلاینده‌های خطرناک مانند (CO NOX و ترکیبات آلی فرار) سنجش الکل در تنفس راننده برای جلوگیری از رانندگی در حالت غیرطبیعی با غیرفعال کردن خودرو	آمپرومتری پتانسیومتری هدایت‌سنجی	■ Bosch : حسگرهای الکتروشمیایی برای اندازه‌گیری گازهای خروجی از اگزوز ■ Amphenol : حسگرهای الکتروشمیایی برای اندازه‌گیری گازهای خروجی از اگزوز ■ Sensata Technologies : حسگرهای الکتروشمیایی برای اندازه‌گیری گازهای خروجی از اگزوز، میزان شارژ باتری و...
صنایع دفاعی	شناسایی عوامل جنگ‌های شیمیایی در هوا، آب یا خاک و هشدار اولیه نسبت به حمله شیمیایی شناسایی بیولوژیکی مانند باکتری‌ها و ویروس‌ها در هوا، آب یا خاک و هشدار اولیه نسبت به بیولوژیکی تشخیص مواد منفجره از طریق شناسایی وجود بخارات مواد منفجره در هوا تشخیص و شناسایی سلاح‌های هسته‌ای (تشخیص پرتوهای گاما، ذرات آلفا و بتا در محیط)	آمپرومتری پتانسیومتری یون‌گزین هدایت‌سنجی مبتنی بر آنزیم	■ MSA Safety : حسگر برای تشخیص گازهای سمی مانند کلر و فسژن کشف مواد منفجره و عوامل جنگ شیمیایی ■ Draeger : حسگر برای تشخیص گازهای سمی مانند CO و HS و همچنین تشخیص ترکیبات آلی فرار ■ Honeywell : حسگر تشخیص گازهای سمی مانند گازهای اعصاب گاز خردل و همچنین حسگر تشخیص مواد منفجره و عوامل جنگ شیمیایی

■ بازار جهانی، چشم‌اندازها و چالش‌ها

پیشرفت روزافزون و توسعه کاربردهای صفحات الکترونیکی چاپ شده در صنایع هوافضا، دفاعی و نظامی تأثیر مثبتی در بازار این صنعت در جهان داشته است. استفاده روزافزون از مواد آلی برای صفحات الکترونیکی چاپی با کاهش هزینه تمام شده محصول از عوامل دیگر مؤثر در رشد این بازار است. یکی از عوامل محرک این صنعت ساخت صفحات الکترونیکی چاپی انعطاف‌پذیر و استفاده از کاغذ و مواد پلیمری به عنوان بستر بوده که انتظار می‌رود نقش بسزایی در توسعه بازار جهانی این صنعت ایفا نماید. علاوه بر این افزایش نفوذ و گستره اینترنت اشیا در جهان موجب پیش‌رانی بازار این صنعت در سال‌های آینده خواهد شد. پیش‌بینی می‌شود افزایش مستمر تقاضا برای اینترنت اشیا در صنعت مخابرات با هدف ارتقای شبکه و بهبود عملکرد، باعث گسترش کاربردهای صفحات الکترونیکی چاپی در صنعت

مخابرات شود. بر همین اساس پیش‌بینی می‌شود بازار صفحات الکترونیکی چاپ شده و کاربردهایی که پتانسیل استفاده از این فناوری را دارند (شامل آلی، غیرآلی و کامپوزیت) از ۲۸/۲۹ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۷ به ۴۳/۷۳ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۷ افزایش یابد. بیشتر سرمایه‌گذاری‌ها در زمینه صفحات الکترونیکی چاپ شده در اروپا، آمریکا، ژاپن، کره و تایوان صورت گرفته است و اولین کارخانه‌های صفحات الکترونیکی چاپ شده در آلمان احداث شده‌اند. البته چین نیز سرمایه‌گذاری در این زمینه را آغاز کرده است. این در حالی است که آسیا-اقیانوسیه بیشترین تقاضا برای جوهرهای رسانا را دارد و انتظار می‌رود این حجم تقاضا در سال‌های آینده حفظ شود. این تقاضا می‌تواند به علت افزایش تولید لوازم الکترونیکی مصرفی در کشورهای این منطقه باشد. علاوه بر صفحات الکترونیکی، استفاده از الکترونیک چاپی در کارت‌های هوشمند، تگ‌های RFID و حسگرهای پزشکی



شکل ۴- چالش‌های مربوط به حسگرهای انعطاف‌پذیر در آینده نزدیک (سمت چپ) و مسائلی که باید در درازمدت مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند.

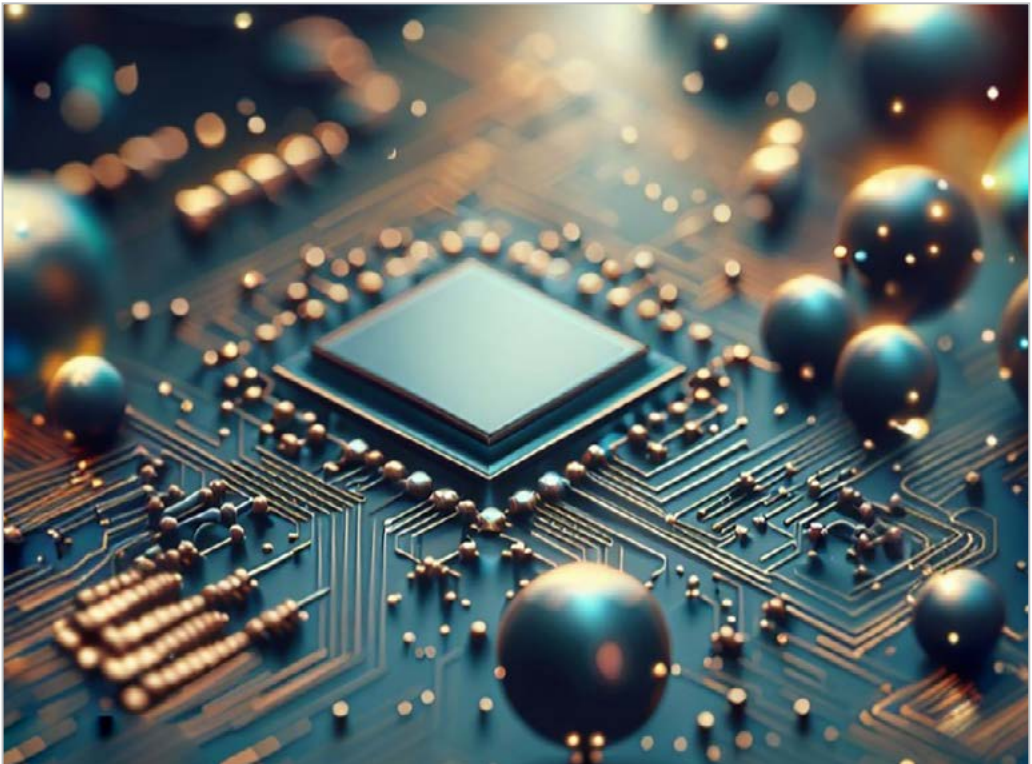
اطمینان بیشتر در دنیای واقعی انجام داد. سوم رفتن از مقیاس آزمایشگاهی نمونه اولیه به تولید در مقیاس صنعتی برای استقرار انبوه ضروری است. اتوماسیون تولید و درک فرایندهای اساسی بسیار مهم است. چهارم استراتژی‌های رگولاتوری که مسائل ناشی از موارد استفاده غیرمعتارف را هدف قرار می‌دهند مستحق توجه هستند و شرکت‌ها باید اطمینان حاصل کنند که از مقررات پیروی می‌کنند. علاوه بر چالش‌های ذکر شده، چالش‌های مربوط به حفظ حریم شخصی افرادی که دارای بیماری خاص بوده و از حسگرها استفاده می‌کنند و همچنین مسائل محیط زیستی مربوط به مراحل تولید و بازیافت حسگرهای استفاده شده نیز نیازمند سیاست‌گذاری‌های کلان است.

با همه چالش‌های موجود، حسگرها در جامعه مدرن و در عصر داده‌های بزرگ و دیجیتالی شدن ضروری شده‌اند. برای دستیابی به مقیاس‌های حسگری بالاتر و امکان سنجش‌های متنوع در هر جایی، حسگرهای انعطاف‌پذیر ما را قادر می‌سازند تا اندازه‌گیری را با پایداری پاسخ بالا در سطوح پیچیده و تغییر شکل دهنده انجام دهیم. به علاوه تولید بالقوه کم‌هزینه در سطح وسیع فراتر از حسگرهای صلب معمولی امکان انبوه‌سازی و در دسترس همگانی بودن آن‌ها را دوچندان می‌نماید. این ویژگی‌ها به حسگرهای انعطاف‌پذیر اجازه می‌دهند تا در کاربردهای مختلف مانند نظارت بر سلامت پوشیدنی، بسته‌بندی هوشمند و حسگر یکپارچه ساختمان برتر باشند. با وجود انگیزه قوی و پیشرفت سریع در تحقیقات، پذیرش سنسورهای انعطاف‌پذیر در صنعت و بازار در انتظار آینده است.

و غیرپزشکی روند افزایشی قابل توجهی را نشان می‌دهد. علی‌رغم دستاوردهای تحقیقاتی قابل توجه، پذیرش و بازار برای حسگرهای انعطاف‌پذیر اغلب از سطوح پیش‌بینی شده فاصله دارد. برخی از حسگرهای انعطاف‌پذیر هنوز راه درازی در پیش دارند تا نیازهای سخت‌گیرانه ناشی از مشکلات دنیای واقعی را برآورده کنند. بنابراین اکنون زمان شناسایی گلوگاه‌هایی که مانع استقرار حسگر انعطاف‌پذیر می‌شوند (نه تنها چالش‌های فنی بلکه موانع فرهنگی و نظارتی) است. شکل ۴ تلاش‌های نویدبخش در حال انجام برای حل چالش‌ها را نشان می‌دهد.

حسگرهای انعطاف‌پذیر تنها زمانی تأثیر اجتماعی خواهند داشت که از آزمایشگاه خارج شوند. مسیر از آزمایشگاه تا کاربر نهایی دشوار است زیرا بازار حسگرهای انعطاف‌پذیر پیچیده است. آن‌ها یک نوع محصول واحد نیستند و برای یک کاربرد واحد پیشنهاد نمی‌شوند. محصولات و فرایندها در مراحل مختلف آمادگی فناوری هستند، تولید سیستم‌های حسگر انعطاف‌پذیر شامل بسیاری از بازیگران است که زنجیره‌های ارزش مختلفی را دربرمی‌گیرند. نرم‌افزار داده‌ها و خدمات مشتری مرتبط با فناوری سنجش نیازمند مدیریت پایدار بلندمدت است. چهار چالش در این مسیر شناسایی شده است ابتدا کاربردهای کشنده‌ای که در آن‌ها حسگرهای انعطاف‌پذیر احتمالاً فناوری غالب هستند باید شناسایی شوند تا تحقیق و توسعه بتواند متمرکز و کارآمد باشد، دوم استراتژی‌های طراحی و ساخت مؤثر برای تسهیل نمونه‌سازی سریع مورد نیاز است. جایی که می‌توان تغییرات اساسی در سیستم‌ها برای قابلیت استفاده و قابلیت

نانوحسگرهای گازی بر پایه اکسیدهای فلزی



نویسنده

معصومه حشم‌فیروز

به تعداد محدودی گاز حساس هستند و در تعمیر و نگهداری مشکل دارند. پیشرفت‌ها در حوزه نانو فناوری و توسعه نانومواد جدید، عصر جدیدی را در پیشرفت فناوری حسگرها گشوده است. شایان ذکر است که حسگرهایی که از مواد نانو استفاده می‌کنند، در مقایسه با دستگاه‌های معمولی، حساسیت و دقت بسیار بالاتری دارند و انرژی بسیار کمتری مصرف می‌کنند. به همین دلیل است که حجم عظیمی از تحقیقات در حال انجام به توسعه نانومواد برای کاربرد در حسگرها اختصاص دارد [۱]. از جمله نانوحسگرهایی که برای نظارت بر محیط زیست در اولویت توسعه هستند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- حسگرهای بر پایه اکسید فلز؛
- حسگرهای بر پایه کربن؛
- حسگرهای بر پایه پلیمر.

آلودگی محیطی ناشی از آگروز وسایل نقلیه، انتشار گازهای گلخانه‌ای از کارخانه‌های صنعتی، احتراق سوخت‌های فسیلی و غیره یکی از معضلات زندگی در شهرهای بزرگ است که می‌تواند طول عمر ساکنان را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. آلاینده‌های هوا از جمله ازن، مونوکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، سرب و اکسیدهای نیتروژن خطرناک‌ترین آلاینده‌ها در سطح شهر هستند که حتی در غلظت‌های بسیار کم نیز برای سلامتی انسان مضر هستند. کنترل آلودگی هوای شهرها می‌تواند به طور مداوم یا ناپیوسته با کمک دستگاه‌های حسگر به صورت دستی یا خودکار انجام شود. حسگر گاز وسیله‌ای است که هدف آن تشخیص وجود هر نوع گاز (قابل اشتعال، انفجار، سمی، بدون بو، قابل احتراق و غیره) در محیط است. اکثر روش‌های تشخیص گاز مرسوم هزینه تولید بالایی دارند،

با مورفولوژی های مختلف استفاده شده است. اغلب آن ها با تبخیر حرارتی، رسوب هیدروترمال، روش سل-ژل، رسوب الکتروشیمیایی، رسوب فیزیکی-بخار و رسوب شیمیایی-بخار سنتز می شوند. یکی از متداول ترین حسگرهای گاز مبتنی بر اکسید فلزی، به عنوان حسگرهای مقاومتی عمل می کنند. مکانیسم حسگر مقاومتی مبتنی بر وابستگی مقاومت الکتریکی اکسید فلز به ترکیب جو اطراف است. سایت های خالی اکسیژن، در نزدیکی سطح اکسید فلزی از نظر الکتریکی و شیمیایی فعال هستند. در یک سایت خالی، یک مولکول اکسیژن، از هوای اطراف، با الکترونی که در نزدیکی سطح اکسید فلز گرفته شده است، پیوندی تشکیل می دهد. الکترون گرفته شده دیگر به رسانایی ماده کمک نمی کند. در نتیجه رسانایی کاهش و مقاومت سطح افزایش می یابد. این امر منجر به خم شدن نوار، سطحی می شود. تحت تأثیر یک گاز کاهنده (به عنوان مثال، $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ، CO ، H_2 ، SO_2 ، H_2S ، NH_3) که با یون های اکسیژن جذب شده تعامل و آن ها را از سطح حذف می کند، خمش باند سطح کاهش می یابد و در نتیجه رسانایی افزایش می یابد. در مورد گازهای اکسیدکننده (به عنوان مثال NO_2 ، O_2 ، O_3)، وضعیت برعکس است. به عنوان مثال، مکانیسم حسگر برای شناسایی گاز NO_2 را در نظر بگیرید. در حضور گاز، مولکول های NO_2 روی سطح اکسید فلز جذب می شوند و الکترون ها را از نوار رسانایی که یون های NO_2 را تشکیل می دهند، جذب می کنند. این امر منجر به تشکیل یک منطقه تخلیه در سطح اکسید فلز می شود. در نتیجه خمش باند سطح افزایش می یابد و رسانایی کاهش می یابد. به طور کلی، پاسخ

روش های کاربردی سازی مختلفی با هدف بهبود ویژگی های انتخاب حسگر و کاهش دمای عملیاتی استفاده شده اند. اصل تشخیص گاز می تواند براساس اصول فیزیکی زیر باشد: روش های مبتنی بر ویژگی های الکتریکی (حسگر نیمه هادی اکسید فلزی، پلیمر، نانولوله های کربنی، گرافن، مواد جاذب رطوبت)، روش های نوری، روش های صوتی، روش های کروماتوگرافی گازی و روش های کالری متری [۲].

عملکرد نانوحسگرهای گازی بر پایه اکسید فلزی

حسگرهای گاز بر پایه اکسید فلزی به دلیل حساسیت بالا و زمان پاسخ سریع، پرکاربردترین حسگرهای گاز برای نظارت بر محیط زیست هستند. آن ها هزینه سنتز پایین، پایداری بالا و قابلیت رسانایی الکتریکی برای پاسخ به گازهای مختلف دارند. اخیراً توجه زیادی به بررسی ویژگی های حسگر SnO_2 ، ZnO ، NiO ، CuO ، TiO_2 شده است، زیرا این مواد دارای حساسیت، نرخ پاسخ و نرخ بازیابی بالایی هستند. علاوه بر این، آن ها حساسیت بالایی به تعدادی از «گازهای نامرئی» مانند هیدروژن، مونوکسید کربن، الکل، تولوئن و متانول دارند. حسگرهای مبتنی بر نانو اکسید فلزی به طور گسترده ای برای نظارت بر محیط استفاده می شوند. پاسخ نانوساختارهای اکسید فلزی تا حد زیادی به مورفولوژی آن ها بستگی دارد. در سال های اخیر، نانوساختارهای اکسید فلزی با شکل های متفاوتی مانند نانومیل ها، نانوسیم ها، نانولوله ها، نانومکعب ها، نانوتسمه ها، نانوگل ها و نانوصفحات به دست آمده اند. این روش های مختلف رسوب گذاری برای ساخت نانوساختارهای اکسید فلزی



حسگر را می‌توان به عنوان نسبت تغییر در برخی از پارامترهای فیزیکی (مقاومت، رسانایی، نورتایی، بازتاب و غیره) حسگر قبل و بعد از قرار گرفتن در معرض مولکول‌های هدف تعریف کرد [۲].

■ کاربرد فناوری نانو در ساخت حسگرها

با ورود به مقیاس نانو، مواد خواص جدیدی را از خود نشان می‌دهند که در حالت توده‌ای و یا حتی در مقیاس میکرومتر وجود ندارد. همچنین، خواص مواد در مقیاس نانو تشدید و باعث بهبود عملکرد ماده می‌شوند. افزایش مساحت سطح یکی از خواصی است که مواد در مقیاس نانو پیدا می‌کنند. این خاصیت خود باعث افزایش فعالیت سطح و در نتیجه بهبود کارایی مواد به عنوان نانوجاذب می‌شود. هرچه نانوجاذب تولیدی از مساحت سطح بالاتر و میزان تخلخل بالاتری برخوردار باشد، حساسیت آن در حسگر بالاتر رفته و در نتیجه حسگر دقیق‌تر و حساس‌تری خواهد بود.

نانوحسگر وسیله‌ای ساخته شده از مواد نانوساختار است که قادر به شناسایی و ارائه پاسخ به محرک‌های فیزیکی و شیمیایی در غلظت‌های پایین است. نانوحسگرها کاربردهای متعددی در صنایع مختلف از قبیل بیوپزشکی، محیط زیست، تولید مواد هوشمند، نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی یافته‌اند. نانوحسگرها نسبت به حسگرهای معمولی از مزیت‌های متنوعی برخوردارند. استفاده از نانومواد در ساخت این حسگرها، به واسطه نسبت سطح به حجم بالایی که دارند باعث می‌شود که این حسگرها دارای سطح ویژه بسیار بالایی باشند و در نتیجه حساسیت نانوحسگرها در مجاورت مقادیر بسیار اندک از ماده‌ای که قصد تعیین آن را داریم، بسیار بالا باشد؛ بنابراین نانوحسگرها می‌توانند غلظت‌های بسیار پایین از یک ماده مشخص را نیز شناسایی کنند، درحالی که حسگرهای معمولی در غلظت‌های پایین عملکرد مطلوبی ندارند.

علاوه بر این به واسطه توانایی دست‌کاری مواد در مقیاس نانو، این امکان وجود دارد که حسگری متناسب با یک ماده خاص طراحی و ساخته شود، به گونه‌ای که فقط نسبت به آن ماده مشخص از خود واکنش نشان دهد و دیگر مواد موجود در محیط بر روی آن اثری نداشته باشد. به این ویژگی اصطلاحاً انتخاب‌پذیری گفته می‌شود. در نتیجه نانوحسگرها می‌توانند انتخاب‌پذیری بهتری نسبت به حسگرهای معمولی داشته باشند. از دیگر مزیت‌های نانوحسگرها در مقایسه با حسگرهای معمولی، اندازه کوچک‌تر و مصرف کمتر انرژی است که سبب سهولت در استفاده و قابل حمل تر بودن آن‌ها می‌شود.

آشکارسازی گازها کاربردهای گسترده‌ای در صنایع و زمینه‌های مختلف دیگر پیدا کرده است. از کاربردهای نانوحسگرهای گازی می‌توان به حفاظت از محیط زیست، صنایع نفت و گاز، صنایع خودروسازی، صنایع دفاعی، معادن، آزمایش میزان الکل در تنفس، کنترل فرایند تخمیر، کنترل تهویه برای منازل و صنایع کشاورزی و مرغداری، آشکارسازی نشتی آمونیاک در یخچال و آشکارسازی گازهای خانگی (متان، بوتان و پروپان)، آشکارسازهای آتش، وسایل هشداردهنده وجود گازهای خطرناک در محیط و آشکارسازی ترکیبات آلی فرار اشاره کرد [۳].

■ چالش‌های موجود در حوزه حسگر گازی برپایه اکسید فلزی

یکی از مشکلات حسگرهای گازی بر پایه اکسید فلزی این است که این حسگرها در دمای نسبتاً بالای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و بیشتر کار می‌کنند. تلاش‌های زیادی برای کاهش دمای عملیاتی آن‌ها و ایجاد تغییر در هدایت الکتریکی از طریق غلبه بر موانع فعال سازی در حال انجام است. دومین اشکال که کاربرد عملی آن‌ها را بسیار محدود می‌کند، این است که انتخاب‌پذیری پایینی دارند. به منظور بهبود عملکرد از سه رویکرد زیر استفاده می‌شود:

- در راستای افزایش گزینش‌پذیری به یک گاز خاص، یکی از راه‌های افزایش خواص انتخابی و در نتیجه بهبود عملکرد حسگر، ایجاد نانوسیستم‌های متخلخل چندجزئی همچون NiO , ZnO و $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$, TiO_2/CuO , $\text{TiO}_2/\text{SnO}_2$, SnO_2/CuO است. همچنین یکی دیگر از راه‌های افزایش انتخاب‌پذیری حسگرهای مبتنی بر اکسید فلزی، کاربرد فلزات نجیب در ساختار حسگر است. در این مورد، امکان تشخیص تنها یک گاز کاهنده خاص میسر می‌شود.

- عملکرد دستگاه‌های مبتنی بر اکسید فلزی نیز می‌تواند با سنتز نانوسیستم‌ها در قالب شبکه‌های سه‌بعدی از جمله عناصر الکترونیکی سیناپسی بهبود یابد. به همین دلیل، امروزه اهمیت زیادی به آن دسته از فناوری‌هایی داده می‌شود که امکان شکل دهی نسبتاً ساده و تکرارپذیر نانوسیستم‌های سه‌بعدی در قالب «شبکه‌های عصبی» با امکان عناصر الکترونیکی سیناپسی را فراهم می‌کنند.

- رویکرد مؤثر دیگر برای بهبود خواص حسگرهای گاز اکسید فلزی شامل افزایش سطح و تنظیم مورفولوژی کریستال است. در این حالت، مقدار فضای خالی اکسیژن در سطح ماده افزایش

کوچکی که مولکول‌های گاز رسوب یافته روی فیلم نازک در رسانایی الکتریکی آن ایجاد می‌کنند، عمل می‌کنند. بنابراین هرچه سطح فیلم نازک بزرگ‌تر باشد، حساسیت آن بیشتر است. دانشمندان علاقه‌مند به توسعه حسگرهای مبتنی بر نانولوله‌ها هستند، زیرا این ساختارها با دارا بودن دیواره‌هایی که تنها چند نانومتر ضخامت دارند، از مساحت سطحی بسیار بالایی برخوردارند[۴].

یکی از محققان این کار پژوهشی اعلام نمود، با وجودی که مناسب بودن نانولوله‌ها برای استفاده در کاربردهای حسگری به اثبات رسیده است، ساخت ابزارهای حسگری مبتنی بر این نانوساختارها، فرایندی سخت، غیردقیق و زمان‌بر است. از روش‌های قدیمی مورداستفاده برای این منظور می‌توان به پخش تصادفی نانولوله‌های آزاد روی یک سطح دارای اتصالات الکتریکی (با این امید که حداقل تعداد کمی از این نانولوله‌ها در جای مناسب قرار بگیرند) یا لایه نشانی اتصالات الکتریکی روی نانولوله‌ها پس از انتشار آن‌ها اشاره کرد. این روش‌ها با وجودی که منجر به ایجاد ابزارهای عملکردی می‌شوند، اما دانشمندان نمی‌دانند که اتصالات الکتریکی دقیقاً در چه نقاطی روی سطح ایجاد می‌شوند. این امر انجام چند تست را به صورت هم‌زمان غیرممکن می‌سازد. به علاوه این حسگرها به اندازه‌ای که می‌توانند حساس باشند، نیستند، زیرا هیچ راهی برای اطمینان از اینکه مولکول‌های گاز با دیواره داخلی نانولوله‌ها برهم‌کنش می‌کنند، وجود ندارد. محققان برای حل این مشکل از یک ورقه اکسید آلومینیوم به ضخامت موی انسان استفاده کردند که میلیون‌ها سوراخ به قطر حدود ۲۰۰ نانومتر روی آن ایجاد شده بود. آن‌ها از این حفرات به عنوان قالب استفاده کرده و ورقه آلومینیومی را داخل محلولی از یون‌های تنگستن فرو بردند. بدین ترتیب داخل حفرات روکش دهی شده و نانولوله‌ها در همان محل قالب‌گیری شدند. پس از تشکیل نانولوله‌ها، بالا و پایین ورقه آلومینیومی را با لایه نازکی از طلا پوشاندند تا به عنوان اتصال الکتریکی عمل کند.

حساسیت بالای این حسگر از طراحی آن نشئت می‌گیرد. در این نوع طراحی این اطمینان وجود دارد که هر نوع پاسخی از طرف حسگر، از برهم‌کنش مولکول‌های گاز با دیواره داخلی نانولوله‌ها ناشی می‌شود. این پژوهشگران خاطرنشان می‌سازند تا زمانی که انتهای نانولوله‌ها باز باشد، می‌توان به آسانی از این روش برای نانولوله‌هایی از جنس نیمه‌رساناها و اکسیدهای فلزی دیگر بهره برد.

شرکت آرنوس^۲ یکی از شرکت‌های پیشرو در زمینه تولید

می‌یابد و در نتیجه جذب مولکول‌های واکنش‌های کاتالیزوری در سطح تشدید می‌شود. مشخص شده است که نانوساختارهای یک‌بعدی به شکل نانوسیم، نانومیل یا نانولوله نسبت سطح به حجم بیشتری در مقایسه با لایه‌های نازک دارند. در نتیجه حساسیت آن‌ها افزایش یافته که منجر به کاهش زمان پاسخ می‌شود. بنابراین نانوسیستم‌های متشکل از عناصر تک‌بعدی برای کاربردهای حسگر گاز ترجیح داده می‌شوند. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که توسعه روش‌های تشخیص گاز با گسترش حجم اطلاعات برای تشخیص گازهای مختلف تعیین می‌شود. در عین حال، حجم اطلاعات برای گازهای کاهنده مختلف باید شامل ویژگی‌های متمایز باشد.

حسگرهای بر پایه نانو اکسید فلزی دارای تعدادی مزیت از جمله زمان کار طولانی، توانایی تشخیص طیف گسترده‌ای از گونه‌های گاز در غلظت‌های مختلف، ننگه‌داری آسان، ارزان و مناسب برای کوچک‌سازی هستند. با این وجود، آن‌ها دارای مشکلات انتخابی هستند، پاسخ حسگر به دما و رطوبت محیط بستگی دارد، به عنوان یک قاعده، آن‌ها در دماهای بالا کار می‌کنند، مصرف انرژی بالایی دارند و برای عملکرد مناسب به اکسیژن نیاز دارند. علاوه بر این، تشخیص برخی از گونه‌های گاز خاص مانند CO_2 ، H_2 ، NO_x در دماهای پایین با حسگرهای گاز اکسید فلز غیرممکن است. تا حدی، این اشکالات را می‌توان با حسگرهای مبتنی بر نانومواد کربن و حسگرهای پلیمری برطرف کرد[۲، ۳].

■ شرکت‌های فعال در حوزه نانوحسگرها

محققان مؤسسه استاندارد و فناوری نیست^۱ روش جدیدی برای ایجاد یک شناساگر بسیار حساس توصیف کرده‌اند. این حسگر جدید که مبتنی بر نانولوله‌های اکسید فلزی است، نسبت به ابزارهای فعلی مبتنی بر فیلم‌های نازک، ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر حساس‌تر بوده و می‌تواند به طور هم‌زمان برای شناسایی چندین عامل مورداستفاده قرار بگیرد.

زمانی که سلول‌ها تحت فشار قرار دارند، از طریق آزادکردن مقادیر اندکی اکسید نیتروژن و گازهای سمی دیگر، بخارهایی از خود منتشر می‌کنند. حساسیت این شناساگر می‌تواند به حدی بالا باشد که بتواند این مقادیر اندک گازهای خروجی از سلول‌ها را تشخیص دهد. در صورت توسعه این شناساگرها می‌توان از آن‌ها در تعیین چگونگی ارتباط سلول‌ها با یکدیگر و تعیین مضر بودن یا نبودن داروها یا نانوذرات برای سلول‌ها استفاده کرد. حسگرهای گازی عموماً از طریق تشخیص تغییرات بسیار

به طور موقت کاسته می‌شود. هنگامی که مولکول‌های هواپردی که بو را تشکیل می‌دهند، روی سیم‌های نانو قرار می‌گیرند، مقاومت الکتریکی بیش از پیش کاسته می‌شود. از آنجا که این دستگاه برای شناسایی بوهای مخصوص برنامه‌ریزی شده با مشخص کردن میزان کاهش مقاومت در حسگرهای مخصوص، نوعی الگو برای هر بو به وجود می‌آید و طی چند ثانیه آن را به کاربر اطلاع می‌دهد. هم‌اکنون بینی‌های الکترونیکی مختلفی در حال تولید هستند که قابلیت شناسایی قربانیان فجایع، بیماری‌ها و گازهای شیمیایی مرگ‌بار را دارند.

■ نتیجه‌گیری

امروزه تلاش‌های اصلی در حوزه حسگرها بر روی بهینه‌سازی پارامترهای حساسیت، انتخاب‌پذیری، پایداری و زمان پاسخ آن‌ها متمرکز شده است. به همین دلیل، بررسی مواد اولیه و مسائل مربوط به فرایندهای پردازش برای رسیدن به یک حسگر گازی با بهره‌وری و عملکرد مناسب حیاتی است. از میان پارامترهای مذکور، حساسیت، انتخاب‌پذیری گاز (تشخیص غلظت گاز در حد ppm) و انتخاب‌پذیری (تشخیص گازی خاص در مخلوطی از گازها) دو مسئله مهم محسوب می‌شوند. اغلب حسگرهای گازی به‌ویژه حسگرهای گازی نیمه‌رسانا در انتخاب‌پذیری گازها ضعیف هستند. از این‌رو برای رسیدن به انتخاب‌پذیری بالا و بهبود حساسیت حسگرها، فناوری نانو و استفاده از نانو ساختار اکسید فلزی، فرصت‌های جدیدی را پیش‌روی فعالان این حوزه قرار می‌دهد. با این حال تولید صنعتی و تجاری‌سازی این حسگرها چندان موفق نبوده و نیاز به بهبودهایی در این فناوری احساس می‌شود.

حسگرهای گازی مبتنی بر نانومواد است، این شرکت از محصول خود در بخش حسگرهای گازی در نمایشگاه CES رونمایی کرد. این نانو حسگر گازی قابلیت شناسایی کیفیت هوا را داشته و در آن از فناوری‌های Smart Aer و Aerband استفاده شده است. فناوری‌های Smart Aer بر ساخت حسگرهای گازی کوچک در دستگاه‌های هوشمند و ویژه کاربران عمومی برای سنجش میزان آلاینده تمرکز دارد. از سوی دیگر، فناوری Aerband یک محصول قابل حمل پایش آلودگی هوا عرضه می‌کند که برای دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های طراحی شده است که در زمینه آلودگی هوا و سلامت انسان تحقیق می‌کنند. امروزه محققان ابزارهای محدودی برای اندازه‌گیری میزان قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا در اختیار دارند. داده‌های کیفیت هوای خارج از منزل، توسط تعداد کمی از ایستگاه‌های نظارت محدود شده است و نظارت در داخل ساختمان (خانه، ماشین، محل کار و غیره) عملاً وجود ندارد. از آنجا که ترکیبات نانو دارای نسبت سطح به حجم بالاتری در مقایسه با ترکیبات مشابه با اندازه میکرو این ترکیبات هستند، بنابراین تعداد مولکول‌های آلاینده بیشتری در واحد زمان می‌تواند پایش کند و در حضور مقادیر ناچیز آلاینده، شناسایی با دقت بالاتری انجام خواهد شد [۵]. محققان مؤسسه فناوری کارلسروه^۲ آلمان نیز موفق به ساخت بینی الکتریکی شدند. این اختراع شامل یک دستگاه کوچک چندسانتی‌متری است که یک تراشه مخصوص دارد [۶]. این تراشه به حسگرهای مختلفی متصل می‌شود که هرکدام از آن‌ها به نوبه خود شامل طیفی از سیم‌های نانو اکسید قلع هستند. این سیم‌ها مقاومت الکتریکی بالایی دارند. هنگام استفاده از دستگاه، یک چراغ ال‌ای دی با نور مافوق بنفش (که در حسگر تعبیه شده) به سیم‌ها می‌تابد و در نتیجه مقاومت الکتریکی

پی‌نوشت‌ها

۱. NIST

۲. AerNOS

۳. Karlsruhe

منابع

۱. Penza M, Consortium E. COST Action TD1105: Overview of sensor-systems for air-quality monitoring. *Procedia Engineering*. 2014;87:1370.
۲. Kornyshechenko A, Perekrestov V, Wilde G. Gas nanosensors. *Nanosensors for Smart Cities*; Elsevier. 2020;1:267.
۳. Aroutiounian V. Gas nanosensors made from semiconductor metal oxides. *Journal of Contemporary Physics (Armenian Academy of Sciences)*. 2019;54:356.
۴. B2n.ir/x44516.
۵. B2n.ir/p52885.
۶. mehrnews.com/xLDDv.

مزایای اقتصادی استفاده از نانوکاتالیست‌ها برای خودرو



نویسندگان اشکان عبدشاهی، سروش صحرائیان

■ معرفی

کاتالیست ماده‌ای است که در فرایندهای شیمیایی استفاده می‌شود تا سرعت واکنش‌ها را افزایش دهد و انتخاب‌پذیری محصولات را بهبود بخشد [۱]. در صورتی که یک واکنش شیمیایی بدون کاتالیست صورت گیرد، نیاز به دمای بالا و زمان زیادی دارد، در حالی که با استفاده از کاتالیست، واکنش با دمای پایین‌تر و زمان کمتری انجام می‌شود. از همین رو به‌خاطر واکنش‌پذیری بالای آن‌ها، از این مواد در خودروها و وسایل نقلیه در سیستم خروجی اگزوز آن‌ها تحت عنوان «مبدل کاتالیستی» استفاده می‌شود [۲].

مبدل کاتالیستی (کاتالیست خودرو، کاتالیزور خودرو) یک قطعه اساسی در سیستم خروجی اگزوز وسایل نقلیه است که نقش بسیار مهمی در کاهش آلاینده‌های تولید شده از احتراق موتور دارد. در واقع مبدل کاتالیستی بیش از ۹۰٪ از گازهای آلاینده تولید شده از احتراق موتور را به گازهای بی‌خطر تبدیل می‌کند که این امر بهبود کیفیت هوا و کاهش آلودگی هوا را تضمین می‌کند.

این مبدل کاتالیستی از یک هسته با پوششی از فلزات گران‌بها تشکیل شده است که در فرایند کاهش آلاینده‌ها نقش اصلی را دارند. هدف اصلی استفاده از مبدل نانوکاتالیستی، کاهش میزان هیدروکربن‌های نسوخته، مونوکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن در گازهای خروجی اگزوز و تبدیل آن‌ها به گازهای کم‌ضرری همچون دی‌اکسید کربن، آب و نیتروژن است که این تبدیل‌ها براساس واکنش‌های شیمیایی خاصی که توسط نانوکاتالیست فراهم می‌شود، انجام می‌شود. همچنین استفاده از مبدل نانوکاتالیستی بهبود کارایی موتور، صرفه‌جویی در مصرف سوخت و حفظ محیط‌زیست را تضمین می‌کند [۳].

انواع کاتالیست‌های استفاده شده در خودروها و وسایل نقلیه برای کاهش آلاینده‌ها عمدتاً شامل کاتالیست‌های معمول فلزی و کاتالیست‌های سنتز شده از نانوذرات می‌شود [۴]. کاتالیست‌های سنتز شده از نانوذرات، به دلیل ابعاد نانومتری خود و ویژگی‌های سطحی بالا، به‌طور موثرتری با آلاینده‌ها واکنش می‌دهند و کارایی بالاتری دارند.

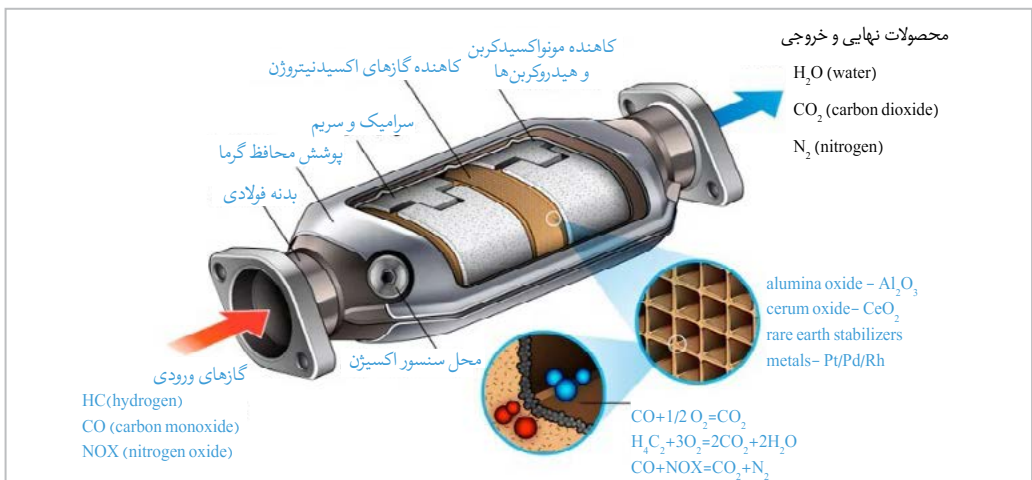


شکل ۱- تصویر واقعی یک نوع مبدل نانوکاتالیستی در قسمت آگزوز خودرو

در واقع کاتالیست‌های حاوی نانوذرات معمولاً دارای اندازه ذرات بسیار کوچک‌تر از کاتالیست‌های معمولی هستند که این امر باعث افزایش سطح واکنش آن‌ها می‌شود [۴]. این افزایش سطح واکنش باعث افزایش تعامل نانوکاتالیست با مولکول‌های واکنشی می‌شود و در نتیجه کارایی واکنش‌ها افزایش می‌یابد. همچنین این نانوذرات در کاتالیست‌ها به عنوان مراکز فعالیت عمل می‌کنند. این به این معنی است که به دلیل اندازه بسیار کوچک ذرات نانو، تعداد بیشتری از این ذرات در تماس با مولکول‌های واکنشی قرار دارند و بنابراین سرعت و کارایی تبدیلات شیمیایی افزایش می‌یابد. علاوه بر این کاتالیست‌های حاوی نانوذرات از قابلیت بازیافت و استفاده مجدد بالاتری نسبت به کاتالیست‌های معمولی برخوردارند. این ویژگی باعث می‌شود که بتوان آن‌ها را به صورت مکرر استفاده کرد و صرفه جویی در هزینه‌ها و منابع صورت بگیرد. از این رو نانوکاتالیست‌ها در مبدل‌های نانوکاتالیستی خودرو، به عنوان یک گزینه پیشرفته و مؤثر در فناوری کاتالیزورها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نانوکاتالیست‌هایی که در خودروها استفاده می‌شوند، عمدتاً شامل نانوذرات فلزی مانند پلاتین، رودیمیم و پالادیم است و در تمامی سطوح پایه نانوکاتالیستی که دارای تخلخل بالا هستند، توزیع شده است [۵]. این نانوذرات به عنوان کاتالیست‌های اصلی در فرایند تبدیل اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، هیدروکربن‌ها (HC) و کربن مونواکسید (CO) به گازهای کم‌ضرر مانند اکسیدهای نیتروژن (N_2)، دی‌اکسید کربن

(CO_2) و آب (H_2O) استفاده می‌شوند. مصرف کاتالیست‌های حاوی نانوذرات در صنعت خودروسازی و وسایل نقلیه به دلیل کارایی بالا و کاهش مؤثر آلاینده‌ها، به طور گسترده‌ای در سراسر دنیا در حال انجام است. از زمان پیدایش این فناوری، استفاده از نانوکاتالیست‌ها در مبدل‌های نانوکاتالیستی آگزوز خودرو به عنوان راهکاری مؤثر برای کاهش آلودگی هوا و حفظ محیط زیست شناخته شده و به صورت گسترده‌ای در صنعت خودروسازی و تولید وسایل نقلیه به کار گرفته می‌شوند. علاوه بر کاتالیست‌های فلزی و کاتالیست‌های سنتز شده از نانوذرات، نوع دیگری از کاتالیست‌های مورد استفاده در خودروها به نام کاتالیست‌های اکسیداسیون سه‌واکنشی وجود دارد. این نوع کاتالیست‌ها عمدتاً برای کاهش اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، هیدروکربن‌ها (HC) و کربن مونواکسید (CO)



شکل ۲- تصویر شماتیکی از مبدل نانوکاتالیستی آگزوز خودرو به همراه جزئیات آن

تولید می‌شود. این گازها می‌توانند منجر به ایجاد مشکلات تنفسی، تشدید بیماری‌های ریوی مانند آسم و احتقان شده و در موارد شدید می‌توانند به مرگ منجر شوند. از این رو، کنترل و کاهش انتشار این گازها از اهمیت بسیاری برخوردار است تا محیط زیست و سلامت انسان‌ها حفظ شود. همچنین هیدروکربن‌های نسوخته دارای حلالیت زیاد در چربی بوده و به سهولت از طریق تنفس و گوارش جذب بدن می‌شوند و با جمع شدن در بافت‌های چربی و عضلانی بدن آذینان سبب آلودگی گونه‌های آبی مورد استفاده انسان خواهند شد. از این رو، ورود این گونه ترکیبات نفتی به شبکه غذایی انسان از طریق این آذینان می‌تواند انواع مسمومیت‌ها و بیماری‌ها را برای انسان به دنبال داشته باشد [۸].

از طرفی با استفاده از کاتالیست‌های قدیمی، این میزان آلاینده‌ها کاهش می‌یابد اما ممکن است کارایی آن‌ها محدود باشد که استفاده از نانوکاتالیست‌ها میزان تولید این آلاینده‌ها را می‌تواند به میزان چشمگیری بهبود بخشد و کارایی بیشتری در حذف گازهای آلاینده را داشته باشد [۹].

به عنوان مثال در کشور ایران، میانگین غلظت بنزن خروجی از آگزوز در خودروهای خارجی به عنوان یکی از هیدروکربن‌های شایع، کمتر از ۲٫۵ ppm و غلظت بنزن خروجی از آگزوز خودروهای داخلی بیشتر از ۲۰ ppm بوده است. در خصوص میزان HC نیز این مقدار به ترتیب برابر با ۱۸٫۷۳ ppm و ۱۲۲٫۴ ppm است. غلظت بنزن خروجی از آگزوز خودروهای انژکتوری تولید داخل در حدود ۸ برابر خودروهای وارداتی و برای هیدروکربن‌های نسوخته این میزان در حدود ۲٫۵ برابر است [۱۰]. پس همان‌طور

به گازهای کم‌ضرر مانند اکسیدهای نیتروژن (NO_2)، دی‌اکسید کربن (CO_2) و آب (H_2O) استفاده می‌شوند. کاتالیست‌های اکسیداسیون سه واکنشی از موادی مانند اکسید آهن (Fe_2O_3)، اکسید مس (CuO) و اکسید وانادیوم (V_2O_5) تشکیل شده‌اند و در فرایند تبدیل آلاینده‌ها به گازهای کم‌ضرر نقش دارند. این نوع کاتالیست‌ها نیز در خودروها و وسایل نقلیه برای کاهش آلاینده‌ها و بهبود کیفیت هوا استفاده می‌شوند

■ مزایای مبدل‌های نانوکاتالیستی در خودرو

از مهم‌ترین مزایای استفاده از نانوکاتالیست در خودروها و نقش کاتالیست‌های نانوذره‌ای، می‌توانیم به موارد زیر اشاره کنیم:

• کاهش آلاینده‌ها

در یک خودرو معمولی سواری که از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کند، بدون استفاده از نانوکاتالیست، میزان تولید گازهای آلاینده مانند CO ، NO_x و هیدروکربن‌ها بسیار بیشتر است [۶]. گازهای سمی CO (اکسید کربن) و NO_x (اکسید نیتروژن) اثرات زیان‌باری بر محیط زیست و سلامت انسان‌ها دارند [۷]. CO یک گاز بی‌رنگ و بی‌بو است که از سوخت ناقص واکنش در موتورهای سیستم‌های گرمایشی تولید می‌شود. این گاز می‌تواند به خون متصل شده و اکسیژن را از خون جدا کند که منجر به اختلال در عملکرد اعضای بدن می‌شود و در موارد شدید ممکن است منجر به مرگ شود. در مورد NO_x ، این گروه شامل اکسید نیتریک (NO) و دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) است که از فعالیت‌های احتراقی مانند خودروها، نیروگاه‌ها و صنایع



شکل ۳- قرار گرفتن در معرض گازهای CO ، HC ، NO_x و تأثیر آن‌ها بر سلامت انسان

جدول ۱- مشخصات میزان مجاز گازهای ورودی به کاتالیست
اگزوز خودرو مطابق با شماره استاندارد ۲۳۳۱۲ ملی ایران^۲

ترکیبات گاز ثابت ورودی	۰.۹۷±	۰.۹۹۵±	۱.۰۲±
H ₂ O	%۱۳	%۱۳	%۱۳
CO _۲	%۱۳	%۱۳	%۱۳
O _۲	%۱۳	%۰.۶۴	%۱.۱۵
NO	۱۰۰۰ ppm	۱۰۰۰ ppm	۱۰۰۰ ppm
CO	۵۰۰۰ ppm	۵۰۰۰ ppm	۵۰۰۰ ppm
H _۲	۱۶۷۰ ppm	۱۶۷۰ ppm	۱۶۷۰ ppm
غلظت کل بر مینای C _۱	۳۰۰۰ ppm C _۱	۳۰۰۰ ppm C _۱	۳۰۰۰ ppm C _۱
C _۲ H _۴	۵۲۵ ppm	۵۲۵ ppm	۵۲۵ ppm
C _۲ H _۶	۵۰۰ ppm	۵۰۰ ppm	۵۰۰ ppm
C _۲ H _۸	۱۵۰ ppm	۱۵۱۰ ppm	۱۵۰ ppm

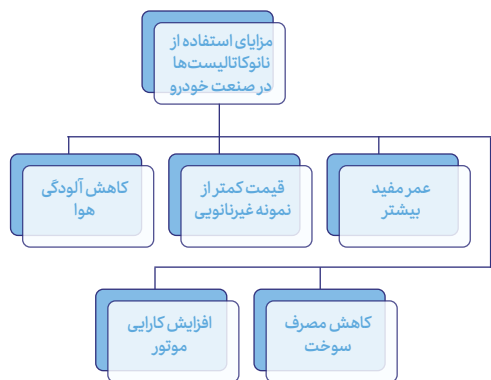
در صورت تطابق گازهای خروجی از موتور خودرو با جدول ۱، از آنجا که میزان تبدیل گازهای سمی خارج شده از موتور به گازهای کم خطرتر در مبدل‌های نانوکاتالیستی بیش از ۹۹٪ و مبدل‌های معمولی (کاتالیزورهای قدیمی برای اگزوز خودرو) در حدود ۹۵٪ گزارش شده است، میزان انتشار هریک از گازهای سمی نامبرده شده به صورت عمومی در خودروها مطابق با جدول ۲ خواهد بود. به عنوان مثال:

میزان انتشار گاز سمی CO از کاتالیست خودرو به محیط اطراف برحسب ppm/km	=	میزان درصد تبدیل کاتالیست خودرو	میزان غلظت گاز CO ورودی به کاتالیست از طریق موتور خودرو حاصل از احتراق
--	---	---	--

که پیداست، نقش فناوری نانو در کاهش میزان تولید این گازهای مضر بسیار پراهمیت و مهم است.

• کاهش مصرف سوخت و افزایش کارایی موتور

به طور کلی، نانوکاتالیست‌های مورد استفاده در صنعت خودرو، به دلیل افزایش سطح واکنش و تعامل بیشتر با مولکول‌های واکنشی، می‌توانند نسبت به کاتالیست‌های قدیمی‌تر کارایی و کارایی بیشتری در کاهش آلاینده‌ها، کاهش مصرف سوخت و افزایش کارایی موتورها ایجاد کنند. این مزایا در کاهش آلاینده‌ها و بهبود عملکرد خودروها به ویژه در محیط‌های شهری که به تولید گازهای آلاینده حساس هستند، بسیار مهم و حیاتی است.



شکل ۴- مزایای استفاده از کاتالیست نانویی

■ تحلیل هزینه-فایده استفاده از نانوکاتالیست‌ها در خودرو

در جدول ۱ به بررسی میزان غلظت مجاز گاز ورودی به مبدل کاتالیستی خودرو مطابق با سازمان ملی استاندارد ایران و میزان سهم هر یک از گازهای ورودی در λ ‌های مختلف پرداخته شده است تا خودروسازان مکلف به رعایت تولید خودرویی شوند که میزان گاز خروجی از موتور پس از احتراق، از مقادیر مشخص شده تجاوز نکند. در بخش موتور و مبدل کاتالیستی خودروها، عبارت λ یا «ضریب هوا به سوخت» نسبت مقدار هوا به مقدار سوختی که به موتور تزریق می‌شود را نشان می‌دهد. ضریب هوا به سوخت باید بهینه تنظیم شود تا موتور بهتر کار کند، احتراق بهینه انجام شود و انتشار گازهای آلاینده کاهش یابد. تنظیم صحیح این ضریب نیاز به تنظیمات دقیق در سیستم تزریق سوخت و سیستم تخلیه دارد.

و مبدل معمولی برای خودرو تیباً به عنوان یکی از خودروهای تولید داخل کشور ذکر شده است که می‌توان از اطلاعات آن به عنوان مقایسه‌ای برای دو نوع مبدل معمولی و مبدل نانوکاتالیستی برای آگروز خودرو استفاده کرد.

همچنین در جدول ۴ به بررسی هزینه‌فایده استفاده از دو نوع مبدل نانوکاتالیستی و معمولی برای خودرو تیباً پرداخته شده است که شامل اطلاعاتی از قبیل قیمت، میانگین عمر مفید و میزان درصد حجمی بهینه شده این دو نوع محصول است. طبق جدول ۴ می‌توان دریافت که هزینه صرفه‌جویی شده در صورت استفاده از مبدل نانوکاتالیستی قابل ملاحظه بوده و بنابراین استفاده از این مبدل‌های نانوکاتالیستی توجیه اقتصادی دارد.

$$(۱) \quad CO_{out} = 5000 \times 0.99 = 50 \text{ (ppm/km)}$$

همان‌طور که از جدول ۲ قابل مشاهده است، لیست مشخصات و میزان تبدیل مبدل کاتالیست خودرو دو محصول نانویی و معمولی با ذکر میزان انتشار گازهای سمی از هرکدام از آن‌ها، درج شده است. مبدل نانوکاتالیستی به واسطه سطح واکنش بسیار بالاتر، میزان حجم آلاینده‌های سمی بسیار کمتری نسبت به مبدل‌های معمولی تولید می‌کند که این خود می‌تواند نقطه عطفی برای این محصول نسبت به سایر محصولات تولید شده باشد.

در جدول ۳ لیست قیمت دو محصول مبدل نانوکاتالیستی خودرو

جدول ۲- میزان گاز خروجی از مبدل کاتالیست در آگروز خودرو براساس میزان تبدیل ۹۹٪ در مبدل‌های نانوکاتالیستی و میزان تبدیل ۹۵٪ در مبدل‌های معمولی

میزان انتشار گازهای سمی خروجی از مبدل کاتالیستی						وزن (kg)	جنس بدنه	نوع کاتالیست مورد استفاده در مبدل آگروز خودرو	ردیف
هیدروکربن‌های نسوخته				NO _{out} ppm/(km)	CO _{out} ppm/(km)				
غلظت کل بر مبنای C ₁ out (ppm/km)	C ₂ H ₈ out ppm/(km)	C ₂ H ₆ out ppm/(km)	C ₂ H ₄ out ppm/(km)						
۳۰	۲	۵	۵٫۵	۱۰	۵۰	۲٫۸	استیل	مبدل نانوکاتالیستی	۱
۱۲۰	۱۰	۲۰	۲۵	۴۰	۲۰۰	۲٫۸	استیل	مبدل معمولی	۲

فرمول درصد حجمی بهینه شده برابر است با:

$$P_i = \frac{\sum C_w - \sum C_n}{\sum C_n} \times 100 \quad (۲)$$

P_i: درصد حجمی بهینه شده در استفاده از مبدل‌های نانوکاتالیستی؛

C_w: هزینه موارد با فناوری نانو؛

C_n: هزینه موارد بدون فناوری نانو.

به عنوان مثال، درصد حجمی بهینه شده قیمت دو نوع مبدل نانوکاتالیستی و معمولی به روش زیر محاسبه می‌شود:

جدول ۳- فرضیات تحلیل هزینه-فایده^۳

نوع کاتالیست	قیمت (تومان)
مبدل نانوکاتالیستی خودرو تیباً	۳,۳۰۰,۰۰۰
مبدل معمولی خودرو تیباً	۳,۹۰۰,۰۰۰

(کاتالیست نانویی)، به ازای پیمایش هر ۲۴۰,۰۰۰ کیلومتر توسط یک خودرو که تقریباً معادل ۸ سال کارکرد یک خودرو است، در خرید ۱ عدد مبدل معمولی صرفه جویی می‌شود. حال اگر مطابق با گزارش سازمان بین‌المللی سازندگان وسایل نقلیه موتوری، تعداد خودروهای فعال در ایران را معادل رقم ۱۵ میلیون دستگاه در نظر بگیریم و اگر این تعداد دستگاه را همه را خودرو تیباً به عنوان یکی از وسیله‌های نقلیه در ایران با کمترین میزان انتشار گازهای سمی نسبت به سایر دستگاه‌های موجود در نظر بگیریم، می‌توان میزان صرفه جویی ارزی حاصل از استفاده از این نوع مبدل‌های نانوکاتالیستی را به صورت فرمول صفحه بعد محاسبه کرد:

$$(۴) \quad \text{میزان تفاوت قیمت دو محصول نانویی و غیرنانویی} = ۱۵,۰۰۰,۰۰۰ \times ۳,۳۰۰,۰۰۰ = ۴۹,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰$$

$$(۳) \quad P_i = \frac{۲,۹۰۰,۰۰۰ - ۳,۳۰۰,۰۰۰}{۳,۳۰۰,۰۰۰} \times ۱۰۰ = -۱۲,۲\%$$

همان‌طور که از جدول شماره ۴ مشخص است، تفاوت قیمت دو محصول نانویی و معمولی ۱۲,۲٪ است و به میزان ۴۰۰,۰۰۰ تومان مبدل نانوکاتالیستی ارزان‌تر است و همچنین میزان عمر مفید مبدل نانوکاتالیستی ۲۵٪ بیشتر از مبدل معمولی و قدیمی است که اگر میزان پیمایش ۲۴۰,۰۰۰ کیلومتر از هر خودرو را به عنوان مقدار مشترکی برای هر دو نوع کاتالیست نانویی و معمولی لحاظ کنیم، مبدل معمولی ۴ بار و مبدل نانوکاتالیستی ۳ بار بایستی تعویض شود که نشان دهنده ۱ بار صرفه جویی در خرید کاتالیست است. به عبارتی دیگر در صورت استفاده از مبدل نانوکاتالیستی

جدول ۴- بررسی هزینه - فایده استفاده از مبدل‌های نانوکاتالیستی و معمولی در خودرو تیباً

تعداد	قیمت کل (تومان)	میانگین عمر مفید (کیلومتر)	درصد حجمی بهینه شده	
۱	۲,۹۰۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	خرید کاتالیست	عمر مفید
۱	۳,۳۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	-۱۲,۲٪	+۲۵٪
اختلاف قیمت و عمر مفید				
			۴۰۰,۰۰۰ تومان	۳۰,۰۰۰ کیلومتر

نانوکاتالیستی و معمولی با توجه به اطلاعات درج شده در جدول ۲ به شرح زیر است:

$$\Delta C_{CO}(\text{ppm/km}) = (۲۰۰ - ۵۰) * ۸۰,۰۰۰ = ۱۲,۰۰۰,۰۰۰ \text{ ppm} = ۱۲ \text{ kg} \quad (۶)$$

در صورت استفاده از مبدل نانوکاتالیستی به جای کاتالیست‌های معمولی (مبدل‌های غیرنانویی و قدیمی)، مطابق با رابطه زیر می‌توان میزان جلوگیری از انتشار هریک از گازهای سمی را به دست آورد که مقدار عددی هریک از این گازها در جدول ۵ لیست شده است:

$$\Delta C_{\text{tot}} = N * \Delta C_n \quad (۷)$$

جاییکه:

$$\Delta C_{\text{tot}} = \text{میزان تفاوت انتشار گاز سمی از مبدل‌های}$$

این رقم به معنی این است که اگر فرض کنیم قیمت هر واگن قطار سریع‌السیر ۱,۲ میلیون یورو باشد تنها با استفاده از کاتالیست نانویی به ازای پیمایش ۲۴۰,۰۰۰ کیلومتر تمامی خودروهای فعال در کشور (تقریباً معادل ۸ سال کارکرد یک خودرو)، می‌توان ۶۳۰ عدد واگن قطار سریع‌السیر در مدت ۸ سال به ناوگان حمل‌ونقل کشور اضافه کرد.

از طرفی به ازای پیمایش ۸۰,۰۰۰ کیلومتر توسط تنها یک خودرو، میزان انتشار هر یک از گازهای CO، NO و مجموعه هیدروکربن‌های نسوخته برای مبدل معمولی مطابق با رابطه زیر به ترتیب ۹,۱۲kg، ۲,۴kg و ۹,۵kg بیشتر از مبدل نانوکاتالیستی برای خودرو تیباً خواهد بود:

$$\Delta C(\text{ppm/km}) = C_{\text{Nano}} - C_{\text{Non-Nano}} \quad (۵)$$

به عنوان مثال میزان تفاوت انتشار گاز CO از دو مبدل

بیماری‌های غیرعفونی ناشی از آلودگی هوا مثل بیماری‌های قلبی، سکنه مغزی و سرطان ریه جان خود را از دست داده‌اند که تقریباً تمام (۹۲ درصد) این مرگ‌ها در کشورهای کم‌درآمد یا با درآمد متوسط و کشورهایی که دارای جهش اقتصادی بوده‌اند (مانند هند) رخ داده است. در میان کشورهای جهان برونئی، سوئد و فنلاند کمترین میزان مرگ ناشی از آلودگی و بنگلادش، سومالی و چاد بالاترین میزان را آلودگی دارند.

به عنوان مثال در آمریکا ۱۵۵ هزار مورد (۵٫۸ درصد)، در بریتانیا پنجاه هزار مورد (هشت درصد) و در ایران ۴۸ هزار مورد مرگ (۱۲٫۵ درصد) ناشی از آلودگی است که در سال ۹۵ بیش از ۴۸۰۰ نفر در تهران بر اثر آلودگی هوا جان خود را از دست داده‌اند.

بر اساس گزارش سال ۲۰۱۴ سازمان جهانی بهداشت حدود ۷ میلیون نفر به علت آلودگی هوا در سال ۲۰۱۴ جان خود را از دست داده‌اند که این رقم دو برابر پیش‌بینی‌هاست. از این هفت میلیون نفر، ۳۳ میلیون نفر به علت آلودگی هوای خانه‌ها در اثر دود و آلودگی ناشی از سوخت و اجاق‌های خوراک‌پزی نامناسب جان باخته‌اند. این آمار همچنین نشان می‌دهد که بیش از سه میلیون و ۷۰۰ هزار نفر بر اثر آلودگی هوا در فضای بیرونی در شهرها و روستاها در سراسر جهان جان خود را از دست داده‌اند که یکی از منشأهای اصلی آن گازهای سمی خروجی از مبدل‌های معمولی در خودروهاست. از این رو جایگزینی خودروهای دیزلی سنگین قدیمی با خودروهای دیزلی جدید و با آلایندگی کم و همچنین مجهز نمودن خودروهای تولیدی جدید به نانوکاتالیست‌ها (مبدل‌های نانوکاتالیستی) و از طرفی استفاده از سوخت‌هایی با درصد گوگرد کمتر می‌تواند به عنوان یکی از عوامل کاهش دهنده آلودگی هوا و جلوگیری از مرگ و میر انسان‌ها تأثیرگذار باشد.

■ شرکت‌های ایرانی نانو فناوری و تولیدکننده مبدل‌های

نانوکاتالیستی خودرو

۱- شرکت ایران دلکو

نشانی: تهران، بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری، ابتدای خیابان سازمان آب، نبش کوچه میرداماد، پلاک ۶، طبقه اول
تلفن: ۰۲۱-۸۸۲۸۴۸۰۱



ایمیل: info@irandelco.com

وبسایت:

www.irandelco.com

نانوکاتالیستی و معمولی برای تمامی وسایل نقلیه:

$N =$ تعداد خودروهای فعال در کشور؛

$\Delta C_n =$ اختلاف غلظت انتشار هر یک از گازهای سمی از دو مبدل نانوکاتالیستی و معمولی برای یک خودرو.

به عنوان مثال، میزان تفاوت انتشار گاز CO برای دو مبدل نانوکاتالیستی و معمولی به ازای ۱۵ میلیون وسیله نقلیه فعال در کشور (در صورت مفروض نمودن خودرو تیبیا به عنوان تمامی خودروها) مطابق با رابطه بالا به شرح زیر خواهد بود:

$$\Delta C_{tot} = 15,000,000 \times 12 = 180,000,000 \text{ kg} \quad (8)$$

جدول ۵- میزان انتشار هر یک از گازهای سمی به ازای ۸۰,۰۰۰ کیلومتر مسافت برای ۱۵ میلیون دستگاه

عنوان	نماد	مقدار (تن)
میزان تفاوت انتشار گاز CO از مبدل‌های نانوکاتالیستی و معمولی	ΔC_{CO}	۱۸۰,۰۰۰
میزان تفاوت انتشار گاز NO از مبدل‌های نانوکاتالیستی و معمولی	ΔC_{NO}	۳۶,۰۰۰
میزان تفاوت انتشار گاز هیدروکربن از مبدل‌های نانوکاتالیستی و معمولی	$\Delta C_{Hydro-Carbon}$	۱۴۲,۵۰۰

همان‌طور که از جدول ۵ پیداست، در صورت استفاده از مبدل نانوکاتالیستی به جای مبدل‌های معمولی در مجموع از انتشار ۳۵۸,۰۰۰ تن گازهای سمی جلوگیری می‌شود. آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ و میر در جهان است که سالانه ۵ میلیون مرگ به آن ارتباط داده می‌شود. آلودگی هوا به ۹٪ مرگ و میر در سراسر جهان نسبت داده می‌شود و همچنین یکی از عوامل خطرناک برای افزایش بیماری است. بیشترین میزان مرگ و میر ناشی از آلودگی هوا در کشورهای کم‌درآمد تا متوسط اتفاق می‌افتد و تا بیش از ۱۰۰ برابر اختلاف در سراسر جهان متغیر است. همچنین در سال ۲۰۱۵، ۹ میلیون نفر در جهان به دلیل

۲- شرکت پرتو فرازان آویژه کیمیا

نشانی: استان البرز، مهرویلا، خیابان درختی، ساختمان باران
تلفن: ۰۲۱-۶۵۴۳۹۶۰۷



ایمیل: info@parto-farazan.com

وبسایت: www.partofarazan.com

۳- شرکت صنعت آفرین ماهان

نشانی: استان البرز، کمال شهر، شهرک صنعتی بهارستان،
انتهای گلستان ششم غربی، پلاک ۱۲۵

تلفن: ۰۲۶-۳۴۷۶۴۱۴۲

ایمیل: lab@samcat.co

وبسایت: www.samcat.co



۴- شرکت عایق خودرو توس

نشانی: مشهد، شهرک صنعتی توس، فاز یک، بلوار تلاش
شمالی

تلفن: ۰۵۱-۳۵۴۱۳۲۳۶

ایمیل: info@aktcom.com

وبسایت: www.aktcom.co



پی‌نوشت‌ها

۱. واحد ppm به معنای «بخش بر میلیون» است که به معنای تعداد ذرات گاز موردنظر در هر (۱ میلیون ذره ورودی است).
۲. استاندارد شماره ۲۳۲۱۲ تحت عنوان: «کاتالیست سه‌راهه خودروی بنزین‌سوز، کاتالیست سه‌راهه خودروی گازسوز، کاتالیست اکسندۀ دیزل (DOC) و کاتالیست اکسندۀ آمونیاک (ASC) در موتورهای احتراق دیزلی مجهز به کاتالیست SCR».
۳. قیمت‌ها مربوط به سال ۱۴۰۳ است.

منابع

۱. P. T. Anastas, M. M. Kirchhoff, and T. C. Williamson, "Catalysis as a foundational pillar of green chemistry," Appl. Catal. A Gen., vol. 221, no. 1-2, pp. 3-13, Nov. 2001, doi: 10.1016/S0926-860X(01)00793-1.
۲. J. Gao, G. Tian, and A. Sornioti, "On the emission reduction through the application of an electrically heated catalyst to a diesel vehicle," Energy Sci. Eng., vol. 7, no. 6, pp. 2383-2397, Dec. 2019, doi: 10.1002/ESE3.416.
۳. M. V. Twigg, "Progress and future challenges in controlling automotive exhaust gas emissions," Appl. Catal. B Environ., vol. 70, no. 1-4, pp. 2-15, Jan. 2007, doi: 10.1016/J.APCATB.2006.02.029.
۴. W. Ahmad, T. Noor, and M. Zeeshan, "Effect of synthesis route on catalytic properties and performance of Co3O4/TiO2 for carbon monoxide and hydrocarbon oxidation under real engine operating conditions," Catal. Commun., vol. 89, pp. 19-24, Jan. 2017, doi: 10.1016/J.CATCOM.2016.10.012.
۵. Rongchao Jin, "The impacts of nanotechnology on catalysis by precious metal nanoparticles," 2011, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1515/ntrev-2011-0003>
۶. V. Soloiu, J. W. McAfee, M. Ilie, C. Carapia, A. Weaver, and A. Brant, "Experimental and Numerical Investigation of Combustion and Emissions Characteristics in a Drone Jet Engine Fueled with Jet-A," Jan. 2023, doi: 10.2514/6.2023-1065.
۷. R. B. Cope, "Carbon monoxide: can't see, can't smell, body looks red but they are dead," Handb. Toxicol. Chem. Warf. Agents, pp. 353-371, Jan. 2020, doi: 10.1016/B978-0-12-819090-6.00024-6.
۸. سامان معینی، مریم عباس والی، الهه معینی، سمیرا قربانی، «بررسی اثرات زیست محیطی ناشی از تجمع هیدروکربن‌های نفتی و امنیت غذایی»، [Online]. Available: <https://civilica.com/doc/375350/>
۹. and C. T. C. Younan Xia, Hong Yang, "Nanoparticles for Catalysis," 2013, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1021/ar400148q>
۱۰. فریده عتابی، سیدعلیرضا حاجی سیدمیرزا حسینی، «بررسی میزان انتشار بنزن و هیدروکربن‌های نسوخته خروجی از آگزوز خودروهای تولید شده در شهر تهران»، [Online]. Available: <https://civilica.com/doc/754468>

نانوذرات اکسید کروم سبز؛ ویژگی‌ها و کاربردها



تهیه‌کننده شرکت پیشگامان فناوری دریچه

● اکسید کروم سبز

اکسید کروم به‌طور طبیعی به‌عنوان ماده معدنی اسکولایت^۱ موجود در اسکارن‌های ترمولیت غنی از کروم، متاکوارتزیت و رگه‌های کلریت وجود دارد. اسکولایت همچنین بخش نادری از شهاب‌سنگ‌های کندریتی را تشکیل می‌دهد. اکسید کروم سبز یا اکسید کروم سه‌ظرفیتی (Cr_2O_3) یکی از اکسیدهای مهم عنصر کروم است. دارای ساختار کریستالی شش ضلعی و ظاهر سبز رنگ است. این ماده با دمای ذوب بالا (2435°C) و مقاومت در برابر اکسیداسیون به‌عنوان یک ماده نسوز مهم در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، Cr_2O_3 دارای خواصی همچون حلالیت بسیار کم در آب، ضد فرومغناطیس و سختی قابل توجه (۸ تا ۸/۵ موس) است.

اکسید کروم دارای خواصی مانند مقاومت در برابر سایش، حرارت و مواد شیمیایی است که آن را برای استفاده در کاربردهایی مانند پوشش، رنگ، سرامیک، شیشه و جوهر مناسب می‌کند و می‌تواند به‌عنوان کاتالیزور استفاده شود. این

خواص همچنین شامل پایداری حرارتی و پراکندگی است که آن را مناسب برای کاربردهای متالورژی نیز می‌کند. اکسید کروم سبز اغلب در رنگ‌های صنعتی که نیاز به سایش زیادی دارند، استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال، خودروهای نظامی با رنگ سبز Cr_2O_3 رنگ‌آمیزی می‌شوند. این رنگ آن‌ها را در معرض گرما و آفتاب زیاد حفظ و برای کاربردهای بیرونی مناسب می‌کند. اکسید کروم یکی از اکسیدهای فلزی نوع p است که به‌دلیل پایداری، تکرارپذیری و حساسیت کمتر به تداخل بخار آب، برای سنجش گاز قابل استفاده است [۱].

● اکسید کروم در صنعت

بازار اکسید کروم براساس محصول، به‌گراید رنگدانه، متالورژی، نسوز و شیمیایی تقسیم می‌شود. در این میان، گراید رنگدانه به‌دلیل افزایش استفاده از محصول در تولید رنگ و پوشش، پلاستیک، لعاب، سرامیک، سطوح ورزشی و لوازم آرایشی، بیشترین سهم بازار را به خود اختصاص داده است. این رنگدانه

● نانوذرات اکسید کروم سبز

اکسید کروم سبز در مقیاس نانو به دلیل نسبت سطح به حجم بالا دارای واکنش پذیری بهتری در مقایسه با اندازه دانه میکرون است. همچنین ثابت شده است که استفاده از نانو اکسید کروم در پیگمنت‌های رنگ سبب افزایش پراقت آن‌ها می‌شود. در صنعت سرامیک استفاده از نانو اکسید کروم در لعاب‌های رنگی باعث کاهش دمای زینترینگ شده که سبب صرفه جویی در مصرف انرژی و در نهایت هزینه تولید پایین‌تر می‌شود. از دیگر خواص این محصول، گاف انرژی بزرگ (3ev) است که آن را برای کاربردهای فتوالکترونیکی نیز مساعد کرده است. علاوه بر موارد ذکر شده، نانوذرات اکسید کروم دارای خواص ذاتی مانند مقاومت در برابر سایش، پایداری حرارتی و مقاومت در برابر مواد شیمیایی است که مجموع این خواص باعث شده است که از این ماده در صنایع مختلفی استفاده شود [۴].

● خواص نانوذرات اکسید کروم

ارزیابی جامدات معدنی کاربردی نشان می‌دهد که اکسیدهای فلزی انتقالی به دلیل دارا بودن طیف وسیعی از خواص مغناطیسی، حرارتی، شیمیایی و الکترونیکی به عنوان مواد ضروری در صنعت در نظر گرفته می‌شوند. اکسید کروم به دلیل مقاومت در برابر سایش و دمای بالا، جزء مهمی برای کاربردهای صنعتی است. علاوه بر این، می‌تواند حالت‌های مختلف اکسیداسیون پایدار را تشکیل دهد. از نظر شیمیایی، کروم حالت‌های اکسیداسیون پایدار مختلفی دارد. با این حال، توجه خاصی به اکسید کروم (III) به دلیل تطبیق پذیری و خواص ذاتی آن شده است.

از Cr_2O_3 نظر فیزیکی یک اکسید فلزی سخت است و در دمای بالای ۳۷ درجه سانتی‌گراد ضد فرومغناطیسی باقی می‌ماند. دلیل اصلی توسعه روش‌های سنتز نانوذرات اکسید کروم، کاربرد چندگانه آن‌ها در حوزه‌های مختلف صنعت و علم یعنی در کاتالیزورهای ناهمگن، رنگدانه‌های سبز، مواد پوشش دهنده برای مقاومت حرارتی و خوردگی است. مطالعات نشان داده‌اند که نانوذرات و نانوبلورهای جامدات معدنی دارای خواص هستند که منجر به رفتارهای بهبود یافته و جدیدی می‌شود که در شکل‌های حجیم آن‌ها وجود ندارد. تازگی و کیفیت خواص مبتنی بر مقیاس نانو به طور مستقیم به اندازه ذرات، مورفولوژی بلورینگی و مساحت سطح و طبیعت آن ماده بستگی دارد.

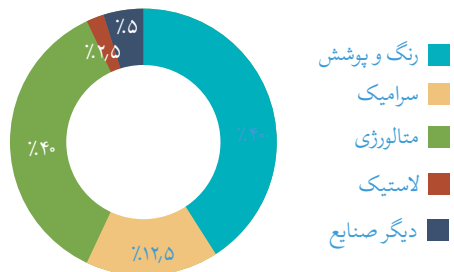
تحت تأثیر قلیایی‌ها، اسیدها و حلال‌ها قرار نمی‌گیرد و دارای خواص مقاومت در برابر خوردگی است که آن را به ماده‌ای مناسب برای استفاده در پوشش‌ها تبدیل می‌کند. صنعت روبه‌رشد رنگ و پوشش عامل دیگری است که باعث رشد بازار اکسید کروم می‌شود.

گرید متالورژیکی عمده‌تاً برای تولید فلز کروم استفاده می‌شود. این گرید در فولاد ضدزنگ، یک لایه بر روی سطح تشکیل می‌دهد و از فلز در برابر خوردگی محافظت می‌کند. انتظار می‌رود افزایش تقاضا برای محصولات با گرید متالورژی از صنایع خودرو سازی و فراوری فلزات این بازار را به حرکت درآورد.

محصول گرید نسوز عموماً برای تولید آجرهای نسوز برای کوره‌ها، ملات‌ها و آون‌های با دمای بالا و در تولید سطوح نسوز، سطوح ضد خوردگی، کاشی‌ها و آجرهای رنگی استفاده می‌شود. اکسید کروم می‌تواند دماهای بالا را تحمل کند و علاوه بر آن استحکام مکانیکی خوب، مقاومت در برابر خوردگی و مقاومت در برابر شوک حرارتی را ارائه می‌دهد. انتظار می‌رود افزایش تقاضا برای عیار دیرگداز از چندین صنعت به دلیل ویژگی‌های آن، این اندازه بازار را به میزان قابل توجهی افزایش دهد.

گرید شیمیایی برای پرداخت چرم، سطوح نوری، سنگ‌های قیمتی و جواهراتی مانند زمرد، یاقوت سرخ و یاقوت کبود و برای فرایندهای سنتز شیمیایی در آزمایشگاه‌ها و دانشگاه‌ها بسیار مناسب است. همچنین انتظار می‌رود رشد تقاضا برای مواد شیمیایی از سوی صنایع مصرفی و شیمیایی فرصت‌های رشد را فراهم کند.

نمودار ۱، میزان تفکیک شده از کاربرد این محصول را در صنایع مختلف نشان داده است. همان‌طور که در نمودار مشخص است بیشترین استفاده این محصول در دو صنعت متالورژی و رنگ است [۲ و ۳].



نمودار ۱- کاربرد اکسید کروم در صنایع

● سنتز و تهیه نانوذرات اکسید کروم

با توجه به کاربردهای صنعتی گسترده اکسید کروم، تاکنون تلاش‌های زیادی برای به دست آوردن بلورهای نانومقیاس آن صورت گرفته است. در طول تلاش‌ها برای بهینه‌سازی سنتز، تمرکز بر روی سهولت، سنتز شیمی سبز و جنبه‌های اقتصادی بوده است تا کارآمدترین روش متناسب با این استانداردها به دست آید. در این راستا، روش‌های مختلفی از جمله روش‌های هم‌رسوبی-ژل‌سازی، ته‌نشینی همگن، تراکم گاز، احتراق، سبترت ژل، میکروویو، فرایند مکانیکی شیمیایی، سل ژل و روش‌های هیدروترمال معرفی شده‌اند [۵].

براساس یک روش جدید الکتروشیمیایی، نانوذرات اکسید کروم از طریق کاهش محلول دی‌کرومات پتاسیم با استفاده از عصاره یک گیاه سنتز می‌شوند. در این روش زیستی از دی‌کرومات پتاسیم بدون خالص‌سازی بیشتر استفاده می‌شود. گیاهان قبل از استفاده در دستگاه آسیاب مکانیکی خشک و پودر می‌شوند سپس گیاهان پودر شده به مدت ۲۴ ساعت در متانول غوطه‌ور می‌شوند تا مواد آلی مانند آلکالوئیدها، فتولیک‌ها، اسیدهای آمینه و فلاونوئیدها استخراج شود. در مرحله بعد دی‌کرومات پتاسیم را با عصاره گیاه مخلوط کرده و به مدت یک ربع هم می‌زنند. تغییر رنگ محلول از نارنجی به سبز نشانه تشکیل نانوذرات اکسید کروم است [۵].

در روش‌های الکتروشیمیایی دیگر، نانوذرات اکسید کروم مطابق با چند فرایند سنتز می‌شوند. روش اول شامل استفاده از الکترودهای پلاتین (Pt) در محلول $K_2Cr_2O_7$ با اسیدسولفوریک (H_2SO_4) به عنوان محیط واکنش است. به دنبال این روش، یک سلول الکتروشیمیایی شامل یک منبع تغذیه، یک محفظه واکنش و الکترودهای پلاتین آماده می‌شود که در محلول دی‌کرومات پتاسیم و اسیدسولفوریک به عنوان محیط واکنش قرار می‌گیرد. پس از اعمال ولتاژ مثبت به مدت ۳ ساعت در حین هم زدن، تغییر رنگ محلول از نارنجی به سبز تیره نشان می‌دهد که نانوذرات کروم در محلول تشکیل شده است. در مرحله آخر، محلول به مدت دو ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد گرم شد تا محلول مایع با نانوذرات باقیمانده تبخیر شود تا در دمای ۶۵ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد کلسینه شود تا دی‌اکسید گوگرد و رطوبت حذف شود [۵].

در روش دوم، الکترودهای پلاتین جفت شده با کروم (Pt/Cr) در محلول $NaHCO_3$ استفاده می‌شود. آماده‌سازی در یک محفظه

واکنش حاوی $NaHCO_3$ انجام می‌شود. یک ولتاژ به الکترودهای پلاتین به عنوان کاتد و الکترودهای پلاتین/کروم به عنوان آنود به مدت سه ساعت اعمال می‌شود. انحلال کروم در آنود باعث تولید کاتیون‌های Cr^{3+} به دلیل واکنش الکترولیتی می‌شود که قادر به درگیر شدن در واکنش با $NaHCO_3$ آبی برای تولید نانوذرات اکسید کروم هستند. محصول جامد چندین بار در آب دوبار تقطیر شسته می‌شود تا $NaHCO_3$ واکنش نداده را با خشک کردن متوالی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حذف کرد [۵].

در روش هم‌رسوبی، نانوذرات اکسید کروم در یک فرایند سریع با استفاده از آمونیاک به عنوان عاملی برای انجام رسوب ذرات و حرارت تا دمای حدود ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد تهیه می‌شود. به طور خلاصه، آمونیاک به صورت قطره‌ای به محلول $Cr_2(SO_4)_3$ افزوده می‌شود، در حالی که هم زدن مداوم انجام می‌شود و pH حدود عدد ۱۰ ثابت است و در آخر مواد کلسینه می‌شوند [۶].

نانوذرات اکسید کروم با اندازه ذرات ۲۰ تا ۳۰ نانومتر که از نظر مورفولوژیکی به خوبی همگن شده‌اند را می‌توان با روش هیدروترمال سنتز کرد. این روش سنتز شامل آماده‌سازی نانوذرات هیدروکسید کروم از طریق زیرپژل‌های رسوب شده با تبدیل حرارتی متوالی نانوذرات $CrOOH$ به اکسید کروم است. اندازه ذرات حاصل بین ۱۵ تا ۵۰ نانومتر از طریق کنترل دقیق pH شکل می‌گیرد. براساس داده‌ها، نانوذرات هیدروکسیدی در دو روند متفاوت تشکیل می‌شوند. زیرپژل‌ها در $pH=5$ با اندازه ذرات کوچک‌تر رسوب می‌کنند، در حالی که اندازه نانوذرات در $pH=10$ بزرگ‌تر می‌شوند [۶].

● کاربردهای نانوذرات اکسید کروم

کاربردهای عمده نانوذرات اکسید کروم در کاتالیزورهای ناهمگن، نمایشگرهای کریستال مایع، مواد مقاوم در برابر سایش و دمای بالا، جاذب‌های خورشیدی و همچنین رنگدانه‌های کاربردی با بازتاب بالا در ناحیه مادون قرمز نزدیک است که به دلیل خواص نوری آن‌هاست. علاوه بر این از این نانومواد به عنوان کاتالیزور واکنش‌های متعددی مانند اکسیداسیون تولوئن، تجزیه متانول و تجزیه اتان استفاده می‌شود. نانوذرات Cr_2O_3 به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی منحصربه‌فرد مانند نقطه ذوب بالا، پایداری بالاتر و پهنای باند

شده است [۲].

جدول ۱ - شرکت‌های تولیدکننده اکسید کروم سبز

ردیف	نام شرکت	کشور
۱	ELEMENTIS	بریتانیا
۲	LANXESS	آلمان
۳	MidUral Group	روسیه
۴	Vishnu Chemicals Ltd	هند
۵	Hunter Chemical LLC	آمریکا
۶	Venator	آمریکا
۷	Sichuan Yinhe Chemicals	چین
۸	Hebei Chromate Chemical	چین
۹	Luoyang Zhengjie Science & - Technology Industry Trade	چین
۱۰	Shijiazhuang Jirong Chemicals	چین
۱۱	NIPPON CHEMICAL - INDUSTRIAL	ژاپن

اکثر تولیدکنندگان نانوذرات اکسید کروم سبز در مقیاس پایین و آزمایشگاهی این ماده را تولید می‌کنند. در این مورد تنها چند شرکت در سطح دنیا وجود دارند که توانایی تولید در مقیاس صنعتی را دارند. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شرکت Molchem انگلیس و شرکت NanoChemazone کانادا اشاره کرد. در ایران

وسیع، کاربرد عمده‌ای در تولید رنگدانه سبز دارد که به طور گسترده در کاربردهای صنعتی مختلف مانند مواد پوششی و رنگ‌های پیشرفته مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این نانوذرات را می‌توان در مواد به عنوان کاتالیست [۷]، فوتوکاتالیست [۸]، ابرخازن‌ها [۹]، باتری‌های لیتیوم یون [۱۰]، حسگر [۱۱] و سایر فعالیت‌های بیولوژیکی به دلیل خواص منحصر به فرد آن‌ها [۱۲] به کار برد. زیست سازگاری نانوذرات Cr_2O_3 یک پارامتر ضروری برای استفاده از آن‌ها در بسیاری از سیستم‌های بیولوژیکی است [۱۳]. از نظر پزشکی این نانوذرات به طور قابل توجهی به عنوان آنتی اکسیدان‌های قوی، ضد باکتری، ضد سرطان، ضد ویروسی و ضد دیابت و در زمینه دارورسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۴ و ۱۵].

● بررسی سمیت نانوذرات اکسید کروم

با توجه به سمیت رایج در میان نانوذرات اکسید فلزی، ارزیابی قرار گرفتن در معرض بیولوژیکی با نانوذرات اکسید کروم بسیار مهم به نظر می‌رسد. برای انجام این کار، تغییر در مغز و کلیه موش‌ها در نتیجه قرار گرفتن در معرض نانوذرات اکسید کروم مورد بررسی قرار گرفته است. در این آزمایش مشخص شد که نانوذرات اکسید کروم باعث تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) شده است که آسیب‌هایی در تولید مثل موش‌ها به همراه داشته است [۱۶].

● تولیدکنندگان اکسید کروم

تولیدکنندگان عمده اکسید کروم در آسیا، اقیانوسیه و اروپا حضور دارند. یکی از شرکت‌های بزرگ در این بازار، شرکت لانکسس^۲ هست که با واسطه‌های پیشرفته، افزودنی‌های تخصصی، مواد شیمیایی عملکردی و مواد مهندسی رنگدانه‌های معدنی را به عنوان یکی از تولیدات خود فراهم می‌کند و به تنوع این محصول افزوده است. این شرکت با توجه به شبکه فروش گسترده خود، تسلط خود را در سراسر جهان نشان داده است. یکی دیگر از بازیگران اصلی شرکت المنتیس^۳ است. این شرکت با ارائه طیف متنوعی از گریدهای اکسید کروم در حال گسترش بازار در سطح جهانی است. این شرکت نفوذ قوی در منطقه اروپا دارد. شرکت‌های تولیدکننده کلیدی و شناخته شده دیگری در جهان هستند که در جدول ۱ اسامی تعدادی از آن‌ها فهرست



شکل ۲-فرایند آبکاری کروم

● بازار جهانی

اندازه بازار جهانی اکسید کروم در سال ۲۰۲۱ مقدار ۵۲۶٫۸ میلیون دلار بود و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۹ به ۷۴۰٫۳ میلیون دلار برسد که نرخ رشد ترکیبی سالیانه (CAGR) ۴٫۵٪ در دوره پیش‌بینی را نشان می‌دهد. انتظار می‌رود اندازه بازار اکسید کروم در طول بازه زمانی پیش‌بینی‌شده به‌طور پیوسته رشد کند. آسیا و اقیانوسیه بر سهم بازار اکسید کروم در سال ۲۰۲۱ تسلط داشته و انتظار می‌رود در طول دوره پیش‌بینی، به دلیل گسترش صنایع فلزی و ساختمانی در کشورهایمانند چین و هند، بیشترین سهم در این موقعیت جغرافیایی باقی بماند. افزایش تقاضا به استفاده آن در رنگ‌ها، پوشش‌ها و متالورژی، همراه با تولید بالای خودرو باعث می‌شود که ارزش بازار را در منطقه آسیا و اقیانوسیه افزایش دهد. علاوه بر این، رشد صنعتی شدن و شهرنشینی که نیاز به پوشش‌ها را افزایش می‌دهد، باعث رشد بازار منطقه‌ای نیز می‌شود. نمودار ۲، فروش اکسید کروم در منطقه آسیا و اقیانوسیه در طی بازه سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۹ را نشان می‌دهد.

همچنین پیش‌بینی می‌شود که اروپا و آمریکای شمالی نیز شاهد رشد قابل توجهی در بازار جهانی این ماده باشند. افزایش تقاضا از سوی صنایع فلزی و ساختمانی به رشد بازار در این

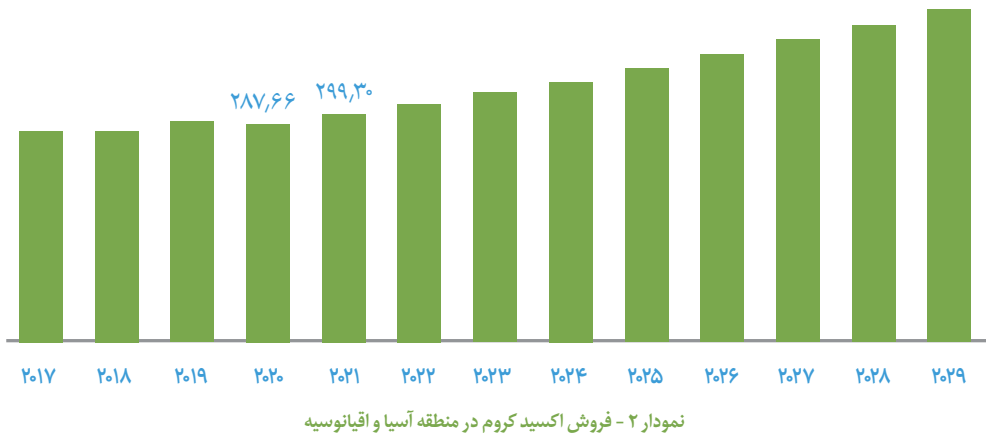


در زمینه تولید نانوذرات اکسید کروم تاکنون هیچ تولیدکننده‌ای وجود نداشته است. به تازگی شرکت دانش بنیان دُرینکا سبز پژوه اقداماتی در جهت سنتز این ماده با استفاده از روش نوینی به عمل آورده است که طبق گفته‌ها، برای اولین بار در دنیا انجام می‌شود. در این روش نانوذرات اکسید کروم سبز با اندازه دانه میانگین حدود ۸۰ نانومتر، درصد خلوص بالای ۹۸/۶ درصد، شکل ساختاری هگزاگونال و توزیع همگن ذرات، از پساب آبکاری کروم سنتز می‌شود (شکل‌های ۱ و ۲). با توجه به مشکلات محیط‌زیستی حاصل از پساب‌های آبکاری و همچنین نیاز صنعت به این محصول، تلاش شده است تا در این طرح راه‌حلی دو سویه برای رفع مشکلات مذکور ارائه شود. پیش‌بینی می‌شود که با توجه به روش تولید ساده و درعین حال کم‌هزینه، نیاز کارگاه‌های آبکاری و صنایع استفاده‌کننده از اکسید کروم و همچنین با اتکا به نتایج و آنالیزهای تکرار شده در این طرح، سودمندی خود را در صنعت کشور به منصه ظهور رساند.



شکل ۱- نانوذرات اکسید کروم سبز سنتز شده در شرکت دُرینکا سبز پژوه از پساب آبکاری کروم

Asia Pacific Chromium Oxide Market Size, 2018–2029 (USD Million)



جدول ۲ - کد تعرفه ثبت شده برای اکسید کروم

ردیف	تعرفه	شرح
۱	۲۸۱۹۹۰۱۰	عناصر شیمیایی، اکسیدها و هیدروکسیدهای کروم، اکسید کروم

بررسی‌ها نشان می‌دهد میزان صادرات اکسید کروم با کد تعرفه ۲۸۱۹۹۰۱۰ طی سال‌های اخیر صفر بوده است. زیرا در حال حاضر از معادن سنگ کروم موجود در کشور خام فروشی صورت گرفته و محصول معادن به صورت خام به کشور چین صادر می‌شود. همچنین اکسید کروم در کشور تنها یک تولیدکننده داشته که قادر به تأمین تمام نیاز کشور نبوده و بیشتر اکسید کروم مورد نیاز از طریق واردات تأمین می‌شود. بیشترین واردات اکسید کروم از کشورهای چین و روسیه به ایران بوده و با توجه به نمودار ۳ که برحسب میزان وزن واردات این ماده به کشور در طی بازه زمانی ذکر شده است، متوجه رشد واردات این ماده در طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ خواهیم شد به طوری که بر طبق آمار منتشرشده میزان واردات این ماده از ۳۵ تن در سال ۱۳۹۹ به ۱۲۸ تن در سال ۱۴۰۲ رسیده است.

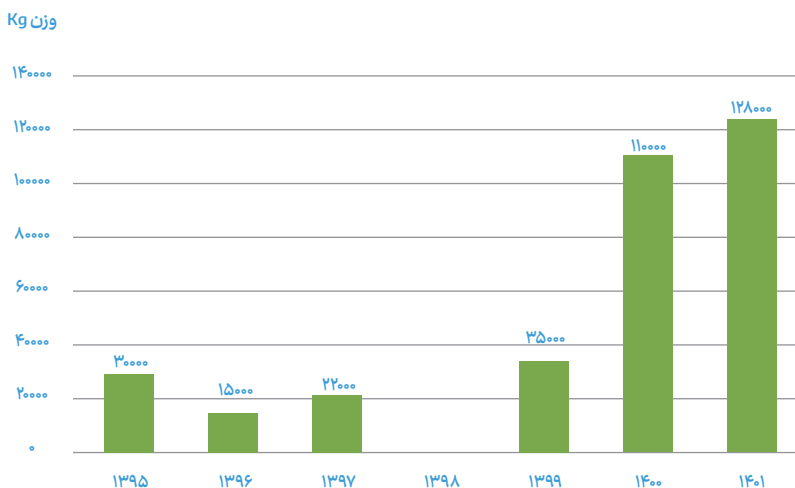
منطقه کمک خواهد کرد. ایالات متحده نیز به دلیل مصرف زیاد در رنگ‌ها، پوشش‌ها و کاربردهای متالورژی، مصرف‌کننده اصلی مواد شیمیایی مبتنی بر کروم است. این مورد در آمریکای جنوبی نیز صادق است. برزیل بزرگ‌ترین بازار این منطقه است. اکسید کروم در کاربردهای متعددی از پوشش‌های مواد استفاده می‌شود و تولید فلز کروم همچنان روند برتر بازار برزیل است. در خاورمیانه و آفریقا، افزایش تقاضا برای تولید رنگدانه یکی از عوامل اصلی مؤثر بر رشد است. در این منطقه رنگ‌ها و پوشش‌ها بیشترین کاربرد را دارند. افزایش تقاضا برای پوشش طولانی مدت، ضد خوردگی و مقاوم در برابر سایش در صنایع مختلف، مصرف این ماده را افزایش داده است [۲ و ۳].

● بازار داخلی

مطابق با بازار بین‌المللی، در داخل کشور هم این ماده با توجه به خواص منحصر به فرد آن در صنایع مختلفی کاربرد دارد و میزان قابل توجهی از آن در صنایع مختلف مصرف می‌شود. در ادامه به بررسی وضعیت واردات و صادرات اکسید کروم پرداخته شده است.

● وضعیت واردات و صادرات اکسید کروم

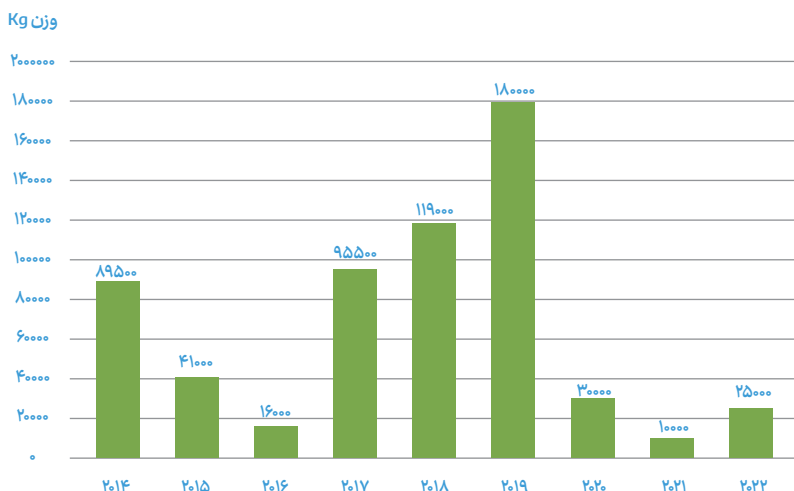
در جدول ۲ کد تعرفه گمرکی اکسید کروم به همراه شرح تعرفه آن آورده شده است.



نمودار ۳- واردات اکسید کروم ثبت شده در گمرک جمهوری اسلامی ایران در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۱

نمودار ۴ این آمار را براساس وزن در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲ نشان می‌دهد. براساس این داده‌ها بیشترین واردات این ماده به ایران در سال ۲۰۱۹ و به میزان ۱۸۰ تن است [۱۷-۱۹].

سایت تجارت جهانی هم آماری از واردات این ماده به کشور ایران انتشار داده است. با توجه به تحریم، صادرات ثبت شده این ماده به کشور از کشورهایی همچون چین بوده است.



نمودار ۴- آمار واردات اکسید کروم به ایران ثبت شده در سایت تجارت جهانی در سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲

۱. Eskolaite
۲. LANXESS
۳. ELEMENTIS

۱. Synthesis and Structure Characterization of Chromium Oxide Prepared by Solid Thermal Decomposition Reaction, Li, Zi F. Yan, J. Phys. Chem. B 2006, 110, 1, 178–183.
۲. Chromium oxide market size, Report ID: FBI101579, 2021.
۳. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/chromium-oxide-market-101579>
۴. Synthesis and Characterization of Chromium Oxide Nanoparticles, VIVEK SHEEL JASWAL, ORIENTAL JOURNAL OF CHEMISTRY, 2014.
۵. R., Ananda, S. & Gowda, N. M. M. Synthesis of Chromium(III) Oxide Nanoparticles by Electrochemical Method and Mukia Maderaspata Plant Extract, Characterization, KMnO_4 Decomposition and Antibacterial Study. Mod. Res. Catal. 02, 127–135 (2013).
۶. Jaswal, V. S., Arora, A. K., Kinger, M., Gupta, V. D. & Singh, J. Synthesis and characterization of chromium oxide nanoparticles. Orient. J. Chem. 30, 559–566 (2014).
۷. Mori, K., Naka, K., Masuda, S., Miyawaki, K., and Yamashita, H. (2017). Palladium copper chromium ternary nanoparticles constructed in situ within a basic resin: Enhanced activity in the dehydrogenation of formic acid. ChemCatChem 9, 3456–3462. doi:10.1002/CCTC.201700595
۸. Zelekew, O. A., Fufa, P. A., Sabir, F. K., and Duma, A. D. (2021). Water hyacinth plant extract mediated green synthesis of $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$ composite photocatalyst for the degradation of organic dye. Heliyon 7, e07652. doi:10.1016/J.HELIYON.2021. E07652.
۹. Shafi, I., Liang, E., and Li, B. (2021). Ultrafine chromium oxide (Cr_2O_3), nanoparticles as a pseudocapacitive electrode material for supercapacitors. J. Alloys Compd. 851, 156046. doi:10.1016/J.JALLCOM.2020.156046
۱۰. Cao, Z., and Zuo, C. (2017). Cr_2O_3 /carbon nanosheet composite with enhanced performance for lithium ion batteries. RSC Adv. 7, 40243–40248. doi:10.1039/C7RA06188A.
۱۱. Gao, X., Zhou, Q., Lu, Z., Xu, L., Zhang, Q., and Zeng, W. (2019). Synthesis of Cr_2O_3 nanoparticle-coated SnO_2 nanofibers and C_2H_2 sensing properties. Front. Mat. 0, 163. doi:10.3389/FMATS.2019.00163.
۱۲. Talat, I., Arshad, A., and Mansoor, Q. (2021). Graphene nanoplatelets/ Cr_2O_3 nanocomposites as novel nanoantibiotics: Towards control of multiple drug resistant bacteria. Ceram. Int. 47, 889–898. doi:10.1016/J.CERAMINT.2020.08.201
۱۳. Khan, S. A., Shahid, S., Hanif, S., Almoallim, H. S., Alharbi, S. A., and Sellami, H. (2021). Green synthesis of chromium oxide nanoparticles for antibacterial, antioxidant anticancer, and biocompatibility activities. Int. J. Mol. Sci. 202122, 502. doi:10.3390/IJMS22020502.
۱۴. Rayani Nivethitha, P., and Carolin Jeniba Rachel, D. (2020). A study of antioxidant and antibacterial activity using honey mediated Chromium oxide nanoparticles and its characterization. Mater. Today Proc. 48, 276–281. doi:10.1016/J.MATPR.2020.07.187.
۱۵. Ghotekar, S., Pansambal, S., Bilal, M., Pingale, S. S., and Oza, R. (202). Environmentally friendly synthesis of Cr_2O_3 nanoparticles: Characterization, applications and future perspective – a review. Case Stud. Chem. Environ. Eng. 3, 100089. doi:10.1016/J.CSCEE.2021.100089
۱۶. Fatima, R., Akhtar, K., Hossain, M. M. & Ahmad, R. Chromium oxide nanoparticle-induced biochemical and histopathological alterations in the kidneys and brain of Wistar rats. Toxicol. Ind. Health 33, 911–921 (2017).
۱۷. <https://tccim.ir/stats> اتاق بازرگانی
۱۸. <https://www.wto.org/> تجارت جهانی
۱۹. [ps://behinyab.ir/common/isic/tree](https://behinyab.ir/common/isic/tree)

ترکیب دو فناوری برای ارائه روش های جدید زیبا سازی بدن

آزمایش کرده است.

براساس شرایط تفاهم نامه، سوپرنوا بایو پشتیبانی فنی، ارائه رهیافت و روش های لازم را برای توسعه بازار درمان های زیبایی نسل بعدی عرضه خواهد کرد. به نوبه خود، جی ای هلتی کرکوریا از طریق دستگاه های پزشکی تشخیصی اولتراسوند خود، پشتیبانی فناورانه را در این برنامه مشترک ارائه خواهد کرد.

هر دو شرکت به طور خاص بر پیشگامی در بازار درمان های زیبایی با استفاده از عامل حل کننده چربی موضعی سوپرنوا بایو و راه حل های تشخیص اولتراسوند جی ای هلتی کرکوریا متمرکز هستند.

کیم یونگ دوک؛ مدیرعامل جی ای هلتی کرکوریا کره جنوبی گفت: «تقاضا در بازار پزشکی زیبایی و آرایشی از جمله درمان چاقی، به طور مداوم در حال افزایش است. این همکاری با سوپرنوا بایو منعکس کننده تلاش ما برای پاسخ به این تقاضای روبه رشد است و بخشی از راهبرد ما برای ارائه فناوری های پزشکی است که از کیفیت زندگی بهتر پشتیبانی می کند.»

منبع www.koreabiomed.com



دو شرکت کره ای برای استفاده از فناوری نانو در حوزه محصولات زیبایی همکاری مشترکی را آغاز کردند. جی ای هلتی کرکوریا (GE HealthCare Korea) و سوپرنوا بایو (Supernova Bio) از امضای یادداشت تفاهم (MOU) با یکدیگر خبر دادند.

سوپرنوا بایو یکی از شرکت های تحقیق و توسعه کره ای است که متخصص در توسعه نانوذرات است. این دو شرکت به دنبال توسعه نسل بعدی محصولات آرایشی و زیبایی هستند.

به گفته جی ای هلتی کرکوریا، شرکت سوپرنوا بایو که در بخش مواد پلیمری چندمنظوره تخصص دارد، پلتفرم تحویل نانوذراتی دارویی را توسعه داده است که می تواند برای تشخیص و درمان بیماری های مختلف استفاده شود. شایان ذکر است این شرکت اثربخشی عامل حل کننده چربی موضعی خود را روی موش ها

خرید تجهیزات آزمایشی برای تقویت توان تحقیق و توسعه شرکت

آن نیازمند آزمایش هایی است. از سوی دیگر این شرکت روی ساخت و چاپ سه بعدی محصولات کار می کند که این موضوع نیز الزاماتی برای انجام تست برای شرکت ورسارین به دنبال دارد.

درآمد حاصل از فروش سهام به شرکت ورسارین این امکان را می دهد که برای خرید سیستم های تست ملات و بتن خود اقدام کند و از این طریق نظارت بر خصوصیات مکانیکی و دوام محصولات توسعه ای خود را انجام دهد. این کار به صرفه جویی در هزینه های ورسارین نیز کمک می کند. مدیران ورسارین بر این باورند که آوردن قابلیت آزمایش به داخل شرکت، انعطاف پذیری و صرفه جویی در هزینه بیشتری را به شرکت به دنبال دارد.

منبع www.otp.tools.investis.com

یکی از شرکت های توسعه دهنده نانومحصولات صنعت ساختمان که در بخش افزودن گرافن به بتن فعالیت دارد، با فروش بخشی از سهام خود بودجه ای برای خرید تجهیزات آزمایشی روی بتن فراهم کرده است تا تست های لازم برای بخش تحقیق و توسعه را در داخل شرکت انجام دهد.

ورسارین (Versarien) اعلام کرد که با بخشی از سهام خود مبلغ ۵۵۰،۰۰۰ پوند (بیش از ۷۰۰،۰۰۰ دلار) جمع آوری کرده است که قصد دارد این بودجه را برای خرید تجهیزات آزمایشی روی بتن هزینه کند.

در راستای تأمین نیازهای پژوهشی و نظارتی داخل شرکت، ورسارین به سراغ راهبرد خرید تجهیزات تست و آزمایش بتن رفته است. پیش از این، ورسارین پروژه توسعه بتن موسوم به CementeneTM را آغاز کرده بود که برای اعتبارسنجی نتایج

اسپری بینی نانویی برای مقابله با ویروس آنفولانزا و کرونا مورد آزمایش قرار گرفت

برای جذب مؤثر در سراسر مخاط طراحی شده است تا مسیر محرک ژن های اینترفرون (STING) را فعال کند. نتایج نشان می دهد که NanoSTING به سرعت و به طور مؤثر سیستم ایمنی ذاتی را فعال می کند. این تحقیق از رویکرد شرکت آوراواکس تراپیوتیکس با استفاده از NanoSTING برای درمان و پیشگیری از عفونت های ویروسی بهره می برد.

جوزف سالیوان، مدیرعامل شرکت آوراواکس تراپیوتیکس گفت: «این داده ها ایمنی و کارایی NanoSTING داخل بینی را برای ایجاد پاسخ ایمنی موضعی در برابر دو ویروس تنفسی فصلی مهم نشان می دهد.»

این تحقیق پتانسیل درمانی NanoSTING را برای درمان و پیشگیری از عفونت های ویروسی و همچنین قطع گسترش ویروس نشان می دهد.

منبع www.morningstar.com

شرکت آوراواکس تراپیوتیکس (AuraVax Therapeutic) از انتشار نتایج کارآزمایی پیش بالینی خود روی یک محصول نانویی استنشاقی خبر داده که با همکاری دانشگاه هیوستون این کار انجام می شود.

این نانومحصول که با نام NanoSTING شناخته می شود یک اسپری استنشاقی بوده که برای مقابله با ویروس کرونا ساخته شده است. این فناوری را می توان برای طیف وسیعی از ویروس ها بهینه سازی کرد. این گروه از این فناوری برای ویروس کرونا و آنفولانزا استفاده کردند و به صورت پیش بالینی این محصول را مورد آزمایش قرار دادند.

نتایج این آزمایش ها که توسط دانشگاه هیوستون منتشر می شود، ماحصل آزمایش روی همستر و موش بوده و برای مقابله با ویروس کرونا طراحی و آزمایش شده است.

NanoSTING فرمولاسیونی از ۲-۳ حلقوی GMP-AMP (cGAMP) بوده که در نانوذرات لپیدی قرار دارد. این ماده

ژاپن و تایوان آزمایشگاه مشترک در حوزه فناوری نانوراه اندازی می کنند



پایان یافت.

پس از امضای این تفاهم نامه، پژوهشگران حوزه های نیمه هادی ها و مهندسی پزشکی برای کارگاه های مربوطه تشکیل جلسه دادند. این جلسات فرصتی برای بحث در مورد همکاری های جدید بالقوه فراهم کرد و انتظارات را برای فعالیت های آینده افزایش داد.

هدف این تفاهم نامه تقویت تحقیقات مشترک و تبادلات دانشجویی بین دو دانشگاه و همچنین ترویج پیشگامی بین رشته ای و در سطح دانشکده است.

منبع www.kyushu-u.ac.jp

یک دانشگاه ژاپنی با یکی از دانشگاه های تایوان یادداشت تفاهمی (MOU) برای راه اندازی آزمایشگاه مشترکی در حوزه نانو امضا کردند.

دانشگاه کیوشو ژاپن و دانشگاه ملی یانگ مینگ چیاو تونگ (NYCU) در تایوان تفاهم نامه ای برای ایجاد آزمایشگاه مشترک نانوفناوری نیمه هادی و علوم زیستی پزشکی امضا کردند.

در مراسم امضای قرارداد، تاتسورو ایشیباشی، رئیس دانشگاه کیوشو و چی هانگ لین، رئیس دانشگاه ملی یانگ مینگ چیاو تونگ، هر کدام سخنانی را ایراد کردند. در ادامه این برنامه، پروفیسور ماساهارو شیراتانی، مدیر مرکز مهندسی نانو رابط پلاسما کیوشو و پروفیسور سیچی ساموکاوا از مؤسسه مهندسی ارتباطات دانشگاه ملی یانگ مینگ چیاو تونگ، هر کدام سخنرانی هایی را در مورد این آزمایشگاه نانو ارائه کردند. آن ها در این سخنرانی ها همکاری های احتمالی و چشم اندازهای آتی را که توسط این تفاهم نامه امکان پذیر شده است، تبیین کردند. این مراسم با امضای تفاهم نامه

عرضه باتری‌های نانویی که ایمنی و عملکرد بالاتری نسبت به فناوری لیتیوم یون دارند

ساخته شده در آمریکا دارد. ما مشتاقانه منتظر هستیم تا با ایجاد رشد بیشتر در بخش‌های جدید بازار، با تحویل نمونه اولیه سلول‌های جدید، تعهدات خود را به مشتری فعلی برآورده کنیم. این سلول‌ها به لطف فناوری زره‌های اتمی ما، در عملکرد نسبت به باتری‌های لیتیوم یون، یک جهش رو به جلو محسوب می‌شوند.

این سوپرسل‌ها، انرژی ۳۰۰ WH/kg ارائه کرده و برای رفع نیاز در بخش‌های مختلف صنعت قابل استفاده هستند. فورج باتری انتظار دارد این نسل جدید باتری‌ها از نظر طول عمر نسبت به استانداردهای موجود، برتر باشند و بتوان از آن‌ها در کامیون‌های برقی، وسایل نقلیه آفرود، موتور سیکلت و بخش هوافضا و وزارت دفاع استفاده کرد.

منبع www.azom.com

شرکت فورج باتری (Forge Battery)، از زیرمجموعه‌های شرکت فورج نانو (Forge Nano) که در بخش تولید باتری لیتیوم یون فعالیت دارد، به تازگی از تحویل نمونه اولیه باتری‌های انرژی بالای سیلندری شکل به یک از مشتریان فعلی این شرکت خبر داد، مشتری که ممکن است در آینده به عنوان شریک با فورج باتری همکاری کند.

باتری نسل ۱/۱ سوپرسل، اولین محصول تجاری این شرکت است که موفق به دریافت هر دو گواهینامه UN ۳۸۳ و UL ۱۶۴۲ شده است. دریافت این گواهینامه‌ها به این معناست که این باتری‌ها می‌توانند سخت‌ترین نیازهای ایمنی را برآورده کنند. فورج باتری انتظار دارد هزاران باتری را در ماه‌های باقی مانده از سال ۲۰۲۴ به مشتریان فعلی خود ارسال کند.

پل لیچتی؛ مدیرعامل فورج باتری می‌گوید: «شرکت فورج باتری علاقه زیادی به مشتریان جدید برای آزمایش سوپرسل‌های

کاشت ایمپلنت نانویی در مغز انسان به زودی انجام می‌شود

از جمله اندام‌های روباتیک استفاده می‌شود. با این حال، شرکت اینبرین نروالکترونیکس قصد دارد فناوری BCI خود را به یک ابزار درمانی برای بیماران مبتلا به مشکلات عصبی مانند بیماری پارکینسون تبدیل کند. زیست‌سازگاری و سمیت فناوری شرکت اینبرین نروالکترونیکس در شرایط آزمایشگاهی و داخل بدن مورد آزمایش قرار گرفته است. در مطالعات مربوط به مدل‌های حیوانات، این فناوری با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجایی که تراشه شرکت اینبرین نروالکترونیکس از گرافن ساخته شده است، این رابط عصبی دارای ویژگی‌های جالبی از جمله توانایی استفاده برای ضبط و تحریک مغز است. تراشه‌ها معمولاً از فلز ساخته می‌شوند که موجب یک مشکل رایج به نام واکنش فارادی می‌شود که نوع خاصی از فرایندهای الکتروشیمیایی بوده که بین الکترو فلیزی و محلول الکترولیت اتفاق می‌افتند. این واکنش‌های فارادایی کارایی تراشه‌های فلزی را کاهش می‌دهد. بنابراین اینبرین نروالکترونیکس گرافن را جایگزین فلزات کرده است.

منبع www.eenewseurope.com

شرکت اینبرین نروالکترونیکس (INBRAIN Neuroelectronics) از آمادگی خود برای آزمایش ایمپلنت مغزی مبتنی بر گرافن روی انسان خبر داد. این شرکت ایمپلنت مغزی طراحی کرده است که می‌تواند سیگنال‌ها را بخواند و مغزی را تحریک کند. این رابط مغز و کامپیوتر (BCI) از گرافن برای ایجاد رابطی با وضوح بالا با مغز استفاده می‌کند. این شرکت اعلام کرده است که خود را برای اولین آزمایش روی انسان که برای تابستان امسال برنامه‌ریزی شده است، آماده می‌کند.

این فناوری نوعی رابط مغز و کامپیوتر است که برای تشخیص‌های پزشکی، به عنوان دستگاه ارتباطی برای افرادی که نمی‌توانند صحبت کنند و برای کنترل تجهیزات خارجی،



همکاری مشترک برای استفاده از نانوذرات لیپیدی در تحویل mRNA

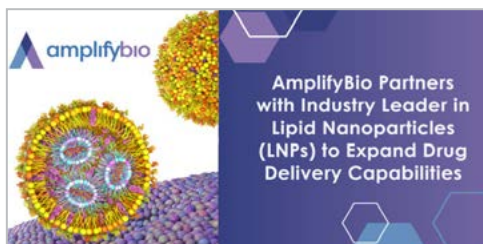
بهبود کپسوله سازی، حفاظت و تحویل mRNA به سلول‌ها استفاده کنند.

دکتر برگس با بیش از ۳۳ سال تجربه در شیمی لیپیدها، قبلاً به عنوان مدیر ارشد علمی در شرکت آوابرگ خدمت می‌کرد. او به شرکت آمپلی فای بایو کمک می‌کند تا فرمولاسیون نانوذرات لیپیدی را متناسب با نیاز خود به دست آورد. رعایت الزامات قانونی و همچنین بهبود پایداری محصول از دیگر اهداف این همکاری است تا در نهایت داروهای حاوی mRNA با اطمینان بالاتری وارد بازار شوند.

ویکتوریا بست؛ مدیر راهبردی و نوآوری در شرکت آمپلی فای بایو، تخصص گسترده دکتر برگس در فناوری‌های مبتنی بر لیپید را به عنوان یک دارایی کلیدی معرفی کرد. دکتر برگس اشتیاق خود را برای رسیدگی به چالش‌های بهینه سازی عملکرد تحویل LNP در کنار شرکت آمپلی فای بایو ابراز کرد.

این همکاری در راستای فعالیت مشترک اخیر شرکت آمپلی فای بایو با Bio RNAV8 انجام می‌شود و ظرفیت آن‌ها را برای تولید mRNA در مرحله بالینی GMP در مرکز نیو آلبانی، اوهایو تقویت می‌کند.

منبع www.webdisclosure.com



شرکت آمپلی فای بایو با استخدام یکی از متخصصان برجسته حوزه نانوذرات لیپیدی قصد دارد تا این فناوری را برای تحویل بهتر mRNA در داروها به کار گیرد.

شرکت آمپلی فای بایو (AmplifyBio) با استفان برگس، متخصص حوزه نانوذرات لیپیدی (LNPs) وارد همکاری شد. این شرکت قصد دارد تا در بخش رهایش دارو از تخصص استفاد برگس استفاده کند.

شرکت آمپلی فای بایو AmplifyBio، پیشرو در کشف، توسعه و ساخت mRNA، است. این شرکت برای این که بتواند از پتانسیل‌های نانوذرات لیپیدی در بخش دارورسانی استفاده کند، از همکاری دکتر برگس استفاده می‌کند. برگس در شرکت آوابرگ (AvaBurg) فعالیت داشته و آن‌ها در این همکاری مشترک قصد دارند تا از نانوذرات لیپیدی برای

لوگزامبورگ روی باتری‌های نانویی لیتیوم-گوگرد سرمایه‌گذاری می‌کند

صندوق آینده لوگزامبورگ که در سال ۲۰۲۳ توسط SNCI تأسیس شده به همراه صندوق سرمایه‌گذاری اروپا (EIF)، تقریباً ۱۵٫۷ میلیون دلار در لیتن سرمایه‌گذاری کرده است. در ماه مه، لیتن نمونه باتری‌های "A" را برای ارزیابی تجاری به کارخانه‌های سازنده خودروهای اروپایی تحویل داد و فروش باتری‌ها را به صورت تجاری برای کاربردهای غیر EV، از جمله در بخش فضایی، در اواخر سال ۲۰۲۴ آغاز خواهد کرد.

دان کوک؛ بنیانگذار و مدیرعامل لیتن اظهار داشت: «ما باتری به صنایع الکترونیک، حمل و نقل، هوا فضا و ذخیره انرژی اروپا تحویل می‌دهیم که می‌تواند از مواد قابل دسترس و محلی ساخته شود و در اتحادیه اروپا با قیمتی کمتر از باتری‌های وارداتی فعلی در مقیاس بالا تولید شود.»

منبع www.lyten.com

لیتن (Lyten) و صندوق آینده لوگزامبورگ ۲ (LFF2) اعلام کرده اند که LFF2 سرمایه‌گذاری سهام در لیتن انجام داده است. این سرمایه‌گذاری به دنبال امضای یادداشت تفاهم (MOU) ماه اکتبر ۲۰۲۳ این دو شرکت صورت گرفته است که در آن لیتن متعهد به ایجاد مقری اروپایی در لوگزامبورگ شد.

Lyten در سال ۲۰۱۵ تأسیس شد تا ابر ماده سه بعدی گرافن اختصاصی خود را به برنامه‌های کاربرد صنعتی تبدیل کند. این شرکت به دنبال استفاده از این ماده نانویی برای کربن زدایی از زمین بود و از این رو روی فناوری لیتیوم-گوگرد تمرکز ویژه‌ای دارد. این باتری می‌تواند بیش از دو برابر چگالی انرژی باتری‌های لیتیوم یون را داشته باشد و حذف مواد معدنی حیاتی مانند نیکل، کبالت، منگنز و گرافیت را به دنبال دارد.

دریافت گواهینامه Change Climate توسط تولیدکننده منسوجات نانویی

گواهینامه تغییر آب و هوا، گواهینامه‌ای معتبر است که به شرکت‌هایی اعطا می‌شود که تلاش‌های قابل توجهی در کاهش ردپای کربن و ترویج شیوه‌های پایدار نشان می‌دهند. برای شرکت گرافن ایکس، این گواهینامه نشان‌دهنده تعهد این شرکت برای ارائه نوآوری سازگار با محیط زیست و عملیات تجاری مسئولانه است.

شرکت گرافن ایکس می‌داند که صنعت پوشاک یکی از مضرت‌ترین صنایع برای محیط زیست است. این شرکت معتقد است که علم مواد راهی روشن برای کاهش این تأثیر و در عین حال حفظ عملکرد بالاست. رویکرد شرکت گرافن ایکس کمک به پایداری با استفاده از مواد و فناوری‌های پیشرفته است. این شرکت مسئولیت محیط زیستی را در طول چرخه عمر محصول خود، از مواد اولیه و تولید تا توزیع در اولویت قرار می‌دهد.

منبع www.einnews.com



شرکت هنگ‌کنگی گرافن ایکس (Graphene-X) که در حوزه پوشاک فعالیت دارد، برای پنجمین سال متوالی موفق به حفظ گواهینامه تغییر آب و هوا (Change Climate) شد. این شرکت پیشرو در حوزه پوشاک از حفظ این گواهینامه ابراز خرسندی کرد.

این گواهینامه که برای اولین بار در سال ۲۰۲۰ به این شرکت برای تولید ژاکت سری الفا اعطا شده، بر تعهد مداوم این برند به پایداری و نظارت بر محیط زیست تأکید دارد.

منطقه ابوظبی به دنبال تولید گرافن و محصولات گرافنی است



اینووارتیک اینوستمنت می‌گوید که این توافق‌نامه به عنوان سنگ بنای آینده تولید مواد پیشرفته عمل خواهد کرد. انور حسین از بنیان‌گذاران و مدیران اینووارتیک اینوستمنت می‌گوید: «با این تفاهم‌نامه، ما مرحله جدیدی از نوآوری فناوریانه و تعالی صنعتی را آغاز می‌کنیم. همکاری ما با وزارت توسعه اقتصادی ابوظبی به ما این امکان را می‌دهد تا مرزهای آنچه را که موجب تولید پیشرفته می‌شود را جابه‌جا کرده و به ایجاد یک دنیای پایدار و مرفه‌تر کمک کنیم.»

منبع www.zawya.com

با سرمایه‌گذاری جدیدی که وزارت توسعه اقتصادی ابوظبی انجام داده به‌زودی این منطقه شاهد تولید گرافن و محصولات گرافنی خواهد بود.

وزارت توسعه اقتصادی ابوظبی از سرمایه‌گذاری مشترک با شرکت اینووارتیک اینوستمنت (Inovartik Investment) برای تولید محصولات گرافنی خبر داد.

وزارت توسعه اقتصادی ابوظبی (ADDED) به‌تازگی تفاهم‌نامه‌ای (MOU) با شرکت اینووارتیک اینوستمنت امضا کرده که یک شرکت نوآوری در فناوری است. براساس این تفاهم‌نامه قرار است اینووارتیک اینوستمنت سرمایه و زیرساخت لازم برای تولید گرافن و محصولات گرافنی را در ابوظبی فراهم کند.

این همکاری راهبردی گامی در جهت تقویت تولید مواد پیشرفته در منطقه بوده و هماهنگ و هم‌تراز با چشم‌اندازهای مسئولان ابوظبی است، دیدگاه‌هایی که به دنبال ایجاد یک قطب جهانی برای صنایع جدید و بدیع است و قصد دارد تا یک قطب فناوری در ابوظبی ایجاد کند. سیف آلدارماکی، رئیس و بنیانگذار شرکت سرمایه‌گذاری

تسهیل فرایند تولید و ذخیره سازی هیدروژن سبز با کمک فناوری نانو

شرکت فرست گرافن (First Graphene) به پروژه ای پیوست که هدف آن تولید و ذخیره سازی هیدروژن کم کربن است.

نقش این شرکت در این پروژه شامل استفاده از تخصص خود در نانوپلاکت های گرافنی برای افزایش استحکام و نفوذناپذیری مخازن ذخیره سازی هیدروژن خواهد بود، پروژه ای که ارزش آن حدود ۳,۷۲ میلیون دلار است. این پروژه تخصص بخش خصوصی بریتانیا و استرالیا را برای توسعه و تجاری سازی مخازن جدید تمام کامپوزیتی برودتی غیرقابل نفوذ سبک وزن (Type-V) برای ذخیره سازی ایمن هیدروژن مایع را گردهم می آورد.

شرکت فرست گرافن یکی از ۹ نهاد درگیر در این کنسرسیوم است و ۳۸۲,۰۰۰ دلار به این پروژه کمک خواهد کرد که ۲۶۷,۰۰۰ دلار آن از طریق برنامه مشارکت نوآورانه هیدروژن تجدیدپذیر (RHIPP) توسط این شرکت دریافت خواهد شد. این بودجه از نقش شرکت فرست گرافن در این پروژه

حمایت می کند و بر توسعه رزین های تقویت شده با گرافن برای کاهش نفوذپذیری هیدروژن و افزایش استحکام در سیستم های کامپوزیتی متمرکز است.

مایکل بل؛ مدیرعامل شرکت فرست گرافن می گوید چالشی که صنعت هیدروژن با آن مواجه است ذخیره و توزیع کارآمد است. به همین دلیل است که این پروژه به دنبال تسریع راه حل هایی است که می توانند با کاربرد فوری در بخش هوافضا، به زنجیره تأمین کارآمدتر و ایمن تر وارد شوند.

بل می گوید: «گرافن نقش روشنی در ساخت مخازن تحت فشار کامپوزیتی سبک وزن بهبود یافته با توانایی ذخیره سوخت های برودتی مانند هیدروژن مایع دارد. شرکت فرست گرافن می تواند از تجربه عملی خود در تهیه نانومواد عامل دار در این پروژه مشارکت کند، گرافنی که در پرتلاسترالیای غربی تولید می شود.»

منبع | www.mining.com

کف پوش نانویی برای ایجاد گرمایش از کف در ساختمان

یکی از شرکت های تولیدکننده کف پوش به تازگی نمونه اولیه کف پوشی را آزمایش کرده که روی آن با جوهر گرافنی مدارهایی تعبیه شده است که با کمک یک منبع برق با ولتاژ کم می تواند گرمای مطبوعی را ایجاد نماید.

شرکت استیرکرفت (Staircraft)، سازندگان تخصصی کف پوش، از جوهر گرافنی شرکت هایدال (Haydale) استفاده می کند. این شرکت از گرافن برای توسعه کف پوش هایی استفاده می کند که می توان از آن برای سیستم های گرمایشی مقرون به صرفه بهره برد و همچنین نصب آسانی را برای شرکت ها به ارمغان می آورد.

استیرکرفت نمونه اولیه این کف پوش ها را تولید کرده و استفاده آزمایشی از آن ها را آغاز کرده است. به تازگی مسئولان شرکت هایدال از این نمونه در حال آزمایش در شرکت استیرکرفت بازدید کردند. در آزمایشی که استیرکرفت انجام داده و گزارش آن را منتشر کرده است، نتایج دلگرم کننده ای به چشم می خورد و اکنون استیرکرفت به دنبال جمع آوری

داده های بیشتری است تا پیش از عرضه تجاری این محصول به مشتریان، داده های بیشتری را بررسی کند. دکتر لوک ویل از شرکت استیرکرفت از انجام آزمایش های متعددی روی جوهرهای مختلفی خبر داد و در نهایت جوهر پیشنهادی شرکت هایدال نیز مورد آزمایش قرار گرفت. وی می گوید: «ما در ابتدا مطمئن نبودیم که آیا این مفهوم کار می کند یا خیر. ما تعدادی جوهر از تأمین کنندگان مختلف و هایدال را امتحان کرده ایم. یکنواختی و قابلیت استفاده از جوهر رسانای انعطاف پذیر هایدال ما را تحت تأثیر قرار داده است.»

با استفاده از جوهرهای عامل دار هایدال روی کف پوش ها، این امکان به وجود می آید که با اعمال ولتاژ روی مدارهایی که این جوهرها ایجاد کرده اند بتوان گرمایش از کف مطبوعی را ارائه داد. ولتاژ موردنظر بسیار کم بوده و گزینه مناسبی برای گرم کردن خانه است.

منبع | www.haydale.com

همکاری مشترک برای وارد کردن گرافن در مستربچ‌ها

می‌کند. محصول جدید آن‌ها پلیمری است که بلک سوان گرافن آن را جایگزین سازگار با محیط زیست برای محصولات موجود می‌داند.

سیمون مارکوت؛ مدیرعامل بلک سوان گرافن می‌گوید: «ما از همکاری با برودوی که یک نام قابل اعتماد در صنعت تولید مستربچ است، بسیار خوشحالیم. این همکاری توانایی ما را در ارائه محصولات با عملکرد بالا با گرافن به یک بازار وسیع تر افزایش می‌دهد، در حالی که همچنان به تلاش‌های تجاری سازی خود در اروپا، آمریکای شمالی و مناطق دیگر جهان ادامه خواهیم داد.»

جو مینارد بنیان‌گذار برودوی کالرز درباره این همکاری مشترک گفت: «ما از ترکیب گرافن شرکت بلک سوان گرافن در مستربچ‌های خود بسیار خوشحالیم. همچنین به دنبال تحول در صنعت و ایجاد ارزش افزوده با گرافن هستیم.»

www.graphene-info.com

منبع

یکی از تولیدکنندگان گرافن با همکاری یکی از شرکت‌های تولیدکننده مستربچ در بریتانیا به دنبال وارد کردن گرافن در این محصولات است.

شرکت بلک سوان گرافن (Black Swan Graphene Inc) همکاری مشترکی را با برودوی کالرز (Broadway Colors) آغاز کرده است. بلک سوان گرافن قصد دارد با همکاری این تولیدکننده رنگ و مواد افزودنی بریتانیا، ترکیبات پلاستیکی و پودرهای قالب‌گیری چرخشی را به بازار عرضه کند. براساس اطلاعات منتشر شده هدف بلک سوان گرافن از این مشارکت، به اشتراک‌گذاری تخصص فنی، ارتقای قابلیت‌های تولید، توزیع و دسترسی به بازار برای توسعه سریع محصولات گرافانی بلک سوان گرافن است.

برودوی کالرز از نانوپلاکت‌های گرافن بلک سوان گرافن برای تولید مستربچ‌های پیشرفته استفاده خواهد کرد و از آن در بخش‌های مختلفی از جمله کالاهای مصرفی، بسته‌بندی، خودرو، ساخت‌وساز، دفاعی و دریایی استفاده

هزینه سیستم‌های سرمایشی با غشای نانویی کمتر می‌شود

مصرف انرژی و مهار انتشار گازهای گلخانه‌ای فراهم می‌کند که این کار با استفاده از رطوبت زدایی کارآمد هوا قبل از خنک‌سازی رخ می‌دهد.

سیستم‌های خنک‌کننده سنتی، هوا را تا زمانی که بخار آب متراکم شود، خنک می‌کند که فرایندی نیازمند به مقدار زیادی انرژی است. در مقابل سیستم اورکلاک از غشاهای کامپوزیت گرافانی استفاده می‌کند که این غشاها در عین حال که هوا را نگه می‌دارد، به مولکول‌های آب اجازه می‌دهد تا از آن عبور کنند.

غشای گرافانی فوق نازک اورکلاک می‌تواند بهره‌وری انرژی سیستم‌های تهویه مطبوع و رطوبت‌گیری را بهبود بخشد، بنابراین هزینه‌های مربوط به خنک‌سازی داخل ساختمان را به طرز چشمگیری کاهش می‌دهد و مهم‌تر از آن، موجب کاهش انتشار جهانی کربن در این فرایند می‌شود.

www.a.finance.yahoo.com

منبع

شرکت کانادایی اورکلاک (Evercloak) موفق به دریافت ۱٫۸ میلیون دلار بودجه از سوی سازمان منابع طبیعی کانادا شده است که در قالب برنامه نوآوری انرژی (EIP) به اورکلاک پرداخت می‌شود. این بودجه EIP از یک پروژه ۸٫۸ میلیون دلاری پشتیبانی می‌کند که اورکلاک را قادر می‌سازد تا توسعه سیستم مبتنی بر غشای خود را تسریع کند، سیستم‌هایی که می‌تواند انرژی مورد نیاز برای تهویه مطبوع را تأمین کرده و در عین حال مصرف انرژی را نیز کاهش دهد.

این فناوری به کاهش ۵۰ درصد رطوبت هوا کمک می‌کند. به گفته اویلین آلن؛ بنیان‌گذار و مدیرعامل این شرکت با افزایش جهانی دمای هوا، این کاهش‌ها بسیار مهم خواهند بود. او می‌گوید: «تهویه مطبوع در حال حاضر ۱۰ درصد از مصرف برق جهان و انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط را تشکیل می‌دهد و می‌دانیم که تقاضا تا سال ۲۰۵۰ سه برابر خواهد شد. فناوری اورکلاک فرصتی عظیم برای کاهش

بازسازی بافت آسیب دیده با نانوذرات طلا امکان پذیر است؟

کلودیا تورتیگلیون؛ محقق شورای تحقیقات ملی انستیتوی علوم کاربردی و سیستم های هوشمند ایتالیا روی استفاده از گرمای خفیف در هیدرا کار کرده و نشان داده است که این فناوری می تواند به بازسازی اندام این چتر دریایی کمک کند.

برای این کار، آن ها از نانوذرات طلایی استفاده کردند که قادر به تولید گرما در هنگام قرار گرفتن در معرض نور مادون قرمز نزدیک هستند که برای چشم انسان نامرئی است.

کلودیا تورتیگلیون اظهار داشت: «نانوذرات طلا، تحت تحریک نور مادون قرمز، مقدار کمی گرما در داخل سلول ها ایجاد می کنند که باعث آسیب یا مرگ نمی شود اما ممکن است اثرات مفیدی داشته باشد که در نهایت منجر به افزایش بهره وری در روند بازسازی می شود.»

آن ها دریافته اند که هندسه نانوذرات اهمیت دارد. کلودیا تورتیگلیون و همکارانش در مطالعه خود از نانوذرات طلای منشوری شکل استفاده کردند تا پدیده ای معروف به رزونانس پلاسمون سطح را برای این پروژه به کار بگیرند. ساختار منشوری شکل برای تولید گرما ایده آل است، اما نانوذرات طلای کروی معمولی دارای همان خواص نیستند.

www.advancedsciencenews.com

منبع

نانوذرات طلا به یک جاندار دریایی به نام هیدرا کمک می کنند تا بخشی از بدن خود را دوباره بسازند. این کار در مجاورت نور مادون قرمز انجام می شود.

یافته های اخیر نشان می دهد که نانوذرات طلا و نور نزدیک مادون قرمز باعث بازسازی و تولید مثل در هیدرا می شوند. این نتایج درک تازه ای از نقش فناوری نانو در توسعه داروهای احیا کننده بافت های بدن ایجاد می کند.

محققان نشان داده اند که قابلیت بازسازی و تولید مثل هیدرا، می تواند با استفاده از نانوذرات طلایی که در معرض گرما قرار دارد، انجام شود. این روش با دقت بالا و به صورت کنترل شده می تواند به بازسازی سلول ها کمک کند.



فناوری ای برای دیابتی هایی که به انسولین حساسیت دارند

نوع ۱ هیچ جایگزینی برای تجویز دارو وجود ندارد. در این افراد، هر بار که انسولین تزریق می شود، پوست اطراف محل تزریق واکنش آلرژیک نشان می دهد و متورم می شود، دچار خارش شده و بافت آسیب می بیند. این گروه به انسولین نقاب نانویی زدند تا بدن متوجه حضور آن نشود. محققان برای این کار از یک پلیمر مصنوعی استفاده کردند.

در این فناوری کمپلکسی حاوی انسولین و پلیمر ساخته می شود که از طریق رگ به بدن تزریق می شود. پلیمرها از زنجیره بلندی تشکیل شده اند که می توانند قابل برنامه دهی باشند. پلیمری که این گروه انتخاب کرده قابل تجزیه بوده و از دو بخش آب دوست با قابلیت انحلال و ثبات در خون و یک بخش برای بارگذاری انسولین، ساخته شده است.

تعامل الکترواستاتیک بین بارهای مثبت و منفی تضمین می کند که این ذرات ابعادی در حد ۴۰ نانومتر داشته باشند.

www.phys.org

منبع

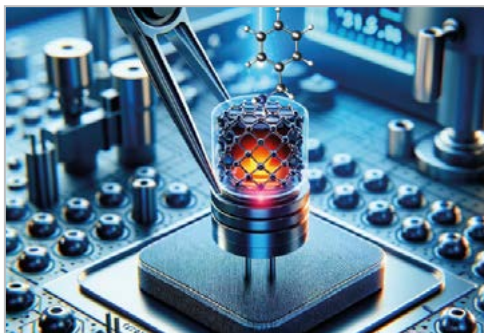
محققان کمپلکس پلیمری طراحی کردند که انسولین درون آن قرار گرفته و بدون ایجاد واکنش آلرژیک می تواند به بدن تزریق شود.

تقریباً ۳٪ از مبتلایان به دیابت نسبت به انسولین واکنش آلرژیک دارند. تیمی از محققان آلمانی به تازگی روی توسعه نانوذراتی پرداختند که می تواند به این افراد کمک کند.

انسولینی که محققان طراحی کرده اند، فقط در اندام هدف آزاد می شود آن هم وقتی مقدار pH از میزان قلیایی موجود در خون کمی منحرف شود. این سیستم حمل و نقل مولکولی همچنین می تواند به عنوان پلتفرمی برای انتشار سایر داروهای موجود در بدن دقیقاً در محل هدف استفاده شود.

این گروه تحقیقاتی مفهومی به نام کابین دارویی را ارائه داده است که می تواند به ویژه برای مبتلایان به دیابت مفید باشد. حساسیت به انسولین نادر است. اما برای افراد مبتلا به دیابت

ساخت نانوحسگری که کنترل دما را در خط تولید و انبارهای صنعتی تسهیل می‌کند



این فناوری به ما این امکان را می‌دهد تا اثرات جانبی رطوبت را کم کنیم. رطوبت یکی از عوامل مشکل‌ساز در حسگرهای دمایی است.»

این حسگر را می‌توان با استفاده از فناوری‌های چاپی ارزان و سریع تولید کرد که باعث می‌شود ساخت آن به راحتی مقیاس پذیر باشد. کارآیی بالای این حسگر آن را به عنوان یک انتخاب ایده آل برای استفاده گسترده در برنامه‌های تجاری قرار می‌دهد.

منبع www.zurnal.upol.cz

با همکاری چند دانشگاه در جمهوری چک، نانوحسگر دمایی ساخته شده که نسبت به حسگرهای رایج دقت بسیار بالاتری دارد. این نانوحسگر برای استفاده در کارخانه‌ها و انبارهای صنعتی که نیازمند پایش دقیق و مستمر دما هستند، طراحی شده است.

پژوهشگران دانشگاه پالاسکی، دانشگاه وست لوهیمیا و دانشگاه صنعتی اوستراوا موفق به ساخت حسگری شدند که می‌تواند دما را بین ده تا نود درجه سانتی‌گراد با دقت بسیار بالا اندازه‌گیری کند. این حسگر جدید با استفاده از مشتقات گرافن ساخته شده و از ویژگی‌های جالب آن می‌توان به دقت بالا، قابلیت اطمینان بالا و مقاومت در برابر رطوبت اشاره کرد. از این حسگر دمایی می‌توان در صنعت برای کنترل خط تولید و همچنین در انبارها استفاده کرد، جاهایی که نیاز است دما به صورت مستمر پایش و کنترل شود. این حسگر را می‌توان در مسنوجات نیز به کار برد.

پیتر جاکوبیک از محققان این پروژه می‌گوید: «ما با از بین بردن اتم‌های فلئوئور و اتصال بنزیل آمین به سایت‌های واکنشی موجود در فلئوئورگرافن، ماده جدیدی ساختیم. بررسی‌ها نشان داد که این ماده جدید می‌تواند برای تولید حسگر دمایی استفاده شود.

الیاف الکتروریسی شده در ساخت زیست‌الکتروده به کار گرفته می‌شود

کارآمد سیال شده است. این غشای نانوالیاف، فرایند تصفیه را بدون نیاز به تجهیزات خلأ امکان پذیر می‌کند.

این رویکرد با پیوند زیاد نانوسیم و زیرلایه از طریق اثرات فوتوتوترمال لیزری در مرحله پس از پردازش، ثبات مکانیکی را در محصول نهایی ایجاد می‌کند. علاوه بر این، این سیستم نشان داد که مدارها حتی در اثر اولتراسونیک‌های قوی پایدار باقی می‌مانند و الگوهای موجود در زیرلایه هنگام کشیده شدن، دست نخورده باقی می‌مانند.

این تیم نقاط قوت سیستم فرایند توسعه یافته و نتایج خود را از طریق کاربردهای مختلف ارزیابی و تأیید کرد. آن‌ها برای این کار از این سیستم در ساخت الکتروده ECG ضبط سیگنال برای استفاده در داخل بدن و همچنین یک زیست حسگر الکتروشیمیایی اپیدرمی و الکترومیوگرافی اپیدرمی سفارشی (EMG) مبتنی بر رابط انسان و ماشین (HMI) استفاده کردند.

منبع www.phys.org

محققان نشان دادند که با الیاف الکتروریسی شده می‌توان غشاهایی ساخت که این غشا در تولید زیست‌الکترودهای مختلف کاربرد دارند. آن‌ها چنین الکترودهایی را ساخته و آن را با موفقیت آزمایش کردند.

دستگاه‌های الکترونیکی اعطاف‌پذیر مبتنی بر غشای نانوالیاف الکتروریسی شده (ENM) به دلیل سازگاری بالا و عملکرد مکانیکی عالی، مورد توجه قرار می‌گیرند. با این حال، ایجاد الگوی مواد رسانا بر روی الیاف به تجهیزات خلأ گران قیمت یا فرایندهای اضافی نیاز دارد.

برای پرداختن به این موضوع، یک تیم تحقیقاتی مشترک به سرپرستی پروفیسور سونگ هوان کو از گروه مهندسی مکانیک دانشگاه ملی سنئول و سییون کیم از دانشگاه کونکوک سیستمی را ایجاد کرده است که در آن با استفاده از خاصیت موئینگی و با قراردادن پشتیبانی از جنس کاغذ کربنی، موفق به ایجاد جریان

هنر ژاپنی‌ها در تا کردن کاغذ به کمک درمان سرطان می‌آید!

(مولکولی که هنگام تجزیه و تحلیل با استفاده از طیف‌سنجی رامان سیگنال قوی تولید می‌کند) و توالی‌های DNA برای هدف‌گیری سرطان استفاده کردند. سپس این نانوپروب‌های چندمنظوره بر روی سلول‌های سرطانی آزمایش شدند. این تیم دریافت که برخلاف سی‌تی اسکن یا ام‌آر‌آی که می‌توانند وجود تومور را نشان دهند، اما نشانه‌های مولکولی خاصی که بتوانند به پزشکان در مورد متاستاز فعلی یا قریب‌الوقوع هشدار دهند را نشان نمی‌دهد، روش SPECTRA به‌طور موثر و پیوسته به سلول‌های متاستاتیک سرطان پروستات DU145 متصل می‌شود و حتی بین آن‌ها و سلول‌های غیرمتاستاتیک تمایز قائل می‌شود. هر رشته DNA در داربست اوربگامی دارای یک توالی منحصر به فرد است و موقعیت خاصی را در نانو ساختار اوربگامی چین‌خورده اشغال می‌کند. این آرایش دقیق، ایجاد نانو کاوشگر SPECTRA چندمنظوره را تسهیل کرد.

www.phys.org منبع

اوربگامی یا تا زدن کاغذ از هنرهای قدیمی ژاپنی هاست. به‌تازگی محققان از این فناوری برای تا زدن DNA استفاده کرده و با کمک نانوذرات موفق به ساخت ماده‌ای شدند که به خوبی سلول‌های سرطانی را مشخص کرده و حتی بین آن‌هایی که متاستاز کرده و سلول‌های سرطانی عادی تمایز قائل می‌شود.

مهندسان جازن هاپکینز ابزار نوری جدیدی ساخته‌اند که می‌تواند تصویربرداری سرطان را بهبود بخشد. رویکرد آن‌ها SPECTRA نام دارد که در آن از نانوپروب‌های کوچکی استفاده می‌شود که وقتی به سلول‌های سرطانی تهاجمی متصل می‌شوند، روشن شده و به پزشکان کمک می‌کنند بین سرطان‌های موضعی و سرطان‌هایی که متاستاتیک هستند و پتانسیل انتشار در سراسر بدن را دارند، تمایز قائل شوند.

این تیم از DNA تا شده به عنوان داربست برای ایجاد نانوذرات پلاسمونیک استفاده کردند. آن‌ها همچنین از گزارشگر رامان

نانوحباب‌های پروتئینی برای سونوگرافی قابل استفاده هستند

هستند زیرا به‌ندرت از جریان خون فرار می‌کنند. از سوی دیگر، مطالعات نشان داده‌اند که حباب‌های زیر ۵۰ نانومتر می‌توانند وارد غدد لنفاوی شده و به سلول‌های ایمنی برسند. این موضوع فرصت‌های جدیدی را برای ارائه تصویربرداری و درمان برای سلول‌هایی که قبلاً غیرقابل دسترس بودند، ایجاد می‌کند.

گروه‌های بزرگی از نانو ساختارها در داخل سلول‌ها جمع شده‌اند که نقش مهمی در فعال کردن پاسخ ایمنی ذاتی دارند، این یافته امکان استفاده از نانو ساختارها را در درمان‌های ایمنی، پیشگیری از سرطان، تشخیص زودهنگام و درمان بیماری‌های عفونی افزایش می‌دهد.

این پیشرفت راه‌های جدیدی را برای درمان بیماری با واسطه اولتراسوند باز می‌کند که بر آینده پزشکی تأثیر می‌گذارد. این تحقیق پیامدهای قابل توجهی برای درمان سرطان‌ها و بیماری‌های عفونی دارد، زیرا سلول‌های ساکن غدد لنفاوی اهداف حیاتی برای ایمونوتراپی هستند.

www.aazonano.com منبع

نانوحباب‌های پروتئینی بسیار کوچک برای نسل جدید ادوات سونوگرافی می‌تواند مفید باشد. مهندسان دانشگاه رایس نانو ساختارهای پروتئینی بسیار کوچک، پایدار و پر از گاز ایجاد کرده‌اند که می‌تواند حوزه دارو و تصویربرداری اولتراسوند (سونوگرافی) را تغییر دهد.

تصور می‌شود که وزیکول‌های گازی ۵۰ نانومتری الماس شکل جدید که تقریباً به اندازه ویروس‌ها هستند، کوچک‌ترین ساختارهای پایدار و شناور آزاد برای تصویربرداری پزشکی باشند که تاکنون ساخته شده‌اند. این نانوحباب‌های پروتئینی برخلاف حباب‌های میکرونی یا نانوحباب‌های موجود که برای عبور مؤثر از موانع بیولوژیکی بسیار بزرگ هستند، برای کاربردهای زیستی مناسب‌اند.

میکرو حباب‌ها پیشرفت‌های امیدوارکننده‌ای را در تصویربرداری اولتراسوند و تحویل ژن و دارو با کمک امواج اولتراسوند ایجاد کرده‌اند. هنگامی که به عنوان عوامل کنتراست استفاده می‌شوند، می‌توانند جزئیات سطح مولکولی را در مورد انواع سلول‌ها یا نشانگرهای زیستی خاص ارائه دهند. با این حال، به دلیل قطر زیاد (۱-۱۰ میکرومتر)، آن‌ها فقط در بافت‌های دیواره عروق کارآمد

تاندون‌های آسیب‌دیده با کمک یک کمپلکس نانویی بهبود می‌یابد

به تارترات (TRAP) یاد می‌شود. با توجه به سطح بالای TRAP، محققان توانستند با استفاده از این ویژگی، دارو را به صورت مستقیم به محل آسیب وارد کنند. برای این کار، آن‌ها از یک پپتید با غلظت کمتر از یک نانومولار استفاده کردند که پپتید اتصال‌دهنده TRAP (TBP) نام دارد که میل زیادی به سوی TRAP دارد. این تیم با ترکیب TBP با یک سیستم تحویل نانوذرات، به نام سیستم تحویل PSMA-B-PSNP، ساختاری ایجاد کردند که می‌تواند محل مورد نظر تاندون را هدف قرار دهد.

با داشتن سیستمی برای هدف قرار دادن سایت تاندون آسیب‌دیده، این تیم به یک دارو نیاز داشت تا تشکیل اسکار را هدف قرار دهد. در تحقیقات قبلی این تیم نشان داده بود که مهارکننده S100A4، ژنی که پروتئین درگیر در تشکیل فیبروز در بافت‌ها را تولید می‌کند، بهبود تاندون فیبروتیک در مدل‌های موش را تسریع می‌کرد. این امر باعث شد تا آن‌ها تا یک مهارکننده رونویسی از S100A4 را به نام نمک اتونولامین نیکلوزامید یا نیکلوزامید بسازند.

این تیم دریافت که با محصور کردن نیکلوزامید در سیستم تحویل نانوذرات، حلالیت و اثربخشی آن بهتر شد به طوری که به بهبود تاندون کمک شایانی کرد.

منبع www.regmednet.com

محققان دانشگاه روچستر و دانشگاه اورگان دارویی حاوی نانوذرات ساختند که می‌توان آن را به طور مستقیم به تاندون‌های آسیب‌دیده تزریق کرد. در این روش دو تخصص در حوزه زیست‌شناسی سلولی و سیستم‌های تحویل دارو با هم ترکیب شده است. نتایج نشان داده است که این روش برای ترمیم تاندون بسیار امیدوارکننده است.

این نوآوری با استفاده از یک سیستم تحویل داروی مبتنی بر نانوذرات هدفمند تشکیل اسکار را به حداقل می‌رساند و در نتیجه ترمیم بهتر صورت می‌گیرد و فیبرهای طبیعی در تاندون‌های آسیب‌دیده تشکیل می‌شوند.

طی چند سال گذشته، لوئیزل و همکارانش روی پیشبرد راهبردهای درمانی فراتر از تحویل داروهای سیستمیک و محلی متمرکز شده‌اند و به بررسی رویکردهای جایگزین دارویی می‌پردازند. آن‌ها از یافته‌های مطالعه قبلی خود استفاده کردند، آن‌ها در تحقیقات قبلی دریافته بودند که سطح بالای ژن ACP5 در محل تاندون در حال ترمیم وجود دارد.

ژن ACP5 پروتئینی را تولید می‌کند که معمولاً با استئوکلاست‌های ترمیم استخوان ارتباط دارد و از آن با عنوان اسید فسفات مقاوم

نانومواد می‌توانند دوام گیاهان در برابر شوری خاک را افزایش دهند

مکانیسم‌های مختلف تعدیل کنند، به عنوان مثال با تأثیرگذاری بر بیان ژن‌های مربوط به تحمل نمک یا با تقویت فرایندهای فیزیولوژیکی مانند فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی می‌توانند به حل این مشکل کمک نمایند.

هنگامی که محققان ۴۹۵ آزمایش از ۷۰ نشریه مربوط به چگونگی تعامل نانومواد مختلف با گیاهان تحت استرس شوری را ارزیابی کردند، دریافتند که نانومواد در هنگام استفاده در دوزهای پایین‌تر باعث افزایش عملکرد گیاهان و کاهش استرس شوری می‌شوند. با این حال، در دوزهای بالاتر، نانومواد برای گیاهان سمی است و حتی ممکن است استرس شوری را بدتر کند.

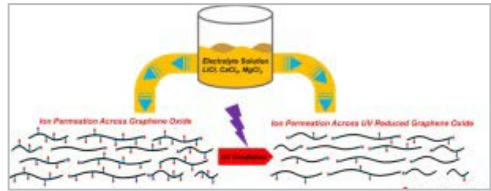
منبع www.phys.org

بررسی‌های اخیر محققان نشان می‌دهد که استفاده از نانومواد در غلظت‌های کم می‌تواند به مقاومت گیاهان در برابر شوری کمک کند. آن‌ها با تجزیه و تحلیل نزدیک به ۵۰۰ آزمایش به این نتایج رسیدند.

غلظت نمک در خاک اگر بالاتر از آستانه بهینه برای رشد گیاهان باشد، می‌تواند با به خطر انداختن بهره‌وری کشاورزی و کیفیت محصول، امنیت غذایی جهانی را تهدید کند. در مقاله‌ای که در نشریه *Physiologia Plantarum* منتشر شده است، محققان پتانسیل استفاده از نانومواد را برای حل این مشکل بررسی کردند. طی یک دهه گذشته نانومواد به عنوان ابزاری امیدوارکننده برای کاهش استرس شوری مورد توجه دانشمندان بوده است.

نانومواد می‌توانند پاسخ گیاه به استرس شوری را از طریق

یک ترفند نانویی برای جداسازی راحت تر و ارزان تر لیتیوم



محققان با دستکاری سطح اکسیدگرافن و احیای آن با کمک پرتو فرابنفش، غشایی ساختند که به جای اندازه، مواد را براساس بار الکتریکی که دارند، جداسازی می‌کند.

محققان آزمایشگاه ملی پاسیفیک نورث وسترن نشان دادند که می‌توان از غشای اکسیدگرافن احیا شده با پرتو فرابنفش برای جداسازی مواد استفاده کرد. نکته جالب توجه این است که این جداسازی با سازوکاری شبیه به جداسازی در کروماتوگرافی انجام می‌شود. در واقع در این روش جداسازی به جای این که اندازه ملاک جداسازی باشد، بار سطحی می‌تواند برای جدا کردن مورد استفاده قرار گیرد.

در این پروژه محققان به بررسی رفتار دو نوع غشای متفاوت پرداختند، آن‌ها غشای اکسیدگرافن معمولی را با اکسیدگرافن احیا شده در معرض پرتوهای فرابنفش مورد مطالعه قرار دادند. توسعه روش‌های جداسازی کارآمد، انتخابی و مقیاس پذیر

برای مواد بحرانی، از جمله لیتیوم و منیزیم، برای برآورده کردن تقاضای فزاینده صنعت بسیار ضروری است. این تقاضا در بخش فناوری‌های پاک بسیار زیاد بوده و در عین حال چالش‌هایی را با خود به همراه دارد. غشاهای اکسیدگرافن پتانسیل بالایی برای جدا کردن یون‌ها از محلول‌های مختلط براساس اندازه دارند و معمولاً از غشای اکسیدگرافن برای جداسازی‌های مبتنی بر اندازه استفاده می‌شود، در حالی که احیای اکسیدگرافن با پرتوهای UV امکانات جدیدی را برای محققان به ارمغان آورده است. این غشا با تغییر مکانیسم جداسازی، دامنه استفاده از غشاهای اکسیدگرافن را گسترش می‌دهد. این رویکرد به محققان این امکان را می‌دهد تا عملکرد غشاهای اکسیدگرافن را از طریق روشی ساده تنظیم کنند. کاتیون‌های بزرگ با بار مثبت دو، مانند کلسیم، سریع‌تر از کاتیون‌های کوچک‌تر مانند لیتیوم از میان غشاها حرکت می‌کنند. کاتیون‌های لیتیوم کوچک‌تر از غشای اکسیدگرافن احیا شده با پرتو فرابنفش، نسبت به کاتیون‌های بزرگ‌تر مانند کلسیم و منیزیم، آهسته‌تر حرکت می‌کنند و در نتیجه بهبود ۳ تا ۴ برابری در انتخاب‌گری جداسازی بین این کاتیون‌ها ایجاد می‌شود.

منبع www.sciencedirect.com

تبدیل پسماند غذاهای دریایی به افزودنی که ماندگاری مواد غذایی را افزایش می‌دهد

دپارتمان‌های علوم و مهندسی مواد (MSE) و مواد غذایی و علوم تغذیه (NFSC) انجام شده، در مجله Matter منتشر شده است. محققان نوع جدیدی از مواد متخلخل ساخته شده از کیتوزان (که به وفور در ضایعات صدف‌ها وجود دارد) و مس که خاصیت ضد میکروبی دارد، ساختند و یک لایه نازک روی توت‌فرنگی اسپری کردند.

محققان از یک اپلیکیشن گوشی هوشمند استفاده کردند که مصرف‌کنندگان می‌توانستند در خانه از آن برای بررسی سطح باقیمانده مواد شیمیایی استفاده کنند که این ماده جدید در جذب آن‌ها مؤثر بود. این پوشش همچنین ماندگاری میوه را افزایش داد و به راحتی شسته می‌شد.

منبع www.phys.org

یافته‌های اخیر محققان نشان می‌دهد که پوسته سخت‌پوستان نظیر خرچنگ را می‌توان در افزایش ماندگاری مواد غذایی به کار برد. محققان دانشگاه مرلند مواد زائد غذاهای دریایی را به گونه‌ای مهندسی کرده‌اند که آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌های شیمیایی را از محصولات غذایی حذف کند و عمر مفید و ماندگاری آن‌ها را افزایش دهد، کشفی که می‌تواند کاربردهای گسترده‌ای در حفظ محصولات کشاورزی داشته باشد.

این فناوری جدید که از مشتقاتی از پوسته خرچنگ و میگو ساخته شده است، برای تشکیل یک لایه نانوکریستال نازک میکروسکوپی بر روی محصولات طراحی شده است. این لایه نانویی، بقایای مواد شیمیایی را از بین می‌برد. نتایج این کار که با همکاری محققان

فرمولاسیون جدیدی برای زخم دیابتی: نانوالیاف، نانوذرات نقره و کورکومین

این غشاها با هدف قراردادن مسائل اساسی مانند التهاب بیش از حد و عفونت طراحی شده‌اند. این تحقیق روی توسعه غشاهای نانوالیاف PLLA/C/Ag با استفاده از روش چرخش جت هوا متمرکز شده است و در نهایت موفق به تولید الیافی شده است که برای رهایش موثر دارو قابل استفاده است. این غشاها دارای مزایای دوگانه هستند: خواص آنتی‌اکسیدانی که باعث کاهش گونه‌های اکسیژن فعال مضر در محیط‌های زخم شده و فعالیت ضدباکتریایی قوی که خطرات عفونت را کاهش می‌دهد.

آزمایشات درون‌تنی روی موش‌های دیابتی توانایی غشاها را برای ارتقای فرایندهای مهم درمانی مانند آنژیوژنز و رسوب کلاژن نشان داد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که غشاهای PLLA/C/Ag نه تنها از زخم‌ها محافظت می‌کنند بلکه به طور فعال از فرایند مربوط به بهبودی پشتیبانی کرده و درمان را تسریع می‌کنند. این پانسمان یک نوآوری درمانی قابل توجه برای مدیریت زخم دیابتی با پتانسیل برای کاربردهای گسترده‌تر مراقبت از زخم مزمن است.

منبع www.phys.org

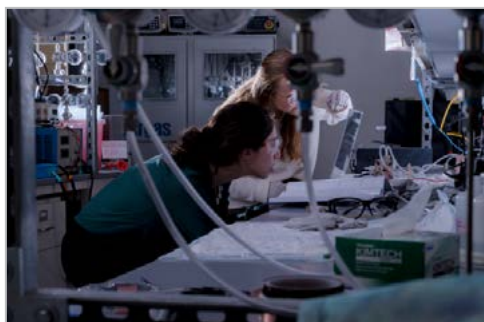
محققان با ترکیب نوعی نانوالیاف پلیمری، نانوذرات نقره و کورکومین موفق به ارائه پانسمانی شدند که زخم موش‌های مبتلا به دیابت را به سرعت درمان می‌کند.

به دلیل التهاب طولانی مدت و خطر بالای عفونت، زخم‌های دیابتی برای درمان بسیار چالش برانگیز هستند. درمان‌های سنتی به طور کلی منفعل بوده و نیاز به پانسمان‌های پویا و اثربخش است.

پانسمان‌های فعال زیستی مانند غشاهای حاوی نانوالیاف پلی (L-لاکتیک اسید) یا (PLLA) که با نانوذرات نقره و کورکومین ترکیب شده‌اند، گزینه جالبی برای حل این مشکل هستند. استفاده از PLLA/C/Ag می‌تواند تعادل را در زخم به حالت مطلوب برساند و فرایند درمان زخم را تسریع کند که این موضوع برای افراد دیابتی اهمیت بالایی دارد.

در مقاله جدیدی که در ۵ ژوئن ۲۰۲۴ در Burns & Trauma منتشر شده است، یک تیم تحقیقاتی از دانشگاه علوم پزشکی Mudanjiang اثربخشی غشاهای نانوالیاف PLLA را ارزیابی کردند.

در ۱۵ ثانیه بیشتر نیترات آب را حذف کنید



بر خلاف اکثر سیستم‌های الکتروشیمیایی که برای دستیابی به تبدیل کافی نیترات به فلزات نیاز دارند، این غشا به فلز نیاز ندارد. یک تفاوت بزرگ بین این روش و فرایند الکتروشیمیایی معمولی این است که به طور چشمگیری زمان لازم برای از بین بردن نیترات را کاهش می‌دهد. در فرایندهای معمولی برای از بین بردن ۹۰ درصد از نیترات به ساعت‌ها زمان نیاز است اما این روش می‌تواند در ۱۵ ثانیه این کار را انجام دهد. این فناوری روی تصفیه آب یک دریاچه با موفقیت آزمایش شد.

منبع www.seas.yale.edu

آلودگی نیترات در آب یکی از تهدیداتی است که محیط زیست و سلامت انسان را به خطر انداخته است. به تازگی محققان دانشگاه ییل روشی کارآمد و مؤثر برای حذف آن ایجاد کرده‌اند. لی وینتر و همکارانش، موفق به ساخت غشایی از جنس نانولوله‌های کربنی شدند که می‌توان از آن برای از بین بردن نیترات آب آشامیدنی استفاده کرد.

این غشا از منافذ بسیار کوچکی بهره‌مند است. در سیستم‌های دوبعدی معمولی، لایه سیال نزدیک به سطح الکتروود، «لایه مرزی»، حدود ۱۰۰ میکرومتر است. این لایه مرزی نسبتاً بزرگ می‌تواند واکنش را محدود کند زیرا جریان سیال و بنابراین انتقال نیترات از طریق آن لایه، بسیار کندتر از خود میزان واکنش است. غشاهای توسعه یافته در این پروژه دارای اندازه منافذ حدود ۵۰ نانومتر هستند. این بدان معناست که یک فضای بسیار کوچک وجود دارد که نیترات باید از میان آن عبور کند تا به سطح الکتروود برسد و واکنش انجام شود. با این کار محدودیت انتشار به حداقل می‌رسد.

ارائه روش نانویی برای تشخیص سموم باقی مانده روی میوه‌ها

محققان فیلم شفافی ساختند که می‌تواند روی میوه قرار گیرد و در صورت وجود مقادیر بسیار کم از سموم، آن را تشخیص دهد.

سموم دفع آفات و علف‌کش‌ها برای اطمینان از امنیت غذایی در سراسر جهان بسیار مهم هستند، اما این مواد می‌توانند خطر ایمنی را برای افرادی که ناخواسته آن‌ها را مصرف می‌کنند، ایجاد کنند. بنابراین برای محافظت از سلامت انسان، لازم است روش‌های تحلیلی حساس را برای شناسایی و حتی ردیابی این مواد ترکیبات مضر به کار گرفت. به تازگی، محققان مقاله‌ای با عنوان Cellulose Surface Nanoengineering for Visualizing Food Safety در نشریه Nano Letters به چاپ رساندند که در آن جزئیاتی درباره یک روش تصویربرداری برای تشخیص آلودگی سموم دفع آفات در سطوح پایین منتشر کردند. آن‌ها نشان دادند که این روش را می‌توان برای میوه‌ها به کار برد.

روش تحلیلی به نام طیف‌سنجی رامان با سطح افزایش یافته (SERS) به عنوان روشی غیرمخرب برای تشخیص مواد شیمیایی در کشاورزی مدرن محبوبیت زیادی پیدا می‌کند. SERS، از نانوذرات برای تقویت سیگنال‌های ایجاد شده

توسط مولکول‌ها در هنگام قرار گرفتن در معرض پرتو لیزر رامان استفاده می‌شود. این الگوهای ایجاد شده توسط نور پراکنده شده به عنوان امضاهای مولکولی عمل می‌کنند و می‌توانند برای شناسایی مقادیر کمی از ترکیبات خاص استفاده شوند.

به دنبال بهبود حساسیت SERS برای تشخیص سموم دفع آفات، دونگ‌دونگ یی و همکارانش یک غشای با روکش فلزی را طراحی کردند که می‌تواند در بالای محصولات کشاورزی قرار بگیرد. آن‌ها همچنین می‌خواستند این مواد را برای ایجاد مجموعه‌ای از کاربردهای دیگر توسعه دهند.

محققان با یک فیلم هیدروژل سلولزی شروع به کار کردند. این فیلم هیدروژلی به گونه‌ای کشیده شد تا چروک‌هایی نانویی روی آن ایجاد شود. آن‌ها سپس این فیلم را در محلول نیترات نقره غوطه‌ور کردند تا شیارها را با نانوذرات نقره تقویت‌کننده SERS پر کنند. غشای حاصل در نور مرئی بسیار انعطاف‌پذیر و عملاً شفاف بود که برای تشخیص سیگنال SERS بسیار مهم حیاتی است.

www.phys.org

منبع

ساخت نانوراکتوری که ثبات بالایی دارد

پژوهشگران راهبردی برای تولید نوعی راکتور با استفاده از ورق‌های لایه نازک ارائه کردند. این راکتور دارای ساختار کروی بوده و از ثبات بالایی برخوردار است. این راکتور در فرایند اکسیداسیون هیدروژن بسیار مفید و مؤثر است.

محققان با الهام از ساختار غشای سلولی، راهبردی برای سنتز نانوراکتور ارائه کردند که در آن از استرین‌های بین سطحی به عنوان نیروی محرکه برای خم کردن نانورق‌های بسیار نازک استفاده شده است تا این نانورق‌ها به ساختارهای کروی شکل در آیند. در ضمن، این الکتروکاتالیست با ساختار وزیکولار، فعالیت HOR و ثبات عالی را از خود نشان می‌دهد. این پروژه به رهبری دکتر شیائو کینگ هوانگ (آزمایشگاه شیمی فیزیکی و سطوح جامد، دانشکده شیمی و مهندسی شیمی، دانشگاه Xiamen) و دکتر چی شائو (دانشکده شیمی و مهندسی شیمی و علم مواد، دانشگاه Soochow) با یکدیگر همکاری کردند.

نتایج بررسی‌ها نشان داد که نانورق‌های Rh در مراحل اولیه شکل می‌گیرد و بعد به تدریج این ورق‌های نازک در امتداد جهت جانبی رشد می‌کنند. با گذشت زمان و انجام واکنش، عنصر Ru به تدریج کاهش یافت و نانوذرات شروع به خم شدن برای تشکیل یک ساختار کاسه‌مانند کرد. با طولانی شدن زمان واکنش، ساختار کاسه‌مانند به تدریج یک ساختار وزیکولار تشکیل می‌دهد.

محققان نتیجه می‌گیرند که افزودن اتم‌های Ru نقش مهمی در رشد پیچش این ساختار دارد. در همین حال محاسبات تئوری عملکردی چگالی (DFT) نشان می‌دهد که اتم‌های Ru به صورت ترمودینامیکی باعث ایجاد پیچ‌وخم می‌شوند.

با توجه به ساختار وزیکولی منحصربه‌فرد آن، نانوراکتور RhRu فعالیت اکسیداسیون هیدروژن عالی (HOR) و ثبات بالایی را نشان می‌دهد.

www.phys.org

منبع



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

پایان نامه های با
موضوعات تو ظهور

حمایت

۲ برابر سطح پایه

پایان نامه های
مساله محور و صنعتی

حمایت

۱/۵ برابر سطح پایه

سطح پایه حمایتی،
همه پایان نامه های
حوزه فناوری نانو

حمایت از پایان نامه های فناوری نانو

پایان نامه های حمایتی حوزه فناوری نانو می شود.

حمایت از
دستاوردها

حمایت از
پایان نامه
دفاع شده

حمایت از
پروپوزال

سقف حمایت از دستاوردها تا ۵۰ میلیون تومان

- ثبت پتنت
- ساخت نمونه اولیه
- انتشار مقالات با کیفیت

سقف حمایت از پروپوزال و پایان نامه دفاع شده

- کارشناسی ارشد: ۲۶ میلیون تومان
- دکتری تخصصی: ۵۰ میلیون تومان

راه های ارتباطی جهت کسب اطلاعات بیشتر



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



hrdc@nano.ir



۰۲۱-۶۳۱۰۵



پانزدهمین نمایشگاه فناوری نانو

ایران نانو ۱۴۰۳
IRANANO 2024

محل دائمی نمایشگاه های بین المللی تهران، سالن های ۴۴ (خلیج فارس)، ۵ (ملل)

۱۳ تا ۱۶ آبان ۱۴۰۳

www.nanoexhibition.ir

info@nanoexhibition.ir

۰۲۱-۶۳۱۰۳۱۳۱



تاریخ و شماره مجوز: ۱۴۰۳/۰۳/۰۶ ۲۸۰۸۷۵۶

مرکز ملی تحقیقات نانو
National Nanotechnology Research Center