ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری
ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

ماهنامه فناوری نانو

سال پانزدهم■اردیبهشت ۱۳۹۵■شماره ۲■شماره پیاپی ۲۲۳
ISSN 2228-5385

صادرات دستگاه صنعتی الکتروریسی ایرانی به کره جنوبی



فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی

در این شماره می‌خوانید

دانشگاه تربیت مدرس: ساخت آزمایشگاهی نانوپوشش‌هایی مقاوم به خوردگی
مراغه: استفاده از نقاط کوانتومی برای ارتقای سلول‌های خورشیدی
مهندسی نانوذرات در فرآیندهای کشت و برداشت میکروجلبک‌ها برای تولید بیودیزل
استفاده از سیستم‌های روشنایی مبتنی بر فناوری نانو در سالن‌های سینما
پیش‌بینی بازار جهانی نانولوله‌های کربنی تا سال ۲۰۲۳
استفاده از نقاط کوانتومی برای غلبه بر مقاومت دارویی در باکتری‌ها

شرکت پوشش های نانوساختار

تولید کننده تجهیزات لایه نشانی در خلأ

- قابلیت لایه نشانی به روش های تبخیر حرارتی و اسپاترینگ
- قابلیت رشد انواع کاتالیست ها و ایجاد اتصالات بسیار ظریف الکتریکی
- قابلیت لایه نشانی انواع تارگت های فلزی، سرامیکی و نیمه رسانا به صورت همزمان

- کنترل فرآیند لایه نشانی با دقت ۱ نانومتر
- دارای پمپ توربو مولکولار و قابلیت رسیدن به فشار ۸×۱۰^{-۶} تور



DSR1
SEM Coater



VCS 100F



DST3-A



DCR
Carbon Coater

دارای نمایندگی در کشورهای کره جنوبی، روسیه، انگلستان، آفریقای جنوبی، استرالیا و نیوزیلند

تامین کننده کلیه تجهیزات خلاء

تهران- خیابان آزادی-ضلع شرقی دانشگاه شریف- بن بست قدیر- پلاک ۵ - طبقه ۴ - واحد های ۱۴ و ۱۵

تلفن: ۶۶۰۳۳۵۵۵ فکس: ۶۶۰۳۳۴۵۰ سایت: www.pvd.ir ایمیل: info@pvd.ir

بسم الله الرحمن الرحیم

ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری
ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

ماهنامه
فناوری نانو

سال پانزدهم ■ اردیبهشت ۱۳۹۵ ■ شماره ۲ ■ پیاپی ۲۲۳



سردبیر: عماد احمدوند

مدیریت اجرا: شرکت توسعه فناوری مهرویژن

دبیر اخبار داخلی: آیدا خلیقی

دبیر اخبار پژوهش در ایران: محمد علی‌آبادی فراهانی

دبیر اخبار پژوهشگران: فتح‌اله پورفیاض

دبیر اخبار مدیران: ابراهیم عنایتی

کارشناس سرویس مقالات: اکرم شاهچراغی

همکاران این شماره:
داود قرایلو، فاطمه اسدزاده، علی‌اصغر نجیمی، رضا اسلامی، علی طهاری، نرگس محمدی، احسان خوش‌کلام، ملیحه طالبی اتوئی، میثم بخشی‌گنجه، فتحا... احمدی‌گل، محمد مفتاحی، ابوالفضل آذرنیا، امیر آذرنیا، نوشین بی‌آزار، حسن بردانیا، حسین محمدبیگی، حسین شکی، سمیرا گل زردی

مدیر هنری و طراح گرافیک: محمدرضا صاحبی

تصویرسازی: نرگس صفری

عکس: پریزاد گودرزی، سمانه غلامنژاد

صفحه‌آرایی: هدی زینالی

لیتوگرافی و چاپ: رواق روشن مهر

نشانی: تهران - صندوق پستی ۳۴۴-۱۴۵۶۵
ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

امور مشترکان: ۶۶۸۷۱۲۵۹ ۰۲۱

تلفن: ۶۳۱۰۰ ۰۲۱

وب‌سایت: www.nano.ir

پست الکترونیک: newsletter@nano.ir

● ماهنامه فناوری نانو آمادهٔ انتشار مقالات و دیدگاه‌های محققان و صاحب نظران است.
● مسئولیت صحت مطالب بر عهدهٔ نویسندگان است.
● نقل مطالب ماهنامه فناوری نانو با ذکر منبع بلامانع است.
● آرشیو ماهنامه فناوری نانو در سایت www.nano.ir موجود است.

فهرست مطالب

■ نانو در ایران ۲

با حضور بیش از ۴۵ شرکت فعال در حوزه فناوری‌نانو؛ چهارمین نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران برگزار شد

صادرات دستگاه صنعتی الکتروریسی ایرانی به کره‌جنوبی

تمرکز بر «نوآوری باز» در چهارمین مجمع اقتصاد فناوری‌نانو

ارائه خدمات مشاوره تخصصی در ۱۵ زمینه توسط سایت پیشخوان مشاوره کسب‌وکار

به میزبانی دانشگاه کاشان؛ پانزدهمین دوره توانمندسازی سرمایه‌های انسانی فناوری‌نانو برگزار شد

■ پژوهش در ایران ۶

دانشگاه تربیت مدرس: ساخت آزمایشگاهی نانوپوشش‌هایی مقاوم به خوردگی

مراغه: ساخت آزمایشگاهی نانوداروی درمان بیماری‌های روده

مراغه: استفاده از نقاط کوانتومی برای ارتقای سلول‌های خورشیدی

اهواز: سنتز آزمایشگاهی کاتالیستی جهت حذف ترکیبات دارویی از فاضلاب‌ها

پژوهشگاه صنعت نفت تهران: ساخت آزمایشگاهی غشای نانوکامپوزیتی با کاربرد در پیل‌های‌سوختی

شیراز: ارائه‌ی مدلی گرافیکی از برهم‌کنش داروی ضد ایدز با ویروس عامل این بیماری

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات: تلاش برای دستیابی به پارچه‌های خودتمیز شونده با ماندگاری دائم خواص

رفسنجان: تلاش برای دستیابی به روشی ساده جهت ساخت نانوساختارهای دی‌اکسیدتیتانیوم

اراک: افزایش مقاومت به ضربه‌ی نوعی پلیمر با نانوذرات

زنجان: بررسی چگونگی برهم‌کنش نانوذرات با غشای سلول در ورود به سلول‌ها

دانشگاه آزاد اسلامی: ساخت آزمایشگاهی نانوفیلم اکسید روی به کمک دستگاه پلاسمای کانونی

سنندج: اندازه‌گیری گونه‌ای پروتئین در نمونه‌های حقیقی به کمک نانوزیست حسگر آزمایشگاهی

تبریز: افزایش مقاومت به ضربه‌ی پلیمر پلی پروپیلن به کمک نانوذرات

شیراز: امکان شناسایی خواص نانوساختارهای مختلف به کمک طیف‌سنجی رامان

ارائه‌ی مدلی جهت طراحی و ساخت نانوابزارهای الکترونیکی

■ گزارش‌های صنعتی

فناوری‌نانو و توسعه آن در کشاورزی ۱۶

کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان ۲۳

■ مقالات

مهندسی نانوذرات در فرآیندهای کشت و برداشت میکروجلبک‌ها برای تولید بیودیزل؛ مروری بر پیشرفت‌های اخیر ۲۷

تصویری جامع از نانوپزشکی ۳۷

نانومترولوژی و نقش آن در توسعه فناوری‌نانو ۵۰

■ اخبار تجاری‌سازی ۵۴

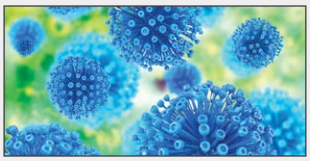
■ اخبار مدیران ۵۷

■ اخبار پژوهشگران ۶۱



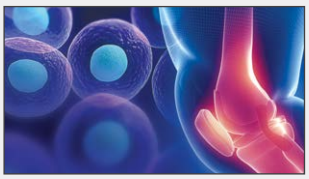












با حضور بیش از ۴۵ شرکت فعال در حوزه فناوری‌نانو؛
چهارمین نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران برگزار شد

نانو در ایران

چهارمین نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران، با مشارکت بیش از ۳۶۰ فناور و شرکت دانش‌بنیان و ارایه بیش از ۹ هزار محصول ساخت داخل، از پنجم تا هشتم اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۵، در محل دائمی نمایشگاه‌های بین‌المللی تهران برگزار شد.



مراسم افتتاحیه این نمایشگاه با حضور اسحاق جهانگیری، معاون اول رییس‌جمهور؛ سورنا ستاری، معاون علمی و فناوری رییس‌جمهور؛ محمد فرهادی، وزیر علوم تحقیقات و فناوری؛ حسن قاضی‌زاده هاشمی، وزیر بهداشت درمان و آموزش پزشکی و جمعی از مدیران، صنعت‌گران و فعالان حوزه فناوری‌های نوین برگزار شد.

معاون اول رییس‌جمهور در این مراسم اظهار داشت: «در بازدید از این نمایشگاه شاهد رشد قابل توجه دستاوردها بودم که باعث افتخار و غرور است».

وی افزود: «امروز وقتی از ثروت و دارایی کشورهای پیشرفته مثال زده می‌شود، دیگر به دارایی‌های فیزیکی پرداخته نمی‌شود بلکه صاحبان دانش و اندیشه هستند که با استفاده از خلاقیت خود ارزش افزوده و ثروت تولید می‌کنند».

جهانگیری خاطرنشان کرد: «توجه به توسعه علم و فناوری مدتی است که در ایران به یک گفتمان تبدیل شده و بانی آن مقام معظم رهبری بودند که این موضوع را در کشور گفتمان‌سازی کردند که توسعه علم و فناوری زیربنای هر توسعه‌ای خواهد بود و توسعه‌ای می‌تواند پایدار باشد که متکی به علم و فناوری است.»

دکتر جهانگیری افزود: «در پنج رویکرد اقتصاد مقاومتی و نیز در بندهای اصلی این سیاست‌ها بر موضوع اقتصاد دانش‌بنیان تاکید شده است و جهت‌گیری اصلی ما باید این باشد که دانش باید حرف اصلی را در اقتصاد کشور بزند.»

وی اضافه کرد: «برای اینکه بتوانیم اقتصاد کشور را از اتکاء به نفت رهایی بخشیم، باید جایگزین مناسبی برای نفت پیدا کنیم و در جهت‌گیری‌هایی که در اقتصاد مقاومتی بر آن تاکید شده، هیچ جایگزینی مناسب‌تر از دانش، فکر و اندیشه جوانان تحصیل‌کرده کشور وجود ندارد.»

معاون علمی و فناوری رییس‌جمهور نیز در سخنانی مهم‌ترین رسالت نمایشگاه تجهیزات ساخت ایران را ایجاد بازار مناسب برای شرکت‌های دانش‌بنیان دانست و افزود: «از ابتدا هدف ما این بود که مدل جدیدی را در توسعه بازار برای شرکت‌های دانش‌بنیان تعریف کنیم که خوشبختانه در این عرصه موفق بودیم».

ستاری با بیان این که این مدل موفق می‌تواند در دیگر حوزه‌ها از جمله عرصه تجهیزات دانش‌بنیان پزشکی ورود پیدا کند، بیان کرد: «نخستین سالی که نمایشگاه برگزار شد تعداد محدودی از تجهیزات و دستگاه‌های آزمایشگاهی حضور داشتند، اما در چهارمین دوره شاهد حضور طیف گسترده و قابل‌توجهی از محصولات دانش‌بنیان با فناوری بالا هستیم، به‌طوری که یارانه محصولات سطح چهارم عرضه شده در نمایشگاه سال‌های قبل حذف شد.»

وی افزود: «مدل هدایت تسهیلات دولتی به سوی خصوصی‌سازی توانسته با یک نظارت و راهبری مناسب بازار خوبی را برای شرکت‌های دانش‌بنیان ایجاد کند که به دیگر عرصه‌ها قابل تعمیم است.»

وزیر علوم، تحقیقات و فناوری نیز در این مراسم به سخنرانی پرداخت و با اشاره به موافقت و تصویب تخصیص اعتبار به منظور تأمین تجهیزات آزمایشگاهی مورد نیاز مراکز علمی و پژوهشی کشور ابراز امیدواری کرد، دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی بتوانند خریدهای موردنیاز خود را انجام دهند.

وی افزود: «تأمین تجهیزات ۱۲۰ آزمایشگاه مرکزی کشور در دستور کار قرار دارد که با برنامه‌ریزی مدون تحقق یابند».

فرهادی با اشاره به وجود بیش از ۳۸ پارک علم و فناوری نقش این پارک‌ها در رشد و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان را مهم ارزیابی کرد و افزود: «خوشبختانه ضوابط و تسهیلاتی که می‌تواند به شرکت‌ها در رشد و توسعه فناوری و در نهایت تولید محصولات پیشرفته کمک کند، رو به افزایش است. امیدواریم با حرکت جدی در همین مسیر، عمده نیازهای کشور به دست فناوران داخلی و یا با مشارکت با دیگر کشورها برطرف شود.»

تقدیر از برگزیدگان سال ۱۳۹۴

در مراسم افتتاحیه چهارمین نمایشگاه تجهیزات و موادآزمایشگاهی ساخت ایران، از چهار دانشگاه که در دوره پیشین نمایشگاه خریدهای قابل‌توجهی از نمایشگاه داشته‌اند و همچنین سه شرکت دانش‌بنیان که محصولات با کیفیتی ارائه کرده بودند قدردانی شد.

«دانشگاه صنعتی شریف»، «دانشگاه امیرکبیر»، «دانشگاه صنعتی اصفهان» و «دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان واحد خوراسگان» به عنوان دانشگاه‌های منتخب و شرکت‌های «طیف‌گستر فراز»، «آرا پژوهش» و «دانش پژوهش فجر» به عنوان شرکت‌های دانش‌بنیان برگزیده سومین دوره نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران مورد تقدیر قرار گرفتند.

حضور فعال تجهیزات‌سازان و تولید کنندگان حوزه فناوری‌نانو



از مجموع ۳۶۰ شرکت حاضر در چهارمین نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران، حدود ۴۵ شرکت تولیدکننده داخلی فعال در زمینه فناوری‌نانو، دستگاه‌های آزمایشگاهی و صنعتی پرکاربرد در حوزه فناوری‌نانو را عرضه کردند.

شرکت‌های آراپژوهش، امین آسیا فناور پارس، فناوران تجهیز نانو آزما، فناوران‌نانومقیاس، فناوری کهربا، پرتونگار پرشیا، نانوسیستم پارس، رشد نانو فناور، آدیکو، سامان تجهیز دانش، خلا پوشان فلز، پوشش‌های نانوساختار، یارنیکان صالح، فراگیر صنعت مهربین، نانوشرق ابزار توس، شریف سولار،



تجهیزات‌سازان پیشتاز، کیمیا نانو دانش، نانوپژوهان راگا و تامین نانوساختار آویژه از جمله شرکت‌های سازنده تجهیزات و مواد در حوزه فناوری‌نانو به شمار می‌روند که در چهارمین نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران حضور داشتند.

در ادامه گزارش به معرفی برخی تجهیزات نانویی عرضه شده در چهارمین نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران پرداخته شده است.

یکی از روش‌های لایه نشانی انواع مواد فلزی، سرامیکی و نیمه‌رسانا اسپاترینگ است. شرکت پوشش‌های نانوساختار در این نمایشگاه ۵ مدل دستگاه اسپاترینگ (اسپاترینگرومیزی یک و سه کاتد، اسپاترینگ رومیزی همراه با تبخیر حرارتی) و سه مدل دستگاه کربن کوتر (جهت ایجاد لایه‌های نازک کربنی در خلا برای استفاده درآماده‌سازی نمونه‌های میکروسکوپ الکترونی) و دو مدل سیستم لایه‌نشانی در خلا به روش تبخیر حرارتی را برای فروش ارائه کرد.

شرکت نانوسیستم پارس تولیدکننده میکروسکوپ‌های جریان تونلی (STM) و نیروی اتمی (AFM) در چهارمین نمایشگاه ساخت داخل ۱۷ مدل دستگاه جهت فروش ارائه کرد. این شرکت ارائه‌کننده میکروسکوپ STM با قابلیت‌های تصویربرداری جریان ثابت و ارتفاع ثابت لیتوگرافی جریان تونلی اسپکتروسکوپی ZI و VIجابجایی موتورایز نمونه برای هر دو دستگاه STM و AFM است. همچنین میکروسکوپ AFM ساخته شده در این شرکت دانش‌بنیان قابلیت تصویربرداری تماسی به صورت نیرو ثابت و ارتفاع ثابت با خروجی‌های نیروی عمودی، نیروی جانبی و توپوگرافی دارد.

شرکت یارنیکان صالح فعال در حوزه ساخت و طراحی تجهیزات فناوری‌های راهبردی به ویژه فناوری‌نانو از جمله انواع سامانه‌های خلا، سامانه‌های لایه‌نشانی آزمایشگاهی و صنعتی است. این شرکت در چهارمین حضور در نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران ۷۴ مدل محصول عرضه کرد. از جمله دستگاه‌های این شرکت، دستگاه پلاسما استریلایزر است که با فناوری استریلیزاسیون آب اکسیژنه در محیط پلاسما طراحی شده است و در فرایند تمیزکاری ابزار پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستگاه لایه نشانی قوس کاتدی از دیگر تجهیزات ارائه شده توسط شرکت یارنیکان صالح در چهارمین نمایشگاه ساخت ایران بود. این سیستم جهت لایه‌نشانی در صنایع مختلف قابل استفاده است.

شرکت نانوساختار آسیا در چهارمین نمایشگاه تجهیزات ساخت داخل دستگاه‌های نیمه‌صنعتی هوشمند و تمام‌اتوماتیک الکتروریسی و الکترواسپری را معرفی کرد. دستگاه الکتروریسی در صنایع پزشکی، داروسازی، کشاورزی، نظامی، سلول‌های خورشیدی، سموم هوشمند و بسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

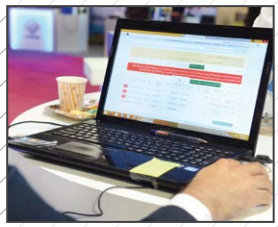
شرکت خلاء پوشان فلز فعال در حوزه طراحی و ساخت تجهیزات فرآوری مواد پیشرفته تحت خلاء و تجهیزات خلاء در Iranlab EXPO2016 تجهیزاتی چون سیستم‌های اسپارک پلاسما زینترینگ، انواع کوره‌های المنتی و القایی تحت خلا، ماشین‌های ریخته‌گری و خلاء و انواع سیستم‌های لایه نشانی در خلاء را ارائه کرد.

شرکت نانوپژوهان راگا در دومین سال حضور در نمایشگاه ساخت ایران، ۱۰ نمونه محصول از جمله ترازوی دقیق آزمایشگاهی، دستگاه دوپینگ و اکسیداسیون سیلیکون، دستگاه مشخصه‌یابی الکتریکی و پروفابلومتر را ارائه کرد. شایان ذکر است، دستگاه مشخصه‌یابی الکتریکی ساخته شده توسط محققان این شرکت در راستای تعیین خواص الکتریکی نمونه‌های مجهول کاربرد دارد. این سیستم جهت اعمال همزمان ولتاژ و اندازه‌گیری جریان الکتریکی عبوری از نمونه با دقت و حساسیت بالا به صورت همزمان و در مدل‌های مختلف است.

لازم به ذکر است، بسیاری از تجهیزات نانویی ساخت داخل با حمایت و برنامه‌ریزی ستاد توسعه فناوری‌نانو تولید و به مرحله تجاری‌سازی رسیده‌اند.

تقاضای خرید تجهیزات نانویی

ثبت بیش از ۳۲۰ میلیارد تومان تقاضای خرید تجهیزات و محصولات فناوری نانو



در طول چهار روز برگزاری چهارمین نمایشگاه تجهیزات‌ومواد آزمایشگاهی ایران، تعداد ۲۶،۳۶۹ پیش‌فاکتور به مبلغ حدود ۲۵۰۰ میلیارد تومان به ثبت رسیده است.

از این تعداد پیش‌فاکتور، ۴،۰۳۵ مورد مربوط به شرکت‌های فناوری نانو بوده است. ارزش تقریبی ثبت سفارش خرید محصولات فناوری نانو ۳۲۸ میلیارد تومان اعلام شده است.

گفتنی است، بسیاری از شرکت‌های تجهیزات‌ساز داخلی از سود فروش حضور در دوره‌های گذشته نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی توانسته‌اند تجهیزات و سیستم‌های جدیدتری را ساخته و یا توانایی و ویژگی‌های تجهیزات قبلی خود را ارتقاء دهند. همچنین تعدادی از این شرکت‌ها موفق به صادرات تجهیزات و دستگاه‌های پیشرفته خود به دیگر کشورها شده‌اند.

ارائه خدمات توسط موسسه خدمات فناوری تا بازار و شبکه آزمایشگاهی دانش‌آموزی توانا



موسسه خدمات فناوری تا بازار در چهار بخش، «خدمات تجاری‌سازی»، «ارزیابی شرکت‌ها»، «کریدور صادرات» و «کانون پتنت ایران»، با هدف تسریع در تجاری‌سازی و افزایش نرخ موفقیت شرکت‌ها، به ارائه خدمات و مشاوره به شرکت‌ها در چهارمین نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران پرداخت.

شبکه آزمایشگاهی آموزشی توانا نیز با هدف گسترش تجهیزات آزمایشگاهی پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی و مدارس آموزش و پرورش استان‌های کشور با هفت محصول جدید در چهارمین نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران حضور پیداکرد.

گفتنی است، در طول برگزاری نمایشگاه، آزمایشگاه‌های مدارس و پژوهش‌سراها جهت خرید محصولات سطح اول از حمایت ۵۰ درصدی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، حمایت ۲۵درصدی ستاد توسعه فناوری‌نانو و حمایت ۲۵درصدی آموزش‌وپرورش استفاده کردند. همچنین محصولات سطح دو و سه نیز شامل حمایت ۳۵ تا ۲۰ درصدی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و ۳۰ تا ۵۰ درصدی ستاد توسعه فناوری‌نانو شدند.

صادرات دستگاه صنعتی الکتروریسی ایرانی به کره‌جنوبی

نانو در ایران

شرکت دانش‌بنیان فناوران نانومقیاس، تولیدکننده دستگاه‌های الکتروریسی در مقیاس‌های آزمایشگاهی، نیمه‌صنعتی و صنعتی، موفق به صادرات دستگاه صنعتی الکتروریسی برای تولید نانوالیاف به کشور کره‌جنوبی شد.

مراسم رونمایی از این دستگاه جهت انتقال به کشور کره‌جنوبی با حضور دکتر سورنا ستاری، معاون علمی و فناوری رییس‌جمهور، برگزار شد.

دکتر رضا فریدی مجیدی، مدیرعامل شرکت فناوران نانومقیاس، در این خصوص گفت: «دستگاه الکتروریسی به عنوان نخستین خط تولید صادراتی نانوالیاف، در بازه زمانی شش ماهه در این شرکت ساخته شده و در اول اردیبهشت‌ماه با حضور معاون علمی و فناوری رییس‌جمهور، دستگاه رونمایی و به کره‌جنوبی منتقل شد.»

وی در خصوص شرکت کره‌ای که این دستگاه صنعتی را خریداری کرده است، افزود: «شرکت کره‌ای، فعال در حوزه تولید ماسک و فیلترهای صنعتی و نیمه‌صنعتی است و این دستگاه را با هدف پوشش‌دهی فیلترها و افزایش کارایی فیلترها کلی و عام مانند فیلترهای خودرو، نیروگاهی، صنعتی و ماسک‌های تنفسی خریداری کرده است.»

دکتر فریدی مجیدی خاطر نشان کرد: «متقاعد نمودن خریدار کره‌ای، با توجه به اینکه دستگاه در حوزه فناوری‌نوین است، کاری بسیار دشوار بود ولی نهایتا با محرز شدن کارایی و توانایی بالای دستگاه این خرید نهایی، دستگاه ساخته و صادر شده است.»

مدیرعامل شرکت فناوران نانومقیاس در خصوص نحوه عملکرد این سیستم افزود: «با استفاده از خط تولید صنعتی نانوالیاف می‌توان نانوالیاف مورد نیاز برای کاربردهای متنوع را در مقیاس صنعتی تولید نمود، با استفاده از این خط تولید، پوشش انواع نانوالیاف روی سابستریت‌های مختلف برای تولید محصولات جدید در مقیاس صنعتی امکان‌پذیر است».

وی ادامه داد: «طی فرایندی در این دستگاه که فرایند الکترواسپینینگ است محلول پلیمر تبدیل به نانوالیاف و این نانوالیاف بر کاغذ فیلتر کشیده می‌شوند، این فرایند سبب افزایش کیفیت، کارایی و بازده بالا و قابل ملاحظه در فیلترها می‌شود. همچنین این سیستم متناسب با تعداد واحدهای الکتروریسی و میزان پوشش نانوالیاف قابلیت پوشش‌دهی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع را دارد».

دکتر فریدی مجیدی با بیان این که دستگاه الکتروریسی در انواع دستگاه‌های آزمایشگاهی و صنعتی طراحی و ساخته شده است، اظهار کرد: «در حال حاضر نمونه صنعتی دستگاه الکتروریسی در کارخانه‌های آزاد فیلتر، بهران فیلتر و سها و نمونه‌های آزمایشگاهی آن توسط حدود ۱۵۰ آزمایشگاه دانشگاهی و پژوهشی خریداری و راه‌اندازی و بهره‌برداری می‌شود».

همچنین با استفاده از این دستگاه محصولاتی چون ماسک‌های تنفسی، نانوفیلترهای صنعتی - که در حدود ۲۰ نیروگاه کشور کاربردی شده و بهره‌برداری می‌شود- و چند محصول دیگر در کشور تولید و تجاری‌سازی شده‌اند. گفتنی است، با نشاندن یک لایه از نانوفیبر بر روی ماسک‌ها بدون آن که موجب افت تنفس افراد شود، از ورود ۹۰ درصد آلودگی‌ها به سیستم تنفسی افراد جلوگیری می‌شود.

شایان ذکر است، پیش از این نیز دانش فنی دستگاه الکتروریسی ساخت این شرکت به کشور مالزی به فروش رسیده است.





تمرکز بر «نوآوری باز» در چهارمین مجمع اقتصاد فناوری‌نانو

نانو در ایران

چهارمین مجمع اقتصاد فناوری‌نانو با محوریت «نوآوری باز: انتقال دستاوردهای فناورانه از شرکت‌های کوچک به صنایع بزرگ» در روزهای ۲۳ و ۲۴ تیرماه سال جاری برگزار می‌شود.

مجمع بین‌المللی اقتصاد فناوری‌نانو از سال ۱۳۹۱ با هدف بررسی آخرین تحولات اقتصادی و مدیریتی در این حوزه از فناوری، توسط ستاد توسعه فناوری‌نانو برگزار شده است. در طی سه دوره برگزاری این برنامه، آخرین تجربیات و روندهای اقتصادی و مدیریتی فناوری‌نانو در سطح ایران و جهان مورد بررسی قرار گرفته است.

بر اساس برنامه‌ریزی صورت گرفته، چهارمین مجمع اقتصاد فناوری‌نانو بر موضوع «نوآوری‌باز» متمرکز خواهد بود. از دید نوآوری‌باز، نوآوری تنها منحصر به افراد خاص، موضوعات خاص و محل‌های خاص (بخش‌های تحقیق و توسعه شرکت‌های صنعتی) نیست، بلکه نوآوری در میان تمامی افراد و در تمام مکان‌ها قابل تولید است. در همین راستا، همکاری شرکت‌های مختلف از نظر مشارکت یا انتقال نوآوری و فناوری نیز می‌تواند جلوه مشخصی از فرایند نوآوری باز به شمار رود.

چهارمین مجمع اقتصاد فناوری‌نانو ضمن بررسی مفاهیم مرتبط با نوآوری‌باز، به بررسی راهکارهای عملیاتی همکاری‌های فناورانه میان شرکت‌ها برای ارتقای محصولات و یا تولید محصولات جدید مرتبط با فناوری‌نانو می‌پردازد.

مخاطبان اصلی این رویداد، عرضه‌کنندگان فناوری (SMEهای تولیدی نانویی)، شرکت‌های متقاضی فناوری (صنایع) و واسطه‌های انتقال فناوری هستند. همچنین این مجمع می‌تواند برای اساتید، دانشجویان و علاقمندان کاربرد فناوری‌های نوین در صنعت نیز مفید و جذاب باشد.

علاقمندان می‌توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر در خصوص چهارمین مجمع اقتصاد فناوری‌نانو، به پایگاه اینترنتی nanoecoforum.ir یا کانال این رویداد در نرم‌افزار پیام‌رسان تلگرام و صفحه رسمی آن در شبکه اجتماعی لینکداین مراجعه نمایند.

ارائه خدمات مشاوره تخصصی در ۱۵ زمینه توسط سایت پیشخوان مشاوره کسب‌وکار

نانو در ایران

موسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار ایرانیان (کریدور) در سال ۱۳۸۸ با هدف کاهش زمان تجاری‌سازی فناوری‌های نوظهور و افزایش نرخ موفقیت کسب‌وکارهای دانش‌بنیان شکل گرفت. این مجموعه با شناسایی خدمات توسعه فناوری و تشخیص نیازهای تجاری‌سازی محصولات دانش‌بنیان، خدمات متعددی را طراحی نموده است که از جمله این خدمات ارائه مشاوره‌های تخصصی در حوزه‌های مختلف کسب‌وکار است.

در همین راستا سایت پیشخوان مشاوره کسب‌وکار با امکان ثبت آنلاین درخواست مشاوره به‌منظور تسهیل و تسریع ارائه خدمات مشاوره تخصصی به فناوران، شرکت‌های نانویی و دانش‌بنیان تاسیس شده است. در این مرکز خدمات مشاوره تخصصی در ۱۵ زمینه کسب‌وکار توسط مشاوران خبره با این عناوین ارائه می‌شود:

- منابع انسانی
- بازاریابی
- مالیاتی
- بیمه تامین اجتماعی
- حقوقی
- حقوق بین‌الملل (قرارداد بین‌الملل) و بازرگانی
- بازرگانی بین‌الملل و فرآیندهای صادراتی
- حمل‌ونقل بین‌الملل
- نقل‌وانتقال ارزی
- گمرک و ترخیص کالا
- مدیریت
- طراحی صنعتی
- مراکز رشد
- طرح کسب‌وکار
- تحقیقات بازار

تمامی مشاوره‌های مذکور برای «شرکت‌های دارای تاییدیه نانومقیاس»، «شرکت‌های دارای پرونده جاری در واحد بررسی نانو مقیاس»، «کارگزاران طرف قرارداد با ستاد ویژه توسعه فناوری نانو»، «کارگزاران طرف قرارداد با کریدور» و «فناوران نانویی» به صورت رایگان عرضه می‌شود و «شرکت‌های دارای تاییدیه دانش‌بنیان از طرف معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری» قادر به دریافت مشاوره در حوزه‌های صادراتی به صورت رایگان هستند.

علاقه‌مندان می‌توانند برای کسب آگاهی از چگونگی و نحوه دریافت خدمات به پایگاه اینترنتی پیشخوان مشاوره کسب‌وکار به نشانی http://hbcc.ir مراجعه نمایند.

به میزبانی دانشگاه کاشان؛

پانزدهمین دوره توانمندسازی سرمایه‌های انسانی فناوری‌نانو برگزار شد

نانو در ایران

پانزدهمین دوره توانمندسازی سرمایه‌های انسانی فناوری‌نانو با حضور ۷۴ نفر از دانشجویان دانشگاه کاشان شامل ۵۴ دانشجوی مقطع کارشناسی‌ارشد و ۲۰ دانشجوی مقطع دکترا در رشته‌های نانو یا با پایان‌نامه نانو، از ۸ تا ۱۰ اردیبهشت‌ماه برگزار شد.

این برای دومین بار است که دانشگاه کاشان میزبانی دوره‌های توانمندسازی سرمایه‌های انسانی فناوری نانو را بر عهده دارد.

در مراسم آغاز به کار این دوره با حضور تعدادی از اعضا هیئت علمی دانشگاه کاشان، دبیر دوره توانمندسازی سرمایه‌های انسانی فناوری‌نانو و مدیر گروه تربیتی و کارآفرینی مرکز فنی و حرفه‌ای کشور به معرفی و تشریح اهداف دوره‌های توانمندسازی سرمایه‌های انسانی فناوری‌نانو پرداختند.

اولین کارگاه این دوره کارگاه معرفی بوم کسب‌وکار بود که با ارائه دکتر کنعانی برگزار شد. در این کارگاه در خصوص ضرورت تدوین بوم مدل کسب‌وکار و اهمیت انتخاب صحیح «ارزش پیشنهادی» در موفقیت کسب‌وکارهای دانش‌بنیان تاکید شد. پارامترهای دیگر همانند ارتباط با مشتری، کانال‌های توزیع، جریان نقدینگی و منابع کلیدی، از دیگر موارد مورد بررسی در این کارگاه بودند.

در دومین کارگاه این دوره با عنوان «مالکیت فکری» خانم مهندس ختمی‌مآب به تعریف دارایی‌های فکری پرداخت. در این کارگاه دارایی فکری به عنوان محصول خلاقیت ذهن و تفکر، مورد بررسی قرار گرفت.

کارگاه عملی جستجوی پتنت جهت آشنایی دانشجویان با نحوه جستجوی پتنت و آشنایی با بانک‌های اطلاعاتی در این زمینه نیز در روز دوم برگزار شد. شایان ذکر است، پتنت حقی انحصاری برای مخترع است که توسط دولت در ازای افشای کامل اختراع به مخترع داده می‌شود که برای مدت زمانی محدود و در داخل مرزهای جغرافیایی کشوری است که اختراع در آن ثبت شده است.

روز دوم پانزدهمین دوره توانمندسازی سرمایه‌های انسانی فناوری‌نانو در دانشگاه کاشان، با کارگاه تجاری‌سازی فناوری‌نانو و ارائه دکتر نظری آغاز شد.

در این کارگاه آموزشی تاکید شد، وجود یک ایده برای شروع، رشد یا توسعه کسب‌وکار ضروری است؛ اما تجارت‌پذیر شدن ایده نیازمند مطالعه، ارزیابی، تحلیل و مشاوره با صاحبان فن است.



همچنین نیاز، خواسته و تقاضا به عنوان سه عنصر مهم در تجاری‌سازی مورد بررسی قرار گرفت.

کارگاه «انتقال تجارب کارآفرینان موفق» نیز به عنوان آخرین کارگاه در آخرین روز دوره برگزار شد و مهندس جعفری، دبیر کارگروه توسعه فناوری ستاد نانو به تشریح مدل‌های فعلی کسب‌وکارهای فعال در حوزه فناوری‌نانو و چند نمونه موفق و ناموفق در این خصوص پرداخت.

گفتنی است در مدت برگزاری دوره شرکت‌کنندگان در هشت گروه با انتخاب یک ایده در یک کار گروهی به تدوین بوم کسب‌وکار خود پرداختند. همچنین مشاوران دوره توانمندسازی و اعضای ستاد توسعه فناوری‌نانو با حضور در جلسات هریک از گروه‌ها، شرکت‌کنندگان را در تدوین هرچه بهتر این بوم مشاوره دادند.

در پایان روز سوم دوره نماینده هریک از گروه‌ها در بازه مشخص به ارائه ایده و مدل کسب‌وکار پرداخته و نهایتا طی داوری انجام شده سه گروه برتر دوره معرفی و از آن‌ها تقدیر شد.

شایان ذکر است، دکتر حسین نوری؛ عضو هیئت علمی دانشکده فنی دانشگاه آزاد کاشان و از فعالان بخش صنعت، مهندس سید محمد حسین راوندی؛ مدیرعامل شرکت دانش‌بنیان پیشگامان صنعت امیرکبیر و مهندس مجیدصاحبی‌نژاد، دبیر کارگروه سیاست‌گذاری و ارزیابی ستاد توسعه فناوری‌نانو، داوران پانزدهمین دوره توانمندسازی سرمایه‌های انسانی فناوری‌نانو بوده‌اند.

علاقمندان جهت کسب اطلاعات بیشتر در خصوص این دوره‌ها و ثبت‌نام می‌توانند به پایگاه اینترنتی hre.nano.ir مراجعه نمایند.

دانشگاه تربیت مدرس:
ساخت آزمایشگاهی نانوپوشش‌هایی مقاوم به خوردگی

پژوهش در ایران

پژوهشگران دانشگاه تربیت مدرس نمونه‌های آزمایشـــگاهی نانوپوشـــش‌هایی بـــر روی آلیاژ آلومینیوم ساخته‌اند که از ویژگی‌های مطلوبی همچـــون مقاومـــت بـــه خوردگی و ســـایش بالابرخوردار است.

امروزه آلیاژهـــای آلومینیم به دلیل ملاحظات اقتصادی و فرایندی، اهمیت بسیاری یافته‌اند. این مواد با داشتن خواص عالی همچون نسبت استحکام به وزن بالا، قابلیت بالای ریخته‌گری و ماشـــین‌کاری دارای کاربرد گســـترده‌ای در صنایـــع مختلف از جمله صنایـــع الکترونیکی، خودروســـازی و پوشـــش‌های نانوکامپوزیتـــی هستند.

به گفتـــه‌ی حمیدرضا مســـیحا، حضور عناصر غیرمقاوم در برابر خوردگی همچون Mg، Si، Cu و داشتن عیوب ریزســـاختاری مانند حفرات در آلیاژهای آلومینیم سبب می‌شود که مقاومت به خوردگی و خواص مکانیکی این آلیاژها نســـبتاً ضعیف باشد. این پژوهش تلاش دارد در راستای کمک به حل این موضوع گام مؤثری بردارد. برای این منظور، نانوپوششی جهت محافظت آلیاژ بر روی آن ایجاد شـــده است. در این راستا از پیش فرآینـــد نانو بلوری کردن ســـطح، قبل از فرایند پوشـــش‌دهی به روش اکسیداســـیون پلاسمای الکترولیتـــی (PEO) یـــا همان اکسیداســـیون ریزجرقه استفاده شده است.

وی در ادامه افزود: «اکسیداســـیون ریزجرقه یک فرآیند سطحی است که در سال‌های اخیر کاربرد گســـترده‌ای یافته است. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه فرآیند اکسیداسیون ریزجرقه به ریزســـاختار زیرلایه بســـتگی زیـــادی دارد، نانوبلوری کردن سطح آلیاژ آلومینیم هم تأثیر زیادی بر خواص پوشش ایجاد شده به این روش داشته باشد. بنابراین پژوهش حاضر به بررسی این موضوع پرداخته است.»

برای دســـتیابی به این هدف از پیش عملیات مکانیکی تدریجی ســـطحی (SMAT) استفاده شـــد و تأثیر آن بر خواص پوشـــش ایجاد شده به روش اکسیداســـیون پلاســـمای الکترولیتی بـــر آلومینیوم AA1230 بررســـی شـــد. بدین منظور نمونه‌ها با اعمـــال و بدون پیش فرآیند SMAT پوشش‌دهی شـــده‌اند. پوشش‌دهی به روش اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی در دو الکترولیت پایه فسفاتی و پایه سیلیکاتی صورت گرفته است. ســـپس به منظور بررسی نحوه‌ی توزیع نانـــوذرات و عناصر در داخل پوشـــش، ساختار ســـطح نمونه‌ها توســـط میکروسکوپ الکترونی روبشـــی (SEM) بررســـی و نمونه‌ها تحت آزمون EDS قرار گرفتند. همچنین برای تمام نمونه‌ها آزمون ترشوندگی توسط محلول آب دیونیزه انجام شده است. نحوه پخش شدن قطره بر روی سطح پوشش متخلخل اکسیدی و ارتباط آن با ریز ساختار پوشش ارزیابی است.

نتایج نشـــان دادند که نمونه‌های پوشش داده شده در الکترولیت پایه ســـیلیکاتی ساختاری نسبتاً خشـــن‌تر از نمونه‌های پوشش داده شده در الکترولیت پایه‌ی فسفاتی دارند. این ویژگی سبب ایجاد حفرات بیشـــتر و کاهش مقاومت به خوردگی می‌شـــود. میانگین درصد مساحت حفرات موجـــود بر روی ســـطح در نمونه‌های پوشـــش داده شـــده در الکترولیت‌هـــای پایه سیلیکاتی بیشـــتر از همین مورد در نمونه‌های پوشش داده شـــده در الکترولیت پایه فسفاتی اســـت. به عبارتی میـــزان مقاومت به خوردگی پوشـــش‌های ایجـــاد شـــده در الکترولیت پایه فسفاتی بیشتر است.

این تحقیقات از تلاش‌های حمیدرضا مسیحا، حمیدرضا باقری و مرتضی قیطانی- کارشناسان ارشد مهندسی مواد از دانشگاه تربیت مدرس و دکتر محمود علـــی اف خضرایی، دکتر علیرضا صبور و دکتر تقی شهرابی- اعضای هیأت علمی این دانشگاه حاصل شده است. نتایج این مطالعات در مجلـــه‌ی Bulletin of Materials Science (جلد ۳۸، شماره ۴، سال ۲۰۱۵، صفحات ۹۳۵ تا ۹۴۳) چاپ شده است.

مراغه:
ساخت آزمایشگاهی نانوداروی درمان بیماری‌های روده

پژوهش در ایران

پژوهشـــگران دانشـــگاه مراغه موفق به ساخت نانوداروهایی شـــده‌اند که می‌توانـــد به صورت هدفمند به بافت هدف منتقل شـــود و در کنار اثرات درمانی بالاتـــر، عوارض جانبی کمتری بر بافت‌های ســـالم داشته باشد. این نانودارو که در مقیاس آزمایشگاهی ساخته و مورد بررسی قرار گرفته است، به منظور درمان بیماری‌های روده طراحی شده است.

با روش‌های معمـــول مصرف دارو نظیر مصرف خوراکی و تزریقی، دارو در سراســـر بدن توزیع خواهد شـــد و تمـــام بدن تحت اثـــرات آن قرار خواهد گرفت. این امر سبب می‌شود که عوارض جانبی دارو بروز کنـــد. از طرفی به دلیل بزرگ بودن اندازه‌ی ذرات دارو و عدم عبور آن از غشای سلولی، برای دستیابی به یک اثر درمانی خاص، نیـــاز به مصرف مقادیر زیادی از دارو اســـت که سمیت بالایی را ایجاد خواهد کرد.

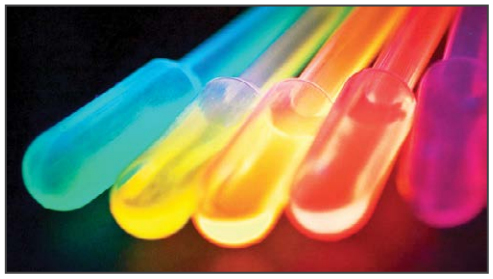
دکتر غلامرضا مهدوی‌نیا، با اشـــاره به اینکه به کمک فناوری‌نانو می‌توان به سیستم داورسانی هدفمند دســـت یافت و بر مشـــکلات ذکر شده غلبه نمـــود، عنوان کرد: «هـــدف کلی پژوهش حاضر ساخت نانوداروی هدفدار شده برای درمان بیماری‌های مربوط به روده‌ی انســـان بود که در آن واحد هم به pH دستگاه گوارش و هم میدان مغناطیسی خارجی حساسیت نشان دهد.»

بـــه گفته‌ی این محقق، به کمـــک این نانودارو و تغییرات ایجاد شـــده در خـــواص درمانی آن، می‌توان زمان، مکان و ســـرعت آزادسازی دارو را کنترل نمود. در واقع زمان حضور دارو در جریان خون و نیمه عمر دارو افزایش و ســـمیت ناشی از مصرف آن کاهش می‌یابد. لذا اســـتفاده از این مدل سیســـتم‌های دارورســـانی جدید، عوارض جانبی کمتر، کارایی بیشـــتر و رضایت و راحتی بیمار را به دنبال خواهند داشت.

نانوداروی سنتز شـــده در این طرح از خاصیت مغناطیسی برخوردار است که امکان هدایت آن تا بافت هدف با اعمال یک میدان مغناطیســـی خارجی را فراهم می آورد. این سیســـتم حامل دارو این قابلیت را خواهد داشـــت که به راحتی

مراغه:
استفاده از نقاط کوانتومی برای ارتقای سلول‌های خورشیدی

پژوهش در ایران



محققان دانشگاه مراغه در تحقیقات خود به بررسی اثر استفاده از نقاط کوانتومی در ساختار سلول‌های‌خورشیدی بر بازده این تجهیزات پرداختند. طبق نتایج، ساختار پیشنهادی بهبود چشم‌گیر عملکرد این سلول‌ها را در پی خواهد داشت. در این تحقیق، نقاط کوانتومی به روشی ساده، کم هزینه، سریع و بدون نیاز به استفاده از کاتالیزور استفاده شده است.

با وجود کاهش منابع فسیلی و گرم شدن زمین در اثر تولید و افزایش گازهای گلخانه‌ای، استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر جایگاه ویژه‌ای در تمام دنیا به خود اختصاص داده است. یکی از ابزارهای مهم در استفاده از انرژی‌های سبز، استفاده از سلول‌های‌خورشیدی جهت تبدیل انرزی خورشید به انرژی الکتریکی است.

به گفته‌ی دکتر مسعود مهرابیان، سلول‌های خورشیدی در تمام صنایع جهت تولید و یا تأمین قسمت عمده‌ای از برق مصرفی مانند کارخانجات، منازل مسکونی، صنعت هواپیماسازی، صنایع دفاعی و غیره کاربرد دارند. بنابراین تحقیقات در زمینه‌ی دستیابی به بازده بالاتر این تجهیزات تأمین انرژی لازم و ضروری است.

مهرابیان در ادامه افزود: «برای افزایش بازدهی سلول‌های‌خورشیدی، سلول‌های نسل سوم معرفی شدند که خود شامل چند گروه هستند. یکی از این گروه‌ها، سلول‌های‌خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی (QDSSCs) است. لذا در این طرح چندین ساختار مختلف از سلول‌های‌خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی بر روی نانوساختارهای مختلفی مثل نانومیله‌ها ساخته و خواص نوری و فتوولتائیک آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.»

همان‌طور که اشاره شد در این طرح ساختارهای مختلفی از سلول‌های‌خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی ZnS که دارای شکاف پهن انرژی هستند، روی نانوساختارهای مختلفی مثل نانومیله‌های اکسید روی (ZnO) ساخته و خواص نوری و فتوولتائیک آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه برای ایجاد امکان جذب وسیع‌تری از طیف‌خورشید، نقاط کوانتومی با شکاف کوچک‌تر سولفید سرب (PbS) مورد استفاده قرار گرفت. جهت بهینه کردن اندازه نقاط کوانتومی سولفید سرب، برخی شرایط آزمایش از جمله غلظت مواد اولیه و تعداد دورهای مورد استفاده در روش SILAR تغییر داده شد تا شرایط بهینه حاصل گردد. در نهایت، سلول‌خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی (QDSSC) با ساختار ITO/ZnO/PbS(3)/ P3HT/PCBM/Ag بیشترین بازدهی تبدیل نور به الکتریسیته را نشان داد. در این بررسی‌ها از آزمون‌هایی نظیر SEM، XRD و طیف عبوری استفاده شده است.

به طور کلی می‌توان گفت با تغییر اندازه‌ی نانوذرات، شکاف انرژی آن‌ها تغییر می‌کند. هرچه این اندازه کوچک‌تر شود جذب نور بیشتر شده که به نوبه‌ی خود منجر به افزایش بازدهی سلول می‌گردد.

این تحقیقات حاصل تلاش‌های مسعود مهرابیان - عضو هیأت علمی دانشگاه مراغه و رضا معصومی است که نتایج آن در مجله‌ی Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics (جلد ۱۰، شماره ۵، سال ۲۰۱۵، صفحات ۶۳۳ تا ۶۳۷) به چاپ رسیده است.

از غشای سلول عبور کند و از طرفی به دلیل اندازه‌ی کوچک امکان شناسایی آن توسط سیستم ماکروفاژ میسر نخواهد بود.

لازم به توضیح است که برای پوشش نانوذرات مغناطیسی حامل دارو از پلی ساکاریدهای آب دوست کربوکسی متیل کیتوسان و کاراگینان استفاده شده است. با استفاده از این پوشش سطحی می‌توان خواص زیستی- پزشکی مطلوب و پایداری را برای این نانوذرات ایجاد کرد. این پلیمر از برهم‌کنش با پروتئین‌های پلاسما و دفع در مرحله‌ی بعدی در امان است و زیست‌سازگاری دارو را افزایش می‌دهد. از دیگر مهم‌ترین ویژگی‌های این طرح می‌توان به استفاده از روش شیمی سبز برای تهیه‌ی محصولات اشاره کرد.

مهدوی‌نیا مراحل ساخت و بررسی این سیستم دارورسانی را بدین شرح بیان کرد: «در ابتدا نانوذرات مغناطیسی شده در فرمولاسیون‌های



مختلف سنتز گردید. شناسایی این نانوذرات با انواع دستگاه‌های طیف‌سنجی شامل SEM، TEM، XRD، VSM، FTIR و TGA انجام شد. سپس آزمایش‌های مختلف شامل میزان تورم پلیمرها، اثر pH، اثر میدان مغناطیسی خارجی و مدل‌سازی رهایش دارو از بستر پلیمری انجام شد.»

مطالعات نشان داد که وابستگی دارو به pH محیط سبب شده که بیش از ۷۰ درصد داروی بارگذاری شده روی سیستم، در ناحیه‌ی روده رهایش یابد. این در حالی است که تنها ۲۰ درصد دارو در محیط شبیه‌سازی شده‌ی معده از سیستم پلیمری آزاد شد. نتیجه‌ی مهم دیگر به‌دست آمده حساسیت سیستم به میدان مغناطیسی خارجی متناوب بیرونی بود. طبق بررسی‌ها مشاهده شده با افزایش شدت میدان مغناطیسی میزان داروی رهایش یافته بیشتر می‌شود که از این ویژگی می‌توان در کاربردهای درمان سرطان نیز استفاده کرد.

این تحقیقات حاصل همکاری دکتر غلامرضا مهدوی‌نیا- عضو هیأت علمی دانشگاه مراغه، حسین‌اعتمادی‌وفاطمه‌سلیمانی‌دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد این دانشگاه است. نتایج این کار در مجله‌ی Carbohydrate Polymers (جلد ۱۲۸، سال ۲۰۱۵، صفحات ۱۱۲ تا ۱۲۱) منتشر شده است.

اهواز:
سنتز آزمایشگاهی کاتالیستی جهت حذف ترکیبات دارویی از فاضلاب‌ها

پژوهش در ایران

پژوهشگران دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز موفق به ساخت نمونه‌ی آزمایشگاهی نانوکاتالیستی شده‌اند که منجر به بازده بالایی در حذف ترکیبات دارویی از فاضلاب‌ها می‌شود. این نانوکاتالیست به دلیل خاصیت مغناطیسی به راحتی از محلول فرایند جدا شده و قابل استفاده‌ی مجدد خواهد بود.

حضور ترکیبات دارویی و به ویژه آنتی بیوتیک‌ها در منابع آب، معمولاً نسبتی از زایدات حاصل از صنایع دارویی، محصولات بهداشت فردی و داروهای درمانی و بیمارستانی است. اکثر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب تنها می‌توانند حدود ۶۰ تا ۹۰ درصد از آنتی بیوتیک‌ها را حذف کنند و باقیمانده‌ی آن‌ها مستقیماً وارد آب‌های پذیرنده خواهد شد. بنابراین لازم است که روش‌های مؤثر و کارامدتری را برای حذف این آلاینده‌ها بکار گرفت.

بابک کاکاوندی در خصوص هدف دنبال شده در این طرح به منظور حذف آلاینده‌های دارویی از فاضلاب‌ها عنوان کرد: «روش‌های مورد استفاده در این زمینه اغلب شامل اکسیداسیون شیمیایی، فرایندهای غشایی، تصفیه یونی و بیولوژیکی، تجزیه‌ی فتوشیمیایی و جذب است. هدف از انجام این کار سنتز یک کاتالیست مغناطیسی برای حذف تتراسایکلین از محیط‌های آبی بوده است. همچنین تلاش شده تا به کمک فناوری نانو روشی اتخاذ شود که منجر به کاهش هزینه و رفع مشکلات ناشی از جداسازی کاتالیست مورد استفاده از محلول تصفیه به روش فیلتراسیون و سانتریفیوژ شود.»

کاتالیست سنتز شده (پودرکربن فعال/مگنتیت (PAC/Fe_3O_4 MNPs)) توانایی خوبی را برای حذف تتراسایکلین از خود نشان داده است. لذا در صورت تولید انبوه می‌تواند به عنوان یک کاتالیست مفید برای تجزیه و اکسیداسیون آلاینده‌ها مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این با توجه به کارایی بالای کاتالیست مغناطیسی و قابلیت استفاده‌ی مجدد و جداسازی سریع آن، از هزینه‌های مربوط به فرایند تصفیه نیز کاسته خواهد شد. لذا با توجه هزینه‌ی بالای فرایندهای تصفیه و همچنین مواد مصرفی، این روش می‌تواند به عنوان یک روش کم هزینه، مقرون به صرفه و کارامد مورد استفاده قرار گیرد.

به گفته‌ی کاکاوندی نتایج نشان داده که تحت شرایط بهینه مقادیر بالایی از تتراسایکلین و نیز درصد خوبی از کل کربن آلی موجود در نمونه‌ها طی این فرایند و بعد از چهار مرتبه استفاده از کاتالیست حذف شده است.

وی در ادامه افزود: «فرایند اکسیداسیون پیشرفته فنتون نوع هموژن (همگن) عمدتاً با معایبی نظیر نیاز به بازیافت نمک‌های آهن بعد از تصفیه‌ی کاتالیزوری، محدوده pH پایین (۲ تا ۴) و تشکیل لجن هیدروکسید فریک در مقادیر pH بالای ۴ همراه است. برای رفع این مشکلات می‌توان از فرایند فنتون هتروژن (ناهمگن) استفاده کرد. در این کار ما به منظور بهره‌گیری از مزایای فرایند فنتون نوع هتروژن و همچنین جداسازی مغناطیسی کاتالیست از محلول، نانو ذرات اکسید آهن (Fe_3O_4) را بر روی سطح کربن فعال تثبیت کردیم. در واقع این کاتالیست حامل نانوذرات اکسید آهن دو و سه طرفیتی بوده و می‌تواند سبب تجزیه و حذف ترکیبات آلی و به ویژه تتراسایکلین از نمونه‌ی فاضلاب گردد.»

در این کار، ابتدا پودر کربن فعال به روش هم ترسیبی شیمیایی و با کمک نانوذرات اکسید آهن (مگنتیت) مغناطیسی شد. ویژگی‌های ساختاری، سطحی و فیزیکی و شیمیایی کامپوزیت با استفاده از روش‌های TEM، SEM، VSM، BET، XRD و EDX مورد بررسی قرار گرفت. سپس کامپوزیت تهیه شده به عنوان یک کاتالیست برای حذف و تجزیه تتراسایکلین به روش فنتون از محیط‌های آبی و با بررسی تأثیر عواملی از قبیل زمان واکنش، غلظت اولیه آنتی بیوتیک و مقدار کاتالیست، و غلظت پراکسید هیدروژن، مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج این کار تحقیقاتی در مجله‌ی RSC Advances (جلد ۵، شماره ۱۰۳، سال ۲۰۱۵، صفحات ۸۴۷۱۸ تا ۸۴۷۲۸) منتشر شده و حاصل تلاش‌های مهندس بابک کاکاوندی- دانشجوی دکترای تخصصی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دکتر نعمت‌الله جعفرزاده، دکتر افشین تکدستان- اعضای هیأت علمی این دانشگاه و همکارانشان است.

پژوهشگاه صنعت نفت تهران:
ساخت آزمایشگاهی غشای نانوکامپوزیتی با کاربرد در پیل‌های سوختی

پژوهش در ایران

محققان پژوهشگاه صنعت نفت تهران موفق به ساخت غشاهایی شده‌اند که کاربرد اصلی آن‌ها در ساختار پیل‌های‌سوختی است. این غشاها از جنس نانوکامپوزیت بوده و به روشی ساده و مقرون به صرفه تولید شده‌اند. این تحقیقات در مقیاس آزمایشگاهی صورت گرفته است.

با توجه به اهمیت روز افزون استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و پاک، استفاده از پیل‌های‌سوختی در صنایع مختلف رو به افزایش است. این پیل‌ها در صنعت حمل ونقل، نیروگاه‌ها (اعم از خانگی، تجاری و صنعتی)، وسایل الکترونیکی قابل حمل همچون تلفن‌های همراه، رایانه‌های شخصی و سایر حوزه‌ها کاربردهای مهمی دارند. این موارد نشان‌دهنده‌ی اهمیت انجام تحقیقات در ساخت انواع مختلف غشاهای مورد استفاده در این پیل‌های‌سوختی است.

به گفته‌ی دکتر مهدی عبداللهی، هدف این تحقیق، تهیه‌ی نوعی از غشاهای نانوکامپوزیتی تبادل پروتون است که در ساختار پیل‌های‌سوختی به کار می‌رود.

عبداللهی اهمیت این تحقیق را این‌گونه عنوان کرد: «غشاهایی که هم اکنون در پیل‌های‌سوختی مورد استفاده قرار می‌گیرند عمدتاً قیمت بالا و عمر مفید کوتاهی دارند. این در حالی است که روش ارائه شده در این کار برای تهیه‌ی غشاها، ساده و کم هزینه بوده و همچنین غشاهای سنتزی در مقایسه با انواع مشابه موجود در بازار مقاوم‌تر هستند.»

در صورت دستیابی به تولید انبوه و کاربرد این نوع غشا در ساختار پیل‌های‌سوختی، می‌توان گام مؤثری در کاهش آلودگی محیط‌زیست، استفاده از منابع انرژی نو و کاهش هزینه‌های مربوطه برداشت.

شیراز:
ارائه مدلی گرافیکی از برهم‌کنش داروی ضد ایدز با ویروس عامل این بیماری

پژوهش در ایران

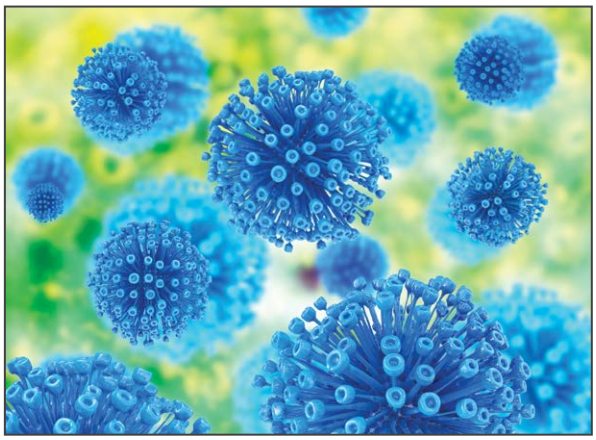
محققان دانشگاه پیام نور شیراز، مدلی گرافیکی ارائه داده‌اند که قادر است برهم‌کنش داروی ضد ایدز را با ویروس عامل ایجاد کننده‌ی این بیماری با دقت بالایی در اختیار قرار دهد. بدین‌ترتیب می‌توان با پیش‌بینی عملکرد این دارو، در جهت افزایش اثربخشی آن و کاهش عوارض جانبی این دارو گام برداشت.

ویژگی‌های خاص از فولرین و مشتقات آن، آن‌ها را در زمینه‌ی پزشکی بسیار کاربردی نموده است. از این مواد می‌توان در انتقال ژن، تصویربرداری رزونانس مغناطیسی و تحویل دارو استفاده کرد. با این وجود، کاربردهای فولرین در محیط‌های زیستی به دلیل حلالیت بسیار کم آن در حلال‌های قطبی محدود شده است.

به گفته‌ی دکتر سارا فخرایی، یکی از مهم‌ترین کاربردهای مشتقات فولرین، مهار ویروس نقص ایمنی بدن (HIV) است. در این طرح چند نانوساختار از مشتقات فولرین به عنوان داروی ضد ایدز معرفی گردیده و میزان تمایل آن‌ها به اتصال به آنزیم ایدز به صورت تئوری مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین عملکرد این داروهای پیشنهادی با دیگر داروهای متداول مورد استفاده مقایسه شده است. اگرچه این داروها به عنوان پتانسیل‌های مؤثر دارویی بطور تئوری معرفی گردیده است؛ اما با توجه به پیشرفت‌های اخیر آزمایشگاهی و تجربی در سنتز نانو داروها این مواد قابلیت سنتز در آزمایشگاه را خواهند داشت.

نتایج این تحقیق نشان داده که نانو داروهای پیشنهادی به عنوان پتانسیل‌های دارویی بازدارنده‌ی ایدز عملکرد مناسب‌تری دارند. نکته‌ی جالب توجه در این پژوهش ارائه‌ی روش گرافیکی دقیق برای بررسی برهم‌کنش داروها با بافت یا سلول هدف مثل آنزیم‌هاست. با توجه به سمی بودن مولکول فولرین بدون استخلاف، بکارگیری روش نظری ارائه شده به جای آزمایش‌های تجربی، می‌تواند ضمن افزایش اثر بخشی دارویی نانوساختار پیشنهادی، از اثرات مضر و مخرب این دارو جلوگیری کند.

فخرایی در ادامه در خصوص محاسبات صورت گرفته افزود: «این طرح، علاوه بر توصیف کیفی، یک توصیف کمی و نیز نمایش گرافیکی از دانسیته‌ی



الکترونی مسئول در برهم‌کنش‌های درون مولکولی و بین مولکولی ارائه می‌دهد. با این نظریه دید دقیق‌تری از نحوه‌ی عملکرد داروها بر آنزیم‌ها و یا عوامل بیماری‌زا حاصل می‌گردد. از این رو پیش‌بینی عملکرد ترکیبات دارویی در محیط‌های زیستی با صحت بیشتری همراه خواهد بود. استفاده از روش این تحقیق می‌تواند به عنوان یک روش تکمیلی، باعث تسریع مطالعات بر روی خواص داروها گردد. این روش باعث کاهش هزینه‌های حاصل از روش‌های تجربی می‌گردد. در ضمن می‌توان همانند مدلی که برای داروهای ضد ایدز ارائه داده شد، مدل‌سازی داروهای دیگر با اثر بخشی زیاد را برای سایر بیماری‌ها نیز انجام داد.»

این تحقیقات حاصل تلاش‌های دکتر سارا فخرایی- عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور مرکز شیراز و مریم سوری دانشجوی دکترای شیمی-فیزیک دانشگاه پیام نور مشهد و عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور مرکز بندر کنگان است. نتایج این طرح در مجله‌ی Journal of Molecular Modeling (جلد ۲۰، شماره ۱۱، سال ۲۰۱۴، صفحات ۲۴۸۶ تا ۲۴۹۵) به چاپ رسیده است.

در این طرح به منظور توسعه‌ی روش‌های نوین در تهیه‌ی غشاهای دما بالا، نوعی از غشاهای پلیمری تبادل پروتون نانوکامپوزیتی بر پایه‌ی پلی(وینیل الکل) و نانوذرات فیوم سیلیکای متصل شده به پلیمر آب‌دوست به روش ریخته‌گری محلول آبی تهیه شد. ساختار و عملکرد این غشاها به کمک آزمون‌های مختلف از جمله ارزیابی ظرفیت تبادل یون، میزان تورم غشا، میزان هدایت پروتون، خواص مکانیکی، SEM و EDX مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

به گفته‌ی این محقق، نتایج حاصله نشان دادند که حضور رشته‌های پلیمری آب‌دوست روی نانودرات فیوم سیلیکا منجر به افزایش ویژگی‌هایی مانند هدایت پروتونی و استحکام مکانیکی غشاهای پلیمری می‌شود که خود به معنای افزایش مقاومت و طول عمر این غشاها خواهد بود.



عبداللهی در پایان در خصوص مزیت نانوکامپوزیت مورد استفاده عنوان کرد: «نانوکامپوزیت‌های آلی/ معدنی به صورت همزمان ویژگی‌های ترکیبات آلی (مانند قابلیت اتصال، عامل‌دار شدن و غیره) و ترکیبات معدنی (مانند مقاومت بالا در برابر حرارت و غیره) را دارا هستند. از طرفی ابعاد نانو به این کامپوزیت‌ها امکان عامل‌دار شدن بیشتر در اثر بالا بودن نسبت سطح به حجم را می‌دهد. این امر به معنای بالاتر بودن توانایی تبادل پروتون و در نتیجه افزایش هدایت الکتریکی غشای حاصله خواهد بود.»

این تحقیقات حاصل همکاری دکتر مهدی عبداللهی- عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس، دکتر مرتضی روحانی، پریسا سالاری‌زاده و فاطمه رکابدار از پژوهشگاه صنعت نفت تهران است که نتایج آن در مجله‌ی Polymer Science بخش Polymer Membranes (جلد ۵۷، شماره ۵، سال ۲۰۱۵، صفحات ۶۶۷ تا ۶۷۴) به چاپ رسیده است.

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات:

تلاش برای دستیابی به پارچه‌های خودتمیز شونده با ماندگاری دائم خواص

پژوهش در ایران

محققـــان دانشـــگاه آزاد اســـلامی واحد علوم و تحقیقـــات در پژوهش‌هـــای خـــود موفق به تولید آزمایشـــگاهی منســـوجاتی بـــا خاصیت خودتمیزشـــوندگی شـــدند. ماندگاری و ثبات خواص ایـــن نمونه‌ها تا چندین بار شستشـــو از بین نخواهـــد رفت. در فراینـــد تکمیل این منسوجات از نانوذرات استفاده شده است.

اگرچه امروزه از نانـــوذرات مختلف در صنعت نساجی برای انجام عملیات تکمیلی متفاوت بر روی منسوجات اســـتفاده می‌شود؛ ولی همواره بحـــث ثبات و مانـــدگاری ایـــن ذرات بر روی پارچه مطرح اســـت. محققین در تلاش هستند تـــا خواص ثباتی این ذرات را بر روی منســـوج افزایش دهند.

در این پژوهش اثر عملیات پیش پلاســـما بر جذب نانـــوذرات دی‌اکســـیدتیتانیوم و خواص ثباتی آن بر منسوج پلی‌استری بررسی گردیده است.

دکتر شیلا شهیدی در خصوص اثر استفاده از عملیات پلاســـما بر خواص نهایی پارچه عنوان کرد: «نتایج نشان داد که این عملیات در بهبود خواص خود پاک شـــوندگی منســـوج و خواص ثباتی آن بســـیار مؤثر اســـت. در واقع می‌توان گفت با کمک عملیات پلاســـما سطح منسوج پلی اســـتری به راحتی اصلاح شده و نانوذرات بیشتری جذب منسوج می‌شـــوند و ماندگاری آن‌ها نیز بر روی منسوج تقویت می‌گردد.»

عموماً از مواد شـــیمیایی مختلـــف به منظور بهبود خواص ثباتی عملیـــات تکمیلی بر روی منســـوجات استفاده می‌شود. برخی از این مواد گران قیمت و مضر هســـتند. از طرفی عملیات بهبود خواص ثباتی با استفاده از آب و در مدت زمان طولانی انجام می‌شود. این در حالی است که بـــا کمک عملیات پلاســـما در مدت زمانی کوتاه، بدون اســـتفاده از آب و مواد شـــیمیایی می‌توان اصلاح ســـطحی را انجام داد و خواص ثباتی و ماندگاری را بهبود بخشـــید. همچنین کیفیـــت عملیات تکمیلی مورد نظر نیز بر روی منسوج بهبود می‌یابد.

به طـــور کلی می‌توان گفت عملیات پلاســـما ســـبب کاهش هزینه، افزایش سرعت عملیات، کاهش قیمت و اثرات جانبی می‌گردد و روشی

رفسنجان:

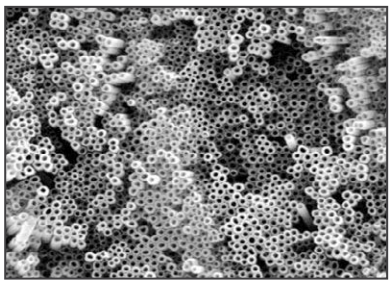
تلاش برای دستیابی به روشی ساده جهت ساخت نانوساختارهای دی‌اکسید تیتانیوم

پژوهش در ایران

پژوهشـــگران دانشـــگاه ولی عصر رفســـنجان با همکاری محققان دانشـــگاه صنعتی شـــریف موفق به ساخت آزمایشـــگاهی نانوساختارهای دی‌اکسید تیتانیوم شده‌اند. در این طرح تلاش شده تا از روشی ساده بدون نیاز به اعمال فشار بالا و دستگاه‌های پیچیده بهره گرفته شود.

در چند دهه‌ی گذشته، سنتز نانوساختارهای دی‌اکسید تیتانیوم به دلیل رفتارهای فیزیکی و شیمیایی خاص آن‌ها به طور گسترده‌ای بررسی شـــده اســـت. این مواد کاربردهای متنوعی از جمله در ساخت سلول‌های خورشیدی حساس شده با رنگ (DSSC)، ذخیره‌سازی هیدروژن، دستگاه‌های هیبریدی و فوتوکاتالیست‌ها دارند. در این طرح پژوهشی نیز ساخت و بهینه سازی نانولوله‌های اکســـید تیتانیوم با روشی ارزان و آسان مد نظر قرار گرفته است.

به گفته‌ی دکتر مسعود کریمی‌پور، روش‌های بسیاری برای ساخت نانوساختارهای دی‌اکسید تیتانیوم همانند ســـل-ژل، رســـوب شیمیایی بخار، هیدروترمال و اســـتفاده از امواج فراصوت به کار می‌رود. در میـــان روش‌های فوق، روش هیدروترمال مورد استقبال بیشتری قرار گرفته اســـت؛ چرا که ســـاده بوده و نیازی به امکانات گران‌قیمت ندارد. با این حال، هنوز هم خطرات قابل توجهی در کار با دستگاه اتوکلاو در طول



این روش ســـنتز وجـــود دارد. در این کار، یک روش بسیار ساده برای سنتز نانولوله و نانوالیاف دی‌اکسید تیتانیوم با تغییر روش هیدروترمال ارائه شده است.

کریمی‌پـــور معتقد اســـت با کنتـــرل اندازه‌ی اولیه‌ی ذرات، می‌توان به نانولوله‌هایی با شـــکل یکنواخت دست پیدا کرد. در این طرح با حذف دســـتگاه اتـــوکلاو و پایین آوردن فشـــار و دما نانولوله‌های اکسید تیتانیوم تولید شده است.

وی در ادامه افزود: «عوامل متفاوتی در ساخت نانولوله‌ی دی‌اکســـید تیتانیوم از جمله ماده‌ی اولیه، نســـبت مولی مواد، دمـــا و زمان فرایند هیدروترمال تأثیرگذار است. بنابراین در ابتدای این پژوهش به بررســـی اثر برخی از این عوامل و بهینه کردن شـــرایط برای تهیه نانولوله‌های دی‌اکســـید تیتانیوم پرداخته شد. در نتیجه‌ی این بررســـی‌ها ماده‌ی اولیه‌ی بهینه، نانوذره‌ی دی‌اکســـید تیتانیوم تشـــخیص داده شد. پس از تهیه‌ی نانوذره دی‌اکســـید تیتانیوم، تهیه‌ی نانولوله‌ی دی‌اکسید تیتانیوم مورد بررسی قرار گرفت و از نانوســـاختارهای دی‌اکسید تیتانیوم بدســـت آمده، در ساخت ســـلول خورشیدی حساس شده به رنگ استفاده شد.»

نانولوله‌های دی‌اکســـید تیتانیوم به دلیل دارا بودن ســـاختار لوله‌ای، سرعت انتقال حامل بار بسیار بالاتر و سطح ویژه‌ی فوق‌العاده بیشتری در مقایســـه با ذرات کروی دی‌اکسید تیتانیوم دارند. طبق نتایج اســـتفاده از این نانوساختارها منجر به افزایش بازده ســـلول خورشـــیدی به دلیل ســـطح مؤثر بالای جذب رنـــگ و انتقال مؤثر الکترون به بستر خواهد شد.

این تحقیقات حاصل تلاش‌های دکتر مسعود کریمی‌پور، دکتر مهدی ملایی- اعضای هیأت علمی دانشـــگاه ولـــی عصر(عج) رفســـنجان، پروفســـور نیمـــا تقوی‌نیا- عضـــو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف، مهندس محسن ملایی و ســـارا مشـــحون دانشـــجوی دکتری فیزیک دانشگاه صنعتی شریف است. نتایج این کار در مجلـــه‌ی Electronic Materials Letters (جلد ۱۱، شـــماره ۴، ســـال ۲۰۱۵، صفحات ۶۲۵ تا ۶۳۲) منتشر شده است.

کاملاً دوستدار محیط‌زیست است.

به گفته‌ی شهیدی، در این تحقیق ابتدا نمونه پارچه‌های پلی استری تحت عملیات شستشو و سفیدگری همزمان با شرایط استاندارد قرار گرفتند. سپس قسمتی از نمونه‌ها تحت عملیات پلاسما با گاز هوا قرار گرفتند. در ادامه نمونه‌ها تحت عملیات آغشته‌سازی با نانوذرات دی اکسید تیتانیوم قرار گرفتند. نمونه‌ها قبل و بعد از عملیات آغشته‌سازی، توسط روش‌های ارزیابی مختلف مانند طیف سنجی مادون قرمز، تفرق اشعه ایکس، میکروسکوپ الکترونی پویشی SEM، EDX و آزمون قطره مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین به منظور بررسی خواص خود پاک‌شوندگی، قسمتی از نمونه‌ها توسط رنگ متیلن بلو لکه‌گذاری شدند و برای مدت زمان‌های مختلف در معرض نور مستقیم خورشید قرار گرفتند. سپس تغییر رنگ نمونه‌ها توسط اسپکتروفتومتری انعکاسی مورد مطالعه واقع



شد. خواص خود پاک‌شوندگی بر روی منسوج پلاسما شده و آغشته شده به نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بعد از قرار گرفتن در معرض نور خورشید به خوبی قابل مشاهده است. از طرفی ماندگاری خاصیت خود پاک‌شوندگی بر روی منسوج پلاسما شده بسیار قابل توجه است.

این محقق در خصوص نحوه‌ی تأثیرگذاری عملیات پلاسما بر خواص نهایی محصول عنوان کرد: «طبق بررسی‌ها به کمک عملیات پلاسما، گروه‌های فعال شیمیایی بر روی منسوج ایجاد شده و همچنین سطح منسوج تا حدودی حکاکی فیزیکی شده و ناهمواری‌هایی بر روی سطح الیاف ایجاد می‌شود. همین دو مورد سبب افزایش جذب نانوذرات بر روی منسوج می‌گردد.»

نتایج این تحقیقات در مجله‌ی Micro & Nano Letters (جلد ۱۰، شماره ۸، سال ۲۰۱۵، صفحات ۴۰۸ تا ۴۱۳) به چاپ رسیده و حاصل همکاری دکتر شیلا شهیدی- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، مهندس محمد احمدی- کارشناس ارشد مهندسی نساجی از دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران، دکتر ابوسعید رشیدی و دکتر محمود قرآن نویس- اعضای هیأت علمی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران است.

اراک:

افزایش مقاومت به ضربه‌ی نوعی پلیمر با نانوذرات

پژوهش در ایران

پژوهشگران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، جهت افزایش مقاومت به ضربه‌ی گونه‌ای پلیمر پرکاربرد اقدام به استفاده‌ی همزمان از نانوذرات و رزین اپوکسی در ساختار آن نمودند. نانوکامپوزیت حاصل از استحکام ضربه‌ی بالاتری نسبت به نمونه‌های خالص برخوردار است.

پلی بوتیلن ترفتالات (PBT) یکی از متداول‌ترین پلیمرهای مهندسی نیمه بلورین است که از خواصی چون درجه و سرعت بلورینگی بالا، مقاومت شیمیایی خوب، پایداری حرارتی و خواص جریانی عالی برخوردار است. علاوه بر خواص مذکور این پلیمر بدلیل استحکام کششی بالا، پایداری ابعادی مناسب بویژه در برابر آب و مقاومت بالا در برابر هیدروکربن‌ها، کاربرد وسیعی در صنایع اتومبیل، صنایع الکتریکی و سایر کاربردهای مهندسی پیدا کرده است.

به گفته‌ی احسان کیانفر، با وجود مزایای ذکر شده، بدلیل استحکام ضربه‌ای پایین این پلیمر، توجه بسیاری از محققان و پژوهشگران برای رفع این نقیصه از طریق افزایش دمای تغییر شکل حرارتی(HDT) این پلیمر معطوف شده است. لذا در این طرح نیز برای رفع استحکام ضربه‌ی پایین این پلیمر به کمک نانوذرات و رزین‌های مناسب تلاش شده است.

کیانفر در خصوص روش‌های معمول جهت بهبود



این ویژگی عنوان کرد: «عموماً سه طریق برای رفع و اصلاح استحکام ضربه‌ی پایین پلیمرها مطرح است. این روش‌ها شامل کوپلیمری کردن، آلیاژسازی با سایر پلیمرها و استفاده از پرکننده‌های معدنی و افزودنی‌های مناسب است. در این طرح، به مطالعه و بررسی ارتباط بین عوامل مؤثر بر تشکیل و کنترل ساختار و خواص رئولوژیکی آلیاژهای سه تایی بر پایه پلی بوتیلن ترفتالات/ رزین اپوکسی/ نانوذرات رس پرداخته است.»

آمیختن پلیمرها یا همان آلیاژسازی، معمولاً اقتصادی‌تر از توسعه‌ی پلیمرهای جدید است؛ زیرا به کمک آن می‌توان استفاده بهتر و بیشتری از پلیمرهای مهندسی کرد. همچنین اختلاط پلیمر مورد نظر با گونه‌های ارزان قیمت و پلیمرهایی که اثرات هم‌افزایی دارند، منجر به دستیابی به آلیاژهایی با کارآیی بالاتر خواهد شد.

طبق نتایج حاصل شده نشان داده که در آلیاژPBT/ اپوکسی، اضافه کردن عامل پخت یا همان اپوکسی موجب افزایش مدول کششی آلیاژ نهایی خواهد شد. همچنین نانورس دارای سختی بیشتر نسبت به ماتریس پلیمری است. لذا قرارگرفتن و پخش و توزیع نانورس در پلیمر منجر می‌شود که نانوکامپوزیت نسبت به PBT خالص در برابر کشش مدول و استحکام بیشتری داشته باشد.

کیانفر معتقد است از طریق تبیین هر چه دقیق‌تر ارتباط بین عوامل مؤثر بر تشکیل و کنترل ساختار و خواص رئولوژیکی این آلیاژ می‌توان شرایط بهینه جهت تولید این دسته از آلیاژها را مشخص و تدوین کرد. این امر هم از لحاظ توسعه و بسط علمی این زمینه از آلیاژها و هم از لحاظ دانش فنی و کاربردی دارای اهمیت است.

این تحقیقات از همکاری احسان کیانفر- دانشجوی دکترای مهندسی شیمی، بهنام کوهستانی- دکترای مهندسی شیمی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، سید علی حسن رضوی کیا- دانشجوی دکترای مهندسی شیمی از دانشگاه آزاد یاسوج و همکارانشان حاصل شده است. نتایج این کار در مجله‌ی MEANJIN - Arts & Humanities Journal (جلد ۷، شماره ۲، سال ۲۰۱۵، صفحات ۱۵۳ تا ۱۶۲) منتشر شده است.

زنجان:
بررسی چگونگی برهم‌کنش نانوذرات با غشای سلول در ورود به سلول‌ها

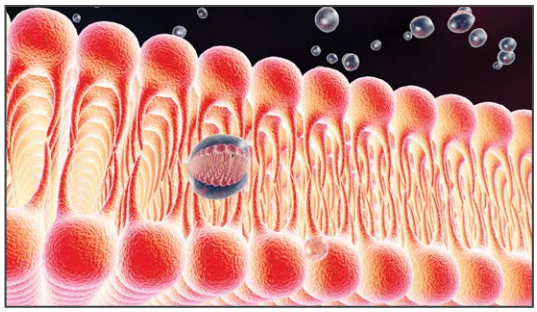
پژوهش در ایران

پژوهشگران دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه‌ی زنجان در طرحی تحقیقاتی به بررسی برهم‌کنش نانوذرات با غشای سلول‌ها پرداخته‌اند. نتایج این تحقیقات از نظر درک نحوه‌ی عملکرد نانوداروها بر سلول‌های هدف و افزایش اثرات درمانی حائز اهمیت خواهد بود.

در صنایع داروسازی و پزشکی، درک سیستم ایمنی بدن و چگونگی جذب دارو در سلول‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همین مسأله تلاش بسیاری از محققین را در درک بیشتر برهم‌کنش ذرات با غشای سلول برانگیخته است. این امر به خصوص در زمینه‌ی تشخیص و تمیز دادن سلول‌های سالم از ناسالم، مثل سلول‌های سرطانی، اهمیت بیشتری دارد. در این کار برهم‌کنش نانوذرات استوانه‌ای با غشای سلول مورد بررسی قرار گرفته است.

به گفته‌ی دکتر سید محمود هاشمی، غشای سلول در ورود ذرات به سلول کاملاً کنترل شده عمل می‌کند و اجازه‌ی ورود هر ذره‌ای را به درون سلول نمی‌دهد. این کار از طریق زائده‌هایی روی ذره و حسگرهایی روی غشای سلول، که به آن‌ها ساختارهای لیگاند-گیرنده گفته می‌شود، انجام می‌گیرد.

وی در ادامه افزود: «فاصله‌ی لیگاندها از یکدیگر از مرتبه‌ی نانومتر است. در صورتی که لیگاندها بتوانند برهم‌کنش مناسبی با گیرنده‌های غشای سلول پیدا کنند، باعث چسبیدن غشای سلول به ذره شده و در نهایت ذره وارد سلول می‌شود. البته در این پدیده، اسکلت زیر غشای سلول (سایتوسکلتون) نیز نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند.»



نتایج این طرح، برهم‌کنش نانوذرات استوانه‌ای و سلول را به صورت یک نمودار فاز نشان می‌دهد. این نمودار، شرایط دربرگیری ذره از قبیل عدم دربرگیری، دربرگیری جزئی و دربرگیری کامل ذره را بر حسب چسبندگی غشا-سایتوسکلتون و غشا-ذره نشان می‌دهد. به طور کلی طبق این نمودار فاز، حداکثر زاویه‌ی دربرگیری جزئی ذره مستقل از چسبندگی غشا-ذره بوده و فقط تابع چسبندگی غشا-سایتوسکتون است.

هاشمی معتقد است به کمک این نمودار می‌توان روشی غیرمستقیم برای بررسی چگونگی برهمکنش سایتوسکلتون با غشای سلول را پیشنهاد کرده و چگونگی عبور ذره از غشا سلول را دسته‌بندی نمود. بدین ترتیب با درک ساز وکار برهمکنش لیگاندها، با گیرنده‌های غشای سلولی به کمک نمودار ارائه شده می‌توان گام مؤثری در پژوهش‌های پزشکی در زمینه‌ی کارکرد سیستم ایمنی بدن برداشت.

این تحقیقات حاصل تلاش‌های دکتر سید محمود هاشمی- دانش‌آموخته‌ی فیزیک دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، دکتر فرشید محمدرفیعی- عضو هیأت علمی این دانشگاه و دکتر پی‌یر سانس از انستیتوی کوری پاریس است. نتایج این کار در مجله‌ی Journal of The Royal Society Interface (جلد ۱۱، شماره ۱۰۰، سال ۲۰۱۴، صفحات ۱ تا ۸) به چاپ رسیده است.

دانشگاه آزاد اسلامی:
ساخت آزمایشگاهی نانوفیلم اکسید روی به کمک دستگاه پلاسمای کانونی

پژوهش در ایران

پژوهشگران دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، به منظور ایجاد فیلم‌های نانوساختار از روشی استفاده کرده‌اند که در زمان اندک و در دمای محیط قادر به تولید این فیلم‌هاست. در این تحقیقات اثر ضخامت بر خواص الکترونیکی و نوری این فیلم‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

در دهه‌های گذشته، نانو ساختارها و لایه‌های نازک اکسید روی، به دلیل ویژگی‌های مناسب خود توجه زیادی را دریافت کرده‌اند. اکسید روی یک گزینه‌ی مطلوب برای دستگاه‌های نوری با طول موج کوتاه است. همچنین ساختارهای مبتنی بر اکسید روی در حوزه‌های مختلف همانند آشکارسازهای UV، حسگرها، فیلترها و سلول‌های‌خورشیدی نیز به کار می‌روند.

انواع زیادی از روش‌ها برای ساخت فیلم‌های نازک اکسید روی استفاده شده است. از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به رسوب لیزر پالسی، رسوب لیزر اتمی، رسوب بخار شیمیایی و سل - ژل اشاره کرد. این پژوهش‌ها به منظور بررسی اثر روش ساخت و عوامل دخیل در آن، بر خواص ساختاری، ظاهری، نوری و الکتریکی فیلم‌های نازک اکسیدروی انجام شده است. در این تحقیق، تلاش شده تا تولید فیلم نازک اکسید روی در دمای محیط، با استفاده از دستگاه پلاسمای کانونی (Plasma Focus) مورد ارزیابی قرار گیرد.

به گفته‌ی محمدتقی حسین‌نژاد، استفاده از دستگاه پلاسمای کانونی(PF) به منظور رشد لایه‌های نازک، روشی است که به تازگی مورد توجه محققین قرار گرفته است. این روش بر اساس کندوپاش نانوذرات روی (Zn) و برهم‌کنش‌های شیمیایی آن‌ها با یون‌های اکسیژن حاصل از فروپاشی پلاسمای داغ اکسیژن است که در دستگاه پلاسمای کانونی تولید می‌شود.

وی در ادامه در خصوص مزایای این روش افزود: «یکی از ویژگی‌های منحصر بفرد رشد لایه‌های نازک با استفاده از دستگاه پلاسمای کانونی، عدم نیاز به گرم کننده به منظور گرم نمودن زیرلایه است. ضمناً رشد لایه با ضخامت دلخواه و چسبندگی قابل توجه در زمان اندک، از دیگر مزایای این روش محسوب می‌شود. در بسیاری از

سنندج:
اندازه‌گیری گونه‌ای پروتئین در نمونه‌های حقیقی به کمک نانوزیست‌حسگر آزمایشگاهی

پژوهش در ایران

پژوهشگران دانشگاه کردستان در تحقیقات خود نمونه‌ی آزمایشگاهی نانوزیست‌حسگری طراحی کرده‌اند که قادر است با دقت بالایی گونه‌ای پروتئین را در نمونه‌های حقیقی اندازه‌گیری کند. حسگر طراحی شده حد تشخیص پایینی دارد. پروتئین مورد بررسی در این تحقیق نقش ضدباکتری داشته و میزان غیرطبیعی آن در بدن نشانگر بیماری‌های خاصی است.

لیزوزیم پروتئینی است که در بافت‌ها و ترشحات بدن پستانداران و سفیده‌ی تخم پرندگان به وفور یافت می‌شود. نقش بارز لیزوزیم خاصیت ضد میکروبی آن است. در واقع این ماده یک آنتی‌بیوتیک طبیعی است که به درمان بسیاری از بیماری‌ها کمک می‌کند.

به گفته‌ی دکتر عبدالله سلیمی، غلظت غیر طبیعی لیزوزیم در سرم خون و ادرار می‌تواند نشان‌دهنده‌ی انواع بیماری‌ها از قبیل لوسمی، بیماری‌های کلیوی و مننژیت باشد. همچنین لیزوزیم به دلیل داشتن فعالیت علیه سلول‌های باکتریایی، ساختار مشخص و وزن مولکولی کم، نسبت به سایر پروتئین‌ها کاربرد گسترده‌تری در صنایع غذایی و پزشکی نیز دارد. بنابراین اندازه‌گیری آن از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. لذا در این پژوهش یک نانو زیست‌حسگر بر پایه‌ی نانو ذرات طلا برای اندازه‌گیری لیزوزیم طراحی و ساخته شده است.

سلیمی در ادامه در خصوص ویژگی‌های حسگر ساخته شده افزود: «طراحی و ساخت این زیست حسگر به گونه‌ای صورت گرفته که نمونه‌ی سنتز شده از حساسیت بالا با گستره‌ی خطی بسیار وسیع و تکرارپذیری مناسب برخوردار است. از طرفی گزینش‌پذیری بالا و حد تشخیص بسیار پایین و همچنین کارایی آن در بررسی نمونه‌های حقیقی از دیگر ویژگی‌های این حسگر است.»

طبق بررسی‌های صورت گرفته، به کمک این حسگر امکان سنجش دقیق و نسبتاً سریع پروتئین لیزوزیم در نمونه‌های حقیقی و زیستی از جمله سفیده‌ی تخم پرندگان وجود دارد که اهمیت بسیار بالایی در صنایع غذایی، دارویی و درمانی دارد.

این روش سنجش کم هزینه بوده و بدون استفاده از معرف‌های خاص انجام می‌گیرد و به راحتی می‌توان آنرا برای تشخیص مقادیر بسیار جزیی لیزوزیم بکار برد.

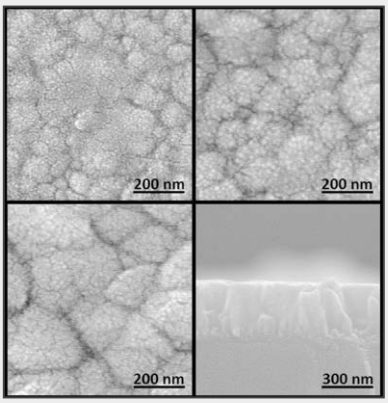
سلیمی نحوه‌ی ساخت این نانوزیست حسگر را بدین شرح بیان کرد: «برای ساخت این حسگر، نانو ذرات طلا توسط روش الکترو انباشت بر روی سطح الکترود کربن شیشه‌ای تثبیت گردید. نانو ذرات طلا بستر بسیار مناسبی برای تثبیت مولکول‌های هدف بر روی سطح الکترود را فراهم می‌کند. همچنین با تثبیت ترکیب تمایلی مس- ایمینودی استیک اسید بر روی سطح نانوذرات طلا، امکان سنجش لیزوزیم در نمونه‌های حقیقی فراهم می‌شود. در روند مطالعات از روش‌های SEM، طیف بینی امپدانس الکتروشیمیایی، ولتامتری چرخه‌ای و ولتامتری پالس تفاضلی برای شناسایی و بررسی مراحل ساخت زیست حسگر استفاده شده است.»

دکتر عبدالله سلیمی - عضو هیأت علمی دانشگاه کردستان و عباس عرب‌زاده - دانشجوی دکترای شیمی تجزیه از این دانشگاه در انجام این طرح همکاری داشته‌اند و نتایج آن در مجله‌ی Biosensors and Bioelectronics (جلد ۷۴، سال ۲۰۱۵، صفحات ۲۷۰ تا ۲۷۶) به چاپ رسیده است.

روش‌های دیگر لایه‌نشانی، این امر جزو مشکلات فرایند رشد لایه محسوب می‌شود.»

در این تحقیق لایه‌های اکسید روی با ضخامت‌های مختلف رشد داده شده‌اند و اثر تغییرات ضخامت بر خواص ساختاری، ظاهری، نوری و الکتریکی این لایه‌ها بررسی گردیده است. خواص ذکر شده به کمک روش‌های SEM، XRD و AFM مورد ارزیابی قرار گرفته است. لازم به ذکر است که یکی از مهم‌ترین اهداف مجریان این طرح، امکان‌سنجی رشد لایه‌های اکسید روی با استفاده از این روش بوده است.

به گفته‌ی حسین‌نژاد، نتایج نشان داده که با استفاده از این روش می‌توان لایه‌های نازک اکسید روی را با ضخامت دلخواه بر روی سطح رشد داد. بررسی‌های ساختاری و ظاهری نمونه‌ها نیز نشانگر کیفیت مطلوب آن‌ها بود. چسبندگی بسیار بالای لایه‌ها به علت انرژی بسیار بالای یون‌ها در حین فرایند لایه‌نشانی رخ داده است.



همچنین با تغییر در تعداد شات‌ها، خواص لایه‌ها متفاوت می‌شود. این در حالی است که آزمون‌های مرتبط با خواص نوری و الکتریکی لایه نشان می‌دهد که با افزایش تعداد شات‌ها، رسانندگی الکتریکی و پهنای انرژی دست‌خوش تغییرات چشم‌گیری می‌شوند.

حسین‌نژاد معتقد است ازآنجا که در این روش ذرات یونی و اتمی، با انرژی بسیار بالایی با سطح زیرلایه برخورد می‌کنند، می‌توان از آن برای برخی محصولات میکروالکترونیک که نیازمند کاشت یون با انرژی و عمق نفوذ بالایی هستند، استفاده کرد. همچنین این روش به دلیل کندوپاش با حجم زیاد و زمان بسیار اندک، می‌تواند به منظور رشد لایه‌های ضخیم نیز بکار رود.

این تحقیقات حاصل همکاری محمدتقی حسین‌نژاد- دانشجوی دکترای فیزیک پلاسما، مرضیه شیرازی- دانشجوی دکترای مهندسی فناوری نانو، پروفسور محمود قرآن‌نویس، دکتر محمدرضا حنطه‌زاده و دکتر الهام دارابی- اعضای هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران است. نتایج این کار در مجله‌ی Ceramics International (جلد ۴۱، سال ۲۰۱۵، صفحات ۱۵۰۲۴ تا ۱۵۰۳۳) به چاپ رسیده است.

تبریز:
افزایش مقاومت به ضربه‌ی پلیمر پلی پروپیلن به کمک نانوذرات

پژوهش در ایران

محققان دانشـگاه صنعتی سهند تبریز موفق به سـاخت نمونه‌های آزمایشـگاهی از پلیمری شده‌اند که مقاومت به ضربه‌ی آن به دلیل وجود نانوذرات افزایش یافته است. نتایج این طرح در صورت دستیابی به تولید انبـوه در صنایع مختلف از جمله خودروسـازی، پزشکی و الکترونیکـی قابـل کاربرد خواهد بود.



پلـی پروپیلـن یکـی از پرکاربردترین مواد پلیمری اسـت که بطور وسـیع در زمینه‌های مختلف مهندسی و غیرمهندسی مورد استفاده قـرار می‌گیرد. بـا این حال، این مـاده دارای ضعف‌هایی اسـت که گسـتره‌ی کاربردی آن را محدود می‌سازد. شـکنندگی تحت بارهای ضربه‌ای مهم‌ترین ضعف پلی پروپیلن اسـت. این ماده تحـت بارهای ضربه در دمای محیط و همچنین در دماهای پایین‌تر از دمای محیط بصورت کاملا ترد می‌شـکند. هـدف اصلی از انجام این کار تحقیقاتی اصلاح و بهبود خواص مکانیکی پلی پروپیلن بوده است.

مجیـد مهرابی مزیـدی در خصوص نحوه‌ی دسـتیابی به این هدف عنوان کـرد: «در این طـرح از یک فـاز لاسـتیکی به همراه نانوذرات کربنات کلسـیم، برای بهبود همزمـان مقاومت در برابر ضربه و سـفتی ماتریس پلی پروپیلن استفاده شد.»

نتایـج حاصل از مطالعـات اولیه نشـان داده اسـت که بـا اعمال شرایط فرآیندی مناسب در تهیه‌ی محصـول و با افـزودن نانو ذرات کربنات کلسـیم نـه تنها می‌توان میزان مقاومت در برابـر ضربه‌ی پلی پروپیلن را افزایـش داد، بلکه از افـت در دیگر خواص مطلوب و مهندسی ماده‌ی حاصل نیز جلوگیری می‌شود.

ایـن محقق در توضیح دقیق‌تـر نتایج عنوان کرد: «اسـتفاده‌ی همزمان از فاز لاسـتیکی و فاز پرکننده‌ی نانومتری کربنات کلسیم میزان

شیراز:
امکان شناسایی خواص نانوساختارهای مختلف به کمک طیف‌سنجی رامان

پژوهش در ایران

پژوهشـگران دانشـگاه شـیراز و پژوهشگاه دانش‌هـای بنیادی، در یـک مطالعه‌ی مروری به بررسـی رابطـه‌ی بین فرکانـس حاصل از طیف‌سـنجی رامـان و خواص و مشـخصات نانوسـاختارهای مختلـف پرداخته‌انـد. نتایج این کار کمـک مؤثری در رفع نیـاز محققان و تولیدکننـدگان نانوسـاختارها بـه انجـام آزمایش‌هـای متعدد و پرهزینه بـرای تعیین خواص این نانومواد خواهد کرد.

در سال‌های اخیر توسعه‌ی فناوری‌نانو موجب سـاخت انواع نانومواد با هندسه و ساختارهای متفاوت گردیده اسـت. این نانوساختارها شامل فولرین‌ها، نانولوله‌های کربنی یک و چند دیواره، صفحات گرافن، نانوذرات، نانو سـیم‌ها و غیره اسـت. یکی از مهم‌تریـن دغدغه‌های محققان پس از تولید نانوساختارها، شناسایی و تخمین ویژگی‌های آن‌هاست.

به گفته‌ی دکتر اسـمعیل قوانلـو با توجه به ابعاد این ذرات، مشـاهده و اندازه‌گیری خواص آن‌هـا با اسـتفاده از روش‌های مسـتقیم غیر ممکن و یا بسـیار سـخت و پر هزینه است. از ایـن رو یافتن روش‌های سـاده و ارزان جهت شناسایی ویژگی‌های این مواد از اهمیت زیادی برخوردار اسـت. این طرح به مطالعه‌ی مروری روشی کاربردی در شناسایی انواع نانوساختارها می‌پردازد.

نتایـج این مطالعه امکان شناسـایی و تعیین خـواص مکانیکی نانومواد مختلـف را با صرف هزینه‌ی بسیار کم امکان‌پذیر کند.

قوانلو در خصوص این روش شناسـایی عنوان کرد: «یکی از مؤثرتریـن آزمایش‌های صورت گرفته جهت شناسایی نانوساختارها طیف‌سنجی رامـان اسـت. از مهم‌تریـن نتایجـی کـه از ایـن طیف‌سـنجی حاصل می‌شـود، فرکانس RBM یا مود تنفسی –شعاعی است. با استفاده از این فرکانس امکان تعیین اندازه و خواص این مواد امکان‌پذیر می‌شود.»

وی در ادامـه افزود: «مطالعات متعددی جهت تعیین این فرکانس برای نانولوله‌های کربنی به انجام رسیده است و بسیاری از محققان معتقد هستند که این فرکانس تنها در این نانوساختار قابل مشـاهده اسـت. این در حالیست که در سال‌های اخیر وجود این مود ارتعاشی در طیف رامان سایر نانوساختارها نیز مشاهده شده است. با توجه به این مهم، در پژوهش حاضر ارتعاشات انواع نانوساختارها به جهت تعیین مشخصه‌های ساختاری و مکانیکی آن‌ها بصورت جامع بررسی گردیده است.»

همان‌گونه که اشاره شد این پژوهش، به بررسی مطالعات تئوری و عملی اخیر صورت گرفته در فرکانس‌های RBM نانوسـاختارها با شکل‌های مختلف می‌پردازد. به نظر می‌رسد یک تناظر یک به یک بین ویژگی‌های هندسی نانوساختارها و فرکانـس RBM آن‌ها وجود دارد. لذا یک نمای کلی از فرکانس RBM نانوسـاختارهای کربنی، نانـوذرات کـروی و نانوسـیم‌ها و خصوصیات هندسی آن‌ها ارائه شده است.

این تحقیقات حاصل تلاش‌های دکتر اسمعیل قوانلو، دکتر سید احمد فاضل‌زاده- اعضای هیأت علمی دانشگاه شیراز و دکتر هاشم رفیعی‌تبار- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و پژوهشـگاه دانش‌های بنیادی است. نتایـج ایـن کار در مجلـه‌ی International Materials Reviews (جلد ۶۰، شماره ۶، سال ۲۰۱۵، صفحات ۳۱۲ تا ۳۲۹) به چاپ رسیده است.

مقاومت در برابر ضربه پی پروپیلن را نزدیک به پنج برابر بیشتر از نمونه‌ی پلی پروپیلن خالص افزایش داده است. این بهبود مقاومت در برابر شکست می‌تواند محدودیت‌های موجود برای کاربرد پلی پروپیلن را تا حدودی برطرف ساخته و در نتیجه دامنه‌ی کاربرد آن را افزایش دهد.»

لذا در صورت دستیابی به تولید انبوه از این ماده‌ی اصلاح شده می‌توان در صنایع مختلف از جمله صنایع خودروسازی، پزشکی، ابزار آلات و لوازم خانگی، قطعات الکتریکی و الکترونیکی بهره برد.

به گفته‌ی مهرابی مزیدی، در این کار تحقیقاتی از پلیمر لاستیکی آکریلونیتریل-بوتادایین-استایرن به همراه نانو ذرات کربنات کلسیم به منظور اصلاح خواص پلی پروپیلن استفاده شده است. فاز لاستیکی به منظور بهبود استحکام ضربه بکار برده شده است. از طرفی اثر فاز صلب نانومتری (کربنات کلسیم) نیز در افزایش میزان مدول و سفتی ماده، بهبود استحکام ضربه و همچنین به حداقل رساندن اثرات نامطلوب فاز لاستیکی بر روی مدول و استحکام ماده بوده است. علاوه بر این خواص، فاز پرکننده‌ی نانومتری می‌تواند به فرآیند پذیری، قالب‌گیری قطعه، کاهش آب‌رفتگی قطعه و کاهش هزینه‌ی محصول نیز کمک کند.

مکانیزم بهبود مقاومت ضربه‌ای ایجاد شده توسط نانو ذره استفاده شده در این تحقیق وقوع فرآیند حفره‌زایی اطراف این ذرات و آزاد شدن تنش‌های متمرکز شده بر روی ماتریس اطراف و همچنین در بین ذرات است که تغییر شکل ماتریس را به همراه دارد.

مطالعه ریزساختار این نانوکامپوزیت‌ها نشان داده است که پخش بسیار همگن و یکنواختی از نانوذرات در ماتریس پلی پروپیلن وجود دارد. بررسی ساختار نانوکامپوزیت نیز مشخص ساخته که فازهای پراکنده لاستیکی و نانو ذرات کربنات کلسیم بطور جداگانه در درون ماتریس پلی پروپیلن توزیع شده‌اند. رفتار شکست و میکرومکانیسم‌های چقرمگی در نمونه‌های مختلف به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح شکست نمونه‌های شکسته شده در طول آزمون ضربه مطالعه شده است.

مهرابی مزیدی در پایان گفت: «هم اکنون بطور وسیعی از پلیمرهای لاستیکی بر پایه اتیلن-پروپیلن برای افزایش چقرمگی و مقاومت در برابر شکست پلی پروپیلن استفاده می‌شود. این مواد در داخل تولید نمی‌شوند و عمدتاً وارداتی هستند. در حالی که دانش تولید پلیمر لاستیکی آکریلونیتریل-بوتادایین-استایرن در داخل موجود بوده و هم اکنون چندین شرکت پتروشیمی آن را تولید می‌کنند. با این حال جهت حصول خواص مناسب، استفاده از این فاز لاستیکی نیازمند بکارگیری یک عامل سازگارکننده نیز هست. لذا امکان تجاری‌سازی این طرح دور از انتظار نیست.»

این تحقیقات حاصل تلاش‌های مجید مهرابی مزیدی- دانشجوی دکترای مهندسی پلیمر-صنایع پلیمر در دانشگاه صنعتی سهند تبریز، مهندس امید مومن و مهندس ندا جهانگیری-کارشناسان ارشد مهندسی پلیمر-صنایع پلیمر از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز است. نتایج این کار در مجله‌ی Polymer Bulletin (جلد ۷۲، شماره ۱۱، سال ۲۰۱۵، صفحات ۲۷۵۷ تا ۲۷۸۲) به چاپ رسیده است.

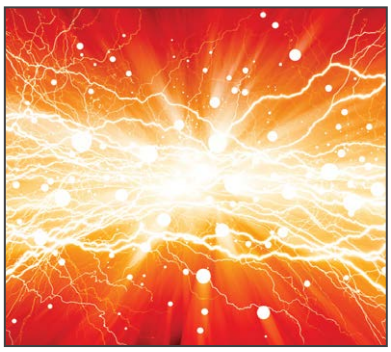
ارائه‌ی مدلی جهت طراحی و ساخت نانوابزارهای الکترونیکی

پژوهش در ایران

پژوهشگر دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه با همکاری محقق دانشگاه آزاد قزوین در طرحی تئوری، مدلی را جهت طراحی و ساخت کلیدهای الکترونیکی پیشنهاد داده‌اند. این نتایج می‌تواند راهکار مناسبی در دستیابی به تجهیزات و قطعات در ابعاد نانومتری جهت کاربرد در حوزه‌های برق و رایانه، مخابرات و علوم زیستی باشد.

در ساخت تجهیزات الکترونیکی نظیر ترانزیستورها، کوچک‌سازی یک اقدام لازم برای افزایش سرعت محاسبات در حجم کوچک است. اما بدلیل مشکلات ساختاری، این کوچک‌سازی بدون استفاده از نانوساختارها نظیر نانوسیم‌ها، نقاط کوانتومی، نانولوله‌های کربنی و گرافن امکان پذیر نیست. از این‌رو مطالعات گسترده‌ای در جریان است تا ویژگی‌های این ساختارها مشخص گردد.

دکتر پیمان نایبی، با اشاره به اینکه یکی از حوزه‌های تحقیقاتی اخیر، طراحی و ساخت قطعات بر پایه‌ی نانوساختارهاست، عنوان کرد: «در این پژوهش، برای اولین بار یک کلید با استفاده از یک پیوندگاه متشکل از نانوسیم سیلیکونی و نانولوله‌ی کربن طراحی شد. نتایج



محاسبات و شبیه‌سازی‌ها نشان داده با تغییر شکل پیوندگاه، مثلاً در اثر اعمال فشار، جریان الکتریکی عبوری از آن تغییر می‌کند. از این‌رو می‌توان دو حالت روشن و خاموش را ایجاد کرد.»

به گفته‌ی این محقق، بررسی انواع پیوندگاه‌ها در حوزه‌ی نیمه‌هادی‌ها و الکترونیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردارست. در واقع تمامی قطعات نظیر دیودها و ترانیستورها از یک یا چند پیوندگاه تشکیل شده‌اند. در این کار، نوع جدیدی از پیوندگاه معرفی شده است که می‌تواند در ساخت نانو ترانزیستورها و قطعات اپتو الکترونیکی مورد استفاده قرار گیرد.

این نتایج تئوری می‌تواند در طراحی و ساخت قطعات نظیر کلیدها در علوم الکترونیک و صنایع مرتبط با میکروالکترومکانیک و فناوری مدارات مجتمع (VLSI) به کار رود. با توجه به سرعت بالای این کلید و حساسیت آن به تغییر شکل پیوندگاه به میزان چند نانومتر می‌توان فشارهای بسیار کم، حرکت‌ها و جابجایی‌هایی در حد نانومتر را آشکار نمود که کاربردهای فراوانی در ساخت انواع آشکارسازها و حسگرها دارد.

نایبی معتقد است با توجه ساختار پیوندگاه پیشنهاد شده در این طرح، که بر مبنای نانوساختارهاست، می‌توان انتظار داشت که در صورت تکمیل مطالعات و دستیابی به فناوری ساخت، شاهد ترانزیستورهایی با ابعاد کوچک و سرعت بالا بود.

این تحقیقات حاصل تلاش‌های دکتر پیمان نایبی- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد واحد ساوه و دکتر اسماعیل زمین‌پیما- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد واحد قزوین است که نتایج آن در مجله‌ی Computational Materials Science (جلد ۱۱۰، سال ۲۰۱۵، صفحات ۱۹۸ تا ۲۰۳) به چاپ رسیده است.

فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی



احسان خوش‌کلام، ملیحه طالبی اتوئی، میثم بخشی‌گنجه، فتحا... احمدی‌گل، محمد مفتاحی
گروه ترویج صنعتی فناوری‌نانو در حوزه کشاورزی، صنایع غذایی، محیط‌زیست و صنایع وابسته
Agrofood@nano.ir

۱ کشاورزی و فناوری‌نانو

کشاورزی به عنوان فرآیند تولید محصولات غذایی با استفاده از کشت گیاه و پرورش دام، شناخته می‌شود. این صنعت به عنوان یکی از ارکان مهم اقتصادی کشورهای توسعه یافته محسوب می‌شود و حیات و ممات برخی از این کشورها در گرو کشاورزی است. با افزایش جمعیت جهان، نیاز به غذا و محصولات کشاورزی به شدت در حال افزایش است، به طوری‌که سازمان خوار و بار جهانی (FAO) پیش‌بینی کرده است که با افزایش روزافزون جمعیت در سال ۲۰۵۰، سالانه ۲۰۰ میلیون تن غذا و محصولات کشاورزی مورد نیاز است [۱]. اما در اثر عواملی چون تغییرات آب و هوایی، محدود شدن منابع آب و خاک، افزایش آلودگی محیط‌زیست و افزایش بیماری‌های گیاهی، مشکلاتی در زمینه کشاورزی و تولید غذای کافی و سالم به وجود می‌آید. لذا کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی و امنیت غذایی در این بین به خطر خواهد افتاد. از این رو دانشمندان برای غلبه بر این مشکلات ابزارهای گوناگونی به کار می‌برند که از جمله آن می‌توان به فناوری نانو اشاره نمود. این فناوری قابلیت متحول ساختن صنعت کشاورزی را از طریق تهیه فرمولاسیونی جدید برای سموم و کود، شناسایی و تشخیص بیماری‌های گیاهی، تامین آب مورد نیاز کشاورزی، مدیریت و اصلاح خاک و بهداشت دام واصلاح نژاد دارد. به طور کلی، فناوری نانو با بهینه کردن مصرف نهاده‌های کشاورزی هم‌چون آب، کود، سم و کاهش پساب و آلودگی‌ها، می‌تواند سهم بسزایی در رونق روزافزون این صنعت داشته باشد. این گزارش سعی دارد، مروری اجمالی بر مزیت‌های فناوری نانو در بخش‌های مختلف کشاورزی داشته باشد.

۲ خاک

خاک از منابع اصلی تولیدات کشاورزی محسوب شده، لذا حفظ سلامتی و حاصل‌خیزی آن به منظور تولید پایدار حائز اهمیت بسیار است. میزان عناصر غذایی و رطوبت موجود در خاک همیشه باید در حد مطلوب بوده و میزان مواد آلاینده (فلزات سنگین، سموم و غیره) به حداقل ممکن کاهش یابد. فناوری نانو می‌تواند کمک شایانی به بهبود این روند داشته باشد که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

۱.۲ تغذیه گیاه و حاصل‌خیزی خاک

میزان عناصر غذایی خاک باید در حد مناسب باشد و بتواند این عناصر غذایی را به خوبی در اختیار گیاه قرار دهد. یکی از راه‌های تامین عناصر غذایی خاک، استفاده از کودهای مناسب است. مصرف کودها علاوه بر افزایش تولید، باید کیفیت محصولات کشاورزی را نیز ارتقاء دهد. نکته دیگرعدم ایجاد آلودگی محیط‌زیست توسط کود است؛ زیرا در غیر این صورت سلامتی انسان، جانوران و گیاهان به خطر خواهد افتاد. فناوری‌نانو با تغییر و اثرگذاری در فرمولاسیون کودها و تولید موادی با ویژگی‌های مناسب و منحصر به فرد (نانوکود شیمیایی، نانوکود آلی و نانوکود بیولوژیک) می‌تواند نقش مهمی را در این زمینه ایفا کند و استفاده از این فناوری در تولید کود، سبب افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش روند تخریب محیط‌زیست می‌گردد. مزیت‌های استفاده از این نانوکودها عبارتند از:

- با تغییر دادن فرمولاسیون کودها می‌توان کودهای هوشمند تولید کرد، به طوری‌که

سرعت رهاسازی عناصر غذایی کود مطابق با الگوی جذب گیاه باشد.
- تولید کودهایی حاوی عناصر غذایی کم‌مصرف در اندازه نانومتری، باعث می‌شود انحلال‌پذیری و پراکندگی این عناصر غذایی در خاک افزایش یافته و بازده جذب این عناصر توسط گیاه بهبود یابد.
- با استفاده از نانوکودها میزان اتلاف عناصر غذایی از طریق آب‌شویی کاهش می‌یابد.
- در برخی موارد میزان مصرف کودهای نیتروژنی و فسفاته به ۵۰ درصد کاهش می‌یابد که این امر موجب کاهش آلودگی‌های ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی می‌شود.
- به دلیل برخورداری از تغذیه مناسب و فراهم بودن عناصر غذایی، مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی و بیماری‌ها افزایش یافته و میزان مصرف سموم شیمیایی و آفت‌کش‌ها کاهش می‌یابد.
- استفاده از نانوکودها سبب برهم‌کنش طولانی مدت با میکروارگانیسم‌های موجود در خاک می‌شود.
- استفاده از نانوکودها به دلیل کاهش مصرف کود از لحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه است.

۲.۲ اصلاح خاک

فعالان بخش کشاورزی درصدد افزایش تولید در واحد سطح محصولات کشاورزی هستند تا بدین طریق بتوانند جوابگوی نیازهای غذایی بشر باشند. اما عدم مدیریت صحیح خاک (شخم عمیق، شخم در جهت شیب و غیره)، استفاده نامتعادل و بیش از حد از کودهای شیمیایی، اضافه نکردن مواد آلی، سوزاندن بقایای گیاهی و آبیاری با آب‌های آلوده موجب شده است، خاک‌به تدریج کیفیت و حاصل‌خیزی خود را از دست داده و به خاک نامرغوب و آلوده تبدیل شود. بنابراین استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاص هم‌چون اصلاح‌کننده‌های نانویی، که بتواند این شرایط را بهبود بخشیده و از روند تخریب خاک جلوگیری نماید، امری ضروری به‌نظر می‌رسد. در ادامه به برخی از این گروه اصلاح‌کننده‌ها اشاره می‌شود:

۱.۲.۲ نانوزئولیت

نانو زئولیت‌ها مواد با ارزشی هستند که مصارف گسترده‌ای در پالایشگاه‌ها و همچنین در مهندسی کشاورزی و محیط‌زیست دارند. نانو زئولیت از ساختمان پیچیده‌ای برخوردار است و در ساختمان بلورین آن کانال‌های به هم پیوسته گسترده ای وجود دارد. این کانال‌ها فضای خالی وسیعی را برای جذب و تبادل کاتیون‌ها فراهم می‌آورند. برخی گزارشات حاکی از آن است که مساحت درونی این کانال‌های تهی به چند صد متر مربع در هر گرم از کانی زئولیت می‌رسد و همین ویژگی زئولیت را به یکی از موثرترین تبادل‌کنندگان یون بدل ساخته است. مزیت‌های استفاده از نانو زئولیت در کشاورزی عبارتند از:
- تخلخل زیاد، قابلیت جذب بالای آب و افزایش ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک؛
- اصلاح زمین‌های شنی و توزیع آب در این قبیل خاک‌ها؛
- افزایش تهویه‌پذیری خاک؛
- قابلیت جذب فلزات سنگین (کروم، نیکل، سرب، کادمیوم وغیره) و پالایش خاک‌های آلوده؛ و
- قابلیت ترکیب با عناصر غذایی و عمل کردن آن به عنوان یک کود کُندرَها.

۲.۲.۲ نانوبیوچار[1]

از جمله چشم‌اندازهای نوین در فناوری‌نانو در زمینه اصلاح‌کننده‌های خاک می‌توان به ترکیبات زیستی از جمله نانو بیوچارها اشاره نمود. بیوچار به عنوان یک منبع تجدیدپذیر محسوب شده که از بیومس[2] گیاهی و یا هرگونه مواد زائد دیگر (مانند ضایعات کارخانه‌های نساجی و دباغی و غیره) تولید می‌شود. در این روش، مواد زائد در حرارت‌های زیاد به ذغال زیستی تبدیل می‌گردد. این ترکیب زیستی دارای ساختار ریز و سطح ویژه بالایی است. اهمیت چندجانبه بیوچار به دلیل ساخته شدن از مواد زائد، قیمت ارزان و همچنین زیستی بودن آن است. بنابراین با استفاده از فناوری‌نانو در تولید نانو بیوچارها و بهبود خواص شیمیایی، می‌توان از ویژگی‌های آن در بهبود کیفیت خاک، افزایش عملکرد محصول، افزایش جذب مواد سمی و کاهش تغییرات اقلیمی بهره جست. مزیت‌های استفاده از نانو بیوچار در صورت تولید و استفاده در خاک عبارتند از:
- ذخیره کربن در خاک و افزایش درصد مواد آلی در خاک؛
- افزایش تهویه‌پذیری خاک؛
- جذب انواع آلاینده‌های آلی، معدنی و زباله‌های صنعتی و در نتیجه کاهش رهاسازی آن‌ها در محیط؛ و
- افزایش جذب عناصر غذایی و آب بوسیله گیاه.

۳.۲.۲ نانوهیدروژل

هیدروژل‌ها شبکه‌های پلیمری آب‌دوست با ظرفیت بالای جذب آب هستند. از نظر ساختاری هیدروژل‌ها را می‌توان به آنیونی، کاتیونی و آمفولیتیک[3] دسته‌بندی کرد. اکثر این مواد به محرک‌های محیطی مانند pH، نور، میدان الکتریکی و غیره پاسخ می‌دهند. این ویژگی‌های منحصر به فرد طیف وسیعی از کاربردها را در استفاده از هیدروژل به ویژه در کشاورزی، ایجاد کرده است. فراهم کردن محیطی برای رشد گیاه که بتواند برای مدت زمان‌های طولانی عناصر غذایی و آب را در خود ذخیره کرده و آن را به تدریج در اختیار گیاه قرار دهد، از وظایف هیدروژل‌ها به ویژه نانو هیدروژل محسوب می‌شود. قابلیت‌های استفاده از این مواد به اختصار عبارتند از:
- قابلیت جذب آب تا چند صد برابر وزن خود برای مدت‌های طولانی به دلیل برخورداری از منافذ نانومتری؛
- افزایش ذخیره آب و ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک و در نتیجه کاهش مصرف آبِ آبیاری در درازمدت؛
- قابلیت ذخیره مواد غذایی در خود و رهاسازی تدریجی عناصر غذایی برای استفاده گیاه؛ و
- قابلیت استفاده در گلخانه‌ها و آپارتمان‌ها.

۳.۲ نانوحسگرها

حسگر ابزاری است که تغییرات فیزیکی یا شیمیایی را اندازه‌گیری کرده و آن را به پیام الکتریکی تبدیل می‌کند. نانوحسگرها، حسگرهایی در ابعاد نانومتری هستند که به دلیل اندازه نانومتری، از دقت و واکنش‌پذیری بسیار بالایی برخوردارند، به طوری که می‌توانند حضور مقادیر بسیار کمی از یک گاز را در محیط نشان دهند. بر همین اساس، نانوحسگر وسیله‌ای است بسیار ظریف و در عین حال دقیق و حساس که قادر به شناسایی و ارائه پاسخ به محرک‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی است. از کاربردهای انواع حسگر در خاک می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- پایش میزان درجه حرارت خاک؛
- کنترل و پایش میزان رطوبت خاک؛
- مشاهده و پایش شرایط کشت و نمایش دوره‌ای میزان مواد مغذی؛
- تشخیص میزان آلودگی در خاک؛ و
- تشخیص میزان هورمون‌های رشد گیاهی.

۳ آب مورد نیاز کشاورزی

جمعیت جهان با بحران آب روبه‌رو است. در گزارش وضعیت آینده پروژه میلنیوم سازمان‌ملل آمده است که بیش از ۷۰۰ میلیون نفر در سراسر جهان از کمبود آب رنج می‌برند و اگر کاری در این زمینه صورت نگیرد، این مقدار تا سال ۲۰۲۵ به ۳ میلیارد نفر افزایش پیدا خواهد کرد. افزایش مصرف آب در جهان در هر ۲۰ سال دو برابر برآورد شده است که ۷۰ درصد از آن در بخش کشاورزی مصرف می‌شود [۱۵]. با این‌حال افزایش میزان تولید آب به‌اندازه‌ای نیست که این افزایش تقاضا را پاسخ دهد. بنابراین می‌توان گفت که تهیه آب پاک و سالم و نیز مقرون به‌صرفه به منظور رفع نیازهای انسان یکی از چالش‌های بزرگ قرن بیست و یکم محسوب می‌شود. به همین منظور و با گذشت زمان نیاز به یک

فناوری‌نوین برای مدیریت آب بیش از پیش احساس می‌شود. فناوری‌نانو از پتانسیل بسیار بالایی در تصفیه آب و فاضلاب، بهبود کارایی تصفیه، ضدعفونی‌کردن و تامین آب مورد نیاز از منابع غیر متعارف، برخوردار است. ویژگی و مزایای اصلی استفاده از فناوری‌نانو در تصفیه آب و پساب عبارتند از:

- تصفیه آب‌های غیرمتعارف و پساب‌ها؛
- سهولت و ارزانی تأمین غشای مصرفی؛
- افزایش راندمان و کاهش مصرف انرژی نسبت به سامانه‌های تصفیه کنونی؛
- کاهش تجهیزات جانبی؛
- کاهش تولید پساب و گرفتگی غشاء.

فناوری‌نانو قابلیت تشخیص و جداسازی و حذف بسیاری از آلاینده‌های آلی و معدنی و مواد سمی و مضر را از آب دارد که این موارد به شرح زیر است:

- جداسازی و یا از بین بردن انواع ویروس‌ها و باکتری‌ها و پاتوژن‌ها (ضدعفونی کردن آب)؛
- جداسازی و حذف فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، نیکل، پالادیوم و غیره)؛
- جداسازی و حذف انواع آلاینده‌های آلی و مواد سمی (نیترات، DDT، علف‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها، مواد آلی و غیره)؛ و
- شیرین‌سازی آب.

۱.۳ ضدعفونی کردن و کنترل میکروبی آب

در روش‌های مرسوم، جهت ضد عفونی نمودن آب از موادی چون کلر، کلرآمین، دی‌اکسید کلر، گاز کلر و ازون استفاده می‌شود. استفاده از این ترکیبات در آب، منجر به تولید مواد سمی و سرطان‌زا نظیر هالومتان‌ها، نیتروزآمین، برومات و غیره می‌شود که یکی از معضلات صنعت آب محسوب می‌گردد. تابش اشعه فرابنفش تولید این قبیل مواد را به حداقل می‌رساند اما این روش فقط برای ویروس‌های خاصی کاربرد دارد. ضدعفونی کردن آب با کمک فناوری‌نانو به دو طریق صورت می‌گیرد:

۱ از بین بردن ویروس‌ها و باکتری‌های موجود در آب: در این روش مواد نانویی با اتصال به پروتئین‌های حیاتی و تخریب آنزیمی ویروس و باکتری و یا با جلوگیری از تکثیر مواد ژنتیکی (RNA و DNA) و تغییر ساختار آن‌ها، موجب از بین رفتن و یا غیرفعال شدن ویروس‌ها و باکتری‌ها در محیط آبی می‌شوند. نانومواد چون نانو نقره، نانو دی‌اکسید روی، نانو اکسید کلسیم، نانو اکسید منیزیم، کیتوزان، نانو ذرات آهن صفرظرفیتی، نانو دی‌اکسید آلومینیوم، نانو دی‌اکسید تیتانیوم و نانو لوله‌های کربنی تاکنون بدین منظور مورد استفاده قرار گرفته‌اند که خاصیت ضد میکروبی و اکسیدکنندگی قوی از خود نشان می‌دهند.

۲ جداسازی ویروس‌ها و باکتری‌ها از آب با استفاده از فیلترها و مواد نانویی چون غشاهای نانو فیلتراسیون، نانو لوله‌های کربی، نانو زئولیت‌ها، نانوکامپوزیت‌ها، سرامیک‌های نانومتری که قابلیت به دام انداختن ویروس‌ها و باکتری‌ها را دارند. این فیلترها می‌توانند اندوتوکسین‌های میکروبی، مواد ژنتیکی و ذرات کوچک تا ابعاد میکرو را از آب جدا کنند.

مزایا و ویژگی‌های استفاده از فناوری‌نانو در ضدعفونی کردن و کنترل میکروبی آب شامل موارد زیر است:

- توانایی ضدمیکروبی گسترده در دمای محیط و زمان کوتاه؛
- عدم تولید ترکیبات مضر و سمی در حین استفاده و بعد از آن؛
- بی خطر بودن آن برای سلامتی انسان؛
- کاربرد آسان و مقرون به‌صرفه؛ و
- عدم خاصیت خورندگی سطوح.

۲.۳ جداسازی و حذف انواع آلاینده‌های آلی و معدنی

تصفیه آب با به کار گیری فناوری‌نانو برای کشاورزان به ویژه در کشورهای در حال توسعه بسیار مقرون‌به‌صرفه است. خالص‌سازی و تصفیه آب با این فناوری براساس استفاده از فیلترهای غشایی (نانو لوله‌های کربنی و سرامیک‌های متخلخل نانویی) و نانو ذرات مغناطیسی است. فیلترهایی که با نانولوله کربنی ساخته شده‌اند، قابلیت به کارگیری در حذف آلاینده‌ها و مواد سمی از آب قابل شرب را دارند. همچنین این مواد قدرت بالایی در حذف فلزات سنگین از قبیل سرب، کادمیوم، اورانیوم و آرسنیک دارند. نانو بلورهایی چون مگنتیت[۴] ضمن حفظ خصوصیات مغناطیسی خود، قابلیت ایجاد یک پیوند قوی و غیر قابل برگشت با آلاینده‌هایی نظیر آرسنیک دارند. حذف آرسنیک و ارگانسیم‌های موجود در آب با به کارگیری نانو کانی رس مصنوعی و بدون استفاده از تجهیزات گران‌قیمت امکان‌پذیر است، بدین‌ترتیب که تنها با عبور دادن آب از ستون‌های حاوی این کانی، آلاینده‌های موجود درآب حذف می‌شود. از دیگر مواد نانومتری مورد استفاده در حذف آلاینده‌های فلزی و آلی از منابع آب می‌توان به نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی اشاره نمود. نانو زئولیت، اکسیدهای فلزی، فیبرها، آنزیم‌ها و دی‌اکسید تیتانیوم نیز برای از بین بردن آلودگی در آب مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این فناوری کارایی بالایی در حذف ذرات آلی و آفت‌کش‌هایی از قبیل DDT، اندوسولفان‌ها و مالاتیون از محیط‌های آبی دارد.

۳.۳ شیرین‌سازی آب

از فناوری‌های مرسوم در زمینه شیرین‌سازی آب استفاده از اسمز معکوس (RO^5) است که مقرون‌به‌صرفه نبوده و هزینه نگهداری بالایی دارد. به همین دلیل امروزه سعی براین است از روش‌هایی استفاده گردد که این مشکلات را نداشته و به کارگیری آن نیز بسیار ساده و آسان باشد. از فناوری‌نانو می‌توان برای شیرین‌سازی و نمک زدایی آب نیز استفاده کرد. نانوساختارهای به کار گرفته شده در این زمینه عبارتند از:

۱ غشاهای نانوفیلتر

از غشاهای نانوفیلتر برای نرم‌سازی آب استفاده می‌شود که در آن سختی آب کم شده و موادآلی، رنگ‌ها، باکتری‌ها و ناخالصی‌های دیگر از آب خام جدا می‌شوند. در این فرایند بخشی از مواد معدنی از آب جداشده و بین ۱۰ تا ۹۰ درصد نمک‌های نامحلول نیز از آب حذف می‌شوند.

۲ غشاهای اولترافیلتر

در اولترافیلتراسیون از یک غشای نیمه تراوا برای فیلتر کردن یک محلول که حاوی عناصر مطلوب و نامطلوب است، استفاده می‌شود. این غشاها داری حفراتی به قطر ۱ تا ۱۰۰ نانومتری هستند و می‌توانند اجزایی با وزن ملکولی ۳۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ دالتون را از آب جدا کنند. نمک‌ها و اجزای دارای وزن ملکولی پایین از این غشاها عبور کرده و جامدات معلق بزرگ‌تر در سمت دیگر باقی‌مانده و امکان عبور ندارند.

۳ غشاهای نانوکامپوزیتی آلی/معدنی

در این روش نمک‌زدایی از آب با استفاده از بستر پلیمری حاوی نانو ذرات (زئولیت) و یا با بهره‌گیری از فیلم‌های نازک غشاهای نانوکامپوزیتی (TFN)، صورت می‌گیرد. استفاده از این غشاها موجب کاهش مصرف انرژی تا حدود ۴۰ درصد می‌شود. همچنین میزان دفع نمک و دبی جریان عبوری از غشا افزایش یافته و میزان کثیف‌شدگی و گرفتگی غشا نیز کاهش می‌یابد.

۴ غشاهای نانولوله کربنی

سطح بسیار صاف و آب‌گریز داخلی این نانو لوله‌ها امکان جریان سریع سیالات در آن‌ها را فراهم می‌کند. اما سایر آلاینده‌ها و به ویژه نمک‌ها، به دلیل باری که در انتهای نانولوله‌ها وجود دارد، قابلیت عبور از این منافذ را نداشته و دفع می‌گردند (شکل ۱). این مواد را می‌توان به گونه‌ای طراحی کرد که دارای خاصیت گزینش‌پذیری در عبور مواد از خود باشند و یون‌ها و نمک‌های نامطلوب را از آب حذف نمایند. ویژگی‌هایی چون مصرف کم انرژی (کاهش مصرف انرژی به میزان ۷۵ درصد)، خاصیت ضد رسوب و خود تمیزشوندگی این نانولوله‌ها، از دیگر برتری‌های آن نسبت به دیگر روش‌ها محسوب می‌شود.

۵ غشاهای نانولوله نیتریدبور

این غشاها می‌توانند با دارا بودن جریان آب معادل چهار برابر جریان آب غشاهای موجود، نمک موجود در آبی با شوری دو برابر آب دریا را صد در صد تصفیه کنند.

۴.۳ نانوحسگرها

نانوحسگرها قادر به تشخیص تغییرات فیزیکی و شـیمیایی در آب بـوده و بـه دلیـل اندازه بسـیار کوچک و سـاختار نانومتری از دقت و واکنش‌پذیری بسیار بالایی برخوردارند. کاربردها و قابلیت‌های این نانوحسگرها در آب عبارتند از:

- تشخیص نوع و میزان آلودگی در آب؛
- تشخیص آلایندگی قبل از شیوع آلودگی در کل آب؛ و
- حساسیت بسیار بالا به میزان تغییرات pH آب.

۴ زراعت و اصلاح نباتات

زراعت و اصلاح نباتات علمی اسـت که در آن به مطالعه و بررسـی در زمینه کاشت و پرورش گیاهـان زراعـی، انتخاب گیاهان مناسـب و برداشـت صحیح محصولات پرداخته می‌شود. بشـر امروزی می‌تواند به کمک این علم رفتار و فعالیت گیـاه را تحت کنترل خـود درآورد به‌طوری که پیشـرفت این علم کمک شایانی بـه تولید پایدار محصولات کشـاورزی خواهد کرد. توسعه فناوری‌نانو در علم زراعت و اصلاح نباتات موجـب بروز تکنیک‌های جدید و تولید گیاهانی با ویژگی‌های مناسـب می‌شود. برخی از این تکنیک‌ها و روش‌ها به شرح زیر است.

۱.۴ انتقال ژن به گیاه

محققان با دسـتکاری ژنی و بیـان ژنی خاص در گیـاه درصدد تولید گیاهانی با و ویژگی‌های منحصربه‌فـرد هسـتند که اصطلاحـا به آن‌ها تراریخـت می‌گویند. بـا این فنـاوری می‌توان گیاهانی با ویژگی‌های گوناگـون تولید کرد که عبارتند از:

۱. تولید گیاهان مقاوم به سرما؛
۲. تولید گیاهان مقاوم به شرایط شوری و خشکی؛
۳. تولید گیاهان مقاوم به انواع آفت‌ها؛
۴. تولیـد گیاهانی کارا در جـذب آب و عناصر غذایی؛ و
۵. تولید گیاهانی که میـزان تولید محصول در واحد سطح افزایش یابد.

فناوری‌نانو با بهبود تکنیک انتقال ژن به داخل گیاه، می‌تواند در فرآیند تولید گیاهان تراریخت نقش آفرینی کند. مزیت‌های ایجاد شده به کمک فناوری‌نانو شامل موارد زیر می‌گردد:

- اسـتفاده از سیستم‌های نانومتری برای انتقال ژن؛ و
- انتقـال ژن از طریق دیواره سـلولی به داخل سلول‌ها با کمک ابزارهایی از قبیل AFM، بدون آسیب رساندن به دیواره سلولی.

۲.۴ کنترل فعالیت سلول‌های گیاهی

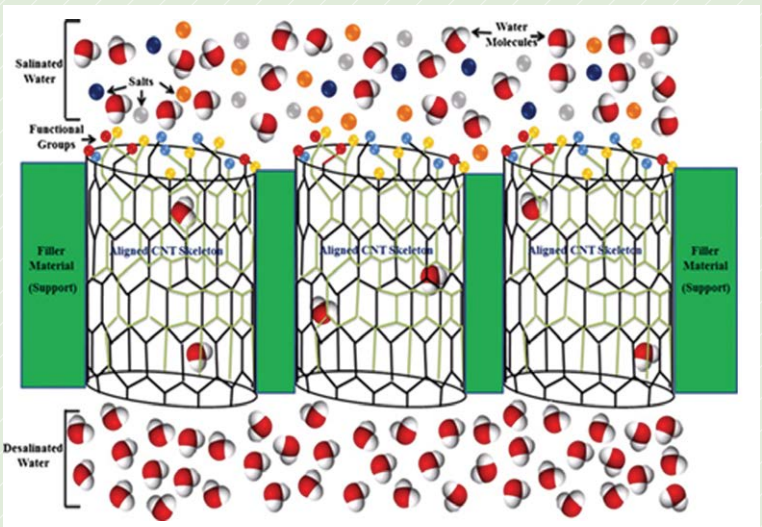
در سال‌های اخیر در عرصه مهندسی کشاورزی و زراعت، از نانو کپسول‌هایی استفاده می‌کنند که این کپسـول‌ها می‌توانند بلافاصله توسـط تارهای کشنده ریشـه جذب شده و وارد گیاه شـوند. این نانو کپسول‌ها دارای صدها نانو ذره هسـتند که در بدنه و شـیره گیاهی آزاد شده و لحظه به لحظه از سیسـتم شیره‌های خام و پرورده و وضعیت داخلی گیاه گزارش می‌دهند. در ایـن حالت گیـاه کاملا در معـرض دید و مشـاهده کشاورز و مهندسـان کشاورزی قرار می‌گیرد و از این طریـق اطلاعاتی از وضعیت درونـی گیاه اعم از کمبودهـا و تغییرات دیگر در اختیـار کشـاورز قرار می‌گیـرد. همچنین می‌تـوان روکش‌هایی از جنس مـواد مغذی و مفید با نانوذره حسگر همراه کرد تا بدین طریق نیازهای غذایی گیاه نیز تامین گردد.

۳.۴ افزایش جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه

یکی از عوامـل مهم در زراعت، بـه کارگیری روش‌هایی است که از طریق آن درصد جوانه‌زنی بذر و به طبع آن رشـد گیـاه افزایش یابد. این امر موجب افزایش تولید محصولات کشـاورزی می‌شود. در سـال‌های اخیر تحقیقات متعددی، اثرات نانـوذرات را بر جوانه‌زنی و رشـد گیاه به منظور کاربرد آن در تولید محصولات کشاورزی مورد مطالعه قرار گرفته اسـت که در این میان می‌توان به اسـتفاده از نانـوذرات مختلفی چون نانو دی‌اکسید تیتانیم، نانولوله کربنی، نانو ذرات فلزی/اکسید فلزی (آلومینیوم، روی، سیلیکون، پالادیوم، مس و طلا) اشـاره نمود. نکته کلیدی در افزایش جوانه‌زنی، نفوذ نانو ذرات به درون بذر است که بر اساس گزارشات موجود، در این حالت میزان جذب آب توسط بذر افزایش می‌یابد. برخی از مزایای استفاده از این ذرات عبارتند از:

- افزایش میزان فعالیت فتوسنتزی گیاه؛
- افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر؛
- افزایش ارتفاع ساقه و ریشه؛
- افزایش میزان بیومس تولید شده توسط گیاه؛ و
- افزایش توانایی تحمل شرایط کم آبی.

با این حال آینده مصرف نانوذرات برای افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاه با چالش‌هایی مواجه است که از این میان می‌تـوان به غیرقابل پیش‌بینی بودن اثرات نانوذرات بر گیاهان مختلف، سمیت در غلظت‌های بالا و کاهش جذب نور و فتوسنتز در حضور نانوذرات با اندازه‌های بزرگ‌تر اشـاره کرد.



شکل ۱. مکانیسم عملکرد نانولوله کربنی در شیرین‌سازی آب

۴.۴ هیدروپونیک[۶]

هیدروپونیک (آب‌کشت) فناوری رشد و کشت گیاهان بدون خاک اسـت که امـروزه به طور گسترده برای رشد محصولات زراعی در جهان استفاده می‌شود. علیرغم آنکه بسیاری از میوه‌ها و سـبزیجات در سـوپرمارکت‌ها، محصولات هیدروپونیک هسـتند؛ اما ایـن تکنولوژی در تولید محصولات غذایی کمتر شـناخته شـده اسـت. از عمده‌ترین محصولات هیدروپونیکی می‌توان بـه گوجه‌فرنگی، خیـار، فلفل، کدو، کاهـو، توت فرنگـی و بادمجان اشـاره نمود. دیگر کاربردهای هیدروپونیـک تولید گیاهان علوفه‌ای و محصولات سوخت‌های‌زیستی است. فناوری‌نانو در رابطه با هیدروپونیک به استفاده از نانوذرات فلزی رشـد دهنده گیاهان معطوف شده است. این فناوری منجر به کاهش مصرف انرژی و افزایش میزان فتوسنتز در گیاه هنگام کشت هیدروپونیک می‌شود.

۵ مدیریت پس از برداشت

پس از برداشـت محصـول مـوادی از قبیل اکسـیژن، دی‌اکسـید کربن، رطوبت، اتیلن، اتانول و آنتی‌اکسیدان‌ها با محصولات کشاورزی واکنش می‌دهند. این ترکیبات شرایط مناسبی

برای رشـد و تکثیر میکروارگانیسم‌هایی نظیر بوتریتیس[۷]، مونیلا[۸]، پنیسـیلیوم[۹] و غیره ایجاد می‌کند. با آلوده شـدن یک میوه سایر میوه‌ها نیز در معرض این میکروب‌ها قرار گرفته و باعث تغییر رنگ، طعم، بو، نسـج و ارزش غذایی آن می‌شـوند. در نتیجه میزان ضایعات انبارداری افزایـش می‌یابد. لذا نحـوه نگهداری محصول و شـرایط انبارداری، نقش مهمـی در کاهش ضایعات محصولات کشـاورزی داشـته و طول مدت انبارمانی را افزایش می‌دهد.

بر اسـاس آمار حـدود ۳۰ درصد محصولات کشـاورزی به ویژه پس از برداشت و در مرحله انبارداری به ضایعات تبدیل می‌شود که حدود ۶۰ میلیـارد متر مکعب هدر رفـت آبی را به همراه دارد [۲۸]. همچنین طبق آمار سـازمان خـوار و بار جهانی (FAO)، یک چهارم از غذای تولید شـده در کشـورهای در حال توسعه به دلیل فسـاد و گندیدگی در فرآیندهای پس از برداشـت هدر می‌رود. این آمار در مورد برخی میوه‌ها و سبزی‌ها تا ۵۰ درصد تخمین زده شده است. متوسط تولید سـالانه میوه و سبزی در ایران ۲۵ میلیون تن است و میزان ضایعات این حجم از تولید به صورت سالانه ۷/۶ میلیون تن، معادل بیش از ۳۰درصد تولید محاسبه می‌شود. این در حالی اسـت که میزان این ضایعات در کشورهای توسعه یافته ۷ الی ۱۰ درصد تولید اسـت [۲۹]. فناوری‌نانو با تولید سـامانه‌ها و موادی از قبیل:

۱ سامانه‌های حذف اتیلن از محیط
۲ پوشش‌های نانویی قابل اعمال روی میوه‌ها
۳ بسته‌بندی‌های نانوکامپوزیتی

می‌تواند کمک بسیار موثری در مدیریت پس از برداشـت داشـته و با حذف ترکیبات و مواد شـیمیایی مضر از محیط پیرامون محصولات کشـاورزی، مدت زمان انبـارداری محصول را افزایش دهد.

۶ گیاه‌پزشکی

بسـیاری از گیاهان و محصولات کشاورزی در اثر حمله آفات و بیماری‌ها در طول دوره رشـد خود، یا به طور کلـی از بین می‌روند و یا میزان تولید محصول آن‌ها به شـدت کاهش می‌یابد. گیاه‌پزشکی علمی است که در آن به تشخیص، کنترل و از بین بردن آفات و بیماری‌ها در گیاهان پرداخته می‌شـود. ظهور فناوری‌نانو در این علم موجب گسترش هرچه بیشتر آن شده است که در زیر به مواردی از آن اشاره می‌شود.

۱.۶ کنترل آفات

حفاظـت از محصـولات کشـاورزی در مقابل هجـوم آفات مـورد توجه دولت، کشـاورزان و افراد متخصص در این زمینه اسـت. از دیرباز تا کنون، آفت‌کش‌های مصنوعی برای کنترل آفات مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال خطرات زیست‌محیطی آفت‌کش‌ها، مانند مقاومت آفات به سموم مصنوعی و سـمیت آن‌ها برای انسان، پستانداران و حشـرات مفید، تمایل به استفاده از سـموم کم خطر را افزایش داده است. سموم مبتنی بر میکرو و نانومواد از فرمولاسـیون‌های جدیدی بهره‌مند هستند که به تازگی به عنوان یک جایگزین مناسـب برای سـموم شیمیایی مصنوعی در نظر گرفته شـده‌اند. فرموله کردن آفت‌کش‌ها در مقیاس میکـرو و نانومتری برای دست‌یابی به اهداف زیر انجام می‌شود:

۱ کنترل رهایش ماده موثر آفت‌کش؛
۲ حفاظـت از اثرات نامطلوب زیسـت‌محیطی آفت‌کش‌ها؛
۳ افزایش پایداری در شرایط انبارداری؛
۴ افزایش ثبات شیمیایی در محیط؛ و
۵ کاهش سمیت آفت کش‌ها برای پستانداران، گونه‌های غیرهدف، حشرات مفید و غیره.

روش‌های فیزیکی و شـیمیایی توسـعه یافته مختلفی برای تهیه آفت‌کش‌ها با ابعاد نانو وجود دارد که به آن اشاره می‌شود.

۱.۱.۶ اسـتفاده از نانوذرات برای مدیریت آفات

برخـی از نانو ذرات فلزی، غیر فلزی و اکسـید فلزی دارای اثر حشره‌کشی هستند. از این ذرات می‌توان به آلومینای نانو سـاختار، نانو نقره، نانو کادمیوم سـولفید، نانو تیتانیوم دی اکسید، نانو ذرات سـیلیس و نانو ذرات گوگرد اشاره داشت. نانوذرات مزبـور به طور موثری به سـلول‌های میکروبی لارو حشـره هجوم آورده و باعث تغییر شکل و سپس مرگ لاروها می‌شوند. علاوه بر این نانوذراتی چون نقره و گوگرد در کنترل قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی نقش داشته و باعث مهار تولید هاگ و رشد این قبیل قارچ‌ها می‌شوند.

۲.۱.۶ کنترل آفات و علف‌های هرز توسط نانوذرات بارگذاری شـده با آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها

در سـال‌های اخیر برخی از نانو ذرات به منظور بارگذاری انواع آفت‌کش‌ها مانند حشـره‌کش‌ها، کنه‌کش‌هـا، پاتوژن‌های بیماری‌زای حشـرات، قارچ‌کش‌ها و علف‌کش تولید شده است. در اغلب این موارد نانوذرات به عنوان حامل سـم، تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت ماده موثر آفت‌کش‌ها به صورت تدریجی رهایش یافته و این رهایش دارای مزایایی اسـت که از آن‌ها می‌توان به مقرون به صرفه بودن، ایمنی محیط‌زیست با جلوگیری از اسـتفاده بیش از حد از آفت‌کش‌ها و شسته‌شـدن خاک به آبراهه‌ها، کاهش خطر گیاه‌سوزی و سمیت برای انسان اشاره نمود.

۳.۱.۶ کنترل آفات و علف‌های هرز توسط نانوکپسول‌ها

نانوسـاختارهایی که بیشترین اسـتفاده را در فرمولاسـیون‌های رهایش تدریجی آفت‌کش‌ها دارند شامل نانوکره‌ها[۱۰]، نانوکپسول‌ها، نانوژل‌ها و میسـل‌ها هسـتند که متداول‌ترین فرم این نانوسـاختارها، نانوکپسـول‌ها هسـتند. امروزه مونومرهای مختلفی به عنوان لایه پوششـی نانو کپسول‌ها مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرند. ایـن مونومرها پس از اسـتقرار در اطراف ذرات ترکیب مورد نظر، بـا ایجاد اتصال به یکدیگر به صورت پلیمر در آمده و نانو کپسـول را تشکیل می‌دهند و ماده‌ی درون این کپسول (شامل دارو، آفت‌کش، علف‌کش، کود و غیره) پس از رسیدن به هدف مورد نظر و تحت شرایط پیش‌بینی شده قبلی (شامل شرایط محیطی معین یا محرک‌های اعمال شـده از محیط)، از هم گسـیخته شده و مـاده‌ی حمل شـده را در نزدیک‌ترین فاصله‌ی ممکن به هدف، آزاد می‌سـازد. ایـن فرآیند به منظور ارسـال ماده ژنتیکی (DNA) به گیاه به منظور ایجـاد مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها نیز قابل انجام است. استفاده از این نانو کپسول‌ها مزایای متعددی دارد که می‌تـوان به موارد زیر اشاره نمود:

- افزایش زمان فعالیت زیستی‌سم؛
- کاهش میزان چسـبندگی ذرات سم به ذرات خاک و درنتیجه افزایش کارایی سـم در کنترل آفات خاک‌زی؛
- کاهـش خطرات ناشـی از در معرض سـم قرارگرفتن کارگران سم‌پاش؛
- افزایـش ایمنی حمل و مصرف آفت‌کش‌ها به دلیـل حذف حلال‌های آتش‌زا از فرمولاسـیون سموم؛
- کاهش خاصیت گیاه‌سوزی آفت‌کش‌ها؛
- کاهش تبخیر سم به دلیل کپسوله شدن آن؛
- کاهـش اثرات سـوء جانبـی روی موجودات غیرهدف و محیط‌زیست؛
- حذف تخریب ماده‌ی موثره‌ی سـم در اثر نور آفتاب؛ و
- سهولت حمل و مصرف سموم به دلیل تغلیظ آن‌ها.

مکانیسم رهاسازی یک نانوکپسول شامل: انتشار، انحلال، تجزیه‌زیستی و فشار اسمزی در یک pH منحصر به فرد است.

۲.۶ ردیابی پاتوژن‌های بیماری‌زای گیاهی

وجـود سیسـتم هـای ردیابـی هوشـمند، موقعیت‌یابـی و گزارش پاتـوژن در مزرعه و به دنبال آن بکارگیری سـموم و کود پیش از بروز علایم بیماری در محیط‌های کشت محصول، لازم و ضروری است. به همین منظور نانو بارکدهایی تولید شـده‌اند که می‌توانند به عنوان شاخصی جهت شناسـایی عوامل بیمـاری‌زای گیاهی از قبیـل ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و غیره عمل نمایند. این نانوبارکدها می‌توانند تعداد زیادی از پاتوژن‌ها را برچسب بزنند و در نتیجه پاتوژن‌ها از طریق تابش فلورسانس به راحتی قابل شناسایی

هســـتند. به کمک این روش می‌تـــوان چندین پاتوژن را در یک مزرعه، به سادگی شناسایی کرد. از جمله مثال‌های موجود می‌توان به کاربرد نانو ذرات ســـیلیکای فلورسنت‌دار در ردیابی باکتری بیماری‌زای گیاهی Xanthomonas axonopodis pv. vesicatoriae عامل شانکر درختان اشاره کرد.

۷ ماشین‌های کشاورزی

از کاربردهای فناوری‌نانو در این حوزه می‌توان به طور مختصر به موارد زیر اشاره نمود:

- کاربرد در پوشش‌های بدنه ادوات و ماشین‌ها و ابزارهای کشاورزی و حتی شیشه‌ها برای افزایش مقاومت در برابر خوردگی و ساییدگی و انعکاس امواج ماوراء بنفش؛
- تولید قطعات مکانیکی مستحکم‌تر با استفاده از نانو روکش‌ها و استفاده از حسگرهای زیستی در ماشین آلات هوشمند جهت مبارزه مکانیکی و شیمیایی با علف‌های هرز؛
- بهینه‌سازی میزان و شـــکل سموم مصرفی و وسایل سم‌پاشی؛
- تولید روکش‌های نانویی یاتاقان‌ها برای کاهش اصطکاک؛
- تولیـــد قطعـــات مختلف موتور ماشـــین‌های کشـــاورزی جهت افزایش مقاومت به ســـایش، خوردگی، حرارت و نیز کاهش اصطکاک؛ و
- اســـتفاده از فناوری‌نانو در تولید سوخت‌های جایگزین و آلودگی کمتر محیط‌زیست.

۸ علوم دام

برخی از این کاربردهای فناوری‌نانو در این حوزه به طور مختصر عبارتند از:

- **نانوذرات نقره:** ضدعفونی کردن جایگاه‌های نگهـــداری دام و طیـــور و جلوگیـــری از رشـــد باکتری‌ها؛
- **نانوفیلترها:** فیلتر نمودن محصولات لبنی از میکروب‌ها و ویروس‌ها؛
- تهویه نمودن هوا؛ و
- استفاده از حسگرهای تشخیص دهنده بیماری در بدن دام.



۹ نتیجه‌گیری

همان‌گونه که در این گزارش به طور مختصر بیان شـــد، فناوری‌نانو برای ارتقاء بخش‌های مختلف در حوزه کشـــاورزی و دامـــداری، توانمندی‌های بی‌نظیری از خود نشان داده است. امکان افزایش تولید، کاهش ضایعات، کاهش مصرف کودهای شـــیمیایی، افزودن خواص بهتـــر به محصولات کشـــاورزی، ســـهولت در فرآوری و ایمنی بالاتر محصولات غذایی، تامین آب و تضمین کیفیت و سلامت آن و افزایش عمر ماشین‌آلات از خدمات فناوری‌نانـــو به این حوزه وســـیع از فعالیت‌های بشـــری اســـت. با توجه به مزایای اســـتفاده از فناوری‌نانو در این حوزه، به نظر می‌رسد در آینده نزدیک حجـــم بازار قابل توجهـــی در این حوزه نصیب محصولات و خدمات مبتنی بر فناوری‌نانو شود. گرچه علیرغم تنوع محصولات وارد شده به بـــازار این فناوری و البته مانند هر فناوری جدید دیگری، علنی شـــدن نقش فناوری‌نانو در توسعه کشاورزی و پذیرش آن در بین مصرف کنندگان و همچنین مشخص شدن اثرات جانبی استفاده از آن، نیاز به تکمیل بررسی‌های علمی و صنعتی بیشـــتر دارد. در ایـــران نیز شـــرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی بسیاری بر استفاده از فناوری‌نانو برای تولید یا توسعه محصولات مختلف مرتبط با این حوزه تمرکز کرده‌اند و دستاوردهای مناسبی در این زمینه داشته‌اند.

پی‌نوشت‌ها:

1. Biochar
2. Biomass
3. Ampholytic
4. Magnetite
5. Reverse Osmosis
6. Hydroponic
7. Botrytis
8. Monilinia
9. Penicillium
۱۰. استفاده از پوشـــش‌های پلیمری چون Gelyceryl ester of fatty acids

منابع:

1. Bhupindar Singh Sekhon. (2014). Nanothechnology in agri-food production: an overview. Nanothechnology, Science and Applications. India. www.dovepress.com. 23 p.

۲. ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو. مروری بر کاربردهای فناوری‌نانو در کشاورزی و صنایع غذایی. ماهنامه فناوری‌نانو، سال دوازدهم. مهر ۹۲. شماره ۷. پیاپی ۱۹۲. ۲ صفحه.

3. Prasad, R., Kumar W. and K. S. Prasad (2014). Nanotechnology in sustainable agriculture: Present concerns and future aspects, African Journal of Biotechnology, Vol. 13(6): 705-713

4. Sekhon, B. S. (2010). Food nanotechnology – an overview.Nanotechnology, Science and Applications. 3: 1–15

۵. ملکوتی م ج. ۱۳۹۳. توصیه بهینه مصرف کود برای محصولات کشاورزی در ایران. انتشارات مبلغان به سفارش خانه کشاورز. ۳۴۴ صفحه. تهران، ایران.

۶. نادری م، دانش شهرکی ع. ۱۳۹۰. کاربرد فناوری‌نانو در بهینه سازی فرمولاسیون کودهای شیمیایی. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ماهنامه فناوری‌نانو. سال دهم، شماره۴. پیاپی ۱۶۵. تهران، ایران.

7. Kulasekaran Ramesh, Dendi Damodar Reddy, Chapter Four - Zeolites and Their Potential Uses in Agriculture, In: Donald L. Sparks, Editor(s), Advances in Agronomy, Academic Press, 2011, Volume 113, Pages 219-241

8. Park, B., et al., (2013). In Advances in Applied Nanotechnology for Agriculture; Chapter 11: Biochar: Sustainable and Versatile. Oxford University Press. ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC. 257 pages.

9.Gu, X., Wang, Y., Lai, L., Qiu, J., Li, S., Hou, Y., Martens, W., Mahmood, N. and Sh. Zhang (2015). Microporous bamboo biochar for lithium−sulfur battery.

10. Zhang, M., Gao, B., Ying, Y., Xue Y., and I. Mandu (2012). Synthesis of porous MgO-biochar nanocomposite for removal of phosphate and nitrate from aqueous solutions. Chemical Engineering Journal,.

۱۱. حسنی، م. مقصودلو، م. نمازی، ح. ۱۳۹۳. هیدروژل‌های نانو کامپوزیتی، خصوصیات و موارد استفاده آن‌ها. سایت ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو. www.nano.ir.

12. Rai, V., Acharya, S. and Dey, N.(2012). Implications of nanobiosensors in agriculture. Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology, 3: 315-324

13. Rana, J. S., Jindal, J., Beniwal, V., & Chhokar, V. (2010). Utility biosensors for applications in agriculture–A Review. Journal of American Science, 6(9), 353-375.

14. http://www.aist.go.jp/aiste/latestresearch/2004/20040402_1/20040402_1.html

۱۵. ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو. گزارشی از فعالیت‌های ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو درزمینه به‌کارگیری فناوری‌نانو در صنعت تصفیه آب و پساب. بهمن‌ماه ۱۳۹۳.

16. Qu, X., Alvarez, P.J.J., Li, Q., (2013). Applications of Nanotechnology in Water and Wastewater Treatment, Water Research. doi: 10.1016/j.watres.2012.09.058.

17. Fahim H., Perales-Perez, O.J., Hwang, S. and F. Román, (2014). Antimicrobial nanomaterials as water disinfectant: Applications, limitations and future perspectives, Science of The Total Environment. 466–467: 1047-1059.

18. Das, R., Ali, M.E., Bee Abd Hamid, S., Ramakrishna, S. and Z. Chowdhury (2013). Carbon nanotube membranes for water purification: A bright future in water desalination, Desalination 336: 97-109

۱۹. عباسی، ع. ۱۳۹۱. کاربرد فناوری‌نانو در تصفیه آب، مجموعه گزارش‌های رصد فناوری‌نانو. سایت ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو. www.nano.ir.

20. Mahdi Fathizadeh, Abdolreza Aroujalian, Ahmadreza Raisi, Effect of added NaX nano-zeolite into polyamide as a top thin layer of membrane on water flux and salt rejection in a reverse osmosis process, Journal of Membrane Science, Volume 375, Issues 1–2, 15 June 2011, Pages 88-95.

21. Hang Dong, Lin Zhao, Lin Zhang, Huanlin Chen, Congjie Gao, W.S. Winston Ho, High-flux reverse osmosis membranes incorporated with NaY zeolite nanoparticles for brackish water desalination, Journal of Membrane Science, Volume 476, 15 February 2015, Pages 373-383.

22. Chieh-Jui Tsou, Yann Hung, Chung-Yuan Mou, Hollow mesoporous silica nanoparticles with tunable shell thickness and pore size distribution for application as broad-ranging pH nanosensor, Microporous and Mesoporous Materials, Volume 190, 15 May 2014, Pages 181-188.

۲۳. خیام نکویی، م. بی‌آزار، ا. صالحی جوزانی، غ. ۱۳۸۹. فناوری‌نانو در علوم کشاورزی. انتشارات پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی به سفارش کمیته فناوری‌نانو وزارت جهاد کشاورزی. ۲۴۱ صفحه. تهران، ایران.

24. Chinnamuthu C.R. and Murugesa Boopathi P. (2009). Nanotechnology and Agroecosystem, Madras Agric. J., 96 (1-6): 17-31.

25. Ali MA, Rehman I, Iqbal A, Din S, Rao AQ, Latif A, Samiullah TR, Azam S, Husnain T. (2014). Nanotechnology, a new frontier in Agriculture. Adv. life sci., 1(3), pp. 129-138.

26. Khodakovskaya et al., (2009). Carbon Nanotubes Are Able To Penetrate Plant Seed Coat and Dramatically Affect Seed Germination and Plant Growth. ACS Nano. 3(10):3221–3227

27. Khot L.R, Sankaran, S., Maja, M., Ehsani, R. and E.W. Schuster (2012). Applications of nanomaterials in agricultural production and crop protection: A review. Crop Protection; 35: 64-70

۲۸. سایت isna.ir - خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا).

۲۹. کریدور- ماهنامه خدمات فناوری تا بازار/ سال اول/ شماره ۳/ مهر و آبان ۱۳۹۰.

۳۰. حسین میرزایی‌مقدم، محمدهادی خوش تقاضا، محسن برزگر بفروئی، علی سلیمی، «بررسی اثر نانو زئولیت پتاسیم پرمنگنات و زمان نگهداری بر خواص فیزیک و شیمیایی میوه کیوی (رقم هیوارد)»، نشریه ماشین‌های کشاورزی، جلد ۴، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۳، ص ۴۹-۳۷.

۳۱. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی، « مدیریت کاهش ضایعات محصولات کشاورزی»، طرح مطالعات جامع کاهش ضایعات محصولات کشاورزی.

۳۲. ضیایی، م. حمزه‌وی، ف. ۱۳۹۳. کاربردهای نانو ذرات در جلوگیری و کنترل آفات. ماهنامه فناوری‌نانو. سال سیزدهم. دی‌ماه ۹۳. شماره ۱۰. پیاپی ۲۰۷. صفحات ۱۸-۲۳.

۳۳. پوررحیم، ر. فرزادفر، ش. گل‌نراقی، ع.ر. فناوری‌نانو و کشاورزی. انتشارات سپهر. چاپ اول ۱۳۸۷. ۲۶۳ صفحه.

34. Dura´n, N. and P. D. Marcato (2013). Nanobiotechnology perspectives. Role of nanotechnology in the food industry: a review. International Journal of Food Science and Technology. 48: 1127–1134

کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان



شرکت توسعه نانوفناوری افشار
civil@nano.ir

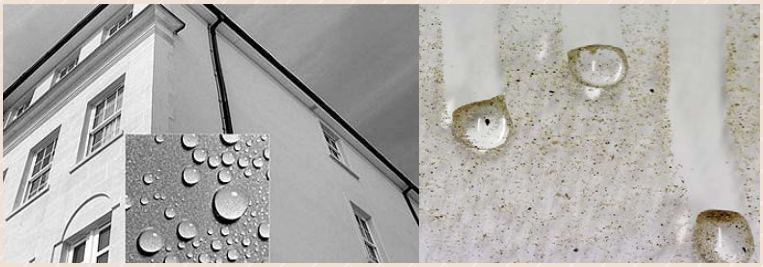
۱ فناوری‌نانو چیست؟

نانومـواد به موادی گفته می‌شـود که حداقل یکـی از ابعاد آن‌ها در مقیـاس نانومتری (زیر ۱۰۰ نانومتر) باشـد. کوچک شدن اندازه ذرات در حد نانومتر سـبب بروز تغییراتی در خواص فیزیکی و شـیمیایی آن‌ها می‌شـود. بنابراین فناوری‌نانو بـه بحث دربـاره تغییرات خواص مـواد هنگامی‌کـه انـدازه ذرات کوچک‌تر از ۱۰۰ نانومتر اسـت، می‌پردازد. در حال حاضر کاربـرد فناوری‌نانو در صنعت سـاختمان، به نسـبت گسـتردگی این صنعت، اندک است. اگرچه امروزه شـاهد استفاده محدود از مواد و مصالح نانو در ساختمان هسـتیم، اما با توجه بـه قابلیت‌های ایـن فناوری نوظهـور، انتظار می‌رود که در آینده‌ای نزدیک، رشـد بسـیار چشم‌گیری در اسـتفاده از مواد نانو در صنعت ساختمان‌سازی را شاهد باشیم.

فناوری‌نانو از دو جهت به صنعت سـاختمان کمک می‌کند: نخسـت، بهینه‌سازی و ارتقای عملکردی فناوری‌های موجود. دوم، ارائه گروه جدیدی از مواد و محصولات که پیش از ظهور فناوری‌نانو ممکن نبوده است. بنابراین از مزایای کاربرد فناوری‌نانو در صنعت ساختمان می‌توان بـه افزایش کیفیـت مصالـح، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و به‌تبع آن صرفه‌جویی اقتصادی اشاره کرد.

۲ آینده صنعت‌ساختمان

فناوری‌نانو تقریبا در تمام بخش‌های ساختمان شامل اسـکلت، نما، سیسـتم‌های ساختمانی و طراحـی داخلی کاربـرد دارد. اسـتفاده از فناوری‌نانو در صنعت سـاختمان موجب تولید مصالح سـاختمانی چندمنظـوره با کارایی بالا شـده و ضمن ایجاد ارزش افزوده باعث افزایش دوام و کیفیت مصالح ساختمانی گردیده است. با توجه به پیش‌بینی کارشناسـان، فناوری‌نانو قادر خواهد بود در صنعت ساخت‌وسـاز کشور طی چند سـال آینـده، به بـازاری در حدود ۵۰۰۰ میلیـارد ریـال، در زمینـه عایق‌های گرما و رطوبت، مواد افزودنی بتن، شیشـه‌های هوشمند، پوشـش‌های خودتمیزشونده و دیگر محصولات برسد[۱]. اسـتراتژی تجاری‌سازی در حـوزه فناوری‌نانـو، بایـد بـا نیازهـای ساختمان‌سازی منطبق باشد. بنابراین حمایت از پژوهش‌گـران، تولیدکننـدگان و کاربـران محصـولات نوآورانه ضروری به‌نظر می‌رسـد. توسـعه فناوری‌نانـو در صنعت ساخت‌وسـاز



شکل ۱. پوشش‌های خودتمیزشـــونده‌ی آب‌گریز که با حرکت قطره‌های آب روی سطح آن، آلودگی‌ها پاک می‌شوند.

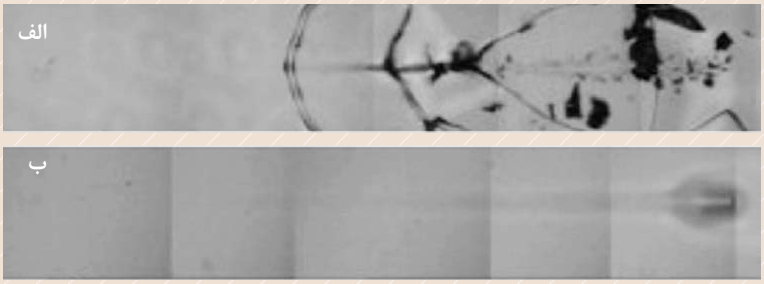


شـــکل ۲. مقایسه کاشی آنتی‌باکتریال با کاشی معمولی



الف ب

شکل ۳. رشد جلبک در دو قطعه چوب رنگ شده: الف) رنگ فاقد نانوذرات نقره، ب) رنگ حاوی نانوذرات نقـره



الف

ب

شکل ۴. تصاویر میکروسکوپی از دو پوشش بعد از تست خراش (الف) پوشش معمولی و (ب) پوشش ضدخش نانو.

می‌تواند منجر به تولید محصولاتی با قابلیت‌ها و کارکرد بالا شـــود. بنابرایـــن انتظار می‌رود به موازات پیشـــرفت فناوری‌نانو در ایران، صنعت ساخت‌وساز به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین صنایع کشور، بازار گسترده‌ای از محصولات برپایه نانو را در دست خود گیرد. در زیر به توضیح برخی از کاربردهای فناوری‌نانو در صنعت ســـاختمان پرداخته شده است.

۳ حوزه‌های کاربردی فناوری‌نانو در صنعت ساختمان

۱.۳ پوشش‌های خودتمیزشونده

پوشـــش‌های خودتمیزشـــونده[1] بـــه دو گروه آب‌گریز[2] و آب‌دوســـت[3] تقســـیم می‌شوند و در هر دو نوع، پوشـــش‌ها به واســـطه حضور آب، آلودگی را می‌زدایند، یکی به واســـطه تشکیل قطرات کروی شکل و دیگری از طریق تشکیل ورقه‌های نازک آب روی سطح.

امـــروزه نگه‌داری ســـاختمان و اجـــزای آن، به‌ویژه در مورد ســـطوح در معرض دید، مانند نمای ســـاختمان اهمیت ویژه‌ای دارد. هزینه و نیروی انسانی که به این منظور صرف می‌شود، در ساختمان‌های ویژه (مانند آسمان خراش‌ها و ســـاختمان‌های بزرگ مثل ورزشگاه‌ها) ارقام قابل توجهی را نشان می‌دهد.

پوشش‌های خودتمیزشونده می‌توانند به‌صورت رنگ روی ســـطوح ایجاد شوند. مزیت این گونه رنگ‌ها ظاهر تمیزتـــر و کاهش قابل توجه نیاز به نگه‌داری اســـت. کاهش تعداد دفعات نظافت در سال، به معنای کاهش مصرف مواد شوینده و کاهش اســـتهلاک سطوح در اثر شستشو نیز می‌باشد.

۲.۳ پوشش‌های آنتی‌باکتریال

به‌دلیل گســـترش روزافزون جمعیت ساکن بر روی کره زمین و در پی آن رشـــد بسیار سریع بیماری‌ها و باکتری‌های بیماری‌زا، محققان در تلاش‌اند تا با استفاده از راهبردهای پیشگیرانه مانع از بروز بیماری شـــوند. با کمک فناوری‌نانو و استفاده از پوشش‌های آنتی‌باکتریال، ویژگی ضدباکتری ذاتی در ســـطوح ایجاد می‌شود که با شستشـــو یا مواد شـــوینده از بین نمی‌روند. پوشش‌های آنتی‌باکتریال از تشکیل باکتری‌ها، رشد جلبک‌ها و میکروب‌ها روی سطح جلوگیری می‌کنند و باعث حفاظت سطوح در برابرتشکیل کپک و قارچ در اماکن عمومی، ســـرویس‌های بهداشتی، آشپزخانه‌ها و کارخانجات فراورده‌های غذایی می‌شوند.

۳.۳ رنـــگ‌های آنتـــی‌اســـتاتیـــک یا ضـــد الکتریسیته‌ی ساکن

الکتریســـیته‌ی ســـاکن بار الکتریکی است که بـــر خلاف جریان الکتریکی، در یک مکان ثابت می‌ماند.

با توجه به اینکه الکتریسته ساکن ایجاد شده در اثر تردد، سایش، مالش در صنایع مختلف و به‌خصوص در مکان‌هایی که مواد قابل اشتعال وجـــود دارد، موجـــب جرقه و انفجـــار گردیده و خســـارت جبران ناپذیـــری به‌وجود می‌آورد، اســـتفاده از سیســـتم روکش آنتی‌استاتیک در این مکان‌ها الزامی به نظر می‌رسد. روکش‌های آنتی‌استاتیک قابلیت هدایت الکتریکی و انتقال جریان الکتریسته ساکن را دارند.

در رنگ‌های آنتی‌اســـتاتیک نانو به‌دلیل سطح ویـــژه بالای پرکننده‌ها، نیـــاز به مقدار کمتری از این مواد برای رســـیدن بـــه خاصیت هدایت مطلوب وجـــود دارد. رنگ آنتی‌اســـتاتیک نانو خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی بهتری از خود نشـــان می‌دهد و استفاده از این نوع رنگ باعث بهبود فرایندپذیری، خواص مطلوب رنگ وکیفیت و دوام بسیار بالای آن می‌شود.

۴.۳ پوشش‌های ضدخراش

خراش‌هـــای ســـطحی می‌توانند طـــول عمر بســـیاری از محصولات را کـــم کنند و معمولا انـــرژی و هزینه‌ی زیـــادی بـــرای تعویض آن محصول مصرف می شـــود. خراش برداشـــتن مواد بســـیاری مثل فلزات، چوب، پلاستیک‌ها، پلیمرها و شیشه‌ها کاربرد آنها را در بسیاری از موارد محدود می‌کند.

پوشـــش‌های ضد خـــراش می‌توانند به‌صورت رنگ یا پوشش‌های شـــفاف روی سطوح ایجاد شـــوند. در صنعت ســـاختمان می‌توان از این پوشـــش‌ها در نمای خارجـــی و داخلی، درها،



شکل ۵. آئروژل پتویی (این محصول، کامپوزیتی از آئروژل سیلیکا و الیاف تقویت‌کننده است)





شکل ۶. استفاده از رنگ عایق نانو، برای جلوگیری از نفوذ رطوبت و ایجاد پوسیدگی

پنجره‌ها، شیشه‌ها، کفپوش‌ها و وسایل داخلی ساختمان استفاده کرد.

تکنولوژی پوشش‌های مقاوم به خراش نانو تا ۲۵ درصد باعث کاهش انرژی مصرفی شده و هزینه‌ی مواد استفاده شده را تا ۷۵ درصد کاهش می‌دهد.

۵.۳ عایق‌ها

عایق‌های ساختمانی نقش قابل توجهی در صرفه‌جویی انرژی و همچنین افزایش آسایش و آرامش افراد ساکن در یک واحد مسکونی ایفا می‌کنند.

عایق‌ها بسته به نوع و کاربردی که دارند، به انواع عایق‌های صوتی، حرارتی، رطوبتی و غیره تقسیم بندی می‌شوند که در طول زمان تکامل یافته و روز به روز انواع جدیدتری از آن‌ها روانه بازار می‌شود.

۱.۵.۳ عایق صوتی

به‌منظور کاهش و مقابله با صوت انتقالی (آلودگی صوتی) از محیطی به محیط دیگراز عایق‌های صوتی استفاده می‌شود. در مواد عایق صوتی سرعت حرکت امواج صوتی کاهش می‌یابد. هرچه عایق صوتی قابلیت بیشتری در کاهش دادن سرعت صوت در محیط داشته باشد، به ضخامت کمتری از آن ماده‌ی عایق نیز نیاز است.

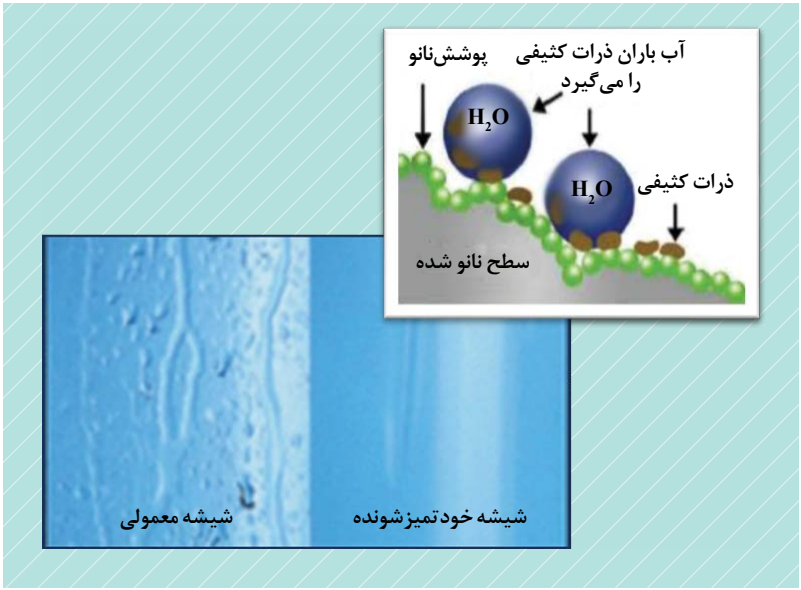
محصولات عایق صوتی که در آن‌ها از فناوری‌نانو استفاده شده است به عنوان عایق‌های مدرن مطرح هستند.

مزیت‌های کلی عایق‌های‌صوتی نانو نسبت به عایق‌های قدیمی:

- کیفیت بالا و توانایی بیشتر عایق‌های‌صوتی مدرن؛ و
- نیاز به ضخامت کمتر از این مواد که باعث بیشتر شدن فضای مفید ساختمان می‌شود.

۲.۵.۳ آئروژل

آئروژل یک جامد با چگالی بسیار پایین و در عین حال استحکام بالا است. آئروژل ماده‌ای ایده‌آل برای عایق‌های صوتی و حرارتی محسوب می‌شود و به‌عنوان نماینده‌ای از نوعی عایق چند منظوره در ساختمان استفاده می‌شود.



۳.۵.۳ عایق حرارتی

فاکتور مهم در انتخاب این عایق‌ها، میزان مقاومت حرارتی آنها است. هر قدر این مقاومت بالاتر باشد عایق حرارت را کمتر از خود عبور می‌دهد و صرفه‌جویی که به همراه دارد، افزایش می‌یابد. پس به جای ضخامت عایق‌ها، باید مقاومت حرارتی آنها با هم مقایسه شوند. مبنای مواد عایق، بر دارا بودن تعداد زیادی حفره در ساختار است که تا حد امکان بتوانند هوا را در میان خود نگه دارند. نانومواد به دلیل داشتن تخلخل‌های ریزتر و بیشتر، قابلیت بیشتری برای به دام انداختن هوا داخل ماده دارند و با استفاده از این مواد می‌توان با ضخامت‌های کمتری به خاصیت مطلوب رسید. نانوعایق‌های حرارتی قابلیت بیشتری در کاهش اتلاف انرژی داشته و همچنین خطرات زیستی کمتری دارند.

۴.۵.۳ عایق‌های رطوبتی

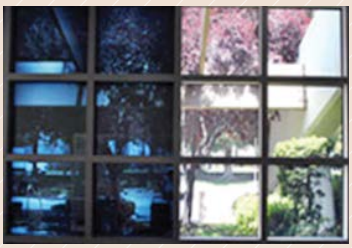
عایق رطوبت به ماده‌ای گفته می‌شود که بتواند از نفوذ آب جلوگیری کند.

رطوبت موجب پوسیدگی مواد و به‌وجود آمدن عوامل بیماری‌زا و مضر می‌شود. متاسفانه بسیاری از مواد ضد آب مرسوم مثل پولی‌اوریتان در اثر خیس شدن ترکیبات اورگانیک مضرری ایجاد می‌کنند.

پوشش‌های نانو با ایجاد خاصیت مقاوم در برابر رطوبت، می‌توانند از بروز خطرات مواد پلیمری جلوگیری کنند. با استفاده از نانومواد، می‌توان مقاومت پوشش را نه تنها در برابر رطوبت بلکه در برابر رشد باکتری، قارچ و کپک و نفوذ پرتوهای فرابنفش افزایش داد.

۶.۳ شیشه

از کاربردهای فناوری‌نانو در صنعت ساخت شیشه می‌توان به محصولاتی مانند شیشه‌های خودتمیز شونده و شیشه‌های کنترل کننده انرژی اشاره کرد.





شکل ۷. نمایی از کاربرد شیشه‌های هوشمند در ساختمان

۱.۶.۳ شیشه‌های خودتمیزشونده

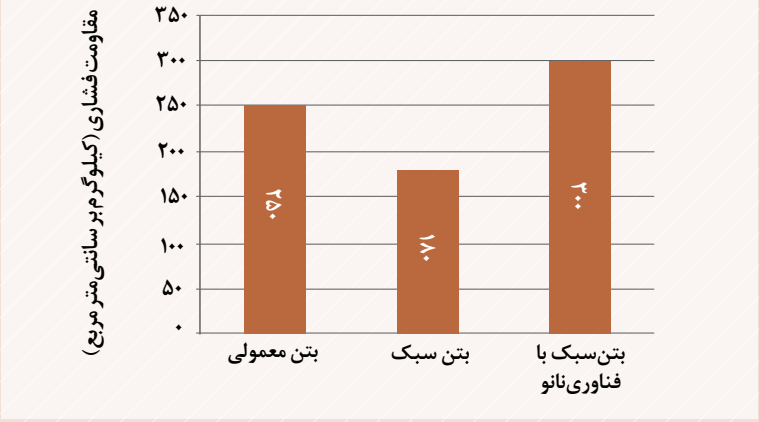
شیشه‌های خود تمیز شونده از سال ۲۰۰۲ در بازار در دسترس بوده‌اند و هر روز نیاز و تقاضا برای استفاده از این شیشه‌ها افزایش می‌یابد. برای عمل خودتمیز شوندگی این شیشه‌ها نور ماورای بنفش به‌عنوان یک پیش شرط، لازم است . بنابراین شیشه‌ها را می‌توان تنها برای سطوح خارجی به‌کار برد. با اعمال پوشش خودتمیز شونده و بکارگیری نور ماورای بنفش که در بخشی از نور خورشید وجود دارد، تشکیل اکسیژن فعال بر روی سطح شیشه تسریع می‌گردد. این اکسیژن به لکه‌های چربی و مواد آلی روی سطح شیشه حمله کرده و با تجزیه سطح تماس بین شیشه و چربی چسبندگی کاهش می‌یابد و چربی می‌تواند بهتر شسته شود، بنابراین چربی به‌طور کامل از سطح شیشه جدا می‌شود.

۲.۶.۳ شیشه‌های هوشمند

حدود یک سوم انرژی یک ساختمان از طریق پنجره‌ها هدر می‌رود. به همین دلیل تلاش برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها بر روی پنجره‌ها متمرکز شده است. نیاز به ذخیره انرژی باعث شده است تا انواع جدیدی از پنجره‌های شیشه‌ای در ساختمان‌ها به‌کار برده شود.

۷.۳ بتن سبک

بتن سبک، بتنی است که وزن مخصوص آن نسبت به بتن معمولی خیلی کمتر است و در ساخت آن از سیمان، آب، سنگ‌دانه‌های سبک و مواد افزودنی استفاده شده است. هنگامی که از سنگ‌دانه‌های سبک در بتن استفاده می‌شود، چون سنگ‌دانه‌ها به‌طور ذاتی مقاوم نیستند، موجب کاهش استحکام و مقاومت بتن می‌شوند. بنابراین مهم‌ترین عیب بتن سبک، مقاومت کم آن است. یکی از کاربردهای فناوری‌نانو در صنعت بتن، استفاده از نانوذرات در بتن و افزایش مقاومت و استحکام بتن سبک است.



نمودار ۱. مقایسه مقاومت فشاری بتن‌ها

پی‌نوشت‌ها:

1. Self-cleaning
2. Hydrophobic
3. Hydrophilic

منابع:

1.www. nano.ir

2. Ivan P. Parkin and Robert G. Palgrave, Self-cleaning coatings, Journal of Materials Chemistry, 2004.

3. Mohammad J. Hajipour, K. M. Fromm, A. Ashkarran, D. Jimenez de, T. Rojo, V. Serpooshan, Wolfgang J. Parak and Morteza Mahmoudi, 2012.

4. R Baetens, BP Jelle, A Gustavsen - Energy and Buildings, 2011 – Elsevie.

5.www.cementechnology.ir.

مهندسی نانوذرات در فرآیندهای کشت و برداشت میکروجلبک‌ها برای تولید بیودیزل؛

مروری بر پیشرفت‌های اخیر



مترجمان: ابوالفضل آذرنیا[1]، امیر آذرنیا[2]، نوشین بی‌آزار[3]

۱. دانشجوی دکترای تخصصی مهندسی مواد و متالورژی، دانشگاه صنعتی شریف
Abolfazl_azarniya@mehr.sharif.edu
۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی شریف
۳. کارشناس مهندسی مواد و متالورژی، دانشگاه تبریز

مراحل مختلف تولید بیودیزل با استفاده از میکروجلبک‌ها[1] توسعه یافته است. افزایش بازده و کاهش قیمت کشت و برداشت جلبک در آن‌ها، مهم‌ترین موانع بر سر راه تجاری‌سازی محصول بوده‌است. اخیراً، برای غلبه بر مشکلات و محدودیت‌های فنی پیش‌رو، مهندسی نانوذرات بر پایه خواص فیزیکی- شیمیایی و مکانیکی منحصربه‌فرد ذرات، به عنوان ابزار قدرتمند عملی و تحلیلی مورد استفاده قرار گرفته است. این کاربردها شامل؛ بهبود رشد سلول یا رنگدانه‌ها با استفاده از پراکندگی برگشتی نور، القای توده‌های لیپیدی بین‌سلولی با استفاده از تغذیه رقابتی و محیط تحت تنش، افزایش بازده جدایش سلولی و زمان فرآوری، و استفاده مجدد چندگانه از نانوذرات مغناطیسی به عنوان مراکز جمع‌کننده گونه‌های محیطی، است. در این مقاله مروری به پیشرفت‌های اخیر در زمینه استفاده از فرآیندهای کشت و برداشت عملی میکروجلبک‌ها بر پایه مهندسی نانوذرات پرداخته می‌شود.

کلمات کلیدی: میکروجلبک، نانوذره، کاشت، برداشت، فناوری‌نانو.

۱ مقدمه

از آنجایی که بخش‌های اصلی سلول مانند کربوهیدرات، پروتئین، لیپید و رنگدانه به‌طور مؤثر در کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اصلاح زیستی آنها با استفاده از میکروجلبک‌ها، توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده‌است. از بین بخش‌های مختلف میکروجلبک‌ها، استفاده از لیپید (روغن) در تناژ بالا، در مقیاس صنعتی و در مقیاس پژوهشی، توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. بسیاری از مهندسان و دانشمندان با توجه به از بین‌روی سریع منابع سوخت‌های فسیلی، نیاز روز افزون به انرژی و بحث گازهای گلخانه‌ای، لیپید میکروجلبک را مطلوب‌ترین جایگزین برای مواد خام بیودیزلی می‌دانند.

میکروجلبک‌ها به دلیل راندمان و بهره‌وری بالای فوتوکاتالیستی و میزان قابل ملاحظه لیپید، مزیت‌های متعددی نسبت به محصولات روغنی متداول، مانند دانه روغن سویا، تخم‌روغنی شلغم و گل آفتابگردان دارند. از مزیت‌های دیگر میکروجلبک‌ها می‌توان به توانایی استفاده از مواد مغذی موجود در آب‌های پسماند، تمایل به رشد بدون توجه به حاصلخیزی خاک و رشد با استفاده از آب غیرآشامیدنی اشاره کرد. به طور قطع، خواص یاد شده امکان استفاده از نواحی غیر قابل استفاده مانند مناطق ساحلی،

زمین‌های بایر و مناطق گیاهی به وجود آمده با آب‌های پسماند را برای میکروجلبک‌ها فراهم می‌کند و در نهایت این اطمینان را به وجود می‌آورد که رقابتی بین محصولات کشاورزی برای زمین‌های نایاب وجود ندارد. این کار می‌تواند از مصرف روغن‌های خوراکی در کشورهای فقیر جلوگیری کند.

تولید بیودیزل با استفاده از میکروجلبک، یک فرآیند متوالی بوده و از مراحل کاشت، برداشت، استخراج روغن جلبک و تبدیل به سوخت زیستی تشکیل می‌شود. با وجود پژوهش‌های گسترده در چند دهه اخیر، بازده و کاهش قیمت بیودیزل‌های تولیدشده با میکروجلبک‌ها به عنوان یک مانع کلیدی در برابر تجاری‌سازی بهینه آن مطرح است (هزینه نهایی یک کیلوگرم بیودیزل: ۲ دلار). از بین چهار مرحله تولید بیودیزل، مرحله کاشت (که بیش از ۴۰ درصد هزینه‌نهایی را به خود اختصاص می‌دهد) گران‌ترین مرحله محسوب می‌شود. دستیابی به کشتی در مقیاس صنعتی با استفاده از میکروجلبک‌های تولید شده به وسیله مهندسی ژنتیک، با بازده بالای لیپید، بسیار دشوار است. از طرفی، آنچه که در زمینه کشت انبوه میکروجلبک‌های روغنی مشکل‌آفرین است، آلودگی جلبک‌ها در اثر باکتری‌ها و قارچ‌های خارجی است. اگرچه هزینه مرحله برداشت میکروجلبک‌ها، حدود ۳۰-۲۰ درصد هزینه کل فرآیند تولید سوخت بیودیزل را تشکیل می‌دهد، اما هزینه این مرحله بسته به نوع روش برداشت، چگالی کشت میکروجلبک‌ها و نوع گونه‌های آنها متغیر است. تاکنون هیچ فناوری عمومی و فراگیری به منظور برداشت اقتصادی زیست‌توده میکروجلبک برای تولید سوخت بیودیزل توسعه نیافته است. پیش‌نیاز مشترک هر کدام از این چهار مرحله، قیمت پایین و فناوری با مصرف کم انرژی است که می‌تواند فرآیند کلی تولید سوخت بیودیزل با استفاده از میکروجلبک‌ها را پربازده و تداوم‌پذیر کند. اخیراً، رویکردها و روش‌های یکپارچه‌ای برای غلبه بر محدودیت‌های فنی- اقتصادی فرآیند تولید بیودیزل با استفاده از میکروجلبک‌ها گزارش شده‌است که از جمله آنها می‌توان به برداشت یا آزادسازی مولکول‌های زیستی از سلول با استفاده از نانوذرات و تبادل استری مستقیم روغن میکروجلبک‌ها به سوخت بیودیزل اشاره کرد.

مهندسی نانوذرات مفهومی است که توسعه و استفاده از نانوذرات سنتز شده با آرایش معین در مقیاس نانو را پوشش می‌دهد. نانوذرات به واسطه سطح ویژه بسیار بالای خود، خواص فیزیکی- شیمیایی و مکانیکی منحصربه‌فردی مانند واکنش‌پذیری شیمیایی، سختی، الاستیسیته، استحکام و الکتریسیته دارند که با مواد بالک کاملاً متفاوت هستند. به همین دلیل، نانوذرات مهندسی‌شده، در طیف گستردهای از زمینه‌های کاربردی از جمله تولید محصول، لوازم آرایشی، دارورسانی هدفمند، فوتونیک کریستال‌ها، آنالیز مواد، مواد غذایی، پوشش‌ها، رنگ‌ها، درمان اختلالات زیستی، کاتالیست‌ها و علم مواد مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهندسی نانوذرات به عنوان یک زمینه نسبتاً جدید، راه‌حل‌های احتمالی را برای بسیاری از چالش‌های پیش روی مراحل مختلف فرآیند تولید بیودیزل با استفاده از میکروجلبک‌ها ارائه می‌کند. برای نمونه، به منظور بهبود بازده تبدیل بیودیزل و افزایش کیفیت سوخت حاصل از آن، مطالعات گستردهای روی نانوکاتالیست‌های غیرهمگن انجام شده و در فصول و مقالات مروری اخیر به تفصیل پوشش داده شده‌اند. با این حال، مقالات مروری کمتری در زمینه کشت میکروجلبک‌ها و فرآیندهای کاشت موجود در روش‌های مختلف مهندسی نانوذرات از جمله پراکندگی برگشتی نور، مکمل‌سازی غذایی، سنتز لیپید، جداسازی مغناطیسی، و فلوکولاسیون[۲] طبیعی یا مصنوعی نانوذرات منتشر شده است.

هدف از این مقاله مروری، به روزرسانی پیشرفت‌های اخیر در زمینه کاشت میکروجلبک‌ها و فرآیندهای برداشت آنها از دیدگاه مهندسی نانوذرات است. در مقاله حاضر، مشکلات و چالش‌های اصلی و تلاش‌های انجام شده برای مرتفع‌سازی آنها با استفاده از روش‌های مهندسی نانوذرات پوشش داده می‌شوند. همچنین، به تأثیرات آتی مهندسی نانوذرات در زمینه کاربردهای صنعتی و تحقیقاتی تولید سوخت بیودیزل با استفاده از میکروجلبک‌ها پرداخته خواهد شد.

۲ کاشت میکروجلبک‌ها با استفاده از نانوذرات

۲.۱ دورنما

مرحله کاشت، گران‌ترین مرحله در بین مراحل چهارگانه تولید بیودیزل با استفاده از میکروجلبک‌ها است. اولویت‌هایی که در این مرحله مورد توجه قرار دارند، عبارتند از: افزایش بازده تولید زیست‌توده‌های میکروجلبک در یک متر مربع از زمین بدون رشد رقابتی باکتری‌ها و آلاینده‌های خارجی، افزایش انباشت روغن درون سلولی در میکروجلبک‌ها و ایجاد یک محیط کشت پایدار برای میکروجلبک‌ها با توجه به جمعیت میکروبی میکروجلبک‌ها و باکتری‌های هم‌زیستی‌کننده. جداسازی گونه‌های جدید میکروجلبک‌ها از محیط‌های طبیعی، و مهندسی ژنتیکی آنها از جمله گزینه‌های پیش رو برای بهبود راندمان و بازده فرآیند تولید بیودیزل با استفاده از میکروجلبک‌ها به شمار می‌رود. اگرچه اخیراً چندین واکنش‌گر زیستی- نوری[۳] برای کاشت میکروجلبک‌ها مورد آزمایش قرار گرفته‌است، اما این مواد هنوز دارای یک یا چندین محدودیت از نقطه‌نظر انتقال گاز، اختلاط، ذخیره‌سازی نور و بهره‌وری تولید هستند. روش‌های مختلفی برای افزایش میزان روغن در سلول‌ها گزارش شده است که از جمله آنها می‌توان به تخلیه نیتروژن[۴]، کاشت همزمان عوامل ضد میکروبی و تنش نمکی[۵] (نیروهای اسمزی که به یک گیاه در محیط‌های نمکی وارد می‌شود) اشاره کرد. نانوذرات خاصی نیز به صورت مستقیم و غیر مستقیم برای افزایش رشد فوتوسنتزی سلولی و بهبود انباشتگی بین سلولی لیپیدها تحت شرایط پرتنش و بدون نابودی سلول‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند (جدول ۱).

جدول ۱. کاشت و تولید لیپید از میکروجلبک‌ها با استفاده از مهندسی نانوذرات.

کاربردها	نانوذرات	میکروجلبک‌ها	اثرات
کاربرد غیرمستقیم برای واکنش‌گرهای زیستی- نوری	نانوذرات نقره	Chlamydomonas reinhardtii, Cyanothece 51142	افزایش رشد سلول
	نانوذرات نقره نانومیله‌های طلا	Chlorella vulgaris	افزایش قابل ملاحظه در انباشت کلروفیل و رنگدانه‌های کاروتنوئید
کاربرد مستقیم به عنوان مکمل غذایی	آهن نانومتری صفر ظرفیتی (nZVI)	Pavlova lutheri, Isochrysis galbana Tetraselmis suecica	رشد نرمال برای هر سه تنش. میزان لیپید جلبک Pa. lutheri و Te. suecica افزایش می‌یابد.

کاربردها	نانوذرات	میکروجلبک‌ها	اثرات
کاربرد مستقیم به عنوان مکمل غذایی	نانوذرات $MgSO_4$	C. vulgaris	افزایش بازده روغن بر واحد گلیسیرول مصرفی نسبت به حالتی که در آن از نمک معمولی $MgSO_4$ استفاده می‌شود.
	نانوذرات سیلیکای تولید شده با روش کندوپاش لیزری	C. vulgaris	افزایش جزئی رشد سلول در مقایسه با حالتی که در آن از نانوذرات استفاده نشده باشد.
کاربرد مستقیم به عنوان محرک انباشت لیپید	نانوذرات TiO_2	C. vulgaris UTEX 265	افزایش بهره‌وری لیپید تا ۱۵ درصد در مقایسه با حالتی که از TiO_2 استفاده نشده باشد.
	نانوذرات آمینوکلی Mg	C. vulgaris	افزایش قابل ملاحظه در انباشت روغن در داخل سلول‌های میکروجلبک و اندازه متوسط کلیه سلول‌ها

۲.۲ کاربرد غیرمستقیم نانوذرات برای کاشت واکنش‌گرهای زیستی- نوری

غلظت بالای نانوذرات در محلول‌هایی که میکروجلبک‌ها در آنها حضور دارند، می‌تواند از انتقال مستقیم نور به داخل سلول‌های میکروجلبک جلوگیری کند. برای جلوگیری از این مشکل، کاربرد غیرمستقیم نانوذرات کوپل‌شده با رزونانس‌های پلاسمون سطحی موضعی (LSPR) و واکنش‌گرهای زیستی- نوری مورد استفاده قرار گرفته است. پلاسمون‌ها بیانگر نوسانات دسته جمعی الکترون‌های آزاد در فصل مشترک فلز- دی الکتریک است. پدیده جذب و پراکندگی نور در طول موج‌های معین ممکن است با برهم‌کنش‌های رزونانسی بین نور (فوتون‌ها) و پلاسمون‌های سطحی تقویت شود. ترکمانی و همکاران[۶] در سال ۲۰۱۰، افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در رشد سلولی جلبک پلامیدوموناس رینهاردتیاند[۷] (نوعی جلبک سبز تک‌سلولی با قطری در حدود ۱۰ میکرومتر) و جلبک سیانوتس 51142[۸] (نوعی جلبک سبز آبی تک‌سلولی) با استفاده از پراکندگی برگشتی شدید نور آبی در سوسپانسیونی حاوی نانوذرات نقره گزارش کرده‌اند. ایروغلو و همکاران[۹] در سال ۲۰۱۳، جلبک کلورا والگاریس[۱۰] را با قرار دادن نانوذرات کروی نقره و نانومیله‌های طلا در کنار واکنش‌گرهای زیستی- نوری در دو حالت مجزا و مختلط کشت دادند. آنها با مقایسه این روش و شرایطی که در آن از نانوذرات استفاده نشده‌بود، افزایش قابل‌توجهی را در انباشت رنگدانه‌های کاروتنوید و کلروفیل گزارش کردند. این پدیده نهایتاً منجر به افزایش جذب نور به‌وسیله‌ی سلول‌های میکروجلبک شد. بنابراین، می‌توان سوسپانسیون‌های حاوی نانوذرات را به طور مؤثر برای بیش از پنج مرتبه و بدون به‌وجودآمدن مشکلات آلایندگی و سمیت بازیابی نمود. همچنین، طول موج و فلوی نور می‌تواند با غلظت و اندازه نانوذرات کنترل شود، این کار به جلوگیری از بازدارندگی نوری[۱۱] (کاهش ظرفیت فوتوسنتز یک گیاه یا جلبک در اثر نور) کمک کرده و گونه‌های خاص میکروجلبک‌ها را که دارای رنگدانه‌های نوری متفاوتی هستند فعال می‌کند.

۳.۲ کاربرد مستقیم نانوذرات به عنوان مکمل غذایی و محرک تولید لیپید

اخیراً، نانوذرات برای افزودن مواد مغذی مورد نیاز سلول‌های فوتوسنتزی میکروجلبک‌ها، مانند آهن و منیزیوم، به محیط‌های کشت اضافه شده‌اند. همچنین گزارش شده است که آهن، انباشت لیپید را در میکروجلبک‌های دریایی C. Vulgaris بهبود می‌دهد. کادار و همکاران[۱۲] در سال ۲۰۱۲ رفتار آهن متداول محلول، که در آن از اسید اتیلن دی‌آمین تتراستیک (EDTA) به عنوان عامل کی‌لیت‌کننده استفاده شده است، و نانوذرات آهن سنتز شده صفر ظرفیتی (nZVI) را برای کاشت سه نوع میکروجلبک دریایی (پاولوا لوتری[۱۳]، ایزوچریسیس گالبانا[۱۴] و تتراسلمیس سوسیکا[۱۵]) مورد مقایسه قرار دادند. آنها رشد طبیعی با سرعت رشد استاندارد را برای هر سه نوع جلبک در حضور نانوذرات nZVI گزارش کردند. نکته جالب توجه اینکه میزان لیپید در جلبک‌های پاولوا لوتری و تتراسلمیس سوسیکا در مقایسه با جلبک کشت داده شده با Fe-EDTA افزایش می‌یابد. در واقع، نانوذرات آهن از جمله nZVI می‌تواند چندین نوع گونه اکسیژنی واکنش‌دهنده (ROS) شامل اکسیژن یکتایی[۱۶]، سوپراکسید، پروکسید هیدروژن، و رادیکال‌های هیدروکسیل) را از طریق واکنش‌های فنتونی، که باعث اعمال تنش اکسیداسیونی به میکرواورگانیسم‌ها می‌شود، تولید کند. همچنین، افزودن نانوذرات آهن در محیط حاوی جلبک‌ها منجر به جذب رقابتی بسیار شدید بین سلول‌ها در مقایسه با آهن قابل حل می‌شود و شرایط پرتنشی را برای انباشت لیپید در جلبک‌ها به وجود می‌آورد.

سارما و همکاران[۱۷] (۲۰۱۴) نانوذرات $MgSO_4$ را به عنوان جزء مکمل مورد نیاز برای سنتز کلروفیل در کاشت جلبک C. vulgaris با استفاده از گلیسرول به عنوان منبع آلی کربن مورد استفاده قرار دادند. مشاهدات نشان می‌دهد که با افزایش نانوذرات $MgSO_4$، فوتوسنتز بهبود می‌یابد و گلیسرول مصرف می‌شود. این پدیده، بازده روغن میکروجلبک بر واحد گلیسرول مصرف شده را نسبت به حالتی که از نمک $MgSO_4$ استفاده می‌شود افزایش می‌دهد. آنها پیشنهاد کردند که استفاده از نانوذرات $MgSO_4$ ممکن است منجر به فلوکولاسیون میکروجلبک‌ها و نهایتاً کاهش مصرف نور نفوذ کرده به جلبک و افزایش میزان کلروفیل شود. لازم به ذکر است که کلروفیل باعث تداوم فعالیت فوتوکاتالیستی کل به عنوان مکانیزمی برای انطباق جلبک‌ها با شرایط در حال تغییر محیط پیرامونی می‌شود. سان و همکاران[۱۸] (۲۰۱۴) اثر نانوذرات سیلیکای تولید شده با کندوپاش لیزر[۱۹] با اندازه ذره ۱۹۰-۳۸ نانومتر را روی جلبک C. vulgaris مورد بررسی قرار دادند. آنها یک افزایش جزئی در رشد سلولی نسبت به حالتی که از نانوذرات استفاده نشده باشد گزارش کردند و اثر چندین ماده مغذی معین را در حضور نانوذرات سنتز شده سیلیکا توضیح دادند. وی و همکاران[۲۰] (۲۰۱۰) اثر سمی نانوذرات سیلیکا با اندازه ۲۰-۱۰ نانومتر را بر رشد سلولی جلبک Scenedesmus obliquus گزارش کردند. این نتیجه نشان داد که اثر احتمالی نانوذرات پایه سیلیکا می‌تواند بسته به میزان و اندازه ذرات و نوع گونه‌های میکروجلبک به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر پیدا کند.

کانگ و همکاران[۲۱] (۲۰۱۴)، اثر تنش اکسیداسیونی نانوذرات TiO_2 در یک محیط

فرابنفش را برای افزایش انباشت لیپید در جلبک C. Vulgaris UTEX 265 مورد مطالعه قرار دادند. آنها بر اساس آزمایش‌های تجربی گسترده (شرایط بهینه: 0.1 g TiO_2/L با دو روز قرارگیری سیستم در معرض نور فرابنفش)، تنها یک افزایش جزئی در بازده تولید لیپید (حدوداً ۱۵ درصد) در مقایسه با حالتی که از نانوذرات TiO_2 استفاده نشده باشد، گزارش کردند. حداکثر سرعت رشد سلول (d^{-1} 0.84–0.89) و چگالی نهایی سلول (g/L 0.91–0.99) پس از دو روز، در بازه غلظتی 0.1–1.0 g TiO_2/L تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. با این حال، در غلظت‌های ۰/۵ و ۲/۵ گرم بر لیتر TiO_2، سرعت رشد سلولی (d^{-1} 0.50–0.53) کاهش می‌یابد. این واقعیت نشان می‌دهد که غلظت بالای TiO_2 در حضور نور فرابنفش می‌تواند اثرات منفی بر زیست‌پذیری[۲۲] سلول‌های میکروجلبک‌ها داشته باشد. این یافته نشان می‌دهد که نه تنها پراکنده‌سازی مؤثر نانوذرات TiO_2 در داخل محلول حاوی میکروجلبک‌ها ضروری است، بلکه تنش‌های اکسیداسیونی باید بر اساس ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گونه‌های معین میکروجلبک‌ها به دقت کنترل شود. از طرفی، حضور مقادیر بالای گونه‌های اکسیژنی واکنش‌دهنده (ROS) که به واسطه TiO_2 به وجود می‌آیند می‌تواند منجر به تخریب مستقیم درشت ملکول‌هایی مانند لیپید، پروتئین، و نوکلئیک اسیدها در یک میکروجلبک شود. به طور همزمان، میکروجلبک‌ها مکانیزم‌های حفاظتی خاصی برای جداسازی و حذف گونه‌های اکسیژنی واکنش دهنده با خاصیت بازدارندگی دارند. سطوح درون سلولی آنزیم‌ها و مولکول‌های آنتی‌اکسیدان افزایش می‌یابد و لذا سنتز تری‌آکیل‌گلیسرول (TAG) تحت شرایط تنش اکسیداسیونی فعال می‌شود.

اخیراً، ما میکروجلبک‌های Chlorellasp. KR-1 و C. vulgaris را که در آب‌های شیرین رشد می‌کنند در حضور نانوذرات منیزیم آمینوکلی با میانگین قطر هیدرودینامیکی ۵۰ نانومتر و تحت شرایط فوتوسنتز کشت دادیم. جلبک Chlorellasp. KR-1 در غلظت‌های کمتر از 1/5 g/L منیزیم آمینوکلی، الگوهای رشد مشابهی را در مقایسه با کشت‌هایی که در آنها از مقادیر کمتر آمینوکلی استفاده شده بود نشان داد. این پدیده باعث می‌شود که هیچ‌گونه اختلافی در غلظت یا اندازه سلول‌های میکروجلبک در فاز ساکن وجود نداشته باشد. با این حال، کشت جلبک C. vulgaris منجر به افزایش قابل‌ملاحظه در انباشت روغن در داخل سلول‌های میکروجلبک و اندازه متوسط سلول‌ها می‌شود. اگرچه اثر این افزایش، بسته به نوع گونه‌های جلبک متفاوت است، با این حال، ممکن است منجر به ظهور خواص منحصربه‌فرد در نانوذرات آمینوکلی شود. نانوذرات آمینوکلی از کاتیون‌های فلزی مانند Ca^{2+}، Mg^{2+} و Fe^{3+} تشکیل شده‌اند که در مرکز، با گروه‌های عاملی آمینی خطی با پیوندهای کووالانسی، جفت شده و یا در بین آنها قرار گرفته‌اند. آمینوکلی‌ها گروه‌های آمینی اولیه بسیار متعددی دارند که باعث انحلال‌پذیری آمین پروتونیزه‌شده (افزودن پروتون به آمین) در محلول‌های آبی و جذب آن روی سلول‌های میکروجلبک می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که نانوذرات آمینوکلی پایه منیزیم، به دلیل قابلیت انحلال در محلول‌های آبی و شفاف بودن، از نفوذ نور به داخل میکروجلبک جلوگیری نمی‌کند و با تبدیل CO_2 به یون‌های کربنات، دسترسی بیشتری را برای CO_2 در مکان‌های گروه‌های آمینی اولیه فراهم می‌کند.

۴.۲ چشم‌انداز و جهت‌گیری برای آینده

روش استفاده از نانوذرات در فرآیند کاشت میکروجلبک‌ها، عمدتاً به نوع گونه‌های میکروجلبک، شرایط کاشت و انواع نانوذرات بستگی دارد. این فناوری با وجود جذابیت‌های قابل‌توجهی که در زمینه‌های صنعتی و تحقیقاتی دارد، هنوز در ابتدای راه است. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که در آینده نزدیک، تحقیقات هدفمند و سیستماتیکی روی نانوذرات خاص با هدف بهبود رشد سلول‌های میکروجلبک و دستیابی به شرایط بهینه انباشت روغن در سلول‌های آن انجام شود. استفاده از رزونانس‌های پلاسمون سطحی موضعی نانوذرات به عنوان فیلترهای نوری می‌تواند تشکیل رنگدانه با استفاده از میکروجلبک‌ها را بدون ایجاد چالش‌ها و مشکلات آلایندگی و سمیتی بهبود بخشد و کاربردهای احتمالی متعددی را برای تولید رنگدانه‌های کاروتنوید با ارزش افزوده بالا مانند Astaxanthin وlutein در سیستم‌های بسته حاوی واکنش‌گرهای زیستی- نوری ارائه دهد. لازم به ذکر است که هر چند استفاده از عناصر کمیاب نظیر مولیبدن، کبالت، منگنز و بور به صورت نانوذره مورد مطالعه قرار نگرفته است، اما استفاده بهینه از آن‌ها، زیست‌توده‌های جلبک را ۲۱ تا ۳۸ درصد بهبود می‌دهد. ایجاد شرایط پایدار برای کشت میکروجلبک بر اساس جمعیت میکروبی جلبک‌ها و باکتری‌های هم‌زیستی کننده، و نیز جلوگیری از رشد رقابتی میکروجلبک‌ها با باکتری‌های خارجی و آلاینده‌های قارچی، از مشکلات و چالش‌های کاشت انبوه میکروجلبک‌های روغنی محسوب می‌شود؛ هرچند اطلاعات کمتری درباره کاربردهای نانوذرات در اختیار ما وجود دارد.

اثرات آنتی‌باکتریایی و باکتریواستاتیکی (جلوگیری‌کننده از رشد باکتری) با جلوگیری از رشد باکتری در غلظت‌های بالاتر، شرایط را برای حفاظت در برابر حمله میکرواورگانیسم‌ها به سیستم کشت فراهم می‌کند. این مکانیزم، مشابه نتایج به‌دست‌آمده برای کشت میکروجلبک‌ها در حضور قارچ‌کش‌هایی است که مسئول ایجاد خاصیت ممانعت‌کنندگی در سنتز استرول هستند. برای نمونه، سلول‌هایی که با نانوذرات آمینوکلی پوشش داده شده‌اند و از رفتار سلول‌های پوشش‌داده شده با سیلیکا تقلید می‌کنند، می‌توانند برای ایجاد حفاظت در شرایط سخت (مانند شرایط پرتنشی ناشی از عوامل رقیب برای جذب مواد مغذی) مورد استفاده قرار گیرند. نکته مهم‌تر اینکه کشت مجدد میکروجلبک‌ها در حضور آمینوکلی با استفاده از محیط‌های شناور پس از برداشت زیست‌توده‌های جلبک نشان می‌دهد که آمینوکلی هیچ‌گونه سمیت یا اثر منفی روی کشت میکروجلبک‌ها ندارد. چنین رشد مجددی، برای به حداقل رسانی سمیت نانوذرات مهندسی‌شده آمینوکلی که در بافت‌های زنده حاوی آب، آزاد می‌شوند، بسیار حائز اهمیت است. بسیاری از نانومواد مانند نانولوله‌های کربنی، Al_2O_3، CuO، ZnO و TiO_2، به دلیل تنش‌های اکسیداسیونی، آگلومراسیون، تجزیه مواد مغذی، و یا اثرات جانبی آنها، به طور بالقوه سمی هستند. با این حال، اثر نانوذرات بر فرآیندهای کاشت و برداشت میکروجلبک‌ها در تولید بیودیزل بسیار محدود است. مکانیزم اثرگذاری نانوذرات مغناطیسی بدون پوشش و عاملدار شده بر سلول‌های میکروجلبک تاکنون به روشنی درک نشده‌است. ایمنی نانوذرات و اثرات آنها بر کل فرآیند تولید بیودیزل، از جمله موضوعات جذاب برای مطالعات بعدی است. با این حال، تاکنون فرآیندهای ارزیابی مناسب برای چنین موضوعاتی پیشنهاد نشده است.

۳ برداشت میکروجلبک‌ها با استفاده از نانوذرات

۱.۳ دورنما

به دلیل اندازه کوچک (۱۰ میکرومتر) و غلظت پایین سلول‌های میکروجلبک (معمولاً کمتر از 1.5 g/L)، و نیز وابستگی شدید بازده فرآیند برداشت به نوع گونه‌های میکروجلبک، محیط‌های کشت و شرایط pH، دستیابی به یک فرآیند پربازده برداشت در یک زیست‌محیطی اصلاح شده بسیار دشوار است. در واقع، هنوز یک روش ارزان قیمت و کارآمد برای برداشت زیست‌توده میکروجلبک مورد نیاز است. اگرچه تاکنون روش‌های فیزیکی- شیمیایی مختلفی مانند سانتریفیوژ کردن، فیلتر کردن، غوطه‌وری در هوا، و الکتروفورز مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما بکارگیری عوامل کی‌لیت‌کننده یکی از ساده‌ترین و مؤثرترین روش‌ها برای کاربردهای میکروجلبک‌ها در

مقیاس صنعتی اســت، به شرط آنکه این روش بتواند نیازهایی را که در زمینه قابلیت بازیابی، سمیت پایین،
ارزان بودن (نانو) مواد مــورد نیاز و مهم‌تر از همه، بازده فرآیند برداشــت احساس می‌شود، تأمین کند.
متأســفانه کی‌لیت‌کننده‌های غیرآلی متداول مانند $FeCl_3$ و آلوم (سولفات دوتایی آلومینیوم و پتاسیم) موجب بازده بسیار پایین در مرحله برداشت میکروجلبک و وابســتگی بسیار زیاد آن به نوع گونه‌های جلبک می‌شــود. علاوه‌بر این، باید مشــکلات و مسائل مربوط به سمیت و بازیابی شیمیایی مد نظر قرار گیرد. بنابراین، نانوذرات با خواص منحصربه‌فرد خود می‌توانند به عنــوان عوامل کی‌لیت‌کننده جایگزین برای میکروجلبک‌ها در نظر گرفته شــوند. بر اساس آخرین مقالات منتشر شــده، نانوذرات هم به شکل منفرد (خالص) و هم به شکل هیبریدی (کامپوزیتــی) با مواد شــیمیایی و پلیمرهای کاتیونی مختلف مورد اســتفاده قرار می‌گیرند (جدول ۲).

جدول ۲. برداشت میکروجلبک‌ها با استفاده از مهندسی نانوذرات.

نانوذرات			میکروجلبک		راندمان مرحله برداشت			
انواع نانوذرات	اندازه (nm)	بارگذاری (mg/L)	گونه‌های میکروجلبک	چگالی سلولی (g/L)	بازده (٪)	ظرفیت (میلی‌گرم سلول بر میلی‌گرم ذره)	زمان فرآوری (min)	pH کاری
Fe_3O_4 بدون پوشش	۲۰-۳۰	۰/۴۲-۲/۱	Nannochloropsissp.	۳×۱۰^{۷}	۵-۸۰		۶	
	۱۰	۱۲۰	N. maritime	۱/۰	۹۷/۵	۱۰/۱	۴	۸/۰
	۱۰	۷۵	Botryococcus braunii	۱/۸	۷۵-۱۰۰	۵۵/۹	۱	۴-۱۰
	۲۰-۳۰	۱/۳	Chlorellasp	۳×۱۰^{۷}	۱۰-۹۵		۶	۳-۱۱
	۰/۱۵ - ۲۰	۱۴	C. vulgaris	۰/۳	۵۰-۹۵		۱۱-۱۲	
	۱۰	۳۰۰	C. ellipsoidea	۰/۸	۸۵-۹۹		۱	۴-۱۰
	۱۰	۲۵۰	C. ellipsoidea	۰/۵-۲	۸۲-۹۵	۵/۸	۱۰۰-۱۱۴۰	
	۵۰-۲۵۰	۲/۵-۵۰	C.sp. KR-1	۱/۶	بالای ۹۵		کمتر از ۱	۴/۰
Fe_3O_4 پوشش‌کاری‌شده با PEI	۱۲	۲۰	C. ellipsoidea	۰/۷۵	۹۷	۹۳	۲	۹/۰
Fe_3O_4 پوشش‌کاری‌شده با PDDA		۰/۴۲-۲/۱	Nannochloropsissp	۳×۱۰^{۷}	بالای ۹۵		۶	
		۱/۳	Chlorellasp	۳×۱۰^{۷}	بالای ۹۰		۶	۳-۱۱
	۴۰ *۳۸۰	۲۰۰	Chlorellasp	۳×۱۰^{۶}	۹۹		کمتر از ۳	
	۶۵	۱۰۰	Chlorellasp	۳×۱۰^{۶}	۸۰		کمتر از ۱۰	
	۴۷۴	۱۵۰	جلبک مختلط	$۸/۳\times۱۰^{۶}$	۹۰		کمتر از ۳	۷/۰-۸/۵
Fe_3O_4 پوشش‌کاری‌شده با CPAM		۱۲۰	C. ellipsoidea	۰/۷	۹۶	۲۱/۴	کمتر از ۱۰	۷/۰
		۲۵	B. braunii	۱/۸	۹۵	۱۱۴/۸	کمتر از ۱۰	۷/۰
		۱۲۰	B. braunii	۱/۲	بالاتر از ۹۰		۱۰۰ میلی لیتر بر دقیقه	۷/۰
$BaFe_{12}O_{19}$پوشش‌کاری‌شده با APTES	۱۰۸	۲/۳	C.sp. KR-1	۱/۰	۹۸/۶-۹۹/۵		۲-۳	۶/۵

نانوذرات			میکروجلبک		راندمان مرحله برداشت			
نانوکیتوسان	۱۳۷	۶۰	Nannochloropsissp.	۴	۹۷		۶۰	۹/۰
کامپوزیت Fe_3O_4- کیتوسان	۱۰-۳۰	۱/۴	C.sp. KR-1	۱/۰	بالاتر از ۹۹		۲	۶/۹
	۲۰-۳۰	۳۰۰	Chlorellasp.	۳×۱۰^{۷}	بالاتر از ۹۵		بالاتر از ۴	
آمینوکلی آلومینیوم	۳۰	۶۰۰	C.sp. KR-1	۱/۷	۱۰۰		۳۰	۶/۰-۹/۰
nZVI پوشش‌کاری‌شده با آمینوکلی	۱۰۰	۲۰	C.sp. KR-1	۱/۵	۱۰۰		کمتر از ۳	۹/۰
کامپوزیت TiO_2-آمینوکلی			C.sp. KR-1	۱/۵	۸۵		۳۰	۶/۵
ترکیب اسید گیاخاک-آمینوکلی			C.sp. KR-1	۱/۳	۱۰۰		۱۸۰	۶/۵

۲.۳ نانوذرات منفرد

۱.۲.۳ نانوذرات مغناطیسی

جداسازی مغناطیسی به دلیل مزیت‌های منحصربه‌فرد خود نظیر فرآوری سریع، افزایش آسان مقیاس تولید، و خودکار بودن فرآیند، یکی از جامع‌ترین فرآیندهای جداسازی در فناوری‌زیستی به شمار می‌رود. در حالت کلی، اکسیدهای فلزی مانند Fe_3O_4 در صورتی که با گونه‌های هیدروکسیل احاطه شده باشند، بار سطحی حساس به pH خواهند داشت. این بار سطحی به دلیل کسب پروتون و یا از دست دادن آن (H^+)، به ترتیب، در پایین نقطه ایزوالکتریک (IEP)، مثبت ($MO-H_2^+$؛ فلز=M) و در بالای آن، منفی ($MO-O^-$) خواهد بود. این پدیده امکان تجمع و انباشت میکروجلبک‌هایی با پتانسیل زتای منفی و اکسیدهای فلزی با پتانسیل زتای مثبت را به واسطه جاذبه الکترواستاتیکی به وجود آمده در اثر جداسازی مغناطیسی فراهم می‌کند. لیو و گوو[۲۳]، بازده ۹۵ درصدی در عرض ۵ دقیقه را برای برداشت گونه‌های مختلفی از میکروجلبک‌های دریایی[۲۴] و میکروجلبک‌های موجود در آب‌های شیرین (Botryococcus braunii و Chlorella ellipsoidea) با استفاده از نانوذرات مغناطیسی Fe_3O_4 گزارش کردند. اخیراً هیو و همکاران[۲۵]، سیستم پیوست‌های برای جداسازی مغناطیسی جلبک C. Ellipsoidea توسعه داده‌اند. اساس سیستم یاد شده، به دام انداختن توده‌های متراکم نانوذرات Fe_3O_4 در سطح یک غلطک چرخان از جنس آهن‌ربای مغناطیسی دائمی و جمع‌آوری آنها با استفاده از یک پره تیز است. با این حال، افزایش غلظت محلول مورد استفاده برای کشت جلبک (0.5–2 g/L) یا آهنگ فلوی آن (100–1140 mL/min) منجر به کاهش قابل‌ملاحظه در بازده مرحله برداشت از ۹۵/۰درصد و ۹۵/۴ درصد به ۸۲/۰ درصد و ۸۵/۶ درصد می‌شود. این بدین معنی است که برای افزایش مقیاس تولید از مرحله آزمایشگاهی تا پایلوت صنعتی، نیاز به بهسازی سیستم وجود دارد.

اکسید آهن (Fe_3O_4) وزن مولکولی بالایی دارد (231.5 g/mol). نسبت بالایی از میکروجلبک به اکسید آهن (برای مثال، 14 mg/mg یا 2.5–50 mg/mg) در مقایسه با مورد مشابه برای کی‌لیت‌کننده‌های شیمیایی متداول مورد نیاز است. جداسازی مغناطیسی سلول‌های میکروجلبک منجر به چسبندگی شدید نانوذرات به ساختارهای سطحی سلول می‌شود. به‌کارگیری عملی فناوری مگنتوفورز در مرحله برداشت میکروجلبک نیازمند ابزارهای گران‌قیمت و دقیق برای بازیابی و استفاده مجدد از کی‌لیت‌کننده‌های مغناطیسی است. تاکنون تلاش‌های کمتری برای بازیابی نانوذرات مغناطیسی انجام شده‌است. خو و همکاران[۲۶] از اسید هیدروکلرید برای حل‌سازی و استخراج اکسیدهای فلزی مغناطیسی از کلوخه‌های سنگی و عملیات‌های تکمیلی بعدی مانند هم‌رسوبی و فیلتراسیون با هدف استفاده مجدد از نانوذرات استفاده کردند. همچنین، پروچاخووا و همکاران[۲۷] در سال ۲۰۱۳، بازیابی صددرصدی میکروجلبک‌های خارج‌شده از حالت مغناطیسی را با استفاده از اسید H_2SO_4 (۱۰ درصد حجمی) تحت شرایط فراصوتی و گرمایش (۴۰ درجه سانتی‌گراد) انجام دادند. با این حال، باید این اسیدهای قوی به دقت و با در نظر گرفتن نوع گونه میکروجلبک و ترکیبات هدف، مورد استفاده قرار گیرند. هزینه تمام‌شده یک تجهیز مقاوم در برابر اسید و اثرات زیست‌محیطی آن نیز می‌بایست در نظر گرفته شود. اخیراً، لی و همکاران[۲۸] استفاده مجدد از ذرات بدون پوشش Fe_3O_4 را برای برداشت جلبک روغنی Chlorellasp با مقادیر بالای لیپید (0.35–0.41 g چرب بر گرم سلول) گزارش کرده‌اند.

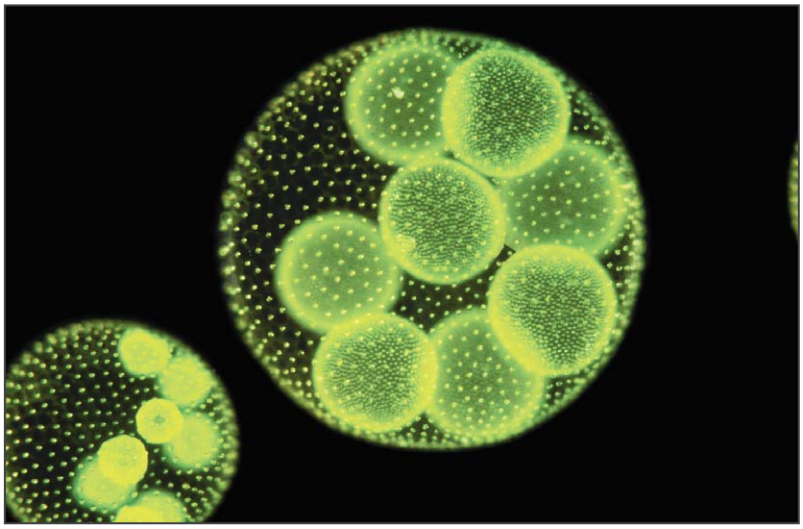
سلول‌های میکروجلبک می‌توانند به دلیل جاذبه الکترواستاتیکی بین سلول‌ها و ذرات Fe_3O_4، به طور مؤثر به‌وسیله‌ی ذرات Fe_3O_4 در pH پایین برداشت شوند. بنابراین، جدایش مکرر ذرات Fe_3O_4 از سلول‌های جلبک در اثر دافعه الکترواستاتیکی ناشی از افزایش pH و یا انجام عملیات فیزیکی خاص، مانند جریان گردابی (۳۰ ثانیه) و هم زدن با امواج صوتی (۱ دقیقه)، در استفاده مجدد از Fe_3O_4 امکانپذیر است. می‌توان با ده سیکل متوالی روی ذرات مغناطیسی، به بازده بالای مرحله برداشت و بازیابی دست یافت. مرجع‌ترین ابزارها برای بازیابی ذرات مغناطیسی از لجن‌های زیستی[۲۹] (توده‌هایی از مواد آلی و میکرواورگانیسم‌های غنی از پروتئین مانند باکتری‌ها، جلبک‌ها و غیره)، روش‌هایی هستند که در آنها از عملیات‌های اضافی و مصرف بالای انرژی اجتناب می‌شود. با این حال، جداسازی خودبه‌خودی نانوذرات مغناطیسی با تنظیم pH در بالای نقطه IEP به دست نمی‌آید. دو فرضیه برای بررسی این واقعیت پیشنهاد شده است. اول اینکه دافعه الکتریکی که تنها با کنترل pH ایجاد می‌شود به اندازه کافی قوی نیست که بتواند سلول‌های میکروجلبک را از ذرات جدا کند، زیرا مقدار مطلق پارامتر پتانسیل زتا برای پراکندگی پایدار کلوئیدها بزرگ‌تر از ۳۰-۲۵ میلی‌ولت است. دوم اینکه ذرات مغناطیسی و سلول‌های جلبک در طی فرآیند برداشت به شدت به یکدیگر چسبیده و آگلومره می‌شود. اگر اندازه ذرات اکسید Fe_3O_4 بزرگ‌تر از ۲۰ نانومتر باشد (که ممکن است این مقدار، اندازه بحرانی برای خاصیت سوپرپارامغناطیسی باشد)، آنگاه ذرات یاد شده، خاصیت فرومغناطیسی در دمای اتاق خواهند داشت و آگلومراسیون نسبتا کمتر خواهد شد. با این حال، لازم به ذکر است که بیش از ۹۰ درصد ذرات مغناطیسی

می‌توانند به آسانی از طریق تغییر pH و هم‌زدن گردابی به مدت ۳۰ ثانیه، از میکروجلبک‌ها جدا شـوند. آزمایش‌های تجربی بعدی روی بازیابی محیط کشت و آنالیزهای تغییر دهنده ماهیت ژل[۳۰] (DGGE) تأیید کرده‌اند که اسـتفاده از ذرات Fe_3O_4 و تنظیـم pH، هیچ اثر نامطلوبی بر رشد سلول‌های جلبک یا گونه‌های باکتریایی هم‌زیستی‌کننده بر جای نمی‌گذارد.

علیرغـم ذرات Fe_3O_4 و سـلول‌های جلبـک C. vulgaris که پتانسـیل زتای یکسانی دارند (یعنی مقادیر مثبت و منفی یکسان)، انباشت‌های مشـابهی نیز گزارش شده‌اسـت. پروچاخووا و همـکاران (۲۰۱۳)، مکانیزم تبـادل یونی زیر را پیشـنهاد کرده‌اند: در صورتی که پتانسـیل زتـای کل سـطح سـلول در pH اولیه، منفی باشد، برخی از بخش‌ها مانند گلیکوپروتئین‌ها در سـطح سـلول‌های جلبک دارای گروه‌های موضعی $-NH_3^+$ هسـتند؛ در حالی که سـطح نانوذرات Fe_3O_4، در همان pH اولیه، به‌وسیله‌ی گروه‌های عاملی OH^-، پروتون خود را از دست داده و گـروه عاملی O^- را تشـکیل می‌دهد. بدیـن ترتیب، یـک جاذبه الکترواسـتاتیکی موضعـی بین سـلول‌های جلبـک و نانوذرات در سـطح pH اولیـه به وجود می‌آیـد. با این حال، در نسـبت‌های بالای نانوذرات Fe_3O_4 به جلبـک (14 mg/mg)، بازده مرحله برداشـت میکروجلبک‌ها با تغییر pH و ترکیب شیمیایی محیط به شـدت تحـت تأثیر قـرار می‌گیرد. اگرچه مواد مغناطیسـی، انواع مختلفی دارند، اما پایداری شیمیایی، زیست‌سازگاری و هزینه تولیـد باید بـا توجه به کاربردهـای احتمالی مرحله برداشـت میکروجلبـک در نظر گرفته شـود. بسـیاری از اکسـیدهای فلزی به فرم M_AO_B و فریت‌هـای مکعبی اسـپینل به فرم MFe_2O_4 (M= Cu, Mn, Fe, Co, Ni, Zn)مانند $CoFe_2O_4$، $CuFe_2O_4$ و $ZnFe_2O_4$ از جمله مواد مغناطیسـی معروف به شـمار می‌روند. اگرچه این فریت‌ها خاصیت مغناطیسـی بیشـتری نسـبت به اکسـید آهن (Fe_3O_4) دارند، اما در برابر اکسیداسـیون پایداری کمتری داشـته و خاصیـت زیست‌سـازگاری پایین‌تری دارند. به همین دلیل، اکسـید آهن به طور گسترده در کاربردهـای زیسـتی مورد اسـتفاده قرار می‌گیرد. مطالعات نشـان می‌دهـد که ذرات آلیاژی مغناطیسی مانند FePt، FePd و FeCo، انیزوتروپی مگنتوکریستالی و پایداری شیمیایی بالای این مواد را بهبود می‌دهد. با این حال، به دلیل قیمت بالای تولیـد، کاربرد ذرات آلیاژی مغناطیسـی تنها به حوزه بیوپزشـکی محدود شده‌است.

۲.۲.۳ نانوذرات آمینوکلی و کیتوسان

کیتوسـان یک پلی‌سـاکارید کاتیونی اسـت که به طور گسـترده به عنـوان کی‌لیت‌کننده



زیستی برای میکروجلبک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و اسـاس عملکرد آن، خنثی‌سازی بار الکتریکی و مکانیزم‌های پل زدن متوالی است. این مـاده با حذف گروه عاملی $-CH_3$ از پلیمر زیستی چیتین که جزء اصلی پوست خرچنگ و میگو را تشـکیل می‌دهد به دسـت می‌آید. فرید و همکاران[۳۱] در سال ۲۰۱۳، نانوپلیمرهای کیتوسـان را با اسـتفاده از روش ژل‌سـازی یونی توسـعه داده و برای برداشت جلبک‌های Nannochloropsis sp مورد آزمایش قرار دادند. گزارش‌ها حاکی از آن اسـت که نانوکیتوسان در مقایسه با کیتوسـان بالک منجر به کاهش ۴۰ درصدی میـزان کی‌لیت‌کننده موردنیاز و افزایش ۹ درصدی بازیابی زیست‌توده می‌شود. بـا این حال، اسـتفاده عملی از کیتوسـان در پالایش زیسـتی، علیرغم زیست‌سازگاری بالا و کاربردهای گسترده، به دلیل قیمت بسیار بالا، دشوار و مشکل آفرین است.

اخیـراً آمینوکلی‌های مختلفی کـه از فلزات کاتیونـی (Al^{3+}، Ca^{2+}، Mg^{2+} و غیـره) و مواد عامل‌دار شـده با ترکیبات آلی مانند APTES و ۳-[۲-(۲-آمینو-اتیلامینـو)] پروپیـل تری‌متوکسـی سـیلان (از این بـه بعد با N3 نمایش داده خواهد شـد) تشـکیل می‌شوند، برای مرحلـه برداشـت جلبک‌هـای روغنی Chlorellasp مـورد آزمایش قـرار گرفته‌اند. بر اسـاس آزمایش‌هـای تجربـی، در صورتی که pH محلول شـناور، در حالـت خنثی نگه داشـته شود، دستیابی به راندمان بالای فرآیند برداشت در عرض ۳۰ دقیقه (بالای ۹۷ درصد) امکان‌پذیر اسـت. این پدیده، مربوط به فراوانی گروه‌های آمینی اسـت که به‌وسیله‌ی صفحات متـورق نانوکلی (کلوئیدهـای کاتیونی حاوی ذراتی با قطر متوسـط ۳۰ نانومتر) در محلول آبـی و در بـازه گسـترده pH (۲/۰-۱۲/۰)، پروتون‌هـای خـود را از دسـت می‌دهنـد. نانوذرات آمینوکلی و سـلول‌های میکروجلبک به آسـانی به یکدیگر می‌چسـبند و از طریق خنثی‌سـازی بار الکتریکی سلول‌های جلبک با بـار منفی و نانوذراتی که بیـن آنها پل زده‌اند، رسـوب می‌کنند. با این حال، بازده برداشـت بـرای نانوکلی‌های Ca–APTES و Mg–N3، به دلیل توزیع گسـترده انـدازه ذرات و یا تأخیر در ورق‌های‌شدن صفحات آمینوکلی در داخل محلول آبی، بـه ترتیب ۶۸ درصد و ۵۴ درصد اسـت. این بدین معنی است که انحلال‌پذیری آمینوکلـی، فاکتور بسـیار مهمـی در فرآیند برداشـت میکروجلبک‌ها اسـت. با این حال، علیرغم برداشت سـریع آمینوکلی، هزینه‌های بالای تولید این ماده، یکـی از محدودیت‌ها و مشـکلات پیش روی فرآیندهای برداشـت در مقیاس صنعتی به شمار می‌رود.

۳.۳ نانوذرات هیبریدی

میکروجلبک‌ها و نانوذرات مغناطیسـی بدون پوشـش مانند مگنتیت (Fe_3O_4) و فریت باریم ($BaFe_{12}O_{19}$)، در pHهـای خنثی (pH = 6–7) غالبـاً بار سـطحی منفی یکسـانی دارند. این واقعیت در فرآیند کاشت متداول میکروجلبک نیز مشاهده شده است. بنابراین، بازده جداسازی مغناطیسی Fe_3O_4 بدون پوشش، بسیار پایین و در pH خنثی برابر ۱۰ درصد اسـت. البته، این بازده به شـدت با نوع گونه‌های میکروجلبک و ترکیب شیمیایی محیط کشت تغییر می‌کند. به منظور دستیابی به بازده بالاتر فرآیند برداشت، بدون توجه به تغییرات محیطی (نوع گونه‌های جلبک، pH، اسـتحکام محیط کشت و غیره)، بسـیاری از نانوذرات هیبریدی اکسید فلزی با پوشش‌های عملکردی، مهندسی شده‌اند.

لیـم و همـکاران[۳۲] (۲۰۱۲)، نانـوذرات کـروی و میلـه‌ای شـکل Fe_3O_4 را کـه بـا پلی‌دیالیل‌دی‌متیلامونیـوم کلرایـد (PDDA) پوشـش داده شـده‌بودند با هدف جداسـازی مگنتوفـورز جلبـک Chlorellasp توسـعه

دادند. آنها گزارش کردند کـه راندمان مرحله برداشت با اسـتفاده از نانوذرات میله‌ای شکل (۹۹ درصد)، بهتـر از ذرات کروی (۸۰درصد) اسـت و دلیل آن، تمایل به تشـکیل توده‌های بزرگ و گشـتاور مغناطیسـی پایدار این ماده است که از انیزوتروپی شکل ناشی می‌شود. آنها همچنین با اسـتفاده از نانوذرات میله‌ای شکل Fe_3O_4 پوشش‌داده‌شـده با PDDA، امکانپذیر بودن جداسـازی مغناطیسـی سـریع (بازده: ۹۰درصـد در کمتر از ۳ دقیقـه) مخلوطی از میکروجلبک‌هـا (Scenedesmus، Spirulina Haematococcus، Tetraedron، Chlorella و Dictyosphaerium) در یک پرورشـگاه ماهی را اثبـات کردند. از طرفی، آنها در یک سـری از مطالعـات، ارتبـاط پیچیـده و متقابل بین برهم‌کنش‌های واندروالسی و الکترواستاتیکی، و برهم‌کنش اسـید- بـاز لویـس را با هدف جداسازی مگنتوفورز سلول‌های جلبک دریایی یا پرورشی بر اسـاس آنالیز درژاگوئین- لاندا- ووی- اوربیـک (XDLVO[۳۳]) مـورد مطالعه قرار دادند. نتایج تجربی حاکی از آن اسـت که برهم‌کنش الکترواسـتاتیک، نقش اساسـی در جداسازی جلبک پرورشـی Chlorella sp ایفا می‌کند، در حالی که برهم‌کنش‌های واندروالس و اسید- باز لوئیس در محیط‌هایی با استحکام یونی بالا (مخصوصاً در محیط‌هایی با استحکام یونی بالاتر از 100 mM NaCl) می‌توانند نقش تعیین‌کننده‌ای در جداسـازی جلبک‌هـای دریایی Nannochloropsisssp داشته باشند.

هـو و همکاران (۲۰۱۴)، نانـوذرات Fe_3O_4 با پوشـش پلی‌اتیلن‌آمین (PEI) را برای فرآیند برداشت مغناطیسـی جلبک‌های ellipsoidea در عـرض ۲ دقیقـه و با راندمـان ۹۷ درصد توسـعه دادند. آنها جاذبه الکترواسـتاتیکی و برهم‌کنش‌های نانومقیاس بین نانوکامپوزیت‌ها و سلول‌های میکروجلبک‌ها را به عنوان مکانیزم غالب جداسازی پیشـنهاد کردند. آنها حداکثر ظرفیت برداشـت ۹۳/۵ میلی‌گرم سـلول به میلی‌گرم ذره را بر اساس مدل جذب هم‌دمای لانگمویر گزارش کردند. آنها همچنین نشـان دادند که ظرفیت برداشت نانوکامپوزیت در اثر شرایط کشـت و به‌ویژه، مواد آلی محلولی که در اثر اتولیز (خودکافت) تولید می‌شوند، کاهش یافته‌است. وانگ و همکاران[۳۴] (۲۰۱۴)، با سنتز ذرات Fe_3O_4 و پلی‌آکریلامید کاتیونی (CPAM)، راندمان بازیابی بالاتر از ۹۵درصد در ۱۰ دقیقه را بـرای جلبـک B. braunii و C. ellipsoidea گزارش کردند. آنها نشـان دادنـد که از میان مکانیزم‌های ممکن برای جداسازی مغناطیسی این دو گونـه میکروجلبک، مدل‌های فروندلیچ (Freundlich models) بـه عنوان مدلی برای جـذب چنـد لای‌هـای غیرهمگـن، بهتر از مدل‌هـای لانگمویر عمل می‌کنند. بر اسـاس مدل‌های فروندلیچ، حداکثر ظرفیت جذب برای جلبک‌هـای B. braunii و C. ellipsoidea در pH=7 به ترتیب برابر ۱۱۴/۸ و ۲۱/۴ میلی‌گرم سـلول به میلی‌گرم ذره تخمین زده می‌شود. ذرات Fe_3O_4 پوشـش‌کاری شـده با CPAM، پیوندهای قوی‌تری با سـلول‌های میکروجلبک نسـبت به ذرات بدون پوشـش Fe_3O_4 از خود نشـان می‌دهند. علاوه‌بر این، پیوند سلول‌های جلبـک B. braunii بـا ذرات مغناطیسـی، ضعیف‌تر از پیوند جلبک C. ellipsoidea است. آنها پیشـنهاد کردند که تجمـع و گردهمایی ذرات اساساً به‌وسیله‌ی پل‌زدن به وجود می‌آید و به وسـیله برهم‌کنش‌های الکترواسـتاتیکی تقویت می‌شـود. وانگ و همکاران در مطالعات بعدی خود، سیستم درجا و پیوست‌های را برای جداسازی ارائه داده و راندمان ۹۰ درصد را برای بازیابی جلبک B. braunii در سرعت فلوی ۱۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه گزارش کردند.

کیتوسان زیست‌سـازگار به طور موفقیت‌آمیز به عنوان مادهای مناسـب برای عامل‌دار کردن سطح نانوذرات Fe_3O_4 مورد استفاده قرار گرفته و بازده بالایی برای برداشت جلبک Chlorellaspp (۹۵ درصد) به دست آمده است. لی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که راندمان برداشـت با افزایش غلظت کامپوزیت‌ها و نسبت کیتوسان به نانوذرات مغناطیسـی افزایش می‌یابد. آنها ثابت کردند که اسـتفاده مجدد از محیط‌های کشت پس از برداشت جلبک، هیچ اثر نامطلوبی بر رشد سلول ندارد و این امر، زیست‌سازگاری ذرات Fe_3O_4 پوشش‌کاری‌شـده با کیتوسان و امکان اسـتفاده مجدد از محیط‌های کشت را نشان می‌دهد. توه و همکاران[۳۵] (۲۰۱۴) توزیع ذرات بـدون پوشـش Fe_3O_4 و کامپوزیت‌های کیتوسـان- Fe_3O_4 در داخـل سـلول‌ها را به منظـور مطالعه اثـرات احتمالی بـر کیفیت بیودیزل تولید شـده مورد بررسـی قرار دادند. بر اسـاس نتایج میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) و طیف‌سـنجی پراش انـرژی پرتوی ایکس (EDX)، اندوسیتوسیس[۳۶] (احاطه‌شدن مولکول‌ها یا نانوذرات با غشای سلولی و کشیده شـدن آنها به داخل سـلول) هر دو نانوذره به دلیل جذب غیرفعـال و برهم‌کنش‌های جذب سطحی امکانپذیر است. آنها خاطر نشان کردند که اندوسیتوسـیس نانوذرات، میزان یا کیفیت اسـیدهای چربی را کـه از زیسـت‌توده‌های جلبک‌ها اسـتخراج می‌شـود تحت‌تأثیر قرار نمی‌دهد.

بر اسـاس گزارش‌های اخیر، با ترکیب ذرات مغناطیسـی، بازیابی آمینوکلی‌هـا امکان‌پذیر است. بر اسـاس نتایج به‌دست‌آمده، اگر نسبت آمینوکلی به nZVI برابر ۱/۰ باشد، می‌توان به شرایط بهینه پایداری در کامپوزیت‌های nZVI پوشش‌کاری‌شـده با آمینوکلی دسـت یافت. چنین شـرایطی منجر بـه کوچک‌ترین اندازه توده (۱۰۰ نانومتر) و سـطحی با چگالی بالای بار الکتریکی مثبت می‌شـود. تقریباً صد درصد جلبک‌های Chlorellasp. می‌توانند با اسـتفاده از کامپوزیت‌های ذره‌ای یاد شـده (20 g/L >) در عرض ۳ دقیقه برداشت شوند. آنها همچنین ثابت کردند که می‌توان با استفاده از کامپوزیت ذره‌ای یاد شده و میله‌های مغناطیسی، فرآیند برداشت را در مقیاس ۲۴ لیتری انجام داد. لی و همکاران (۲۰۱۴)، انباشت و تجمع گیاخاک اسـیدی ناشـی از آمینوکلی را گزارش کردند و نشـان دادند که این انباشـت می‌تواند منجر به راندمان صددرصدی برداشـت برای جلبک Chlorellasp. شـود. یافته‌ها حاکی از آن است که درشـت مولکول‌های اسید گیاخاک حاوی آمینوکلی، سـلول‌های میکروجلبک را مشابه حالت شبکه‌ای، به دام می‌اندازند و میزان مورد نیاز آمینوکلی برای فرآیند برداشت میکروجلبک را کاهـش می‌دهند. فـاروق و همـکاران[۳۷] (۲۰۱۳)، برداشت توده‌های جلبک C. Vulgaris را با استفاده از فیلتر پنبه‌ای پوشش‌کاری‌شده بـا آمینوکلی، به عنوان بخشـی از یک فرآیند فیلتراسـیون به‌وسیله‌ی غشـا، گزارش کردند. آمینوکلی باقی‌مانده پس از فرآیند برداشت در محیط کشت شناور با pH خنثی، تا حدودی برای کشت مجدد میکروجلبک‌ها سمی است. سئو و همکاران با توجه به پایداری شـیمیایی بالای فریت باریم ($BaFe_{12}O_{19}$) نسـبت به مگنتیت (Fe_3O_4)، ذرات $BaFe_{12}O_{19}$ پوشش‌کاری‌شـده با۳-آمینوپروپیل‌تری‌اتوکسی‌سیلان (APTES) را با هدف برداشت جلبک روغنی Chlorellasp. سـنتز کردند. آنهـا صرف‌نظر از انـدازه ذرات مغناطیسـی (بـازه: ۱۰۸ نانومتـر تـا ۱/۷۱ میکرومتر)، راندمان برداشـت بالایی در حدود ۹۸/۶-۹۹/۵ درصـد را در pH خنثـی گزارش کردند. آنها همچنین فرآیند جدا شـدن ذرات از سـلول‌ها در یک محلـول آبی با pH = 12 را با استفاده از یک ارتعاش ساده پس از برداشت مغناطیسـی سـلول‌های میکروجلبـک مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، هـرگاه انـدازه ذرات از ۱۰۸ نانومتر به ۱/۷۱ میکرومتر افزایش پیـدا کند، راندمان جدایش ذرات مغناطیسـی از ۱۲/۵ درصد به ۸۵ درصد افزایش خواهـد یافت. این پدیـده را می‌توان بـا توجه به ایـن نکته توضیـح داد که ذرات مغناطیسی کوچک‌تر، نسبت به ذرات بزرگ‌تر، مساحت سطحی بیشتری در واحد حجم دارند، همین سطح، شرایط را برای مکان‌های تماسی بیشتر و پیوندهای الکترواستاتیکی قوی‌تر بین جلبک‌ها و ذرات فراهم می‌کند. به همین دلیل، جداسـازی ذرات کوچک‌تر (به ویـژه ذراتی با انـدازه کوچک‌تـر از ۱۰۰ نانومتر) از توده‌های زیسـتی برداشت شده، دشـوارتر از جداسازی ذرات بزرگ‌تر است.

پایداری و عاملیت مواد پوشش‌کاری شده روی ذرات مغناطیسی می‌تواند موضوع بسیار مهمی

در جداسازی مغناطیسی میکروجلبک‌ها باشد. با این حال، گزارش‌های بسیار کمی در این زمینه وجود دارد. پورصابری و همکاران نشان دادند که راندمان جذب نیترید از محلول‌های آبی، به دلیل ناپایداری نانوذرات Fe_3O_4 پوشش‌کاری شده با APTES، کاهش می‌یابد. آلودگی محیط کشت به‌وسیله‌ی مواد آلی جدا شده از پوشش می‌تواند مشکلاتی در زمینه بازگردانی این مواد برای کشت بعدی میکروجلبک و عملیات‌های بعدی مانند استخراج روغن و تبدیل آن به بیودیزل به وجود آورد.

قابلیت پراکنده‌سازی[38] مناسب ذرات مغناطیسی در محلول آبی، یکی از پارامترهای مهم و اساسی در دستیابی به ظرفیت بالای فرآیند برداشت است (گرم میکروجلبک به گرم ذرات). ییپ و همکاران، راندمان جداسازی مغناطیسی و قابلیت پراکنده‌سازی اکسیدهای مغناطیسی آهن را در حالت بدون پوشش و پوشش‌کاری‌شده با پلی (سدیم ۴-استایرن سولفونات) مورد مقایسه قرار دادند. آنها نشان دادند که اگرچه با پوشش‌کاری ذرات اکسید آهن، قابلیت پراکنده‌سازی آنها به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد، اما راندمان جداسازی مغناطیسی این ذرات هیبریدی از سوسپانسیون شدیداً کاهش پیدا می‌کند. همان‌طوری‌که ییپ و همکارانش نشان دادند، پایداری کلوئید با راندمان جداسازی مگنتوفورز نسبت عکس دارد. در فرآیند برداشت میکروجلبک‌ها، جداسازی مگنتوفورز، پس از انباشت جلبک‌ها و ذرات مغناطیسی انجام می‌شود. نیروی محرکه این انباشتگی، ایجاد حالت الکترواستاتیکی خنثی بین جلبک‌های با بار منفی و کی‌لیت کننده‌های مغناطیسی با بار مثبت است. بعد از اینکه کلوئید از حالت پایدار خود خارج شد، جداسازی مگنتوفورز توده‌های جلبک و ذرات مغناطیسی بسیار مفید و به‌صرفه خواهد بود. با این حال، بازیابی بخشی از ذرات مغناطیسی که در حالت پایدار قرار دارند کار آسانی نخواهد بود؛ به ویژه زمانی که ذرات خاصیت مغناطیسی ضعیفی داشته باشند. به همین دلیل، استفاده از مقادیر مازاد کی‌لیت‌کننده‌های مغناطیسی مطلوب و سودمند نیست.

از آنجایی که رویکرد مهندسی نانوذرات به اصلاح زیستی میکروجلبک‌ها، حوزه نسبتاً جدیدی را به وجود آورده‌است، امکان تخمین هزینه‌های مربوطه بسیار محدود است. توه و همکاران گزارش کردند که آخرین قیمت ذرات مغناطیسی که سطح‌شان عامل‌دار شده است حدوداً برابر ۱۱۹ دلار آمریکا به ازای هر کیلو است؛ اگر چه انتظار می‌رود این عدد در آینده نزدیک با کمک علم و مهندسی مواد پیشرفته به طور قابل توجهی کاهش یابد. با فرض اینکه ظرفیت برداشت میکروجلبک برابر ۱۱۵ کیلوگرم سلول به کیلوگرم ذرات باشد، قیمت مورد نیاز ذرات برای برداشت زیست‌توده جلبک حدود ۱ دلار آمریکا به ازای ۱ کیلوگرم سلول جلبک تخمین زده می‌شود. وانگ و همکاران، قیمت‌های تمام شده سیستم برداشت مغناطیسی و ذرات Fe_3O_4 پوشش‌کاری‌شده با CPAM را به ترتیب برابر ۲/۱ و ۰/۷۳ دلار آمریکا به ازای هر کیلوگرم سلول جلبک تخمین زده‌اند. هزینه‌های گزارش شده برای نانوذرات (۱/۰-۰/۷۳ دلار آمریکا به ازای هر کیلوگرم جلبک) هنوز با توجه به قیمت سوخت بیودیزل نهایی به شدت بالا است (کمتر از ۲ دلار آمریکا به ازای هر کیلوگرم).

۴.۳ نانوذرات کی‌لیت‌کننده چند منظوره با عمل آزادسازی مولکول‌های زیستی از سلول

بسیاری از میکروجلبک‌های روغنی به عنوان خوراک بیودیزل، دارای دیواره سلولی ضخیمی هستند که از هیدروکسیدهای پیچیده و گلیکوپروتئین‌ها تشکیل شده‌اند و مقاومت شیمیایی و استحکام مکانیکی بالایی دارند. به دلیل وجود این دیواره سلولی محکم و با دوام، استخراج لیپید فرآیندی گران‌قیمت و پرمصرف در تولید سوخت بیودیزل است. با این حال، چالش‌های بسیار کمی در مسیر استفاده از نانوذرات برای آزادسازی مولکول‌های زیستی از سلول‌ها، با هدف تسهیل فرآیند استخراج لیپید از زیست‌توده‌های مرطوب جلبک‌ها، وجود داشته است.

بازده استخراج روغن از جلبک‌های روغنی Chlorellasp. KR-1 در حضور آمینوکلی می‌تواند به واسطه اثرات ناپایدارشدن سلول‌های میکروجلبک‌ها و افزایش راندمان برداشت آنها بهبود پیدا کند. نانوذرات باردار کاتیونی آمینوکلی، نقش بسیار مهمی در تضعیف دیواره سلول‌های میکروجلبک، کاهش لایه نازک آب در بین سلول‌ها و حلال آب‌گریز در تماس با آن، و در نتیجه، آزادسازی آسان‌تر روغن درون جلبک به محیط بیرونی دارد. از طرف دیگر، واکنش فنتونی آمینوکلی‌های پایه آهن در حضور پروکسید اکسیژن (H_2O_2) منجر به ایجاد رادیکال‌های آزاد OH در سطح جلبک‌ها شده و نهایتاً سلول را برای آزادسازی آسان‌تر روغن جلبک تخریب می‌کند. با این حال، این سیستم نیازمند استفاده مازاد از H_2O_2 است و حمله رادیکال‌های آزاد به سلول‌های میکروجلبک‌ها برای تخریب کامل سلول‌های جلبک به تنهایی کافی نیست. لی و همکاران امکانپذیر بودن برداشت همزمان زیست‌توده‌های جلبک و آزادسازی مواد روغنی از سلول‌های آن را با استفاده از نانوکامپوزیت TiO_2-آمینوکلی و از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی در عرض ۳ ساعت با تابش نور فرابنفش با طول موج ۳۵۶ نانومتر اثبات کردند. نکته قابل توجه اینکه اگرچه در این فرآیند، ۹۵ درصد از سلول‌ها تخریب می‌شوند، با این وجود استخراج روغن بهبود نمی‌یابد، زیرا اندازه قطرات لیپید بزرگ‌تر از اندازه حفره‌هایی است که در اثر حمله رادیکال‌های آزاد به سطح نانوذرات TiO_2 در سطح دیواره‌های سلولی به وجود می‌آیند. همین امر آزادسازی روغن را با مشکلاتی همراه می‌کند. بنابراین، تخریب کامل سلول‌های جلبک با استفاده از ابزارهای قدرتمندتر برای تخریب دیواره‌های سلولی یا کنترل انرژی فصل مشترک بین سلول‌های میکروجلبک‌ها و محیط بیرونی، با هدف تسهیل فرآیند آزادسازی روغن، ضروری به نظر می‌رسد.

۵.۳ دورنما و جهت‌گیری‌های آتی

بسیاری از چالش‌ها و مشکلات موجود، تا پیش از آنکه کاربردهای عملی نانوذرات برای فرآیند برداشت میکروجلبک‌ها به خوبی درک شود، بدون راه‌حل باقی مانده بودند. با توجه به کی‌لیت‌کننده‌های مغناطیسی پایه اکسید فلزی، توسعه نانوذرات پایدار و ارزان قیمت ضروری به نظر می‌رسد. برای این منظور، می‌توان منابع پسماند اکسیدهای فلزی پودری شکل در صنعت فولاد و صنایع وابسته را مورد توجه قرار داد. ناپایداری مواد پوشش‌مانند APTES تحت شرایط آبی نیاز به بررسی‌ها و مطالعات بیشتر دارد. به طور خاص، فناوری‌های مهندسی مواد برای پوششده‌ی نانومواد عاملی[39] بر سطوح اکسیدهای فلزی در مقادیر کمتر، برای حفظ خاصیت واکنش‌پذیری بالای ماده می‌بایست توسعه یابند.

بازیابی مؤثر و استفاده مجدد از نانوذرات به کمک روش‌های ارزان قیمت و پربازده، یکی از موضوعات چالشی مهم برای تحقیقات در زمینه برداشت میکروجلبک‌ها به شمار می‌رود. بیشترین کاربرد نانوذرات مغناطیسی، استفاده مجدد از آنها بدون ایجاد پسماند است. با این حال، روش‌های موجود نیازمند مقادیر قابل ملاحظه‌ای اسید و مواد قلیایی برای کنترل pH هستند. برای توسعه کاربردهای عملی نانوذرات در مقیاس بزرگ باید از فرآیندهای جدید بازیابی استفاده کرد تا بتوان هزینه‌های موجود را با استفاده از مواد شیمیایی بالک و ارزان قیمت، و یا گازهای حاصل از احتراق سوخت در صنایع با مقادیر بالای گاز CO_2 به حداقل رساند.

بازده نانوذرات به نوع گونه‌های جلبک و شرایط کشت بستگی دارد. با این حال، بسیاری از مطالعات تنها به چندین نوع جلبک خاص مانند Chlorella ،B. braunii و Nannochloropsis در محیطی حاوی نمک معدنی سنتز شده و در مقیاس آزمایشگاهی محدود شده است. تحقیقات بیشتر در زمینه گونه‌های جلبک و محیط‌های واقعی کشت که با استفاده از کودهای طبیعی یا مواد مغذی موجود در

پسماندهای آبی تهیه می‌شود، برای تسهیل در پیشرفت رو به جلوی توسعه مهندسی نانوذرات توصیه می‌شود.

طراحی منطقی بر اساس ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی نانوذرات (بار سطحی، ترکیب شیمیایی، خاصیت مغناطیسی و غیره)، خواص بیولوژیکی میکروجلبک‌ها و افزایش بازده فرآیند، از جمله مهم‌ترین موضوعات در زمینه برداشت جلبک‌ها با استفاده نانوذرات هستند. اخیراً توه و همکاران، مدل XDLVO را پیشنهاد کردند که می‌تواند به طراحی عوامل کی‌لیت‌کننده نانوذرات برای فرآیند برداشت میکروجلبک‌ها و خصوصاً ترغیب فرآیند جدایش ذرات از سطوح سلولی در سیکل‌های بعدی جداسازی کمک کند. خواص سطحی فیزیکی- شیمیایی مانند زوایای تماس مایعات پروبی، انرژی آزاد سطحی، پتانسیل سطحی و پتانسیل زتا و محدودیت‌های اصلی مانند انرژی حرارتی، انتقال استوکس و نیروی گرانشی تحت میدان ضعیف مغناطیسی از جمله موضوعات مهمی هستند که توه و همکاران با جزئیات کامل به آنها پرداخته‌اند.

روند صعودی توسعه روش‌های ساخت مواد در مقیاس نانو می‌تواند ابزارهای جدیدی را برای تولید ذرات مغناطیسی با اشکال مختلف فراهم کند. نانوذرات مغناطیسی هیبریدی چند جزئی کروی شکل، با استفاده از روش‌های فاز محلول به طور موفقیت‌آمیزی سنتز می‌شوند. می‌توان ذرات مغناطیسی غیرکروی با اشکال دیسک، مثلث، برنج، مارپیچ و هلال را با استفاده از فرآیندهای میکروسیال یا لیتوگرافی نوری در اندازه‌های میکرومتری تا نانومتری تولید کرد. استفاده از روش‌های ساخت مواد نانومتری می‌تواند به درک عمیق‌تر مکانیزم‌های کی‌لیت‌کنندگی غیرهمگن وابسته به شکل ذرات کمک کند.

اگرچه عوامل کی‌لیت‌کننده نانوذرات مانند آمینوکلی و کیتوسان، راندمان فرآیند برداشت را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهند، اما هزینه‌های آماده‌سازی آنها با توجه به تجاری‌سازی آن، تاکنون بسیار بالا بوده است. بنابراین، توسعه نانوذرات جدید ارزان قیمت و پربازده، برای دستیابی به فرآیند اقتصادی برداشت میکروجلبک بسیار ضروری است. از طرفی، تلفیق روش‌های مختلف برداشت، مانند انباشت زیستی نانوذرات، می‌تواند اثرات سینرژیتیکی به لحاظ قیمت و راندمان به وجود آورد.

تلفیق مراحل برداشت، استخراج لیپید و فرآیندهای تبدیل، نقطه عطفی در تلاش‌های انجام شده برای کاهش قیمت‌ها و افزایش راندمان کل فرآیند تولید بیودیزل با استفاده از جلبک‌ها به شمار می‌رود. روش‌های تلفیقی فناورانه برای برداشت یا آزادسازی لیپید از سلول‌ها و روش‌های غیرمحلولی استخراج روغن بر پایه نانوذرات، با توجه به عدم استفاده از حلال‌های سمی و سهولت کشت مجدد با اعمال کمترین آسیب به جلبکهای اولیه، از جمله موضوعات خوش‌آتیه برای مطالعات بعدی است.

۴ خلاصه و نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، از روش‌های مختلف مهندسی نانوذرات، برای بهبود راندمان و کارایی مراحل کاشت و برداشت در فرآیند تولید بیودیزل استفاده شده است. به همین دلیل، پیشرفت‌های مهمی در بهبود رشد سلولی و افزایش میزان لیپید یا رنگدانه، راندمان و زمان مورد نیاز برای جداسازی میکروجلبک‌ها، درک برهم‌کنش‌های ممکن بین نانوذرات و سلول‌ها، و تلفیق روش برداشت با فرآیند آزادسازی مولکول‌های زیستی از سلول به وجود آمده است. با این حال، هنوز مسائل حل نشده بسیاری مانند طراحی‌های منطقی برای دستیابی به بازدهی بالا و نانوذرات پایدار، بازیابی گران قیمت و محیط کشت، باقی مانده است. به‌کارگیری بهینه مهندسی نانوذرات در عمل نیازمند مطالعات بیشتر است که برخی از آنها هم اکنون در مرحله انجام قرار دارد.

پی‌نوشت‌ها:

۱. بیودیزل (منو اکلیل استر) یک سوخت گازوئیلی پاک است که از منابع طبیعی و قابل تجدید مانند روغن‌های گیاهی ساخته می‌شود. بیودیزل درست مانند گازوئیل نفت در موتورهای احتراقی کار می‌کند و برای این کار اصولاً هیچ‌گونه تغییر موتوری لازم نیست. بیودیزل، ظرفیت و دامنه کار گازوئیل را حفظ می‌کند.

2. flocculation
3. photobioreactor
4. nitrogen deprivation
5. salt stress
6. Torkamani et al.
7. Chlamydomonas reinhardtii
8. Cyanothece 51142
9. Eroglu et al.
10. Chlorella vulgaris
11. photoinhibition
12. Kadar et al.
13. Pavlova lutheri
14. Isochrysis galbana
15. Tetraselmis suecica
16. singlet oxygen
17. Sarma et al.
18. San et al.
19. laser ablation
20. Wei et al.
21. Kang et al.
22. viability
23. Liu and Guo et al.
24. Marine Nannochloropsis
25. Hu et al.
26. Xu et al.
27. Prochazkova et al
28. Lee et al.
29. bioflocs
30. denaturing gel electrophoresis
31. Farid et al.
32. Lim et al.
33. Extended Derjaguin-Landau-Vewey-Overbeek (XDLVO) analysis
34. Wang et al.
35. Toh et al.
36. endocytosis
37. Farooq et al.
38. dispersibility
39. Functional

منبع:

1. Young-Chul Lee, Kyubock Lee, and You-Kwan Oh, "Recent nanoparticle engineering advances in microalgal cultivation and harvesting processes of biodiesel production: A review." Bioresource technology 184 (2015) : 63-72.



تصویری جامع از نانوپزشکی

وضعیت محصولات تأیید شده و در حال تحقیق

مترجمان: حسن بردانیا[1]، حسین محمدبیگی[2]، حسین شکی[3]

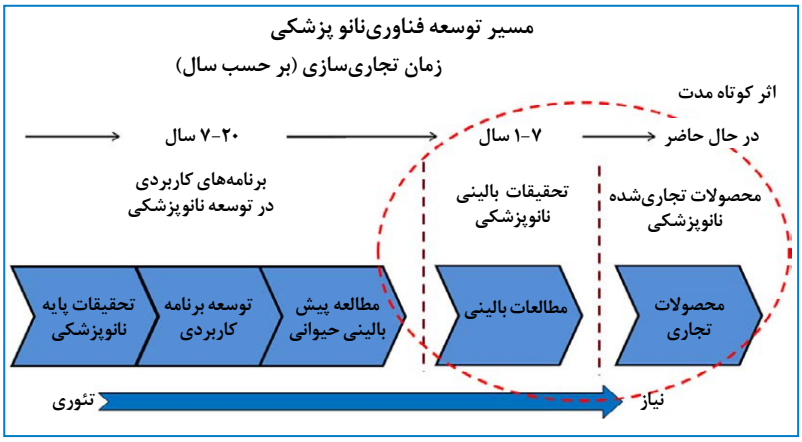
۱. دانشجوی دکتری نانوبیوتکنولوژی دانشگاه تربیت مدرس
bardania@yahoo.com
۲. دانشجوی دکتری مهندسی شیمی بیوتکنولوژی دانشگاه تربیت مدرس
۳. دانشجوی دکتری مهندسی شیمی بیوتکنولوژی دانشگاه تربیت مدرس

انتظار می‌رود که توسعه در حوزه نانوپزشکی منجر به ارائه راه حل‌هایی برای بسیاری از مشکلات جدید و حل نشده در پزشکی شود، بنابراین شگفت‌آور نیست که بسیاری از مقالات و گزارش‌های علمی درباره این موضوع بحث کنند. با این حال، مقالات مروری موجود بر بخش‌های خاصی از نانوپزشکی تمرکز کرده‌اند و یا به‌دنبال یک موضع بسیار رو به جلو بوده و موفق به ارائه یک چشم‌انداز کامل در مورد فضای علمی موجود نمی‌شوند. این مقاله، فهرستی جامع و تازه از محصولات نانوپزشکی را فراهم می‌کند. با جستجو در اینترنت و فهرست‌های آزمون کارآزمایی بالینی (Clinical trial registries) حدود ۲۴۷محصول به دست می‌آید که یا تأیید شده‌اند یا در مراحل گوناگون مطالعه بالینی هستند. این محصولات را می‌توان از زوایای گوناگون ازجمله، طبقه‌بندی FDA، وضعیت تأیید، اندازه مقیاس نانو، شرایط درمان، نانوساختار و غیره تحلیل کرد. این تحقیق علاوه‌بر مستندسازی بسیاری از محصولات نانوپزشکی مورد استفاده در انسان، چندین روند جالب را برای پیش‌بینی آینده نانوپزشکی شناسایی می‌کند.

کلمات کلیدی: نانوپزشکی، فناوری‌نانو زیست-پزشکی، فناوری‌نانوزیستی، کارآزمایی بالینی.

۱ مقدمه

فناوری‌نانو تحولات بالقوه‌ای را در زمینه دارویی، تصویربرداری پزشکی و تشخیص، درمان سرطان، مواد قابل کاشت در بدن و بازسازی بافت ارائه می‌دهد. اگرچه مقالاتی برای توصیف مزیت‌های مورد انتظار فناوری‌نانو در پزشکی وجود دارد، اما تلاش چندانی برای ارائه تصویری جامع از وضعیت فعلی و آینده این فناوری انجام نشده است. وگنر و همکاران خلاصه‌ای از یافته‌های مطالعه‌ی رصدخانه علم و فناوری اروپا (ETSO) در سال ۲۰۰۵ را تهیه کرده‌اند. این مطالعه، شامل فهرستی از محصولات تأیید شده و اطلاعاتی در مورد توسعه کاربردها و شرکت‌های درگیر، با تأکید بیشتر روی پتانسیل اقتصادی نسبت به روندها در فناوری می‌شود. تعدادی از مقالات، بخش‌های ویژه‌ای از نانوپزشکی شامل نانوذرات لیپوزومی برای دارورسانی، امولسیون‌ها، تصویربرداری، مواد زیستی و تشخیص برون‌تنی را تجزیه و تحلیل کرده‌اند، اما این مباحث دیدی نسبت به مسیر کلی نانومواد در پزشکی ارائه نمی‌دهند.



شکل۱. پنج مرحله کلی از توسعه نانوپزشکی. این مطالعه بر کاربردها و محصولات تأیید شده و تحت تحقیقات بالینی تمرکز می‌کند، زیرا آن‌ها بیشترین اثر را روی مسیر نانوپزشکی با آینده قابل پیش‌بینی دارند.

به تازگی گزارش‌های بازار ارائه شده است که در آن شرکت‌ها و محصولات وابسته به نانوپزشکی و فناوری‌نانو زیستی را توصیف می‌کنند. اما دسترسی به این اطلاعات به دلیل هزینه‌های بالا، برای محققان و مهندسین عادی مشکل است. بنابراین، هدف از این مقاله مروری، پرکردن شکاف مهم در مقالات و گزارش‌های علمی به وسیله تحلیل چشم‌انداز نانوپزشکی و شناسایی روندهای در حال ظهور در این حوزه است.

۲ هدف و محدوده‌ی تحلیل

تعاریف مرتبط با فناوری‌نانو و نانوپزشکی همچنان به عنوان یک حوزه‌ی چالش برانگیز و بدون طبقه‌بندی پذیرفته شده جهانی ادامه دارد. از آنجا که تعریفی عملیاتی برای اهداف این مطالعه مورد نیاز است، نانوپزشکی عبارت است از؛ استفاده از مواد نانوساختار یا با مقیاس نانو در پزشکی، مواد نانوساختار مهندسی شده که اثرات پزشکی منحصربه‌فردی بر اساس ساختار خود داشته و شامل ساختاری با حداقل یک بُعد کم‌تر از ۳۰۰ نانومتر باشد. نانوپزشکی از مزیت‌های دو پدیده کلی که در مقیاس نانو رخ می‌دهد بهره می‌برد؛ تغییر در خصوصیات فیزیکوشیمیایی و تغییر در برهم‌کنش‌های فیزیولوژیکی. در بسیاری از تعاریف اولیه از فناوری‌نانو، ذرات در محدوده ۱۰۰ نانومتر مورد نظر هستند (از جمله پیشگامی ملی فناوری‌نانو (NNI))، و تمرکز آن‌ها بیشتر بر محدوده یک تا چند ده نانومتر است که در آن اثرات کوانتومی غالب می‌شود.

با این حال، رفتار فیزیکوشیمیایی منحصربه‌فرد گاهی اوقات برای نانومواد با مشخصه معین بزرگ‌تر از ۱۰۰ نانومتر ظاهر می‌شود، مثل رزونانس پلاسمون در نانوپوسته طلا با قطر حدود ۱۵۰ نانومتر که در حال حاضر تحت تحقیقات بالینی برای درمان حرارتی سرطان است. علاوه‌بر این، بسیاری از مزیت‌ها و خطرات نانوپزشکی وابسته به برهم‌کنش‌های فیزیولوژیکی منحصربه‌فرد هستند که در بازه مقیاس‌های مولکولی و میکروسکوپی ظاهر می‌شوند. در سطح سامانه‌ای، دسترس‌پذیری دارو به دلیل مساحت سطحی بالای نانوذرات، افزایش یافته و نشان داده شده که پایداری لیپوزوم‌های با اندازه حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ نانومتر در جریان خون نسبت به اندازه کم‌تر از ۷۰ نانومتر بیشتر است. در سطح بافتی، بسیاری از محصولات نانوپزشکی در محدوده اندازه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ نانومتر تلاش می‌کنند به صورت غیر فعال یا انفعالی مکان‌های مشخص را از طریق اثر افزایش نفوذپذیری و نگهداری (EPR) هدف‌گذاری کنند، اما ذرات تا اندازه ۴۰۰ نانومتر نشت و تجمع در بافت‌های سرطانی را نشان داده‌اند (البته این یک مورد حداکثری است). در سطح سلولی، جذب و هضم نانوذرات به خصوصیات بسیاری وابسته است، اما اندازه یک فاکتور مهم و حیاتی است. اگرچه جذب مطلوب سلولی برای طلای کلوئیدی با اندازه‌های حدود ۵۰ نانومتر نشان داده شده است، ماکروفاژها می‌توانند به آسانی ذرات پلی‌استیرن تا ۲۰۰ نانومتر را از طریق فرآیند بیگانه خواری حذف کنند. بنابراین، اگرچه نانوپزشکی اندازه ۱۰۰ نانومتر یا کم‌تر از آن را به کار می‌برد، اما در نظر گرفتن این محدوده منجر به نادیده گرفته شدن بسیاری از کاربردها، که نتایج معنی‌داری در این زمینه دارند، می‌شود. بنابراین، ما اندازه ۳۰۰ نانومتر را برای احاطه بهتر بر رفتار فیزیولوژیکی منحصربه‌فرد، که در این بازه‌ها رخ می‌دهند، انتخاب می‌کنیم. همچنین باید به این نکته توجه کرد که این رفتار به شدت به جنس و هندسه ذرات وابسته است و بحث‌های قبلی بر نانوذرات کروی، که در مقالات و گزارش‌ها بیشتر مورد توجه هستند، تمرکز کرده است.

برای تبدیل شدن یک کاربرد جدید از مرحله علم پایه به محصول پزشکی تجاری، معمولاً پنج مرحله توسعه‌ای طی می‌شود (شکل ۱). برای به تصویر کشیدن و تجزیه و تحلیل چشم‌انداز نانوپزشکی، بر شناسایی کاربردهایی متمرکز می‌شویم که تحت یا در شرف تحقیقات بالینی روی نمونه‌های انسانی هستند و یا محصولاتی که در حال حاضر به وسیله سازمان غذا و دارو (FDA) آمریکا یا معادل خارجی تایید شده‌اند. بنابراین، کارهای تحقیقاتی که در مراحل اولیه مسیر توسعه یا تست‌های اولیه روی حیوانات قرار دارند از این دسته خارج می‌شوند. این امکان وجود دارد که بسیاری از فناوری‌های انقلابی و برجسته نانوپزشکی پیش‌بینی شده در مقالات و گزارش‌های علمی، بیست سال یا بیشتر در مرحله استفاده بالینی باشند. پیش‌بینی این‌که این محصولات در نهایت به چه شکلی مورد استفاده قرار می‌گیرند و چه اثری خواهند داشت، مشکل است. برای مثال در یک بررسی در سال ۲۰۰۶، کارشناسان دانشگاهی، دولتی و صنعتی انتظار ظهور نانوماشین‌هایی با قابلیت درمان و تشخیص همزمان در انسان را تا سال ۲۰۲۵ نداشتند. بنابراین، مطالعه ما روی کاربردها و محصولاتی که در حال حاضر روی انسان‌ها آزمایش و یا استفاده شده‌اند، تمرکز می‌کند. این کاربردها و محصولات اثر قابل توجهی روی صنعت، قوانین و جامعه برای آینده قابل پیش‌بینی دارند.

۳ روش‌شناسی

ما از یک توالی ساختاری در جستجوهای اینترنتی برای شناسایی محصولات و کاربردهای نانوپزشکی استفاده کردیم. جستجوهای هدفمند در Pubmed.gov، گوگل و Google Scholar و تعدادی از دفاتر ثبت کارآزمایی بالینی منجر به تولید طیف وسیعی از منابع، از جمله؛ مقالات مجلات، وب‌سایت‌های مربوط به مصرف‌کنندگان، وب‌سایت‌های تجاری، خلاصه‌های کارآزمایی بالینی، اسناد تولید کننده، کنفرانس‌ها و ثبت اختراع شده است. همه این‌ها برای شناسایی کاربردها و محصولات بالقوه نانوپزشکی استفاده شدند. اطلاعات در مورد هر کدام از کاربردها و محصولات از طریق جستجوهای اضافی جمع‌آوری و نتایج در چندین پایگاه داده اکسل ثبت و ذخیره شدند.

جستجوی اولیه از طریق موتورهای جستجو بر پایه وب از جمله Pubmed.gov، گوگل و Google Scholar انجام شد. جستجوهای اولیه و فیلترینگ در ماه ژانویه تا مارس سال ۲۰۱۰ انجام شد، سپس در ماه می سال ۲۰۱۱ دوباره

برای گرفتن هر گونه مواد جدید منتشر شده موقتاً انجام شد.

عبارات جستجو مورد استفاده به این صورت بود:

«nanomedicine AND product (s)»,
«nanomedicine AND commercial»,
«nanobiotechnology AND product (s)»,
«nanobiotechnology AND commercial»,
«nanotechnology AND products», «nanotechnology AND commercial», «nano AND product (s)»,
و «nano AND commercial».

برای به دست‌آوردن فهرست‌ها، جداول و پایگاه داده‌های فهرست‌نویسی محصولات و کاربردهای فناوری‌نانو وابسته به پزشکی (به طور کلی شناخته شده به عنوان نانوپزشکی، نانوبیوتکنولوژی یا فناوری‌نانو پزشکی) نتایج فیلتر شدند. این فهرست‌ها، جداول و پایگاه داده‌ها در مقالات مروری بیان شده‌اند و کاربردها در بخش‌های ویژه از نانوپزشکی و وب‌سایت‌های خدمات عمومی، که محصولات فناوری‌نانو را برای آگاهی مصرف‌کننده فهرست‌نویسی کرده‌اند، به تفصیل شرح داده شده‌اند (مانند پروژه فناوری‌نانو در حال ظهور). فیلتر قابل توجهی در این مرحله روی محصولات و کاربردها انجام نشد. تمام کاربردها و محصولات شناسایی شده به عنوان فناوری‌نانو مرتبط با پزشکی برای تجزیه و تحلیل بیشتر ثبت شدند.

جستجوهای اضافی از طریق ثبت کارآزمایی بالینی بر پایه وب انجام شد. وب سایت ClinicalTrials.gov تمرکز اصلی تلاش‌های تحقیقاتی این گروه بود، اما نتایج با مرور اتحادیه تحقیقاتی زیست-پزشکی نیویورک[1]، آزمایشات کنترلی رایج[2]، آزمایشگاه‌های جنگل[3]، فدراسیون بین‌المللی انجمن‌ها و تولیدکنندگان دارویی[4]، مؤسسه تحقیقات سرطان انتاریو[5]، آزمایشات سکته مغزی[6] و سازمان بهداشت جهانی[7] تکمیل شد. نه مورد ثبت کارآزمایی بالینی دیگر در نظر گرفته شد، ولی به علت تکراری بودن آن‌ها در ClinicalTrials.gov یا غیر عملی بودن جستجو در پایگاه داده‌های آن‌ها، مورد استفاده قرار نگرفتند. جستجوهای اولیه در ثبت‌های کارآزمایی بالینی ابتدا در ماه مارس ۲۰۱۰، سپس دوباره به صورت موقت در ماه می سال ۲۰۱۱ برای گرفتن آزمایشات بالینی جدید انجام شد. فهرستی جامع از ۴۴ واژه جستجو مرتبط با نانوپزشکی توسعه داده و به عنوان پایه‌ای برای جستجوی کلمات کلیدی در ثبت‌ها استفاده شد (جدول ۱). اصطلاحات جستجو به دو دسته طبقه‌بندی می‌شوند: ۱ اصطلاحات عمومی نانو، مانند نانو و فناوری‌نانو. ۲ پلت‌فرم‌های اختصاصی فناوری‌نانو، مانند نانوذرات، لیپوزوم و امولسیون. جستجوی کلمات کلیدی منجر به شناسایی بیش از هزار آزمایش بالینی مشخص شد، سپس ارتباط آن‌ها با نانوپزشکی بررسی گردید. از همه اطلاعات وابسته، از جمله عنوان حامی، نام محصول، متون و غیره، برای ادامه کار و جستجوهای بر پایه وب (از طریق Google و Google Scholar) برای شناسایی کاربردها و محصولات نانوپزشکی مرتبط استفاده شد.

وب سایت‌های تولیدکننده اطلاعات محصولات نانوپزشکی نیز بررسی و برای تکمیل اطلاعات متون حاوی جزییات فنی محصول، جستجوهای لازم در Google Scholar صورت گرفت. به علاوه برای وضعیت تایید، تاریخ و تعداد کاربرد با FDA.gov مشورت شد.

جدول۱. اصطلاحات جستجو شده در Clinicaltrials.gov به همراه تعداد نتایج

Search Terms	Search Results
Aerosol OR Nanoaerosol	۱۵۹
Colloid OR Colloidal OR Nanocolloid OR Nanocolloidal OR Nanosuspension OR Nanocoll	۱۴۲
Dendrimer OR Dendrimeric	۰
Emulsion OR Nanoemulsion	۱۴۹
Fleximer	۱
Fullerene	۰
Hydrogel	۱۱۳
Hydrosol	۰
Liposome OR Lipsomal OR Nanosome OR Nanosomal	۴۸۵
Micelle OR Micellar	۱۰
Nano	۲۱
Nanobiotechnology	۰
Nanobottle	۰
Nanocapsule OR Nanoencapsulation	۰
Nanoceramic	۰
Nanocoating OR Nanocoated	۰
Nanocomposite	۰
Nanocrystal OR Nanocrystallite OR Nanocrystalline	۱۰
Nanodiamond	۰
Nanodrug	۰
Nano_Enabled	۰

Search Terms	Search Results
Nanofiber OR Nanofilament	۰
Nanofilter OR Nanomesh	۰
Nanogel	۰
Nanomaterial	۴
Nanomedicine	۰
Nanometere	۳
Nanoparticle OR Nanosphere	۷۹
Nanopore OR Nanoporous	۱
Nanorod	۰
Nanoscaffold	۰
Nanoscale	۳
Nanosensor	۰
Nanoshell	۰
Nanosilver	۱
Nanostructure	۴
Nanotechnology	۶
Nanotherapeutic	۰
Nanotube	۰
Nanowire	۰
Quantum Dot	۰
Solgel	۰
Superparamagnetic OR Iron Oxide OR SPIO OR USPIO	۶۶
Virosome	۸

جستجوهای اضافی در صورت نیاز به اطلاعات اضافی از طریق Google انجام شد. پایگاه اطلاعاتی حاوی اطلاعات زیر برای هر محصول یا کاربرد درست شد: نام محصول، شرکت یا مؤسسه حمایت‌کننده، طبقه‌بندی FDA، شرایط درمان یا کاربرد دستگاه، عوامل درمانی، جزء نانویی، بعد در مقیاس نانو، وضعیت تأیید، زمان تأیید FDA و تعداد کاربرد برای محصولات تایید شده، مسیر تحویل و یک توصیف کوتاه از محصول یا کاربرد.

هر یک از کاربردها یا محصولات از نظر این‌که تا چه میزان در حوزه نانوپزشکی قرار دارند، با استفاده از پنج گروه که در ادامه آورده شده است، طبقه‌بندی می‌شوند (بر اساس تعریف ما): تأیید شده -یک کاربرد یا محصول پزشکی دارای یک جزء کاربردی با بعدی در حدود ۳۰۰ نانومتر (یعنی در مقیاس نانو) با مراجعه به متون ارجاع دهنده به آن. مشابه- یک کاربرد یا محصول پزشکی با مراجعه به متون مرجع، که پیشنهاد دهنده یک ترکیب فعال کاربردی در مقیاس نانو است (به عنوان مثال متون ذکر می‌کنند که محصول مزیت‌هایی برای اثر EPR دارد)، اما اطلاعات اندازه ویژه در دسترس نبود. بالقوه- محصول یا کاربرد پزشکی با ترکیب فعال کاربردی که می‌تواند در مقیاس‌نانو باشد، مثل لیپوزوم، اما بدون مراجعه به متون مرجع، نشان قوی در مورد اندازه ارائه می‌دهد. غیرمحتمل- کاربرد یا محصول پزشکی با مراجعه به متون مرجع، که پیشنهاد دهنده جزء نانویی دارای پتانسیل اما بزرگ‌تر از مقیاس‌نانو است، مثل لیپوزوم‌های چند لایه، بدون اطلاعات اختصاصی مربوط به اندازه. سؤال‌برانگیز- کاربردها و محصولات شناسایی شده در متون با عنوان نانوپزشکی یا فناوری‌نانو، اما بدون ارتباط پزشکی واضح یا با اندازه به طور واضح بزرگ‌تر از نانومقیاس.

۴ نتایج

جستجوی هدفمند ثبت کارآزمایی بالینی به طور بالقوه ۱۲۶۵ نتیجه کارآزمایی بالینی را به همراه داشت. نتایج تکراری و آزمایشات مربوط به محصولات یا کاربردهایی که به طور آشکارا غیر مرتبط با نانو بود، حذف گردید و ۷۸۹ آزمایش بالینی با کاربرد یا محصول نانوپزشکی بالقوه باقی ماند. نام کاربرد یا محصول و شرکت برای هر کدام از این آزمایش‌ها شناسایی شد و در نهایت ۱۴۱ کاربرد یا محصول منحصربه‌فرد به دست آمد (تعداد زیادی با چندین آزمایش مرتبط بودند). ۳۸ مورد از آن‌ها جزء محصولات تأیید شده بود که برای شرایط جدید مورد ارزیابی قرار گرفتند و یا به عنوان ماده فعال مقایسه‌ای برای محصولات جدید استفاده شدند و ۱۰۳ مورد دیگر محصولات جدید تحقیقاتی بودند. محصولات شناسایی شده از طریق جستجوی آزمون‌های بالینی با ۲۲۲ محصول و کاربرد منحصربه‌فرد که از طریق جستجوی متون شناسایی شد، ترکیب شده و در نتیجه ۳۶۳ کاربرد یا محصول نانوپزشکی به دست آمد که پایه‌ی تجزیه و تحلیل‌های بعدی قرار گرفتند. سپس این مجموعه به‌دست آمده برای شناسایی روندهای نمایشی بر اساس معیارهای مختلف بررسی شد. فهرستی کامل از این نتایج در بخش مربوط به مواد تکمیلی در وب سایت

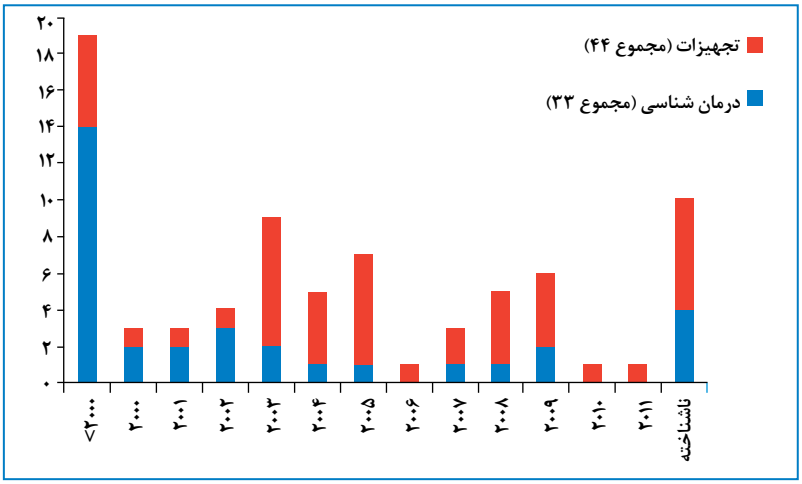
http://www.nanomedjournal.com گنجانده شده است.

۱.۴ ارتباط بین نانوپزشکی و مرحله توسعه‌ای

جدول ۲، تعدادی از کاربردها و محصولات را بر اساس ارتباط اختصاصی آن‌ها با نانوپزشکی و فاز تحقیقاتی نشان می‌دهد. محصولات تحقیقاتی مورد مطالعه برای چندین کاربرد بر اساس آخرین مرحله توسعه آن‌ها طبقه‌بندی شده‌اند. کاربردهای در مرحله صفر و مرحله IV به‌ترتیب به صورت پیش‌بالینی و تجاری طبقه‌بندی می‌شوند. اکثر کاربردها و محصولات شناسایی شده ارتباط زیادی با تعریف نانوپزشکی مورد استفاده داشتند؛ ۶۷ درصد از کاربردها و محصولات (۲۴۷ مورد) جزء گروه‌های تأیید و محتمل بودند. به دلیل این‌که دیگر کاربردها و محصولات ارتباط واضحی با نانوپزشکی نشان ندادند، بیشتر تجزیه و تحلیل‌های باقی‌مانده روی این زیرمجموعه تمرکز کرده است. بر اساس مرحله توسعه‌ای، تعداد معنی‌داری از محصولات تجاری موجود (۱۰۰ تأیید و محتمل) یافت شد و کاهش قابل توجهی در محصولات فراتر از فاز II توسعه‌ای شناسایی شد.

۲.۴ سال تایید

تجزیه و تحلیل سال تایید تنها شامل محصولات تأییدی می‌شود که برای فرآیند تایید قانونی FDA در آمریکا یا یک فرآیند تایید خارجی بیرون از آمریکا ارائه شده باشد، به عنوان مثال این بررسی شامل محصولاتی که تنها در پژوهش‌ها استفاده می‌شود، نمی‌گردد (شکل ۲). اگر محصول تأیید شده در آمریکا باشد، در تجزیه و تحلیل سال تایید FDA یا سال تایید معادل خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرد یا اگر در آمریکا تایید نشده باشد و سال تایید آن مشخص نباشد در گروه محصولاتی که تاریخ آن‌ها به آسانی در دسترس نیست قرار می‌گیرد. بیشتر محصولات تایید شده قبل از سال ۲۰۰۰ بیشتر درمانی بوده‌اند تا دستگاهی. با این حال، در دهه اخیر، تایید مواد درمانی نسبتاً ثابت باقی‌مانده است، در صورتی که افزایش زیادی در تعداد دستگاه‌های پزشکی وجود دارد.



شکل ۲. سال تایید محصولات پزشکی تأیید شده (جستجو تا ماه می‌سال ۲۰۱۱ میلادی انجام شده است).

۳.۴ اندازه اجزای نانویی

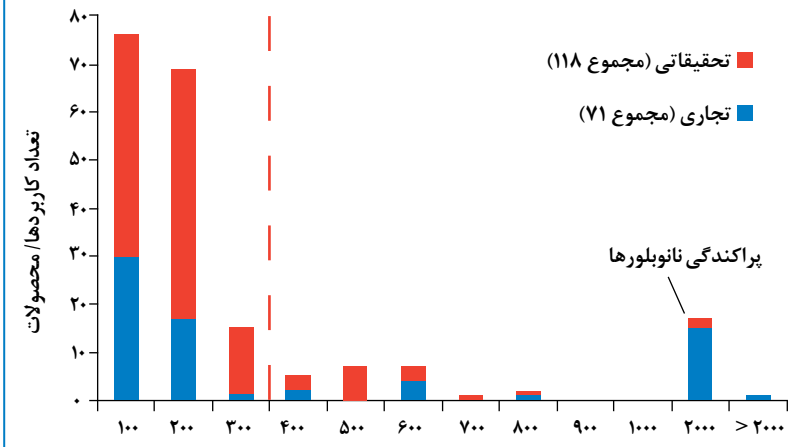
شکل ۳، میانگین اندازه اجزای نانویی در همه کاربردها و محصولاتی را نشان می‌دهد که اطلاعات مربوط به آن‌ها موجود است. اندازه‌گیری‌های مقایسه‌ای داده‌ها با کمک روش‌های متفاوتی انجام شدند و در برخی موارد داده‌های اندازه بدون ارجاع دادن به روش اندازه‌گیری مورد استفاده فهرست شدند. بیشتر کاربردها و محصولات، اجزای نانویی با خصوصیات ۲۰۰ نانومتر یا کم‌تر را به کار می‌برند. پیک موجود در ۲۰۰۰ نانومتر شامل تعدادی از محصولات می‌شود که از فناوری پراکنده‌سازی «نانوبلور» استفاده می‌کنند که در آن ذرات دارو برای افزایش دسترس‌پذیری زیستی آسیاب می‌شوند، اما بازه توزیع اندازه حاصل از ده‌ها نانومتر تا ۲میکرومتر است.

۴.۴ نوع مداخله FDA

از محصولات تأیید شده نانوپزشکی که برای استفاده تجاری تأیید شده‌اند، بر اساس طبقه‌بندی FDA، هفت مورد در گروه مواد زیستی، ۳۸ مورد در گروه دستگاه‌ها و ۳۲ مورد در گروه داروها قرار می‌گیرند (جدول ۳). از کاربردها در مطالعه بالینی، ۲۶ مورد مواد زیستی، ۲۱مورد دستگاه‌ها، ۹۱ مورد دارو، ۶ مورد ژنتیکی و دو مورد به عنوان دیگر موارد فهرست می‌شوند. بنابراین، بیشتر محصولات

جدول ۲. تعداد کاربردها و محصولات پیدا شده، دسته‌بندی شده به وسیله فاز توسعه‌ای و بر اساس تعریف ما از نانوپزشکی.

	تحقیقاتی				تجاری شده			
	پیش بالینی	فاز I	فاز I/II	فاز II	فاز II/III	فاز III	جمع کل	تجاری‌شده
تأیید شده	۱۴	۲۹	۸	۳۲	۳	۷	۹۳	۵۴
مشابه	۱۸	۱۸	۲	۱۰	۰	۶	۵۴	۴۶
بالقوه	۱۰	۹	۱	۳	۰	۳	۲۶	۱۸
غیرمحتمل	۱	۳	۱	۲	۰	۳	۱۰	۷
سؤال برانگیز	۳	۹	۱	۲	۱	۰	۱۶	۲۴
خاتمه یافته/قطع فرآیند	۱	۴	۰	۵	۰	۴	۱۴	۱
جمع کل	**۴۷**	**۷۲**	**۱۳**	**۵۴**	**۴**	**۲۳**	**۲۱۳**	**۱۵۰**



شـــکل ۳. میانگین اندازه اجزای نانویی برای همه کاربردها و محصولات نانوپزشـــکی که داده‌های آن‌ها موجود بودند. خط نقطه‌چین محدوده تعریف این مطالعه از نانوپزشـــکی را نشـــان می‌دهد. تعداد معنی‌داری از محصولات در زیر این خط هســـتند. پیک حدود ۲۰۰۰ نانومتر شامل تعدادی از محصولات «پراکنش نانوکریستال» است.

جدول ۳. طبقه‌بندی محصولات و کاربردهای تأییدی و محتمل نانوپزشکی در FDA.

نوع محصول	در مرحله تحقیقاتی	تجاری‌شده
مواد زیستی	۲۶	۷
دستگاه‌ها	۲۱	۳۸
دارو	۹۱	۳۲
ماده ژنتیکی	۶	۰
دیگر موارد	۲	۰
مورد استفاده در تحقیقات	۱	۲۳
جمع کل	**۱۴۷**	**۱۰۰**

تحت مطالعه بالینی داروها هســـتند، اما به نظر می‌رسد که محصولات زیستی نانوپزشکی آماده می‌شـــوند که همانند گذشـــته بخش بزرگی از ایـــن حوزه را به خود اختصـــاص دهند. به طور کلی، داروها شامل مواد شیمیایی سنتز شده و مولکول‌های کوچک درمانی هستند، اما بیشتر نانوذرات با کاربـــرد افزایش ضریب تفکیک در تصویربرداری، تحت طبقه‌بنـــدی داروها تایید شده‌اند. مواد زیستی شامل قندها، پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها یا ترکیبات پیچیده‌ای از این مواد هستند یا می‌توانند شامل اجزای زنده مثل ســـلول‌ها و بافت‌ها باشـــند. مداخلات ژنتیکی شامل انتقال ژن، ســـلول‌های بنیادی و DNA نوترکیب می‌شود. محصولات ذکر شده به عنوان دیگر محصولات، شامل نانوذراتی است که قادر به تابش امواج هستند.

۵.۴ نوع نانوساختار

جدول ۴ تفکیکی از انواع نانوســـاختارهای به کار برده شده در محصولات نانوپزشکی تأییدی را ارائه می‌دهد. شـــکل‌های گوناگون نانوذرات آزاد، شـــایع‌ترین طبقه‌بنـــدی هســـتند که در هر دو دســـته محصولات تجاری و کاربردهای تحقیقاتی دارای تعداد قابـــل توجهی بودند. با این وجود نانوذرات می‌توانند در نانوکامپوزیت‌ها و پوشـــش‌ها شـــرکت کننـــد، کـــه آن‌هـــا به صورت جداگانه طبقه‌بندی می‌شـــوند. ســـطح بالای توســـعه در لیپوزوم‌ها و امولســـیون‌های نانومقیاس باید مورد توجه قرارگیرد. بســـیاری از پلت‌فرم‌های در حال توســـعه‌ی دارورسانی، از مزیت‌هـــای فرمولاســـیون‌های لیپوزومی و امولسیونی استفاده می‌کنند.

۶.۴ کاربردهای درمانی

درمان شامل داروها، واکسن‌ها و مواد زیستی می‌شـــود که به طور مســـتقیم در درمان یک بیمـــاری نقـــش دارد. اســـتفاده از هـــر یک از محصولات درمانـــی تأییدی بر اســـاس هدف اســـتفاده و تایید، به چهار دســـته طبقه‌بندی می‌شـــود: درمان ســـرطان، هپاتیـــت، (دیگر) بیماری‌های عفونی، بیهوشـــی، اختلالات قلبی/عروقی، اختلالات التهابی/ایمنی بدن، اختلالات غدد درون‌ریز/برون‌ریز بدن، اختلالات دیژنراتیو و غیره (شـــکل ۴). تعداد محصولات تایید شده در تمام این طبقه‌بندی‌ها مشـــابه است. با این وجود حدود دو ســـوم از کاربردهای تحقیقاتی شناسایی شده بر درمان سرطان تمرکز دارند.

۷.۴ کاربردها برای ادوات پزشکی

معمـــولاً همـــه کاربردها و محصـــولات دیگر به عنوان دســـتگاه دســـته‌بندی می‌شـــوند و از یـــک روش طبقه‌بندی مشـــابه بـــرای آن‌ها استفاده می‌شـــود. دســـته‌بندی‌های دستگاه، شـــامل آزمایش‌های برون‌تنـــی، تصویربرداری درون‌تنی، پوشش‌های دســـتگاهی درون‌تنی، جایگزین‌های اســـتخوان، دندان، پوشـــش‌ها/منسوجات پزشکی، درمان سرطان، دستگاه‌های جراحی، داروریســـانی، مهندســـی بافت و غیره می‌شـــوند. آزمایش برون‌تنـــی و تصویربرداری درون‌تنی برجســـته‌ترین این گروه‌ها هستند و به دنبال آن‌ها پوشش‌های دستگاهی درون‌تنی و جایگزین‌های استخوانی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین دستگاه‌های تحقیقاتی نســـبت به مواد درمان تحقیقاتی بســـیار کم‌تر هســـتند. علت ایـــن موضوع ممکن اســـت به دلیل تفاوت در ماهیـــت فرآیندهای تایید بین دستگاه‌ها و داروها باشد؛ داده‌های بالینی داروها اغلب بیشتر از داده‌های دستگاه‌ها که از طریق ســـایر روش‌ها، ماننـــد مســـیر (k) 510، تایید می‌شوند، تولید می‌گردد.

۸.۴ نحوه ورود و هدف‌گذاری

یکی از مزایای کلیدی ارائه شـــده به وســـیله ســـاختارهای نانومقیاس در پزشـــکی، توانایی آن‌ها برای دست‌یابی به پروفایل توزیع زیستی منحصربه‌فرد است که با دارورسانی در مقیاس میکرو یا مولکولی خالص امکان‌پذیر نیســـت و نانوســـامانه‌های با طراحی مناسب، امکان هدف قرار دادن بافت‌های خـــاص را فراهم می‌کنند. یکی از عوامل مهـــم در تعیین نتیجه پروفایل توزیع زیستی، مسیر تزریق یا مسیر ورود است. کاربردها و محصولات تأیید شده تمرکز زیادی روی تزریـــق وریـــدی (IV) دارند (شـــکل ۵). بیش از ۱۲۰مـــورد (۷۳درصد) از محصولات یا کاربردهـــا روش IV را در نظر گرفته‌اند. پانزده مورد دیگر از روش موضعی اســـتفاده کرده‌اند.

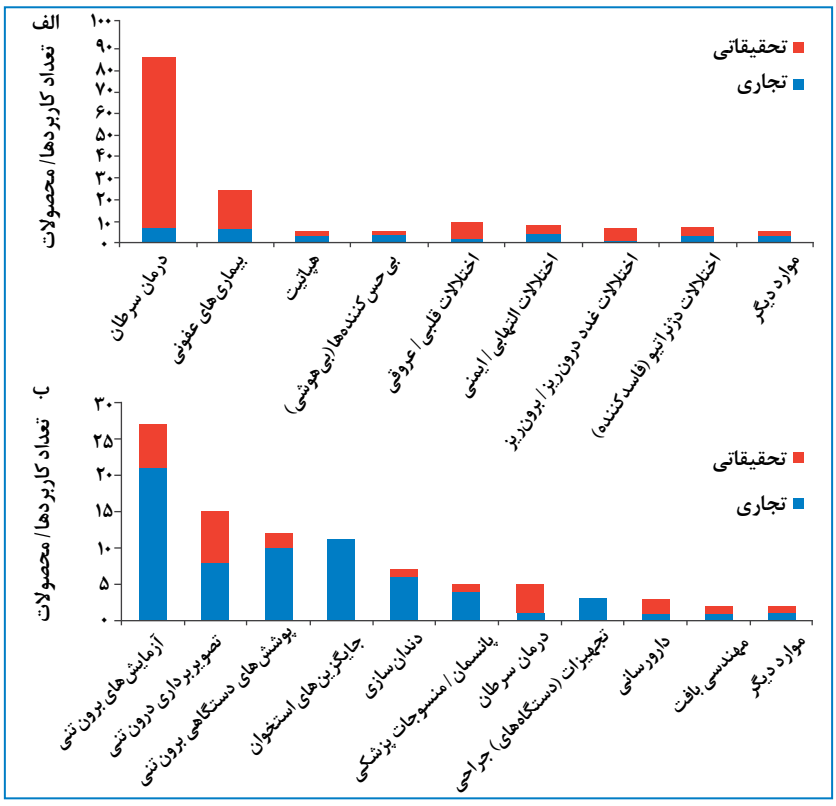
محصولات باقی‌مانده تقریباً به طور مساوی در بین مسیرهای عضلانی، زیرپوستی و تزریق بینابینی و دهانی، آئروسل، بینی و مسیر چشمی توزیع می‌شوند.

هنگامی‌که یک محصول وارد بدن می‌شود نانوپلت‌فرم طراحی شده می‌تواند این مزیت را داشته باشد که از سازوکارهای گوناگونی استفاده کرده و بر توزیع زیستی و هدف قرار دادن یک بافت ویژه اثر بگذارد. با این وجود، مهارت و پیچیدگی هدف‌گذاری متفاوت است. همان‌طور که قبلاً بحث شد، بسیاری از پلت فرم‌های دارورسانی تلاش می‌کنند که از مزیت اثر EPR استفاده کنند. این روش که کاملاً وابسته به شکل هندسی و اندازه است معمولاً به هدف‌گذاری غیرفعال یا انفعالی معروف است. با این حال هدف‌گذاری فعال اصطلاح دیگری است که به طور فراوان در متون استفاده می‌شود، اما برای هدف این مطالعه، هدف‌گذاری فعال عبارت است از استفاده از ساز و کار توزیع زیستی وابسته به اندازه به منظور افزایش انتقال به یک بافت خاص.

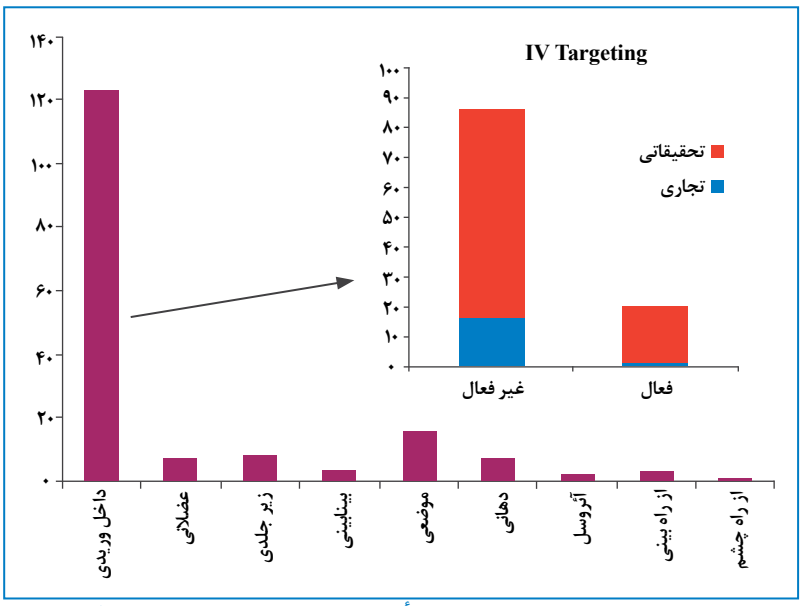
در شکل۵ تجزیه و تحلیل بیشتری در این مورد صورت گرفته است. هفده مورد از محصولات تأییدی، سازوکار هدف‌گذاری غیرفعال را به کار برده‌اند و تنها یک مورد از مزیت هدف‌گذاری فعال استفاده می‌کند. با این وجود ۶۹ محصول تحت مطالعه بالینی قادر به هدف‌گذاری غیرفعال هستند و ۱۹مورد دیگر از هدف‌گذاری فعال بهره می‌برند. همه محصولاتی که از نوع هدف‌گذاری فعال هستند در تشخیص و درمان شکل‌های متفاوتی از سرطان نقش دارند (جدول ۵). سازوکار غالب هدف‌گذاری عامل‌دار کردن نانوذرات با لیگاندها (ترانسفرین، آنتی‌بادی و غیره) برای گیرنده‌هایی است که در سلول‌های سرطانی یا ماتریکس افزایش بیان دارند. با این وجود دو محصول از روش منحصربه‌فردی استفاده می‌کنند و فعالیت درمانی را تا زمان رسیدن به بافت هدف محدود می‌کنند. محصول Opaxiotm یک نانوذره پلیمری است که یک شکل از داروی پاکلیتاکسل را انتقال می‌دهد و تنها زمانی فعال می‌شود که فعالیت آنزیمی خاص بافت سرطانی، مولکول درمانی را شکافته و جدا کند. محصول ThermoDox® یک لیپید حساس به دما را استفاده می‌کند که تنها در حضور یک منبع گرمای بیرونی، دوکسوروبیسین خود را انتقال می‌دهد. این منبع را می‌توان به مکان هدف محدود کرد و باعث رهایش دارو از لیپوزوم شد که به طور انفعالی انتقال داده شده است. همچنین یک امولسیون دارو که دقیقاً

جدول۴. نوع نانوساختار برای کاربردها و محصولات نانوپزشکی تأییدی و محتمل در حال توسعه.

Nanocomponent	Investigational			Commercial		
	Therapeutic	Device	Total	Therapeutic	Device	Total
Hard NP	۳	۱۲	۱۵	۰	۲۸	۲۸
Nanodispersion	۵	۰	۵	۱	۱	۲
Polymeric NP	۲۳	۰	۲۳	۹	۰	۹
Protein NP	۴	۰	۴	۲	۰	۲
Liposome	۵۳	۰	۵۳	۷	۱	۸
Emulsion	۱۸	۱	۱۹	۹	۰	۹
Micelle	۸	۰	۸	۳	۱	۴
Dendrimer/Fleximer	۲	۲	۴	۰	۳	۳
Virosome	۶	۰	۶	۲	۰	۲
Nanocomposite	۰	۰	۰	۰	۱۸	۱۸
NP Coating	۰	۲	۲	۰	۶	۶
Nanoporous Material	۰	۳	۳	۰	۲	۲
Nanopatterned	۰	۲	۲	۰	۲	۲
Quantum Dot	۰	۱	۱	۰	۴	۴
Fullerene	۰	۱	۱	۰	۰	۰
Hydrogel	۰	۰	۰	۰	۱	۱
Carbon Nanotube	۰	۱	۱	۰	۰	۰
Total	**۱۲۲**	**۲۵**	**۱۴۷**	**۳۳**	**۶۷**	**۱۰۰**



شکل۴. استفاده‌های پزشکی برای مواد درمانی (الف) و دستگاه‌های نانوپزشکی تأییدی (ب).



شکل۵. مسیر ورود برای کاربردها و محصولات تأییدی شناسایی شده، با توضیح هدف‌گذاری فعال یا غیرفعال برای انتقال با استفاده از IV.

متناسب با تعریف هدف‌گذاری فعال نیست، در این فهرست قرار داده شده است، اما این محصول تنها کاربرد شناسایی شده است که ادعا می‌کند توانایی عبور از سد خونی مغزی را دارد و بنابراین سطح بالاتری از هدف‌گذاری را نسبت به انتقال به روش غیرفعال دارد.

۹.۴ شرکت‌های نانوپزشکی

مشخص شد که به طور کلی ۲۴۱ شرکت و مؤسسه (دانشگاه‌ها و مراکز پزشکی) با ۳۶۳ محصول اولیه‌ی شناسایی شده، مرتبط بودند. علاوه‌بر این، ۱۶۹ شرکت و مؤسسه با کاربردها و محصولات نانوپزشکی تأییدی مرتبط بودند، ۵۴ مورد از این شرکت‌ها و مؤسسات، در حال توسعه‌ی بیش از یک محصول یا کاربرد (بین ۲ تا ۱۰) هستند. این بدان معنی است که بیش از یک سوم از توسعه صورت گرفته در این زمینه، در مؤسسات و شرکت‌هایی رخ می‌دهد که تنها یک محصول یا کاربرد بر پایه فناوری‌نانو دارند. این موضوع تنها شامل شرکت‌ها و مؤسساتی است که به طور مستقیم درگیر توسعه کاربردها یا محصولات نانوپزشکی هستند. سایر

جدول۵. کاربردها و محصولات تأییدی و محتمل شناسایی شده که هدف‌گذاری فعال را استفاده می‌کنند.

Application (s) /Product (s)	Company	Status	Condition	Nanocomponent	Targeting Mechanism
Ontak	Seragen, Inc.	Approved (1999)	T-Cell Lymphoma	Protein NP	IL-2 Protein
MBP-Y003, MBP-Y004, MBP-Y005	Mebiopharm Co., Ltd	Preclinical	Lymphoma	Liposome	Transferrin
MP-426	Mebiopharm Co., Ltd	Phase I/II	Solid Tumors	Liposome	Transferrin
CALAA-01	Calando Pharmaceuticals	Phase I	Solid Tumors	NP	Transferrin
SGT-53	SynerGene Therapeutics, Inc.	Phase I	Solid Tumors	Liposome	Transferrin
MCC-465	Mitsubishi Tanabe Pharma Crop	Phase I	Stomach Cancer	Liposome	GAH Antibody
Actinium-225-HuM195	National Cancer Institute	Phase I	Leukemia	NP	HuM195 Antibody
AS15	GlaxoSmithKline Biologicals	Phase I/II	Metastatic Breast Cancer	Liposome	dHER2 Antibody
PK2	Pharmacia & Upjohn Inc.	Phase I	Liver Cancer	Polymeric NP	Galactose
Rexin-G, Reximmune-C	Epeius Biotechnologies	Phase I/II	Solid Tumors	NP	von Willebrand factor (Collagen-Binding)
Aurimune (CYT-6091) Auritol (CYT-21001)	CytImmune Sciences, Inc.	Phase II Preclinical	Solid Tumors	Collod Gold	TNF-α
SapC-DPOS	Bexion Pharmaceuticals, Inc.	Preclinical	Solid Tumors	Liposome	Saposin C

Application (s) /Product (s)	Company	Status	Condition	Nanocomponent	Targeting Mechanism
Targeted Emulsions	Kereos, Inc.	Preclinical	In Vivo Imaging	Emulsion	Ligands
Opacio	Cell Therapeutics, Inc.	Phase II	Solid Tumors	Polymeric NP	Enzyme-Activated
ThermoDox	Celsion Corporation	Phase II/ III	Solid Tumors	Liposome	Thermosensitive
DM-CHOC-PEN	DEKK-TEC, Inc.	Phase I	Brain Neoplasms	Emulsion	PenetrateBlod d-Brain-Barrier

بررسی‌ها و گزارش‌های بازار، تعداد بیشتری از شرکت‌های نانوپزشکی را ذکر می‌کنند، اما این فهرست‌ها شامل شرکت‌هایی که سرمایه‌گذاری زیاد در توسعه نانوپزشکی دارند، شرکت‌های دارای فناوری یا فرآیندهایی که امکان تولید محصولات نانوپزشکی را فراهم می‌کنند و شرکت‌های توسعه‌دهنده کاربردها با پتانسیل کاربردی نامشخص یا دراز مدت در نانوپزشکی، می‌شوند.

۵ بحث

این مطالعه تعداد معنی‌داری از محصولات نانوپزشکی تایید شده یا در مراحل پایانی برای استفاده انسان را شناسایی کرد. به دلیل این‌که رشد و توسعه در صنایع پزشکی به شدت تحت تأثیر نوسانات اقتصادی و فرآیندهای نظارتی قرار دارد، مقایسه و برون‌یابی مستقیم این تعداد مشکل است. با این وجود، برخی از روندهای مشخص مربوط به آینده نانوپزشکی مشاهده گردید. برجسته‌ترین الگو در این زمینه، بلوغ نسبی این حوزه است. اگرچه همه کاربردهای شناسایی شده نشان‌دهنده پیشرفت‌های قابل توجه در فناوری هستند، اما این‌ها در واقع یک نگاه سطحی به پتانسیل‌های موجود است و پالایش بیشتر این حوزه و ترکیب این فناوری‌ها منجر به بروز ظرفیت‌های متحول‌کننده برای حوزه نانوپزشکی خواهد شد.

یکی از مشاهدات مهم در این مطالعه، مشکل در محل قرارگیری اطلاعات پایه روی محصولات نانوپزشکی است. این امر تا اندازه‌ای به دلیل نبود یک تعریف روشن و دسته‌بندی نانوپزشکی به عنوان یک رده محصول منحصربه‌فرد است. با این حال، شناسایی محصولاتی که در ادبیات خود از اصطلاحات مرتبط با نانو استفاده نمی‌کنند نیز مشکل است. این امر ممکن است ناشی از انگیزه‌ی آنها پرهیز از مباحث نظارتی مرتبط با نانو یا پذیرش عمومی منفی نسبت به این زمینه باشد. این مطالعه دو نتیجه روشن را نمایان می‌کند. اول این‌که به تلاش بیشتری فراتر از بررسی بر پایه متون، برای بررسی فراگیر در این زمینه، نیاز است. دوم، لازم است این بررسی به شکلی انجام شود که علاوه‌بر مشخص کردن موانع جدید، مشخص‌کننده موانع موجود بر سر راه توسعه نانوپزشکی نیز باشد. با این حال برخی از پیشرفت‌ها در این مسیر صورت گرفته است، به طوری که مؤسسه ملی سرطان (NCI) و FDA هدایت‌گر فعالیت‌ها برای استاندارد کردن خصوصیات نانومواد و جمع‌آوری اطلاعات روی محصولات نانوپزشکی هستند. NCI، آزمایشگاه مشخصه‌یابی فناوری‌نانو را تأسیس کرد که ساختار تحلیلی استاندارد شده (ساختار آبشاری) را توسعه داده و آزمون‌های سم‌شناسی پیش‌بالینی، داروشناسی و بازدهی نانوذرات و دستگاه‌ها را انجام می‌دهد. این آزمایش‌ها خصوصیات درون‌تنی، برون‌تنی و فیزیکوشیمیایی نانوپلت‌فرم‌ها را فراهم کرده و نتایج را در یک فرمت گزارش استاندارد تهیه می‌کنند تا محصولات را برای گرفتن تأییدیه‌های بالینی به شکل بهتری آماده کنند. NCI بیش از ۲۰۰ نانومواده از دانشگاه، دولت و صنعت را با استفاده از پروتوکل‌های استاندارد خود تعیین خصوصیت کرده است. اخیراً دفتر علوم داروسازی FDA(OPS) سند راهنمای روش‌ها و خط‌مشی‌های (MAPP 5015/9) آموزش داوران برای جمع‌آوری اطلاعات در ابعاد نانو، گروه‌های عاملی و دیگر مشخصات برای استفاده در یک بانک اطلاعاتی در حال توسعه، منتشر کرده است. همچنین، این سند تعریف وسیع‌تری را از نانومقیاس و نانوپزشکی ارائه می‌دهد که شامل تمام مواد با حداقل یک بعد کوچک‌تر از هزار نانومتر است، و به عنوان یک شبکه گسترده برای گرفتن تمام اطلاعات مرتبط در مراحل اولیه در نظر گرفته می‌شود. این مراحل، نوع استانداردسازی و به اشتراک گذاشتن اطلاعات را نشان می‌دهد که برای سهولت هماهنگی در این حوزه در حال توسعه ضروری است. بارزترین روند مشاهده شده در داده‌ها، تعداد زیاد روش‌های در حال توسعه برای درمان‌های سرطان است. این شرایط را می‌توان به سرمایه‌گذاری قابل توجه NCI در فناوری‌نانو در دهه گذشته و این حقیقت که سرطان عامل اصلی مرگ و میر در سراسر جهان است و مزیت‌های ذاتی نانوپلت‌فرم‌های پیشنهادی برای رسانش دارو ارتباط داد. با این وجود، این امر می‌تواند تا حدودی نشأت گرفته از این نگرش باشد که سرطان‌های تهدیدکننده حیات، مجوزی هستند برای بررسی روش‌های درمانی با استفاده از فناوری‌های نوظهور، مثل فناوری‌نانو. ۴۷ درصد از همه محصولات درون‌تنی محتمل و تأییدشده نانویی، برای شرایط تهدیدکننده حاد زندگی (عمدتاً سرطان‌های پیشرفته) در نظر گرفته شدند. ممکن است در چنین مواردی برخی از عدم اطمینان‌ها در مورد خطرات، به ویژه خطرات طولانی مدت بیشتر قابل بررسی باشد.

اکثر کاربردهای درمان سرطان که در این مطالعه شناسایی شدند، افزایش اثربخش سامانه درمانی را هدف قرار دادند، اما اثر رویایی فناوری‌نانو در پزشکی سرطان، یعنی پزشکی شخصی تشخیص‌های سریع و در محل، بسیار تحول‌ساز خواهد بود. سرنخ‌های مربوط به این حوزه، شناسایی و شناخت کافی نشانگرهای زیستی درگیر در حالت‌های مختلف بیماری است. پیشرفت‌های مهم فناوری‌نانو طی دهه گذشته، ابزارهای ضروری برای این شناخت را فراهم کرده است، در حالی‌که ایجاد پلت‌فرم‌هایی برای تشخیص و درمان بهبودیافته، استفاده از این دانش است. این نقش هم‌افزای فناوری‌نانو هم به عنوان پیشران و هم پیرو امکان رسیدن به نقطه اوج در این حوزه را با رشدی شتاب یافته فراهم می‌کند. موضوع دیگر که نقش مهمی را در نانوپزشکی بازی می‌کند، توسعه قابل توجه در هدف‌گذاری درون‌تنی در آینده نزدیک است. تعداد زیادی از محصولات که از اثر EPR استفاده می‌کنند، شناسایی شدند، همچنین چندین مورد نیز از مزیت‌های مربوط به حالت‌های پیشرفته هدف‌گیری فعال استفاده کرده‌اند. ارزش هدف‌گذاری در نانوپزشکی به طور یقین تأیید شده است، اما هنوز بحث‌هایی در مورد نقش و اهمیت فاکتورهای مهم وجود دارد. قبل از این‌که انتقال و تحویل مؤثر تحقق یابد کار زیادی برای شناسایی اثر اندازه، قالب، شیمی سطح، روش انتقال، اثر EPR هدف‌گذاری زیست‌مولکولی، ویژگی‌های پوشش‌های پلی‌اتیلن گلیکول (PEG)، تشکیل پروتئین کرونا و هدف‌گذاری درون سلولی نیاز است، اما این موضوع تمرکز اصلی در نانوپزشکی بوده و

خواهد بود.

یکی از نگرانی‌های اساسی در مورد استفاده از فناوری‌نانو در بدن، بحث دوام و ماندگاری است. مواد درمانی مولکولی مرسوم به وسیله بدن پردازش می‌شوند و متابولیت‌ها بعد از تزریق زود دفع می‌شوند، اما نانوذرات، رسوب‌های درون‌تنی ماندگاری را برای ماه‌ها یا سال‌ها از خود نشان داده‌اند. بررسی کاربردها و محصولات درون‌تنی شناسایی شده رواج بیشتر نانوساختارهای نرم (۱۵۷کاربرد و محصول) نسبت به نانوساختارهای سخت (۳۰ کاربرد و محصول) را نشان می‌دهد. نانوذرات سخت شناسایی شده به طور کلی شامل اکسید آهن، طلا، نقره یا سرامیک هستند. چندین کاربرد نزدیک به مطالعات بالینی هم در نظر دارند که از نانوذرات کربنی یا اکسید هافنیم استفاده کنند. اصطلاح «نرم»یک اصطلاح کلی استفاده شده در مقابل نانوذرات سخت است و شامل لیپوزوم‌ها، میسل‌ها، امولسیون‌ها، دندریمرها و دیگر نانوساختارهای پلیمری و پروتئینی می‌شود. نانوذرات اکسید آهن به عنوان عامل تمایز در MRI و درمان حرارتی سرطان استفاده می‌شوند. طلای کلوئیدی برای تحویل سیستمیک مواد زیستی درمانی و درمان حرارتی سرطان استفاده می‌شود. نانونقره در پوشش‌های ضد میکروبی برای چندین دستگاه مختلف کاشت و کاتتر استفاده شده است. نانوذرات سرامیکی به عنوان عامل استحکام و تقویت کننده‌های نوری در تعدادی از کامپوزیت‌های دندانی استفاده می‌شوند. اگرچه همه این مواد با استانداردهای موجود قابلیت زیست‌سازگاری نشان داده‌اند، اما در مورد ماندگاری آن‌ها در بدن که ممکن است سمیت‌های طولانی مدت ایجاد کرده و در درمان‌ها و پزشکی امروزی دیده نشود، سؤالاتی وجود دارد. در تعداد قابل توجهی از کاربردهای کاشت استخوانی از هیدروکسی آپاتیت یا نانوکریستال‌های فسفات کلسیم استفاده کرده‌اند (۱۳ کاربرد و محصول) ، اما این مواد جزء مواد سخت محسوب نمی‌شوند، زیرا به طور طبیعی در بدن شکل می‌گیرند. این احتمال وجود دارد که هر دو نانوذره سخت و نرم نقش‌های سازنده خود را در آینده پزشکی پیدا خواهند کرد. به احتمال زیاد پلتفرم‌های زیست‌تخریب‌پذیر برای تحویل مواد درمانی ترجیح داده می‌شوند، اما بیشتر رفتارهای فیزیکوشیمیایی منحصربه‌فرد تنها در نانوذرات نیمه‌رسانا، یا فلزی مطرح می‌شود، بنابراین، این مواد برای آینده تصویربرداری و درمان‌های بر پایه موج الکترومغناطیسی مورد نیاز هستند. استفاده از نانومواد برای ترمیم یا بازیابی بافت نیز یکی از حوزه‌های بسیار مورد توجه در نانوپزشکی است. با این وجود، این مطالعه تنها قادر به شناسایی دو کاربرد وابسته بازیابی بافت بود. هر دو مورد، داربست‌های بافت نرم قابل کشت در بدن با سطوح نانوساختار بودند. این احتمال وجود دارد که نانومواد در توسعه سطوح و ساختارهای مورد نیاز برای رشد بافت در خارج از بدن و کشت بافت‌های مهندسی شده حیاتی باشند، اما قبل از طراحی مناسب این مواد، شناخت شرایط و سیگنال‌های زیستی محرک رشد و تکثیر ضروری است.

همان‌طور که در جدول ۲ ذکر شد، پانزده محصول شناسایی شده که پس از تأیید یا در طی تحقیقات بالینی متوقف شدند. با این وجود در مقالات و متون دلیل روشنی برای این موارد ذکر نشده است. فرمولاسیون داروی نانوکریستال پس از آمدن به بازار در دهه ۱۹۸۰ متوقف شد، اما هیچ نشانی وجود ندارد که این به دلیل نگرانی‌های ایمنی پس از بازار بوده باشد. این فرمولاسیون احتمالا به وسیله محصولات جدیدتر جایگزین شده است. دلایل مربوط به توقف تحقیقات بالینی اغلب می‌تواند به طور مساوی به دلیل نبود بازدهی، سمیت سیستمیک، ثبت نام کم و مسائل مربوط به صدور مجوز و یا مباحث مالی باشد. با این حال، هیچ توضیحی برای توقف مطالعه در این موارد پیدا نشده است. به علاوه، تعداد دیگری از کاربردها و محصولات در مرحله کارآزمایی بالینی متوقف شدند، اما با تنظیم فرمولاسیون دارو یا برای دیگر نشانه‌ها توسعه ادامه یافت.

ایجاد ساختار برای فرآیند مربوط به تأییدیه‌های بالینی با هدف ایجاد اطمینان است، مبنی بر این‌که اثربخشی و ایمنی کافی قبل از ورود محصول به بازار به‌وسیله‌ی حامیان مالی بررسی شده است. با این حال، اخیراً فرآیند تأیید ابزارها (k) 510 به عنوان مسیر بالقوه‌ای برای مجاز کردن ورود محصولات غیر قابل قبول به بازار آمده است. این مطالعه تعداد معنی‌داری از محصولات نانوپزشکی را شناسایی کرد که از طریق این فرآیند تایید شده‌اند (جدول ۶). جایگزین‌های استخوانی، کامپوزیت‌های دندانی، پوشش‌های دستگاهی، سنجش‌های برون‌تنی، پانسمان‌های پزشکی، فیلترهای دیالیز و داربست‌های بافت از جمله این محصولات هستند. بسیاری از این محصولات برای چندین سال بدون مشکل استفاده شده‌اند. این موضوع نشان می‌دهد که نگرانی‌های مرتبط با ایمنی محصولات در مورد فرآیند(k) 510، در مورد محصولات نانوپزشکی ظاهر نشده است. گفته می‌شود که ممکن است در آینده اطلاعات در مورد خطرات بالقوه‌ی سم‌شناسی مرتبط با استفاده درون تنی نانومواد به‌دست بیاید، این موضوع به اهمیت شناسایی محصولاتی که ترکیبی از چند شکل فناوری‌نانو هستند، اشاره دارد، به طوری که آن‌ها را بتوان پیگیری و دنبال کرد.

بسیاری از وعده‌های پیش‌بینی شده فناوری‌نانو در پزشکی در قالب فناوری هوشمند است، مثل پلتفرم‌های theranostic که می‌توانند هدف‌گذاری، تشخیص و درمان مناسب برای حالت‌های مختلف بیماری در بدن را انجام دهند. با این حال، مطالعه موجود نشان می‌دهد که نانوپزشکی هنوز در مراحل اولیه است. به عنوان یک زمینه نوظهور از علم، پیشرفت مرحله به مرحله به‌وجود آمده و تعدادی از کاربردهای در حال توسعه این علم، نشان‌دهنده سطح بالاتری از پیشرفت است. در اینجا انواع اشکال هدف‌گیری فعال مورد بحث قرار گرفت، اما به طور عمومی‌تر می‌توان نانوپزشکی فعال را به عنوان نانوساختارهایی تعریف کرد که سازوکار عملکردی آن‌ها فراتر از برهم‌کنش‌های شیمیایی و زیستی وابسته به اندازه است. جدول ۷ موارد بیشتری از کاربردها و محصولات فعال شناسایی شده (فراتر از هدف‌گیری فعال) و حوزه‌های بیشتری را فهرست کرده است که در

جدول۶. محصولات نانوپزشکی محتمل و تأییدی که به وسیله FDA از طریق فرآیند (k)510 تایید شده‌اند.

Use	Application (s) / Product (s)	Company	Approval Year	Nanocomponent Description
Bone Substitute	Vitoss	Orthovita	2003	100-nm Calcium-Phosphate Nanocrystals
	Ostim	Osartis	2004	20-nm Hydroxyapatite Nano-crystals
	OsSatura	Isotis Orthobiologicals US	2003	Hydroxyapatite Nanocrystals

Use	Application (s) / Product (s)	Company	Approval Year	Nanocomponent Description
Bone Substitute	NanOss	Angstrom Media, Inc.	۲۰۰۵	Hydroxyapatite Nanocrystals
	Alpha-bsm, Beta-bsm, Gamma-bsm, EquivaBone, CarriGen	ETEX Corporation	۲۰۰۹	Hydroxyapatite Nanocrystals
Dental Composite	Ceram X Duo	Dentspley	۲۰۰۵	Ceramic NPs
	Filtek	3M Company	۲۰۰۸	Silica and Zirconium NPs
	Premise	Syborn Dental Specialties	۲۰۰۳	"Nanoparticles"
	Nano-Bond	Pentron Clinical Technologies, LLC	۲۰۰۷	"Nanoparticles"
Device Coating	ON-Q SilverSoaker/ SivaGard	I-Flow Corporation/ AcryMed, Inc.	۲۰۰۵	Antimicrobial Nanosilver
	EnSeal Laparoscopic Vessel Fusion	Ethico Endo-Surgery, Inc.	۲۰۰۵	NP-Coated Electrode
	NanoTite Implant	Biomet	۲۰۰۸	Calcium Phosphate Nanocrystal Coating
In Vitro Assay	CellTracks	Immunicon Corporation	۲۰۰۳	Magnetic NPs
	NicAlert	Nymox	۲۰۰۲	Colloidal Gold
	Stratus CS	Dade Behring	۲۰۰۳	Dendrimers
	CellSearch Epithelial Cell Kit	Veridex, LLC (Johnson & Johnson)	۲۰۰۴	Iron Oxide NPs
	Verigene	Nanosphere, Inc.	۲۰۰۷	Colloidal Gold
	MyCare Assays	Saladax Biomedical	۲۰۰۸	"Nanoparticles"
Medical Dressing	Acticoat	Smith & Nephew, Inc.	۲۰۰۵	Antimicrobial Nanosilver
Dialysis Filter	Fresenius Polysulfone Helixone	NephroCare	۱۹۹۸	Nanoporous Membrane
Tissue Scaffold	TiMESH	GfE Medizinteehnik GmbH	۲۰۰۴	30-nm Titanium Coating

جدول۷. محصولات نانوپزشکی تأییدی و محتمل که فراتر از هدف‌گذاری فعال، رفتار فعال نیز دارند.

Use	Application (s) / Product (s)	Company	Status	Nanocomponent	Active Mechanism
Solid Tumor Hyperthermia	NanoTherm	MagForce	Approved	Iraon Oxide NPs	AC magnetic Heating
	Targeted Nano-Ther-apeutics	Aspen Medisys, LLC. (Formerly Triton BioSystems, Inc.)	Pre-Clinical	Iraon Oxide NPs	AC magnetic Heating
	AuroShell	Nanospectra Biosciences	Phase I	Gold Nanoshel	IR Laser Heating
Solid Tumor Treatment	NanoXray	Nanobiotix	Phase I	Proprietary NP	X-Ray-Indusced Electron Emission

Use	Application (s) / Product (s)	Company	Status	Nanocomponent	Active Mechanism
In Vivo Imaging	Feridex IV, GastromarkCombidex (Ferumoxtran-10)	Advanced Magnetics	Approved (1996) Phase II	Iron Oxide NPs	Enhanced MRI Contrast
	Endorem, Lumirem, Sinerem	Guebert	Approved /Investigational	Iron Oxide NPs	Enhanced MRI Contrast
	FeraSpin	Milteny Biotec	Research Use Only	Iron Oxide NPs	Enhanced MRI Contrast
	Clariscan	Nycomed	Phase III	Iron Oxide NPs	Enhanced MRI Contrast
	Resovist, Supravist	Schering	Approved (2001) Phase III	Iron Oxide NPs	Enhanced MRI Contrast
In Vitro Imaging	Qdot Nanocrystals	Invitrogen Corporation	Research Use Only	Quantum Dot	Fluorescent Emission
	Nanodots	Nanoco Group PLC	Research Use Only	Quantum Dot	Fluorescent Emission
	TriLiteTM nanocrystals	Crystalplex Corporation	Research Use Only	Quantum Dot	Fluorescent Emission
	eFluor Nanocrystals	eBiosciences	Research Use Only	Quantum Dot	Fluorescent Emission
	NanoHC	DiagNano	Investigational (Research Only)	Quantum Dot	Fluorescent Emission
In Vitro Cell Separation	CellSearch, Epithelial-Cell Kit	Veridex, LLC (Johnson & Johnson)	Approved (2004)	Iron Oxide NPs	Magnetic Separation
	NanoDX	T2 Bioseystems	Research Use Only	Iron Oxide NPs	Magnetic Separation

ادامه در مورد آن‌ها بحث شده است.

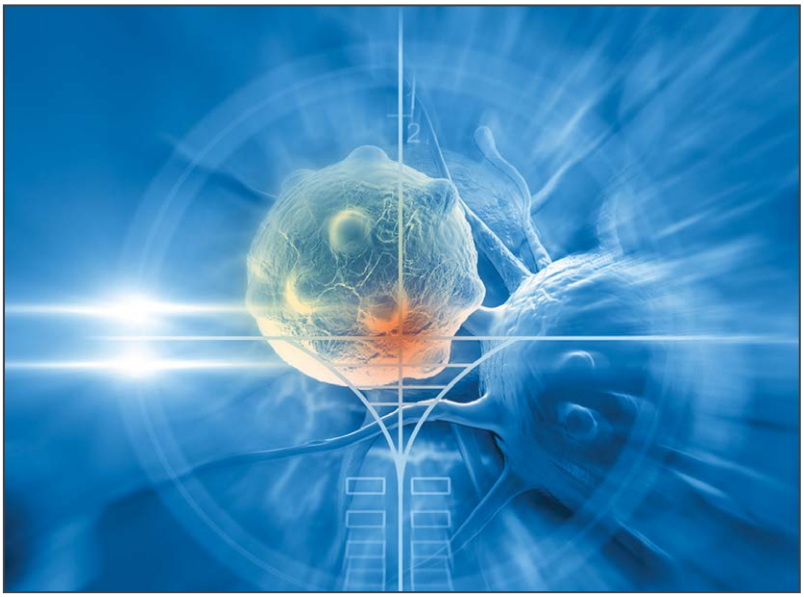
شـکل‌های مختلفی از نانوذرات فعال شده با روش الکترومغناطیسـی برای درمان سرطان، در مراحـل نزدیک به مطالعـات بالینی یا در حال مطالعه هسـتند. فناوری NanoTherm® و نانومواد درمانی هدف‌گذاری شـده، نانوذرات اکسید آهن را به صورت درون عضله‌ای یا داخل وریدی تحویل یا انتقال داده، سپس به‌وسیله‌ی میـدان مغناطیسـی خارجـی حرارت‌دهـی می‌کنند، تا گرمادرمانی موضعی بافت سرطان را فراهـم کننـد. فنـاوری AuroShell® از نانوپوسـته‌های طلای تزریق شـده به صورت درون وریدی استفاده می‌کند که به وسیله یک فیبـر نوری حرارت داده می‌شـوند. پروب لیزر مادون قرمز، دماهـای موضعی بالا را در ناحیه سرطانی ایجاد می‌کند. پلت‌فرم نانوذره‌ای پیش بالینی، NanoXray™، تحریک شـده به وسیله پرتو x، بـرای تحریک نشـر موضعی الکترون در بافت سـرطان استفاده می‌شـود که سبب ایجاد رادیکال‌های آزاد و تخریب درون سلولی می‌شود.

همچنین، از نانوذرات برای تقویت تصویربرداری میکروسـکوپی استفاده می‌شـود. پنج کاربرد تأیید شده با اسـتفاده از نانوذرات اکسید آهن برای تشـدید درون‌تنی MRI و نیز چهار مورد در مرحله تحقیقات بالینی شناسـایی شـدند. نانوذرات اکسـید آهن به صـورت انفعالی در بافت‌های مختلف جمع شده و تشدید تمایز را به دلیل اثرات مغناطیسی موضعی فراهم می‌کنند. شش کاربرد برون‌تنی نیز شناسایی شدند که در آن‌ها نقاط کوانتومی با برچسـب‌های مولکولی زیستی برای میکروسـکوپ فلورسنت استفاده می‌شوند. با این وجود، با توجه به سمیت بالقوه مرتبط با فلزات سنگین، عدم اطمینان از شکل فعلی نقاط کوانتومی برای اسـتفاده در محیط درون‌تنی وجود دارد.

CellSearch® و NanoDX™ دو محصـول شناسـایی شده دیگر هسـتند که از نانوذرات اکسـید آهن برای آشکارسـازی مغناطیسـی سلول‌ها در محیط برون‌تنی استفاده می‌کنند. نانوذرات مغناطیسـی با نشانگرهای اختصاصی سلول‌ها برچسب‌دار می‌شـوند و از یک میدان مغناطیسـی خارجی برای جداسـازی یا جمع کردن سـلول‌های پیوند شـده با نانوذرات در محلول و آشکارسـازی آن‌ها استفاده می‌شود. روش‌های مشابهی برای افزایش هدفمند کردن دارو در مدل‌های حیوانی اسـتفاده شده است و برای سـم‌زدایی کردن خون در حال گردش ارائه شده‌اند. در اواسط دهه ۱۹۹۰ تلاش‌هایی برای نشـان دادن مزیت‌های داروهای هدفمند مغناطیسـی در انسـان‌ها در فاز I کارآزمایی بالینی انجام شـد، اما اثربخشی ضعیفی نشان داد. برخـی از شـرکت‌ها روش‌هـای جدیـد سامانه‌های دارورسانی و رهاسازی تقویت شده با میدان مغناطیسی را دنبال می‌کنند، اما هنوز به آزمایشات انسانی نرسیده است.

احتمـالاً مراحـل بعـدی در نانوپزشـکی، اسـتفاده از کاربردهـای ترکیبـی به شـکل درمان‌هـای چندگانه (کاربرد نانوپزشـکی در ترکیـب با درمان‌های موجـود) و پلت‌فرم‌های

theranostic (کاربردهای نانوپزشکی منفرد با چندین حالت عملکرد) است. نانوذرات اکسید آهن حرارت داده شده با میدان مغناطیسی (فناوری‌های MagForce NanoTherm®) در حال حاضر اثرات هم‌افزایی در درمان ترکیبی با روش‌های شیمی‌درمانی و رادیودرمانی را نشان داده و امکان استفاده از دوزهای پایین هر کدام را فراهم کرده است. علاوه‌بر این، مشخص شده است که نانوذرات طلای برچسب‌دار شده با Cytimmune's TNF-α در خون‌رسانی بافتی و افزایش حساسیت به درمان‌های حرارتی اثر داشته و به صورت بالقوه برای برخی از کاربردها پیشنهاد می‌شوند. همچنین، نانوذرات طلا توانایی درمان سرطان‌ها به صورت حرارتی با تحریک لیزر را نشان داده‌اند و تحت مطالعه پیش‌بالینی برای تشخیص بیماری از طریق طیف‌سنجی رامان تقویت شده سطحی هستند. فناوری‌های فعلی می‌توانند با یک کاربرد آندوسکوپی برای تشخیص در زمان واقعی و درمان بسیاری از سرطان‌های دستگاه گوارش ترکیب شوند. مطابق با قابلیت‌های پایه‌ای نانوذرات که یک حالت عملکردی دارند، این احتمال وجود دارد که درمان‌های ترکیبی نانوپزشکی بیشتر رایج شود. نانوپزشکی یک زمینه بسیار متنوع است و این مشخصات برخی مشکلات را برای ایجاد تعاریف روشن به‌وجود می‌آورد. جستجوی مفصل در متون، داده‌های کارآزمایی بالینی و اینترنت، ۲۴۷ کاربرد و محصول را شناسایی کرد که از نوع طبقه‌بندی نانوپزشکی محتمل یا تأییدی بودند (با تعریف ما) و از نظر مصرف، تأیید شده، تحت مطالعه بالینی یا در آستانه مطالعه بالینی قرار داشتند. کاربردهای مورد نظر، از درمان سرطان‌های غیر قابل برداشت تا ژل‌های دستی ضد باکتری را شامل می‌شود، همچنین، فناوری‌ها نیز از لیپوزوم (که چند دهه در داروسازی استفاده می‌شوند) تا نانوذرات سخت (که داده‌های کمی در مورد مطالعات بالینی دراز مدت از آن‌ها در دسترس است و سؤالاتی در مورد ماندگاری آن‌ها در بدن به وجود آمده است) طبقه‌بندی می‌شوند. این مطالعه دو



نیاز روشن را نشان می‌دهد که باید برای هر رویکرد نظارتی در نانوپزشکی برای دست‌یابی به موفقیت مورد توجه قرار گیرد: ۱ ارائه یک تعریف روشن و مؤثر دربرگیرنده همه زمینه‌ها. ۲ ایجاد یک روش استاندارد برای جمع‌آوری، به اشتراک‌گذاری و ردیابی اطلاعات مرتبط با محصولات و کاربردهای نانوپزشکی (بدون ایجاد موانع اضافی برای نوآوری‌های پزشکی). هر دو سازمان NCI و FDA در حال برداشتن گام‌هایی در مسیر درست برای این زمینه هستند، اما به تلاش‌های گسترده و گسترده‌تر برای شفاف کردن تعریف نانوپزشکی، ردیابی اطلاعات کلیدی و تسهیل هماهنگی میان سازمان‌ها در این عرصه پیچیده نیاز است. وجود یک تحلیل طبقه‌بندی شده از محصولات و کاربردهای شناسایی شده، می‌تواند دیدگاهی برای مسیرهای آینده در این زمینه فراهم کند. این تحقیق نشان دهنده وجود تمرکز مشخصی بر توسعه کاربردهای سرطانی است که احتمالاً نتیجه چندین عامل است. این عوامل شامل هزینه‌های سنگین NCI، رواج و اثر سرطان در جامعه و این واقعیت که ممکن است خطرات مرتبط با بسیاری از آزمایش‌های نانوپزشکی به وسیله مزایایی که از درمان سرطان‌های تهدیدکننده حیات حاصل می‌شود، جبران شود.

اگرچه نانوپزشکی هم‌اکنون در مسیر پایدارسازی حضور خود در بازارهای امروزی است، این تجزیه و تحلیل نشان از نوپا بودن این زمینه دارد. این موضوع نشان از بی‌اهمیت جلوه دادن پیشرفت‌هایی که تا به امروز ایجاد شده، نیست؛ هم‌اکنون پیشرفت‌هایی در زمینه پزشکی به‌وسیله‌ی مواد نانومقیاس مهندسی شده فراهم شده است که در مقیاس میکرونی یا مولکولی امکان‌پذیر نیستند. با این حال بخش بزرگی از کاربردهای شناسایی شده نانوپزشکی هنوز در مرحله تحقیق و توسعه است. تداوم توسعه و ترکیب این کاربردها باید به‌طور واقعی پیشرفت‌های انقلابی پیش‌بینی شده در پزشکی را ایجاد کند. اکنون زمان آن فرارسیده است که راهبردهای مؤثر جمع‌آوری اطلاعات و دیدگاه‌های تحلیلی که درک ما را از تحولات این حوزه بهبود می‌بخشد، در جایگاه واقعی خود قرار گرفته و به بهبود توسعه نانوپزشکی کمک کند.

پی‌نوشت‌ها:

1. www.brany.com
2. www.controlled-trials.com
3. www.frx.com
4. www.ifpma.org
5. www.oicr.on.ca
6. www.strokecenter.org/trials/
7. www.who.int/trialsearch/

منبع:

1. M.L. Etheridge, et. al., Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine 9 (2013) 1–14.

نانومترولوژی و نقش آن در توسعه فناوری نانو



سمیرا گل‌زردی

کارشناسی ارشد مهندسی مواد- سرامیک،
کارگروه استاندارد و ایمنی فناوری‌نانو، ستاد ویژه توسعه فناوری‌نانو
golzardi@nano.ir

نانومترولوژی را می‌توان به معنای علم اندازه‌گیری در مقیاس نانو تعریف کـــرد. این علم در حوزه علم و فناوری‌نانو از اهمیت بسیاری برخوردار است و اساساً فعالیت در حوزه فناوری‌نانو بدون بهره‌مندی از خدمات نانومترولوژی امکان‌پذیر نیست. نانومترولوژی دارای نقشـــی اساســـی در تولید نانو مواد و دستگاه‌های اندازه‌گیری قابل اطمینان با عدم قطعیت‌های معین در صنعت نانو است و به دلیل اهمیت آن در استانداردسازی و تجاری محصولات نانو، از طرف کشـــورهای فعال در حوزه فناوری‌نانو، بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد. در این مقالـــه به معرفی اندازه‌شناســـی در مقیاس نانو، حوزه‌های فعالیتی مختلف و ارکان اساسی هر یک از حوزه‌ها پرداخته شده است.

کلمـــات کلیـــدی: نانومترولوژی، قابلیـــت ردیابی مترولوژیکی.

۱ مقدمه

مترولوژی به معنای علم اندازه‌شناسی است. اندازه‌شناسی شاخه‌ای از علم است که به شناخت و بررسی روش‌های مختلف اندازه‌گیری[۱] کمیت‌های فیزیکی و استانداردسازی[۲] آن‌هـــا می‌پردازد. در جهان پرشـــتاب کنونـــی و با تحولات بزرگی کـــه در عرصه‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جهان روی داده اســـت و به خصوص، با ایجاد ســـازمان جهانی تجارت و عضویت بیش از ۱۵۰ کشور در آن، شالوده رقابت در بازارهای جهانی بـــه صورت بنیادی تغییر کرده اســـت. قیمت که دیر زمانی بـــه عنوان مهم‌ترین عامل تعیین کننده سطح رقابت‌پذیری محسوب می‌شد اکنون تنها یکی از عوامل به حساب می‌آید و عوامل متعدد دیگری در ســـطح رقابت‌پذیری بنگاه‌ها و صنایع کشورها مؤثر هســـتند. کیفیت در حال تبدیل شـــدن به یکی از مهم‌ترین این عوامل و تعیین‌کننده ســـطح رقابت‌پذیری اســـت. کاربرد فن‌آوری‌های جدید در کلیه اجزای زنجیره ارزش محصولات، ارتقاء کیفیت همزمان با قیمت‌های مناسب را فراهم ساخته است و با ورود رقبای قدرتمند و با ظرفیت‌های تولیدی عملیاتی بســـیار بالا، بازارهای جهانی صحنه رقابت نفس‌گیری شـــده است. بنابراین اندازه‌گیری به بخش حیاتی زندگی بشر تبدیل شـــده و در همین راستا، اقتصادهای بزرگ دنیا رشـــد خود را وابسته به بهره‌مندی از نظام‌هـــای اندازه‌گیری معتبر می‌دانند و این خود بیانگر اهمیت علم اندازه شناســـی یا

مترولوژی است[۱].
پیشرفت روزافزون نانوتکنولوژی به عنوان صنعت پیشرو در قرن جدید موجب توسعه اندازه‌شناسی در مقیاس نانو شده است. نانومترولوژی را می‌توان به معنای علم اندازه‌گیری در مقیاس نانو تعریف کرد. این علم در حوزه علم و فناوری‌نانو از اهمیت بسیاری برخوردار است و اساساً فعالیت در حوزه فناوری‌نانو بدون نانومترولوژی امکان‌پذیر نیست؛ چرا که نانومترولوژی اساس تدوین استانداردهای محصولات فناوری‌نانو است و کشورها بدون فعالیت در این حوزه نمی‌توانند در زمینه تدوین استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای بین‌المللی، تولید و صادرات محصولات در حوزه فناوری‌نانو قدم جدی بردارند[۲].

۲ نانومترولوژی

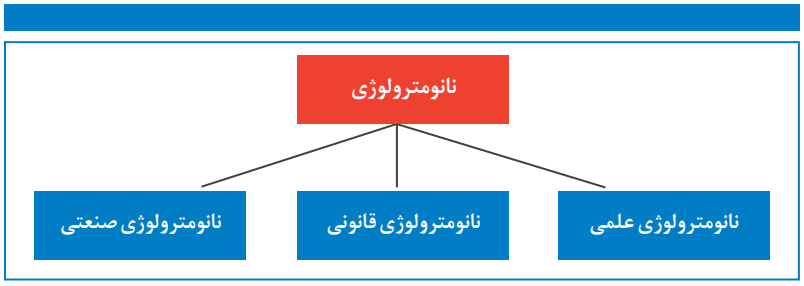
نانومترولوژی زیرمجموعه‌ای از مترولوژی و بیانگر علم اندازه‌گیری در مقیاس نانو است. نانومترولوژی دارای نقشی اساسی در تولید نانومواد و دستگاه‌های اندازه‌گیری قابل اطمینان با عدم قطعیت‌های معین در صنعت نانو است. کشورهای فعال در حوزه نانوفناوری در سال‌های اخیر، تحقیق پیرامون دستگاه‌ها، مترولوژی و استانداردها در زمینه نانوفناوری را به علت نقش اساسی آن در تجاری نمودن محصولات نانو، یکی از فعالیت‌های اصلی خود قرار داده‌اند.
مسئله مهم در این زمینه اختراع و گسترش تکنیک‌های جدید اندازه‌گیری و استانداردهای مربوط برای رسیدن به تولیدات پیشرفته در فناوری‌نانو است. بنابراین پیشرفت‌های صنایع در حال ظهور مبتنی بر فناوری‌نانو، نیازمند بهره‌مندی از خدمات مترولوژی با حد تفکیک و دقت بالای مورد نیاز در این فناوری است.
ابعاد نمونه در نانو سیستم‌ها از زیر ۱۰ نانومتر تا چند صد نانومتر متفاوت بوده و این در حالی است که ساخت سیستم‌های اندازه‌گیری تا ۰/۱ نانومتر مورد نیاز است[۲].

۳ اهمیت و ضرورت نانومترولوژی

امروزه گستره تحقیقات در حوزه‌های بیولوژی، شیمی و تکنولوژی مواد با بهره‌گیری از علم فیزیک و تکنیک‌های علم مواد و کامپیوتر در مقیاس نانو، به سرعت در حال افزایش است. در همین راستا بخش قابل توجهی از صنعت دنیای امروز به نانوفناوری اختصاص یافته و نرخ رشد آن در صنایع کشورهای مختلف رو به افزایش است. تکنیک‌های اندازه‌گیری توسعه یافته برای مواد معمول پاسخگوی نیازهای اندازه‌گیری نانوساختارها نیست و باید روش‌های اندازه‌گیری خاص نانوساختارها طراحی و به کار گرفته شود. نانوساختارها بر اساس آرایش جدید و گاه عجیب اتم‌ها و ذرات تفسیر می‌شوند مانند فولرین‌ها، نانوذرات دارای مغز و پوسته، نانولوله‌های اعوجاج یافته، فلزهای نانوساختار، دندریت‌ها و غیره که چالش‌هایی را در یافتن و به کارگیری روش‌های صحیح اندازه‌گیری ایجاد می‌نماید. باید روش‌ها و تجهیزات جدید اندازه‌گیری برای حل چالش‌های موجود توسعه یابد.
کنترل دقیق ابعاد، کلید حل مسائل نانوفناوری است و علم اندازه‌گیری آن نانومترولوژی است. در حال حاضر دانشمندان و مهندسان با استفاده از اصول فیزیک به دنبال یافتن و به کارگیری روش‌های اندازه‌گیری نو هستند که در مقیاس نانو قادر به شناخت ابعاد، آرایش ساختار و خواص جدید مواد گردد . همگام با توسعه تجهیزات و روش‌های جدید اندازه‌گیری، روش‌های تولیدی نیز برای تولید قابل تکثیر نانوذرات و نانوساختارها باید توسعه یابند. به طور همزمان استانداردهای موجود نیز باید در تطابق با پیشرفت نانوفناوری و حمایت از افزایش کاربرد نانوساختارها بهبود و توسعه یابد[۳].

۴ لزوم سازگاری بین الزامات اندازه‌شناسی ملی با الزامات منطقه‌ای و بین‌المللی

هر کشوری در حوزه توسعه اندازه‌شناسی دارای تاریخچه مخصوص به خود است. موانع فنی بر سر راه معاهدات تجاری(TBT) که در سازمان تجارت جهانی(WTO) انجام می‌شود، کشورها را ملزم می‌کند که قوانین ملی خود را با اسناد استاندارد بین‌المللی(norms) هماهنگ کنند. این خود مستلزم مشارکت در سیستم‌های بین‌المللی ارزیابی انطباق و توافق نامه‌های به رسمیت شناسی متقابل[۳](MRAs) است.
جوامع بین‌المللی مانند کنوانسیون متر، BIPM و OIML در تنظیم معاهدات خود، از سیستم استاندارد جهانی واحدها و استانداردها و قوانین اندازه‌گیری بین‌المللی برای تجهیزات اندازه‌گیری استفاده می‌کنند. علاوه بر این سازمان‌های اندازه‌شناسی منطقه‌ای نیازمندی‌ها و قوانین خود را در بین اعضای خود هماهنگ می‌سازند. هدف این سازمان‌ها تسهیل تجارت و مبادله نتایج و تجهیزات اندازه‌گیری است. اسناد و پیشنهاداتی که توسط این سازمان‌ها منتشر شده، می‌تواند به عنوان یک منبع اصلی برای ایجاد زیرساخت‌های یک نظام اندازه‌شناسی ملی به کار رود. در خصوص توسعه فناوری‌نانو نیز به عنوان یک فناوری پیشرو، شناخت توانایی‌های اندازه‌گیری مربوطه در هر کشور و همچنین توجه به قوانین جهانی در این عرصه، نقش مهمی در روابط اقتصادی بین‌المللی و همچنین رفع موانع تکنیکی بر سر راه ورود به عرصه تجارت بین‌الملل در حوزه محصولات و خدمات بر مبنای فناوری‌نانو ایفا می‌کند. قوانین اندازه‌شناسی بین‌المللی، حوزه‌های مختلف اندازه‌شناسی مانند واحدهای قانونی، قابلیت ردیابی، تجهیزات اندازه‌گیری، حمایت از مصرف‌کننده و ارزیابی انطباق را در بر می‌گیرند[۴].



شکل ۱. تقسیم‌بندی حوزه‌های فعالیت در نانومترولوژی

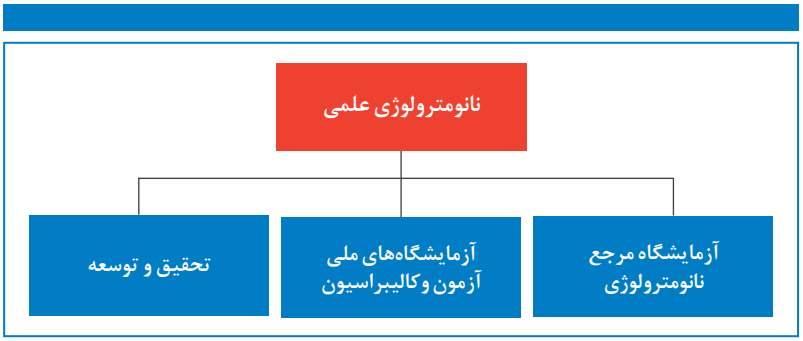
۵ تقسیم‌بندی حوزه‌های فعالیت در نانومترولوژی

با نگاهی به تاریخچه مراکز مترولوژی در دنیا، می‌توان دید که این مراکز دولتی یا خصوصی، فعالیت اولیه خود را معمولاً با ارائه خدمات در حوزه‌های مورد نیاز کشور و صنعت‌شان در آن زمان آغاز نموده‌اند.
مراکز مترولوژی عموماً در ابتدا با دو نوع فعالیت شروع به کار کرده‌اند:
- مراکز ارائه خدمات کالیبراسیون
- مراکز آزمایشگاهی تحقیق و توسعه یا آزمون

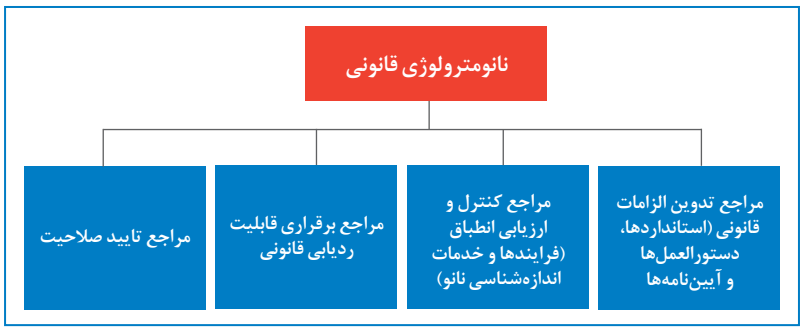
در خصوص نانومترولوژی باید به این نکته اشاره کرد که مبحث نانومترولوژی به علت اینکه در چند سال اخیر توسعه یافته و شناخت نسبت به کل حوزه کاربردی آن در سیستم مترولوژی هنوز حاصل نشده است، مبحثی است که فعلاً در بیشتر مراکز مترولوژی به عنوان بخشی از واحدهای تحقیق و توسعه مراکز مترولوژی در حال توسعه است.
بنابراین، نانومترولوژی زیرمجموعه‌ای از مؤسسات ملی مترولوژی در سراسرجهان است و از نظر حوزه‌های فعالیت مانند مترولوژی به سه بخش کلی تقسیم می‌شود (شکل ۱):

۱.۵ نانومترولوژی علمی

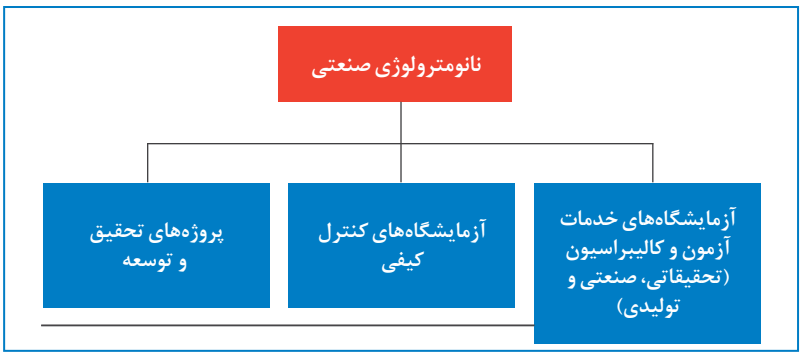
نانومترولوژی علمی عبارت است از دانش و به



شکل ۲. ارکان اصلی سیستم نانومتروژی علمی



شکل ۳. ارکان اصلی سیستم نانومتروژی قانونی



شکل ۴. ارکان اصلی سیستم نانومتروژی صنعتی

کارگیری روش‌های اندازه‌گیری برای تعریف و تحقیق کمیت‌های قابل اندازه‌گیری در سطح مقیاس نانومتر.

در شکل ۲ بخش‌های اصلی در یک سیستم نانومتروژی علمی نشان داده شده است[۵].

۲.۵ نانومتروژی قانونی

تمام فعالیت‌هایی که در زمینه مقررات قانونی اندازه‌شناسی انجام می‌شود و حوزه‌های مختلف اندازه‌گیری مانند واحدهای اندازه‌گیری، تجهیزات و روش‌های اندازه‌گیری، قابلیت ردیابی، حمایت از مصرف‌کننده و ارزیابی انطباق را در بر می‌گیرد.

این فعالیت‌ها برای رسیدن به سطح قابل اطمینان از اعتبار اندازه‌گیری، یا مستقیماً توسط دولت انجام شده و یا به وسیله نهادی از طرف دولت انجام می‌شود. در شکل ۳ بخش‌های اصلی در سیستم اندازه‌شناسی قانونی نشان داده شده است[۴].

۳.۵ نانومتروژی صنعتی

دانش ساخت، استفاده، نگهداری و کنترل عملکرد وسایل اندازه‌گیری مورد استفاده در صنعت نانو و نیز در فرایندهای تولید و آزمایش محصولات نانو است. بخش‌های مهم در سیستم نانومتروژی صنعتی در شکل ۴ آورده شده است[۵].

۶ قابلیت ردیابی در اندازه‌گیری‌های مقیاس نانو

ایجاد استانداردها و روش‌های مترولوژی نانومقیاس ابعادی، گامی مهم در مسیر پیاده‌سازی نانومتروژی زیرساختی است. قابلیت رهگیری یا ردیابی از مهم‌ترین ویژگی‌های این حوزه است.

ردیابی یک اندازه‌گیری به این معناست که ویژگی اندازه‌گیری شده را بتوان با مقادیر یک ماده رفرنس مرجع ارتباط داد که این ماده مرجع می‌تواند استاندارد بین‌المللی یا ملی باشد. ردیابی باید از طریق زنجیره‌ای از مقایسه‌ها انجام شده باشد که هر یک از این مقایسه‌ها باید حاوی عدم قطعیت باشد.

قابلیت ردیابی نانومتروژی ابعادی شامل فرآیندی است که در آن از یک نمونه مرجع با ویژگی‌های ابعادی استاندارد در مقیاس نانو استفاده می‌شود. کیفیت این فرآیند با استفاده از مقایسه‌های بین‌المللی قابل پیگیری است.

تعریف SI از متر مبتنی بر طولی است که پرتو نور در خلاء در مدت زمان ۱ بر ۲۹۹۷۹۲۴۵۸ ثانیه طی می‌کند. این طول استاندارد از طریق طول موج نوری که از منبع لیزر هلیم پایدار شده باید ایجاد می‌شود، پیاده‌سازی می‌گردد.

قابلیت ردیابی اندازه‌گیری طول با استفاده از این لیزرها انجام شده و همچنین فرکانس‌های لیزر مورد استفاده در تجهیزات مختلف با این لیزر کالیبره می‌شود.

ایجاد قابلیت ردیابی در اندازه‌گیری‌های مقیاس نانو نیازمند به تصویر کشیدن نانوساختارها بوده و همچنین لازم است سیستم اندازه‌گیری طولی به این سیستم تصویربرداری اضافه شده و سپس خود این طول نیز دوباره کالیبره شود. در شکل ۵ قابلیت ردیابی نانومتروژی ابعادی در مرکز ملی اندازه‌شناسی استرالیا نشان داده شده است. شکل ۶ نیز زنجیره قابلیت ردیابی به استاندارد بین‌المللی متر را نشان می‌دهد. نظام‌مند کردن فعالیت‌های اندازه‌گیری مقیاس نانو و بهره‌مندی از خدمات نانومتروژی با هدف برقراری قابلیت ردیابی اندازه‌گیری‌ها در مقیاس نانو به سیستم اندازه‌گیری بین‌المللی SI و برآورد قابل اطمینان از عدم قطعیت اندازه‌گیری، انجام می‌گیرد[۶].

۷ چالش‌های پیش‌روی استانداردسازی و اندازه‌شناسی در مقیاس نانو

در این بخش به برخی از مهم‌ترین چالش‌های موجود در فرایند استانداردسازی و اندازه‌شناسی در مقیاس‌نانو اشاره می‌شود.

- ایجاد توافقات جهانی برای ادبیات نانو تکنولوژی و نانومتروژی
- رشد روز افزون نانوتکنولوژی و ورود سریع مقیاس نانو به بسیاری از محصولات صنعتی
- انعقاد معاهدات بین‌المللی در زمینه پاسخ‌گویی به محیط‌زیست، بهداشت و سلامت
- ایجاد توافق‌های استانداردشده برای ارزیابی نانو ذرات موجود در محیط‌زیست
- تنوع زیاد روش‌های اندازه‌گیری و آنالیز و تعریف روش‌های استاندارد آزمایش برای ابزارآلات مقیاس‌نانو
- نیاز به بهبود تکنیک‌های اندازه‌گیری و ابزارهای استاندارد شده

- تدوین روش‌های جدید کالیبراسیون برای تجهیزات و استفاده از مواد مرجع کالیبره در زمان آزمایش با ابزارآلات نانو مقیاس
- نیاز به تدوین استانداردهای جدید در سیستم‌های اندازه‌گیری نانومقیاس و ابزارآلات آن‌ها
- نیاز شدید به تدوین آیین‌نامه‌ها و مقررات ملی، منطقه‌ایی و بین‌المللی

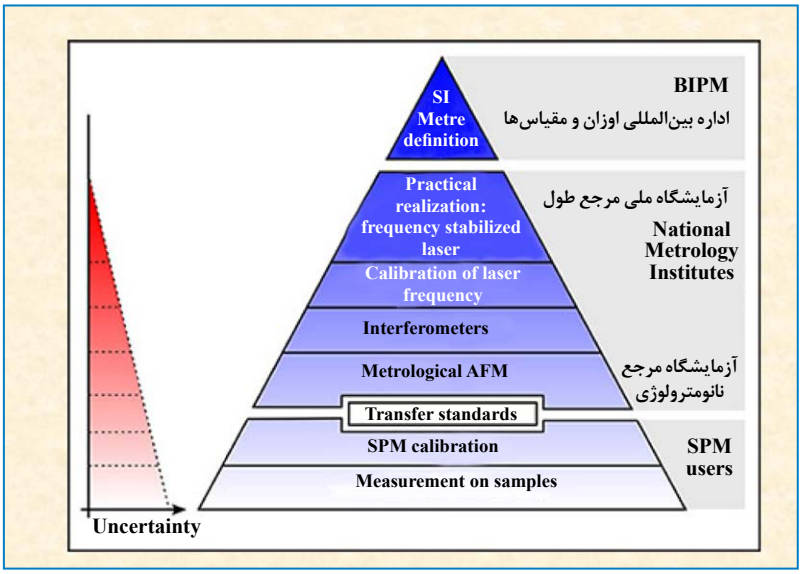
۸ جمع‌بندی

ساخت تجهیزات و استانداردسازی روش‌های اندازه‌گیری و کالیبراسیون شامل مجموعه‌ای از فناوری‌ها و شیوه‌های توانمند است که استفاده مفید از نانوفناوری بستگی به برخورداری از این توانمندی‌ها خواهد داشت. موضوع نانومترولوژی در علوم مختلف پایه، مهندسی و پزشکی از اهمیت خاصی برخوردار است و محققان را در انجام اندازه‌گیری‌ها و تعیین ویژگی‌های مواد یاری می‌رساند. به عنوان مثال ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصولات به مواد اولیه آن و ساختار میکروسکوپی به دست آمده از فرایند تولید بستگی دارد و برای شناسایی مواد اولیه و ساختار نهایی، نیازمند دستگاه‌های اندازه‌گیری و تعیین مشخصات مواد در مقیاس نانو هستیم. در واقع بهره‌برداری موفقیت‌آمیز از فناوری‌نانو به کاربرد این تجهیزات بستگی دارد؛ زیرا چنین ابزارهایی چشم را برای دیدن و انگشتان را برای کنترل ساختارهایی در مقیاس نانو توانمند می‌سازد.

از آنجا که توسعه تجهیزات آزمایشگاهی فناوری‌نانو جزء تفکیک‌ناپذیر نانومترولوژی بوده و در واقع مقدمه و سنگ‌بنای نانومترولوژی به حساب می‌آید، ضرورت فعالیت در زمینه نانومترولوژی و توسعه تجهیزات آزمایشگاهی فناوری‌نانو احساس می‌شود. امید است که با انجام برنامه‌ریزی‌های دقیق در ایجاد نظام ملی نانومترولوژی شاهد پیشرفت‌های روزافزون صنعت نانوفناوری در کشورمان باشیم.



شکل ۵. قابلیت ردیابی نانومترولوژی فیزیکی در مؤسسه اندازه‌شناسی ملی استرالیا[۶].



شکل ۶. زنجیره قابلیت ردیابی به استاندارد بین‌المللی متر[۷].

پی‌نوشت‌ها:

1. Measurement
2. Standardization
3. Mutual Recognition Agreements or Arrangements(MRAs)

مراجع:

1. F. Hengstberger, ECONOMIC IMPACT OF METROLOGY, International Committee of Weights and Measures.
2. D. J. Miles, Nanometrology: The Critical Role of Measurement in Supporting Australian Nanotechnology, N. M. Institute, Editor. 2006, Australian Government.
3. W. Lojkowski, A. Daniszewska, and M. Chmielecka, Nanometrology report. 2006.
4. OIML, D1. (2004), Elements for a law on metrology. Paris, OIML, 2004. 24.
5. Co-nanomet (co-ordination of nanometrology in Europe) documents.
6. NMI TR 12: Nanometrology: The Critical Role of Measurement in Supporting Australian Nanotechnology, Dr John Miles, First edition — November 2006.
7. http://www.lne.eu/en/r_and_d/nanometrology/nanometrology-nanomaterials.asp

عرضه نانومحصولات مختلف در نمایشگاه Big Sight توکیو

شـــرکت تجینـــگ بـــه عنـــوان یکی از تولیدکننـــدگان نانومحصـــول در جهان قصد دارد محصولات خود را در نمایشـــگاه Big Sight توکیو عرضه کند.

شـــرکت تجینـــگ (Teijin) اعـــلام کرد در نمایشـــگاه Big Sight توکیو طیف وسیعی از نانومحصولات خود را عرضه خواهد کرد.

Nanofront یک پلی‌اســـتر بسیار نازک است که قطـــری در حدود ۷۰۰ نانومتـــر دارد. این محصول در برابر گرما مقـــاوم بوده و می‌تواند برای ســـاخت فیلتر استفاده شود. از این الیاف می‌تـــوان در حوزه‌هایی نظیر ســـاخت ادوات ورزشی، لوازم آرایشی و بهداشتی استفاده کرد. الیـــاف بافته شـــده نانولوله‌کربنـــی از دیگر محصولات این شرکت است که ۱۰۰ درصد آن نانولوله‌کربنی اســـت. این الیاف دارای هدایت الکتریکـــی و گرمایی بالایـــی بوده و به راحتی از آن می‌توان در محصولات مختلف اســـتفاده کرد. این الیاف را می‌توان در ادوات پزشـــکی، هوافضا و الکترونیک قابل پوشـــیدن اســـتفاده کرد.

NanoGram یک ماده کامپوزیتی اســـت که حاوی نانوذرات ۲۰ نانومتری سیلیکونی بوده و برای ساخت پیل‌های فتوولتائیک ایده‌آل است. Teijin®Tetron® یـــک فیلم چندلایه بوده که در آن از چند لایه پلی‌استر استفاده شده است. دراین فیلم چند لایـــه رنگی هیچ پیگمنت یا رنگی اســـتفاده نشـــده و ایجاد رنـــگ تنها با مهندسی لایه‌ها انجام شده است.

غشـــاءهای با عملکرد بـــالا دارای حفره‌های دقیقـــی بوده که به صورت کامپوزیت چندلایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این غشاءها نسبت به آب نفوذپذیر است.

کاتالیســـت آلیاژ کربن یک کاتالیست عاری از پلاتین اســـت که در ان از پلی‌آکریلونیتریل استفاده شده اســـت. به دلیل استفاده از آهن، این مـــاده بســـیار ارزان‌تر از کاتالیســـت‌های پلاتینـــی اســـت. کاتدهای پیل‌های‌ســـوختی می‌توانند از این فناوری بهره‌مند شوند.

نانوالیـــاف کربنی در واقع الیاف رســـانایی از جنس کربن بوده که می‌تواند به عنوان افزودنی در ساخت باتری‌های یون لیتیم استفاده شود.

منبع: www.nanotech-now.com

نانوپوشش صنعتی برای محافظت از سازه‌های فولادی

شرکت تسلا نانوکوتینگ (Tesla NanoCoatings) فرآیند جدید برای ایجاد پوشش ضدخوردگی روی سطوح فولاد ارائه کرده است. در این پوشش‌ها از نانولوله کربنی استفاده شده است. هزینه و زمان مورد نیاز برای اعمال این پوشش‌ها نصف روش‌های رایج است.



شـــرکت تســـلا نانوکوتینگ (Tesla NanoCoatings) اعلام کرد روشی برای تولید محصول Teslan با استفاده از فرآیند تر روی تـــر (Wet on wet) ارائـــه کرده است. با این فرایند جدید شرکت تسلا می‌تواند پیشتازی خـــود را در حـــوزه فنـــاوری پوشش‌دهی با استفاده از نانولوله‌کربنی حفظ کند.

این فناوری که به 2xi Wet Edge شهرت یافته فرآیندی است که با هزینه کمتر و زمان اندک می‌تواند پوشـــش‌دهی روی سطح را انجام دهد. با این فرآیند جدیـــد مصرف کنندگان می‌توانند بعد از اعمـــال پیش‌لایه Tesla 1101، به ســـرعت لایه‌های بعدی یعنی Tesla 3000 و Tesla 3001 را روی ســـطح ایجاد کنند. این کار موجب کاهش ۵۰ درصدی زمان و هزینه در کار می‌شود.

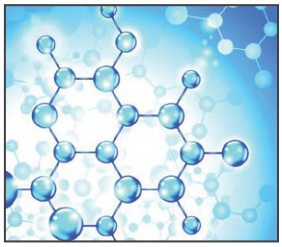
از فناوری WetEdge می‌توان در صنعت نفت و گاز که شـــرایط خوردگی شدید وجود دارد اســـتفاده کرد. بنابراین این فناوری هم برای سایت‌های استخراج نفت و گاز جذاب است و هم در پالایشگاه‌ها می‌توان از آن استفاده کرد.

تد هاوکینگز از مدیران شرکت تسلا می‌گوید: «فرآیند WetEdge می‌تواند مقاومـــت به خوردگی را دو برابر افزایش دهد در حالی که هزینه آن نصف فناوری‌های رایج اســـت. تیم تحقیقاتی ما دارای گواهینامه‌های مختلف در این کار بوده و از تجربه بالایی نیز برخوردار هستند. دانش و تجربه ما موجب ظهور نانوفناوری کربن در قالب محصولی به نام WetTesla شده است.»

منبع: http://finance.yahoo.com

نشستی با صنعتگران برای تبادل ایده در حوزه فناوری‌نانو

محققان شـــرکت فلکسکون میزبـــان انجمـــن نانوفناوری نیوانگلند بودند و در این نشست نانومحصـــولات این شـــرکت به اعضاء انجمن معرفی شـــد. همچنین فرصت‌هـــای موجود در حـــوزه فناوری‌نانـــو میان کارشناســـان حوزه نانوپوشش مورد بحث و بررسی قرار گرفت.



فلکســـکون (FLEXcon) یکـــی از شـــرکت‌های فعـــال در حوزه پوشـــش‌های چســـبنده، میزبان انجمـــن نانوفنـــاوری نیوانگلنـــد (NENA) اســـت. در ایـــن رویداد روی آخریـــن دســـتاوردهای این حوزه بحث شـــده و یافته‌های آنها به اشتراک گذاشته می‌شود.

در این نشســـت اعضـــاء مختلف انجمـــن نانوفنـــاوری نیوانگلنـــد گردهـــم آمـــده و روی ایده‌های مربوط بـــه توســـعه فناوری‌نانو و تجاری‌سازی محصولات در ایالت نیوانگلند بحث و بررسی می‌شود. شـــرکت کننـــدگان می‌تواننـــد از فعالیت‌هـــای فعلـــی شـــرکت فلکســـکون در حـــوزه فناوری‌نانو مطلع شـــده دربـــاره نوآوری‌های این شرکت در فناوری‌نانو بحث و گفتگو کنند.

این نشســـت یک فرصت مناسب برای تولیدکنندگانی اســـت که به دنبـــال راهکارهـــای ایمنی برای اســـتفاده از فناوری هستند. لازم به ذکر است که یکی از موضوعات مطرح شده در این نشست مسائل ایمنی فناوری‌نانو است.

بیل ســـولیوان از مدیران شرکت فلکســـکون به ارائـــه محصولات فناوری‌نانو این شـــرکت پرداخت. در این نشســـت بحث‌هایی درباره روندهای کلیدی این صنعت انجام شـــد. یکی از موضوعات مورد نظر در این نشســـت، الهام از میکرو و نانوساختارهای موجود در طبیعت برای حل مشـــکل صنعـــت بود. از دیگـــر موضوعـــات می‌توان به کاربردهـــای فناوری‌نانو در بخش تولید و چگونگی الهام از طبیعت برای تولید محصولات جدید اشاره کرد.

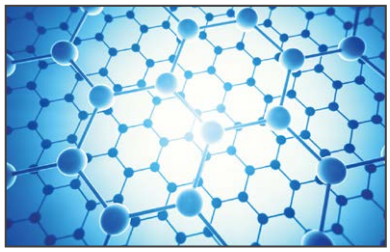
منبع: www.flexcon.com

افزایش تولید و کاهش قیمت گرافن در سال ۲۰۱۶

یکی از بزرگتریـــن تولیدکنندگان گرافن در جهان اعلام کرد که با افزایش ظرفیت تولید خود در سال ۲۰۱۶، قیمت محصولات خود را کاهش خواهد داد. راهبرد اصلی این شرکت در سال ۲۰۱۵ افزایش کیفیت و تنوع محصولات بوده است.

شـــرکت گرافنا (Graphenea) اعلام کرد که با افزایش ظرفیت تولید خود در سال ۲۰۱۶، قیمت محصـــولات خود را کاهش خواهد داد. همچنین بهبود کیفیت یکـــی از راهبردهای اصلی در این شرکت خواهد بود.

براســـاس اعلام این شرکت، با افزایش بهره‌وری فرآیند تولید در این شرکت، قیمت گرافن تولید



شـــده کاهش خواهد یافت. این کاهش قیمت به صورت ویژه در فیلم‌های گرافنی تولید شـــده به روش CVD وجود خواهد داشـــت. به طور کلی در تمام محصولات به صورت میانگین ۲۳ درصد کاهش قیمت وجود خواهد داشـــت. این شرکت قصد دارد محصول خود روی زیرلایه‌های مختلف بـــه بازار عرضه کند که این عرضه با قیمت کاملا رقابت‌پذیر خواهد بود. قیمت ۴ بسته گرافن تک لایه‌ای روی زیرلایه SiO_2/Si (۱۰ میلیمتر در ۱۰ میلی‌متـــر) در حال حاضر به ۱۴۹ دلار رســـیده است. لازم به ذکر است که قیمت گرافن روی هر زیرلایه‌ای که مشتری بخواهد ۲۷ درصد کاهش یافته است که با این کار محققان می‌توانند براساس نیاز خود گرافن را تهیه کنند. قیمت اکسید گرافن به صورت میانگین ۳۳ درصد کاهش یافته است. اکسید گرافن به صورت سوسپانسیون عرضه شده و در بسته‌های ۵ لیتری با قیمت ۲۸/۵۵ دلار در هر گرم به مشتریان عرضه می‌شود.

منبع: www.graphenea.com

استفاده از سیستم‌های روشنایی مبتنی بر فناوری‌نانو در سالن‌های سینما

شـــرکت ایکس‌ال تکنولوژیز صاحب فناوری سیستم روشنایی مورد اســـتفاده در بخش تبلیغات اســـت. این سیســـتم که مبتنی بر فناوری‌نانو است در حال حاضر توسط سینما و تئاتر کشور آمریکا و کانادا در حال استفاده است.

ایکس‌ال‌تکنولوژیز (XLI Technologies) اقدام به ارائه گزارشی درباره مزایای استفاده از سیستم‌های روشـــنایی چاپی مبتنی برفناوری این شـــرکت موسوم به LightSheet کرد.

جیمز شرام، مدیرعامل شرکت ایکس‌ال می‌گوید: «ما خوشحالیم که این فناوری جدید برای اولین بار در سینماهای زنجیره‌ای و برخی تئاترهای آمریکا و کانادا مورد استفاده قرار گرفته است. از این فناوری برای برنامه‌های تبلیغاتی اســـتفاده می‌شود. این فناوری را می‌توان روی سطل‌های زباله یا لابی اجرا کرد. شرکت‌های صاحب سینما و تئاتر می‌توانند از این فناوری درآمد ماهانه یا سالیانه داشته باشند. همچنین شرکت ایکس‌ال می‌تواند این سیستم نمایشی را در اماکن مختلف نصب کند و به صورت اجاره‌ای یا پورسانتی با صاحبان فضاها کار کند که این روش نیز می‌توانـــد درآمد قابل توجهی برای شرکت ایکس‌ال داشته باشـــد. ما در حال حاضر روی قرار دادن این سیستم نمایشی کار می‌کنیم و از اجرای این فناوری در فضاهای مختلف بسیار هیجان‌زده هســـتیم. این سیستم نمایشی ارزش بسیاری برای سینماهای زنجیره‌ای دارد.»

ایکس‌ال تکنولوژیز یکی از شرکت‌های زیرمجموعه بوش (Bosch) است که روی محصولات روشنایی چاپی مبتنی بـــر فناوری نانـــو کار می‌کند. این سیســـتم‌ها برای بخش صنعت ســـرگرمی نظیر فیلم و تئاتر بســـیار مناسب اســـت. این فناوری برای شـــرکت‌های تولیدکننده فیلم، توزیع فیلم، بازاریاب‌ها و صنعت خودروسازی جذاب است. این شرکت به دنبال توسعه دامنه کاربرد این فناوری است.

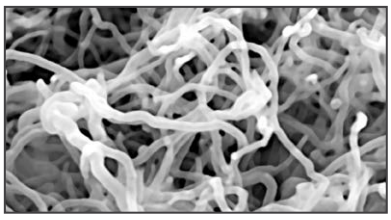
منبع: http://finance.yahoo.com

توسعه کسب و کار تولید و عرضه نانومواد در سال ۲۰۱۶

شرکت فولرکس به عنوان یکی از بزرگترین تامین کننـــدگان نانومواد در جهان، در آغاز سال ۲۰۱۶ موفق به گســـترش کسب و کار خود شده اســـت. این شرکت همکاری‌های تازه‌ای در صنعت با شرکت‌های مختلف آغاز کرده است.

شرکت فولرکس (Fullerex) در آغاز سال جدید میلادی موفق به بهبود عملکرد خود شده است. این شـــرکت که در آمریکا و اروپا شـــعبه‌های مختلفی دارد موفق شـــده است با ایجاد ارتباط با صنایع مختلف، دایره فروش خود را گسترش دهد.

فولرکس در حال حاضر بیش از ۲۰ تولیدکننده



مختلف داشته و شرکت‌های متعددی در آمریکا و اروپا با فولرکـــس کار می‌کنند. جو الدریج از مدیـــران این شـــرکت می‌گویـــد: «فولرکس با بهره‌گیـــری از متخصصان مختلـــف و افزایش ظرفیـــت تولیـــد و کیفیت محصول توانســـته موقعیت خود را در میان تولیدکنندگان مختلف نانومـــواد در جهـــان تثبیت کند. این شـــرکت دسترســـی زیادی به فناوری‌های پیشرو، مواد و افراد متخصص دارد. براساس آماری که اخیرا ما جمع آوری کرده‌ایم، تمام افراد و شرکت‌هایی که با ما در حال کار هستند در حوزه تولید نانومواد پیشرو هستند. بنابراین فولرکس می‌تواند زنجیره تولیدی خود را در میان خریداران تراز اول جهان با ارائه محصولات با کیفیت حفظ کند.»

این شـــرکت‌ها جملگی در حوزه‌های نانومواد آلـــی و معدنی و همچنیـــن ترکیبات دو بعدی تخصـــص دارند. بازار فولرکس روی بخش‌هایی نظیر پوشش، کامپوزیت و نساجی متمرکز است. بنیامین بخم از مدیران این شرکت اخیرا اعلام کرده است: «فولرکس همانند یک کاتالیزور در ایجاد فرصت‌های کسب و کار عمل می‌کند.»

منبع: www.businesswire.com

ثبت پتنت نانومحصول محافظ در برابر مواد خطرناک

رادیشـــن شـــیلد تکنولوژیز در حوزه ساخت مواد محافظ فعالیت دارد. این شـــرکت با ترکیب نانومواد پلیمری و الیاف، فناوری محافظتی جدید به بازار عرضه کرده است. رادیشن برای حفظ مالکیت فکری محصولات اخیرا اقدام به ثبت پتنت‌های متعددی در کانادا و دیگر کشورهای جهان کرده است.

رونالد دمئو مدیرعامل شـــرکت رادیشـــن شیلد تکنولوژیـــز (Radiation Shield Technologies) اعلام کرد این شـــرکت پتنت‌های جدیدی در دفتر اختراعات کانادا به ثبت رســـانده اســـت. رادیشن شیلد برای حفظ مالکیت فکری دستاوردهای خود پتنت‌های متعددی در کشـــورهای مختلف به ثبت رسانده است.

این شرکت محصول محافظتی دربرابر تابش دارد که در حال حاضر آن را تولید و به بازارهای مختلف جهان عرضه می‌کند. این شـــرکت محصولی به نام Demron دارد کـــه تنها الیـــاف محافظتی جهان اســـت که بر علیه مواد شیمیایی، زیستی، تابشی و بالستیک قابل استفاده است.

در ســـاخت محصـــول دمرون از نوعـــی ترکیبات نانوپلیمری پیشـــرفته استفاده شده است که آن را در میان الیاف پارچه قـــرار می‌دهند. از این الیاف مجهز به نانوپلیمر برای بافت محصولات شـــخصی مختلف استفاده می‌شود.

در حال حاضر ارتش آمریکا، تیم CST کانادا، ناسا و چندین سازمان مختلف نظامی از کشورهای کویت، کره‌جنوبی، چین، پاکستان، امارات متحده عربی، عربســـتان سعودی، ویتنام و سنگاپور از این محصولات استفاده می‌کنند.



رونالـــد دمئـــو می‌گوید: «امـــروز با افزایش تهدیدات در سراسر جهان، محصولات ما می‌تواند نیاز بازار جهانی را پاســـخ دهـــد. بـــا ایـــن محصـــولات، ســـربازان در میادین نبـــرد می‌توانند با امنیت بالاتری بجنگند.»

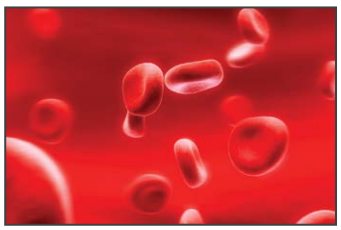
منبع:
http://finance.yahoo.com

حمایت مالی برای تولید نانوداروهای ضدسرطان خون و لنف

شرکت نروژی نوردیک نانووکتور موفق به دریافت حمایت مالـــی برای انجام پروژه‌ای تحقیقاتی شد. هدف از اعطاء این بودجه، توسعه نانوداروهای جدید برای مقابله با ســـرطان خون و سرطان لنفاوی اســـت. در این پروژه سه ساله از انواع مختلف آنتی‌بادی‌ها اســـتفاده خواهد شد.

نوردیک نانووکتور (Nordic Nanovector) اعلام کرد حمایت مالی ۱۵ میلیون دلاری از سوی انجمن تحقیقاتی نروژ برای برنامه تحقیقاتـــی جدید خـــود دریافـــت کرده اســـت. این حمایت مالی به منظور توسعه روش‌های جدید درمان سرطان خون است. قرار است این بودجه به نوآوری‌های جدید و ارزشمندی اختصاص یابد که هم بیماران و هم جامعه پزشکی را یاری کند.

جاســـتین داخـــل از مدیـــران شـــرکت نانووکتور می‌گوید: «این یک سرمایه‌گذاری بسیار مهم است که به ما کمک می‌کند تا تحقیقاتی را که در مراحل اولیه است پیش ببریم. ما از این حمایت مالی برای توسعه



راهبردهای رهاسازی هدفمند دارو به ویژه روش CD37 استفاده خواهیم کرد که این به معنای توسعه محصولات جدیدی است که در ادامه محصـــول Betalutin® عرضه خواهد شد. از این طیف داروها برای درمان سرطان خون و ســـرطان لنفاوی استفاده خواهد شد.»

در این پروژه آنتی‌بـــادی انعقادی ARCs اســـتفاده می‌شـــود که در کنار آن عوامل سایتوتوکســـی و نوکلیئدهای رادیواکتیو وجـــود دارنـــد. آنتی‌بـــادی CD37 که به chHH1 شـــهرت دارد نسخه انسانی یک نوع آنتی‌بادی موســـوم به HH1 است که می‌تواند ســـلول سرطانی را هدف قرار دهد.

منبع:
www.nordicnanovector.com

خرید دستگاهی برای تحقیقات در حوزه MEMS و نانوالکترونیک

مرکز ملی نانوتولید کره جنوبی دستگاه جدیدی از گروه صنعتی EV خریداری کرده است. این دستگاه برای تحقیقات در حوزه MEMS و نانوالکترونیک بسیار مفید است.

گروه صنعتی ای وی (EVG) از پیشروان صنعت ساخت ویفر و تجهیزات لیتوگرافی برای فناوری‌نانو، بازار نیمه‌هادی و MEMS اســـت. این گروه اعلام کرد دستگاه اتصال ویفر نیمه خودکار EVG520IS را که مجهز به خلاء بالا است برای مرکز ملی نانوتولید کره‌جنوبی (NNFC) ساخته است.

این دســـتگاه در حـــال حاضـــر در این آزمایشگاه نصب شده و تحقیقات پیشرفته MEMS با این ابزار در حال انجام اســـت. وجود قابلیت خلاء بالا این دستگاه را برای اســـتفاده در بخش MEMS ایده‌آل کرده است.

کیم از مدیران بخش نانوسیستم NNFC می‌گوید: «چشـــم‌انداز این مرکـــز ایجاد زیرســـاخت‌های لازم برای تحقیقات تراز اول جهان است. برای رسیدن به این هدف، بســـیار مهم اســـت که ما فناوری پردازش لازم را در حوزه‌ها مورد نظر نانومواد، زیست تراشـــه و CMOSهای سیلیکونی در اختیار داشـــته باشـــیم. گروه EV یکی از پیشـــروان تولید ادوات اتصال ویفر است که فناوری پیشـــرفته‌ای بـــرای تحقیق و توســـعه و همچنین تولید ادوات MEMS ارائه می‌کند. با خرید آخرین دستاورد این شـــرکت، ما می‌توانیم به فناوری‌پردازش مورد نیاز بـــرای فعالیت در حوزه MEMS دسترسی داشته باشیم.»

در طول چند دهه گذشته، EVG حضور جدی در کشور کره جنوبی دارد و فعالیت نزدیکی با تولیدکنندگان و بخش دانشگاهی در حوزه نانوالکترونیک دارد.

منبع:
www.evgroup.com

پیش‌بینی بازار جهانی نانوکامپوزیت‌های پلیمری

طبق پیش‌بینی شرکت تکناویو (Technavio)، با افزایش میزان مصرف نانوکامپوزیت‌های خاک‌رس مبتنی بر پلیمر تا سال ۲۰۱۹ میلادی، بازار جهانی نانوکامپوزیت‌های پلیمری نیز شکوفا خواهد شد. براساس پیش‌بینی تحلیل‌گران شرکت تکناویو، نرخ رشد ناخالص ترکیبی سالیانه (CAGR) بازار جهانی نانوکامپوزیت‌های پلیمری تا سال ۲۰۱۹ میلادی بیش از ۲۴ درصد خواهد بود. بررسی‌های مربوط به گزارش جدید، سناریوهای کنونی و آینده رشد بازار جهانی نانوکامپوزیت‌های پلیمری را در دوره زمانی ۲۰۱۹-۲۰۱۵ میلادی پوشش می‌دهد. در این گزارش، برای محاسبه اندازه بازار، درآمدهای ناشی از فروش جهانی نانوکامپوزیت‌های پلیمری محاسبه شده است.

عوامل اصلی موثر بر رشد بازار جهانی نانوکامپوزیت‌های پلیمری عبارتند از:

- حجم تقاضای بالای صنعت خودروسازی؛
- مقررات سخت‌گیرانه در زمینه گازهای خروجی سوخت خودرو؛
- افزایش تقاضای بخش‌های مختلف؛ و



- مصرف بالای نانوکامپوزیت‌های خاک رس مبتنی بر پلیمر.

براساس تحلیل کارشناسان شرکت مذکور، صنعت خودروسازی، بزرگ‌ترین مصرف‌کننده نانوکامپوزیت‌های پلیمری بوده و بیش از ۷۰ درصد مصرف این مواد را به خود اختصاص داده‌اند. حجم بالای تقاضا از سوی این صنعت، پیشران بازار جهانی نانوکامپوزیت‌های پلیمری محسوب می‌شود.

تقاضای فزاینده برای نانوکامپوزیت‌های پلیمری از سوی صنایع مختلفی نظیر الکترونیک و نیمه‌هادی‌ها، مهندسی هوا- فضا، نظامی، زیست‌پزشکی، ساخت و ساز، بسته‌بندی غذا و صنایع تولید انرژی تجدیدپذیر، رشد این بازار را ارتقا خواهند داد.

نشانی برای کسب اطلاعات بیشتر

http://www.businesswire.com/news/home/20160208005467/en/

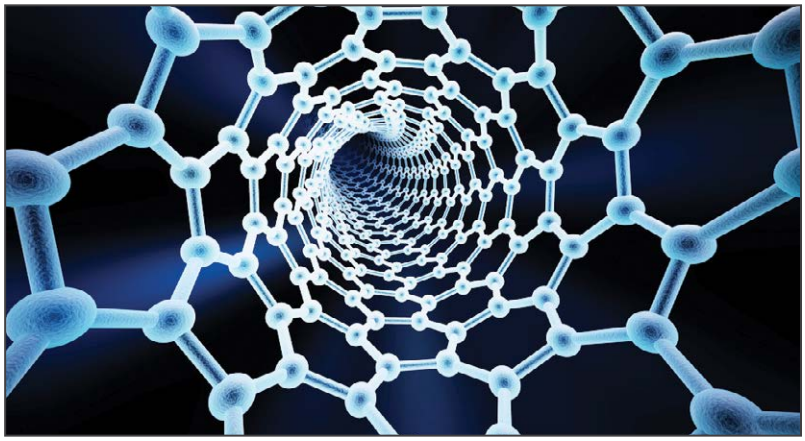
منبع: www.businesswire.com

گزارش‌های جدید OECD در زمینه ارزیابی و طبقه‌بندی نانومواد

سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی (OECD) به تازگی گزارش‌های جدیدی در زمینه طبقه‌بندی و ویژگی‌های فیزیکی – شیمیایی نانومواد منتشر کرده است.

گزارش ویژگی‌های فیزیکی– شیمیایی نانومواد: ارزیابی روش‌های مورد استفاده در برنامه آزمایش‌کارگروه نانومواد‌تولیدی سازمان توسعه وهمکاری‌های اقتصادی (OECD-WPMN).

در این راستا کشور هلند برای راهبری ارزیابی اولیه کامل از کاربردی بودن روش‌های آزمایش مورد استفاده برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی – شیمیایی انواع مختلف نانومواد در برنامه آزمایش، داوطلب شده است. پرونده‌های ارزیابی شده دربرگیرنده اطلاعاتی در زمینه نانولوله‌های کربنی چنددیواره، نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره، نقره، دی‌اکسید سیلیکون، دی‌اکسید سریم،اکسیدروی، دی‌اکسید تیتانیوم، فولرین‌ها، دنریمرها، طلا و نانو خاک‌رس است. براساس پیشنهادات جدید، ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از روش‌ها با محدودیت‌هایی مواجه هستند که برخی از آنها با توسعه روش‌های استاندارد قابل رفع هستند. گزارش جدید پیشنهاد می‌کند که برخی از روش‌ها برای فعالیت‌های آتی مربوط به روش‌های آزمایش استاندارد، اولویت‌گذاری شوند. در نهایت، گزارش فوق برای توسعه و



اعتبارسنجی روش‌های آزمایش استاندارد، توسعه منابع مرجع را پیشنهاد می‌کند.

گزارش کارگاه طبقه‌بندی نانومواد تولیدی. این گزارش حاصل نشست کارشناسی در زمینه طبقه‌بندی نانومواد تولیدی است که به میزبانی سازمان حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده آمریکا برگزار شده بود.

در این نشست کارشناسی، اعضا به این نتیجه رسیدند که مباحث و پیشنهادات مطرح شده برای توسعه چارچوب‌های تصمیم‌گیری هدف‌محور طبقه‌بندی، برای سیستم‌های قانونی مختلف در حوزه نانومواد تولید قابل استفاده است. در این راستا، نشست کارشناسی پیشنهادات زیر را مطرح نمود:

- شناسایی و توسعه روش‌های مورد نیاز برای تعیین مشخصات خواص فیزیکی شیمیایی مربوط به مخاطرات و ارزیابی‌های انتشار؛
- استفاده از روش‌هایی که امکان مقایسه را فراهم نموده و از اعتبار لازم برخوردار باشند.
- توافق در زمینه توسعه مدل‌های تجربی که از اثرات زیست‌محیطی و سلامت انسانی پیشگیری نموده و قابل طبقه‌بندی باشند.

منبع: www.nanotech-now.com

پیش‌بینی بازار جهانی نانولوله‌های کربنی تا سال ۲۰۲۳

بـر اسـاس گـزارش جدیـدی که توسـط شـرکت ترنس‌پرنسـی مارکـت ریسـرچ (Transparency Market Research) منتشـر شده است، به خاطر افزایش تقاضا از جانب صنایع متعدد، نرخ رشد بازار جهانی نانولوله‌های کربنی به طور تصاعدی افزایش خواهد یافت. طبق گزارش جدیـد، ارزش بازار جهانی نانولوله‌های کربنی در سال ۲۰۱۴ میلادی ۱/۱۳ میلیارد دلار بوده است که انتظار می‌رود ارزش آن با نرخ رشـد ترکیبی ناخالص سـالیانه ۲۲/۱ درصد در بین سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۳ تا سـال ۲۰۲۳ به ۶/۸۱ میلیارد دلار افزایش یابد.

افزایش میزان تقاضا بـرای نانولوله‌های کربنی (CNT) در بخش‌های کامپوزیت‌ها، الکتریسـیته و الکترونیک و کاربردهای انرژی، پیش‌ران اصلی بازار جهانی نانولوله‌های کربنی است. نانولوله‌های کربنـی ۲۰ برابر محکم‌تر از فولاد بوده و در عین حال وزن آن ۵ برابر از فولاد کمتر است. همچنین به خاطر وزن سـبک نانولوله‌های کربنی، میزان تقاضا برای این مواد درصنایع هوا فضا، دفاعی و الکترونیک نیز در حال افزایش است.

طی چند سـال گذشـته از نظر میزان تقاضا، کشورهای حوزه اقیانوس آرام در بازار نانولوله‌های کربنی پیشـگام بوده‌اند. این منطقه بیش از ۴۰ درصد سـهم تقاضای جهانی CNTs را در سال ۲۰۱۴ میـلادی به خـود اختصـاص داده بود. پیش‌بینـی می‌شـود که طـی دوره پیش‌بینی این روند اسـتمرار داشته باشـد. افزایش میزان تقاضا بـرای CNTs در بخش‌هـای کامپوزیت، انرژی، الکترونیک، الکتریسـیته و سایر صنایع از پیش‌ران‌های اصلی بـازار نانولوله‌های کربنی در کشورهای حوزه اقیانوس آرام محسوب می‌شود.

برآورد می‌شـود که میزان تقاضای کشـورهای آمریکای شمالی و اروپا نیز برای CNTs به خاطر داشتن سیاست‌های مناسب در این حوزه افزایش یابد.

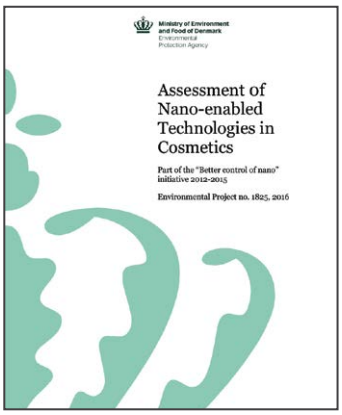
نشانی خریداری متن کامل گزارش

http://www.bloomberg.com/research/markets/news/article.asp?docKey=600-201602151030PR_NEWS_USPRX____enUK201602154599-1

منبع: www.bloomberg.com

ارزیابی فناوری‌های مبتنی بر نانو در لوازم آرایشی بهداشتی

آژانس حفاظت از محیط‌زیسـت دانمـارک (Danish EPA) به تازگـی گزارش جدیدی با عنـوان «ارزیابی فناوری‌های مبتنی بر نانو در لوازم آرایشـی بهداشتی» منتشر کرده است. این گزارش ادبیات کنونی در زمینه فناوری‌های مبتنـی بر نانو برای محصولات آرایشـی بهداشتی به ویژه نانوحامل‌های محلول را بررسی کرده اسـت. مبنای با این گزارش بانک اطلاعاتی اسـت که در بررسـی‌های گزارش مدنظر قرار گرفته اسـت. این بانک اطلاعاتـی حوزه‌هایی نظیر: انـواع و کاربردهای نانوحامل‌های محلول در کاربردهای آرایشی بهداشتی؛ ارزیابی محتوای جذب‌کننده‌ها و نفوذکننده‌های پوستی نانوحامل‌ها؛ شناسایی مشخصات خاص نانو که ممکن اسـت جذب‌های پوستی و سمیت نانوحامل‌ها را تحت تاثیر قـرار دهد؛ و ارزیابـی حوزه‌های تحقیقاتی خاصی که به دانش و تبادل‌نظر بیشتری لازم دارند تا مجوزهای مربوط به استفاده از نانومواد در زمینه مقررات مربوط به لوازم آرایشـی بهداشتی را در حوزه نانوحامل‌ها نیز استفاده کنند.



نشانی دریافت متن کامل گزارش

http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2016/feb/assessment-of-nano-enabled-technologies-in-cosmetics

منبع: http://mst.dk

پیش‌بینی بازار جهانی نانوذرات نقره تا سال ۲۰۲۲

طبـق گزارشـی بـا عنـوان «بـازار جهانـی نانـوذرات نقـره بـر اسـاس کاربـرد (الکترونیک و الکتریسـیته، سـلامت، غـذا و نوشـیدنی‌ها، نسـاجی)که توسـط شـرکت رادیانت این‌سـایت (Radiant Insights) منتشـر شـده اسـت، پیش‌بینـی می‌شـود ارزش بـازار جهانـی نانـوذرات نقره تا سـال ۲۰۲۲ بـه ۲/۵۴ میلیارد دلار افزایـش یابـد.

انتظـار مـی‌رود کـه افزایـش میـزان تقاضـا بـرای مـواد ضدمیکروبـی جهـت اسـتفاده در کاربردهـای سـلامت، پیـش‌ران اصلـی بـازار جهانـی نانـوذرات نقـره در طـی دوره پیش‌بینی خواهـد بـود. همچنیـن توسـعه الکترونیـک بـا ارزش بـالا بـه همـراه افزایش میـزان تقاضا برای اسـباب‌بازی‌ها نیـز از دیگـر عوامل ارتقای رشـد بـازار نانـوذرات نقـره طی ۷ سـال آینـده خواهد بود.

سـلامت بزرگ‌تریـن بخـش کاربـردی بـازار نانـوذرات نقـره بـوده، بـه طـوری کـه در سـال ۲۰۱۴ میـلادی، بیـش از ۳۰ درصـد ارزش بـازار نانـوذرات نقره بـه این بخش تعلق داشـته اسـت. رشـد بـازار سـلامت ناشـی از افزایـش میـزان آگاهـی مصرف‌کننـدگان نسـبت بـه رفـاه عمومـی، افزایـش جمعیـت سـالمندان و افزایـش درآمدهـای جهانـی اسـت که به رشـد بـازار نانـوذرات نقـره کمـک می‌کنـد. همچنین پیش‌بینـی می‌شـود افزایـش تقاضـا بـرای نسـاجی ضد میکروبی بـه خاطر افزایـش میزان آگاهـی مصرف‌کننـدگان نسـبت بـه بهداشـت خـود نیـز منجر به رشـد بـازار این حـوزه گردد.

طبـق گـزارش جدیـد، آمریـکای شـمالی در حـوزه بـازار جهانـی نانـوذرات نقـره پیشـگام بـوده و پیش‌بینـی می‌شـود کـه طـی دوره پیش‌بینـی، حـدود ۳۵ درصـد حجـم ایـن بازار را بـه خـود اختصـاص دهـد.

بـه طور کلـی انتظار می‌رود کـه افزایش میزان آگاهی مـردم در زمینه پیشـگیری از بیماری‌ها، نقـش مهمـی در زمینه ارتقـای میزان اسـتفاده از نانـوذرات نقـره در ادوات و تجهیزات پزشـکی و نسـاجی خواهد داشت.

منبع: www.bloomberg.com

فناوری‌نانو در نساجی

نساجی کارکردی نانومهندسی شده در حال ایجاد تحول در حوزه پوشاک است. پتانسیل فناوری‌نانو در زمینه توسعه مواد جدید در صنعت نساجی چشمگیر است. به عبارت دیگر، کارکردگرایی موجود می‌تواند با استفاده از فناوری‌نانو ارتقا یابد و به عبارتی تولیدکنندگان نساجی می‌توانند پوشاکی با ویژگی‌های کاملا جدید یا ترکیبی از کارکردهای مختلف در یک ماده نساجی تولید کنند.

براساس گزارشی جدید، نسل اول نساجی مبتنی بر فناوری‌نانو از زیبایی‌های نانو استفاده شده است. پوشش سطوح نساجی و پوشاک با نانوذرات، یکی از رویکردهای تولید سطوح فعال‌تر برای داشتن سطوح ضدمیکروب، ضد آب، خواص خودتمیز شونده و غیره است.



گزارش «فناوری‌نانو در نساجی» که در ۲۶ فوریه سال ۲۰۱۶ میلادی منتشر شده است، نانوفناوری‌های الکترونیک و فتونیک که در نساجی استفاده می‌شوند را بحث و بررسی کرده و کاربردهای آنها را در نمایشگرها، حسگرها و دارورسانی از منظر عملکرد، دوام و غیره بررسی کرده است. نساجی هوشمند از دیگر بخش‌های گزارش جدید است که به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است.

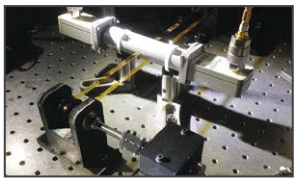
نویسندگان گزارش جدید بعد از بحث و بررسی گسترده روش‌های تولید و کارکردها، مسائل مربوط به سم‌شناسی نانومواد در نساجی را بررسی کرده و در نهایت روندهای تجاری بازار جهانی نساجی مبتنی بر فناوری‌نانو را بررسی و تحلیل کرده‌اند.

نشانی برای کسب اطلاعات بیشتر

http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=42713.php

منبع: www.nanowerk.com

اختراع دستگاه جدید کنترل کیفیت‌نانوساخت



ممکن است تولیدکنندگان و سازندگان به زودی به یک راهکار سریع و غیرمخرب برای تست مجموعه‌ای از مواد در شرایط واقعی دست پیدا کنند. این امر حاصل پیشرفت‌های محققان موسسه ملی استاندارد و فناوری (NIST) ایالات متحده آمریکا در ارائه اندازه‌گیری‌های رول به رول (roll-to-roll measurements) است.

اندازه‌گیری‌های رول به رول معمولا اندازه‌گیری‌های نوری برای ساخت و تولید رول به رول است. ساخت و تولید رول به رول شامل هرگونه روشی است که برای پردازش مداوم اقلام، از تسمه نقاله استفاده می‌کند که این امر حوزه لاستیک‌ها تا عناصر نانو را نیز دربرمی‌گیرد. از آنجایی که در حال حاضر مواد جدیدی نظیر نانولوله‌های کربنی و گرافن نقش مهمی در حوزه ادوات الکترونیک، کامپوزیت‌های نوین و سایر کاربردها دارند، تولیدکنندگان به دستگاه‌های تست کنترل کیفیتی نیاز دارند تا اطمینان حاصل کنند که محصولات تولیدی، ویژگی‌های موردنظر را داشته و فاقد هرگونه عیب و نقصی باشند.

رویه‌های کنونی آزمایش اغلب به برش، خراش و یا در غیر این صورت دستکاری محصول نیاز داشته که این امر فرایند ساخت و تولید را کند کرده و می‌تواند به عنصری که در حال تست آن هستیم آسیب رسانده یا حتی آن را خراب کند.

در این راستا و برای اضافه کردن به روش‌های موجود تست بدون تماس، محققان NIST ویژگی‌های فیلم‌ها را از طریق عبور دادن آنها از یک جعبه مخصوص فلزی معروف به حفره مایکروویو اندازه‌گیری کرده‌اند.

محققان مذکور در ابتدا دستگاه خود را با به جریان انداختن باریکه‌ای از یک نوار پلاستیکی به عنوان پلی‌آمید از طریق یک حفره، تست کرده و با استفاده از تجهیزات تولید رول به رول با حجم بالا و طراحی خودآرای رول به رول، نانومواد را به طور انبوه تولید نمودند.

منبع: www.pddnet.com

نقش فناوری‌نانو در رقابت‌پذیری اتحادیه‌اروپا

کمیته اجتماعی و اقتصادی اروپایی (EESC) اتحادیه اروپا گزارش جدیدی در زمینه «فناوری‌نانو برای صنعت شیمیایی رقابتی» منتشر کرده است. براساس این سند، فناوری‌نانو در اولویت‌های اتحادیه اروپا به طور چشمگیری منعکس شده و مورد حمایت واقع شده است. طبق گزارش مذکور، آزادی در انجام تحقیقات و الزامات اداری کمتر، می‌تواند به تضمین رقابت‌پذیری اروپا در این بخش کمک نماید.

براساس گزارش جدید، از آنجایی که فناوری‌نانو دارای پتانسیل اشتغال‌زایی و اقتصادی گسترده‌ای است، باید نقش این فناوری در بخش‌های پزشکی و شیمیایی تقویت شود. به طور خاص کمیته اجتماعی و اقتصادی اروپایی اتحادیه اروپا خاطرنشان می‌سازد که چطور فناوری‌نانو می‌تواند دربرگیرنده مزایای توسعه پایدار و زیست‌محیطی در بخش‌هایی نظیر تصفیه آب و کنترل انتشار دی‌اکسید کربن باشد.

کمیته فوق درخواست کرده است تا خوشه‌های تعالی اروپا (نانوخوشه‌ها) هرچه بیشتر توسعه یافته و ابزارهای تامین مالی برنامه چارچوبی تحقیقات اتحادیه اروپا در افق ۲۰۲۰ برای شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) تسهیل شود. همچنین آگاهی‌بخشی عمومی و تبادل‌نظر در این زمینه نیز باید به عنوان یکی از اولویت‌های اصلی مدنظر قرار گیرد. طبق سند جدید، تبادل‌نظر باید به طور دائمی بین مصرف‌کنندگان، سازمان‌های محیط‌زیست، کسب‌وکارها و سیاست‌گذران صورت پذیرد.

در نهایت EESC از کمیسیون اروپا درخواست می‌کند تا یک گزارش به‌روزی در زمینه نانومواد و فناوری‌نانو در اروپا قبل از ۲۰۲۰ ارائه نماید.

نشانی برای کسب اطلاعات بیشتر

http://eur-lex.europa.eu/homepage.html

منبع: www.nanotechia.co.uk/

بهبود رشد اقتصادی با اتکا بر فناوری‌های توانمندسازی کلیدی

مرکز تحقیقات مشترک کمیســیون اروپا (JRC) در ماه ژانویه ســال ۲۰۱۶ میــلادی، در تجزیه و تحلیل اولیــه خود بــه این نتیجه رســید کــه فناوری‌های توانمندســازی کلیدی (KETs) نظیر نانوالکترونیک یا زیســت‌فناوری‌های صنعتی، به طور مستقیم، رشد مناطق اتحادیه اروپا، به ویــژه مناطقی که بر نوآوری اتکا دارند را بهبود می‌بخشــد. طبــق گزارش جدید مرکز تحقیقات مشترک کمیسیون اروپا، بررسی‌های این موضوع در مقایســه بــا تخصص‌گرایی مربوط به حوزه فناوری‌های به سرعت در حال رشد (FGTs) که توانایی دگرگون ساختن بازارها را دارند، نشان می‌دهد که FGTs تنها به طور غیرمستقیم و از طریق تاثیر بر عملکرد نوآوری مناطق (رشد پتنت‌ها) بر رشد مناطق تاثیر دارند.

مطالعــه‌ی جدید به منظور ارتقــای دانش مربوط به نحوه‌ی تاثیر KETs بر نوآوری مناطق و رشد اقتصادی در حیطه‌ی تخصص‌گرایی هوشمند، که یک رویکرد راهبردی توسعه اقتصادی منطقه است، اجرا شده است.

نتایج مطالعه‌ی جدید، نقش حایز اهمیت فناوری‌های توانمندســازی کلیدی در راســتای تحقــق اولویت کمیسیون اروپا برای بهبود رشد و اشتغال‌زایی بیشتر را تایید و تقویت می‌کند. مناطقی که در زمینه KETs تخصص دارند در اروپای مرکزی واقعه شده‌اند، این در حالی اســت که مناطقی که در زمینه FGTs تخصص دارند، شــامل کشــورهای اســکاندیناوی و انگلیس می‌شوند.

تجزیه و تحلیل تخصص‌گرایی فناورانه‌ی تکامل مناطق در طی زمان نشان می‌دهد که مناطق پیرو با توجه به مناطق پیشگام، به تدریج میزان تخصص‌گرایی نسبی خود را در حــوزه KETs افزایــش داده‌اند. در مقابل کشورهای پیشرو نیز تخصص‌گرایی نسبی خود را در FGTs افزایش داده‌اند.

این مطالعه پیشنهاد می‌کند که فناوری‌های توانمندساز کلیدی، اغلب در مناطق هم‌مرز، توسعه می‌یابند. در این راســتا نیز، در حوزه KETs ، الگوی انتشــار فناوری از کشور آلمان به اروپای شرقی اتفاق افتاده است.

مطالعــه‌ی جدیــد دو دوره زمانــی ۱۹۹۹-۱۹۹۶ و ۲۰۱۱-۲۰۰۸ را دربرگرفتــه اســت. در دوره اول ۶۸ منطقه‌ی که در زمینه KETs تخصص داشتند، بیشتر در کشــورهای آلمان، بلژیک، فرانسه، هلند و اتریش بودند. KETs این مناطق، از نظر جغرافیایی نیز متمرکز بوده در حالی که این موضوع برای KETs کشــورهای ایتالیا، اسپانیا، انگلیس، چک و کشورهای اروپای شمالی مصداق ندارد. در دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۸، تعداد مناطقی که در KETs تخصص داشــتند، از ۶۸ منطقه به ۸۲ منطقه افزایش یافتند.

منبع: www.alphagalileo.org

توافق‌نامه همکاری برای بازاریابی محصولات فناوری‌نانو

شرکت تحقیقات ملکولی آلبانی (AMRI) به تازگی با مرکز تحقیقات نانوپزشکی نیویورک (NYCNMR) توافق‌نامه مشترکی را به امضا رسانده‌اند تا در قالب آن، خدمات فناوری‌نانوی خود را در ببین مشتریان جهانی زیست‌فناوری و داروسازی به طور مشترک بازاریابی نمایند.

بر اساس این توافق‌نامه ۳ ساله، شرکت AMRI اجازه دسترســی به خدمات فرمولاســیون و درمانــی نانومقیــاس NYCNMR را پیدا می‌کند. در مقابل نیز مشتریان NYCNMR از راهکارهای اکتشــافات دارویی یکپارچه و مناسب AMRI که شامل تخصص در زمینه توســعه روش آزمایش، پایش کلی باکیفیت، پایش محتوایی مناســب و اکتشافات دارویی مبتنی بر رایانه می‌باشد، بهره‌برداری خواهند کرد.

مرکز تحقیقات نانوپزشــکی نیویورک که در مرکز تحقیقات آزمایشگاهی و موقت دانشگاه بوفالو مستقر اســت، با همکاری شرکت‌های داروسازی، محققان دانشگاهی و سایر مشتریان شرکتی، از طریق اســتفاده از فناوری‌نانو در کاربردهای آزمایشگاهی به دنبال تجاری‌سازی محصولات و خدمات این حوزه است.

به گفته روری کورتیس معاون اکتشــافات زیست‌شناسی و داروشناســی AMRI، «این همکاری بستر مناســبی فراهم می‌کند تا در قالب آن به مشتریان حوزه اکتشافات دارویی آخرین دســتاوردهای عرصه فناوری‌نانو ارائه شده و محیطی فراهم می‌شود تا در چارچوب آن رویکردهــای درمانی و تشــخیصی برای درمان بیماری‌های مختلف بشر ارائه شوند».

توافق‌نامه AMRI بیــن NYCNMR بیانگر اســتمرار چشــم‌انداز فرماندار نیویورک برای توســعه مرکز تجاری‌سازی و نوآوری پزشکی بوفالو (BMIC) به منظور حفظ پیشــگامی نیویورک غربــی در زمینــه تحقیقات علوم زیستی و ارتقای تجاری‌ســازی نوآوری‌های توسعه یافته در این منطقه می‌باشد.

منبع: www.mediawebsite.net

بازار و صنعت فناوری‌نانو در سال ۲۰۱۵

فناوری‌نانو و نانومواد از جمله توانمندسازهای کلیدی برای تمامی محصولات و فرایندهای نسل جدید است. در این راستا مجموعه‌ای از نقش‌آفرینان مختلف در حوزه‌های الکترونیک مصرفی، بسته‌بندی، ســلامت و پوشش‌ها، محصولات جدید با ویژگی‌هــای ارتقا یافته عرضه می‌کنند.

«بررسی فناوری‌نانو ۲۰۱۶-۲۰۱۵»، راهنمای جامعی برای مواد، بازارها و محصولات حوزه فناوری‌نانو طی ۱۲ ماه گذشته از ژانویه سال ۲۰۱۵ تا ژانویه سال ۲۰۱۶ میلادی است. این گزارش پیشرفت‌های قابل‌توجه این صنعت را در دوره مذکور تشریح می‌کند.

طبق گزارش جدید، در سال ۲۰۱۵ میلادی، پیشرفت‌های اساســی مبتنی بر فناوری‌نانو در الکترونیــک مصرفی، پزشــکی و فناوری پوشش‌ها رخ داده است. تلوزیون‌های مبتنی بر نقاط کوانتومی، تاثیر گســترده‌ای بر بازار داشته و تامین مالی و تجاری‌سازی گرافن نیز رشد کرده است.

گزارش جدید به طور کامل وضعیت کنونی فناوری‌نانو، توسعه آن و وضعیت آینده آن را پوشش داده است.

برخــی از محورهای کلید گــزارش جدید عبارتند از:

- نانومواد در بازار باتری‌های لیتیوم یون
- تلویزیون‌های نقاط کوانتومی
- گرافن در نمایشگرهای منعطف
- گرافن در چاپ سه بعدی
- گرافن در زیست‌پزشکی
- گرافن در پوشش‌ها
- نانومواد در بازار مدیریت زخم‌ها
- فناوری‌نانو در بسته بندی
- نانومواد در شناسایی و درمان بیماری‌ها.

پیشــرفت‌های صنعت گرافن، پیشرفت‌های صنعــت نانوپزشــکی، مقــررات نانومــواد، پیشــرفت‌های صنعت نانولوله‌هــای کربنی، پیشرفت‌های صنعت نانوسیم‌ها، پیشرفت‌های صنعت نقاط کوانتومی، پیشرفت‌های صنعت نانوانرژی، نانوپوشــش‌ها و نانوسلولز از جمله پیشرفت‌های کلیدی صنعت فناوری‌نانو طی ۱۲ ماه گذشته است که در این گزارش ارائه شده است.

نشانی خریداری متن کامل گزارش

http://www.nanotechmag.com/nanotechnology-business-market-review-2015-2016/

منبع: www.nanotechmag.com

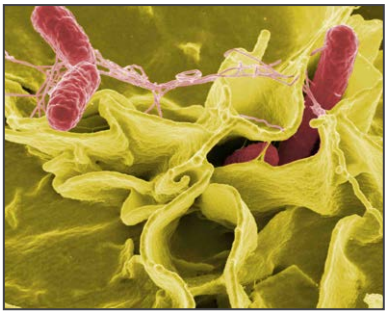
استفاده از نقاط کوانتومی برای غلبه بر مقاومت دارویی در باکتری‌ها

محققان نشـــان دادند که نقاط کوانتومی را می‌توان برای مقابله بـــا مقاومت دارویی در باکتری‌ها استفاده کرد. آنها به دنبال ثبت پتنت مربوط به این فناوری هستند.

باکتری ایکولا هر سال ۲ میلیون نفر را در امریکا آلوده کرد و حداقل ۲۳ هزار نفر را ســـالانه به کام مرگ می‌کشـــاند. این باکتری می‌تواند نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم شود.

بـــا افزایـــش مقاومـــت باکتری‌هـــا در برابـــر آنتی‌بیوتیک‌ها، محققان به دنبال راهکارهایی برای حل این مشکل هستند. محققان دانشگاه کلرادو روش درمانی مبتنی بر نور را برای این کار پیشنهاد کردند.

آنها برای ایـــن کار از نقاط کوانتومی اســـتفاده



کردنـــد. نتایج یافته‌های این گروه نشـــان داد که نقاط کوانتومی می‌تواند ۹۲ درصد از باکتری‌های مقاوم در برابر دارو را در محیط کشت آزمایشگاهی از بین ببرد.

پیش از این مشخص شده بود که نانوذرات فلزی نظیر طلا و نقره می‌تواند باکتری‌های مقاوم در برابر دارو را از بین ببرد، اما این نانوذرات به سلول‌های سالم نیز آسیب می‌زند. اما نقاط کوانتوم را می‌توان به گونه‌ای تنظیم کرد که به ســـلول سالم آسیب نزند. نقاط کوانتومی در حضور نور فعال می‌شوند بنابراین در تاریکی غیرفعال هســـتند. بنابراین با تابش نور در محل مورد نظر می‌توان نقاط کوانتومی را تنها روی سلول‌های سرطانی فعال کرد.

این روش اثرات جانبی بسیار کمی دارد به طوری که محققان درصدد آماده شدن برای آزمون‌های بالینی هستند.

این گروه تحقیقاتـــی در حال طی مراحل ثبت پتنت مربوط به این کار هستند.

منبع: www.colorado.edu

ساخت فیلترهای ارزان‌قیمت با الیاف پروتئینی

پژوهشگران با استفاده از الیاف پروتئینی موفق به ساخت فیلتری شدند که قادر است فلزات ســـنگین و مواد رادیواکتیو را از آب جداسازی کند.

محققان سوئیسی ETH سیستم فیلتراسیون جدید ارائه کردند که نسبت به فناوری‌های فعلی عملکرد بهتری دارد. با این روش می‌توان مواد ســـمی و فلزات ســـنگین را با کارایی بالا از آب زدود. همچنین می‌توان مواد رادیواکتیو را از آب جدا کرد و طلا را از آب بازیافت کرد.

چندی قبل یک مخزن اورانیوم در بزریل دچار مشکل شد و مقداری از آن به آب‌های جاری نشـــت پیدا کـــرد. بنابراین آلودگی آب را باید جدی‌ترین مشـــکل فعلی جهان دانســـت. در حال حاضر روش‌های مناسبی برای زدایش فلزات ســـنگین وجود ندارد. این روش غالبا یا ظرفیت کمی دارند یا بســـیار ضعیف و ناکارآمد بوده یا هزینه بالایی دارند.

برای حل این مشـــکل محققان سوئیسی غشـــاء فلتری هیبریدی ساختند در عین حال که ساختاری ســـاده دارد اما کارایی آن بسیار بالا است. این فیلترها از مواد ارزان قیمت تولید شده است. نتایج کار محققان نشـــان داد که یک بار عبور آب از میان این غشاءها می‌تواند یون‌های فلزات سنگین را جداسازی کند.

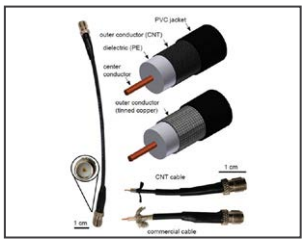
در قلب این سیســـتم فیلتراســـیون، یک نوع جدیدی از غشاءهای هیبریدی نهفته است که در آن از الیاف پروتئینی استفاده شده است که به ســـادگی و ارزانی قابل تهیه اســـت. این الیاف زمانی که حالت طبیعی خود را از دست دهند می‌توانند به حالت الیاف آمیلوئیدی در آیند. این الیاف را می‌توان با کربن فعال روی زیرلایه‌هایی نظیر کاغذ سلولز قرار داد.

این فیلتر حاوی ۹۸ درصد کربن و ۲ درصد پروتئین است. این غشاء قادر است فلزات سنگین مختلف را جذب کند. همچنین می‌تواند مواد رادیواکتیو نظیر پسماندهای هسته‌ای را جداسازی کند.

منبع: www.ethz.ch

کاهش وزن کابل کواکسیال با نانولوله کربنی

محققان دانشگاه رایس با استفاده از نانولولـــه کربنـــی در کابل‌های کواکســـیال وزن آنها را به شدت کاهش داده و عملکرد این کابل‌ها را بهبود دادند.



کابل‌های کواکسیال رایج در صورتی که از فناوری مبتنی بر نانولوله که در دانشـــگاه رایس ایجاد شده، بهره‌مند شـــوند می‌توانند ۵۰ درصد سبک‌تر شوند.

ماتیو پاسکواله و همکارانش پوششی ساختند که می‌تواند روی سطح مس قرار گرفته و ســـیگنال‌ها را به خوبی انتقال دهد. این پوشش مانع از تداخل امواج الکترومغناطیس می‌شود. در حال حاضر کابل‌های کواکسیال از بخش‌های بسیار ســـنگین زیرساخت‌های انتقال اطلاعات محسوب می‌شوند.

از این فنـــاوری می‌تواند فضاپیماها و هواپیماها استفاده کرد به طوری که با کاهش وزن سیم و کابل، وزن محصول نهایی را کاهش داد.

محققـــان این پـــروژه با اســـتفاده از ضخامت‌های مختلـــف نانولوله کربنی اقدام به تولید ســـه نسخه مختلف از کابل‌های کواکســـیال شدند. پوشش ۹۰ میکرونی می‌توانند استانداردهای نظامـــی را در حفاظـــت دربرابر امواج الکترومغناطیس برآورده ســـازد. این کابل‌ها بعد از ۱۰ هزار بار خمش شدن، هیچ اثر منفی از خود نشان نداده‌اند.

کابل‌های کواکســـیال از چهار بخش تشکیل شده‌اند: یک هسته مسی، یک غلاف پلیمری عایق، یک سیم رسانای خارجی و یک پوسته پلیمری.

این گروه تحقیقاتی ســـیم رســـانای خارجی را با یک ترکیب حاوی نانولوله کربنی جایگزین کردند. در مقایسه با ســـیم‌های قبلی که با نانولوله تقویت شـــده‌اند، این محصـــول از یکنواختی بیشـــتری برخوردار اســـت. این گروه با اســـتفاده از نانولوله کربنی موفق به کاهش ۹۷ درصدی جـــرم ماده مورد استفاده شدند.

در ایـــن روش، محققان تنها اقدام به استفاده از نانولوله به جای سیم فلزی کردند و فرایندی کـــه به کار گرفتند یک روش رایج در صنعت است. نیروی هوایی آمریکا نســـبت به این فناوری علاقه‌مند شده است.

منبع: http://news.rice.edu

بلورهای مصنوعی اکسید تیتانیوم برای ساخت لنز هوشمند

با دستکاری اکســـید تیتانیوم و قرار دادن آن در موادی شبیه به لاستیک، ابزار نانومقیاسی ساخته شده است که می‌توان با آن نور را دستکاری کرد. این ماده برای ساخت لنزهای هوشمند مناسب است.



محققـــان اســـترالیایی موفق به ســـاخت ابـــزار نانومقیـــاس قابل انعطاف‌پذیری شدند که قادر است نور را دستکاری کند. این ابزار یک فیلتر رنگی ویژه است که می‌تواند برای تولید لنزهای هوشمند مورد استفاده قرار گیرد. این لنزها قادرانـــد تابش‌های نوری مضر را جذب کنند در حالی که روی بینایی اثری ندارند. از ایـــن لنز می‌توان برای نمایش اطلاعات استفاده کرد.

ویتایاچومانکـــول از محققـــان دانشـــگاه آدلایـــد می‌گوید: «دســـتکاری نور بـــا اســـتفاده از بلورهای مصنوعـــی نیازمند مهندسی بسیار دقیقی اســـت. با روش‌های پیشرفته می‌توان خواص سطح را کنترل کرد. ما با دقت بالایی می‌توانیم خواص این فیلتر را کنتـــرل کنیم. بنابراین می‌توان ابزاری تولید کرد که برای ســـاخت تجهیزات مخابراتی نوری و لنزهای هوشمند مناسب است.»

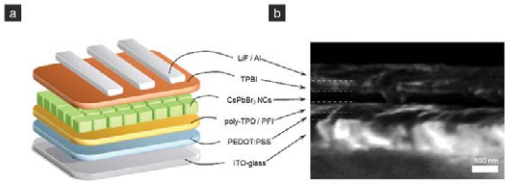
در این لنز از بلورهای مصنوعی اکسید تیتانیوم استفاده شده اســـت، این ترکیب رزوناتور دی‌الکتریک اســـت که ابعادی در حـــدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ نانومتر دارد. ایـــن بلورها می‌توانند نور را دســـتکاری کنند. این امکان وجـــود دارد که این بلورها داخل مواد لاستیکی قرار گیرند.

ترکیب اکســـید تیتانیوم و مواد شبیه به لاستیک و در نهایت ایجاد ویژگی‌های نانومقیاس از چالش‌های اصلی این پروژه بود.

منبع: www.labnews.co.uk

راهکاری برای افزایش سه برابری کارایی LEDها

محققان هنگ‌کنگی راهبرد جدیدی برای ســـاخت LED ارائه کردند که با آن می‌توان شدت تابش و روشـــنایی آن را بهبود داد. آنها لایه یونومر پلوفلورینات را بین لایه نشـــر نور و انتقال دهنده حفره قرار دادند و با این کار کارایی LED را سه برابر افزایش دادند.



محققان دانشـــگاه هنگ‌کنگ روشـــنایی رنگ ســـبز را در LEDهای حاوی نانوبلورهای پرووســـکیت ســـزیم افزایش دادند. این ادوات از کارایی پایین در تزریق حفره درون لایه نشـــر نوری برخوردار هستند که برای حل این مشکل محققان لایه نازک یونومر پرفلورینات را بین بخش انتقال دهنده و نشر دهنده پرووسکیت به صورت ساندویچی در آوردند.

پرووســـکیت‌ها می‌توانند به گونه‌ای اصلاح شوند که رنگ‌های مختلفی را نشر دهند بنابراین برای تولید نمایشـــگر ایده‌آل هستند. با این کار تزریق ناکارآمد حفره درون لایه نشـــردهنده نانوبلور مشـــکل اصلی این ترکیبات بوده و برای افزایش مقدار نشـــر نور باید حفره به آن تزریق کرد و نســـبت الکترون/حفره را متعادل نگه داشت.

یک تیم تحقیقاتی از هنگ کنگ برای حل این مشکل لایه یونومر پلوفلورینات را بین لایه نشـــر نور و انتقال دهنده حفره قـــرار دادند. این لایه موجب بهبود تزریق حفره شده و به LED کمک می‌کند تا افزایش سه برابری در نشر نور را تجربه کند. روشنایی در LEDهای جدید به ۱۳۷۷ cdm^{-2} می‌رسد.

این LED می‌تواند رنگ ســـبز خالص نشر دهد. از این ابزار می‌توان برای تولید نمایشگر کامپیوتر و سیستم‌های مخابرات نوری استفاده کرد.

عملکرد این LED محدود به دانسیته جریان بالا است به همین دلیل محققان در حال اصلاح سطح نانوبلورها بوده تا خواص آن را بهبود دهند.

منبع: http://nanotechweb.org

ساخت ترانزیستور تک الکترونی با استفاده نانوستون سیلیکونی

یک تیم تحقیقات بین المللی به رهبری مرکز هلموتز زنتروم درسدن روسندولف موفق به ساخت ترانزیستور تک الکترونی با استفاده از نانوســـتون‌های سیلیکونی شـــدند. این ترانزیستور مسیر تحقق رویای اینترنت اشیاء را هموار می‌کند.

اینترنت اشیاء در حال گسترش است، تلفن‌های همراه، ماشـــین لباس‌شـــویی و بطری شـــیر در یخچال، جملگی به هم مرتبط خواهند شد. ایده اینترنت اشیاء از آنجایی نشات می‌گیرد که اجسام مختلف پیرامون ما مجهز به میکروکامپیوترهایی شوند که با استفاده از آن به هم متصل شوند. این ســـوئیچ‌های الکترونیکی در حال حاضر در دمای اتـــاق کار نمی‌کنند، همچنین این ســـوئیچ‌ها را نمی‌توان با روش‌های میکروالکترونیکی رایج تولید کرد. محققان اروپایی با انجام پروژه‌ای موســـوم به Ions4Set قصد دارند تا این مشـــکل را رفع کنند.

در این پروژه که از ابتدای فوریه آغاز شـــده، پنج کشور اروپایی مختلف از جمله آلمان حضور دارند کـــه رهبری این گروه را هلموتز زنتروم درســـدن روسندولف (HZDR) به عهده دارد.

مدت‌هاست که مشخص شـــده ترانزیستورهای تـــک الکترونی مصرف انرژی کمتری نســـبت به ترانزیســـتورهای اثرمیـــدان (FET) دارنـــد. البته این نوع ترانزیســـتورها در دمای بسیار پایین کار می‌کنند و با فناوری CMOS انطباق پذیر نیستند. ترانزیستورهای تک الکترونی (SET) با استفاده از الکترون منفرد سوئیچ می‌کنند و مبتنی بر نقاط کوانتومی هســـتند. برای این که یک ترانزیستور تک الکترونی بتواند در دمای اتاق کار کند به نقاط کوانتومی با ابعاد کمتر از پنـــج نانومتر نیاز دارد. الکترون برای این که بتواند میان دو نقطه کوانتومی جهش کند نباید فاصله بیش از دو یا سه نانومتر باشـــد. این الزام با نانوالکترونیک قابل دسترسی نیست

برای حل این مشکل محققان از نانوستون استفاده کردند. این نانوســـتون‌های سیلیکونی ارتفاعی در حدود ۲۰ نانومتر داشـــته و روی یک لایه شـــش نانومتری از اکسیدسیلیکون قرار دارند.

منبع: www.hzdr.de/db

نانوذرات لیپوزومی برای حل مشکل زایمان زودرس

نانوذرات لیپوزومی از جنس ایندومتاسین می‌تواند مشکل زایمان زودرس را در موش‌های آزمایشگاهی حل کند. نتایج این پروژه می‌تواند روی انسان نیز اثربخش باشد.

محققان دانشگاه تگزاس نشان دادند که می‌توان با استفاده از نانوذرات داروی ویژه‌ای طراحی کرد که احتمال زایمان زودرس را کاهش دهد. جری رفورزو از دانشگاه تگزاس طی دوره فعالیت خود از محدودیت‌های داروی توکولیتیک موجود برای مقابله با زایمان زودرس به تنگ آمده بود. این داروها دارای عوارضی نظیر نقص در قلب یا مشکلات دیگر در جنین می‌شود. برای حل این مشکل، محققان از نانوذرات ایندومتاسین استفاده کردند تا به رحم مادر برسند بدون این که این دارو اثری بر جنین داشته باشد.

ایندومتاسین لیپوزومی که به LIPINDORA شهرت دارد با استفاده از گیرنده‌های اکسیتوسین پوشانده شده است به بافت رحم متصل می‌شود. لیپیندورا روی موش‌های آزمایشگاهی مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج بدست آمده نشان داد که این موش‌ها نسبت به موش‌ها کنترل زایمان به موقعی را تجربه کردند.

زایمان زودرس (زودتر از هفته ۳۷ بارداری) مهمترین عامل فوت نوزادان در آمریکا محسوب می‌شوند. هر سال ۳۸ هزار نوزاد زودرس در امریکا متولد می‌شوند که از میان این نوزادان آنهایی که زنده می‌مانند معمولا در طول زندگی خود با مشکلاتی روبرو هستند. نوزادان زودرسی که تنها چند هفته زودتر به دنیا می‌آیند احتمال بالایی برای بستری شدن در بیمارستان دارند و در صورت زنده ماندن ممکن است دچار مشکلاتی نظیر ناتوانی‌های ذهنی یا مشکلات تنفسی شوند.

نتایج این پروژه نشان داد که استفاده از نانوذرات می‌تواند برای حل این مشکل مناسب باشد. این گروه تحقیقاتی در حال انجام تست‌هایی برای سنجش اثربخشی این دارو روی بافت رحم انسان هستند.

منبع: www.smfmnewsroom.org

عرضه نانولوله‌های کربنی برای صنعت نانوکامپوزیت

شرکت N12 تکنولوژیز فناوری‌نانولوله‌کربنی تولیدی خود را در نمایشگاه JEC فرانسه به نمایش خواهد گذاشت. این شرکت فناوری تولید کامپوزیت با این نانولوله‌های کربنی را به علاقه‌مندان عرضه می‌کند.

N12تکنولوژیز یک شرکت فناوری‌نانو است که در ایالت ماساچوست واقع بوده و اولین تولیدکننده نانولوله‌های کربنی تک جداری تراز شده عمودی درجهان است. این شرکت فناوری جدیدی موسوم به NanoStitch را که به صورت پتنتی به ثبت رسیده است را در نمایشگاه JEC World به نمایش خواهد گذاشت. این نمایشگاه ۸ تا ۱۰ مارس ۲۰۱۶ برگزار خواهد شد.

NanoStitch می‌تواند با تغییر ساختار محصول، مقاومت و استحکام آن را افزایش داده و عملکرد کامپیوزیت را در برابر خستگی بهبود دهد. N12 به سرعت در حال افزایش ظرفیت تولید خود بوده و برنامه‌ای برای تست این مواد در حوزه‌های مختلف دارد که در این مسیر از تولیدکنندگان بزرگ کامپوزیت استفاده می‌کند.

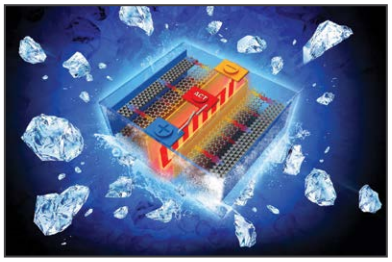
علاوه بر این، NanoStitch قرار است با روش‌های جوش رزین منطبق شود و بتوان از آن در فیلم‌های چسبی و ترموپلاستیک‌ها استفاده کرد. براساس صحبت‌های براد برکسون مدیرعامل N12، این فناوری می‌تواند کامپوزیت‌های مختلف را بهبود دهد.

این شرکت محصول دیگری موسوم به SLS دارد که می‌تواند هدایت الکتریکی و گرمایی را افزایش دهد. از این فناوری می‌توان در حسگری و پخت رزین استفاده کرد. SLS می‌تواند مقاومت ورق‌ها را افزایش دهد. با استفاده از این فناوری وزن کامپوزیت کاهش یافته و مصرف انرژی کاهش می‌یابد.

منبع: www.marketwired.com

نانوغشائی که عملکرد باتری‌های فلز لیتیم را بهبود می‌دهد

غشاء پلیمری/نانوذره‌ای جدیدی ساخته شده که می‌تواند مانع از رشد دندریت‌ها در باتری فلز لیتیم شود. با این کار این باتری‌ها در دمای اتاق کار می‌کنند و نیاز به دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد ندارند.



بعد از چهار دهه توسعه باتری‌های فلز لیتیم قابل شارژ، استفاده از آنها تا کنون عمومیت نیافته است که دلیل این امر آن است که با شارژ شدن، روی الکترود منفی ساختارهایی درختی مانند موسوم به دندریت رشد می‌کند. بعد از چند بار کار کردن، این ساختارهای دندریتی رشد بیشتری کرده به طوری که فضای میان الکترود منفی و مثبت را پر کرده که این کار منجر به تشکیل مدار کوتاه می‌شود که از نقطه نظر ایمنی خطرناک است.

این فناوری جدید روی مدیریت ساختارهای دندریتی متمرکز شده است که برای این کار سدهای مکانیکی محکمی طراحی شده است. این سدهای سرامیکی نقش جداکننده را میان الکترودهای منفی و مثبت ایفا می‌کنند تا حرکت دندریت‌ها را محدود کنند. وجود این سدها موجب کاهش هدایت و همچنین شکنندگی باتری می‌شود که این کار در نهایت دمای باتری را بالا می‌برد.

محققان این پروژه موفق به ساخت غشاء نانوساختاری شدند که دارای حفره‌های با ابعاد مشخص است که موجب متوقف شدن رشد دندریت‌ها در باتری‌های لیتیمی در دمای اتاق می‌شود.

با این فناوری جدید می‌توان باتری‌های فلزلیتیم را به گونه‌ای بهبود داد که بتوان از آن در تلفن‌های همراه استفاده کرد. این گروه با ایجاد جوانه‌های اکسید پلی‌اتیلن روی سطح سیلیکا موفق به تولید مواد هیبریدی آلی نانوساختاری شدند که به عنوان غشاء متخلخل می‌توان از آن استفاده کرد.

این ساختار پلیمری نانوذره‌ای می‌تواند مانع از گسترش دندریت‌ها شده و همچنین الکترولیت را محفوظ نگه می‌دارد. هدایت الکتریکی این سیستم به گونه‌ای است که در دمای اتاق کار می‌کند.

منبع: http://news.cornell.edu

همکاری مشترک برای عرضه فناوری نانوکپسوله کردن

براساس توافقنامه همکاری مشترک میان پلاندا بیوتکنولوژی و کوینه هلثیکر، فناوری نانوکپســـوله کردن شرکت پلاندا برای بسته‌بندی و عرضه در اختیار شرکت کوینه قرار می‌گیرد.

شـــرکت پلانـــدا بیوتکنولـــوژی (Plandaí Biotechnology) تولیدکننده کمپلکس زیســـت‌فعال فیتوفیـــر (Phytofare®)، اعلام کرد که لیســـانس نانومحصول جدید خود موســـوم به فروید (Pheroid®) را به شرکت کوینه هلثیکر (Coyne Healthcare) واگذار کرده است. از این نانومحصول جدید برای تولید کمپلکس جدیدی با نام تجاری Ph^{2TM} اســـتفاده خواهد شـــد. این کمپلکس برای تولید انواع داروها مناسب است. براساس این توافقنامه، پلاندا کپســـول‌های Ph^{2TM} را برای شرکت کوینه آماده خواهد کرد و کوینه نیز بعد از بسته‌بندی، آنها را به فروش می‌رساند. اولین فروش این محصول در آفریقای جنوبی خواهد بود.

Ph^{2TM} از ترکیب سیستم به دام‌اندازی نانومقیاس و Pheriod ساخته شده است. در این کپسول‌ها از اسیدهای چرب با زنجیره بلند استفاده شده است کـــه هم جذب دارو و هم محافظت از آن را در طول فرآیندهای متابولیکی بهبود می‌دهد.

فروید در حال حاضر در صنایع مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این فناوری قدرت جذب مواد افزایش یافته و ترکیبات مورد نظر با کارایی بالایی وارد سیســـتم جریان خون می‌شود. Ph^{2TM} اولین استفاده تجاری از این فناوری برای انسان است.

کالوم دوفیلد از مدیران شرکت پلاندا می‌گوید: «کوینه اهداف بلندی برای تولید محصولات جدید دارد. Ph^{2TM} می‌تواند از ترکیبات ارزشـــمند دارویی در سیستم گوارش محافظت کند تا این که این ترکیبات بتوانند به سیستم گردش خون برســـند. ما از این همکاری مشترک بسیار خرسند هستیم و پیش‌بینی می‌کنیم که آینده روشنی در انتظار این محصول باشد.»

منبع: http://finance.yahoo.com

استفاده از لایه نازک برای خنک‌کردن تراشه‌ها

محققان با استفاده از لایه‌های نازک موفق به کاهش دمای تولید شده در تراشه‌ها شدند. با این کار می‌توان عملکرد پردازشگرها را افزایش داد.

محققان موسســـه فیزیک مسکو روشـــی برای گرم شدن بیش از حد میکروپردازشگرهای اپتوالکترونیک ارائه کردند. آنها پردازشگری ساختند که می‌تواند با ســـرعتی ۱۰ هزار برابر سریع‌تر از پردازشگرهای رایج کار کند.

سرعت پردازشگرهای چند هسته‌ای که در حال حاضر در کامپیوترهای پرسرعت استفاده می‌شود بستگی زیادی به سرعت هر هسته ندارد بلکه به زمان انتقال داده‌ها میان هســـته‌ها بستگی دارد. سیم‌های مسی مورد استفاده در پردازشگرها موجب محدود شدن پهنای باند می‌شود. بنابراین این ســـیم‌ها پاســـخگوی نیاز تولیدکنندگان پردازشـــگرهای پر سرعت نیســـتند. به بیان دیگر، با دوبرابر شدن تعداد هســـته‌ها، توان پردازش دوبرابر نخواهد شد.

بـــه دلیل اثر پـــراش، قطعات فتونیکی را نمی‌توان به ســـادگی قطعات الکترونیکی کوچک‌سازی کرد. ابعاد آنها را نمی‌توان به کوچک‌تر از طول موج نور رســـاند این درحالی است که ترانزیســـتورها در حال حاضر به زیر ۱۰ نانومتر رسیدند. این مشکل را می‌توان با سوئیچ از امواج توده‌ای به امواج ســـطحی حل کرد که به این پدیده پلاریتون پلاسمون سطحی (SPPs) گفته می‌شود.

اولین مشکل این پدیده آن است که پلاریتون پلاسمون سطحی توسط فلز جذب می‌شـــود. این گروه تحقیقاتی نشان دادند که می‌توان از مواد رســـانای گرمایی که به صورت لایه نازک هستند برای حل این مشکل استفاده کرد. این لایه‌ها بین تراشه و سیستم خنک‌کننده قرار می‌گیرند تا گرمای تولید شده را از تراشه به بیرون منتقل کند.

براســـاس نتایج شبیه‌ســـازی‌های این گروه اگر تراشه اپتوالکترونیک با راهنمای موج پلاســـمونیک فعال در معرض هـــوا قرار گیرد، دما تا چند صددرجه افزایش می‌یابد. اما با استفاده از لایه نازک میکرو و نانومقیاس می‌توان این دما را به شدت کاهش داد.

منبع: http://tass.ru/en/science

ساخت نانوحسگر زیستی با استفاده از ذرات مغناطیسی

محققان روسی با استفاده از نانوذرات مغناطیسی موفق به تولید ابزاری برای شناســـایی پروتئین‌ها شدند. این نانوحسگر دارای دقت بالایی بوده و از حساسیت مناسبی برخوردار است.



محققان موسسه فیزیک آکادمی علـــوم روســـیه موفـــق بـــه ارائه زیست‌حسگری شـــدند که در آن از نانوذرات مغناطیســـی استفاده شده است. با استفاده از این حسگر می‌توان غلظـــت پروتئین‌ها را در نمونه‌های مختلف اندازه‌گیری کرد. این حسگر در انواع مختلف سیال‌ها نظیر سیال‌های رنگی و مات امکان انجام آزمون را دارد.

محققان این پروژه می‌گویند این زیست حسگر نه تنها می‌تواند بیماری‌های مختلف را شناسایی کند بلکه کاربردهای متعدد دیگری نیز دارد. برای مثال می‌توان از آن برای آنالیز محصولات غذایی و دارویی استفاده کرد.

در مقیـــاس مولکولی، جوهرهای نانـــوذرات مغناطیســـی می‌توانند به آنتی‌بادی‌هـــا متصل شـــوند، آنتی‌بادی‌هایی که به پروتئیـــن مورد نظر می‌چســـبند. این ترکیب روی سطح یک ســـاختار متخلخل قرار داشته و این ســـاختار درون سیالی قرار می‌گیرد. دو ستون مختلف برای این تست در نظر گرفته می‌شود که یکی نقش کنترل و دیگری نقش تست را دارد. در ستون تست، آنتی‌بادی‌ها به پروتئین مورد نظر متصل شده و سپس به ذرات مغناطیسی می‌چسبند. در ســـتون کنترل، تنها آنتی‌بادی به ذرات مغناطیسی متصل می‌شود. از بخش کنترل برای این اطمینان از مناسب بودن این روش برای شناسایی پروتئین مورد نظر استفاده می‌شود.

ایـــن روش نه تنها حساســـیت بالایی دارد بلکه برای طیف وســـیعی از پروتئین‌ها قابل اســـتفاده اســـت. محـــدوده بالای غلظـــت در این روش ۴۰۰۰ برابر بیشـــتر از روش‌های رایج اســـت. نتایج این پروژه در نشـــریه Biosensors and Bioelectronics منتشر شده است.

منبع: http://tass.ru/en/science



ورود به دنیای نانو
با
ARA - AFM

Atomic
Force
Microscope

میکروسکوپ نیروی اتمی

اصلی ترین ابزار در اجرای پروژه های نانو فناوری

تسهیلات جهت خریداران دستگاه :

- ارائه دو سال گارانتی
- ارائه ۱۰ سال خدمات پس از فروش
- برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی بر حسب نیاز مراکز
- ارائه نرم افزار به روز شده
- ایجاد تسهیلات مالی جهت خرید دستگاه

ara research

شرکت آراپژوهش

تولیدکننده AFM پیشرفته

- کیلومتر ۲۰ جاده دماوند، پارک فناوری پردیس
- تلفن: ۷۶۲۵۰۱۸۶ و ۷۶۲۵۰۱۸۷
- فکس: ۷۶۲۵۰۵۹۶

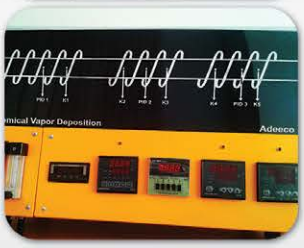
www.ara-research.com
info@ara-research.com

deeco

شرکت مهندسی
تجهیزات پیشرفته آدیکو













خدمات شرکت:

- تامین تجهیزات تخصصی
- سفارشی سازی تجهیزات
- حمایت از ایده های ساخت تجهیزات
- کمک به تجاری سازی تجهیزات شرکت های تولید کننده
- خدمات پس از فروش

سبد محصولات منتخب آدیکو

- کروماتوگراف گازی
- هموژنایزر التراسونیک
- لایه نشان مگنترون اسپاترینگ
- مجموعه آموزشی آزمایشگاه پلاسما
- لایه نشان رسوب شیمیایی بخار
- پرس داغ تحت خلاء
- دستگاه آنالیز جذب و دفع شیمیایی و تعیین سطح ویژه مواد
- میکروسکوپ پروبی روبشی
- لایه نشان لیزر پالسی
- منبع تغذیه ولتاژ بالا
- پمپ سرنگی
- طیف سنج تحرک یونی
- الکتروفورز موئین
- الکتروریس آزمایشگاهی، صنعتی و نیمه صنعتی

آدرس: بلوار کشاورز، تقاطع شانزده آذر، ساختمان کمال الدین بهزاد
تلفن: ۸۸۹۸۰۱۷۳
فکس: ۸۸۹۸۰۸۲۷
www.adeeco.ir
info@adeeco.ir