**دانشگاه جامع علمی – کاربردی**

**واحد ۳۰**

# عنوان : فناوری نانو

**استاد:**

**دانشجو:**

**سال ۱۳۸۸**

بسم الله الرحمن الرحيم

# تاریخچه نانو

در طول تاریخ بشر از زمان یونان باستان، مردم و به‌خصوص دانشمندان آن دوره بر این باور بودند که مواد را می‌توان آنقدر به اجزاء کوچک تقسیم کرد تا به ذراتی رسید که خردناشدنی هستند و این ذرات بنیان مواد را تشکیل می‌دهند، شاید بتوان دموکریتوس فیلسوف یونانی را پدر فناوری و علوم نانو دانست چرا که در حدود ٤٠٠ سال قبل از میلاد مسیح او اولین کسی بود که واژۀ اتم را که به معنی تقسیم‌نشدنی در زبان یونانی است برای توصیف ذرات سازنده مواد به کار برد.

نقطه شروع و توسعه اولیه فناوری نانو به طور دقیق مشخص نیست. شاید بتوان گفت که اولین نانوتکنولوژیست‌ها شیشه‌گران قرون وسطایی بوده‌اند که از قالب‌های قدیمی برای شکل‌دادن شیشه هایشان استفاده می‌کرده‌اند. البته این شیشه‌گران نمی‌دانستند که چرا با اضافه‌کردن طلا به شیشه رنگ آن تغییر می‌کند. در آن زمان برای ساخت شیشه‌های کلیساهای قرون وسطایی از ذرات نانومتری طلا استفاده می‌شده است و با این کار شیشه‌های رنگی بسیار جذابی بدست می‌آمده است. این قبیل شیشه‌ها هم‌اکنون در بین شیشه‌های بسیار قدیمی یافت می‌شوند.

در سال۱۹۵۹ ریچارد فاینمن مقاله‌ای را دربارهٔ قابلیت‌های فناوری نانو در آینده منتشر ساخت. باوجود موقعیت‌هایی که توسط بسیاری تا آن زمان کسب‌شده بود، ریچارد. پی. فاینمن را به عنوان پایه گذار این علم می‌شناسند. فاینمن که بعدها جایزه نوبل را در فیزیک دریافت کرد درآن سال در یک مهمانی شام که توسط انجمن فیزیک آمریکا برگزار شده بود، سخنرانی کرد و ایده فناوری نانو را برای عموم مردم آشکار ساخت.

عنوان سخنرانی وی «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد» بود.

سخنرانی او شامل این مطلب بود که می‌توان تمام دایره‌المعارف بریتانیکا را بر روی یک سنجاق نگارش کرد.یعنی ابعاد آن به اندازه۱/۲۵۰۰۰ابعاد واقعیش کوچک می شود. او همچنین از دوتایی‌کردن اتم‌ها برای کاهش ابعاد کامپیوترها سخن گفت (در آن زمان ابعاد کامپیوترها بسیار بزرگتر از ابعاد کنونی بودند اما او احتمال می‌داد که ابعاد آنها را بتوان حتی از ابعاد کامپیوترهای کنونی نیز کوچکتر کرد. او همچنین در آن سخنرانی توسعه بیشتر فناوری نانو را پیش‌بینی نمود.

فناوری‌نانو واژه‌ای است کلی که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو اطلاق می‌شود. (۱ نانومتر یک میلیاردیم متر است).

## برخی از رویدادهای مهم تاریخی در شکل گیری فناوری و علوم نانو

| تاریخ | رویدادهای مهم در زمینه فناوری نانو |
|---|---|
| ۱۸۵۷ | مایکل فارادی محلول کلوئیدی طلا را کشف کرد |
| ۱۹۰۵ | تشریح رفتار محلول‌های کلوئیدی توسط آلبرت انیشتین |
| ۱۹۳۲ | ایجاد لایه‌های اتمی به ضخامت یک مولکول توسط لنگمویر (Langmuir) |
| ۱۹۵۹ | فاینمن ایده " فضای زیاد در سطوح پایین " را برای کار با مواد در مقیاس نانو مطرح کرد |
| ۱۹۷٤ | برای اولین بار واژه فناوری نانو توسط نوریو تانیگوچی بر زبانها جاری شد |
| ۱۹۸۱ | IBM دستگاهی اختراع کرد که به کمک آن می‌توان اتم‌ها را تک تک جابه‌جا کرد. |
| ۱۹۸۵ | کشف ساختار جدیدی از کربن C60 |
| ۱۹۹۰ | شرکت IBM توانایی کنترل نحوه قرارگیری اتم‌ها را نمایش گذاشت |
| ۱۹۹۱ | کشف نانو لوله‌های کربنی |
| ۱۹۹۳ | تولید اولین نقاط کوانتومی با کیفیت بالا |
| ۱۹۹۷ | ساخت اولین نانو ترانزیستور |
| ۲۰۰۰ | ساخت اولین موتور DNA |
| ۲۰۰۱ | ساخت یک مدل آزمایشگاهی سلول سوخت با استفاده از نانو لوله |
| ۲۰۰۲ | شلوارهای ضدلک به بازار آمد |
| ۲۰۰۳ | تولید نمونه‌های آزمایشگاهی نانوسلول‌های خورشیدی |
| ۲۰۰٤ | تحقیق و توسعه برای پیشرفت در عرصه فناوری‌نانو ادامه دارد |

واژه فناوری نانو اولین بار توسط نوریوتاینگوچی استاد دانشگاه علوم توکیو در سال ۱۹۷٤ بر زبانها جاری شد. او این واژه را برای توصیف ساخت مواد (وسایل) دقیقی که تلورانس ابعادی آنها در حد نانومتر می‌باشد، به کار برد. در سال ۱۹۸٦ این واژه توسط **کی اریک درکسلر** در کتابی تحت عنوان : «**موتور آفرینش: آغاز دوران فناوری‌نانو**»بازآفرینی و تعریف مجدد شد. وی این واژه را به شکل عمیق‌تری در رساله دکترای خود مورد بررسی قرار داده و بعدها آنرا در کتابی تحت عنوان «نانوسیستم‌ها ماشین‌های مولکولی چگونگی ساخت و محاسبات آنها» توسعه داد.

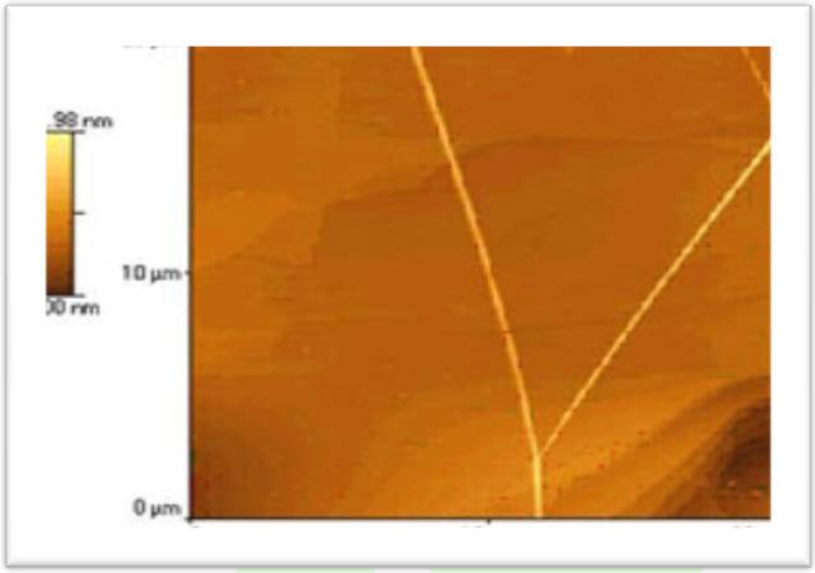
نانوسیم، یک نانوساختار دو بعدی است و چون دراین ابعاد اثرات کوانتمی مهم هستند این سیم‌ها، سیم های کوانتومی نیز نامیده می‌شوند نانوسیم‌ها برای ساختن‌مدارات الکتریکی در اندازه‌های کوچک استفاده می‌شوند.

1. روش‌های ساخت
2. کاربرد
3. انواع نانوسیم‌ها

**روش‌های ساخت:**

روش‌های عمده که برای ساخت نانوسیم‌ها وجود دارد عبارت است از:

1. با لیتوگرافی یا چاپ روی یک سطح (لیتوگرافی نرم).
2. با فرآیند رشد شیمیایی در یک محیط گازی یا مایع: استفاده از نانوذرات به عنوان کاتالیست این فرآیند رشد شیمیایی را فوق‌العاده بهبود می‌دهد. در نوعی از این فرآیند از ذرات کاتالیست متصل به سطح برای رشد نانوسیم‌های دارای یک سر متصل به سطح استفاده می‌شود (این نانوسیم‌ها لااقل در ابتدا بر سطح عمود هستند).




تصویرAFMنانوسیم $LiMoSe_3$ با مد تماسی X,Y

3. با خودآرایی برای رشد مستقیم یک نانوسیم‌روی یک سطح (موازی با سطح): این راهکار آرایه هایی از نانوسیم‌ها را مستقیماً بر روی سطح شکل می‌دهد، که فقط چند نانومتر قطر داشته و ده نانومتر یا کمتر با هم فاصله دارند. با این حال برای ساخت تماس‌های الکتریکی برای این سیم‌ها به راهکارهای دیگری نیازمندیم.
4. نانوسیم‌ها با حکاکی شیمیایی سیم‌های بزرگتر و یا با بمباران یک سیم بزرگتر توسط ذرات پرانرژی دیگر (اتم یا مولکول) نیز تولید می شوند
5. روش دیگر تولید نانوسیم‌ها برجسته‌کردن سطح یک فلز نزدیک به نقطه ذوب با استفاده از نوک پروب STM و منقبض کردن آنها است.
6. برای سنتز نانوسیم روش سنتز بخار مایع جامد (VLS) نیز کاربرد دارد، در این روش از ذرات تجزیه شده توسط لیزر و یا از محصولات گازی استفاده می‌کنیم.

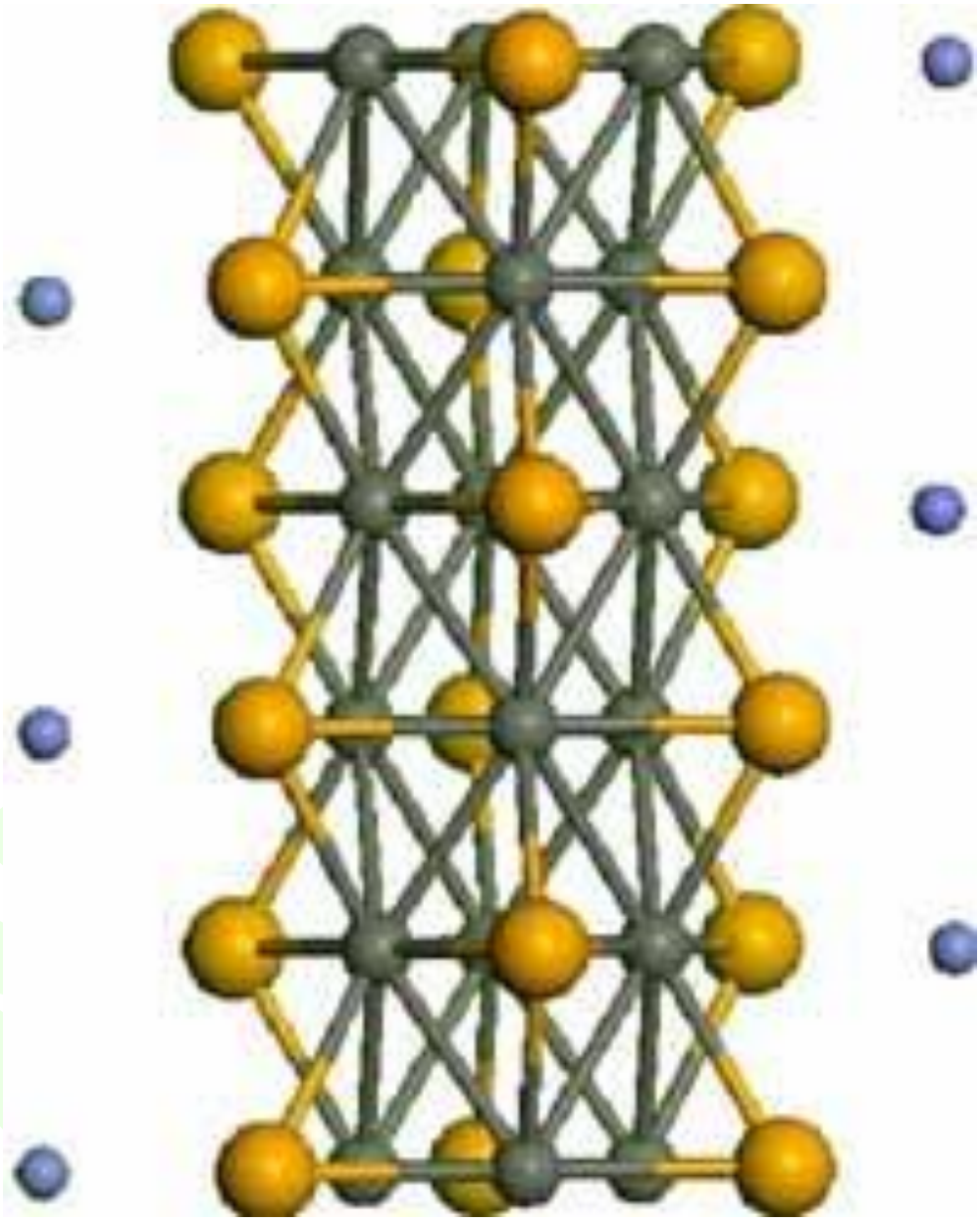
# کاربرد:

نانوسیم‌ها از فلزات، نیمه‌هادی‌های مرسوم همچون سیلیکون و گالیم وانواع پلیمرها ساخته شده‌اند. کار روی نانوسیم‌ها هنوز تا حد زیادی در مرحله تحقیق قرار دارد. مشکل اتصالات هنوز بر سر راه کسانی است که قصد ساخت قطعات پیچیده تجاری از نانوسیم‌ها را دارند.

به نظر می‌رسد نانوسیم‌ها می‌توانند که کامپیوترها و سایر دستگاهای محاسبه‌گر کاربر داشته باشند .

علاوه بر مواد فلزی و نیمه رسانا، ساخت نانوسیم از مواد آلی نیز تحت بررسی می‌باشد. اخیراً ماده‌ای موسوم به الیگوفنیلین وینیلین موجب امیدواری شده است.

هنگام استفاده از نانوسیم‌ها، باید توجه داشت که مقایسه آن با سیم‌کشی بزرگ‌مقیاس گمراه کننده باشد. برخی نانوسیم‌ها یک رفتار رسانایی کاملاً غیرکلاسیک را نشان می‌دهند. این نانوسیم‌ها شامل نانولوله‌های کربنی فلزی (رسانا) و برخی از نانوسیم‌های نیمه‌رسانا می‌شوند که توسط گروه چارلز لیبر در هاروارد توسعه یافته‌اند. آنها رساناهای پرتابه‌ای نامیده می‌شوند (چون الکترونهای گذرنده از سیم بسیار شبیه گلو له پرتاب شده در لوله تفنگ‌اند). اولین مشخصه یک رسانای پرتابه‌ای ثابت بودن مقاومت آن نسبت به طول است، که با رسانایی عادی در الکترونیک روزمره‌ما– که مقاومت متناسب با طول افزایش می‌یابد– متفاوت است.



ساختار مولکولی نانوسیم $LiMoSe_2$ ( آبی: لیتیم، خاکستری: مولیبدن، نارنجی: سلینیوم) قطر یک نانوسیم 0.6نانومتر است

رسانایی نانوسیم‌ها در حالتی که بین دو الکترود قرار می‌گیرد بررسی می‌شود، رسانایی این ترکیبات به ابعاد آنها وابسته است.

نانوسیم‌ها شکل‌های ویژه‌ای دارند. بعضی اوقات اشکال غیر کریستالی ودر برخی مواردحالت مارپیچی به خود می‌گیرند. عدم کریستالی بودن آنها به دلیل یک بعدی بودنشان است.

همچنین نانوسیم‌ها به دلیل طبیعت خواص الکتریکی خود که در حضور مواد خاص دچار تغییر می‌شوند، قابلیت استفاده به صورت سنسور را دارند.

نانوسیم‌ها را می‌توان در ساخت غشاهای جداسازی گازها و سیستم‌های میکروآنالیز، تولید سیستم‌های میکروالکترومکانیکی سرامیکی و تجهیزات آشکارسازی امواج رادیویی به کار برد.

یک لیزر ابتدایی از نانوسیم‌های اکسید روی ساخته شده است (که البته آنها را نانوالیاف نیز می‌توان نامید). همچنین قابلیت نانوسیم‌های فلزی در قطعات قابل تنظیم مایکروویو نشان داده شده است.

انواع نانوسیم‌ها عبارتند از:

**نانوسیم‌های فلزی**

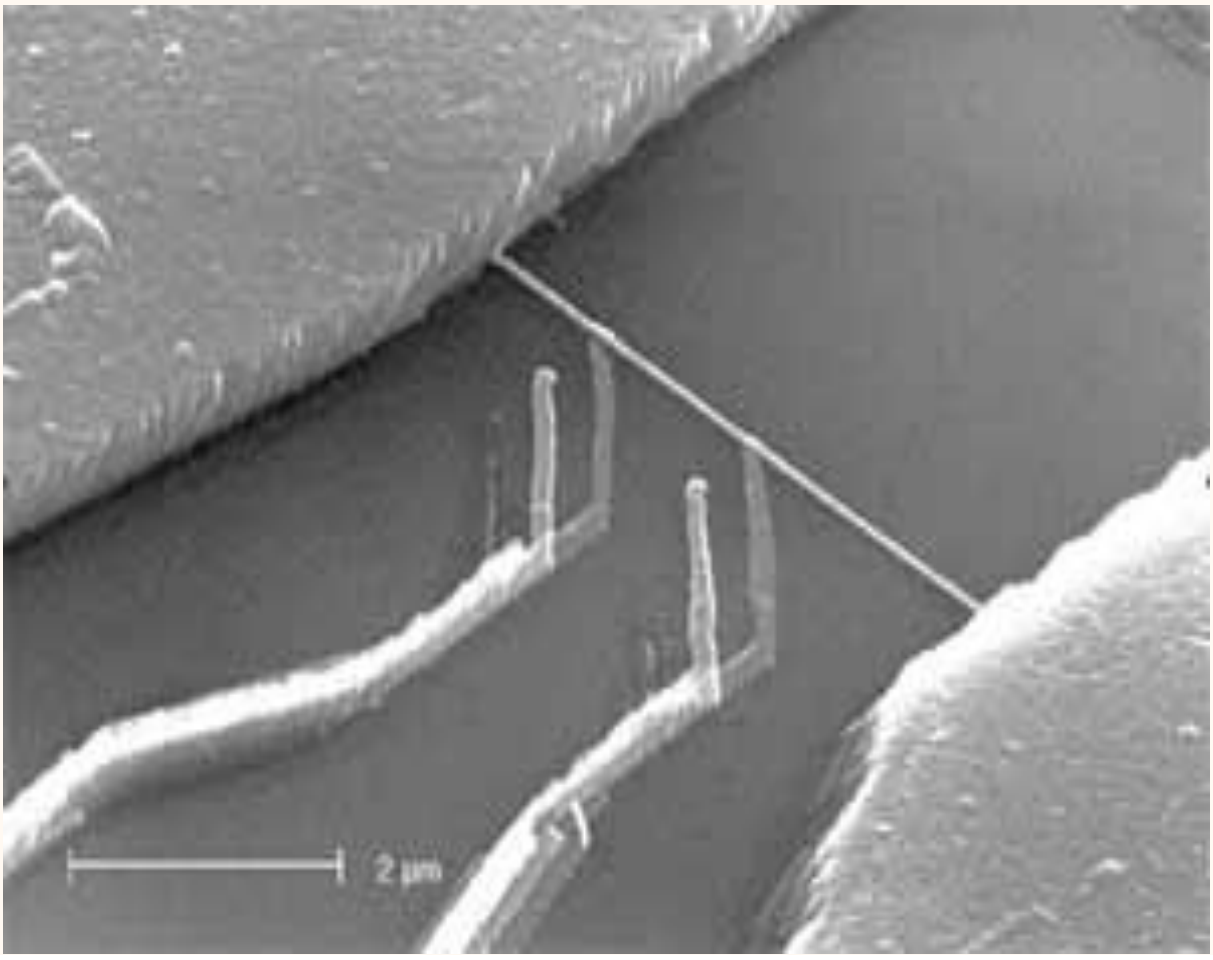
این نانو ساختارها به خاطر خواصی که دارند نویدبخش کارایی زیاد در قطعات الکترونیکی می‌باشند.

**نانو سیم‌های آلی**

نانو سیم‌های آلی همانطور که از نامشان پیداست از ترکیبات آلی بدست می‌آیند ویژگی این سیم‌ها نظیر رسانایی، مقاومت و هدایت گرمایی به ساختار مونومر و طرز آرایش آن بستگی دارد.

**نانوسیم‌های نیمه‌هادی**

**نانوسیم‌های نیمه‌هادی از روش‌های ذکر شده در بخش نانوسیم‌ها تهیه می‌شوند.**




**نانوسیم نقره که دو قطعه ابررسانای آلومینیومی را به یکدیگر اتصال داده است.**

## امکان ساخت گیت‌های نانوساختار در دانشگاه شیراز

پژوهشگران دانشگاه شیراز، توانستند امکان ساخت گیت‌های نانوساختار را برای کامپیوترهای کوانتومی فراهم نمایند.

رزا صفایی در گفتگو با بخش خبری سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو گفت: «محاسبات کوانتومی وسیله‌ای برای حل دسته‌ای از مسائل است که عملاً به وسیله محاسبات معمولی امکان‌پذیر نیستند. در میان تعداد زیادی از طرح‌ها برای ساخت گیت‌ها در کامپیوترهای کوانتومی، سیستم‌های حالت جامد متشکل از ساختارهای ناهمگن از اهمیت بسزایی برخوردارند. یک راه حل برای ساخت کامپیوترهای کوانتومی حالت جامد، بهره‌برداری از حالت‌های کوانتومی اتم‌های مصنوعی (نقاط کوانتومی) یا دیگر نانوساختارها است. علاوه بر این، دستکاری و کنترل حالت‌های اسپینی الکترون نقش مهمی در ساختار الکترونیک اسپینی بازی می‌کنند. بدین منظور، با به کار بردن یک میدان مغناطیسی برای حذف تبهگنی کرامرز، حالت‌های اسپینی از طریق جفت‌شدگی اسپین– مدار راشبا که قدرت آن به ولتاژهای صفحات موجود بستگی دارد، دستکاری و کنترل می‌شود. در فصل مشترک چنین نانوساختارهایی الکترون‌های رسانش، یک گاز الکترونی دوبعدی تشکیل می‌دهند. به علاوه، تفاوت مواد سازندهٔ ساختار ناهمگن، همراه با میدان الکتریکی خارجی منجر به محدود شدن آزادی حرکت الکترون به یک نانوسیم یک بعدی، نقطه کوانتومی دوبعدی، حلقه یکسویه کوانتومی و ... می‌شود».

## تجزیه آلاینده‌های زیست محیطی با فناوری نانو

محققان دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، با بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید مختلف، نقش مهم ترکیب فازهای مختلف آناتاز و روتیل نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید را در حذف آلاینده های زیست محیطی با قابلیت تجزیه حیاتی پایین را گزارش نمودند.

فعالیت فتوکاتالیزوری نیمه‌رساناهای اکسیدی در حذف بسیاری از آلاینده‌های آلی و معدنی به اثبات رسیده است. در این فرایندها، از تابش نوری با طول موج مناسب بر سطح نیمه‌رسانای اکسیدی، جفت حفره– الکترون تشکیل می‌شود که در واقع حفره، خاصیت اکسیدکنندگی و الکترون خاصیت احیاکنندگی قابل توجهی دارند. تا کنون تلاش زیادی برای افزایش فعالیت نیمه‌رساناهای اکسیدی در حذف آلاینده‌های زیست‌محیطی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به دوپینگ این ذرات با عناصری نظیر نقره، طلا، مس و ...، کوپل ذرات نیمه‌رسانا با سایر نیمه‌رساناهای اکسیدی و همچنین استفاده از نیمه‌رساناهای اکسیدی در ابعاد نانو اشاره کرد.

دکتر محمدعلی بهنژادی و همکارانش، فعالیت فتوکاتالیزوری نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید تجاری با ساختار کریستالی و ابعاد متفاوت را در حذف یک آلاینده مدل از صنعت نساجی بررسی نمودند.

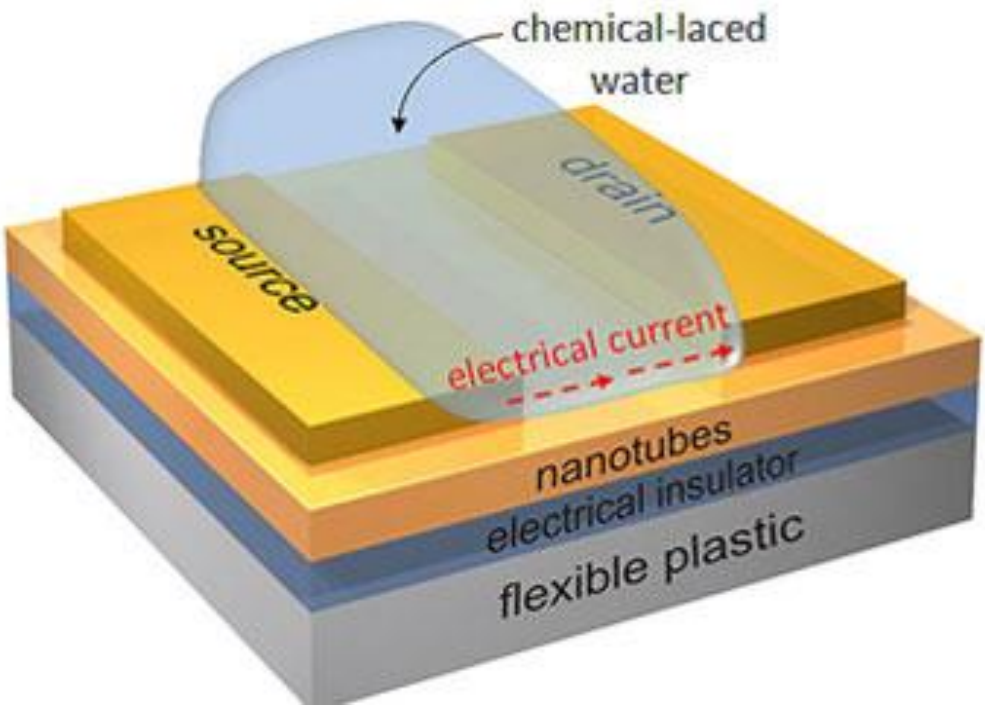
نکته حایز اهمیت این است که کلیه صنایعی که پساب‌های حاوی آلاینده‌های زیست محیطی با قابلیت تجزیه حیاتی پایین تولید می‌کنند، می‌توانند برای تصفیه این پساب‌ها، از فتوراکتورهای حاوی این

نانوذرات نیمه‌رسانا بهره بگیرند.

## شناسایی‌مواد منفجره و سمی با نانوحسگرها

محققان دانشگاه استنفورد با نانولوله‌های کربنی، تراشه‌های حسگری جدیدی ساخته‌اند که می‌توانند TNT و مواد سمی موجود در رودخانه‌ها و مخازن آبی را با هزینه کم و سریعاً شناسایی کنند.

ژنان باو، یکی از این محققان، می‌گوید: اگر چه محققان زیادی در سرتاسر جهان حسگرهای شیمیایی بسیار متنوعی طراحی کرده‌اند، اما این نانوحسگر چندین مزیت را بطور هم‌زمان دارد: استفاده از مواد ارزان، توان کم، عملکرد خوب و قابل تکرار در آب، پاسخ سریع و انعطاف‌پذیری فیزیکی.




شمایی از یک ترانزیستور نانولوله‌ای روی یک تراشه‌ی انعطاف‌پذیر، برای شناسایی مواد منفجره و سمی در آب.

## افزایش کارآیی باطری خودروهای برقی

محققان دانشگاه استنفورد و دانشگاه هانیانگ واقع در شهر آنسان کشور کره، کشف کرده‌اند که با جایگزینی الکترودهای گرافیتی مرسوم با الکترودهای نانولوله‌سیلکونی، قابلییت ذخیره‌سازی بار در باطری‌های لیتیومی ۱۰ برابر بیشتر می‌شود.

در یک ماشین هیبریدی مرسوم، با استفاده از فناوری موجود، شارژ یک باطری لیتیومی فقط ۳۰ دقیقه دوام خواهد داشت. شارژ باطری با حرکت یون‌های لیتیوم از کاتد به آند انجام می‌شود. با جایگزینی الکترود گرافیتی با سیلکون می‌توان انرژی بیشتری را ذخیره کرد، زیرا سیلیکون در فرایند شارژ می‌تواند مقادیر بیشتری از لیتیوم را جذب کند.

یک آند سیلیکونی می‌تواند از لحاظ وزنی تا ۱۰ برابر لیتیوم بیشتری به خود جذب کند، اما حجمش نیز تا ٤ برابر منبسط می‌شود. این خصلت می‌تواند یک عیب تلقی شود زیرا باعث می‌شود که ماده شکننده شود و بعد از چند با شارژ و تخلیه ترک بردارد.

اکنون محققان دانشگاه استنفورد و دانشگاه هانیانگ با بررسی نانولوله‌های سیلیکونی متوجه شده‌اند که توان این ماده در برابر این فشارها بالا می‌رود.

قبل از آنکه بتوان از این الکترودهای نانولوله سیلکونی در باطری خودرو برقی استفاده کرد، چندین چالش اساسی در پیش رو وجود دارد. یکی از این مسائل پس گرفتن کل انرژی از آند سیلکونی بعد از شارژ کامل باطری است. همچنین قبل از استفاده در خودروهای برقی، این نوع باطری باید امتحان خود

را در صدها یا هزاران بار شارژ و تخلیه پس داده باشد.

باطری‌های خودروهای برقی، که در آنها از الکترودهای نانولوله‌سیلکونی استفاده شده است، تا سه سال آینده به بازار عرضه خواهند شد. هنوز خیلی زود است که فهمید آیا این فناوری جدید قیمت باطری‌های لیتیومی را افزایش خواهد داد یا خیر.

این محققان نایج خود را تحت عنوان " آندهای باطری ناتوله سیلیکونی " در مجله Nano Letters منتشر کرده اند .

## استفاده از نانوالیاف کربنی به عنوان ماده ضدآتش

کربن که جزء فعال زغال چوب است، کمتر بهعنوان تأخیراندازنده آتش مورد توجه قرار دارد، اما محققان مؤسسه استاندارد و فناوری (NIST) آمریکا دریافته‌اند که اضافه نمودن مقادیر کمی از نانوالیاف کربنی به فوم‌های پلی‌اورتان که در برخی مبلمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند آتش‌گیری آنها را نسبت به فوم‌هایی که از تأخیراندازنده‌های معمولی آتش استفاده می‌کنند، تا ۳۵ درصد کاهش دهد.

بر اساس قانون، تشک‌ها و مبلمان‌هایی که در کالیفرنیا فروخته شده و در اماکن عمومی همانند هتل‌ها و دفاتر کار مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید دارای خاصیت ضدآتش بوده و یا با روکشی از ماده ضدآتش پوشانده شوند تا احتمال آتش‌گیری و آسیب کاهش یافته و هزینه‌ها نیز کم شود. بر اساس آمار سازمان ملی

حفاظت از آتش‌سوزی، خسارت ناشی از آتش‌سوزی‌ها در سال ۲۰۰۵ در آمریکا بالغ بر ۲۷۰ میلیارد دلار بوده است.

ده سال پیش محققان NIST دریافتند که نانورس یک افزودنی ضدآتش موثر است، اما آنها به دنبال ماده جایگزین دیگری می‌گشتند، چرا که نانورس نمی‌تواند از ذوب شدن و چکیدن پلی‌اورتان هنگام آتش سوزی جلوگیری کند. فوم ذوب شده سرعت آتش‌سوزی را تا ۳۰۰ درصد افزایش می‌دهد. جف گیلمن، رئیس گروه تحقیقاتی آتش‌گیری مواد در آزمایشگاه ساختمان و آتش‌سوزی می‌گوید: «همچنین این امر موجب ایجاد دود بسیار زیادی می‌شود که سلامتی را تهدید می‌کند».

این محققان نانوالیاف کربنی را به فوم پلی‌اورتان اضافه کردند، زیرا می‌دانستند افزودن نانوذرات به یک پلیمر باعث افزایش ویسکوزیته آن شده و بنابراین آن پلیمر به راحتی جریان نمی‌یابد. گیلمن می‌گوید: «نانوالیاف کربنی از چکیدن فوم جلوگیری نموده و سرعت گسترش آتش‌سوزی را کم می‌کند». مطالعات صورت گرفته روی فوم پس از انجام آزمایشات نشان داد که ظاهراً نانولوله‌های کربنی یک شبکه پایدار حرارتی ایجاد می‌کنند که از چکیدن فوم جلوگیری می‌کند.

محققان NIST معمولاً از مبلمان برای مطالعه آتش‌گیری استفاده می‌کردند، اما آنها در این مطالعه یک روش در مقیاس کوچک برای بررسی اثر چکیدن و جمع شدن فوم به شکل حوضچه روی میزان آتش گیری آن توسعه دادند. نمونه‌های فوم به اندازه برشی از یک نان تُست بوده و با یکی از شش ترکیب نانوالیاف کربنی و رس معمولی تغییر داده شدند. هر نمونه به صورت عمودی روی یک تابه نگه داشته شد

و سپس آتش زده شد و مقدار قطرات چکیده اندازه‌گیری شدند. فوم‌هایی که حاوی نانوالیاف کربنی بودند، نچکیدند.

گیلمن می‌گوید: «هنوز قیمت نانوالیاف کربنی بسیار بالاتر از افزودنی‌های ضدآتش معمول است، اما چون قیمت در حال کاهش است و مقدار بسیار کمی از ماده مورد نیاز است، به زودی به گزینه‌ای باصرفه و موثر تبدیل خواهند شد».

## استفاده از نانولوله‌ها به‌عنوان کود شیمیایی

طبق گفته محققان در دانشگاه آرکانزاس، نانولوله‌های کربنی می‌توانند به‌عنوان یک کود شیمیایی به رشد گیاهان کمک زیادی کنند. آنها می‌گویند: با اضافه کردن فقط نانولوله‌های کربنی شما می‌توانید گیاهانی داشته باشید که سریع‌تر و بزرگ‌تر از هم‌نوع‌های خودشان رشد می‌کنند.

نانولوله‌های کربنی در علوم فیزیک، شیمی و الکترونیک کاربردهای فراوانی دارند. اکنون ماریا خوداکوسکایا، یک زیست‌شناس گیاهی، و آلکساندر بیریس، یک متخصص فناوری‌نانو، برای تقویت رویش گیاه گوجه‌فرنگی از نانولوله‌های کربنی استفاده کردند. مقداری بذر گوجه‌فرنگی در یک محیط رشد حاوی نانولوله‌های کربنی و مقدار دیگری در همان محیط رشد بدون نانولوله‌های کربنی، کاشته شدند. در محیط حاوی نانولوله، بعد از سه روز بیش از ۳۰٪ بذرها رشد کردند، در حالی که در محیط رشد بدون نانولوله، هیچ بذری حتی جوانه نزده بود

Control Carbon Nanotubes

بعد از ۱۲ روز فقط ۳۲٪ بذرهای گوجه‌فرنگی بدون نانولوله، جوانه زدند. بعد از چهار هفته، این محققان مشاهده کردند که بوته‌های گوجه‌فرنگی که با نانولوله‌های کربنی تقویت‌شده بودند، در مقایسه با بوته‌های تقویت‌نشده دو برابر جرم زیستی و ارتفاع دارند. تئوری مسئله بدین صورت است که نانولوله های کربنی درون پوسته‌ی بذرهای گوجه‌فرنگی نفوذ کرده و اجازه می‌دهند که آب سریع‌تر درون بذرها نفوذ کند، و درنتیجه رشد بذرها را تقویت می‌کنند.

سیستم‌های ریشه بطور جالبی در همه این بوته‌ها یکسان بودند، بنابراین نانولوله‌ها هیچ تغییری در روش انتشار ریشه‌ها نداده بودند. اما نکته دیگر این است که نانولوله‌های کربنی استفاده شده به‌عنوان کود شیمیایی برای گیاهان غذایی، ممکن است سمی و مضر باشند.

این محققان نتایج خود را تحت عنوان" نانولوله‌های کربنی می‌توانند درون پوسته‌ی بذری گیاه نفوذ کنند منتشر ACS NANO " در مجله وجوانه زدن بذر و رشد گیاه را به شدت تحت تاثیرقار قرار دهند کرده اند .

## ماندگاری کنسروهای غذایی افزایش می‌یابد

پژوهشگران دانشگاه ملایر با همکاری محققان دانشگاه پوترای مالزی، موفق به سنتز نانوهیبریدهایی شدند که می‌تواند ماندگاری کنسروهای غذایی را تا حد زیادی افزایش دهد.

مواد نانولایه‌ای، ساختارهایی هستند که در بین لایه‌های آنها، گروه‌های تابعی مختلفی نظیر دارو، کود، عوامل مغناطیسی، پلیمرها و ... می‌تواند وارد شود و محصولی با قابلیت‌های لایه‌های موجود به وجود آید.

محمد یگانه قطبی، در این زمینه پژوهشی را با هدف « بررسی امکان افزودن دی- گلوکونات در بین لایه‌های روی- آلومینیم- هیدروکسید و شناسایی خواص ماده نانوهیبرید حاصله» انجام داده است.

وی در گفتگو با بخش خبری سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو گفت: « این مواد می‌توانند با آزادسازی آهسته، پ- اچ غذا را کنترل کرده و موجب ماندگاری بیشتر کنسروهای غذایی شوند».

در این کار تحقیقاتی، دکتر یگانه قطبی، ماده لایه‌ای‌روی- آلومینیم- هیدروکسید را به روش هم‌رسوبی سنتز کرده است. به همین منظور، به یک محلول، شامل یون‌های روی و آلومینیم،تحت اتمسفر نیتروژن سود اضافه نموده، سپس ظرف واکنش را به مدت معینی، در حمام تکان‌دهنده قرار داده است. پس از آن، محلول بدست آمده را شستشو و سانتریفوژ نموده است.

در این تحقیق دی- گلوکونات به صورت تک‌مرحله‌ای (افزودن به محلول روی- آلومینیم اولیه) یا دو مرحله‌ای (افزودن هیدروکسید لایه‌ای روی- آلومینیم به یک محلول شامل دی- گلوکونات)، نانوهیبرید گردیده است.

این مواد نانولایه‌ای می‌توانند، ماده بین لایه را به صورت کنترل شده آزاد کرده و در پزشکی به صورت داروهایی با آزادسازی کنترل شده استفاده شوند.

## امکان ساخت پوشش های نفوذ ناپذیر در صنایع بسته‌بندی

پژوهشگران ایرانی، با استفاده از نانوخاک رس، موفق به تولید پوشش‌های نفوذناپذیری شدند که از این پوشش‌های مقاوم، می‌توان برای روکش‌دار کردن کاغذ و مقوا در صنایع بسته‌بندی استفاده کرد.

به تازگی پژوهشی با هدف تهیه پوشش‌های نفوذناپذیر با ویژگی سدکنندگی با روش پلیمرشدن مینی امولسیونی از نانوکامپوزیت‌های پایه آبی حاوی نانوخاک رس در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران انجام شده است.

دکتر علیرضا مهدویان از محققین این طرح، در گفتگو با بخش خبری سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو گفت: «در روشی که در این پژوهش بکار گرفته شده‌است، برای تهیه ذرات نانوکامپوزیت، خاک رس اصلاح شده تجاری (مونت موریلونیت اصلاح شده با ترکیبات آلی) با روش پلیمریزاسیون مینی امولسیونی و بهینه کردن شرایط، درون ذرات لاتکس کوپلیمر استایرن- بوتیل اکریلات، کپسوله می گردد. مینی‌امولسیون‌های اولیه از طریق پراکنش در مخلوط مونومر و در حضور امولسیفایرها تحت شرایط مافوق صوت‌دهی، تهیه می‌شوند و پس از پلیمریزاسیون مونومرها، در نهایت ذرات نانوکامپوزیت مورد نظر به‌واسطه فرایند (صفحات خاک رس منفک و جدا شده) تهیه می گردد.

این پوشش‌های نفوذ ناپذیر پایه آبی که نانوهیبریدی از پلیمر و نانوخاک رس هستند ضمن دارا بودن مدول و مقاومت حرارتی مناسب، در مقابل عبور آب، بخار و چربی‌ها مقاوم بوده و می‌توانند بعنوان روکش کاغذ و مقوا در صنایع بسته‌بندی استفاده شوند.

## عرضه پارچه‌های میکروب‌کش به بازار

پارچه‌های حاوی نانوذراتی که قادر به شناسایی وسایل تقلبی و مواد شیمیایی انفجاری و خطرناک بوده و یا دارای خاصیت ضدباکتری در بیمارستان‌ها، مراکز اجرای قانون یا صنعت مهمانداری هستند؛ تنها بخشی از محصولاتی هستند که توسط شرکت جدیدی که به‌وسیله‌ی این دو محقق کرنلی تأسیس شده است، تولید خواهند شد.

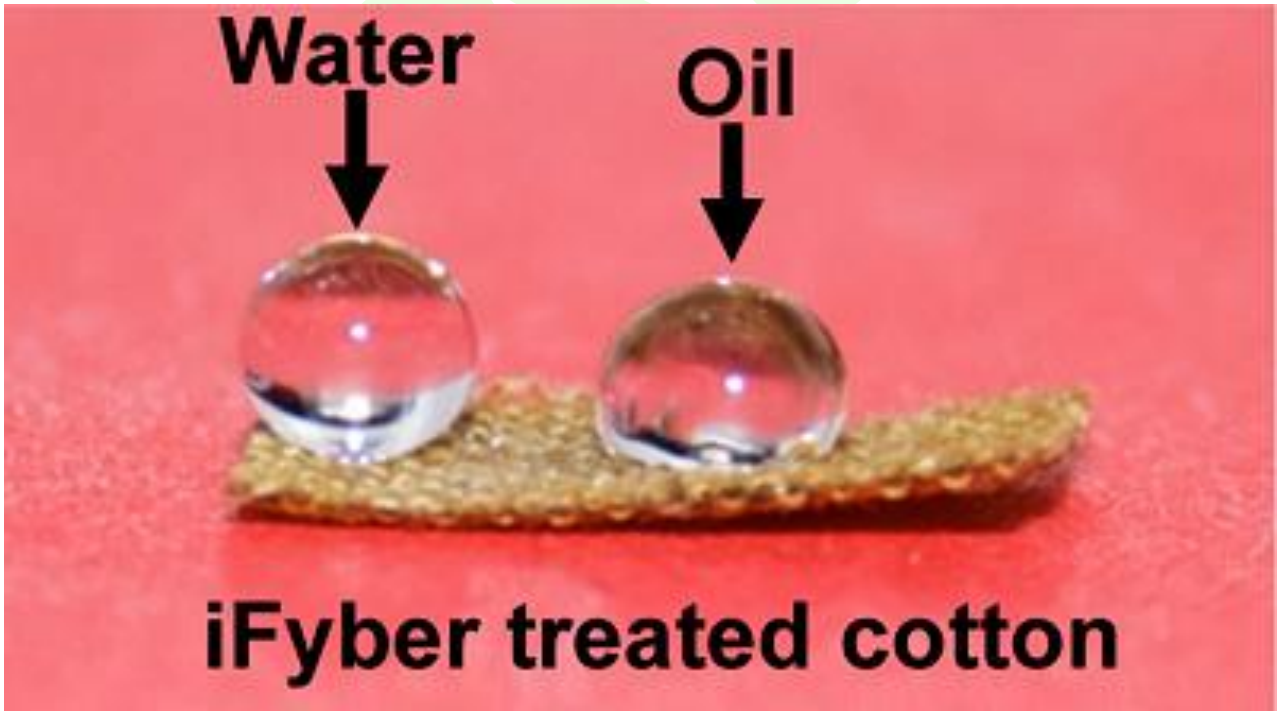
جوآن هینستروزا، یکی از این محققان، توضیح داد: "فناوری کلیدی شرکت ما، توانایی ترسیب نانوروکش‌ها بر روی پارچه‌های طبیعی و سنتزی با دقت نانومقیاس می باشد. ما درحال استفاده از یک فرایند شیمیایی برای ترسیب یکنواخت نانوذرات روی سطح پارچه هستیم. این نانوذرات می توانند خواص پارچه را عوض کنند."

از بین خواص زیاد این پارچه‌ها می توان به نفوذناپذیری همزمان آنها نسبت به آب و روغن، رفتار ضدمیکروبی و نیز رسانایی الکتریکی آنها اشاره کرد. فرآیند روکش‌دهی اختصاصی این شرکت، به نانوذرات اجازه می‌دهد تا با استفاده از تجهیزات مرسوم فرآوری منسوجات به طوریکنواخت به سطوح و درزهای الیاف خمیده بچسبند.

آرون استریک لاند، مدیر بخش پژوهش و توسعه گفت: "پتانسیل زیادی برای استفاده از این فناوری در بازه وسیعی از کاربردها وجود دارد."

تا به امروز، این شرکت به خاطر توسعه پارچه‌های مبتنی بر فناوری نانو، توانسته است از وزارت دفاع آمریکا دو حمایت مالی از محل "پژوهش نوین صنایع کوچک" دریافت کند. یکی از این پروژه‌ها توسعه موادی است که قادر به درزیابی لباس‌های جنگ‌های شیمیایی نیروی هوایی آمریکا می‌باشند. دومی هم مربوط به ساخت پانسمان‌بندی ها و بخیه‌های جراحی جدید و ضدباکتری برای نیروی دریایی آمریکا است.

علاوه بر این، شرکت مذکور تحلیل بازار اولیه استفاده از این فناوری برای ساخت ملحفه‌ها و جامه‌های ضدباکتری جهت صنایع مهمانداری را انجام داده است.




فناوری این شرکت قادر به ایجاد خواص منحصربه فردی مانند نفوذناپذیری برای آب و روغن در پارچه می باشد.

## بررسی خواص ساختمانی نانوالیاف

پژوهشگران دانشگاه صنعتی امیرکبیر، روشی را برای ارزیابی کمی خواص نانولایه‌های تولیدی از نانوالیاف الکتروریس شده معرفی کردند.

محبوبه ملکی پژوهشگری است که توانسته خواص ساختمانی نانولایه‌ها، شامل توزیع آرایش‌یافتگی، توزیع قطر، دانسیته لایه، شکل و اندازه تخلخل‌های سطحی، اتصالات الیاف و یکنواختی نانولایه را به منظور ارزیابی و کنترل لایه تولید شده، با استفاده از تصاویر (اس ای ام )و روش پردازش تصویر تعیین نماید.

از آنجا که نانولایه‌های لیفی، پتانسیل کاربردی زیادی در پزشکی، فیلتراسیون، کامپوزیت‌ها، پوشاک نظامی، منسوجات هوشمند، عایق‌بندی، مواد لباس‌های محافظ، بافت‌های بدن و ... دارند، تعیین خواص مکانیکی، فیزیکی و کنترل آنها بسیار مهم است. بنابراین اندازه‌گیری و ارزش‌گذاری کمی و کیفی آنها می‌تواند میزان انطباق این خصوصیات را با مصرف نهایی تعیین کرده و از طرفی یک مقیاس مناسب برای ارزیابی و بهینه کردن خواص نانولایه‌های تولید شده در صنعت باشد.

خانم ملکی، ابتدا خصوصیات ساختمانی لایه‌های بی‌بافت نازک را بررسی و سپس با روش پردازش تصویر و ارائه الگوریتم‌ها در زبان ، خواص ساختمانی نانولایه‌ها را تعیین و شناسایی نموده است.

در ابتدا به منظور ارزیابی الگوریتم‌های ارائه شده، نانولایه‌ها شبیه‌سازی و صحت الگوریتم تعیین گردیده است و سپس برای آماده‌سازی تصاویر(اس ای ام ) ، عملیات پیش‌پردازش را انجام داده است. در پایان، با اعمال الگوریتم روی تصاویر(اس ای ام ) ، به بحث و نتیجه‌گیری پرداخته است.

مهندس ملکی در گفتگو با بخش خبری سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو چنین اظهار داشت:

روش‌های پردازش تصویری می‌توانند برای تعیین و کمی‌سازی خواص ساختمانی از تصاویر(اس ای ام) نانولایه‌ها به کار روند. ارزیابی معقول از این الگوریتم‌ها، به نمونه‌هایی با خواص ساختمانی شناخته شده احتیاج دارد. به همین منظور، از یک طرح شبیه‌سازی تصاویر استفاده شده است تا روش‌های مختلف تعیین خواص ساختمانی با این تصاویر شبیه‌سازی شده ارزیابی و دقت و درستی عمل آنها تعیین گردد».

دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی امیرکبیر در ادامه افزود: «از خواص ساختمانی تاثیرگذار روی خواص محصول می‌توان به تراکم لایه، آرایش‌یافتگی لیف، قطر لیف، میزان و شکل تخلخل و یکنواختی لایه اشاره کرد. روش ردیابی مستقیم، مناسب‌ترین روش برای بدست آوردن یک تابع توزیع آرایش‌یافتگی دقیق است. در اندازه‌گیری قطر از روش تبدیل فاصله، استفاده شده است. رفتار وابسته به تخلخل‌ها در یک لایه، رابطه مستقیمی با هندسه و شکل این تخلخل‌ها دارد. در لایه‌های واقعی اغلب این شکل‌ها ساده نیستند. در نتیجه باید از توصیف‌گرهای هندسی برای کمی‌سازی تخلخل‌ها استفاده کرد. یک راه معمول برای بررسی آنها، مقایسه شکل این تخلخل‌ها با اشکال ساده‌ای مثل دایره، بیضی، مستطیل و ... است.

## بررسی اثرات سلامت نانوذرات

نانوذرات مانند نانوذرات زینک، سریم، تیتانیم و آهن دارای کاربردهای عملی بسیار زیادی بوده و در حال حاضر در محصولات تجاری مختلفی مانند لوسیون‌های ضدآفتاب، رنگ‌ها، تراشه‌های الکترونیک و ... استفاده می‌شوند.

این ذرات بسیار ریز از یون‌های فلزی که تمرکز آنها بر ارگانیزم‌های زنده نسبتا کم است، تولید می‌شوند. اضافه‌کردن نانوذراتی که می‌توانند تا سطح ارگانیزم نفوذ کنند، می‌تواند تمرکز این یون‌ها را افزایش دهد. در حال حاضر چگونگی تاثیر این نانوذرات بر فرایندهای شیمیایی زیستی هم در سطح سلولی و هم در سطح ارگانیزم نامشخص است.

اتحادیه اروپا در چارچوب پروژه HINAMOX که از ماه اکتبر سال جاری میلادی توسط موسسه CIC biomaGUNE آغاز شده است، به دنبال بررسی اثرات سلامت این نانوذرات است. پیش‌بینی می‌شود که این پروژه تا پایان سال ۲۰۱۲ به اتمام برسد. یکی از اهداف اصلی مرکز باسک، نزدیک‌تر کردن تحقیقات علمی پایه به نیازهای عینی توسعه صنعتی و فناورانه منطقه باسک است.

همچنین در چارچوب این پروژه، جنبه‌های اجتماعی توسعه فناورانه نیز به طور دقیق بررسی می‌شود. کسب دانش و اطلاعات راجع به اثرات نانوذرات و نانومواد بر سلامت، یکی از گام‌های اصلی است که بر بازاریابی و استفاده گسترده از محصولات مبتنی بر فناوری‌نانو مقدم است.

## تشخیص و تخریب سلول‌های سرطانی در گره‌های لنفی

کلونوسکوپی یکی از بهترین روش‌های مبارزه علیه سرطان است. پزشک با استفاده از این روش می‌تواند در یک مرحله بخش‌های پیش‌سرطانی را در کلون تشخیص داده و سپس آن را جدا کند. این روش یک درمان لحظه‌ای است که می‌تواند از گسترش سرطان جلوگیری کند. حال محققان موسسه سرطان وینتراپ راکفلر و دانشگاه علوم پزشکی آرکانزاس با استفاده از فیبر نوری روش دیگری توسعه داده‌اند که می‌تواند متاستازهای گره‌های لنفی را شناسایی کرده و آنها را از بین ببرد. این کار می‌تواند از گسترش بیشتر سرطان سینه، سرطان پوست (ملانوما) و سرطان روده که از طریق گره‌های لنفی پخش می‌شوند، جلوگیری کند.

ولادیمیر زاروف و همکارانش از نانوذرات اکسید آهن روکش‌شده با پلیمر و نانولوله‌های کربنی پوشیده شده با طلا به عنوان هسته اصلی سامانه متشکل از چندین روش تجزیه‌ای مختلف و درمان حرارتی مبتنی بر نور استفاده نموده‌اند. با استفاده از این سامانه می‌توان سلول‌های سرطانی جابه‌جا شونده را که به گره‌های لنفی نگهبان حمله می‌کنند، شناسایی کرده و از بین برد. هر دو نوع نانوذره مورد استفاده در این روش می‌توانند به عنوان عوامل بسیار خوب افزایش تباین فتوآکوستیک عمل نمایند. البته نوع برهمکنش هر یک

از آنها با پالس‌های لیزر متفاوت است. این محققان پس از تزریق این نانوذرات به موش توانستند تجمع هر دوی آنها را در گره‌های لنفی نگهبان به صورت کمی تشخیص دهند.

دکتر ژاروف و همکارانش سپس نشان دادند که می‌توانند از روش‌های فتوآکوستیک برای تشخیص سلول‌های جابه‌جا شونده سرطان سینه و ملانوما در گره‌های لنفی نگهبان موش استفاده کنند. در حقیقت این پژوهشگران توانستند به صورت بلادرنگ از نحوه توزیع سلول‌های سرطانی جابه‌جا شونده در سیستم لنفی نقشه‌برداری کرده و تک‌تک سلول‌های سرطانی را در گره‌های لنفی نگهبان بشمارند. سپس نشان دادند که می‌توانند با استفاده از یک روبشگر لیزری فیبر نوری، نانوذرات جمع شده در گره‌های لنفی را مورد تابش قرار دهند. این تابش موجب گرم شدن سریع نانوذرات شده و میکروحباب‌هایی را در محیط اطراف آنها ایجاد می‌کند. در نهایت این میکروحباب‌ها ترکیده و انرژی آزاد می‌کنند که موجب کشته شدن سلول‌های سرطانی جابه‌جا شونده می‌شود. تمام این فرایند که شامل شناسایی و تخریب سلول‌های سرطانی جابه‌جا شونده است، کمتر از ۳۰ ثانیه طول می‌کشد.

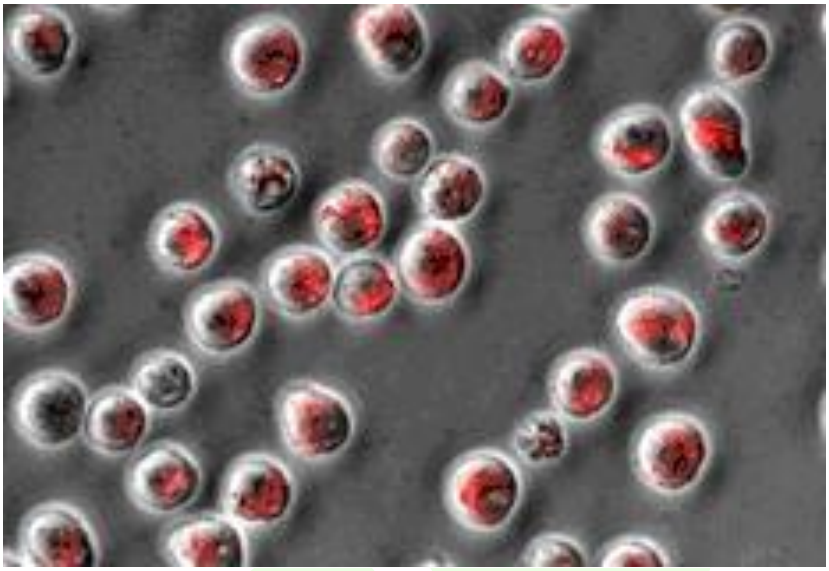
## رسانش هدفمند دارو به سلول‌های جریان خون

با تلاش محققان دانشگاه کرنل امکان مهندسی ظرف‌های بسیار ریز (به اندازه ویروس‌ها) برای رهایش داروها و مواد دیگر با کارایی تقریبی ۱۰۰ درصد به سلول‌های هدف در جریان خون فراهم شده است.

بنابر گفته این پژوهشگران، شاید بتوان روزی از این روش برای رسانش واکسن‌ها، داروها یا مواد ژنتیکی جهت درمان سرطان و اختلالات خونی و ایمنی‌شناسی استفاده کرد.

دکتر مایکل کینگ استادیار مهندسی زیست‌پزشکی دانشگاه کرنل می‌گوید: «این مطالعه محدوده درمان‌ها را تا حد بسیار زیادی گسترش می‌دهد. ما می‌توانیم هر دارو یا ماده ژنتیکی را که امکان کپسوله شدن دارد، به هر سلول گردش کننده (در جریان خون) که مد نظر ماست، برسانیم».

در این روش ظرف‌های لیپیدی بسیار کوچک یا کپسول‌های نانومقیاس را با یک مولکول پر کرده و این کپسول‌ها را با پروتئین‌های چسبنده‌ای به نام selectin که به سلول‌های هدف متصل می‌شوند، روکش‌دهی می‌کنیم. سپس یک شنت (shunt: لوله‌ای که در پزشکی برای انتقال مایعات درون بد ن به کار می‌رود) روکش‌دهی شده با این کپسول‌ها را میان یک سرخرگ و یک سیاهرگ وارد می‌کنیم. همانگونه که در صحرا خار و خاشاک به لباس شما می‌چسبند، کپسول‌های روکش‌دهی شده با selectin نیز به سلول‌های هدف در جریان خون متصل می‌شوند.



این تصویر نشان می‌دهد که پس از ۳۶ ساعت تقریبا تمام سلول‌های هدف (کره‌های خاکستری گرد) یک نانوکپسول حاوی RNA مداخله گر (قرمز) را به درون خود جذب کرده است.

پس از اینکه این سلول‌ها در طول دیواره شنت چرخیدند، همراه با کپسول‌ها از آن جدا شده و محتوای آنها را به درون خود می‌کشند.

این روش از یک پاسخ ایمنی طبیعی بدن که هنگام التهاب اتفاق می‌افتد، الهام گرفته شده است. در این حالت بدن سلول‌های دیواره رگ‌های خونی را وادار می‌کند تا selectinها را بیان کنند و این selectinها به سرعت پیوندهای چسبناکی با گلبول‌ها سفید خون ایجاد می‌کنند. سپس گلبول‌های سفید خون به selectinها چسبیده و قبل از اینکه جریان خون را برای مبارزه با بیماری یا عفونت ترک نمایند، در طول دیواره رگ غلت می‌خورند.

می‌توان از پروتئین‌های selectin برای هدفگیری سلول‌های هسته‌دار در جریان خون بهره برد.

این مطالعه نشان می‌دهد از آنجایی که تنها سلول‌های هدفگیری شده محتوای نانوکپسول‌ها را به درون خود می‌کشند، استفاده از این روش موجب کاهش چشمگیر اثرات جانبی داروها می‌شود.

## روشی جدید برای نشان دادن برهم‌کنش موجود میان پروتئین‌ها

محققان دانشگاه بوستون و ، اخیراً نشان داده‌اند که روش اسپکتروسکوپی فروسرخ می‌تواند مستقیماً «علائم لرزشی اختصاصی» مربوط به مقادیر بسیار کم پروتئین‌ها را تشخیص دهد. برای اولین بار، محققان می‌توانند از اسپکتروسکوپی فروسرخ برای تعیین نوع پیوندهای مولکول‌های پروتئینی و تشخیص و شناسایی مواد استفاده کنند.

فناوری جدید محدودیت‌های روش‌های مرسوم را ندارد. در این فناوری از فناوریِ‌نانو برای غلبه بر این محدودیت‌ها استفاده شده‌است. با کمک این فناوری می‌توان پروتئین‌ها را از طریق «لرزش‌های اختصاصی» آنها شناسایی نمود.

به گفته‌ی آلتگ سرپرست گروه تحقیقاتی، این روش می‌تواند به ابزار مناسبی برای مطالعه‌ی زیست‌مولکول‌ها تبدیل شود.

مؤسسه‌ی ملی علوم، حمایت از این طرح را بر عهده داشته‌است. در روش‌های قبلی برای مطالعه‌ی زیست‌مولکول‌ها از اسپکتروسکوپی فلورسانس استفاده می‌کردند که در آن، زیست‌مولکول‌ها با

برچسب‌های فلورسانس نشانه‌گذاری می‌شدند تا بتوان آنها را ردیابی نمود. شناخت برهم‌کنش‌های بین این مولکول‌ها برای محققان داروسازی اهمیت بسیاری دارد.

اسپکتروسکوپی فلورسانس، حساسیتی در حد یک مولکول دارد؛ البته برچسب‌های استفاده‌شده نیز ممکن است با زیست‌مولکول‌ها تداخل ایجاد نمایند.

آلتگ می‌گوید: «هم‌اکنون نیاز به توسعه‌ی روش‌های تشخیصی بدون نیاز به برچسب احساس می‌شود. اسپکتروسکوپی فروسرخ روشی بدون نیاز به برچسب است؛ چرا که اگر شما چشمتان با فرکانس‌های فروسرخ هماهنگ شود، می‌توانید مستقیماً زیست‌مولکول‌ها را بدون هیچ واسطه‌ای (برچسبی) ببینید».

مولکول‌ها شامل اتم‌هایی است که از طریق پیوندهای شیمیایی به هم متصل شده‌اند. متناسب با جرم هر اتم و اینکه این پیوندها چقدر محکم هستند و یا این اتم‌ها چه آرایشی دارند، مولکول‌ها می‌چرخند و با فرکانس خاصی می‌لرزند، دقیقاً مشابه یک سیم گیتار که با فرکانس خاصی با توجه به طول سیم مرتعش می‌شود. این فرکانس‌های رزونانسی برای هر مولکول، اختصاصی هستند و اغلب در دامنه‌ی فرکانس‌های فروسرخ طیف الکترومغناطیسی، اتفاق می‌افتند.

قبلاً حساسیت اسپکتروسکوپی فروسرخ برای تشخیص این لرزش‌ها پایین بود؛ به‌ویژه وقتی که مقدار نمونه بسیار کم بود.

آلتگ می‌گوید: «با کمک این فناوری، محققان می‌توانند علائم لرزشی را بیش از ۱۰۰ هزار مرتبه تقویت کنند و همین، ما را قادر می‌سازد تا روی ساختار و عملکرد زیست‌شناختی مقادیر بسیار جزئی از مولکول‌ها بتوانیم تحقیقات مطلوبی انجام دهیم.»

وی همچنین پیش‌بینی کرد که روش جدید در آینده به محققان کمک کند تا داروهایی را طراحی کنند و بتوانند پیچیدگی‌های بیماری‌های تأثیرگذاری نظیر سرطان و آلزیمر را به حداقل برسانند.

او معتقد است این روش ابداعی اهمیت بسیاری در بیوشیمی دارد و کاملاً عمومی است و می‌تواند برای دیگر مولکول‌ها به غیر از پروتئین‌ها نیز استفاده شود؛ بنابراین می‌تواند به ابزاری عمومی برای تقویت توان تشخیص آن دسته از مواد شیمیایی تبدیل گردد که برای دفاع ملی اهمیت دارند.

## تشخیص ترکیبات بیولوژیکی با کمک نانولوله‌های کربنی

شیمیدانان ایرانی، الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح شده‌ای را با نانولوله کربنی عامل دار شده ساخته‌اند که این الکترود می‌تواند سیستامین موجود در نمونه‌های بیولوژیکی را به طریق الکتروشیمیایی اندازه‌گیری کند.

استفاده از فناوری نانو، افق‌های جدیدی برای استفاده از نانوذرات و نانولوله‌های کربنی در شیمی تجزیه و تشخیص برخی از ترکیبات شیمیایی و بیولوژیکی باز کرده است. یکی از کاربردهای جذاب نانوذرات و نانولوله‌های کربنی تسهیل واکنش‌های انتقال الکترون است. به همین دلیل به عنوان یک واسطه‌گر در ساخت حسگرها و زیست حسگرها استفاده می‌شوند که سینتیک واکنش‌های الکتروشیمیایی کند را طی فرایندی به نام الکتروکاتالیز، تسریع کرده و راهی برای اندازه‌گیری الکتروشیمیایی آنها فراهم می‌نماید.

فرشته چکین، در گفتگو با بخش خبری سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو گفت: «از آنجایی که برخی از اسیدهای آمینه ترکیبات گوگرددار هستند، اکسایش الکتروشیمیایی آنها در سطح الکترودهای معمولی بسیار کند است، از این رو نمی‌توان آنها را در سطح الکترودهای معمولی به روش الکتروشیمیایی تبیین و اندازه‌گیری نمود. بنابراین برای تسریع فرایند الکترودی آنها، از واسطه‌گرهای مختلف استفاده و

الکترودهای اصلاح شده شیمیایی ساخته می‌شود. به این منظور، ساخت الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح شده با نانولوله کربنی عامل‌دار شده برای اندازه‌گیری الکتروشیمیایی سیستامین مد نظر قرار گرفت».

خانم چکین در این مسیر، ابتدا الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح شده با نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره را از طریق قطره گذاری سوسپانسیونی از نانولوله کربنی تک دیواره در حلال دی متیل فرمامید بر سطح الکترود کربن شیشه‌ای تهیه و با ترسیب الکتروشیمیایی لایه‌ای از ترکیب ۱، ۲- نفتوکینون ٤- سولفونیک اسید سدیم بر سطح آن، الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح شده با نانولوله‌های کربنی تک دیواره دارای عامل نفتوکینونی را ساخت. سپس رفتار الکتروشیمیایی واسطه‌گرهای انتقال الکترون مورد استفاده نظیر نفتوکینون را در غیاب و حضور نمونه‌های بیولوژیکی گوگرددار نظیر سیستامین در بسترهای متفاوت نظیر کربن شیشه‌ای و کربن شیشه‌ای اصلاح شده با نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده با استفاده از تئوری‌های موجود در الکتروشیمی مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. بعد از بهینه کردن عوامل موثر بر شرایط انجام فرایند الکترودی و تهیه الکترودهای اصلاح شده، از روش‌های ولتامتری برای اندازه‌گیری سیستامین به عنوان یک ترکیب بیولوژیکی گوگرددار و ترکیب هسته‌دوست در واکنش‌های افزایشی ۱و٤ یا مایکل با کینون موجود در سطح الکترود اصلاح شده عامل‌دار استفاده کرد.

شایان ذکر است در این پژوهش، تثبیت واسطه‌گرهای انتقال الکترون نظیر نانولوله‌های کربنی و ترکیب نفتوکینونی روی بستر الکترودی با استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی تبیین شده و از این الکترود اصلاح شده دارای عامل نفتوکینونی به عنوان حسگر الکتروشیمیایی در اندازه‌گیری ولتامتری سیستامین استفاده گردید.

دانشجوی دکتری شیمی تجزیه خاطر نشان کرد: «تحقیق انجام شده یک پژوهش بنیادی است که می‌تواند به عنوان حسگر الکتروشیمیایی برای اندازه‌گیری سیستامین در نمونه‌های بیولوژیکی در آزمایشگاه‌های بالینی و مراکز پژوهشی استفاده گردد».

## ساخت توان‌سنج‌های لیزری جدید

اگرچه تا به امروز دانشمندان توان‌سنج‌هایی برای اندازه‌گیری توان نور ساطع‌شده از لیزرها را ساخته‌اند؛ این توان‌سنجها بسیار بزرگ و کند بوده به‌سختی هم قابل جابه‌جایی بودند. همچنین با این ابزارها امکان اندازه‌گیری و گردآوری همزمان تمام توان پرتوهای لیزری وجود نداشت.

اخیراً محققان مؤسسه‌ی ملی استاندارد و فناوری آمریکا با حمایت نیروی هوایی ارتش آمریکا به‌نوعی فناوری جدید در اندازه‌گیری توان لیزرها دست یافتند که ضمن برخورداری از سرعت و قابلیت کاربری آسان، مشکل توان‌سنج‌های قبلی را هم ندارد. آنها به کمک این دستگاه‌های جدید (که در نیروی هوایی آمریکا مورد آزمایش قرار گرفت) توانستند نور منتشرشده از سیستم‌های لیزری ده‌کیلوواتی(که شدت نور آنها میلیون‌ها برابر نوری است که از خورشید به زمین می‌رسد) را بدون وارد شدن کمترین آسیبی به خود دستگاه، اندازه‌گیری نمایند؛ لذا به این ترتیب می‌توان حتی شدت تابش لیزرهای نظامی پرتوان (از قبیل آنچه برای منهدم کردن مین‌های خنثی‌نشده به کار می‌رود ) را هم به‌راحتی و به‌سرعت با این ابزارها اندازه‌گیری نمود.

این توان‌سنج جدید که در آن از آخرین فناوری روکش‌دهی نانولوله‌ای استفاده شده‌است، ضمن جذب مؤثر نور لیزر از پایداری بیشتری نسبت به روکش‌های عادی از قبیل کربن سیاه برخوردار بوده و آسیب پذیری به مراتب کمتری هم دارد. در این شیوه پرتوهای لیزر جذب یک حفره‌ی مسی مخروطی‌شکل شده، در آنجا به‌وسیله‌ی یک آینه‌ی درحال گردشی به‌طور یکنواخت ودر محدوده‌ی وسیعی پخش می‌شوند. این کار به توزیع یکنواخت حرارت به دست‌آمده از پرتوهای لیزری منجر می‌شود. این حفره با روکشی از جنس نانولوله‌های کربنی چندجداره (که با اتصال‌دهنده‌ای از نوع سیلیکات پتاسیم به هم متصل شده و با یک جلیقهِ آبی احاطه شده‌اند) پوشانده می‌شود. وجود این نانولوله‌های کربنی سیاه‌رنگ (با رسانش گرمایی صدها برابر روکش‌های سرامیکی آشکارسازهای کنونی) موجب جذب بیشینه‌ی پرتوهای لیزری و در نتیجه افزایش دمای آب پیرامونی می‌شود. این افزایش دما جریانی را ایجاد می‌کند که با اندازه‌گیری آن توان چشمه‌ی لیزری مورد نظر را می‌توان تعیین نمود.

محققان در آزمایش‌های خود دریافتند که نانولوله‌های کربنی چندجداره، عملکرد بهتری نسبت به نانولوله‌های تک‌جداره دارند. این محققان در ادامه‌ی بررسی‌های خود قصد دارند ترکیبات نانولوله‌ای جدیدی را بیابند که ضمن برخورداری از دوام مناسب و بالا، قابلیت کاربری آسانی هم داشته باشند و بتوان آنها را به‌عنوان مثال به‌صورت روکش‌های رنگی براق‌کننده و محافظ که آستانهِ تخریب بالاتری نسبت به روکش‌های امروزی داشته باشند، مورد استفاده قرار داد.

## ارائه ی نیرو محرکه‌ای جدید برای نانوماهواره‌ها

اداره‌ی تحقیقات علمی نیروی هوایی آمریکا روی پروژه پروفسور گالیمر سرمایه‌گذاری کرده‌است.

موضوع این پروژه افزایش نیرومحرکه‌ی الکتریکی ذراتی به ابعاد نیم اینچ بوده که قادر است سرعت را تا چند صد و یا چند هزار مایل بر ساعت افزایش دهد. این پروژه می‌تواند تأثیر بسزایی روی نانوماهواره‌ها و فضاپیماهای بزرگ‌تر داشته باشد. منشأ ایجاد نیرومحرکه، باردار شدن و شتاب یافتن ذرات است که می‌تواند فضاپیما را به پیش براند.

گالیمر می‌گوید: «ذرات مورد استفاده در این فناوری ابتدا ۱۰ تا ۵۰ نانومتری هستند که پس از تجمع به ابعاد ۱ تا ۱۰ میکرون می‌رسند. دلیل افزایش بُعد، این است که در مقیاس نانو، ذرات قابل دیدن نیست؛

اما با آمدن در مقیاس میکرون این ذرات قابل مشاهده می‌شوند».

دانشمندان در حال طراحی مجموعه‌ای از نوعی مواد هستند؛ این مواد در عین حال که می‌توانند در فاصله‌ی بسیار نزدیک به هم قرار گیرند، قابلیت تحمل ولتاژهای بالا را نیز داشته باشند. با تمام اصلاحات

انجام‌شده، هنوز NanoFET با چالش‌هایی روبه‌رو است. یکی از چالش‌های موجود در این راه جمع

کردن این مواد در یک شکل و قرار دادن آن درون ماهواره‌ای است که اندازه‌اش از یک توپ بسکتبال بزرگ‌تر نیست. دکتر گالیمر امیدوار است بیشتر مشکلات موجود را طی ۳-٤ سال آینده حل کنند.

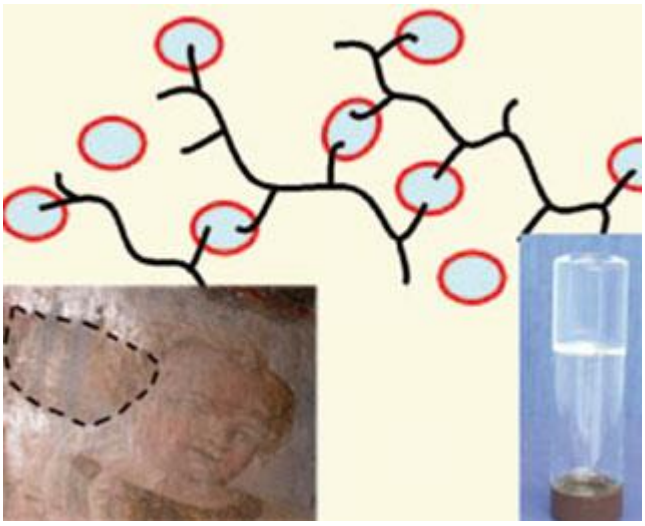
در ضمن، محققان نیرومحرکه‌ی الکتریکی نانوذرات را در هوا و خلأ روی فضاپیما تست کرده‌اند که این نوعی شبیه‌سازی شرایط جاذبه کم در فضا است.

با توجه به نیاز نانوماهواره‌ها و ماهواره‌های بزرگ‌تر به نیروی محرکه‌ی مناسب، این پروژه قابلیت نامیده شدن به‌عنوان نیرومحرکه‌ی انقلابی را داراست؛ البته از این نیروی محرکه می‌توان در وسایل نقلیه غیر فضایی نیز استفاده کرد.

## مرمت آثار هنری گذشتگان با کمک فناوری‌نانو

شیمیدانان ایتالیایی برای حذف آلودگی‌ها از سطوح آثار هنری باارزش و ترمیم آنها، یک سیستم تمیزکننده ی مبتنی بر فناوری‌نانو توسعه داده‌اند.

در دهه‌های ٦٠ و ٧٠ میلادی مرمت‌کننده‌های آثار هنری برای حفاظت آنها از آسیب، سطح‌شان را با یک روکش پلیمری مرمت کردند. اما بعد از چندین سال، این پلیمرها در محیط‌هایی از قبیل آرامگاه‌ها یا کلیساهای بزرگ به صورت جزئی اکسید شده و زرد یا سیاه شدند. در بعضی از حالات، این فرآیند بوسیله فلزات استفاده شده در رنگ‌های قدیمی تسریع شد



نانوقطرات امولسیونی (آبی و قرمز) نگه‌داشته‌شده در شبکه پلیمری (سیاه) که برای مرمت سطوح طلاکاری‌شده و رنگ‌آمیزی‌شده استفاده می‌شوند.

پیرو باگلی‌اُنی، از دانشگاه فلورنس و یکی از این محققان، می‌گوید: مشکل این است که تعداد زیادی از رنگ‌آمیزی‌ها متخلخل هستند، بنابراین آنها هر حلال مرسومی را جذب خواهند کرد و این باعث آسیب دیدشان می‌شود. راه‌حل ما استفاده از نانوقطرات میکروامولسیونی است که برای حل‌کردن فقط مولکول‌های آلی روی سطح طراحی شده‌اند.

ماده مرمت‌کننده این محققان ژل شفافی است که روی اثر هنری مالیده می‌شود. این ژل می‌تواند مولکول های آلی روی سطح را حل کند و جذب آنها را به حداقل برساند. این ماده از مقدار کمی p- زایلن فرارِ حل‌شده در آب تشکیل شده که با هیدروکسی‌اتیل‌سلولز به صورت ژل درآمده است. در واقع این ژلِ روغن- در-آب شامل نانوقطرات روغنِ پوشش داده‌شده با آب می‌باشد که در زنجیره‌های سلولزی به دام افتاده‌اند.

این محققان تاکنون نقاشی‌های دیواری قرن پانزدهم در سانتاماریا در ایتالیا و یک قاب طلاکاری‌شده‌ی قرن هجدهم را مرمت کرده‌اند که رنگ‌شان به خوبی بهبود یافته‌است و در آینده نیز طرحی برای کار روی نقاشی‌های دیواری در کالولا و مکزیکو دارند.

ریچارد ویس، از اعضاء این گروه تحقیقاتی، می‌گوید: مشخصه‌های این ژل به دقت تعیین خواهند شد تا

جزئیات در مورد چگونگی عمل مرمت توسط آن، فهمیده شود. درک جزئیات در مورد اینکه این ژل چگونه عمل می‌کند، بسیار جالب خواهد بود و به بهبود عملکرد آن کمک خواهد کرد.

## روشی نوین و سالم برای تصفیه پساب‌ها

پژوهشگران دانشگاه اصفهان، موفق به تولید نانوذراتی شدند که می‌توانند در کوتاه مدت برای رفع آلودگی ناشی از رنگ‌های نساجی راه‌گشا باشد.

استفاده از نانوفتوکاتالیست‌ها به منظور بهره‌برداری هم زمان از ناحیه ماوراء بنفش نور خورشید (یک منبع انرژی همیشگی) و همین طور امتیاز کوچک شدن ذرات در حد نانومتر به عنوان کاتالیزور در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی همواره مورد توجه بوده است.

دکتر مجتبی نصراصفهانی در گفتگو با بخش خبری سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو گفت: «در این پژوهش از فیلم‌های کامپوزیتی نانوساختار دی‌اکسید تیتانیم به عنوان یک فتوکاتالیست شاخص در تخریب آلاینده‌های زیست محیطی بهره‌برداری کرده‌ایم».

وی با بیان این مطلب که «هدف ما استفاده از روشی نوین و سالم در تصفیه پساب‌ها و آلاینده‌ها بوده است»، افزود: «ما در این تحقیق از خاصیت فتوکاتالیستی نانوذرات دی‌اکسید تیتانیم بهره‌گرفته‌ایم،

ضمن اینکه این نانوذرات را در یک ساختار کامپوزیتی به صورت پوشش در آورده‌ایم تا جداسازی کاتالیست از محلول مورد آزمون به راحتی قابل انجام باشد.

در این کار تحقیقاتی، سه نوع فیلم کامپوزیتی دی‌اکسید تیتانیم با استفاده از سه نوع نانوپودر پیش‌کلسینه تجاری دی‌اکسید تیتانیم با نام‌های تجارتی دگوسا، نانوپودر آلدریچ و میلینیم ساخته شد.

سوسپانسیون‌های پایداری از نانوپودرها به وسیله دستگاه فراصوت در سل دی‌اکسید تیتانیم با نسبت‌های مولی بهینه پخش و سپس به روش لایه‌نشانی چرخشی روی اسلایدهای شیشه‌ای پوشش داده شدند.

فیلم‌های کامپوزیتی حاصل با غلظت و اسیدیته مشخص، بعد از به اشباع رساندن با گاز اکسیژن در معرض نور فرابنفش، مورد استفاده قرار گرفتند».

دکتر نصراصفهانی در ادامه تصریح کرد: «از فیلم‌های کامپوزیتی حاصل می‌توان برای تخریب برخی رنگینه‌های معروف پساب

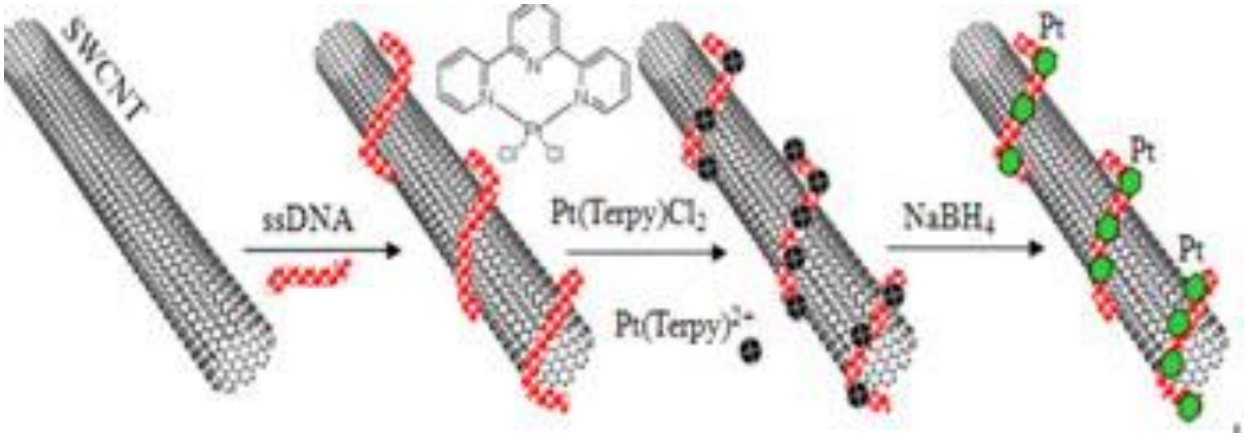
کارخانجات نساجی (شامل رنگینه‌های متیل نارنجی، سولوفنیل قرمز، زرد روشن X6G و تترترو مستقیم آبی روشن) استفاده نمود».

دکتری شیمی معدنی دانشگاه اصفهان، نوآوری این تحقیق را رفع مشکلات مربوط به جداسازی و فیلتر کردن پودرهای دی‌اکسید تیتانیم که بصورت سوسپانسیون استفاده می‌شوند، مساحت سطح پایین

فیلم‌های لایه‌نازک دی‌اکسید تیتانیم که منجر به کارآیی پایین این فیلم‌ها می‌گردد و همچنین افزایش کارآیی فتوکاتالیزوری فیلم‌های نانوساختار کامپوزیتی با اصلاح مشخصات سطحی آنها بیان کرد

## بهبود کاتالیست‌های پیل سوختی

محققان در آمریکا کشف کرده‌اند که نانوذرات پلاتین به صورت انتخابی روی نانولوله‌های کربنی در مکان‌های "DNA" تک‌رشته‌ای شده ("ssDNA") رشد می‌کنند. آنها شرح داده‌اند که با اتصال "ssDNA" به سطح نانولوله‌ها می‌توان نانولوله‌های تک‌جداره‌ی دسته‌ای‌شده را به صورت نانولوله‌های منفرد پراکنده کرد. این روش برای تولید دیگر انواع ذراتِ (از قبیل پالادیوم و طلا) قرارگرفته روی نانولوله‌ها برای کاربردهایی در پیل‌های سوختی و الکترونیک نانومقیاس، مناسب است.



شرح شماتیکی از تولید کنترل‌شده‌ی نانوذرات پلاتین روی سطح یک نانولوله در مکان‌های "ssDNA".

لیفنگ‌دانگ، از دانشگاه ایالتی میسوری و یکی از این محققان، می‌گوید: مشکل اصلی برای توسعه کاتالیست‌های پلاتین دارای پایه نانولوله کربنی، عبارت است از فقدان روش‌های مطمئن برای کنترل ریخت‌شناسی، اندازه، چگالی و پیکربندی نانوذرات پلاتین روی نانولوله‌های کربنی.

نانولوله‌ها بواسطه برهم‌کنش‌های آبگریزی در محلول‌های آبی و برهم‌کنش‌های قوی وانداروالس بین لوله ها، تمایل به دسته‌ای شدن دارند. بنابراین دانشمندان هنگام تولید کاتالیست‌های پلاتین دارای پایه نانولوله ای، با مشکل دسته‌ای شدن نانولوله‌ها مواجه می‌شوند.

هدف این محققان توسعه یک روش مؤثر برای تولید نانوذرات پلاتین روی نانولوله‌های کربنی تک‌جداره، می‌باشد. انتظار می‌رود که نانولوله‌های تک‌جداره بواسطه سطح ویژه‌ی‌بزرگ‌شان و قطر کوچک‌شان بعنوان پایه‌های کاتالیست، عملکرد بهتری داشته‌باشند. این دانشمندان توضیح می‌دهند که یک روش مناسب برای تولید نانوذرات پلاتین روی نانولوله‌های تک‌جداره باید شامل دو مرحله باشد: جداکردن نانولوله‌های دسته‌ای شده به صورت نانولوله‌های منفرد و تولید نانوذرات پلاتین روی این نانولوله‌ها.

این محققان برای پراکنده‌کردن نانولوله‌های تک‌جداره در محلول آبی از مولکول‌های "ssDNA" استفاده کرده‌اند. آنها همچنین این مولکول‌ها را بعنوان قالب‌ها برای اتصال یون‌های پلاتین و تشکیل نانوذرات پلاتین روی این نانولوله‌ها بکار برده‌اند.

نتایج این تحقیق تحت عنوان "استفاده از "DNA" به‌عنوان قالب برای تولید نانوذرات Pt روی نانولوله های کربنی تک‌جداره" در مجله‌ی Nanotecnology منتشر شده‌است.

## تشخیص مقادیر اندک نقره با نانوموتور

پژوهشگران آمریکایی و آلمانی دریافته‌اند که سرعت «نانوموتورهای» سنتزی آنها تابعی از غلظت نقره در محیط اطراف است. این اکتشاف نشان می‌دهد که می‌توان از این نانوموتورها برای تشخیص مقادیر بسیار اندک نقره و مواد سمی دیگر در آب استفاده کرد. در حال حاضر برای انجام این کار تجهیزات بسیار بزرگی مورد نیاز است.

نانوموتورها ماشین‌های نانومقیاسی هستند که می‌توانند انرژی را به حرکت تبدیل کنند. مدتهای مدیدی تنها نانوموتورهای شناخته شده، زیستی بوده و یا از پروتئین‌ها ساخته شده بودند، اما در دهه اخیر دانشمندان توانسته‌اند نانوموتورهای سنتزی با فعالیت مشابه را تولید کنند.

نانوسیم‌های کاتالیستی که انتهای آنها از فلزات مختلفی همچون طلا و پلاتین ساخته شده‌اند، از انواع نانوموتورهای سنتزی هستند که مطالعه زیادی روی آنها صورت گرفته است. در یک سوخت پراکسید هیدروژنی، انتهای پلاتینی نانوسیم پراکسید را اکسید کرده و انتهای طلایی، آن را به آب احیا می‌کند؛

ترکیب این دو واکنش نانوسیم را به پیش می‌راند.

جوزف وانگ و همکارانش از دانشگاه کالیفرنیا در سن‌دیگو هنگام مطالعه نانوسیم‌های طلا–پلاتین در یک سل الکترولیز دریافتند که نقره می‌تواند بر این واکنش پیش‌رانی اثر بگذارد. به نظر می‌رسید که نانوسیم‌ها در نزدیکی الکترودی که در آن یون‌های نقره تولید می‌شدند، شتاب می‌گرفتند. این پژوهشگران در حضور ۱۱ یون فلزی مختلف و با استفاده از یک میکروسکوپ نوری، موقعیت نانوسیم‌ها را بررسی نمودند. جالب این بود که تنها حضور یون نقره موجب افزایش سرعت نانوسیم‌ها شده و بقیه یون‌ها سرعت حرکت آنها را کاهش دادند. به علاوه میزان افزایش سرعت، وابسته به غلظت یون‌های نقره بود.

تیم وانگ محتمل‌ترین توضیح برای این فرایند را این می‌داند که پراکسید هیدروژن به احیای یون‌های نقره کمک کرده و با ترسیب نقره تولید شده روی نانوسیم‌ها، توانایی کاتالیستی آنها بهبود می‌یابد.

الکس زتل یکی از محققان نانوموتورها در دانشگاه کالیفرنیا در برکلی فکر می‌کند این کار بسیار جالب است، زیرا نشان می‌دهد واکنش‌های شیمیایی موضعی می‌توانند حرکت قابل مشاهده یک شی را تغییر دهند. او می‌گوید: «این کار به طور کلی بسیار زیباست و به احتمال زیاد منجر به اکتشافات هیجان‌انگیز

دیگری در زمینه شیمی یون‌ها و پیشرانی نانوذرات خواهد شد».

یون‌های نقره سمی هستند و حضور آنها باید در منابع آب و فرایندهای صنعتی خاص کنترل شود، به ویژه اینکه استفاده از نانوذرات نقره به عنوان عوامل ضدباکتری در حال رشد است. روش‌هایی همچون طیف‌سنجی اتمی می‌توانند مقادیر بسیار کمی از نقره را تشخیص دهند، اما استفاده از این روش‌ها در این حوزه‌های کاربردی دشوار است. یک سامانه نانوموتوری می‌تواند یک جایگزین مناسب برای این روش‌ها باشد.

پایان