

نشریه علمی - خبری - تحلیلی

سال سوم - شماره پانزدهم - بهمن و اسفند ۱۳۸۶

## فضای نانو

مدیر مسئول: حسین صالحی وزیر  
Salehi.vaziri@gmail.com

سر دبیر: حسن علم خواه  
elmkhah@gmail.com

ناظران علمی نشریه: (به ترتیب حروف الفبا)  
دکتر حمیدرضا آقابزرگ، دانشیار پژوهشگاه صنعت نفت  
دکتر ابوالقاسم دولتی، دانشیار دانشکده مهندسی و علم مواد  
دانشگاه صنعتی شریف  
دکتر هاشم رفیعی تبار، استاد پژوهشگاه  
علوم نانو پژوهشگاه دانش‌های بنیادی  
مهندس علی محمد سلطانی، مدیر دبیرخانه ستاد  
ویژه توسعه فناوری نانو  
دکتر سید عباس شجاع الساداتی، استاد بیوتکنولوژی صنعتی  
بخش مهندسی شیمی دانشگاه تربیت مدرس

مدیر داخلی: الهه مستعانی  
مدیریت امور مشترکین و ارتباط با صنعت:  
علیرضا صاحبی، قادر اسدی ۰۹۱۹۱۱۳۱۶۲۰  
ویراستار ادبی: محمود شیخ

همکاران این شماره: (به ترتیب حروف الفبا)  
حجت اسماعیل پور، محسن بادامی، محبوبه تقوایی،  
سمیرا جستان، حامد حیدرقلی زاده، مریم خیری،  
مریم داداشی، آرمان رفیعی فر، بهناز سیداحمدی،  
محمد مهدی شاه جمالی، محمود علی اف خضرائی،  
ایمان فرح بخش، فرهاد فرزبان، مریم ملک دار،  
منصوره محبی، هدی کیهانفر، مهدیه کنگی،  
عبدالحسین موحدی، حسین مولا

طرح جلد: سید محمد هاشمی  
صفحه آرای: سمیرا کریمی - عقیق  
نظارت چاپ: عقیق ۴-۳-۸۸۹۳۲۴

کانون توسعه فناوری دانشگاه تربیت مدرس با همکاری:

- گروه نانو تکنولوژی بسیج علمی
- دانشکده فیزیک دانشگاه تبریز
- انجمن علمی نانو تکنولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری
- مرکز تحقیقات نانو دانشگاه اراک
- گروه نانو تکنولوژی دانشگاه صنعت نفت اهواز
- انجمن نانو تکنولوژی
- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
- کمیته نانو فناوری بسیج علمی شهید چمران
- انجمن علمی دانشجویی نانو تکنولوژی
- دانشکده مواد دانشگاه تهران
- انجمن علمی فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی کرج
- گروه نانو تکنولوژی دانشکده علوم
- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز
- گروه نانو تکنولوژی انجمن علمی دانشگاه الزهرا
- انجمن نانو دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان
- هسته نانو فناوری بسیج علمی دانشگاه سمنان
- دانشگاه صنعتی مالک اشتر

با حمایت:

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو  
شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران

نشانی دفتر نشریه:

بزرگراه جلال آل احمد - دانشگاه تربیت مدرس -  
دانشکده فنی - دفتر نشریه فضای نانو

تلفکس دبیرخانه: ۸۲۸۸۴۳۵۴

پست الکترونیکی: Faza.nano@gmail.com

### مقالات

- حمایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو از پایان نامه‌های دانشجویی ۲
- بررسی پایداری و عدم پایداری نانولوله‌های کربنی در محیط‌های کاربردی ۳
- بررسی عوامل مؤثر بر کیفیت لایه نانوالماس پوشش داده شده به روش CVD ۸
- نقش بنگاه‌های اقتصادی کوچک و متوسط در تقویت تجاری‌سازی فناوری نانو ۱۳
- بررسی و پیش‌بینی مدول یانگ در نانولوله‌های کربنی تک‌لایه با بکارگیری... ۱۹

### گزارش و مصاحبه

- گزارش بازدید گروه‌های دانشجویی از پژوهشگاه صنعت نفت ۲۷
- از دلایل موفقیت پژوهشگاه فناوری نانو شیراز وجود ارتباطات بین رشته‌ای... ۲۹
- گفتگو با مهندس یاسرعبدی ۳۳
- گفتگو با مهندس رحمان نیا ۳۸

### اخبار

- مهندسان دانشگاه پنسیلوانیا نانوپیت‌های کربنی کوچک‌تر از یک سلول ساختند که... ۴۱
- محققان تاریک‌ترین ماده مصنوعی را ساختند ۴۲
- حسگرهای نانوحفره‌ای، ذراتی با اندازه ویروس را شناسایی می‌کنند ۴۳
- استخوان را بشکن، سپس با نانولوله کربنی جوش بده ۴۴
- باکتری‌ها و نانوفیلترها؛ آینده فناوری آب پاک ۴۶
- محققان نانوسیم‌ها را آسان‌تر و سریع‌تر از قبل تولید کردند ۴۷
- ترانزیستورهای انعطاف‌پذیر و قابل چاپ نانولوله کربنی ۴۸
- دوام نانولیزرهای اکسید روی ۴۹
- طرح کلی ردیابی سلول‌های سرطانی به‌وسیله نانوذرات و ریزسیالات ۵۰
- نتیجه‌بخش بودن نظریه دینامیک سیالات در مقیاس نانومتر ۵۱
- کاربرد جدیدی از هولوگرافی ۵۲
- سومین همایش سراسری دانشجویی نانو در پژوهشگاه نانو دانشگاه شیراز برگزار شد ۵۴
- ایران مرکز فناوری نانو در جهان اسلام ۵۴
- برترین‌های فناوری نانو ایران در سال ۱۳۸۵ معرفی شدند ۵۵
- فراخوان مقاله برای اولین کنفرانس پتروشیمی ایران ۵۷
- همایش کشوری دانشجویی فناوری نانو در علوم بهداشتی ۵۷

### معرفی

- معرفی پایان نامه: تحلیل عوامل اجتماعی مؤثر بر توسعه فناوری نانو در ایران ۵۸
- معرفی پایان نامه: بررسی پوشش‌های ایجاد شده به روش نیتروکربوراسیون... ۵۹
- معرفی محصول: معرفی دو نوع پوشش نانویی ۶۰
- معرفی کتاب: Nanometer Structures theory, modeling, and simulation ۶۱
- معرفی سایت: www.Nanotoday.com ۶۲
- معرفی پتنت: روشی برای شناسایی سلول‌ها ۶۳

## حمایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو از پایان‌نامه‌های دانشجویی

حمایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو از پایان‌نامه‌های دانشجویی در راستای یک سیاست افقی صورت می‌گیرد. اگرچه این حمایت‌ها تاکنون مشکلات زیادی را از دانشجویان حل کرده است ولی توجه به چند نکته زیر می‌تواند مفید باشد.

۱- این حمایت‌ها بهتر است طوری باشد که صرفاً در جهت انجام پایان‌نامه صورت گیرد. ولی گاهی مشاهده می‌شود که دانشجو علاوه بر اینکه دارای بودجه از طرف دانشگاه است از این حمایت نیز استفاده می‌کند که به نوعی این حمایت در راستای پایان‌نامه شخص هزینه نمی‌شود.

۲- پرداخت حمایت‌ها به‌طور مستقیم به دانشجویان یا اساتید ممکن است، در جهت انجام کار پژوهش‌ها و تحقیقات در حوزه فناوری نانو صرف نشود. به نظر می‌رسد اگر حمایت‌ها به‌طور مستقیم به محل هزینه‌کرد آنها پرداخت شود، اثرگذاری بیشتری داشته باشد. پیشنهاد می‌شود، ستاد با در نظر گرفتن اعتباراتی برای هر آزمایشگاهی که خدمات مربوط به فناوری نانو را ارائه می‌کند، حمایت در نظر گرفته شده به‌طور مستقیم به آزمایشگاه مربوطه پرداخت گردد.

۳- در این چارچوب تغییر شیوه جهت تشویق خود پژوهشگران و دانشجویان و تقدیر از آنها می‌توان جشنواره برترین‌ها را به‌گونه‌ای گسترده‌تر برگزار کرد. به این صورت پژوهشگران نیز شور و شوق و پشتکار خود را جهت انجام تحقیقات برتر حفظ و تقویت می‌کنند.

میثم نوری

# بررسی پایداری و عدم پایداری نانولوله‌های کربنی در محیط‌های کاربردی

## چکیده

یکی از مهم‌ترین اهداف دانشمندان علوم نانو، به‌کارگیری نانولوله‌های کربنی در صنایع است. در این مقاله با به‌کارگیری نانولوله‌های کربنی در محیط‌های اسیدی و قرار دادن آنها تحت نیروی گریز از مرکز، میزان پایداری این ماده در محیط کاربردی سنجیده خواهد شد. نتایج به‌دست آمده مؤید این موضوع است که نانولوله‌های کربنی را نمی‌توان به‌تنهایی در محیط کاربردی استفاده نمود؛ زیرا در شرایط نامناسب، شکل ظاهری و خواص نانویی آنها تغییر می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** نانولوله‌های کربنی، پایداری نانولوله‌ها، اثر محیط کاربردی

## ۱- مقدمه

از سال ۱۹۸۰ که برای اولین بار اسمالی<sup>۱</sup> و همکارانش مقدمات شناخت ساختمان C<sub>60</sub> را فراهم کردند تا کشف نانولوله‌های کربنی در سال ۱۹۹۱ به‌وسیله ایجیما<sup>۲</sup> تاکنون، دانشمندان در مورد شناخت خواص و انواع روش‌های تولید نانولوله‌های کربنی، مطالب نظری زیادی بیان کرده‌اند [۱-۴]. اما هنوز هم استفاده صنعتی از این مواد آغاز نشده و در این مورد مطالب علمی چندانی وجود ندارد. موانع بزرگی جهت استفاده صنعتی از نانولوله‌های کربنی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به تولید نانولوله‌های کربنی در مقیاس‌های آزمایشگاهی با صرف وقت و هزینه بسیار و در نتیجه قیمت تمام‌شده بالا اشاره کرد، شایان ذکر است که

گردآورندگان:

کیوان میرزایی فشالمی<sup>۱</sup>

محمد شاهمیری<sup>۲</sup>

زهرا صادقیان<sup>۳</sup>

۱. کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد و متالورژی، دانشگاه علم و صنعت ایران

Keyvan\_feshalame@yahoo.com

۲. عضو هیئت علمی دانشگاه علم

و صنعت ایران،

Mshahmere@iust.ac.ir

۳. عضو هیئت علمی پژوهشگاه

صنعت نفت،

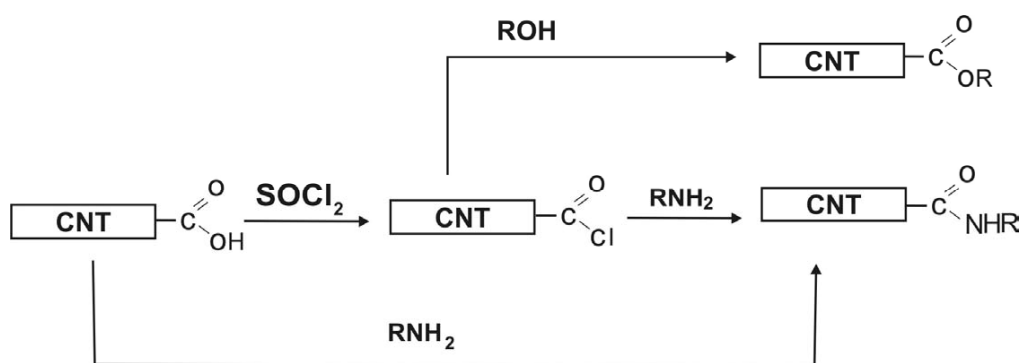
Z\_sadeghian70@yahoo.com

ریخته شد سپس برای مدت سه ساعت در دستگاه اولتراسونیک تحت تأثیر نیروی صوتی قرار گرفت. بدین ترتیب نانولوله‌های کربنی در محیط اسیدی پراکنده و عامل‌های ظرفیت‌دار روی سطح آن تشکیل گردید (شکل ۱). در مرحله اول، دستگاه سانتریفوژ با دور ۴۵۰۰ Rpm نتوانست آنها را ته‌نشین نماید، اما پس از افزودن آب مقطر به مخلوط، نانولوله‌های پراکنده، رسوب کرد. در مرحله دوم بدون انجام سانتریفوژ و فقط با افزودن آب مقطر، نانولوله‌های پراکنده در محیط اسیدی رسوب داد و از پودر حاصل از هر دو مرحله، SEM گرفته شد.

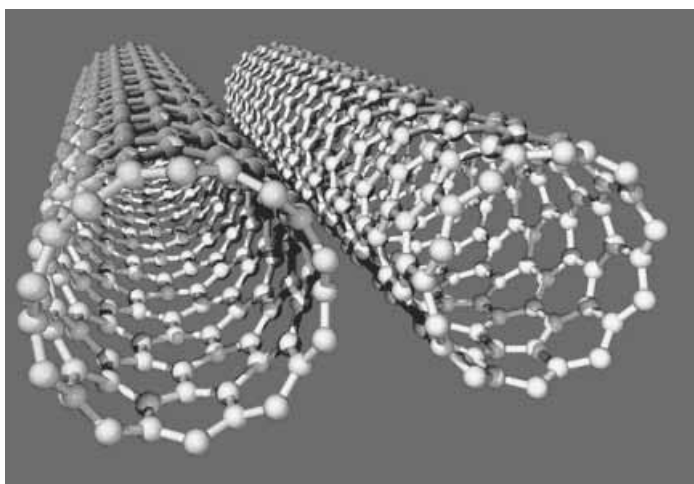
## ۲- روش‌های جداسازی نانولوله‌های کربنی از محیط اسیدی

پس از فعال‌سازی نانولوله‌های کربنی در محیط اسید قوی و تحت تأثیر موج فراصوت [۳]، نانولوله‌ها در مخلوط اسیدی پراکنده شده و با گذشت زمان نیز ته‌نشین نخواهند شد، زیرا میان یون‌های موجود در محیط اسیدی و عامل‌های ایجاد شده بر روی سطوح نانولوله‌ها پیوندی برقرار می‌شود که مانع جدا شدن نانولوله‌های پراکنده از یون‌های موجود در محیط

تولید صنعتی این ماده به میزان فراوان و قیمت پایین، عملی نگردیده است، همچنین تمایل به ایجاد پیوند میان نانولوله‌ها و سایر مواد به خاطر ساختار بسته و کامل آن کم است، از طرف دیگر خواص خارق‌العاده و شکل ظاهری آن در هنگام استفاده صنعتی و تحت تأثیر شرایط محیط و در مواجهه با ابزارهای مورد استفاده تغییر می‌کند [۳، ۶ و ۵]. تلاش‌های زیادی در مورد چگونگی استفاده صنعتی از نانولوله‌ها صورت گرفته است. تاکنون در مورد اندازه‌گیری انرژی پیوند میان لایه‌های مختلف نانولوله‌های کربنی، فعال‌سازی و آماده نمودن آن برای شرکت در واکنش‌ها، لایه‌نشانی روی آنها با  $\text{SiO}_2$  و  $\text{SnO}_2$ ، پوشش‌دهی آنها به وسیله عناصر فلزی مانند Pd, Au, Fe, Al و غیره به روش CVD، استفاده از نانولوله‌ها در کامپوزیت‌های زمینه‌فلزی، سرامیکی و پلیمری به‌عنوان تقویت‌کننده، استفاده از این مواد در مخازن نگهدارنده هیدروژن، به‌کارگیری آنها در صنایع الکترونیک از قبیل نانوحسگرها، قطعات الکترونیکی هوشمند و ترانزیستورها، تحقیقات مختلفی انجام شده است [۳ و ۱۳-۷]. برای عامل‌دار کردن نانولوله‌ها ابتدا نانولوله‌های کربنی در داخل محلول اسید غلیظ



شکل ۱- شماتیک تشکیل عامل‌های ظرفیتی مختلف روی سطوح نانولوله‌های کربنی [۳]



اسیدی می‌شود. برای جدا کردن نانولوله‌های پراکنده در اسید از دو روش زیر استفاده می‌شود. این آزمایش‌ها اثرات مختلفی روی نانولوله‌ها می‌گذارند که در این مقاله به تحلیل آنها پرداخته خواهد شد.

#### ۱-۲- جدا کردن پودر نانولوله‌های کربنی فعال و پراکنده شده در محیط اسیدی به وسیله سانتریفوژ

پس از فعال‌سازی نانولوله‌های کربنی، لازم است این مواد از مخلوط اسیدی جدا شوند تا نانولوله‌های کربنی فعال شده به صورت پودر به دست آیند و در مراحل بعدی، سطح پودرهای حاصل پوشش داده شود. از آنجایی که پودر CNTs کاملاً در محیط اسیدی پراکنده شده و ته‌نشین نمی‌شود، از سانتریفوژ با دور ۴۵۰۰Rpm برای جدا کردن پودر استفاده شد. پس از سانتریفوژ و نگهداری ماده به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط، با افزودن آب مقطر به محلول، پودرهای پراکنده شده در داخل ظرف آزمایش ته‌نشین گردید، زیرا وجود آب مقطر سبب کاهش غلظت یون اسید شد، در نتیجه پیوند میان نانولوله‌های کربنی و یون‌های اسیدی کاهش یافت و نانولوله‌های کربنی در ظرف آزمایش ته‌نشین شد.

#### ۲-۲- جدا کردن پودرهای فعال شده بدون سانتریفوژ

با توجه به این نکته که افزودن آب مقطر و کاهش غلظت اسید، پودر حل شده را ته‌نشین می‌کند، غلظت اسید قبل از انجام سانتریفوژ به وسیله افزودن آب مقطر کاهش داده شد. بدین ترتیب، با شکسته شدن پیوند میان محیط اسیدی و سطوح عامل‌دار نانولوله‌های کربنی، نانولوله‌های پراکنده شده بدون انجام عمل سانتریفوژ ته‌نشین شد.

#### ۳- به دست آوردن پودرهای فعال شده

برای به دست آوردن پودرهای ته‌نشین شده، این مواد را از کاغذ صافی عبور داده و پودر موجود در کاغذ

صافی در چند مرحله توسط آب مقطر شستشو داده شد تا در محیط به حدود هفت برسد. بعد از این مرحله، کاغذ صافی داخل یک بشر شستشو شد و مخلوط حاصل برای خشک شدن، به مدت ۲۴ ساعت و در دمای محیط درون شیشه ساعت قرار گرفت. بدین ترتیب، پودر نانولوله‌های کربنی فعال شده حاصل شد.

#### ۴- تصویربرداری SEM از مراحل گوناگون فعال‌سازی

برای بررسی و مقایسه ساختار نانولوله‌های کربنی قبل و بعد از فعال شدن، از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) استفاده شد. برای انجام این بررسی، میکروسکوپ موجود در پژوهشگاه صنعت نفت بکار گرفته شد. شکل ۲، تصویر نانولوله‌های کربنی قبل از هرگونه فراوری را نشان می‌دهد. در صورتی که جدا کردن پودر مخلوط شده از محیط اسیدی بدون استفاده از سانتریفوژ باشد، شکل ظاهری نانولوله‌ها و خواص آنها حفظ می‌شود. البته از انبوه جنگل نانویی تا حدودی کاسته شده است (شکل ۳). اما چنانچه جداسازی نانولوله‌های فعال شده از محیط اسیدی، با سانتریفوژ انجام شود، نانولوله‌ها شکسته شده و به شکل کره‌های کوچک و بزرگ کنار یکدیگر قرار می‌گیرند (شکل ۴).

### ۵- بحث و بررسی و تحلیل نتایج آزمایش‌ها

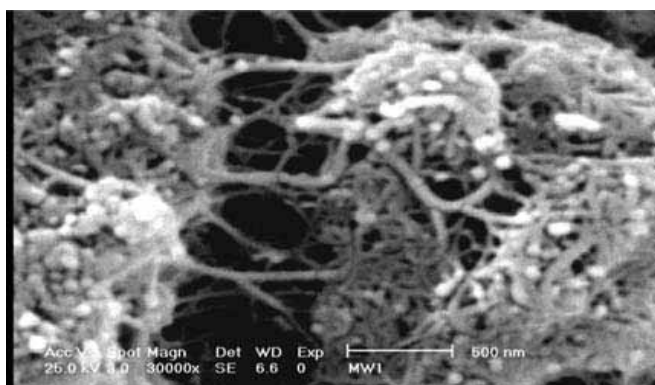
۵-۱- علت پراکنده شدن نانولوله‌های کربنی درون مخلوط

در حضور اسید قوی و نیروی التراسونیک تعدادی از پیوندهای موجود روی سطح نانولوله‌ها شکسته شد و عامل‌های ظرفیت‌دار موجود در محیط اسیدی مانند کربوکسیل اسیدها ( $\text{COOH}$ —)، هیدروکسیدها ( $\text{OH}$ —) جانشین آنها گردید (شکل ۲). پیوند میان این عامل‌ها و یون‌های اسیدی محیط، موجب پراکنده شدن نانولوله‌های کربنی درون مخلوط شد که با گذشت زمان نیز ته‌نشین نشد.

۵-۲- تحلیل اثر سانتریفوژ برای جداسازی و علت ته‌نشین شدن نانولوله‌های فعال‌شده پس از کاهش غلظت اسید

بر اساس این تحلیل، ابتدا میان یون‌های اسیدی و گروه‌های کربوکسیل موجود بر سطح نانولوله‌ها، پیوند ایجاد شده که کاهش غلظت اسید این پیوندها را هر لحظه سست‌تر می‌کند؛ در نتیجه حلالیت نانولوله‌های پراکنده در مخلوط کاهش یافته و باعث ته‌نشین شدن تدریجی آنها خواهد شد. در صورت عدم کاهش غلظت اسید به‌خاطر وجود پیوند بین عامل اسیدی و گروه کربوکسیل موجود در سطح نانولوله‌ها، آنها به‌وسیله سانتریفوژ ته‌نشین نخواهند شد.

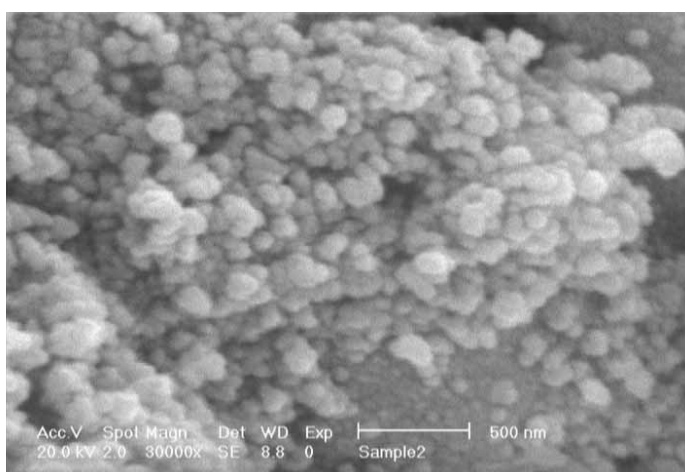
۵-۳- تأثیر سانتریفوژ روی نانولوله‌های کربنی برای حفظ ساختار نانولوله‌ها، هنگام جدا کردن آنها از محلول، از سانتریفوژ استفاده نمی‌شود و پودر موجود در مخلوط به‌وسیله کاهش غلظت اسید رسوب می‌دهد. در این حالت نانولوله‌های کربنی، شکل ظاهری خود را حفظ می‌کنند. همان‌گونه که در شکل‌های ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، نانولوله‌های کربنی در هنگام سانتریفوژ، تحت تأثیر نیروی گریز از



شکل ۲- نانولوله‌های کربنی مورد استفاده قبل از هرگونه فراوری



شکل ۳- تصویر SEM پس از فعال‌سازی نانولوله‌های کربنی و جدا کردن پودر بدون استفاده از سانتریفوژ



شکل ۴- تصویر SEM پس از فعال‌سازی نانولوله‌های کربنی و جدا کردن پودر با استفاده از سانتریفوژ

مرکز به راحتی شکسته شده و حالت لوله‌ای خود را از دست می‌دهند. در حالت کلی می‌توان گفت در محیط اسیدی هر نیروی ثانوی مانند سانتریفوژ، موج فراصوت، دما و غیره موجب می‌شود که نانولوله‌ها، حالت لوله‌ای خود را از دست بدهند [۳].

۲- برای جدا کردن پودرهای نانولوله‌های کربن پراکنده در مخلوط با افزودن آب مقطر، غلظت اسید کاهش می‌یابد و پودر داخل ظرف رسوب می‌دهد.

۳- برای جدا کردن پودرهای معلق در مخلوط از سانتریفوژ استفاده نمی‌شود؛ زیرا باعث شکسته شدن نانولوله‌ها خواهد شد.

۶- نتیجه‌گیری

۱- اندازه نانولوله‌های کربنی باعث می‌شود استفاده از آنها در صنایع، محدود گردد.

۴- خواص نانولوله‌های کربنی تحت تأثیر شرایط محیط‌های کاربردی می‌تواند تغییر نماید.

#### ۷- منابع

- [1]. Erik T. Thostenson et al, "Advances in the science and technology of carbon nanotubes and their composites", *Composites Science and Technology*, No. 61, pp. 1899-1912, (2001).
- [2]. Valentin N. Popov, "Carbon nanotubes: Properties and application", *Materials Science and Engineering*, No. R 43, pp. 61-102, (2004).
- [3]. S. Niyoglu et al, "Chemistry of single-walled carbon nanotubes", *Acc. Chem. Res.*, pp. 1105-1113, (2002).
- [4]. P. Vincent et al, "Inclusion of carbon nanotubes in a TiO<sub>2</sub> sol-gel matrix", *Jornal of nao-crystalline solids*, No. 311, pp. 130-137, (2002).
- [5]. S. Reich, C.Thomsen, J. Maultzch, "carbon nanotubes basic concepts and physical properties", *Wiley-vch verlay GmbH & Co. KgaA*, (2004).
- [6]. M. meyyappan, "Carbon nanotubes science and application" , *CRC Press*, (2005).
- [7]. Sishen Xie et al, "Carbon nanotube arrays", *Materials Science and Engineering*, No. A286, pp.11-5, (2000).
- [8]. Wei-Qing han and A. Zettl, "Coating singel walled carbon nanotubes with Tin Oxide", *nanoletters*, 3, No. 5, pp. 681-683, (2003).
- [9]. Yuyang Liu et al, "carbon nanotube seeded sol- gel synthesis of silica nano particle assemblies", *letters to the Editor/carbon*, No. 44, pp. 158-193, (2006).
- [10]. Y. Znang and Hongjie Dai, "Formation of metal nanowires on suspended singel-walled carbon nanotubes", *Applied physics letters*, 77, No. 19, pp. 236 -345, (2000).
- [11]. Jihua Gou et al, "Cputational and experimental study of interfacial bonding of single- walled nanotube reinforced composites", *Compuational Materials Science*, No. 31, pp. 225-236, (2004).
- [12]. Raymond L. D. whit by et al, "multiwalled carbon nanotubes carbon with Tungsten Disulfide" , *Chem. mater*, No. 14, pp. 2209-2217, (2002).
- [13]. Kin et al, "The revolutionary ceratin of new advanced materials - carbon nanotube composites", *Composites part B: engineering*, pp. 263-277, (2002).

#### پانویس

1. Smalley
2. Ijima

# بررسی عوامل مؤثر بر کیفیت لایه نانوالماس پوشش داده شده به روش CVD

مترجم:

سعید برجی<sup>۱</sup>

نرگس قبادی<sup>۲</sup>

## چکیده

امروزه یکی از زمینه‌های رشد و گسترش کاربردهای پوشش نانوالماس، شامل پوشش نانوالماس بر روی زیرلایه‌هایی از جنس سیلیکون، نیکل و یا فولاد است. با ایجاد این پوشش‌ها می‌توان خواص مکانیکی، پایداری شیمیایی و رسانایی الکتریکی سطوح را بهبود بخشید؛ بنابراین یکی از نکات مهم در ایجاد نانولایه با خواص مکانیکی، شیمیایی و الکتریکی بالا رعایت شرایط بهینه برای رشد نانولایه‌ای مناسب است. در این مقاله به بررسی تأثیر عوامل مؤثر در ایجاد لایه‌ای با خواص بهینه توسط روش CVD<sup>۱</sup> پرداخته می‌شود.

کلیدواژه‌ها: پوشش نانوالماس، روش CVD.

## ۱- مقدمه

بر اساس مطالعات، بررسی‌ها و پژوهش‌های به عمل آمده این مسئله به‌خوبی روشن است که نانوالماس ماده‌ای با سختی مکانیکی و پایداری شیمیایی بالا است. همه این خواص مطلوب و برجسته، بحث پوشش‌دهی نانوتیپ‌های<sup>۲</sup> الماس و نانولوله‌های الماس را در کاربردهای مکانیکی، حرارتی و الکتریکی جذاب‌تر ساخته و بر اهمیت این موضوع افزوده است [۱].

به همین علت محققان به فکر افتادند تا روش‌هایی را برای ایجاد و پوشش‌دهی لایه‌های شامل نانوتیپ‌های الماس یا نانولوله‌های الماس بر روی سطوح ابداع نمایند. کاربرد این لایه‌ها در صنایعی نظیر صنایع شیمیایی- مکانیکی و یا الکترونیکی، موجب گردید که نیاز به ایجاد سختی مکانیکی، پایداری شیمیایی و خواص نشر

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی

مالک اشتر

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته

مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی

مالک اشتر

breechworld@yahoo.com

الکترونی بیشتر احساس شود و به دلیل با اهمیت بودن موارد کاربردشان، این خواص بهبود یابد.

نهایتاً بررسی‌ها و آزمایش‌ها نشان داد که یکی از روش‌هایی که با استفاده از آن می‌توان چنین لایه‌هایی را بر روی سطوح ایجاد نمود، روش CVD است [۲].

رشد ذرات الماس بر روی سطوح را برای اولین بار اورسول<sup>۲</sup> در سال‌های ۱۹۵۳-۱۹۵۲ انجام داد [۲]. وی با استفاده از مخلوط گازی  $H_2$ ,  $CH_4$  و به‌کارگیری روش CVD، همچنین بهره‌گیری از فیلمان حرارتی توانست فیلم نازکی شامل بلورهای نانوالماس را بر روی زیرلایه‌ای از الماس رشد دهد. پس از گذشت سال‌ها دریاگین<sup>۴</sup> در سال ۱۹۷۶ و اسپیتسی<sup>۵</sup> در سال ۱۹۸۱، با استفاده از همین روش فیلم نانوالماس را بر روی زیرلایه‌ای غیر از جنس الماس پوشش دادند [۲]. همه این تلاش‌ها برای این بود که با استفاده از این نانولایه‌های کربن شامل نانوالماس و لتاز<sup>۶</sup> مورد نیاز ساطع‌کننده‌های میدانی به میزان قابل توجهی کاهش یابد (تا حدود ۲۰۰ ولت) و خلأ<sup>۶</sup> مورد نیاز نیز به  $10^{-6}$  torr برسد. به این نکته نیز باید توجه نمود که همه مشخصات و ویژگی‌های نشری نانوساختارهای الماس مربوط به اوربیتال‌های هیبریدی  $sp^3$  آن است. در واقع توزیع بسیار همگن هسته‌های الماس استفاده شده در این لایه‌ها یکنواختی مورد نیاز در خواص نشری را تأمین می‌نماید [۲].

به این ترتیب از این فناوری جدید می‌توان در ساخت انواع جدید نمایشگر مسطح با قدرت تفکیک بسیار بالا و سطح بسیار بزرگ، مولد الکترونی میکروسکوپ‌های الکترونی با قدرت تفکیک بالا و لوله‌های اشعه x کوچک استفاده نمود [۳ و ۴]. در سیستم‌ها و تجهیزات میکروالکترونیکی نیز از پوشش نانوالماس به روش CVD، به‌عنوان کاتد سرد<sup>۶</sup> استفاده می‌شود [۴]. بنابراین با پی بردن به کاربردها و اهمیت زیاد روش CVD و نانولایه ایجادشده، ابتدا

شرح مختصری از فرایند داده شده و در ادامه شرایطی که می‌تواند بر بهبود و یا افت کیفیت نانولایه الماس ایجادشده مؤثر باشد، بیان می‌گردد.

۲- فرایند ایجاد نانولایه الماس به روش CVD به‌طور کلی تعریفی که از فرایند CVD ارائه می‌شود، عبارت است از: یکی از روش‌های تولید نانولایه‌که طی آن فاز بخار در اثر انجام فرایندهای واکنش شیمیایی؛ چون پیرولیز، کاهش، اکسایش و یا نیتراسیون تشکیل گردیده‌است و در ادامه این فاز پس از ته‌نشینی، به‌صورت یک لایه نازک بر روی زیرلایه‌ای جامد رسوب می‌نماید [۵].

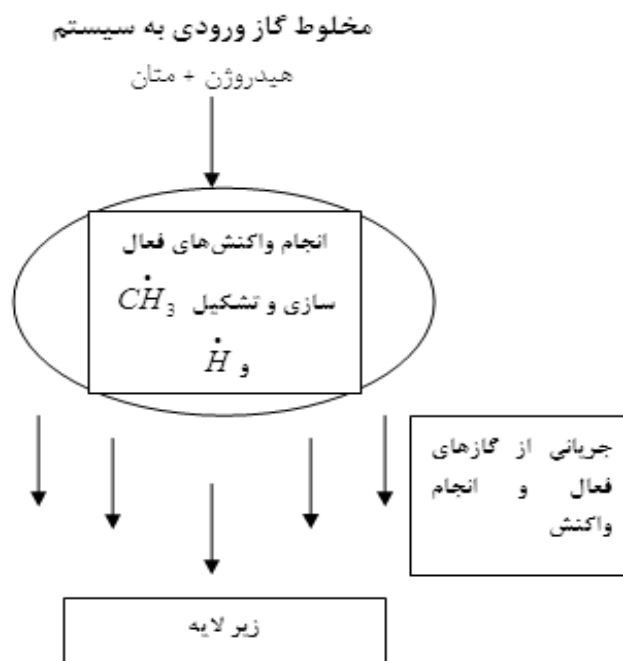
ابتدا مخلوط گازی متان و هیدروژن با فشار به درون رآکتور هدایت می‌گردد و در ادامه این مخلوط گازی طی انجام یک سری واکنش‌های کاهش شیمیایی به‌صورت رادیکال‌های  $CH_3$  و  $H$ ، درآمده و بر روی سطح زیرلایه قرار می‌گیرند. به این ترتیب ذرات ته‌نشین‌شده بر روی زیرلایه، با توجه به اینکه رادیکال‌های  $CH_3$  از نظر شیمیایی بسیار فعال هستند، وظیفه جذب و برقراری واکنش با ذرات کربنی (الماس) و ترکیبات غیر الماس را دارند و بسیاری از مواد اعم از کربن‌های با ساختار الماس و غیر الماس را جذب زیرلایه می‌کنند. در این میان رادیکال‌های هیدروژن از طریق واکنش دادن با ترکیبات غیر الماس ناخالصی‌ها را از روی زیرلایه حذف می‌نمایند. در شکل ۱ و واکنش‌های ۱ و ۲ به ترتیب چگونگی انجام فرایند CVD و واکنش‌های فعال‌سازی دیده می‌شود [۲].



این واکنش‌ها با استفاده از یک فیلمان حرارتی یا قرار گرفتن در یک محیط پلاسما آغاز می‌گردند و نهایتاً

کربن‌های گرافیتی هستند باعث خارج شدن عامل مزاحم گرافیت در مقابل رشد بلورهای الماس می‌گردد.

اما به‌رغم نقش کلیدی هیدروژن در تولید فیلم الماس، پس از تشکیل فیلم به هیچ وجه نباید اثری از هیدروژن وجود داشته باشد، زیرا هیدروژن باقی‌مانده می‌تواند آثار مخربی را بر روی خواص هدایت الکتریکی الماس داشته باشد. باید در نظر داشت که هیدروژن همواره به‌عنوان عاملی مخرب در نیمه‌هادی‌ها مطرح می‌گردد؛ لذا باید از باقی‌ماندن آن در لایه تشکیل‌شده نانوالمسی که در کاربردهای الکترونیکی از آن استفاده می‌گردد، جلوگیری شود [۶].



شکل ۱- چگونه انجام فرایند CVD [۲].

### ۳- عوامل مؤثر بر کیفیت نانولایه الماس [۲، ۵، ۶]

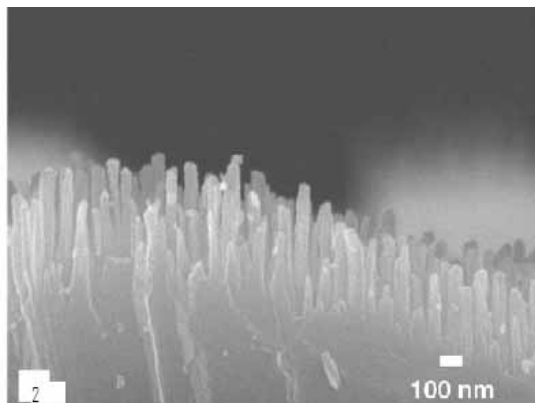
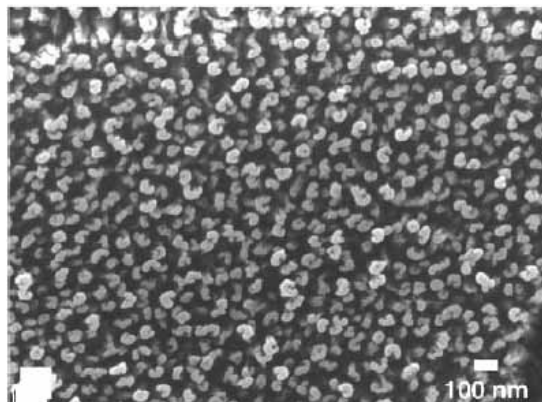
یکی از انواع لایه‌های نانوالماس که به روش CVD ایجاد می‌گردند لایه‌ای است شامل بلورهای نوکتیز نانوالماس که اصطلاحاً به آنها نانوتیپ‌های الماس گفته می‌شوند. نانوتیپ‌ها معمولاً به سه شکل: نانوتیپ‌های C شکل، مخروطی شکل و میله‌ای شکل دیده می‌شوند. اینکه ذرات تشکیل‌دهنده لایه‌های حاوی نانوتیپ‌های ایجادشده به روش CVD، چه شکلی دارد بسیار با اهمیت است؛ زیرا با تغییر شکل آنها بسیاری از خواص و ویژگی‌های پوششی آنها فرق خواهد کرد. شکل ذرات به عوامل زیادی در فرایند وابسته است، برخی از مهم‌ترین این عوامل عبارتند از:

- (۱) دمای زیرلایه؛
- (۲) ولتاژ بایاس مورد استفاده برای شروع فرایند CVD؛
- (۳) جنس زیرلایه استفاده شده برای پوشش‌دهی؛
- (۴) غلظت گاز هیدروژن به‌کاررفته در مخلوط گازی مورد استفاده در فرایند CVD.

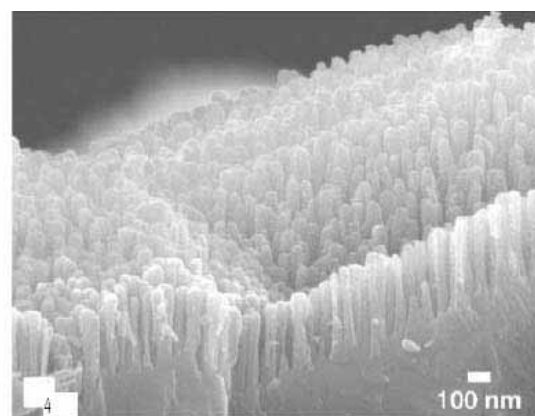
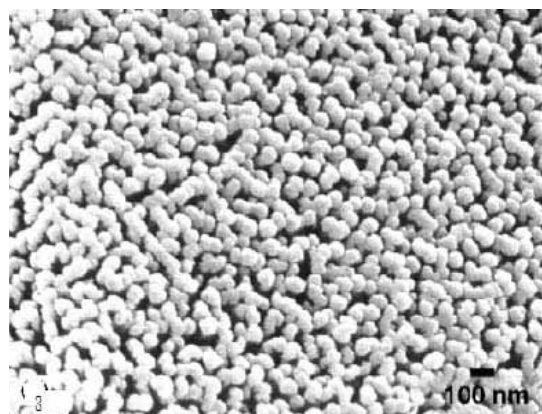
فیلم پیوسته‌ای از نانوالماس بر روی زیرلایه جامد شکل می‌گیرد [۲۶]. واکنش کنترل‌کننده این سیستم با توجه به کند بودن واکنش متان، مربوط به واکنش‌های متان است.

غلظت کلی هیدروکربن نیز در سیستم کم بوده و بیشترین حجم گازی هم به هیدروژن اختصاص دارد. واکنش  $H_2 \rightarrow 2H$  (تولید رادیکال هیدروژن) سریع‌ترین واکنش سیستم است و H اصلی‌ترین عنصر شیمیایی سیستم را تشکیل می‌دهد. پس یکی از شاخص‌های فرایندی کلیدی و مؤثر بر کارایی فرایند و کیفیت فیلم تشکیل‌شده، غلظت هیدروژن موجود در سیستم است؛ زیرا هیدروژن نقش اساسی را در این فرایند ایفا می‌نماید [۲]. به‌طور کلی اتم‌های هیدروژن در فرایند CVD دو نقش عمده را ایفا می‌نمایند:

- (۱) از طریق ترکیب با اتم‌های کربن ناپایدار، آنها را از بین برده، به رشد سریع‌تر لایه الماس کمک می‌کند.
- (۲) با توجه به اینکه بخشی از این ترکیبات جذب‌شده،



شکل ۲- سمت چپ: تصویر از بالای نانوتیپ‌های رشد داده شده C شکل با دمای زیرلایه ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد؛ سمت راست: تصویر از کنار نانوتیپ‌های رشد داده شده C شکل با دمای زیرلایه ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد [۷]



شکل ۳- سمت چپ: تصویر از بالای نانوتیپ‌های رشد داده شده میله‌ای شکل با دمای زیرلایه ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد؛ سمت راست: تصویر از کنار نانوتیپ‌های رشد داده شده میله‌ای شکل با دمای زیرلایه ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد [۷]

۴- اثر دما و ولتاژ زیرلایه بر روی لایه‌نشانی نانوتیپ‌الماس به روش CVD آزمایش انجام گرفته بر روی یک لایه از جنس الماس/سیلیسیوم، نشان می‌دهد که وقتی ولتاژ بایاس از ۲۵۰- ولت به ۱۵۰- ولت کاهش می‌یابد، نانوتیپ‌های C شکلی که در ابتدا تشکیل شده بودند، کم کم از بین رفته، جای خود را به نانوتیپ‌های مخروطی شکل می‌دهند. این در حالی است که نانوتیپ‌های C شکل از نظر خواص الکتریکی و مکانیکی، نسبت به نانوتیپ‌های مخروطی شکل از کیفیت بهتری برخوردارند، بنابراین کاهش ولتاژ بایاس تأثیر نامطلوبی بر روی کیفیت فیلم نانوالماسی دارد که بر روی

زیرلایه الماس Si رشد داده شده است. علت نامطلوب بودن مخروطی‌ها کاهش شدید چگالی هسته آنهاست و اینکه دیگر نمی‌توانند برای مدت طولانی پوشش یکنواختی از نانوالماس را بر روی زیرلایه فوق ایجاد نمایند.

عامل دوم مؤثر بر کیفیت لایه ایجاد شده، دمای زیرلایه است؛ مشاهده شده که با افزایش دمای زیرلایه از ۱۲۵°C به ۲۰۰°C، نانوتیپ‌های C شکل جای خود را به نانوتیپ‌های میله‌ای شکل می‌دهند. در شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب نانوتیپ‌های C شکل و میله‌ای از بالا و کنار دیده می‌شوند. خواص و ویژگی‌های این نانوتیپ‌های میله‌ای به مراتب بهتر از نانوتیپ‌های C شکل است؛ بنابراین افزایش دمای

زیرلایه تأثیر مثبتی در بهبود کیفیت نانوتیپ‌ها خواهد داشت.

۵- تأثیر جنس زیرلایه بر روی کیفیت لایه نانوتیپ الماسی به روش CVD

معمولاً در بررسی روش‌های تولید نانولایه الماس به روش CVD، از زیرلایه‌هایی چون الماس، الماس/نیکل الماس-سیلیسم یا فولاد استفاده می‌شود. علت استفاده از این دست ترکیبات این است که زیرلایه مورد استفاده باید طوری باشد که به پایداری اوربیتال‌های کربن‌های الماسی کمک کند، تا از این طریق کیفیت لایه نانوالماس ایجاد شده را بهبود بخشد؛ بنابراین از زیرلایه‌هایی نظیر آهن

نمی‌توان برای ایجاد لایه نانوماس استفاده نمود. هیدروژن به سیستم و افزایش غلظت آن، نانولایه زیر آهن دارای خاصیت کاتالیزوری است؛ همین خاصیت موجب می‌شود که اوربیتال‌های پیوندی گرافیت، نسبت به اوربیتال‌های کربن الماس پایدارتر گردند و به این ترتیب با ایجاد گرافیت در لایه الماس از کیفیت و خواص آن کاسته شود [۷ و ۱].

#### ۷- نتیجه‌گیری

از بحث‌های صورت گرفته در این مقاله می‌توان به چهار نتیجه‌گیری کلی در ارتباط با راه‌های بهبود کیفیت نانولایه‌های شامل الماس دست یافت که عبارتند از: ۱- گاز هیدروژن با غلظتی نسبتاً بالا در میان گازهای ورودی به رآکتور وجود داشته باشد؛ ۲- ولتاژ بیاس مورد استفاده برای آغازگری انجام فرایند CVD بالا بوده و در حین فرایند کاهش ولتاژ نداشته باشیم؛ ۳- دمای زیرلایه بالا و حدود ۲۰۰-۳۰۰ درجه سانتی‌گراد باشد؛ ۴- جنس زیرلایه از موادی نظیر نیکل الماس/نیکل یا فولاد باشد (موادی که به پایداری اوربیتال‌های هیبریدی الماس کمک کرده و حداکثر از فلزاتی نظیر آهن که دارای خاصیت کاتالیزیستی است و موجب ناپایداری اوربیتال‌های الماس می‌گردد جلوگیری شود) [۲ و ۶-۹].

#### ۶- غلظت گاز هیدروژن به‌کاررفته در مخلوط گازی مورد

در مقاله ارائه شده توسط چن و سان [۷] چگونگی و خواص لایه نانوماس ایجادشده در دو حالت مورد بررسی قرار گرفته است. در آزمایش اول هنگامی که مخلوط گازی مورد استفاده در فرایند CVD شامل گازهای متان و آرگون بود، مشاهده شد که لایه ایجادشده شامل بلورهایی با اندازه ذرات یک میکرون است. این در حالی است که در آزمایش‌های دسته دوم علاوه بر مخلوط قبلی ۵ تا ۱۰ درصد جرمی از جریان گازی به هیدروژن اختصاص یافت و مشاهده شد که اندازه ذرات لایه نانوماس به ده تا صد نانومتر رسید؛ به این ترتیب با اضافه نمودن

#### ۵- منابع

- [1]. Ya Ko chih, "The growth of nano-scale diamond tips on diamond/Si", Journal of Crystalgrowth, 283.pp. 367-372, (2005).
- [2]. Xiangwei Zhu, "CVD polycrystalline diamond (poly-c) thin film technology for Mems packaging ", P.H.D Thesis, Michgan State University, (2006).
- [3]. John Harvie, " Diamond films and methods of making diamond films ", U.S.P, 0258918, (2004).
- [4]. Alexander Tursonovich, "CVD method for forming diamond films", U.S.P, 6042900, (2000).
- [5]. David Hughes, "vocabulary nanoparticles", British standards, first edition, (2005).
- [6]. K.Somogyi, "The effect of vacuum heat treatment on the diamond surface conduction", Journal of vacuum, vol 80, pp. 213-217, (2005).
- [7]. Z.Sun, J.S.Chen, " Phase transformation of diamond films during electron field emission ", Journal of applied surface science, 173, pp. 282-289, (2001).
- [8]. Cheng-Tzu Kuo, " Method of selective growth of carbon nano-structures on Silicin substrates", U.S.P, 0142560, (2004).
- [9]. Ya-Ko chih, " Vertical aligned nano-scale diamond structure and process for fabricating the same", U.S.P, 0104885, (2006).

#### پانویس

1. Chemical vapor deposition
2. Nanotips
3. Eversole
4. Deryagine
5. Spitsy
6. Cold cothod
7. Chen & Sun

# نقش بنگاه‌های اقتصادی کوچک و متوسط در تقویت تجاری‌سازی فناوری نانو

مترجم:  
قادر اسدی<sup>۱</sup>

## چکیده

در این مقاله اهمیت حضور بنگاه‌های اقتصادی در آلمان و نقش آنها در برقراری ارتباط بین ایده‌پردازان و شرکت‌های تولیدی بیان شده است. یکی از شرکت‌های آلمانی به نام شرکت GXC<sup>۱</sup> از حمایت و کمک بنگاه‌های اقتصادی و ایده‌پردازان استفاده نموده است. این شرکت در صنعت خودرو از فناوری نانو بهره گرفته و تاکنون نیز موفق بوده است. در انتها سه پیشنهاد از این شرکت برای موفقیت تجاری بیان شده و برای هر یک نیز مطالعه‌های موردی مطرح می‌گردد.

**کلیدواژه‌ها:** بنگاه‌های اقتصادی، ایده‌پردازان، شرکت‌ها، فناوری نانو، شرکت GXC، تجارت، R&D.

## ۱- مقدمه

شرکت GXC از پوشش‌های ضد مه تولید شده با فناوری نانو، روی سطح داخلی چراغ‌های اصلی (جلو) خودروها و چراغ‌های مه‌شکن استفاده می‌کند تا از ایجاد بخار بر روی شیشه جلوگیری کند. این شرکت در سال ۲۰۰۰ به وسیله ایده‌پردازان در حوزه فناوری نانو و بنگاه‌های اقتصادی متوسط تأسیس شد. نقش فناوری نانو به وسیله ایده‌پردازان مشخص شد، اما تطابق و مشتری‌سازی جهت تحقیق و تأمین مجموعه کامل ویژگی‌ها برای تولید انبوه خودرو با همکاری دکتر گنته<sup>۲</sup> و همکاران او صورت گرفت. دکتر ترستن اشمیت<sup>۳</sup> با ۱۸ سال سابقه مدیریت شرکت‌های شیمیایی در سپتامبر ۲۰۰۲ به عنوان رئیس شرکت انتخاب شد. وی دکترای

۱. دانشجوی کارشناسی رشته  
مهندسی مواد و متالورژی، دانشگاه  
علم و صنعت  
asadi\_ghader@yahoo.com

۲- شناسایی مالکیت و تعهدات افراد در برابر موقعیت مالی بنگاه‌های اقتصادی و کارآفرین؛

۳- مسئولیت فردی در برابر موفقیت یا شکست بنگاه‌های اقتصادی؛

۴- رابطه شخصی بین کارفرما و کارکنان.

## ۲- حوزه فعالیت

در جامعه آلمان، بنگاه‌های اقتصادی کوچک یا متوسط (SME) از نظر اقتصادی، اجتماعی و روان‌شناختی نقش مهمی ایفا می‌کنند. این حوزه اقتصادی از بخش‌های مستقل قانونی و اقتصادی تشکیل شده است. در SMEها رابطه نزدیک بین کارآفرین و واحد اقتصادی، یک ویژگی اصلی محسوب می‌شود. این ویژگی رفتار بازار را به شیوه‌هایی نظیر موارد زیر، به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد:

۱- شناسایی مالکیت و مسئولیت افراد در برابر فعالیت‌های بنگاه‌های اقتصادی؛

جدول ۱- دسته‌بندی اندازه شرکت از سوی IFM

دسته‌بندی (اندازه)	پرسنل (نفر)	درآمد سالیانه (میلیون یورو)
کوچک	کمتر از ۱۰	کمتر از ۰/۵
متوسط	۱۰ الی ۴۹۹	۰/۵ الی ۵۰
بزرگ	بیشتر از ۵۰۰	بیشتر از ۵۰

جدول ۲- طبقه‌بندی اندازه سازمان از سوی اتحادیه اروپا

دسته‌بندی	پرسنل (نفر)	درآمد سالیانه (میلیون یورو)	دارایی کل (میلیون یورو)
بسیار کوچک	کمتر از ۱۰	کمتر از ۲	کمتر از ۲
کوچک	کمتر از ۵۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰
متوسط	کمتر از ۲۵۰	کمتر از ۵۰	کمتر از ۴۳

۵- SMEها ۱۳ درصد مخارج R&D آلمان را به خود اختصاص می‌دهند.

فعالیت‌های R&D در بنگاه‌های اقتصادی کوچک‌تر، نیاز به کار و پرسنل کمتری نسبت به SMEهای بزرگتر دارد. به دنبال این تفکر، SMEها تمایل دارند که در دوران رکود اقتصادی این فعالیت‌ها را به کار گیرند. یکی از اهداف SMEها، رسیدن به سطح پایدار در توسعه محصول است که برای بقا در بازار ضروری است و با R&D یا برون‌سپاری R&D می‌توان به این امر دست یافت.

از مقایسه شرکت‌ها و SMEها در نگاه اول به این نتیجه می‌رسیم که هر دو، فرایندها و محصولات جدید را توسعه می‌بخشند و موفقیت فعالیت‌های R&D با افزایش اندازه بنگاه اقتصادی افزایش می‌یابد؛ اما در واقع حوزه فعالیت R&D بیشتر قابل توجه است. هدف بنگاه‌ها بیشتر انجام پروژه‌های

تدافعی است که موقعیت بازار را حفظ می‌کند، در حالی که هدف SMEها انجام پروژه‌هایی در زمینه ایجاد و توسعه بخش‌های جدید بازار است. SMEها به سبب مسائلی نظیر دسترسی مشکل به منابع مالی و انسانی، تمام توانایی خود را برای نوآوری به کار نمی‌گیرند؛ به عبارت دیگر هیچ سهامی به SME آلمان تعلق نمی‌گیرد که این امر مانع شناسایی سرمایه‌های جدید برای پروژه‌های R&D است. در بحث‌های سازمانی، نقاط قوت SME بیشتر از نقاط ضعفش خواهد بود؛ زیرا تمرکز سازمانی روی کارآفرین است که تجارت را رهبری می‌کند. کارآفرین، شرکت را طبق سلیقه خود شکل می‌دهد و محصول را طوری توسعه می‌بخشد که در فناوری و نوآوری پیشرو باشد. از این رو، او به مشتری اعتماد دارد، در عوض، مشتری دیدگاه‌ها، تقاضاها و نیازهای برآورده‌نشده خود را با او مطرح می‌کند. این یک توانایی است زیرا این امکان را ایجاد می‌کند که در فرایند تصمیم‌گیری، تمام نیازهای مشتری و دانش فناوری را در نظر گرفت. از این رو به SME امکان فعالیت سریع را می‌دهد، به بیان دیگر، تحلیل‌ها نشان می‌دهد که SMEها کمتر در معرض فلج شدن قرار می‌گیرند. در پیشبرد پروژه، SMEها احتمالاً حول مدیریت نوآوری نظیر فرایندهای ورود به مرحله R&D ایجاد نمی‌شوند، آنها به شبکه R&D متصل نیستند که امکان دسترسی به مهارت و دانش خارجی را داشته باشند. حمایت از مالکیت فکری هم از نقاط ضعف SMEهاست چون آنها از اسرار تجاری بیشتر برای نوآوری‌های خود استفاده می‌کنند تا اینکه آنها را برای ثبت اختراعات به کار برند.

صنعت خودرو، از تولیدکنندگان تجهیزات اصلی (OEM) (شرکت‌های جهانی بزرگ)، تأمین‌کنندگان رده اول و تأمین‌کنندگان رده دوم (تأمین‌کنندگان جزئی نامیده می‌شوند که بخش بزرگی از آن SMEها هستند) تشکیل یافته‌است. همچنین این صنعت شامل رده‌سومی می‌شود که تأمین‌کنندگان مواد خام نامیده می‌شوند. در محیط تجاری امروزی آلمان، صنعت خودرو، محرک اصلی برای نوآوری است و مخارج آن ۱۶/۲ میلیارد یورو است که در سال ۲۰۰۰، ۳۹/۱ درصد کل مخارج R&D آلمان را به خود اختصاص داد. در ۲۰۰۲، فولکس واگن، بی‌ام‌و، دایملر کرایسلر به ترتیب: ۵ درصد، ۴/۸ درصد و ۴/۱ درصد درآمد خود را به R&D اختصاص دادند. تأمین‌کنندگان رده اول حتی سهم بیشتری از مخارج R&D را به خود اختصاص می‌دهند (به‌طور میانگین ۶/۲ درصد). SMEهای فعال در صنعت خودروسازی، برای تولید و پیشبرد نوآوری‌ها و ترقی ارزش فعالیت‌های R&D، تقاضای استفاده از منابع خارجی داشتند. در پرتو این حقایق، سه پیشنهاد زیر مطرح شد که پوشش گنجه، گاسنر<sup>۸</sup> آلمان آنها را حمایت می‌کند.

### ۳- پیشنهادها

۳-۱- در بازارهای فناوری اخیر، موفقیت تجاری ایده‌های تولیدی جدید در نتیجه همکاری بدست می‌آید. اکثر ایده‌های تولیدی جدید، بدون داشتن درک عمیقی از نیازهای مشتری توسعه یافته‌اند. SMEهای موفق، نیازهای مشتری واقعی را در داخل شبکه‌های قوی تأمین‌کننده مشتری تعیین کرده‌اند. فرد ایده‌پرداز از طریق همکاری با چنین بنگاه‌های اقتصادی، به این عامل اصلی موفقیت دست می‌یابد.

### ۳-۱-۱- مطالعه موردی

در طراحی مدرن، چراغ‌های جلو و مه‌شکن‌ها در جلوی اتومبیل و چراغ‌های عقب اجزای مهمی در خودرو هستند. شرکت‌های اصلی خودروسازی با این مشکل مواجه بودند که پس از حد اعلای پیشرفت محصول، تراکم در سطح داخلی عدسی‌ها به صورت مه یا بخار رخ می‌داد. این امر موضوعات ایمنی را

فناوری جدید در بازار خودرو شد و تولید انبوه پوشش ضدمه را از سال ۲۰۰۱ آغاز کرد. این فناوری با استفاده از مواد سل-ژل که حاوی نانوذرات است، اثر ضدمه به شیشه می‌بخشد، به صورت اسپری استفاده می‌شود و کم‌هزینه است. اخیراً GXC این سیستم‌ها را با بسترهای پلیمری تطابق می‌دهد. انتقال مواد ضدمه به سایر بازارها و معرفی محصول بیشتر مناسب با نیاز مشتری در طی برنامه میان‌مدت پیگیری می‌شوند.



شکل ۱- تراکم در چراغ جلوی ماشین

در ۱۹۹۷، گننه گلاس با محققان در ارتباط بود و به این ترتیب Nano-x GmbH را کشف کردند. این محققان، پوشش سل-ژل در مقیاس آزمایشگاهی ساختند که زاویه تماس آب را کاهش داد و به دنبال کانالی برای تجاری‌سازی نوآوری خود بودند و در سال ۲۰۰۰ با OEM همکاری کردند (شکل ۲ و ۳).

۲-۳- نوآوری‌ها در بازار پیش‌تاز هستند اگر در SME اجرا شوند

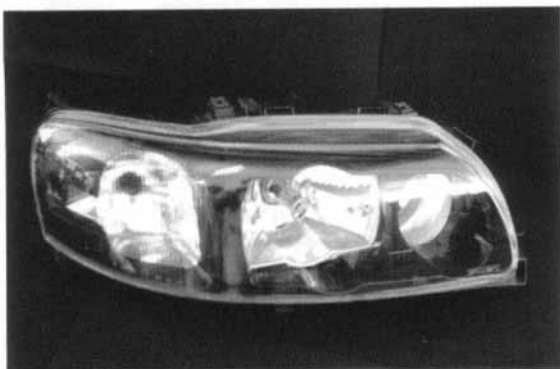
SMEها، به دلیل فرایندهای تصمیم‌گیری عملی و تمایل مشتری، ایده‌پرداز را قادر می‌سازد که در فازهای اولیه آزمایش‌های امکان‌سنجی و آمادگی ورود به بازار ایده خود را با واقعیت تطابق دهد.

۳-۲-۱- مطالعه موردی

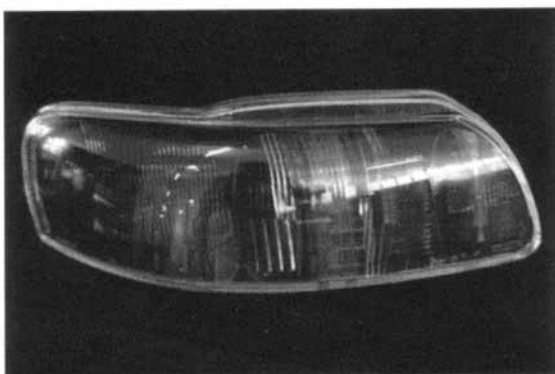
گننه‌گلاس فرایند اعتباربخشی پوشش ضدمه را ایجاد کرد که برای عدسی‌های شیشه‌ای واگن‌های ایستگاهی و خودروهای سواری ارائه شد. در اواخر سال ۲۰۰۰، مالکان گننه‌گلاس و اکثر سهام‌داران بر روی پوشش GXC سرمایه‌گذاری کردند. بسته مالی گننه‌گلاس شامل اعتبار خصوصی و بانکی بود که به GXC امکان سرمایه‌گذاری در خط تولید انبوه خودکار را داد (شکل ۴). خط پوشش خودرو نمونه‌ای است که اهداف فنی و مالی مورد نیاز را تأمین می‌کند. بررسی‌های اضافی در سیاست‌های GXC و سیستم‌های کیفی انجام شده و گروهی از مؤسسان

مطرح کرد که سبب افزایش فزاینده میزان شکایات مشتریان بود، گننه گلاس، بیش از ۷۵ سال است که شیشه بسیار شفاف برای لامپ‌ها و صنایع فنی و نوری تولید می‌کند و نقش مهمی در بازار نور خودرو ایفا می‌کند. گننه گلاس از اعتبار OEM استفاده کرد و از نیازهای واقعی مشتریان مطلع شد تا از تراکم پیشگیری کند (شکل ۱).

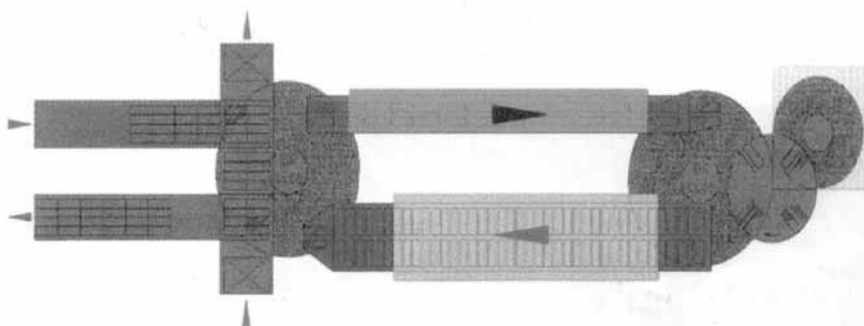
مهندسی سطح و فناوری پوشش، ابزارهای مهمی برای بهبود سیستم‌ها به‌شمار می‌روند که به رفع مشکلات یا شرح تفصیلی محدودیت‌های مواد کمک می‌کنند. روشنایی خودرو نقش مهمی برای طراحی خودرو و جنبه‌های ایمنی آن دارد و در حال نزدیک شدن به فناوری‌های جدید نظیر سیستم‌های چراغ‌های پیشرفته جلو (AFS) یا استفاده از کاربردهای LED است. از این روراه‌های جدید بر اساس مواد مختلف مورد نیازند، مجموعه‌ای از تقاضاهای فنی را نشان می‌دهند و از اصول معروف نظیر هزینه‌های کم، تولید بالا، قابل اطمینان و تداوم و استحکام بلندمدت پیروی می‌کنند. اثرهای ضد مه، خود تمیزشوندگی یا پاک کردن آسان و مقاومت مؤثر با استفاده از فناوری نانو قابل دسترس هستند و برخی از این چالش‌ها مربوط به آینده خواهند بود. تجربه نشان می‌دهد که پاسخ به مواد جدید منطقی است، اما GXC پس از دو سال موفق به معرفی این



شکل ۲- چراغ جلوی هالوژنی جدید



شکل ۳- چراغ جلوی جدید



شکل ۴- نمودار خط پوشش خودکار شامل: انتقال مواد، بررسی کیفیت، پیش‌فراوری، اسپری پوشش و بهبود

گنجه‌گلاس ضررهای سال اول را تعیین کردند. به طور خلاصه، فرایند به‌صورت زیر مشخص شده است:

- انعطاف‌پذیری بالا با توجه به مواد پوششی، مواد و هندسه بستر و پارامترهای فرایند؛
  - هزینه‌های پوشش قابل عرضه به بازار؛
  - بازتولید بالا و نرخ قراضه پایین.
- پوشش نانویی از ۲۰۰۱ بدون وقفه به راحتی در حال بهره‌برداری است.

۳-۳- قابلیت‌های SME و ایده‌پردازان مکمل هم هستند تا اینکه رقیب هم باشند

در دوره‌های رکود اقتصادی، بیشتر SME تمایل دارند که مخارج R&D خود را محدود کنند. مشارکت با ایده‌پردازان می‌تواند به حفاظت از خطوط تولید محصول برای پایداری کمک کند. در عوض ایده‌پردازان به تجربه صنعتی، نظیر مدیریت کیفیت و مالی شبکه پیشرفته روابط مشتری دست می‌یابند.

۳-۳-۱- مطالعه موردی

GXC سعی دارد تا با شناخت نیازهای مشتری، از فناوری نانو در تولید انبوه استفاده کند (جدول ۳). قابلیت اصلی GXC تطابق و توسعه اصلاحی نانومواد است تا با الزامات محصول خودرو با توجه به کاربرد، بیمه کیفیت و تطابق با محیط زیست سازگار باشند. در آینده، تمرکز روی مواد و فناوری فرایند فروش خواهد بود.

پروژه اصلی در طرح تجاری GXC در ۲۰۰۷ پوشش حجم بالای عدسی پلاستیکی است. این تجاری‌سازی محصول جدید امکان رشد GXC به نرخ متوسط ۲۵ درصد CAGR در آینده را داده و سرمایه‌گذاری خطرپذیر را افزایش می‌دهد.

به جز پروژه‌های طرح تجاری، موقعیت‌های رشد دیگری داخل و خارج از صنایع خودروسازی وجود دارند. استفاده از پوشش‌های نانویی نظیر سطوح

جدول ۳- ویژگی‌ها و کاربردهای نانو پوشش‌ها روی شیشه

ویژگی	خودرو	نوری	ایمنی
ضد مه	شیشه چراغ‌های جلو عدسی‌های چراغ جلو از جنس پلی‌کربنات شیشه عدسی‌های چراغ مه‌شکن	سیستم‌های عدسی‌ها نمایشگرها	ماسک حفاظتی عینک اسکی عینک شنا
اثر مقاومت	عدسی‌های چراغ مه‌شکن پلی‌کربناتی عدسی‌های چراغ عقب پلی‌کربناتی پوشش‌های ابزار سیستم‌های حمایت از راننده شیشه عدسی‌های چراغ مه‌شکن شیشه چراغ‌های جلوی کامیون		
تمیز شدن آسان	عدسی‌های چراغ عقب پلی‌کربناتی عدسی‌های چراغ جلوی پلی‌کربناتی آینه عقب سیستم‌های حمایت از راننده	پوشش‌های نمایشگر پوشش تلفن همراه پوشش ساعت	

آبگریز، حسگرها، دوربین‌ها، سیستم حمایت از راننده (مانند دید در شب)، در برنامه نوآوری صنعت خودروسازی آلمان در نظر گرفته شده است. پوشش‌های به‌کاررفته در خودرو ویژگی‌های دیگری نیز دارند، از جمله: ضد مه، ضد خراش، مقاوم به مواد شیمیایی، مقاوم به عوامل محیطی (خورشید، آلودگی)، مقاومت مکانیکی، خودتمیزشوندگی، دفع

آلودگی، رسانش الکتریکی، گرمایش، آنتی‌استاتیک.

۴- نتیجه‌گیری

چرخه تجارت جاری بستر حاصلخیزی برای مشارکت بین ایده‌پرداز و بنگاه‌های اقتصادی کوچک و متوسط است.

## ۵- منبع

Hans-Jorg Fecht, Matthias Werner, "The Nano-Micro Interface Bridge the Micro and Nano World", pp 49-55, Wiely-Vch Verlag GmbH&Co. KGaA, Weinheim, (2004).

## پانویس

1. Genthe-X-Coating GmbH
2. Dr.Genthe
3. Dr.Torsten Schmidt
4. Small- and medium - sized enterprises (SME)
5. Mittelstandsforschung, Bonn
6. Value Added Tax
7. Original equipment manufactures
8. Genthe\_X\_Coatings GmbH, Goslar

# بررسی و پیش‌بینی مدول یانگ در نانولوله‌های کربنی تک‌لایه با بکارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی

## چکیده

نظر به اهمیت کنترل فرایندهای تولید نانولوله‌های کربنی و همچنین مشکلات ناشی از روش‌های تصفیه، در این مقاله با بکارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی، روند مدول یانگ نانولوله‌های کربنی مورد پیش‌بینی قرار گرفته تا کارآمدی این شبکه‌ها در هوشمندسازی روش‌های تولید محقق گردد. لذا از مؤلفه‌های مؤثر بر مدول یانگ نانولوله کربنی با تأکید بر عوامل هندسی در معادلات مکانیک مولکولی<sup>۱</sup> برای آموزش شبکه عصبی غیرخطی<sup>۲</sup> استفاده شد و در نتیجه شبکه مطلوب با سازوکار پس‌انتشار خطا<sup>۳</sup>، شامل یک لایه پنهانی<sup>۴</sup> با ده نورون، حاصل گردید. مقادیر پیش‌بینی شبکه عصبی با نتایج حاصل از آزمایش‌های عملی و محاسبه با سایر روش‌ها، تطابق بسیار خوبی داشت.

**کلیدواژه‌ها:** نانولوله‌های کربنی، شبکه عصبی، مدول یانگ، مکانیک مولکولی.

## ۱- مقدمه

با کشف نانولوله‌های کربنی در آغاز دهه نود میلادی و ویژگی‌های فیزیکی منحصر به فرد آنها، بخش عمده‌ای از پژوهش‌ها معطوف به تحقیق در خصوص نانو ساختارها و کاربردهای آن در علم مواد و دیگر علوم مهندسی شد. از آنجا که روابط مکانیک نیوتنی در ابعاد نانومتری پاسخگوی حل مسائل نیست، در تحقیقات خود از روش دینامیک مولکولی برای شناخت عوامل مؤثر بر محاسبه خواص مکانیکی (به عنوان یکی از خواص مهم در حوزه مهندسی مواد) در انواع نانولوله‌های کربنی تک‌لایه استفاده کردیم [۱]. در این راهکار، ماده به صورت مولکول‌ها یا اتم‌های مجزا و تأثیرگذار برهم در نظر گرفته شده و سپس با استفاده از توابع پتانسیلی مختلف

گردآورندگان:

وحید امیرجهادی<sup>۱</sup>

علی شکوه‌فر<sup>۲</sup>

ایوب دلیری<sup>۳</sup>

بهزاد طولی‌نژاد<sup>۴</sup>

۱. کارشناسی ارشد رشته شناسایی و

انتخاب مواد، دانشگاه صنعتی خواجه

نصیرالدین طوسی

v.amirjahadi@gmail.com

۲. استاد دانشگاه صنعتی

خواجه نصیرالدین طوسی

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته

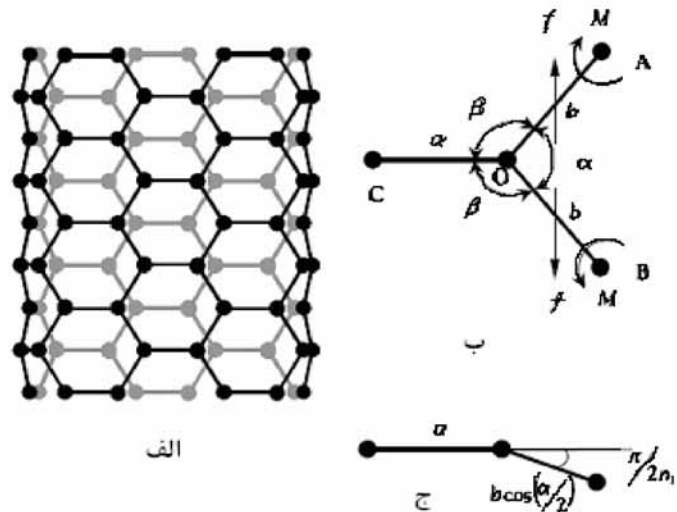
بیوالکترونیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۴. دانشجوی دکترای رشته شناسایی

و انتخاب مواد، دانشگاه علم و صنعت

ایران

و گائو<sup>۹</sup> (۲۰۰۳) به روش تحلیلی با مدل مکانیک مولکولی روابط مربوط به خواص الاستیک در نانولوله‌های کربنی تک‌لایه را در ساختار اتمی با در نظر گرفتن نیروی میدانی ثابت پیشنهاد دادند. در این پژوهش با روش دینامیک مولکولی، خواص مکانیکی برای حالت‌های آرمچیر و زیگزاگ تحت بارگذاری کششی و با هر سه نوع تابع پتانسیل متداول (مذکور در بخش ۱)، بررسی و خواص حالت کایرال به‌عنوان حالت بینابین حالت‌های آرمچیر و زیگزاگ، تعمیم داده شده است [۲ و ۳].



شکل ۱- نمایش شماتیک: الف) یک نانولوله کربنی حالت آرمچیر؛ ب) مدل محاسباتی جهت کشش؛ ج) وابستگی هندسی [۲].

## ۲-۱- مدول یانگ در نانولوله‌های کربنی تک‌لایه - حالت آرمچیر و زیگزاگ

شکل ۱ ساختار متعادل نانولوله آرمچیر، نیرو و گشتاور چرخشی مؤثر در سه پیوند شیمیایی (کربن-کربن)  $a$ ،  $b$ ،  $c$ ، و زوایای  $\alpha$  و  $\beta$  که در نتیجه آن تغییر طول<sup>۱۰</sup> پیوند به اندازه  $\Delta a$  و تغییر دو زاویه  $\Delta\alpha$  و  $\Delta\beta$  رخ داده است را نشان می‌دهد. روابط میان تنش، کشیدگی پیوند و تغییرات زاویه‌ای بین پیوندها می‌تواند از طریق تعادل و ساختار هندسی نانولوله تعیین شود. لازم به یادآوری است که در اتصالات، سفتی خمشی بی‌نهایت فرض شده است [۲]. با استفاده از پتانسیل مورس معادلات ۱ و ۲ که به‌عنوان معادلات نیروی کشش (F) و گشتاور چرخشی (M) شناخته شده‌اند، بدست می‌آید:

$$F(\Delta r) = 2\beta D_e (1 - e^{-\beta\Delta r}) e^{-\beta\Delta r} \quad (1)$$

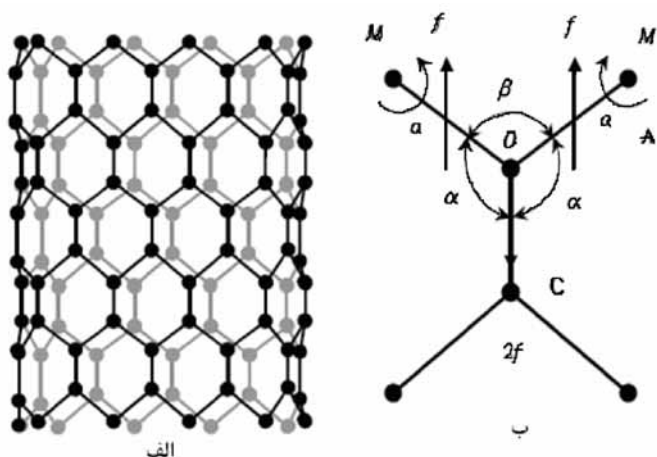
$$M(\Delta\theta) = k_2 \Delta\theta [1 + 3k_1 (\Delta\theta)^4] \quad (2)$$

با اعمال معادلات ۱ و ۲ و بکار بردن توابع پتانسیلی مذکور در بخش ۱ برای یک ساختار تغییر شکل نیافته، تنش کششی ( $\sigma$ ) و کرنش ( $\varepsilon$ ) اعمالی بر نانولوله آرمچیر می‌تواند به‌صورت ذیل تعریف شود:

و همچنین با فرمول هامیلتونی یا لاگرانژ برای هر ذره اندرکنش‌ها محاسبه می‌گردد. در نتیجه یک خاصیت مکانیکی آماری برای نانولوله‌های کربنی بدست می‌آید. از مزایای استفاده از این فرمول‌ها نسبت به قانون دوم نیوتن می‌توان به عمومیت و سازگاری بیشتر با سیستم‌های شامل چند ذره و اداره بهتر قیدها اشاره نمود [۲]. توابع پتانسیلی متداول در مدلسازی نانولوله‌های کربنی عبارتند از: تابع پتانسیل مورس<sup>۵</sup>، تابع پتانسیل نیروی میدان فراگیر (UFF)<sup>۶</sup> و تابع واکنش تجربی ترتیبی پیوندها (REBO)<sup>۷</sup>. با استفاده از این توابع، مدول یانگ و سایر خواص مکانیکی نانولوله‌های کربنی قابل محاسبه و تخمین خواهد بود.

## ۲- بررسی مدول یانگ نانولوله‌های کربنی براساس مکانیک مولکولی

در سال‌های اخیر به جهت محدودیت‌های عملی، بیشتر تمرکز در شبیه‌سازی خواص نانولوله‌های کربنی به روش دینامیک مولکولی بوده است. عمده تحقیقات بیانگر آنستکه خواص مکانیکی نانولوله‌ها وابسته به جزئیات ساختاری آنهاست. اخیراً چانگ<sup>۸</sup>



شکل ۲- نمایش شماتیک: الف) نانولوله کربنی زیگزاگ؛ ب) مدل محاسباتی جهت کشش [۲].

### ۳- بکارگیری شبکه عصبی جهت پیش بینی خواص مکانیکی نانولوله‌های کربنی

همانطوری که ملاحظه می‌شود مدل‌های ارائه شده برای تخمین خواص مکانیکی نانولوله‌های کربنی، پیچیده، دارای خروجی محدود و با تغییر شرایط باید محاسبات مجدداً تکرار گردد. بنابراین با توجه به ویژگی‌های شبکه‌های عصبی [۶] و با استفاده از خروجی‌های بدست آمده از مدل فوق با جعبه ابزارهای نرم‌افزار Matlab، از شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی مدول یانگ استفاده گردید. از آنجا که هدف، یافتن ارتباط نهفته بین پارامترهای مختلف مربوط به هر مدل و ارتباط با مدول یانگ بود، لذا از مدل پس‌انتشار خطا استفاده شد. این مدل جهت تخمین زدن توابع، کاربرد وسیعی دارد، خصوصاً در حالت ارتباط غیرخطی بین ورودی‌ها و هدف، این روش بسیار دقیق خواهد بود. ابتدا باید ساختار شبکه مشخص می‌گردید. در مدلسازی با روش مکانیک مولکولی ملاحظه گردید که مدول یانگ به سه عامل قطر نانولوله کربنی (D) و زاویه پیش‌شکل (θ) و نیز تعداد لایه‌های تشکیل دهنده (N) بستگی دارد (شکل ۳). لذا از یک شبکه سه‌لایه استفاده گردید.

$$\sigma = \frac{f}{tb(1 + \cos(\frac{\alpha}{2}))} \quad (۳)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta b \sin(\frac{\alpha}{2}) + \frac{b}{2} \cos(\frac{\alpha}{2}) \Delta \alpha}{b \sin(\frac{\alpha}{2})} \quad (۴)$$

در معادله ۳، t ضخامت صفحه‌ای نانولوله و به طور معمول فاصله بین لایه‌های گرافیت ۰/۳۴ nm فرض شده و f نیروی کشش است [۲]. برای نانولوله زیگزاگ تحت تنش کششی، با توجه به شکل ۲ و زاویه میان صفحات OA-OB و OA-OC، تنش و کرنش را می‌توان به صورت ذیل محاسبه کرد:

$$\sigma = \frac{f}{ta \sin(\pi - \alpha)} \quad (۵)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta b + \Delta a \cos(\pi - \alpha) + a \sin(\pi - \alpha) \Delta \alpha}{b + a \cos(\pi - \alpha)} \quad (۶)$$

با توجه به محاسبه به روش ab-initio برای حد نهایی تنش، جملات α و β به‌طور تقریبی برای حالت آرمچیر به ترتیب:

$$\alpha \approx 2\pi/3, \quad \beta = \arccos [0.25 - 0.75 \cos(\pi/n_1)] \quad (۷)$$

و برای حالت زیگزاگ بر اساس محاسبات یا<sup>۱۱</sup> در سال ۲۰۰۱ این مقادیر عبارتند از:

$$\alpha \approx 2\pi/3, \quad \beta = \pi - \arccos [0.5 \cos(\pi/2n_1)] \quad (۸)$$

باید به این نکته توجه داشت که بر اساس روش مذکور هنگامی که  $n_1 \rightarrow \infty$  در این صورت  $\beta = \alpha = \frac{2\pi}{3}$  خواهد شد.

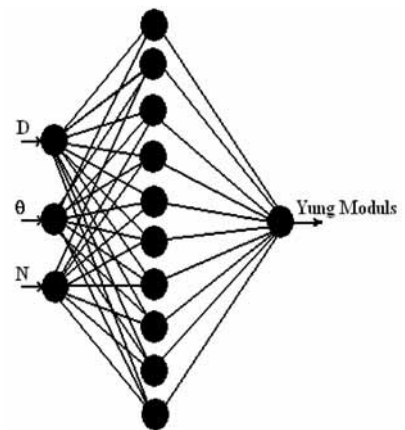
با محاسبه تنش کششی σ و کرنش ε اعمالی بر نانولوله، مدول یانگ ( $\gamma = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$ ) حاصل می‌گردد [۲].

و مدول یانگ به عنوان خروجی شبکه (لایه سوم) در نظر گرفته شد. عامل اساسی در طراحی شبکه، تعداد لایه‌های پنهان بود. ثابت شده است، اکثر مسائل را تنها با یک لایه پنهانی می‌توان حل نمود [۶]، اما گاهی برای حل مسائل پیچیده از شبکه با چند لایه پنهانی نیز استفاده می‌شود. این لایه (ها) پارامترهای تنظیمی را در داخل شبکه کنترل نموده و مشخص می‌کنند که داده‌ها چه زمانی از مدل خارج می‌شوند. تعداد لایه‌های پنهان شبکه عصبی، ابتدا از تک‌لایه به دو لایه و سپس به سه لایه افزایش داده شد. ملاحظه گردید با افزایش تعداد لایه‌ها عملاً خطای شبکه افزایش می‌یابد. لذا در لایه میانی (پنهان) (۱-۳ لایه) از تعداد گره‌های عصبی گوناگون (۵-۳۰ گره در هر لایه) استفاده شد و با اعمال روش سعی و خطا در حالت ده نورون در یک لایه پنهانی، کمترین خطا حاصل شد. پس از ساختن شبکه با معماری فوق، ۳۰۰ ورودی (نرمال شده) به شبکه آموزش داده شد. نحوه آموزش با داده‌های محدود شبکه بدین صورت بود که پس از اعمال کامل ورودی‌ها، خطای حاصله با روش میانگین حداقل مربعات نسبت به هدف سنجیده می‌شود و وزن نورون‌ها با توجه به خطای مربوطه تغییر می‌نماید و دوباره همان تعداد ورودی در مراحل بعدی به شبکه اعمال گردید تا میزان خطای شبکه به حداقل ممکن برسد.

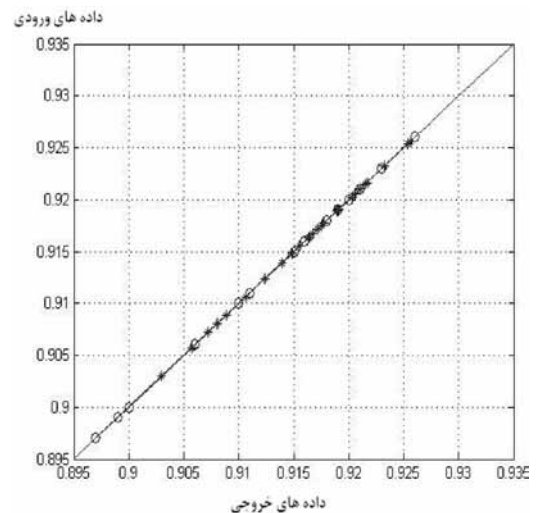
#### ۴- نتایج و بحث‌ها

نتایج حاصل از محاسبات به روش مکانیک مولکولی با شبکه‌های عصبی جهت پیش‌بینی روند اطلاعات استفاده شده و در منحنی‌های ذیل ارائه گردیده است. شبکه عصبی غیرخطی مطلوب با یک لایه پنهانی شامل ده نورون بدست آمد (شکل ۳). نتایج نشان داد که مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مورد استفاده با دقت بالایی با نتایج آموزش داده شده حاصل از محاسبات سایر محققان (شکل ۴) تطابق بسیار خوبی داشته است. این نشانگر آنست که از شبکه‌های عصبی مصنوعی با دقت بسیار بالایی برای پیش‌بینی سایر خواص مکانیکی نانولوله‌های کربنی با اشکال و تحت تأثیر عوامل مختلف می‌تواند استفاده شود [۷].

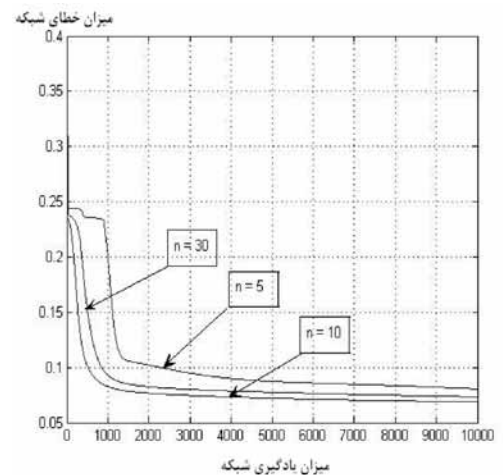
کمترین میزان خطا برای یک لایه پنهانی با تعداد ۱۰ گره بدست آمد (شکل ۵). احتمالاً علت موضوع آنستکه با کاهش تعداد گره‌های لایه میانی، توانایی یادگیری شبکه عصبی برای داده‌های آموزشی، کاهش می‌یابد. خطای شبکه در حالت استفاده از دو و سه لایه پنهانی نیز افزایش یافت که این امر با توجه به این مسئله که تعداد داده‌های آموزشی چندان زیاد نبود، قابل انتظار بود. چرا که در این حالت نیز شبکه دچار ابهام می‌شود. در کل مزیت اصلی شبکه عصبی بر تکنیک آنالیز رگرسیون خطی مرسوم این است که شبکه بدون نیاز به تعریف



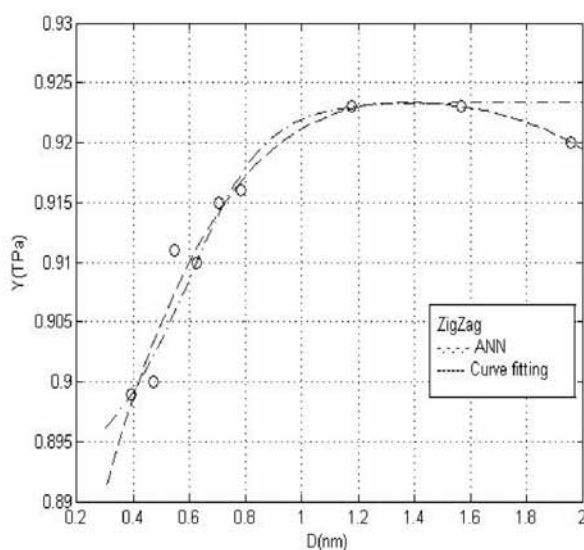
شکل ۳- شبکه عصبی طراحی شده جهت پیش‌بینی مدول یانگ؛ سه ورودی شامل: ۱- قطر نانولوله‌های کربنی (D)، ۲- زاویه پیچش ( $\theta$ ) و ۳- تعداد لایه‌ها  $[N]$ .



شکل ۴- انطباق بسیار بالا بین داده‌های ورودی و خروجی شبکه عصبی [۷].



شکل ۵- تأثیر تعداد نورون‌ها در میزان خطای شبکه تک‌لایه طراحی شده [۷].



شکل ۶- نتایج مدل محاسباتی و پیش‌بینی شبکه عصبی طراحی شده: تأثیر قطر بر مدول یانگ در نانولوله‌های کربنی زیگزاگ [۷].

منحنی مذکور نشان می‌دهد که افزایش زاویه پیچش باعث انتقال منحنی به سمت بالا - چپ خواهد شد. به عبارت دیگر با افزایش زاویه پیچش از صفر به ۳۰ درجه (تغییر از حالت زیگزاگ به آرمچیر) مدول یانگ افزایش خواهد یافت. با توجه به این تعریف ارائه شده از مدول یانگ (شیب منحنی تنش- کرنش)، می‌توان دریافت که شیب منحنی تنش-کرنش با افزایش زاویه پیچش، افزایش یافته؛ لذا سطح زیر منحنی تنش - کرنش کاهش می‌یابد. این موضوع احتمالاً سبب تردی و کاهش انعطاف‌پذیری و چقرمگی خواهد گردید؛ بنابراین نانولوله‌های کربنی تک‌لایه متناسب با کاربرد مورد نظر در طراحی‌ها، نوع زیگزاگ نسبت به نوع آرمچیر در شرایط بارگذاری تنشی (کشش/ فشار)، مطلوب‌تر است.

در شکل ۸، به‌کارگیری قابلیت تخمین شبکه‌ها و تأثیر مستقیم زاویه پیچش بر مدول یانگ (در قطر ثابت ۰/۹۳ نانومتر) نشان داده شده‌است. ملاحظه می‌گردد، رابطه زاویه پیچش نانولوله‌های کربنی با مدول یانگ به‌صورت شبه سینوسی است. این منحنی از سه منطقه تشکیل گردیده‌است: در منطقه

روابط مشخص، بین متغیرها می‌تواند جواب مسئله را پیدا کند. برای آشکار شدن بهتر این موضوع، در منحنی‌های ۶ و ۷ حاصل از شبکه عصبی، علاوه بر منحنی تخمین ارائه شده از سوی شبکه عصبی، منحنی تکنیک آنالیز رگرسیون خطی نیز آورده شده‌است. ملاحظه می‌گردد منحنی شبکه عصبی دارای دقت بیشتر و گستردگی وسیع‌تری است.

گرافیت مانند هر ماده دیگری دارای مدول یانگ مشخصی (در حالت صفحه‌ای) است؛ ولی به هنگام لوله و پیچیده شدن (تبدیل به نانولوله‌های کربنی) مدول یانگ آن تغییر می‌یابد.

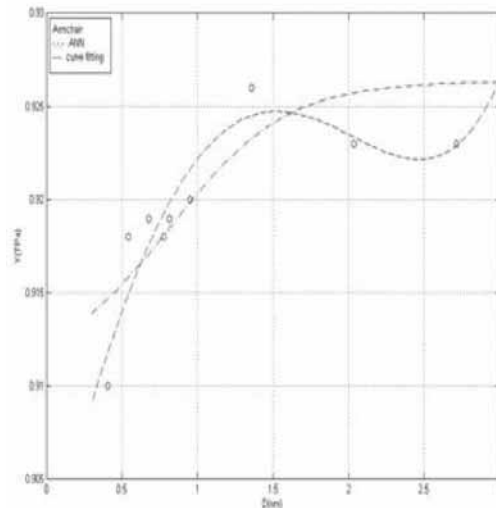
شکل ۶ و ۷ تأثیر قطر بر مدول یانگ به‌ترتیب زاویه پیچش صفر درجه (حالت زیگزاگ) و ۳۰ درجه (حالت آرمچیر) را در نانولوله‌های کربنی نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد با افزایش قطر، مدول یانگ به حالت نمایی افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر با افزایش قطر نانولوله، تأثیر آن بر مدول یانگ نیز کاهش می‌یابد؛ به عبارت دیگر افزایش شیب منحنی تنش - کرنش با شدت کمتری افزایش می‌یابد. پس می‌توان چنین استدلال نمود که ظرفیت تحمل انرژی برای تحمل تغییر شکل، کاهش می‌یابد و در نتیجه تمایل به تردی در نانولوله‌های کربنی آرمچیر هم نسبت به حالت زیگزاگ افزایش می‌یابد.

لذا انعطاف‌پذیری و چقرمگی حالت زیگزاگ نسبت به حالت آرمچیر بهتر است، زیرا برای افزایش قطر، در مرحله نخست (در شعاع‌های کمتر از یک تا سه نانومتر) فاصله اتم‌های کربن زیاد و پیوندهای کوالانس کشیده می‌شوند که موجب افزایش مدول یانگ می‌شود؛ اما بعد از حدود قطر سه نانومتر روند مدول یانگ تثبیت می‌شود. افزایش بیشتر از یک تا سه نانومتر تنها با افزایش تعداد اتم‌های کربن و در نتیجه افزایش تعداد پیوندهای کوالانس امکان‌پذیر است؛ لذا در مرحله نخست کاهش مدول یانگ و پس از آن افزایش مدول یانگ رخ می‌دهد [۴]. مقایسه دو

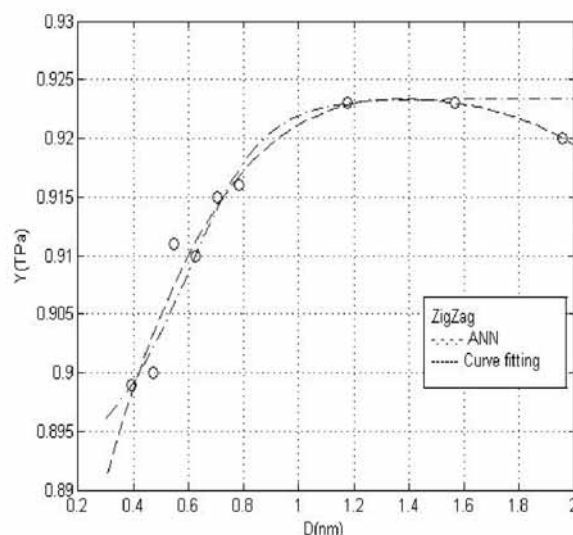
اول، از صفر تا حدود ده درجه مدول یانگ کاهش در منطقه دوم تا حدود ۲۳ درجه افزایش و در منطقه سوم تا ۳۰ درجه کاهش مدول یانگ مشاهده می‌گردد. شیب منطقه اول و سوم تقریباً نزدیک به هم و محدود است، ولی در منطقه میانی شیب نسبتاً تندی مشاهده می‌شود. منحنی شکل ۸، فرض اولیه ناشی از تحلیل منحنی‌های ۶ و ۷ را تغییر می‌دهد؛ چراکه همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، افزایش زاویه پیچش از صفر به ۳۰ درجه، مدول یانگ لزوماً افزایش مستمری را نشان نمی‌دهد.

از آنجا که شکل ۸ در یک قطر ثابت پیش‌بینی گردیده‌است، برای بررسی وسیع روند کلی و چگونگی تأثیر همزمان قطر و زاویه پیچش بر مدول یانگ نانولوله‌های کربنی تک‌لایه، با آموزش اطلاعات حاصل از روش مکانیک مولکولی، به شبکه عصبی طراحی‌شده، منحنی ارائه شده در شکل ۹ حاصل گردید.

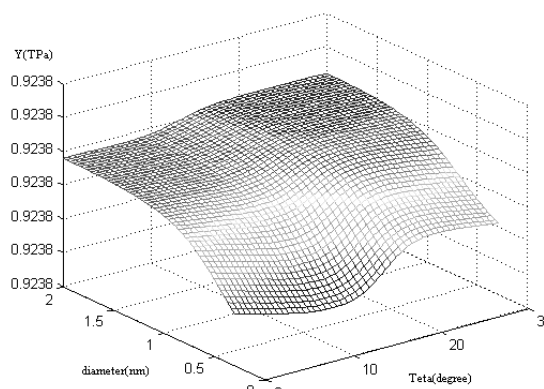
این منحنی امکان تحلیل و بررسی همزمان عوامل مؤثر قطر و زاویه پیچش بر مدول یانگ را ممکن می‌سازد. با بررسی روند افزایش قطر و تأثیر آن بر تغییرات زاویه‌ای (بین صفر و ۳۰ درجه)، با توجه به تغییرات شبه‌سینوسی اشاره‌شده در بحث فوق، تأثیر زاویه در اقطار کم نانولوله‌ها رخ می‌دهد. همچنین همان‌گونه که در بحث تأثیر قطر نیز عنوان گردید، در این منحنی نیز دو عامل قطر و زاویه پیچش در واحدهای کم (کمتر از یک نانومتر) تأثیر گذارند و بعد از آن تغییرات مدول یانگ محدود می‌شود، همچنین افزایش قطر، شدت اثر زاویه پیچش بر مدول یانگ را کاهش می‌دهد، لذا با توجه به تعریف مدول یانگ با کاهش زاویه پیچش و نیز افزایش قطر نانولوله‌های کربنی، خواص الاستیسیته (کشسانی) افزایش می‌یابد که این امر احتمالاً ناشی از راحتی پیوندهای بین اتمی در تحمل تنش‌های اعمالی جهت جابه‌جایی اتمی است.



شکل ۷- نتایج مدل محاسباتی و پیش‌بینی شبکه عصبی طراحی شده: تأثیر قطر بر مدول یانگ در نانولوله‌های کربنی آرمچیر [۷].



شکل ۸- نتایج پیش‌بینی شبکه عصبی طراحی شده: تأثیر زاویه پیچش بر مدول یانگ در نانولوله کربنی با قطر ۹۳/۰ nm [۷].



شکل ۹- نتایج پیش‌بینی شبکه عصبی طراحی شده، تأثیر زاویه پیچش و قطر نانولوله کربنی بر مدول یانگ [۷].

نکته آخر، که بایستی به آن توجه نمود بررسی انجام گرفته در این تحقیق و منابع مورد استناد، در حالت ایده آل و بدون عیوب، در نظر گرفته شده است. می توان عوامل دیگری نظیر نقش انواع عیوب، دما، کرنش، نرخ کرنش و ... را به عنوان عوامل تأثیرگذار بر مدول یانگ و یا دیگر خواص مکانیکی مورد بررسی قرار داد.

##### ۵- نتیجه گیری

نتایج عمده حاصل از این تحقیق شامل موارد ذیل است:

- ۱- در این مقاله برای شناخت عوامل هندسی مؤثر بر مدول یانگ از روش مکانیک مولکولی بر مبنای تعریف روابط نیروهای حاکم بین اتمی و با توجه به اهمیت و نیز امکان مقایسه نتیجه از توابع پتانسیلی مختلف شامل سه نوع تابع پتانسیل اصلاح شده موریس، نیروی میدان فراگیر و واکنش به ترتیب پیوندها به صورت تجربی استفاده شد.
- ۲- با توجه به تحقیق انجام شده در خصوص طراحی شبکه عصبی مناسب جهت پیش بینی مدول یانگ در

نانولوله های کربنی مشاهده شد، با تغییر تعداد لایه و گره ها در لایه پنهان، خطای شبکه به دلیل پیچیدگی و یاسادگی بیش از حد افزایش می یابد. اصولاً به عنوان یک شیوه استاندارد برای توصیف کارایی چنین شبکه هایی از میانگین مربعات خطاهای خروجی استفاده می شود. نتایج نشان داد که مقادیر پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مورد استفاده پس از ۱۰۰۰۰ بار تکرار دقت بالایی ( $10^{-4} \times 0.34$ ) دارد (شکل ۵). لذا شبکه های عصبی مصنوعی روشی با ضریب اطمینان بالا برای هوشمندسازی روش های کنترل تولید در نانولوله های کربنی قابل استفاده است.

۳- در این تحقیق با بررسی روش تحلیل مکانیک مولکولی درباره مدول یانگ و روابط تنش - کرنش در نانولوله های کربنی مشخص شد که نانولوله های کربنی زیگزاگ حساسیت بیشتری در حالت بارگذاری تنشی نسبت به حالت آرچیراز خود نشان می دهند، همچنین بر اساس بررسی ها و تخمین شبکه عصبی مشخص شد که هر چه قطر نانولوله های کربنی بیشتر باشد تأثیر زاویه پیش بر مدول یانگ نیز بیشتر خواهد بود.

##### ۵- منابع

- [1]. Michele Meo, Marco Rossi, " Prediction of Young's modulus of single wall carbon nanotubes By molecular-mechanics based finite element modelling", (2005).
  - [2]. J.R.Xiao, B.A.Gama "Analytical Molecular Structural mechanics model for the mechanical properties of carbon nanotubes", pp.3075-3092, (2004).
  - [3]. J.R. Xiao, B.A. Gama a, J.W. Gillespie Jr, "An analytical molecular structural mechanics model for the mechanical properties of carbon nanotubes", ELSEVIER, (2004).
  - [4]. Michele Meo, Marco Rossi "Prediction of Young's modulus of single wall carbon nanotubes by molecular-mechanics based finite element modelling", ELSEVIER, (2005).
  - [5]. Rappé, A.K.; Casewit, C.J.; Colwell, K.S.; Goddard III, W.A.; Skiff, W.M. UFF, a full periodic-table force-field for molecular mechanics and molecular dynamics simulations. J. Amer. Chem. Soc, 114, 10024-10035, (1992).
- [۶]. م-ب، منهاج، "مبانی شبکه های عصبی"، مرکز نشر دانشگاهی امیرکبیر تهران، (۱۳۷۷).
- [۷]. وحید امیرجهدادی، 'بررسی و تحلیل خواص مکانیکی نانولوله های کربنی با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی' پایان نامه کارشناسی ارشد شناسایی و انتخاب مواد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، (۱۳۸۱).

##### پانویس

1. Molecular Mechanic
  2. Artificial Neural Networks Nonlinear
  3. Back propagation
  4. Hidden Layer
  5. Modified Morse Potential function
  6. Universal force field potential
  7. Reactive Empirical Bond Order Potential function
  8. Chang
  9. Gao
  10. Elongation
  11. Yae
  12. Chiralty
۱۳. در این مقاله برای حالت تک لایه  $N=1$  در نظر گرفته شده است.
14. batch training
  15. Perceptron

# سلسله کارگاه های تخصصی مالکیت فکری

**این آگهی مربوط به کسانی است که پژوهش را به عنوان سرمایه گذاری قلمداد می کنند نه هزینه**

موسسه دارایی های فکری مدرس با همکاری گروه مالکیت فکری کانون توسعه فناوری دانشگاه تربیت مدرس دوره های پیشرفته زیر را برگزار می نماید:

## دوره اول: مدیریت patet و قراردادهای امتیاز

ویژه شرکتهای عضو شبکه شرکت های نانوفناوری  
(آموزش مبانی مالکیت فکری و روشهای حفاظت از دستاوردهای پژوهشی و مدیریت تجاری سازی آنها و نحوه تنظیم قراردادهای امتیاز)

## دوره دوم: قراردادهای امتیاز و مدیریت patet

واحدهای تحقیق و توسعه شرکت ها و صنایع  
(آموزش مبانی مالکیت فکری و روشهای حفاظت از دستاوردهای پژوهشی و مدیریت تجاری سازی آنها و نحوه تنظیم قراردادهای امتیاز)

## دوره سوم: تحلیل patet و مدیریت دانش

مدیران پژوهشی و مراکز تحقیقاتی  
(آشنایی با مبانی مالکیت فکری، بررسی نقش مالکیت فکری در اقتصاد دانش بنیان، بهره گیری از ابزار تحلیل پتنت جهت هدایت هوشمندانه طرحهای پژوهشی)

## دوره چهارم: مدیریت پتنت و پتنت خوانی

ویژه اساتید و محققان دانشگاهها  
(آشنایی با مبانی مالکیت فکری و بیان چگونگی نحوه استخراج اطلاعات از patent، معرفی بانکهای اطلاعاتی سوئدمنند و روشهای حفاظت از دستاوردهای پژوهشی)

## دوره پنجم: مبانی مالکیت فکری و پتنت خوانی

ویژه دانشجویان  
(آشنایی با مبانی مالکیت فکری و دانش بهره گیری از اطلاعات موجود در پتنت های بین المللی در پایان نامه های دانشجویی به عنوان یکی از منابع غنی اطلاعاتی)

جهت کسب اطلاعات بیشتر با شماره تلفن ۰۲۱-۸۲۸۸۴۳۰۴ و یا ۰۹۱۲۳۴۶۷۱۷۸ (قربانعلی) تماس حاصل فرمایید.



## گزارش بازدید گروه‌های دانشجویی از پژوهشگاه صنعت نفت

تهیه‌کننده:

محسن بادامی<sup>۱</sup>

نشریه فضای نانو در راستای آشنایی هر چه بیشتر دانشجویان فعال و علاقمند به زمینه‌های کاربردی و صنعتی حوزه فناوری نانو، بازدیدهایی از مراکز صنعتی و پژوهشی فعال و شاخص در ارتباط با این فناوری به صورت دوره‌ای برگزار می‌نماید.

پژوهشگاه صنعت نفت با حجم زیاد طرح‌های در دست انجام در حوزه فناوری نانو، یکی از فعال‌ترین مراکز در این حوزه است. این پژوهشگاه، رتبه برتر سه مرکز تحقیقاتی و دانشگاهی را در جشنواره برترین‌های نانو کشور - که هر ساله توسط ستاد ویژه توسعه فناوری نانو برگزار می‌شود - کسب کرد. به این دلیل تلاش برای هماهنگی این بازدید دوچندان شد. لذا پس از پیگیری‌ها و اخذ مجوز از مسئولان پژوهشگاه، حدود ۳۰ نفر از همکاران نشریه و دانشجویان فعال و علاقمند در تاریخ ۸۶/۱۲/۱۵ از سراسر کشور گرد هم آمدند.

در ابتدای این بازدید، آقای دکتر ستاری، رئیس پژوهشکده نانو توضیحات مختصری راجع به فعالیت‌ها، طرح‌های انجام شده و در حال انجام این پژوهشکده بیان نمودند. از جمله این طرح‌ها می‌توان به ساخت چاه نفت مصنوعی هوشمند، تولید پیوسته نانولوله کربن و ساخت سیستم GTL اشاره نمود که در ادامه به اختصار توضیح داده می‌شوند.

۱. دانشجوی کارشناسی رشته  
مهندسی برق دانشگاه آزاد  
اسلامی واحد شهرری

### ۱- چاه مصنوعی نفت هوشمند

این سیستم، یک مخزن نفت ۲۰۰۰ لیتری دارد که از طریق یک پمپ رفت و برگشتی متصل به یک الکتروموتور ۱۳۲ kW، پمپاژ می‌شود. حسگرهای فشار و دما، توسط دو مبدل که به سیستم متصل است، فشار نفت را در هنگام بالا رفتن از لوله کنترل می‌کنند. در نهایت نفت دوباره به مخزن برمی‌گردد. فشار و دمای اندازه گرفته

هیدروژن در دنیاست. لازم به ذکر است ظرفیت این واحد در مقیاس آزمایشگاهی به ازای ۸ ساعت کار ۲۵ Kg با درصد خلوص ۹۰ تا ۹۵ درصد است که می‌توان این مقدار را به ۹۹ درصد خلوص نیز رسانید.

### ۳- سیستم GTL

این سیستم، گاز طبیعی را که عمدتاً متان است به سوخت‌های مایع یا جامد قابل استفاده تبدیل می‌کند. در این روش، گاز طبیعی با دو فرایند متفاوت می‌تواند به گاز سنتز که مخلوطی از هیدروژن و کربن است، تبدیل شود. در ابتدا، بخار آب و گاز طبیعی وارد راکتور می‌شوند که در راکتور کاتالیستی در فشار بالا با هم واکنش می‌دهند. به این ترتیب،  $H_2$  و  $CO$  تولید می‌شود. برای رسیدن به مقدار ایده‌آل در مراحل بعدی، باید نسبت  $H_2$  و  $CO$  تنظیم شود. در این روش با تنظیم فشار و دما و استفاده از ماده جاذب داخل ستون، می‌توان نسبت این دو ماده را تنظیم نمود. بعد از حدود ۱۲ دقیقه، فرایند جذب، قطع شده و با وارد شدن به ستون دیگری، فرایند دفع انجام می‌شود. در این فرایند، چهار ستون وجود دارد که به‌طور متناوب، در سه مرحله دفع و یک مرحله جذب، صورت می‌گیرد. سپس گاز سنتز با نسبت هیدروژن و کربالت مورد نظر وارد راکتور اول می‌شود. در این سیستم یک پیش‌گرمکن وجود دارد که دمای گاز سنتز را تا  $170^\circ C$  بالا می‌برد و بعد از این مرحله وارد راکتور می‌شود. محصولاتی که از این راکتور گرفته می‌شود، به دو بخش تقسیم می‌شود: بخش اول محصولات با وزن مولکولی بسیار زیاد - که در خود راکتور جمع می‌شود. و بخش دوم شامل محصولات گازی است که از راکتور خارج می‌شوند.

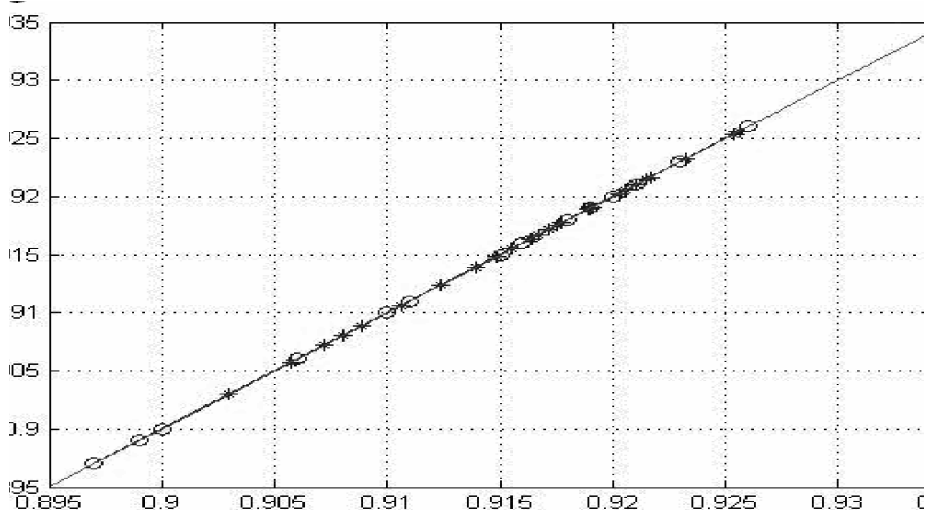
شده توسط کنترلر - که در مرحله برنامه‌نویسی است - مشخص می‌شود. به این وسیله می‌توان شرایط چاه‌های نفت مختلف را بررسی نمود.

### ۲- تولید پیوسته نانولوله کربن

در این پروژه که در مرحله ثبت اختراع است، تاکنون چهار پتنت اروپایی و امریکایی به ثبت رسیده است. مزیت این سیستم‌ها نسبت به سیستم‌های قبلی در این است که کاتالیست در خود فرایند موجود تولید می‌شود و سیستم به‌طور پیوسته کار می‌کند. در این سیستم، نانولوله در خود فرایند رشد داده شده، خالص‌سازی می‌شود و دوباره به سیستم باز می‌گردد. اما در سیستم‌های قدیمی، کاتالیست دوباره باید تولید شود.

برتری دیگر این روش نسبت به روش‌های قبلی در این است که زمان اقامت رشد CNT در این روش‌ها، حدود ۲۰ تا ۳۰ دقیقه است؛ ولی در روش جدید با تغییر سازوکار انتقال جرم، زمان اقامت به کمتر از ۱ تا ۲ دقیقه رسیده است.

فشار این سیستم در حد اتمسفر است و به‌خاطر مبنای کربنی از گاز طبیعی که به‌وفور در مخازن نفتی یافت می‌شود، استفاده می‌کنند. با این روش، تبدیل گاز به فراورده با ارزش CNT و در کنار آن تولید هیدروژن بسیار با صرفه‌تر از روش‌های کنونی تولید





## از دلایل موفقیت پژوهشکده فناوری نانو شیراز وجود ارتباطات بین رشته‌ای بین محققان است

دکتر شیخی رئیس پژوهشکده فناوری نانو دانشگاه شیراز است که در حوزه فناوری نانو فعالیت‌های ارزنده‌ای داشته است. همچنین وی دبیر سومین همایش سراسری دانشجویی فناوری نانو در شیراز بود. این همایش در ۱۷ الی ۲۰ بهمن در پژوهشکده نانو دانشگاه شیراز برگزار گردید. از آنجا که نشریه فضای نانو نیز در این همایش حضور داشت، بنابراین فرصت را غنیمت شمرده، به سراغ ایشان رفتیم و فعالیت‌های پژوهشکده و نحوه برگزاری همایش را از زبان ایشان جویا شدیم. پای صحبت‌های ایشان می‌نشینیم:

گفتگو کنندگان:  
الهه مستعانی  
قادر اسدی

دانشکده مهندسی آغاز نمودم. هم‌اکنون نیز مسئولیت پژوهشکده فناوری نانو دانشگاه شیراز به عهده اینجانب است.

لطفاً تاریخچه مختصری از عملکرد پژوهشکده فناوری نانو بیان نمایید.

پژوهشکده فناوری نانو از اردیبهشت سال ۱۳۸۵ با مجوز رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

فناوری نانو با تشکر از فرصتی که در اختیار نشریه قرار دادید، لطفاً خودتان را به طور مختصر معرفی نمایید.

بنده محمدحسین شیخی هستم. در سال ۱۳۸۱ مدرک دکترای خود را در رشته مهندسی برق، گرایش الکترونیک از دانشگاه تربیت مدرس اخذ نمودم و از سال ۱۳۸۱ کار خود را در دانشگاه شیراز در گروه مهندسی برق و الکترونیک

در زمینه‌های تخصصی خودشان مشغول تحقیق و پژوهش بودند و تعامل نزدیکی با دیگر رشته‌ها نداشتند، اما اکنون به واسطه جلساتی که در پژوهشکده برقرار می‌شود، این عزیزان با پتانسیل‌های یکدیگر بیشتر آشنا شده و ارتباطات بین‌رشته‌ای را ایجاد می‌کنند. به نظر بنده، فردی که قصد فعالیت در این حوزه را دارد باید اندوخته‌ای از چندین رشته را داشته باشد. زیرا یک رشته، به تنهایی جواب‌گوی جوانب گسترده این فناوری نیست و ارتباط‌سازی بین‌رشته‌ای هدفمند، توانمندی‌های موجود را بسیار بالا می‌برد.

**فناوری نانو** آیا انجام فعالیت‌های گروهی و بین‌رشته‌ای برای پژوهشکده نیز منافی داشته است، لطفاً نام ببرید؟

بله، کنار هم بودن اعضای هیئت علمی و همچنین ارتباط قوی بین گروه‌های تحقیقاتی با یکدیگر باعث شده‌است تا پروژه‌های متنوع‌تری در این حوزه تعریف شود و خوشبختانه نتایج بسیار خوبی نیز حاصل گردیده‌است. مثلاً یکی از پروژه‌های انجام شده در زمینه نانوسیم‌های مبتنی بر DNA بود که نتایج آن در شش مجله بین‌المللی معتبر نیز به چاپ رسیده‌است. پروژه دیگری که هم‌اکنون در حال اجراست، پروژه تشخیص باکتری با استفاده از نانوذرات طلا است که این نیز یک پژوهش مشترک بین رشته‌های صنایع غذایی و شیمی است. تولید نیمه‌صنعتی نانولوله کربنی نیز از دیگر پروژه‌های مهم این پژوهشکده است.

**فناوری نانو** لطفاً بفرمایید که پژوهشکده چه نوع



آغاز به کار نموده‌است. تعداد اعضای هیئت علمی این پژوهشکده حدود ۴۰ نفر است و کلیه فعالیت‌های پژوهشگران آن به شش گروه نانومکانیک، نانومواد، نانوفیزیک، نانوشیمی، نانو الکترونیک و نانومحاسبات تقسیم‌بندی شده‌است. پروژه‌هایی که در پژوهشکده تعریف می‌شوند، اغلب به صورت گروهی و متشکل از چند رشته هستند.

از جمله ویژگی‌های بارز پژوهشکده این است که گروه‌ها و رشته‌های مختلف با همکاری یکدیگر در حوزه فناوری نانو فعالیت می‌کنند، بنابراین پژوهش‌های بین‌رشته‌ای بسیار خوبی تاکنون حاصل شده‌است که شاید به صورت تکراررشته‌ای قابل اجرا نبوده‌اند.

تا قبل از اینکه پژوهشکده تأسیس شود، اساتید

پروژه‌هایی را در اولویت کاری خود قرار می‌دهد؟ پروژه‌هایی که در پژوهشکده تعریف می‌شوند، پروژه‌هایی هستند که عمدتاً کاربردی بوده و به صنعت نزدیک‌تر باشند. چرا که اگر بعد کاربردی بودن در فعالیت‌های پژوهشی مدنظر نباشد، پیشرفتی حاصل کشور نخواهند شد و شاهد خواهیم بود که سایر کشورها ما را پشت سر خواهد گذاشت، همانگونه که نمونه‌هایی نیز در گذشته و در مورد برخی فناوری‌ها رخ داده‌است. لذا در راستای بهبود و اصلاح دیدگاه، پژوهشکده با سازمان‌ها و بخش‌هایی از استان فارس مذاکراتی را انجام داد و از طرف آنها نیز اعلام نیاز شد و بالتبع آن، قراردادهایی منعقد شد. در حال حاضر ۲۰ قرارداد به سفارش صنایع مختلف بومی در حال مطالعه و اجراست و برای هر کدام از این پروژه‌ها چندین تن از اساتید عضو پژوهشکده به همراه تیم پژوهشی‌شان در حال فعالیت هستند.

پروژه‌های تعریف شده در پژوهشکده حمایت می‌کند. (ب) فرهنگ‌سازی در حوزه فناوری نانو در سطح استان

به‌عنوان کار فرهنگ‌سازی و بسترسازی فکری در حوزه فناوری نانو، می‌توان به برگزاری همایش‌ها، سمینارها و کارگاه‌های آموزشی، سخنرانی‌های علمی داخلی و خارجی اشاره نمود. در بهمن‌ماه سال گذشته اولین همایش نانوفناوری جنوب کشور را به کمک ۱۸ دانشگاه جنوب کشور در شیراز برگزار گردید که حدود ۴۰۰ نفر از اعضای هیئت علمی و دانشجویان و پژوهشگران حضور داشتند.

این اقدامات به قدری مؤثر بوده‌است که افراد بسیار زیادی را با فناوری نانو آشنا و به سمت خود جذب نمود. به‌عنوان مثال تمامی اساتید گروه مهندسی مواد دانشگاه شیراز در حال حاضر به نوعی درگیر پروژه‌های مرتبط با فناوری نانو هستند.

فصل نانو از مهم‌ترین اقدامات و اهداف پژوهشکده برای گسترش فناوری نانو چه بوده‌است؟

الف) کمک به ایجاد کارگروه فناوری‌های نوین در استانداری فارس

یکی از موارد بسیار موفق‌تری که می‌توان بدان اشاره کرد این است که به پیشنهاد پژوهشکده، استانداری شیراز، کارگروه فناوری‌های نوین را در استانداری ایجاد نمود که توجه به فناوری نانو را در اولویت کار خود قرار داده‌است. همانطور که می‌دانید هر استان بودجه پژوهشی مختص به خود دارد و این بودجه را در راستای نیازهای استان هزینه می‌کند. کارگروه مذکور از

ج) تشکیل گروه جدیدی در زمینه صنایع نفت و گاز

اخیراً نیز در حال تشکیل گروه جدیدی هستیم که در زمینه صنایع نفت متمرکز باشند. از آنجا که شیراز از نظر جغرافیایی نزدیک به نخایر نفتی جنوب کشور است و از طرفی فناوری نانو در حال ایجاد تحولاتی عظیم در صنعت نفت است، بنابراین فعالیت‌هایی را در این زمینه آغاز کرده‌ایم، پروژه کاربرد فناوری نانو در صنایع بالادستی نفت و ازدیاد برداشت از مخازن نفتی توسط یکی از اساتید مجرب پژوهشکده در حال اجراست و امیدواریم که به نتایج مطلوبی برسد.

و گاز غنی است، و بیان داشتید که در زمینه ازدیاد برداشت از مخازن نفت در پژوهشکده اقداماتی صورت گرفته است، اگر ممکن است توضیحات بیشتری در خصوص این پروژه بفرمایید؟

در استخراج نفت از مخازن نفتی دنیا، تمام نفت آن استخراج نمی‌شود و مقدار زیادی از نفت در خلل و فرج سنگ‌های اسفنجی که از آنها نفت استخراج می‌شود، باقی می‌ماند. برای بهبود استخراج، به دنبال موادی هستیم تا چسبندگی مولکول‌های نفت را با جداره کاهش دهیم. بدین منظور در حال پژوهش بر روی نانوذراتی هستیم تا به چاه تزریق کنیم و چسبندگی نفت را کاهش دهیم. آمار نشان می‌دهد که اگر ازدیاد برداشت از مخازن موجود یک درصد افزایش یابد، رقمی که حاصل می‌شود در حد چند صد میلیارد دلار خواهد بود. امیدواریم که با همکاری دانشکده نفت و گاز شیراز که در سال آینده افتتاح خواهد شد، این امر سریع‌تر تحقق یابد.

**فضایانو** با تشکر از اینکه این فرصت را در اختیار نشریه قرار دادید، به عنوان سؤال آخر لطفاً مشکلاتی را که در مسیر فعالیت‌های تحقیقاتی در پژوهشکده وجود دارد بیان نمایید. عمده‌ترین مشکل ما در پژوهشکده، بالا بودن هزینه خرید برخی تجهیزات آزمایشگاهی مورد نیاز و تأمین بودجه لازم برای خریداری آنهاست.



د) ایجاد ارتباط پژوهشکده فنآوری نانو با دانشکده علوم پزشکی شیراز

یکی از امور مهمی که در پژوهشکده در حال انجام است هماهنگ شدن با دانشکده علوم پزشکی شیراز است. از آنجا که بسیاری از فعالیت‌هایی که در پژوهشکده صورت می‌گیرد کاربرد زیادی در علوم پزشکی دارند، برآن شدیم تا ارتباطات را با دانشکده علوم پزشکی نیز ایجاد کنیم تا بتوانیم در این حوزه از فناوری نانو نیز فعالیت‌های گسترده‌ای داشته باشیم. در حال حاضر مذاکراتی در این راستا صورت گرفته و جلساتی برگزار شده است. اولین مرکزی که در حال حاضر کار خود را آغاز نموده است، مرکز میکروپزشناسی دانشگاه علوم پزشکی شیراز است که قطب میکروپزشناسی ایران نیز به‌شمار می‌رود. این مرکز زیر نظر دکتر البرزی اداره می‌شود در حال حاضر نیز پروژه‌ای در زمینه شناسایی باکتری در صنایع غذایی در دست دارند.

**فضایانو** با توجه به اینکه ایران از لحاظ نفت



یاسر عبدی:

## ما در آزمایشگاه کار نمی‌کنیم، بلکه در واقع در آنجا زندگی می‌کنیم

(آشنایی با تجهیزات آزمایشگاه لایه نازک دانشکده فنی دانشگاه تهران)

تهیه کننده:  
الهه مستعانی<sup>۱</sup>  
فرهاد فرزنان<sup>۲</sup>

از این شماره به بعد قصد داریم برای اینکه فضای نشریه کمی خودمانی شود و چیز بیشتری هم یاد بگیریم به سراغ آزمایشگاه‌های برتر کشور برویم و نشستیم با مسئول آزمایشگاه داشته باشیم. آزمایشگاه لایه نازک دانشکده فنی دانشگاه تهران، از جمله آزمایشگاه‌های مطرح کشور در زمینه فناوری نانو است که در دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران قرار دارد. سرپرستی این آزمایشگاه بر عهده دکتر سید شمس‌الدین مهاجرزاده از اساتید برجسته در حوزه فناوری نانو است. برای آشنایی بیشتر با امکانات و فعالیت‌های این آزمایشگاه، به سراغ یاسر عبدی از دانشجویان (با سابقه) دکترای فیزیک و در این آزمایشگاه رفتیم تا با امکانات و چگونگی کار هر یک از دستگاه‌های موجود در این آزمایشگاه آشنا شویم.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته فیزیک حالت جامد دانشگاه شهید بهشتی  
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته نانومواد، دانشگاه تربیت مدرس

برای آغاز گفتگو در ابتدا از وی خواهش کردیم تجهیزات موجود در آزمایشگاه را به‌طور کلی معرفی کند. وی بیان داشت:

”دستگاه‌های لایه‌نشانی آزمایشگاه لایه نازک دانشکده فنی را می‌توان به دو دسته با تبخیر شیمیایی و تبخیر فیزیکی تقسیم کرد. دستگاه‌هایی که در اینجا به روش تبخیر فیزیکی کار می‌کنند، شامل دستگاه تبخیر گرمایی<sup>۱</sup>، دستگاه کندوپاش<sup>۲</sup> و دستگاه تبخیر با باریکه الکترونی<sup>۳</sup> هستند. لایه‌های نازک مانند لایه‌های سیلیکون، اکسیدتیتانیوم و ... که به روش تبخیر شیمیایی ایجاد می‌شوند به‌طور کلی محدودتر هستند. دستگاه‌های تبخیر شیمیایی موجود در این آزمایشگاه شامل دستگاه رسوب بخار شیمیایی<sup>۴</sup> است. دستگاه دیگر PECVD<sup>۵</sup> است که توسط پلاسما کیفیت لایه‌نشانی را بهبود می‌بخشد. این



شکل ۱- دستگاه اسپین کوتر

دستگاه، الکترون آزاد می‌شود. میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی اعمالی، این پرتو الکترونی را شتاب داده و همگرا می‌کنند. پس از برخورد پرتو به نمونه به علت برهمکنش‌های متفاوت می‌توان الکترون‌های برگشتی، ثانویه، اژه و همچنین پرتوهای الکترومغناطیسی را دریافت کرد که با استفاده از آشکارسازهای مناسب می‌توان داده‌های توپوگرافی و آنالیزی را به دست آورد. با استفاده از این دستگاه می‌توان آنالیزهای ابعادی سه‌بعدی را با دقت حدود ۳۰ nm به دست آورد (شکل ۲).

### ۳- ماسک الانیر

این دستگاه موقعیت ماسک و نمونه را با یکدیگر تنظیم می‌کند و پس از آن پرتو UV برای الگو دهی تابانده می‌شود.



شکل ۲- تصویر میکروسکوپ الکترونی

دستگاه به دو طریق جریان مستقیم و جریان متناوب می‌تواند پلاسما، را ایجاد کند. برای رشد نانولوله‌های کربنی از روش جریان مستقیم کمک می‌گیریم، زیرا جریان مستقیم توان پلاسما بالایی دارد. در ضمن این دستگاه را خودمان در آزمایشگاه ساخته‌ایم. دیگر دستگاه‌های مورد نیاز، دستگاه‌هایی هستند که برای زدایش‌های خشک و تر لایه‌ها و زیرلایه‌ها استفاده می‌شود، مانند RIE<sup>۸</sup> که با استفاده از یون‌های اکتیو به صورت خشک، زدایش را انجام می‌دهد. ماسک‌الاینر<sup>۷</sup> برای الگو دهی لایه‌های نشانده شده استفاده می‌شود. دستگاه‌های فتولیتوگرافی و نانولیتوگرافی نیز در این آزمایشگاه موجود است.<sup>۹</sup> سپس از وی نحوه کار با دستگاه‌های موجود در آزمایشگاه را به طور مجزا سؤال کردیم. به گفته وی تجهیزات موجود در این آزمایشگاه به قرار ذیل است:

### ۱- اسپین کوتر<sup>۸</sup>

از این دستگاه برای لایه‌نشانی از محلول‌ها استفاده می‌کنیم. ابتدا زیرلایه را در وسط صفحه‌گردان قرار داده و سپس محلول را که تا حدی ژله‌ای است بر روی آن قرار می‌دهیم. با تنظیم شتاب، سرعت و زمان چرخش زیرلایه می‌توان لایه مورد نظر را تهیه کرد. زیرلایه در اثر مکش پمپ خلأ به صفحه‌گردان می‌چسبد. معمولاً از این دستگاه برای ایجاد لایه‌های مقاوم به نور<sup>۹</sup> استفاده می‌شود. لایه‌های ایجاد شده باید یک مرحله گرمایش را نیز سپری کند. با استفاده از این روش می‌توان لایه‌های ضخیم‌تری در حد دو میکرومتر تا زیر میکرومتر را ایجاد کرد که البته یکنواختی خیلی خوبی نخواهد داشت. شکل ۱ این دستگاه را نشان می‌دهد.

### ۲- میکروسکوپ الکترونی

این دستگاه از ابزارهای پرکاربرد در فناوری نانو به شمار می‌رود. در اثر گرم شدن فیلمان بالای



شکل ۴- کوره‌های اکسیدکننده

ماسک در قسمت بالایی قرار می‌گیرد و محل زیرلایه در قسمت زیرین، توسط میکروسکوپ نوری و چرخ‌دنده‌ها تنظیم می‌شود. این دو قسمت توسط مکش در جای خودشان ثابت می‌شوند. لامپ UV که با نیتروژن خنک می‌شود، طول‌موج‌هایی در حد ۲۵۰nm ساطع می‌کند که سبب پاک شدن مناطقی در فوتورزیست و زیرلایه می‌شود. به این ترتیب الگو بر روی ماسک کپی می‌شود. این دستگاه قابلیت تنظیم الگوهای اولیه و ثانویه را نیز دارد. حتی می‌تواند با الگوهای پشت زیرلایه نیز تنظیم شود و کار را انجام دهد. شکل ۳، این دستگاه را نشان می‌دهد.

#### ۴- کوره‌های اکسیدکننده

این کوره‌ها قابلیت کارهای صنعتی را دارند و می‌توان ویفر هشت اینچی را در آنها قرار داد. اکسید کردن زیرلایه در این کوره‌ها هم می‌تواند به صورت خشک و هم به صورت تر انجام شود. همچنین می‌توان از این کوره‌ها برای اضافه کردن ناخالصی‌هایی از نوع n و p نیز استفاده کرد. مقدار شارش گازها در این کوره‌ها توسط شارسنج‌ها کنترل می‌شود و دمای داخل تا  $1200^{\circ}\text{C}$  می‌تواند برسد. گاز آرگون می‌تواند برای آنیل کربن، نیتروژن به‌عنوان حامل ناخالصی‌ها و اکسیژن برای اکسیداسیون به‌کار می‌رود (شکل ۴).

#### ۵- دستگاه CVD

این دستگاه دارای یک کوره است که گازهای مختلف را می‌توان وارد آن کرد. همچنین قابلیت خلا دارد که سبب افزایش بازده می‌شود. شار گازهای مختلف برای ایجاد لایه مورد نظر کنترل می‌شود و لایه توسط واکنش‌های شیمیایی تشکیل می‌شود (شکل ۵)

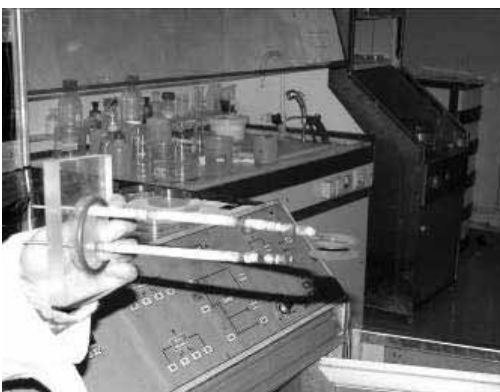
#### ۶- دستگاه PECVD

این دستگاه مشابه دستگاه CVD است با این تفاوت که دو صفحه در بالا و پایین دارد که در اثر اعمال ولتاژ فرکانس رادیویی، پلاسما ایجاد می‌کند. این پلاسما سبب بالا بردن کیفیت لایه شده و می‌توان عمل لایه‌نشانی را در دمای پایین‌تر انجام داد.

دستگاه دیگری که با این روش کار می‌کند، اما از جریان مستقیم بهره می‌برد نیز در این آزمایشگاه موجود است. این دستگاه برای تولید نانولوله‌های



شکل ۳- تصویر دستگاه ماسک‌الاینر



شکل ۶- تصویر بالا) تصویری کلی از دستگاه PECVD؛ تصویر پایین) پلاسما در بین صفحات نشان داده شده در این تصویر ایجاد می‌شود.



شکل ۵- دستگاه CVD

کربنی استفاده می‌شود و کوره‌ای استوانه‌ای از جنس کوارتز دارد. پلاسما در بین صفحاتی که در تصویر پایین در شکل ۶ آمده ایجاد می‌شود. کوچک بودن فضای بین صفحات سبب چگال شدن پلاسما می‌شود که برای رشد نانولوله‌های کربنی مناسب است. گاز استفاده شده در این دستگاه استیلن و هیدروژن است که نانولوله‌های کربنی عمود بر زیرلایه را تولید می‌کند.

#### ۷- رسوب بخار فیزیکی (PVD)

ماده‌ای است که برای لایه‌نشانی در نظر داریم. ماده هدف<sup>۱۰</sup> توسط هر یک از روش‌ها (پرتو الکترونی، کندوپاش، گرمایی) بخار می‌شود و بر روی زیرلایه می‌نشیند.

در روش پرتو الکترونی، انرژی کننده‌شدن اتم‌ها توسط الکترون‌های شتاب داده‌شده، تأمین می‌شود. در روش کندوپاش، گاز آرگون به‌صورت پلاسما ایجاد می‌شود و پس از برخورد به سطح هدف، توده‌هایی از اتم‌های مورد نظر را می‌کند و بر روی زیرلایه رسوب می‌دهد. در روش گرمایی، انرژی لازم

مادر این آزمایشگاه بخار فیزیکی را به سه روش پرتو الکترونی، کندوپاش و بخار گرمایی، بخار فیزیکی را ایجاد می‌کنیم. دستگاه‌های مربوط به هر یک از این روش‌ها، دارای یک محفظه خلا هستند که لایه‌نشانی در آن انجام می‌شود. همچنین دارای یک پمپ مکانیکی هستند که خلای تا حد  $10^{-2}$  Torr ایجاد می‌کند. قبل از شروع لایه‌نشانی لازم است خلا به اندازه  $10^{-6}$  Torr برسد. در ضمن هر سه این دستگاه‌ها دارای ماده هدف هستند که در واقع همان



شکل ۸- دستگاه زدایش خشک

خالی از لطف نیست. وی چنین گفت: " ما در آزمایشگاه کار نمی‌کنیم، بلکه در واقع در آزمایشگاه زندگی می‌کنیم. گاهی شب‌ها نیز در دانشگاه می‌مانیم و کار می‌کنیم که هر روز آن یک خاطره است. لازم است بخاطر این فضا از آقای دکتر مهاجرزاده تشکر کنم. خاطره جالبی که به یاد دارم از اولین باری است که نانولوله کربنی را رشد دادم. فکر نمی‌کردم بتوان نانولوله کربنی را دید و یا به آن دست زد، بلکه می‌پنداشتم باید در یک فضای خاص با آن کار کرد. ولی کم‌کم این تصور عوض شد تا اینکه حتی یک مرتبه که برای گرفتن عکس SEM به دانشگاه تربیت مدرس می‌رفتم، نمونه از بالای پل عابر پیاده به داخل بزرگراه جلال آل احمد افتاد و ماشین‌های بسیاری از روی آن عبور کردند. فکر نمی‌کردم که دیگر بتوان از این نمونه عکس گرفت و چون برای کنفرانس وقت چندانی نداشتم، مجبور شدم در خیابان ذرات نمونه را جمع کنم. خوشبختانه نمونه آسیب چندانی ندیده بود و توانستم از آن عکس بگیرم و برای کنفرانس ارسال کنم."

## پانویس

1. Thermal evaporation
2. Sputtering
3. E-beam evaporation
4. Chemical Vapor Deposition
5. Plasma Enhanced CVD
6. Reactive Ion Etching
7. Mask aligner
8. spin coater
9. Photo Resist
10. target

برای بخارشیدن از طریق عبور جریان تأمین می‌شود. این جریان سبب گرم شدن و در نهایت ذوب ماده شده و بخارات ماده مورد نظر را ایجاد می‌کند. شکل ۷، دستگاه رسوب بخار فیزیکی را نشان می‌دهد.

## ۸- دستگاه زدایش خشک (RIE)

در این دستگاه، زدایش توسط یون‌های فعال انجام می‌شود. این دستگاه، الگوهایی را که بر روی زیرلایه توسط فتولیتوگرافی باقی مانده است، می‌زداید. این کار به کمک محلول‌هایی که به صورت انتخابی، لایه مورد نظر را می‌خورند نیز انجام می‌شود. در این روش بجای محلول از گازهای یونیزه استفاده می‌شود که در اثر برخورد، قسمت‌های مورد نظر را پاک می‌کنند. مزیت این روش نسبت به روش تر این است که می‌توان به صورت غیرهمسانگرد و عمودی بر روی لایه‌ها زدایش را انجام داد. این دستگاه از ولتاژ متناوب فرکانس رادیویی استفاده می‌کند. شکل ۸ این دستگاه را نشان می‌دهد.

پس از اتمام معرفی تجهیزات، مهندس عبدی خاطره‌ای از آزمایش‌های خود بیان کرد که بیان آن



شکل ۷- دستگاه PVD

## سخنی با بخش خصوصی فناوری نانو

### گفتگو با مهندس رحمان نیا مدیر عامل شرکت نانونصب پارس



گفتگو کنندگان:

مهديه كنگي<sup>۱</sup>

مريم ملكدار<sup>۲</sup>

یکی از اهداف نشریه فضای نانو برقراری ارتباط با مدیران صنعتی فعال در حوزه‌های فناوری نانو است از این رو قصد داریم در هر شماره از نشریه به سراغ یکی از مدیران صنایع برویم. مهندس جعفر رحمان نیا یکی از مدیران آشنا به این حوزه است. وی مدیرعامل شرکت نانو نصب پارس است. در این شماره پای صحبت‌های وی می‌نشینیم و با ایشان بیشتر آشنا می‌شویم:

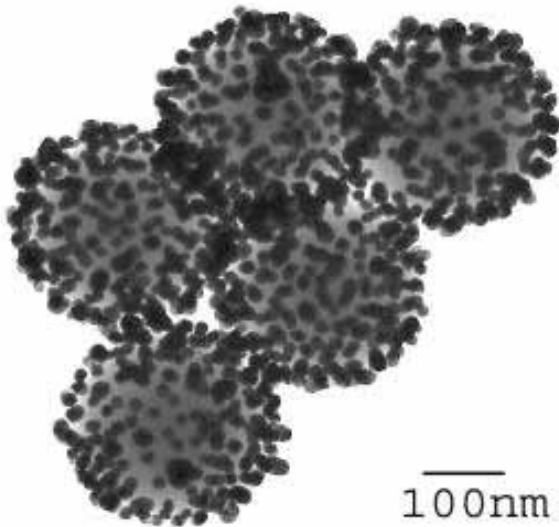
این شرکت و ساختار آن در نظر گرفته شده این است که به‌طور مستقل بتوانیم فناوری نانو را به مرحله تجاری‌سازی برسانیم بدون اینکه به نهادی وابسته باشیم.

فضای نانو  
لطفا کمی در مورد نانوذرات نقره، خصوصیات و کاربردهایش توضیح دهید. نانوذرات نقره در حقیقت یک تحول در بخش بهداشت و درمان است. نقره از زمان‌های بسیار قدیم

فضای نانو  
لطفا خودتان را معرفی کنید و مختصری از سوابق شغلی و تحصیلی خود بیان نمایید.

بنده جعفر رحمان نیا دارای مدرک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک از دانشگاه صنعتی شریف هستم و حدود چهار سال است که مطالعه در حوزه فناوری نانو را آغاز کرده‌ام. از یک سال پیش فعالیت در زمینه تجاری‌سازی فناوری نانو را در شرکت نانو نصب پارس شروع کرده‌ایم و نانوذرات نقره را به مرحله تولید رساندیم. مأموریتی که برای

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته شیمی آلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته شیمی آلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری



روش‌های متنوعی از جمله سل - ژل وجود دارد. نکته قابل توجه این است که باید در بخش تجاری‌سازی، روشی مورد توجه قرار گیرد که به قدر کافی ارزان‌قیمت بوده و قابلیت تولید انبوه و با کیفیت محصول را داشته باشد. این قابلیت‌ها موفقیت یا عدم موفقیت محصول را تعیین می‌کنند. محصولات مبتنی بر فناوری نانو باید به نحوی تولید شوند که مردم بتوانند قابلیت تهیه و خرید آن را داشته باشند. اگر بخواهیم این محصولات را با قیمت‌های بالا تولید کنیم تنها قشر خاصی از جامعه از آن استفاده می‌کنند. ما امیدواریم با توجه به اینکه فناوری‌مان داخلی است و مسئولیت بزرگی هم در برابر سلامت جامعه به عهده داریم این فناوری را آنقدر ارزان کنیم که مردم با حداقل قیمت توانایی استفاده از آن را داشته باشند.

**فضای نانو**  
به نظر شما در حال حاضر چه مشکلاتی برای تجاری‌سازی فناوری نانو در کشور وجود دارد؟ از آنجا که کشور ما جزء کشورهای جهان سوم است،

شناسایی شده و ترکیبات مختلف آن استفاده می‌شود ولی استفاده از آن به صورت فیزیکی مشکل است. فناوری نانو قابلیت به‌کارگیری نقره را افزایش داده و ذرات نقره را آنقدر ریز می‌کند که این ذرات خاصیت جدیدی پیدا می‌کنند، به طوری که به ساختار پلیمرها و سرامیک‌ها و ... نفوذ کرده و با هر ترکیبی مخلوط می‌شوند. در ارتباط با مشکل فیزیکی به‌کاربردن نانوذرات نقره، می‌توان از مستریچ استفاده نمود زیرا به دلیل اندازه کوچک ابعاد، پدیده تجمع رخ می‌دهد و ذرات به صورت یکنواخت و همگن توزیع نخواهند شد.

این ذرات به دلیل پایدار بودن، پس از نفوذ به هر ترکیبی، خاصیت ضدباکتری به آن ترکیب می‌دهند. به علاوه می‌توانند خواص جذب تشعشع را نیز داشته باشند که خود تحول بزرگی است. بنابراین آنچه در دسترس انسان است و مخاطرات بهداشتی برای او دارد مانند انتقال میکروب، توزیع و گسترش میکروب در یک دستگاه تصفیه هوا که می‌تواند میکروب را در محدوده وسیعی توزیع کند، کنترل می‌شود و از توزیع آن و عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کند. یعنی به وسیله این فناوری می‌توان توزیع میکروب را از طریق منبع اصلی، کنترل و پیشگیری کرد. اگر بتوانیم گسترش میکروب و عوامل بیماری‌زا را در تمام اماکن عمومی نیز کنترل کنیم، می‌توانیم محیطی امن و عاری از هرگونه عوامل بیماری‌زا داشته باشیم. به همین ترتیب امیدواریم که سطح فرهنگ جامعه افزایش یابد و هزینه میلیاردها تومان برای بخش پیشگیری، درمان و مشکلات پس از درمان، صرف رفاه، خوشبختی، گردش و تفریح مردم شود و همه اینها باید با آموزش محقق گردد.

**فضای نانو**  
روش‌های مرسوم برای تولید نانوذرات نقره چیست؟



**فضای نانو** با تشکر از اینکه وقت خود را در اختیار نشریه قرار دادید، لطفا نظرتان را در مورد نشریه بفرمایید.

در راستای فرهنگ‌سازی و اطلاع‌رسانی عمومی، این نشریه می‌تواند مأموریت‌های بیشتری را فراهم نماید. امید است با توجه به فناوری نوپای نانو و الزامات اساسی آن در بین سطوح مختلف جامعه شیوه‌های نوین و جدیدی را در این امر اتخاذ نماید. نشریه فضای نانو می‌تواند با تعامل بیشتر با واحدهای تحقیقاتی، صنعتی، فناوری و تجاری فعال در حوزه نانو تعامل بیشتری را مبذول نموده تا در خصوص دستاوردها، نیازها و انعکاس نتایج فناوری نانو به صنعتگران و تجار، اطلاع‌رسانی سریع و مناسبی را انجام دهد.

مشکلات بنیادی از جمله مسائل اقتصادی، فرهنگی و ... در این مسیر وجود دارد که باعث می‌شوند تولید محصول با مشکل مواجه شود. بسیاری از ساختارها با مشکلات مالی مواجه هستند و در عین حال تمایل به افزایش ارتقای کیفی محصولات دارند. در بخش صادرات هنوز ساختار منسجمی وجود ندارد و فناوری در ساختار اقتصادی به خوبی تعریف نشده است. سازمان‌هایی که تأییدیه می‌دهند با این حوزه بیگانه هستند، زیرا فناوری‌هایی که تا به حال داشتیم همه وارداتی بودند و قانونی برای ثبت فناوری‌های داخلی وجود ندارد. اینها باعث می‌شود که اگر فناوری به تولید هم برسد جنبه کاربردی پیدا نکند و اگر کاربردی شود تجاری‌سازی نمی‌شود و اگر تجاری‌سازی هم شود به مقدار کمی انجام می‌شود و قابلیت رقابت با دنیا را پیدا نخواهد کرد. فناوری نانو، روند ساختاری سریعی را می‌طلبد چراکه اگر زمان را از دست دهیم، رقابت و مبادله با بخش مهمی از دنیا را از دست خواهیم داد.

## مهندسان دانشگاه پنسیلوانیا نانوپیت‌های<sup>۱</sup> کربنی کوچکتر از یک سلول ساختند که می‌تواند جریان الکتریکی را اندازه‌گیری کند

مترجم: مریم داداشی، دانشجوی کارشناسی رشته فیزیک، دانشگاه تبریز

منبع: physorg.com

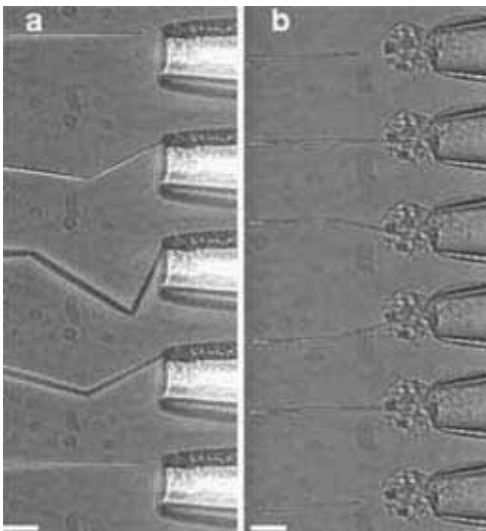
فیزیک‌دانان و مهندسان دانشگاه پنسیلوانیا<sup>۲</sup> نانوپیت‌های کربنی‌ای ساختند که هزاران برابر باریک‌تر از موی سر انسان است. این نانوپیت‌ها توانایی اندازه‌گیری جریان الکتریکی سلول‌ها، و دارورسانی (داروهایی به حالت مایع) به داخل آنها را دارند. محققان این نانواپزار کربنی را طوری ساخته‌اند که بدون ایجاد آسیب و یا ممانعت از عدم رشد سلول، به داخل آن نفوذ کرده، دارو (مایع) را درون سلول تزریق می‌کند. در تمام آزمایشگاه‌های تحقیقات سلولی دنیا میکروپیت‌های شیشه‌ای یافت می‌شود، اما این میکروپیت‌ها را نمی‌توان در حد مورد نیاز باریک ساخت، چرا که در مقیاس‌های کوچک‌تر، این نوع پیت‌ها بسیار شکننده هستند و ممکن است در حین نفوذ و تزریق دارو صدمات شدید و غیر قابل ترمیمی را برای سلول ایجاد کنند. هیم بائو<sup>۳</sup>، استاد مهندسی مکانیک و مکانیک کاربردی دانشگاه پنسیلوانیا، به همراه گروه تحقیقاتی‌اش برای از میان برداشتن مشکلات مربوط به پیت‌های شیشه‌ای، پیت‌های باریک کربنی را به تولید انبوه رساند. اندازه این پیت‌ها حدود چند ده تا چند صد نانومتر است و از خواص آن، می‌توان به استحکام بالا و انعطاف‌پذیری فوق‌العاده آن نسبت به پیت‌های شیشه‌ای اشاره کرد. اگر نوک یک نانوپیت شیشه‌ای در

برخورد و تماس با سطح فشرده شود، خم شده ولی نمی‌شکند و به شکل اول خود برمی‌گردد. این پیت برای نفوذ به سلول‌های ماهیچه‌ای، سلول‌های سرطانی و نورون‌ها (رشته‌های عصبی) به اندازه کافی محکم است.

محققان معتقدند که همزمان با تزریق دارو به داخل سلول، سیگنال‌های الکتریکی صادره از آن را نیز می‌توان اندازه‌گیری نمود، به علاوه می‌توان از این پیت‌های نانومقیاس در عکس‌برداری در مقیاس مولکولی نیز بهره گرفت، چرا که برای عبور اشعه ایکس به اندازه کافی شفاف و قابل استفاده هستند. با افزودن پروتئین‌های عامل‌دار به این پیت‌ها، نانوزیست‌حسگرهایی ساخته می‌شود که برای شناسایی پروتئین‌های موجود در محیط استفاده می‌شود.

بائو می‌گوید: "هم‌اکنون در آزمایشگاه میکرو-نانوسیالات دانشگاه پنسیلوانیا نانوپیت‌های کربنی (CNP) به صورت انبوه تولید شده و برای تزریق واکنشگرهای دارویی به داخل سلول، بدون صدمه زدن به آن استفاده می‌شود. هدف ما در نهایت ساخت تمام نانواپزارهای جراحی مورد نیاز برای مشاهده، کنترل و اصلاح فعالیت‌های انجام‌شده بر روی سلول‌هاست. ما معتقدیم که این نانواپزارها کمک شایانی به دانشمندان علوم دارویی و پزشکی، برای رسیدن به آگاهی بیشتر، و در نتیجه بهبود فعالیت‌های دارویی و درمانی سلولی خواهد نمود."

دکتر میشل کرلائو<sup>۴</sup>، محقق اول این پروژه، درباره نانوپیت‌ها گفت: "به دلیل خواص ویژه مکانیکی این نانواپزار، ساخت و امکان استفاده از آن در پروب و تزریق درون سلولی به‌سادگی



(a) از بالا به پایین: نانوپیت کربنی که به دلیل برخورد با نوک میکروپیت‌های شیشه‌ای تاشده، سپس به شکل اولیه خود برگشته‌اند.

(b) از بالا به پایین: نفوذ نانوپیت کربنی به غشای سلول ماهیچه که با روش دمش به میکروپیت متصل شده‌است. اندازه‌ی این ذرات حدود ۱۵ میکرومتر است.

امکان‌پذیر است. روش ساخت بدین گونه است که درون میکروپیپت‌های کوارتزی یک فیلم کربن تشکیل داده، سپس با اچ کردن<sup>۵</sup> پیپت کوارتزی، نانوپیت کربنی به‌آرامی نمایان می‌شود. ما همزمان تعداد زیادی (حدود صد عدد) از این نانوایزار را بدون مشکلات پیچیده ساخت، تولید می‌کنیم“

پس از این، تلاش محققان ساخت و بهره‌مندی از نانوایزار در نانوجراحی خواهد بود. کرلاو گفت: ”در نهایت ما می‌خواهیم ایده‌های خود را بالفعل کنیم که این امر نیازمند همکاری علوم زیستی و نظام پزشکی با مهندسی است.“



## محققان تاریک‌ترین ماده مصنوعی را ساختند

مترجم: مریم داداشی، دانشجوی کارشناسی رشته فیزیک دانشگاه تبریز

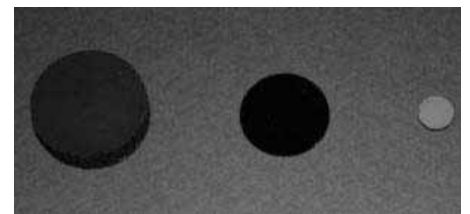
منبع: physorg.com

محققان مؤسسه پلی‌تکنیک رنسلایر<sup>۶</sup> و دانشگاه رایس تاریک‌ترین ماده مصنوعی را ساختند. این ماده لایه نازکی است از ردیف‌های منظم، با چگالی کمی از نانولوله‌های کربنی، که به‌صورت عمودی و مجزا از هم رشد یافته‌اند. این ماده ۹۹/۹ درصد از نور را جذب می‌کند و در آینده‌ای نزدیک در بهبود ضریب مؤثر برای تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی، حسگرهای مادون قرمز و سایر ابزارها استفاده خواهد شد. محققان این پروژه نتیجه کار خود را در کتاب رکوردهای جهانی گینس ثبت نمودند.

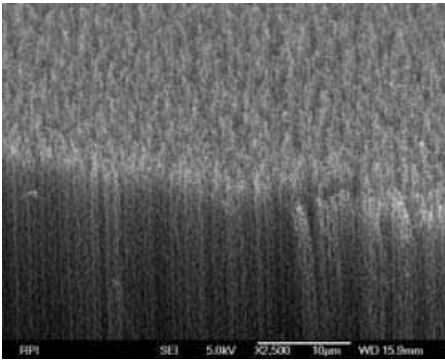
شاوون یولین<sup>۷</sup>، استاد فیزیک در مؤسسه رنسلایر و سرپرست این پروژه، گفت: ”این فناوری بسیار جذاب است و این کشف در آینده‌ای نزدیک، افزایش ضریب جذب تمام امواج نوری را در تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی، برای محققان ممکن خواهد ساخت. نکته کلیدی این کشف، طراحی و ایجاد لایه‌ای از نانولوله‌های کربنی با خصوصیتی ویژه، مثل عمود بر سطح، طول به‌اندازه کافی بلند، سازنده یک سطح متخلخل با بازده سطحی مناسب که همزمان دو ویژگی لازم (کوچک‌ترین ضریب بازتابی و بزرگ‌ترین ضریب جذب نور) را داشته باشد، است.“

تمام مواد، از کاغذ گرفته تا آب، هوا و یا پلاستیک و... مقداری از نور را بازتاب می‌کنند. آنچه مد نظر محققان است، ساخت ماده تاریکی است که بتواند تمام طیف‌های نور را جذب کند و ضریب بازتابش صفر باشد، اما تاکنون مهندسان مواد در ساخت ماده‌ای با ضریب بازتابی صفر ناموفق بوده‌اند.

ضریب جذب رنگ سیاه معمولی حدود پنج تا ده درصد است. اولین کشف گروه دکتر لین در ساخت مواد تاریک، موادی با ضریب جذب بین ۰/۱۶ تا ۰/۱۸ درصد بود. گروه دکتر لین، پوششی با چگالی کم، متشکل از ردیف‌های منظمی از نانولوله‌های کربنی عمود بر سطح را ساختند. این نانو ساختار متخلخل (لایه مذکور) طوری طراحی شده است که ضریب بازتابی نوری بسیار کوچک و بازده سطحی مناسب داشته باشد. نتیجه این پروژه ساخت ماده‌ای سه برابر تاریک‌تر از تاریک‌ترین ماده



تاریک‌ترین ماده جدید ساخته شده با ضریب بازتابی ۰/۴۵ درصد، به‌طور قابل ملاحظه‌ای از ماده استاندارد (ارائه شده از سوی NIST) با ضریب بازتابی ۱/۴ درصد (دیسک سمت چپ) و همین‌طور از کربن شیشه‌ای (دیسک سمت راست) تاریک‌تر است.



نمای جانبی تصویر میکروسکوپ الکترونی مربوط به نمونه‌ای شامل تعداد بسیار زیاد نانولوله کربنی عمود بر سطح، که در کنار هم منظم رشد یافته، نانوساختاری با تخلخل بسیار ایجاد کرده‌اند.

موجود (لایه نازکی از آلیاژ نیکل فسفر) بود. ضریب بازتاب نور این ماده جدید ۰/۰۴۵ درصد است. دکتر لین گفت: " این جنگل نانولوله‌های کربنی مجزا از هم، فضایی پر از شکاف‌های نانومقیاس و روزنه‌هایی کوچک و زیاد برای گرفتن و به تله انداختن نور ایجاد کرده‌است؛ بنابراین این جنگل می‌تواند خواص مورد نظر؛ یعنی ضریب جذب بزرگ و ضریب بازتاب کوچک را فراهم نماید. ردیف‌های نانولوله‌ی کربنی علاوه بر این که بازتابشان بسیار ضعیف است، ضریب جذب بالایی نیز دارند. ترکیب این دو خاصیت باعث شد که این ماده به‌عنوان بهترین گزینه‌ی ابرماده سیاه و تاریک انتخاب شود."

پالیکال آجایان<sup>۸</sup>، استاد رشته مهندسی دانشگاه رایس در هوستون که در زمان حضورش در دانشگاه رنسلایر در این پروژه همکاری می‌کرد، گفت: " این نمونه کم‌چگال نانولوله‌ای گزینه‌ی مناسبی برای ساخت یک ابرماده سیاه است؛ چرا که امکان طراحی‌های مختلف روی خواص اپتیکی را ایجاد می‌کند. این طراحی‌ها را با کنترل شاخص‌هایی همچون ابعاد و تکرارپذیری (تعداد در واحد سطح) نانولوله‌های موجود در نمونه می‌توان انجام داد."

محققان طیف‌های مختلفی از نور را با طول‌موج‌های متفاوت به ردیف‌هایی از نانولوله‌ها تاباندند. در همه آزمایش‌ها یک ضریب بازتابی برای نمونه نانولوله به دست آمد؛ به بیانی بهتر، ضریب بازتابی این ماده ثابت و برای تمام طیف‌ها یکسان است. دکتر لین گفت: " نکته جالب توجه دیگر این است که با اینکه ماده سیاه جدید و کربن شیشه‌ای، هر دو از عنصر کربن تشکیل شده‌اند؛ ضریب بازتاب ماده جدید کربنی حداقل دو برابر کوچک‌تر از کربن شیشه‌ای است." از این کشف بارزش می‌توان در زمینه‌هایی چون تولید برق با استفاده از تبدیل انرژی خورشیدی و فوتوولتائیک حرارتی<sup>۹</sup>، آشکارسازی امواج مادون قرمز، رصدهای نجومی حسگرها، ارتباطات و زیست‌فناوری استفاده نمود.

## حسگرهای نانوحفره‌ای<sup>۱۰</sup>، ذراتی با اندازه ویروس را شناسایی می‌کنند

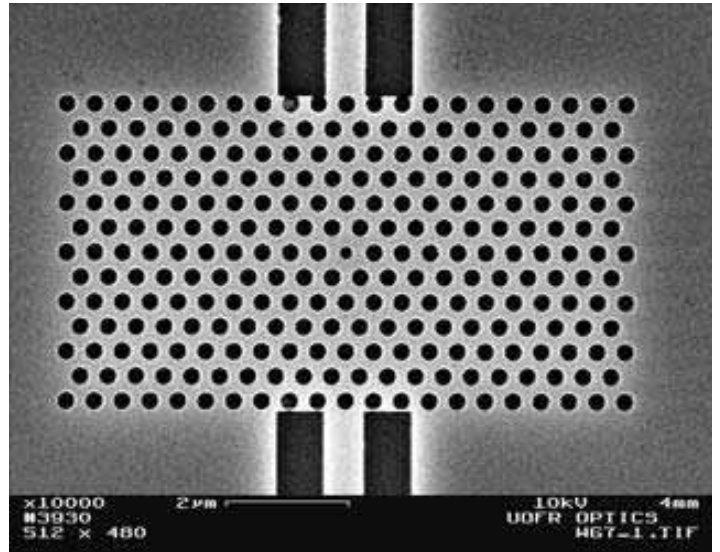
مترجمان: سمیرا جستان و بهناز سیداحمدی، دانشجویان کارشناسی رشته فیزیک، دانشگاه تبریز

منبع: [physorg.com](http://physorg.com)

دانشمندان دستگاه نانومقیاسی ساختند که قادر است مقداری برابر با  $10^{-15}$  گرم از ماده (در حدود اندازه یک ویروس) را شناسایی کند. در آینده‌ای نزدیک حسگرها قادر به شناسایی ویروس آنفولانزا، سندروم شدید دستگاه تنفسی (SARS)<sup>۱۱</sup>، آنفولانزای پرندگان، و دیگر ویروس‌ها خواهند بود. این حسگر را محققان دانشگاه روچستر<sup>۱۲</sup>، در نیویورک ساختند و مقاله‌ای را در این زمینه در مجله اخیر Optics Letters به چاپ رسانده‌اند. در این حسگر حفره‌های شش‌ضلعی کوچکی با قطر ۲۴۰ نانومتر در کنار هم، ردیف شده‌اند. این حفره‌ها به وسیله باریکه الکترونی، روی صفحات نازکی از سیلیکون حکاکی شده‌اند و کل مساحتی را که اشغال می‌کنند حدود ۴۰ میکرومترمربع است. بنابراین، این دستگاه یکی از کوچک‌ترین انواع حسگرها به‌شمار می‌آید.

به گفته فیلیپ فاجت<sup>۱۳</sup>، محقق از دانشگاه روچستر، وقتی که یک ویروس با اندازه نامشخص داخل یکی از این نانوحفره‌ها گیر می‌افتد، حسگر طیفی را عبور می‌دهد که با طیف اولیه حسگر (زمانی که ذره‌ای داخل آن وجود ندارد) کاملاً متفاوت است. وی گفت: «ما می‌توانیم با مقایسه دو طیف خارج‌شده از دستگاه، درباره ذره گیرافتاده نتیجه‌گیری کرده، آن را بشناسیم. اساس کار این حسگر بسیار قوی، به گونه‌ای است که هر تازه کاری می‌تواند به راحتی از آن استفاده نماید.»

این حسگرها در گروه بلورهای فوتونی دوبعدی قرار می‌گیرند. این بلورها نوعی از نانوساختارها هستند که فوتون‌ها را وادار به رفتاری مشابه حرکت الکترون‌ها در نیمه‌رساناها می‌کنند. اگر فرکانس فوتون‌ها در محدوده خاصی باشد، از بلور عبور می‌کنند؛ این امر بسیار شبیه به حالتی است که الکترون‌های دارای انرژی خاصی می‌توانند از یک نیمه‌رسانا عبور کنند. بلورهای فوتونی سیلیکونی یک‌بعدی بسیار نازکند و برای آشکارسازی DNA، پروتئین‌ها و باکتری‌ها استفاده می‌شوند.



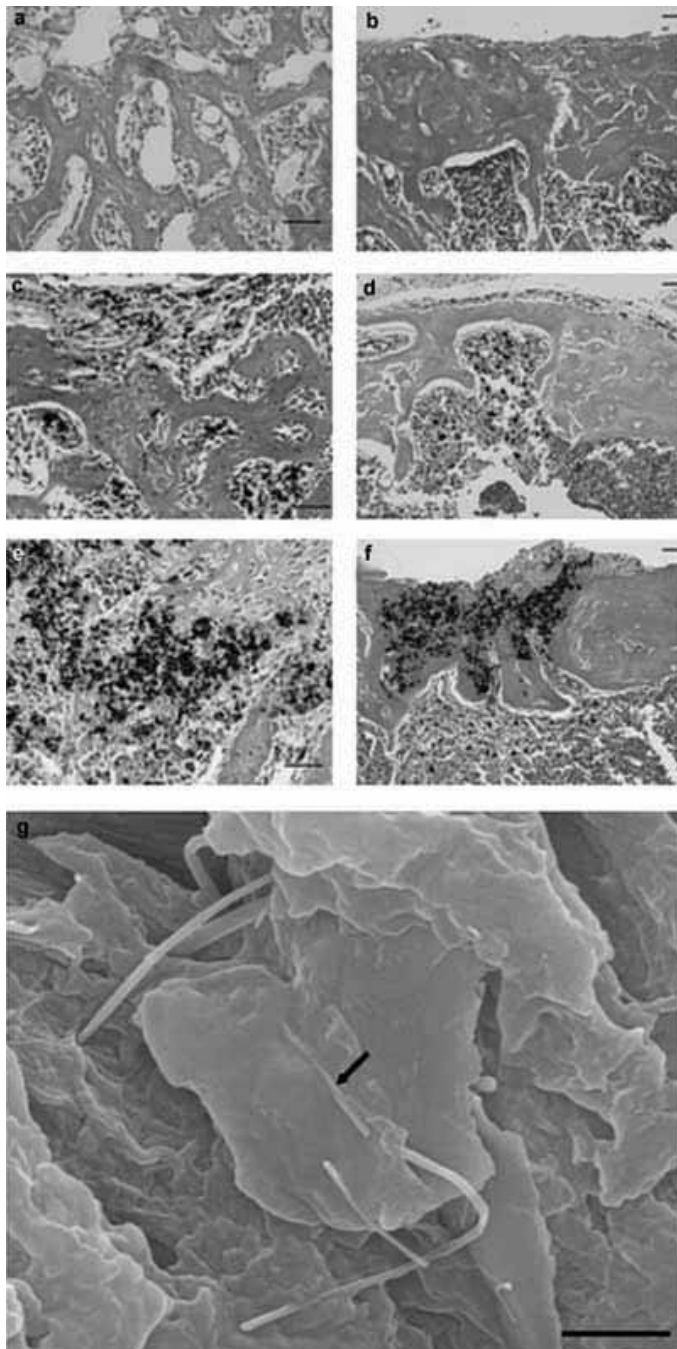
نانوحسگری با حفره‌هایی به قطر ۲۴۰ نانومتر

## استخوان را بشکن، سپس با نانولوله کربنی جوش بده

مترجم: مریم داداشی، دانشجوی کارشناسی رشته فیزیک، دانشگاه تبریز  
منبع: [www.nanowerk.com](http://www.nanowerk.com)

کاربردهای نانولوله‌های کربنی در حوزه‌های مختلف فناوری نانو-از نانو الکترونیک گرفته تا زیست‌پزشکی – قابل توجه است. از کاربردهای آن در زمینه زیست‌پزشکی، اعم از موارد در دست تحقیق و کاربردهای تجاری شده می‌توان به مواردی همچون ایمپلنت‌های<sup>۱۴</sup> پوشیده با نانولوله‌های کربنی، دارورسانی و نقش ارزشمند آنها در نانوزیست‌حسگرها اشاره کرد. به‌رغم اینکه تاکنون بیان موثقی در مورد سمی بودن این مواد ارائه نشده است، خواص و ویژگی‌های این مواد مانند مقاومت مکانیکی زیاد، رسانش گرمایی و الکتریکی بالا و سطح ویژه زیاد؛ این مواد را به گزینه بسیار مناسبی برای ساخت ابزارهای زیست‌پزشکی مبتنی بر نانوکامپوزیت‌ها، مبدل کرده است.

در زمینه افزودن مواد زیستی به استخوان، انتظار می‌رود نانولوله‌های کربنی کلاً خواص مکانیکی استخوان را بهبود بخشد و این مواد می‌تواند در کاربردهایی همچون جایگزینی تمام یا قسمتی از یک مفصل که برای مدت زیادی در بدن می‌ماند و یا صفحه‌ها و پیچ‌هایی که به جای استخوان در بدن قرار می‌گیرند، استفاده شود، همچنین از نانولوله‌های کربنی می‌توان در سیستم‌های دارورسانی موضعی و داربست‌هایی که به ترمیم بافت استخوان کمک می‌کنند؛ استفاده کرد. دانشمندان ژاپنی در یک تحقیق و بررسی جدید ثابت کردند که



MWCNT مانع رشد استخوان نیست و در تماس با بافت استخوانی در داخل بافت پخش شده است. نمایش بافت‌شناسی استخوان درشت‌نی (ساق پای) یک موش آزمایشگاهی از هفته اول تا چهارم به ترتیب پس از عمل جراحی:

(a) تشکیل بافت استخوانی و ترمیم شکستگی  
 (b) ترمیم بافت استخوانی کامل شده و علاوه بر تشکیل کامل غشا، مغز استخوان نیز بازآرایی شده است.  
 (c) رشد استخوان جدید نارسا بوده و ترمیم نیز به درستی انجام نمی‌گیرد. ذرات گرافیت در درون بافت استخوانی جدید دیده نمی‌شود.  
 (d) ترمیم به‌طور کامل انجام نشده و رشد نیز ناقص و معیوب بوده و همانطور که مشاهده می‌شود گرافیت فقط در مغز بافت وجود دارد نه در تمام فضای آن.  
 (e) رشد بافت استخوانی در محل شکستگی همانند حالت اول است و MWCNTها در تمام فضای بافت دیده می‌شوند.  
 (f) غشای استخوان ترمیم یافته و مغز آن نیز در حال بازآرایی است. نانولوله‌های کربنی نه تنها در مغز استخوان بلکه در تمام فضای بافت استخوان پخش شده است.  
 (g) تصویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی پیمایشگر نشر میدانی (FE-SEM) از بخشی از بافت استخوانی، چهار هفته پس از عمل جراحی که چسبیدگی نانولوله‌ها را به بافت بدون ایجاد عیب و یا مداخله منفی در روند بهبود بافت، نشان می‌دهد.  
 مقیاس تصاویر: در تصاویر (a-f) برابر با ۱۰۰ میکرومتر و در تصویر g برابر با یک میکرومتر است.

نانولوله‌های کربنی چنددیواره (MWCNT) به‌عنوان ماده‌ای بسیار سازگار با بافت استخوانی، می‌تواند در بافت استخوانی وارد شده، باعث ترمیم آسیب وارده بر بافت

استخوانی شود. از نتایج مهم دیگر این تحقیق تأثیر حضور آن در افزایش سرعت رشد بافت استخوانی است. دکتر سایتو<sup>۱۵</sup>، استاد گروه فیزیوتراپی کاربردی<sup>۱۶</sup> دانشگاه شینشو<sup>۱۷</sup> (مرکز آموزش علوم درمانی) در شهر ماتسوموتو<sup>۱۸</sup> کشور ژاپن گفت: "نتیجه مطالعات ما نشان داد که MWCNTها به‌خوبی با بافت استخوانی سازگار بوده، می‌توانند در ترمیم و بازرشد این بافت استفاده شوند، همچنین این ماده در واکنش با پروتئین‌های مورفوژنتیک<sup>۱۹</sup> موجود باعث تسریع رشد بافت استخوانی می‌شود."

نانولوله‌های کربنی مورد استفاده در تحقیق دانشمندان ژاپنی، قطر متوسط ۸۰ نانومتر و طول ۱۰ الی ۲۰

میکرومتر داشته و به روش  $^{20}CCVD$  تولید شده‌اند. پس از تولید در محیط آرگون با دمای  $2800$  درجه سلسیوس گرم شدند. این کار به منظور از بین بردن ذرات فلزی و افزایش خلوص نانولوله‌ها لازم است. خلوص نهایی نانولوله‌های مورد استفاده  $98$  درصد بوده و مقدار فلز باقی مانده کمتر از  $100$  ppm است. در مطالعات بعدی باید در مورد تأثیر انواع نانولوله‌های کربنی (نانولوله‌هایی در ابعاد مختلف) در بافت استخوانی بررسی و تحقیق نمود و تمام ویژگی‌های مرتبط با تماس این ماده با بافت استخوانی، متابولیسم آن در درون بدن، ایمنی لازم برای استفاده از این ماده مانند بررسی امکان سرطان‌زایی و سایر سمیت‌های احتمالی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. قبل از این که از این ماده در ترمیم استخوان بدن انسان استفاده شود.



## باکتری‌ها و نانوفیلترها؛ آینده فناوری آب پاک

مترجم: حامد حیدر قلی‌زاده، دانشجوی رشته مهندسی نفت - مخازن نفت، دانشکده صنعت نفت اهواز  
منبع: [physorg.com](http://physorg.com)

معمولاً از باکتری‌ها به بدی یاد می‌شود، خصوصاً باکتری‌های موجود در آب که با بیماری‌ها در ارتباطند؛ اما محققان در دانشگاه ناتینگهام<sup>۲۱</sup> به تازگی از این موجودات ذره‌بینی همراه با جدیدترین روش‌های فیلتراسیون غشایی<sup>۲۲</sup> برای ارتقای فناوری تصفیه آب استفاده می‌کنند. این موجودات تک‌سلولی از ناخالصی‌های موجود در آب - چه قبل از استفاده‌های صنعتی و یا حتی مصارف آشامیدنی - طی فرایندی به نام بیورمیداسیون<sup>۲۳</sup> تغذیه می‌کنند، در این هنگام آب با عبور از غشاهای متخلخل - که مانند یک صافی عمل می‌کنند - تصفیه می‌شود. باید توجه داشت که منافذ موجود در این صافی‌های ذره‌بینی، در مقیاس نانومتر هستند. اندازه این منافذ از ده میکرون (یک هزارم میلی‌متر) تا یک نانومتر (یک میلیونیم میلی‌متر) متغیر است. توسعه این فناوری در بهینه‌سازی مصرف آب، چه در سامانه‌های صنعتی و چه تأمین آب آشامیدنی، در مناطق کم آب قابل استفاده است.

این تحقیقات به سرپرستی ندال هلال<sup>۲۴</sup>، پروفیسور مهندسی شیمی و فرایند در مرکز فناوری‌های آب پاک<sup>۲۵</sup> (یک مرکز تحقیقات جهانی در حوزه توسعه فناوری‌های پیشرفته در زمینه تصفیه آب) صورت گرفته است. محققان در این مرکز با همکاری مؤسسه بین‌المللی کاردو<sup>۲۶</sup> (یک شرکت تصفیه نفت در هاروگات<sup>۲۷</sup>) موفق به گسترش این فناوری شده‌اند.

افزون بر تأثیر فوق‌العاده فرایند تصفیه آب و تبدیل پساب‌های صنعتی همراه با آلاینده‌های فلزی یا روغنی به آب تصفیه‌شده، غشاهای اولترا فیلتراسیون<sup>۲۸</sup> و نانوفیلتراسیون<sup>۲۹</sup> خصوصیت جانبی مفیدی نیز دارند؛ مواد زاید تولیدشده از نظر انرژی، دارای ارزش بالایی هستند، به طوری که می‌توان از آنها به‌عنوان سوخت استفاده نمود، همچنین از غشاهای نانوفیلتراسیون و اولترافیلتراسیون، به منظور تولید آب آشامیدنی از آب دریا در مرکز تحقیقات نمک‌زدایی خاور میانه<sup>۳۰</sup> استفاده می‌کنند. با انجام این کار و زدودن آلاینده‌ها از آب دریا، غشاهای از جرم‌گرفتگی ماشین‌آلات در مراحل بعدی فرایند - چه در طی فرایند اسمز معکوس<sup>۳۱</sup> و چه در

نمک‌زدایی حرارتی – از وارد آمدن خسارت به آنها جلوگیری کرده، مشکلات تعمیر و نگهداری‌های پرهزینه را مرتفع می‌گرداند.

محققان با استفاده از پیشرفته‌ترین میکروسکوپ‌های اتمی در حال اندازه‌گیری خواص مایعات نانومقیاس و بررسی چگونگی رفتار آنها هستند. از این بررسی‌ها می‌توان در صنعت و مکانیک ماشین‌آلات استفاده کرد؛ مثلاً در زمینه بهینه‌سازی مصرف مواد نفتی در یک موتور. این مایعات در گستره دمایی  $50^{\circ}\text{C}$  تا  $150^{\circ}\text{C}$  نیز مورد آزمایش قرار گرفته‌اند.

به گفته پروفیسور هلال تاکنون هیچ گاه تحقیقات بر روی خواص مایعات در چنین مقیاسی صورت نگرفته‌است. با استفاده ترکیبی از بیورمیداسیون و فناوری نانو، فیلتراسیون فرایند تصفیه آب، نسبت به فرایندهای کنونی به مراتب به انرژی کمتری نیازمند است، علاوه بر این با استفاده از مواد پس‌مانده به‌عنوان سوخت، فناوری پاک را نیز در اختیار خواهیم داشت.

## محققان نانوسیم‌ها را آسان‌تر و سریع‌تر از قبل تولید کردند

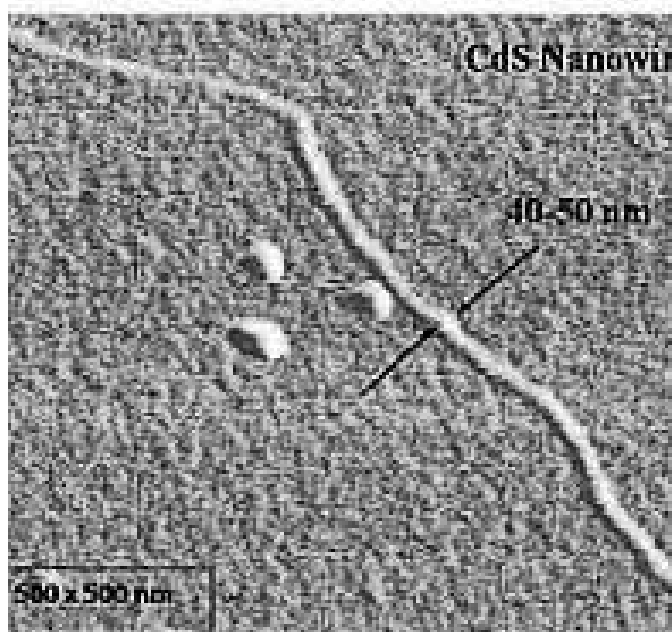
مترجم: حجت اسماعیل‌پور، دانشجوی کارشناسی رشته فیزیک، دانشگاه تبریز

منبع: [physorg.com](http://physorg.com)

اغلب اوقات ساده بودن بهتر است. مهندسان دانشگاه A&M تگزاس روش جدیدی را برای تولید نانوسیم‌های رسانای الکتریکی بسیار نازک ابداع کرده‌اند، که ساده‌تر و سریع‌تر از روش‌های موجود است. سوپراتا کوندو<sup>۲۲</sup>، محقق فوق دکتری در گروه تحقیق هونگ لیانگ<sup>۳۳</sup> و دستیار پروفیسور در دانشکده مهندسی مکانیک A&M، می‌گوید: "در سایر روش‌های مورد استفاده در تولید نانوسیم‌ها از دما و فشار بالا استفاده می‌شود، این روش خیلی ساده و سریع است."

کوندو و لیانگ، طی مقاله‌ای در مجله Material در مورد همین موضوع، فرایند تولید را شرح داده‌اند: این فرایند عبارت است از تاباندن نور فرابنفش بر روی مخلوطی از رشته‌های DNA، سولفات کادمیوم و تیواکتامید<sup>۳۴</sup> در مدت زمانی حدود شش ساعت. نور فرابنفش برای تولید یون‌های سولفید  $(S_2)$  ساختارهای تیواکتامید را می‌شکند. تغییرات شیمیایی ایجادشده به‌وسیله نور فرابنفش به مولکول‌های سولفات کادمیوم این امکان را می‌دهد تا به DNAها بچسبند. نانوسیم‌های تولیدی – هزار بار نازک‌تر از تار موی انسان – رسانای الکتریکی‌اند و می‌توانند در توسعه ابزارهای الکترونیکی نانومقیاس، مثل تراشه‌ها، برای ساخت ریزکامپیوترها یا ابزارهای پزشکی مورد استفاده قرار گیرند. ابزارهای نانومقیاس از نظر اندازه، به‌اندازه یک مولکول و تا حدود صد نانومتر هستند.

لیانگ و کوندو در نظر دارند برای تولید نانوسیم‌ها، تحقیقاتشان را در این



زمینه، روی فلزهای مختلف – سرب، روی و مولیبدن – ادامه دهند. کوندو می‌گوید: “کار با فلزهای دیگر اطلاعات مهمی را در اختیار محققان قرار می‌دهد.” فرایند فرابنفش، به نانوسیم‌ها این اجازه را هم می‌دهد تا روی DNAهایی که در دو یا سه جهت (برای مثال به شکل T و یا مکعبی) چیده شده‌اند، رشد کنند. این روش قابلیت استفاده از این فرایند را برای ساخت مدارهای نانومقیاس یکپارچه ممکن می‌سازد.

## ترانزیستورهای انعطاف‌پذیر و قابل چاپ نانولوله کربنی

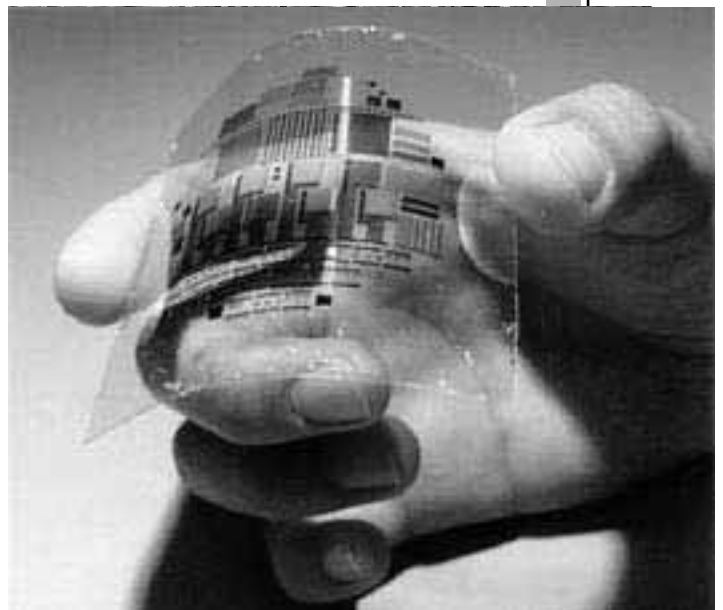
مترجم: حسین مولا، دانشجوی کارشناسی رشته فیزیک، دانشگاه تبریز

منبع: Physorg.com

پژوهشگرانی از دانشگاه لوول ماساچوست و شرکت علوم برور<sup>۳۵</sup>، برای ساخت ترانزیستورهای لایه نازک و پرسرعت که بر روی سطوح پلاستیکی قابل انعطاف چاپ شده‌اند، از نانولوله‌های کربنی استفاده کردند. روش آنها تولید مدارهای الکترونیکی در مقیاس وسیع بر روی هر سطح انعطاف‌پذیر با وزن کمتر و مقرون به صرفه را ممکن می‌سازد. از جمله کاربرد این مدارها می‌تواند در صفحه‌های الکترونیکی، شناسایی فرکانس رادیویی<sup>۳۶</sup> برای نشانه‌گذاری کالاها و اشخاص، و سطوح هوشمند - که شامل مواد و مدارهای الکترونیکی با قابلیت نمایش تغییرات در دما و فشار که در هواپیماها یا دستگاه‌های دیگر به کار می‌رود - اشاره کرد.

چاپ مدارها بر روی پلاستیک یک دستاورد جدید نیست. پژوهشگران مدارهای چاپ‌شده‌ای را تولید کرده‌اند که در دمای اتاق و با استفاده از انواع گوناگون پلیمرهای نیمه‌رسانا به‌عنوان محیط انتقال حامل کار می‌کند، همچنین بسیاری از گروه‌های تحقیقاتی دنیا بر روی تکمیل فرایند تولید این مدارها فعالیت می‌کنند. پروفیسور زیجون لو<sup>۳۷</sup>، از دانشگاه لوول ماساچوست، می‌گوید: “مشکل این پلیمرها تحرک محدود حامل‌ها در آنهاست؛ بدین معنی که الکترون‌ها به‌کندی در آن حرکت می‌کنند. این محدودیت، سرعت دستگاه‌های ساخته‌شده به‌وسیله آنها را در محدوده کیلوهرتز نگه می‌دارد.”

هم‌اکنون رایانه‌های پیشرفته دارای سرعت چند صد مگاهرتز تا بیش از یک گیگاهرتز هستند. بخشی از تلاش‌های الکترونیک چاپ‌شده، استفاده از نانولوله‌های کربنی برای ترانزیستورهای سرعت بالاست که نتایج بسیار رضایت‌بخشی را نیز به همراه داشته‌است. یکی از روش‌های اضافه نمودن نانولوله به پلاستیک، رشد آنها با گرماسی که معمولاً نیاز به دماهای بالا، حدود  $900^{\circ}\text{C}$  دارد که مانع بزرگی بر سر راه تولید ابزارهای الکترونیکی به‌شمار می‌رود، همچنین ترانزیستورهای ساخته‌شده با نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره، یا لایه‌های نانولوله‌ای کم‌چگال – که با اضافه نمودن مقدار کمی از محلول نانولوله بر روی یک سطح ساخته می‌شوند - تنها جریان کوچکی را از خود عبور می‌دهند. فیلم‌های پرچگال



(بیش از هزار نانولوله در مساحت یک میلی‌متر) بهتر هستند، اما بیشتر آنها به دلیل داشتن دوده – که اطراف نانولوله‌ها را می‌پوشاند و مانع عبور جریان می‌شود - کیفیت خوبی ندارند. برای حل این مشکل، پژوهشگران شرکت علوم برور، محلول حاوی نانولوله کربنی تولید کرده‌اند. این پژوهشگران قطره‌کوچکی از محلول را با استفاده از سرنگ، مثل روش ink-jet printing، بر روی لایه شفاف پلاستیکی قرار دادند.

دکتر زالیانگ هان<sup>۲۸</sup>، پژوهشگر ارشد علوم برور، می‌افزاید: ” محلول‌های دارای نانولوله‌های کربنی بسیار خالص بوده و بدون استفاده از هرگونه سورفاکتانت، فعال هستند. تحرک حاملان در ترانزیستورهای ساخته شده ما در مقایسه با دستگاه‌های ساخته شده به دست گروه‌های دیگر بیشتر بوده و چیزی برابر با ۳۱۲ مگاهرتز است که می‌تواند جریان بیشتری را از خود عبور دهد.“

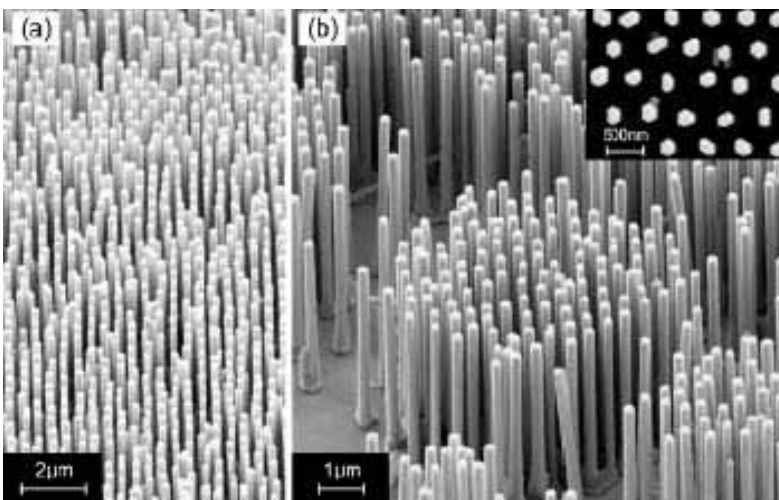
## دوام نانولیزرهای اکسید روی

مترجم: محبوبه تقوایی، کارشناس رشته فیزیک کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

منبع: [www.nanotechweb.org](http://www.nanotechweb.org)

در آلمان، محققان نانومیله‌های اکسید روی را به صورت همتراز، عمودی و منظم رشد داده‌اند، این نانومیله‌ها از خود نور لیزر ساطع می‌کنند. این گروه برانگیزش لیزر را به نقطه‌ای کوچک‌تر از  $1\mu\text{m}$  متمرکز کرده، دریافتند که نانومیله‌های منفرد ایستاده روی زیرلایه می‌توانند لیزر تولید کنند. از این نانومیله‌ها به دلیل داشتن آرایشی منظم، می‌توان در ساخت دستگاه‌های نانولیزر در محدوده طول‌موج اشعه فرابنفش و آشکارسازی منبع نور استفاده کرد. اکسید روی (ZnO) یک نیمه‌رسانا با گاف نواری عریض است که نور لیزر را در محدوده اشعه فرابنفش در دمای اتاق ساطع می‌کند.

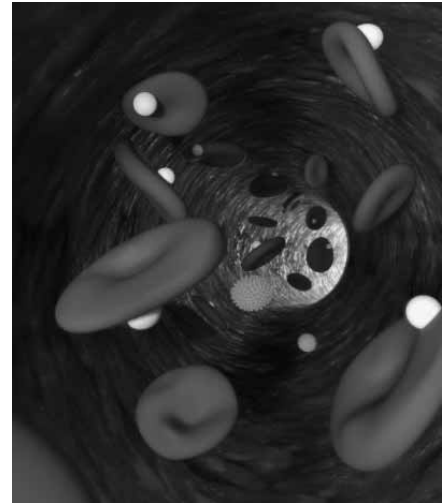
نانومیله‌های اکسید روی می‌توانند به عنوان اجزای ساختمانی نانولیزرها استفاده شوند. به هر حال تولید منظم، یکنواخت و آرایش همتراز نانو ساختارهای ZnO برای کاربردهای تجربی مشکل است. اکنون یوجوان<sup>۳۹</sup> از دانشگاه کالسر<sup>۴۰</sup> و همکارانش، در رشد این ساختارهای منظم هندسی به موفقیت رسیده‌اند. یکنواخت بودن نانومیله‌ها برای استفاده در نانولیزرها بسیار مهم است و توانایی نانومیله‌ها برای تولید لیزر، به هندسه و آرایش آنها بستگی دارد. محققان این آراستگی را با روش انتقال فاز بخار تولید کرده‌اند، آنها از پودر ZnO بسیار خالص استفاده کردند که انتشار بخار Zn را کاهش می‌دهد. بخار Zn به وسیله حامل گاز، به زیرلایه نیتريد گالیم (GaN) – که با کاتالیزور طلا پوشیده شده – انتقال می‌یابد.



(a)، نمایی با زاویه ۴۵ درجه از آرایش منظمی از نانومیله‌های ZnO؛ (b) آرایشی منظم به صورت شش‌گوشه‌ای تنگ چین.

روی (Zn) در اثر ترکیب با اکسیژن به ZnO تبدیل می‌شود و به صورت نانومیله‌هایی در محل طلا رشد می‌یابد. ژوا<sup>۴۱</sup> می‌گوید: " کلید اصلی در رشد موفقیت‌آمیز نانومیله‌ها، نمونه‌گیری اصولی و آسان نانوذرات منظم، همراه با شرایط رشد ثابت است. همه نانومیله‌ها از نظر جهت‌گیری و اندازه یکسان رشد یافته‌اند."

نانولیزرهای ZnO به عنوان منابع نوری کوچک و بسیار مؤثر به کار می‌روند، از جمله کاربردهای آن می‌توان به ذخیره‌سازی داده‌های اپتیکی، میکروآنالیزها و ترکیب آن با فسفر - به عنوان منبع نوری سفید و روشن در نمایشگرها - اشاره نمود. این گروه همچنین مشغول ساخت ساختارهای نامتجانس P-GaN / نانومیله‌های منظم و یکنواخت n-ZnO برای استفاده در دستگاه‌های انتشار نور و لیزرهای دیودی است.



## طرح کلی ردیابی سلول‌های سرطانی به وسیله نانوذرات و ریزسیالات

مترجم: مریم خیری دانشجوی رشته مهندسی شیمی - فراوری و انتقال گاز، دانشکده صنعت نفت اهواز  
منبع: [www.nanowerk.com](http://www.nanowerk.com)

شناسایی تومورها، یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهایی است که تأثیر بسزایی را در پیشگویی و درمان سرطان داشته است. دو گزارش جدید حاکی از آن است که راه‌های متفاوت و امیدبخش در جهت درمان این بیماری وجود دارد. در دانشگاه فلوریدا دکتر ویهانگ تن<sup>۴۲</sup> و همکارانش نانوذرات طلا را به ذراتی بسیار کوچک متصل کردند. این گروه ذرات، همانند پادتن‌ها به گروه خاصی از مولکول‌ها به نام مولکول‌های هدف می‌چسبند. در پروژه‌ای که سال پیش انجام شد، گروه دکتر تن درباره شیوه‌های ساخت ذراتی که فقط به سلول‌های سرطانی متصل می‌شوند توضیحاتی ارائه داد. اطلاعات مربوط به این پروژه در مجله Analytical Chemistry به چاپ رسید و در آن درباره چگونگی ترکیب این ذرات با نانوذرات طلا و تولید یک سیگنال شناسایی نوری، هنگامی که این ترکیب سلول‌های سرطانی را در برمی‌گیرد، توضیح داده شده است.

نانوذرات طلا علامت‌های نوری مؤثری دارند که جذابیت رنگی آنها ارتباطی قوی با اندازه‌شان دارد. در این پروژه محققان از نانوذراتی استفاده کردند که دارای حداکثر توانایی جذب نوری با طول موج ۵۰۰ نانومتر هستند. با اتصال این نانوذرات به تعداد زیادی از سلول‌های هدف، طیف جذبی آنها با تغییر قابل ملاحظه‌ای از رنگ سبز به رنگ قرمز می‌رسد. این تغییر با چشم قابل رؤیت است؛ اما محققان در این زمینه برای افزایش حساسیت سنجش تا مرز حداقل ۹۰ سلول بدخیم از وسیله‌ای به نام طیف‌سنج میکروپلیت<sup>۴۳</sup> استفاده کرده‌اند. در روشی متفاوت دکتر گری مکی<sup>۴۴</sup> و همکارانش در دانشگاه آیداهو<sup>۴۵</sup> ترانزیستوری نانوسیمی با قدرت بسیار بالا برای شناسایی درجات بسیار کم متیلاسیون<sup>۴۶</sup> DNA ایجاد کرده‌اند. DNA آغشته به متیل، نقش مؤثری در آرام کردن ژن‌های تومور سرطانی مهاجم دارد.

برای مجزا کردن DNA هدف، محققان از مهره‌های مغناطیسی - که با یک اتصال‌دهنده شکننده به زنجیره مکمل DNA متصل هستند - استفاده می‌کنند. برای خارج کردن ژن هدف، مهره‌ها به مخلوطی از ژن‌ها متصل



شده و پس از آن با اعمال یک میدان مغناطیسی، ژن هدف از سایر DNAهایی که به مهره‌ها متصل نشده‌اند، جداسازی می‌شود. سپس DNAهای جدا شده با از بین بردن اتصال دهنده‌های شکننده از مهره‌های جداکننده آزاد می‌گردند. در نهایت محلول حاصله با استفاده از حسگرهای نانوسیمی، بررسی می‌شود. این حسگرها با ۲۸ تا ۸۰ نانومتر طول، می‌توانند حداقل ۲۵ هزار مولکول متیلاسیون DNA را بدون هیچ اشتباهی، نشان دهند. این درجه از حساسیت برای رفع نیاز استفاده از واکنش زنجیره‌ای پلیمری کافی است.

## نتیجه‌بخش بودن نظریه دینامیک سیالات در مقیاس نانومتر

مترجم: ایمان فرح‌بخش، دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی مالک اشتر  
منبع: [www.azonano.com](http://www.azonano.com)

در سال ۲۰۰۰ محققان مرکز فناوری جرجیا نشان دادند که برای به کار بردن نظریه دینامیک سیالات در مقیاس نانومتر (در خلأ) باید آن را اصلاح نمود. هم‌اکنون آنها اظهار نمودند که این نظریه اصلاح شده را می‌توان در فضای عادی (خارج از خلأ) هم به کار برد. نتایج این تحقیق در ۹ فوریه ۲۰۰۷ در نشریه *Physical Review Letters* به چاپ رسیده است.

در دنیای کنونی، درک حرکت سیالات، مبنایی برای بخش عظیمی از مهندسی و فناوری است. هواپیماها به پرواز درمی‌آیند و شناورها حرکت می‌کنند، زیرا دانشمندان به این قانون پی برده‌اند که سیالاتی مانند آب و هوا تحت شرایط متغیر چگونه رفتار می‌کنند.

اصول ریاضی معروف به ناویر استوکس<sup>۴۷</sup> که این قوانین را شرح می‌دهند، بیش از صد سال پیش بیان شده‌اند. این معادلات برای همه دانشمندان و دانشجویان حوزه دینامیک سیالات شناخته شده است؛ اما هم‌اکنون که محققان سرگرم کاوش در قلمروهای بسیار کوچک هستند، یک سؤال مهم مطرح می‌گردد: قوانین مربوط به سیالات و جریان آنها در مقیاس نانومتر چگونه بیان می‌شود؟ آیا قوانین مشابهی به کار گرفته می‌شود یا قواعد جدیدی باید کشف گردند؟

پرواضح است که سیستم‌های کوچک بیش از سیستم‌های بزرگ در معرض بی‌نظمی قرار می‌گیرند. از این رو یوزی لاندمن<sup>۴۸</sup>، فیزیک‌دان مرکز فناوری جرجیا، اظهار نمود که اصلاح معادلات ناویر استوکس – که شامل شاخص‌های تصادفی است – این امکان را برای آنان فراهم می‌کند تا بتوانند رفتار مایعات را در مقیاس نانومتر توضیح دهند. لازم به ذکر است که وجود شاخص‌های تصادفی در معادلات بیانگر احتمال وقوع یک پدیده‌اند. لاندمن و همکارانش از شبیه‌سازی کامپیوتری استفاده نمودند تا نشان دهند که معادلات ناویر استوکس تصادفی در محیط خلأ برای نانوجت‌های یک سیال جوابگو است. پیش‌بینی‌های نظری این اقدام اولیه با آزمایش‌های گروهی از دانشمندان اروپایی، از لحاظ تجربی تطبیق داده شد. هم‌اکنون لاندمن و یکی از

دانشجویانش پی برده‌اند که با اصلاح بیشتر معادلات ناویر استوکس، قادر خواهند بود تا رفتار سیالات را در فضای نانو - بدون نیاز به خلأ - دقیق‌تر توصیف کنند.

## کاربرد جدیدی از هولوگرافی

مترجم: عبدالحسین موحدی، کارشناس رشته فیزیک، دانشگاه تبریز

منبع: [www.nanotechwire.com](http://www.nanotechwire.com)

دانشمندان دانشگاه آریزونا، موانع فنی برای ساخت نمایشگرهای سه‌بعدی هولوگرافی را برطرف ساختند. این نمایشگرها قابلیت پاک شدن و بازنویسی در عرض چند دقیقه را دارند. این نمایشگرهای هولوگرافی - که با چشم غیر مسلح می‌توان آنها را دید - اولین نسل از نمایشگرهای سه‌بعدی با حافظه بوده و ابزاری ایده‌آل برای کاربردهای پزشکی، صنعتی و نظامی است.

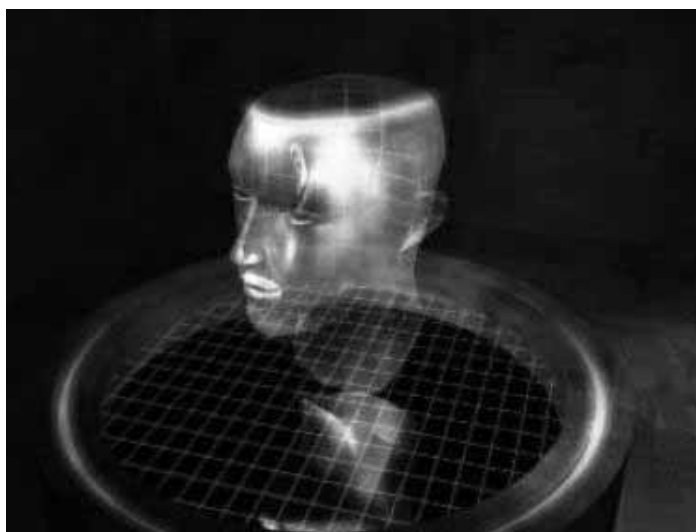
پروفسور ناصر پیغمبریان، استاد اپتیک دانشگاه آریزونا، گفت: "این ابزار جدیدی است که با هولوگرام‌های موجود روی کارت‌های اعتباری متفاوت است. هولوگرام‌های موجود روی کارت اعتباری به صورت ثابت چاپ شده‌اند و نمی‌توان آنها را پاک، و یا با عکس سه‌بعدی دیگری جایگزین نمود."

سواز تای<sup>۴۹</sup>، دیگر دانشمند در زمینه اپتیک این دانشگاه، افزود: "هولوگرافی، ده‌ها سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اما نمایشگرهای هولوگرافی اولین کاربرد عملی و سودمند این فناوری هستند."

از نمایشگرهای هولوگرافی دینامیک می‌توان برای ساخت ابزارهایی استفاده نمود که به جراحان در پیگیری فرایندهایی که در طی یک عمل پیچیده جراحی مغز اتفاق می‌افتد، کمک می‌کند. این ابزارها می‌توانند خطوط هوایی و هر گونه خطری که در کل فضای سه‌بعدی اطراف هواپیما وجود دارد، به خلبان نشان دهند، همچنین از این نمایشگرها می‌توان برای مشاهده تغییرات سریع طوفان‌ها و مشکلات ترافیکی استفاده نمود. از دیگر کاربردهای این ابزارها می‌توان به استفاده از آنها در صنایع ساخت بازی‌های سرگرم‌کننده اشاره نمود؛ چرا که می‌توان با استفاده از این فناوری نمایشگرهایی پویا و سه‌بعدی ساخت.

ابزاری که این دانشمندان ساخته‌اند، شامل یک لایه پلاستیکی خاص است که بین دو شیشه قرار گرفته‌است که هر کدام از آنها با الکترودهای شفاف پوشش داده شده‌است. تصویر مورد نظر روی پلاستیک حساس به نور - که پلیمر شکننده نور نامیده می‌شود - با استفاده از پرتوهای لیزر و اعمال یک میدان الکتریکی خارجی، نگاشته می‌شود. دانشمندان تصاویری دوبعدی از یک شی یا یک صحنه تهیه نموده‌اند، این نمایشگر هولوگرافی این تصاویر دوبعدی را به یک تصویر سه‌بعدی تبدیل می‌کند.

دفتر تحقیقات علمی نیروی هوایی که گروه پروفسور پیغمبریان را برای ساخت این نمایشگرها حمایت می‌کند، قبلاً از این نمایشگرها استفاده کرده بود؛ اما آنها استاتیک (ثابت) بودند. آنها قابلیت پاک شدن و ایجاد تصویر





جدید را نداشتند. این نمایشگرهای هولوگرافی جدید می‌توانند در هر چند دقیقه تصویر جدیدی را نمایش دهند.

این نمایشگر چهار اینچ در چهار اینچ (ده سانتی‌متر در ده سانتی‌متر) که به‌وسیله پروفیسور پیغمبریان و همکارانشان ساخته شده‌است، تصویر را تنها با یک رنگ قرمز نشان می‌دهد، اما این محققان مشکلی را برای ساخت نمایشگرهای بزرگ‌تر و کاملاً رنگی نمی‌بینند. آنها ساخت دو نمایشگر یک فوت در یک فوت (۳۰ سانتی‌متر در ۳۰ سانتی‌متر) و سه فوت در سه فوت (۹۰ سانتی‌متر در ۹۰ سانتی‌متر) را در برنامه آینده خود در نظر گرفته‌اند.

پیغمبریان می‌گوید: "ما از موادی استفاده می‌کنیم که کارایی بالایی دارد و ارزان قیمت

است و قابلیت استفاده در مقیاس‌های بزرگ‌تر را دارد. این ویژگی برای ساخت نمایشگرهای سه‌بعدی با طول عمر زیاد بسیار مهم است. ما می‌توانیم کل صحنه‌ها یا اشیاء را در عرض سه دقیقه ضبط و برای سه ساعت نگهداری کنیم." این محققان در حال تلاش برای نوشتن سریع‌تر تصاویر با استفاده از لیزرهای پالسی هستند. تای می‌گوید: "اگر بتوانیم از لیزرهای پالسی استفاده کنیم، می‌توانیم هولوگرام‌های بزرگ‌تری را در همان مدت زمان که امروزه برای ساخت هولوگرام‌های کوچک‌تر صرف می‌شود، بسازیم. ما می‌توانیم با استفاده از این فناوری به‌عنوان مثال تصویر کاملی از یک انسان را با اندازه واقعی آن نمایش دهیم."

تای می‌گوید: "امروزه در پزشکی از فناوری‌های تصویربرداری سه‌بعدی مثلاً در MRI به‌طور معمول استفاده می‌شود، اما مقدار زیادی از اطلاعات که در سه بعد ایجاد می‌شود، در ابزارهایی دویبعدی مانند صفحات نمایش کامپیوتر، نمایش داده نمی‌شوند. بنابراین مقدار زیادی از اطلاعات به‌دلیل این نحوه نمایش از بین می‌رود؛ بنابراین ما تصور می‌کنیم هنگامی که ما هولوگرام‌های سه‌بعدی تمام رنگی را توسعه می‌دهیم، هر بیمارستانی متقاضی آن باشد."

### پانویس

1. Carbon NanoPipette	19. Morphogenetic protein	35. University of Massachusetts Lowell and Brewer Science
2. Pennsylvania	20. Catalytic chemical vapor deposition	36. RFID
3. Haim Bau	21. Nottingham	37. Xuejun Lu
4. Mechael Schrlau	22. Membrane Filtration	38. Xuliang Han
5. wet-etch	23. Bioremediation	39. uijuan
6. Rensselaer	24. Nidal Hilal	40. karlsruhe
7. Shawn-Yu Lin	25. Center For Clean Water Technology	41. Zhou
8. Pulickel Ajayan	26. Cardev International	42. Weihong Tan Ph.D
9. thermalphotovoltaic	27. Harrogate	43. Microplate
10. Nanocavity	28. Ultrafiltration	44. Gary Maki Ph.D
11. Severe Acute Respiratory Syndrome	29. Nanofiltration	45. Idaho
12. Rochester	30. Middle East Desalination Research Centre	46. Methylation
13. Philippe Fauchet	31. Reverse Osmosis	47. Navier-Stokes equations
14. Implant	32. Subrata Kundu	48. Uzi Landman
15. Naoto Saito	33. Hong Liang	49. Savas Tay
16. Applied Physical Therapy	34. Thioacetamide	
17. Shinshu		
18. Matsumoto,		

## سومین همایش سراسری دانشجویی نانو در پژوهشکده نانو

### دانشگاه شیراز برگزار شد

سومین همایش دانشجویی فناوری نانو به همت پژوهشکده نانو دانشگاه شیراز و با حمایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در تاریخ ۱۷ تا ۲۰ بهمن ماه با حضور بیش از ۶۰۰ شرکت‌کننده برگزار گردید. در کل ۷۵۷ مقاله به دبیرخانه همایش ارسال شد. تعدادی از این مقالات مربوط به پایان‌نامه‌های دانشجویان در حوزه فناوری نانو بود که از طرف ستاد ویژه توسعه فناوری نانو حمایت شدند. از کل مقالات، ۴۲۴ مقاله پذیرفته شد. مقالات با اولویت بالاتر از نظر کاربردی بودن به صورت شفاهی و دیگر مقالات برای اولین بار به صورت پوستر ارائه شد. با توجه به هماهنگی‌های صورت گرفته با ستاد، امسال برای اولین بار برخی از پروژه‌های کاربردی در حوزه فناوری نانو خارج از مقالات حمایتی نیز ارائه شد.

محورهای اصلی همایش، شش محور: نانوفیزیک، نانوشیمی، نانوبیو، نانومکانیک، نانو الکترونیک و نانومحاسبات بود، البته تعداد اندکی از مقالات نیز خارج از این محورها بود و بیشتر بحث مدیریتی را در بر داشت که برای آنها نیز یک بخش ارائه جدا در نظر گرفته شد.

همزمان با برگزاری همایش، تعدادی کارگاه آموزشی با همکاری شرکت مهارف‌انبار برگزار شد که شامل: کارگاه‌های مشخصه‌یابی در حوزه فناوری نانو، کارگاه آموزشی آشنایی با تجهیزات نانویی از قبیل SPM، AFM و SEM، آشنایی با لایه‌نشانی بودند. کارگاه آشنایی با پتنت نیز از جمله دیگر کارگاه‌هایی بود که در این همایش برگزار گردید. در ضمن در کنار همایش تورهای سیاحتی بازدید از مراکز گردشگری شهر شیراز برای شرکت‌کنندگان در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که در این همایش نشریه فضای نانو نیز به منظور ارتباط تنگاتنگ با دانشجویان و اساتید حضور داشت.

## ایران مرکز فناوری نانو در جهان اسلام

منبع: [www.nano.ir](http://www.nano.ir)

در پایان نشست سه روزه سیزدهمین مجمع عمومی همکاری‌های علمی و فناوری سازمان کنفرانس اسلامی که با حضور نمایندگان ۵۵ کشور اسلامی از جمله ۱۳ وزیر علوم در اسلام آباد برگزار شد، جمهوری اسلامی ایران به عنوان مرکز شبکه فناوری نانو در میان کشورهای اسلامی معرفی شد.

جمهوری اسلامی ایران در طول چند سال گذشته رشد بسیار بالایی در فناوری نانو داشته است به طوری که هم‌اکنون با فاصله قابل توجهی نسبت به سایر کشورهای اسلامی، در رتبه اول این کشورها از نظر تولید علم در فناوری نانو قرار دارد. این در حالی است که در سال ۲۰۰۱ ایران در بین کشورهای اسلامی در رتبه ششم قرار داشت. این انتخاب، می‌تواند مصداق الهام بخش بودن ایران در بین کشورهای اسلامی باشد که از اهداف سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران است.

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، این دستاورد را به همه محققان و تلاشگرانی که در مسیر اعتلای جایگاه کشورمان فعالیت می‌کنند تبریک می‌گوید. ان شاء... با تداوم تلاش‌های محققان و مدیران در سال‌های آینده، شاهد دستاوردهای بزرگتر و تحقق همه اهداف سند راهبرد توسعه فناوری نانو باشیم.

## برترین‌های فناوری نانو ایران در سال ۱۳۸۵ معرفی شدند

منبع: [www.nano.ir](http://www.nano.ir)

دومین جشنواره انتخاب برترین‌های فناوری نانو، سه شنبه ۷ اسفند ۱۳۸۶ با حضور معاون محترم علم و فناوری رئیس جمهور، مدیران ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و تعداد زیادی از محققان این فناوری برگزار شد. در این جشنواره، افراد و نهادها بر حسب کیفیت و حجم فعالیت‌ها و دستاوردهای سال ۱۳۸۵ مورد ارزیابی قرار گرفته و رتبه بندی شدند. برترین‌های این دوره به شرح ذیل هستند:

### ده نفر محقق برتر

رتبه	نام و نام خانوادگی	امتیاز	مرکز فعالیت
۱	دکتر سید علیرضا اشرفی	۱۲۲/۷	دانشگاه کاشان - دانشکده علوم - گروه ریاضی
۲	دکتر مسعود صلواتی نیاسر	۹۱	دانشگاه کاشان - پژوهشکده علوم و فناوری نانو
۳	دکتر نیما تقوی نیا	۸۷	دانشگاه صنعتی شریف - پژوهشکده علوم و فناوری نانو
۴	دکتر علیرضا مشفق	۶۸/۱	دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده فیزیک
۵	دکتر فائزه فرزانه	۶۵	دانشگاه الزهرا - دانشکده شیمی
۶	دکتر اعظم ایرجی زاد	۶۴/۸	دانشگاه صنعتی شریف - پژوهشکده علوم و فناوری نانو
۷	دکتر سید شمس‌الدین مهاجرزاده	۶۰/۵	دانشگاه تهران - دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
۸	دکتر عبدا... سلیمی	۶۰	دانشگاه کردستان - گروه شیمی
۹	دکتر محمد رضا محمدی	۵۸	دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی مواد
۱۰	دکتر رسول ملک فر	۵۵	دانشگاه تربیت مدرس - گروه فیزیک

### سه مرکز تحقیقاتی و دانشگاهی برتر

رتبه	نام مرکز	امتیاز	نام رئیس
۱	پژوهشگاه صنعت نفت	۱۴۰۲/۵	دکتر مهاجرانی
۲	دانشگاه صنعتی شریف	۷۳۸/۳۵۵۱	دکتر سهراب‌پور
۳	دانشگاه تهران	۶۰۶/۵۵	دکتر رهبر

### محقق جوان برتر

نام و نام خانوادگی	امتیاز	مرکز فعالیت
دکتر محمدرضا محمدی	۵۸	دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی مواد

### سه آزمایشگاه برتر

رتبه	نام مرکز	امتیاز
۱	مجموعه آزمایشگاه‌های پژوهشگاه صنعت نفت	۷۹/۸۴
۲	مجموعه آزمایشگاه‌های پژوهشگاه مواد و انرژی	۶۶/۷۸
۳	آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد	۶۶/۳۱

### مرکز رشد برتر

نام مرکز	امتیاز
مرکز رشد دانشگاه تهران	۶۰

### رسانه برتر

نام خبرگزاری	امتیاز
دانشجویان ایران (ایسنا)	۶۷۶

### پایان نامه برتر

رتبه	نام و نام خانوادگی	نام مرکز	استاد راهنما
۱	محمود علی اف خضرای	دانشگاه تربیت مدرس	دکتر علیرضا صبور روح اقدم

### مدیر برتر

نام و نام خانوادگی	سمت
دکتر علی وکیلی	رئیس سابق پژوهشگاه صنعت نفت

## فراخوان مقاله برای اولین کنفرانس پتروشیمی ایران

منبع: [www.nano.ir](http://www.nano.ir)

شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی به منظور ارتقای دانش علمی کشور در زمینه صنعت پتروشیمی و همچنین ارائه آخرین دستاوردهای پژوهشی و صنعتی در عرصه صنعت پتروشیمی، اقدام به برگزاری اولین کنفرانس پتروشیمی ایران در روزهای اول و دوم مرداد سال ۱۳۸۷ نموده است. در این راستا، تیم پژوهشی فناوری نانو گروه پژوهشی فناوری‌های نوین شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی با هدف ایجاد بستری مناسب جهت تبادل تجربیات و دانش‌های کسب شده در فناوری نانو مرتبط با صنایع پتروشیمی و نیز ارائه آخرین دستاوردهای پژوهشی در عرصه کاربردهای فناوری نانو در صنایع پتروشیمی، از کلیه پژوهشگران، متخصصان و صاحب‌نظران دانشگاهی و صنعتی دعوت می‌نماید تا آخرین دستاوردهای پژوهشی و تجربیات علمی و صنعتی خود را در این زمینه با تأکید بر حوزه‌های ذیل در اولین کنفرانس پتروشیمی ایران ارائه نمایند:

۱- نانوکامپوزیت‌های پلیمری؛

۲- نانوکاتالیست‌ها؛

۳- پوشش‌های نانومتری؛

۴- محیط‌زیست شامل نانوحسگرها، نانوذرات، نانوفیلتراسیون، نانوجاذب‌ها و غیره.

علاقه‌مندان می‌توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر به سایت شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی ([www.npc-rt.ir](http://www.npc-rt.ir)) مراجعه نمایند.

## همایش کشوری دانشجویی فناوری نانو در علوم بهداشتی

منبع: [nano.ir](http://nano.ir)

همایش کشوری دانشجویی فناوری نانو در علوم بهداشتی در تاریخ ۲۱/۲/۸۷ در تالار ابن سینا دانشگاه علوم پزشکی تهران برگزار می‌شود. موضوع این همایش که توسط بسیج دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی تهران برگزار می‌گردد آشنایی با فناوری نانو و کاربردهای آن در رشته‌های بهداشت حرفه‌ای، بهداشت محیط، محیط‌زیست، بهداشت عمومی و حشره‌شناسی پزشکی است. این همایش دارای امتیاز بازآموزی ۲/۷۵ از وزارت بهداشت، برای استادان و کارشناسان رشته‌های بهداشتی است. همزمان با برگزاری همایش، نمایشگاه فناوری نانو نیز برگزار می‌شود. آخرین مهلت ارسال مقالات ۲۲ فروردین است.

خلاصه مقالات به آدرس [nths@tums.ac.ir](mailto:nths@tums.ac.ir) ارسال شود. برای کسب اطلاعات بیشتر به آدرس سایت همایش <http://nths.tums.ac.ir/> مراجعه نمایید.

## معرفی پایان نامه

### تحلیل عوامل اجتماعی مؤثر بر توسعه فناوری نانو در ایران

پژوهشگر: ابراهیم حیدری

مقطع: کارشناسی ارشد

استاد راهنما: دکتر سید سپهر قاضی نوری

دانشگاه: بوعلی سینای همدان

استاد مشاور اول: دکتر عباس صمدی

دانشکده: مهندسی، گروه صنایع

تهیه کننده:

مهدیه کنگی<sup>۱</sup>

سیاست‌گذاری فناوری در جهان تبدیل شده است. تجربه‌هایی که از تأثیر فناوری‌های جدید بر عرصه‌های مختلف اجتماع وجود دارد لزوم تحقیق، پیش‌بینی و برنامه‌ریزی برای برخورد با مسائل احتمالی را ضروری می‌سازد. فناوری‌های نو علاوه بر اثرات مستقیم خود بر جنبه‌های گوناگون اجتماع و زندگی اجتماعی، اثرات غیرمستقیم ثانویه و متعاقبی دارند که گاهی قابل پیش‌بینی نیستند. اثرات فناوری نانو بر نظام اجتماعی بسیار بنیادین است. آموزش بین‌رشته‌ای، همکاری و فرهنگ کار جمعی در توسعه این فناوری اهمیت زیادی دارد. شناخت ابعاد اجتماعی مختلف، امکان برنامه‌ریزی برای رفع موانع اجتماعی توسعه این فناوری را امکان‌پذیر می‌سازد. این تحقیق به ترتیب به شناخت اثرات و نتایج توسعه فناوری نانو، شناخت پیش‌نیازها و زیرساخت‌های اجتماعی لازم برای توسعه آن و ابعاد اجتماعی گوناگون مسئله، و در نهایت ارائه برنامه‌ای برای رفع موانع توسعه و پیشگیری از نتایج منفی آن می‌پردازد.

تجربه فناوری‌های پیشین همچون فناوری اطلاعات نشان می‌دهد، فناوری نانو می‌تواند اثرات بنیادی بر جامعه داشته باشد. فناوری نانو بر تمامی حوزه‌های اجتماعی همچون حوزه‌های اقتصادی - سیاسی، بهداشتی - زیست‌محیطی، امنیتی - دفاعی، حقوقی، آموزشی و فرهنگی تأثیر خواهد گذاشت. مطالعه این اثرات این امکان را فراهم می‌کند که علاوه بر شناخت اثرات محتمل و پیش‌بینی نتایج آنها، برای رویه رو شدن با مسائل نوظهور و غیرمنتظره هم‌آمدگی حاصل شده و در نهایت برای گرفتن تصمیم‌های درست به تصمیم‌گیران کمک شود. در این تحقیق چندین دسته‌بندی جدید از اثرات بالقوه فناوری نانو بر جامعه ارائه شد که می‌تواند برای تحقیقات آتی راه‌گشا باشد. پس از آن با استفاده از سناریوها، راهبرد آینده توسعه فناوری نانو در ایران ارزیابی و راهکارهایی برای بهبود برنامه توسعه نانو پیشنهاد شده است. فناوری نانو در سال‌های اخیر به یکی از زمینه‌های اصلی

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته

شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد

شهری

Mahdieh.kangi@gmail.com



## معرفی پایان نامه

### بررسی پوشش‌های ایجاد شده به روش نیتروکربوراسیون پلاسمایی الکترولیتی و مطالعه مقاومت به خوردگی آنها

تهیه کننده:

محمود علی اف خضرای

پژوهشگر: محمود علی اف خضرای

مقطع: دانشجوی دکترا رشته مهندسی مواد

استاد راهنما: دکتر علیرضا صبور روح اقدم

دانشگاه: دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده: فنی و مهندسی، گروه خوردگی

نتایج حاصل از این طرح می‌تواند در حوزه‌های مختلف از جمله صنایع غذایی، پزشکی، حمل و نقل، خودروسازی، نفت، گاز و پتروشیمی، نیروگاهی، نساجی، هوافضا، الکتریکی و صنایع نظامی مورد استفاده قرار گیرد. مهم‌ترین دستاوردها و مزایای این پروژه عبارتند از: پایین بودن هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه و عملیاتی، آسان بودن عملیات، مصرف انرژی پایین، خواص خوردگی و سایشی بسیار بهتر نسبت به پوشش‌های مشابه، دستیابی به دانش فنی و ایجاد پوشش‌های نانوکریستالی برای اولین بار در خاورمیانه و ثبت اختراعاتی در این زمینه، ایجاد توانمندی در زمینه طراحی قطعات صنعتی، ساخت و راه‌اندازی واحد نیمه‌صنعتی برای پوشش قطعات کوچک و ایجاد زیرساخت تحقیق و پژوهش در زمینه علوم و فناوری پوشش‌های نانوکریستالی ایجاد شده به روش الکترولیز پلاسمایی. شایان ذکر است این پایان نامه در سال ۱۳۸۶ به‌عنوان پایان نامه برتر برگزیده شد.

استفاده از فرایند الکترولیز پلاسمایی در مهندسی سطح از چند جهت مورد توجه است. مدت زمان بسیار کوتاه این فرایند، میزان انرژی مصرفی کم، کنترل راحت‌تر خواص پوشش بدست آمده، الکترولیت مورد استفاده دوستدار محیط زیست، ایجاد خواص بسیار مطلوب‌تر (مثلاً در مورد مقاومت به خوردگی و سایش) نسبت به سایر روش‌های سخت‌کاری از جمله مزایای این طرح است. شایان ذکر است که توسط این روش هم می‌توان بر روی سطوح آلیاژهای سبک مانند آلومینیوم و منیزیم و تیتانیوم لایه‌ای اکسیدی ایجاد نمود و هم می‌توان توسط فرایند کاتدی سطوح فلزات به خصوص فولاد را سخت‌کاری نمود. این روش حتی در زمینه اکسیدزدایی از سطح نیز کارآمد است. در این پایان‌نامه، فرایند الکترولیز پلاسمایی پالسی نانوکریستالی بر روی زمینه تیتانیوم خالص تجاری مطالعه و خواص آن بررسی شده‌است. با استفاده از تغییر فاکتورهای مؤثر بر فرایند نتایج بسیار جالبی بدست آمده‌است.

۱. کارشناسی ارشد رشته مهندسی

مواد، دانشگاه تربیت مدرس

Maliofkh@gmail.com



## معرفی محصول

### معرفی دو نوع پوشش نانویی

می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- فعالیت‌های تنفسی به خوبی انجام می‌شود؛
- سهولت در استفاده و خشک شدن سریع منسوجات؛
- قطرات مایع بر روی آن به شکل مروارید درآمده بسیار دیر جذب می‌شود و بر روی سطح آن سر می‌خورد؛
- مقاومت بالا در برابر شستشو با شوینده‌ها در دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد؛
- جلوگیری از لک شدن توسط مایعاتی مانند قهوه، چای و...؛
- مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش،
- مقاوم در برابر عوامل جوی.

#### کاربرد بر روی سطوح

NewPro-Nano را باید قبل از استفاده به اندازه کافی تکان داده و سپس آن را بر روی سطح به آرامی و یکنواخت از فاصله تقریباً ۲۵ cm اسپری نمایید. سپس آن را به کمک یک قلم‌مو یا غلطک به‌طور یکنواخت در همه جا پخش کرده تا لایه نازک یکنواختی در سرتاسر آن به‌وجود آید. باید حدود ۶۰ دقیقه به آن زمان دهید تا خشک شود و هیچ‌گونه قطره یا مایع قابل مشاهده‌ای بر روی آن باقی نماند. قابل توجه است که می‌توان این محصول را بر روی سطوح مختلفی به‌کاربرد. لذا از قبل باید هدف نهایی استفاده از آن مشخص گردد. با به کار رفتن این مواد بر روی سطح پارچه و چرم کمی رنگشان تیره‌تر می‌گردد.

NewPro-Nano از جمله لایه پوشاننده سطوح منسوجات و چرم است که آنها را در برابر آب و محلول‌های الی و غیرالی محافظت می‌نماید. این پوشش سطحی بر روی انواع چرم و منسوجات، دارای خاصیت دفع‌کننده آب بوده که تا حد زیادی از سرعت جذب رطوبت و چرک می‌کاهد.

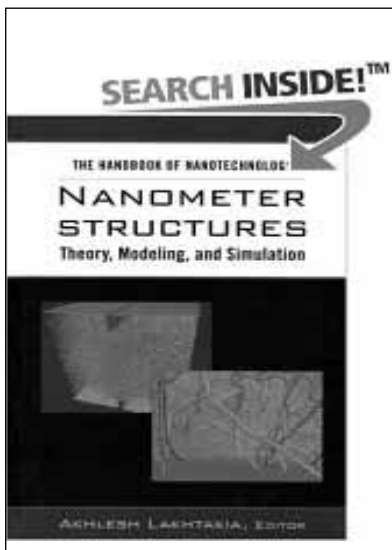
این نوع منسوجات دارای کاربردهای فراوانی هستند از جمله:

- ۱- فرم‌ها و اشکال مختلف چرم، مخصوصاً بر روی جیر؛
- ۲- سایبان‌ها (از جنس کرباس)؛
- ۳- انواع کلاه‌ها؛
- ۴- فرش و قالیچه؛
- ۵- فتیله‌های پشمی قابل تبدیل؛
- ۶- پنبه؛
- ۷- البسه شکاری و ماهیگیری و تفریحی؛
- ۸- دستکش‌ها؛
- ۹- بارانی؛
- ۱۰- کفش‌ها؛
- ۱۱- ابریشم؛
- ۱۲- چترهای بارانی و خورشیدی؛
- ۱۳- چادرها؛
- ۱۴- رویه‌های مخصوص برای پوشش ماشین.

این پوشش سطحی کیفیت مطلوبی به محصول داده و آن را در برابر چرک و کثیفی محافظت نموده، آن را دافع آب می‌سازد. از دیگر مزایای استفاده از این نوع پوشش

تهیه کننده:  
مهديه کنگي

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته  
شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد  
شهرری  
Mahdieh.kangi@gmail.com



## معرفی کتاب

تهیه کننده:  
مهديه کنگي

# Nanometer Structures theory, modeling, and simulation

- کتاب ساختارهای در ابعاد نانومتر که مرجعی برای محققان در حوزه فناوری نانو به شمار می رود، به وسیله A. Lakhtakia نوشته و انتشارات American Society of Mechanical Engineers آن را در سال ۲۰۰۴ به چاپ رسانده است. تحقیقات در زمینه شبیه سازی در مورد هر یک از بخش های مختلف این کتاب، پیشرفت های خوبی کرده است. این کتاب بر مدل سازی و شبیه سازی در مقیاس نانومتر متمرکز می گردد و مشتمل بر هشت فصل است:
- ۱- ساخت فیلم های نازک؛
  - ۲- باند ممنوعه ساختارهای فوتونیک؛
  - ۳- نقاط کوانتومی: پدیده شناسی، ویژگی های الکتریکی و فوتونیک؛
  - ۴- نانوالکترومغناطیس در ساختارهای با ابعاد کوچک؛
  - ۵- روش های شبیه سازی اتمی؛
  - ۶- نانومکانیک؛
  - ۷- مکانیک سیالات در ابعاد نانومتر؛
  - ۸- معرفی نظریه اطلاعات کوانتومی.
- فصول این کتاب به گونه ای تدوین شده است که محقق با مطالعه آن پیش زمینه بنیادی در حد یک کارشناس به دست می آورد.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته  
شیمی کاربردی، دانشگاه آزاد  
اسلامی واحد شهرری  
Mahdieh.kangi@gmail.com

## معرفی سایت مجله Nanotoday & Materialstoday www.nanotoday.com

«nanotoday» یک مجله معتبر است که مطالبی در ارتباط با همه زمینه‌های تحقیقات علوم نانو ارائه می‌کند و ناشر معروف آن یعنی Elsevier ناشر علمی در جهان است. این مجله یک منبع اساسی و قابل توجه برای پژوهشگران در زمینه علوم نانومقیاس است. در هر شماره از این مجله، شما با تحقیقات، ایده‌ها، اختراعات و ابتکارات جدید در حوزه این فناوری آشنا می‌شوید. اگر شما به دنبال محصولات جدید در زمینه علوم نانو هستید، می‌توانید از طریق تبلیغات این مجله که به طور مثال شامل ریزپردازنده‌های نانومقیاس، داروسازی و غیره است، با آنها آشنا شوید. از امکانات این مجله می‌توان به اخبار تازه، بازبینی مجلات، امکان دسترسی آسان به متن کامل آنها، آشنایی با کتب جدید در حوزه فناوری نانو و همچنین آشنایی با ابزار و روش‌هایی در این حوزه اشاره کرد.

در اکتبر ۲۰۰۷ این سایت اقدام به انتشار دیجیتالی مجله نموده است و شما با ثبت نام رایگان در این سایت می‌توانید از طریق پست الکترونیکی خود به نسخه آنلاین این مجله دسترسی و آن را برای کتابخانه شخصی خود ذخیره نمایید. لازم به ذکر است که از طریق این سایت شما به مجله رایگان materialstody نیز دسترسی خواهید داشت. نسخه دیجیتالی این مجله مشابه مجله nanotoday از طریق ثبت نام رایگان در دسترس خواهد بود.

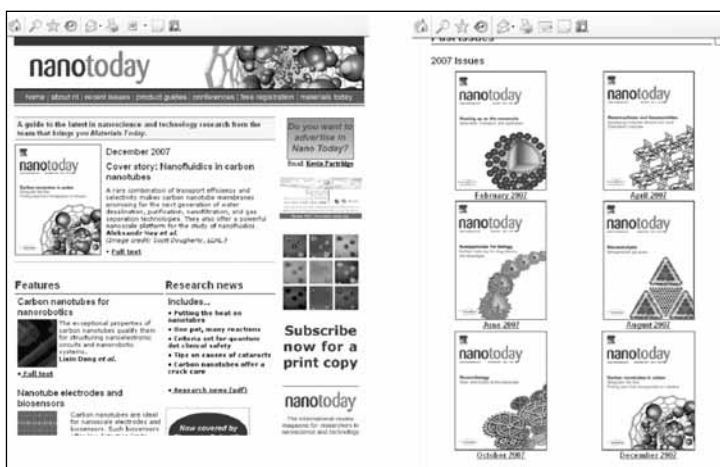
تهیه کننده:

محمد مهدی شاه جمالی<sup>۱</sup>

۱. کارشناس رشته مهندسی مواد،

دانشگاه شیراز

Mshahjamali@gmail.com



## معرفی پتنت

تهیه کننده:  
مهديه کنگي<sup>۱</sup>

عنوان فارسی: روشی برای شناسایی سلول‌ها

عنوان انگلیسی: Method for identifying Cells

شماره پتنت: US20056924116

پدیدآورنده(گان): P.Zhang, R.Tapeç, J. Dobsom

W.Tan, S.Santra,

تاریخ ثبت: ۲۰۰۵/۸/۲

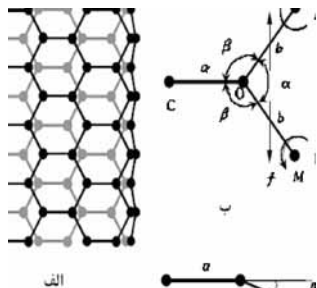
### چکیده:

ایجاد می‌کنند که برای برخی از کاربردهای خاص

به کار می‌روند. اختراع مذکور روشی برای تهیه نانوذرات پوشیده شده با سیلیکا با استفاده از میکروامولسیون آب در روغن است. با استفاده از این روش نانوذراتی متشکل از یک هسته و پوسته سیلیکا با اندازه یکنواخت به دست می‌آیند. میکروامولسیون با مخلوط کردن یک مایع قطبی مانند آب و یک مایع غیرقطبی مانند آلکان‌های مایع و یک ماده فعال‌کننده سطح به منظور تشکیل یک سیستم تک‌فاز پایدار و یکنواخت ساخته می‌شود. این سیستم حاوی قطره‌های آبی بسیار کوچک کروی (مایسل‌های معکوس) است که به عنوان راکتور برای تولید هسته نانوذره به کار می‌روند. پس از تولید هسته‌ها، آنها را با عوامل سیلیکاکننده مانند تترا اتیل اورتوسیلیکات (TEOS) پوشش می‌دهند. در برخی مواقع روی این پوشش‌ها گروه‌های عاملی ویژه‌ای

### کاربرد:

این نانوذرات می‌توانند به سلول‌های حاوی مولکول‌های ویژه متصل شده و آنها را تشخیص دهند.



الف  
نانوذرات پوشش داده شده

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد  
رشته شیمی کاربردی، دانشگاه  
آزاد اسلامی واحد شهرری  
Mahdih.kangi@gmail.com

مشترک گرامی، از اینکه نشریه علمی خبری تحلیلی "فضای نانو" مورد انتخاب شما قرار گرفته است، صمیمانه سپاس گزاریم. خواهشمند است جهت بهبود در روند کیفی نشریه، نظرات و پیشنهادات سازنده خود را از طریق پست الکترونیکی برای نشریه ارسال نمایید.

#### راهنمای اشتراک:

- حق اشتراک یکساله (شش شماره) را به حساب ۲۳۱۷۵۵۸۰۲ بانک تجارت، شعبه دانشگاه تربیت مدرس، به نام آقای میثم نوری (قابل پرداخت در کلیه شعب بانک تجارت) واریز نموده و فیش بانکی را به همراه فرم تکمیل شده، از طریق فکس، پست و یا پست الکترونیکی به دفتر نشریه ارسال نمایید.
- ارسال کپی کارت دانشجویی یا گواهی معتبر برای اساتید و دانشجویان جهت بهرمندی از تخفیف ویژه الزامی است.
- می توانید با مراجعه به سایت [www.fazayenano.ir](http://www.fazayenano.ir) به صورت الکترونیکی مشترک دوماهنامه شوید.

دانشجویان	۶۰۰۰ تومان
اساتید	۹۰۰۰ تومان
موسسات، شرکت ها و ادارات	۱۲۰۰۰ تومان

- نشریات به وسیله ی پست سفارشی ارسال خواهد شد. (بدیهی است هزینه پست سفارشی به عهده نشریه می باشد).
- آدرس به صورت کامل و خوانا نوشته شود و حتما کد پستی ده رقمی قید شود.
- در صورت تغییر نشانی، امور مشترکین را مطلع نمایید.
- جهت تهیه آرشیو دوماهنامه (مجموعه سالانه) با دفتر نشریه تماس حاصل نمایید.

نشانی: تهران - بزرگراه جلال آل احمد - ابتدای پل نصر - دانشگاه تربیت مدرس - دانشکده فنی - دفتر نشریه فضای نانو - صندوق پستی ۱۴۱۱۵-۳۹۱  
 تلفکس: ۰۲۱ - ۸۲۸۸۴۳۵۴  
 پست الکترونیکی: [faza.nano@gmail.com](mailto:faza.nano@gmail.com)

#### فرم درخواست اشتراک دوماهنامه فضای نانو

**فضای نانو**

نشریه علمی، خبری، تحلیلی

متقاضی اشتراک جدید  تمدید اشتراک  (شماره اشتراک قبلی: )

نام سازمان  نام سازمان : .....

نام و نام خانوادگی : ..... شغل : .....

تحصیلات : ..... رشته تحصیلی : .....

متقاضی اشتراک

تعداد نسخه های درخواستی از هر شماره: .....

نشانی کامل گیرنده : .....

کد پستی ده رقمی

تلفن تماس (به همراه پیش شماره) : ..... پست الکترونیکی : .....

امضا متقاضی:

تاریخ واریز هزینه اشتراک و تکمیل فرم : ...../...../۱۳.....