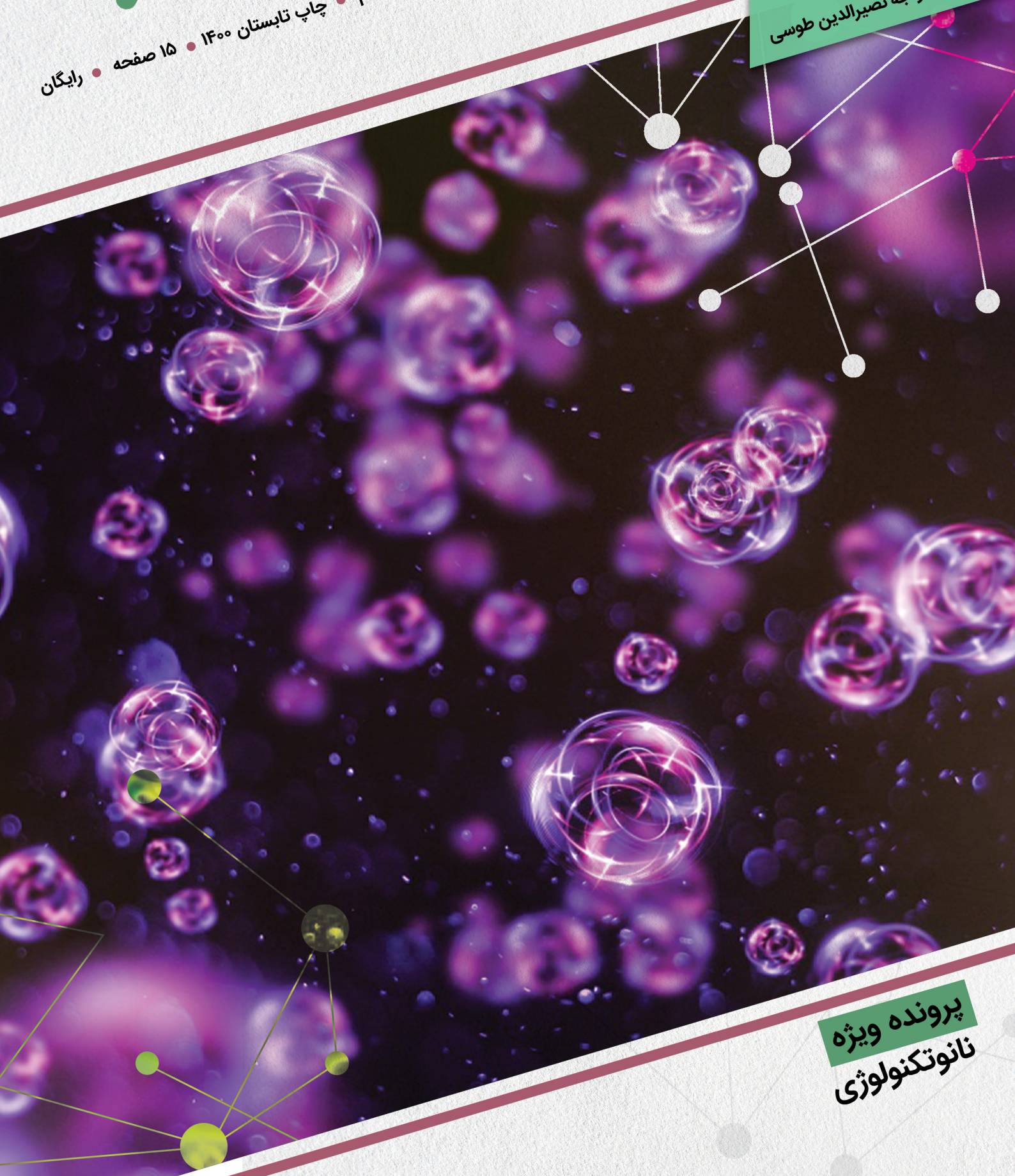
انجمن علمی دانشکده مهندسی و علم مواد
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

جوانه

سال هفتم • شماره یازدهم • چاپ تابستان ۱۴۰۰ • ۱۵ صفحه • رایگان

دانشکده مهندسی و علم مواد
دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی



پرونده ویژه
نانوتکنولوژی

نشریه‌ی داخلی انجمن علمی دانشکده‌ی مهندسی و علم مواد
پرونده ویژه: نانوتکنولوژی - سال هفتم، شماره‌ی یازدهم (تابستان ۱۴۰۰)

جوانه

انجمن علمی دانشکده مهندسی و علم مواد
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

فهرست مطالب

۱ **یادداشت سردبیر**

۲ **نانوتکنولوژی را بهتر بشناسیم**
آشنایی با دنیای نانوتکنولوژی

۴ **در دنیای نانوتکنولوژی چه می‌گذرد؟**
چند گام با نانوتکنولوژی

۶ **اثر لوتوس**
حضور نانوتکنولوژی در طبیعت

۸ **نانووایرهای پیزوالکتریک**
کارکرد و کاربرد نانوسیم‌ها

۱۰ **نانوذرات طلا و سرطان**
همراهی نانو و طلا برای درمان بیماری در پزشکی

۱۲ **لیتوگرافی**
لیتوگرافی و لیتوگرافی نوری

۱۴ **خلاصه‌ای از فعالیت‌های انجمن علمی در سال گذشته**

صاحب امتیاز:
انجمن علمی دانشکده مهندسی و علم مواد،
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

مدیر مسئول:
مهدی چگونیان

سردبیر:
نازنین پاشایی

صفحه‌آرا:
محمدرضا کوثرطلبی

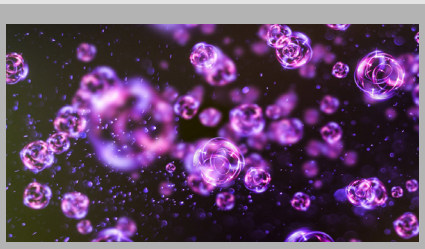
ویراستار:
نازنین پاشایی

اعضای تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

شایان بابایی، نازنین پاشایی، نوید حسینی، فاطمه عشق‌آبادی، دنیا کریم‌پور، حنانه گرایی، فاطمه ملاحسنی

با تشکر از همکاری:

مهدی چگونیان، محمدرضا کوثرطلبی



شرح تصویر جلد:

نانوفناوری یک دانش به شدت میان‌رشته‌ای

نانو به رشته‌هایی چون مهندسی مواد، پزشکی، داروسازی و طراحی دارو، دامپزشکی، زیست‌شناسی، فیزیک کاربردی، ابزارهای نیم‌رسانا، شیمی ابرمولکول و حتی مهندسی مکانیک، مهندسی برق و مهندسی کشاورزی نیز مربوط می‌شود. تحلیل‌گران باور دارند که فناوری نانو، زیست‌فناوری و فناوری اطلاعات و ارتباطات سه قلمرو علمی هستند که انقلاب سوم صنعتی را شکل می‌دهند.

راه‌های ارتباطی

T.ME/MSEKNTU
T.ME/KNTU10Angstrom

@MSE.KNTU
@KNTU_10Angstrom

MSE.KNTU.ac.ir
KNTU10Angstrom.ir

mse-science.assoc@kntu.ac.ir

- دوستانِ ما در دفتر انجمن علمی، واقع در طبقه‌ی منفی یک دانشکده در قسمت دفاتر انجمن‌های علمی و کانون‌ها، پذیرای نظرات، انتقادات و پیشنهادات شما عزیزان هستند.
- جهت همکاری و آگاهی از فعالیت‌های انجمن علمی، کانال تلگرام ما را دنبال کنید.
- نسخه الکترونیکی شماره‌های پیشین نشریه در کانال تلگرام انجمن علمی موجود است.

سخن سردبیر

نشریه‌ای که در دست دارید، مسیر دور و درازی را طی کرده است.
زمانی که تنها به عنوان یک نوورود، وارد انجمن موادو به تبع آن نشریه‌ی جوانه شدم، هیچ‌گاه فکر نمی‌کردم روزی برسد که ما نوورودان بمانیم و جوانه و دلتنگی کسانی که به ما آموختند.
جوانه برای ما یک میراث ارزشمند بود که باید از آن مراقبت می‌کردیم و مراقبت از یک نشریه، با ادامه دادن آن است که میسر می‌شود. نانومواد، ایده‌ای از دوستانمان در شماره‌های قبل بود. پرونده‌ی ویژه‌ای که ایده‌ی درخشانش را دادند و ما وظیفه‌ی خود دیدیم که نگذاریم این ایده از بین برود.
در توضیح نانومواد، در این حد بگوییم که کوچک شدن اندازه ذرات در حد نانومتر سبب تغییراتی در خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها می‌شود و مهندسی این تغییرات می‌تواند کاربردها و پیشرفت‌های زیادی را در پی داشته باشد. این علم به عنوان یک رشته‌ی تحصیلی رشد زیادی داشته و از جمله کاربردهای آن می‌توان به سیستم‌های دارورسانی، نانووایرهای پیزوالکتریک و لیتوگرافی و... اشاره کرد.
سیستم‌های دارورسانی به منظور بهبود خواص درمانی داروها استفاده می‌شوند؛ معمولا به صورت مخزن هستند و دارو درون آن‌ها قرار می‌گیرد. از جمله مزایای این نوع دارورسانی می‌توان به حفظ و کنترل غلظت دارو و رهایش دارو در زمان و محل معین اشاره کرد.
نانووایرهای پیزوالکتریک، نانووایرهایی هستند که بار مکانیکی را به نیروی الکتریکی تبدیل می‌کنند. این به معنای ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ) در اثر هر جابه‌جایی اندکی است. کشش یا فشار یک نانوسیم یا خمیده شدن آن می‌تواند جریان تولید کند.
لیتوگرافی به معنای حکاکی روی سنگ است و این شیوه شامل ترسیم یک طرح لیتوگرافی از یک الگو بر روی ماده و سپس انتقال آن طرح به ماده‌ای دیگر است. برای تولید ساختارهایی با ابعاد کوچک‌تر، از شیوه‌های لیتوگرافی پرتو فرابنفش با انرژی بالا، لیتوگرافی اشعه ایکس، لیتوگرافی باریکه الکترونی، لیتوگرافی باریکه یونی متمرکزشده، لیتوگرافی میکروسکوپ پروب روبشی و شیوه‌های لیتوگرافی مبتنی بر مُهر (استامپ)، مانند لیتوگرافی نرم استفاده می‌شود.
طبق مثال‌های بالا شاهد اهمیت علم نانومواد و لزوم پرداختن به این علم هستیم. دوستان هیئت تحریریه، توضیحات بیشتر در مورد ماهیت نانومواد را در بخش‌های مختلف این شماره ارائه داده‌اند.
نانومواد با کمبود زمان مواجه بود و ما سعی خود را کردیم تا در این زمان کم، بیشترین خروجی را داشته باشیم.
امیدوارم از مطالعه‌ی این شماره لذت برده و کاستی‌های آن را بر ما ببخشایید.

با احترام

نازنین پاشایی

سردبیر نشریه‌ی جوانه

نانوتکنولـوژی را بهتر بشناسـیم

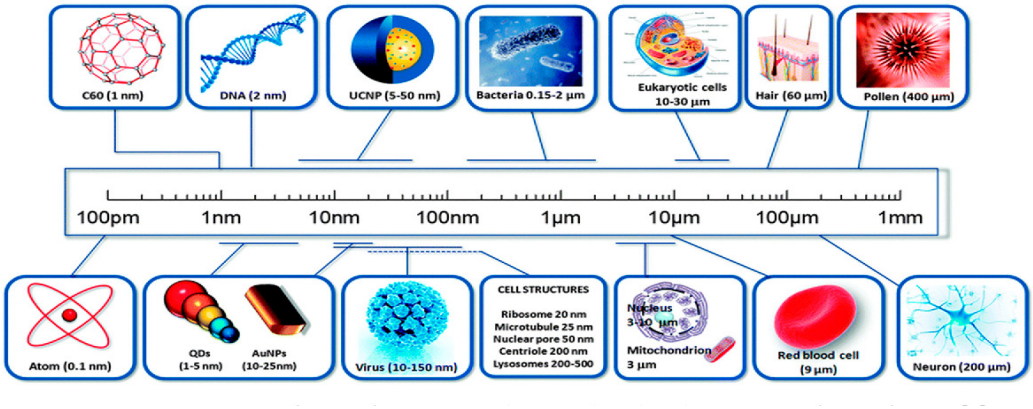
فاطمه ملاحسنی

آشنایی با نانوتکنولوژی

قرن بیست‌ویکم، قرن فناوری نانو مهم‌ترین دوران صنعت به شمار می‌رود. قرن نانو، قرن سلامتی، صرفه‌جویی و آرامش نامیده می‌شود. نانو نه یک ماده است نه یک جسم، فقط یک مقیاس است.

نانو چیست؟

نانو ریشه یونانی «نانس» به معنی کوتوله می‌باشد. به طور کلی تعریف اندازه نانو بسیار کار پیچیده و دشواری است. اما بر اساس تعریف صورت گرفته می‌توان گفت هر متر برابر با چند میلیار نانومتر است.



تاریخچه‌ی نانو

ریچارد فاینمن، فیزیکدانی است که نقش بسزایی در شکل‌گیری علم نانو داشته است. در زمانی که کسی اطلاعات چندانی در زمینه علم نانو نداشت، در یک سخنرانی در انجمن فیزیک آمریکا با عنوان «در پایین دست فضای زیادی وجود دارد» سوالاتی در زمینه کار با مواد و اجسام در ابعاد خیلی ریز طرح کرد که ذهن هر شنونده‌ای را به خود مشغول ساخت. او همچنین با ذکر تفاوت‌های علوم نانو و فیزیک بنیادی، پیشنهاداتی مطرح کرد.

نانوتکنولوژی

تاکنون تعاریف زیادی برای نانوتکنولوژی بیان شده است. یکی از تعاریف که مورد قبول صاحب‌نظران واقع شده است به شرح زیر است:

«نانوتکنولوژی محدوده‌ای از تکنولوژی است که در این محدوده می‌توان انواع آلیاژها، وسایل و ابزار و به طور کلی سیستم‌ها و سازه‌ها را در مقیاس اتمی و مولکولی در ابعاد نانومتری ساخت.»

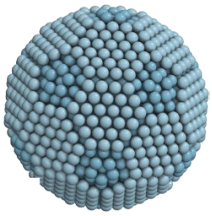
هدف اصلی اکثر تحقیقات نانوتکنولوژی، شکل‌دهی ترکیبات جدید یا ایجاد تغییراتی در مواد موجود است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نظام سیستماتیک ماده در مقیاس نانومتری، کلیدی بر سیستم‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی با خواص جدید است. به طور خلاصه نانوتکنولوژی به معنی «انجام مهندسی مواد در ابعاد اتمی-مولکولی و ساخت موادی با خواص کاملا متفاوت درابعاد نانو» است. تعریف دیگر نانوتکنولوژی، «آرایش دادن و دستکاری اتم‌ها برای ساخت مواد مورد نظر» است.

نانومواد

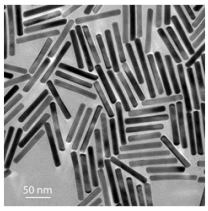
محدوده ابعادی مورد بحث در نانوتکنولوژی بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است؛ بر همین اساس به موادی که حداقل دارای یک بعد در مقیاس ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشند نانومواد گفته می‌شود. این تعریف به وضوح انواع بسیار زیادی از ساختارها، شامل ساخته دست بشر یا طبیعت را در بر می‌گیرد. منظور از یک ماده‌ی نانوساختار، جامدی است که در سراسر بدنه آن انتظام اتمی، کریستال‌های تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی در مقیاس چند نانومتری گسترده شده باشند. همه مواد از جمله فلزات، نیمه هادی‌ها، شیشه‌ها، سرامیک‌ها و پلیمرها در ابعاد نانو می‌توانند وجود داشته باشند. همچنین محدوده فناوری نانو می‌تواند به صورت ذرات آمورف، کریستالی، آلی و غیرآلی باشد.در مقیاس نانو، خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تک تک اتم‌ها و مولکول‌ها با خواص توده ماده متفاوت است.

به عنوان مثال اگر شمش‌های بزرگ طلا را به قسمت‌های چند میلي‌متری تقسیم کنیم نقطه ذوبشان تغییر نمی‌کند و همچنان به رنگ زرد دیده می‌شود. اما نقطه ذوب ذرات ۵۰ نانومتری طلا با نقطه ذوب ذرات ۱۰ نانومتری طلا متفاوت بوده و نیز دارای رنگ‌های متفاوت هستند. در نتیجه در مورد وابسته بودن خواص ماده به اندازه ذرات آن می‌توان به طلا اشاره کرد که طلا در مقیاس حجیم دارای نقطه ذوب بالا و واکنش‌پذیری پایین بوده اما نانوذرات طلا دارای نقطه ذوب پایین و واکنش‌پذیری بالا هستند.

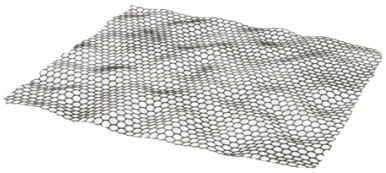
به طور کلی نانومواد به چهار گروه صفربعدی، تک‌بعدی، دوبعدی و سه‌بعدی تقسیم می‌شوند. تمامی ابعاد یک نانوماده صفربعدی در مقیاس نانو است. نانوماده تک‌بعدی نیز فقط یکی بعد خارج از ابعاد نانو دارد و بقیه گروه‌ها نیز به همین صورت تعریف می‌شوند.



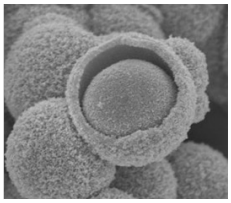
نانو خوشه



نانو میله



صفحات گرافن



نانوساختارهای هسته و پوسته

کاربردهای نانوتکنولوژی

نانوتکنولوژی بسیار گسترده است و در زمینه تولید مواد و محصولات صنعتی، پزشکی، دوام‌پذیری منابع (آب، مواد، محیط زیست و...)، هوا و فضا، صنایع نظامی و امنیت ملی و صنعت الکترونیک کاربرد دارد که در بخش بعد در مورد این کاربردها توضیح داده شده است.

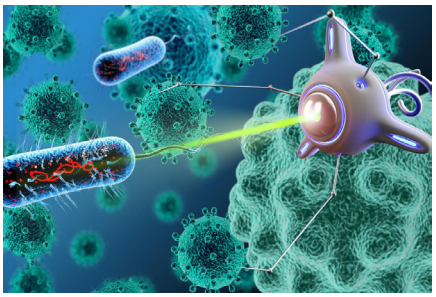
اهمیت نانو

بسیاری از صاحب‌نظران و محققان، نانوتکنولوژی را خود آینده دانسته‌اند. به دلیل تاثیرات این فناوري بر اکثر فناوري‌های موجود، عقیده صاحب‌نظران این است که متخصصان رشته‌های مختلف بدون گرایش به مباحث مقیاس نانو در دهه‌هاي آینده فرصتی براي رشد نخواهند داشت؛ از این جهت این مسئله برای دانشگاهیان، محققان و مسئولان هر کشور امری حیاتی است. تحلیل‌گران بر این باورند که فناوری نانو، فناوری زیستی و فناوری اطلاعات سه قلمرو علمی هستند که انقلاب صنعتی سوم را شکل خواهند داد.

در دنیـــای نانوتکنولوژی چه مـی‌گذرد؟

دنیا کریم‌پور

چند گام با نانوتکنولوژی



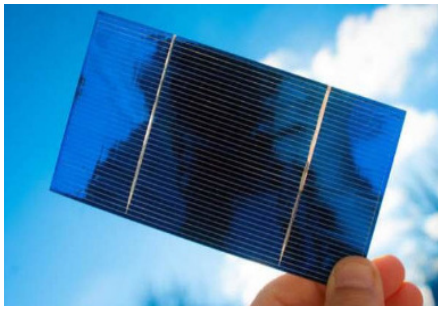
ترکیبی از فناوری نانو با زیست‌شناسی مولکولی، فناوری اطلاعات و ابزار، دریچه‌ای برای عصر جدید صنعتی گشوده است. در دهه‌ی گذشته، سنتز ذرات نانو به دلیل خاصیت منحصر به فرد آن‌ها و کاربردشان در اپتیک، الکترونیک، کاتالیزورها، سنجش شیمیایی، زیست‌پزشکی، میکروارگانیسم‌های عفونی تا کاربردهای کشاورزی و الکترونیک.

الکترونیک

فناوری نانو در طراحی سیستم‌هایی با خواص مغناطیسی، نوری و الکترونیکی کاربرد دارد. این فناوری یکی از فناوری‌های بسیار مهم برای ساخت قطعات الکترونیک در مقیاس نانو است. همچنین نانومواد تأثیر فزاینده‌ای بر صنعت الکترونیک دارند. نانولوله‌های کربنی می‌توانند جایگزین سیلیکون به عنوان ماده‌ای برای ساخت میکروچیپ‌ها و دستگاه‌های کوچک‌تر، سریعتر و کارآمدتر شوند. خواص گرافن آن را به عنوان گزینه‌ای ایده‌آل برای تولید صفحه لمسی قابل انعطاف تبدیل کرده است. نمایشگر بسیاری از تلویزیون‌های جدید، لپ‌تاپ‌ها، تلفن‌های همراه، دوربین‌های دیجیتال و سایر دستگاه‌ها، دارای فیلم‌های پلیمری با ساختار نانو هستند که به عنوان دیودهای ساطع‌کننده نور آلی یا OLED شناخته می‌شوند. صفحه‌های OLED تصاویر روشن‌تر، زاویه دید گسترده‌تر، وزن سبک‌تر، وضوح تصویر بهتر، مصرف انرژی کم‌تر و طول عمر بیشتری را ارائه می‌دهند.

انرژی

فناوری نانو، هزینه‌ها را کاهش می‌دهد، توربین‌های بادی قوی‌تر و سبک‌تری تولید می‌کند، بهره‌وری سوخت را بهبود می‌بخشد و به لطف عایق‌بندی حرارتی برخی از نانوقطعات، می‌توان در مصرف انرژی صرفه جویی کرد. یک نیمه‌هادی جدید ساخته شده توسط دانشگاه کیوتو امکان تولید صفحه خورشیدی با تولید برق دو برابر بیشتر نسبت به سایر صفحات خورشیدی را فراهم می‌کند.



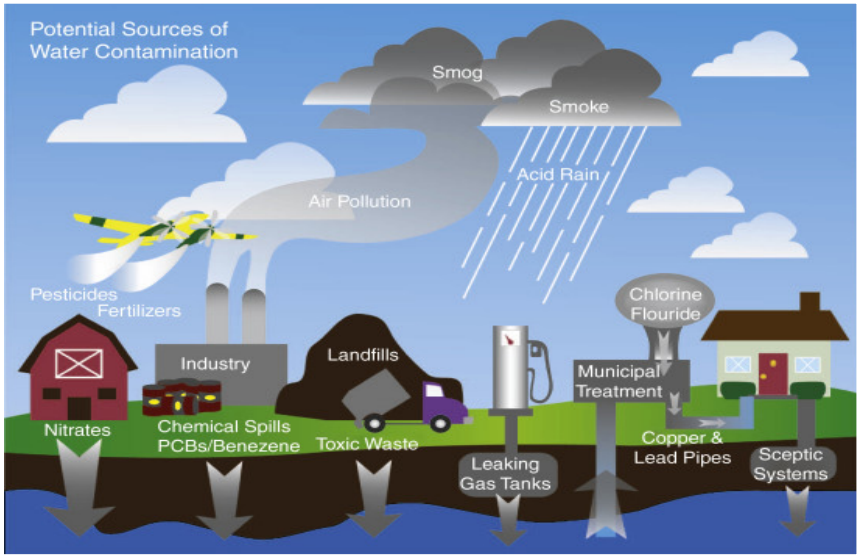
مواد غذایی و کشاورزی

از ابزارهای فناوری نانو در زنجیره تولید مواد غذایی استفاده می‌شود. از کشت محصول (مثل سموم دفع آفات)، فرآوری صنعتی تا بسته‌بندی مواد غذایی. فناوری نانو این پتانسیل را دارد که با استفاده از ابزارهای جدید برای درمان مولکولی بیماری‌ها، تشخیص سریع بیماری و آفت، افزایش توانایی گیاهان در جذب مواد مغذی و ... انقلابی در صنعت کشاورزی و صنایع غذایی ایجاد کند. همچنین سنسورها و سیستم‌های هوشمند به صنعت کشاورزی کمک می‌کنند تا با آفت‌ها و سایر عوامل بیماری‌زای محصولات مقابله کند. در آینده نزدیک کاتالیزورهایی با ساختار نانو در دسترس خواهند بود که با دزهای بسیار پایین‌تری از سموم باعث افزایش کارایی سموم دفع آفات و علف‌کش‌ها همراه می‌شوند. فناوری نانو همچنین با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، فیلترها و کاتالیزورها باعث کاهش آلودگی و پاکسازی آلاینده‌های موجود می‌شود و به طور غیرمستقیم از محیط زیست محافظت می‌کند.

NANO TECHNOLOGY

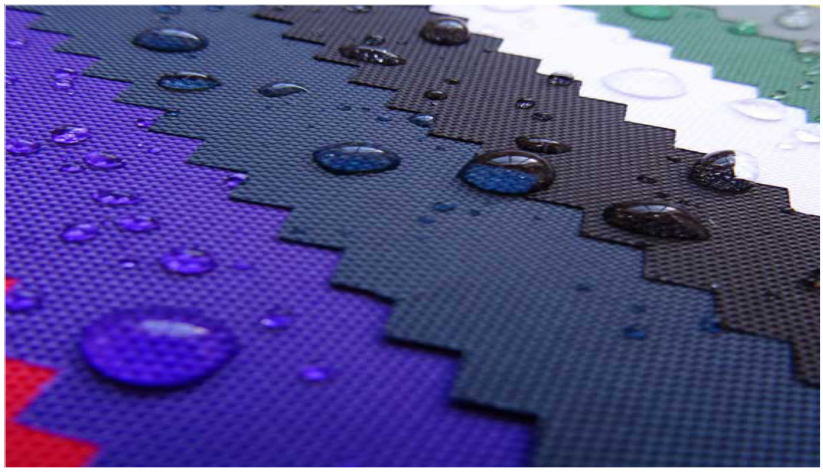
محیط زیست

در چند دهه گذشته، مقدار زیادی ترکیبات آلی سمی به طور مستقیم یا غیرمستقیم در یک دوره طولانی، در محیط آزاد شده‌اند. فناوری نانو یک ابزار قدرتمند برای رفع این آلودگی‌ها می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که نانوذرات مهندسی‌شده مانند TiO۲ و ZnO، نانولوله‌های کربنی، نانو ذرات فلزی (مثل آهن، نیکل)، نانوذرات مغناطیسی و نانوذرات پلی یورتان آمفیفیلیک می‌توانند برای اصلاح و تصفیه آب، خاک یا هوای آلوده مفید باشند.



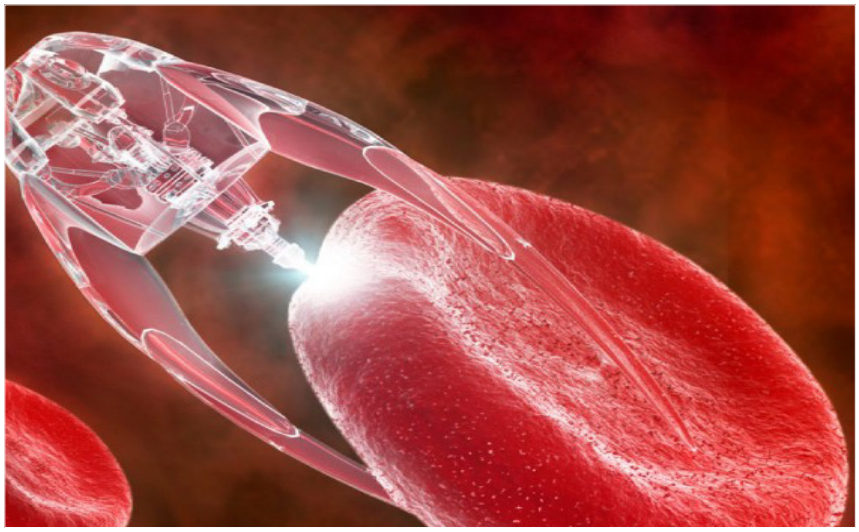
منسوجات

فناوری نانو امکان تولید پارچه‌های هوشمندی را که لکه‌دار یا چروک نمی‌شوند و همچنین مواد محکم‌تر، سبک‌تر و با دوام‌تر برای ساخت کلاه ایمنی موتورسیکلت یا تجهیزات ورزشی را امکان‌پذیر می‌کند.



پزشکی

نانوذرات کاربرد بالقوه‌ای در زمینه پزشکی از جمله تشخیص و درمان دارند. از فناوری نانو برای تشخیص سرطان و بیماری‌های عفونی استفاده می‌شود که می‌توانند در تشخیص به موقع بیماری کمک کنند. همچنین پیشرفت در فناوری نانو در زمینه‌های درمانی مانند داروپژوهی، دارورسانی و تحویل ژن تاثیر دارد.



اثر لوتوس

حنانه گرائی

حضور نانوتکنولوژی در طبیعت

در این بخش به توضیح و توجیه یکی از وقایع طبیعی با استفاده از علم نانو می‌پردازیم. همان‌طور که می‌دانید سطوح مختلف خصوصیات فیزیکی متفاوتی دارند و سطح یک ماده، می‌تواند آبدوست یا آبگریز باشد.

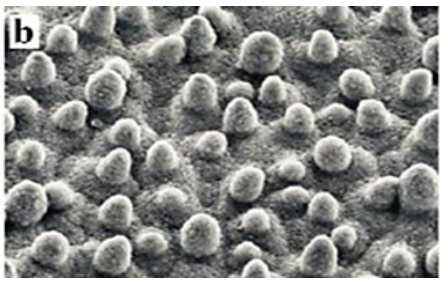
مواد آب‌گریز به دلیل ناهمواری‌های سطحی میکرومتری و نانومتری خود، اجازه پخش یا جذب شدن آب به روی سطح را نمی‌دهند و از این رو باعث قطره‌ای شدن آب و سر خوردن آن می‌شوند. برخلاف این دسته از مواد، سطح مواد آبدوست یا هیدروفیل به گونه‌ای است که باعث پخش شدن کامل آب روی سطح و در نتیجه تشکیل یک لایه نازک از آب می‌گردد.

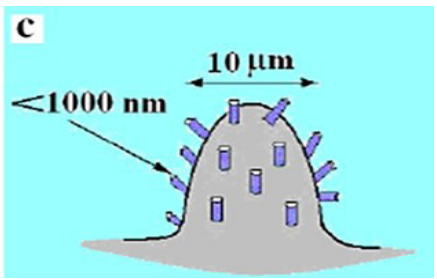
نیلوفر آبی یا لوتوس

نیلوفر آبی گیاهی است که در آب گل‌آلود می‌روید و برگ‌های آن، پس از بیرون آمدن چند متر بالاتر از سطح آب قرار می‌گیرند. ویژگی منحصر به فردی که این گیاه را از سایرین متمایز می‌کند، خاصیت خودتمیزشوندگی برگ نیلوفر آبی است. قطرات شبنم از سطح برگ آب می‌غلتند و غبارها را با خود می‌برند. ابرآب‌گریزی سطح این برگ‌ها، به علت وجود حفراتی با ابعاد میکرو و نانومتری است که چسبندگی را به کم‌ترین میزان می‌رسانند و به برگ قابلیت غبارروبی با قطرات آب را می‌دهند.

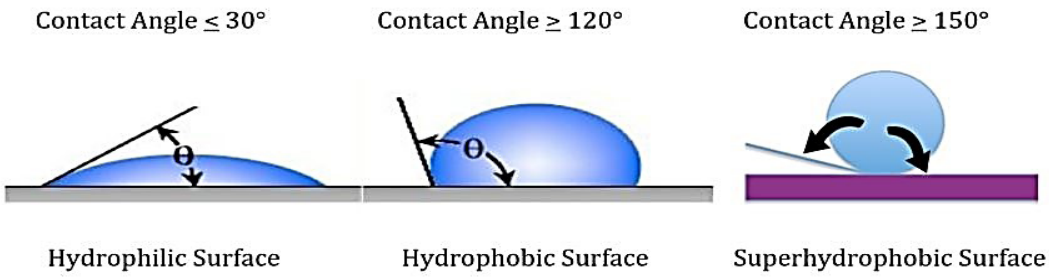
مکانیزم آب‌گریزی و آب‌دوستی سطوح

علت اصلی بروز خواص آب‌گریزی و آب‌دوستی در مواد، زاویه تماسی است که سطح مواد مختلف با مایع روی سطحشان تشکیل می‌دهند. زاویه تماس در مبحث هیدروفوب-هیدروفیل به زاویه‌ای گفته می‌شود که آخرین لبه یک مایع با سطح زیرین خود ایجاد می‌کند. هر چه این زاویه بزرگ‌تر باشد، نسبت هیدروفوبیک بین دو ماده بیشتر است. به بیان دیگر، هرچه این زاویه بازتر باشد احتمال خیس شدن سطح زیرین کم‌تر می‌شود تا جایی که به عنوان مثال قطره آب روی برگ نیلوفر آبی زاویه‌ای حدود ۱۵۰ درجه ایجاد می‌کند. به هر مایعی که زاویه تماس آن بالای ۱۵۰ درجه و پسماند آن کم‌تر از ۱۰ درجه باشد، بسا‌آبگریز گفته می‌شود. بسا‌آبگریزی به اثر نیلوفر آبی اشاره دارد که در آن قطره‌های آب روی برگ‌های نیلوفر آبی سر می‌خورند و ذرات موجود روی سطح برگ را بدون آن که روی سطح باقی بمانند با خود حرکت می‌دهند.





بررسی سطوح طبیعی آب‌گریز نظیر برگ گیاه نیلوفر نشان می‌دهد که این سطوح از مواد چرب به خصوصی پوشانده شده‌اند که این عامل به علاوه‌ی زبری‌های سطحی، منجر به شکل‌گیری ابرآبگریزی بر روی این مواد می‌شود.



با توجه به مواردی که پیش‌تر با آن‌ها آشنا شدیم، تصور شما از اثر لوتوس چیست؟ بله، درست است! اثر لوتوس یا همان نیلوفر آبی، اشاره به داشتن ویژگی خود تمیزسازی برگ این گیاه دارد.

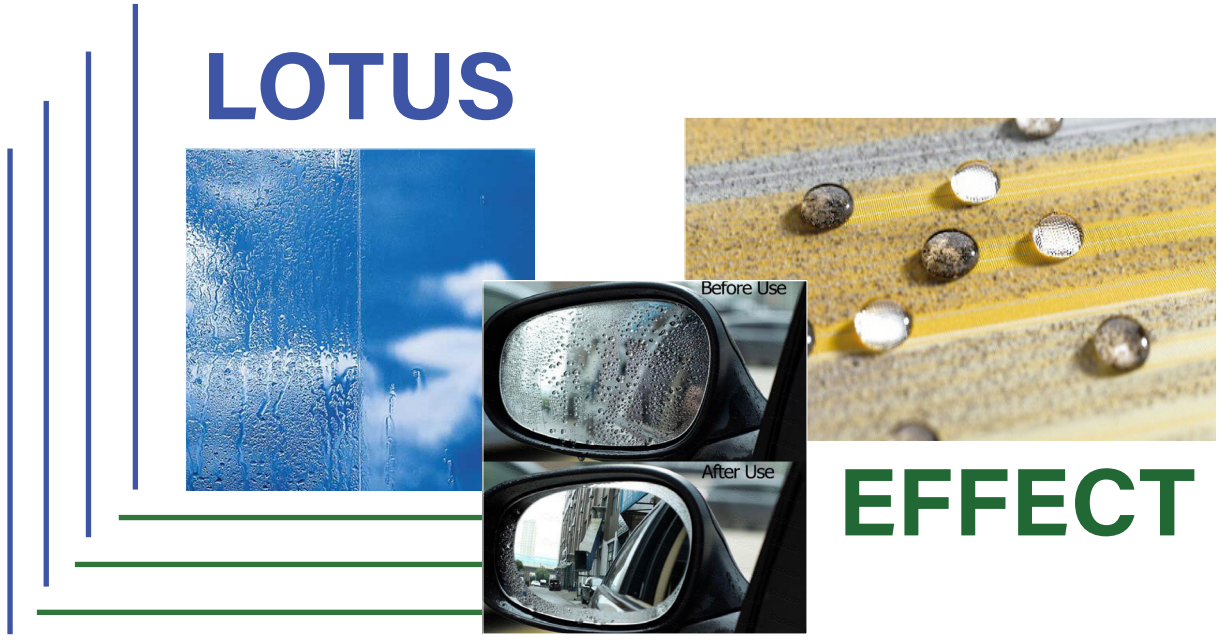
کاربرد اثر لوتوس

امروزه با الهام از این خاصیت طبیعی، مواد مختلفی ساخته شده است که توانسته‌اند جایگزین پاک کننده‌های سمی و یا منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی شوند. از دیگر کاربردهای این اثر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ساخت شیشه‌ها و سطوح خودتمیزشونده، رنگ‌های ضد لک، شیروانی‌های ضدآب، مصالح ساختمانی ضد آب، استفاده از سطوح فوق آب‌گریز به عنوان پوشش یا رنگ بر روی بدنه کشتی‌ها به منظور کاهش اصطکاک و به دنبال آن کاهش مصرف سوخت، انرژی و... . این خاصیت در زمینه پزشکی نیز کاربرد دارد؛ به عنوان مثال به کمک اثر لوتوس نانولوله‌هایی ساخته شده است که سازگاری مناسبی با خون و محیط بدن دارند و به عنوان رگ مصنوعی در بدن به کار می‌روند.

کاربردهای احتمالی آینده

امروزه همه اختراعات بشر را می‌توان به نوعی بهره گرفته از مدل‌های زنده دانست. این پدیده در آینده در بسیاری از زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بساآب‌گریزی و خاصیت خودتمیزشوندگی در گیاهان دیگر و همچنین بر روی بال‌های برخی از حشرات مانند سوسک نامیب نیز دیده شده است. امید است که با مطالعه بیشتر بر روی سطوح مواد و بدن موجودات دیگر، اختراعاتی نظیر مخازن ذخیره‌سازی هوشمند و کشف موادی جدید برای استفاده در دارورسانی هدفمند انجام شود.



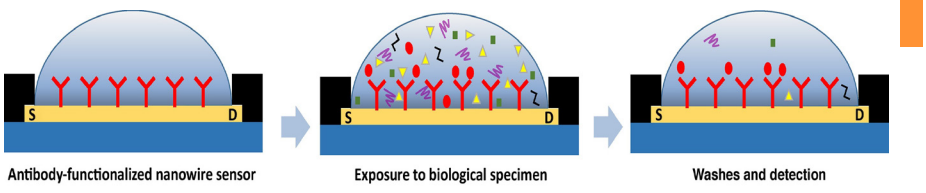
نانووایرهـــای پیزوالکتریک

نازنین پاشایی

کارکرد و کاربرد نانوسیم‌ها

نانووایر چیست؟

پیش از هر چیز، به تعریف نانووایر (نا نو سیم) می پر د ا ز یم . نا نو سیم ها استوانه‌هایی با قطر ۱۰۰-۱۰ نانومتر هستند که به سبب خواص الکتریکی، مکانیکی، شیمیایی و نوری، کاربردهای بالقوه‌ای در حسگرهای زیستی و شیمیایی، و رساناهای الکتریکی مورد استفاده در ابزارهای نانوالکتریک پیدا کرده‌اند.



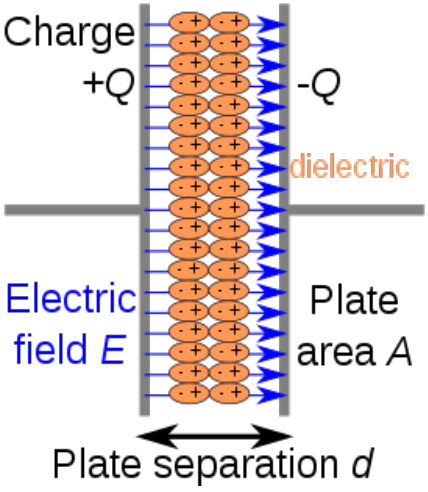
پیزوالکتریسیته چیست و چه مکانیزمی دارد؟

حال، خاصیت پیزوالکتریسیته را تعریف می‌کنیم. پیزوالکتریسیته، بار الکتریکی است که در برخی مواد جامد (مانند بلورها، سرامیک‌های خاص و مواد بیولوژیکی مانند استخوان، DNA و پروتئین‌های مختلف) در پاسخ به فشار مکانیکی اعمال شده تجمع می‌یابد. اثر پیزوالکتریک ناشی از جابه‌جایی نسبی یون‌ها یا اجزای قطبی درون یک ماده پیزوالکتریک به دلیل تنش اعمال شده، و در نتیجه تغییر پولاریزاسیون است. پیزوالکتریسیته به رابطه متقابل خطی بین حالت‌های الکتریکی و مکانیکی مواد خاص اشاره دارد. پیزوالکتریسیته در ۲۰ گروه از ۲۱ گروه کریستال غیرمتقارن دیده می‌شود؛ کریستال‌های متقارن، اثر پیزوالکتریک از خود نشان نمی‌دهند. پیزوالکتریسیته دو نوع است: مستقیم و معکوس.

نوع مستقیم جایی است که پولاریزاسیون در پاسخ به یک تنش اعمال شده ایجاد می‌شود و نوع معکوس زمانی است که در آن یک میدان الکتریکی اعمال شده باعث ایجاد فشار در مواد می‌شود. به بیان واضح‌تر، کریستال‌ها به طور کلی تعادل بار دارند، جایی که بارهای منفی و مثبت دقیقاً یکدیگر را در امتداد صفحات سخت شبکه بلوری از بین می‌برند. وقتی این تعادل بار با اعمال تنش به بلورها به هم بخورد، انرژی توسط حامل‌های بار الکتریکی منتقل شده و جریان بلوری ایجاد می‌کند. با اثر پیزوالکتریک معکوس، استفاده از یک میدان الکتریکی خارجی در کریستال باعث عدم تعادل حالت بار خنثی می‌شود، که منجر به ایجاد تنش مکانیکی و تنظیم مجدد جزئی ساختار شبکه می‌شود. بنابراین پیزوالکتریسیته، فعل و انفعال خطی بین خصوصیات مکانیکی و الکتریکی است. موادی چون ZnO خاصیت پیزوالکتریک زیادی دارند.

نانووایرهای پیزوالکتریک

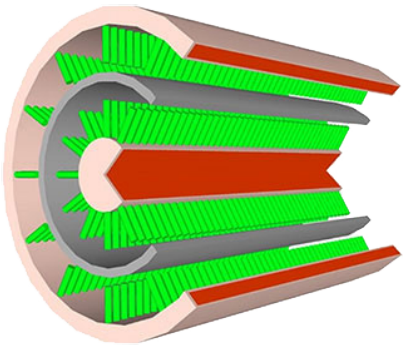
اخیرا علاقه به حضور پیزوالکتریسیته در نانووایرها افزایش یافته است. نانووایرهای پیزوالکتریک، نانووایرهایی هستند که بار مکانیکی را به نیروی الکتریکی تبدیل می‌کنند. این به معنای ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ) در اثر هر جابه‌جایی اندکی است. کشش یا فشار یک نانوسیم یا خمیده شدن آن می‌تواند



جریان تولید کند. هرچه میزان فشار یا کشش بیشتر باشد، اختلاف پتانسیل تولید شده بیشتر است. این اختلاف پتانسیل در اثر جابه‌جایی نسبی یون‌های نانوسیم در اثر تنش است که باعث تغییر پولاریزاسیون (قطبش) می‌شود و منجر به تولید اختلاف پتانسیل می‌شود. هنگامی که بحث نانووایرها مطرح می‌شود، ویژگی‌های ذاتی الکترومکانیکی آن‌ها (وابسته به جنس سیم) ممکن است به افزایش پیزوالکتریسیته کمک کند. نانووایرها به دلیل اندازه و شکل باریک از ویژگی‌های مکانیکی منحصر به فردی برخوردار هستند. این نانووایرهای پیزوالکتریک در اثر کاهش قطر به دلیل اثرات الکترواستاتیک مربوط به هندسه و اندازه، تمایل بیشتری به تخلیه الکتریکی پیدا می‌کنند.

چرا نانووایرهای پیزوالکتریک؟

در محیط و فرآیندهای صنعتی، بیشتر انرژی‌ها مانند نور، گرما، ارتعاشات مکانیکی و واکنش شیمیایی هدر می‌روند. برداشت و تبدیل بسیار کارآمد چنین



انرژی‌هایی نه تنها می‌توانند برای ساخت دستگاه‌های خودکار استفاده شود، بلکه باعث توسعه منابع انرژی تمیز و تجدیدپذیر می‌شود. در این میان، انرژی مکانیکی از جمله ارتعاشات مکانیکی، فشار هیدرولیکی، جریان هوا و قطرات باران در محیط فراوان است. آن‌ها می‌توانند از طریق اثر پیزوالکتریک که اصطلاحاً تولید برق پیزوالکتریک است، برداشت و به انرژی خروجی الکتریکی تبدیل شوند. به عنوان مثال، با نصب مواد پیزوالکتریک در زیر بزرگراه‌ها، می‌توان فشار خودروهای متحرک را به نیروی الکتریکی تبدیل کرد که به اندازه کافی قوی است که چراغ‌های احتیاط را در بزرگراه‌ها روشن کند.

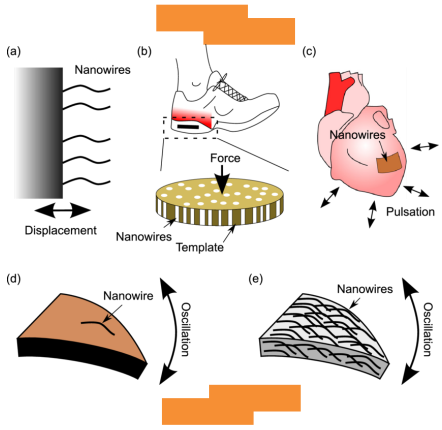
حال چرا مقیاس نانو؟

چرا که پایداری در این مقیاس بیشتر است. به عنوان مثال، باتری‌های ضربان‌ساز قلب باید پس از ۶ تا ۱۱ سال استفاده تعویض شوند، که باعث می شود بیمار از جراحی رنج ببرد و کیفیت زندگی‌اش پایین بیاید. علاوه بر این، سنسورهای هیدروژنی قبلاً برای تشخیص نشت و غلظت گاز هیدروژن در بسیاری از زمینه‌ها مانند نیروگاه هسته‌ای و مجموعه ژنراتورها استفاده شده است. بنابراین، توسعه سیستم‌های جدید منبع تغذیه بدون شارژ مجدد یا جایگزینی مشکلات و ابعاد میکرو/نانو به مقوله جذابی تبدیل شده است.

کاربرد نانووایرهای پیزوالکتریک

در زمینه کاربرد این نانووایرها می‌توان به موارد زیادی اشاره کرد. مهم‌ترین کاربرد نانووایرهای پیزوالکتریک در ساخت نانومولدها است. یک نانومولد شامل دسته منظمی از نانوسیم‌های اکسید روی است. کریستال‌هایی با سطح مقطعی شش ضلعی که هم ویژگی پیزوالکتریکی دارند و هم نیمه‌رسانا هستند. یک قطب مستطیلی با سطح زیرین سختی که در تماس با سر نانوسیم‌ها است، در اثر تماس با محرک‌های بیرونی مثل ارتعاش یا امواج صوتی از یک سو به سوی دیگر تکان می‌خورد. خروجی مولد در یک خازن ذخیره می‌شود. برق نانومولدها در حدی نیست که برای تأمین برق خانه‌ها استفاده شود اما نانومولدهای ساخته شده با نانوسیم‌های اکسید روی برای تأمین برق حسگرهایی که طی یک ثانیه در دقیقه کار می‌کنند استفاده می‌شود.

یکی دیگر از کاربردهای این سیم‌ها، شناسایی پارگی نخ در دستگاه‌های بافندگی است. به محض برداشته شدن نیرو از روی ماده پیزو، یک جریان الکتریکی پیامی ایجاد می‌کند که دستگاه در اثر آن خاموش می‌شود. یکی دیگر از کاربردها، بررسی میزان گلوکز یا فشار خون با استفاده از همان مکانیزم نامومولدها است. همچنین منسوجات پیشرفته با نانوسیم‌های پیزوالکتریک که در لباس بافته شده‌اند ممکن است به ما امکان دهند از طریق حرکت، انرژی برداشت کنیم. می‌توانیم هنگام قدم زدن، تلفن همراه خود را در جیبمان شارژ کنیم.



نتیجه‌گیری

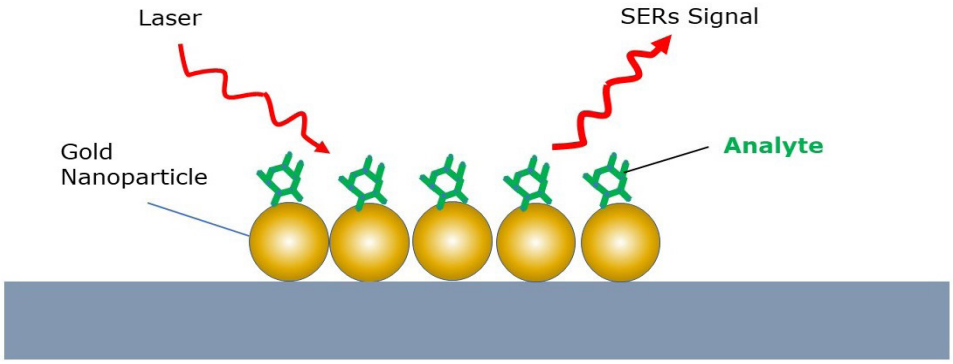
با بررسی‌های انجام‌شده دیدیم که این روزها مقیاس نانو و خاصیت پیزوالکتریسیته از اهمیت زیادی برخوردار هستند. نانووایرهای پیزوالکتریک، نانووایرهایی هستند که بار مکانیکی را به نیروی الکتریکی تبدیل می‌کنند و دیدیم که کاربردهای زیادی دارند. مهم‌ترین کاربرد نانووایرهای پیزوالکتریک در ساخت نانومولدها است. یک نانومولد شامل دسته منظمی از نانوسیم‌های اکسید روی است. همچنین منسوجات پیشرفته با نانوسیم‌های پیزوالکتریک که در لباس بافته شده‌اند ممکن است به ما امکان دهند از طریق حرکت، انرژی برداشت کنیم.

نانوذرات طلا و سرطان

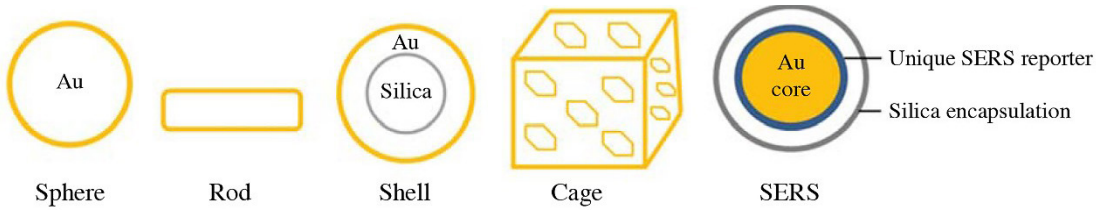
شایان بابایی

همراهی نانو و طلا برای درمان بیماری در پزشکی

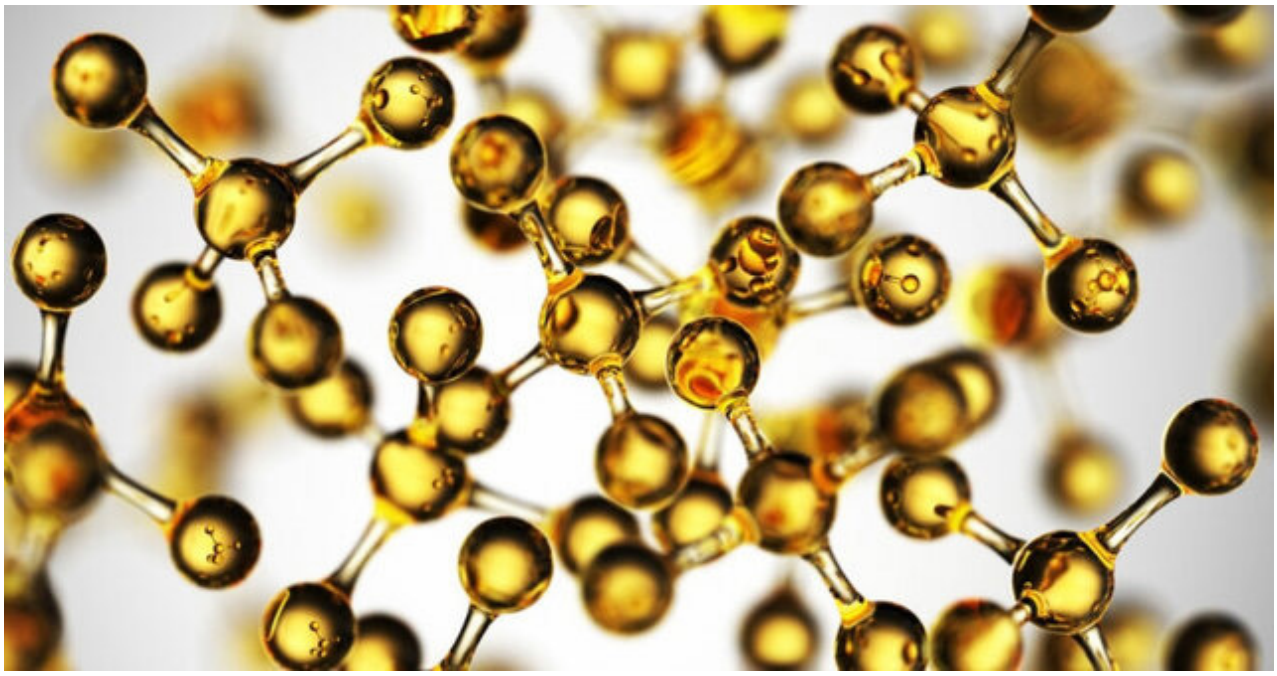
نانوذرات طلا به عنوان یکی از مواد پرکاربرد در حوزه‌هایی نظیر حسگری، کاتالیست و رهاسازی دارویی شناخته می شوند. طلا غیرسمی بوده و می‌توان آن را به شکل‌ها و اندازه‌های مختلفی در آورد. این فلز به خودی خود فعالیت زیستی بالایی ندارد، اما می‌توان آن‌ها را به عنوان مثال با مولکول‌های دارویی یا عوامل هدفگیر، عامل‌دار کرد تا بتوانند در نواحی اطراف تومور سرطانی جمع شوند. نانوذرات طلا به طور معمول روکش‌دهی می‌شوند تا از توده‌ای شدن آن‌ها و دفع سریع توسط سامانه ایمنی بدن جلوگیری شود. نانوذرات طلا را در شکل‌ها و اندازه‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌کنند. اولین دستاورد در زمینه نانوذرات طلا، نانوکره‌های طلایی بوده‌اند؛ اگرچه شکل آن‌ها دقیقا شبیه به کره نبوده است. امروزه اشکال دیگر نانوذرات طلا شامل نانورودها، نانوشل‌ها و نانوکیج‌ها می‌شود. یکی دیگر از اشکال نانوطلا، نانوذرات SERS است که بهترین خاصیت پراش غیرکشسان فوتونی را از خود نشان می‌دهند.



برای سنتز نانوذرات طلا از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. برای سنتز این ذرات از عوامل احیاکننده مختلف، مانند سیترات، هیدروژن پرواکسید و کلروآریک اسید استفاده می‌شود. یکی از عوامل احیایی که برای سنتز نانوذرات طلا استفاده می‌شود، کلروآریک اسید (HAuCl4) است. بعد از حل شدن HAuCl4، محلول سریعا هم زده شده و عوامل احیاکننده به آن اضافه می‌شود تا Au3+ به Au+ احیا شود. سپس واکنش عدم تناسب اتفاق می‌افتد که به وسیله آن سه یون Au+ به یک Au3+ و دو اتم Au تبدیل می‌شود. اتم طلا به عنوان هسته‌ای عمل می‌کند که باعث احیا بیشتر یون‌های طلا می‌شود. برای جلوگیری از آگلومره شدن ذرات، از انواع پایدارکننده‌ها استفاده می‌کنند. نانوذرات تولیدشده در این روش، در ابعاد ۲ تا ۱۰۰ نانومتر هستند.

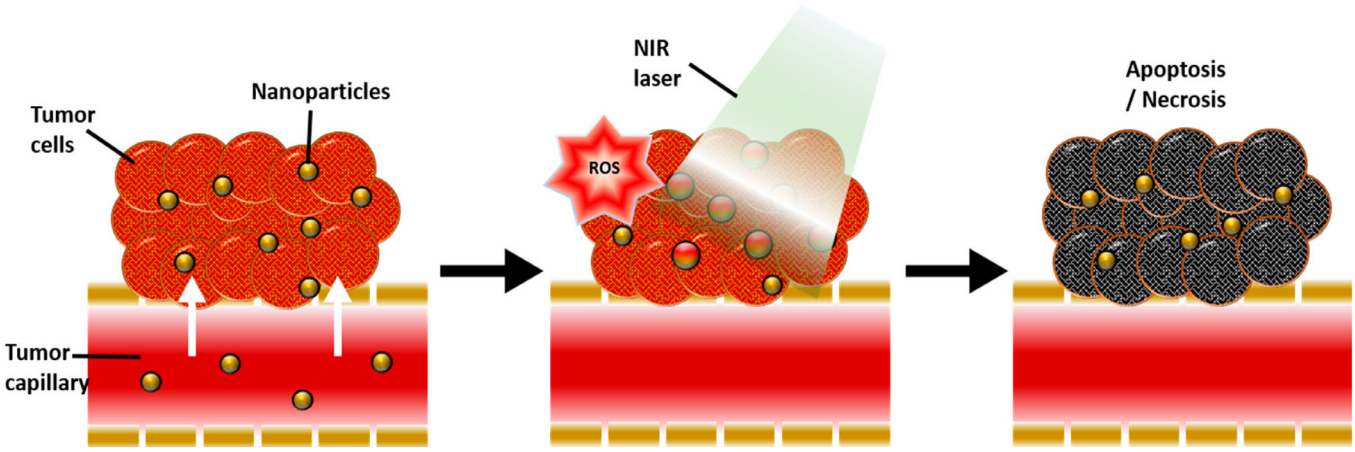


نانوذرات طلا در زمینه پزشکی کاربردهای فراوانی دارند. این کاربردها شامل درمان سرطان، دارورسانی، تشخیص تومور، ژن درمانی، عوامل فتوترمال و رادیوتراپی می‌شود.



فوتوترمال تراپی، یکی از روش‌های مبارزه با سلول‌های سرطانی است. این روش، با ایجاد گرما در اثر برخورد فوتون‌ها، آسیب برگشت‌ناپذیری به سلول‌ها وارد می‌کند و باعث مرگ آن‌ها می‌شود. در فوتوترمال تراپی، از نانوذرات طلا استفاده می‌شود. در نزدیکی ناحیه فروسرخ، باند جذبی بهتری برای حساسیت نانوذرات طلا وجود دارد که باعث نفوذ بهتر نور به درون بافت می‌شود. این اتفاق باعث می‌شود تا دمای درون سلول بدخیم بالا رفته و سلول آسیب دیده و از بین برود.

از نانوذرات طلا در CT اسکن برای تشخیص سرطان استفاده می‌شود. این نانوذرات به دلیل نشت عروق تومور، بر روی تومور تجمع می‌کنند و می‌توانند به عنوان عامل کنتراست برای تصویربرداری استفاده شوند. نانوذرات طلا با توجه به رزونانس پلاسمون عالی، با افزایش زمینه الکترومغناطیسی در سطح و اثر گذاشتن بر روی خواص فلوئورسانس باعث افزایش تشخیص سلول‌های سرطانی، از جمله کبد می‌شوند.



لیتوگرافی

فاطمه عشق‌آبادی

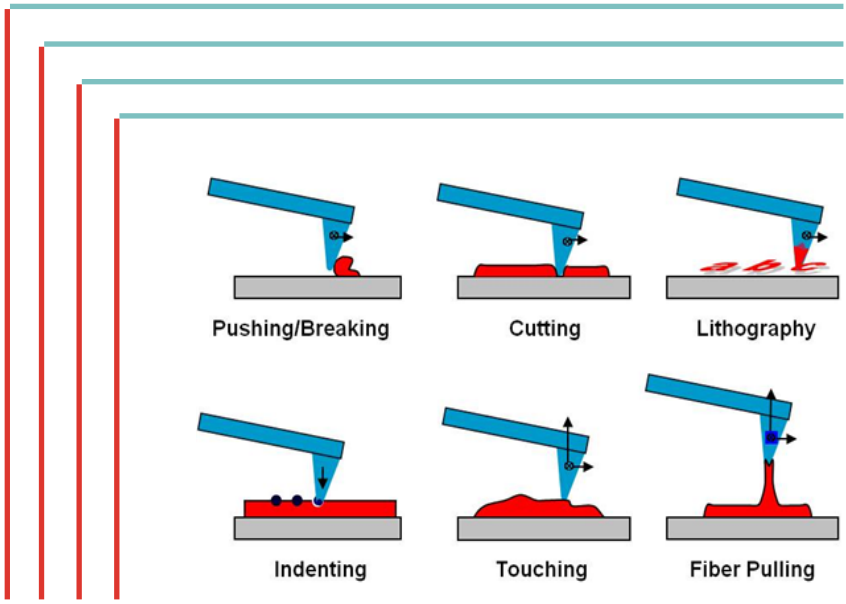
لیتوگرافی و لیتوگرافی نوری

امروزه صنعت نیازمند استفاده از روش‌هایی برای ساخت قطعات در ابعاد نانومتری است؛ زیرا باعث کاهش مصرف مواد اولیه، کاهش مصرف انرژی، کاهش قیمت و افزایش بازده می‌شود. تلاش زیادی برای پیشرفت روش‌های ساخت نانوساختارها و قطعات مبتنی بر فناوری نانو انجام شده است. یکی از رویکردهای ساخت بالا به پایین در تولید ابزار نانوساختار، استفاده از روش‌های لیتوگرافی است.

LITHO
GRAPHY

لیتوگرافی به چه معناست؟

لیتوگرافی یک واژه یونانی است که از دو قسمت لیتوس (Lithos) به معنای سنگ و گرافی (Graphia) به معنای نوشتن و حکاکی‌کردن تشکیل شده است. بنابراین، ترجمه کلمه به کلمه این واژه به معنای حکاکی روی سنگ است. این روش شامل ترسیم یک طرح لیتوگرافی از یک الگو بر روی ماده و سپس انتقال آن طرح به ماده‌ای دیگر است. لیتوگرافی باعث افزایش دمای نمونه تا بیش از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌شود. بنابراین استفاده از این روش‌ها برای مواد نرم و زیستی مناسب نبوده و باید از روش‌هایی که نیاز به چنین دمایی ندارند، مانند SPL، استفاده کرد.

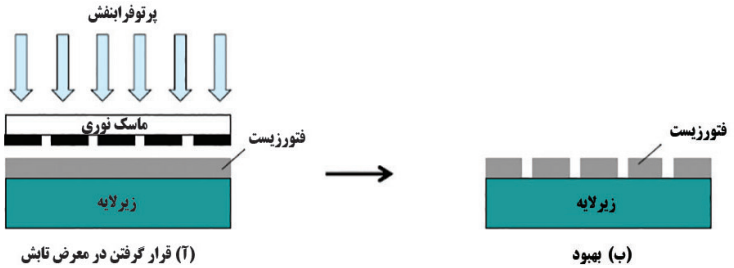


لیتوگرافی با ماسک نوری

یکی از روش‌های لیتوگرافی، انتقال طرح با ماسک نوری با استفاده از روش‌های متداول تابش (که به عنوان روش همانندسازی موازی شناخته می‌شوند) است. در لیتوگرافی نوری از امواج الکترومغناطیس با طول موج مشخص استفاده می‌شود. در این فرآیند، ابتدا سطح نیمه‌رسانا (ویفر سیلیکونی) را با لایه نازکی از یک ماده مقاوم حساس به نور که اصطلاحا photo-resist نامیده می‌شود، می‌پوشانند. به این صورت که مقدار کمی از محلول حاوی ماده photo-resist بر روی سطح زیرلایه ریخته شده و سپس زیرلایه با سرعت بالایی حول محور خودش چرخانده می‌شود تا محلول اضافی تبخیر شده و خارج شود. در نتیجه، لایه نازکی از ماده مقاوم در حالت جامد با ضخامت ۲-۰/۱ میکرومتر بر روی سطح زیرلایه ایجاد می‌شود. در ادامه، زیرلایه پوشش‌داده‌شده با ماده مقاوم تحت عملیات حرارتی پخت قرار می‌گیرد تا حلال باقی‌مانده به طور کامل خارج شده و برای ایجاد طرح آماده شود.

برای ایجاد طرح، پرتوی فرابنفش با طول موج ۴۳۶-۱۹۳ نانومتر از میان یک ماسک نوری بر اساس طرح مدار مورد نظر عبور کرده و به ماده مقاوم برخورد می‌کند. ماسک نوری معمولا از جنس کوارتز یا شیشه است. بخش‌هایی از ماده مقاوم که در معرض تابش فرابنفش قرار گرفته است، دچار

واکنش‌هایی شده و به این ترتیب، وزن مولکولی آن و قابلیت انحلال آن در حلال تغییر می‌کند. زیرلایه پوشش‌داده‌شده با ماده مقاوم که در معرض تابش قرار گرفته است، به وسیله یک محلول شیمیایی مناسب موسوم به ظاهرکننده (developer) شستشو داده شده و طرح مورد نظر در اثر فرآیند اچ بر روی زیرلایه ایجاد می‌شود.



می‌توان با تکرار این فرآیند طرح‌های پیچیده‌ای را بر روی سطح زیرلایه به وجود آورد.

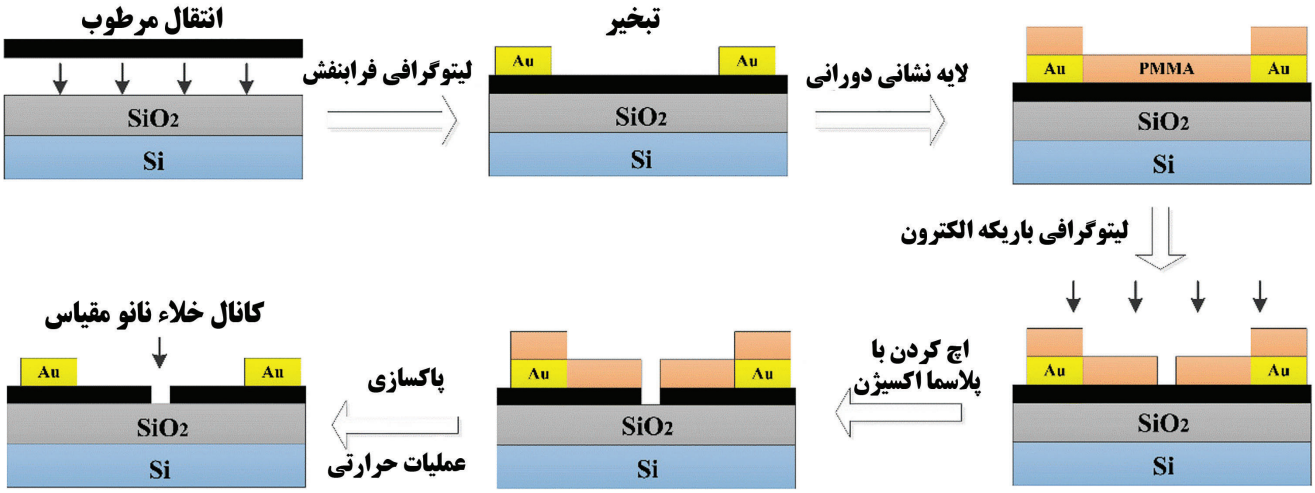
یکی از محدودیت‌های ذاتی لیتوگرافی نوری، محدودیت در حد تفکیک (رزولوشن) است. حد تفکیک یک سیستم نوری متناسب با طول موج پرتو مورد استفاده است. برای رسیدن به بیشترین حد تفکیک، باید علاوه بر به حداقل رساندن طول موج نور تابیده شده، فاصله بین ماسک نوری و زیرلایه و نیز ضخامت لایه مقاوم به کم‌ترین میزان ممکن کاهش یابد.

اگر ماسک به سطح لایه مقاوم بچسبد (چاپ تماسی) حد تفکیک بهبود می‌یابد؛ اما ماسک دچار فرسایش می‌شود. دستیابی به حد تفکیک زیر ۱ میکرومتر با استفاده از روش‌های لیتوگرافی نوری با پرتو فرابنفش استاندارد، دشوار است.

به علت محدودیت‌های گفته‌شده، روش‌های مبتنی بر استفاده از باریکه ذرات (الکترون، یون، اتم‌های خنثی و غیره) توسعه یافته‌اند. در این روش‌ها، از یون‌ها، الکترون‌ها یا اتم‌های خنثی برای جدا کردن بخشی از سطح استفاده می‌شود.

برای تولید ساختارهایی با ابعاد کوچک‌تر، از روش‌های لیتوگرافی پرتو فرابنفش با انرژی بالا، لیتوگرافی اشعه ایکس، لیتوگرافی باریکه الکترونی، لیتوگرافی باریکه یونی متمرکزشده، لیتوگرافی میکروسکوپ پروب روبشی و روش‌های لیتوگرافی مبتنی بر مُهر (استامپ)، مانند لیتوگرافی نرم استفاده می‌شود.

لیتوگرافی نوری در صنعت نیمه‌رساناها و IC کاربرد زیادی دارد. یکی از کاربردهای برجسته روش لیتوگرافی با باریکه الکترونی، سنتز ماسک‌های نوری است.



انجمن علمی دانشکده مهندسی و علم مواد
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

خلاصه‌ای از فعالیت‌های انجمن علمی مهندسی و علم مواد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

زمستان ۱۳۹۹ - بهار ۱۴۰۰

نهاد ترویجی فناوری نانو

تاسیس و نام گذاری ۱۰ آنگستروم
(نهاد ترویجی فناوری نانو انجمن علمی مهندسی و علم مواد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی)
تولید محتوای متنی روزانه در شبکه‌های مجازی
تولید محتوا به صورت کلیپ روزانه در شبکه‌های مجازی
معرفی کتاب به صورت هفتگی در شبکه مجازی
پادکست و رادیو هفتگی جمعه‌ها در شبکه مجازی
مسابقه کرونانو
ثبت‌نام مسابقه ملی نانو
۵ وبینار تخصصی در حوزه مسابقه ملی نانو

آموزش و وبینار

۶ جلسه کارگاه انتقال تجربه
کارگاه آموزشی متلب مقدماتی
همکاری با ایران مواد برای کلاس‌های کنکور
وبینار یلدای مهندسی مواد
کلاس‌های جمع‌بندی پایان‌ترم ورودی ۹۹
کلاس‌های جمع‌بندی پایان‌ترم ورودی ۹۸
کارگاه CV & Soap (دو کارگاه)
جشن دورهمی مواد
مسابقه حرس مواد مهندسی
مسابقه شاعره
مسابقه معما
کلاس آموزشی پایتون مقدماتی
میزگرد با موضوع بازار کار مهندسی مواد
کلاس آموزشی سالیدورک
کارگاه آشنایی با آزمون‌های آیلتس و تافل

نشریه

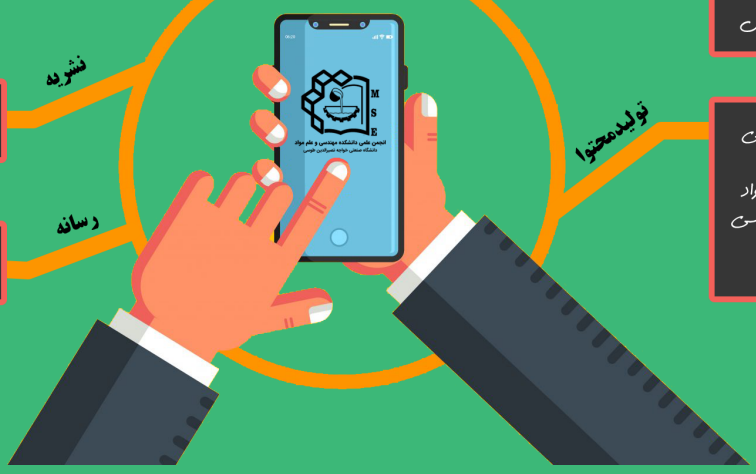
انتشار شماره ۱۱ نسخه الکترونیکی جوانه با محوریت نانو
برنامه‌ریزی برای شماره ۱۲

تولید محتوا

بررسی، ترجمه، دوبله و تدوین ۱۶ کلیپ آموزشی
تهیه و تولید ۲ پادکست
تهیه و تدوین کلیپ‌های جشن دورهمی مواد
تهیه سوالات مخصوص مسابقه حرس مواد مهندسی
تهیه سوالات مخصوص مسابقه معما
ایجاد اتاق فکر علمی و آموزشی

رسانه

طراحی وبسایت نهاد ترویجی نانو
انتشار و مستندسازی وبینارها و کارگاه‌ها



با برنامه‌های تابستان ۱۴۰۰ انجمن علمی همراه باشید....