



دانشنامه مرجع مهندسی ایران

Iran Engineering Reference Encyclopedia

www.Smsm.ir

نانو فناوری

نانو فناوری نیاز حال و آینده

مقوله نانوفناوری علیرغم نوپا بودن آن توجه بسیاری از پژوهشگران، برنامه ریزان و حتی سیاست گزاران کشورهای پیشرفته و در حال توسعه را بخود جلب کرده است. تاسیس مراکز متعدد پژوهشی، اقبال انبوه و فزاینده پژوهشگران به این عرصه و تخصیص اعتبارات قابل توجه همگی مویده این مدعاست. رقابتی که امروزه کشورهای گوناگون جهت دستیابی به این دانش نو و پویا و ارتقاء به سکوی "هدایت و پیشروی" در این عرصه دارند تا بدان حد فشرده است که بالاترین مقامات این کشورها نیز حساسیت موضوع را از نظر دور نمی‌دارند. تخصیص بودجه یک میلیارد دلاری رئیس جمهور آمریکا به موسسه ملی نانوفناوری آن کشور برای سال ۲۰۰۵ میلادی تنها نمونه ای از این توجه ویژه دولتمردان است. این بودجه دوبرابر مبلغی است که در سال اول تاسیس این مرکز یعنی ۲۰۰۱ به آن اختصاص یافته است.

معجزه نانو تکنولوژی

به احتمال زیاد قبل از پایان هزاره سوم انسان در بدن خود انواع لوازم مصنوعی و دیجیتالی را خواهند داشت. از بیماری، پیری، درد ستون فقرات، کم حافظه‌ای و ... رنج نخواهد برد. قابلیت فهم و تحلیل اطلاعات در مغز آنها در مقایسه با امروز بینهایت خواهد شد. در هزاره‌های آینده انسانهای طبیعی مانند امروز احتمالاً برای مطالعات پژوهشی نگهداری شده و به نمونه‌های آزمایشگاهی و بطور حتم قابل احترام تبدیل خواهند شد و مردمان آینده از این همه درد و ناراحتی که اجداد آنها در هزاره‌های قبل کشیده‌اند، متعجب و متأثر خواهند بود.

با استفاده از فن آوری نوین نانو بشر قادر شده پارچه‌هایی را تولید نماید که هیچوقت کثیف نمی‌شوند، یعنی هیچ نوع آلودگی بر روی آنها نمی‌نشیند. جالب تر اینکه پارچه این لباس اگر چروک شود، فقط با یک بار تکان دادن، تمام چین و چروک‌های آن از بین می‌رود.

مثل اینکه موضوع جالب شد!

دانشمندان برای تولید این چنین پارچه‌هایی از تکنولوژی نانو استفاده نموده‌اند. این بدان معنی نیست که ما پارچه‌هایی در مقیاس بسیار کوچک تولید کرده ایم، بلکه به وسیله فن آوری نانو، تغییراتی در خواص مولکول‌های تشکیل دهنده این پارچه صورت پذیرفته است، که مولکولهای تشکیل دهنده این پارچه هیچگاه کثیف نمی‌شوند و در نتیجه پارچه ای که از این مولکولها تشکیل شده تمام خواص این مولکول‌ها را خواهد داشت.

از فناوری نانو به عنوان "رنسانس فناوری" و "روان کننده جریان سرمایه گذاری" یاد می‌شود. ورود محصولات متکی بر این فناوری جهشی بس عظیم در رفاه و کیفیت زندگی و توانائی‌های دفاعی و زیست محیطی به همراه خواهد داشت و موجب بروز جابجائی‌های بزرگ اقتصادی خواهد شد. هم اکنون بخش‌های دولتی و خصوصی کشورهای مختلف جهان شامل ژاپن، آمریکا، اتحادیه اروپا، چین، هند، تایوان، کره جنوبی، استرالیا، اسرائیل و روسیه در رقابتی تنگاتنگ بر سر کسب پیشتازی جهانی در لاقول یک حوزه از این فناوری به

سر میبرند. هم اکنون روی هم رفته حدود ۳۰ کشور دنیا در زمینه فناوری نانو دارای "برنامه ملی" یا در حال تدوین آن هستند، و طی پنج سال گذشته بودجه تحقیق و توسعه در امر فناوری نانو را به ۳/۵ برابر افزایش داده اند. کشورهای ژاپن و آمریکا نیز فناوری نانو را اولین اولویت کشور خود در زمینه فناوری اعلام کرده اند.

نانوفناوری چیست؟

یک نانومتر یک میلیاردم متر است. این مقدار حدودا چهار برابر قطر یک اتم است. مکعبی با ابعاد ۲/۵ نانومتر ممکن است حدود ۱۰۰۰ اتم را شامل شود. کوچکترین آی سی های امروزی با ابعادی در حدود ۲۵۰ نانومتر در هر لایه به ارتفاع یک اتم، حدود یک میلیون اتم را در بردارند. در مقایسه، یک جسم نانومتری با اندازه ای حدود ۱۰ نانومتر، هزار برابر کوچکتر از قطر یک تار موی انسان است.

گرچه تعریفهای گوناگونی برای این واژه ارایه شده است لیکن وجوه اشتراک تمامی آنها را می توان بصورت زیر خلاصه کرد:

"نانو فناوری در بر گیرنده پژوهش ها و فناوری هایی است که در گروه ۱۰۰-۱ نانو متر یعنی مقیاس اتمی، مولکولی و ابر مولکولی انجام می شود. این فعالیتها مشتمل بر شناسایی و کشف خواص بدیع و انحصاری این مواد بدلیل ابعاد کوچک آنها و نیز ساخت ابزارو دستگاههایی است که قابل بکارگیری در این محدوده باشند. بنابراین دستکاری هوشمندانه و کنترل هدفمند مواد در مقیاس اتمی هدف عمده نانوفناوری تلقی می شود."

اهمیت ویژه نانو فناوری بدلیل نقش آفرینی و اثر گذاری گسترده آن در پهنه وسیعی از زندگی بشر است که شامل پزشکی، داروسازی، محیط زیست، کشاورزی، صنعت، حمل و نقل، علوم فضایی و بسیاری زمینه های دیگر می شود.

براستی نانو، یک علم است یا تکنولوژی؟

همانطور که در تعریف نانو بیان کردیم، نانو تکنولوژی است که به وسیله آن ما در خواص مولکولهای تشکیل دهنده مواد تغییر ایجاد می نماییم تا بتوانیم از این مواد بهتر استفاده کنیم.

در نگاه اول اینطور به نظر می رسد که نانو یک علم باشد، اینکه ما در خواص مولکولی مواد تغییرات ایجاد می نماییم ما را بر این میدارد تا نانو را به عنوان یک علم نوین در کنار علوم دیگر، همچون علم شیمی بپذیریم. اما آیا این نظریه درست است که نانو یک علم نوین می باشد که در قرن بیست و یکم موجب پیشرفت بسیار سریع بشر در شناخت اسرار هستی شده است؟

شاید در چند سال گذشته این مطلب را شنیده باشید که هنر مندان عصر جدید بر این عقیده اند که دوره خلق آثار تازه به پایان رسیده است و باید با نگاهی مجدد به آثار هنری که دیگر هنرمندان خلق نموده اند، هنر ایشان را از زاویه ای دیگر به مردم نشان داد. فکر می کنم شما نیز برخی از این آثار هنری مدرن را که بسیار عجیب هم به نظر می رسند مشاهده کرده باشید. دانشمندان نیز به تازگی بر این باورند که دوره کشف علوم

جدید به پایان رسیده است. شاید موقع آن فرا رسیده، تا از زاویه ای دیگر به علوم مختلف نگاه کنیم. آنها معتقدند ما می توانیم با تغییر در خواص مولکولی مواد کاراییشان را بهبود دهیم. به همین دلیل از نانو بعنوان یک تکنولوژی و یا یک فن آوری نوین نام برده می شود، نه علمی که تازه بشر آنرا کشف کرده است. نانو تکنولوژی با نگاهی مجدد به وسایل، سیستم ها و موادی که تاکنون ساخته شده اند، سعی در برطرف کردن عیوب آنها دارد.

مفهوم جدید نانو تکنولوژی آنقدر گسترده و ناشناخته است که ممکن است روی علم و تکنولوژی در مسیرهای غیر قابل پیش بینی تأثیر بگذارد. نانو تکنولوژی می تواند باعث گسترش فروش سالانه ۳۰۰ میلیارد دلار برای صنعت نیمه هادیها و ۹۰۰ میلیون دلار برای مدارهای مجتمع، طی ۱۰ تا ۱۵ سال آینده شود. نانو تکنولوژی، مراقبتهای بهداشتی، طول عمر، کیفیت و تواناییهای جسمی بشر را افزایش خواهد داد. تقریباً نیمی از محصولات دارویی در ۱۰ تا ۱۵ سال آینده متکی به نانو تکنولوژی خواهد بود که این امر، خود ۱۸۰ میلیارد دلار نقدینگی را به گردش در خواهد آورد. کاتالیستهای نانو ساختاری، در صنایع پتروشیمی دارای کاربردهای فراوانی هستند که پیش بینی شده است این دانش، سالانه ۱۰۰ میلیارد دلار را طی ۱۰ تا ۱۵ سال آینده تحت تأثیر قرار دهد. نانو تکنولوژی موجب توسعه محصولات کشاورزی برای یک جمعیت عظیم خواهد شد و راههای اقتصادی تری را برای تصفیه و نمک زدایی آب و بهینه سازی راههای استفاده از منابع انرژی های تجدید پذیر همچون انرژی خورشیدی ارائه خواهد نمود. انتظار می رود که نانو تکنولوژی نیاز بشر را به مواد کمیاب کمتر کرده و با کاستن آلاینده ها، محیط زیستی سالمتر را فراهم کند.

امکان مهندسی در مقیاس مولکولی برای اولین بار توسط ریچارد فاینمن (**R.Feynman**)، برنده جایزه نوبل فیزیک مطرح شد. فاینمن طی یک سخنرانی در انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا در سال ۱۹۵۹ اشاره کرد که اصول و مبانی فیزیک امکان ساخت اتم به اتم چیزها را رد نمی کند. وی اظهار داشت که می توان با استفاده از ماشینهای کوچک ماشینهایی به مراتب کوچکتر ساخت و سپس این کاهش ابعاد را تا سطح خود اتم ادامه داد.

او عقیده داشت که اگر دانشمندان ترانزیستور ها را ساخته اند، ما با علم اتمی می توانیم همین ترانزیستور ها را با مقیاس بسیار کوچک بسازیم. او قصد داشت تا با قرار دادن اتم ها در کنار یکدیگر کوچکترین مصنوعات بشری را بسازد.

بعدها یک دانشجو رشته کامپیوتر به نام آقای **Eric Drexler** برای انجام پروژه فارغ التحصیلی خود، دانشمند بزرگ هوش مصنوعی دکتر **Minsky**، که پدر علم هوش مصنوعی نیز شناخته می شود را به عنوان استاد راهنمای پروژه فارغ التحصیلی خود برگزید. **Drexler** که علاقه زیادی به نظریه های **Feynman** (ساخت سیستم ها در ابعاد نانو) داشت، سعی در شکوفایی این فرضیات نمود. وی بعد از اخذ درجه استادی علوم کامپیوتر، نظریه نانو تکنولوژی را بنا نهاد. اولین مقاله وی در زمینه نانو تکنولوژی در سال ۱۹۸۱ و با موضوع نانو تکنولوژی مولکولی به چاپ رسید.

Drexler اولین کسی بود که در سال ۱۹۹۱ از دانشگاه MIT مدرک دکتری نانو تکنولوژی را دریافت نمود. وی هم اکنون رئیس انیستیتو **Foresight** و **Research Fellow** می باشد. بعدها کشورهای توسعه یافته، برنامه ریزی های گسترده ای را برای فعالیت های تحقیقاتی و صنعتی در زمینه نانو تکنولوژی تدوین نمودند.

دید کلی

هنگامی که درباره نانو فناوری شروع به جستجو و مطالعه کنید، به موضوعات و مواد مختلفی بر می خورید مانند: "نانولوله ها، شبیه سازی مولکولی، نانو داروها، سلولهای سوختی، کاتالیزورها، نانو ذرات و ..."، بنابراین ممکن است نانو فناوری رشته ای کاملاً گسترده به نظر آید که موضوعات آن ربط چندانی به هم ندارند. بطور کلی مطالعات نانو فناوری را می توان به سه دسته تقسیم کرد. اگر چه روشهای تحقیقاتی در آنها با یکدیگر متفاوت است، اما این سه شاخه کاملاً به یکدیگر مرتبط هستند و پیشرفت در یکی از شاخه ها می تواند در شاخه های دیگر نیز کاملاً مؤثر باشد. این سه شاخه عبارتند از :

نانوتکنولوژی مرطوب

این شاخه به مطالعه سیستمهای زنده ای می پردازد که اساساً در محیطهای آبی وجود دارند. در این شاخه ساختمان مواد ژنتیکی، غشاهای و سایر ترکیبات سلولی در مقیاس نانومتر مورد مطالعه قرار می گیرد. پژوهشگران موفق شده اند ساختارهای زیستی فراوانی تولید کنند که نحوه عملکرد آنها در مقیاس نانویی کنترل می شود. این شاخه در برگیرنده علوم پزشکی، دارویی و بطور کلی علوم و روشهای مرتبط با زیست فناوری است .

نانوتکنولوژی خشک

این شاخه از علوم پایه شیمی و فیزیک مشتق می شود و به مطالعه تشکیل ساختارهای کربنی، سیلیکون و مواد غیر آلی و فلزی می پردازد. نکته قابل توجه این است که الکترونهای آزاد که در فناوری مرطوب موجب انتقال مواد و انجام واکنشها می گردند، در فناوری خشک خصوصیات فیزیکی ماده را پدید می آورند. در نانو تکنولوژی خشک کاربرد مواد نانویی در الکترونیک، مغناطیس و ابزارهای نوری مورد مطالعه قرار می گیرد. برای مثال طراحی و ساختن میکروسکوپیایی که بتوان با استفاده از آنها مواد را در ابعاد نانومتر دید .

برای آنکه کاربردهای متعدد و گسترده نانوفناوری آشکارتر شود به ذکر چند نمونه می پردازیم :

* ابعاد **DNA** که عامل بروز صفات ژنتیکی موجودات زنده است در حدود ۲٫۵ نانو متر است حال آنکه ابعاد گلوبولهای قرمز خون حدود ۲٫۵ میکرومتر (۱۰۰۰ برابر بزرگتر) است. بنابراین بکمک نانوفناوری می توان روشهای سنتی انتقال دارو به بدن (**drug delivery**) و مداوا را از مقیاس متعارف میکرومتری به رده نانومتری ارتقاء داد و از این رهگذر به دست آوردهای ژنتیکی گسترده ای دست یافت. تخصیص اعتباری در حدود ۱۵۰ میلیون دلار جهت درمان سرطان با بکارگیری فناوری نانو در موسسه ملی سرطان آمریکا تنها نمونه ای از این توانمندی است.

* خواص میکرو الکترونیک سیلیکون طی ۳۰ سال گذشته نقش محوری را در افزایش حافظه و سرعت کامپیوترها بر عهده داشته اند ، لیکن با پیدایش نانوفناوری و استفاده از تک مولکول بعنوان قطعات الکترونیکی جدید بنظر می رسد دوران افول این شاخه پر اهمیت علمی فرا رسیده باشد. ساخت اولین نمونه های " الکترونیک مولکولی " در دانشگاه نورث وسترن آمریکا نوید دستیابی به قطعاتی با ابعاد ده هزار مرتبه کوچکتر از اندازه های متعارف در میکرو الکترونیک را می دهد.

* گروهی از محققین اخیرا توانسته اند با افزودن لوله های نانوکربنی به پلیمرهای تجاری موجود از شکل گیری الیاف بی نظم جلوگیری کرده ولذا ضایعات این محصولات را بشدت کاهش دهند.

نانو حسگرها :

نانو حسگرها ابزار بسیار ریزی هستند که قادر به شناسایی و پاسخ به محرک های فیزیکی در مقیاس نانو از قبیل محرکهای بیولوژیکی، شیمیایی، جابجایی های بسیار جزیی، نیرو، صوت، جرم، حرارت و الکترو مغناطیس می باشند. این حسگرها می توانند از نوع سیلیکون های متخلخل بوده و برای شناسایی واکنشهای شیمیایی و بیولوژیکی با استفاده از روشهای طیف سنجی یا نوری به کار روند، می توانند از نوع نانوپروب بوده و به عنوان گیرنده نوری-بیولوژیکی، نوری-شیمیایی و یا حسگر های تصویری فضایی به کار روند و هم می توانند از نوع حسگر های الکترونیکی-مکانیکی بوده و برای اندازه گیری تغییرات جرم مواد جذب شده روی ساختار های رزونانسی استفاده شوند. با توجه به این موارد دو نمونه از نانوحسگرهای ساخته شده با خواص جالب معرفی می شوند :

غبارهای هوشمند (smart dust) :

غبار هوشمند در واقع سنسور بسیار پیشرفته ای است که در سال ۱۹۹۹ در آمریکا ساخته شده است. این سنسور ها را می توان نانوکامپیوتر های بسیار کوچک و سبکی دانست که قادرند ساعت ها در هوا معلق مانده و داده های حاصل از پردازش خود روی دما، فشار، رطوبت، میزان مواد شیمیایی موجود، نور و صدای محیط اطراف خود را تا فاصله ۲۰ کلومتری مخابره کنند و امکان پایش مستمر وضعیت آلودگی هوا را در یک منطقه خاص فراهم آورند. این سنسورها در صورت نزدیک شدن به هم قادرند یک شبکه موقت محلی ایجاد کرده و با هم تبادل اطلاعات نمایند و امکان تحلیل دقیقتر وضعیت آلودگی هوا را فراهم کنند.

اندازه این سنسور ها در حد میلی متر مکعب است و در حجم زیاد با هزینه معقولی قابل ساخت است. انرژی آنها از نور خورشید تامین می شود و لذا تنها در روزهای آفتابی قابل استفاده هستند، اما کار روی آنها برای تعبیه باطری با ظرفیت و حجم مناسب که بتواند آن را در تاریکی یا هوای ابری نیز قابل استفاده نماید همچنان ادامه دارد.

نانوحسگرهای گاز :

در صنعت همیشه خطر نشت گاز های سمی وجود داشته است، متاسفانه حسگرهای گازی رایج بسیار دیر موفق به شناسایی این گازها با غلظت پایین می شوند و این خود لزوم استفاده از حسگر های سریع تر و دقیق تر

را ایجاد می کرد. در سال ۲۰۰۰ میلادی نخستین نانوحسگر های گازی برای شناسایی دیوکسین با غلظت **ppb** ساخته شدند. این حسگر گازی شامل یک نانوتیوب چند دیواره می شود که قادر است تا ۱۰ به توان ۳۴ برابر بیشتر از جاذب هایی مثل کربن فعال، دیوکسین را به خود جذب کند و آنرا شناسایی نماید. یک سال بعد، نانوحسگرهای گازی از همین نوع برای شناسایی دی اکسید گوگرد، اکسید نیتروژن و دی اکسید کربن نیز ساخته شدند. به طور همزمان در آمریکا هم یک نوع نانوحسگر گازی که در آن از نانوتیوب تک لایه استفاده می شد، ساخته شد که قادر به تشخیص آبی آمونیاک و دی اکسید کربن در غلظت **20 ppm** بود.

نانوفیلتر ها :

نانو فیلتر های ساخته شده از نوع فیلتر های تحت فشار بوده و بهتر از اولترا فیلتر ها عمل می کنند اما از بعضی جهات مانند حذف نمک طعام از آب شور ضعیف تر از اسمز معکوس عمل می نمایند. این فیلتر ها با روزنه های بین ۱ تا ۱۰ نانومتری خود قادرند در فشار بین ۵ تا ۱۵ بار، با صرف انرژی کمتری نسبت به اسمز معکوس آب های زیر زمینی و آبهای سطحی با مواد جامد زیاد را تصفیه کنند و نمک موجود در آب شور دریا را تا ۹۰ درصد کاهش دهند، علاوه بر اینها، قادر است انواع باکتری ها، ویروس ها، آفتکش ها، آلاینده های آلی و املاح کلسیم و منیزیم را به شکل موثری حذف نماید.

نانوپوشش ها :

پوشش های دارای ساختار نانو، خواص بهتری نسبت به پوشش های رایج دارند، چسبندگی بسیار خوب و ایجاد خواص سطحی بسیار ویژه از این جمله اند. نانو پوشش ها را روی سطوحی مانند فلزات، شیشه، سرامیک و پلاستیک با ضخامتهای چند میکرونی نشانده اند و به آنها خواصی نظیر مقاومت در برابر خوردگی مکانیکی (سایش) و شیمیایی (زنگ زدگی)، مقاومت حرارتی، درخشندگی و خود تمیز شوندگی داده اند. تمامی این عوامل سبب کاهش در میزان مصرف مواد اولیه لازم جهت جایگزینی، کاهش مصرف انرژی لازم جهت تولید مواد اولیه بیشتر و نیز کاهش نیاز به مصرف مواد پاک کننده که در برخی موارد، خود آلاینده محیط زیست به حساب می آیند می گردد.

نانوپودر های فلزی :

هر فلزی که مغتول شکننده ای داشته باشد می تواند به شکل نانوپودر تولید شود. این نانوپودرهای فلزی از لحاظ شیمیایی بسیار فعالند و خواص کاتالیزوری ویژه ای نیز می توانند از خود نشان دهند. می توان آنها را در دمای پایین تری ذوب کرد و آلیاژ نمود که همگی اینها سبب می شود در فرایندهایی که از این مواد استفاده می شود نیاز به مصرف انرژی و در نتیجه آلودگی ناشی از آن کاهش یابد. نانوپودر های فلزی از مسیر دیگری نیز می توانند سبب کاهش آلودگی شوند، به عنوان مثال، یک نوع نانوپودر حاوی آلومینیم می تواند با اضافه شدن به سوخت جامد موشک، شدت سوختن آن را تا دو برابر افزایش داده و با افزوده شدن به نفت سفید، سرعت احتراق و کیفیت و ارزش سوختی آن را بالا ببرد و به این ترتیب سبب می شود تا سوخت کمتری مصرف شده و آلودگی کمتری تولید شود.

نانوتکنولوژی محاسبه‌ای

در بسیاری از مواقع ابزار آزمایشگاهی موجود برای انجام برخی از آزمایشها در مقیاس نانومتر مناسب نیستند و یا آنکه انجام این آزمایشها بسیار گران تمام می‌شود. در این حالت از رایانه‌ها برای شبیه سازی فرآیندها و واکنشهای اتمها و مولکولها استفاده می‌شود. شناختی که بوسیله محاسبه بدست می‌آید، باعث می‌شود که زمان پیشرفت نانو تکنولوژی خشک به چند دهه کاهش یابد و البته تأثیر مهمی در نانو تکنولوژی مرطوب نیز خواهد داشت .

برای آنکه کاربردهای متعدد و گسترده نانوفناوری آشکارتر شود به ذکر یک نمونه می پردازیم: ابعاد DNA که عامل بروز صفات ژنتیکی موجودات زنده است در حدود ۲/۵ نانو متر است حال آنکه ابعاد گلوبولهای قرمز خون حدود ۲/۵ میکرومتر (۱۰۰۰ برابر بزرگتر) است. بنابراین بکمک نانوفناوری می توان روشهای سنتی انتقال دارو به بدن (drug delivery) و مداوا را از مقیاس متعارف میکرومتری به رده نانومتری ارتقاء داد و از این رهگذر به دست آوردهای ژنتیکی گسترده ای دست یافت. تخصیص اعتباری در حدود ۱۵۰ میلیون دلار جهت درمان سرطان با بکارگیری فناوری نانو در موسسه ملی سرطان آمریکا تنها نمونه ای از این توانمندی است.

نانوفناوری محاسباتی

گسترش چشمگیر توانمندیهای رایانه ای در سالهای اخیر باعث شده است که روشهای محاسباتی در سطح گسترده ای برای پژوهشهای نانوفناوری بکار گرفته شوند. سرعت و حافظه بالای کامپیوترهای موجود در مقایسه با ده سال گذشته و نیز امکان بکارگیری همزمان انبوهی از رایانه ها در شبکه های موازی پژوهشگران این حوزه را قادر ساخته است که خواص میکروسکوپی انواع مواد را در مقیاس نانومتری با روشهای کلاسیکی و حتی کوانتومی بررسی نمایند.

گروه نانو فناوری محاسباتی (ماده چگال محاسباتی) موجود در دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی اصفهان توانسته است در چند سال گذشته از جایگاه ویژه ای در سطح ملی و حتی منطقه ای برخوردار گردد. این گروه از سال ۱۳۸۲ بعنوان تنها شعبه وابسته به مرکز بین المللی فیزیک نظری (ICTP) در بین کشورهای همجوار پذیرفته شده است و بهمین جهت هر سال میزبان پژوهشگرانی از کشورهای منطقه نظیر الجزایر ، ازبکستان ، پاکستان ، لبنان و روسیه می‌باشد که هر یک از ایشان برای مدت ۳-۲ ماه به انجام پژوهشهای مشترک در این دانشکده می‌پردازند. این گروه در طی پنج سال گذشته دو کارگاه بین المللی و چند کارگاه و کنفرانس داخلی در زمینه نانوفناوری محاسباتی برگزار کرده است. فارغ التحصیل نمودن چند دانشجوی مقطع دکتری و کارشناسی ارشد در پنج سال گذشته و نیز چاپ چندین مقاله در مجلات معتبر بین المللی از دیگر دستاوردهای این گروه است.

نانوالیاف

هنگامی که قطرالیاف پلیمری از میکرون به چندصد نانومتر کاهش یابد، می‌تواند خواص شگفت‌انگیزی نظیر نسبت سطح به حجم بسیار بالا (این نسبت برای الیاف نانونسبت به الیاف میکرو می‌تواند بیش از هزار برابر باشد)، انعطاف پذیری مناسب و کارآیی بالای مکانیکی در مقایسه با مواد شناخته شده بدست آورند. این خواص برجسته، نانوالیاف پلیمری را کاندیدای مناسبی جهت بسیاری از کاربردهای مهم می‌نماید. در سال‌های اخیر تعدادی از روش‌ها، نظیر کشش، سنتز در قالب، جداسازی فاز، خودگردآوری، الکتروریسی برای تهیه نانوالیاف پلیمری به کار گرفته شده‌اند.

الکتروریسی تنها روشی می‌باشد که می‌تواند نانوالیاف منفرد و ممتد را با میزان تولید بالا تهیه نماید. در این روش نانو الیاف پلیمری می‌توانند مستقیماً از محلول پلیمری به نانو الیاف پلیمری تبدیل شوند.

استفاده از این تکنولوژی جدید ما را در انجام کارهایی که زمانی غیر ممکن می‌نموده رهنمون می‌سازد، در سالهای اخیر از این شیوه برای ساخت الیاف نانودر محدوده وسیعی از پلیمرها و در کاربردهای مختلف نظیر ساخت فیلترها، تقویت در کامپوزیت‌ها، کامپوزیت‌های شفاف، نانو الیاف کربن، نانوالیاف هادی، نانوالیاف توخالی، نانوالیاف سرامیکی، سنسورهای بسیار حساس، قالب برای رشد بافت زنده بدن، پرکردن بافت‌های آسیب دیده، بافته‌های ضد باکتری، حمل دارو، پوشش زخم، ماسک‌های آرایشی و... به کاررفته‌اند که به یک مورد آن اشاره می‌شود.

پوشش زخم: نانو الیاف ساخته شده از پلیمرهای سازگار با بدن و با خواص و ساختارهای خاص می‌تواند برای معالجه زخم و یا سوختگی بکار روند. این الیاف می‌توانند بطور مستقیم بر روی زخم به همراه دارو الکتروریسی شده تا بافت‌های آسیب دیده را حمایت و تشویق به بازسازی خود کنند بگونه‌ای که پس از آن اثری از جای زخم که در معالجه‌های معمولی باقی می‌ماند نباشد.

از حدود یکسال پیش دانشکده نساجی مجهز به سیستم تولید الیاف نانو به روش الکتروریسی گردیده است و به موفقیت‌هایی در رابطه با تعریف پروژه‌هایی کاربردی همراه با تولید الیاف نانو رسیده است. لازم به ذکر است که فقط این دانشکده مجهز به سیستم الکتروریسی در کشور می‌باشد. در حال حاضر دو دانشجوی دکترا و چندین دانشجوی کارشناسی ارشد مشغول به انجام فعالیت‌های پژوهشی در زمینه‌های مختلف نانوالیاف می‌باشند.

نانو ذرات و نانو پودرها

نانو ذرات یکی از شاخه‌های مهم در فن آوری نانو می‌باشد که در سالهای اخیر در کشورهای پیشرفته صنعتی توجه زیادی به تولید آن مبذول شده است. بکارگیری این مواد و سایر مواد نانو نه تنها میتواند منجر به افزایش کارآیی دستگاهها و ماشین آلات شود بلکه گسترش مرزهای دانش و ابداع فن آوریهای جدید در شاخه‌های مختلف مهندسی و پزشکی را بدنبال دارد. بنظر میرسد که در آینده فن آوری ساخت مواد نانو با توجه به

استراتژیک بودن آنها در اختیار و انحصار چند شرکت خارجی قرار گیرد و با توجه به تحریمهای غرب امکان وارد کردن تکنولوژی ساخت پودر و ذرات نانو به کشور میسر نخواهد بود. با توجه به ارزش افزوده بسیار بالای این مواد میتوان ضمن تولید فرآیندی آن علاوه بر مصرف داخلی بازار مناسبی را جهت صادرات ایجاد نمود.

کندانس کردن بخار فلزات یکی از مرسوم ترین روشهای تولید ذرات نانو است که علاوه بر کاهش هزینه تولید نسبت به روشهای دیگر محصول با خلوص بسیار بالایی را تولید میکند. مطالعات وسیعی در این رابطه در دانشگاه صنعتی اصفهان جهت تولید نانوذرات در حال انجام میباشد.

نانو سیالات

نانو سیال گونه جدیدی از محیطهای انتقال حرارت است که توانایی بسیار زیادی در انتقال حرارت از خود نشان می دهد. این سیالات با افزودن ذرات فلزی و غیر فلزی در مقیاس نانو به سیال پایه تحت تکنیکهای خاص تولید می شوند. این ذرات بصورت سوسپانسیون باقی می ماند و مساله ساییدگی در تجهیزات و خطوط انتقال نمی نمایند. ذرات معلق نانو در سیال سبب افزایش ضریب هدایت حرارتی شده و بر اثر حرکت ذرات انتقال حرارت جابجایی بسیار افزایش پیدا می کند. سیالات نانو کاربردهای فراوانی در مبدلهای حرارتی، صنایع هوا - فضا، نیروگاهها و ... دارند و در تمامی موارد انرژی مصرفی سیستم را کاهش می دهند و با بهبود طراحی امکان تولید سیستمهای فشرده را ایجاد می نمایند. استفاده از نانو سیالات میتواند بدلیل شدت انتقال حرارت زیاد آنها مصرف آب صنایع را بطور چشمگیری کاهش دهد. در حال حاضر این مساله در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی اصفهان در حال بررسی است و یک دانشجوی دکتری در زمینه فوق مشغول نوشتن رساله خود میباشد. چند دانشجوی کارشناسی ارشد نیز در حال شروع به تحقیق در این زمینه هستند.

زمینه های تحقیقاتی در رابطه با مکانیک جامدات

۱-۶-۱- ساخت وسایل و ابزار از مواد نانو

خواص مواد نانو میتواند بسیار متفاوت از شرایط معمولی آنها باشد و ساخت وسایل و ابزار از این مواد امروزه یکی از مباحث تکنولوژیکی جدی و ارزشمند مهندسی است.

۱-۶-۲- بحثهای نظری محیط پیوسته در زمینه نانومتريال

مباحث عمومی تئوری پلاستیسیته فرمولبندی این دامنه از علم برای یک پیکره محیط پیوسته است و شکاف زیادی بین پلاستیسیته ذرات نانو و پلاستیسیته پیوسته وجود دارد. استفاده از تئوری های موجود وابسته به ابعاد اساسی ماده در ارتباط با میزان کرنش وارد بر آن زمینه ای است که اگرچه پیشرفتهای کمی داشته ولی هنوز فاصله زیادی برای شناخت تئوری پلاستیسیته در مقیاس نانو وجود دارد.

۱-۶-۳- شیوه های تکنولوژیک کار با مواد نانو، ذخیره سازی و جابجایی آنها

کلیه مباحث فوق زمینه جدی کارهای تحقیقاتی مواد نانو است؛ که بعضا نگرانی هایی برای افرادی که با مواد نانو کار می کنند را هم ایجاد می کند. طراحی و ساخت ماشین آلاتی که قابلیت کار با این مواد را امکان پذیر می سازد، زمینه تحقیقاتی و تکنولوژیکی اجتناب ناپذیری است. برای تغذیه مواد نانو به داخل سیستمهای مورد مطالعه مختلف و منجمله سیستمهای نانو فلو شید، پمپ، شیرآلات و ابزارهای ویژه ای باید طراحی و ساخته شوند. این مقوله جنبه حیاتی برای ادامه تحقیقات در مقوله نانو تکنولوژی دارد.

کاربرد نانو تکنولوژی در ساختمان سازی و عمران

الف) طبق برآوردهای انجام شده تجهیزات ساختمانی سالانه ۱۰۰۰ میلیارد دلار درآمد ایجاد می نمایند. صنعت مربوط به تجهیزات ساختمانی یکی از صناعی است که فناوری نانو و نانومواد می توانند در آن کاربرد وسیعی داشته باشند. در حال حاضر فناوری نانو در برخی محصولات و تجهیزات ساختمان سازی مانند پنجره های خود تمیز شونده و صفحات خورشیدی منعطف برای رنگ آمیزی ساختمان ها، مورد استفاده قرار می گیرد. البته کاربردهای بسیاری مانند بتن های خود ترمیم شونده، مواد ضد اشعه UV، پوشش سقف ها و دیوارهای منتشر کننده نور نیز در حال توسعه می باشند.

ب) صنعت ساختمان سازی از صناعی است که فناوری نانو می تواند در آن کاربرد زیادی داشته باشد. انتظار می رود تا سال ۲۰۱۲ بازار حسگرهای فناوری نانو به رقم ۱۷ میلیارد دلار برسد. به زودی حسگرهای ارزان قیمت برای کنترل لرزش ها، پوسیدگی ها و دیگر ملاحظات عملکردی در ساختمان سازی، وارد بازار خواهند شد. با افزایش کاربردهای فناوری نانو در ساختمان سازی و پیامدهایی که این کاربردها بر روی سلامت انسان و زندگی خصوصی افراد دارد، بررسی ریسک های مرتبط با این کاربردها نیز امری ضروری است.

امروزه حسگرهای توانمند فناوری نانو قادرند درجه حرارت، رطوبت و ذرات سمی معلق در هوا را کنترل کنند. فناوری نانو به سرعت باتری ها و وسایل بدون سیم مورد استفاده در این حسگرها را بهبود می دهد. در آینده ای نه چندان دور حسگرها در ساختمان ها جهت جمع آوری اطلاعات درباره محیط و کاربردهای ساختمان سازی، مورد استفاده قرار می گیرند. عناصر تشکیل دهنده ساختمان ها و بناها، هوشمند خواهند شد. البته نانوحسگرها و مواد ساختمان سازی نانویی سئوالاتی را برای طراحان، سازندگان، مالکان و استفاده کنندگان از ساختمان ها ایجاد کرده است. اما آنچه که بدیهی به نظر می رسد این است که ساختمان ها، هوشمند می شوند و نانومواد به عنوان یکی از عناصر اصلی ساختمان مد نظر قرار می گیرد.

فناوری نانو الکترونیک

با ابداع و رشد فناوری مینیاتور کردن قطعات الکترونیکی، بشر به یکی از مهمترین دستاوردهای خود در قرن گذشته نائل آمد. با گسترش، طراحی و ساخت مدارهای مجتمع بویژه افزایش انباشت قطعات در مقیاس خیلی بزرگ در دهه ۱۹۸۰ تلاش برای کوچکتر کردن قطعات میکرو الکترونیکی ادامه یافت. از طرف دیگر

تقاضای جدید برای ساخت مدارهای مجتمع بویژه مدارهای حافظه شامل حافظه دینامیکی (DRAM) و حافظه استاتیکی (SRAM) با ویژگیهایی نظیر سرعت عمل بالا توأم با کاهش اتلاف توان روز به روز بیشتر شد. روند تکاملی فناوری فرامینیاتور کردن قطعات الکترونیکی بویژه در مقیاس کمتر از 0/2 میکرومتر، یعنی حوزه فناوری طراحی قطعات نانو الکترونی و فناوری ساخت مدارهای مجتمع از پیچیدگی خاصی برخوردار است. بطور متوسط در هر شش سال ابعاد و اندازه قطعات الکترونیکی به نصف تقلیل یافته است، بطوری که این مدارها از دهها میلیون ترانزیستور، دیود، مقاومت الکتریکی و خازن تشکیل شده اند. عرض خطوط اتصالات بین قطعات مختلف در سال ۲۰۰۰ میلادی ۰٫۱۸ میکرومتر بود، که کاهش آن همچنان ادامه دارد.

بعضی از فرآیندهای مهم ساخت مدارهای مجتمع عبارتند از:

نفوذ کاشت یونی

لیتوگرافی

فلز نشانی

غیر فعال سازی و غیره

که در فناوری نانو الکترونیک برای انجام اینگونه فرآیندها باید از پارامترها و سیستمهای خاص استفاده کرد. مثلاً در فرآیند فلز نشانی، استفاده از فلز مس بجای فلز رایج آلومینیوم برای اتصالات درونی بین قطعات مختلف عملی اجتناب ناپذیر است. اما نفوذ سریع اتمهای Cu در زیر Si در عملیات حرارتی منجر به تشکیل لایه سلیساید مس و در نهایت سبب تخریب قطعه الکترونیکی می شود. برای رفع این مشکل معمولاً از یک لایه میانی از مواد دیرگذار مانند Ta و W یا Mo به عنوان سد نفوذی برای بهبود پایداری حرارتی لایه Cu / Si استفاده می کنند.

در فناوری نانو الکترونیک فرآیندهایی سطح زیر لایه Si از جمله سوزش توسط فناوری پلاسما و باریکه یونی صورت می گیرد. اینگونه مدارهای مجتمع با ویژگیهای منحصر به فرد خود در مقیاس نانومتری کاربردهای متنوعی از سیستمهای مزرهوسکوپیک دارند. بعضی از این کاربردها عبارتند از:

-ساخت نقطه‌ها و سیستمهای کوانتومی تونل زنی در دیودهای تشدید کننده مثل Si و Gi

-طراحی و ساخت تقویت کننده‌های لیزری مثل InGap

-طراحی و ساخت میکرو احساسگرها و ماشینهای میکرونی برای کاربردهای خاص

به دلیل اهمیت فناوری نانو الکترونیک در چند سال گذشته چندین کارگاه عملی در زمینه‌های مختلف فیزیک و فناوری نانو الکترونیک برگزار شده است. با ادامه رشد و گسترش این فناوری پیشرفته، در آینده شاهد تحول عظیمی در زمینه‌های ارتباطات خواهیم بود.

در ارتباط با نانو تکنولوژی می توان از موضوعات مرتبط با کشاورزی و صنایع غذایی ایده های بسیار خوب گرفت و ضرورت دارد دستاوردهای نانو تکنولوژی همراه با بیو تکنولوژی در امور مختلف کشاورزی به کار گرفته شود. برای ارایه این دو مطلب به نکاتی اشاره می شود.

مثال برای ایده های بسیار با ارزش از موضوعات مرتبط با کشاورزی

ج) DNA ملکولی است که از یک کامپیوتر بیشتر اطلاعات در خود ذخیره می کند و با یک مکانیزم ساده ملکول مثل خود را می سازد. برای انتقال به گیاه جدید، چگونگی ذخیره اطلاعات، چگونگی انتقال اطلاعات از نکات قابل توجه است. چگونه یک سلول تمام اطلاعات ریشه، ساقه، برگ، رنگ، گل و میوه و هماهنگی با طبیعت و ریزه کاری های تولید مواد در گل و میوه و هزاران اطلاعات دیگر را ذخیره می کند و عینا منتقل می کند و در موارد لازم ترکیب کرده و خصوصیات جدید را بوجود می آورد. این نکات مهمی است. این ایده ها که میلیاردها از آن در حشرات ناچیز و موجودات مختلف وجود دارد را باید کشف کرد و استفاده نمود.

ب) برای برخی از ترکیبات غذایی ضرورت ایجاد پوشش های ملکولی درون بافت غذاست تا سالم باقی بماند و در موقع خود اثر گذار باشد. نوع ملکولها و چگونگی ایجاد پوشش موثر مورد دیگری است که در سطح ایجاد لایه های پوششی نانو مطرح است. این نوع پوششها می تواند برای نگهداری برخی از محصولات کشاورزی نیز کاربرد داشته باشد.

ساخت دستگاه STM در کشور

در سومین گردهمایی مدیران شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو که در روز شنبه ۲۹ اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ برگزار گردید اولین دستگاه STM ساخت داخل رونمایی شد.

آقای دکتر سرکار به عنوان مدیر مرکز و آقای دکتر صابر به عنوان مدیر پروژه هر دو از مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، راهبری این پروژه را بر عهده داشتند.

این دستگاه که با نام تجاری "نما" تولید شده است، به عنوان یک میکروسکوپ تونلی-روپشی پیشرفته، در تمامی مراحل از طراحی تا ساخت، مولود توانمندی یک تیم ایرانی و نمونه افتخار آمیزی از بومی سازی فناوری تجهیزات آزمایشگاهی می باشد. این میکروسکوپ توانمندی ارائه تصاویر دو و سه بعدی در ابعاد نانومتر را دارد و از نظر برخی مشخصات فنی منحصر به فرد می باشد.

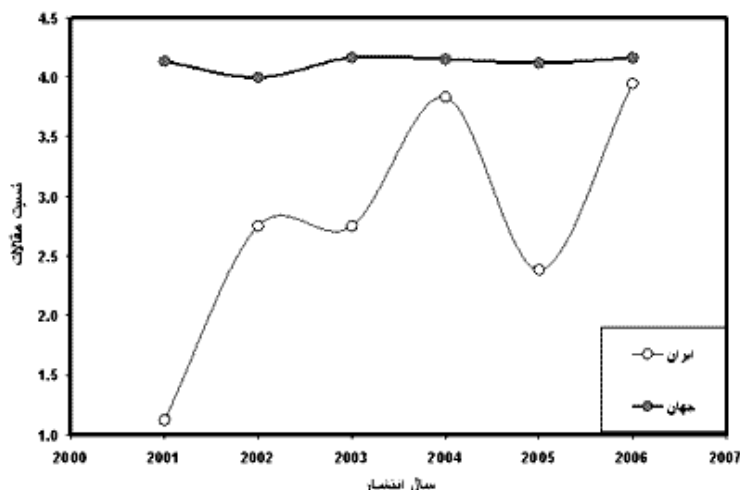
رزولوشن XY برابر ۱۲- نانومتر و رزولوشن Z برابر ۰.۴۵- نانومتر که در حالت زوم هر دو دقت مذکور به ۰.۱- مقدار ذکر شده تقلیل می یابند. ناحیه اسکن ۸×۸ میکرومتر مربع و بیشترین جابه جایی Z معادل ۳۰۰۰ نانومتر می باشد. این در حالیست که رزولوشن جریان ست پوینت معادل ۱/۵ پیکوآمپر می باشد.

این دستگاه با حمایت شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو در مقیاس تجاری تولید شده و علی‌رغم این که ساخت نمونه اول آن یک سال پیش به اتمام رسیده بود، برای ایجاد توانمندی کامل تولید و ورود به بازار، این فعالیت تا ساخت ۵ دستگاه و ایجاد توانمندی صادرات ادامه یافت. ساخت دستگاه STM در راستای تکمیل زیرساخت آزمایشگاهی کشور برای تولید ثروت از فناوری نانو انجام شده و شروعی برای ساخت تجهیزات آزمایشگاهی مورد نیاز می‌باشد.

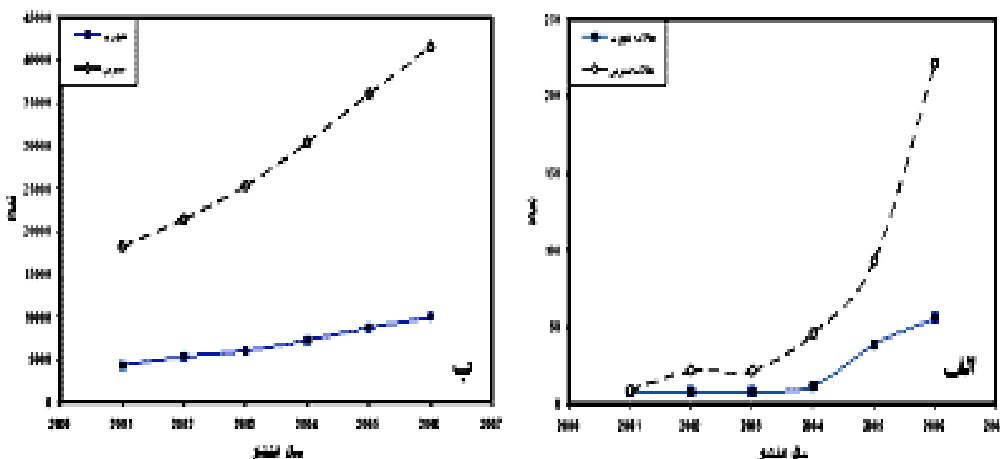
وضعیت مقالات تئوری و تجربی ایران در فناوری نانو

همواره بخشی از تحقیقات بنیادی و علوم و فناوری به مباحث تئوری و شبیه‌سازی اختصاص دارد. از این رو، در این بخش وضعیت مقالات تئوری و تجربی ایران در فناوری نانو از دیدگاه آمار بررسی و با مقادیر جهانی مقایسه شده است

شکل ۱ تغییرات مقالات تئوری و تجربی ایران و جهان را در فناوری نانو در سالهای مختلف نشان می‌دهد. مطابق این شکل مقالات تجربی ایران بطور نمایی رشد کرده و سرعت رشد آنها در سالهای اخیر خیلی بیشتر از مقالات تئوری بوده است؛ در حالیکه رشد مقالات فناوری نانو در دنیا خطی است، هرچند در سطح جهانی نیز شیب رشد مقالات تجربی خیلی بیشتر از مقالات تئوری است



شکل ۱: نمودار تغییرات تعداد مقالات تئوری و تجربی فناوری نانو برای الف) ایران و ب) جهان در سالهای مختلف



شکل ۲: نسبت مقالات تجربی به تئوری ایران و جهان در فناوری نانو در سالهای مختلف

بررسی نسبت مقالات تجربی به تئوری ایران در این سالها (شکل ۲)، روند کاملاً نوسانی را نشان می‌دهد، درحالیکه این نسبت در مقالات دنیا در طول این سالها تقریباً ثابت بوده است. مطابق این نمودار سهم مقالات تجربی ایران در فناوری نانو کمتر از مقدار متوسط جهانی مقالات تجربی است و فقط در سالهای ۲۰۰۴ و ۲۰۰۶ این فاصله به حداقل رسیده است. همچنین سهم مقالات تئوری در دنیا حدود یک چهارم مقالات تجربی است در حالیکه در این ایران این نسبت به یک سوم و حتی یک دوم نیز رسیده است. در مجموع نتایج فوق نشان می‌دهند که مقالات ایران در فناوری نانو در گذشته گرایش زیادی به سمت شبیه‌سازی و محاسبات تئوری داشته‌اند و هرچند این گرایش در سالهای بعد کمتر شده، هنوز از میانگین جهانی بالاتر است و به دلیل حالت نوسانی آن پیش‌بینی دقیق آینده مشکل است. دلیل این امر شاید مشکلات و موانع موجود در مسیر تحقیقات تجربی همچنین کمبود امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی باشد که سبب شده سهم تحقیقات تجربی در ایران کمتر از سهم جهانی باشد.

ایران در شاخص میانگین ارجاعات به هر مقاله در مقالات فناوری نانو، از رتبه ۴۴ در سال ۲۰۰۱ به رتبه ۲۲ در سال ۲۰۰۵ صعود کرده است.

اینها تنها نمونه‌های اندکی از هزاران کاربرد گوناگون و فزاینده نانوفناوری است. نکته مهم دیگری که لازم است مورد عنایت برنامه ریزان کشور قرار گیرد نوپا بودن این شاخه علمی و در نتیجه امکان رقابت با دیگر کشورها در این عرصه مهم علمی است. از آنجا که فعالیتهای علمی در زمینه نانوفناوری حتی در کشورهای پیشرفته نیز تنها در سالهای اخیر آغاز شده است لذا آنها نیز از دانش انباشته فراوانی برخوردار نیستند و بهمین دلیل تدوین یک برنامه جامع، سریع و همه جانبه با تخصیص اعتبارات مناسب می‌تواند حتی امکان "هدایتگری و نقش آفرینی" نیز در این عرصه را بما بدهد.

فناوری نانو و فیزیک الکترونیک

سازندگان قطعات الکترونیکی علاقه بسیاری به کوچک کردن ابعاد و بالا بردن قدرت محاسبات این تجهیزات دارند. این امر با استفاده از فناوریهای معمولی، تقریباً به مرز نهایی خود نزدیک شده است. اما فناوری نانو تکنولوژی، راه دیگری را پیش پا گذاشته است، که می‌تواند دنیای الکترونیک را دگرگون سازد. از جمله وسایل الکترونیکی که با استفاده از این فناوری ساخته شده است، می‌توان به دیوهای نوری، رایانه‌های کوانتومی و ترانزیستورهای نانو اشاره کرد.

ساخت دیوهای نوری با استفاده از مواد نانو موجب می‌شود تا ۸۰ درصد در هزینه برق صرفه جویی شود. یک گروه دیگر از محققان روش تازه‌ای موسوم به الگوی انتقال ابر شبکه استفاده کرده‌اند، که ساخت نیم هادیهای نانومتری به قطر تنها ۸ نانومتر را امکان پذیر می‌سازد.

نانو تکنولوژی در صنعت

توپهای تنیسی که با استفاده از کربن ۶۰ ساخته شده و روانه بازار گردیده سبکتر و مستحکمتر از توپهای عادی است. شرکتهای دیگر با استفاده از مواد نانو پارچه‌هایی تولید کرده‌اند که با یک بار تکان دادن آنها می‌توان

حالت اتوی اولیه را به آنها بازگرداند و همه چین و چروکهایشان را از بین برد. با همین یکبار تکان همه گرد و خاکی که به این پارچه‌ها جذب شده‌اند نیز پاک می‌شوند. همچنین با استفاده از فناوری نانو لیوانهایی تولید شده که قابلیت خود تمیز کردن دارند .

فناوری نانو و زیست شناسی

یک گروه از محققان سرگرم تکمیل فیبرهای نوری در ابعاد نانو هستند که قادر خواهند بود مولکولهای مورد نظر را شناسایی کنند. گروهی نیز دستگاهی را در دست ساخت دارند که با استفاده از ذرات طلا می‌تواند پروتئینهای معینی را فعال سازد یا از کار بیندازد. به اعتقاد پژوهشگران برای آنکه بتوان از سلولها در حین فعالیت واقعی آنها اطلاعات مناسب بدست آورد، باید شیوه تنظیم آزمایشها را مورد تجدید نظر اساسی قرار داد. سلولها در فعالیت طبیعی خود امور مختلفی را به انجام می‌رسانند. از جمله این امور می‌توان به انتقال اطلاعات و علائم و داده‌ها میان خود، رد و بدل کردن مواد غذایی و بالاخره سوخت و ساز و اعمال حیاتی اشاره کرد. گروه دیگری از محققان تا آنجا پیش رفته‌اند که درصد هستند با مواد نانو پوششهای مناسبی تولید کنند که سلولهای حاوی ویروسهای خطرناک نظیر ویروس ایدز را در خود می‌پوشاند و مانع خروج آنها می‌شود .

نانو تکنولوژی در پزشکی

محققان با استفاده از فناوری نانو در حال ساختن کپسولهایی با ابعاد نانومتر هستند که علاوه بر اندازه غیر قابل تصور، قدرت تشخیص بافتهای مریض را داشته و دقیقاً روی این بافت قرار گرفته و مقدار داروی لازم را به آنها می‌رساند. این پدیده را داروسازی می‌گویند. در آزمایشی که به تازگی به انجام رسیده نشان داده شده است که حمله به سلولهای سرطانی با استفاده از ذرات نانو ۱۰۰ برابر بازده عمل را افزایش می‌دهد. همچنین با استفاده از فناوری نانو، نوارهای زخم بندی هوشمندی درست شده است، که به محض مشاهده نخستین علائم عفونت در مقیاس مولکولی، پزشکان را مطلع می‌سازد .

فناوری نانو و شیمی

با استفاده از فناوری نانو می‌توان کاتالیزورهایی با نسبت سطح به حجم بسیار بالا تولید کرده و راندمان را در واحدهای شیمیایی به میزان بسیار زیادی افزایش داد. سلولهای خورشیدی کوانتومی، استفاده از هیدروژن به عنوان سوخت تمیز، نسل جدید باتریها، پوششهای بسیار مقاوم فرنگهای بی نیاز از شستشو و تحولات خارق العاده دیگر در دنیای شیمی و تولید از کاربردهای فناوری نانو در شیمی می‌باشد .

نانوتکنولوژی تولید کارآمد مواد و دستگاهها و سیستمها با کنترل ماده در مقیاس طولی نانومتر و بهره برداری از خواص و پدیده‌های نو ظهوری است که در مقیاس نانو توسعه یافته‌اند.

از دیدگاه تجارت، «نانوتکنولوژی» از جمله علمی محسوب می شود که دارای نرخ رو به رشد بسیار بالایی است. در حال حاضر بیش از ۱۲۰۰ شرکت «نانوتکنولوژی» در سراسر دنیا محصولات جدید خود را که منتج از این دانش نوپاست روانه بازار کرده اند که از آن جمله می توان به دوربین دیجیتالی **Easy Share LS 633** محصول شرکت **Kodak**، اتومبیل **Chevrolet Impala** محصول شرکت **GM** اشاره کرد. از این میان، حدود ۶۰۰ کمپانی در ایالات متحده و مابقی در اروپا و ژاپن قرار گرفته اند.

بر اساس برآوردهای بعمل آمده، میزان گردش سرمایه در بخش «نانوتکنولوژی» دنیا بالغ بر ۴۵/۵ میلیارد دلار خواهد بود که باعث اشتغالزایی حدود ۸۰۰ هزار تا ۲ میلیون نفر خواهد شد. تنها در سال ۲۰۰۴ میلادی، ۱۶ کمپانی آمریکایی که در زمینه تولید نانوذرات فعالیت داشته اند، حدود ۳/۸ میلیارد دلار فروش داشته اند.

بنابراین «نانوتکنولوژی» در آینده ای نچندان دور می تواند تأثیرات چشمگیری را بر اقتصاد دنیا داشته باشد. اما لازمه ایجاد این تأثیرات سرمایه گذاری بر بخش **R&D** این علم جدید و پیشرو می باشد. میزان سرمایه گذاری های انجام شده در بخش **R&D** «نانوتکنولوژی» در سال ۲۰۰۶، حدود ۸/۶ میلیارد دلار بوده است که سهم بخش دولتی ۴/۶ میلیارد دلار و بخش خصوصی حدود ۳/۸ میلیارد دلار بوده است. بیشترین میزان سرمایه گذاری توسط بخش خصوصی در ایالات متحده با ۱/۷ میلیارد دلار بوده است و بعد از آن ژاپن با ۱/۱ میلیارد دلار و نهایتاً اتحادیه اروپا با ۰/۷ میلیارد دلار حجم سرمایه گذاری قرار داشته است

بر اساس برآوردهای بعمل آمده «نانوتکنولوژی» تا سال ۲۰۱۴ در تمامی عرصه های تولیدی وارد خواهد شد و حدود ۱۵ درصد از کل محصولات تولید شده در دنیا به نوعی از این علم بهره مند خواهند بود که گردش سرمایه ای حدود ۲/۶ هزار میلیارد دلار را در پی خواهد داشت. این برآوردها خاطر نشان می سازد که حجم درآمدهای حاصل از «نانوتکنولوژی» در حدود ۱۰ برابر بیوتکنولوژی خواهد بود و تقریباً معادل درآمدهای حاصل از **IT** خواهد شد.