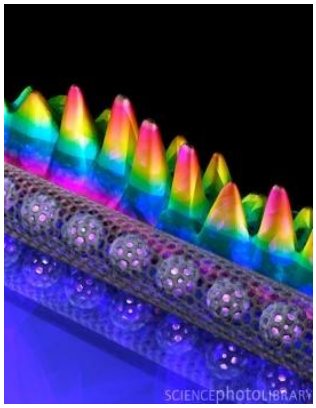
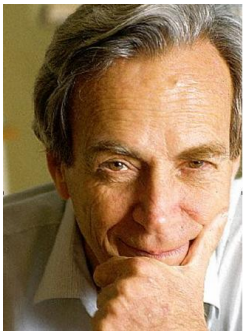
نگاهی به روند نانوفناوری و کاربردهای آن

تاریخچه

چهل سال پیش ریچارد فایمن۱ ، متخصص کوانتوم نظری و دارنده جایزه نوبل، در سخنرانی معروف خود در سال ۱۹۵۹ با عنوان" آن پایین، فضای بسیاری هست"، به بررسی بُعد رشد نیافته‌ای از علم مواد پرداخت. وی در آن زمان اظهارکرد: "اصول فیزیک، تا آن جایی که من توانایی فهمیدن آن را دارم، بر خلاف امکان ساختن اتم به اتم چیزها حرفی نمی زنند." او فرض را بر این قرار داد که اگر دانشمندان فرا گرفته‌اند چگونه ترانزیستورها و دیگر سازه‌ها را با مقیاس‌های کوچک بسازند، پس ما خواهیم توانست که آن‌ها را کوچک و کوچک‌تر کنیم. تا آنجا که که اتم‌ها را در مقابل دیگری به گونه‌ای قرار دهیم که بتوانیم کوچک‌ترین محصول مصنوعی و ساختگی ممکن را ایجاد کنیم.



بنابراین جرقه آغاز فناوری نانو به زمان سخنرانی فاینمن باز می‌گردد اما عبارت "نانوفناوری" ۲ اولین بار توسط توسط "نوریوتاینگوچی" استاد دانشگاه علوم توکیو در سال" ۱۹۷۴ "استفاده شد. اما در واقع باید "کی‌اریک درکسلر" را پدر نانوفناوری نامیدچراکه نانوفناوری در سال ۱۹۸۶ در کتابی از وی با عنوان موتورهای آفرینش بسط داده شد.



ریچارد فاینمن

تعریف نانوفناوری

در حالی که تعاریف زیادی برای فناوری نانو وجود دارد ، موسسه پیشگامی ملی نانوفناوری ۳در آمریکا (که نهاد دولتی متولی این فناوری در کشور آمریکاست) تعریفی را برای فناوری نانو ارائه می دهد که در برگیرنده هر سه تعریف ذیل باشد:

۱- توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی ، مولکولی و یا ماکرومولکولی در مقیاس اندازه ای ۱ تا ۱۰۰ نانومتر.

۲- خلق و استفاده از ساختارها و ابزار و سیستمهایی که به خاطر اندازه کوچک یا حد میانه آنها، خواص و عملکرد نوینی دارند.

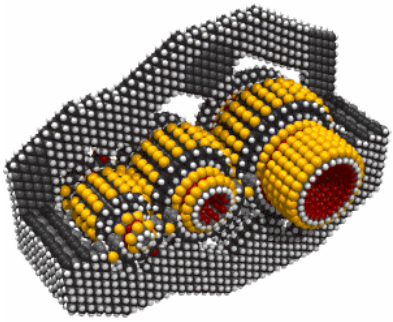
۳- توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی

در مقالات و نوشته‌های عمومی واژه فناوری نانو گاهی به هر فرآیند کوچکتر از اندازه‌های میکرون اطلاق می‌گردد. به خاطر همین بسیاری از دانشمندان هنگامی که می‌خواهند درباره فناوری نانو به معنی واقعی و علمی کلمه صحبت کنند از آن به عنوان فناوری نانومولکولی یاد می‌کنند که به معنی فناوری نانو در ابعاد مولکولی می‌باشد.

فناوری نانو عبارت است از هنر دستکاری مواد در مقیاس اتمی یا مولکولی و به خصوص ساخت قطعات و لوازم میکروسکوپی (مانند روبات‌های میکروسکوپی)؛ توسعه و استفاده از ادوات و قطعاتی که اندازه آنها تنها چند نانومتر است

مساله قابل توجه این است که می‌توان چنین ساختارهایی در ابعاد مولکولی را به کمک انتخاب مناسب مراحل واکنش‌های شیمیایی تولید کرد. همچنین می‌توان چنین ساختارهایی را از طریق دستکاری اتم‌ها روی سطح، به وسیله میکروسکوپ‌های نیروی اتمی به دست آورد.

کاربردهای فناوری نانو



اگر بپذیریم که نانوفناوری، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح ملکولی، اتمی و استفاده از خواص آن سطوح است، آن‌گاه در می‌یابیم کاربردهای این فناوری، در حوزه‌های مختلف اعم از غذا، دارو، تشخیص پزشکی، فناوری زیستی، الکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات، حمل و نقل، انرژی، محیط زیست، مواد، هوافضا، امنیت ملی و غیره خواهد بود؛ به گونه‌ای که به زحمت می‌توان عرصه‌ای را که از آن تأثیر نپذیرد معرفی نمود. به عنوان مثال، لاستیک‌های با عمر بالای ده سال و دارورسانی به تک سلول‌های آسیب دیده در بدن، از توانایی‌هایی است که بشر به مدد نانوفناوری به آن دست یافته است. دانشمندان امیدوارند با گسترش فعالیت‌ها در نانوفناوری، علاوه بر صرفه‌جویی‌هایی که در اثر ارتقای کیفیت در محصولات سنتی ایجاد می‌کنند، به مواد و محصولات با خواص جدید و چند منظوره دست یابند.

به دلیل تأثیر این فناوری بر اکثر صنایع و فناوری‌های موجود، عقیده صاحب نظران این است که متخصصان رشته‌های مختلف بدون گرایش به مباحث نانو در دهه‌های آینده، فرصتی برای رشد نخواهند داشت و شکوفایی بسیاری از فناوری‌های مهم از جمله فناوری اطلاعات و بیوتکنولوژی به عنوان دو دستاورد بسیار عظیم قرن بیستم بدون بهره‌گیری از نانوفناوری دچار اختلاف خواهند شد. از این جهت این مسئله برای دانشگاهیان، محققان و مسؤولان هر کشور امری حیاتی است.

زیر ساختارها

۱- مواد نانوساختارها:

ماده نانوساختاری به هر ماده ای اطلاق می شود که ابعاد آن در مقیاس نانومتری باشد« مانند نانوذرات و نقاط کوانتومی » مواد در مقیاس نانومتری رفتار کاملا متفاوتی از خود بروز می دهند، مواد توده ای که ما به صورت معمول با آنها سر و کار داریم در مقیاسهای کوچک رفتارغیرکنترل شده و نامنظمی دارند. همانطور که ذرات کوچکتر می شوند خواص ماده تغییر می کند، فلزات سخت تر و سرامیکها نرمتر، خصوصیت نور یا دیگر تابشهای الکترومغناطیسی که بوسیله اندازه تحت تاثیر واقع می شوند نیز تغییر می کند.

۲- مواد نانوبلوری:

اگر اندازه دانه بلور در یک فلز به سمت نانو مقیاس حرکت می کند ، نسبت اتمهای موجود بر روی مرزهای دانه های این جسم جامد افزایش پیدا می کند و انها رفتاری کاملاً متفاوت از اتمهایی که روی مرزها نیستند بروز می دهند. رفتار آنها شروع به تحت تاثیر قرار دادن رفتار ماده مینماید. نتیجه آن در فلزات شامل افزایش استحکام، سختی، مقاومت الکتریکی، ظرفیت حرارتی ویژه، بهبود انبساط حرارتی و خواص مغناطیسی و کاهش رسانایی حرارتی است.

کاربردها:

فلزات نانوبلوری در صنایع خودروسازی، هوا فضا، صنایع ساختمانی کاربرد دارد و می توانند به جای فلزات و آلیاژها به خدمت گرفته شود. در سالهای اخیر سرامیکهایی ساخته شده است که در دماهای بالاتر از دمای کنونی ابر رسانا می شوند. (پروژه عملی در سوئد)

کاربرد روکشهای نانو بلوری در ماشین آلات و یا روکش در استحکام پیلهای خورشیدی و یا کاربرد نانوبلورهای تیتانیوم در ساختمان اعضای مصنوعی برای استحکام بیشتر و افزایش انعطاف پذیری بیشتر را می توان نام برد.

۳- نانوذرات:

نانوذرات در زمینه های زیست پزشکی– داروسازی، حاملهای دارو- تشخیص بیماری ها صفحات خورشیدی– کاربرد دارد. نانوذرات در صیقل دهنده ها- رنگها، روکشهای عینک– کاشیها– روکشهای الکتروترومیک برای شیشه اتومبیلها و پنجره ها مورد استفاده قرار می گیرند–روکشها غیر قابل رنگ آمیزی یا ضد دست نوشته– و یا دیوارهای خود تمیز کن مورد توجه می باشد نانوذرات سرامیکی اکسید فلزی, نظیر اکسید تیتانیوم– روی آلومینیوم، آهن سیلیکات (سرامیکها) می باشند.

اگر نانوذرات فلزی بدون اینکه ذوب شوند وادار به آمیخته شدن در یک جامد شوند در بهبود کیفیت آن (نظیر خازنها) موثر می باشند.

نانوذرات چون دارای ابعاد کمتر از طول موج نور مرئی هستند به نور مرئی شفاف هستند که نسبت سطح موثر به حجم ذرات افزایش یابد (کاتالیزورها) میتوانند سطح واکنشها را افزایش دهند.

روشهای تولید نانوذرات عبارتند از:

چگالش از یک بخار

سنتوشیمیایی

روش آسیاب یا پودر کردن

۴-نانوکامپوزیت:

کامپوزیت‌ها موادی ترکیبی هستند که از دو فاز پیوسته و پراکنده تشکیل شده‌اند. در صورتیکه فاز پراکنده مورد استفاده در کامپوزیت نانوذره باشد ماده ترکیبی یک نانوکامپوزیت خواهد بود.

استفاده از نانوذرات در مواد کامپوزیت می تواند استحکام آنها را افزایش و یا وزن آنها را کاهش دهد، مقاومت شیمیایی و حرارتی آنها را افزایش داده و خصوصیات جدیدی نظیر هدایت الکتریکی را افزایش دهد. مشهورترین بازار مواد کامپوزیت اجزاء ساختاری مبتنی بر پلیمرها مثلاً پلاستیک است در صنایع خودروسازی و هوا فضا، کاهش وزن در عین یکسان نگهداشتن استحکام فاکتور مهمی است. جایگزینی مواد ساختاری فولاد- آلومینیوم و بتن با مواد کامپوزیت پلیمری در صورتی رخ میدهد که نسبت به استحکام به وزن را افزایش دهد. کامپوزیتهای پر شده به وسیله خاک رس در شرکت تویوتا کاربرد فراوانی دارد.

نانوالیاف (مخلوط الیاف حاوی نانو لوله های کربنی چند دیواره برای ایجاد خاصیت رسانایی میتواند کاربردهای چند منظوره داشته باشد.) مواد بسته بندی و روکشهای مورد استفاده توانسته است بازار خوبی برای محصولات نانو تولید نمایند.

۵- نانو کپسول ها:

لفظ نانو کپسول شامل هر نانو ذره ای است که دارای یک پوسته و یک فضای خالی جهت قرار دادن مواد مورد نظر باشد. مثال جالب توجه نانو کپسولی که طبیعت ساخته، دیواره های سلولهای بدن انسان می باشد. (لیپوزوم ها) کارنانوکپسول برای جابجایی مواد و کنترل و رهایش و محافظت در برابر محیط می باشد (داروها توسط سلولها وارد خون و توسط نانوکپسولها در بدن جابجا و محافظت می شوند تا به محل مورد توجه برسند) فرایند عمومی ساخت کپسولها یک امولسیون روغن در آب یا آب در روغن به ترتیب نانوکپسولهای روغنی و آبی هستند مثلاً تزریق ورید نانوکپسولها مستلزم یک پایه آبی پس اموسیون روغن در آب می باشد برای روکش دادن کپسولها می توان از پروتئین ها، پلیمرها و مواد طبیعی یا مصنوعی استفاده کرد. بزرگترین کاربرد نانو کپسول ها در دارورسانی هدفمند می باشد. دارورسانی با نانو کپسول ها – پروتئین هایی هستند که به سرعت در بدن تجزیه میشوند. از کاربردها دیگر نانو کپسولها رسانش مواد شیمیایی جهت مصارف کشاورزی و صنعت مواد آرایشی می باشند. این مواد میتوانند رهایش مواد به درون پوست یا مو را به تأخیر انداخته یا از موادی باشد که در برابر محیط بیرون محافظت کنند یا به عنوان عوامل شناسایی در علوم حیات استفاده کرد.

۶- مواد نانو حفره ای:

مواد نانو حفره ای دارای حفراتی کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر هستند دیواره سلولها مملو از غشاهای نانوحفره ای است. در حال حاضر صنعت نفت و دیگر صنایع سالها از مواد نانو حفره ای طبیعی موسوم به زئولیتها بعنوان کاتالیست سود جسته اند. سطح ویژه این مواد نانوساختاری بالا میباشد لذا جذب سطحی قابل توجه است (سطح ویژه معمولاً درحد چند صد متر مربع بر گرم است).

(علاوه بر اثرات کاتالیزوری) قرار دادن مواد درون نانو حفرات موجب تغییر گوناگونی در خواص آن می شود. از دیگر کاربردهای جالب توجه حفرات دارای اندازه مشخص توانایی آنها در اجازه عبور دادن به برخی مواد و ممانعت از بقیه می باشد.

از کاربردهای فیلتراسیون غشایی برای خالص سازی آب- خالص سازی داروها و آنزیم ها و فرایند تولید نیمه هادی میتوان نام برد که ارزش بازار یابی آن صدها میلیون دلار است. یک سیستم انسولین رسانی حاوی سلولهای لوزالمعده موش در یک ماده نانو حفره ای است که می تواند از سلولها در برابر سیستم ایمنی بدن محافظت کرده به گلولز اجازه ورود و به انسولین اجازه خروج می دهد.

۷- نانوالیاف:

نانوالیافهای کربنی، جامد و توخالی با چند میکرون طول و۱۰۰ نانومتر قطر مصارفی در مواد کامپوزیت و روکشها دارند. که موجب افزایش استحکام و رسانا سازی بالقوه مواد می شوند

این الیاف بر اثر نیروهای الکترواستاتیک، ویروسها و دیگر ذرات را به خود می چسبانند پس در زیست فیلتراسیون برای آلودگی زدایی به کار می روند. این الیاف با فرایند سل ژل و حرارت دهی بعدی خلق می شوند.

البسه ساخته شده از نانو الیاف به عبور هر چیزی غیر از مولکولهای بسیار کوچک مقاوم اند و در پوشاک مقاوم به مواد شیمیایی مورد استفاده قرار میگیرد. همچنین توانایی آنها در اجتناب از آب، روغن به لباسهای ضد لک مشهور خواهد شد.

۸- نانوسیم ها:

در راستای دستیابی به قطعات الکترونیکی نانو مقیاس، برای اتصال دهی آنها به سیمهای نانو مقیاس نیاز داریم. نانو سیمها می توانند همچون حافظه باشد.

نانو سیمها می توانند از فلزات، نیمه هادی چون سیلیکون و گالیم و یا از جنس مواد الی باشند. در این زمینه مقاله ای ارائه شده که از نانوسیمها به عنوان آشکارهای شیمیایی و زیستی می توان استفاده کرد . در دانشگاه کالیفرنیا قابلیت یک نانوسیم پلیمری برای آشکار سازی مقادیر ناچیز مواد منفجره را بررسی نموده است. این آشکار سازی حاصل از تشعشع سیمها تحت نور ماوراء بنفش است که تحت تاثیر مقدار اندکی TNT اثر آن متوقف می شود. نانوسیمها در سیستم میکرو آنالیز، تجهیزات آشکار سازی رادیویی سیستم بینایی در شب و شناسایی معدن دارند.

۹- فولرین ها:

فولرین ها قفس هایی با شبکه کروی از ۶۰ اتم کربن آرایش یافته بصورت شش ضلعیها و پنج ضلعی های بهم زنجیره شده (مثل توپ فوتبال) هستند.(جایزه نوبل در سال۱۹۹۶ برای کشف این ساختار بود).

۱۰- نانو لوله های کربنی:

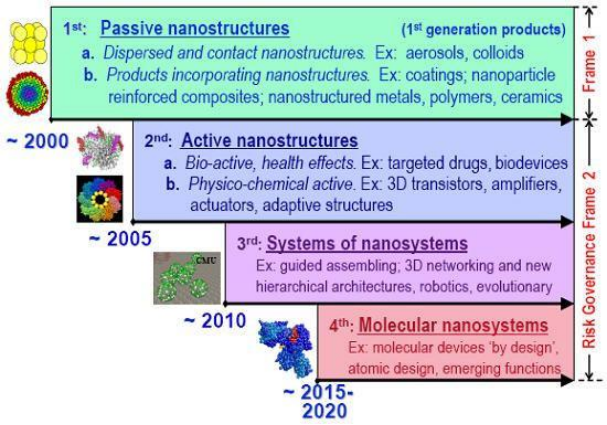
نانو لوله های کربنی از رول شدن صفحات گرافیتی حاوی آرایه های شش ضلعی کربنی به صورت لوله ایجاد می شوند دارای خواص و روش تولید مشابه با فولرینها هستند. و قادرند فشارهای بسیار زیاد را تحمل کنند. پس از تحمل۳۰۰۰ اتمسفر فشار به شکل اولیه خود منبسط می شوند نیروهای آن به جای پیوند شیمیایی با نیروهای بسیار ضعیف واندروالس بهم می چسبند که مشابه نیروهای نگهدارنده لایه های گرافیت است این مسئله موجب میشود باکی بالها دارای قابلیت روان کنندگی شوند.

۱۱- الماسواره‌ها:

یکی از مهمترین کلاس‌های نانومواد که اخیرا به خواص ویژه آن پی برده شده الماسواره‌ها است. الماسواره‌ها (nm>۲) موادی آلی با ساختاری شبیه به الماس هستند ساختار کریستالی، متقارن، با قابلیت انعطاف‌پذیری، ایزومر و پلیمریزه شدن و پایداری دمایی بالا، سبب تمایز این مواد از دیگر مواد آلی گشته است تا حدی که از آنها به عنوان آجرهای ساختمانی در فناوری نانو نام برده می‌شود.

آدامنتان ؛ نخستین الماسواره کشف شده؛ سبکترین گونهٔ آنها (nm>۱)با فرمول مولکولی $C_{۱۰}H_{۱۶}$ است. گونه‌های مختلف الماسواره‌ها چون دیانتان،تریا، تترا، پنتا، هگزا، هپتا، اکتا، نونا، دکانتان، از اتصال قفسه‌های آدانتان به یکدیگر ساخته شده است. آدانتان و دیامنتان و تریامنتان، الماسواره‌های سبک و دیگر منتان‌ها الماسواره‌های سنگین نامیده می‌شود.

الماسواره‌ها در مخازن عمیق نفت و گاز در فشار بیشتر از psi۲۰۰۰ و دمای بالاتر از ۲۰۰ oF تشکیل می‌شوند. غلظت الماسواره‌ها در مخازن گازی بیشتر از مخازن نفتی است. الماسواره‌های سبک بیشتر در گاز و الماسواره‌های سنگین با توجه به ساختارشان بیشتر در میعانات گازی وجود دارند.



نسل اول تاسال ۲۰۰۰ :نانوساختارهای غیر فعال

الف) نانوساختارهای فازهای پراکنده یا تماسی (مثال: آئروسول ها و کلوئیدها)

ب) نانوساختارهای تولیدی کمکی (مثال: لایه ها، نانوذرات فلزی، پلیمرها، سرامیکها)

نسل دوم دتاسال۲۰۰۵ :نانوساختارهای فعال

الف) زیست فعال ها با اثرات درمانی (مثال: ادوات زیستی، داروهای هدفیاب)

ب) مواد فعال فیزیکی-شیمیایی (مثال: ترانزیستورهای سه بعدی، فعال سازهای تقویت کننده)

نسل سوم تاسال ۲۰۱۰ :نانوسیستم ها

مثال: چیدمانی هدایت شده، روبوتیک در مقیاس نانو

نسل چهارم تاسالهای۲۰۲۰-۲۰۱۵ :نانوسیستم های ملکولی

مثال: ادوات ملکولی با طراحی اتمی

پی نوشت:

۱- Richard Feynman

۲- Nanotechnology

۳-National Nanotechnology initiative

منابع:

۱-http://www.azad.ac.ir/

۲- فاطمه سادات سکوت و همکاران؛ نانوساختارهای آلی در نفت، فرصت طلایی صاحبان ذخایر هیدروکربنی در توسعه نانوفناوری

۳- http://www.crnano.org/whatis.htm