فناوری نانو چیست؟

از اهداف مهم فناوری نانو ــ و شاید مهم‌ترین آنها ــ به وجود آوردن ساختارهایی از مواد است که در آنها آرایش مولکول‌ها از پیش طراحی شده باشد .روش‌های مرسوم تولید، مثل روش ذوب فلزات و سرد کردن آنها در قالب، چنین امکانی را فراهم نمی‌کنند. پس چگونه می‌توان چنین ساختارهایی را به وجود آورد؟ این مقاله می‌خواهد به همین سؤال پاسخ بگوید .

فرض کنید تعدادی آجر خانه‌سازی دارید و می‌خواهید با آن چیزی ــ بهتر است بگوییم «ساختاری» ــ مانند شکل ۱ بسازید .

چگونه این کار را انجام می‌دهید؟ احتمالاً روش شما هم با ما یکی است: چهار آجر دو در دو را کنار هم می‌گذارید و بعد چهار آجر دو در دوی دیگر را به صورت عمودی به آنها متصل می‌کنیدتا ساختار مورد نظر شکل بگیرد .

بسیار خوب، حالا فرض کنید که وقتی آجرهای خانه‌سازی را از فروشگاه می‌خرید، آنها به شکل یک مکعب بزرگِ پیش‌ساخته مثل شکل دو باشند .

حالا اگر بخواهیم به شکل یک برسیم چه کنیم؟ اجازه دهید جواب را ما به روش خودمان بدهیم :آجرهای اضافیِ مکعب بزرگ را حذف کنید تا شکل یک کم‌کم خودش را نشان بدهد.
در روش اول با استفاده از قطعات کوچک یک قطعهٔ بزرگتر ساختیم. به این روش، «ساختن از پایین به بالا» می‌گوییم.
در روش دوم قطعات زائدِ یک قطعهٔ بزرگ را حذف کردیم تا به ساختار مورد نظر برسیم. به این روش، «ساختن از بالا به پایین» می‌گوییم .

حالا فرض کنید یک ساختار جدید برای ساختن پیشنهاد شود،

سؤال: ازکدام روش برای ساختن این ساختار استفاده کنیم؟ نظر شما چیست؟

اوضاع کمی پیچیده شد، اما غم به خود راه ندهید! این مقاله برای ساده کردن همین پیچدگی نوشته شده است. یکی از عوامل تعیین‌کنندهٔ جواب، این است که ماده‌ی اولیه‌ی ما به چه شکل است؟ اگر مادهٔ دمِ دست ما تعدادی قطعه‌ی کوچک و ریز باشد، از روش پایین به بالا استفاده می‌کنیم؛ اگر مادهٔ اولیه یک قطعه‌ی بزرگ باشد، از روش بالا به پایین استفاده می‌کنیم. در عین حال، ممکن است هر دو روش هم به کار رود. مثلاً اگر ماده‌ی اولیه برای ساختن شکل پنج به صورت مکعب بزرگی با آجرهای دو در چهار، یعنی همان شکل دو باشد، نمی‌توان با حذف بعضی آجرها

مستقیماً به ساختار نهایی رسید. در این حالت، می‌توانیم آجرهای بالا و پایین ساختار شکل چهار را برداریم (ساختن از بالا به پایین) و بعد دو آجر دودردوی مورد نیاز را به جای آنها متصل کنیم. (ساختن از پایین به بالا (

در صنعت هم از هر دو روش با هم استفاده می‌شود. به مثال‌های زیر توجه کنید :

یک نجار می‌خواهد مجسمه‌ای چوبی بسازد. او یک قطعه‌ی بزرگ چوب را برمی‌دارد و با رنده و سوهان آن رامی‌تراشد و پرداخت می‌کند تا مجسمه ساخته شود. این کدام روش است؟

نجار می‌خواهد یک صندلی بسازد. او پایه‌های میز و قطعات مربوط به تکیه‌گاه صندلی را جداگانه می‌سازد و بعد آنها را به هم متصل می‌کند. این کدام روش است؟

حالا به نانوفناوری فکر کنید: به نظر شما کدام روش ساختن در نانوفناوری کاربرد دارد؟

تا چند سال پیش، راه دست‌کاری و جابه‌جا کردن تک‌مولکول‌ها و ساختارهای نانویی یک‌طرفه بود. یعنی برای ساختن چیزها در مقیاس کوچک، می‌بایست یک قطعه‌ی بزرگ‌تر را با تراشیدن و خرد کردن یا حل کردن بخش‌های اضافی با اسید و... آن‌قدر کوچک می‌کردیم تا به قطعه‌ی نهایی برسیم. به عبارت دیگر، روش تولید ساختارهای کوچک، از نوع بالا به پایین بود .

در چند سال اخیر فنونی ابداع شده‌اند که اجازه می‌دهند مولکول‌ها یا ذرات نانویی را جابه‌جا و آنها را به هم متصل کنیم. مثل جابه‌جا کردن ذرات نانویی با میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) یا فنون ساختن نانولوله‌های کربنی. این فوت و فن‌ها در مجموع روش ساختن از پایین به بالا هستند .

فنون گفته‌شده در بالا، برای ساختن محصولاتی که بسیار کوچک‌اند مناسب به نظر می‌رسند، اما اگر بخواهیم یک دیوار چندسانتی‌متری یکدست را به این روش بسازیم، چند ده سال طول می‌کشد تا مولکول‌ها را تک‌تک کنار هم بچینیم و دیوار مورد نظر را بسازیم. در عین حال، اگر بخواهیم دیوار را با استفاده از مواد موجود، مانند فلزات و سنگ‌های ساختمانی، بسازیم، دیوار یکدست و منظم نخواهد بود. (مقاله‌ی نانوفناوری چیست؟، ساختار مواد و عیوب کریستالی را ببینید.) پس چه کار کنیم؟

پیدا کردن فنون تولید مناسب در نانوفناوری موضوعی است که در چند سال اخیر به‌شدت مورد توجه محققان و دانشمندان بوده است. در واقع، در نانوفناوری هم از روش ساختن از بالا به پایین استفاده می‌شود (به کمک فنونی مانند لیتوگرافی و آسیاب کردن ذرات) و هم از روش ساختن از پایین به بالا (به کمک فنونی مانند خودآرایی یا رسوب‌دهی بخار). منتظر مقاله‌های بعدی باشگاه نانو در این موضوع باشید .

شاخه های فناوری نانو

هنگامی که درباره نانوفناوری شروع به جستجو و مطالعه کنید، به موضوعات و مواد مختلفی بر می خورید مانند:"نانولوله ها، شبیه سازی مولکولی، نانوداروها، سلول های سوختی، کاتالیزورها، نانوذرات و..." بنابراین ممکن است نانوفناوری رشته ای کاملا گسترده به نظر آید که موضوعات آن ربط چندانی به هم ندارند .

به طور کلی مطالعات نانوفناوری را می توان به سه دسته تقسیم کرد. اگرچه روشهای تحقیقاتی در آن ها بایکدیگر متفاوت است، اما این سه شاخه کاملا به یکدیگر مرتبط هستند و پیشرفت در یکی از شاخه ها می تواند در شاخه های دیگر نیز کاملا موثر باشد .

این سه شاخه عبارتند از :

۱ - نانوتکنولوژی مرطوب: این شاخه به مطالعه سیستم های زنده ای می پردازد که اساسا در محیطهای آبی وجود دارند. در این شاخه ساختمان مواد ژنتیکی، غشاءها 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 دربرگیرنده علوم پزشکی،دارویی و به طور کلی علوم و روشهای مرتبط با زیست فناوری است .

۲ -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 اینست 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 نانوتکنولوژی خشک کاربرد مواد نانویی در الکترونیک، مغناطیس و ابزارهای نوری مورد مطالعه قرار می گیرد. برای مثال طراحی و ساختن میکروسکوپ هایی که بتوان با استفاده از آنها مواد را در ابعاد نانومتر دید .

۳ - نانوتکنولوژی محاسبه ای: 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 می شود. در این حالت از رایانه ها برای شبیه سازی فرآیندها و واکنش های اتم ها و مولکول ها استفاده می شود. شناختی که به وسیله محاسبه به دست می آید، باعث می شود که زمان پیشرفت نانوتکنولوژی خشک به چند دهه کاهش یابد و البته تأثیر مهمی در نانوتکنولوژی مرطوب نیز خواهد داشت .

نانو تکنولوژی علم خواص عجیب مواد

از نانوتکنولوژی، بیوتکنولوژی و فناوری اطلاع رسانی به عنوان سه قلمرو علمی نام می برند که انقلاب سوم صنعتی را شکل می دهد. از همین روست که کشورهای در حال توسعه که اغلب از دو انقلاب قبل جا مانده اند، می کوشند با سرمایه گذاری در این سه قلمرو، عقب ماندگی خود را جبران کنند. همان گونه که در این گزارش می خوانید، نانوتکنولوژی کاربردهای گسترده ای در تمام حیطه های زندگی دارد و از این رو توسعه آن می تواند به بهبود و تسهیل زندگی کمک فراوان کند .

اتم سنگ بنای بنیادی ماده است و در نتیجه اتم ها بسیار کوچک هستند. توصیف و تصور جهان در سطح اتم و ملکول دشوار است .این حیطه از علم به قدری عجیب است که بخشی خاص از فیزیک به آن اختصاص یافته شده که مکانیک

کوانتم نام دارد. هدف این علم برای توصیف رخدادها در سطح اتم است.اگر قرار بود توپ تنیس را به طرف دیوار پرتاب کنید و توپ از آن بگذرد و به سوی دیگر دیوار برود، حتماً تعجب می کردید. اما این دقیقاً همان اتفاقی است که در مقیاس کوانتم رخ می دهد. در مقیاس بسیار کوچک، خواص ماده مانند رنگ، مغناطیس و توانایی انتقال برق نیز به شکل غیرمنتظره تغییر می کند. دیدن جهان اتم به معنای عادی کلمه میسر نیست، چون خواص آن کوچکتر از طول موج نور قابل دیدن است. اما در سال ۱۹۸۱ پژوهشگران شرکت آی بی ام نوعی میکروسکوپ ساختند که نام آن STMبود. اسم این میکروسکوپ در واقع از یک خاصیت در مکانیک کوانتم گرفته شده بود که در میکروسکوپ یاد شده به کار می رود .این دستگاه می توانست پستی و بلندی های در مقایس جهان نانو را نشان دهد. میکروسکوپ STMاین امکان را به دانشمندان داد که برای اولین بار اتم ها و ملکول ها را ببینند .تصاویر این میکروسکوپ به زیبایی و وضوح تصاویر طبیعت اما در مقیاس تصورناپذیر نانومتر بود .

یک نانومتر یک میلیاردیم متر یا حدوداً به طول ۱۰ اتم هیدروژن است. با وجودی که دانشمندان از سال های دهه ۱۹۵۰ درباره بررسی مواد در این مقیاس تلاش کرده بودند، آنان ناچار شدند تا اختراع میکروسکوپ STM صبر کنند تا به هدف خود برسند .

عموماً در این باره توافق وجود دارد که نانوتکنولوژی اشیاء بین یک تا ۱۰۰ نانومتر را در بر می گیرد، هر چند که این تعریف تا حدی قراردادی است. برخی افراد اجسامی به کوچکی یک دهم نانومتر را نیز در نظر می گیرند که به اندازه پیوند بین دو اتم کربن است. در دیگر سوی این گستره در اجسام بزرگتر از ۵۰ نانومتر قوانین فیزیک کلاسیک صدق می کند .

مواد بسیاری هستند که دارای خواص اجسام در مقیاس نانو هستند اما اسم نانوتکنولوژی به آنها اطلاق نمی شود. نانوتکنولوژی در پی آن است تا از خواص عجیب اجسام در مقیاس بسیار کوچک استفاده کند .

جورج اسمیت سرپرست بخش علم مواد در دانشگاه آکسفورد گفت در مقیاس نانو، خواص «جدید، هیجان انگیز و متفاوتی» یافت می شود. با کوچک تر شدن اجسام، نسبت بین فضای سطح و حجم آن افزایش می یابد. این امر بدان علت مهم است که اتم های موجود در سطح یک ماده معمولاً بیشتر از اتم های مرکز آن واکنش نشان می دهند. از این رو، اگر نقره به ذرات بسیار کوچک تبدیل شود، خواص ضدمیکروبی پیدا می کند که در حجم انبوه آن وجود ندارد. یک شرکت با تولید ذرات ریز از ترکیب اکسید سدیم از این خاصیت استفاده می کند و ماده ای تولید می کند که خاصیت کاتالیزوری آن بیشتر است .

در این جهان نادیدنی، ذرات کوچک طلا در دمای چند صد درجه پایین تر ذوب می شود و مس که معمولاً رسانای خوب الکتریسیته است، ممکن است در لایه های نازک و در مجاورت میدان مغناطیسی مقاوم شود .

الکترون ها (مانند همان توپ تنیس خیالی) می توانند از نقطه ای به نقطه دیگر بجهند و ملکول ها می توانند همدیگر را

از مسافت های متوسط جذب کنند. این خاصیت به برخی حشرات اجازه می دهد روی سقف راه بروند، چون موهای ریز کف پایشان به سقف می چسبد .

اما یافتن خواص جدید در مقیاس نانو گام نخست است. گام بعدی استفاده از این دانش است. توانایی ساخت اجسام با دقت اتمی این امکان را به دانشمندان می دهد که موادی با خواص بهتر یا جدید نوری، مغناطیسی، حرارتی یا الکتریک تولید کنند .

اکنون انواع جدیدی از ماده تولید می شود. مثلاً شرکت نانوسونیک در ویرجینیا لاستیک فلزی تولید کرده است. این ماده مانند لاستیک انعطاف و انحنا می پذیرد اما الکتریسیته را مانند فلزی محکم منتقل می کند. مرکز تحقیقاتی جنرال الکتریک در پی ساخت سرامیک انعطاف پذیر است. در صورت موفقیت، از این ماده می توان در ساخت قطعات موتور جت استفاده کرد و موتورهایی ساخت که در دمای بیشتر با کارایی بهتری کار کند .چندین شرکت مشغول کار روی موادی هستند که روزی به صورت رنگ به سلول های خورشیدی بدل خواهد شد . از آنجایی که نانوتکنولوژی کاربردهای گسترده ای دارد، بسیاری از افراد فکر می کنند این علم اهمیتی به مانند برق یا پلاستیک پیدا کند. مطالعات نشان می دهد نانو تکنولوژی با بهبود مواد و محصولات و تولید مواد کاملاً جدید بر تمام صنایع تأثیر خواهد گذاشت. افزون براین، فعالیت در حد کوچکترین مقیاس ها به پیشرفت های مهم در عرصه هایی مانند الکترونیک، انرژی و پزشکی زیستی خواهد انجامید .

آغاز نانوتکنولوژی

نانو تکنولوژی از یک رشته علمی خاص مشتق نمی شود. با وجودی که نانو تکنولوژی بیشترین وجه مشترک را با علم مواد دارد، خواص اتم و ملکول شالوده بسیاری از علوم است و در نتیجه دانشمندان حوزه های علمی به آن جذب می شوند. برآورد می شود در سراسر جهان حدود 000/20 نفر در نانو تکنولوژی کار می کنند. تحقیقات در مقیاس بسیار ریز در رشته های الکترونیک، نوروبیوتکنولوژی به ترتیب نانوالکترونیک، نانو اپتیکس و نانو بیوتکنولوژی نیز نامیده می شود .

پیشوند نانو از کلمه یونانی به معنای کوتوله مشتق می شود. براساس برآورد شرکت لاکس ریسرچ در نیوریورک، بودجه کل تحقیق و توسعه نانو تکنولوژی دولت ها و شرکت ها در سراسر جهان در سال ۲۰۰٤ بیش از6/8 میلیارد دلار بود. نیمی از این بودجه از جانب دولت ها تأمین می شد. اما به پیش بینی لاکس ریسرچ در سال های آینده، شرکت ها احتمالاً بودجه بیشتری از دولت ها صرف این علم خواهند کرد .

در آمریکا، پس از طرح فرستادن انسان به کره ماه، نانو تکنولوژی بیشترین بودجه را از دولت فدرال دریافت کرده است. در سال ۲۰۰٤، دولت آمریکا ۱/٦میلیارد دلار صرف نانو تکنولوژی کرد، یعنی دو برابر بودجه طرح ژنوم انسان در اوج انجام آن. در سال ۲۰۰۵ قرار است ۹۸۲میلیون دلار دیگر صرف آن شود. در مکان دوم بودجه نانو تکنولوژی

ژاپن قرار دارد. بسیاری از کشورهای در حال توسعه مانند هند، چین، آفریقای جنوبی و برزیل جزو کشورهایی هستند که بیشترین بودجه را در این زمینه صرف می کنند .

در خلال شش سال پیش از ۲۰۰۳، سرمایه گذاری در نانو تکنولوژی توسط سازمان های دولتی هفت برابر شده است. این حجم سرمایه گذاری انتظارات را به اندازه ای افزایش داده است که شاید قابل تحقق نباشد. برخی معتقدند شرکت های نانو تکنولوژی مانند حباب شرکت های اینترنت در سال های اخیر از بین خواهند رفت. اما دلایلی وجود دارد که نشان می دهد درباره مخاطرات آن گزافه گویی شده است. سرمایه گذاران خصوصی اکنون بسیار محتاط تر از دوره رونق شرکت های اینترنت هستند و بیشتر پولی که دولت ها در این زمینه اختصاص می دهند، صرف علوم پایه و فناوری هایی می شود که تا سال ها در اختیار همگان قرار نخواهد گرفت .

با این حال کیفیت برخی محصولات موجود با کاربرد نانو تکنولوژی بهبود یافته است و در چند سال آینده بر تعداد آنها افزوده خواهد شد. مثلاً با افزودن ذرات ریز نقره، بانداژ ضد سوختگی خاصیت ضد میکروبی پیدا کرده است. با اتصال ملکول های ایجاد کننده مانع به فیبر پنبه، پارچه هایی تولید شده است که ضد لکه و بو است. راکت های تنیس با افزودن ذرات ریز تقویت شده است. در درازمدت نانو تکنولوژی به نوآوری های بزرگتری خواهد انجامید، از جمله انواع جدید حافظه کامپیوتر، فناوری پزشکی و روش های تولید انرژی بهتر مانند سلول های خورشیدی .

طرفداران این فناوری می گویند نانو تکنولوژی به تولید انرژی پاک و تولید بدون مواد زائد و غیره خواهد انجامید. مخالفان آن معتقدند نانوتکنولوژی باعث ایجاد نوعی نظام شناسایی بین المللی و آسیب به فقرا، محیط زیست و سلامت

انسان خواهد شد. به نظر می رسد هر دو گروه در مورد استدلال های خود گزافه گویی می کنند، اما به هرحال باید از نانو تکنولوژی استقبال کرد .

ارسال کننده حسین مهدی نژاد

بهار ۱۳۸۵