

بخش ۶: تاریخچه فناوری نانو

نویسنده: بهنام غفاری

فناوری نانو از آغاز تا کنون:

نقطه شروع و توسعه اولیه فناوری نانو به طور دقیق مشخص نیست. در حقیقت تاریخ فناوری نانو به دوران ماقبل تاریخ و زمانی که بشر اولیه از نانومواد طبیعی استفاده می‌کرد، برمی‌گردد. آموختیم که اولین مهندس فناوری نانو در حقیقت خود طبیعت بوده است. چنانچه به طور مثال مولکول‌های کربن در مقیاس نانومتری در حفرات دیواره غارها قرار گرفته که نتیجه آن باقی ماندن آنها برای هزاران سال است. در دوران صنعتی و پسا صنعتی و در صنایع برقی نیز کوچک‌سازی اجسام، مقوله جدیدی نبوده است. هزاران سال قبل و در خاور دور، کوچک بودن، ارزش و بهای ویژه‌ای داشته است. چنانچه در متون ادبی کلاسیک ژاپن در قرن دهم از کوچکی به عنوان زیبایی یاد شده است.

در آثار باستانی دوران مختلف تاریخی همچون قرون وسطا نیز اثری از مواد نانوساختار دیده شده است. شاید شیشه‌گران قرون وسطا را بتوان اولین فناوران نانو دانست. مطالعات نشان داده است که در شیشه‌های بسیار زیبای کلیساها در آن دوران از نانوذرات طلا استفاده شده است. البته این شیشه‌گران نمی‌دانستند که چرا با اضافه کردن طلا به شیشه رنگ آن تغییر می‌کند. نمونه مشهور دیگر، جام لیکرگوس در رم و متعلق به قرن چهارم میلادی است. این جام در نور روز به رنگ سبز دیده می‌شود ولی با تاباندن نور به داخل جام، به رنگ قرمز و صورتی دیده می‌شود. این خاصیت جالب نوری به دلیل وجود نانوذرات طلا و نقره به کار رفته در آن است. تصویر این جام و تفاوت رنگ آن در شکل ۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۱: تصویر جام مشهور لیکرگوس. تفاوت رنگ جام در حالات مختلف قابل ملاحظه است

با این حال با توسعه علم و ابزارهای مطالعه خواص و ویژگی‌های مواد در قرن بیستم بود که مقیاس نانو و اهمیت آن شناخته و مورد توجه قرار گرفت. بسیاری از محققین ریچارد فاینمن (فیزیکدان و برنده جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۶۵) را پدر فناوری نانو دانسته‌اند (شکل ۲). وی در سال ۱۹۵۹ در همایش جامعه فیزیک آمریکا طی یک سخنرانی، پیش‌بینی‌های جالب و انقلابی خود را بیان کرد. عنوان سخنرانی وی «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد» بود. سخنرانی او شامل این مطلب بود که چرا نتوان تمام ۲۴ جلد دایره‌المعارف بریتانیکا را بر روی یک سنجاق نگارش کرد؟ وی در آن سخنرانی این نکته را مطرح ساخت که اصول علم فیزیک چیزی جز امکان ساختن اتم به اتم اشیا را بیان نمی‌کند. فاینمن همچنین خطوط حکاکی شده‌ای روی یک سطح را فرض نمود که عرضی به اندازه تنها چند اتم داشته‌اند. وی پیشنهاد کرد که می‌توان اتم‌های مجزا را دستکاری کرد و مواد و ساختارهای کوچکی را تولید نمود که خواص متفاوتی دارند (در بخش آینده به طور مفصل با پیشنهادهای فاینمن آشنا خواهید شد). اگر چه فاینمن مستقیماً به کلمه نانو اشاره‌ای نکرد ولی آشکاراً مفهوم جهان نانو را مطرح کرده بود.



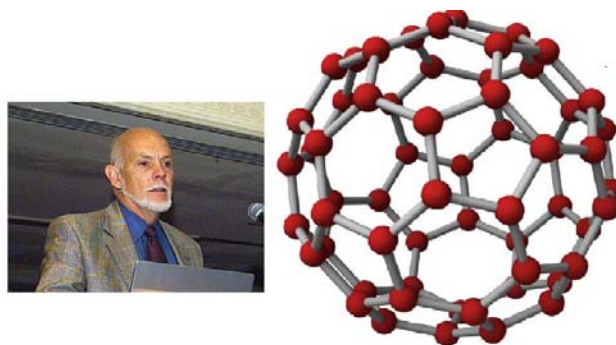
شکل ۲: ریچارد فاینمن، پدر علم نانو

در سال ۱۹۷۴ ناریو تاینگوچی استاد دانشگاه علوم توکیو برای اولین بار از واژه فناوری نانو استفاده کرد. وی این واژه را برای توصیف ابزار دقیقی که ابعادش نزدیک به نانومتر است، استفاده کرد. در این ابعاد گرانش کاهش یافته ولی در عین حال استحکام مواد افزایش می‌یابد. اختراع میکروسکوپ پروبی روبشی در سال ۱۹۸۱ در آزمایشگاه و در آزمایشگاه تحقیقاتی زوریخ IBM از دیگر اتفاقات تاثیرگذار بر توسعه علم نانو بود. از طریق این میکروسکوپ دانشمندان برای اولین بار توانستند اتم‌های مجزا را مشاهده کنند. کارل بینیگ و هاینرک رورر مخترعان این میکروسکوپ در سال ۱۹۸۶ جایزه نوبل را دریافت کردند. همچنین در سال ۱۹۸۱ محقق روسی

الکساندر اکیموف، نانوبلورها (نقاط کوانتومی نیمه‌رسانا در زمینه شیشه‌ای) را کشف کرد و مطالعاتی بر روی خواص الکترونی و نوری آنها انجام داد.

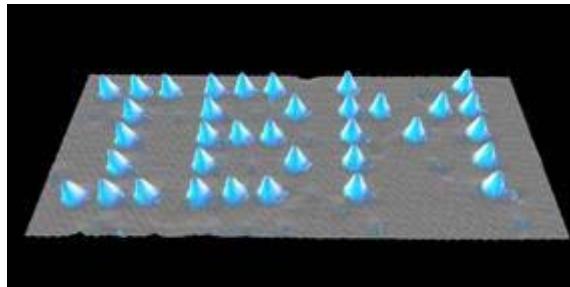
دانشمند برجسته دیگری که تاثیر مهمی بر توسعه علم نانو داشت، ریچارد اسمالی بود. او سرپرست مرکز علوم و فناوری نانو در شهر رایس در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۲ بوده است و سپس سرپرست آزمایشگاه نانوفناوری کربن در دانشگاه رایس در تگزاس شده است. او بیش از هر چیز به خاطر کشف و مطالعه خواص مولکول C₆₀ و دیگر فولرین‌ها در سال ۱۹۸۵ شناخته شده است. فولرین‌ها مجموعه مولکول‌های توخالی کربنی و متشکل از ساختارهای پنج و شش ضلعی هستند. این دسته از نانوساختارهای کربنی به همراه نانولوله‌های کربنی و گرافن از مهم‌ترین نانوساختارهایی است که به دلیل خواص منحصر به فردشان، چشم‌انداز بزرگی را پیش رو محققین قرار داده است. اسمالی به همراه دیگر همکارانش (کرل و کروتو) در سال ۱۹۹۶ برنده جایزه نوبل به دلیل کشف فولرین‌ها شدند. تصویر اسمالی و مولکول C₆₀ در شکل ۳ مشاهده می‌شود.

واژه فناوری نانو در سال ۱۹۸۶ توسط کی اریک درکسلر در کتابی تحت عنوان "موتور آفرینش آغاز دوران فناوری نانو" بازآفرینی و تعریف مجدد شد. وی این واژه را به شکل عمیق‌تری در رساله دکتری خود مورد بررسی قرار داده و بعدها آن را در کتابی تحت عنوان "نانوسیستم‌ها ماشین‌های مولکولی، چگونگی ساخت و محاسبات آنها" توسعه داد. در حقیقت درکسلر پایه‌گذار نانوفناوری مولکولی بوده است. وی شاگرد مینسکی پدر هوش مصنوعی بود. مینسکی گروهی از دانشجویان کامپیوتر را به صورت یک انجمن گرد یکدیگر جمع کرد. آنها بر اساس عقاید فاینمن ایده‌هایی را که فناوری نانو نامیده بود دنبال می‌کردند. تحقیقات درکسلر به شیمیدان‌ها نشان داد که چگونه علم مولکول‌ها و پیوندهای میان آنها می‌تواند به عنوان پایه توسعه هر چه بیشتر سیستم‌های ساخت ابزارها در فناوری نانو عمل کند. او همچنین به مهندسين و فیزیکدانان مسیر چگونه کوچک کردن سیستم‌های ماکرومولکولی به مقیاس‌های مولکولی را نشان داد.



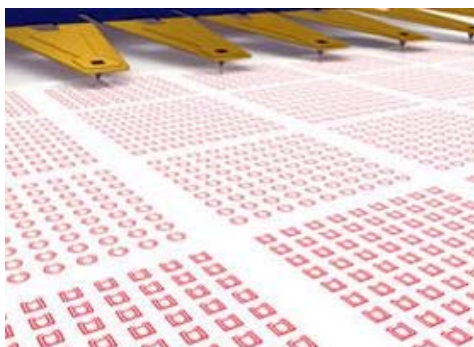
شکل ۳: تصویر ریچارد اسمالی و مولکول C₆₀

در سال ۱۹۸۶ بینینگ و همکارانش میکروسکوپ دیگری به نام میکروسکوپ نیروی اتمی را اختراع کردند. این میکروسکوپ توانایی مشاهده، اندازه‌گیری و دستکاری مواد در مقیاس نانو را دارا است. با این میکروسکوپ و توانایی‌های آن به صورت مفصل آشنا خواهید شد. در سال ۱۹۸۹ محققین شرکت IBM، ۳۵ اتم مستقل زنون را دستکاری کرده تا لگوی شرکت IBM را در مقیاس اتمی تولید کنند! در شکل ۴ این لگوی اتمی را مشاهده می‌کنید. این کار توانایی دستکاری دقیق اتم‌ها را نشان داد.



شکل ۴: لگوی شرکت IBM ساخته شده با چینش اتم‌های زنون

در دهه ۹۰ توسعه و پیشرفت فناوری نانو با سرعت بیشتری صورت گرفت. چنانچه در اواخر دهه ۸۰ و دهه ۹۰ میلادی اولین شرکت‌های فعال در حوزه فناوری نانو شروع به کار کردند. در سال ۱۹۹۱ نانوساختار بسیار مهم دیگری کشف شد: نانولوله‌های کربنی. این ساختار توسط ایجیما و به وسیله میکروسکوپ الکترونی کشف گردید. نانولوله‌های کربنی در واقع صفحاتی از گرافیت هستند که به شکل لوله درآمده‌اند. ایجیما در هنگام بررسی رسوبات کاتدی ناشی از گرافیت برای تولید فولرین در روش قوس الکتریکی این ساختار را شناسایی کرد. نانولوله‌های کربنی دارای خواص غیرعادی از لحاظ استحکام و رسانایی گرمایی و الکتریکی می‌باشند. توسعه نانومواد و روش‌های تولید آنها نیز به سرعت در دهه ۹۰ گسترش یافت. به عنوان مثال در سال ۱۹۹۲ نانوساختارهای متخلخل سیلیکا تولید شدند که در صنایع تصفیه نفت خام و آب و پزشکی کاربردهای فراوانی دارند. همچنین در اواخر این دهه توسعه و پیشرفت روش‌های لیتوگرافی و اختراع نانولیتوگرافی قلم غوطه‌ور شده، منجر به ایجاد روش‌های تولید و تکثیر مدارهای الکتریکی پیشرفته و آرایه‌هایی از زیست مواد برای تحقیقات زیستی گردید (شکل ۵)



شکل ۵: چاپ مواد زیستی با استفاده از لیتوگرافی قلم غوطه ور شده

در اواخر دهه ۹۰ و با آغاز قرن جدید، محصولات مبتنی بر فناوری نانو وارد بازار شدند. از اولین محصولات می‌توان به سپرهای سبک و مقاوم در برابر خراش خودروها، لوازم ورزشی همچون راکت‌های مقاوم تنیس و توپ‌های گلفی که حرکت یکنواخت‌تری داشتند، جوراب‌های ضد میکروبی حاوی نانوذرات نقره، کرم‌های ضد آفتاب شفاف، لباس‌های ضد چروک و لک، پوشش‌های ضدخراش شیشه‌ای، باتری‌هایی با قابلیت شارژ سریع و دستگاه‌های الکترونیکی با صفحه نمایش باکیفیت‌تر اشاره کرد.

در دهه اول قرن بیست و یکم کنفرانس‌ها و همایش‌های تخصصی حوزه فناوری نانو آغاز به کار کردند. آرام آرام با شناخته شدن اهمیت و بزرگی این فناوری و نقشی که در آینده فنی و اقتصادی دنیا دارد، کشورهای بزرگ و پیشرفته برای بهره‌گیری از فرصت این فناوری برای بیشتر کردن فاصله خود با دنیا، وارد میدان مسابقه می‌شوند. چنانچه در سال ۲۰۰۰ ایالات متحده برای تمرکز و یکپارچه‌سازی تحقیقات حوزه نانو، برنامه توسعه ملی فناوری نانو را تصویب کرد. ژاپن در سال ۲۰۰۱، ۴۰۰ میلیون دلار و در سال ۲۰۰۴، ۹۶۰ میلیون دلار در این زمینه هزینه کرده و آمریکا برای این امر در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ حدود ۳/۷ میلیارد دلار اختصاص داده است. هرچند موج‌های علمی و فنی معمولاً با یک فاصله زمانی چند ده ساله به ایران می‌رسد، اما فناوری نانو در ایران، مسیری غیر از دیگر فناوری‌ها را در پیش می‌گیرد. در سال ۱۳۸۲ ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به منظور توسعه همه جانبه این فناوری در کشور و در نهایت حصول ثروت از آن تشکیل گردیده، که نتیجه آن حضور ایران در میان ده کشور پیش رو در این حوزه فناوری برای سالیان متمادی است.

امروزه فناوری نانو در اثرگذاری بر بسیاری از جنبه‌های زندگی مردم، بیش از هر کشف علمی‌ای موثر بوده است. می‌توانید کاربردها و اثرات آن را در حوزه‌های مختلف مشاهده کنید. از حوزه‌های پزشکی تا صنایع الکترونیکی تا

محیط زیست. در بخش آینده با توجه به اهمیت سخنرانی ریچارد فاینمن به عنوان پدر علم نانو به بررسی پیشنهاد‌های او درباره حوزه فناوری نانو می‌پردازیم.

منابع مورد استفاده و تکمیلی:

- ۱- می‌توانید به سایت‌های اینترنتی متعددی در خصوص تاریخچه فناوری نانو مراجعه کنید. به عنوان مثال:
 - <http://www.nano.gov/timeline>
 - https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_nanotechnology
 - <http://futurehumanevolution.com/history-of-nanotechnology-updated>
 - <http://www.foresight.org/nano/history.html>
- ۲- برای مطالعه متن کامل سخنرانی ریچارد فاینمن می‌توانید به کتاب مقدمه ای بر نانوتکنولوژی تألیف دکتر علی شکوه فر و مهندس کسری مومنی نشر مرکز فرهنگی نشر گستر مراجعه کنید.
- ۳- برای آشنایی با چگونگی تشکیل ستاد ویژه فناوری نانو در ایران و اهداف آن به مقاله "گذری بر فناوری نانو در ایران از ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸" نوشته عماد احمدوند، در بخش معرفی ستاد سایت ستاد نانو به آدرس nano.ir مراجعه کنید.
- ۴- کتاب "نانوشیمی، روش‌های ساخت، بررسی خواص و کاربردها" نوشته دکتر مسعود صلواتی نیاسری و زینب فرشته، انتشارات سخنوران.