

چیستی و ماهیت ساختاری نانو تکنولوژی و نانومواد

(تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۱۰/۱۵، تاریخ تصویب ۱۴۰۱/۰۳/۱۸)

لیلا فرجی

دبستان رضوان رجایی ۲- پایه ششم

چکیده

موادی که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها در مقیاس ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد، مواد نانویی یا نانومواد خوانده می‌شوند. این مبحث در قالب موضوعات مربوط به نانوفناوری جای می‌گیرد. نانوفناوری، توانمندی تولید و ساخت مواد، ابزار و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در مقیاس نانومتری یا همان سطوح اتمی و مولکولی و استفاده از خواصی است که در این سطوح ظاهر می‌شوند. نانو فناوری دانشی به شدت میان رشته‌ای است و به رشته‌هایی چون مهندسی مواد، پزشکی، داروسازی و طراحی دارو، دامپزشکی، زیست شناسی، فیزیک کاربردی، ابزارهای نیم رسانا، شیمی ابرمولکول و حتی مهندسی مکانیک، مهندسی برق و مهندسی شیمی نیز مرتبط است. فناوری نانو یا همان نانوتکنولوژی این امکان را به قرار می‌دهد تا بتوان به راحتی اتم‌ها و مولکول‌های تشکیل دهنده مواد را دید و آن‌ها را به صورت خاص کنترل کرد. نانوتکنولوژی از یک رشته علمی خاص مشتق نمی‌شود. 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 حوزه‌های علمی به آن جذب می‌شوند. نهایتاً باید گفت نانوتکنولوژی در پی آن است تا از خواص عجیب اجسام در مقیاس بسیار کوچک استفاده کند به همین دلیل در این مقاله قصد داریم چیستی و ماهیت ساختاری نانو تکنولوژی و نانومواد را مورد بررسی و تحقیق قرار دهیم.

واژگان کلیدی: نانومواد، نانو تکنولوژی، تکنولوژی روز، مهندسی نانو، علم نوین و روز

مقدمه

در نیم قرن گذشته شاهد حضور حدود پنج فناوری عمده بودیم، که باعث پیشرفت های عظیم اقتصادی در کشورهای سرمایه گذار و ایجاد فاصله شدید بین کشورهای جهان شد. متأسفانه در کشور ما بدلیل فقدان جرات علمی و عدم تصمیم گیری بموقع، به این فرصتها پس از گذشت سالیان طولانی آن بها داده می شد که البته سودی هم برای ما به ارمغان نمی آورد، همچون فناوری الکترونیک و کامپیوتر در دو سه دهه گذشته که امروزه علیرغم توانائی دانشگاهی و داشتن تجهیزات آن، هیچگونه حضور تجاری در بازارهای چند صد میلیاردی آن نداریم. فناوری نانو جدیدترین این فرصتهاست، که کشور ما باید برای حضور یا عدم حضور در آن خیلی سریع تصمیم خود را اتخاذ کند. علم و فناوری نانو (نانو علم و نانو تکنولوژی) توانائی بدست گرفتن کنترل ماده در ابعاد نانومتری (مولکولی) و بهره برداری از خواص و پدیده های این بعد در مواد، ابزارها و سیستم های نوین است. این تعریف ساده خود دربرگیرنده معانی زیادی است. به عنوان مثال فناوری نانو با طبیعت فرا رشته ای خود، در آینده در برگیرنده همه ی فناوریهای امروزی خواهد بود و به جای رقابت با فن آوری های موجود، مسیر رشد آنها را در دست گرفته و آنها را به صورت « یک حرف از علم» یکپارچه خواهد کرد. میلیونها سال است که در طبیعت ساختارهای بسیار پیچیده با ظرافت نانومتری (مولکولی) - مثل یک درخت یا یک میکروب - ساخته می شود. علم بشری اینک در آستانه چنگ اندازی به این عرصه است، تا ساختارهایی بی نظیر بسازد که در طبیعت نیز یافت نمی شوند. فناوری نانو کاربردهای را به منصه ظهور می رساند که بشر از انجام آن به کلی عاجز بوده است و پیامدهائی را در جامعه برجا می گذارد که بشر تصور آنها را هم نکرده است.

به عنوان مثال:

- ساخت مواد بسیار سبک و محکم برای مصارف مرسوم یا نو
- ورشکستگی صنایع قدیمی همچون فولاد با ورود تجاری مواد نو
- کاهش یافتن شدید تقاضا برای سوخت های فسیلی
- همه گیر شدن ابر کامپیوترهای بسیار قوی، کوچک و کم مصرف

- سلاحهای سبک تر، کوچکتر، هوشمند تر، دوربردتر، ارزانتر و نامرئی تر برای رادار
 - شناسائی فوری کلیه خصوصیات ژنتیکی و اخلاقی و استعدادهای ابتلا به بیماری
 - ارسال دقیق دارو به آدرسهای مورد نظر در بدن و افزایش طول عمر
 - از بین بردن کامل عوامل خطرناک جنگ شیمیائی و میکروبی
 - از بین بردن کامل ناچیز ترین آلایندههای شهری و صنعتی
 - سطوح و لباسهای همیشه تمیز و هوشمند
 - تولید انبوه مواد و ابزارهایی که تا قبل از این عملی و اقتصادی نبوده اند،
 - و بسیاری از موارد غیر قابل پیش بینی دیگر !
- دکتر DREXLER در همایش جهانی نظام علمی در زمینه نانو تکنولوژی اظهار کرده است: "در جهان اطلاعات، تکنولوژیهای دیجیتالی کپی برداری را سریع، ارزان، کامل و عاری از هزینه بری یا پیچیدگی محتوایی نموده اند. حال اگر همین وضعیت در جهان ماده اتفاق بیافتد چه می شود. هزینه تولید یک تن تری بیت تراشه های RAM تقریباً" معادل با هزینه بری ناشی از تولید همان مقدار فولاد می شود. "دکتر SMALLEY رئیس هیئت تحقیقاتی دانشگاه رایس و کاشف BUCKYBALLS می گوید "نانو تکنولوژی روند زیانبار ناشی از انقلاب صنعتی را معکوس خواهد کرد". در مقدمه مقاله نانو تکنولوژی که توسط آقایان PETERSON و PERGAMIT در سال ۱۹۹۳ نگاشته شده چنین آمده است تصور کنید قادرید با نوشیدن دارو که در آب میوه مورد علاقه تان حل شده است سرطان را معالجه کنید. یک ابر کامپیوتر را که به اندازه یک سلول انسان است در نظر بگیرید. یک سفینه فضایی ۴ نفره که به دور مدار زمین می گردد با هزینه ای در حدود یک خودروی خانوادگی تجسم کنید". موارد فوق، فقط تعداد محدودی از محصولات انتظار رفته از نانو تکنولوژی هستند. انسان در معرض یک انقلاب اجتماعی تسریع شده و قدرتمند است که ناشی از علم نانو تکنولوژی است. در آینده نزدیک گروهی از دانشمندان قادر به ساخت اولین آدم آهنی با مقیاس نانومتری می گردند که قادر به همانند سازی است. طی چند سال با تولید پنج میلیارد تریلیون نانوروبات، تقریباً" تمامی فرایندهای صنعتی و نیروی کار کنونی از رده خارج خواهند شد. کالاهای مصرفی به وفور

یافت شده، ارزان، شیک و با دوام خواهند شد. دارو یک جهش سریع و کوانتومی را به جلو تجربه خواهد نمود. سفرهای فضایی و همانندسازی امن و مقرون به صرفه خواهند شد. به این دلایل و دلائلی دیگر، سبکهای زندگی روزمره در جهان بطور زیربنایی متحول خواهد شد و الگوی رفتاری انسانها تحت الشعاع این روند قرار خواهد گرفت.

بخش اول: بررسی، شناخت و تاریخچه نانو در جهان

اولین جرقه فناوری نانو (البته در آن زمان هنوز به این نام شناخته نشده بود) در سال ۱۹۵۹ زده شد. در این سال ریچارد فاینمن طی یک سخنرانی با عنوان «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد» ایده فناوری نانو را مطرح ساخت. وی این نظریه را ارائه داد که در آینده‌ای نزدیک می‌توانیم مولکول‌ها و اتم‌ها را به صورت مسقیم دستکاری کنیم. واژه فناوری نانو اولین بار توسط نوریوتاینگوچی استاد دانشگاه علوم توکیو در سال ۱۹۷۴ بر زبانها جاری شد. او این واژه را برای توصیف ساخت مواد (وسایل) دقیقی که تلورانس ابعادی آنها در حد نانومتر می‌باشد، به کار برد. در سال ۱۹۸۶ این واژه 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 دکترای خود مورد بررسی قرار داده و بعدها آنرا در کتابی تحت عنوان «نانوسیستم‌ها ماشین‌های مولکولی چگونگی ساخت و محاسبات آنها» توسعه داد. چهل سال پیش ریچارد فینمن متخصص کوانتوم نظری و دارنده جایزه نوبل در سخنرانی معروف خود در سال ۱۹۵۹ با عنوان آن پایین فضای بسیاری هست به بررسی بعد رشد نیافته علم مواد پرداخت وی در آن زمان اظهار داشت اصول فیزیک، تا آنجایی که من توانایی فهمش را دارم، بر خلاف امکان ساختن اتم به اتم چیزها حرفی نمی‌زند او فرض را بر این قرار داد که اگر دانشمندان فرا گرفته اند که چگونه ترانزیستورها و دیگر سازه‌ها را با مقیاس‌های کوچک بسازند، پس خواهیم توانست که آنها را کوچک و کوچکتر نماییم. در واقع آنها به مرزهای حقیقی شان در لبه‌های نا معلوم کوانتوم نزدیک خواهند بود به طوری که یک اتم را در مقابل دیگری به گونه‌ای قرار دهیم که بتوانیم کوچکترین محصول مصنوعی و ساختگی ممکن را ایجاد نماییم و جای این سوال باقی می‌ماند که با استفاده از این فرمهای بسیار کوچک چه

وسایلی می‌توانیم ایجاد کنیم؟

فیمن در ذهن خود یک دکتر مولکولی را تصور کرد که صدها بار از یک سلول منحصر به فرد کوچکتر خواهد بود و می‌تواند به بدن تزریق شود و درون بدن برای انجام کاری یا مطالعه و تایید سلامتی سلولها، انجام ترمیمی و به طور کلی برای نگهداری بدن در سلامت کامل به سیر بپردازد. واژه فناوری نانو اولین بار توسط نوریوتا ینگوچی استاد علوم دانشگاه توکیو مطرح شد. او این واژه را برای توصیف ساخت مواد (وسایل) دقیقی که تلورانس ابعادی آنها در حد نانومتر می‌باشد، به کاربرد. مینسکی توانست به تفکرات فیمن قوت ببخشد مینسکی پدر هوش مصنوعی و شاگردش در کسلرگروهی از دانشجویان کامپیوتر را به صورت انجمنی دور هم جمع کردند. او افکار جواناترها را با یکسری ایده‌ها که خودش نانو تکنولوژی نامگذاری کرده بود مشغول می‌داشت. در کسلر تنها درجه دکتری نانو تکنولوژی را در سال ۱۹۹۱ از دانشگاه MIT دریافت داشت او یک پیشرو در طرح نانو تکنولوژی است. شکوفایی بسیار از فناوریهای مهم از جمله فناوری اطلاعات و بیوتکنولوژی به عنوان دو دستاورد بسیار عظیم قرن بیستم بدون بهره‌گیری از نانو تکنولوژی دچار اختلال خواهند شد.

بخش دوم: فناوری نانو چیست؟

فناوری نانو واژه‌ای است کلی که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو اطلاق می‌شود. معمولاً منظور از مقیاس نانو ابعادی در حدود ۱۰۰ نانومتر تا ۱۰۰۰ نانومتر می‌باشد. (۱ نانومتر یک میلیاردیم متر است). هدف فناوری نانو یا نانو تکنولوژی تولید مولکولی یا ساخت اتم به اتم و مولکول به مولکول مواد و ماشین‌ها توسط بازوهای روبات برنامه‌ریزی شده در مقیاس نانومتری است (نانومتر یک میلیاردم متر است یعنی پهنای معادل با ۳ تا ۴ اتم). رایانه‌ها اطلاعات را تقریباً بدون صرف هیچ هزینه‌ای باز تولید می‌کنند. اقداماتی در دست اجراست تا دستگاههایی ساخته شوند که تقریباً بدون هزینه - شبیه عمل بیتها در رایانه - اتمها را به صورت مجزا به هم اضافه کنند (کنار هم قرار دهند). این امر ساختن خودکار فراورده‌ها را بدون نیروی کار سنتی همانند عمل کپی در ماشینهای زیراکس میسر می‌کند. صنعت الکترونیک با روند کوچک‌سازی احیاء می‌گردد و کار در ابعاد کوچکتر منجر به ساخت ابزاری می‌شود که قادر

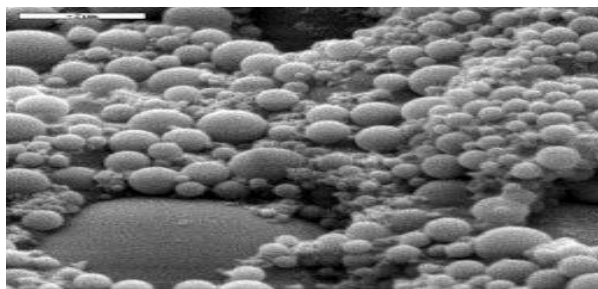
به دستکاری اتم های منفرد مثل پروتئین ها در سیب زمینی و همانندسازی اتم های خاک، هوا و آب از خودشان می گردد. نانوتکنولوژی تولید کارآمد مواد و دستگاهها و سیستمها با کنترل ماده در مقیاس طولی نانومتر و بهره برداری از خواص و پدیده های نو ظهوری است که در مقیاس نانو توسعه یافته اند. از اهداف مهم فناوری نانو-و شاید مهمترین آنها-وجود آوردن ساختار هایی از مواد است که در آنها آرایش مولکول ها از پیش طراحی شده باشد. روش های مرسوم تولید، مثل ذوب فلزات و سرد کردن آنها در قالب، چنین امکانی را فراهم نمی کنند. تا چند سال پیش، راه دست کاری و جابه جا کردن مولکول ها و ساختارهای نانویی یک طرفه بود. یعنی برای ساختن چیزها در مقیاس کوچک، می بایست یک قطعه ی بزرگ تر را با تراشیدن و خرد کردن یا حل کردن بخش های اضافی با اسید و... آن قدر کوچک میکردیم تا به قطعه ی نهایی برسیم. به عبارت دیگر، روش تولید ساختارهای کوچک، از نوع بالا به پایین بود. در چند سال اخیر فونونی ابداع شده اند که اجازه می دهند مولکول ها یا ذرات نانویی را جابه جا و آنها را به هم متصل کنیم. مثل جابه جا کردن ذرات نانویی با میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) یا فنون ساختن نانولوله های کربنی. این فوت و فن ها در مجموع روش ساختن از پایین به بالا هستند. فنون گفته شده در بالا، برای ساختن محصولات ی که بسیار کوچک اند مناسب به نظر می رسند، اما اگر بخواهیم یک دیوار چند سانتی متری یکدست را به این روش بسازیم، چند ده سال طول میکشد تا مولکول ها را تک تک کنار هم بچینیم و دیوار مورد نظر را بسازیم. در عین حال، اگر بخواهیم دیوار را با استفاده از مواد موجود، مانند فلزات و سنگ های ساختمانی، بسازیم، دیوار یکدست و منظم نخواهد بود. (مقاله ی 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 به شدت مورد توجه محققان و دانشمندان بوده است. در واقع، در نانوفناوری هم از روش ساختن از بالا به پایین استفاده می شود (به کمک فونونی مانند لیتوگرافی و آسیاب کردن ذرات) و هم از روش ساختن از پایین به بالا (به کمک فونونی مانند خودآرایی یا رسوب دهی بخار).

بخش سوم: عناصر ساختاری پایه در فناوری نانو

تفاوت اصلی فناوری نانو با سایر فناوری‌ها در مقیاس مواد و ساختارهایی که در این فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌باشد. البته تنها کوچک بودن اندازه مد نظر نیست بلکه زمانی که اندازه مواد در این مقیاس قرار می‌گیرند، خصوصیات ذاتی آنها از قبیل رنگ، استحکام، مقاومت و خوردگی و... تغییر می‌کند در حقیقت تفاوت این فناوری با سایر فناوریها به عناصر پایه آن بر می‌گردد این عناصر همان عناصر نانو مقیاسی هستند که دارای خواصی متفاوت با مقیاس ماکروشان می‌باشند.

بند اول: نانو ذرات

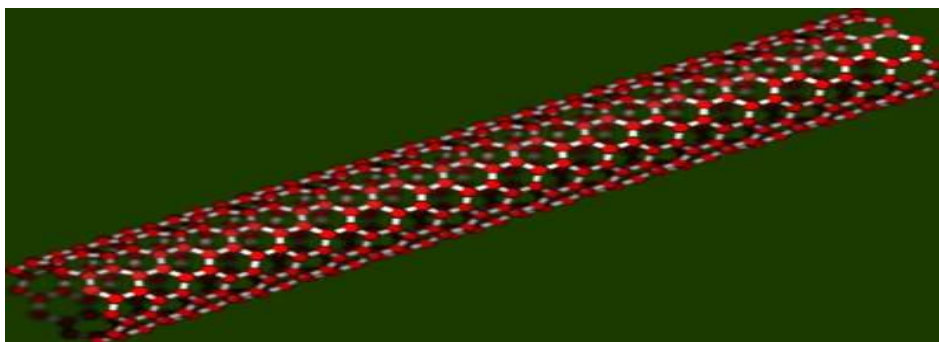
منظور از نانو ذرات، ذراتی در ابعاد نانومتری در هر سه بعد می‌باشند. نانو ذرات می‌توانند از مواد مختلفی تشکیل شده باشند مانند نانو ذرات فلزی، سرامیکی...



شکل ۱- نانو ذرات

بند دوم: نانو لوله کربنی

این عنصر در سال ۱۹۹۱ کشف شد و در حقیقت لوله‌هایی از گرافیت می‌باشند. اگر صفحات گرافیت را پیچیده و به شکل لوله در آوریم به نانو لوله‌های کربنی می‌رسیم. این نانولوله‌ها دارای اشکال و اندازه‌های مختلفی هستند و می‌توانند تک دیواره یا چند دیواره باشند این لوله‌ها خواص بسیار جالبی دارند که منجر به ایجاد کاربردهای قابل توجهی از آنها می‌شود.



شکل ۲- نانولوله کربنی

کاربرد نانولوله ها در بخش الکترونیک روشناست؛ خواص الکتریکی و پایداری شیمیایی بی بدیل نانولوله ها به طور قاطع ما را به سمت استفاده از این خواص سوق خواهد داد.

بند سوم: ترانزیستورها

نانولوله ها در آستانه کاربرد در ترانزیستورهای سریع هستند، اما آن ها هنوز هم در اتصالات داخلی استفاده می شوند. بسیاری از طراحان دستگاه ها تمایل دارند به پیشرفت هایی دست یابند که آن ها را به افزایش تعداد اتصالات داخلی دستگاه ها در فضای کوچک تر، قادر نماید. ترانزیستورهای ساخته شده از نانولوله ها دارای آستانه می باشند (یعنی سیگنال باید از یک حداقل توان برخوردار باشد تا ترانزیستور بتواند آن را آشکار کند) که می توانند سیگنال های الکتریکی زیر آستانه را در شرایط اختلال الکتریکی یا نویز آشکار و ردیابی نمایند. همچنین از آنجایی که ضریب تحرک، شاخص حساسیت یک ترانزیستور برای کشف بار یا شناسایی مولکول مجاور می باشد، لذا ضریب تحرک مشخص می کند که قطعه تا چه حد می تواند خوب کار کند. ضریب تحرک تعیین می کند که بارها در یک قطعه چقدر سریع حرکت می کنند و این نیز سرعت نهایی یک ترانزیستور را تعیین می نماید. لذا اهمیت استفاده از نانولوله ها و تولید ترانزیستورهای نانولوله ای با داشتن ضریب تحرک برابر با ۱۰۰ هزار سانتیمتر مربع بر ولت ثانیه در مقابل سیلیکون با ضریب تحرک ۱۵۰۰ سانتیمتر مربع بر ولت ثانیه و ایندیم آنتیمونید (بالا ترین رکورد بدست آمده تا به امروز) با ضریب تحرک ۷۷ هزار سانتیمتر مربع بر ولت ثانیه بیش از پیش مشخص می شود.

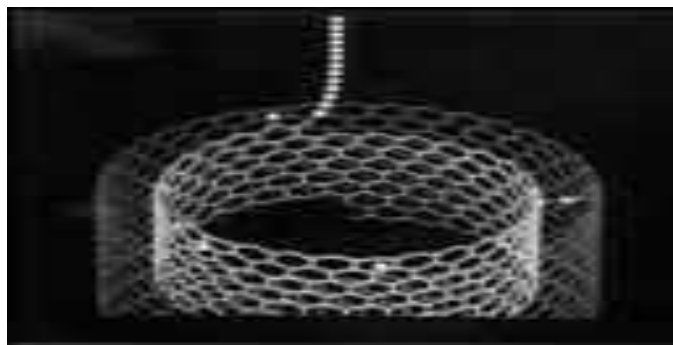
بند چهارم: حسگرها

حسگرها ابزارهایی هستند که تحت شرایط خاص، از خود واکنش‌های پیش‌بینی شده و مورد انتظار نشان می‌دهند. شاید دماسنج را بتوان جزء اولین حسگرهای که بشر ساخت به حساب آورد. با توجه به وجود آمدن وسایل الکترونیکی و تحولات عظیمی که در چند دهه اخیر و در خلال قرن بیستم به وقوع پیوسته است، امروزه نیاز به ساخت حسگرهای دقیق‌تر، کوچک‌تر و با قابلیت‌های بیشتر احساسی شود. حسگرهایی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای حساسیت بالایی هستند به طوری که به مقادیر ناچیزی از هر گاز، گرما یا تشعشع حساسند. بالا بردن درجه حساسیت، بهره و دقت این حسگرها نیاز به کشف مواد و ابزارهای جدید دارد. با آغاز عصر نانو فناوری، حسگرها نیز تغییرات شگرفی خواهند داشت. یکی از نامزدهای ساخت حسگرها، نانولوله‌ها خواهند بود. با نانولوله‌ها می‌توان، هم حسگر شیمیایی و هم حسگر مکانیکی ساخت. به خاطر کوچک و نانومتر بودن ابعاد این حسگرها، دقت و واکنش آنها بسیار زیاد خواهد بود، به گونه‌ای که حتی به چند اتم از یک گاز نیز واکنش نشان خواهند داد. تحقیقات نشان می‌دهد که نانولوله‌ها به نوع گازی که جذب آنها می‌شود حساس می‌باشند؛ همچنین میدان الکتریکی خارجی، قدرت تغییر دادن ساختارهای گروهی از نانولوله‌ها را دارد؛ و نیز معلوم شده است که نانولوله‌های کربنی به تغییر شکل مکانیکی از قبیل کشش حساس هستند. گاف انرژی نانولوله‌های کربنی به طور چشمگیری در پاسخ به این تغییر شکل‌ها می‌تواند تغییر کند. همچنین می‌توان با استفاده از مواد واسطه، مانند پلیمرها، در فاصله میان نانولوله‌های کربنی و سیستم، نانولوله‌های کربنی را برای ساخت زیست حسگرها نیز توسعه داد. تحقیق در زمینه کاربرد نانولوله‌ها در حسگرها در حال توسعه و پیشرفت است و مطمئناً در آینده‌ای نه چندان دور شاهد بکارگیری آنها در انواع مختلف حسگرها (مکانیکی، شیمیایی، تشعشی، حرارتی و) خواهیم بود.

بند پنجم: نمایشگرهای گسیل میدانی

بسیاری از متخصصان بر این باورند که فناوری نمایشگرهای با صفحه تخت امروزی از نظر هزینه، کیفیت و اندازه صفحه نمایش، برای مصارف خانگی مناسب نیستند. آنها معتقدند که با

استفاده از نمایشگرهایی که از نانولوله های کربنی به عنوان منبع انتشار استفاده می کنند، می توانند این مشکلات را بر طرف کنند. نانولوله های کربنی می توانند عنوان بهترین گسیل کننده میدانی را به خود اختصاص داده و ابزارهای الکترونی با راندمان و کارایی بالاتری تولید کنند. خصوصیات منحصر به فرد این نانولوله ها، تولید کنندگان را قادر به تولید نوعی جدید از صفحه نمایش های تخت خواهد ساخت که ضخامت آن ها به اندازه چنداینچ بوده و نسبت به فناوری های فعلی از قیمت مناسب تری برخوردار باشد. به علاوه کیفیت تصویر آن ها هم به مراتب بهتر خواهد بود. در پدیده گسیل میدانی، الکترون ها با استفاده از ولتاژ اندک از فیلم های ضخیم دارای نانولوله به سمت صفحه نمایش پرتاب شده و باعث روشن شدن آن می شوند. هر نقطه از این فیلم، یک پرتاب کننده الکترون (تفنگ الکترونی) کوچک است که تصویر را روی صفحه نمایش ایجاد می کند. ولتاژ لازم برای نمایشگر گسیل میدانی از طریق صفحه نمایش صاف متکی بر نانولوله نسبت به آنچه به صورت سنتی در روش اشعه کاتدی استفاده می شد، کمتر می باشد و این نانولوله ها با ولتاژ کمتر، نور بیشتری تولید می کنند.



شکل ۳- نانولوله

بند ششم: حافظه های نانولوله ای

به دلیل کوچکی بسیار زیاد نانولوله های کربنی (که در حد مولکولی است)، اگر هر نانولوله بتواند تنها یک بیت اطلاعات در خود جای دهد، حافظه هایی که از این نانولوله ها ساخته می شوند می توانند مقادیر بسیار زیادی اطلاعات را در خود ذخیره نمایند. با در نظر داشتن این مطلب، بسیاری از محققان در حال کار بر روی ساخت حافظه های نانولوله ای می باشند؛ بنابراین

رؤیای ساخت رایانه‌های با سرعت بالا عملی خواهد شد.



شکل ۴- نانو لوله

بخش چهارم: نگاهی به فناوری نانو در آینده نه چندان دور

واقعیت این است که بشر در آستانه بزرگترین تحول و دگرگونی تاریخ خود قرار دارد و این تحول همه چیز را در همه عرصه‌های زندگی بشر، بطور انقلابی دگرگون خواهد ساخت. فناوری نانو، جهان را در آستانه بزرگترین انقلاب تاریخ قرار داده است. در سایه انقلاب فناوری نانو توانمندیهای تازه‌ای در تولید و کاربرد ابزار میکرو الکترونیک یکی پس از دیگری پدیدار خواهد شد. با استفاده از این فناوری ابزار و وسایل لازم با بهره گیری از روشهای ساخت مولکولی مشابه با آنچه در اندام انسانی روی می‌دهد تولید می‌شوند. پیامدهای فناوری نانو با توجه به این نکته که این فناوری می‌تواند در نقطه تلاقی دانش اطلاعات و دانش زیستی عمل نماید کاملاً حیرت انگیز خواهد بود. رایانه‌های مولکولی با اجزا ارگانیک و زنده در تماس و ارتباط خواهند بود. انسانها در ۲۵ سال آینده وسایل اطلاع رسانی شخص خود را در حالی با خود حمل خواهند کرد که آن را به نوعی پوشیده‌اند و نیروی لازم برای آن را از انرژی جنبشی ناشی از راه رفتن خود تامین می‌کنند. محیط کار ما بطور مجازی و مطابق نیاز و سلیقه ما همه جا همراه خواهد بود و مردم همه دنیا با حجم زیادی از اطلاعات در هر زمان و مکان قابل دسترسی خواهند بود. هنگام سفر نیز خودروهای رایانه‌ای و هوشمند خود راننده در ارتباط شبکه‌ای با پایگاه‌های مرکزی بوده و دسترسی دائمی به آخرین اطلاعات مورد نیاز امکان پذیر خواهند نمود و قبل از رسیدن به خانه و لوازم منزل و محیط خانه را با برنامه ریزی

و ارتباط با یکدیگر مطابق دلخواه ما آماده خواهند کرد. در زمینه فناوری میکرو الکترومکانیک ها ما به وسایلی دست پیدا خواهیم کرد که در آنها حس گر ها و فرستنده ها و گیرنده ها در حداقل اندازه خود بوده و با چنین وسایلی زندگی ما به شدت متحول خواهد شد. به عنوان نمونه هنگام بیماری پزشکان همزمان با ما و یا حتی زودتر از ما از آن آگاه خواهند شد. در زمینه فناوری زیستی امکان همانند سازی انسان و سایر موجودات زنده گزینش جنسیت و حتی صفات خاص در نوزادان فراهم شده و امکان درمان بسیاری از بیماریهای حاد و مزمن حسی عصبی با فناوری کشت سلولی مقدور خواهد شد.

بخش پنجم: بررسی اندازه ساختاری نانو

تا به اینجا متوجه شدیم که علم فناوری نانو که مورد بحث ما می باشد، در مورد بسیار کوچک ها صحبت می کند. اما می خواهیم بدانیم چقدر کوچک؟ یک نانو عبارتست از 10^{-9} متر، اگر بخواهیم این اندازه را در ذهن خود مجسم کنیم باید بدانیم که اگر تعداد یک میلیون ذره یک نانومتری را در کنار هم قرار دهیم تنها طولی برابر با یک میلیمتر بدست می آید. به صورت کاملاً دقیق هنگامی که ما از ابعاد نانومتری صحبت می کنیم. منظور ما ابعادی در اندازه اتم ها و مولکولها می باشد.

تولید نانو تیوب های کربنی (ساختارهای لوله ای کربنی) ماده ای در اختیار بشر قرار داد که رساناتر از مس، مقاوم تر از فولاد و سبک تر از آلومینیوم است. همچنین با استفاده از نانو ذرات می توان سطوح خود تیزشونده یا همیشه تمیز ساخت و ربایش مغناطیسی را چندین برابر کرد. لاستیک های با عمر بالای ۱۰ سال و دارورسانی به تک سلول های آسیب دیده در بدن از توانایی هایی است که بشر به مدد نانوفناوری به آن دست یافته است. اگر بپذیریم که نانو فناوری توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم های جدید، با در دست گرفتن کنترل در سطوح اتمی و مولکولی و استفاده از خواص آن سطوح است آنگاه درخواهیم یافت که کاربردهای این فناوری در حوزه های مختلف اعم از غذا، دارو، تشخیص پزشکی، فناوری زیستی، الکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات، حمل و نقل، انرژی، محیط زیست و امنیت ملی خواهد بود به گونه ای که به زحمت می توان عرصه ای را که از آن تأثیر نپذیرد معرفی کرد. هرچند

آزمایش‌ها و تحقیقات پیرامون نانو تکنولوژی از ابتدای دهه ۸۰ قرن بیستم به طور جدی پیگیری شد، اما اثرات تحول آفرین و باورنکردنی نانوفناوری در روند تحقیق و توسعه باعث گردید که نظر همگی کشورهای بزرگ به این موضوع جلب گردد و فناوری نانو را به عنوان یکی از مهم ترین اولویت های تحقیقاتی خویش طی دهه اول قرن بیست و یکم محسوب کنند. لذا محققان، اساتید و صنعتگران ایرانی نیز باید در بسیجی همگانی، جایگاه و وضعیت خویش را درباره این موضوع مشخص کنند و با یک برنامه ریزی علمی و کارشناسانه به حضوری فعال و حتی رقابتی در این جایگاه ابراز وجود کنند. زیرا بسیاری از صاحب نظران و محققان، نانوفناوری را مساوی آینده دانسته اند به عبارت دیگر می توان گفت، اولویت کشور، هر صنعت و فناوری که باشد بدون تسلط بر ابعادنانو، در دنیای جدید نمی توان در آن صنعت و فناوری حرفی در دنیا زد. ماهیت فرارشته ای علوم و فناوری نانو به عنوان توانمندی تولیدمواد، ابزارها و سیستم های جدید با دقت اتم و مولکول، موجب کاربردهای بسیار زیادی در عرصه های مختلف علمی و صنعتی شده است. برای مثال در بخش پزشکی و بهداشت از زمینه های کاری بسیار مهم نانوفناوری، سیستم توزیع دارو درداخل بدن است. مصرف دارو در حال حاضر به صورت حجمی است در حالی که سلول های خاصی از بدن نیازمند آن هستند، در روش جدید دارو با وسایل تزریق متفاوت با امروزه، به صورت مستقیم به سمت سلول های مشخص جهت گیری شد و دارو به محل نیاز تحویل داده می شود. از نظر دفاعی نیز این فناوری برای کشورها هم فرصت و هم تهدید است. به لحاظ کاربردهای زیاد این فناوری گرایش زیادی در بخش دفاعی کشورها به تحقیق و توسعه صورت گرفته است. این کاربردها از لباس های مانع خطر تا پرنده های بسیار کوچک تجهیزات اطلاعاتی و بسیاری موارد دیگر است که هم اکنون با حمایت وزارتخانه های دفاع کشورهایی چون آمریکا، ژاپن و برخی کشورهای اروپایی به صورت طرح های تحقیقاتی در حال انجام هستند. نانوفناوری، تغییر بنیانی مسیری است که در آینده موجب ساخت مواد جدیدخواهد شد و انقلابی در مواد ایجادخواهد کرد که محققان قادر به ساخت موادی خواهند شد که در طبیعت نبوده و شیمی مرسوم نیز قادر به ایجادشان نیست. برخی از مزایای مواد نانوساختار، عبارت است از مواد

سبکتر، قوی تر، قابل برنامه ریزی، کاهش هزینه عمر کاری از طریق کاهش دفعات نقص فنی ابزارهایی نوین برپایه اصول و معماری جدید، صنعت خودرو و لوازم خانگی با استفاده از این فناوری جدید در درازمدت می توان تومورهای مغزی را به درستی تشخیص داد و نیز بدون آسیب زدن به بافت های سالم و با استفاده از پرتو درمانی این بیماری را بهبود بخشید، نانو کپسول های تولیدی با استفاده از فناوری نانو، دارای موادی مانند ویتامین A، رتینول و بتاکاروتن خواهد بود که باید به لایه های عمقی پوست منتقل شوند تا بیشترین خواص ضدپیری و سایر خواص دارویی خود را بروز دهند. با کارگذاری نانو ذرات فعال نوری در داخل گلبول های سفید خون موفق به شناسایی سلول های آسیب دیده خواهیم شد. در زمینه انرژی می تواند به طور قابل ملاحظه ای کارآیی، ذخیره سازی و تولید انرژی را تحت تأثیر قرار داده و مصرف انرژی را پایین بیاورد. به عنوان مثال شرکت های موادشیمیایی، موادپلمری تقویت شده را ساخته اند که می تواند جایگزین اجزای فلزی بدنه اتومبیل ها شود. استفاده گسترده از این نانوکامپوزیت ها می تواند سالیانه ۵/۱ میلیاردلیتر صرفه جویی مصرف بنزین به همراه داشته باشد.

بخش ششم: نگاهی اجمالی به وضعیت جهانی نانو تکنولوژی و تحولات آن

از فناوری نانو به عنوان "رسانس فناوری" و "روان کننده جریان سرمایه گذاری" یاد می شود. ورود محصولات متکی بر این فناوری جهشی بس عظیم در رفاه و کیفیت زندگی و توانایی های دفاعی و زیست محیطی به همراه خواهد داشت و موجب بروز جابجایی های بزرگ اقتصادی خواهد شد. هم اکنون بخش های 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 لااقل 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 درحال 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. همانطور که اشاره شد و توضیح دادیم نانوتکنولوژی،

عرصه مهمی در علم و فناوری است که در سال های اخیر توجه کشورها، بنگاهها، مراکز آموزشی و پژوهشی و محققان را به خود جلب نموده است. حضور در این عرصه برای کشورها اجتناب ناپذیر بوده و برای کشور ما نیز ضرورت دارد اما در این عرصه تصمیم گیری بموقع و صحیح ضرورت داشته و یکی از الزامات اصلی آن تشکیل شبکه نوآوری در محورهای منتخب می باشد. تدوین و اجرای طرح جامع و آینده نگر و نهاد هماهنگ کننده فرابخشی نیز یکی دیگر از شرایط اصلی موفقیت در این عرصه می باشد. در سال ۱۹۵۶ گوردون مور بنیان گذار اینتل تحلیلی ارایه کرد که بر طبق آن هر ۱۸ ماه تعداد ترانزیستورهای بکار رفته در ریزپردازهای اینتل دو برابر می شود که نصف شدن ابعاد گیت ترانزیستورها با شرط ثابت بودن اندازه تراشه سیلیکونی در آن می تواند نتیجه این قوانین باشد. این قاعده به قانون مور موسوم شد. این نصف شدن در واقع پیام آور ابعاد اقتصادی بود یعنی هر چه گیت کوچکتر می شد ترانزیستور می توانست سریعتر سوئیچ کند و در نتیجه انرژی کمتری مصرف می شد و تعداد بیشتری ترانزیستور در یک تراشه سیلیکون جای می گرفت. افزایش تعداد ترانزیستورها و بازدهی آنها، هزینه را کاهش می دهد بنابراین مقرون به صرفه تر این بود که هر ترانزیستور تا حد امکان کوچکتر شود، این کوچک سازی بالاخره در نقطه ای متوقف می شد بنابراین برای ادامه رشد صنعت الکترونیک باید به فکر فناوریهای جایگزین بود، فناوری که مشکلات گذشته را حل کرده و توجه اقتصادی داشته باشد و این بار نانو تکنولوژی بود که توانست به کمک الکترونیک بیاید و فناوری الکترونیک مولکولی یا همان نانوالکترونیک بنا نهاده شد. نانو تکنولوژی یک رشته وابسته به ابزار است ابزارهایی که به مرور در حال بهتر شدن است نانو تکنولوژی و شاخه های کاربردی آن مانند نانوالکترونیک در واقع تولید کارآمد دستگاهها و سیستم ها با کنترل ماده در مقیاس طولی نانو است و بهره برداری از خواص و پدیده های نوظهوری است که در این مقیاس توسعه یافته است. صنعت الکترونیک امروزی مبتنی بر سیلیکون است سن این صنعت به حدود ۵۰ سال می رسد و اکنون به مرحله ای رسیده است که از لحاظ تکنولوژیکی، صنعتی و تجاری به بلوغ رسیده است. در مقابل این فناوری، الکترونیک مولکولی قرار دارد که در مراحل کاملاً ابتدایی است و قرار است این فناوری به عنوان آینده و

نسل بعدی صنعت الکترونیک سیلیکونی مطرح شود. الکترونیک مولکولی دانشی است که مبتنی بر فناوری نانو بوده و کاربردهای وسیعی در صنعت الکترونیک دارد. با توجه به کاربردهای وسیع الکترونیک در محصولات تجاری بازار می توان با سرمایه گذاری و تامل بیشتر در فناوری نانو الکترونیک در آینده ای نه چندان دور شاهد سوددهی کلان محصولاتی بود که جایگزین فناوری الکترونیک سیلیکونی شده اند. میل، اشتیاق و علاقه مصرف کنندگان و نیاز بازار به محصولات جدید با قابلیت های بالا سازندگان و صنعتگران را بر آن می دارد که با سرمایه گذاری در این فناوری شاهد رشد و شکوفایی اقتصادی هر چه بیشتر باشند، ولیکن با توجه به اهمیت نانو تکنولوژی و نیز نانو الکترونیک که به عنوان یک شاخه کاربردی از نانو تکنولوژی مطرح است لزوم سرمایه گذاری کلان در درازمدت و ریسک پذیری و تشکیل مراکز D&R توسط دولتمردان پیش از پیش احساس می شود. برای پیشبرد فناوری نانو الکترونیک و نتیجه رساندن آن سه مرحله راهبردی پیشنهاد می شود که با پیاده سازی این سه مرحله می توان نانو الکترونیک را جایگزین فناوری الکترونیک سیلیکونی کرد و نسل جدیدی از محصولات الکترونیکی را وارد بازار ساخت.

مرحله اول

مولکولی در نظر گرفته می شود باید کاربردهایی ساده ارزان و غیر پیچیده ای باشند تا اطمینان نسبی به الکترونیک مولکولی ایجاد شده و سرمایه گذاری ها به سمت آن هدایت شود و از طرفی کارایی این فناوری ثابت شود. به بیان ساده و شفاف و مقایسه نسل جدید محصولات که بر پایه این فناوری جایگزین شده اند، توجیه کاربرد این محصولات و ایجاد اطمینان در مصرف کنندگان می تواند به عنوان بهترین حامی اقتصادی در این مرحله باشد.

مرحله دوم

تولیدات اولیه الکترونیک مولکولی (نانو الکترونیک) باید مکملی برای فناوری سیلیکون باشند اینگونه نباشد که انقلابی را از همان آغاز و ابتدا شروع کرده و این ادوات و فناوریهای جدید تافته جدا بافته باشد و هیچ ربطی به فناوری سیلیکونی نداشته باشد زیرا فناوری سیلیکونی یک صنعت جا افتاده است. پس اگر نانو الکترونیک را بتوان مکملی برای فناوری سیلیکونی بکار

برد شاهد پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در این فناوری نوپا بوده و جایگزین مناسبی برای نسل آینده محصولات الکترونیکی در نظر گرفته شده است.

مرحله سوم

مرحله سوم مبحث کاملاً جدیدی است که اصلاً در دسترس فناوری سیلیکون نبوده و نانوالکترونیک می‌تواند بعد از طی مراحل اول و دوم به آن پردازد، یک مثال ساده و روشن این موضوع، نمایشگرها هستند، نمایشگرهای متداول کاملاً سخت و غیرقابل انعطاف هستند ولی با استفاده از الکترونیک مولکولی و مولکول‌هایی که در صفحه نمایش استفاده داشته باشد بنابر این کاربردهایی وجود دارد که از دسترس فناوری سیلیکون، آن هم بخاطر جامد و کریستالی بودن ذاتی‌اش دور بوده و برای الکترونیک مولکولی قابل دستیابی است. وقتی که نانو الکترونیک جا افتاد و وارد بازار محصولات الکترونیک شد آنگاه می‌توان نسل جدیدی از محصولات را به دست آورد که شامل پردازنده‌هایی ۱۰۰۰ مرتبه سریعتر از نوع امروزی باشند. اگر این مرحله با موفقیت طی شود حدوداً یک دهه طول خواهد کشید تا نسل جدید محصولات الکترونیکی مبتنی بر الکترونیک مولکولی یا الکترونیک در ابعاد نانومتر (نانو الکترونیک) ظهور یابد.

نتیجه گیری

در نتیجه گیری پایانی باید گفت تصور دنیای آینده فناوری بدون حضور فناوری نانو، تقریباً غیر ممکن است. ایجاد تغییراتی در مواد در سطح اتمی و ریز مولکولی می‌تواند راه را برای ایجاد تحولاتی عظیم در علوم زیست شناسی، شیمی، مواد و حتی پزشکی هموار کند. با وجود اینکه پیشرفت‌های زیادی که در زمینه فناوری نانو بوجود آمده است، هنوز هم دانشمندان به بیشتر توانایی‌های این فناوری شگفت انگیز پی نبرده اند و می‌توان گفت تنوع کاربردهای این فناوری انقلابی، از تصور ما بسیار فراتر است. نانو ذرات نسبت به حجم خود سطح بسیار وسیعی دارند. به این معنی است که بیشتر از پنجاه درصد از اتم‌های نانو ذرات با قطر ۴ نانومتر، در سطح آن قرار دارند که واکنش پذیری زیادی دارد. رفتار چنین موادی با واکنش‌های شیمیایی در سطح تحت تاثیر قرار می‌گیرند. در سال‌های گذشته، مصرف نانو ذرات در

حوضه‌ی کاربرد با هدف ساخت موادی جدید با ویژگی‌های مطلوب، توجه ویژه‌ای به آن شده است. در نتیجه باعث افزایش خواصی مانند خواص مکانیکی، فیزیکی، اپتیکی، الکتریکی و مکانیکی می‌شود. نانو تکنولوژی 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 اهداف مهم فناوری نانو و شاید مهمترین آنها بوجود آوردن ساختارهایی از مواد است که در آنها آرایش مولکولها از پیش طراحی شده باشد. روش‌های مرسوم تولید، مثل ذوب فلزات و سرد کردن آنها در قالب، چنین امکانی را فراهم نمی‌کنند. 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. 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. نانو تکنولوژی فناوری جدیدی است که تمام دنیا را فرا گرفته است که، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستمهای جدید با در دست گرفتن کنترل در سطح مولکولی و اتمی و استفاده از خواص آنها در مقیاس نانو می‌باشد. از نانو تکنولوژی، بیوتکنولوژی و فناوری اطلاع رسانی به عنوان سه قلمرو علمی نام می‌برند که انقلاب سوم صنعتی را شکل می‌دهد. از همین روست که کشورهای در حال توسعه که اغلب از دو انقلاب قبل جا مانده اند، میکوشند با سرمایه گذاری در این سه قلمرو، عقب ماندگی خود را جبران کنند. همان گونه که در این گزارش می‌خوانید، نانو تکنولوژی کاربردهای گسترده‌ای در تمام حیطه‌های زندگی دارد و از این رو توسعه آن می‌تواند به بهبود و تسهیل زندگی کمک فراوان کند.

منابع و مآخذ

۱. WWW.MAGHALEHAA.BLOGFA.COM
۲. HTTP://WWW.DANESHJU.IR/FORUM/F۳۳۲/T۲۲۰۶۱.HTML
۳. HTTP://FORUM.NIKSALEHI.COM/SHOWTHREAD.PHP?T=۲۵۰۲۰
۴. HTTP://WWW.AZONANO.COM/DETAILS.ASP?ARTICLEID=۱۲۸۱
۵. HTTP://WWW.ALMAS-MAGAZINE.COM
۶. HTTP://NIMAPEDIA.MIHANBLOG.COM
۷. HTTP://WWW.SOBHDAM.COM/INDEX/CONTENT/VIEW/۱۱۷۱/۷۱
۸. HTTP://WWW.TARFANDESTAN.COM/FORUM/FORUM۳۶.HTML
۹. HTTP://WWW.NANOTECH-NOW.COM/NEWS.CGI?STORY_ID=۱۱۶۵۸
۱۰. TTPS://WWW.HFPEUROPE.ORG/UPLOADS/۸۱۳/CORDIS_۱۷MAR۲۰۰۵
۱۱. HTTP://NANOTECHWEB.ORG/ARTICLES/NEWS/۵/۳/۲۰/۱
۱۲. HTTP://WWW.PHYSORG.COM/NEWS۱۲۲۱۴۳۱۶۶.HTML
۱۳. HTTP://WWW.SIEMENS-HEARING.COM/
۱۴. HTTP://WWW.NANO.IR/NEWSTEXT.PHP?CODE=۲۶۸۷
۱۵. HTTP://WWW.NANOTECHWEB.ORG/ARTICLES/NEWS/۶/۱/۲/۱

