

کاربردهای نانوتکنولوژی در معماری

سیده خدیجه حسینی

www.ketab.ir



سرشناسه: حسینی، سیدمخدیه، ۱۳۴۹ -
عنوان و نام پدیدآور: کاربردهای نانو تکنولوژی در معماری/ سیدمخدیه حسینی.
مشخصات نشر: تهران: نور محبت، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری: ۱۹۲ ص.
وضعیت فهرست نویسی: فیا
موضوع: ساختمان سازی - نوآوری
موضوع: مصالح ساختمانی - نوآوری
موضوع: نانوتکنولوژی
رده بندی کنگره: ۱۳۹۱ ح۵/۲ HD۱۷۱۵
رده بندی دیویی: ۳۳۸/۴۵۶۲۴
شماره کتابشناسی ملی: ۳۵-۸۶۶۰۳۵



کاربردهای نانو تکنولوژی در معماری

سیده خدیجه حسینی

ناشر: نور محبت

چاپ اول: ۱۳۹۱

چاپ و صحافی: بهکده

تعداد صفحات / قطع: ۱۹۲ / وزیری

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بها: ۱۲۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۱-۹۱۶۹۶-۳-۲

تمام حقوق چاپ و نشر محفوظ و مخصوص انتشارات نور محبت است.

فهرست

۸	مقدمه
۱۰	دیباچه
۱۲	پیشگفتار
۱۴	فن‌آوری نانو چیست؟
۲۲	توسعه‌ی فن‌آوری نانو
۲۹	کربن- ریخت‌شیمی جدید
۳۵	توسعه‌های کلی بازار
۳۸	محصولات نانویی
۴۴	آیا شکل از دستورالعملی خاص پیروی می‌کند؟
۴۷	اکولوژی و اقتصاد
۵۰	آیا به‌کارگیری مواد نانویی با خطر همراه است؟
۵۶	فن‌آوری نانو و طراحی محصول
۶۱	کارکردها و کاربردها
۶۳	خودپاک‌کنندگی: اثر لوتوس یا نیلوفر آبی
۶۸	موزه آرا پازیس
۷۰	ساختمان تجاری
۷۲	مسکن خصوصی
۷۴	مسکن استراسبارگ
۷۶	خودپاک‌کننده: فوتوکاتالیز
۸۲	موزه و مرکز فرهنگی محمد علی
۸۴	کلیسای کوچک واقع در بوستان، ایسته به هایت
۸۵	فرودگاه بین‌المللی ناریتا در توکیو، ترمینال شماره ۱
۸۶	بر فراز برج امپراطور
۸۷	هتل ایست

آپارتمان G	۸۸
مسکن شخصی کوراکوین	۹۰
مسکن خصوصی شهر جدید سنری	۹۱
خانه‌ای در کریک	۹۲
مسکنی برای سالخوردگان	۹۳
استادیوم فوتبال باشگاه ام‌اس‌وی دویسبورگ	۹۴
زمین بازی کودکان در پارک ملی مانو در ژاپن	۹۵
سطوح آسان‌پاک‌شونده یا ETC	۹۶
مرکز تحقیقاتی با رویکرد انتقال فوت و فن‌های علم به تجارت	۱۰۲
مرکز کالدوی	۱۰۴
مسکن خصوصی	۱۰۶
کلاس‌یزسم مدرن	۱۰۸
استراحتگاه شهری، چراغ‌های حیاتی شکل	۱۱۰
تصفیه‌کننده‌ی هوا	۱۱۲
آتلیه و ویلای یک خوش‌نویس	۱۱۸
سنگفرش بلوار لین	۱۲۰
کلیسای جوبیلی	۱۲۱
ضد ماتی	۱۲۲
کپسول‌های معطر	۱۲۴
عایق‌کاری حرارتی پنل‌های عایق‌کاری خلأ یا VIP‌ها	۱۲۶
مرکز ساختمانی سان شیپ	۱۲۹
ساختمان چند منظوره سیستم‌ستراس	۱۳۰
عایق‌کاری گرمایی: ایروژل	۱۳۲
باغ وحش شهر	۱۳۶
توسعه‌ی مدرسه	۱۳۷
سالن ورزشی	۱۳۸
کارخانه	۱۳۹

۱۴۰	تنظیم دما: مواد تغییردهنده‌ی فاز (PCMها)
۱۴۵	خانه‌ی سالمندان سورفالوینگ
۱۴۶	محافظت در برابر اشعه فرا بنفش
۱۴۸	حفاظت خورشیدی
۱۵۰	ماده‌ی نسوز
۱۵۲	اداره مرکزی دویچه پست
۱۵۴	ویورلی گیت
۱۵۶	آنتی گرافیتی
۱۶۰	مرکز جدید اولم
۱۶۲	هاف جاگر پالایس
۱۶۴	خاصیت ضد انعکاسی
۱۶۶	مواد ضد باکتری
۱۷۰	ملک مسکونی
۱۷۲	نمایشگاه عمل جراحی
۱۷۳	نمایشگاه عمل جراحی
۱۷۴	نمونه اولیه اتاق بیماران بیمارستان
۱۷۶	ضد اثر انگشت
۱۸۰	ضد خراش و مقاوم در برابر سایش
۱۸۲	نگرش کلی به کاربرد سطوح نانو در طراحی داخلی
۱۸۵	مشاهیر نانو
۱۸۸	نمایشگاه‌های بازرگانی، کنفرانس‌ها و رویدادهای مرتبط با نانو
۱۹۰	منابع و مراجع

بر می‌آید که نانوتکنولوژی یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌هاست.

در دنیای معاصر فناوری‌های نو از جمله فناوری نانو در جهان به عنوان نمادی از پیشرفت علمی و صنعتی هر کشور است و هر کشوری که بتواند در این زمینه فعالیت بیشتری انجام دهد، امکان بهره‌برداری بیشتری نیز دارد. جهان امروز در آستانه نسل بعدی ساختمان‌ها قرار گرفته است؛

ساختمان‌هایی که قادرند با بهره‌گیری هوشمندانه از فناوری جدید در برابر تغییرات پیرامونشان واکنش نشان دهند و خود را با شرایط تطبیق دهند، اما این تطبیق‌پذیری ابزار خاص خود را می‌طلبند. می‌توان گفت یکی از پرکاربردترین این ابزارها، فناوری نانو می‌باشد.

صنعت ساختمان سرمایه‌زیادی را برای هزینه‌های ساخت و هزینه‌های نگهداری بنا به خود اختصاص می‌دهد. می‌توان با اتکا به نانو تکنولوژی هم عمر مفید ساختمان را افزایش داد و هم هزینه‌ها را مدیریت کرد. فناوری نانو معیارها و استانداردهایی را بوجود می‌آورد که کشورهایی

نانوتکنولوژی عرصه‌ای نوین در علم معاصر است که به عنوان انقلابی در شرف وقوع، آینده اقتصادی کشورها و جایگاه آنها را در جهان، تحت تأثیر قرار خواهد داد. نانو تکنولوژی علم ساخت اتم به اتم مواد است که قادر خواهد بود مواد جدید با خواص مورد نظر را بوجود آورد. این علم هنوز در آغاز راه خود قرار دارد که آینده بسیار روشنی برای آن پیش‌بینی می‌شود.

نانو تکنولوژی همانطور که از نامش پیداست تکنولوژی است که در مقیاس نانو یعنی ۱ تا ۱۰۰ نانومتر مطرح می‌شود. یک نانومتر یک هزارم میکرون یا حدود ۱۰۰۰۰۰ برابر کوچکتر از موی انسان است. بنیانگذار این تکنولوژی را ریچارد فیمن (فیزیک‌دان آمریکایی برنده جایزه نوبل) می‌دانند که ایده ساخت هر چیز با چیدن اتم‌ها کنار یکدیگر را مطرح نمود. نانوتکنولوژی، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی است. نانو تکنولوژی استفاده از خواصی را مد نظر دارد که در آن مقیاس ظاهر می‌شوند. از همین تعریف ساده

اجزا و حفظ و نگهداری. در این کتاب ضمن ارائه ویژگی‌های مصالح جدید برگرفته از فناوری نانو کاربردهای آنها نیز بیان گردیده است و پروژه‌هایی که در آنها از این تکنولوژی استفاده شده است معرفی شده‌اند.

که در تولید محصولات آن تاخیر داشته باشند نمی‌توانند جایگاهی مناسب در آینده داشته باشند. در معماری، نانو باعث توسعه سطوح و مصالح کاربردی شده است؛ مخصوصاً در بالا بردن کارایی ساختمان در حوزه انرژی، افزایش کارایی

www.ketab.ir

بر دی‌ان‌ای^۲ بنا می‌کند. همزمان با توسعه‌ی این رویکردهای جدید، یک خانواده‌ی کاملاً ناشناخته از مولکول‌های قفسی‌شکل کربن خالص، یعنی فولرن‌ها و خانواده‌های نانوتیوب امتداد یافته موسوم به باکی‌تیوب با خواص سحرآمیز کشف شد. خواص این گونه‌ها باید بتواند برخی از پیشرفت‌های مزیج جدیدی را که موعود علم و فن‌آوری مواد قرن بیست و یکم است، به انجام برساند. امروزه این ساختارها که به تصاویر شمایی از علم و فن‌آوری نانوتیوب تبدیل شده است، موضوع مورد علاقه برای مطالعه‌ی کسانی است که وعده داده‌اند، نقش‌های کلیدی را در تمامی زمینه‌های فن‌آوری آینده، از پزشکی و الکترونیک مولکولی گرفته تا مهندسی عمران ایفا نمایند. علاوه بر ساختارهای کربنی، رفتار نانویی تعداد بیشماری از سایر مواد مولکولی و موادی با نظم اتمی توسعه‌یافته، با چشم‌انداز مشابه

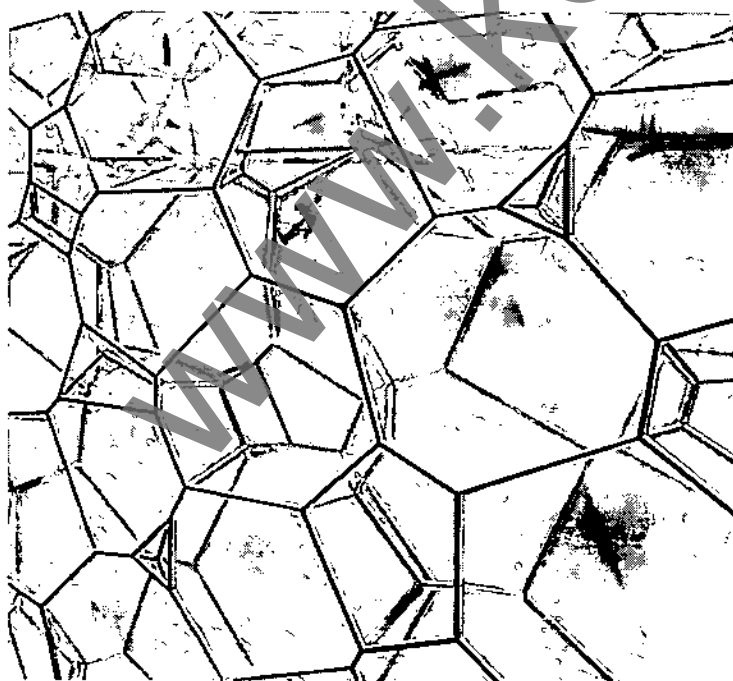
با آغاز قرن بیست و یکم، رویکردهای پایین به بالای مبتنی بر علم شیمی، در تولید مواد با زیرساخت‌های کاملاً مشخص مولکولی و اتمی، خود را بسیار عملی‌تر از رویکردهای بالا به پایینی نشان داده که در عین مفید بودن، ساختاری محدودیت‌های اساسی نیز روبرو بوده است. هدف رویکرد جدید، دستیابی به این وعده است که چنین موادی، رفتار پیشرفته‌ای چون استحکام کششی بسیار بهبود یافته و یا خواص الکترونیکی و مغناطیسی را در خود داشته باشند. از آنجا که این رویکردهای جدید، به سبب پژوهش در علم مواد، هرچه بیشتر به سمت این جنبه‌ی ذاتی علم شیمی سوق یافته است، لازم است نام جدیدی همچون علم نانو یا فن‌آوری نانو به آن اختصاص یابد. البته این نام به هیچ عنوان جدید نیست، همانگونه که زیست‌شناسی، تمامی سیستم‌های زنده را اتم به اتم و مولکول به مولکول، بر مبنای یک طرح مبتنی

۲. دی‌ان‌ای، یا دیوکسی‌ریبو نوکلئیک اسید، نوعی اسید نوکلئیک است که دارای دستورالعمل‌های ژنتیکی بوده و برای کارکرد و توسعه‌ی بیولوژیکی موجودات زنده و ویروس مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقش اصلی مولکول دی‌ان‌ای، ذخیره‌سازی طولانی مدت اطلاعات ژنتیکی می‌باشد (مترجم).

۱. در یک رویکرد پایین به بالا، سیستم‌های موجود، تدریجاً با هم جمع می‌شوند و سیستم بزرگ‌تری را ایجاد می‌کنند (مترجم).

دانش مرزی قرن بیست و یکم لقب گیرد. بهبود در رفتار مواد، پیش از این نیز به دست آمده است و چنانچه بتوان مسائل مربوط به کنترل عالی بر شیمی پایین به بالای خود تولید را حل کرد، یک تغییر پارادایم در تمام فن‌آوری‌های مواد، از الکترونیک مولکولی تا مهندسی عمران به وقوع خواهد پیوست. این پیشرفت‌ها در صورتی حیاتی‌اند که بتوانند فن‌آوری‌های پایداری را که برای بقای بشریت ضرورت دارند، گسترش دهند.

و مهیجی، در حال اکتشاف است. راهبردهای مبتکرانه در خلق مولکول‌هایی با ساختارها و دستورالعمل‌های پیچیده و کاملاً معین، به طور اساسی در حال توسعه است تا مولکول‌ها کاری انجام دهند. در حقیقت، مقوله‌ی علم و فن‌آوری نانو که مربوط به رشته‌های مختلف علمی بوده و حاصل درک عمیق‌تر و مهارت پیشرفته‌تر در کاربرد اصول شیمی است و بر فیزیک ماده، زیست‌شناسی مولکولی و مهندسی مواد تأکید دارد، می‌تواند



شکل‌های شش ضلعی عموماً در طبیعت ایجاد می‌شوند؛ پوسته‌ی لاک پشت و ساختار داخلی اسفنج در باکی‌تال‌ها از این جمله‌اند. این ساختار رسمی، در طرح و معماری معاصر نیز، به طور فزاینده‌ای مشهود است. نمای خارجی مرکز شتای المپیک ۲۰۰۸ پکن با ابعاد آن اجرا شده است.

دیگر، علوم نانو، هنوز در مراحل اولیه خود است. در مقایسه با سایر زمینه‌هایی چون داروسازی و صنایع آرایشی و تزئینی، کاربرد مواد با فن‌آوری نانو و مواد پرکننده آنچنان شایع و گسترده است که تصور این صنایع بدون این مواد بسیار دشوار است. ما به استفاده از کرم‌های ضد آفتابی عادت داریم که علیرغم ایجاد فاکتور حفاظتی ۲۰ یا ۳۰، بر پوست، به صورت شفاف ظاهر می‌شوند. این کار با ذرات دی‌اکسید تیتانیومی امکان‌پذیر می‌شود که به دلیل کوچکی بسیار، نور را پخش نمی‌کنند ولی با این حال، می‌توانند نور ماوراء بنفش را جذب نمایند. در حال حاضر به نظر نمی‌رسد که این کرم‌ها ضرری برای سلامتی داشته باشند. مزایای لیپوزوم‌ها به عنوان محفظه‌های مواد آرایشی، چند سالی است که مورد تمجید کارشناسان بازاریابی قرار گرفته است. اگرچه این، فن‌آوری نانو نیز است، با این حال، دانشمندان به دنبال ساخت کرم‌هایی هستند که خواصی بیش از ضد چروک بودن محض داشته باشند. دانشمندان در پی آنند تا با استفاده از این رویکرد، به عامل‌های دارویی کپسولی و نیز رفتار مولکول‌ها در سطح لیپوزوم‌ها به نحوی دست یابند که کپسول‌ها، دارو

از دیدگاه یک نانو فیزیکدان که جهان نقاط کوانتومی را بررسی می‌کند، کار یک نانو شیمیدان که سطوح ضد خراش می‌سازد، کاملاً بیگانه به نظر می‌رسد. دیدگاه‌های متفاوت و زمینه‌های کاری در مشاغل مربوطه، ایجاد عبارات تعمیم یافته در خصوص وضعیت فعلی فن‌آوری نانو را غیر ممکن می‌سازد. در میان دانشمندان و حتی روزنامه نگاران، نظرات خیره‌کننده‌ای در روش‌های اجرایی کردن کشفیات جدید مانند نانوتیوب‌های کربن به چشم می‌خورد. علیرغم اینکه خواص مکانیکی و الکتریکی این ساختارهای کربن به لحاظ تئوری به خوبی قابل پیش‌بینی است، با این حال، ابزارهای مناسب تعیین پارامترهای مادی آنها، هنوز در مراحل اولیه قرار دارد. همچنین، درست است که نانوتیوب‌های کربن پیش از این تولید صنعتی شده‌اند، با این حال، تولید یک کابل با استحکام کافی که بتواند یک آسانسور را به فضای خارج از جو زمین ببرد، همانگونه که خیال، این امر را به طور بالقوه امکان‌پذیر می‌پندارد، با قابلیت‌های تکنیکی حال حاضر ما، فاصله زیادی دارد. در این عرصه نیز مانند بسیاری از عرصه‌های

را صرفاً در محل سلول‌های مریض در بدن رها کنند. در زمینه‌ی نانو، قابل توجه‌ترین مسئله اقتصادی، مربوط به مواد به اصطلاح جدید است. این مواد تنها به دلیل ابعادشان جدید نیستند، بلکه مثلاً می‌توانند سطوحی با خواص کاملاً جدید ایجاد کنند؛ خواصی که قابلیت ترکیب شدن با یکدیگر را به طور یکجا دارا هستند. دامنه کاربردهای نانو، شامل اتصال و بست قابل کنترل، جنبه‌های سایش‌شناسی مانند اصطکاک بی‌اندازه کم، خاصیت مغناطیسی با قابلیت تغییر جهت یا جذب نور، سطح شفاف رسانا، پخش‌کننده‌های نور و نظایر آن و مواد عایق‌کاری برای ساختمان‌ها است. این عایق‌ها، ترازهای مشابهی از عایق بودن را در مقایسه با عایق‌های متداول و در یک دهم ضخامت آن ایجاد می‌نمایند.

در این عرصه، بسیاری از محصولات با فن‌آوری نانو بر رابطه اقتصادی مواد جدید این چنینی تأکید دارند. مؤسسات پژوهشی مانند «مؤسسه‌ی لایب نیتس برای مواد جدید (INM)»، به شکلی فعال، خود را وقف این فن‌آوری‌ها کرده‌اند. آنچه در این زمینه نباید فراموش شود آنست که فن‌آوری نانو، یک فن‌آوری توانمندکننده است و می‌توان به کمک آن، محصولات موجود را بهبود بخشید، بی‌آنکه نیاز به خلق محصولات کاملاً جدید باشد. به عنوان مثال، اگر بتوان یک پوشش ضد خوردگی متداولی را که حاوی کروم ۶ است، با یک پوشش نانوی غیر سمی جایگزین کرد که به طور قابل ملاحظه‌ای نازک‌تر و در نتیجه مقرون به صرفه‌تر است، این کار علاوه بر مزیت‌های اقتصادی، مشارکت در توسعه‌ی پایدار را نیز به دنبال دارد. بقای انرژی نیز موضوع مهمی در این باره است.

محصولاتی وجود دارند که خواص آنها با به‌سامانی در طراحی و فراگیر شدن فن‌آوری نانو به شکل سودمندی بهبود نمی‌یابد. به نظر می‌رسد که این مسئله، از اهمیت عمده‌ای برخوردار باشد و رقابت برای قرارگیری در بهترین جایگاه، از قبل به خوبی در جریان است. با این حال، هرچند که گرایش به تجارت در بازار در حال رشد است، ولی هنوز اعتقاد همه جانبه‌ای وجود دارد مبنی بر اینکه فن‌آوری نانو در قلمروی آزمایشگاه‌های دانشگاه باقی می‌ماند و برای تأثیرگذاری بر مزیت‌های رقابتی اصناف به بلوغ کامل نرسیده است. از این رو، هر کوششی در راستای تشریح فن‌آوری نانو و کاربردهای آن، باید مغتنم شمرده شود.

تفکر حاکم بر این کتاب که همانا تشریح کاربردهای ارائه شده توسط مواد نانو در یک بخش خاص، آزمودن این مواد جدید از نقطه نظر معماران، طراحان و طراحان داخلی است، روش صحیحی است که مردم را ترغیب می‌کند تا فن‌آوری جدید را هم به طور انتقادی و هم مشتاقانه، با دقت بیشتری بیازمایند، به ویژه زمانی که برای مردم، کشف این رشته از طریق نشریات علمی در زمینه‌ی علم و فن‌آوری نانو غیر جذاب باشد.

مثال‌های ارائه شده در این کتاب، صرفاً یک سرآغاز است. در موزه هنر مدرن پاریس، تابلوی فلزی 2×3 متری وجود دارد که رنگ این اثر هنری، بسته به جایی که از آنجا تابلو مشاهده می‌شود، تغییر می‌کند. (این تابلو، از لایه‌های بسیار نازک رنگ تشکیل شده است). به راستی چه مدت طول خواهد کشید که بتوانیم وجود چنین لایه‌هایی با فن‌آوری نانو را در نمای ساختمان‌ها ببینیم و تحسین کنیم؟

فن‌آوری نانو چیست؟

بسیار کوچک

۱۰۰ نانومتر و کمتر

طول موج نور مرئی در حدود ۴۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر است. هرچه ذرات کوچک‌تر باشند، پخش نور به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد، بنابراین چنین ذرات کوچکی عملاً نامرئی‌اند. از این رو، نانو با چشم غیر مسلح قابل دیده شدن نیست.

انجام مقایسه‌ها کمک می‌کند که درجه ابعاد مورد بحث را بهتر درک کنیم. یک مقایسه رایج، این‌گونه است که نسبت یک نانومتر به یک توپ فوتبال، نسبت همان توپ فوتبال به کره زمین است. اگر یک قطره آب در جایی به مساحت ۱ متر مربع بریزد، ضخامتی برابر با یک نانومتر خواهد داشت. ناخن‌های انگشت انسان، با سرعت ۱ نانومتر در ثانیه رشد می‌کند.

در فیلم مشهور «توان‌های ده» ساخته دیو چارلز و ری ایمز، فیلمی کمدی-سایک که امروزه در میان مکاتب فکری به منزلتی دست یافته است، تماشاچی، عازم سفری در توان‌های ده عالم هستی می‌شود که نشان دهنده‌ی تفاوت‌ها در ابعاد است. این فیلم که در سال ۱۹۷۷ ساخته شده، ارزنده‌ترین فیلمی است که هم اینک نیز می‌توان از طریق

فن‌آوری نانو در حال حاضر، بسیار متداول است. از این رو، لفظ و مفهوم فن‌آوری نانو بسیار پرکاربرد می‌باشد. با این وجود، تعداد اندکی از مردم و حتی طراحان، به درستی می‌دانند که واقعیت این فن‌آوری چیست و برای چه کاربردی مناسب است. به هر حال، قطعاً این فن‌آوری فراتر از یک مد گذرا است. در حقیقت، فن‌آوری نانوی حال حاضر، هنوز یک دانش در حال بلوغ است و آینده‌ای بسیار نویدبخش برای این فن‌آوری که قابلیت تغییر جهان اطراف ما را دارد، پیش‌بینی شده است.

نانو، از کلمه یونانی nanos، به معنی کوتوله مشتق می‌شود. بسیاری از مقالات مربوط به فن‌آوری نانو، با توصیف این کلمه آغاز می‌شوند و این کتاب نیز از این قاعده مستثنی نیست. یک نانومتر (nm)، برابر با یک میلیونم یک میلیمتر (10^{-6} mm) و یا یک میلیاردم یک متر (10^{-9} m) است. این اندازه برابر با یک هشتاد هزارم قطر یک تار مو و برابر با پنج تا ده اتم می‌باشد. با این فرض که یک میلیارد نانومتر برابر با یک متر است، بدیهی است که در این مقوله، توجه ما بر کوچک‌ترین ابعاد است. دامنه