فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: نانوفناوری

۱-۱ فناوری نانو چیست؟ ۱

۱-۲ تاریخچه‌ای از ظهور نانو ۲

۱-۳ مهمترین تعریف نانو ۳

۱-۴ عناصر پایه در فناوری نانو ۴

۱-۴-۱ نانو ذره ۴

۱-۴-۲ نانو کپسول ۴

۱-۴-۳ نانو لوله کربنی ۴

۱-۵ تعیین مشخصات عناصرپایه ۵

۱-۶ روشهای ساخت عناصر پایه ۵

۱-۷ خواص مواد نانومتری ۵

۱-۷-۱ خواص مکانیکی ۵

۱-۷-۲ خواص شیمیایی ۶

۱-۷-۳ خواص حرارتی ۶

۱-۷-۴ خواص الکتریکی ۶

۱-۷-۵ خواص مغناطیسی ۶

۱-۷-۶ خواص نوری ۶

۱-۸ کاربرد نانوفناوری در علوم مختلف ۷

۱-۸ -۱ کابرد نانو درصنعت ۷

۱-۸-۲ کابرد نانو در صنایع دریایی ۷

۱-۸-۳ نانو تکنولوژی در پزشکی ۷

۱-۸-۴ نانو فناوری وصنایع داروسازی ۸

۱-۸-۵ کاربرد های نانو تکنولوژی در تصویر برداری پزشکی ۱۰

۱-۹ مروری بر تحقیقات گذشته ۱۱

۱-۱۰ مروری اجمالی بر فصل های بعد ۱۲

فصل دوم: نانو ساختارها

مقدمه ۱۳

۲-۱ نانوساختارها ۱۳

۲-۲ چاه کوانتومی ۱۴

۲-۳ نانوسیم‌ها ۱۴

۲-۴ نقاط کوانتومی ۱۵

۲-۴-۱ نقاط کوانتومی چگونه کار می‌کنند ۱۶
۲-۵ انواع نقاط کوانتومی ۱۹
۲-۵-۱ نقاط کوانتومی مکعبی ۱۹
۲-۵-۲ نقاط کوانتومی کروی ۲۰
۲-۵-۳ نقاط کوانتومی هرمی ۲۰
۲-۶ محاسبه ترازهای انرژی برخی ساختارهای ساده ۲۱
۲-۶-۱ نقطه کوانتومی مکعبی با پتانسیل ثابت ۲۱
۲-۶-۲ الکترون محبوس در نقطه کوانتومی کروی ۲۱
۲-۷ روش وردشی ۲۲
۲-۷-۱ محاسبه ی انرژی حالت پایه ی چاه کوانتومی نامتناهی با استفاده از روش وردشی ۲۴
۲-۷-۲ محاسبه‌ی انرژی کل حالت پایه‌ی چاه کوانتومی در حضور ناخالصی با روش وردشی ۲۵

فصل سوم: محاسبه تأثیر عدم تطابق ثابت دی‌الکتریک برانرژی بستگی ناخالصی در نقطه کوانتومی بیضی‌گون

مقدمه ۲۸
۳-۱ ترازهای انرژی الکترون آزاد در نقطه کوانتومی بیضی‌گون با پتانسیل ثابت ۲۸
۳-۲ انرژی بستگی الکترون درون نقطه کوانتومی بیضی‌گون در حضور ناخالصی ۳۲
۳-۳ پتانسیل کولنی و قطبشی (خودقطبشی) ۴۰

فصل چهارم: محاسبه تأثیر عدم تطابق ثابت دی‌الکتریک برانرژی بستگی ناخالصی در نقطه کوانتومی بیضی‌گون

مقدمه ۴۳
۴-۱ محاسبه‌ی انرژی بستگی ۴۳
۴-۲ پتانسیل خود قطبشی ۵۴
فصل پنجم: نتیجه گیری ۵۶
مراجع ۵۸

فهرست نگاره ها

عنوان **صفحه**

نگاره (۲-۱) : مکانیزم هدایت الکتریکی در یک ترکیب نیمه هادی..... ۱۶
نگاره (۲-۲) : گاف انرژی در نقطه کوانتومی..... ۱۸
نگاره (۲-۳) : نقطه کوانتومی مکعبی..... ۱۹
نگاره (۲-۴) : نقطه کوانتومی کروی..... ۲۰
نگاره(۲-۵) : نقطه کوانتومی هرمی..... ۲۰
نگاره (۳-۱) : طرح نمادین یک نقطه کوانتومی بیضی‌گون با پتانسیل محدود و سطح مقطع دایره‌ای در صفحه X-Y
..... ۲۹
نگاره (۳-۲) : ناحیه گذار در نقطه کوانتوم..... ۳۳
نگاره (۳-۳) : مدل یک نانو سیستم کروی چند لایه..... ۳۴
نگاره (۴-۱) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.0$ و تابع دی‌الکتریک به شکل $tanh$..... ۴۴
نگاره (۴-۲) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.05$ و تابع دی‌الکتریک به شکل $tanh$.... ۴۴
نگاره (۴-۳) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.1$ و تابع دی‌الکتریک به شکل $tanh$۴۵ .....
نگاره (۴-۴) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.15$ و تابع دی‌الکتریک به شکل $tanh$.... ۴۵
نگاره (۴-۵) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.2$ و تابع دی‌الکتریک به شکل $tanh$ ۴۶
نگاره (۴-۶) : تغییرات انرژی بستگی به ازای $\beta = 0,0.2$ و $\varepsilon_1 \neq \varepsilon_2$ و تابع دی‌الکتریک به شکل $tanh$ ... ۴۶
نگاره (۴-۷) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.0$ و تابع دی‌الکتریک به شکل erf..... ۴۷
نگاره (۴-۸) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.05$ و تابع دی‌الکتریک به شکل erf..... ۴۸
نگاره (۴-۹) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.1$ و تابع دی‌الکتریک به شکل $tanh$..... ۴۸
نگاره (۴-۱۰) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.15$ و تابع دی‌الکتریک به شکل erf..... ۴۹
نگاره (۴-۱۱) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.2$ و تابع دی‌الکتریک به شکل erf..... ۴۹
نگاره (۴-۱۲) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.0$ و تابع دی‌الکتریک به شکل خطی..... ۵۰
نگاره (۴-۱۳) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.05$ و تابع دی‌الکتریک به شکل خطی..... ۵۰
نگاره (۴-۱۴) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.1$ و تابع دی‌الکتریک به شکل خطی..... ۵۱
نگاره (۴-۱۵) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.15$ و تابع دی‌الکتریک به شکل خطی..... ۵۱
نگاره (۴-۱۶) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع به ازای $\beta = 0.2$ و تابع دی‌الکتریک به شکل خطی..... ۵۲
نگاره (۴-۱۷) : تغییرات انرژی بستگی بر حسب شعاع نقطه کوانتومی به ازای $\beta = 0.2$ برای سه تابع متفاوت دی‌الکتریک ۵۳
نگاره (۴-۱۸) : تغییرات انرژی بستگی بر اساس تغییرات عرض لایه گذار..... ۵۴
نگاره (۴-۱۹) : تغییرات انرژی پتانسیل خود قطبشی بر حسب شعاع نقطه کوانتومی..... ۵۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول(۲-۱) : انرژی کل برای یک الکترون در چاه کوانتومی.....۲۷

فصل اول
نانوفناوری

مقدمه

در نیم قرن گذشته شاهد حضور حدود پنج فناوری عمده در جهان بودیم که فن آوری نانو جدیدترین آنهاست. هر چند آزمایش ها و تحقیقات پیرامون نانو فناوری از ابتدای دهه ۸۰ قرن بیستم بطور جدی پیگیری شد، اما اثرات تحول آفرین ، معجزه آسا و باورنکردنی نانو فناوری در روند تحقیق و توسعه باعث گردید که نظر تمامی کشورهای بزرگ به این موضوع جلب شده و این فناوری بعنوان یکی از مهمترین اولویت های تحقیقاتی محسوب گردد.

۱-۱ فناوری نانو چیست ؟

نانو فناوری ریزسازی در ادامه‌ی فناوری میکرو است. تحقیقات علمی نشان می دهد که خواص ماده در ابعاد نانو تفاوتهای بسیار زیادی با خواص آن به صورت توده‌ای دارد, بگونه ای که ورود بشر به عرصه ی نانو این امکان را فراهم کرده است که موادی محکمتر ، سبکتر ، با قابلیت رسانایی بالا و خواص مغناطیسی عالی،کنترل گسیل نوری ، تخلخل بیشتر ، عایق حرارتی و فرسایش کمتر تولید کند.

به همین ترتیب وسایل و سیستمهایی که در اندازه های کوچکتر از میکرو عمل می کنند این قابلیت را دارا هستند که بهتر از وسایل میکرو انجام وظیفه کنند. این مسئله منجر به افزایش توانایی وسایل تعیین توالی و کاهش زمان کشف داروها و تشخیص بیماری‌ها می شود . به همین ترتیب نانو مواد این قابلیت را دارا می باشند که مشکلاتی که امروزه در علوم زیست پزشکی وجود دارند را حل کنند.

اگر زندگی و حیات را مجموعه ای از مواد مولکولی در نظر بگیریم که قادرند به طور خود به خودی به هم متصل شوند, خود تنظیمی داشته باشند و خودشان از بین بروند شناسایی و به کار گیری مواد زیستی و غیر زیستی در این سطح , چیزی است که از نانو فناوری انتظار بر آوردن ان می رود.

یک نانو متر یک میلیاردم متر یا حدودا به طول ۱۰ اتم هیدروژن یا ۵ اتم سیلیسیم است.

در حالی که تعاریف زیادی برای فناوری نانو وجود دارد می توان گفت:

فناوری نانو واژه ایست کلی که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه‌ی کار با مقیاس نانو اطلاق می شود.

نانو فناوری اشیاع بین ۱ تا ۱۰۰ نانو متر را در بر می گیرد. برای احساس اندازه های فوق ریز قطر موی سر انسان را در نظر بگیرید که ۰,۱ میلیمتر است . یک نانو متر ۱۰۰۰۰۰ برابر کوچکتر است. در این قلمرو اتمها و ذرات ، رفتار غیر عادی از خود نشان می دهند .

فناوری نانو طبیعت چند رشته ای دارد در واقع این فناوری نقطه‌ی طلاقی اصول مهندسی، فیزیک ، زیست شناسی ، پزشکی و شیمی است و به عنوان ابزاری برای کاربرد این علوم و غنی سازی آنها در جهت ساخت عناصر کاملا جدید ، عمل می کند .[۱]

۱-۲ تاریخچه ای از ظهور نانو

اگرچه عموما نانو ذرات یک اختراع از علوم جدید فرض می شوند، اما در حقیقت آنها دارای یک تاریخ بسیار درازی هستند.در طول تاریخ بشر از زمان یونان باستان، مردم و به خصوص دانشمندان آن دوره بر این باور بودند که مواد را می‌توان آنقدر به اجزاء کوچک تقسیم کرد تا به ذراتی رسید که خردناشدنی هستند و این ذرات بنیان مواد را تشکیل می‌دهند، شاید بتوان دموکریتوس فیلسوف یونانی را پدر فناوری و علوم نانو دانست چرا که در حدود ۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح او اولین کسی بود که واژه اتم را که به معنی تقسیم نشدنی در زبان یونانی است برای توصیف ذرات سازنده مواد به کار برد.مخصوصا استفاده از نانوذرات توسط صنعتگران به قرن ۹ در بین النهرین برمی گردد که برای ساختن اثر درخشندگی بر روی سطوح ظروف سفالی استفاده می شد؛ همچنین شیشه‌گران قرون وسطایی از قالب‌های قدیمی[1] برای شکل دادن شیشه هایشان استفاده می‌کرده‌اند. البته این شیشه‌گران نمی‌دانستند که چرا با اضافه کردن طلا به شیشه رنگ آن تغییر می‌کند. 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 اتم ها 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 آن را در کتابی تحت عنوان «نانوسیستم ها ماشین های مولکولی چگونگی ساخت و محاسبات آنها» توسعه داد .چهل سال پیش ریچارد فایمن، متخصص کوانتوم نظری و دارنده جایزه نوبل، در سخنرانی معروف خود در سال هزار و نهصد و پنجاه و نه میلادی با عنوان «آن پایین، فضای بسیاری هست» ، به بررسی بعد رشد نیافته علم مواد پرداخت. وی در آن زمان اظهارکرد: «اصول فیزیک، تا آن جایی که من

[1] *Medieal forges*

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 گرفته اند چگونه ترانزیستورها و دیگر سازه ها را با مقیاس های کوچک بسازند، پس ما خواهیم توانست که آن ها را کوچک و کوچک تر کنیم .در واقع آن ها به مرزهای حقیقی خود در لبه های نامعلوم کوانتوام نزدیک خواهند بود. به نحوی که اتم را در مقابل دیگری به گونه ای قرار دهیم که بتوانیم کوچک ترین محصول مصنوعی و ساختگی ممکن را ایجاد کنیم. با استفاده از این فرم های بسیار کوچک چه وسایلی را که نمی توانیم، ایجاد کنیم. فایمن در ذهن خود یک «دکتر مولکولی» تصور کرد که صدها بار از یک سلول منحصر به فرد کوچک تر است و می تواند به بدن انسان تزریق شود و درون بدن برای انجام کاری یا مطالعه و تأیید سلامتی سلول ها و یا انجام اعمال ترمیمی و به طور کلی برای نگه داری بدن در سلامت کامل به سیر بپردازد. می توان گفت در آن سال ها کلمه «بزرگ» از اهمیت ویژه ای برخوردار بود (مثل علوم بزرگ، پروژه های مهندسی بزرگ و غیره ؛ حتی کامپیوترها در دهه هزار و نهصد و پنجاه هم تمام طبقات ساختمان را اشغال می کردند) . ولی از وقتی فایمن نظرو منطق خود را بازگو کرد، جهان روندی به سوی کوچک شدن در پیش گرفت. پس از آن، ماروین مینسکی تفکرات بسیار باروری داشت ، که می توانست به اندیشه های فایمن قوت ببخشد[۲]

۱-۳ مهمترین تعریف نانو:

در این زمینه تعریف برنامه‌ی پیشگامی نانو فناوری آمریکا" ان ان آی" می باشد . بر این اساس نانو تکنولوژی این گونه ارائه می شود :

((تحقیق و توسعه ی فناوری در سطح اتم و مولوکل در اندازه‌هایی در حدود ۱۰۰-۱ نانومتر جهت دستیابی به درک اساسی از پدیده‌ها و مواد در سطح نانو و ساخت و استفاده از ساختارها و وسایل و سیستم‌هایی است که دارای ویژگی‌ها و عملکرد جدید به دلیل داشتن اندازه‌های کوچک می‌باشند.))

نانو فناوری درباره‌ی اشیائ بین ۱۰۰-۱ نانو متر است هر چند که این تعریف تا حدی قراردادی است ، برخی افراد اجسامی به کوچکی یک دهم نانو متر را د رنظر می گیرند که به اندازه پیوند بین ۲ اتم کربن است . در اجسام بزرگتر از ۵۰ نانو متر قوانین فیزیک کلاسیک صدق می کند . مواد بسیاری هستند که دارای خواص اجسام در مقیاس نانو هستند . اما اسم نانو فناوری به آنها اطلاق نمی شود . نانو فناوری در پی آن است تا از خواص عجیب اجسام در مقیاس بسیار کوچک استفاده کند . در مقیاس نانو خواص جدید و متفاوتی یافت می شود . با کوچکتر شدن اجسام, نسبت سطح به حجم آن افزایش می یابد .و این امر بدان علت مهم است که اتمهای موجود درسطح یک ماده معمولا بیشتر از اتمهای مرکز آن واکنش نشان می دهند .[۳-۱]

۱-۴ عناصر پایه در فناوری نانو

تفاوت اصلی فناوری نانو با فناوریهای دیگر در مقیاس مواد و ساختارهایی است که در این فناوری مورد استفاده قرار می گیرد. در حقیقت اگر بخواهیم تفاوت این فناوری را با فناوری‌های دیگربه صورت قابل ارزیابی بیان نماییم . می توانیم وجود عناصر پایه را به عنوان یک معیار ذکر کنیم . عناصر پایه در حقیقت همان عناصر نانو مقیاسی هستند که خواص آنها در حالت نانو مقیاس با خواصشان در مقیاس بزرگتر فرق می کند.

۱-۴-۱ اولین و مهمترین عنصر پایه نانو ذره است و منظور از نانو ذره همان گونه که از نام آن مشخص است, ذراتی با ابعاد نانو متری در هر سه بعد می‌باشد ، نانو ذرات می‌توانند از مواد مختلفی تشکیل شوند مانند نانو ذرات فلزی ، سرامیکی و ...

۱-۴-۲ .دومین عنصر پایه ، نانو کپسول است و همان طور که از اسم آن مشخص است ، کپسولهایی هستند که قطر نانو متری دارند و می توان مواد مورد نظر را درون آن قرارداد و کپسوله کرد . سالهاست که نانو کپسولها در طبیعت تولید می شوند.

مولکول‌های موسوم به فسفو لیپیدها که یک سر آنها آبگریز و سر دیگر آنها آبدوست است وقتی در محیط آبی قرار می گیرند خود به خود کپسولهایی را تشکیل می دهند که قسمتهای آبگریز مولکول در درون آنها واقع می‌شود و از تماس با آب محافظت می شود. حالت برعکس نیز قابل تصور است.

۱-۴-۳ عنصر پایه‌ی بعدی نانو لوله‌ی کربنی است . این عنصر پایه لوله‌هایی از گرافیت می باشند . اگر صفحات گرافیت را پیچیده و به شکل لوله در بیاوریم به نانو لوله های کربنی می رسیم. این نانو لوله ها دارای اشکال و اندازه های مختلفی هستند و می توانند تک دیواره یا چند دیواره باشند و منجر به ایجاد کاربرد های جالب توجهی از آنها می شود .

در حقیقت کاربرد فناوری نانو از کاربرد عناصر پایه ناشی می شود. هر کدام از این عناصر پایه , ویژگیهای خاصی دارند که استفاده از آنها درزمینه های مختلف , موجب ایجاد خواص جالبی می گردد. مثلا از جمله کاربردهای نانو ذرات می توان به داروسازی هدفمند و ساده , بانداژهای بی نیاز از تجدد , شناسایی زود هنگام و بی ضرر سلولهای سرطانی و تجزیه‌ی آلاینده‌های محیط زیست اشاره کرد . همچنین نانو لوله های کربنی دارای کاربردهای متنوعی می باشند که موارد زیر را می توان ذکر کرد :

۱) تصویر برداری زیستی دقیق ۲) حسگرهای شیمیایی و زیستی قابل اطمینان و دارای عمر طولانی ۳) شناسایی و جداسازی کاملا اختصاصی ۴) ژن درمانی که از طریق انتقال ژن به درون سلول توسط نانو لوله ها صورت می پذیرد. ۵) از بین بردن باکتریها . که اینها تنها مواردی از کاربردهای بسیار زیادی هستند که برای عناصر پایه قابل تصور می باشند. عناصر پایه‌ی گوناگون دیگری همانند نانو الیافها ، نانو سیمها ، نانو میله ها ، نانو تسمه ها ، نانوپوسته ها و ... نیز وجود دارند که در صنایع مختلف دارای کاربرد می‌باشند.[۳]

۱-۵ تعیین مشخصات عناصر پایه

عناصر پایه دارای مشخصات متنوعی هستند که برای تعیین هر کدام از آن‌ها به ابزار و وسایل دقیقی نیاز است. آنالیزهایی که بدین منظور به کار می‌روند عبارتند از:

آنالیز میکروسکوپی ،آنالیز ساختاری، آنالیز عنصری، آنالیز پیوندی، روش‌های تعیین مشخصات و سطوح ویژه، و همچنین آنالیزهای کلاسیک و روش‌های جداسازی.

مبنای تقسیم بندی هر کدام از آنالیزهای فوق بر اساس عامل تحریک ذره ورودی و یا ویژگی است که خاصیت عنصر پایه بر اساس آن تعیین می‌گردد.[۳]

۱-۶ روشهای ساخت عناصر پایه

به طور کلی عناصر پایه به دو رویکرد ((بالا به پایین)) و ((پایین به بالا)) قابل ساخت می باشند .

۱) رویکرد بالا به پایین: در این روش یک ماده ی بزرگ را بر می داریم و با کاهش ابعاد و شکل دهی آن , به یک محصول با ابعاد نانو می رسیم. این کار اغلب شامل حذف بعضی از مواد به شکل ضایعات است ,مثل ماشین کاری یک بخش فلزی از یک موتور یا نانو ساختاری کردن فلزات به طریق شکل دهی (که شامل ضایعات نیست).

۲) رویکرد پایین به بالا : این رویکرد درست عکس رویکرد بالا به پایین می باشد . در این رویکرد محصول از طریق کنار هم قرار دادن مواد ساده تر به وجود می آید ، مانند ساخت یک موتور از قطعات آن در حقیقت کاری که در اینجا انجام می شود ، کنار هم قرار دادن اتمها و مولکولها (که ابعاد کوچکتر از مقیاس نانو دارند) برای ساخت یک محصول نانو متری است . این روش معمولا ضایعاتی ندارد.[۳]

۱-۷ خواص مواد نانومتری

مواد نانومتری دارای خواص متعددی می باشند که می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱-۷-۱ خواص مکانیکی

- ضریب کشسانی بین ۳۰ تا ۵۰ درصد پایین‌تر از مواد معمول
- سختی بسیار بالا و استحکام بیشتر نسبت به فلزات با دانه‌های درشت
- قابلیت انعطاف بالاتر نسبت به مواد مشابه

معروفترین نظریه‌ی پذیرفته شده برای توضیح خواص مکانیکی در یک ماده نانومتری چند کریستالی، نظریه‌ی‌هال – بتچ می‌باشد. در این نظریه بیان می‌شود که استحکام و سختی ماده با کوچک شدن اندازه دانه‌های آن افزایش می‌یابد. البته این افزایش تا زمانی رخ می‌دهد که قطر دانه‌ها

به یک اندازه بحرانی برسد (تقریباً برابر با ۱۰ نانومتر) و پس از آن با کاهش اندازه دانه‌ها استحکام و سختی ماده کاهش می‌یابد.[۴]

۱-۷-۲ خواص شیمیایی

محدوده‌ی انجام واکنش‌های شیمیایی برای مواد نانو بسیار بیشتر از مواد معمول می‌باشد. زیرا در این مواد درصد بالایی از اتم‌های در سطح ماده قرار گرفته‌اند، بنابراین احتمال برخورد اتم‌ها افزایش می‌یابد، لذا واکنش پذیری ماده بالا می‌رود.[۴]

۱-۷-۳ خواص حرارتی

در فلزات نقطه‌ی ذوب و رسانش گرمایی با استفاده از فناوری نانو کاهش می‌یابد. در حالی که ضریب انبساط حرارتی افزایش پیدا می‌کند[۴]

۱-۷-۴ خواص الکتریکی

اثر کوانتومی مواد نانو دارای یک رابطه غیر خطی بین رسانندگی الکتریکی و میدان الکتریکی می‌باشد دخالت مکانیک کوانتومی در مسیر مجزایی که یک الکترون ممکن است در یک ماده طی کند، می‌تواند رسانش الکتریکی آن ماده را افزایش داده و یا به طور کامل متوقف نماید.[۴]

۱-۷-۵ خواص مغناطیسی

بدان علت که خاصیت مغناطیسی مواد با افزایش نسبت سطح به حجم افزایش می‌یابد، مواد مغناطیسی نانو رفتاری غیر عادی از خود بروز می‌دهند. که علت آن اندازه‌ی ذرات و نیز خصوصیت انتقال بار آن‌ها می‌باشد.[۴]

۱-۷-۶ خواص نوری

به طور کلی نانوفوتونیک دارای سه بخش می‌باشد:

- محدود کردن پرتوها به اندازه‌های نانومتری
- محدود کردن مواد به اندازه‌های نانومتری
- محدود کردن فرآیندهای نوری به اندازه‌های نانومتری[۴].

۱-۸ کاربردهای نانوتکنولوژی در علوم مختلف

۱-۸-۱ کاربرد نانو در صنعت نفت

این تکنولوژی به جدایش موثر نفت و آب کمک می کند.با افزودن موادی در مقیاس نانو به مخزن می توان نفت بیشتری آزاد نمود.همچنین می توان با گسترش تکنیکهای اندازه گیری توسط سنسورهای کوچک ، اطلاعات بهتری درباره ی مخزن بدست آورد.

۱.صنعت نفت در تمام فرآیندها احتیاج به موادی مستحکم و مطمئن دارد. با ساخت موادی در مقیاس نانو می توان تجهیزات مقاوم تر و محکمتر از محصولات امروزی تولید نمود. شرکت نانو تکنولوژی "جی پی"در هنگ کنگ یکی از پیشگامان توسعه ی کربید سیلیکون ,یک پودر سرامیکی در ابعاد نانو, می باشد که با آنها می توان مواد بسیار سختی تولید نمود.

این شرکت سیال ذرات و نانو پودر های بسیار ریز تولید نموده که بطور قابل توجهی سرعت حفاری رابالا می برد و آسیب های وارده به دیواره ی مخزن در چاه را حذف نموده و قابلیت استخراج نفت را افزایش می دهد.

۲) آلودگی توسط مواد شیمیایی و یا گازهای آلاینده یک مبحث بسیار دشوار در تولید نفت و گاز می باشد. این فناوری می تواند با تولید فیلترها و ذراتی با ساختار نانو ، ترکیبات آلی را از بخار نفت جدا سازد. کاتالیستهایی با ساختار نانو جهت تسهیل در جداسازی سولفید هیدروژن ، آب ، مونوکسید کربن و دی اکسید کربن از گاز طبیعی در صنعت نفت به کار گرفته می شود

۳) همچنین خاک رس در ابعاد نانو با پلیمرهایی ترکیب می شوند تا هیدرو کربن ها را جذب کنند و باقیمانده های نفت را از گل حفاری جدا کنند.[۳]

۱-۸-۲ کاربرد نانو در صنایع دریایی

-کشتیهای اقیانوس پیما و کلیه‌ی شناورها معمولا چندین تن سوخت مصرف می کنند و مجبور هستند در طول مسیر دریانوردی در چندین محل برای سوخت گیری توقف نمایند، نانو پودرهایی ارائه شده است که مصرف سوخت را کاهش داده و صرفه جوییهای فراوانی را به همراه می آورد.

-رنگهای دریایی: خوردگی بسیار زیاد محیط دریا به علت آب شور باعث می شود که بدنه کشتتی-ها و سکوها هر ۳ سال یکبار رنگ آمیزی شود . نانو فناوری با ارائه ی رنگهای جدید بسیار مقاوم در برابر خوردگی، دوامی بیش از ۲۰سال برای بدنه‌ی شناورها به همراه خواهد داشت که با توجه به طول عمر شناورها می تواند به معنای مادام العمر بودن این رنگها باشد.

-جاذب های انرژی موج دریا و نور آفتاب: فناوری نانو نسل جدیدی از مواد ارائه می کند که همانند سلولهای فوتوالکتریک انرژی موج دریا و نور افتاب را جذب می کند و به مثابه ی متبع تامین انرژی خواهند بودو همانند پوششهای معمولی قابل اتصال به بدنه ی شناور هستند.[۵]

۱-۸-۳ نانو تکنولوژی در پزشکی

نگرش به سلامتی انسانها از جنبه ها ی مختلف قابل بررسی می باشند .این بحث را در یک تقسیم بندی می توان به چند زیر مجموعه تقسیم کرد:

۱- پیشگیری ۲- تشخیص ۳- درمان بیماریها
- لنزها و عدسیهایی از جنس مواد نانو ضد خش هستند.
- برای ساختن اندامهای مصنوعی
- ذرات نانو پوسته در درمان سرطانها به کار می روند .

(نانو پوسته ها ذراتی از جنس شیشه پوشیده شده از طلا هستند و می توانند به صورتی ساخته شوند که طول موج خاصی را جذب کنند.)

می توان نانو پوسته های پوشیده شده از طلا را به آنتی بادیهایی متصل کرد که به طور اختصاصی به سلولهای سرطانی متصل می شوند . اگر نانو پوسته ها به مقدار کافی گرم شوند می توانند فقط سلولهای سرطانی را از بین ببرندو به بافتهای سالم آسیبی نرسانند. حمله به سلولهای سرطانی بااستفاده از ذرات نانو ۱۰۰ برابر بازده عمل را افزایش می دهد.

محققان موفق شدند با استفاده از مهندسی نانو , ترکیباتی از هیدروکربنها و هپارین بسازندکه همانند کلیه های مصنوعی عمل کرده و خون را تصفیه نماید. استفاده از این ترکیبات نیاز به بهره گیری از هپارین را هنگام دیالیز دفع می کند.

اندازه های مواد و ساختارهایی که در نانو تکنولوژی مورد ارزیابی قرار می گیرند در حد ساختارهای زیستی می باشند.به عنوان مثال سیستمهای حامل دارویی همان اندازه هایی که ویروسها دارا می باشند(۱۰۰ نانو متر) دارا می باشند.

مواد نانو در عین داشتن مواد غیر آلی ,قادر به اندازه گیری تغیرات الکتریکی مولکولهای سیستم های زیستی بوده و به گونه ای عکس العمل نشان داده که قادر به شناسایی یا درمان بیماران باشند.[۵]

۱-۸-۴ نانو فناوری وصنایع داروسازی

سیستمهای دارورسانی و تاثیر نانو بر آن

نانو فناوری در زمینه های زیر می تواند کاربرد داشته باشد:

۱. کوچک کردن ذرات به اندازه ی نانو باعث فراهم شدن امکان استفاده از داروهای با حلالیت کم می شود و این مسئله باعث می شود که داروهای در دسترس شرکت های دارو رسانی حدود ۲ برابر شود.

۲. پلیمرهای درخت سان(دندریمرها)خواص زیادی دارندمانند:حلالیت بالا در محلولهای آبی ,ساختار مشخص ,توزیع یکنواخت یافتن ، سمیت کم از این جمله اند . این ویژگیها باعث شده که از این مواد در طراحی سیستمهای نانو زیستی حامل دارو استفاده شود.

۳. هدف قرار دادن تومورها بوسیله ی نانو ذرات با اندازه های بین ۱۰-۵ نانو متر . این در حالی است که ذرات بزرگتر از نانو ذرات قادر به عبور از منافذ تومورها نیستند.

۴.هدف قرار دادن فعال با افزودن لیگاند به سطوح نانو ذرات جهت اتصال به هدف خاص صورت می گیرد. این لیگاندها مانند گیرنده ای بافتهای آسیب دیده را شناسایی کرده و به آن متصل شده و داروی خود را آزاد می سازند.

۵. افزایش تجمع نقطه ای داروها به دلیل افزایش اتصال نانو ذرات به بافتها

برای اینکه یک دارو از جهت درمانی موثر بماند لازم است تا رسیدن به محل اثر محافظت شود و ویژگیهای زیستی و شیمیایی آن حفظ گردد.

بسته به اینکه دارو از کجا جذب می شود (کولون,روده ی کوچک وغیره)و از چه مکانیسمهای طبیعی دفاعی بایستی عبور کند مانند سد خونی مغزی ,مشکلات موجود در زمینه ی دارورسانی بسیار زیاد و متفاوت خواهند بود.

موقعی که یک دارو به محل مناسب رسید لازم است که با سرعت مناسبی آزاد شود تا اثر مفید درمانی آن ظاهر شود . اگر دارو خیلی سریع آزاد شود امکان جذب کامل آن وجود ندارد و یا ممکن است باعث تحریک لوله ی گوارش شود و یا سایر عوارض جانبی بروز کند. علاوه بر آن سیستم دارورسانی ,بایستی سرعت جذب ,توزیع,متابولیسم و ترشح دارو را کنترل کند.همچنین سیستم دارورسانی بایستی اجازه دهدکه دراو به بافت هدفش متصل شده و باعث ایجاد پاسخ گیرنده شود.

سیستمهای مبتنی بر نانو ذرات از تجزیه ی داروها محافظت کرده و مقادیر قابل توجهی از دارو را در خود جای میدهند.همچنین زمان توقف طولانی تری را بوجود می آورند و دفعات مصرف دارو را کاهش می دهند. ذرات نانو می توانند با حرارت استریل شوندو در نتیجه عمر ذخیره سازی بهتری نسبت به روشهای انتقال لیپوزومی از خود ارائه می کنند.

امروزه روش درمان ایمنی, درمانی در کنار درمانهای متداول ,راه دیگری است که توسعه یافته است و هدف درمانی اغلب رتیکولوآندوتلیال است.ایده آل اینست که چنین حاملهایی برای عوامل ضد تومور ,سلولهای تومور را مورد هدف قرار دهند و روی بافتهای دیگر بی تاثیر باشند. این نکته باعث می شود که در سلولهای سرطانی غلظت دارویی بالا ایجاد شود بدون اینکه به سایر سلولها آسیبی برسد. نانو ذرات هم ردیف با این حامل ها هستندزیرا که قابل کنترل,قابل تولید مجدد,قابل تجزیه ی زیستی و دارایکینتیک آزادسازی می باشند.

شاید مهمترین کاربرد نانو ذرات درمان ایدزمی باشد.یکی از داروهای مهم جهت درمان ایدز زیدوودین است . این دارو باعث افزایش عمر مریضهای مبتلا وکاهش تعداد بیماریهای فرصت طلب می شود. مشکل استفاده از این دارو حذف سریع آن از بدن,نیمه عمر کوتاه و مقاومت دارویی ایجاد شده توسط ویروس می باشد.

از نانو کپسولهای آلکیل سیانو آکریلات جهت انتقال ایندومتاسین و انسولین نیز استفاده شده است .به نظر می رسد که نانو کپسولها توانایی محافظت از انسولین را در برابرآنزیمهای گوارشی دارا باشند.

ایندومتاسین نیز که یک داروی ضد التهاب غیر استروئیدی است با این روش مورد بررسی قرار گرفته شده و دیده شده است که این روش می تواند زخمهای گوارشی ایجاد شده توسط این دارو را کاهش دهد. از سیستمهای دارورسانی نانو ذره ای جهت انتقال واکسنها نیز استفاده شده است .واکسیناسیون در حال حاضر یکی از گران ترین درمانهای پزشکی جهت کنترل و جلوگیری از بیماریهاست.

مهمترین ویژگی نانو ذرات که باعث شده که قابلیتهای چشمگیری داشته باشندعبارتند از:

۱.جلوگیری از تخریب داروها

۲.افزایش زمان نگهداری داروها

۳.ذخیره سازی مقادیر زیادی دارو
۴.پایداری در برابر استریل سازی گرمایی
۵.هدفمند کردن دارورسانی به بدن
۶.سازگاری زیستی بالا
۷.دفع راحت

با کمک فناوری نانو تغییرات بنیادی در تولید دارو و دارورسانی روی خواهد داد و نانو فناوری در زمینه های زیر می تواند کاربرد داشته باشد :

-کوچک کردن ذرات به اندازه ی نانو باعث فراهم شدن امکان استفاده از داروهای با حلالیت کم می شود و این مسئله باعث می شود که داروهای در دسترس شرکن دارورسانی حدود دو برابر شود.

- هدف قرار دادن تومورها بوسیله ی نانوذرات با اندازه های بین ۱۰-۵ نانو متر.این در حالی اس ت که ذرات بزرگتر از نانو ذرات قادر به عبور از منافذ تومورها نیستند.

- هدف گیری فعال با افزودن لیگاندبه سطوح نانو ذرات جهت اتصال به هدف خاص صورت می گیرد. این لطگاندها مانند گیرنده ای بافتهای آسیب دیده را شناسایی کرده وبه آن متصل شده و داروی خود را آزاد می سازند.

- شناساگرهای نانو قادر به تشخیص سرطان در اولین مراحل ان که هنوز تعداد سلولهای سرطانی کم می باشند,هستند.

سیستمهای نانو ذره ای نسبت به سایر سیستمهای ذره ای نفوذ بهتری در داخل بدن دارند. اندازه ی آنها این اجازه را می دهد که از طریق وریدی ,عضلانی و زیر جلدی مصرف شوند اندازه ی کوچک این ذرات باعث شده که تحریک کمتری در محل تزریق ایجاد شود. همچنین این ذرات در نگهداری طولانی مدت پایداری بیشتری دارند.از این نانو ذرات جهت محافظت دارو و همچنین عدم دارورسانی به بافتهایی که مورد نظر نیستند می توان استفاده کرد.

غشاء خونی مغزی ,ایجاد یک سد نفوذ ناپذیر در برابر تعداد زیادی از داروها از جمله آنتی بیوتیکها ,داروهای ضد سرطان و تعدادی از داروهای موثر بر سیستم عصبی مرکزی بخصوص نوروپپتیدها می کند.این مانع در سطح سلولهای پوششی مویرگهای مغزی وجود دارد و مهمترین مانع بین خون و مغز می باشد.[۱]

۱-۸- ۵ کاربرد های نانو تکنولوژی در تصویر برداری پزشکی

بعد از کشف اشعهیX توسط رونتگن در سال۱۸۹۵ و آغاز رادیوگرافی و تصویربرداری و تکنیکهای تصویربرداری غیر تهاجمی تاکنون به نحو چشمگیری در حال گسترش بوده اند.

تصویربرداری های مولکولی و علوم نانودر سطح آموزشی و دانشگاهی توانسته اند تحولی بزرگدر زمینه تصویربرداری تشخیصی ایجاد کنند.

معمولا از چند روش برای تشخیص قطعی بیماریها استفاده می شود.

نانو تکنولوژی اثر قابل توجهی بر بر این روشهای سنتی تصویربرداری ندارد . اما پیشرفتهای حاصل شده در زمینه ی بیوشیمی و زیست شناسی مولکولی باعث افزایش حساسیت و تخصصیتر شدن روش های فوق در سطح مولکولی شده است.

اطلاعات موجود در سطح مولکولی از جهت تشخیص زود هنگام و صحیح بیماریها بسیار مهم می باشند که به دنبال آن امکان درمان موفقیت آمیز بیماریها نیز فراهم می گردد.

مجموعه ای از مولکولهای تشخیص دهنده گاهی به همراه یک ترکیب درمانی به یک عامل انتقال دهنده متصل می شوند.این ماده ی حامل می تواند مولکولهای کوچک مانند گیرنده ها,لیگاندها,پپتیدها و یا حاملهای مصنوعی مانند نانو ذرات یا میکرو حبابها باشد. سیستم هدف گیری که یک فرآیند اتصالی و یا ملکولی متصل شونده ی ویژه است تعیین کننده ینحوه ی فرآیند تصویربرداری و یا درمان می باشد.این روش بنیادی فقط محدود به پزشکی هسته ای نمی باشدبلکه از آن در"ام آر آی" مافوق صوت و روشهای نوری نیز می توان استفاده کرد. [۱]

۱-۹ مروری بر تحقیقات گذشته

محاسبه خصوصیت نانو ذرات توسط افراد مختلفی و با روش‌های گوناگون انجام شده‌است. [۶]
باتوجه به اهمیت نانو ذرات در ابزارهای دقیق نوری،محاسبه ترازهای انرژی این ساختارها از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.لذا نانو ذرات با شکل‌های مختلف و پتانسیل‌های تحدیدی متفاوت به صورت تحلیلی وعددی مورد بررسی قرار گرفته و طیف انرژی آنها تعیین شده است.

از طرف دیگر نا خالصی بر ویژگی‌های نوری و الکتریکی ابزارهای ساخته شده از چنین ساختارهایی تاثیر می گذارد. از اینرو بررسی نانوذرات در حضور ناخالصی‌ها نیز دارای اهمیت به سزایی می‌باشد.
بررسی نانوذرات و سیم های کوانتومی با پتانسیل نامحدود توسط ماتسودا [۷] ، اشمیت [۸] و میلر [۹] و ... انجام شده است. ویژگی های نقاط کوانتومی با پتانسیل محدود توسط افراد متعددی بررسی گردیده است. نانو ذراتی با شکل های مختلف از قبیل مکعبی[۱۰] ، کروی [۱۱-۱۲] ، استوانه ای [۱۳-۱۴] و هرمی [۱۵] نیز مورد تحقیقات گسترده ای قرارگرفته است. در پژوهش های فوق از روش های متعددی از قبیل روش وردشی، اختلال ، روش p.k ، ... استفاده شده است.

در سال‌های اخیر نیز مطالعات نظری و تجربی بسیاری از خصوصیات وابسته به ساختارهای کوچک مقیاس گزارش شده است[۱۶-۱۷] . گزارش متعددی در مورد تأثیر قرار گرفتن ناخالصی در موقعیت مرکز، بر روی ویژگی‌های فیزیکی ارایه شده است [۱۸-۱۹]. اما مطالعات بر روی ناخالصی واقع در موقعیت‌های خارج از مرکز کمتر انجام شده است [۲۰-۲۱]. راسانن[1] و همکارانش [۲۲] نشان دادند که ناخالصی‌های خارج از مرکز، نقش اساسی در کنترل تک الکترون در نقاط کوانتومی بازی می‌کنند. فرییرا[2] وهمکارانش [۲۳] نیز نشان دادند که انرژی بستگی ناخالصی به طور قوی به موقعیت‌های

[1] *Rasanen*
[2] *Ferreyra*

ناخالصی در نقاط کوانتومی وابسته می‌باشد. هانگ[1] و همکارانش مطالعه عددی روی جنبه‌های دینامیکی نقاط کوانتومی ابرشبکه‌ای انجام دادند[۲۴]

۱-۱۰ مروری اجمالی بر فصل‌های بعد

در این پایان نامه قصد بررسی ویژگی‌های نانوذرات بیضوی و تاثیر ناخالصی ها در خصوصیات فیزیکی این سیستم ها را داریم.

در این پایان نامه هدف محاسبه تأثیر بارهای قطبشی بر انرژی بستگی ناخالصی در نقطه کوانتومی بیضی‌گون می‌باشد.

در این راستا فصل۲ را به معرفی انواع نانوساختارها،از قبیل نانوسیم‌هاو نانوذرات می-پردازیم.وهمچنین بحث مختصری در رابطه با روش وردشی بیان شده که روش محاسباتی مورد استفاده در این پایان نامه می‌باشد.

در فصل۳ انرژی بستگی نقطه کوانتومی بیضی‌گون در حضور و عدم حضور ناخالصی وهمچنین در حالت تطابق و عدم تطابق ثابت دی‌الکتریک محاسبه شده است

در فصل۴ به ترسیم و مقایسه نمودارهای انرژی بستگی بر حسب شعاع نقطه کوانتومی بیضی‌گون در حالت تطابق و عدم تطابق ثابت دی‌الکتریک پرداخته‌ایم .

در فصل۵ به بحث و نتیجه‌گیری در رابطه با داده‌های به دست آمده می‌پردازیم.

[1] *Huange*

فصل دوم
نانوساختارها

مقدمه

از آنجایی‌که در سال‌های اخیر استفاده از نانوساختارها در ابزارهای الکترونیکی و نوری گسترش وسیعی پیدا کرده‌است لذا آشنایی ومعرفی این ساختارها لازم به نظر می‌رسد.در این راستا در این فصل ابتدا به معرفی برخی نانو ساختارهای مورد نظر فیزیکدانان می‌باشند پرداخته وسپس به توضیح روش-های محاسباتی می‌پردازیم.

۲-۱ نانو ساختارها

مواد نانو ساختار به لحاظ اهمیت اساسی و پتانسیل های کاربردیشان در حوزه های مختلف شیمی، فیزیک، بیولوژی و علم مواد در سالهای اخیر به طور فزاینده ای مورد توجه قرار گرفته اند. در حوزه تجهیزات الکترونیکی ونوری،کوچک سازی و مینیاتوری کردن قطعات و افزایش چگالی ظرفیتی آنها، طیف گستردهای ازتحقیقات نانو فناوری را به خود اختصاص داده است. تکنیکهای متعددی جهت ساخت نانوساختارها توسعه یافته اند که از این میان می توان به لیتوگرافی اشعه الکترونی، رسوب بخار شیمیایی (CVD) و روشهای خودآرائی اشاره نمود. نانو ساختارها طبقه جدیدی از مواد را ارائه داده اند که دارای خواص متفاوتی در مقایسه با انواع مولکولی و ساختارهای توده ای حالت جامد هستند. وجود اثرات کوانتومی، رفتار منحصر به فردی که می تواند در قطعات جدید الکترونیکی، نوری، مغناطیسی و ترموالکتریکی مورد استفاده قرار گیرد را تشدید می کند .ساختارهای متعدد چاه کوانتومی جهت تمرکز مطالعات درسیستم های نانویی از شانس بیشتری برخوردارند. در این سیستم ها دستگاههای کاربردی به دو بعد محدود شده اند. در مقایسه، انتظار می رود نقاط کوانتومی صفر بعدی و نانوسیم های یک بعدی، حتی اثرات کوانتومی قویتری نیز داشته باشند[۲۵].

۲-۲ چاه کوانتومی

چاه کوانتومی یک لایه نیم رسانای بسیار نازک با گاف انرژی مشخص بوده که بین دو نیم‌رسانای دیگر باگاف انرژی بزرگتر قرار گرفته ، به طوری که در آن حرکت حامل‌های بار در یک راستا محدود و در دو راستای دیگر هیچ محدودیتی بر حرکت حامل‌ها وارد نمی‌شود. این سیستم‌ها را ساختارهای شبه دو بعدی نیز می‌نامند. در چاه کوانتومی ضخامت نیم‌رسانای با گاف کوچکتر باید از مرتبه طول موج دوبروی[1] حامل‌ها بوده ویا از پویش آزاد میانگین [2]آن‌ها بسیار کوچکتر باشد تا اثرات پیکر کوانتومی[3] در در این ساختار قابل ملاحضه شود.

از این روی ، ضخامت چاه کوانتومی از کسری از یک نانومتر تا ۱۰ الی ۲۰ نانومتر می‌باشد. از این سیستم کوانتومی در ساخت لیزرهای نیم‌رسانا به طور گسترده ای استفاده می‌شود.[۲۶]

۲-۳ نانو سیم‌ها (سیم‌های کوانتومی)

نانوسیم چیست؟

نانوسیم نانوساختاری با قطری در مقیاس نانومتر(۱۰-۹ متر) است. همچنین می‌توان نانوسیم‌ها را به عنوان ساختارهایی با ضخامت یا قطری در اندازه‌ی ده‌ها نانومتر یا کم‌تر، و طولی نامحدود تعریف کرد. اثرات مکانیک کوانتومی، در این مقیاس‌ها اهمیت می‌یابد - و منجر به ابداع واژه‌ی سیم کوانتومی شده است. انواع بسیار مختلفی از نانوسیم‌ها وجود دارند، شامل فلزی (مثل نیکل، پلاتین، طلا)، نیم رسانا (مثل سیلیسیم، ایندیوم فسفاید، نیترید گالیوم و ...)، و نارسانا .نانوسیم‌های مولکولی از واحدهای مولکولی تکرارشونده‌ی آلی (مثل دی‌ان‌ای) یا معدنی (Mo6S9-xIx) تشکیل شده‌اند.

شاید هنوز ساخت تراشه‌های کامپیوتری که برای ایجاد سرعت محاسباتی بالا به جای جریان الکتریسیته از نور استفاده می‌کنند، تشخیص انواع سرطان و سایر بیماریهای پیچیده فقط با گرفتن یک قطره خون، بهبود و اصلاح کارت های هوشمند و نمایشگرهای LCD ؛ تنها یک رویا برایمان باشد و این مسائل را غیر واقعی جلوه دهد اما محققین آینده قادر خواهند بود تمام این رویاها را به حقیقت تبدیل کنند و دنیایی جدید از ارتباطات و تکنولوژی را بواسطه معجزه نانوسیم ها به ارمغان آورند. تا کنون با نانوساختارهای مختلفی از جمله نانولوله‌های کربنی، نانوذرات و نانوکامپوزیت آشنا شده‌ا ید؛ یکی دیگر از نانوساختارهایی که امروزه مطالعات و تحقیقات بسیاری را به خود اختصاص داده است نانوسیم ها است. عموماً سیم به ساختاری گفته می‌شو د که در یک جهت (جهت طولی) گسترش داده شده باشد و در دو جهت دیگر بسیار محدود شده باشد. یک خصوصیت اساسی از این ساختارها که دارای دو خروجی می‌باشند رسانایی الکتریکی می‌با شد. با اعمال اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو انتهای این ساختارها و در امتداد طولی شان انتقال بار الکتریکی اتفاق می‌افتد.

---

[1] *Broglie Wavelenght*
[2] *Mean Free Pathde*
[3] *Quantum Size Effects*

ساخت سیم‌هایی در ابعاد نانومتری هم از جهت تکنولوژیکی و هم از جهت علمی بسیار مورد علاقه می‌باشد، زیرا در ابعاد نانومتری خواص غیر معمولی از خود بروز می‌دهند. نسبت طول به قطر نانوسیم ها بسیار بالا می‌با شد($L>>D$) .

مثال هایی از کاربرد نانوسیم ها عبارتند از :وسایل مغناطیسی، سنسورهای شیمیایی و بیولوژیکی، نشانگرهای بیولوژیکی و اتصالات داخلی در نانوالکترونیک مانند اتصال دو قطعه ابر رسانای آلومینیومی که توسط نانوسیم نقره صورت می گیرد.[۲۷]

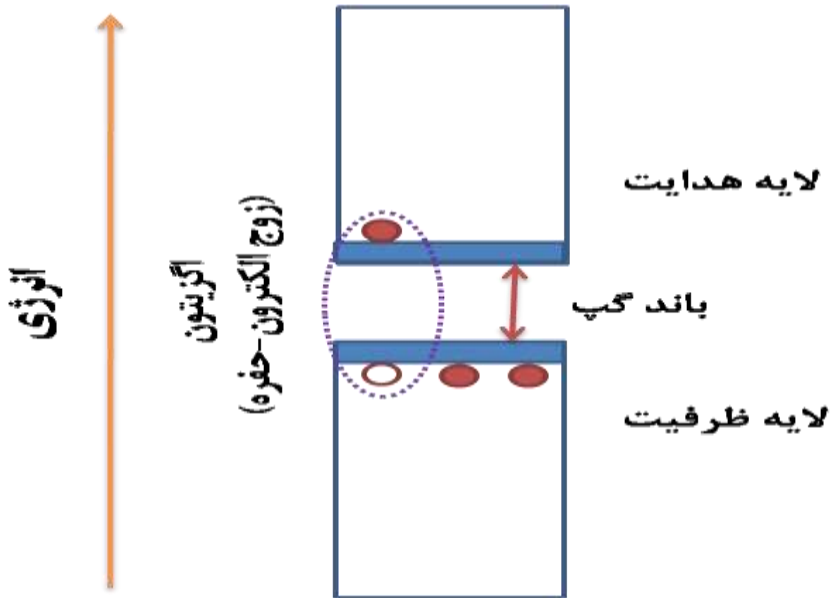
۲-۴ نقاط کوانتومی

نقطه کوانتومی در واقع یک نقطه از بلور نیم رسانا است که الکترون ها یا حفره ها یا هر دوی آنها را در سه بعد در بر می‌گیرد.در نقاط کوانتومی الکترون درست مثل وضعیت یک اتم موقعیت های گسسته ای از انرژی را اشغال می‌کند و به همین علت در مکانیک کوانتومی به آن لفظ «اتم های مصنوعی» نیز اطلاق می‌شود. در مقایسه با سیم کوانتومی که در دو بعد وچاه کوانتومی که در یک بعد هستند، نقاط کوانتومی نانو ساختارهای سه بعدی هستند. همچنین این ترکیبات به دلیل بازده کوانتومی بالا در مصارف اپتیکی و الکتریکی کاربرد زیادی دارند.[۲۸]

نقاط کوانتومی، بلور های نیمه هادی در ابعاد نانو (۱۰-۱ نانومتر) می باشند. این نانو ساختارها از ۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰ اتم تشکیل می شوند و اندازه آن ها با اندازه یک پروتئین درشت برابری می کند. ساختار نقاط کوانتومی به طور معمول به صورت پوسته-هسته می باشد.هسته که به طور معمول از عناصر گروه های II-VI و یا III-V جدول تناوبی تشکیل می شود توسط پوسته ای از جنس ترکیبات نیمه هادی پوشانده می شود. پوسته و هسته هر دو نیمه هادی هستند. نیمه هادی ها موادی هستند که هدایت الکتریکی آن ها حد واسط هدایت الکتریکی مواد هادی و نارسانا باشد. مکانیزمی که طی آن در یک ترکیب نیمه هادی هدایت ایجاد می شود، در شکل ۱ نشان داده شده است. الکترون ها که به صورت معمول در لایه ظرفیت قرار میگیرند، با جذب انرژی به لایه هدایت منتقل می شوند. به زوج الکترون-حفره ای که به این ترتیب ایجاد می شوند اکسایتون[۱] گفته می شود. این زوج از طریق نیروی جاذبه الکتروستاتیک در کنار هم نگه داشته می شوند. به تفاوت انرژی بین لایه ظرفیت و هدایت، گاف نواری[۲] گفته می شود. مقدار گاف نواری بسته به نوع ترکیب نیمه هادی متفاوت است. نقاط کوانتومی با اندازه‌های مختلف گاف نواری متفاوتی دارند. هر چه اندازه نقاط کوانتومی کوچکتر شود گاف نواری آن ها بزرگتر می گردد. در نتیجه برای برانگیخته کردن اندازه‌های کوچکتر به انرژی بیشتری (نور با طول موج کوتاهتر) نیاز است. به طور معمول گاف نواری پوسته در نقاط کوانتومی از گاف نواری هسته بزرگ تر می باشد. در صورتی که مقدار انرژی لازم برای انتقال الکترون از لایه ظرفیت به لایه هدایت در گستره ی ناحیه مرئی قرار بگیرد، نقاط کوانتومی را وابسته به اندازه‌ای که دارند می توان با رنگ های مختلف در محلول مشاهده کرد .[۲]

---

[1] *.Exciton*
[2] *.Band Gap*



نگاره ۲-۱: مکانیزم هدایت الکتریکی در یک ترکیب نیمه هادی

مطالعات در مورد ذرات کوانتومی در سال ۱۹۷۰ شروع شد و برای اولین بار درژانویه سال ۱۹۸۰، دو دانشمند به نام های افروس[۱] و الکسی اکیمو[۲] هنگام کار در انستیتو یوفه[۳] ، با این گروه از نانو ذرات نیمه هادی و خاصیت نوردهی آنها مواجه شدند. دقیقا چنین پدیده ای در همان سال در آمریکا ، وتوسط دکتر لوییس ای.بروس مشاهده شد. و مارک رید اصطلاح "نقطه کوانتومی را ابداع کرد.

برای اولین بار در سال ۱۹۸۲، دو محقق به نام های بروس[۴] وروزتی[۵]، نقاط کوانتومی را از جنس سولفید کادمیم (CdS) ساختند و در سال ۱۹۸۳ یک گروه تحقیقاتی نقاط کوانتومی از جنس CdTe و CdSe ساختند. در آگوست ۱۹۹۵ دکتر گات سیانت[۶] ویکی از دانشجویانش با طراحی روشی توانستند نانو پوسته ای از جنس ZnS تولید و نقاط کوانتومی را با آن بپوشانند،این کار منجر به افزایش کیفیت نقاط کوانتومی شد. در ۱۹۹۶ پاول الیریساتز[۷] مقاله ای درباره ی کاربرد این ذرات کوانتومی در علوم پزشکی ارایه داد. در ۱۷ اکتبر ۱۹۹۶ نقاط کوانتومی از جنس CdTe ساخته شد که قدرت حل شدن در آب را داشت.

سال ۲۰۰۲ نقطه عطفی برای نقاط کوانتومی بود. برای اولین بار دیوبرترت[۸] از نقاط کوانتومی برای برای مشاهده درون بدن استفاده کرد، برای این کار نقاط را با مسیل های فسفر لیپیدی پوشاند.[۲۹]

۲- ۴- ۱ نقاط کوانتومی چگونه کار می‌کنند؟

[1] .*Efros*
[2] .*Ekimov*
[3] .*Ioffe*
[4] . *Brus*
[5] . *Rosseti*
[6] .*Gute Sannet*
[7] .*Paul Alirisates*
[8] .*Dubertret*