دانشکده علوم

گروه علمی فیزیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته فیزیک حالت جامد

بررسی اثر برهمکنش الکترون-فونون بر روی چگالی حالات نانولوله زیگزاگ(۱۰,۰)

استاد راهنما:

دکتر حمزه موسوی

استاد راهنمای همکار:

دکتر علی اصغر شکری

نگارش:

مریم قادری

اسفند ۸۸

دانشگاه پیام نور مرکز تهران

دانشکده علوم

گروه علمی فیزیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته فیزیک حالت جامد

بررسی اثر برهمکنش الکترون-فونون بر روی چگالی حالات نانولوله زیگزاگ(۱۰,۰)

استاد راهنما:

دکترحمزه موسوی

استاد راهنمای همکار:

دکتر علی اصغر شکری

نگارش:

مریم قادری

اسفند ۸۸

نام خانوادگی دانشجو : قادری **نام** : مریم

عنوان پایان نامه: بررسی اثر برهمکنش الکترون- فونون بر روی چگالی حالات نانولوله زیگزاگ(۱۰،۰)

استاد راهنما : دکتر حمزه موسوی

استاد راهنمای همکار : دکتر علیاصغر شکری

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته** : فیزیک **گرایش** : حالت جامد

دانشگاه : پیام نور مرکز تهران

دانشکده : علوم **تاریخ فارغ التحصیلی** : ۸۸/۱۲/۲٤ **تعداد صفحه** : ۱۱۷

کلید واژهها :

نانولوله-نانولوله کربنی- نانولوله کربنی تک جداره- نانولوله کربنی چند جداره-چگالی حالات- تقریب تنگ بست- مدل هابارد-الکترون-فونون-برهمکنش-تابع گرین

چکیده :

هدف اصلی این پایاننامه بررسی اثر برهمکنش الکترون- فونون بر چگالی حالات نانولوله کربنی زیگزاگ(۰و۱۰) میباشد. در فصل اول فناوری نانو معرفی شده است . در فصل دوم ساختارهای کربنی شامل گرافیت ،الماس، نانولوله و فولرن مورد بحث قرار گرفتهاند. در فصل سوم به طور مشخص و مفصل به نانولولههای کربنی که شامل سه نوع آرمیچر، زیگزاگ، و کایرال میباشند پرداخته شده است . در فصل چهارم نانولولههای فلزی و نیمه - رسانا را با هم مقایسه کردیم. در فصل پنجم اثر برهمکنش الکترون- فونون بر نانولولههای تک جداره بررسی شده است . در فصل ششم تابع گرین دستگاه مربوطه را معرفی میکنم و با استفاده از آن و به کمک تقریب تنگ بست معادله حرکت را حل میکنیم ودر نهایت در فصل هفتم چگالی حالت را در حضور برهمکنش الکترون- فونون بدست میآوریم، البته بررسی نمودارها و مقایسه آنها را هم دراین فصل داریم.

فهرست

عنوان..... صفحه

فصل اول: فناوری نانو ۱

مقدمه ۲

۱-۱ فناوری نانو چیست؟ ٤

۱-۱-۱ تعاریف مختلف فناوری نانو..... ٤

۱-۱-۲ برخی اهداف فناوری نانو..... ٤

۱-۲ اهمیت نانو ابعاد ٤

۱-۳ تفاوت فناوری نانو با فناوری دیگر..... ٥

۱-٤ عناصر پایه..... ٥

۱-٥ شاخه های فناوری نانو..... ٦

۱-٥-۱ نانو فناوری مرطوب..... ٦

۱-٥-۲ نانو فناوری خشک..... ٦

۱-٥-۳ نانو فناوری محاسباتی ٦

۱-٦ روشهای ساخت در فناوری نانو ۷

۱-۷ نتیجه گیری ۷

فصل دوم: ساختار کربن..... ۸

۲-۱ مقدمه..... ۹

۲-۲ کربن..... ۹

۲-۳ انواع شکلهای کربن ۱۱

۲-۳-۱ گرافیت (یکی از نرم ترین مواد) ۱۲

۲-۳-۲ الماس (سخت ترین کانی شناخته شده) ۱٤

۲-۳-۳ فولرین..... ۱٦

۲-٤ نتیجه گیری ۱۷

فصل سوم: نانولولههای کربنی..... ۱۸

۳-۱ مقدمه ۱۹
۳-۲ نانولولههای کربنی ۱۹
۳-۳ انواع نانولولههای کربنی ۲۰
۳-٤ بردارهای کایرال نانولولههای ۲۲
۳-۵ شعاع نانولولههای کربن ۲۳
۳-۵ زاویه کایرال در نانولولههای کربنی ۲٤
۳-٦ ساختار هندسی نانولولههای کربنی ۲۵
۳-۸ دسته بندی نانولوله بر اساس لوله شدن صفحه گرافن ۲۹
۳-۸-۱ نوع زیگزاگ ۲۹
۳-۸-۲ نوع صندلی ۳۰
۳-۸-۳ نوع نا متقارن یا کایرال ۳۱
۳-۹ بررسی شبکه گرافن و وارون آن: ۳۵
۳-۹-۱ شبکه براوه ۳۵
۳-۹-۲ طبقه بندی شبکههای براوه ۳۵
۳-۹-۳ یافته واحد بسیط ۳٦
۳-۹-٤ یافته واحد قراردادی ۳٦
۳-۹-۵ یافته بسیط ویگز-سایتز ۳۷
۳-۹-٦ شبکه وارون ۳۷
۳-۹-۷ منطقه اول بریلوئن ۳۸
۳-۱۰ محاسبات مربوط به شبکه گرافن مستقیم و شبکه وارون ۳۸
۳-۱۱ محاسبه ساختار باند برای همسایه اول: ٤۱
۳-۱۲ رابطه پاشندگی انرژی برای نانولوله زیگزاگ ٤۳
۳-۱۳ نتیجه گیری ٤۵
فصل چهارم: نانولوله فلزی و نیمه رسانا ٤۷
٤-۱ مقدمه ٤۷
٤-۲ نانولوله فلزی و ساختار نوارآن ٤۷
٤-۳ نانولولههای نیمه رسانا و ساختار نوارآن ٤۸

٤-٤ مقایسه ساختار نوار نانولوله فلزی و نیمه رسانا..... ٤٩
٤-٥ نانولوله به عنوان رسانا..... ٥٠
٤-٦ نانو به عنوان ترانزیستور ٥١
٤-٧ ساختار الکترونی نانولولهها..... ٥١
٤-٨ نانولوله به عنوان یک فلز تک بعدی..... ٥٢
٤-٩ نقصهای ایجاد شده در نانولوله ٥٣
٤-١٠ ناخالصی در نانولوله ٥٤
٤-١١ نتیجه گیری..... ٥٤
فصل پنجم: برهمکنش الکترون- فونون..... ٥٦
٥-١ مقدمه..... ٥٦
٥-٢ الکترون..... ٥٦
٥-٣ انتقال الکترونها..... ٥٧
٥-٤ گسیل الکترون ٥٧
٥-٦ انواع الکترونها..... ٥٨
٥-٦-١ الکترون آزاد..... ٥٨
٥-٦-٢ الکترون اوژه..... ٥٨
٥-٦-٣ الکترون ظرفیت یا الکترون والانس..... ٥٨
٥-٦-٤ الکترون رسانش..... ٥٨
٥-٧ مدل گاز آزاد فرمی..... ٥٩
٥-٨ خواص الکترونی..... ٥٩
٥-٩ سرعت سوق الکترون..... ٥٩
٥-١٠ اسپین الکترون ٦٠
٥-١١ پراش الکترون..... ٦٠
٥-١٢ فونونها ٦٠
٥-١٣ فرضیه دبای..... ٦١
٥-١٤ فونون اپتیکی و اکوستیکی ٦٢

۵-۱۵ مسیر آزاد میانگین فونون..... ٦٢
۵-١٦ اندازه حرکت فونون ٦٣
۵-۱۷ انرژی فونون..... ٦٣
۵-۱۸ انتقال بالستیکی..... ٦٤
۵-۱۹ قدرت جفت شدگی الکترون – فونون..... ٦٦
۵-۲۰ برهمکنش الکترون- فونون و جریان اشباع..... ٦٧
۵-۲۱ ظرفیت حمل جریان – جریان اشباع ٦٨
۵-۲۲ برهمکنش الکترون – فونون ۷۰
۵-۲۳ برهمکنش الکترون – فونون در گرافن ، گرافن دو لایه و گرافیت..... ۷۱
۵-۲٤ برهمکنش الکترون– فونون در نانولولههای تک جداره..... ۷۲
۵-۲۵ ابررسانایی و نقش بر همکنش الکترون – فونون ۷٤
۵-۲٦ نظریه میکروسکوپی ابررسانایی..... ۷٦
۵-۲۷ نتیجه گیری..... ۷۷
فصل ششم: محاسبه تابع گرین و تقریب تنگ بست..... ۷۸
٦-۱ مقدمه..... ۷۹
٦-۲ مدل هابارد..... ۷۹
٦-۳ تقریب تنگ بست..... ۸۰
٦-٤ هامیلتونی در مدل هابارد..... ۹۱
٦-۵ عملکرد ترتیب زمانی..... ۹۲
٦-٦ محاسبه تابع گرین..... ۹۳
٦-۷ چگالی حالات..... ۱۰٤
٦-۸ نتیجه گیری..... ۱۰۷
فصل هفتم: نتایج و بررسی نمودارها..... ۱۰۸
۷-۱ مقدمه..... ۱۰۹
۷-۲ رابطه گاف انرژی با قطر نانولوله ۱۰۹
۷-۳ نتیجه گیری ۱۱۷

فهرست شکلها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- اوربیتالهای هیبریدی ۱۰
شکل ۲-۲- پیوند π بین دو رابیتال P ۱۱
شکل ۲-۳- نمایی از پیوندهای π،δ ۱۱
شکل ۲-٤- انواع پیوندهای اتم کربن ۱۱
شکل ۲-٥- چهارساختار مختلف کربن ۱۲
شکل ۲-٦- گرافیت ۱۲
شکل ۲-۷- اربیتالهای گرافیت ۱۳
شکل ۲-۸- الماس ۱٤
شکل ۲-۹-اربیتال-های الماس ۱٥
شکل ۲-۱۰-فولرن ۱٦
شکل ۳-۱- ایجاد نانولوله ۱۹
شکل ۳-۲- نانولولهکربنی تک دیواره و چنددیواره ۲۰
شکل ۳-۳-انتهای نانولوله ۲۱
شکل ۳-٤- نانو هورون کربنی تک دیواره ۲۲
شکل ۳-٥- زاویه بین بردارهای یکه در صفحه گرافن ۲۲
شکل ۳-٦-کوتاهترین مسیرهای بردارهای کایرال ۲۳
شکل ۳-۷-روابط میان اضلاع یک مثلث ۲۳
شکل ۳-۹- تصویر بردار کایرال روی محورهای افقی وعمودی ۲٤
شکل۳-۱۰-شبکه لانه زنبوری گرافن ۲٥
شکل ۳-۱۱- بردار محیط لوله ۲٦
شکل ۳-۱۲- هم ارزی دو بردار c_1, c_2 ..... ۲۷
شکل ۳-۱۳- برقراری شرط $n۲ \geq n۱$ در صفحه گرافن ۲۸
شکل ۳-۱٤- نانولولههای مختلف ۲۸
شکل ۳-۱٥- نانولوله زیگزاک 29
شکل ۳- ۱٦- نانولوله مهندسی ۳۰

شکل ۳-۱۷- نانولوله کایرال. . . ۳۱
شکل ۳-۱۸-انواع نانولوله ۳۱
شکل ۳-۱۹-یک لایه از گرافیت ۳۸
شکل ۳-۲۰-یک شش ضلعی از صفحه گرافن ٤۰
شکل ۳-۲۱- شبکه لانه زنبوری که براوه شده ٤۱
شکل ۳-۲۲-ارتباط بین بردارهای پایه در گرافن ٤۲
شکل ۳-۲۳- ناحیه بریلوئن برای نانولولههای مختلف ٤٤
شکل۳-۲٤- رابطه پاشندگی برای نانولولههای مختلف ٤٤
شکل٤-۱-نانولوله فلزی ٤۷
شکل ٤-۲-ساختار باند نانولوله فلزی ٤۸
شکل ٤-۳-نانولوله نیمهرسانا ٤۸
شکل ٤-٤- ساختار باند نانولوله نیمهرسانا ٤۹
شکل٤-۵- ساختار باند نانولوله فلزی (۵و۵)و نیمه رسانای (۰و۱۰) ٤۹
شکل ٤-٦-باند ظرفیت و باند رسانش در گرافیت ٤۹
شکل ٤-۷- ساختار باند دو بعدی نانولوله فلزی و نانولوله نیمهرسانا ۵۰
شکل ٤-۸-قرار دادن لوله بین دو الکترود ۵۱
شکل٤-۹- حرکت الکترود در نانو لوله ۵۲
شکل ٤-۱۰- حرکت الکترون در نانولوله تک دیواره ۵۲
شکل ۵-۱- ارتعاشات در یک مد ٦۱
شکل ۵-۲- بالستکی برحسب انرژی فرنون برای نانولوله کربنی ٦۳
شکل ۵-۳- طیفی از جریان سورس و دراین ٦٤
شکل ۵-٤-انتقال بالستیکی در سیستم نانولوله فلز کوتاه ٦۵
شکل ۵-۵- بالستیگی برحسب قدرت جفت شدگی برای نانولوله ٦۷
شکل۵-٦- طیفی از جریان سورس و دراین ٦۷
شکل ۵-۷- اشباع جریان در یک نانولوله فلزی ٦۸
شکل ۵-۸- مقایسه انتقال بالستیگی وانتقال قابل پراکندگی در یک نمونه نانولوله کربنی ٦۹
شکل ۵-۹- ساختار نواری برای گرافن و گرافن دو بعدی در حضور برهمکنش ۷۲

شکل ۵-۱۰- چگالی حالات نمونههای کاغذی باکی بال..... ۷٤
شکل ٦-۱-همپوشانی ترازهای سدیم..... ۸۱
شکل٦-۲- حالتهای اوربیتالی اتم سدیم. ۸۵
شکل ٦-۳- پتاسیم برحسب فاصله..... ۸۷
شکل۷-۱-چگالی حالت الکترونی برای فاصله گرافت دو بعدی..... 109
شکل۷-۲- نمودار مربوط به صفحه گرافن..... 111
شکل ۷-۳-چگالی حالات نانولوله زیگزاگ(۰و۱) برحسب انرژی..... 111
شکل ۷-٤- چگالی حالات نانولوله (۰و۱۰) برحسب انرژی در حضور برهمکنش با قدرت۱٪..... 112
شکل ۷-۵-چگالی حالات نانولوله (۰و۹) برحسب انرژی در حضور برهمکنش با قدرت ۱٪..... 113
شکل ۷-٦- چگالی حالات نانولوله زیگزاگ (۰و۱۰)برحسب انرژی با قدرت برهمکنش۲٪..... 114
شکل۷-۷-چگالی حالات نانولوله فلزی (۰و۹) برحسب انرژی با قدرت بر همکنش۲٪..... 114
شکل ۷-۸-چگالی حالات نانولوله (۰و۱۰)بر برحسب انرژی با قدرت بر همکنش٤٪..... 115
شکل۷-۹-چگالی حالات نانو لوله (۰و۹)برحسب انرژی با قدرت بر همکنش٤٪..... 115
شکل۷-۱۰-چگالی حالات نانولوله (۰و۱۰)برحسب انرژی با سه قدرت بر همکنش..... 116
شکل ۱۰-۱۱-چگالی حالات نانولوله (۰و۱۰)برحسب انرژی با سه قدرت بر همکنش..... 117

بسم الله الرحمن الرحيم

فصل اول

فناوری نانو

مقدمه :

فناوری (تکنولوژی)، شیوه و شگرد ساخت و کاربرد ابزار، دستگاهها، مادهها و فرآیندهایی است که گرهگشای دشواریهای انسان است. فناوری یک فعالیت انسانی است و از همین رو هم از دانش و هم از مهندسی دیرینهتر است. بر این پایه واژه فناوری اغلب به نوآوریها و نو ابزارهایی اشاره دارد که از اصول و فرآیندهای تازه یافته دانش بهره میگیرند. فناوری همان تسلط و تبحر انجام کار است. فناوری توانایی انجام کار در تمامی سطوح و زمینههاست. یعنی طراحی، ساخت، استفاده و تعمیر و نگهداری و تحقیق و توسعه و غیره انجام میشود. فناوری یعنی تکنولوژی، که از دو لغت یونانی تکنو[۱] و لوژیک[۲] تشکیل شده است که اولی به معنی هنر و دومی به معنی علم و دانش است. تکنولوژی یا فناوری به معنای کاربرد منظم معلومات علمی دیگر آگاهیهای نظام یافته برای انجام وظایف عملی است , به بیان سادهتر، تکنولوژی کاربرد عملی دانش و ابزاری برای کمک به تلاش انسان است و تاثیر بسزایی بر توسعه جوامع بشری دار د, امروزه نانوتکنولوژی را در خط مقدم تحقیقات به عنوان یک عامل تاثیر گذار در علم، فناوری و صنعت میشناسند ، و آن را اساسیترین فناوری در دسترس بشر به حساب میآورند که قادر است در دههای آینده تحول عظیمی در زندگی جوامع- انسانی ایجاد کند. نانوتکنولوژی،توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستمهای جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح ملکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر میشود . هدف اصلی اکثر تحقیقات نانوتکنولوژی شکلدهی ترکیبات جدید، یا ایجاد تغییراتی در مواد موجود است. از آنجا که تکنولوژی در قرن گذشته د ر هر چه ریزتر کردن دانههای بزرگتر پیشرفت چشمگیری داشته به مزاح گفته شد که دیگر کشف ذرات ریزاتمی[۳] نه تنها جایزه نوبل ندارد، بلکه به آن جریمه هم تعلق میگیرد . تکنولوژی نو در قرن حاضر مسیر عکس را طی میکند یعنی مواد فوق ریز را باید ترکیب کرد تا دانههای بزرگتر کار آمد به وجود آورد. درست همان روشی که در طبیعت برای تولید کردن حاکم است , مجموعه های طبیعی، ترکیبی از دانههای فوق ریز قابل تشخیص با خواص مشابه و یا متفاوت با اندازههایی در حدود نانو است. در واقع نانوتکنولوژی فناوری جدیدی است که تمام دنیا را فرا گرفته است و به تعبیر دقیقتر "نانوتکنولوژی بخشی از آینده نیست بلکه همه آینده است". و از همین تعریف ساده بر میآید که نانو تکنولوژی یک رشته جدید نیست بلکه رویکرد جدیدی در تمام رشتههاست. برای نانوتکنولوژی کاربردهایی را در حوزههای مختلف از غذا، دارو، تشخیص پزشکی و بیوتکنولوژی تا الکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات، ح مل و نقل، انرژی، محیط زیست، مواد، هوافضا و امنیت ملی برشمردهاند.

---

[۱] techno
[۲] logic
[۳] sub-atomic

کاربردهای وسیع این عرصه به همراه پیامدهای اجتماعی، سیاسی و حقوقی آن، این فناوری را به عنوان یک زمینه فرارشتهای و فرابخش مطرح نمودهاست. اولین جرقه فناوری نانو(البته در آن زمان هنوز به این نام شناخته نشده بود) در سال ۱۹۵۹ زده شد. چهل و نه سال پیش ریچارد فاینمن [۱] متخصص کوانتوم نظری و دارنده جایزه نوبل، در سخنرانی معروف خود با "عنوان فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد" اساس تفکر کوچک شدن اجسام بزرگ صنعتی را ایجاد و به دنبال آن در اواسط دهه ۷۰، اریک درکسلر [۲] نسبت به وسایل بسیار کوچک فاینمن علاقهمند شده بود و قصد داشت تا در مورد تواناییهای آنها به کاوش بپردازد و نام (نانوتکنولوژی) را بر ایدههای جدید خود که برگرفته از نظر فاینمن بود انتخاب کرد. نانو تکنولوژی به ما اجازه میدهد تا اجزاء و ترکیبات را داخل سلولها قرار داده و مواد جدیدی را با استفاده از روشهای جدید خود اسمبلی بسازیم. در روش خود اسمبلی به هیچ روبات یا ابزار دیگری برای سرهم کردن اجزاء نیازی نیست. این ترکیب پر قدرت علم مواد بیو - تکنولوژی به فرایندها و صنایع جدیدی منتهی خواهد شد. نشان داده شده است که مواد گرافیتی در مقابل سایش در برابر محیطهای شیمیایی حاضر در بدن مقاومت میکنند. این مطلب استفاده از نانولوله های کربنی به عنوان ماهیچه مصنوعی را پیشنهاد میکند. نانولولههای کربنی [۳] میتوانند به منظور انتقال دارو نیز بکار گرفته شوند. میتوان آنها را در محلهایی که بدون ایجاد آسیب دیدگی به دارو نیاز دارند، قرار داد سپس این مواد، دارو را در طول زمان به آرامی رها میکنند. این مواد برای آزمایشهای سلولی نیز مورد توجه میباشند. به این ترتیب که میتوان از آنها به عنوان نانوپیت [۴] جهت انتقال حجم بسیار کوچکی از ماده یا گاز به داخل سلولهای زنده یا روی سطح آ نها استفاده شوند. همچنین تصور میشود که بتوان از این مواد به عنوان محیطی برای قراردادن وسایل تشخیص دهنده بیماریها استفاده نمود. برای دست یافتن به کاربردهای ذکر شده باید بتوان این مواد را در مقیاس انبوه تولید کرد همچنین باید راههایی جهت کنترل کیفیت نانولولههای رشد داده شده یافت. در طول چند سال اخیر پیشرفتهایی در زمینه بهسازی رشد حاصل شده است که در نتیجه آن ساخت نمونههای تقریبا یکنواخت با راندمان بالا میسر شده است. در این پایان نامه فصل اول درباره فناوری نانو صحبت شده است. در فصل دوم به معرفی ساختارهای کربنی میپردازیم و در فصل سوم و چهارم نانولولههای کربنی را مورد بررسی قرار میدهیم و فصل پنجم را به اثر برهمکنش الکترون- فونون اختصاص میدهیم در ادامه در فصل ششم به بررسی مدل هابارد و تقریب تنگبست پرداخته و معادله حرکت دستگاه را برحسب تابع گرین می نویسیم.

---

۱ Richard Feynman
۲ Eric Dlexer
۳ Carbon Nano Tube
4 Nano Pit

۱-۱ فناوری نانو چیست ؟

از اهداف مهم فناوری نانو و شاید مهمترین آنها، 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 نمیکند. تا چند سال پیش راه دستکاری و جابجاکردن تک مولکولها و ساختارهای نانویی یک طرفه 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... آن قدر کوچک میکردیم تا به قطعه نهایی برسیم. به عبارت دیگر روش تولید ساختارهای کوچک، از نوع بالا به پایین بود.

۱-۱-۱ تعاریف مختلف :

۱- فناوری نانو عبارت است از هنر دستکاری مواد در مقیاس اتمی یا مولکولی و به خصوص ساخت قطعات و لوازم میکروسکوپی مانند روباتهای میکروسکوپ.

۲- فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزار و سیستمهای جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی در استفاده از خواص آنهاست که در آن سطوح ظاهر میشود. فناوری نانو یک رشته نیست، بلکه رویکردی جدید درتمام رشتههاست.

۳- فناوری نانو، فناوری است که بر پایه دستکاری تک تک اتمها و مولکولها استوار است بدین منظور که بتوان ساختاری پیچیده را با خصوصیات اتمی تولید کرد.

۱-۱-۲ برخی اهداف فناوری نانو:

۱-توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی، مولکول و یا ماکرومولکولی در مقیاس اندازههای ۱ تا-۱۰۰ نانومتر.

۲- خلق و استفاده از ساختارها، ابزار و سیستمهایی که به خاطر اندازه کوچک آنها، خواص و عملکرد جدیدی دارند.

۳- توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی

۱-۲- اهمیت نانو ابعاد

۱- خصوصیت مواد در اندازههای نانومتری دچار تغییراتی میشود و یا طراحی مواد نانومتری تغییر در - خصوصیات ماکروسکوپیک و میکروسکوپیک ماده مانند رنگ، خواص مغناطیسی دمای ذوب و... بدون تغییر ترکیبات شیمیایی آن ممکن میشود.

۲- ازجمله خصوصیت مواد بیولوژیکی و زنده، سازماندهی منظم آنها در ابعاد نانومتری است و توسعه در زمینه نانو فناوری به ما اجازه خواهد داد که چیزهای نانو ابعادی ساخت بشر را در داخل سلولهای

زنده قرار دهیم. همچنین این کار باعث خواهد شد که با استفاده از خود چینی طبیعت بتوانیم مواد جدیدی بسازیم.

۳- ترکیبات نانومتری دارای نسبت سطح به حجم بسیاری زیادی هستند (حجم کمی دارند اما سطح زیادی را پوشش میدهند) و لذا استفاده از آنها در مواد کامپوزیتی دارو رسانی در بدن و ذخیره انرژی به شکل شیمیایی (مانند گازطبیعی وهیدروژن) بسیار ایدهآل خواهد بود.

٤- سیستمهای ماکروسکوپیک شناخته شده از نانوساختارها میتوانند چگالی بسیار بیشتری نسبت به مواد ساخته از میکروساختارها داشته باشند و همچنین هدایت الکتریکی بهتری دارند. با استفاده از بر همکنش نانوساختارها و مفاهیم جدید در ابزارها یا الکترونیکی، مانند مدارهای کوچکتر سریعتر، کارآیی بسیار پیشرفته و مصرف برق بسیار کمتر پدید میآید [۱].

۱- ۳ تفاوت فناوری نانو با فناوری دیگر

در فناوری نانو تنها کوچک بودن اندازه مدنظر نیست بلکه زمانی که اندازه مواد در این مقیاس قرار می گیرند خصوصیات ذاتی آنها از جمله رنگ، استحکام، مقاومت در برابر خوردگی و غیره.... تغییر مییابد. در واقع اگر بخواهیم تفاوت این فناوری را با فناوریهای دیگر بیان کنیم، میتوانیم وجود(عناصرپایه) را به عنوان یک معیار ذکر کنیم. عناصر پایه در حقیقت همان عناصر نانو مقیاسی هستند که خواص آنها در حالت نانومقیاس با خواصشان در مقیاس بزرگتر فرق میکند.

۱-٤ عناصرپایه

۱- نانوذرات

اولین و مهمترین عنصر پایه، نانوذره است. منظور از نانوذره، ذراتی با ابعاد در حدود ۱تا۱۰۰ نانومتر و در هر سه بعد میباشد. نانوذرات میتوانند از مواد مختلفی تشکیل شوند. مانند نانوذرات فلزی ،سرامیکی و غیره.

۲- نانولولههای کربنی

این عنصرپایه در سال ۱۹۹۱ توسط دانشمند ژاپنی کشف شد و در حقیقت لولههایی از جنس گرافیت میباشند. این نانولولهها دارای اشکال و اندازههای مختلفی هستند و میتوانند تک دیواره یا چند دیواره باشند. این لوله خواص بسیار جالبی دارند که منجر به ایجاد کاربردهای قابل توجهی از آنها شده است.

۱-۵ شاخه های فناوری نانو :

فناوری نانو منحصر به یک رشته خاص نیست، بلکه رشتهای میان رشتهای است یعنی به علوم مختلف وابسته است و با استفاده از پیشرفتهای علوم مختلف میتوان به پیشرفتهای فناوری نانو دست یافت. بنابراین کاربردهای متفاوتی را میتوان برای این فناروی متصور شد. مانند کاربردهای الکترونیکی پزشکی، زیستی و غیره.... که از نظر رشتهای ارتباط خاصی با یکدیگر ندارند. لذا ممکن است فناوری نانو رشتهای کاملا گسسته به نظر آید که موضوعات آن هیچ ارتباطی با هم ندارند. برخی محققان فناوری نانو را به سه رشته تقسیمبندی میکنند که عبارتند از:

۱- نانوفناوری مرطوب

۲- نانوفناوری خشک

۳- نانوفناوری محاسباتی

۱-۵ - ۱ نانوفناروی مرطوب

این شاخه به مطالعه سیستمهای زندهای میپردازد که اساسا در محیطهای آبی وجود دارند. دراین شاخه ساختمان مواد ژنتیکی، غشاءها و سایر ترکیبات سلولی در مقیاس نانومتر مورد مطالعه قرار میگیرند . پژوهشگران موفق شدهاند ساختارهای زیستی فراوانی تولید کنند که بتوان نحوه عملکرد آنها را درمقیاس نانویی کنترل کرد. این شاخه در برگیرنده علوم پزشکی، و به طور کلی علوم و روشهای مرتبط با زیست فناوری است.

۱-۵- ۲ نانو فناوری خشک :

این شاخه از علوم پایه مانند شیمی و فیزیک مشتق میشود و به مطالعه ساختارهایی از مواد مانند کربن، سیلیکون و مواد غیرآلی و فلزی میپردازد. نکته قابل توجه این است که الکترونهای آزاد که در فناوری مرطوب موجب انتقال مواد انجام واکنشها میشوند در فناوری خشک خصوصیات ماده را پدید میآورند. در نانوفناوری خشک کاربرد مواد نانویی در الکترونیک، مغناطیس و ابزارهای نوری مورد مطالعه قرار میگیرد. برای مثال طراحی و ساختن میکروسکوپهایی که بتوان با استفاده از آنها مواد را در ابعاد نانومتر مورد مطالعه قرارداد.

۱-۵-۳ نانوفناوی محاسباتی :

در بسیاری از مواقع ابزار آزمایشگاهی موجود برای انجام برخی از آزمایشهایی نانومتر یک مناسب نیستند و لذا در موادی چنین، از رایانهها برای شبیه سازی فرآیندها و واکنشهای اتمها و مولکولها استفاده میشود. شناختی که بوسیله محاسبه بدست میآید، باعث میشود که زمان لازم برای پیشرفت

نانوفناوری خشک بطور محسوسی کاهش مییابد و البته تاثیر مهمی در نانوفناوری مرطوب نیز خواهد داشت.

۱-٦ روشهای ساخت در فناوری نانو

اصولا دو فناوری نانو در روش برای ساخت محصولات نانویی وجود دارد.

الف) روش پایین به بالا:

منظور از پایین به بالا، چینش اتم به اتم، مولکول به مولکول از یک ماده کنار هم بطور دلخواه جهت ایجاد و ساخت مواد جدید نانومتری است. در این روش که خود شامل شیوههای مختلف تولید است، مواد جدید با چینش اتمی خاص و منحصر به فردی میتوانند ساخته شوند.

ب) روش بالا به پایین :

در این روش برای رسیدن به نانو مواد، باید ذرات و ترکیبات بزرگتر ماده را با استفاده ا ز روشهای متداول مانند خرد کردن در چند مر حله به مواد در مقیاس نانومتری را تولید کنند. خود چینی عبارت است از جذب اتمها و مولکولهای مواد بطور هوشمندانه توسط خود آنها و بصورت خود به خودی به منظور ایجاد ساختار به هم پیوسته و منظم کنند[۱].

۱-۷ نتیجهگیری:

به طور کلی فناوری نانو عبارت است ازکاربرد ذرات در ابعاد نانو،و یک نانومتر یک میلیاردم متر استکه از دو مسیر به این ابعاد می توان دسترسی پیدا کرد یک مسیر دسترسی از بالا به پایین ودیگری طراحی وساخت از پایین به بالا است .نانومتر یک واحد اندازهگیری است برابر با $۱۰^{-۹}$ متر و تمام اشیاء و موجوداتی که اندازه آنها در حد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است، اشیاء و موجودات نانو مقیاس نامیده می‌شوندموضوع جذابیت مقیاس نانو نیز مربوط به خواص مواد است. یافته‌های دانشمندان نشان می‌دهد که خواص مواد در مقیاس نانو بسیار متفاوت از مقیاس ماکرو است. به عبارت دیگر اگر ذراتِ یک ماده خاص را در حد چند نانومتر (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) کوچک کنیم، این ذرات ویژگی‌های متفاوتی با ذرات بزرگ اولیه خواهند داشت. این در حالی است که کوچک‌کردن ذزات یک تغییر فیزیکی است و ما انتظار نداریم که با این تغییر فیزیکی، ویژگی‌های اصلی ماده تغییر کند. این امر سبب گردیده مقیاس نانو بیش از سایر مقیاس‌ها مورد توجه قرار گیرد.

.

.

فصل دوم

ساختارهای کربن