دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده علوم، گروه فیزیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد(M.Sc)

گرایش: اتمی و مولکولی

عنوان:

تولید نانوذرات از هدف روی در محلول پلیمری به روش لیزرکندگی با انرژی پالس متوسط و بررسی خواص اپتیکی آن ها

استاد راهنما:

دکتر شمس الزمان فرامرزی

استاد مشاور:

دکتر بابک ژاله

پژوهشگر:

حسین اکبریان بافقی

زمستان ۱۳۹۰

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید. این مجموعه حاصل زحمات و همکاری گروهی از اساتید و دوستان عزیزی است که اینجانب را در تمام مراحل تحقیقات یاری نموده اند. اکنون که این پروژه به پایان رسیده است، بر خود لازم میدانم که از استاد فرهیخته و فرزانه سرکار خانم دکتر شمس الزمان فرامرزی عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز که با نکته های دلاویز و گفته های بلند، صحیفه های سخن را علم پرور نمود و همواره راهنما و راهگشای نگارنده در اتمام و اکمال پایان نامه بوده است تقدیر و تشکر کنم. همچنین از زحمات بی شائبه استاد گرانقدر جناب آقای دکتر بابک ژاله عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینای همدان تشکر ویژه ای دارم. داشتن آرزوی سلامت و سعادت برای این دو بزرگوار تنها گوشه ای از احساسی است که می توانم به ایشان تقدیم کنم.

از زحمات استاد گرانقدر جناب آقای دکتر حمیدرضا شیروانی مهدوی عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز که با صبر و حوصله فراوان در طول انجام آزمایشات در کنارمان بودند تشکر و قدردانی می کنم.

از سرکار خانم شیوا باجلان به خاطر همیاری و همکاری او در تمامی مراحل کار سپاسگزارم.

از مسئولین گرامی آزمایشگاه فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز سرکار خانم کمالی و جناب آقای شجاعی که همواره کمال همکاری و همیاری را داشته اند نهایت سپاس را دارم.

سرانجام از مادر عزیز، دلسوز و مهربانم که آرامش روحی و آسایش فکری فراهم نمودند تا با حمایت های همه جانبه در محیطی مطلوب مراتب تحصیلی و نیز پایان نامه را به اتمام برسانم سپاسگزاری می نمایم.

تقدیم به:

روح پاک پدرم

و

مادر دلسوز و مهربانم

که سجده ی ایثارش گل محبت را در وجودم پروراند و

دامان گهربارش لحظه های مهربانی را به من آموخت.

فهرست مطالب

عنوان.....**صفحه**

فصل اول : مقدمه ای بر نانوتکنولوژی

۱-۱ نانو چیست ؟ ۳

۱-۲ نانوتکنولوژی چیست ؟ ۳

۱-۳ عناصر پایه در فناوري نانو ۵

۱-۳-۱ نانوذره ۵

۱-۳-۱-۱ کاربردها ۵

۱-۳-۱-۲ روش های ساخت ۶

۱-۳-۱-۳ تعیین مشخصات ۷

۱-۳-۲ نانو کپسول ۷

۱-۳-۲-۱ روشهاي ساخت ۷

۱-۳-۲-۲ انواع نانوکپسول‌ها ۸

۱-۳-۳ نانولوله کربنی ۸

۱-۳-۳-۱ انواع نانولوله های کربنی ۹

۱-۴ پیشینه نانو تکنولوژی ۱۰

۱-۵ بازار نانوتکنولوژی ۱۱

۱-۶ چرا نانوتکنولوژی؟ ۱۲

فصل دوم : کندگی لیزری

مقدمه ۱۷

۲-۱ مقدمه ای بر لیزر کندگی ۱۷

۲-۲ سیر تاریخی ۱۸

۲-۳ لیزرهای مورد استفاده درفرسایش لیزری ۲۰

۲-۴ فرایندهای فرسایش لیزری ۲۱

۲ـ۵ مزایا و معایب استفاده از روش لیزر کندگی ۲۲
۲ـ۶ برخی از کاربرد های فرسایش لیزری ۲۳
۲ـ۷ـمعرفی ، اهمیت تکنولوژیک و کاربردهای لایه های نازک اکسید روی ۲۴
۲ـ۸ـویژگی های فیزیکی اکسید روی..... ۲۵
۲ـ۸ـ۱ ویژگی های ساختاری اکسید روی ۲۵
۲ـ۸ـ۲ ویژگی های اپتیکی..... ۲۵
۲ـ۸ـ۳ ویژگی های الکتریکی..... ۲۵
۲ـ۹ روش های لایه گذاری ۲۶
فصل سوم : وسایل آزمایشگاهی و نحوه انجام آزمایش
۳ـ۱ مواد آزمایشگاهی..... ۲۸
۳ـ۱ـ۱ پلی استایرن..... ۲۸
۳ـ۱ـ۲ تتراهیدروفوران..... ۲۹
۳ـ۱ـ۳ روی ۳۰
۳ـ۲ تجهیزات آزمایشگاهی..... ۳۱
۳ـ۲ـ۱ لیزر نئودیمیم یاگ..... ۳۱
۳ـ۲ـ۲ محفظه آزمایش..... ۳۳
۳ـ۲ـ۳ طیف سنج مرئی – فرابنفش ۳۴
۳ـ۲ـ۴ میکروسکوپ الکترونی عبوری ۳۵
۳ـ۲ـ۵ طیف سنج فوتولومینسانس..... ۳۷
۳ـ۲ـ۵ـ۱ فوتولومینسانس چیست ؟..... ۳۷
۳ـ۲ـ۵ـ۲ اندازه گیری فلوئورسانس ۳۷
۳ـ۲ـ۵ـ۳ طیف سنج های فلوئورسانس..... ۳۸
۳ـ۲ـ۵ـ۴ منبع تابش..... ۳۸
۳ـ۲ـ۵ـ۵ صافیها و تکفام سازها ۳۸
۳ـ۲ـ۵ـ۶ آشکارسازها..... ۳۸

۳-۲-۵-۷ سلول ها و محفظه‌های سلول ها ۳۹
۳-۲-۵-۸ کاربرد فوتولومینسانس ۳۹
۳-۲-۶ طیف سنج تفرق نور پویا ۳۹
۳-۲-۶-۱ تفرق نور پویا و حرکت براونی ۴۰
۳-۲-۶-۲ معادله استوک – انیشتین ۴۰
۳-۲-۶-۳ تغییرات شدت تفرق نور و محاسبه میزان حرکت براونی ذرات ۴۱
۳-۲-۶-۴ کورلاتور و نمودار همبستگی ۴۳
۳-۲-۶-۵ ارتباط تغییرات نمودار همبستگی با اندازه ذره ۴۴
۳-۲-۶-۶ اجزاء دستگاه زتاسایزر و مراحل ۴۶
۳-۲-۶-۷ نتیجه گیری ۴۷
۳-۳ تهیه نمونه ها ۴۸
۳-۴ روش آزمایش ۴۸

فصل چهارم : نتایج و پیشنهادات

۴-۱ طیف مرئی- فرابنفش ۵۱
۴-۲ تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری ۵۴
۴-۳ طیف فوتولومینسانس ۵۵
۴-۳-۱ نشر ماورائ بنفش ۵۵
۴-۳-۲ نشر بنفش ۵۵
۴-۳-۳ نشر سبز ۵۵
۴-۳-۴ نشر زرد ۵۶
۴-۳-۵ نشر نارنجی – قرمز ۵۶
۴-۴ طیف تفرق نور پویا ۵۷
۴-۴-۱ نمودار همبستگی بر واحد زمان ۵۷
۴-۴-۲ نمودارتوزیع اندازه ذرات بر حسب تعداد ۵۸
۴-۴-۳ نمودار توزیع اندازه ذرات برحسب حجم ۵۹

۴-۴-۴ نمودار توزیع اندازه ذرات برحسب شدت ۶۱
۴-۵ نتایج..... ۶۳
۴-۶ پیشنهادات..... ۶۴
چکیده انگلیسی..... ۶۵

فهرست جدول ها

۳-۱ برخی از مشخصات تتراهیدروفوران ۳۰

۳-۲ برخی از مشخصات فلز روی ۳۱

۳-۳ مشخصات لیزر نئودیمیم یاگ به کار رفته در پرتودهی ۳۳

۴-۱ توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب تعداد در نمونه تتراهیدروفوران ۵۹

۴-۲ توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب تعداد در نمونه تتراهیدروفوران با ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن ۵۹

۴-۳ توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب حجم در تتراهیدروفوران خالص ۶۰

۴-۴ توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب حجم در محلول تتراهیدروفوران با ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن ۶۱

۴-۵ توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب شدت در تتراهیدروفوران خالص ۶۲

۴-۶ توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب شدت در محلول تتراهیدروفوران با ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن ۶۲

فهرست شکل ها

۲-۱ دیدگاه ساده ای از مکانیسم لیزر کندگی ۲۲

۳-۱ نمونه پلی استایرن به کار رفته در آزمایش ۲۹

۳-۲ حلال تتراهیدروفوران به کار رفته در آزمایش ۳۰

۳-۳ لیزر نئودیمیم یاگ ۳۳

۳-۴ محفظه آزمایش مورد استفاده جهت کندگی لیزری ۳۴

۳-۵ طیف سنج مرئی فرابنفش ۳۵

۳-۶ شمای کلی و اجزای یک میکروسکوپ الکترونی عبوری ۳۶

۳-۷ طیف سنج فوتولومینسانس ۳۹

۳-۸ تفرق نور توسط ذرات درون کیووت ۴۲

۳-۹ تصویر شماتیک الگوی نقطه ای ۴۲

۳-۱۰ تصویر شماتیک فرکانس طول موج های سازنده و مخرب ۴۳

۳-۱۱ نمودار همبستگی قسمتی از الگوی نقطه ای در بازه زمانی ۴۴

۳-۱۲ نمودار همبستگی ذرات ریز و ذرات درشت بر واحد زمان ۴۵

۳-۱۳ نمودار توزیع اندازه ذرات بر حسب شدت نور متفرق شده ۴۵

۳-۱۴ تصویر شماتیک اجزای اصلی دستگاه ۴۷

۳-۱۵ شمای کلی چیدمان آزمایش ۴۹

۳-۱۶ نمونه های محلول نانوکامپوزیتی ۴۹

۴-۱ طیف مرئی فرابنفش محلول نانوکامپوزیتی در تتراهیدروفوران خالص ۵۲

۴-۲ طیف مرئی فرابنفش محلول نانوکامپوزیتی تتراهیدروفوران با ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن ۵۳

۴-۳ طیف مرئی فرابنفش محلول تتراهیدروفوران با ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن ۵۴ روز پس از آزمایش ۵۳

۴-۴ تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری ۵۴

۴-۵ طیف فوتولومینسانس نانوذرات اکسیدروی ۵۶

۴-۶ نمودار همبستگی بر واحد زمان نانوذرات اکسیدروی واقع در محلول تتراهیدرافوران۵۷

۴-۷ نمودار همبستگی بر واحد زمان نانوذرات اکسیدروی واقع در محلول تتراهیدرافوران با غلظت ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن ۵۸

۴-۸ نمودار توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب تعداد در نمونه تتراهیدروفوران ۵۸

۴-۹ نمودار توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب تعداد در نمونه تتراهیدروفوران

با ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن..... ۵۹

۴-۱۰ نمودار توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب حجم در تتراهیدروفوران..... ۶۰

۴-۱۱ نمودار توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب حجم در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن..... ۶۰

۴-۱۲ نمودار توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب شدت در تتراهیدروفوران خالص... ۶۱

۴-۱۳ نمودار توزیع اندازه ذرات اکسیدروی بر حسب شدت در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن ۶۲

بسمه تعالی
دانشکده علوم
****
(این چکیده به منظور چاپ در پژوهش نامه دانشگاه تهیه شده است)

نام واحد دانشگاهی: تهران مرکزی کد واحد: ۱۰۱	**کد شناسایی پایان نامه:** ۱۰۱۳۰۲۱۰۸۹۲۰۰۵
عنوان پایان نامه: تولید نانوذرات از هدف روی در محلول پلیمری به روش لیزرکندگی با انرژی پالس متوسط و بررسی خواص اپتیکی آن ها	
نام و نام خانوادگی دانشجو: حسین اکبریان بافقی **شماره دانشجویی:** ۸۶۰۰۱۷۴۰۰۰۰ **رشته تحصیلی**: فیزیک اتمی و مولکولی	**تاریخ شروع پایان نامه:**۱۳۹۰/۲/۵ **تاریخ اتمام پایان نامه:**۱۳۹۰/۱۲/۲
استاد راهنما: دکتر شمس الزمان فرامرزی **استاد مشاور:** دکتر بابک ژاله	
آدرس و شماره تلفن: تهران، میدان صنعت، خیابان سیمای ایران، مجتمع پیامبر اعظم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده علوم تلفن: ۰۹۳۸۳۲۴۰۸۵۴	

چکیده پایان نامه(شامل خلاصه، اهداف، روش های اجرا و نتایج به دست آمده):
یکی از روش هایی که برای تولید نانوذرات مورد استفاده قرار می گیرد لیزرکندگی می باشد که با تاباندن و متمرکز کردن لیزر بر روی هدف مورد نظر انجام می شود. در این آزمایشات نانوذرات اکسیدروی به روش لیزرکندگی از هدف روی در محلول تتراهیدروفوران و همچنین تتراهیدروفوران با ۰.۸ درصد وزنی پلی استایرن بوسیله طول موج ۵۳۲ نانومتر لیزر پالسی نئودیمیم یاگ در انرژی پالس ۸۰ میلی ژول تولید شده است. برای تعیین ویژگی ها و بررسی خواص اپتیکی نانوذرات اکسیدروی از طیف جذبی مرئی-فرابنفش، میکروسکوپ الکترونی عبوری، طیف سنجی تفرق نور پویا و طیف نشری فوتولومینسانس در دمای اتاق استفاده شده است. تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری میانگین اندازه ٤٠ نانومتر را در محلول تتراهیدروفوران نشان می دهد. در طیف نشری فوتولومینسانس نانوذرات دارای دو قله نشری در محل های ماورائ بنفش ۳۸۰ نانومتر و بنفش٤٠٠ نانومتر می باشند.طیف جذبی مرئی-فرابنفش شانه ای جذبی در محدوده ۳۵۰ نانومتر را نشان داد و نمودارهای تفرق نور پویا نشان دادند که اندازه نانوذرات در محلول پلیمری کوچکتر از محلول بدون پلیمر می باشد.

نظر استاد راهنما برای چاپ در پژوهش نامه دانشگاه **مناسب است** **تاریخ و امضاء**

مناسب نیست

فصل یک

مقدمه ای بر نانوتکنولوژی

۱ـ۱ نانو چیست ؟

پیشوند نانو در اصل یک کلمه یونانی است.معادل لاتین این کلمه Dwarf است که به معنای کوتوله و کوتاه قد است. این پیشوند در علم مقیاس ها به معنای یک میلیاردیم است. بنابراین یک نانومتر یک میلیاردیم متر($10^{-9}m$) می باشد. این مقیاس ها را با ذکر مثال هایی عینی بهتر می توان حس کرد. هر نانومتر معادل ۵ـ۳ اتم می باشد که تقریبا ۴۰۰۰۰ بار کوچک تر از قطر موی انسان است. یک سلول باکتری ، قطری معادل چند صد نانومتر دارد. کوچکترین اشیاء قابل دید توسط چشم غیرمسلح اندازه ای حدود ۱۰۰۰۰ نانومتر دارند. فقط در حدود ۱۰ اتم هیدروژن در یک خط یک نانومتر را می سازند. طول باند کربن – کربن (C-C) در حدود ۰/۱۲- ۰/۱۵نانومتر میباشد. همچنین قطر مارپیچ دی ان ای[1] در حدود ۲ نانومتر می باشد و کوچکترین سلول باکتری زنده به نام مایکوپلاسما[2] طولی در حدود ۲۰۰ نانومتر دارد.

۱ـ۲ نانوتکنولوژی چیست ؟

با توجه به گستره وسیع کاربری این پدیده یا فناوری جدید، ارائه تعریف دقیق و جامع از نانوتکنولوژی که بتواند به تمام ابعاد کاربردی و تخصصی آن بپردازد بسیار دشوار است. به علت اینکه نانوتکنولوژی یک دانش چند موضوعی و میان رشته ای است و با رشته هایی چون فیزیک کاربردی، مهندسی مواد ، نیمه هادی ها ، شیمی ابر مولکول ها و حتی پزشکی ، مهندسی برق ، و مکانیک نیز مرتبط می باشد ، تعریف دقیق از این علم را دشوارتر می کند.

با این حال به چند تعریف جامع تر در این مورد اشاره می شود.

به بیان ساده ، علم نانو مطالعه اصول اولیه مولکول ها و ساختارهای با ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. این ساختارها را نانوساختار می نامیم. نانوتکنولوژی ، کاربرد این ساختارها در دستگاه های با اندازه نانومتری است.

تعریف دیگری که می توان از نانوتکنولوژی ارائه نمود این است که نانوتکنولوژی شکل جدیدی از ساخت مواد به وسیله کنترل و دستکاری واحد های ساختمانی[3] آن ها در مقیاس نانو می باشد. می توان گفت نانوتکنولوژی تولید کارامد مواد و دستگاه ها و سیستم ها 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.

---

[1] DNA
[2] Mycoplasma
[3] Building Blocks

تعریفی دیگر این است که علم قدرت و هنر خرد کردن مواد در اندازه نانومتری و کوانتومی ، همچنین توانایی استفاده از این مواد ، یا به عبارت دیگر علم و هنر استفاده از موادی را که به خاطر اندازه ی کوچک خود ، خواص و عملکرد نوینی دارند نانوتکنولوژی می گویند.

نانوتکنولوژی می تواند ادامه دانش کنونی در ابعاد نانو ، یا طرح ریزی دانش امروزی بر پایه ها و ساختارهای جدیدتر باشد که البته این ساختارها با اندازه ی کنترل شده در مقیاس از یک تا صد نانومتر می باشد.

در تعریفی دیگر نانوتکنولوژی یعنی ساخت ابزار و مواد در اندازه های کوانتومی که در این حالت ، مواد خواص منحصر به فرد فیزیکی ، شیمیایی ، مغناطیسی ، الکتریکی و مکانیکی از خود بروز می دهند.

در واقع توسط نانو مواد با رفتارهای خاص می توان به محصولات جدیدی دست یافت که قبل از این امکان دستیابی به آنها وجود نداشته است.

در نهایت برنامه ملی پیشگامی نانوتکنولوژی امریکا ، تعریف زیر را ارائه می دهد:

" توسعه تحقیقات و فناوری در سطح اتمی ، مولکولی و ماکرومولکولی با طول تقریبی از یک تا صد نانومتر به منظور فراهم آوردن شناخت اصولی از پدیده ها و مواد در مقیاس نانو و با هدف ایجاد و استفاده از نانو ساختارها ، قطعات و سیستم هایی که به خاطر اندازه ی کوچک یا متوسط خود دارای خواص و عملکرد جدیدی هستند." (بابائی و دیگران، ۱۳۸۹، ۱۴)

همانطور که گفته شد یکی از ویژگی های مهم نانوتکنولوژی جنبه چند رشته ای آن است. مفهوم چند رشته ای در نانوتکنولوژی بدان معناست که نیروی کاری نانوتکنولوژی باید دارای دانش وسیعی از مفاهیم زیست شناسی ، فیزیک ، شیمی ، اصول مهندسی طراحی ، کنترل فرایند و محصولات باشد. برای درک مفاهیم پایه ای و تدوین قوانین در مقیاس نانو تقریبا به تمامی علوم نیاز است. به عنوان مثال ، علم زیست شناسی به دو دلیل مورد نیاز است : اول آنکه محصولات نانوتکنولوژی ، به شدت از سیستم های زیستی تبعیت می کنند؛ و دوم اینکه محصولات نانو کاربردهای چشمگیری در زیست پزشکی دارند. علم فیزیک مورد نیاز است ، زیرا دنیای نانو دنیای توابع موج ، تونل زنی کوانتومی و کشف نیروهای اتمی ناشناخته است. علم شیمی مورد نیاز است ، زیرا روش های پیوند مولکول ها با همدیگر و چگونگی ترکیب مواد را به ما می آموزد. به اصول مهندسی نیز نیاز است تا بتوان قابلیت تولید و حیات اقتصادی را تضمین نمود.

اصل چند رشته ای بودن نانوتکنولوژی بیانگر این حقیقت است که این علم ، رشته جدیدی نیست بلکه رویکردی جدید در تمام رشته هاست و تمام عرصه های مختلف علم و فناوری را در بر می گیرد.(کریم زاده و دیگران، ۱۳۸۸، ۵)

در آینده ای نه چندان دور زندگی بشر در سایه نانومواد و نانوماشین ها ، متحول خواهد شد و با توجه به همگرایی نانوتکنولوژی با علوم زیستی و رایانه ای ، این تحولات بسیار محسوس تر خواهد بود.

۱ـ۳ عناصر پايه در فناوري نانو

تفاوت اصلي فناوري نانو با فناوري‌هاي ديگر در مقياس مواد و ساختارهايي است كه در اين فناوري مورد استفاده قرار مي‌گيرند. البته تنها كوچك بودن اندازه مد نظر نيست؛ بلكه زماني كه اندازه مواد دراين مقياس قرار مي‌گيرد، خصوصيات ذاتي آنها از جمله رنگ، استحكام، مقاومت خوردگي و ... تغيير مي‌يابد. در حقيقت اگر بخواهيم تفاوت اين فناوري را با فناوري‌هاي ديگر به صورت قابل ارزيابي بيان نماييم، مي‌توانيم وجود "عناصر پايه" را به عنوان يك معيار ذكر كنيم. عناصر پايه در حقيقت همان عناصر نانومقياسي هستند كه خواص آنها در حالت نانومقياس با خواص‌شان در مقياس بزرگتر فرق مي‌كند.

۱ـ۳ـ۱ نانوذره

اولين و مهمترين عنصر پايه، نانوذره است. يك نانوذره، ذره اي است كه ابعاد آن در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد. نانوذرات علاوه بر نوع فلزي، عايقها و نيمه هادي‌ها، نانوذرات تركيبي نظير ساختارهاي هسته‌لايه را نيز در بر مي‌گيرند. همچنين نانوكره‌ها، نانوميله‌ها، و نانوفنجان‌ها تنها اشكالي از نانو ذرات در نظر گرفته ميشوند. نانوذرات در اندازه‌هاي پايين نانوخوشه به حساب مي‌آيند. نانوبلورها و نقاطكوانتومي نيمه‌هادي نيز زيرمجموعه نانوذرات هستند. چنين نانوذراتي در كاربردهاي بيورادويي به عنوان حامل دارو و عوامل تصويربرداري استفاده مي‌شوند.

۱ـ۳ـ۱ـ۱ كاربردها

گوناگوني مواد نانوذره‌اي به اندازه تنوع كاربردهاي آنها است، زمينه‌هايي كه نانوذرات كاربرد دارند، عبارتند از:

- مواد كامپوزيت
- كامپوزيت‌هاي ساختاري
- كاتاليزور
- بسته‌بندي
- روكش‌ها
- افزودني‌هاي سوخت و مواد منفجره
- كاربرد نانوذرات در باتري‌ها وپيل‌هاي سوختي
- روان‌كننده‌ها
- پزشكي و داروسازي
- دارو رساني
- محافظت‌كننده‌ها
- آناليز زيستي و تشخيص پزشكي
- لوازم آرايشي

۱ـ۳ـ۱ـ۲ روش های ساخت

براي توليد نانوذرات روش‌هاي بسيار متنوعي وجود دارد.که در ذیل به شرح برخی از آن ها مي پردازيم :

الفـ چگالش از یک بخار:

روش چگالش از یک بخار شامل تبخير يك فلز جامد و سپس چگالش سريع آن براي تشكيل خوشه‌هاي نانومتري است كه به صورت پودر تەنشين مي‌شوند. مهمترين مزيت اين روش ميزان كم آلودگي است. در نهايت اندازه ذره با تغيير پارامترهايي نظير دما و محيط گاز و سرعت تبخير كنترل مي‌شود. روش تبخير در خلاء بر روي مايعات روان[1] و روش سيم انفجاري جزء روش‌هاي چگالش از يک بخار محسوب مي شود.

ب ـ سنتز شيميايي :

استفاده از روش سنتز شيميايي شامل رشد نانوذرات در يك محيط مايع حاوي انواع واكنشگرها است. روش سل ژل نمونه چنين روشي است، در روش‌هاي شيميايي اندازه نهايي ذره را مي‌توان با توقف فرآيند هنگامي كه اندازه مطلوب به دست آمد يا با انتخاب مواد شيميايي تشكيل دهنده ذرات پايدار و توقف رشد در يك اندازه خاص كنترل نمود. اين روش‌ها معمولاً كم هزينه و پر حجم هستند، اما آلودگي حاصل از مواد شيميايي مي‌تواند يك مشكل باشد.

ج ـ فرآيندهاي حالت جامد :

از روش فرايندهاي جامد (آسياب يا پودر كردن) مي‌توان براي ايجاد نانوذرات استفاده نمود. خواص نانوذرات حاصل تحت تأثير نوع ماده آسياب‌كننده، زمان آسياب و محيط اتمسفري آن قرار مي‌گيرد. از اين روش مي‌توان براي توليد نانوذرات از موادي استفاده نمود كه در دو روش قبلي به آساني توليد نمي‌شوند.

دـ فرسایش لیزری :

یکی دیگر از روش هایی که برای تولید کردن نانوذرات استفاده می شود روش فرسایش لیزری یا لیزر کندگی می باشد. در این روش از اشعه لیزر برای تولید کردن نانوذرات استفاده می شود. این کار با تاباندن و متمرکز کردن لیزر بر روی هدف مورد نظر انجام می شود. از مزیت هایی که این روش نسبت به روش های دیگر دارد این است که با استفاده از این روش می توانیم کنترل بهتری بر روی اندازه و شکل نانوذرات داشته باشیم. از دیگر مزیت های این روش این است که خلوص نانوذرات تولیدی با استفاده از لیزرکندگی بسیار بیشتر از روش های دیگر است و در صنایع یا کاربرد هایی نظیر پلاستیک ها یا کاربردهای پزشکی که نانوذرات بسیار خالص

[1] VERL

مورد نیاز است می تواند بسیار سودمند باشد چون استفاده از روش شیمیایی می تواند باعث وارد شدن ناخالصی های حاصل از موادی که در فرایند تولید مورد استفاده قرار می گیرند (همچون افزودنی ها) در محصول نهایی گردد. با این روش تقریبا هر ماده جامدی را می توانیم فرسایش کنیم و برای تولید نانوذرات از آن استفاده کنیم.

۱ـ۳ـ۱ـ۳ تعیین مشخصات

تعیین مشخصات نانوذرات براي كنترل سنتز و كاربرد آنها ضروري است. خواص اين تركيبات با استفاده از روش‌هاي گوناگوني نظير: ميكروسكوپ‌هاي الكتروني، ميكروسكوپ نيروی اتمی[1]، طيف‌سنجي فوتوالكترون پرتو ايكس[2] و طيف سنجی تبديل فوريه مادون قرمز[3] و همچنين‌روش‌هاي تعيين اندازه و سطح ويژه ذرات سنجيده مي‌شود. نانوذرات در حال حاضر از طيف وسيعي از مواد ساخته مي‌شوند، معمول‌ترين آنها نانوذرات سراميكي، فلزي و پليمري و نانوذرات نيمه‌رسانا هستند.

۱ـ۳ـ۲ نانو کپسول

دومين عنصر پايه، نانوكپسول است. نانوكپسول به هر نانوذره‌اي گفته مي‌شود كه داراي يک پوسته و يک فضاي خالي جهت قرار دادن مواد مورد نظر در داخل آن باشد.

۱ـ۳ـ۲ـ۱ روشهاي ساخت

فرآيندهاي اصلي ساخت كپسول‌ها شكل عمومي يكساني دارند: از يک امولسيون روغن در آب يا آب در روغن براي توليد به ترتيب نانوكپسول‌هاي روغني و آبي استفاده مي‌شود. زمينه كاربرد كپسول‌ها به نوع امولسيون مورد استفاده بستگي دارد؛ مثلاً تزريق وريدي مستلزم استفاده از نانوكپسول‌هاي آبي است ، بنابراين براي ساخت كپسول‌هاي مذكور بايستي از امولسيون آب در روغن استفاده شود. با اين حال، طبيعت مواد كپسوله شده- يعني آب‌دوست يا آب‌گريز بودن آنها- نيز نوع نانوكپسول مورد نياز را ديكته مي‌كند. كه ممكن است با كاربرد مورد نظر تطابق نداشته باشد. روكش‌دهي كپسول‌ها با لايه‌هاي ديگر ممكن است اين مغايرت را رفع نمايد. براي روكش‌دهي مي‌توان از پروتئين‌ها، پليمرها و ديگر مواد طبيعي و مصنوعي سود جست و آنها را بر حسب خواص گوناگوني به غير از آب‌دوستي يا آب‌گريزي، نظير چسبندگي، مقاومت در برابر محيط‌هاي مختلف و غيره انتخاب كرد. علاوه بر اين، مي‌توان از كپسول‌هاي موقتي (يا الگوها) به عنوان شالوده لايه‌هاي ديگر استفاده كرده و سپس آنها را از بين ببرد. شرايط ساخت نانوكپسول‌ها بحراني و حاد نيست و به همين علت از منظر زيست‌شناسي، داراي جذابيت خاصي براي رسانش مواد زيستي حساس مي‌باشند.

[1] Atomic Force Microscope(AFM)
[2] X-Ray photoelectron spectroscopy
[3] Fourier Transform Infrared Spectroscopy(FTIR)

۱ـ۳ـ۲ـ۲ انواع نانوكپسول‌ها

عبارتند از: نانوكپسول‌هاي پليمري و نانواموليسيون‌ها

الف ـ نانوكپسول‌هاي پليمري :

اخيراً از پليمرها براي ساخت نانوكپسول‌ها استفاده شده است. فرآيند اصلي ساخت اين نانوكپسول‌ها پليمريزاسيون امولسيوني مي‌باشد. هم اكنون مي‌توان نانوكپسول‌هاي پليمري را در اندازه‌ها و اشكال گوناگون و در مقادير مناسب توليد كرد. سپس با الصاق يا جاي دهي يک مولكول خاص در ديواره اين نانوكپسول‌ها، آنها را" كاركردي "نمود.

اين نانوكپسول‌ها مي‌توانند به صورت ماشه يك سيستم دارورساني هدفمند عمل كرده و در پاسخ به يک زيست‌مولكول خاص، محتواي نانوكپسول را آزاد نمايند. كپسول‌هاي پليمري بر خلاف نانواموليسيون‌ها با پيوندهاي كووالانسي قدرتمندي به يكديگر مي‌چسبند و بنابراين از استحكام خاصي برخوردارند. بسياري از نانوكپسول‌ها در هر دو شكل مايع و خشک پايدارند. براي داروسازي به جاي مكانيسم ماشه‌كشي، مي‌توان محموله را- در صورت ريز بودن مولكول محموله- با مكانيسم ساده نفوذ رها كرد، يا به صورت تخريب طبيعي و يا به كمک امواج ماوراء صوت آن را باز كرد.ساخت نانوكپسول‌ها نوعي از خودآرايي محسوب مي‌شود.

ب ـ نانواموليسيون‌ها :

نانواموليسيون‌ها از مولكولهاي سورفكتانت، نظير فسفوليپيدها كه از يک طرف آبگريز (هيدروفوبيک) و از يک سمت آب‌دوست (هيدروفيليک) هستند تشكيل مي‌شوند .هنگامي كه اين مولكول‌ها در يک محيط آبي قرار گيرند، خود به خود كپسولهايي را شكل مي‌دهند كه قسمت‌هاي آبگريز مولكول در درون آنها واقع مي‌شود و لذا از تماس با آب محافظت مي‌شوند. ليپوزوم‌ها ساختارهايي از جنس چربي هستند كه در اين دسته قرار مي‌گيرند.اين تركيبات در دارورساني ساده‌تر از طريق وريدي و خوراكي و همچنين براي رهايش كنترل‌شده وتاخيري آفت‌كشها كاربرد دارند. از مصارف ديگر اين تركيبات مي‌توان به كاربرد آنها در پودرهاي رختشويي خوشبوكننده لباس و افزايش طول عمر آنزيمها در خارج از سلول اشاره كرد.

۱ـ۳ـ۳ نانولوله كربنی

عنصر پايه بعدي نانولوله كربني است. نانولوله هاي كربني كه از صفحات كربن به ضخامت يك اتم و به شكل استوانه‌اي توخالي ساخته شده است در سال ۱۹۹۱ توسط سامیو ایجیما كشف شد. خواص ويژه و منحصر به فرد آن ازجمله مدول يانگ بالا و استحكام كششي خوب از يك طرف و طبيعت كربني بودن نانولوله‌ها (به خاطر اين كه كربن ماده‌اي است كم وزن، بسيار پايدار و ساده جهت انجام فرايندها كه نسبت به فلزات براي توليد ارزان‌تر مي‌باشد) باعث شده كه در دهه

گذشته شاهد تحقيقات مهمي در روش‌هاي رشد نانولوله‌ها باشيم. كارهاي نظري و عملي زيادي نيز بر روي ساختار اتمي و ساختارهاي الكتروني نانولوله متمركز شده است. كوشش‌هاي گسترده‌اي نيز براي رسيدگي به خواص مكانيكي شامل مدول يانگ و استحكام كششي و ساز وكار عيوب و اثر تغيير شكل نانولوله‌ها بر خواص الكتريكي صورت گرفته است.مي توان گفت اين علاقه ويژه به نانولوله‌ها از ساختار و ويژگي‌هاي بي‌نظير آن ها سرچشمه مي‌گيرد.

۱ـ۳ـ۳ـ۱ انواع نانولوله های کربنی

نانولوله‌ها به دو دسته تك جداره [۱] و چند جداره[۲] تقسيم مي‌شوند، نانو لوله هاي تك جداره نيز بر حسب آرايش اتم‌هاي كربني مقطع لوله به سه دسته مهم دسته صندلي[۳] و كايرال[٤] كه داراي خاصيت فلزي هستند و زيگزاگ[٥] كه خاصيت نيمه‌رسانايي دارد، تقسيم مي‌شوند.نانولوله‌هاي كربني تك جداره فقط از كربن و يك ساختارساده (ورقه‌اي از شش ضلعي‌هاي منظم) تشكيل شده‌اند. برخي پيش‌بيني‌ها حاكي از آن است كه تك جداره ها مي‌توانند رسانا يا نيمه‌رسانا باشند. اين هدايت الكتريكي بالا بستگي به هندسه دقيق اتم‌هاي كربن دارد. از آغاز كار روي تك جداره ها از آن ها به عنوان يك پديده تك بعدي نام برده مي‌شد تا اين كه اين نظريه مرحله به مرحله پيشرفت كرد. علت علاقه به اين نانولوله‌هاي تك جداره و تلاش براي جايگزين كردن آن ها در صنعت، بر اساس محاسبات نظري و تأثيرات آزمايشگاهي، بر خصوصيات عالي مكانيكي و رسانايي الكتريكي آن ها مانند فلزات مي‌باشد .البته توليد نانو لوله هاي تك جداره داراي هزينه بالايي است و توليد به همراه پايدار كردن خصوصيات آن ها در حين فراوري پليمر- نانولوله مشكل مي‌باشد .هر چند نانولوله‌هايي كه با استفاده از تكنيك لانگموري- بلاجت كه شامل حركاتي افقي و عمودي شبيه نقاشي سنتي ژاپن مي‌باشد توليد شده‌اند، علاوه بر اين كه ثابت نگه داشته مي‌شوند- توسط ژلاتين و تشكيل نانوژل كربني- از لحاظ نوري نيز يكدست و همگن و از لحاظ ساختاري قابل كنترل مي‌باشند .

بر عكس در دسترس بودن و تجاري بودن نانولوله‌هاي كربني چند جداره باعث شده كه پيشرفت‌هاي بيشتري در اين زمينه داشته باشيم تا حدي كه محصولاتي در آستانه تجاري‌شدن توليد شده است. به عنوان مثال از نانولوله‌هاي كربني چند جداره جايگزين كربن بلك[٦] در پودرهاي رنگ استفاده شده است.

يكي از معايب نانولوله‌هاي چند جداره نسبت به تك جداره اين است كه استحكام‌دهي آن ها كمتر مي‌باشد زيرا پيوندهاي صفحات داخلي ضعيف مي‌باشند. اما از آنجا كه در حال حاضر

1 SWNT
2 MWNT
3 Armchair
4 Chiral
5 Zigzag
6 Carbon-black