وزارت علوم و تحقیقات و فناوری

دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

دانشکده علوم پایه

گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی فیزیک

موضوع:

استفاده از روش مایسل معکوس در سنتز نانو ذرات مغناطیسی اکسید فلزات واسطه پوشش دار شده با پلیمر های زیست تخریب پذیر و بررسی کاربرد آن در رهایش دارو

استاد راهنما:

دکتر بهمن واشقانی فراهانی

اساتید مشاور:

دکتر فریده پیری

دکتر فرزانه حسین پور رجبی

تهیه وتنظیم: امیر حسام بیات

آبان ۱۳۹۰

چکیده:

در مرحله اول این پروژه، ابتدا نانو ذرات Fe_3O_4 و $CoFe_2O_4$ پوشش‌دار شده با کیتوسان، با استفاده از روش مایسل معکوس ساخته شد، خصوصیات و ویژگی‌های شیمی فیزیکی ذرات حاصل با استفاده از دستگاه‌های طیف‌سنجی مادون قرمز(FT-IR)، میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM)، و پراش پرتو X (XRD)، ارزیابی شد. دستگاه طیف سنجی مادون قرمز پوشش‌دار شدن نانو ذرات را تایید کرد، تصاویر حاصل از SEM نشان داد که ذرات بدست آمده تقریبا کروی شکل بوده و اندازه آنها در محدوده ۶۰ تا ۷۰ نانومتر قرار دارد. نتایج XRD نیز تشکیل نانوذرات مورد نظر را تایید می کرد.

در مرحله دوم پروژه داروهای فلوکسیتین و ناپروکسن بر روی نانو ذرات از طریق جذب سطحی بارگذاری شد. پس از تعیین بازده بارگذاری داروها، آزادسازی دارو در محلول بافری ۷/۴(مطابق محیط زیستی بدن) با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری(UV) مورد بررسی قرار گرفت، وسنتیک رهاسازی داروها با استفاده از مدل‌های ریاضی بررسی شد.

فهرست

فصل اول: مقدمه..... ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- ازکجا آمد؟! "نانو" ۲

۱-۳- تعریف نانو ۳

۱-۴- تعریف نانوذرات ۴

۱-۵- مواد در ابعاد نانو چه ویژه‌گی هایی بدست می‌آورند؟ ۴

۱-۶- سنتزنانوذرات..... ۶

۱-۶-۱- روش های فیزیکی ۷

۱-۶-۲-روش های شیمیایی ۷

۱-۷-۱- روش مایسل معکوس ۸

۱-۷-۲- روش همرسوبی ۱۰

۱-۷-۳-روش هیدروترمال ۱۱

۱-۷-۴- روش چگالش شیمیایی بخار ۱۱

۱-۷-۵- تجزیه گرمایی وکاهش ۱۲

۱-۷-۶- کاهش فازمایع ۱۲

۱-۷-۷- روش تخریب حرارتی ۱۳
۱-۷-۸- روش سل ژل ۱۴
۱-۸- رفتار مغناطیسی مواد ۱۶
۱-۸-۱- انواع مواد مغناطیسی ۱۷
۱-۹- فریت‌ها ۱۹
۱-۹-۱- ویژه‌گی‌های مغناطیسی فریت‌ها ۲۰
۱-۹-۲- نانو ذرات مغناطیسی فریت و کاربردهای بیولوژیک آنها ۲۱
۱-۱۰- نتیجه گیری ۲۱

فصل دوم: نانوبیوتکنولوژی ۲۲

۲-۱- مقدمه ۲۳
۲-۲- تاثیرات ویژه نانو فناوری در زمینه بیوتکنولوژی ۲۴
۲-۳- سیستم های دارو رسانی ۲۵
۲-۳-۱- سیستم هایی با رهایش کنترل شده ۲۵
۲-۳-۲- سیستم های دارو رسانی هدفمند ۲۵
۲-۴- مزایای استفاده از نانوذرات حامل ۲۷
۲-۵- پایدار کردن نانو ذرات مغناطیسی ۲۸
۲-۵-۱- پایداری الکترواستاتیکی ۲۸
۲-۵-۲- پایداری از طریق ممانعت فضایی ۲۸

۲-۵- مواد پوششی ۲۸
۲-۵-۱- کیتوسان ۲۹
۲-۵-۲- طلا ۳۱
۲-۵-۳- سیلیکا ۳۱
۲-۵-۴-آلبومین ۳۳
۲-۵-۵-پلی اتیلن گلیکول PEG ۳۳
۲-۵-۶-پوشش‌دادن با پادتن ۳۴
۲-۶- دارورسانی و چالش های موجود ۳۵
۲-۷- اتصال دارو به نانو ذرات ۳۵
۲-۸-رهایش دارو ۳۶
۲-۸-۱-پارامترهای موثر بر رهایش دارو ۳۸
۲-۹- بررسی سمیت نانو ذرات و برهم کنش سیستم ایمنی بدن با آنها ۳۸
۲-۱۰- مروری بر تحقیقات انجام شده ۳۹
۲-۱۱- نتیجه گیری ۴۲
فصل سوم: تجربی ۴۳
۳-۱- مواد مورد استفاده ۴۴
۳-۱-۱- حلال ۴۴
۳-۱-۲- نمک آهن (II) کلرید ۴ آبه و کبالت (II) کلرید ۶ آبه ۴۴
۳-۱-۳-سدیم هیدروکسید ۴۴

۳-۱-۳- کیتوسان ۴۴
۳-۱-۴- تویین ۸۰ ..... ۴۵
۳-۱-۵- روغن نباتی،تولوئن و روغن تیز آب ۴۵
۳-۱-۶- فلوکسیتین ۴۶
۳-۱-۷- ناپروکسن ۴۷
۳-۲- وسایل وتجهیزات مورد نیاز ۴۷
۳-۲-۱- وسایل آزمایشگاهی ۴۷
۳-۲-۲- دستگاه های مورد استفاده برای شناسایی و خصوصیات آنها ۴۸
۳-۲-۲-۱- طیف سنجی مادون قرمز ۴۸
۳-۲-۲-۲-تعیین ریخت شناسی و میانگین اندازه ذرات ۴۸
۳-۲-۲-۳- پراش پرتو X (XRD) ۴۹
۳-۲-۲-۴- طیف سنجی مرئی ۴۹
۳-۳- آزمایش‌های انجام شده ۴۹
۳-۳-۱- سنتز نانو ذرات مغناطیسی ۵۰
۳-۳-۲- سنتز ذرات پوشش‌دار شده با کیتوسان ۵۱
۳-۳-۳- بار گذاری دارو ۵۳
۳-۳-۴- رهایش دارو ۵۴
۳-۳-۵- رسم منحنی کالیبراسیون و تعیین بازده بارگذاری دارو ۵۴
۳-۴- خصوصیت سنجی دستگاه‌های مورد استفاده ۵۵

۳-۴-۱- طیف‌سنجی مادون قرمز ۵۵
-۴-۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی ۵۵
۳-۴-۳-دستگاه پراش پرتو X (XRD) ۵۵
۳-۴-۴- طیف‌سنجی مرئی- فرابنفش ۵۶

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری..... ۵۷

۴-۱- سنتز نانوذرات مغناطیسی و انتخاب روش بهینه ۵۹
۴-۱-۱- واکنش‌ها ۵۹
۴-۱-۱- تحلیل نتایج با دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۶۰
۴-۱-۲- استفاده از طیف سنجی مادون قرمز برای تحلیل نتایج ۶۴
۴-۲- پوشش‌دار کردن نانو ذرات مغناطیسی با کیتوسان ۶۵
۴-۲-۱- طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR) ۶۶
۴-۲-۲- تحلیل نتایج با دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۶۹
۴-۲-۳- تحلیل نتایج با دستگاه XRD ۷۱
۴ ۳ - بارگذاری دارو بر روی نانو ذرات ۷۳
۴-۳-۱- استفاده از طیف سنجی مادون قرمز برای تحلیل نتایج ۷۳
۴-۳-۲- بررسی رهایش دارو با دستگاه طیف سنجی مرئی- فرابنفش ۷۷
۴-۳-۲-۱- رسم منحنی کالیبراسیون و آنالیز داروها ۷۷

۴-۳-۲-۲- تعیین بازده بارگذاری دارو ۸۰
۴-۳-۲-۳- رهایش داروها ۸۱
۴-۳-۲-۴- بحث و نتیجه‌گیری ۸۴
۴-۴- بررسی سنتیک رهایش داروها با استفاده از مدل‌های ریاضی ۸۴
۴-۴-۱- مدل‌های سنتیکی و نظریه‌های سنتیکی ۸۵
۴-۴-۱-۱- نظریه‌های بنیادی سنتیک رهایش دارو ۸۵
۴-۴-۱-۱-۱- قانون بنیادی نویز- ویتنی برای رهایش دارو ۸۵
۴-۴-۱-۱-۲- تئوری سطح نرنست وبرونر ۸۶
۴-۴-۱-۲- مدل‌های سنتیکی ۸۶
۴-۴-۱-۲-۱- مدل سنتیکی درجه صفر ۸۷
۴-۴-۱-۲-۲- مدل سنتیکی درجه یک ۸۷
۴-۴-۱-۳-۲- مدل هیگوچی ۸۸
۴-۴-۱-۴-۲- مدل هیکسون-کرول ۸۹
۴-۴-۱-۲-۵- مدل کرسیمر- پپاس ۸۹
۴-۴-۲- رسم نمودارها و محاسبه پارامترهای سنتیکی ۹۰
۴-۴-۳- بحث و نتیجه‌گیری ۹۸
مراجع ۹۹

فهرست شکل‌ها

شکل۱-۱- مایسل عادی ۹
شکل۱-۲- مایسل معکوس ۹
شکل ۱-۳- واکنش تشکیل Fe_3O_4 را از طریق همرسوبی ۱۰
شکل۱-۴- فناوری سل ژل ۱۵
شکل۱-۵- مراحل فرایند سل ژل ۱۶
شکل۱-۶- انواع مواد مغناطیسی ۱۹
شکل۱-۷- سلول واحد یک اسپینل وارون فریت ۲۰
شکل۲-۱- چگونگی رسانش دارو با میدان مغناطیسی خارجی ۲۶
شکل۲-۲- ساختار شیمیایی کیتوسان ۲۹
شکل۲-۳- ساختار شیمیایی کیتین ۳۰
شکل۲-۴- واکنش‌های شیمیایی اتصال سیلان به سطح نانوذرات مگنتیت ۳۲
شکل۲-۵- طرحی از یک مولکول پادتن ۳۴
شکل۲-۶- روش‌های مختلف بارگذاری دارو در نانو ذرات ۳۶
شکل۳-۱- ساختار مولکولی توین ۸۰ ..... ۴۵
شکل ۳-۲- ساختار شیمیایی روغن تیزآب(اتیل اولئات) ۴۶
شکل۳-۳- ساختار مولکولی داروی فلوکسیتین ۴۶
شکل۳-۴- ساختار مولکولی داروی ناپروکسن ۴۷

شکل۳-۵- نمایی از ظرف واکنش در روش مایسل معکوس ۵۰
شکل۳-۶- نمودار سنتز و پوشش‌دار کردن نانوذرات مغناطیسی آهن با روش مایسل معکوس ۵۲
شکل۳-۷- طرحی از نانو ذرات مغناطیسی پوشش‌دار شده برای کاربردهای بیولوژیکی ۵۳
شکل۴-۱- واکنش تشکیل مگنتیت ۵۹
شکل۴-۲- واکنش تشکیل فریت کبالت ۵۹
شکل۴-۳- تصویر SEM نانو ذرات Fe_3O_4 سنتز شده با روش ۱..... ۶۰
شکل۴-۴- تصویر SEM نانو ذرات Fe_3O_4 سنتز شده با روش ۱..... ۶۱
شکل۴-۵- تصویر SEM نانو ذرات Fe_3O_4 سنتز شده با روش ۱..... ۶۱
شکل۴-۶- تصویر SEM نانو ذرات Fe_3O_4 سنتز شده با روش۲..... ۶۲
شکل۴-۷- تصویرSEM نانو ذرات Fe_3O_4 سنتز شده با روش۲ ..... ۶۲
شکل۴-۸- تصویر SEM نانو ذرات Fe_3O_4 سنتز شده با روش۳ ..... ۶۳
شکل۴-۹- تصویر SEM نانو ذرات Fe_3O_4 سنتز شده با روش۳ ..... ۶۳
شکل۴-۱۰- طیف FT-IR $CoFe_2O_4$ ۶۴
شکل۴-۱۱- طیف FT-IR Fe_3O_4 ..... ۶۵
شکل۴-۱۲- طیف FT-IR کیتوسان خالص ۶۶
شکل۴-۱۳- ساختار شیمیایی کیتوسان ۶۶
شکل۴-۱۴-طیف FT-IR نانو ذرات Fe_3O_4 پوشش‌دار شده با کیتوسان ۶۷
شکل۴-۱۵- طیف FT-IR نانو ذرات $CoFe_2O_4$ پوشش‌دار شده با کیتوسان ۶۸
شکل۴-۱۶- تصویر SEM نانو ذراتFe_3O_4 پوشش‌دار شده با کیتوسان ۶۹

شکل۴-۱۷- تصویر SEM نانو ذرات $CoFe_2O_4$ پوشش‌دار شده با کیتوسان ۷۰
شکل۴-۱۸- طیف XRD نانو ذرات Fe_3O_4 پوشش‌دار شده با کیتوسان ۷۱
شکل۴-۱۹- نمودار آنالیز فاز طیف XRD نمونه Fe_3O_4 پوشش‌دار شده با کیتوسان ۷۲
شکل۴-۲۰- طیف XRD نانو ذرات $CoFe_2O_4$ پوشش‌دار شده با کیتوسان ۷۳
شکل۴-۲۱- نمودار آنالیز طیف XRD فاز نمونه $CoFe_2O_4$ پوشش‌دار شده با کیتوسان ۷۳
شکل۴-۲۲- طیف FT-IR فلوکسیتین خالص ۷۴
شکل۴-۲۳- طیف FT-IR نانو ذرات Fe_3O_4 پوشش‌دار شده با کیتوسان حاوی فلوکسیتین ۷۵
شکل۴-۲۴- طیف FT-IR نانو ذرات$CoFe_2O_4$ پوشش‌دار شده با کیتوسان حاوی فلوکسیتین ۷۵
شکل۴-۲۵- طیف FT-IR ناپروکسن خالص ۷۶
شکل۴-۲۶- طیف FT-IR نانو ذرات Fe_3O_4 پوشش‌دار شده با کیتوسان حاوی ناپروکسن ۷۷
شکل۴-۲۷- طیف FT-IR نانو ذرات $CoFe_2O_4$ پوشش‌دار شده با کیتوسان حاوی ناپروکسن ۷۷
شکل۴-۲۸- منحنی کالیبراسیون ناپروکسن ۷۹
شکل۴-۲۹- منحنی کالیبراسون فلوکسیتین ۸۰
شکل۴-۳۰- آزادسازی دارو از طریق پخش ۸۲
شکل۴-۳۱- آزادسازی دارو از طریق تخریب ۸۲
شکل۴-۳۲- نمودار رهایش داروی فلوکسیتین با حامل Fe_3O_4 ..... ۸۳
شکل۴-۳۳- نمودار رهایش داروی ناپروکسن با حامل Fe_3O_4 ..... ۸۳
شکل۴-۳۴- نمودار رهایش داروی فلوکسیتین با حامل$CoFe_2O_4$ ۸۴
شکل۴-۳۵- نمودار رهایش داروی ناپروکسن با حامل $CoFe_2O_4$ ۸۴
شکل ۴-۳۶- مدل مرتبه صفر برای رهایش داروی فلوکسیتین از نانوذرات Fe_3O_4 /کیتوسان ۹۳

شکل ۴-۳۷- مدل مرتبه یک برای رهایش داروی فلوکسیتین از نانوذراتFe_3O_4 /کیتوسان ۹۳

شکل ۴-۳۸- مدل هیگوچی برای رهایش داروی فلوکسیتین از نانوذرات Fe_3O_4 /کیتوسان ۹۴

شکل ۴-۳۹- مدل هیکسون-کرول برای رهایش داروی فلوکسیتین از نانوذرات Fe_3O_4 /کیتوسان...۹۴

شکل ۴-۴۰- مدل کرسیمر- پپاس برای رهایش داروی فلوکسیتین از نانوذرات Fe_3O_4 /کیتوسان...۹۵

شکل ۴-۴۱- مدل مرتبه صفر برای رهایش داروی ناپروکسن از نانوذرات$CoFe_2O_4$ /کیتوسان ۹۶

شکل ۴-۴۲- مدل مرتبه اول برای رهایش داروی ناپروکسن از نانوذرات $CoFe_2O_4$ /کیتوسان.....۹۶

شکل ۴-۴۳- مدل هیگوچی برای رهایش داروی ناپروکسن از نانوذرات $CoFe_2O_4$ /کیتوسان.....۹۷

شکل ۴-۴۴- مدل هیکسون-کرول برای رهایش داروی ناپروکسن از نانوذرات $CoFe_2O_4$/کیتوسان ۹۷

شکل ۴- ۴۵ - مدل کرسیمر- پپاس برای رهایش داروی ناپروکسن از نانوذرات Fe_3O_4 /کیتوسان.....۹۸

فهرست جدول‌ها

جدول ۴-۱- داده های نمودار کالیبراسیون ناپروکسن.....۷۸

جدول ۴-۲- داده های نمودار کالیبراسیون فلوکسیتین.....۷۹

جدول ۴-۳- مکانیسم‌های مختلف رهش از سیستم‌های پلیمری با در نظر گرفتن توان n.....۹۰

جدول ۴-۴- پارامترهای مختلف رهایش داروی فلوکسیتین از نانوذرات Fe_3O_4 /کیتوسان ۹۱

جدول ۴-۵- پارامترهای مختلف رهایش داروی ناپروکسن از نانوذرات $CoFe_2O_4$ /کیتوسان ۹۱

جدول ۴-۶- پارامترهای حاصل از رهایش فلوکسیتین از نانوذرات Fe_3O_4 /کیتوسان با کمک مدل‌های ریاضی ۸۹

جدول ۴-۷- پارامترهای حاصل از رهایش ناپروکسن از نانوذرات $CoFe_2O_4$ /کیتوسان با کمک مدل‌های ریاضی.....۹۱

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

فناوری نانو رشته‌ای ازدانش کاربردی است که موضوعات گسترده‌ای را تحت پوشش قرار می‌دهد و موضوع اصلی آن کنترل ماده یا دستگاه‌هائی در ابعاد کمتر از یک میکرومتر(معمولاً حدود ۱ تا ۱۰۰ نانو متر) است. نانو فناوری زمینه تازه و جذابی از علم وفناوری است که می‌تواند شانس بزرگ و بی‌سابقه‌ای را در افق دید ما قرار دهد. در واقع فناوری نانو بکارگیری خواص جدیدی از مواد و سامانه‌هایی در ابعاد بسیارکوچک است که اثرات فیزیکی جدیدی از خود نشان می‌دهند. فناوری نانو بر هر آنچه که ما می‌سازیم تأثیر زیادی می‌گذارد و درحقیقت ساختن چیزی به غیراز مرتب کردن اتم‌ها نیست. اگر بتوانیم اتم‌ها را با دقت و انعطاف بیشتر و هزینه کمتر درکنارهم قرار دهیم، آنگاه تمام محصولاتی را که دردنیای کنونی تولید می‌شود، تغییراساسی خواهیم داد. پایه این زمینه هیجان انگیز یک حقیقت بسیارساده است: اتم‌ها می‌توانند در بی‌نهایت حالت مختلف چیده شوند، درحال حاضر ما فقط درصد بسیار کوچکی از آنچه احتمال دارد را می‌توانیم بسازیم. البته باید توجه داشت به هیچ وجه نباید تصور کرد که فناوری نانو اختراع قرن حاضراست، بلکه نانو و قوانین حاکم بر آن، همواره جزیی از طبیعت بوده و انسان کنونی با الهام ازآن، به کشفی خارق العاده دست یافته است.

۱-۲- از کجا آمد؟! "نانو"

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 اجزای کوچک تقسیم کرد تا به ذراتی رسید که خردناشدنی هستند و این ذرات، بنیان مواد را تشکیل می‌دهند، شاید بتوان دموکریتوس[1] 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. نقطه شروع و

1 Democritos

توسعه اولیه فناوری نانو به طور دقیق مشخص نیست. شاید بتوان گفت که اولین نانوفناوریست‌ها[1] شیشه‌گران قرون وسطایی بوده اند که از قالب های قدیمی برای شکل دادن شیـــشه هایشان استفاده می‌کرده‌اند. البته این شیشه‌گران نمی‌دانستند که چرا با اضافه کردن طلا به شیـــشه رنگ آن تغییر می‌کند. در آن زمان برای ساخت شیشه‌های کلیساهای قرون وسطایی از ذرات نانومتری طلا استفاده می‌شده است و با این کار شیشه های رنگی بسیار جذابی به دست می آمده است[۲].

در سال۱۹۵۹ ریچارد فاینمن[2] مقاله‌ای را درباره قابلیت‌های فناوری نانو در آینده منتشر ساخت. فاینمن که بعدها جایزه نوبل را در فیزیک دریافت کرد در آن سال در یک مهمانی شام که توسط انجمن فیزیک آمریکا برگزار شده بود، سخنرانی کرد و ایده فناوری نانو را برای عموم مردم آشکار ساخت. عنوان سخنرانی وی «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد» بود. با وجود موفقیت‌هایی که توسط بسیاری تا آن زمان کسـب شده بود، ریچارد. پی. فاینمن را به عنوان پایه‌گذار این علم می‌شناسند [۲].

۱-۳- تعریف نانو[۱]

پیشوند نانو به معنای یک میلیاردم است. یک نانو متر برابر است با $۱/۱۰^{۹}$(یک میلیاردم) یک متر. برای درک بهتر مقیاس نانو باید توجه کنیم که ضخامت یک موی انسان برابر است با پنجاه هزار نانومتر. کوچکترین شی قابل رویت با چشم غیر مسلح انسان ده هزار نانومتر پهنا دارد. اگر ده اتم هیدروژن را در یک خط به دنبال یکدیگر بگذاریم طول چنین خطی یک نانومتر خواهد بود. این اندازه واقعا بسیار کوچک است. دانش نانو به بیان ساده عبارت است از مطالعه اصول بنیانی مولکول‌ها و ساختارهایی با دست کم دارای یک بعد به اندازه تقریبی یک تا صد نانومتر، چنین ساختارهایی را با تساهل نانوساختار می‌گویند.

نانوفناوری عبارت است از کاربرد این نانوساختارها در ابزار مفیدی با مقیاس نانو. هر چیزی که ابعادش کوچکتر از یک نانومتر باشد یک اتم آزاد ویا یک مولکول رها است که به صورت یک ذره بخار رقیق شناور در فضاست. از اینرو نانوساختارها نه تنها از چیزهایی که تاکنون ساخته‌ایم کوچکترند بلکه کوچکترین چیزهای جامدی هستند که امکان ساخت آنها وجود دارد.

1Nanotecnologists

2 Feynman,R.P

یک تعریف مطلوب و فشرده از علوم و نانوفناوری که خواص ویژه مقیاس نانو در آن می‌گنجد از یکی از اسناد بنیاد ملی علوم امریکا به ویرایش مایک روکو[1] در سال ۲۰۰۱ از این قرار انتشار یافت:

"یک نانومتر (یک ملیاردم متر) نقطه جادویی بر مقیاس طول است. نانوساختارها در برخوردگاه کوچکترین ابزارهای ساخته دست آدمی و بزرگترین مولکول‌های موجودات زنده قرار می‌گیرند. منظور از علوم و مهندسی مقیاس نانو فهم بنیادی و پیشرفت های فناورانه ناشی از بهره برداری از خواص جدید فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناسی سامانه‌هایی است که ابعاد آنها در میانه بین تک اتم‌ها و مولکول‌ها و مواد حجمی قرار دارد و خواص گذاری بین این دو حد در چارچوب این علم و فناوری می تواند کنترل شود."[۱].

۱-۴- تعریف نانو ذرات

مواد نانو به موادی گفته می‌شود که حداقل یکی از ابعاد آنها (طول، عرض یا ضخامت) زیر۱۰۰نانومتر باشد، با توجه به اینکه تعریف دقیقی برای نانوذرات وجود ندارد، معمولا این نام به ذراتی اطلاق می‌شود که اندازه آنها ۱تا ۱۰۰ نانـــومتر باشد و ذرات دارای اندازه بین ۱۰۰تا ۱۰۰۰نانومـــتر را نانـــوپودر می‌گویند. نانوذرات ریخت‌های متفاوتی (ورقه‌ای،کروی ،درختـــسان و..)را از خود نشـــان می‌دهند. نانوذرات فلزی و اکسید فلزی به کار برده شده معمولا کروی و نانوذرات ســـیلیکات، دارای اشکال ورقه‌ای با ابعادی در اندازه ۱۰۰-۱۰۰۰ نانومتر هستند. دسته‌های دیگر نانومواد (به عنوان مثال، فولرین‌های[2]کروی، درختسان‌ها یا نقاط کوانتومی) می‌توانند در دسته‌بندی اصلی نانوذرات جای گیرند.[۲]

۱-۵- مواد در ابعاد نانو چه ویژگی‌هایی بدست می آورند؟[۲،۱،۳]

مقیاس نانو منحصربه فرد است زیرا در آن محدوده، خواص معمول ماده، مانند رسانایی الکتریکی، سختی و یا نقطه ذوب با خواص عجیب و غریب دنیای اتم و مولکول مثل آثار کوانتومی و موجی ذرات به هم می‌رسند. در مقیاس نانو بیشترین خواص ماده و ماشین‌ها بستگی به ابعادشان دارد و این همان

1 M.Roko

2 Fullerenes

چیزی است که در مقیاس‌های دیگر دیده نمی‌شود. با گذر از میکروذره به نانوذره، با تغییر برخی از خواص فیزیکی رو به رو می‌شویم، اولین اثر کاهش اندازه ذرات، افزایش سطح ذرات به حجم ذرات است. افزایش نسبت سطح به حجم نانوذرات باعث می‌شود که اتم های واقع در سطح، اثر بسیار بیشتری نسبت به اتم‌های درونی بر خواص فیزیکی داشته باشند. این ویژگی، واکنش‌پذیری نانوذرات را به شدت افزایش می‌دهد به گونه‌ای که این ذرات به شدت تمایل به کلوخه‌ای شدن[1] دارند. با استفاده از این خاصیت می توان کارایی کاتالیزورهای شیمیایی را بهبود بخشید. علاوه بر این افزایش سطح ذرات، فشار سطحی را تغییر داده و منجر به تغییر فاصله بین ذرات یا فاصله بین اتم های تشکیل دهنده ذرات می‌شود. فاصله بین اتم‌های ذرات با کاهش اندازه کاهش می‌یابد. البته این امر در مورد نانوذرات فلزی صادق است. در مورد نیمه‌رساناها و اکسیدهای فلزی با کاهش قطر نانوذرات، فاصله بین اتم‌های آنها افزایش می‌یابد.

کاهش اندازه ذرات در حد نانومتر، باعث بهبود خواص مغناطیسی می شود، در نانوفناوری پیچیده‌ترین تاثیر اندازه ذرات تاثیر بر خواص مغناطیسی ماده است. یک ماده، توده‌ای فرو مغناطیس[2] با حوزه‌های مغناطیسی که هر کدام حاوی هزاران اتم هستند، شناخته می‌شود. در یک حوزه‌ی مغناطیسی جهت چرخش الکترون‌ها یکسان است، حوزه‌های مغناطیسی متفاوت، جهت چرخشی متفاوتی دارند. تغییر فاز مغناطیسی وقتی رخ می‌دهد که یک میدان مغناطیسی بزرگ، تمام حوزه‌های مغناطیسی را یک جهت کند. هرچه تعداد حوزه‌ها کم‌تر باشد، نیرو و میدان کمتری نیز برای هم‌جهت ساختن حوزه‌ها مورد نیاز است، ماده‌ای که تنها دارای یک حوزه باشد، نیازی به هم‌جهت کردن آن با دیگر حوزه‌ها نخواهد بود. از آنجا که قطر این حوزه‌ها در محدوده یک تا چند هزار نانومتر است، هر ذره‌ای که تنها شامل یک حوزه باشد، می‌تواند نانوذره به شمار رود. نانوذرات مغناطیسی دارای تعداد حوزه‌های کمی هستند و مغناطش[3] آن‌ها ساده‌تر است.

در فناوری زیستی ویژگی‌هـــای ضروری نانوذره ها ابعاد آن ها در مقیاس نانو، خواص مغناطیسی آن‌ها و توانایی آن‌ها درحمل زیست‌مولکول‌های فعال برای کارهای ویژه هستند. یکی از اهداف نانوفناوری سوار کردن داروها بر روی مواد حامل (نانوذره) و سپس فرستادن و رها کردن آن‌ها به درون سلول هدف

1 Sintering

2 Ferromagnetism

3 Magnetization

است که به آن دارورسانی هدفمند[1] اطلاق می‌شود. با استفاده از نانوذرات مغناطیسی و ایجاد یک میدان مغناطیسی می‌توان دارو را به صورت هوشمند به بافت مورد نظر رسانده و سبب بهبود بافت، بدون صدمه به بافت‌های دیگر شد. به منظور مکان‌یابی یا هدف گذاری آسان درون بدن انسان، ابعاد ذرات در مقیاس نانو به آن‌ها اجازه می دهد که نه تنها از باریک‌ترین رگ‌های خونی عبور کنند بلکه درهنگام ضرورت به درون غشای سلول، نفوذ کنند. اگر این ذرات فرومغناطیس یا فراپارامغناطیس[2] باشند آن ها می‌توانند به وسیله میدان مغناطیسی خارجی دستکاری شوند که می‌تواند آن‌ها را به ارگان هدف برای ژن یا دارورسانی هدایت کند. سپس بیومولکول های چسبیده به سطح این نانوذره‌ها می‌توانند آزاد شوند.

۱-۶- سنتزنانوذرات

با توجه به گستردگی نانوذرات و نیز گستردگی موارد کاربرد آنها از روش های مختلفی برای تولید این ذرات استفاده می شود که انتخاب نوع روش بستگی به نوع ماده و کاربرد آن دارد. در تولید نانوذرات از دو روش اصلی و اساسی می‌توان استفاده می شود:

۱- روش های فیزیکی

۲-روش های شیمیایی

1 Targeted drug delivery

2 Super paramagnetism

۱-۶-۱- روش های فیزیکی

در روش فیزیکی که اصطلاحا آن را روش "از بالا به پایین" می‌نامند، قطعات بزرگ مواد مثل یک شمش طلا یا مس با استفاده از ابزار و ادوات فیزیکی به ذرات بسیار ریز در مقیاس نانومتر تبـــــدیل می‌شوند. با استفاده از بخارسازی و یا استفاده از روش‌هایی به کمک پرتو مولکولی، این کار امکان پذیر می‌شود. در این روش عمدتا ابزارهای بسیار دقیق و در عین حال گران قیمت فیزیکی مورد نیاز است که به راحتی هم در دسترس قرار نمی‌گیرد.

۱-۶-۲-روش های شیمیایی

در روش شیمیایی که مبتنی بر هستـــه‌زایی و رشد است و اصطلاحا آن را روش "از پایین به بالا"نیز می‌نامند، با استفاده از واکنش‌های شیـــــمیایی، تولید نانوذرات امکان پذیر است که در مقایسه با روش فیزیکی بسیار ارزان‌تر و در دسترس‌تر است. مزیت این روش ها ارزان بودن، در دسترس بودن وساده بودن آزمایش‌ها برای تولید نانوذرات است. از نظر پایگاه علمی نیز معتبر و مرسوم است و بخش عظیمی از تحقیقات نانوذرات در دنیا با استفاده از همین روش‌ها انجام می‌پذیرد. راه‌هـای بسیاری برای سنتز نانوذرات مغناطیسی گزارش شده است، بعضی از آن ها تک مرحله‌ای و بعضی فرآیندهای چند مرحله‌ای هستند. همه این راه ها، سود و زیان‌هایی دارند و هیچ کدام از آن‌ها یک راه حل جامع برای همه انواع نانوذرات ارائه نمی‌دهند. محقق باید در نظر بگیرد که آیا راه انتخاب شده برای آماده سازی نانوذرات ویژه در یک محیط معین با ابزارها و امکانات در دسترس مناسب است یا نه. بیشتر این فرایندها شامل شیمـی معدنی[۱] پایه‌ای ساده به ویژه شیمی آهن است. در ادامه چند مورد از روش‌های ساخـــت نانوذرات مغناطیـسی شامل روش مایسـل معکوس[۲]، روش همرسوبی[۳]، روش هیدرو ترمال[۴]،

1 Inorganic Chemistry

2 Reverse miclle

3 Coprecipiitation

4 Hydrothermal