بسم الله الرحمن الرحیم
الحمد لله رب العالمین الرحمن الرحیم مالک یوم الدین
ایاک نعبد و ایاک نستعین اهدنا الصراط المستقیم
صراط الذین انعمت علیهم غیر المغضوب علیهم
ولا الضالین

کد رهگیری ثبت پروپوزال: ۱۰۲۶۷۱۹

کد رهگیری ثبت پایان نامه: ۲۰۹۶۱۳۹

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا و استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

مقالات خارجی

Bu-Ali SinaUniversity, Hamedan, Iran.,……..……

مقالات داخلی

.....، گروه .....، دانشکده .....، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

دانشکدهٔ شیمی
گروه آموزشی شیمی تجزیه

پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی (گرایش شیمی تجزیه)

عنوان:

حذف، پیش تغلیظ و اندازه گیری برخی داروهای مهم توسط نانو ذرات مگنتیت اصلاح شده با عوامل مناسب

استاد راهنما:
دکتر عباس ا فخمی

استاد مشاور:
دکتر طیبه مدرکیان

نگارش:
امیر فرنود یان حبیبی

۲۹ شهریور ۱۳۹۱

دانشکدهٔ شیمی
گروه آموزشی شیمی تجزیه

پایان نامه ارائه شده جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی (گرایش شیمی تجزیه)

عنوان:

حذف، پیش تغلیظ و اندازه گیری برخی داروهای مهم با استفاده از نانوذرات مگنتیت اصلاح شده با عوامل مناسب

استاد راهنما :
پروفسور عباس افخمی

استاد مشاور:
پروفسور طیبه مدرکیان

پژوهشگر:
امیر فرنودیان حبیبی

کمیته ارزیابی پایان‌نامه:

۱- استاد راهنما: **پروفسور عباس افخمی**	استاد شیمی تجزیه
۲- استاد مشاور: **پروفسور طیبه مدرکیان**	استاد شیمی تجزیه
۳- استاد مدعو: **پروفسور داود نعمت الهی**	استاد شیمی تجزیه
۴- استاد مدعو:**دکتر مهدی هاشمی**	استادیار شیمی تجزیه

بسمه تعالی

صورت‌جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش تجزیه

با عنوان:

حذف، پیش تغلیظ و اندازه گیری برخی داروهای مهم با استفاده از نانو ذرات مگنتیت اصلاح شده با عوامل مناسب

جلسه دفاع از پایان‌نامه آقای **امیر فرنودیان حبیبی** به ارزش ۶ واحد در روز **چهارشنبه** مورخ **۱۳۹۱/۰۶/۲۹** ساعت ۱۰ در محل **آمفی تئاتر۲** دانشکده **شیمی** در حضور هیأت داوران برگزار گردید که پس از بررسی‌های لازم، پایان‌نامه نامبرده با نمره به عدد [ ] حروف [ ] با درجه [ ] مورد ارزیابی قرار گرفت.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت	مرتبه علمی	امضاء
۱	**عباس افخمی**	استاد راهنما	استاد	
۲	**طیبه مدرکیان**	استاد مشاور	استاد	
۳	**داود نعمت الهی**	داور داخلی	استاد	
۴	**مهدی هاشمی**	داور داخلی	استادیار	
۵	**طیبه مدرکیان**	★ مسئول تحصیلات تکمیلی دانشکده	استاد	

دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

حذف، پیش تغلیظ و اندازه گیری برخی دارو های مهم با استفاده از نانو ذرات مگنتیت اصلاح شده با عوامل مناسب

نام نویسنده: امیر فرنودیان حبیبی

نام استاد/اساتید راهنما: پروفسور عباس افخمی

نام استاد/اساتید مشاور: پروفسور طیبه مدرکیان

دانشکده : شیمی	**گروه آموزشی: شیمی تجزیه**	
رشته تحصیلی: شیمی	**گرایش تحصیلی: شیمی تجزیه**	**مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد**
تاریخ تصویب پرپوزال : ۹۰/۰۶/۰۸	**تاریخ دفاع: ۱۳۹۱/۰۶/۲۹**	**تعداد صفحات: ۸۹**

چکیده:

دراین پروژه. در بخش اول آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین توسط نانو ذرات مگنتیت اصلاح شده با SDS، از محیط آبی حذف و پیش تغلیظ شده و اندازه گیری گردیده است.بیشترین مقدار جذب در مورد هر دو دارودر ۳/۵ = pH رخ می‌دهد و ظرفیت جذبی جاذب (K_L) برابر با $mg\ g^{-1}$ ۴۳/۴۵ بدست آمده است. ازروش اسپکتروفتومتری برای اندازه گیری همزمان استفاده شد به طوری که نورتریپتیلین با پارابنزوکینون واکنش داده و محصول جدیدی تولید می کندکه طول موج جذبی آن در ۴۹۷nm می باشد در حالی که آمی تریپتیلین فاقد واکنش با پارابنزوکینون بوده و طول موج جذبی آن ۲۴۰ nm می باشد. منحنی کالیبراسیون برای آمی تریپتیلین در محدوده mgL^{-1} ۵/۲۸-۰/۱۰ و برای نورتریپتیلین mgL^{-1} ۳/۲۱-۰/۰۵، برای حجم محلول اولیه ۱۲۰/۰ mL خطی بود و معادله کالیبراسیون برای آمی تریپتیلین A=۰/۰۹۱۹ C + ۰/۰۵۵۴ با ضریب همبستگی(n = ۱۲) ۰/۹۹۸ به‌دست آمد، که A جذب در ۲۴۰ nm و C غلظت آمی تریپتیلین در محلول نمونه بر حسب mgL^{-1} است. همچنین برای نور تریپتیلین معادله کالیبراسیون A=۰/۴۶۱۳ C + ۰/۰۰۵۸ با ضریب همبستگی (n =۸) ۰/۹۹۹ به‌دست آمد، حد تشخیص برای آمی تریپتیلین mgL^{-1} ۰/۱و برای نور تریپتیلین $mg\ L^{-1}$ ۰/۰۵ به‌دست آمد.

در بخش دوم این تحقیق از نانو ذره مگنتیت اصلاح شده با CTAB برای حذف ، پیش تغلیظ و اندازه گیری لوزارتان در حضور هیدرو کلرو تیازید استفاده شد. ماکزیمم ظرفیت جذب جادب $mg\ g^{-1}$ ۲۱۰/۰ می باشداز روش فلوئوریمتری برای اندازه گیری استفاده شد . معادله کالیبراسیون برای لوزارتان I_f =۹۶۵۰/۶ C + ۲۳/۰۳۲ با ضریب همبستگی(n = ۱۰) ۰/۹۹۶۸ و حد تشخیص ، برای لوزارتان $ng\ ml^{-1}$ ۰/۲۵ به‌دست آمد.

آمی ترپتیلین، نورتریپتیلین، لوزارتان، هیدروکلروتیازید، مگنتیت ، حذف، پیش تغلیظ

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل اول: کلیات و مباحث تئوری

۱-۱- مقدمه ۳
۱-۱-۲- فناوری نانو و نانو مواد ۳
۱-۲- نانو ذرات مغناطیسی اکسید آهن ۴
۱-۳- روش‌های تهیه نانو ذرات مغناطیسی ۶
۱ - ۴- روش‌های مشخصه یابی نانو ذرات ۶
۱ - ۵- محافظت و پایدار کردن نانو ذرات مغناطی ۷
۱ - ۶ - عامل دار کردن سطح نانو ذرات ۱۱
۱ - ۷ - کاربرد نانوذرات مغناطیسی ۱۳
۱-۸- ایزوترم‌های جذب سطحی ۱۵
۱-۹- اهمیت حذف داروها از نمونه های آبی ۱۷
۱-۱۰- آمی تریپتیلین و اهمیت اندازه گیری ۱۹
۱-۱۱- دز درمانی و عوارض ناشی از آمی تریپتیلین ۲۰
۱-۱۲- نور تریپتیلین و اهمیت اندازه گیری آن ۲۱
۱-۱۳- لوزارتان و اهمیت اندازه گیری آن ۲۱
۱-۱۴- مروری بر برخی روش‌های گزارش شده برای اندازه‌گیری داروی آمی تریپتیلین ۲۲
۱-۱۵– مروری بربرخی روش‌های گزارش شده برای اندازه‌گیری داروی نور تریپتیلین ۲۴
۱-۱۶- مروری بر برخی از کارهای انجام شده برای اندازه‌گیری داروی لوزارتان ۲۶

فصل دوم: بخش تجربی

۲-۱- مواد شیمیایی و محلول‌های ذخیره ۳۱
۲-۲- دستگاه‌های مورد استفاده ۳۲
۲-۳- سنتز نانوذرات Fe_3O_4 ..... ۳۲

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۲-۴- سنتز نانو ذرات Fe_3O_4 پوشش داده شده با SDS..... ۳۳
۲ - ۵ - سنتز نانو ذرات Fe_3O_4 پوشش داده شده باCTAB..... ۳۳
۲-۶- تهیه نمونه ادرار..... ۳۳
۲-۷- تهیه نمونه قرص..... ۳۴
۲-۸- خلاصه روش حذف، پیش تغلیظ و اندازه گیری آمی تریپتیلین و نورتریپتلین..... ۳۴
۲-۹- خلاصه روش حذف، پیش تغلیظ و اندازه گیری لوزارتان..... ۳۵

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

۳-۱- حذف، پیش تغلیظ و اندازه‌گیری داروهای آمی تریپتیلین و نور تریپتیلین..... ۳۹
۳-۱-۱- مقدمه..... ۳۹
۳- ۱ - ۲ - حذف آمی تریپتیلین و نور تریپتیلین از نمونه های آبیSDS ۴۰
۳-۱-۳- بررسی اثر pH روی اصلاح نانو ذرات مگنتیت توسط ۴۱
۳-۱-۴- بررسی برهم اکنش آمی تریپتیلین و نور تریپتیلین با نانو ذرات مگنتیت اصلاح شده با SDS ۴۲
۳-۱-۴-۱- بررسی اثر متغیرها و بهینه سازی شرایط برای حذف دارو ها..... ۴۲
۳-۱-۴-۲- اثر pH..... ۴۲
۳-۱-۴-۳- بهینه سازی مقدار نانو ذره..... ۴۴
۳-۱-۴-۴- بررسی مقدار سورفکتانت SDS..... ۴۴
۳-۱-۴-۵- بررسی اثر زمان تماس..... ۴۵
۳-۱-۵- مکانیسم جذب داروها..... ۴۶
۳-۱-۵-۱- مکانیسم جذب سطحی در نانو ذرات..... ۴۸
۳-۱-۶- ایزوترم‌های جذب سطحی..... ۵۰
۳-۱-۷– ا ندازه گیری آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین پس از پیش تغلیظ توسط نانو ذرات مگنتیت اصلاح شده..... ۵۲
۳-۱-۷-۱- واجذب آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین جذب شده بر روی نانو ذرات اصلاح شده..... ۵۲

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۳-۱- ۷- ۲- بررسی حجم شوینده ۵۳
۳-۱- ۷-۳ - بررسی زمان واجذب ۵۴
۳-۱-۷-۴ - بررسی اثر حجم نمونه بر جذب سطحی ۵۵
۳-۱- ۸ - اندازه گیری همزمان آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین ۵۶
۳-۱ - ۹ - مکانیسم پیشنهادی برای تشکیل کمپلکس داروی نور تریپتیلین با پارابنزوکینون ۵۹
۳-۱- ۱۰ - مشخصات تجزیه‌ای و کاربرد ها ۶۱
۳-۱- ۱۱- تعیین غلظت داروها در ادرار ۶۳
۳-۱- ۱۲- نتیجه گیری ۶۴
۳ - ۲- حذف، پیش تغلیظ و اندازه‌گیری داروی لوارتان ۶۵
۳-۲-۱- مقدمه ۶۵
۳-۲-۲- حذف لوزارتان از نمونه های آبی ۶۶
۳-۲-۳- بررسی اثر متغیرها و بهینه سازی شرایط آزمایش ۶۷
۳-۲- ۳-۱- اثر pH ۶۷
۳-۲-۳-۲- بهینه سازی مقدار نانو ذره ۶۸
۳-۲-۳-۳- بررسی مقدار سورفکتانت ۶۹
۳-۲-۳-۴- تعیین خصوصیات جاذب ۷۰
۳-۲-۳-۵- بررسی اثر زمان تماس ۷۰
۳-۲-۳-۶- اثر زمان تماس CTAB با نانو ذره بر کارایی نانو ذره ۷۱
۳-۲-۳-۷- تعیین ظرفیت جاذب بوسیله ایزوترم‌های جذب سطحی ۷۲
۳-۲-۴- پیش تغلیظ و اندازه‌گیری لوزارتان از نمونه‌های آب با استفاده از نانو ذرات ۷۴
۳-۲-۴-۱- واجذب لوزارتان جذب شده بر روی نانو ذرات اصلاح شده ۷۴
۳-۲- ۴-۲ - بررسی حجم شوینده ۷۴
۳-۲-۴-۳- بررسی زمان واجذب ۷۵
۳-۲-۴-۴- بررسی اثر حجم نمونه بر جذب سطحی ۷۶

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۳-۲-۴-۵- اندازه گیری لوزارتان و در حضور هیدروکلرو تیازید..... ۷۷

۳-۲- ۴-۶- مشخصات تجزیه‌ای و کاربردها..... ۷۹

۳-۲-۵- تعیین غلظت دارو در نمونه قرص..... ۸۰

۳-۲-۶- نتیجه گیری..... ۸۱

منابع..... ۸۳

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

شکل (۱-۱)، پایدار کردن نانو ذرات با (a)دافعه الکتروستاتیک، b) (پایدار کردن با دافعه فضایی..... ۵

شکل (۱-۲)، (a) افزودن لیگاند، b) (تعویض لیگاندبرای عامل دار کردن سطح نانو ذرات..... ۱۲

شکل (۱-۳)، قرار دادن گروه‌های آمینی روی نانو ذرات..... ۱۳

شکل (۱-۴) – (آمی تریپتیلین هیدرو کلرواید).($C_{20}H_{23}N.HCl$)..... ۲۰

شکل (۱-۵)- نور تریپتیلین هیدروکلراید – ($C_{19}H_{21}N.HCl$)..... ۲۱

شکل (۱-۶)- لوزارتان پتاسیم) - ($C_6H_{22}ClN_6O$)..... ۲۲

شکل (۳-۱) – (a) طیف محلول قبل از حذف ، (b) طیف محلول بعد از حذف...... ۳۹

شکل (۳-۲)، اثر pH بر جذب سطحی ۴۰/۰ mLاز محلول آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین با غلظت $15/0\ mg\ L^{-1}$ ، شرایط: ۰/۱۳ گرم نانو ذره و ۷۵/ ۰ mLمحلول ۲/۰٪SDS..... ۴۳

شکل (۳-۳)، اثر مقدار جاذب بر جذب سطحی ۴۰/۰ mL از محلول آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین باغلظت $15/0\ mgL^{-1}$،شرایط:pH=۳/۵ و۷۵ /۰mL محلول۲٪SDS..... ۴۴

شکل (۳-۴)، اثر مقدار سورفکتانت بر جذب سطحی ۴۰/۰ mL از محلول آمی تریپتیلین و نور تریپتیلین با غلظت $15/0\ mg\ L^{-1}$ ، شرایط: ۰/۱۳ گرم نانو ذره و pH= ۳/۵..... ۴۵

شکل (۳-۵)، اثرزمان هم زدن بر جذب سطحی ۴۰/۰ mL از محلول آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین با غلظت $15/0\ mg\ L^{-1}$ ، شرایط: ۰/۱۳ گرم نانو ذره و pH=۳/۵..... ۴۶

شکل (۳-۶). مکانیسم جذب آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین توسط نانو ذرات اصلاح شده با SDS..... ۴۹

شکل (۳-۷)، ایزوترم جذب سطحی فروند لیچ برای آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین برروی نانو ذرات مگنتیت اصلاح شده شرایط: ۰/۱۳ گرم نانو ذره و pH=۳/۵..... ۵۰

شکل (۳-۸)، نمودار ایزوترم خطی شده فروند لیچ برای آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین..... ۵۱

شکل(۳-۹)، نمودار درصد واجذب بر اساس محلول شوینده..... ۵۳

شکل (۳-۱۰)- اثر حجم شوینده روی واجذب آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین..... ۵۴

شکل (۳- ۱۱)- اثر زمان روی واجذب آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین..... ۵۵

شکل(۳-۱۲)، اثر حجم محلول نمونه بر جذب سطحی آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین ، شرایط: ۰/۱۳ گرم نانوذره، pH=۳/۵، زمان هم زدن ۱۸ دقیقه..... ۵۶

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

شکل (۳-۱۳)- پارابنزوکینون ۵۷

شکل (۳-۱۴)-طیف (a) آمی تریپتیلین در حضور پارابنزوکینون (b) محصول تشکیل شده از واکنش نور تریپتیلین با پارابنزوکینون ۵۸

شکل (۳-۱۵)-طیف امی تریپتیلین و نور تریپتیلین حذف شده در محلول ادرار ۵۸

شکل (۳-۱۶)-مکانیسم جذب لوزارتان توسط نانو ذرات اصلاح شده باCTAB ۶۶

شکل (۳-۱۷)- اثر pH بر جذب سطحی ۶۸

شکل (۳-۱۸)، اثر مقدار جاذب بر جذب سطحی ۶۸

شکل (۳-۱۹)، طیف IR مربوط به نانوذرات قبل (a) و بعد (b) از اصلاح شدن با CTAB ۶۹

شکل (۳-۲۰)، اثرزمان هم زدن بر جذب سطحی ۷۰

شکل (۳- ۲۱)، درصد حذف لوزارتان در زمان‌های مختلف ۷۱

شکل (۳-۲۲)، ایزوترم جذب سطحی لانگمور برای لوزارتان بر روی نانو ذرات مگنتیت اصلاح شده ۷۲

شکل(۳-۲۳)، نمودار درصد واجذب بر اساس محلول شوینده ۷۳

شکل (۳-۲۴)- اثر حجم شوینده روی واجذب لوزارتان ۷۴

شکل (۳-۲۵) – اثر زمان روی واجذب لوزارتان ۷۵

شکل(۳-۲۶)- اثر حجم محلول نمونه بر جذب سطحی لوزارتان ۷۶

شکل(۳-۲۷)– هیدرو کلروتیازید ($C_7H_8ClN_3O_4S_2$) ۷۷

شکل (۳-۲۸) –طیف تحریک لوزارتان ۷۸

(۳-۲۹) – طیف نشری لوزارتان ۷۸

طرح (۳-۱) - مکانیسم واکنش نورتریپتیلین با پارابنزوکینون ۶۰

جدول (۱-۱)، انواع اکسیدهای آهن و خواص فیزیکی آنها ۵

جدول(۳-۱)، پارامترهای مختلف روابط ایزوترم فرندلیچ و ضریب همبستگی (r) برای جذب آمی تریپتیلین و نورتریپتیلین بر روی نانو ذرات مگنتیت ۵۲

جدول (۳-۲)، مشخصات تجزیه ای روش برای تعیین داروی آمی تریپتیلین ۶۲

جدول (۳-۳)، مشخصات تجزیه ای روش برای تعیین داروی نور تریپتیلین ۶۳

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

جدول (۳-۴) –مشخصات تجزیه ای در نمونه ادرار ۶۴

جدول (۳-۵) –مقایسه حد تشخیص روش های مختلف با حد تشخیص روش پیشنهادی برای آمی تریپتیلین ۶۴

جدول(۳-۶)-مقایسه حد تشخیص روش های مختلف با روش مورد نظر برای نورتریپتیلین ۶۵

جدول(۳-۷)- ایزوترم لانگمور برای لوزارتان ۷۳

جدول (۳-۸)، مشخصات تجزیه‌ای روش برای تعیین داروی لوزارتان ۸۰

جدول (۳-۹) – مقایسه حد تشخیص روش های مختلف با روش پیشنهادی برای لوزارتان ۸۱

فصل اول

کلیات و مباحث تئوری

۱-۱-مقدمه

۲-۱-۱ - فناوری نانو[1] و نانو مواد

فناوری نانو عبارت است از توانایی کار کردن در تراز اتمی مولکول و ابعاد بین یک تا صد نانومتر، با هدف ساخت و دخل و تصرف در چگونگی آرایش اتم‌ها یا مولکول‌ها و استفاده از مواد وسایل و سیستم‌هایی با توانایی‌ها و اعمال جدید که ناشی از ابعاد کوچک ساختارشان می‌باشد. تفاوت اصلی فناوری نانو با فناوری‌های دیگر در مقیاس و اندازه موادی است که در این فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته کوچک بودن اندازه مد نظر نیست، بلکه زمانی که مواد در این مقیاس قرار می‌گیرد، خصوصیات ذاتی آن‌ها از جمله رنگ، استحکام، مقاومت، خوردگی و غیره تغییر می‌یابد [۱] .

سه خاصیت اساسی مواد که با تغییر اندازه ذرات تغییر می‌کند، عبارتند از:

(۱) - تغییر رفتار مکانیک کوانتومی که نتیجه آن تغییر رنگ، شفافیت، سختی و رسانایی الکتریکی است.

(۲) - افزایش سطح که منجر به تغییر نقطه ذوب و جوش، فعالیت شیمیایی و اثرات کاتالیستی و جذب سطحی می‌شود.

(۳) - تغییر در ساختار مولکولی مواد که باعث افزایش قابلیت سازگاری مواد، افزایش توانایی ترمیم و توانایی خودآرایی این مواد شده و کاربردهای زیستی جدید را سبب می‌شود

1- Nanotechnology

گزارش‌های زیادی در مورد استفاده از نانوفناوری به عنوان فرایند تصفیه و حذف آلاینده‌ها از محیط زیست وجود دارد. حوزه‌های کاربرد نانوفناوری در محیط زیست شامل کاهش پدیده گرمایشی جهانی، ایجاد انرژی‌های کارا و سازگار با محیط زیست، نظارت و کنترل بر محیط زیست، پاک‌سازی خاک، بهسازی و تصفیه آب، کاهش آلودگی هوا و پوشش‌های سازگار با محیط زیست می‌باشد .از نظر شیمیایی مواد نانو طیف وسیعی از ترکیبات شیمیایی اعم از آلی و معدنی را شامل می‌شوند. این مواد در شکل‌های مختلف نانوذرات[۱]، نانوفیبرها[۲]، نانولوله‌ها[۳]، نانوسیم‌ها[۴]ونانومیله‌ها[۵] وجود دارند. نانولوله‌های کربنی در واقع صفحات گرافیتی لوله‌ای هستند که به دو صورت تک دیواره‌ای[۶] و چند دیواره‌ای[۷] وجود دارند.

۱-۲- نانو ذرات مغناطیسی اکسید آهن

عنصر آهن به طور طبیعی دارای سه اکسید طبیعی هماتیت، مگنتیت، و مگهمیت می‌باشد، که در جدول (۱-۱) انواع اکسیدهای آهن و خواص فیزیکی آن‌ها ذکر شده است .

1. Nanoparticles
2. Nanofibers
3. Nanotubes
4. Nanowires
5. Nanorods
6. Single-walled cabon nano tubes (SWCNTs)
7. Multi-walled carbon nano tubes (MWCNTs)

جدول (۱-۱)، انواع اکسیدهای آهن و خواص فیزیکی آن‌ها

خصوصیت	هماتیت	مگنتیت	مگهمایت
فرمول مولکولی	α-Fe_2O_3	Fe_3O_4	γ- Fe_2O_3
دانسیته(g/cm^3)	۵/۲۶	۵/۱۸	۴/۸۷
نقطه ذوب(^oC)	۱۳۵۰	۱۵۹۷-۱۵۸۳	-
سختی	۶/۵	۵/۵	۵/۰
نوع مغناطیس	فرومغناطیس ضعیف یا آنتی فرومغناطیس	فرومغناطیس	فری مغناطیس
دمای کوری(K)	۹۵۶	۸۵۰	۸۲۰-۹۸۶
Msدر $(A.m^2\ kg^{-1})$۳۰۰K	۰/۳	۹۲-۱۰۰	۶۰-۸۰
انرژی آزاد تشکیل استاندارد $(K_j\ mol^{-1})\ \Delta Gf^o$	-۷۴۲/۷	-۱۰۱۲/۶	-۷۱۱/۱
سیستم کریستالوگرافیک	رومبوهدرال-هگزاگونال	مکعبی	مکعبی – چهار وجهی
نوع ساختمان	کراوندوم	اسپینل معکوس	اسپینل دارای نقص

هماتیت فراوان‌ترین نوع از اکسیدهای آهن می‌باشد و نسبت به دو نوع دیگر دارای پایداری بیشتری می‌باشد. گونه‌های دیگر نیز در نهایت به این گونه تبدیل می‌شوند. هماتیت باعث قرمز رنگ شدن خون می شود . مگهمیت از هوازدگی مگنتیت یا از حرارت دادن گونه‌های دیگر به وجود می‌آید که یک گونه‌ی نیمه پایدار است. مگنتیت از لحاظ مغناطیسی، فرو مغناطیس می‌باشد و در بین فلزات واسطه بیشترین خاصیت مغناطیسی را دارد. این اکسید آهن مشکی رنگ است. در واقع به علت

خاصیت مغناطیسی خیلی زیاد مگنتیت و افزایش این خاصیت برای ذراتی با گستره ی شعاعی در حد نانومتر مطالعات بسیار زیادی در زمینه‌ی سنتز و کاربرد این ذرات انجام گرفته است.

۱-۳- روش‌های تهیه نانو ذرات مغناطیسی

برای تولید نانو ذرات روش های بسیار متنوعی وجود دارد. از جمله روش‌های میکروامولسیون[۱] [۲] ،روش‌های سل- ژل [۳]، واکنش‌های سونو شیمیایی [۴]، روش‌های هیدرولیز[۲] و ترمولیز[۳] [۵]، روش‌های تزریق در جریان[۴] [۶] و غیره. معمول‌ترین روش ساخت نانو ذرات مغناطیسی، روش هم‌رسوبی نمک‌های آهن در محیط قلیایی است [۷, ۸]. روش هم‌رسوبی ساده‌ترین و پر بازده-ترین روش شیمیایی برای بدست آوردن این ذرات است. همچنین این روش معمولاً کم هزینه و با بازدهی بالا می‌باشد. بنابراین در این تحقیق از این روش سنتزی آسان و پر کاربرد برای ایجاد ذرات نانو استفاده گردیده تا بتوانیم با نانو ذرات حاصل شده، خالص سازی‌های بهتر، سریع تر و با راندمان بالاتر را ایجاد نماییم.

۱-۴- روش‌های مشخصه یابی نانو ذرات

نانو مواد دارای مشخصات متنوعی هستند که برای تعیین هرکدام از آن‌ها به ابزار و وسایل دقیقی نیاز است. از این رو تجهیزات و روش‌هایی شامل آنالیز میکروسکوپی، آنالیز ساختاری، روش های تعیین اندازه و سطح ویژه ذرات، آنالیز پیوندی، آنالیز عنصری، روش‌های تعیین ضخامت فیلم و

1- Micro Emulsion

2- Hydrolysis

3- Thermolysis

4- Flow injection