بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

خانم الهام طهماسبی رساله ۲۴ واحدی خود را با عنوان "**سنتز و کاربرد نانو ذرات مغناطیسی اکسید آهن دارای پوشش پلیمری در استخراج و پیش تغلیظ آنالیت‌های آلی و کایتون ها**" درتاریخ **۱۳۹۲/۳/۴** ارائه کردند. اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تأیید کرده است و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری پیشنهاد می‌کند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استاد راهنما	دکتر یداله یمینی	استاد	
۲ـ استاد مشاور	دکتر شهاب شریعتی	استادیار	
۳ـ استاد ناظر داخلی	دکتر نادر علیزاده مطلق	استاد	
۴ـ استاد ناظر داخلی	دکتر میرفضل اله موسوی	استاد	
۵ـ استاد ناظر خارجی	دکتر مجتبی شمسی‌پور	استاد	
۶ـ استاد ناظر خارجی	دکتر فرزانه شمیرانی	استاد	
۷ـ نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر نادر علیزاده مطلق	استاد	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب **الهام طهماسبی** دانشجوی رشته **شیمی-شیمی تجزیه** ورودی سال تحصیلی **۱۳۸۸** مقطع **دکتری** دانشکده علوم پایه متعهد می شوم کلِیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:

تاریخ:

۱۳۹۲/۰۴/۰۱

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین‌بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/رساله دکتری نگارنده در رشته **شیمی-شیمی تجزیه** است که در سال **۱۳۹۲** در دانشکده **علوم پایه** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب‌آقای **دکتر یداله یمینی**، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای **دکتر شهاب شریعتی**- و مشاوره‌سرکار خانم/جناب آقای دکتر - از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظوراستیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **الهام طهماسبی** دانشجوی رشته **شیمی (تجزیه)** مقطع **دکتری** تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **الهام طهماسبی**

تاریخ و امضا:

۱۳۹۲/۰۴/۰۱

رساله دکتری شیمی (تجزیه)

عنوان:

سنتز و کاربرد نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن دارای پوشش پلیمری در استخراج و پیش‌تغلیظ آنالیت‌های آلی و کاتیون‌ها

نگارش:

الهام طهماسبی

استاد راهنما:

دکتر یدالله یمینی

استاد مشاور:

دکتر شهاب شریعتی

خرداد ۱۳۹۲

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

که سجده ی ایثارشان گل محبت را در وجودم پروراند و

دامان گهربارشان لحظه های مهربانی را به من آموخت.

آنان که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت آنها بوده ام و

همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی ها و مشکلات بوده است.

تقدیر و سپاس

الهی نور تو چراغ معرفت بیفروخت، دل من افزونی است. گواهی تو ترجمانی من بکرد، ندای من افزونی است. قرب تو چراغ وجد بیفروخت، همت من افزونی است. ارادت تو کار من بساخت، جهد من افزونی است. بود تو کار من راست کرد، بود من افزونی است.

سپاس و ستایش بیکران خداوندی راست که به انسان نعمت اندیشه، خرد و آزادی عطا فرمود و او را در راه کسب علم و معرفت برای شناخت هستی رهنمایی و یاری نمود.

به مصداق «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق» بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه ام جناب آقای دکتر یدالله یمینی که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی های کارساز و سازنده بارور ساختند؛ نهایت تقدیر و تشکر را نمایم.

معلا مقامت زعرش برتر باد همیشه توسن اندیشه ات مظفر باد

به نکته های دلاویز و گفته های بلند صحیفه های سخن از تو علم پرور باد

از جناب آقای دکتر شهاب شریعتی که زحمت مشاوره این رساله را بر عهده داشتند بسیار سپاسگزارم.

از اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر مجتبی شمس پور، جناب آقای دکتر میر فضل اله موسوی و جناب آقای دکتر نادر علیزاده مطلق و سرکار خانم دکتر شمیرانی که در طول این دوره از راهنمایی های علمی و معنوی شان بهره مند گردیدم و زحمت داوری این رساله را بر عهده داشتند، نهایت سپاس و تشکر را دارم.

از دوستان و همکارانم در آزمایشگاه تحقیقاتی دکتر یمینی که مرا در انجام این رساله یاری رساندند صمیمانه تشکر می نمایم.

چکیده

در قسمت اول تحقیق، قابلیت کاربرد نانوذرات Fe_3O_4 اصلاح شده با پوشش پلی‌آنیلین به عنوان جاذب مغناطیسی برای استخراج سه ترکیب پارابن از طریق فرایند تعویض یون فرم آنیونی آن‌ها با آنیون دوپنت پلی‌آنیلین مورد بررسی قرار گرفت. تحت شرایط بهینه، گستره‌ی خطی در محدوده‌ی ۰/۵-۱۰۰ $\mu g\ L^{-1}$ با $R^2 >$ ۰/۹۹۸۰ و انحراف استاندارد نسبی (RSD%) کمتر از ۲/۳۹٪ حاصل شد. فاکتورهای پیش‌تغلیظ روش پیشنهادی برای پارابن‌ها بین ۱۶۰ تا ۲۵۳ و مقادیر حد تشخیص در گستره‌ی ۰/۳ تا ۰/۴ $\mu g\ L^{-1}$ به‌دست آمد. در پایان، روش پیشنهادی برای اندازه‌گیری آنالیت‌های موردنظر از نمونه‌های فاضلاب، کرم و خمیر دندان به‌کار گرفته شد و نتایج مطلوبی به‌دست آمد.

در قسمت دوم، نانوذرات Fe_3O_4 دارای پوشش پلی‌تیوفن به‌طور موفقیت‌آمیزی سنتز و با استفاده از روش‌های مختلفی از قبیل FT-IR، SEM و TGA شناسایی شدند. نانوذرات سنتزشده به‌عنوان جاذب مؤثر و کارا برای استخراج و پیش‌تغلیظ سه ترکیب پلاستی‌سایزر (DBP، DOA و DEHP) از نمونه‌های آبی به‌کار گرفته شدند. تحت شرایط بهینه‌ی استخراجی، فاکتورهای پیش‌تغلیظ ۸۶ تا ۲۱۳، گستره‌ی خطی در محدوده‌ی ۰/۴-۱۰۰ $\mu g\ L^{-1}$ و حدود تشخیص در محدوده‌ی ۰/۲-۰/۴ $\mu g\ L^{-1}$ به‌دست آمد. RSD% روش برای چهار استخراج متوالی در گستره‌ی ۱۲/۳٪-۴/۰ حاصل شد. روش پیشنهادی برای اندازه‌گیری آنالیت‌های موردنظر از نمونه‌های آبی شامل آب رودخانه، آب معدنی و آب جوش در تماس با ظروف پلی‌اتیلنی به کار گرفته شد و بازیابی‌های نسبی بین ۸۵ تا ۹۹٪ و RSD% کمتر از ۱۲/۸٪ حاصل شد.

در قسمت سوم، استخراج یون‌های فلزات قیمتی شامل Au^{3+}، Cu^{2+}، Pd^{2+} و Ag^{+} با استفاده از نانوذرات مغناطیسی Fe_3O_4 اصلاح‌شده با پوشش پلی‌تیوفن بدون نیاز به عامل کیلیت‌ساز و حلال آلی معرفی شد. اندازه‌گیری همزمان این فلزات با استفاده از سیستم تزریق در جریان جفت شده با دستگاه ICP-OES صورت گرفت. تحت شرایط بهینه‌ی استخراجی، گستره‌ی خطی روش از ۰/۷۵ تا ۱۰۰ $\mu g\ L^{-1}$ بود. حدود تشخیص در محدوده‌ی ۰/۲ تا ۲/۰ $\mu g\ L^{-1}$ و فاکتورهای افزایش سیگنال در گستره‌ی ۱۲۹-۷۰ به‌دست

آمدند. دقت روش تحت عنوان انحراف استاندارد نسبی (RSD%) کمتر از ۴/۲٪ حاصل شد. قابلیت کاربرد روش با اندازه‌گیری یون‌های فلزی موردنظر در چند نمونه آب شامل آب لوله‌کشی، آب معدنی و آب رودخانه نشان داده شد و نتایج رضایت‌بخشی حاصل گردید.

در قسمت چهارم، قابلیت کاربرد نانوذرات Fe_3O_4 دارای پوشش پلی‌پیرول به‌عنوان یک جاذب نانومغناطیسی تعویض آنیون نشان داده شد. برای این منظور، سه ترکیب نیتروفنول، به‌عنوان آنالیت‌های هدف انتخاب گردید. اندازه، مورفولوژی و پوشش سطح نانوذرات سنتزشده با تکنیک‌های مختلفی از قبیل FT-IR، SEM و TGA بررسی و شناسایی شد. پارامترهای مؤثر بر کارایی استخراج مطالعه و بهینه گردید. تحت شرایط بهینه‌ی استخراجی، گستره‌ی خطی ۰/۷۵-۱۰۰ $\mu g\ L^{-1}$ ($R^2 >$ ۰/۹۹۷) و حدود تشخیص در محدوده‌ی ۰/۳ تا ۰/۴ $\mu g\ L^{-1}$ به‌دست آمدند. همچنین، فاکتورهای پیش‌تغلیظ در محدوده‌ی ۱۸۰-۱۲۵ و انحراف استاندارد نسبی کمتر از ۴/۹٪ ($n = 4$) حاصل شد. روش پیشنهادی به‌طور موفقیت‌آمیز برای نمونه‌های آبی زیست‌محیطی از قبیل آب لوله‌کشی، آب باران و آب رودخانه به‌کار گرفته شد.

در قسمت پنجم، یک جاذب جدید برای روش استخراج با فاز جامد مغناطیسی از طریق ایجاد خودآرایه‌های تک‌لایه از ترکیب ارگانوسولفور بیس-(۲،۴،۴-تری‌متیل‌پنتیل) دی‌تیوفسفینیک اسید بر روی سطح نانوذرات Fe_3O_4 دارای پوشش نقره معرفی شد. اندازه، مورفولوژی، ترکیب و ویژگی‌های نانوذرات سنتزشده با تکنیک‌های SEM، EDX، DLS، FT-IR و TGA مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت. کارایی جاذب پیشنهادی با استخراج پنج ترکیب PAHs به‌عنوان ترکیبات مدل مورد بررسی قرار گرفت. شرایط مؤثر بر کارایی استخراج بررسی و بهینه شد. تحت شرایط بهینه، گستره‌ی خطی منحنی‌های کالیبراسیون در محدوده‌ی ۰/۰۵-۱۰۰ $\mu g\ L^{-1}$ و حدود تشخیص در محدوده‌ی ۰/۰۲-۰/۱۰ $\mu g\ L^{-1}$ حاصل شد. تکرارپذیری در یک روز و تکرارپذیری بین روز، به‌ترتیب، در محدوده‌ی ۴/۲٪-۲/۶ و ۸/۳٪-۳/۶ به‌دست آمد. همچنین، قابلیت کاربرد روش پیشنهادی برای استخراج و اندازه‌گیری PAHs از نمونه‌های حقیقی شامل آب لوله‌کشی،

آب قلیان و همچنین نمونه‌های خاک، با حصول بازیابی‌های نسبی ۱۰۹/۰٪-۸۲/۴ و RSD% در محدوده‌ی ۱۱/۶٪-۳/۵ نشان داده شد.

در قسمت ششم، استخراج استروژن سنتزی α۱۷-اتینیل استرادیول (EE2)، به‌عنوان یک ترکیب مداخله‌کننده در عملکرد غدد درون‌ریز، با استفاده از نانوذرات Fe_3O_4 اصلاح شده با ترکیب ارگانوسولفور بیس-(۴،۴،۲-تری‌متیل‌پنتیل)دی‌تیوفسفینیک اسید ارائه شد. تحت شرایط بهینه، روش پیشنهادی گستره‌ی خطی خوبی در محدوده‌ی ۰/۵ تا $\mu g\ L^{-1}$ ۱۰۰ و حدتشخیص $\mu g\ L^{-1}$ ۰/۳ را به‌دست داد. همچنین، فاکتور پیش‌تغلیظ روش ۲۴۵ و تکرارپذیری در یک روز و بین روز، به‌ترتیب، ۲/۴ و ۳/۲٪ به‌دست آمد. روش توسعه‌یافته به‌طور موفقیت‌آمیز برای استخراج و اندازه‌گیری EE2 در نمونه‌های آبی مختلف شامل آب رودخانه، آب سطحی و ورودی و خروجی یک تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب شهری به‌کار گرفته شد و نتایج رضایت‌بخشی حاصل گردید.

در قسمت هفتم، استخراج ویتامین B_{12} توسط نانوذرات Fe_3O_4 اصلاح‌شده با سورفکتنت سدیم دودسیل سولفات (SDS) و اندازه‌گیری با استفاده از سیستم تزریق در جریان جفت‌شده با دستگاه ICP-OES ارائه شد. فاکتورهای مؤثر بر کارایی استخراج بررسی و بهینه شدند. تحت شرایط بهینه، فاکتور افزایش سیگنال ۱۸۴، گستره‌ی خطی دینامیکی $\mu g\ L^{-1}$ ۲/۵-۵۰۰ با $R^2 >$ ۰/۹۹۹ و حد تشخیص $\mu g\ L^{-1}$ ۱/۰ به‌دست آمد. انحراف استاندارد نسبی روش برای پنج استخراج و اندازه‌گیری متوالی کمتر از ۶/۲٪ حاصل شد. روش پیشنهادی به‌طور موفقیت‌آمیزی برای استخراج و اندازه‌گیری ویتامین B_{12} در نمونه‌های دارویی مختلف از قبیل قرص مولتی‌ویتامین، قرص جوشان و یک نمونه آمپول به‌کار گرفته شد.

کلمات کلیدی: نانوذرات مغناطیسی Fe_3O_4، استخراج با فاز جامد مغناطیسی، پوشش پلیمری، پلی‌آنیلین، پلی‌تیوفن، پلی‌پیرول، خودآرایه‌های تک‌لایه، سورفکتنت، سنتز و شناسایی، پارابن‌ها، پلاستی‌سایزرها، یون‌های فلزات قیمتی، هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای، α۱۷-اتینیل استرادیول، ویتامین B_{12}.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه‌ای بر نانوذرات مغناطیسی

۱-۱- مقدمه ---------- ۲
۱-۲- خواص مغناطیسی مواد ---------- ۳
۱-۳- نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن ---------- ۶
۱-۴- روش‌های سنتز نانو ذرات مغناطیسی ---------- ۶
۱-۴-۱- روش‌های سنتزی در فاز گازی ---------- ۷
۱-۴-۱-۱- روش ترسیب شیمیایی بخار ---------- ۷
۱-۴-۱-۲- روش تخلیه قوس ---------- ۸
۱-۴-۱-۳- روش پیرولیز لیزری ---------- ۹
۱-۴-۲- روش‌های سنتزی در فاز مایع ---------- ۱۰
۱-۴-۲-۱- همرسوبی شیمیایی ---------- ۱۱
۱-۴-۲-۲- روش تجزیه‌ی گرمایی ---------- ۱۵
۱-۴-۲-۳- روش سنتزی بر پایه‌ی میکروامولسیون‌ها ---------- ۱۶
۱-۴-۲-۴- روش‌های سل-ژل ---------- ۲۰
۱-۴-۲-۵- روش هیدروترمال تحت فشار بالا ---------- ۲۰
۱-۴-۲-۶- روش سونولیز ---------- ۲۱
۱-۴-۲-۷- روش بر پایه‌ی استفاده از امواج مایکروویو ---------- ۲۲
۱-۴-۳- مقایسه‌ی روش‌های سنتزی مختلف ---------- ۲۲
۱-۵- اصلاح سطح نانوذرات مغناطیسی و تأثیر آن روی پایداری ---------- ۲۴
۱-۵-۱- اصلاح سطح با پوشش‌های سورفکتنت و پلیمر ---------- ۲۵
۱-۵-۲- اصلاح سطح نانوذرات مغناطیسی با مواد معدنی ---------- ۲۶
۱-۵-۲-۱- ایجاد پوشش با فلزات قیمتی ---------- ۲۶
۱-۵-۲-۲- ایجاد پوشش سیلیکایی ---------- ۲۶
۱-۵-۲-۳- ایجاد پوشش کربنی ---------- ۲۷

۱-۵-۳- نانوذرات مغناطیسی پخش‌شده در بافت ---------- ۲۹
۱-۶- تکنیک‌های شناسایی و بررسی ویژگی‌های نانوذرات مغناطیسی ---------- ۲۹
۱-۶-۱- بررسی اندازه و مورفولوژی نانوذرات ---------- ۲۹
۱-۶-۲- بررسی ساختار و آنالیز عنصری نانوذرات ---------- ۳۰
۱-۶-۳- تعیین خواص مغناطیسی نانوذرات ---------- ۳۱
۱-۶-۴- بررسی مشخصات سطح نانوذرات مغناطیسی دارای پوشش ---------- ۳۲
۱-۷- کاربردهای نانوذرات مغناطیسی ---------- ۳۴

فصل دوم: سنتز و کاربرد نانوذرات Fe_3O_4 دارای پوشش پلی‌آنیلین به عنوان جاذب تعویض آنیون مغناطیسی برای استخراج با فاز جامد ترکیبات پارابن

۲-۱- مقدمه ---------- ۴۰
۲-۱-۱- فرم‌های مختلف پلی‌آنیلین ---------- ۴۰
۲-۱-۲- پلیمریزاسیون آنیلین ---------- ۴۳
۲-۱-۳- اهمیت اندازه‌گیری پارابن‌ها ---------- ۴۵
۲-۲- بخش تجربی ---------- ۴۸
۲-۲-۱- مواد شیمیایی و استانداردها ---------- ۴۸
۲-۲-۲- تجهیزات دستگاهی ---------- ۴۸
۲-۲-۳- سنتز نانوذرات Fe_3O_4 با پوشش پلی‌آنیلین (Fe_3O_4@PANI NPs) ---------- ۵۰
۲-۲-۴- مراحل روش استخراج با فاز جامد مغناطیسی ---------- ۵۰
۲-۳- نتایج و بحث ---------- ۵۱
۲-۳-۱- بررسی ویژگی‌های نانوذرات Fe_3O_4@PANI ---------- ۵۱
۲-۳-۲- بهینه سازی شرایط استخراج ---------- ۵۳
۲-۳-۲-۱- اثر pH محلول نمونه ---------- ۵۳
۲-۳-۲-۲- اثر نوع شوینده ---------- ۵۴
۲-۳-۲-۳- تأثیر حجم نمونه ---------- ۵۵
۲-۳-۲-۴- تأثیر مقدار جاذب ---------- ۵۶
۲-۳-۲-۵- تأثیر حجم شوینده ---------- ۵۶

۲-۳-۲-۶- تأثیر زمان بر فرایند جذب و واجذب ---------- ۵۸
۲-۳-۲-۷- تأثیر افزایش نمک ---------- ۵۹
۲-۳-۳- ارزیابی کارایی تجزیه‌ای روش پیشنهادی ---------- ۵۹
۲-۳-۴- استخراج پارابن‌ها از نمونه‌های حقیقی----------۶۱
۲-۴- نتیجه‌گیری ----------۶۲

فصل سوم (بخش اول): سنتز و کاربرد نانوذرات Fe_3O_4 دارای پوشش پلی‌تیوفن به عنوان جاذب جدید برای استخراج با فاز جامد ترکیبات پلاستی‌سایزر

۳-۱-۱- مقدمه ----------۶۷
۳-۱-۱-۱- مکانیسم هدایت و دوپه‌شدن پلی‌تیوفن ----------۶۷
۳-۱-۱-۲- مکانیسم پلیمریزاسیون تیوفن ----------۶۹
۳-۱-۱-۳- اهمیت اندازه‌گیری پلاستی‌سایزرها ---------- ۷۰
۳-۱-۲- بخش تجربی ---------- ۷۳
۳-۱-۲-۱- مواد شیمیایی و استانداردها ---------- ۷۳
۳-۱-۲-۲- تجهیزات دستگاهی ---------- ۷۴
۳-۱-۲-۳- سنتز نانوذرات Fe_3O_4@PTh---------- ۷۵
۳-۱-۲-۴- روش استخراج با فاز جامد مغناطیسی ---------- ۷۵
۳-۱-۳- نتایج و بحث ----------۷۶
۳-۱-۳-۱- تعیین ویژگی‌های نانوذرات Fe_3O_4@ PTh----------۷۶
۳-۱-۳-۲- بهینه‌سازی شرایط استخراج ---------- ۷۹
۳-۱-۳-۲-۱- انتخاب شوینده‌ی مناسب ---------- ۷۹
۳-۱-۳-۲-۲- بررسی مقدار جاذب---------- ۸۰
۳-۱-۳-۲-۳- بررسی اثر حجم نمونه ---------- ۸۰
۳-۱-۳-۲-۴- بررسی اثر نمک---------- ۸۱
۳-۱-۳-۲-۵- بررسی اثر زمان استخراج---------- ۸۲
۳-۱-۳-۲-۶- بررسی حجم شوینده---------- ۸۳
۳-۱-۳-۳- کارایی تجزیه‌ای روش استخراج---------- ۸۴

۳-۱-۳-۴- کاربرد روش پیشنهادی به نمونه‌های حقیقی ---------- ۸۷
۳-۱-۴- نتیجه‌گیری ---------- ۹۰

فصل سوم (بخش دوم): کاربرد نانوذرات Fe_3O_4 دارای پوشش پلی‌تیوفن به عنوان جاذب مغناطیسی برای استخراج چهار فلز قیمتی (نقره، طلا، مس و پالادیوم)

۳-۲-۱- مقدمه ---------- ۹۲
۳-۲-۲- بخش تجربی ---------- ۹۴
۳-۲-۲-۱- مواد شیمیایی و استانداردها ---------- ۹۴
۳-۲-۲-۲- دستگاهوری ---------- ۹۵
۳-۲-۲-۳- سنتز نانوذرات Fe_3O_4@PTh---------- ۹۵
۳-۲-۲-۴- مراحل روش استخراج با فاز جامد مغناطیسی ---------- ۹۵
۳-۲-۳- نتایج و بحث ----------۹۶
۳-۲-۳-۱- بهینه‌سازی شرایط استخراج ----------۹۶
۳-۲-۳-۱-۱- انتخاب شوینده‌ی مناسب ---------- ۹۷
۳-۲-۳-۱-۲- انتخاب pH محلول نمونه---------- ۹۸
۳-۲-۳-۱-۳- انتخاب نوع اسید برای تنظیم pH محلول ---------- ۹۹
۳-۲-۳-۱-۴- بررسی مقدار جاذب---------- ۹۹
۳-۲-۳-۱-۵- بررسی اثر حجم نمونه ----------۱۰۰
۳-۲-۳-۱-۶- بررسی اثر زمان استخراج----------۱۰۱
۳-۲-۳-۱-۷- بررسی شرایط واجذب ----------۱۰۲
۳-۲-۳-۲- بررسی اثر مزاحمت یون‌های خارجی----------۱۰۳
۳-۲-۳-۳- جداسازی اختصاصی یون‌های موردمطالعه----------۱۰۵
۳-۲-۳-۴- کارایی تجزیه‌ای روش پیشنهادی ----------۱۰۶
۳-۲-۳-۵- کاربرد روش پیشنهادی برای نمونه‌های حقیقی----------۱۰۷
۳-۲-۴- نتیجه‌گیری ----------۱۰۹

فصل چهارم: استخراج و پیش‌تغلیظ ترکیبات نیتروفنول با استفاده ازنانوذرات Fe_3O_4 دارای پوشش پلی‌پیرول بر اساس فرایند تعویض آنیون

۴-۱- مقدمه ---------- ۱۱۱
۴-۱-۱- فرایند تعویض یون در پلی‌پیرول ---------- ۱۱۱
۴-۱-۲- اهمیت اندازه‌گیری نیتروفنول‌ها ---------- ۱۱۵
۴-۲- بخش تجربی ---------- ۱۱۶
۴-۲-۱- مواد شیمیایی و استانداردها ---------- ۱۱۶
۴-۲-۲- تجهیزات دستگاهی ---------- ۱۱۷
۴-۲-۳- سنتز نانوذرات Fe_3O_4@PPy ---------- ۱۱۷
۴-۲-۴- مراحل روش استخراج با فاز جامد مغناطیسی ---------- ۱۱۸
۴-۳- نتایج و بحث ---------- ۱۱۸
۴-۳-۱- انتخاب نوع آنیون دوپه‌شده‌ی پلی‌پیرول ---------- ۱۱۸
۴-۳-۲- بررسی ویژگی‌های نانوذرات Fe_3O_4@PPy ---------- ۱۱۹
۴-۳-۳- بهینه‌سازی شرایط استخراج ---------- ۱۲۲
۴-۳-۳-۱- بهینه‌سازی با روش یک متغیر در یک زمان ---------- ۱۲۳
۴-۳-۳-۱-۱- بررسی اثر pH محلول نمونه ---------- ۱۲۳
۴-۳-۳-۱-۲- بررسی اثر نوع شوینده ---------- ۱۲۴
۴-۳-۳-۱-۳- بررسی اثر زمان جذب و واجذب ---------- ۱۲۵
۴-۳-۳-۱-۴- بررسی اثر نمک ---------- ۱۲۶
۴-۳-۳-۲- بهینه‌سازی با روش طراحی آزمایش ---------- ۱۲۷
۴-۳-۳-۲-۱- مروری بر روش‌های طراحی آزمایش ---------- ۱۲۷
۴-۳-۳-۲-۲- طراحی آزمایش و تحلیل نتایج ---------- ۱۳۰
۴-۳-۴-بررسی قابلیت واجذب جاذب پیشنهادی ---------- ۱۳۶
۴-۳-۵- معتبرسازی روش ---------- ۱۳۶
۴-۳-۵-۱-بررسی کارایی تجزیه‌ای روش پیشنهادی ---------- ۱۳۶
۴-۳-۵-۲- کاربرد روش پیشنهادی برای نمونه‌های حقیقی ---------- ۱۳۷
۴-۴- نتیجه‌گیری ---------- ۱۴۱

فصل پنجم (بخش اول): سنتز یک جاذب جدید برای استخراج با فاز جامد مغناطیسی از طریق تشکیل خودآرایه‌های تک لایه ازترکیب بیس-(۲،۴،۴-تری-متیل‌پنتیل)دی‌تیوفسفینیک اسید روی سطح نانوذرات Fe_3O_4 دارای پوشش نقره: شناسایی و کاربرد آن برای استخراج هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای

۵-۱-۱- مقدمه ---------- ۱۴۳

۵-۱-۲- بخش تجربی ---------- ۱۴۸

۵-۱-۲-۱- مواد شیمیایی و واکنشگرها ---------- ۱۴۸

۵-۱-۲-۲- تجهیزات و دستگاهوری ---------- ۱۴۸

۵-۱-۲-۳- تهیهی نانوذرات Fe_3O_4@Ag دارای پوشش b-TMP-DTPA ---------- ۱۴۹

۵-۱-۲-۴- مراحل روش استخراج با فاز جامد مغناطیسی ---------- ۱۵۰

۵-۱-۳- نتایج و بحث ---------- ۱۵۱

۵-۱-۳-۱- بررسی مشخصات نانوذرات سنتز شده ---------- ۱۵۱

۵-۱-۳-۲- بهینه‌سازی شرایط استخراج ---------- ۱۵۶

۵-۱-۳-۲-۱- انتخاب نوع شوینده ---------- ۱۵۶

۵-۱-۳-۲-۲- بررسی اثر مقدار جاذب ---------- ۱۵۶

۵-۱-۳-۲-۳- بررسی اثر حجم نمونه ---------- ۱۵۶

۵-۱-۳-۲-۴- بررسی اثر زمان استخراج ---------- ۱۵۸

۵-۱-۳-۲-۵- بررسی اثر حجم شوینده ---------- ۱۵۸

۵-۱-۳-۲-۶- بررسی اثر نمک ---------- ۱۵۹

۵-۱-۳-۲-۷- بررسی اثر متانول ---------- ۱۶۰

۵-۱-۳-۲-۸- بررسی اثر pH نمونه ---------- ۱۶۰

۵-۱-۳-۳- ارزیابی قابلیت استفاده‌ی مجدد جاذب ---------- ۱۶۱

۵-۱-۳-۴- کارایی تجزیه‌ای روش استخراج ---------- ۱۶۱

۵-۱-۳-۵- کاربرد روش پیشنهادی به نمونه‌های حقیقی ---------- ۱۶۴

۵-۱-۴- نتیجه‌گیری ---------- ۱۶۶

فصل پنجم (بخش دوم): استخراج و پیش‌تغلیظ داروی ۱۷ α-اتینیل استرادیول به عنوان یک عامل مداخله‌کننده در عملکرد غدد درون‌ریز با استفاده از نانوذرات Fe_3O_4 اصلاح‌شده از نمونه‌های آبی

۵-۲-۱- مقدمه ---------- ۱۶۹
۵-۲-۲- بخش تجربی ---------- ۱۷۱
۵-۲-۲-۱- مواد شیمیایی و واکنشگرها ---------- ۱۷۱
۵-۲-۲-۲- تجهیزات دستگاهی ---------- ۱۷۲
۵-۲-۲-۳- سنتز جاذب ---------- ۱۷۲
۵-۲-۲-۴- مراحل روش استخراج با فاز جامد مغناطیسی ---------- ۱۷۲
۵-۲-۳- نتایج و بحث ---------- ۱۷۳
۵-۲-۳-۱- بهینه‌سازی پارامترهای مؤثر بر استخراج ---------- ۱۷۳
۵-۲-۳-۱-۱- بررسی اثر مقدار جاذب ---------- ۱۷۳
۵-۲-۳-۱-۲- بررسی اثر زمان استخراج ---------- ۱۷۴
۵-۲-۳-۱-۳- بررسی اثر حجم نمونه ---------- ۱۷۵
۵-۲-۳-۱-۴- بررسی اثر نمک ---------- ۱۷۵
۵-۲-۳-۱-۵- بررسی اثر pH نمونه ---------- ۱۷۶
۵-۲-۳-۱-۶- بررسی نوع شوینده ---------- ۱۷۷
۵-۲-۳-۱-۷- بررسی اثر حجم شوینده ---------- ۱۷۷
۵-۲-۳-۲- ارزیابی کارایی تجزیه‌ای روش پیشنهادی ---------- ۱۷۸
۵-۲-۳-۳- کاربرد روش پیشنهادی برای نمونه‌های حقیقی ---------- ۱۷۹
۵-۲-۴- نتیجه‌گیری ---------- ۱۸۰

فصل ششم: استخراج ویتامین B_{12} با استفاده از نانوذرات Fe_3O_4 اصلاح‌شده با سورفکتنت سدیم دودسیل سولفات از نمونه‌های دارویی و اندازه‌گیری آن با دستگاه ICP-OES

۶-۱- مقدمه ---------- ۱۸۳

۶-۲- بخش تجربی ---------- ۱۸۶
۶-۲-۱- مواد شیمیایی و استانداردها ---------- ۱۸۶
۶-۲-۲- تجهیزات و دستگاهوری ---------- ۱۸۶
۶-۲-۳- سنتز نانوذرات Fe_3O_4 ---------- ۱۸۷
۶-۲-۴- روش استخراج با فاز جامد مغناطیسی ---------- ۱۸۷
۶-۳- نتایج و بحث ---------- ۱۸۸
۶-۳-۱- بررسی اندازه‌ی نانوذرات سنتز شده ---------- ۱۸۸
۶-۳-۲- بهینه‌سازی شرایط استخراج ---------- ۱۸۸
۶-۳-۲-۱- انتخاب نوع شوینده ---------- ۱۸۸
۶-۳-۲-۲- بررسی تأثیر pH محلول نمونه ---------- ۱۹۰
۶-۳-۲-۳- بررسی تأثیر مقدار سورفکتنت ---------- ۱۹۴
۶-۳-۲-۴- بررسی تأثیر مقدار نانوذرات Fe_3O_4 ---------- ۱۹۶
۶-۳-۲-۵- بررسی تأثیر زمان استخراج ---------- ۱۹۶
۶-۳-۲-۶- بررسی تأثیر افزایش نمک ---------- ۱۹۸
۶-۳-۲-۷- بررسی شرایط واجذب ---------- ۱۹۸
۶-۳-۳- بررسی مزاحمت یون کبالت در اندازه‌گیری ویتامین B_{12} ---------- ۱۹۹
۶-۳-۴- بررسی کارایی تجزیه‌ای روش پیشنهادی ---------- ۲۰۰
۶-۳-۵- استخراج ویتامین B_{12} از نمونه‌های حقیقی ---------- ۲۰۲
۶-۴- نتیجه‌گیری ---------- ۲۰۳
مراجع ---------- ۲۰۵

فهرست اشکال

فصل اول

شکل ۱-۱: انواع مختلف رفتار مغناطیسی مواد ---------- ۴

شکل ۱-۲: بررسی وابستگی همسویی ممان‌های مغناطیسی به اندازه ذره ---------- ۶

شکل ۱-۳: دیاگرام سیستم سنتزی به روش CVD ---------- ۸

شکل ۱-۴: نمای شماتیکی از سیستم پیرولیز لیزری ---------- ۹

شکل ۱-۵: دیاگرام LaMer ---------- ۱۰

شکل ۱-۶: اثر دما و زمان واکنش بر روی اندازه، مورفولوژی و خاصیت مغناطیسی نانوذرات --------۱۶

شکل ۱-۷: ساختار مایسل‌های معکوس تشکیل شده از انحلال سورفکتنت AOT در حلال n-هگزان ۱۷

شکل ۱-۸: نحوه تشکیل نانوذرات اکسید آهن در میکروامولسیون‌های آب در روغن ---------- ۱۸

شکل ۱-۹: نمایش شماتیکی از مکانیسم تشکیل نانوذرات پایدار شده با وزیکل‌ها (الف) یک وزیکل حاصل از CTAB و SDS (ب) تشکیل نانوذرات داخل و خارج وزیکل ---------- ۱۹

شکل ۱-۱۰: a) پایدار کردن نانو ذرات با دافعه الکتروستاتیک، b) پایدار کردن با دافعه فضایی ------ ۲۵

شکل ۱-۱۱: مکانیسم تشکیل لایه‌های سیلیکایی روی سطح نانوذرات اکسید آهن ---------- ۲۸

شکل ۱-۱۲: منحنیهای VSM (a) نانوذرات Fe_3O_4 (b) نانوذرات Fe_3O_4/SiO_2 ---------- ۳۲

شکل ۱-۱۳: پتانسیل زتا نانوذرات Fe_3O_4 (a)، نانوذرات Fe_3O_4/SiO_2 (b) و SiO_2 (c) ---------- ۳۳

فصل دوم

شکل ۲-۱: استوکیومتری اکسایش آنیلین توسط آمونیوم پرسولفات به پلی‌آنیلین هیدروژن سولفات در یک محیط اسیدی ---------- ۴۱

شکل ۲-۲: فرم‌های مختلف پلی‌آنیلین ---------- ۴۱

شکل ۲-۳: (a) ساختار شیمیایی کلی پلی‌آنیلین که حالت اکسایش میانگین (1-y) را نشان میدهد، (b) ساختار شیمیایی سه حالت اکسایش معمولی یافت‌شده برای پلی‌آنیلین و تبدیل آنها به نمک مربوطه (ES) از طریق فرایند دوپه‌شدن اکسایش-کاهش یا یک فرایند دوپه‌شدن غیر اکسایش-کاهشی --- ۴۲

شکل ۲-۴: تبدیل فرم‌های دوپه‌شده و دوپه نشده‌ی امرالدین به یکدیگر ---------- ۴۳

شکل ۲-۵: تشکیل زنجیره‌های پلی‌آنیلین با الیگومر فنازین به عنوان بخش آغازگر ---------- ۴۵

شکل ۲-۶: طیف FT-IR (a) نانوذرات Fe_3O_4 بدون پوشش (b) نانوذرات Fe_3O_4@PANI --------- ۵۲

شکل ۲-۷: تصویر SEM نانوذرات Fe_3O_4@PANI ---------- ۵۲
شکل ۲-۸: اثر pH محلول نمونه بر کارایی استخراج ---------- ۵۴
شکل ۲-۹: اثر نوع شوینده بر کارایی استخراج ---------- ۵۵
شکل ۲-۱۰: اثر حجم نمونه بر کارایی استخراج ---------- ۵۶
شکل ۲-۱۱: اثر مقدار جاذب بر کارایی استخراج ---------- ۵۷
شکل ۲-۱۲: اثر حجم شوینده بر کارایی استخراج ---------- ۵۷
شکل ۲-۱۳: اثر زمان استخراج بر کارایی استخراج ---------- ۵۸
شکل ۲-۱۴: اثر افزایش نمک بر کارایی استخراج ---------- ۵۹
شکل ۲-۱۵: کروماتوگرام‌های HPLC برای استخراج پارابن‌ها با روش پیشنهادی از (A) نمونه فاضلاب (B) نمونه خمیردندان و (C) نمونه کرم ---------- ۶۵

فصل سوم (بخش اول)

شکل ۳-۱-۱: حذف دو الکترون از یک زنجیره‌ی پلی‌تیوفن (دوپه‌شدن p) تولید یک بای‌پلارون می‌کند ---------- ۶۸
شکل ۳-۱-۲: طرق مختلف اتصال منومرهای تیوفن ---------- ۶۹
شکل ۳-۱-۳: مکانیسم پیشنهادی برای پلیمریزاسیون تیوفن ---------- ۷۰
شکل ۳-۱-۴: تصاویر SEM نانوذرات Fe_3O_4@PTh ---------- ۷۶
شکل ۳-۱-۵: ترموگرام‌های TGA و DTG نانوذرات Fe_3O_4@PTh ---------- ۷۸
شکل ۳-۱-۶: طیف FT-IR (a) نانوذرات Fe_3O_4 بدون پوشش (b) نانوذرات Fe_3O_4@PTh ---------- ۷۸
شکل ۳-۱-۷: اثر نوع شوینده بر کارایی استخراج ---------- ۷۹
شکل ۳-۱-۸: اثر مقدار جاذب بر کارایی استخراج. ---------- ۸۰
شکل ۳-۱-۹: اثر حجم نمونه بر کارایی استخراج ---------- ۸۱
شکل ۳-۱-۱۰: اثر افزایش نمک بر کارایی استخراج ---------- ۸۲
شکل ۳-۱-۱۱: اثر زمان استخراج بر کارایی استخراج ---------- ۸۳
شکل ۳-۱-۱۲: اثر حجم شوینده بر کارایی استخراج ---------- ۸۴
شکل ۳-۱- ۱۳: کروماتوگرام‌های GC-FID مربوط به نمونه‌ی آب معدنی پس از استخراج توسط روش پیشنهادی ---------- ۸۷