

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده‌ی علوم
گروه آموزشی شیمی کاربردی

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی شیمی گرایش آلی

عنوان:

**تهیه هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی مگنتیت/ پلی‌اکریلیک اسید: اصلاح سطح نانوذرات
اکسید مغناطیسی آهن از طریق گرافت شیمیایی پلی‌اکریلیک اسید**

استاد راهنما:

دکتر یعقوب منصوری

استاد مشاور:

دکتر محمدرضا زمانلو

پژوهشگر:

ملیحه پوراسمعیل

تابستان ۱۳۹۳

تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقررات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب ملیحه پوراسمعیل دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی گرایش آلی دانشکده‌ی علوم دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۱۲۲۲۹۳۱۰۳ که در تاریخ ۱۳۹۳/۰۶/۲۴ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان تهیه هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی مگنتیت/پلی‌اکریلیک اسید: اصلاح سطح نانوذرات اکسید مغناطیسی آهن از طریق گرفت شیمیایی پلی‌اکریلیک اسید دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

- (۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
- (۲) مسؤلیت صحت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.
- (۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.
- (۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مأخذ ذکر نموده‌ام.
- (۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
- (۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
- (۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو: ملیحه پوراسمعیل

امضا

تاریخ



دانشکده‌ی علوم
گروه آموزشی شیمی کاربردی

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی شیمی گرایش آلی

عنوان:

تهیه هیدروزل‌های نانوکامپوزیتی مگنتیت/پلی اکریلیک اسید: اصلاح سطح نانوذرات
اکسید مغناطیسی آهن از طریق گرافت شیمیایی پلی اکریلیک اسید

پژوهشگر:

ملیحه پور اسمعیل

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان نامه با درجه‌ی
ع

نام و نام خانوادگی	مرتب‌ی علمی	سمت	امضاء
دکتر یعقوب منصورى	دانشیار	استاد راهنما و رئیس کمیته‌ی داوران	
دکتر محمدرضا زمانلو	استادیار	استاد مشاور	
دکتر فاروق نصیری	دانشیار	داور	

شهریور - ۱۳۹۳

این پایان نامه را ضمن تشکر و سپاس بیکران تقدیم می‌نمایم به:

پدر و مادر عزیزم

و به تمام کسانی که در راه کسب علم و معرفت راهنمایم بوده‌اند.

پاسکزاری:

پاس خدا را که هر چه دارم از اوست و بزرگترین امید، یاور و تکیه گاهم در لحظه لحظه زندگیست. از آنجا که تجلیل از معلم پاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تا این می کند و سلامت امانت بانی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب «من لم یسکر المنعم من المخلوقین لم یسکر الله عزوجل»

از استاد صبور و شایسته؛ جناب آقای دکتر یعقوب منصوری که در کمال صفا و فروتنی، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ گلی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و صادقانه تجربیاتشان را در اختیار من گذاشتند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقایان دکتر محمد رضا زمانلو (مشاور) و دکتر فاروق نصیری (داور داخلی) بخاطر بازخوانی و داوری این پرونده نیز سپاسگزارم. از استاد که انقدر جناب آقای دکتر ایمانزاده بابت تمام نظرات مفیدشان، تقدیر و تشکر می نمایم.

از تمامی اساتید محترم گروه شیمی کاربردی دانشگاه محقق اردبیلی، که حق استادی برگردن این جانب داشته و افتخار کسب علم و ادب در محضرشان را داشته ام قدردانی می نمایم. همچنین قدردان زحمات آقای خدیاری در به ثمر رسیدن این پرونده می باشم.

از همکارهای عزیزم خانم با زهرا زارع، لیلا صباحی و آقای ناصر فتاحی، که در طول انجام این پرونده همکاریهای لازم را با من داشته اند و تجربه کار کردن در کنارشان برایم شیرین و به یادماندنیست بسیار ممنونم.

از همه دوستانم در آزمایشگاه تحقیقاتی شیمی آلی، خانم با زهرا سلطان زاده، مونا موسوی، طاهره حسینی و آقای عبدی نژاد سپاسگزارم.

و در پایان از خانواده عزیزم که همواره در تمامی مراحل زندگی بعد از خدا، یاور و پشتیبان من بوده و هستند نهایت سپاسگزاری را دارم.

ملیحه پور اسمعیل

شهریور ۱۳۹۳

نام خانوادگی دانشجو: پوراسمعیل	نام: ملیحه
عنوان پایان‌نامه: تهیه هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی مگنتیت/ پلی‌اکریلیک اسید: اصلاح سطح نانوذرات اکسید مغناطیسی آهن از طریق گرافت شیمیایی پلی‌اکریلیک اسید	
استاد راهنما: دکتر یعقوب منصوری	
استاد مشاور: دکتر محمدرضا زمانلو	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: شیمی
گرایش: آلی	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: علوم	تاریخ دفاع: ۱۳۹۳/۰۶/۲۴
	تعداد صفحات: ۸۷
چکیده:	
<p>هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی مغناطیسی، به دلیل دارا بودن خاصیت مغناطیسی و آب‌دوستی امروزه کاربرد گسترده‌ای را پیدا کرده‌اند. در کار حاضر نانوذرات مگنتیت با استفاده از روش هم‌رسوبی سنتز شدند. سپس نانوذرات مگنتیت سنتز شده در ادامه با ترکیب تری اتوکسی وینیل سیلان سایلبله شدند تا یک ترکیب با ساختار هسته پوسته حاوی گروه‌های وینیلی بر روی سطح تشکیل شود. پلیمریزاسیون رادیکالی محصول سایلبله شده با اکریلیک اسید به عنوان یک مونومر وینیلی منجر به گرافت شیمیایی پلی‌اکریلیک اسید بر روی نانوذرات مغناطیسی می‌شود. هموپلیمر تشکیل شده در طی این واکنش به وسیله‌ی استخراج با سکسوله از محصول گرافت شده به مگنتیت جدا شد. گرافت شیمیایی پلیمر به سطح نانومگنتیت سایلبله شده به وسیله‌ی طیف FT-IR نشان داده شده است. پلیمریزاسیون رادیکالی محصول سایلبله شده با اکریلیک اسید در مجاورت متیلن بیس اکریل امید به عنوان عامل شبکه‌ای کننده منجر به تشکیل هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی شد، که در آن زنجیرهای پلی‌اکریلیک اسید به صورت شیمیایی به نانوذرات مغناطیسی متصل شده‌اند. هیدروژل‌های تهیه شده و نانوذرات گرافت شده با استفاده از آنالیزهای XRD ، SEM ، VSM ، TGA ، و TEM شناسایی شدند. همچنین رفتار تورمی این هیدروژل‌ها در pH های مختلف نیز مطالعه شد.</p>	
کلید واژه‌ها: هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی، پلی‌اکریلیک اسید، مگنتیت، هسته- پوسته.	

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
فصل اول: مقدمه	
۱ فصل اول: مقدمه.....	۲
۱-۱ نانوذرات اکسید آهن.....	۲
۲-۱ ساختار کریستالی مگنتیت.....	۲
۳-۱ خصوصیات مغناطیسی و رنگ مگنتیت.....	۳
۴-۱ واکنش‌های تبدیلی در مگنتیت.....	۳
۵-۱ روش‌های سنتز نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن.....	۴
۱-۵-۱ روش هم‌رسوبی.....	۴
۲-۵-۱ روش سونوشیمیایی.....	۶
۳-۵-۱ روش سل-ژل.....	۶
۴-۵-۱ سنتز بدون حلال.....	۶
۵-۵-۱ روش هیدرو ترمال.....	۷
۶-۵-۱ تجزیه‌ی حرارتی.....	۷
۷-۵-۱ میکروامولسیون یا مایسل معکوس.....	۸
۶-۱ شیمی سطح مگنتیت.....	۸
۷-۱ حفاظت سطح ذرات مغناطیسی.....	۹
۱-۷-۱ پوشش‌های آلی.....	۹
۱-۱-۷-۱ سورفاکتانت‌ها.....	۹
۲-۱-۷-۱ اصلاح سطح براساس پلیمریزاسیون.....	۹
۲-۷-۱ پوشش با مواد معدنی.....	۱۰

- ۱-۲-۷-۱ پوشش با سیلیکا..... ۱۱
- ۲-۲-۷-۱ پوشش کربنی..... ۱۱
- ۳-۲-۷-۱ پوشش با فلزات گران بها..... ۱۲
- ۴-۲-۷-۱ پوشش با آلومینا..... ۱۲
- ۸-۱ هیدروژل..... ۱۲
- ۱-۸-۱ هیدروژل های حساس به pH..... ۱۳
- ۲-۸-۱ هیدروژل های حساس به دما..... ۱۴
- ۳-۸-۱ هیدروژل های ابر جاذب..... ۱۵
- ۹-۱ طبقه بندی هیدروژل ها..... ۱۵
- ۱-۹-۱ هیدروژل های دارای اتصالات عرضی با عامل شیمیایی..... ۱۶
- ۱-۱-۹-۱ تشکیل اتصال عرضی از طریق تابش های پر انرژی..... ۱۶
- ۲-۱-۹-۱ اتصال عرضی با پلیمریزاسیون رادیکالی..... ۱۷
- ۳-۱-۹-۱ اتصال عرضی با واکنش شیمیایی گروه های مکمل..... ۱۸
- ۲-۹-۱ اتصالات عرضی فیزیکی..... ۱۸
- ۱-۲-۹-۱ اتصال عرضی از طریق تبلور..... ۱۹
- ۲-۲-۹-۱ هیدروژل های دارای اتصال عرضی فیزیکی از بلوک دوخصلتی و گرافت کوپلیمرها..... ۱۹
- ۱-۲-۲-۹-۱ ایجاد اتصال عرضی از طریق برهمکنش یونی..... ۱۹
- ۳-۲-۹-۱ اتصال عرضی با پیوند هیدروژنی..... ۲۰
- ۱۰-۱ فروژل ها..... ۲۱
- ۱-۱۰-۱ روش های سنتز هیدروژل های مغناطیسی..... ۲۱
- ۱-۱-۱۰-۱ آمیزه کاری..... ۲۲
- ۲-۱-۱۰-۱ روش ترسیب در محل..... ۲۳
- ۳-۱-۱۰-۱ روش اتصال بر روی..... ۲۴
- ۱۱-۱ هدف..... ۲۵

فصل دوم: بخش تجربی

- ۲ فصل دوم: بخش تجربی..... ۲۸
- ۱-۲ اطلاعات کلی..... ۲۸
- ۲-۲ سنتز نانوذرات مگنتیت (Fe_3O_4)..... ۲۸
- ۳-۲ سایلایلایسیون شیمیایی نانوذرات مگنتیت با تری اتوکسی وینیل سیلان..... ۲۹
- ۴-۲ واکنش پلیمریزاسیون نانوذرات مگنتیت سایلبله شده با اکریلیک اسید..... ۳۰
- ۵-۲ آزمایش شاهد..... ۳۱
- ۶-۲ تهیه هیدروژل پلی اکریلیک اسید خالص..... ۳۱
- ۷-۲ تهیه هیدروژل نانوکامپوزیتی اکریلیک اسید/مگنتیت سایلبله شده (۵Wt.-%)..... ۳۲
- ۸-۲ تهیه هیدروژل نانوکامپوزیتی اکریلیک اسید/مگنتیت سایلبله شده (۱۰ Wt.-%)..... ۳۲
- ۹-۲ تهیه هیدروژل نانوکامپوزیتی اکریلیک اسید/مگنتیت سایلبله شده (۱۵ Wt.-%)..... ۳۲
- ۱۰-۲ تهیه هیدروژل نانوکامپوزیتی اکریلیک اسید/مگنتیت سایلبله شده (۲۰ Wt.-%)..... ۳۳
- ۱۱-۲ اندازه‌گیری جذب آب توسط هیدروژل خالص پلی اکریلیک اسید و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی..... ۳۳
- ۱۲-۲ بررسی تاثیر pH بر ظرفیت جذب آب..... ۳۳

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

- ۳ فصل سوم: بحث و نتیجه گیری..... ۳۵
- ۱-۳ تهیه و شناسایی نانوذرات مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید..... ۳۵
- ۱-۱-۳ آنالیز طیف FT-IR..... ۳۶
- ۲-۱-۳ تعیین میزان گرافت پلی اکریلیک اسید بر روی نانوذرات مگنتیت از طریق آنالیز حرارتی..... ۳۸
- ۳-۱-۳ بررسی نتایج XRD نانوذرات مگنتیت سنتز شده..... ۴۰
- ۴-۱-۳ بررسی تصاویر SEM..... ۴۲
- ۵-۱-۳ بررسی تصاویر TEM..... ۴۴
- ۲-۳ تهیه و بررسی هیدروژل پلی اکریلیک اسید خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی مگنتیت/ پلی اکریلیک اسید..... ۴۶
- ۱-۲-۳ اثر ایجاد اتصال عرضی بر پایداری حرارتی پلی اکریلیک اسید..... ۴۷

۵۰	۲-۲-۳ تاثیر نانوذرات مگنتیت بر پایداری حرارتی هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی.....
۵۱	۳-۲-۳ بررسی الگوی XRD هیدروژل نانوکامپوزیتی.....
۵۲	۴-۲-۳ بررسی تصاویر SEM هیدروژل خالص پلی اکریلیک اسید و هیدروژل نانوکامپوزیتی.....
۵۲	۵-۲-۳ اندازه‌گیری میزان خاصیت مغناطیسی.....
۵۸	۶-۲-۳ بررسی میزان جذب آب (تورم) در هیدروژل خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی.....
۵۹	۱-۶-۲-۳ تعیین زمان تعادل برای جذب آب.....
۶۰	۲-۶-۲-۳ تاثیر درصدهای مختلف نانوذرات مگنتیت بر روی میزان جذب آب.....
۶۱	۳-۶-۲-۳ بررسی تاثیر pH بر میزان جذب آب.....
۶۳	۳-۳ نتیجه گیری.....
۶۵	۴-۳ پیشنهادات.....
۶۶	فهرست منابع:.....
۷۲	پیوست‌ها و ضامائم.....

فهرست جدول ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۳: نتایج به دست آمده از ترموگرام جرم سنجی حرارتی پلیمر و هیدروژل پلی اکریلیک اسید.....	۴۸
جدول ۲-۳: داده های مربوط به آنالیز حرارتی هیدروژل پلی اکریلیک اسید خالص و هیدروژل های نانوکامپوزیتی پلی اکریلیک اسید.....	۵۱
جدول ۳-۳: مشخصات مغناطیسی نانوذرات مگنتیت، مگنتیت سایلیله شده و مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید.....	۵۸
جدول ۴-۳: بررسی تاثیر pH بر میزان جذب آب هیدروژل خالص پلی اکریلیک اسید و هیدروژل های نانوکامپوزیتی.....	۶۱

فهرست شکل ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۱: ساختار کریستالی مگنتیت.....	۳
شکل ۲-۱: معادله اکسایش مگنتیت در مجاورت اتمسفر اکسند.....	۳
شکل ۳-۱: معادله‌ی تبدیل مگنتیت به آهن و یا FeO در مجاورت اتمسفر کاهنده.....	۴
شکل ۴-۱: معادله‌ی تشکیل نانوذرات اکسید آهن.....	۴
شکل ۵-۱: مکانیسم افزایش اندازه ذرات در pH های بالاتر از ۱۱.....	۵
شکل ۶-۱: رفتار ذرات مگنتیت در pH های مختلف محیط.....	۸
شکل ۷-۱: ساختار نانوذرات حفاظت شده با سیلیکا در شرایط مختلف سنتز.....	۱۱
شکل ۸-۱: رفتار پلیمرهای حساس به pH برای یک سیستم حاوی گروه‌های کربوکسیلیک اسید.....	۱۳
شکل ۹-۱: ساختار برخی از پلیمرهای حساس به دما.....	۱۵
شکل ۱۰-۱: نحوه‌ی تشکیل اتصال عرضی از طریق تابش‌های پر انرژی.....	۱۶
شکل ۱۱-۱: فرایند تشکیل پلی ۲- هیدروکسی اتیل اکریلات.....	۱۷
شکل ۱۲-۱: تشکیل هیدروژل از طریق پلیمریزاسیون رادیکالی پلیمرهای محلول در آب.....	۱۷
شکل ۱۳-۱: ژل شدن یونوتروپیک با برهمکنش بین گروه‌های آنیونی (COO ⁻) با یون‌های فلزی دو ظرفیتی (Ca ⁺²).....	۲۰
شکل ۱۴-۱: تشکیل شبکه هیدروژل به دلیل پیوند هیدروژنی بین مولکولی در کربوکسی متیل سلولز در pH اسیدی.....	۲۰
شکل ۱۵-۱: شمای تهیه‌ی هیدروژل مغناطیسی با روش آمیزه کاری.....	۲۲
شکل ۱۶-۱: سنتز نانوذرات مغناطیسی درون هیدروژل.....	۲۳
شکل ۱۷-۱: (a) هیدروژل متورم (b) هیدروژل بار گذاری شده با یون‌های آهن (c) هیدروژل حاوی نانوذرات مگنتیت.....	۲۳
شکل ۱۸-۱: مسیر سنتز میکروژل حساس به دمای PNIPAm-Fe ₃ O ₄ با نانوذرات اصلاح شده.....	۲۵
شکل ۱-۲: معادله‌ی واکنش تهیه نانوذرات مگنتیت.....	۲۹
شکل ۲-۲: شمای سایلیلاسیون نانوذرات مگنتیت توسط تری اتوکسی وینیل سیلان.....	۳۰

- شکل ۳-۲: شمای تهیه نانوکامپوزیت مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید..... ۳۰
- شکل ۳-۱: شمای تهیه مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید..... ۳۶
- شکل ۳-۲: مقایسه طیف‌های FT-IR (a : مگنتیت؛ b) مگنتیت سایلیله شده؛ c) مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید؛ d) پلی اکریلیک اسید خالص..... ۳۷
- شکل ۳-۳: ساختار زنجیره‌های پلی اکریلیک اسید..... ۳۸
- شکل ۳-۴: تفریق ریاضی طیف FT-IR (a : پلی اکریلیک اسید خالص؛ b) طیف حاصل از تفریق ریاضی مگنتیت سایلیله شده از طیف مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید..... ۳۸
- شکل ۳-۵: دیاگرام TGA برای نانوذرات مگنتیت، نانومگنتیت سایلیله شده و نانوذرات مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید..... ۳۹
- شکل ۳-۶: پراش پرتوهای X توسط یک بلور..... ۴۰
- شکل ۳-۷: مقایسه الگوی XRD (a : مگنتیت؛ b) مگنتیت سایلیله شده؛ c) مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید..... ۴۱
- شکل ۳-۸: تصاویر SEM (a : مگنتیت؛ b) مگنتیت سایلیله شده و c) مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید با بزرگنمایی X ۵۰۰۰..... ۴۳
- شکل ۳-۹: تصاویر TEM (a : نانوذرات مگنتیت؛ b) نانوذرات مگنتیت سایلیله شده؛ c) مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید..... ۴۵
- شکل ۳-۱۰: شمای تهیه هییدروژل‌های نانوکامپوزیتی..... ۴۶
- شکل ۳-۱۱: طیف FT-IR (a : مگنتیت سایلیله شده؛ b) N,N-متیلن بیس اکریل آمید؛ c) هییدروژل نانوکامپوزیتی ۱۰٪ و d) پلی اکریلیک اسید..... ۴۷
- شکل ۳-۱۲: دیاگرام TGA برای پلی اکریلیک اسید و هییدروژل پلی اکریلیک اسید..... ۴۸
- شکل ۳-۱۳: تشکیل گلو تاریک انیدرید در فرایند تخریب پلی اکریلیک اسید..... ۴۹
- شکل ۳-۱۴: آزاد شدن دی اکسید کربن از دی انیدرید در فرایند تخریب پلی اکریلیک اسید..... ۴۹
- شکل ۳-۱۵: شمایی از به دام افتادن واحدهای اکریلیک اسید در بین حلقه‌های انیدرید..... ۴۹
- شکل ۳-۱۶: دیاگرام TGA هییدروژل خالص و هییدروژل‌های نانوکامپوزیتی..... ۵۰
- شکل ۳-۱۷: الگوی XRD هییدروژل نانوکامپوزیتی ۱۵٪..... ۵۱
- شکل ۳-۱۸: تصاویر SEM نمونه‌های هییدروژل با بزرگنمایی X ۵۰۰۰؛ a) هییدروژل خالص؛ b) هییدروژل نانوکامپوزیتی ۱۵٪..... ۵۲

- شکل ۳-۱۹: حلقه پسماند ایجاد شده در مطالعات مغناطیسی با VSM..... ۵۳
- شکل ۳-۲۰: وابستگی نیروی وادارندگی پسماند به اندازه نانوذرات..... ۵۶
- شکل ۳-۲۱: منحنی VSM نانوذرات مگنتیت، مگنتیت سایلیله شده، مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید و هیدروژل نانوکامپوزیتی ۱۵٪..... ۵۷
- شکل ۳-۲۲: میزان تورم هیدروژل پلی اکریلیک اسید خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی در بازه‌ی زمانی ۰-۴۸ ساعت..... ۵۹
- شکل ۳-۲۳: تاثیر درصد نانوذرات مگنتیت بر میزان تورم..... ۶۰
- شکل ۳-۲۴: تاثیر pH بر میزان جذب آب هیدروژل خالص و هیدروژل‌های نانوکامپوزیتی..... ۶۱
- شکل ۳-۲۵: شمایی از آب پوشی یون سدیم..... ۶۲
- شکل ۴-۱: طیف FT-IR نانوذرات مگنتیت (KBr)..... ۷۳
- شکل ۴-۲: طیف FT-IR نانوذرات مگنتیت سایلیله شده (KBr)..... ۷۴
- شکل ۴-۳: طیف FT-IR نانو مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید (KBr)..... ۷۵
- شکل ۴-۴: طیف FT-IR پلی اکریلیک اسید خالص (KBr)..... ۷۶
- شکل ۴-۵: طیف FT-IR هیدروژل پلی اکریلیک اسید خالص (KBr)..... ۷۷
- شکل ۴-۶: طیف FT-IR هیدروژل نانوکامپوزیتی پلی اکریلیک اسید ۵٪ (KBr)..... ۷۸
- شکل ۴-۷: طیف FT-IR هیدروژل نانوکامپوزیتی پلی اکریلیک اسید ۱۰٪ (KBr)..... ۷۹
- شکل ۴-۸: طیف FT-IR هیدروژل نانوکامپوزیتی پلی اکریلیک اسید ۱۵٪ (KBr)..... ۸۰
- شکل ۴-۹: طیف FT-IR هیدروژل نانوکامپوزیتی پلی اکریلیک اسید ۲۰٪ (KBr)..... ۸۱
- شکل ۴-۱۰: تصویر SEM نانوذرات مگنتیت..... ۸۲
- شکل ۴-۱۱: تصویر SEM نانوذرات مگنتیت سایلیله شده..... ۸۳
- شکل ۴-۱۲: تصویر SEM مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید..... ۸۴
- شکل ۴-۱۳: تصویر TEM نانوذرات مگنتیت..... ۸۵
- شکل ۴-۱۴: تصویر TEM نانوذرات مگنتیت سایلیله شده..... ۸۶
- شکل ۴-۱۵: تصویر TEM نانوذرات مگنتیت گرافت شده با پلی اکریلیک اسید..... ۸۷

فهرست علائم اختصاری

علامت اختصاری	مفهوم یا توضیح
acac	Acetylacetonate
atm	Atmosphere
BPO	Benzoylperoxide
CFSE	Crystal Field Stabilization Energy
cm	Centimeter
cup	N-nitrosophenylhydroxylamine
DMF	N,N-Dimethyleformamide
emu/g	Electromagnetic unit/gram
EtOH	Etanol
FT-IR	Fourier Transform Infrared
h	Hour
Hc	Coercive force
HCN	Hydrogel contain nanoparticles
JCPDS	Joint Committee on Powder Diffraction Standards
LCST	Lower critical solution Temperature
MBA	N,N-Methylenebisacrylamide
M_r	Magnetic remanence
M_s	Saturation magnetization
MNPs	Magnetic nanoparticles
nm	Nano meter
Oe	Oersted
PAA	Poly (acrylic acid)
r_c	Critical radius
SEM	Scanning Electron Microscopy
T_{D1}	Onset decomposition temperature
TEM	Transmission Electron Microscopy
TGA	Termogravimetric Analysis

TMSPMA	3-(trimethoxysilyl) propylmethacrylate
T _{P1}	The 1st derivative peak temperature
T _{P2}	The 2st derivative peak temperature
UCST	Upper critical solution Temperature
VSM	Vibrating Sample Magnetometer
XRD	X-ray diffraction



۱ فصل اول: مقدمه

۱-۱ نانوذرات اکسید آهن

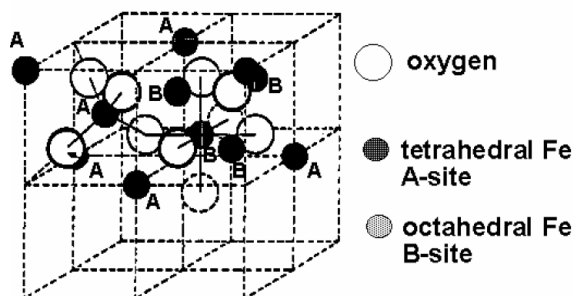
واژه‌ی نانوساختار اغلب برای توصیف موادی با مقیاس $1-100\text{ nm}$ به کار می‌رود (Leslie- Pelecky & Rieke, 1996) که در مقایسه با اجزای توده‌ای یا اتمی به دلیل اثر مزوسکوپی^۱، اثر کوچکی ابعاد^۲، اثر اندازه کوانتومی^۳ و اثر سطح^۴ دارای خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر بفردی هستند (Wei, Han, Hu, Lin, Wang & Deng, 2012). در میان نانوذرات، نانوذرات اکسید آهن نمونه‌ای از مواد پرکاربرد می‌باشد. شانزده فاز برای اکسیدهای آهن وجود دارد که شامل اکسیدها، هیدروکسیدها یا اکسی هیدروکسیدها است. ویژگی مشخصه این ترکیبات، شکل سه ظرفیتی آهن، حلالیت پایین و رنگ خاص آن‌ها می‌باشد (Mohapatra & Anand, 2010). در این بین نانو ذرات Fe_3O_4 به دلیل خاصیت سوپر پارامغناطیسی، دمای کوریه^۵ پایین، غیر سمی بودن و ... بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Wei et al., 2012).

۲-۱ ساختار کریستالی مگنتیت^۶

مگنتیت دارای ساختار کریستالی اسپینل معکوس می‌باشد که در آن هر سلول واحد شامل ۳۲ اتم اکسیژن است، که در ساختار مکعبی وجوه پر^۷ قرار دارد. طول لبه سلول واحد برابر 0.839 nm می‌باشد. در این ساختار کریستالی یون‌های Fe(II) و نصف یون‌های Fe(III) محل‌های اکتاهدرال را اشغال می‌کنند. نصف دیگر یون‌های Fe(III) در محل تتراهدرال قرار می‌گیرند. اتم‌های آهن دو ظرفیتی به دلیل داشتن انرژی پایداری میدان بلور^۸ (CFSE) بالا، ترجیح می‌دهند تا محل‌های اکتاهدرال را اشغال کنند.

-
- 1- Mesoscopic effect
 - 2- Small object effect
 - 3- Quantum size effect
 - 4- Surface effect
 - 5- Curie temperature
 - 6- Magnetite
 - 7- Face Center Cubic (FCC)
 - 8- Crystal Field Stabilization Energy

این در حالی است که یونهای Fe(III) در صورت قرار گرفتن در هر کدام از محل‌های اکتاهدرال یا تتراهدرال انرژی پایداری میدان بلور برابر با صفر را خواهند داشت. شکل ۱-۱ یک سلول واحد از مگنتیت را نشان می‌دهد.



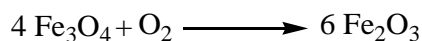
شکل ۱-۱: ساختار کریستالی مگنتیت

۳-۱ خصوصیات مغناطیسی و رنگ مگنتیت

ساختار کریستالی مگنتیت مسئول خصوصیات مغناطیسی و رنگ مشاهده شده برای آن است. رنگ سیاه مگنتیت از انتقال بار بین یونهای Fe(III) و Fe(II) در ساختار کریستالی آن حاصل می‌شود. خصوصیات مغناطیسی هم، ناشی از نحوه‌ی قرارگیری اتم‌های Fe(III) و Fe(II) در محل‌های اکتاهدرال و تتراهدرال می‌باشد. چون در این حالت، اسپین‌های مربوط به محل‌های اکتاهدرال و تتراهدرال موازی نبوده و بزرگی دو نوع اسپین نیز با هم برابر نمی‌باشد.

۴-۱ واکنش‌های تبدیلی در مگنتیت

مگنتیت تحت اتمسفر اکسنده با واکنش نشان داده شده در شکل ۲-۱ به مگمایت^۱ ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) و یا هماتیت^۲ ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) تبدیل می‌شود.



شکل ۲-۱: معادله اکسایش مگنتیت در مجاورت اتمسفر اکسنده

از سوی دیگر این ماده در مجاورت اتمسفر کاهشنده نظیر کربن مطابق با معادله‌ی نشان داده شده در

1- Maghemite
2- Hematite