



برستی



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیأت داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم/ آقای فریبرز منصوری رشته شیمی آلی تحت عنوان: « سنتز نانو کاتالیست های ابر پارا مغناطیسی $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ اندود شده با هیدروکسی آپاتیت های عامل دار و کاربرد آنها در واکنش های آلی » را از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آن را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر اکبر حیدری	استاد	
۲- استاد مشاور	دکتر علی مرسلی	دانشیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر عبد العلی علیزاده	دانشیار	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر جعفر عسگریان دمانندی	استاد	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر عبد العلی علیزاده	دانشیار	

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 عنوان پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ 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 پایان‌نامه 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 آئین‌نامه 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 می باشد، 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.

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

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

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» 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 آلی** است که در سال

۱۳۹۵ در دانشکده **علوم پایه** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار

خانم/جناب آقای دکتر **اکبر حسینی**، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر **علی مرسلی**

و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأديه کند.

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

ماده ۶: اینجناب **فریدرز مضموری** دانشجوی رشته **شیمی آلی** مقطع **کارشناسی ارشد**

تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **فریدرز مضموری**
تاریخ و امضا: **مضموری**
۹۰/۴/۳۵



دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی (آلی)

سنتز نانو کاتالیست های ابرپارامغناطیسی $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ اندود شده با هیدرووکسی

آپاتیت های عامل دار و کاربرد آنها در واکنشهای آلی

نگارش

فریبرز منصوری

استاد راهنما:

دکتر اکبر حیدری

استاد مشاور:

دکتر علی مرسلی

شهریور ۱۳۹۰

چکیده

پس از سالها تحقیقات متمرکز مشخص شده است که واکنش های کاتالیزوری توسط لوئیس اسیدها روشی مناسب برای تبدیلات شیمیایی است. در این زمینه با وجود دست یافتن به نتایج مطلوب، مشکل اصلی در رابطه با جداسازی محصولات از کاتالیزور می باشد، زیرا در طی جداسازی های هیدرولیتیکی، کاتالیزور تخریب می شود و در نتیجه بازده عمومی کاتالیزور کاهش می یابد. بنابراین سنتز کاتالیزورهای لوئیس اسیدی پیشرفته تر که ارزان، ملایم، دارای مواد زائد کمتر، قابل بازیابی و منطبق بر اصول شیمی سبز باشد همچنان مورد انتظار است.

در تحقیق حاضر سعی شده است کاتالیزورهای جدیدی از فلزات واسطه، که نقش موثری در تبدیلات شیمیایی به عنوان لوئیس اسید دارند، بر اساس معیارهای فوق تهیه شود. به طور خلاصه، در این پایان نامه کاتیون های فلزی متنوعی شامل منگنز(II)، آهن(II)، کبالت(II)، نیکل(II)، مس(II) و روی(II) با موفقیت در سطح بستر $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$ مستقر شده تا نانو ذرات مغناطیسی از این کاتیون ها تهیه شود. این ترکیبات به عنوان نانو کاتالیزورهای جدیدی از فلزات واسطه با مورفولوژی یکنواخت، توزیع اندازه ذره باریک، خاصیت مغناطیسی عالی و قابلیت بازیابی آسان معرفی شدند.

ترکیبات $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$ بدلیل قابلیت شستشوی آسان، قابلیت بازیابی مغناطیسی و پایداری شیمیایی در زمانهای طولانی ترکیباتی بسیار پرکاربرد هستند. بعلاوه، بدلیل وجود هیدروکسی آپاتیت که سطح بسیار فعالی دارد، این ترکیبات می توانند با ترکیبات گوناگونی عامل دار شوند. برای تهیه ترکیبات $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$ نانو ذرات $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$ با محلولهای آبی از نمک کاتیونهای ذکر شده به مدت ۲۴ ساعت و در دمای محیط مورد واکنش قرار گرفت. با این کار کاتیون های فلزی که به عنوان کاتالیزورهای همگن شناخته می شدند در سطح ذرات $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$ ناهمگن شده اند.

در مرحله بعد نانوذرات مغناطیسی $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$ سنتز شده با روشهای های فیزیکی-شیمیایی گوناگونی مانند طیف سنجی فرسرخ تبدیل فوریه، الگوی پراش پرتوی ایکس، میکروسکوپ الکترونی روبشی، مغناطیس سنجی نمونه لرزان و آنالیز متفرق کننده انرژی پرتوی ایکس مورد آنالیز ساختاری قرار گرفتند. طیف های فرسرخ و الگوهای پراش اشعه ایکس ساختار ترکیبات فوق را تایید کرده و نشان دادند که تمام ترکیبات فوق دارای ساختار پایه مگمیت و هیدروکسی آپاتیت می باشند. همچنین به جز ترکیب $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Zn}^{2+}$ در الگوهای پراش ترکیبات تهیه شده هیچ نوع فاز ناخالصی دیده نمی شود. با استفاده از آنالیز متفرق کننده انرژی پرتوی ایکس میزان بارگیری هریک از کاتیون ها محاسبه شد و مشخص گردید که در تمامی موارد این مقدار قابل توجه می باشد (بیش از ۱ میلی مول بر گرم). همچنین با استفاده از آنالیز مغناطیس سنجی نمونه لرزان مشخص شد که ترکیبات فوق خاصیت ابرپارامغناطیس دارند.

ترکیبات $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$ سنتز شده، در یک واکنش الگو برای مقایسه فعالیت کاتالیزوری آنها بکار برده شدند. تمام این ترکیبات فعالیت کاتالیزوری خوبی در واکنش باز شدن حلقه اپوکسی توسط آنیلین داشتند. در بین ترکیبات تهیه شده، $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{2+}$ دارای بهترین فعالیت بود و همچنین بدلیل مزایای فلز آهن نسبت به سایر کاتیون های استفاده شده، مطالعات بیشتر بر روی ترکیب $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{2+}$ انجام شد.

با استفاده از کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{2+}$ واکنش باز کردن حلقه اپوکسی توسط انواع نوکلئوفیل های نیتروژنی و اکسیژنی با موفقیت انجام شد. انواع نوکلئوفیل های آلیفاتیک، آروماتیک و هتروآروماتیک نیتروژنی و اکسیژنی با بازده خوب واکنش فوق را انجام دادند.

تمام کاتالیزورهای تهیه شده پس از انجام واکنش به راحتی و با استفاده از جداسازی مغناطیسی از محیط واکنش بازیابی شده و مجدداً قابل استفاده بودند. این قضیه در مورد ترکیب $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{2+}$ آزمایش شد. این ترکیب ۵ بار بدون کاهش فعالیت بازیابی و استفاده شد. همچنین در مورد ترکیب $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{2+}$ تایید شد که کاتیون های آهن هیچ فروشویی در محیط مایع نداشته و این کاتالیزور واکنش را از فاز ناهمگن پیش می برد.

واژه های کلیدی: آمینولیز، واکنش حلقه گشایی اپوکسید، اکسید آهن پوشش داده شده با هیدروکسی آپاتیت، بازیابی مغناطیسی، کاتالیزورهای فلزات واسطه تثبیت شده، اسیدهای لوئیس

جامد

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	فهرست جدول ها.....
۵	فهرست شکل ها.....
۵	فهرست شما ها.....
	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱ - شیمی سبز و اهداف آن.....
۷	۱-۲ - کاتالیزور.....
۷	۱-۲-۱- دورنمای تاریخی کاتالیزور.....
۸	۱-۲-۲- نحوه عملکرد و تقسیم بندی کاتالیزورها.....
۱۰	۱-۲-۳- مقایسه کاتالیزورهای همگن و ناهمگن.....
۱۳	۱-۲-۴- نانوکاتالیزورها، مزایا و نقطه ضعف.....
۱۴	۱-۳-۱- نانوذرات مغناطیسی.....
۱۴	۱-۳-۱- معرفی، روشهای سنتز و کاربردها.....
۱۸	۱-۳-۲- نقش نانوذرات مغناطیسی در فرآیندهای کاتالیستی.....
۲۰	۱-۳-۳- پوشش دادن سطح ذرات مغناطیسی.....
۲۴	۱-۴-۱- هیدروکسی آپاتیت.....
۲۴	۱-۴-۱- ساختار و خصوصیات.....
۲۶	۱-۴-۲- استفاده از هیدروکسی آپاتیت به عنوان پوششی برای ذرات مغناطیسی.....
۲۷	۱-۵- لوئیس اسید ها به عنوان کاتالیزور.....
۳۲	۱-۶- هدف ما و مروری بر فصول آتی.....
۳۳	۱-۷- دستگاه های بکار رفته و مواد شیمیایی.....
۳۳	۱-۷-۱- دستگاه مغناطیس سنج نمونه لرزان.....
۳۵	۱-۷-۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی جفت شده با آنالیز متفرق کننده انرژی پرتوی ایکس.....

۳۹-۳-۷-۱- سایر موارد.....

فصل دوم : تهیه کاتالیزور هایی از فلزات واسطه بر مبنای نانوذرات مغناطیسی

$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$ و شناسایی آنها

۴۳-۱-۲- روش های شناسایی و تایید ساختار کاتالیزور های $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$

۴۴-۱-۱-۲- طیف سنجی فرورسرخ تبدیل فوریه.....

۴۵-۲-۱-۲- الگوی پراش پرتوی ایکس.....

۴۸-۳-۱-۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی جفت شده با آنالیز متفرق کننده انرژی پرتوی ایکس.....

۵۳-۴-۱-۲- مغناطیس سنج نمونه لرزان.....

۵۵-۲-۲- روش تهیه نانوذرات اکسید آهن پوشش داده شده با هیدروکسی آپاتیت ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$).....

۵۶-۳-۲- روش عمومی تهیه کاتالیزور های $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$

فصل سوم : مقایسه فعالیت کاتالیزور های $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$ در واکنش باز شدن

حلقه اپوکسی توسط نوکلئوفیل آنیلین

۵۸-۱-۱-۳- اپوکسیدها.....

۵۸-۱-۱-۳- معرفی.....

۵۹-۲-۱-۳- روشهای تهیه اپوکسیدها.....

۶۰-۱-۲-۱-۳- اکسایش الفین توسط پراکسی اسید.....

۶۱-۲-۲-۱-۳- اکسایش الفینها توسط هیدروژن پراکسید قلیایی.....

۶۲-۳-۲-۱-۳- افزایش مستقیم اکسیژن.....

۶۳-۴-۲-۱-۳- اکسایش توسط واکنشگرهای معدنی.....

۶۳-۵-۲-۱-۳- سیکلو دهیدروهاالوژناسیون.....

۶۳-۱-۵-۲-۱-۳- افزایش هیپوهاالواسیدها به الفینها.....

۶۴-۲-۵-۲-۱-۳- احیاء ترکیبات آلفا- هالوکر بونیل.....

۳-۱-۲-۵-۳- واکنش هافمن بتا- آمینوآلکل ها..... ۶۵.....

۳-۱-۳- معرفی واکنش باز شدن حلقه اپوکسی توسط نوکلئوفیل ها..... ۶۵.....

۳-۲- نتایج مقایسه فعالیت کاتالیزور های $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$ در واکنش باز شدن حلقه اپوکسی

توسط آنیلین..... ۶۷.....

۳-۳- روش عمومی برای مقایسه فعالیت کاتالیزور های $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$ در واکنش باز شدن حلقه اپوکسی

توسط آنیلین..... ۷۰.....

فصل چهارم : واکنش باز شدن حلقه اپوکسی توسط نوکلئوفیل های نیتروژنی و اکسیژنی

در حضور کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$

۴-۱- باز شدن حلقه اپوکسی توسط انواع نوکلئوفیل های نیتروژنی در حضور کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ ۷۳.....

۴-۱-۱- بهینه کردن مول درصد کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ در واکنشها..... ۷۳.....

۴-۱-۲- نتایج واکنش حلقه گشایی اپوکسی توسط نوکلئوفیل های نیتروژنی در حضور

کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ ۷۴.....

۴-۱-۳- روش عمومی واکنش حلقه گشایی اپوکسی توسط نوکلئوفیل های نیتروژنی در حضور

کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ ۷۷.....

۴-۲- باز شدن حلقه اپوکسی توسط انواع نوکلئوفیل های اکسیژنی..... ۷۸.....

۴-۲-۱- معرفی..... ۷۸.....

۴-۲-۲- روش عمومی باز شدن حلقه اپوکسی توسط فنول در حضور کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ ۷۸.....

۴-۲-۳- روش عمومی باز شدن حلقه اپوکسی توسط متانول در حضور کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ ۷۹.....

۴-۴- آزمایش بازیابی کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ ۸۰.....

۴-۵- آزمایش رد فروشویی و انجام واکنش در فاز ناهمگن توسط کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ ۸۱.....

فصل پنجم : بحث و نتیجه گیری

۵-۱- جمع بندی و خلاصه..... ۸۴.....

۵-۲- مزایای کاتالیزورهای تهیه شده..... ۸۷

فهرست مراجع..... ۹۰

پیوست: طیف های رزونانس مغناطیسی هسته..... ۹۹

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
جدول ۱-۲	خصوصیات کاتالیزورهای تهیه شده، بدست آمده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی و آنالیز پرتوی ایکس متفرق کننده انرژی.....
۵۱
جدول ۱-۳	نتایج واکنش حلقه گشایی ۲،۳-اپوکسی فنیل پروپیل اتر توسط آنیلین در حضور کاتالیزورهای تهیه شده.....
۶۸
جدول ۱-۴	نتایج بهینه سازی مقدار کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$
۷۴
جدول ۲-۴	نتایج واکنش حلقه گشایی اپوکسی توسط آمینها در حضور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$
۷۵
جدول ۱-۵	مقایسه فعالیت کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ با سایر کاتالیزورها در واکنش باز کردن حلقه اپوکسی.....
۸۶

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۶.....	شکل ۱-۱: کلمات کلیدی ۱۲ اصل شیمی سبز.....
۱۰.....	شکل ۲-۱: طبقه بندی کاتالیزورها.....
۱۲.....	شکل ۳-۱: مراحل انجام واکنش کاتالیزوری ناهمگن.....
۱۹.....	شکل ۴-۱: جداسازی آسان نانوذرات مغناطیسی توسط آهنربا.....
۲۱.....	شکل ۵-۱: پایدار کردن سطح نانوذرات از طریق (a) برهمکنش الکترواستاتیکی (b) برهمکنش کووالانسی.....
۲۵.....	شکل ۶-۱: ساختار شیمیایی هیدروکسی آپاتیت.....
۳۵.....	شکل ۷-۱: قسمت‌های اصلی دستگاه مغناطش سنج نمونه لرزان.....
۳۷.....	شکل ۸-۱: تصویر دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد استفاده در تحقیق حاضر.....
!!۳۸.....	شکل ۹-۱: تصویر دستگاه لایه نشانی طلای موجود در دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی در تحقیق حاضر.....
	شکل ۱-۲: طیف فرسرخ $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$ (a) و کاتیونهای مستقر شده در سطح آن: منگنز (II) (b)، آهن (II) (c)، کبالت (II) (d)، نیکل (II) (e)، مس (II) (f) و روی (II) (g).....
۴۵.....	شکل ۲-۲: الگوی پراش پرتوی ایکس از $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$ و ترکیبات $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$ تهیه شده.....
	شکل ۳-۲: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی برای $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$ پوشش داده شده با کاتیونهای منگنز (II) (a)، آهن (II) (b)، کبالت (II) (c)، نیکل (II) (d)، مس (II) (e) و روی (II) (f).....
۴۹.....	شکل ۴-۲: منحنی توزیع اندازه ذرات برای کاتالیزور های تهیه شده با استفاده از نرم افزارهای origin و measurement.....
۵۰.....	شکل ۵-۲: طیف پرتوی ایکس متفرق کننده انرژی کاتالیزورهای $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$
۵۳.....	شکل ۶-۲: منحنی مغناطیس سنجی نمونه لرزان برای $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp}$ و $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$
۵۴.....	شکل ۱-۳: طول پیوندها در اپوکسید.....
۵۹.....	شکل ۱-۴: بازیابی مغناطیسی کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$ در واکنش بین ۳،۲- اپوکسی فنیل پروپیل اتر و آنیلین.....
۸۱.....	

فهرست شماها

صفحه	عنوان
۱۷.....	شمای ۱-۱: روش هم رسوبی برای تهیه اکسید آهن.....
۲۵.....	شمای ۱-۲: سنتز هیدروکسی آپاتیت.....
۲۸.....	شمای ۱-۳: تجزیه ترکیبات پرفلوره در حضور لوئیس اسید.....
۲۸.....	شمای ۱-۴: واکنش بکمن در حضور آلومینیم کلرید به عنوان کاتالیزور.....
۲۹.....	شمای ۱-۵: نوآرایی آلفا کتو استالها به آلفا هیدروکسی استرها در حضور لوئیس اسید.....
۲۹.....	شمای ۱-۶: واکنش فریدل-کرافتس در حضور لوئیس اسید.....
۳۰.....	شمای ۱-۷: واکنش تراکم آلدولی در حضور لوئیس اسید.....
۳۰.....	شمای ۱-۸: واکنش هترو دیلز-آلدر در حضور روی کلرید.....
۵۶.....	شمای ۱-۲: روش عمومی برای تهیه کاتالیزورهای $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-M}^{+2}$
۶۰.....	شمای ۱-۳: مکانیسم اپوکسیداسیون الفین توسط پراکسی اسید.....
۶۱.....	شمای ۲-۳: اپوکسیداسیون الفین توسط هیدروژن پراکسید قلیایی.....
۶۱.....	شمای ۳-۳: اپوکسیداسیون سیکلوهگزیلیدین سیکلوهگزانون توسط هیدروژن پراکسید قلیایی.....
۶۲.....	شمای ۳-۴: اپوکسیداسیون الفین توسط افزایش مستقیم اکسیژن.....
۶۲.....	شمای ۳-۵: اپوکسیداسیون الفین توسط ازن.....
۶۳.....	شمای ۳-۵: اپوکسیداسیون الفین از طریق اکسایش با واکنشگرهای معدنی.....
۶۳.....	شمای ۳-۶: روش سیکلو دهیدرو هالوژناسیون برای تهیه اپوکسیدها.....
۶۴.....	شمای ۳-۷: افزایش هیپوکلرواسید به الفین برای تهیه اپوکسیدها.....
۶۴.....	شمای ۳-۸: احیاء ترکیبات آلفا- هالوکر بونیله برای تهیه اپوکسید.....
۶۵.....	شمای ۳-۹: تهیه اپوکسید از طریق واکنش هافمن بتا- آمینوالکل ها.....

شمای ۳-۱۰ : واکنش حلقه گشایی ۳،۲-اپوکسی فنیل پروپیل اتر توسط آنیلین در حضور کاتالیزورهای تهیه شده.....۶۷

شمای ۴-۱: واکنش حلقه گشایی اپوکسی توسط نوکلئوفیل های نیتروژنی در حضور

کاتالیزور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$۷۵

شمای ۴-۲: واکنش حلقه گشایی ۳،۲-اپوکسی فنیل پروپیل اتر توسط فنول در حضور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+2}$۷۹

شمای ۴-۳ : واکنش حلقه گشایی ۳،۲-اپوکسی فنیل پروپیل اتر توسط متانول در حضور $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@HAp-Fe}^{+}$۸۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱- شیمی سبز و اهداف آن

بعد از جنگ جهانی دوم، صنعتی شدن در سرتاسر جهان به طور چشمگیری بدون توجه لازم و کافی به برخی اثرات مخرب آن بر سلامت و ایمنی محیط زیست بطور اعم و گیاهان، جانوران و انسانها بطور اخص اتفاق افتاد. این اتفاق منجر به افزایش دمای کره زمین، نقصان لایه محافظ اوزن در برابر اشعه مضر فرابنفش، آلودگی زمین و آب بدلیل آزادسازی مواد شیمیایی سمی بوسیله صنایع، کاهش پرشتاب منابع غیرقابل تجدید مانند نفت خام، تخریب پوشش جنگل با باران های اسیدی و افزایش مشکلات بهداشتی و سلامتی شد. همچنین نیاز روز افزون بشر به انرژی و مواد خام باعث محدود شدن منابع طبیعی و ایجاد مسائل و مشکلات زیست محیطی فراوان شده بود. در این میان علم شیمی نقشی دوگانه ای ایفا می کند. از یک طرف شیمی نقش مهمی در بخش های مختلف صنایع تولیدی بر عهده دارد و از طرف دیگر عامل ایجاد میلیون ها تن پسماند برای محیط زیست می باشد. همین امر موجب مخدوش شدن نقش شیمی در تحول جوامع بشری شده است. لذا نیاز به تغییر الگو از مفاهیم سنتی در فرآیند های شیمیایی که تا حدود زیادی متمرکز بر بازده شیمیایی مناسب است به الگویی جدید مبتنی بر حذف پسماندهای

شیمیایی و ممانعت از استفاده از مواد سمی و زیان آور، ضروری به نظر می رسد. به این نگرش، شیمی سبز^۱ اتلاق می شود [۷-۱].

شیمی سبز که شیمی قابل دوام^۲ نیز نامیده می شود به طور رسمی در سال ۱۹۹۰ در ایالات متحده با هدف جلوگیری از آلودگی، از طریق طراحی فرآیندهای بهتر و حذف پسماندهای شیمیایی، استفاده از الگوهای اقتصادی بهتر و ممانعت از بهره گیری از مواد سمی و زیان آور تعریف شد. رویکرد شیمی سبز شامل ۱۲ اصل زیر است (شکل ۱-۱) [۲]:

اصل اول : پیشگیری از تولید فرآورده های بیهوده

بهتر است که از ساخت و تولید زباله و پسماندهای سمی جلوگیری شود تا اینکه پس از تولید به فکر بی ضرر نمودن پسماندهای سمی و یا پاک کردن محیط از آنها شد.

اصل دوم : اقتصاد اتمی^۳

طراحی واکنش های شیمیایی به شیوه ای باشند که تمام مواد اولیه استفاده شده محصول نهایی را ایجاد کند. بهتر است با کاهش میزان تولید فرآورده های بیهوده و مازاد بازده واکنش ها افزایش یابد.

اصل سوم : طراحی فرآیندهای شیمیایی کم آسیب تر

شیمی دانان در جایی که امکان دارد باید شیوهایی را طراحی کنند تا موادی را بکار ببرند یا تولید کنند که اثرات سوء کمتری برای آدمی یا محیط زیست داشته باشند.

¹ Green chemistry

² Sustainable chemistry

³ Atom economy

اغلب برای یک واکنش شیمیایی مواد اولیه گوناگونی وجود دارد که از میان آن ها می توان مناسب ترین را برگزید.

اصل چهارم : طراحی مواد و فرآورده های شیمیایی سالم تر

فرآورده های شیمیایی باید به گونه ای طراحی شوند که با وجود کاهش خطر سمیت کار خود را به خوبی انجام دهند. فرآورده های جدید را می توان به گونه ای طراحی کرد که سالم تر باشند و در همان حال، نقش در نظر گرفته شده برای آنها را به خوبی انجام دهند.

اصل پنجم : بهره گیری از حلال ها و شرایط واکنشی سالم تر

بهره گیری از مواد کمکی (مانند حلال ها و عوامل جدا کننده) تا جایی که امکان دارد به کمترین اندازه برسد و زمانی که بکار می روند از گونه های کم آسیب رسان باشند.

اصل ششم : افزایش بازده انرژی

در فرآیندهای شیمیایی، روشهای ساخت و جداسازی تا جایی که امکان دارد به گونه ایی طراحی شوند که نیاز به انرژی را کاهش دهند و در دما و فشار محیط انجام شوند.

اصل هفتم : بهره گیری از مواد اولیه بازیابی شدنی

واکنشهای شیمیایی باید به گونه ایی طراحی شوند تا از مواد اولیه ی که قابلیت بازیابی دارند بهره بگیریم.

اصل هشتم : پرهیز از مشتقهای شیمیایی