دانشگاه سمنان

دانشکده شیمی

پایان نامه جهت اخذ درجه دکترای تخصصی رشته شیمی

آلی

سنتز نانو ذرات مغناطیسی عامل‌دار شده و استفاده از آن به عنوان کاتالیزور در سنتز ترکیبات آلی

استاد راهنما:

دکتر نقی سعادتجو

استاد مشاور:

دکتر شهاب شریعتی

نگارش:

مصطفی گل‌شکن

اردیبهشت ۱۳۹۳

بسم الله الرحمن الرحیم

چکیده

در بخش اول از طرح حاضر، نانوذرات مغناطیسی Fe_3O_4 (مگنتیت) به عنوان یک کاتالیزگر ناهمگن برای سنتز مشتقات β-آمینو کتون طی واکنش مانیخ[1] با استفاده از دستگاه التراسونیک معرفی شده است. برای این منظور نانوذرات مغناطیسی مگنتیت با سایز ذرات کمتر از ٤٠ نانو متر طی یک فرآیند همرسوبی شیمیایی سنتز شدند. ساختار نانوذرات سنتز شده با تکنیک‌های FT-IR، XRD و SEM مورد مطالعه قرار گرفتند. همچنین جهت بهینه‌سازی شرایط واکنش برای اولین بار از روش آماری تاگوچی[2] استفاده شد و اثرات ٤ فاکتور در ٤ سطح مختلف مورد مطالعه قرار گرفت.

در بخش دیگری از طرح، نانو کامپوزیت Fe_3O_4@MCM-48–$NaHSO_4$ طی یک فرآیند شیمیایی سنتز شد و به عنوان کاتالیست اسیدی جهت سنتز مشتقات β-آمینو کربونیل با آمین‌های هتروآروماتیک طی واکنش مانیخ مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور نانو ذرات مگنتیت و نانو ذرات مگنتیت روکش‌دار شده با ترکیب متخلخل MCM-48 با سایز ذرات کمتر از ۱۱ نانومتر سنتز شدند. سپس ترکیب $NaHSO_4$ طی یک فرآیند شیمیایی بر روی سطح نانو کامپوزیت سنتز شده قرار داده شد. ساختار کاتایزگر جامد اسیدی بدست آمده توسط تکنیک‌های FT-IR، XRD، UV-DRS، TEM، VSM و تیتراسیون مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت قابلیت کاتالیستی نانو کامپوزیت حاصل در واکنش مانیخ بررسی گردید.

در بخش سوم از طرح حاضر، ترکیب مغناطیسی آلی-معدنی Fe_3O_4@MCM-41–SO_3H به عنوان یک کاتالیست اسیدی جامد جدید با دانسیته بالایی از گروه سولفونیک اسید معرفی شده است. مساحت سطح ویژه و خواص سطحی مورد انتظار در این ترکیب، از ادغام ترکیبات آلی و معدنی و قرار دادن آنها بر روی سطح نانو ذرات Fe_3O_4 حاصل شد. این کاتالیزگر اسیدی جامد طی سه مرحله سنتز گردید: (i) سنتز نانو

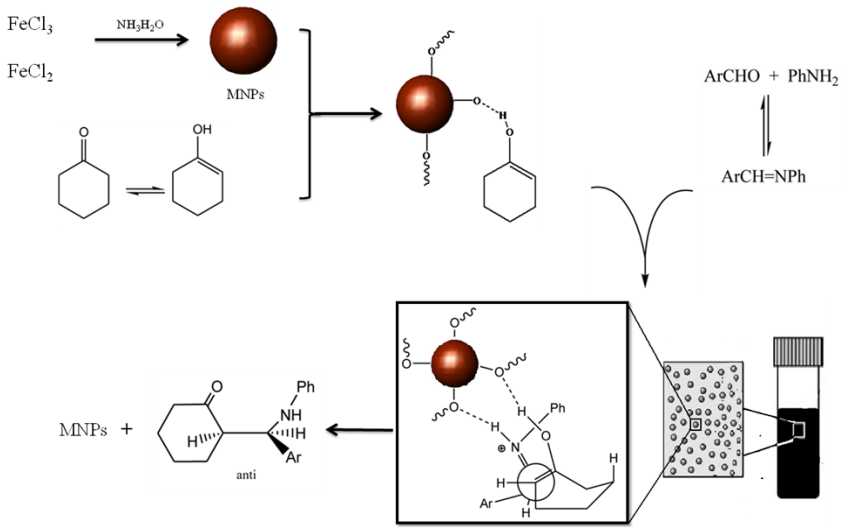
[1] Mannich
[2] Taguchi

ذرات مغناطیسی Fe_3O_4، (ii) ایجاد یک غلاف یا روکش آلی–معدنی متخلخل سیلیسی MCM-41 بر روی سطح نانو ذرات Fe_3O_4 که دارای یک گروه تیول در ساختار شبکه‌ای خود می‌باشد (Fe_3O_4@MCM-41—SH) و (iii) اکسید کردن گروه تیول به گروه سولفونیک اسید (Fe_3O_4@MCM-41—SO_3H). ساختار این نانو کامپوزیت همانند کاتالیزگرهای بخش‌های قبل توسط تکنیک‌های مختلف دستگاهی مورد بررسی قرار گرفت و در پایان قابلیت این کاتالیزگر ناهمگن اسیدی در واکنش سنتز مشتقات زانتن بررسی گردید.

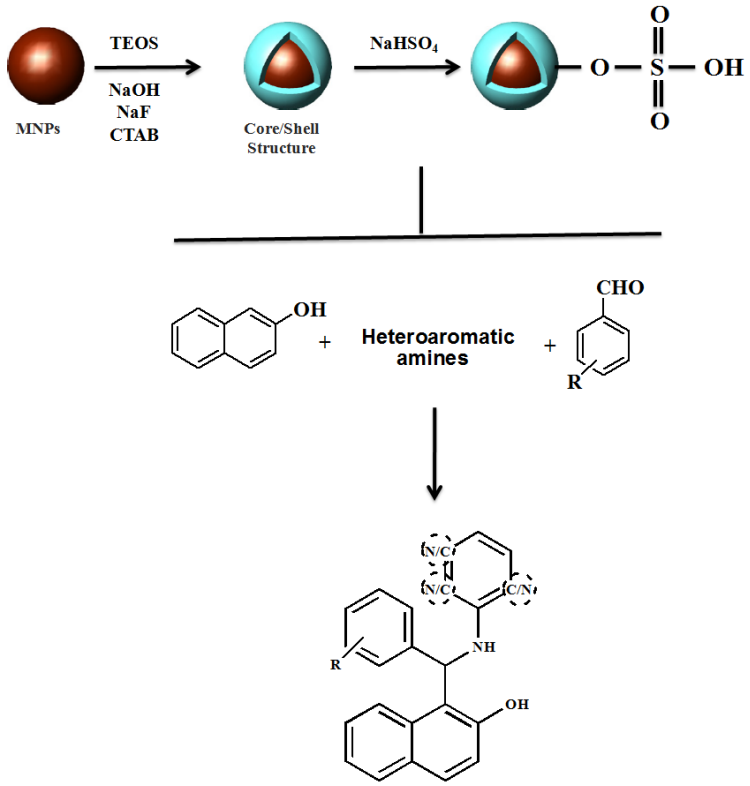
واژه‌های کلیدی: نانوذرات مغناطیسی، کاتالیزگر ناهمگن، نانو کامپوزیت اسیدی، آمینو کتون، آمینو نفتل، بنزو زانتن.

چکیده گرافیکی

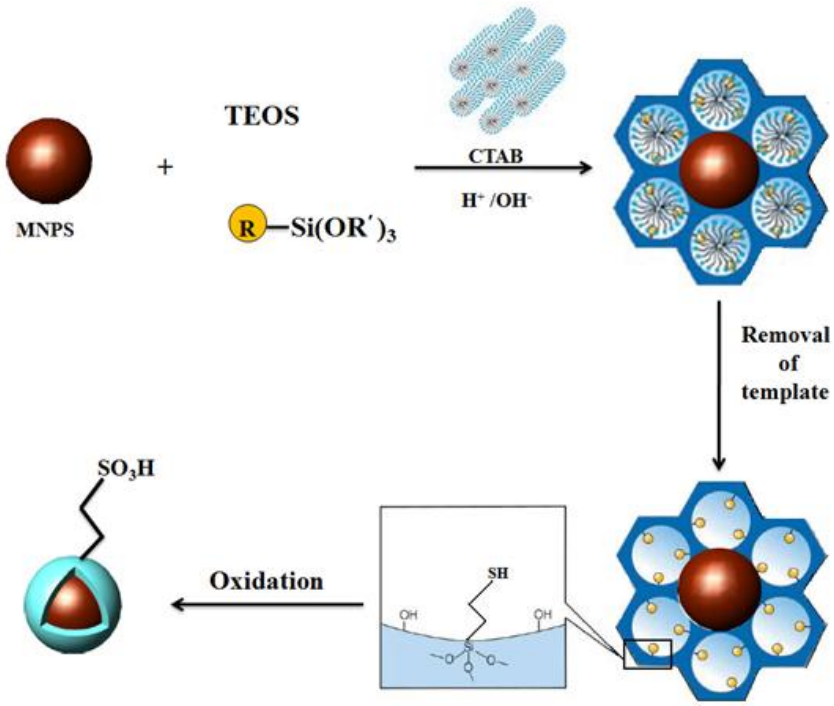
۱)



۲)


MNPs
TEOS
NaOH
NaF
CTAB
Core/Shell Structure
NaHSO4
O
S
OH
OH
Heteroaromatic amines
CHO
R
NH
R
OH

(۳


MNPS
TEOS
R—Si(OR′)3
CTAB
H+ /OH-
Removal of template
SO3H
Oxidation
SH
OH
OH

فهرست مندرجات

۱ مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه‌ای بر نانو تکنولوژی ۱

۱-۲ فن آوری نانو ۲

۱-۳ تعریف کاتالیزور ۳

۱-۳-۱ کاتالیزگر همگن ۳

۱-۳-۲ **کاتالیزگر ناهمگن** ٤

۱-۳-۳ **کاتالیزگر زیستی** ٤

۱-۳-٤ **اجزا مهم کاتالیزگر** ٤

۱-۳-۵ نانو کاتالیزگرهای فلزی ٤

۱-٤ نانوذرات مغناطیسی ۵

۱-٤-۱ نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن ۵

۱-٤-۲ روش‌های سنتز نانوذرات مغناطیسی ۷

۱-٤-۲-۱ روش‌های سنتز در فاز جامد ۸

۱-٤-۲-۲ روش‌های فاز گازی ۸

۱-٤-۲-۳ روش‌های فاز مایع ۸

۱-٤-۲-٤ روش‌های دو فازی بر پایه‌ی میکروامولسیون‌ها..... ۱۲
۱-٤-۲-۵ روش سل- ژل..... ۱۲
۱-٤-۲-٦ روش‌های هیدروترمال فشار بالا..... ۱٤
۱-٤-۲-۷ روش کاهش شیمیایی..... ۱۵
۱-٤-۳ بررسی ویژگی‌های نانوذرات مغناطیسی ۱۵
۱-٤-۳-۱ اصلاح سطح نانو ذرات مغناطیسی و تاثیر آن روی پایداری..... ۱۵
۱-٤-٤ خواص نانوذرات مغناطیسی..... ۱۷
۱-٤-۵ مروری بر کاربرد نانوذرات مغناطیسی..... ۱۸
۱-۵ترکیبات متخلخل مزوپروس..... ۲۰
۱-۵-۱ مواد متخلخل..... ۲۰
۱-۵-۲ خصوصیات کلی مواد نانوپروس..... ۲۲
۱-۵-۳ دسته‌بندی مواد مزوپروس..... ۲۳
۱-۵-۳-۱ مواد مزوپروس سیلیکاتی..... ۲۳
۱-۵-۳-۲ مواد مزوپروس غیر سیلیکاتی..... ۲۳
۱-۵-٤ مکانیسم‌های پیشنهادی برای تشکیل مواد مزوپروس..... ۲۳
۱-۵-٤-۱ کنترل اندازه حفرات..... ۲۷
۱-٦ واکنشهای چند جزئی در شیمی آلی..... ۲۷
۱-٦-۱ واکنش مانیخ ۲۹
۱-٦-۱-۱ بازهای بتی..... ۳۱

۱-٦-۱-۲ تراکم ۲-نفتول با بنزآلدهید و N,N- دی اتیل آمین..... ۳۳

۱-٦-۱-۳ تراکم ۲-نفتول با بنزآلدهید و n-بوتیل آمین..... ۳٤

۱-٦-۱-٤ آمینو آلکیلاسیون ترکیبات آروماتیک غنی از الکترون..... ۳٤

۱-٦-۱-٥ تراکم ۲-نفتول با بنزآلدهید و α,N-دی متیل بنزیل آمین..... ۳٤

۱-٦-۱-٦ تراکم ۲-نفتول با نفتالدهید و α,N-دی متیل بنزیل آمین..... ۳٥

۱-٦-۱-۷ سنتز ۱-[α-(۱-آزاسیکلوآلکیل)بنزیل]-۲-نفتول‌ها..... ۳٥

۱-٦-۱-۸ سنتز کایرال N-متیل-N-آلکیل بازهای بتی..... ۳۷

۱-٦-۱-۹ تراکم ۲-نفتول و ۲-آلکوکسی بنزآلدهید و S-(-)-α-متیل بنزیل آمین..... ۳۸

۱-٦-۱-۱۰ جداسازی انانتیومترهای ترکیب راسمیک آمینو نفتول‌ها..... ۳۸

۱-٦-۲ زانتن‌ها..... ۳۹

۱-٦-۲-۱ ساختار زانتن‌ها..... ٤۰

۱-٦-۲-۲ خواص درمانی زانتن‌ها..... ٤۳

۱-٦-۲-۳ منابع طبیعی زانتن‌ها..... ٤۳

۱-٦-۲-٤ سنتز زانتن‌ها..... ٤۳

۲ بخش تجربی

۲-۱ سنتز نانو کاتالیزگرهای غیر همگن مغناطیسی..... ٤٦

۲-۱-۱ مواد و دستگاه‌های مورد استفاده..... ٤۷

-۱۲-۱-۱ مواد شیمیایی و استانداردها..... ٤۷

۲-۱-۱-۲ دستگاه‌ها..... ٤۷

۲-۲ سنتز نانو کاتالیست‌های مغناطیسی ٤٧
۲-۲-۱ سنتز نانوذرات مغناطیسی Fe_3O_4 ..... ٤٧
۲-۲-۲ سنتز نانو ذرات مگنتیت با غلاف نانو متخلخل سیلیسی MCM-48 ..... ٤٩
۲-۲-۳ سنتز نانو کامپوزیت Fe_3O_4@MCM-48-$NaHSO_4$ ٤٩
۲-۲-٤ سنتز نانو کامپوزیت Fe_3O_4@MCM-41-SH ٥٠
۲-۲-٥ سنتز نانو کاتالیست مغناطیسی Fe_3O_4@MCM-41-SO_3H ٥٠
۲-۳ استفاده از نانوذرات Fe_3O_4 به عنوان کاتالیست ناهمگن در واکنش مانیخ ٥١
۲-۳-۱ سنتز ترکیب های β-آمینو کربونیل با استفاده از استوفنون در مجاورت Fe_3O_4 ..... ٥١
۲-۳-۲ سنتز فضا گزین ترکیبات β-آمینو کربونیل در مجاورت Fe_3O_4 ..... ٥٢
۲-٤ استفاده از نانو کامپوزیت Fe_3O_4@MCM-48–$NaHSO_4$ به عنوان کاتالیزگر ناهمگن ٥٢
۲-٤-۱ سنتز ترکیب ۱-(فنیل(پیریدین-۳- ایل آمینو)متیل)نفتالن-۲- ال (۱) ٥٣
۲-٥ استفاده از نانو کامپوزیت Fe_3O_4@MCM-41–SO_3H به عنوان کاتالیزگر ناهمگن ٥٣
۲-٥-۱ سنتز ترکیب ۹،۱۰-دی‌هیدرو-۱۲-فنیل-H۸-بنزو [α]زانتن-۱۱(۱۲H)-اون ٥٤

۳ تحلیل و بررسی نتایج

۳-۱ تجزیه و تحلیل داده های مربوط به استفاده نانوذرات در واکنش‌های شیمی آلی ٥٥
۳-۱-۱ تجزیه و تحلیل ساختار نانوذرات Fe_3O_4 ..... ٥٥
۳-۱-۱-۱ بهینه‌سازی شرایط واکنش مانیخ در حضور نانو کاتالیست Fe_3O_4 ..... ٥٩
۳-۱-۱-۱-۱ طراحی آزمایش ٥٩
۳-۱-۱-۱-۲ تعیین اثر اصلی هر پارامتر ٦٢

۳-۱-۱-۲ سنتز ترکیبات β–آمینوکربونیل با استفاده از استوفنون در مجاورت Fe_3O_4 ..... ٦٤

۳-۱-۱-۳ سنتز مشتقات β–آمینوکربونیل با استفاده از سیکلوهگزانون در مجاورت Fe_3O_4 ..... ٦٥

۳-۱-۱-۳-۱ تعیین ساختار فضایی آمینو کتون‌های سنتز شده ٦٦

۳-۱-۱-٤ بررسی داده‌های طیفی β–آمینو کتون‌ها ۷۰

۳-۲ تجزیه و تحلیل ساختار نانوذرات Fe_3O_4@MCM-48-$NaHSO_4$ ۷۲

۳-۲-۱ واکنش مانیخ در حضور آمین‌های هترو آروماتیک، ۲- نفتول و مشتقات بنزآلدهید با استفاده از نانو کاتالیست اسیدی قابل بازیافت Fe_3O_4@MCM-48-$NaHSO_4$ ۷۹

۳-۲-۱-۱ بهینه‌سازی شرایط سنتز مشتقات β–آمینونفتل ۷۹

۳-۲-۱-۲ بررسی داده‌های طیف مشتقات β–آمینونفتل ۸۱

۳-۳ نانو کاتالیست جامد مغناطیسی Fe_3O_4@MCM-41–SO_3H ۹۱

۳-۳-۱ بررسی ویژگی‌های نانوذرات Fe_3O_4@MCM-41–SO_3H ۹۲

۳-۳-۲ سنتز مشتقات زانتن در مجاورت نانو کامپوزیت Fe_3O_4@MCM-41–SO_3H ۹٤

۳-۳-۲-۱ بهینه‌سازی شرایط سنتز مشتقات بنزو زانتن ۹٥

۳-۳-۲-۲ بررسی داده‌های طیفی تترا هیدرو بنزو [α] زانتن-۱۱-اون ۹۷

۳-٤ مروری بر نتایج و جنبه‌های فنی طرح ۱۰۳

٤ طیف‌ها

٤-۱ طیف‌های مربوط به مشتقات β–آمینو کربونیل در حضور سیکلوهگزانون و استوفنون ۱۰٥

٤-۲ طیف‌های مربوط به مشتقات β–آمینو کتون با استفاده از آمین‌های هتروآروماتیک ۱۱۱

٤-۳ طیف‌های مشتق زانتن ۱۰٥

مراجع ۱۲۶

فهرست شکل‌ها

شکل۱-۱ رفتار مغناطیسی نانوذرات فرومغناطیس و سوپرمغناطیس..... ۸

شکل ۱-۲ شمایی از روش هم‌رسوبی شیمیایی جهت سنتز نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن..... ۱۱

شکل ۱-۳ مراحل فرآیند سل- ژل..... ۱٤

شکل ۱-٤ ساختار ترکیبات متخلخل..... ۲۲

شکل ۱-۵ ساختار سورفکتانت‌ها..... ۲۵

شکل ۱-٦ فرآیند سنتز ترکیبات متخلخل..... ۲٦

شکل ۱-۷ مکانیسم مولکولی تشکیل مواد مزوپروس..... ۲۷

شکل ۱-۸ ساختار ترکیبات پلی‌سیکلیک ۲۸

شکل ۱-۹ واکنش مانیخ..... ۲۹

شکل ۱-۱۰مکانیسم واکنش مانیخ..... ۳۰

شکل ۱-۱۱ واکنش مانیخ در حضور کاتایزگر نقره..... ۳۱

شکل ۱-۱۲ واکنش مستقیم و انانتیوگزین مانیخ..... ۳۱

شکل ۱-۱۳ واکنش سنتز بازهای بتی..... ۳۲

شکل ۱-۱٤ مشتقات بازهای بتی..... ۳۳

شکل ۱-۱۵ واکنش ۲-نفتول با بنزآلدهید و *N,N*- دی اتیل آمین..... ۳۳

شکل ۱-۱٦ تراکم ۲-نفتول با بنزآلدهید و n-بوتیل آمین..... ۳٤

شکل ۱-۱۷ آلکیلاسیون ترکیبات غنی از الکترون ۳٤
شکل ۱-۱۸ واکنش ۲-نفتول با بنزآلدهید و α،N -دی متیل بنزیل آمین ۳۵
شکل ۱-۱۹ واکنش ۲-نفتول با نفتالدهید و α،N -دی متیل بنزیل آمین ۳۵
شکل ۱-۲۰ واکنش سنتز ۱-[α-(۱-آزاسیکلوآلکیل)بنزیل]-۲-نفتول‌ها ۳٦
شکل ۱-۲۱ واکنش سنتز ترکیب N،N-دی آلکیل آمینو نفتول کایرال ۳٦
شکل ۱-۲۲ واکنش سنتز حد واسط اکسازین ۳۷
شکل ۱-۲۳ واکنش سنتز کایرال N-متیل-N-آلکیل بازهای بتی ۳۷
شکل ۱-۲٤ واکنش سنتز ۲-نفتول و ۲-آلکوکسی بنزآلدهید و S-(-)-α-متیل بنزیل آمین ۳۸
شکل ۱-۲۵ فرآیند جداسازی انانتیومرهای آمینو نفتول ۳۹
شکل ۱-۲٦ ساختار زانتن ٤۰
شکل ۱-۲۷ بنزوکرومونو پیریمیدین‌های اکسیژن‌دار ٤۰
شکل ۱-۲۸ ساختار مشتقات زانتن با گروههای R^1,R^2= H, OH ٤۱
شکل ۱-۲۹ انواع زانتن ٤۱
شکل ۱-۳۰ زانتن‌های پرینیلی ٤۲
شکل ۱-۳۱ زانتن‌های الیگنوئیدی ٤۳
شکل ۱-۳۲ مکانیسم واکنش آرین با ارتوهیدروکسی بنزوات‌ها ٤٤
شکل ۱-۳۳ فرآیند سنتز زانتن ٤٤
شکل ۱-۳٤ فرآیند سنتز نوع دیگری از زانتن ٤۵
شکل ۲-۱ دستگاه استفاده شده جهت سنتز نانو ذرات مگنتیت ٤۸

شکل ۲-۲ فرآیند سنتز نانو کاتالیست Fe_3O_4@MCM-48-$NaSO_4$ ٤٩

شکل ۲-۳ فرآیند سنتز نانو اسید مغناطیسی Fe_3O_4@MCM-41-SO_3H ٥١

شکل ۲-٤ فرآیند سنتز β-آمینوکربونیل در حضور استوفنون با استفاده از نانوذرات آهن ٥٢

شکل ۲-٥ فرآیند سنتز β-آمینو کربونیل در حضور استوفنون با استفاده از نانوذرات مگنتیت ٥٢

شکل ۲-٦ فرآیند سنتز β-آمینو کربونیل در حضور هتروآریل آمین ٥٣

شکل ۲-۷ واکنش سنتز مشتقات زانتن با استفاده از نانو کاتالیست Fe_3O_4@MCM-41–SO_3H ٥٤

شکل ۳-۱ طیف‌های FT-IR نانوذرات آهن ٥٦

شکل ۳-۲ طیف XRD نانوذرات اکسید آهن مغناطیسی ٥٧

شکل ۳-۳ منحنی خاصیت مغناطیسی نانوذرات مگنتیت سنتز شده ٥٧

شکل ۳-٤ تصاویر TEM مربوط به نانوذرات آهن ٥٨

شکل ۳-٥ طیف UV-DRS نانوذرات مگنتیت ٥٨

شکل ۳-٦ واکنش مانیخ در حضور سیکلوهگزانون و استوفنون ٥٩

شکل ۳-۷ نمودرا بررسی سطوح فاکتورهای مذکور در واکنش مانیخ در حضور استوفنون ٦٣

شکل ۳-۸ نمودرا بررسی سطوح فاکتورهای مذکور در واکنش مانیخ در حضور سیکلوهگزانون ٦٣

شکل ۳-۹ مکانیسم واکنش مانیخ در حضور استوفنون ٦٤

شکل ۳-۱۰ واکنش مانیخ در حضور سیکلوهگزانون ٦٥

شکل ۳-۱۱ مکانیسم واکنش مانیخ در حضور سیکلوهگزانون ٦٥

شکل ۳-۱۲ شمای ایزومر سین و آنتی β-آمینو کربونیل ٦٧

شکل ۳-۱۳ طیف ^{1}H NMR ۲- (فنیل(فنیل آمینو)متیل) سیکلوهگزانون ٦٨

شکل ۳-۱٤ طیف ^{1}H NMR ۲-((٤-برومو فنیل)(فنیل آمینو)متیل)سیکلوهگزانون..... ٦۹

شکل ۳-۱۵ طیف ^{1}H NMR ۲-((٤-برومو فنیل)(فنیل آمینو)متیل)سیکلوهگزانون..... ۷۰

شکل ۳-۱٦ طیف‌های FT-IR، a) نانوذرات آهن، b) MCM-48، c_1) نانوکامپوزیتFe_3O_4@MCM ۷۵

شکل ۳-۱۷ طیف XRD نانوذرات اکسید آهن (a) و نانوذرات آهن روکش‌دار شده (b)..... ۷٦

شکل ۳-۱۸ منحنی خاصیت مغناطیسی نانوذرات سنتز شده..... ۷۷

شکل ۳-۱۹ تصویر TEM نانوذرات a) Fe_3O_4 و b) Fe_3O_4@MCM-48-$NaHSO_4$..... ۷۸

شکل ۳-۲۰ طیف UV-DRS نانوذرات (a) Fe_3O_4، (b) Fe_3O_4@MCM-48، (c) Fe_3O_4@MCM-48─OSO_3H..... ۷۸

شکل ۳-۲۱ سنتز مشتقات β-آمینونفتل با استفاده از نانو کاتالیست Fe_3O_4@MCM-48─$NaHSO_4$..... ۸۰

شکل ۳-۲۲ فرآیند سنتز نانو کاتالیست اسیدی Fe_3O_4@MCM-41─SO_3H..... ۹۲

شکل ۳-۲۳ . طیف نانوذرات Fe_3O_4@MCM-41─SH قبل از حذف سورفاکتانت (a)، بعد از حذف سورفاکتانت..... ۹۲

شکل ۳-۲٤ طیف XRD نانوذرات آهن (a) و نانوذرات آهن روکش دار شده با MCM-41..... ۹۳

شکل ۳-۲۵ منحنی خاصیت مغناطیسی نانوذرات آهن (a) و Fe_3O_4@MCM-41─SO_3H (b)..... ۹۳

شکل ۳-۲٦ تصویر TEM نانوذرات Fe_3O_4@MCM-41─SO_3H..... ۹٤

شکل ۳-۲۷ مکانیسم واکنش سنتز مشتقات بنزوزانتن..... ۹۵

شکل ۳-۲۸ مکانیسم استفاده از نانو کاتالیست Fe_3O_4@MCM-41─SO_3H در سنتز مشتقات زانتن..... ۹٦

شکل ۳-۲۹ طیف FT-IR ترکیب ۱۲-فنیل-۸و۹و۱۰و۱۲-تتراهیدروبنزو[α] زانتن-۱۱-اون..... ۹۸

شکل ۳-۳۰ طیف ^{1}H NMR ترکیب ۱۲-فنیل-۸و۹و۱۰و۱۲-تتراهیدروبنزو[α] زانتن-۱۱-اون..... ۹۹

فهرست جداول

جدول۱-۱ انواع اکسیدهای آهن و خواص فیزیکی آن‌ها..... ٦

جدول ۳-۱ فاکتورها و سطوح مربوط به هر فاکتور جهت سنتز مشتقات β-آمینو کتون..... ٦١

جدول ۳-۲ ترتیب طراحی آزمایش‌ها..... ٦٢

جدول ۳-۳ واکنش مانیخ آریل آلدهیدها، آنیلین‌ها و استوفنون کاتالیز شده با Fe_3O_4 در اتانول..... ٦٤

جدول ۳-٤ مانیخ آریل آلدهیدها، آنیلین‌ها و سیکلوهگزانون کاتالیز شده با نانوذرات Fe_3O_4 در اتانول..... ٦٦

جدول ۳-۵ تاثیر مقادیر مختلف کاتالیزگر در سنتز β-آمینونفتل..... ۷۹

جدول ۳-٦ تاثیر دما در سنتز β-آمینونفتل..... ۷۹

جدول ۳-۷ محصولات مختلف β-آمینونفتل در حضور مشتقات مختلف آلدئید و آمینو پیریدین..... ۸۱

جدول ۳-۸ تاثیر مقادیر مختلف کاتالیزگر در سنتز بنزو زانتن‌ها..... ۹۵

جدول ۳-۹ محصولات مختلف زانتن در حضور مشتقات مختلف آلدئید..... ۹٦

جدول ۳-۱۰ نتایج استفاده مجدد از نانو کاتالیست سنتز شده در سنتز مشتقات زانتن..... ۹۷

جدول ۳-۱۱ جدول مقایسه بین برخی کاتالیزگرهایی که تا کنون جهت سنتز مشتقات زانتن بکار رفته‌اند... ۱۰۳

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه‌ای بر نانو تکنولوژی

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 اجزا کوچک تقسیم کرد تا به ذراتی رسید که خرد نشدنی هستند و این ذرات بنیان مواد را تشکیل می‌دهند، شاید بتوان دموکریتوس[1] فیلسوف یونانی را پدر فناوری و علوم نانو دانست چرا که حدود ٤۰۰ 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. با تحقیقات و آزمایش‌های بسیار، دانشمندان تاکنون ۱۱۵ نوع اتم و تعداد زیادی ایزوتوپ کشف کرده‌اند. آنها همچنین پی برده‌اند که اتم‌ها از ذرات کوچکتری مانند کوارک‌ها و لپتون‌ها تشکیل شده‌اند [۱].

نانوفناوری یکی از مدرن‌ترین علوم روز دنیاست،که دارای خصوصیاتی منحصر به فرد با کاربردهایی در تمام زمینه‌های علم و فناوری است. توجه روز افزون بشر به این علم فقط به‌واسطه تازگی و کنجکاوی بشر برای دانستن آنچه نمی‌داند، نیست، بلکه بیشتر بدلیل قابلیت‌های ویژه‌ای است که این علم پیش روی انسان قرار

[1] Democritus

می‌دهد، و دستیابی به آنها جز از این راه ممکن نیست. از طرفی اطلاعات مختلف درباره‌ی زمینه‌های تحقیقاتی و عملی این علم در حیطه دانش هر فرد، باعث پویایی فکر و اندیشه وی می‌شود.

۱-۲- فناوری نانو

فناوری نانو واژه‌ای است که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو اطلاق می‌شود. معمولاً منظور از مقیاس نانو ابعادی در حدود nm ۱ تا nm ۱۰۰ می‌باشد ($1\ nm = 10^{-9}\ m$). اولین و مهمترین عنصر پایه، نانو ذره[1] است. منظور از نانو ذره، همان‌گونه که از نام آن مشخص است، ذراتی با ابعاد نانومتری می‌باشد. نانوذرات می‌توانند از مواد مختلفی تشکیل شوند، مانند نانوذرات فلزی، اکسیدهای فلزی، سرامیکی و . . . [۱].

در سال ۱۹۶۳ ریچارد فیلیپس فاینمن[2] مقاله‌ای [۱] را درباره قابلیت‌های فناوری نانو در آینده منتشر ساخت. با وجود موقعیت‌هایی که توسط بسیاری تا آن زمان کسب شده بود، فاینمن را به عنوان پایه‌گذار این علم می‌شناسند. فاینمن که بعدها جایزه نوبل را در فیزیک دریافت کرد در آن سال در جلسه‌ای 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. سخنرانی او شامل این مطلب بود که می‌توان تمام دایره‌المعارف بریتانیا را بر روی یک سنجاق نگارش کرد. یعنی ابعاد آن به اندازه $\frac{1}{25000}$ ابعاد واقعی کوچک می‌شود. او همچنین از دوتایی کردن اتم‌ها برای کاهش ابعاد کامپیوترها سخن گفت (در آن زمان ابعاد کامپیوترها بسیار بزرگتر از ابعاد کنونی بود اما او احتمال می‌داد که ابعاد آنها را بتوان از ابعاد کامپیوترهای آن زمان نیز کوچکتر کرد). او همچنین در آن سخنرانی توسعه بیشتر فناوری نانو را پیش‌بینی نمود.

برخی از رویدادهای مهم تاریخی در شکل‌گیری فناوری و علوم نانو [۲]:

- ۱۸۵۷ مایکل فارادی محلول کلوئیدی طلا را کشف کرد
- ۱۹۰۵ تشریح رفتار محلول‌های کلوئیدی توسط آلبرت انیشتین
- ۱۹۳۲ ایجاد لایه‌های اتمی به ضخامت یک مولکول توسط لانگمیور[3]
- ۱۹۶۳ فاینمن ایده " فضای زیاد در سطوح پایین" را برای کار با مواد در مقیاس نانو مطرح کرد
- ۱۹۷٤ برای اولین بار واژه فناوری نانو توسط نوریوتانیگوچی بر زبان‌ها جاری شد
- ۱۹۸۱ شرکت آی بی ام[1] دستگاهی اختراع کرد که به کمک آن می‌توان اتم‌ها را تک تک جا به‌جا کرد.

[1] Nanoparticle
[2] Richard Philips Feynman
[3] Langmuir