بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه کاشان
دانشکده‌ی شیمی
بخش شیمی آلی

پایان‌نامه

جهت اخذ درجه‌ی کارشناسی ارشد در شیمی آلی

عنوان:

تهیه‌ی نانوذرات کیتوسان با روش ژله‌ای و کاربرد آن در واکنش هانش

استاد راهنما:

دکتر جواد صفری

به‌وسیله‌ی:

فاطمه عزیزی

شهریور ۱۳۹۲

تقدیم به:

پدرم؛ ای پدر از تو هرچه می گویم، باز هم کم می آورم، خورشیدی شدی و از روشنایی ات جان گرفتم، در نا امیدی ها نازم کشیدی و لبریزم کردی از شوق اکنون حاصل دستان خسته ات، رمز موفقیتم شده است

مادرم؛ روح انگیز مهربان، هستی ام، تو رنگ شادی هایم شدی و غم ها را با تمام وجود از من دور کردی و عمری، خستگی ها را به جان خریدی تا اکنون توانستی طعم خوش پیروزی را به من بچشانی

پدر و مادر بزرگوار همسرم؛ که در این مدت، بی منت یاریم داده اند و امروزم را مدیون شان، هستم، عزیزانی که مشوق من در این دوران بوده اند، همیشه سپاس گزار مهربانیشان خواهم بود

و تقدیم به:

همسرم، که با حضورش جهانم را زیباتر کرده است

تقدیر و تشکر

"من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق"

خدای را شاکرم که نعمت دانش آموختن را به ما ارزانی داشت

معلم عزیزم، جناب آقای گلچین

آن روز ها که در کلاس درس، قانون عمل و عکس العمل نیوتن را برایمان برمی شمردید، از شما آموختم که این قانون، فقط یک رابطه بین اشیا نیست. هنوز در خاطر دارم که نوشتید: ثواب خواندن این مطالب را، بر دست های قنوت بسته هدیه می کنم. معلم عزیزم، همیشه خوشه چین خرمن معرفت و علمتان خواهم بود.

استاد گرامی، جناب آقای دکتر صفری

چگونه سپاس گویم مهربانی و لطف شما را، که سرشار از عشق و یقین است. چگونه سپاس گویم تاثیر علم آموزی شما را که چراغ روشن هدایت را بر کلبه ی وجودم فراوان ساخته است. آری در مقابل این همه عظمت و شکوه شما، مرا نه توان سپاس است و نه کلام وصف.

اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر بانیری و سرکار خانم دکتر مرادی

از شما که با سعه ی صدر و صبوری مرا راهنمای نموده و بی دریغ مرا در ارایه ی هرچه بهتر این پایان نامه یاری داده اید و زحمت باز خوانی و داوری این مجموعه را بر عهده داشتید، بسی شکر و قدر دانی می نمایم.

فهرست مطالب

فهرست علایم و اختصارها (Abbreviaations) ..... ر

فصل اول ـ مقدمه ۱

۱- مقدمه ..... أ

۱-۱- نانو فن‌آوری ۲

۱-۱-۱- تعریف ۲

۱-۱-۲- تاریخچه ۲

۱-۱-۳- ارکان پایه ۳

۱-۱-۴- روش‌های تولید نانوذرات ۵

۱-۲- تعریف کاتالیزگر ۶

۱-۲-۱- دسته‌بندی کاتالیزگرها ۶

۱-۳- معرفی نانوکاتالیزگر ۷

۱-۳-۱- دسته‌بندی نانوکاتالیزگرها بر اساس رفتار آن‌ها ۱۰

۱-۳-۱-۱- نانوکاتالیزگر با رفتار همگن ۱۰

۱-۳-۱-۲- نانوکاتالیزگر با رفتار ناهمگن ۱۱

۱-۳-۱-۳- ویژگی‌های نانوکاتالیزگر ۱۱

۱-۳-۱-۴- شکل و اندازه‌ی قابل کنترل: ۱۱

۱-۳-۱-۵- قابلیت جداسازی از مخلوط واکنش ۱۲

۱-۳-۱-۶- گزینش‌پذیری و بازدهی بالا: ۱۲
۱-۳-۱-۷- تمایل به کلوخه‌ای شدن..... ۱۲
۱-۳-۱-۸- تنوع بالا و قابلیت اصلاح شیمیایی ۱۳
۱-۳-۱-۹- منبع تهیه..... ۱۳
۱-۴- معرفی کاتالیزگرهای زیستی..... ۱۴
۱-۴-۱- نگاهی به تاریخچه‌ی کیتین و کیتوسان ۱۴
۱-۴-۲- معرفی کیتوسان ۱۵
۱-۵- تولیدکنندگان کیتوسان ۱۷
۱-۶- ویژگی‌های کیتوسان ۱۸
۱-۶-۱- وزن مولکولی ۱۸
۱-۶-۲- گرانروی .....**Error! Bookmark not defined.**۳۷
۱-۶-۳- انعطاف‌پذیری زنجیره‌ی بسپار..... ۲۰
۱-۶-۴- انحلال‌پذیری ۲۰
۱-۶-۵- فعالیت شیمیایی ۲۰
۱-۶-۶- اصلاح‌سازی سطح کیتوسان ۲۱
۱-۶-۷- مشتق‌های پرکاربرد کیتوسان ۲۱
۱-۶-۸- نانوذرات پلی‌اتیلن‌گلایکول دارشده‌ی کیتوسان ۲۲
۱-۷- بسپار کیتوسان به عنوان جاذب یون‌های فلزی ۲۳
۱-۸- کیتوسان به عنوان تکیه‌گاه در تهیه‌ی نانوذرات فلزی..... ۲۴

۱-۹- نانوذرات کیتوسان ۲۴
۱-۹-۱- کاربردهای کیتوسان ۲۵
۱-۹-۱-۱- بررسی نقش نانوذرات کیتوسان در علوم پزشکی ۲۵
۱-۱۰-۱-۲- بررسی کاربردهای کیتوسان ۲۷
۱-۱۰- بررسی توانمندی بسپار کیتوسان به عنوان کاتالیزگر ۲۹
۱-۱۰-۱- کیتوسان کاتالیزگر واکنش استرکر ۲۹
۱-۱۰-۲- استفاده از محلول اسیدی کیتوسان به عنوان کاتالیزگر در تهیه‌ی دی‌هیدروپیریمیدینون ۳۰
۱-۱۱- معرفی واکنش چندجزیی ۳۱
۱-۱۱-۱- معرفی واکنش هانش ۳۱
۱-۱۱-۲- بررسی روش تک‌ظرف چهار جزیی در تهیه‌ی ترکیب‌های هانش ۳۲
۱-۱۱-۳- بررسی روش تک‌ظرف سه‌جزیی در تهیه‌ی ترکیب‌های متقارن ۳۲
۱-۱۲- کاربردهای ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها ۳۳
۱-۱۲-۱- کاربرد دارویی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها ۳۳
۱-۱۲-۱-۱- ترکیب دارویی فلودیپین ۳۳
۱-۱۲-۱-۲- ساختار دارویی آملودیفین ۳۴
۱-۱۲-۱-۳- ساختار دارویی دیلودین ۳۵
۱-۱۲-۲- استفاده از ترکیب‌های هانش در واکنش‌های شیمیایی ۳۵
۱-۱۲-۲-۱- استفاده از ۱،۴ـدی هیدروپیریدین‌ها در کاهش انتخاب‌گزین آزیدهای آروماتیک ۳۵
۱-۱۲-۲-۲- استفاده از این ترکیب‌ها در کاهش ایمین به آمین‌ها ۳۵

۱-۱۳- روش‌های تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها ۳۶

۱-۱۳-۱- تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها با استفاده از روش کاهش مشتق‌های پیریدین با ترکیب‌های آلی فلزی یا معرف‌های کاهش دهنده ۳۶

۱-۱۳-۲- تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها با استفاده از روش واکنش‌های حلقه‌افزایی ... ۳۷

۱-۱۳-۳- تهیه‌ی ترکیب‌های ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها با روش هانش ۳۸

۱-۱۳-۳-۱- بررسی روند تکاملی و بهینه‌ای واکنش هانش تا به امروز ۳۸

۱-۱۳-۳-۲- بررسی شرایط برخی از واکنش‌های هانش ۴۱

۱-۱۵- آنچه پیش رو است ۴۳

فصل دوم، بخش تجربی و روش کار ۴۴

۲-۱- مواد و دستگاه‌های مورد استفاده ۴۵

۲-۱-۱- تجهیزات ۴۵

۲-۱-۱-۱- طیف‌های فروسرخ (FT-IR) ۴۵

۲-۱-۱-۲- طیف‌های فرابنفش - مریی (UV- Vis) ۴۵

۲-۱-۱-۳- طیف‌های تشدید مغناطیسی هسته‌ی هیدروژن (^{1}H NMR) ۴۵

۲-۱-۱-۴- طیف‌های تشدید مغناطیسی هسته‌ی کربن (^{13}C NMR) ۴۶

۲-۱-۱-۵- تعیین دمای ذوب ۴۶

۲-۱-۱-۶- طیف رامان ۴۶

۲-۱-۱-۷- پراش پرتو ایکس (XRD) ۴۶

۲-۱-۱-۸- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۴۶

۲-۱-۱-۹- کروماتوگرافی لایه‌ی نازک (T.L.C) ۴۷

۲-۱-۱-۱۰- مواد اولیه‌ی مورد استفاده در این پژوهش ۴۷

۲-۲- روش کار آزمایشگاهی ۴۹

۲-۲-۱- تهیه‌ی ۴،۱ـدی‌هیدروپیریدین با استفاده از واکنش تراکم سه‌جزیی هانش، به وسیله‌ی اتیل‌استواستات، آلدهیدهای آروماتیک و آمونیوم استات در حضور کیتوسان به عنوان کاتالیزگر در شرایط حرارتی و تابش فراصوت ۴۹

۲-۲-۲- تهیه‌ی ۴،۱ـدی‌هیدروپیریدین‌ها با استفاده از کیتوسان در روش حرارتی و بدون حلال ۴۹

۲-۲-۳- تهیه‌ی ۴،۱ـدی‌هیدروپیریدین با استفاده از کیتوسان در حمام فراصوت ۵۰

۲-۲-۴- تهیه‌ی ۴،۱ـدی‌هیدروپیریدین با استفاده از واکنش تراکم سه‌جزیی هانش، به‌وسیله‌ی اتیل‌استواستات، آلدهیدهای آروماتیک و آمونیوم استات در حضور کیتوسان سولفونه شده به عنوان کاتالیزگر در شرایط حرارتی و تابش‌فراصوت ۵۰

۲-۲-۵- تهیه‌ی بسپار کیتوسان سولفونه شده..... ۵۱

۲-۲-۵-۱- تهیه‌ی ۴،۱ـدی‌هیدروپیریدین در شرایط حرارتی و بدون حلال با استفاده از کیتوسان سولفونه شده ۵۲

۲-۲-۵-۲- تهیه‌ی ۴،۱ـدی‌هیدروپیریدین در شرایط تابش فراصوت و بدون حلال ۵۱

۲-۲-۶- تهیه‌ی ۴،۱ـدی‌هیدروپیریدین با استفاده از واکنش تراکم سه‌جزیی هانش، به-وسیله‌ی اتیل‌استواستات، آلدهیدهای آروماتیک و آمونیوم استات در حضور نانوذرات کیتوسان به عنوان کاتالیزگر در شرایط حرارتی ۵۲

۲-۲-۶-۱- روش تهیه‌ی نانوذرات کیتوسان ۵۳

۲-۲-۶-۲- تهیه‌ی ۴،۱ـدی‌هیدروپیریدین به وسیله‌ی نانوذرات کیتوسان در شرایط حرارتی و بدون حلال ۵۴

۲-۲-۷- داده‌های طیفی مربوط به مشتق‌های گزارش شده‌ی ۴،۱ـدی‌هیدروپیریدین ۵۵

۲-۳-۷-۱- ترکیب شماره‌ی (۱) ۵۵

۲-۳-۷-۲- ترکیب شماره‌ی (۲) ۵۶

۲-۳-۷-۲-ترکیب‌شماره‌ی(۳) ۵۷

۲-۳-۷-۳- ترکیب شماره‌ی (۴) ۵۸

۲-۳-۷-۴- ترکیب شماره‌ی(۵) ۵۸

۲-۳-۷-۶- ترکیب شماره‌ی(۶) ۶۰

۲-۳-۷-۷- ترکیب شماره‌ی(۷) ۶۱

۲-۳-۷-۸- ترکیب شماره‌ی (۸) ۶۲

۲-۳-۷-۹- ترکیب شماره‌ی (۹) ۶۳

۲-۳-۷-۱۰- ترکیب شماره‌ی(۱۰) ۶۴

۲-۳-۷-۱۱- ترکیب شماره‌ی (۱۱) ۶۵

فصل سوم : بحث و نتیجه‌گیری ۶۶

۳-۱- آنچه در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد ۶۷

۳-۲- مقایسه ی دو روش خشک کردن در تهیه‌ی نانوذرات تهیه شده با روش ژله‌ای..... ۶۷

۳-۲-۱-۱- بررسی طیف FT-IR نانوذرات کیتوسان..... ۷۲

۳-۲-۱-۱- بررسی طیف پراش پرتوایکس (XRD) نانوذرات کیتوسان ۷۳

۳-۳- شناسایی و اثبات ساختار سولفونه‌شده‌ی کیتوسان ۷۴

۳-۳-۱- بررسی طیف FT-IR کیتوسان سولفونه شده ۷۴

۳-۳-۲- بررسی طیف FT-Raman کیتوسان و مشتق سولفونه شده‌ی کیتوسان ۷۴

۳-۴- تهیه‌ی مشتق‌های پلی‌هیدروکینولین با استفاده از واکنش تراکم سه جزیی در حضورکاتالیزگرهای تهیه شده ۷۷

۳-۴-۱- استفاده از کیتوسان به عنوان کاتالیزگر در تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین ۷۸

۳-۴-۲- استفاده از محلول کیتوسان در استیک‌اسید به عنوان کاتالیزگر ۷۷

۳-۴-۳- کیتوسان به عنوان کاتالیزگر ناهمگن در تهیه‌ی ترکیب‌های هانش ۷۹

۳-۴-۴- استفاده از کیتوسان سولفونه شده به عنوان کاتالیزگر ناهمگن در تهیه‌ی ترکیب‌های هانش ۸۰

۳-۴-۵- استفاده از نانوذرات کیتوسان در تهیه‌ی ترکیب‌های هانش ۸۲

۳-۵- تهیه‌ی مشتق‌های ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین با استفاده از کاتالیزگرهای یاد شده در شرایط بهینه‌ی هر یک از کاتالیزگرها ۸۳

۳-۵-۱- تهیه‌ی مشتق‌های ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها با کیتوسان به عنوان کاتالیزگر ناهمگن در شرایط بدون حلال ۸۳

۳-۵-۲- تهیه‌ی ترکیب شماره‌ی ۱۱ با روش تراکم چهار جزئی ۸۵

۳-۶-تهیه‌ی مشتق‌های ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها با کیتوسان سولفونه شده به عنوان کاتالیزگر ناهمگن در شرایط بدون حلال ۸۶

۳-۶-۱- تهیه‌ی مشتق‌های ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها با نانوذرات کیتوسان به عنوان کاتالیزگر ناهمگن در شرایط بدون حلال..... ۸۷

۳-۷- بررسی سازوکار واکنش هانش در حضور کاتالیزگر کیتوسان..... ۸۹

۳-۸- مقایسه‌ی کاتالیزگرهای استفاده شده این کار پژوهشی ۹۱

۳-۹- بررسی بازیافت کیتوسان و کاربرد دوباره‌ی این کاتالیزگر در واکنش هانش ۹۱

۳-۹-۱- بررسی ساختار ترکیب شماره‌ی ۱..... ۹۴

۳-۹-۱-۱- بررسی طیف تشدید مغناطیسی هسته‌ی هیدروژن ترکیب ۱.....۹۶

۳-۹-۱-۲- بررسی طیف فروسرخ ترکیب ۱ ..... ۹۷

۳-۹-۲- بررسی ساختار ترکیب شماره‌ی ۲..... ۹۸

۳-۹-۲-۱- بررسی طیف تشدید مغناطیسی هسته‌ی هیدروژن ترکیب ۲..... ۹۷

۳-۹-۲-۲- بررسی طیف تشدید مغناطیسی کربن ترکیب ۲.....۱۰۳

۳-۹-۲-۳- بررسی طیف زیرقرمز ترکیب ۲.....۱۰۲

۳-۹-۳- بررسی ساختار نامتقارن در واکنش چهار جزیی، ترکیب شماره‌ی ۱۱ .....۱۰۳

۳-۹-۳-۱- بررسی طیف تشدید مغناطیسی هسته‌ی هیدروژن ترکیب ۱۱.....۱۰۳

۳-۹-۳-۲- بررسی طیف تشدید مغناطیسی کربن ترکیب ۱۱ .....۱۰۷

۳-۹-۳-۳- بررسی طیف فروسرخ ترکیب شماره‌ی ۱۱.....۱۰۹

۳-۱۰- نتیجه‌گیری.....۱۱۰

۳-۱۱- رهیافت پژوهش ۱۱۰

۴- منابع ۱۱۱

۵- پیوست ۱۱۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۱- ۱: نانو کپسول ۲

شکل ۱- ۲: نانو کپسول ۴

شکل ۱- ۳: نانولوله‌ی کربنی..... ۵

شکل ۱- ۴: ویژگی‌های اصلی نانوکاتالیزگرها..... ۹

شکل ۳- ۱: تصویر SEM نانوذرات کیتوسان تهیه‌شده و خشک‌شده در خلا ۷۱

شکل ۳- ۲: تصویر SEM از نانوذرات تهیه شده در آزمایشگاه و خشک شده در خلا ۷۱

شکل ۳- ۳: تصویری از دستگاه خشک کننده‌ی منجمد..... ۷۲

شکل ۳- ۴: تصویر SEM از نانوذرات کیتوسان خشک شده با یخ خشک..... ۷۱

شکل ۳- ۵: تصویر بزرگنمایی شده‌ی نانوذرات کیتوسان خشک شده با یخ خشک..... ۷۲

شکل ۳- ۶: طیف FT-IR نانوذرات کیتوسان..... ۷۵

شکل ۳- ۷: طیف FT-IR کیتوسان ۷۵

شکل ۳- ۸: طیف FT-IR کیتوسان سولفونه شده..... ۷۶

شکل ۳- ۹: طیف رامان بسپار کیتوسان ۹۲

شکل ۳- ۱۰: طیف فروسرخ بسپار کیتوسان قبل از واکنش ۹۲

شکل ۳- ۱۱: طیف فروسرخ بسپار کیتوسان بازیافت شده ۹۶

شکل ۳- ۱۲: طیف ^{1}H NMR ترکیب ۱ در حلال $CDCl_3$ ۹۶

شکل ۳- ۱۳: طیف $^{13}CNMR$ ترکیب ۱ در حلال $CDCl_3$ ۹۷

شکل ۳- ۱۴: طیف ^{1}H NMR ترکیب ۲ در حلال $CDCl_3$ ۹۸

شکل ۳- ۱۵: طیف ^{1}H NMR ترکیب ۲ در حلال $CDCl_3$ ۱۰۰

شکل ۳- ۱۶: طیف ^{13}CNMR ترکیب ۲ در حلال $CDCl_3$ ۱۰۳

شکل ۳- ۱۷: طیف FT-IR ترکیب ۲..... ۱۰۴

شکل ۳- ۱۸: طیف ^{1}H NMR ترکیب ۱۱ در حلال $CDCl_3$ ۱۰۵

شکل ۳- ۱۹: طیف ^{1}H NMR ترکیب ۱۱ در حلال $CDCl_3$ ۱۰۶

شکل ۳- ۲۰: طیف ^{13}C NMR ترکیب ۱۱ در حلال $CDCl_3$ ۱۰۶

شکل ۳- ۲۱: طیف فروسرخ ترکیب شماره‌ی ۱۱ ..... ۱۰۹

فهرست طرح‌ها

طرح ۱- ۱: ساختار سه بسپار زیستی ۱۶

طرح ۱- ۲: روش تهیه‌ی کیتوسان از کیتین ۱۷

طرح ۱- ۳: گروه‌های فعال در بسپار کیتوسان ۲۱

طرح ۱- ۴: شکل نمادین جذب پالادیم با کیتوسان ۲۳

طرح ۱- ۵: تهیه‌ی نانوذرات کیتوسان با استفاده از TPP ۲۵

طرح ۱- ۶: طرح شماتیک در تهیه‌ی ∝ـآمینو نیتریل ۲۹

طرح ۱- ۷: روش تهیه‌ی کیتوسان اصلاح شده. ۴۸

طرح ۱- ۸: طرح شماتیک از واکنش تهیه‌ی *N*- آلکیل تیو فتالیمید **Error! Bookmark not defined.** ۴۸

طرح ۱- ۹: واکنش انجام شده در حضور محلول اسیدی کیتوسان ۳۰

طرح ۱- ۱۰: نمونه‌ای از واکنش چهارجزیی ۳۲

طرح ۱-۱۱: نمونه‌ای از واکنش سه جزیی ۳۲

طرح ۱- ۱۲: ساختار داروی فلودیپین ۳۴

طرح ۱- ۱۳: ساختار داروی املودیفین ۳۴

طرح ۱- ۱۴: ساختار دارویی دیلودین ۳۵

طرح ۱- ۱۵: ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین در نقش کاهنده برای آزین ۳۵

طرح ۱- ۱۶: تهیه‌ی آمینهای نوع دوم ۳۶

طرح ۱- ۱۷: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها از کاهش پیریدین ۳۷

طرح ۱- ۱۸: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها با اسستفاده از واکنش دیلز- آلدر ۳۷

طرح ۱- ۱۹: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌ها با استفاده از واکنش هانش ۳۸

طرح ۱- ۲۰: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین با آمونیوم کربنات در آب ۴۱

طرح ۱- ۲۱: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین با سلولزسولفوریک اسید ۴۲
طرح ۱- ۲۲: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین به وسیله‌ی لامپ فرابنفش ۴۳

طرح ۲- ۱: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین در حضور بسپار کیتوسان به عنوان کاتالیزگر در تراکم سه جزیی هانش ۴۹
طرح ۲- ۲: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین در حضور بسپار کیتوسان سولفونه شده به عنوان کاتالیزگر در تراکم سه جزیی هانش ۵۲
طرح ۲- ۳: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین در حضور نانوذرات کیتوسان به عنوان کاتـالیزگر در تراکم سه جزیی ۵۴
طرح ۲- ۴: طرح نمادین از روش تهیه‌ی نانوذرات کیتوسان با آمونیوم هپتامولیبدات چهار آبه...۵۵

طرح ۳- ۱: طیف پراش پرتو ایکس بسپار کیتوسان ۷۴
طرح ۳- ۲: طیف پراش‌پرتوایکس نانوذرات کیتوسان.....۷۴
طرح ۳- ۳: تهیه‌ی پلی‌هیدروکینولین بدون کاتالیزگر و در دمای اتاق ۷۸
طرح ۳- ۴: واکنش چهار جزیی در تهیه‌ی۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین‌های نامتقارن ۸۶
طرح ۳- ۵: سازوکار عمل‌کرد بسپار کیتوسان در تهیه‌ی ترکیب‌های هانش ۹۰
طرح ۵- ۱: طیف FT-IR ترکیب ۱.....۱۲۰
طرح ۵- ۲: طیف ^{1}H NMR از ترکیب ۱ .....۱۲۰
طرح ۵- ۳: طیف ^{13}C NMR ترکیب ۱.....۱۲۱
طرح ۵- ۴: طیف FT-IR از ترکیب ۲ .....۱۲۱
طرح ۵- ۵: طیف ^{1}H NMR از ترکیب ۲ .....۱۲۲

طرح ۵- ۶: طیف ^{13}C NMR از ترکیب ۲ ..... ۱۲۲
طرح ۵- ۷: طیف FT-IR ترکیب ۴ ..... ۱۲۳
طرح ۵- ۸: طیف H NMR از ترکیب ۴ ..... ۱۲۳
طرح ۵- ۹: طیف FT-IR ترکیب ۵ ..... ۱۲۴
طرح ۵- ۱۰: طیف ^{1}H NMR از ترکیب ۵ ..... ۱۲۴
طرح ۵- ۱۱: طیفFT-IR ترکیب ۶ ..... ۱۲۵
طرح ۵- ۱۲:طیف ^{1}H NMR ترکیب ۶ ..... ۱۲۵
طرح ۵- ۱۳: طیف FT- IR ترکیب ۷ ..... ۱۲۶
طرح ۵-۱۴: طیف ^{1}H NMR ترکیب ۷ ..... ۱۲۷
طرح ۵-۱۵: طیف FT-IR ترکیب ۸ ..... ۱۲۷
طرح ۵- ۱۶: طیف ^{1}H NMR از ترکیب ۸ ..... ۱۲۷
طرح ۵- ۱۷: طیف FT- IR ترکیب ۹ ..... ۱۲۸
طرح ۵- ۱۸: طیف ^{1}H NMR از ترکیب ۹ ..... ۱۲۸
طرح ۵- ۱۹ : طیفFT-IR ترکیب ۱۰ ..... ۱۲۹
طرح ۵- ۲۰: طیف ^{1}H NMR از ترکیب ۱۰ ..... ۱۲۹
طرح ۵- ۲۱: طیف FT- IR ترکیب۱۱ ..... ۱۳۰
طرح ۵- ۲۲: طیف ^{1}H NMR از ترکیب ۱۱ ..... ۱۳۰
طرح ۵- ۲۳: طیف ^{13}C NMR از ترکیب ۱۱ ..... ۱۳۰

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱: طبقه‌بندی نانوکاتالیزگرها ۷

جدول۱-۲: چکیده‌ای از ویژگی‌های نانوکاتالیزگرها.....۱۲

جدول۱-۳: کشورهای تولید کیتوسان و محصول‌های آن ۱۵

جدول ۱-۴: خلاصه‌ی کاربرد بسپار کیتوسان در صنایع ۲۷

جدول ۱- ۵: تعدادی از کارهای پژوهشی در زمینه‌ی بهینه‌سازی واکنش هانش ۳۹

جدول۲- ۱: مواد اولیه‌ی مورد استفاده در این پژوهش ۴۹

جدول ۳- ۱: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین در حضور کاتالیز ژله‌ای کیتوسان.....۷۹

جدول ۳- ۲: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین در حضور کاتالیز کیتوسان ۸۱

جدول ۳- ۳: تهیه‌ی ۱،۴ـدی‌هیدروپیریدین در حضور کاتالیزکیتوسان سولفونه شده.....۷۹

جدول ۳- ۴: بهینه کردن مقدار کاتالیزگر نانوذرات کیتوسان در دمای محیط ۸۲

جدول ۳- ۵: بهینه کردن مقدار کاتالیزگر نانوذرات کیتوسان در دمای ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد ۸۲

جدول ۳- ۶: تهیه‌ی مشتق‌های ۷،۷ـدی‌متیل‌ـ۴،۲ـدی‌فنیل‌ـ۴،۶،۷،۸ـتتراهیدروکینولین‌ـ۵ـاون
در حضور کاتالیزگر کیتوسان در دمای $80\ ^{\circ}C$ و در شرایط بدون حلال ۸۴

جدول ۳-۷: تهیه‌ی مشتق‌های ۷،۷ـدی‌متیل‌ـ۴،۲ـدی‌فنیل۴،۶،۷،۸ـتتراهیدروکینولین‌ـ۵ ـاون
در حضور کاتالیزگر کیتوسان سولفونه شده در دمای $80\ ^{\circ}C$ و در شرایط بدون حلال ۸۶

جدول ۳-۸: تهیه‌ی مشتق‌های ۷،۷ـدی‌متیل‌ـ۴،۲ـدی‌فنیل۴،۶،۷،۸ـتتراهیدروکینولین‌ـ۵ ـاون
در حضور کاتالیزگر نانوذرات کیتوسان در دمای $80\ ^{\circ}C$ و در شرایط بدون حلال ۸۸

جدول ۳-۹: بازیابی کاتالیزگر نانوذرات کیتوسان در تهیه‌ی ترکیب ۱ .....۹۲

جدول ۳-۱۰: مشخصه‌ی طیف فروسرخ کیتوسان ۹۴

فهرست علایم و اختصارها (Abbreviaations)

AcOH	Acetic acid
amu	Atomic mass unit
ºC	Degree centigrade
Cat.	Catalyst
Cm^{-1}	Per centimeter
d	Doublet
dd	Doublet of doublet
DHP	Dihydropyridin
DMSO	Dimethyl Sulfoxide
FT-IR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
g	Gram
Hz	Hertz
IR	Infrared
J	Coupling constant
Lit.	Literature
m	Multiplet
M. F.	Molecular Formula
MHz	Mega Hertz
Min.	Minute
M.P.	Melting Point
M.S.	Mass Spectroscopy
MW	Microwave
M.W.	Molecular Weight
NMR	Nuclear Magnetic Resonance
*p*H	Potential of Hydrogen
ppm	Parts per million
r.t.	Room temperature
s	Singlet
S	Specific surface