

کد رهگیری ثبت پروپوزال: ۱۰۴۰۳۱۷

کد رهگیری ثبت پایان نامه: ۲۱۰۷۸۴۴

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا و استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

....., Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

مقالات خارجی

..... گروه دانشکده، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

مقالات داخلی



دانشکده شیمی
گروه آموزشی شیمی آلی

پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی
(گرایش شیمی آلی)

عنوان:

ساخت نمک‌های استیک اسید عامل‌دار شده با ایمیدازولیوم و کاربرد آن‌ها در
سنتز ترکیبات آلی

استاد راهنما:

دکتر محمد علی زلفی گل

استاد مشاور:

دکتر غلامعباس چهاردولی

نگارش:

امید خالدیان

۲۸ بهمن ماه ۱۳۹۱



پایان نامه ارائه شده جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی گرایش آلی

عنوان:

ساخت نمک‌های استیک اسید عامل‌دار شده با ایمیدازولیوم و کاربرد آن‌ها در سنتز ترکیبات آلی

استاد راهنما:

پروفسور محمد علی زلفی گل

استاد مشاور:

دکتر غلامعباس چهاردولی

نگارش:

امید خالیدیان

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان‌نامه:

۱. استاد راهنما: پروفسور محمد علی زلفی گل (رئیس کمیته) استاد شیمی آلی
۲. استاد مشاور: دکتر غلامعباس چهاردولی استادیار شیمی آلی
۳. استاد مدعو: پروفسور اردشیر خزائی استاد شیمی آلی
۴. استاد مدعو: پروفسور رامین قربانی واقعی استاد شیمی آلی

صورت جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش آلی

با عنوان:

ساخت نمک‌های استیک اسید عامل دار شده با ایمیدازولیوم و کاربرد آن‌ها در سنتز ترکیبات آلی

جلسه دفاع از پایان نامه آقای امید خالدیان به ارزش ۶ واحد در روز شنبه مورخ ۱۳۹۱/۱۱/۲۸ ساعت در محل آمفی تئاتر ۲ دانشکده شیمی در حضور هیأت داوران برگزار گردید که پس از بررسی‌های لازم، پایان نامه نامبرده با نمره به عدد به حروف و با درجه مورد ارزیابی قرار گرفت.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت	مرتبه علمی	امضاء
۱	محمد علی زلفی گل	استاد راهنما	استاد	
۲	غلامعباس چهاردولی	استاد مشاور	استادیار	
۳	رامین قربانی واقعی	داور داخلی/خارجی	استاد	
۴	اردشیر خزائی	داور داخلی/خارجی	استاد	
۵	طیبه مدرکیان	★ مسئول تحصیلات تکمیلی دانشکده	استاد	

★ بدون حق رای

ای که بانامت جهان آغاز شد

دقرا ما هم به نامت باز شد

دقری که نام تو زینت گرفت

کار آن از چرخ بالاتر گرفت

تقدیم به دو عزیزتر از جانم:

کرامتدترین آموزگار ان زندکیم، پدر و مادر عزیزم که وجودشان همه عشق است و

وجودم برایشان همه رنج، توانشان رفت تا به توانایی رسم و موهایشان سپیدی گرفت تا روی

سپید بانم؛ در برابر وجود کرامتشان زانوی ادب بر زمین می نم و بادی مالالال از عشق و

محبت بردستانشان بوسه می زنم.

و تقدیم به خواهران و برادرانم و سایر اعضای خانواده ام.

تشکر و سپاس فراوان از:

برادر بزرگترم و هم‌می عزیزانی که همواره در این راه مشوق من بوده

اند.

و تقدیم به نازیلائی عزیزم ...

قدردانی

ستایش بی آلالیش و سپاس فراوان، نخست یزدان پاک و بی همتا را سزاست که تابش

هستی از اوست. پروردگاری که در سایه رحمت

بی پایانش توانستم گامی دیگر بردارم و بیاموزم که هنوز هیچ نیاموخته‌ام، باشد که به خود

آیم، شاکر باشم و طریقی گزینم.

از استاد راهنمای بزرگوارم، جناب آقای پروفور محمد علی زلفی گل که همواره در تمام

مراحل پژوهش و تحصیل خود از راهنمایها و محبتهای ارزنده ایشان برخوردار بوده ام کمال

تشکر و سپاس را دارم.

از استاد مشاور عزیزم جناب آقای دکتر غلامعباس چهاردولی به پاس تمامی

رهنمودهایشان صمیمانه سپاسگزارم.

از اساتید گرانقدر آقایان پروفسور خزایی و پروفسور قربانی واقعی که زحمت دایره‌ی این

پایان نامه را بر عهده داشته و نظرات ارزنده خویش را در اختیارم قرار دادند به نهایت

سپاسگزارم.

تشکر و قدردانی ویژه دارم از جناب آقای دکتر احمد رضا موسوی زارع که در تمامی

مراحل انجام پروژه و تدوین پایان نامه راهنما و راهنمایی من بودند.

با سپاس از تمامی دوستانم که دوره ای شیرین و خاطره انگیز را با آمان سپری کردم و

عزیزانی که در دوران حضور در این دانشگاه افتخار آشنایی با آنها را داشتم. موفقیت این

عزیزان آرزوی من است.

دوستانم در آزمایشگاه:

آقایان:

حاکمی زاده، عظیمی، سجادی فر، جواهرنشان، شیرمردی، باقری، نوروزی زاده، زارعی و

افسر.

خانم ها:

رسنگار، ایازی، عظیمی، پرویسیان، درحشان‌پناه، دیناداری، توسلی، موسوی، فرمند و

دارایی.

دوستانم در خوابگاه غدیر:

آقایان: مؤمنی، افخاری، اسکندری، احسانی، میرکی، شمس، دیداری و سیاوش.

قدردانی ویژه دارم از دوستان نزدیکم که طی این مدت با آنها روزگار خوشی را سپری کردم:

صادق، میثم، نوذر، مهرداد، سامان، یداسد، علی ...

و از تمامی همکاران و دوستان عزیز در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی شیمی فیزیک، شیمی
کاربردی، شیمی آلی، شیمی تجزیه و شیمی معدنی تشکر می‌کنم.

از خانم قره باغی (در تحصیلات تکمیلی)، آقای مضافات (در انبار تخصصی مواد)،

آقای علیراده (در آموزش دانشکده)، آقای زبرجدیان (اپراتور NMR)، خانم محمود

آبادی (آزمایشگاه IR) و آقای چهاردولی (دانشکده شیمی) سپاسگزارم.



دانشگاه بوعلی سینا
مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان: ساخت نمک‌های استیک اسید عامل‌دار شده با ایمیدازولیوم و کاربرد آن‌ها در سنتز ترکیبات آلی		
نام نویسنده: امید خالديان		
نام استاد راهنما: دکتر محمد علی زلفی‌گل		
نام استاد مشاور: دکتر غلامعباس چهاردولی		
دانشکده: شیمی		گروه آموزشی: شیمی آلی
رشته تحصیلی: شیمی	گرایش تحصیلی: شیمی آلی	مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد
تاریخ تصویب پروپوزال: ۱۳۹۰/۱۲/۷	تاریخ دفاع: ۱۳۹۱/۱۱/۲۸	تعداد صفحات: ۱۷۱

چکیده:

در این پایان‌نامه ساخت نمک‌های استیک اسید عامل‌دار شده با ایمیدازولیوم و کاربرد این نمک‌ها در سنتز ترکیبات ۱۴-H-آریل-دی بنزوزانتن‌ها، ۳-آمینوبنزوکرومن‌ها، بنزو[*b*]پیران‌ها و α -آریلوکسی الکل‌ها، به صورت کارآمد، در شرایط بدون حلال و گرمایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. ۳-متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم بر مایند از واکنش متیل ایمیدازول و برمواتیل استات و سپس هیدرولیز استر تولید شده، به دست آمد و در سنتز ترکیبات مورد اشاره به عنوان کاتالیزگر اسیدی برونشده مورد استفاده قرار گرفت. همچنین ۳-متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم تترافلوئوروبورات نیز از طریق جایگزینی آنیون تهیه شده و در سنتز ترکیبات دی بنزوزانتن و بنزوپیران به عنوان کاتالیزگر اسیدی برونشده به کار گرفته شد. نتایج حاصل از مقایسه این دو کاتالیزگر نشان داد که ۳-متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم بر مایند در این دو واکنش چند جزئی قدرت کاتالیزگری بیشتری دارد. همچنین کاتالیزگر ۳،۱-بیس(کربوکسی‌متیل) ایمیدازولیوم بر مایند تهیه و مورد شناسایی قرار گرفت. از مزایای نمک‌های کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم بر مایند به عنوان کاتالیزگر می‌توان به قدرت اسیدی بالا، فراریت ناچیز و پایداری حرارتی زیاد اشاره کرد. پیشتر نمک‌های سولفونیک اسید عامل‌دار شده با ایمیدازولیوم به عنوان کاتالیزگر اسیدی برونشده، تهیه و مورد استفاده قرار گرفته است. این مایعات یونی در حلال آب هیدرولیز شده و امکان استفاده از آن‌ها در محیط مایه وجود ندارد. در این راستا نمک‌های استیک اسید عامل‌دار شده با ایمیدازولیوم که در محیط آبی پایدار هستند تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند. بر این اساس پس از پایان واکنش می‌توان کاتالیزگر را توسط حلال ارزان و سبز آب از محیط واکنش خارج کرده و مورد استفاده مجدد قرار داد. از کاتالیزگر ۳-متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم بر مایند به عنوان کاتالیزگر اسیدی در سنتز α -آریلوکسی-الکل‌ها استفاده شد. سنتز این ترکیبات به صورت جهت‌گزين انجام شد و تک محصول، از حمله هسته‌دوستی ترکیبات فنول از طریق اکسیژن فنوکسید به کربوکاتیون پایدار حاصل از باز شدن اپوکسید در محیط اسیدی به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: نمک‌های استیک اسید عامل‌دار شده با ایمیدازولیوم، ۳-متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم بر مایند، ۳-متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم، واکنش‌های چند جزئی، ۱۴-H-آریل-دی بنزوزانتن، ۳-آمینوبنزوکرومن، بنزوپیران، سنتز جهت‌گزين α -آریلوکسی الکل‌ها، شرایط بدون حلال.

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
فصل اول: مقدمه و مروری بر کارهای گذشته		۱
۱-۱ شیمی سبز چیست؟		۳
۲-۱ اصول شیمی سبز:		۳
۳-۱ نقش حلال در سنتز مواد آلی		۴
۴-۱ انجام واکنش‌ها در شرایط "بدون حلال"		۵
۵-۱ واکنش‌های چندجزئی		۶
۶-۱ استفاده از مایعات یونی		۶
۱-۶-۱ کاربرد مایعات یونی به عنوان کاتالیزگر اسیدی		۷
۷-۱ نمک‌های کربوکسیلیک عامل دار شده با ایمیدازولیوم		۸
۱-۷-۱ روش‌های تهیه نمک‌های کربوکسیلیک عامل دار شده با ایمیدازولیوم		۹
۸-۱ سنتز ترکیبات ۱۴-H-۱۴-آریل-دی‌بنزو[a,j]زانتن		۱۱
۱-۸-۱ بررسی روش‌های مختلف سنتز ترکیبات ۱۴-H-۱۴-آریل-دی‌بنزو[a,j]زانتن		۱۲
۹-۱ سنتز ترکیبات ۳-آمینو بنزو کرومن		۱۳
۱-۹-۱ بررسی روش‌های مختلف سنتز ۳-آمینو بنزو کرومن‌ها		۱۴
۱۰-۱ سنتز ترکیبات تترا هیدرو بنزو [b]پیران		۱۵
۱-۱۰-۱ بررسی روش‌های مختلف سنتز ترکیبات تترا هیدرو بنزو [b]پیران		۱۵
۱۱-۱ حلقه‌گشایی ترکیبات اپوکسید توسط هسته‌دوست‌ها		۱۷
۱-۱۱-۱ بررسی روش‌های مختلف حلقه‌گشایی اپوکسیدها توسط هسته‌دوست‌ها		۱۸
فصل دوم: کارهای تجربی		۴
۱-۲ اطلاعات عمومی دستگاه‌ها		۲۳

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
۲-۲ کروماتوگرافی لایه نازک (TLC).....		۲۳
۳-۲ حلال ها، معرف ها و واکنش دهنده ها.....		۲۳
۴-۲ سنتز کاتالیز گر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم بر مایند.....		۲۴
۵-۲ سنتز کاتالیز گر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم تترافلوربوروات.....		۲۵
۶-۲ سنتز کاتالیز گر ۱،۳-بیس (کربوکسی متیل) ایمیدازولیوم بر مایند.....		۲۵
۷-۲ سنتز ترکیبات ۱۴-H-۱۴-آریل-دی بنزو [a,j] زانتن در شرایط بدون حلال.....		۲۶
۱-۷-۲ سنتز ۱۴-H-۱۴-فنیل-دی بنزو [a,j] زانتن در شرایط بدون حلال و با استفاده از کاتالیز گر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم بر مایند.....		۲۶
۸-۲ سنتز ترکیبات ۳-آمینو بنزو کرومن در شرایط بدون حلال و با استفاده از کاتالیز گر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم بر مایند.....		۲۷
۱-۸-۲ سنتز ۳-آمینو-۱-(۴-فلوئوروفنیل)-H-۱-بنزو [f] کرومن-۲-کربونیتربیل در شرایط بدون حلال با استفاده از کاتالیز گر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم بر مایند.....		۲۷
۹-۲ سنتز ترکیبات تتراهیدرو بنزو [b] پیران در شرایط بدون حلال و با استفاده از کاتالیز گر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم بر مایند.....		۲۸
۱-۹-۲ سنتز ۲-آمینو-۳-سیانو-۵،۶،۷،۸-تتراهیدرو-۷،۷-دی متیل-۴-فنیل-۵-اکسو-۴-H-بنزو پیران در شرایط بدون حلال با استفاده از کاتالیز گر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم بر مایند.....		۲۹
۱۰-۲ سنتز ترکیبات α -آریلوکسی الکل در شرایط بدون حلال با استفاده از کاتالیز گر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم بر مایند.....		۳۰
۱۱-۲ باز یابی کاتالیز گر پس از پایان واکنش ها.....		۳۰
۱۰-۱-۲ سنتز ۲-(نفتالن-۲-یلوکسی)-۳-فنوکسی پروپان-۱-ال.....		۳۱
فصل سوم: بحث و نتیجه گیری.....		۲۴

۱-۳ بررسی طیفی نمک‌های ۳-(۲-اتوکسی-۲-اکستوکسی)-۱-متیل-۱-H-ایمیدازول-۳-یوم برماید و ۳-	
متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم برماید.....	۳۶
۲-۳ بررسی طیفی نمک ۳-متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم تترافلورو بورات.....	۳۸
۳-۳ بررسی طیفی نمک ۱،۳-بیس(کربوکسی‌متیل)ایمیدازولیوم برماید.....	۳۹
۴-۳ سنتز ترکیبات ۱۴-H-۱۴-آریل-دی‌بنزو[a,z]زانتن‌ها.....	۴۰
۱-۴-۳ مکانیسم و کنش.....	۴۰
۲-۴-۳ بهینه‌سازی شرایط واکنش.....	۴۱
۳-۴-۳ داده‌های مربوط به دی‌بنزوزانتن‌های سنتز شده.....	۴۲
۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیبات ۱۴-H-۱۴-آریل-دی‌بنزو[a,z]زانتن‌ها.....	۴۵
۱-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۴-نیتروفنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۴۶
۲-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۳-نیتروفنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۴۷
۳-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۴-کلروفنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۴۸
۴-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۲-کلروفنیل)-دیبینزو[a,z]زانتن.....	۴۹
۵-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۳-برموفنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۵۰
۶-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۴-متیل‌فنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۵۱
۷-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۴-کلرو-۳-نیتروفنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۵۲
۸-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۴-فلوئوروفنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۵۳
۹-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۴-هیدروکسی-۳-متوکسی‌فنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۵۴
۱۰-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۴-بنزوفنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۵۵
۱۱-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۴-برموفنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۵۶
۱۲-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(۲،۳-دی‌کلروفنیل)-دی‌بنزو[a,z]زانتن.....	۵۷

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
۱۳-۴-۴-۳ بررسی طیفی ترکیب ۱۴-H-۱۴-(فنتیل)-دی‌بنزو[<i>a,z</i>]زانتن		۵۸
۵-۴-۳ بازیابی کاتالیزگر ۳-متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم برماید		۵۹
۶-۴-۳ مقایسه کارایی اسیدی دو کاتالیزگر ۳-متیل-۱-کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم برماید و ۳-متیل-۱-		
کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم تترا فلوئورو بورات در سنتز ترکیبات دی‌بنزوزانتن		۶۰
۵-۳ سنتز ترکیبات ۳-آمینو-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل با استفاده از کاتالیزگر ۳-متیل-۱-		
کربوکسی‌متیل ایمیدازولیوم برماید		۶۱
۱-۵-۳ مکانیسم واکنش		۶۱
۲-۵-۳ بهینه‌سازی شرایط واکنش		۶۲
۳-۵-۳ داده‌های مربوط به ترکیبات بنزو کرومن سنتز شده		۶۴
۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیبات ۳-آمینو بنزو کرومن		۶۶
۱-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-فنیل-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۶۷
۲-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-(۲-کلروفنیل)-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۶۸
۳-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-(۴-کلروفنیل)-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۶۹
۴-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-(۴-فلوئوروفنیل)-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۷۰
۵-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-(۳-نیتروفنیل)-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۷۱
۶-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-(۴-نیتروفنیل)-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۷۲
۷-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-(۴-متیل‌فنیل)-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۷۳
۸-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-(۲-متوکسی‌فنیل)-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۷۴
۹-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-(۴-متوکسی‌فنیل)-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۷۵
۱۰-۴-۵-۳ بررسی طیفی ترکیب ۳-آمینو-۱-(۲,۵-دی‌متوکسی‌فنیل)-۱-H- بنزو[<i>f</i>]کرومن-۲-کربونیتریل		۷۶
۶-۳ سنتز ترکیبات تترا هیدرو بنزو[<i>b</i>]پیران در شرایط بدون حلال و با استفاده از کاتالیزگر ۳-متیل-۱-		

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
کربوکسی متیل ایمیدازولیوم برماید	۷۷
۱-۶-۳ مکانیسم واکنش	۷۷
۲-۶-۳ داده‌های مربوط به بنزوپیران‌های سنتز شده	۷۹
۳-۶-۳ بررسی طیفی ترکیبات تترا هیدرو بنزو [b] پیران	۸۱
۱-۳-۶-۳ بررسی طیفی ترکیب ۲-آمینو-۳-سیانو-۵,۶,۷,۸-تترا هیدرو-۷,۷-دی متیل-۵-اکسو-۴-فنیل-۴-	۸۱
H-بنزوپیران	۸۱
۲-۳-۶-۳ بررسی طیفی ترکیب ۲-آمینو-۳-سیانو-۵,۶,۷,۸-تترا هیدرو-۷,۷-دی متیل-۴- (۴-کلرو-۳-	۸۲
نیتروفنیل)-۵-اکسو-۴-H-بنزوپیران	۸۲
۳-۳-۶-۳ بررسی طیفی ترکیب ۲-آمینو-۳-سیانو-۵,۶,۷,۸-تترا هیدرو-۷,۷-دی متیل-۴- (۳-برموفنیل)-۵-	۸۴
اکسو-۴-H-بنزوپیران	۸۴
۴-۳-۶-۳ بررسی طیفی ترکیب ۲-آمینو-۷,۷-دی متیل-۴-(نفتالن-۲-ایل)-۵-اکسو-۵,۶,۷,۸-تترا هیدرو-۴-	۸۵
H-کرومن-۳-کربونیتریل	۸۵
۵-۳-۶-۳ بررسی طیفی ترکیب ۲-آمینو-۳-سیانو-۵,۶,۷,۸-تترا هیدرو-۷,۷-دی متیل-۴- (۴-هیدروکسی-۳-	۸۶
-متوکسی فنیل)-۵-اکسو-۴-H-بنزوپیران	۸۶
۶-۳-۶-۳ بررسی طیفی ترکیب ۲-آمینو-۳-سیانو-۵,۶,۷,۸-تترا هیدرو-۷,۷-دی متیل-۴- (۴-بنزوفنیل)-۵-	۸۸
اکسو-۴-H-بنزوپیران	۸۸
۷-۳-۶-۳ بررسی طیفی ترکیب ۲-آمینو-۳-سیانو-۵,۶,۷,۸-تترا هیدرو-۷,۷-دی متیل-۴- (۲-نیتروفنیل)-۵-	۸۹
اکسو-۴-H-بنزوپیران	۸۹
۴-۶-۳ بازیابی کاتالیزگر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم برماید	۹۱
۵-۶-۳ مقایسه کارایی دو کاتالیزگر ۳-متیل-۱-کربوکسی متیل ایمیدازولیوم برماید و ۳-متیل-۱-کربوکسی	۹۱
متیل ایمیدازولیوم تترا فلئورو بورات در سنتز ترکیبات بنزوپیران	۹۲