



دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در شیمی آلی

عنوان:

سنتز دی‌هیدرو - ۲ - اکسو پیرولهای پر  
استخلاف و سیستم‌های هتروسیکلی پیران با  
استفاده از کاتالیست‌های طبیعی

اساتید راهنما:

دکتر ملک طاهر مقصود لو

دکتر نوراله حاضری

استاد مشاور:

دکتر سید مصطفی حبیبی خراسانی

تحقیق و نگارش:

سجاد محمدیان سوری

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

تیر ۱۳۹۲

### بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان سنتز دی هیدرو - ۲ - اکسو پیروول های پر استخلاف و سیستم های هتروکسیلی پیران با استفاده از کاتالیست های طبیعی قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد شیمی آلی توسط دانشجو تحت راهنمایی استاد پایان نامه دکتر ملک طاهر مقصود لو و دکتر نوراله حاضری تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

سجاد محمدیان سوری

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۱۳۹۲/۴/۵ توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

تاریخ	امضاء	نام و نام خانوادگی	
		دکتر ملک طاهر مقصود لو	استاد راهنما:
		دکتر نوراله حاضری	استاد راهنما:
		دکتر سید مصطفی حبیبی خراسانی	استاد مشاور:
		دکتر رضا حیدری	داور ۱:
		دکتر ابراهیم ملاشاهی	داور ۲:
		دکتر محمدحسن انصاری فرد	نماینده تحصیلات تکمیلی:

تقدیم به:

پدر بزرگوارم:

خوشید، همیشه فروزان خاند وجودم، به او که آرامش سخطه های پریشانی و مسائل نجاتی در برابر دیای خروشان  
زندگیم است و مستی ام نمودی از محبت و ایثار بی پایان اوست.

مادر فداکارم:

ستاره شب بیدار آسمان قلم، او که تجسم عطف و مهر است و ظلال قاتش مایه آسایش و آرامشم، فرشته  
مهربانی که بهشت خدا به حق زیر پای اوست.

خواهران و برادرانم:

که همواره در طول تحصیل متحمل زحمت بودند و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات، و وجودشان مایه دلگرمی من  
می باشد.

## سپاسگزاری

مراتب سپاس و قدردانی خود را محضراستید بزرگوار و فریخته جناب آقایان دکتر ملک طاهر مقصود لولو و دکتر نورالله حاضری تقدیم می‌کنم.  
از دکتر رضا حیدری و دکتر ابراهیم ملاشاهی داوران محترم پایان نامه و دکتر محمد حسن انصاری فروناهنده محترم تحصیلات تکلیمی نهایت قدردانی و سپاس را دارم.

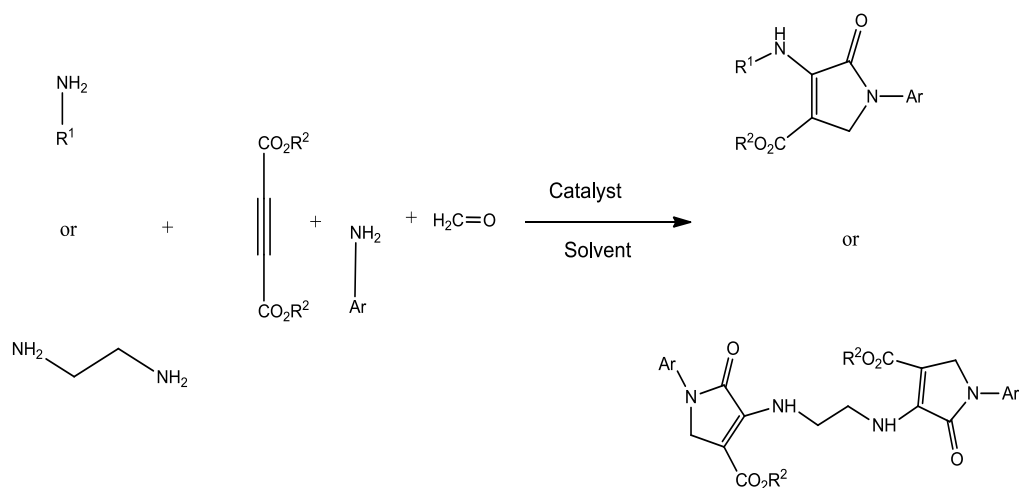
آرزوی سعادت و کمال قدردانی از والدین و خواهران و برادران عزیزم که رنج دوری مرا تحمل کردند، داشته و خداوند را شاکرم بواسطه وجود و دستاخم  
آقایان: دکتر سید سجاد سجادی، دکتر مجتبی لنگری، محمود نوروزی، سجاد صلاحی، میر رسول موسوی، محمد سعید کاظمی دوست، عباد طولانی، محمد نیک  
نژاد، محمد میرضایی، مجید نجف زاده، مجید محمدی، صلاح حاجی نژاد، ششم معصومی، امید عزیزیان، شهاب آریانپور، مسعود سلیمانی، ابراهیم شورگشتی،  
مرتضی زینلی، حمید عزیزلی، جاسم ابونجی، مهدی حیدری مکر، جلال جباری، توحید جهان دیده، علی بازگسری، سید جواد حسینی افشار، روح الله  
رحیمی، بهزاد نقشبندی، اسد الله شاهرخی میلایی، ناصر کرمانی، مهدی قربانی، رضارکن آبادی، باقر سوری،  
خانم با:، راضیه دوست محمدی، میتا ایراندوست، مریم معین، مسامیر قریشی، نعیمه خورشیدی، نسرین محمود آبادی، منصوره ملاحمدی، فاطمه

میر، فاطمه نوری، زهرا سردی، حنا صنعتی، طیه پورغریب، نفیسه حق پذیر، مرضیه کمالی، رویا مولایی، مرضیه مهرزاد، الهه صابری، رشیدی، خانم  
آلدروم

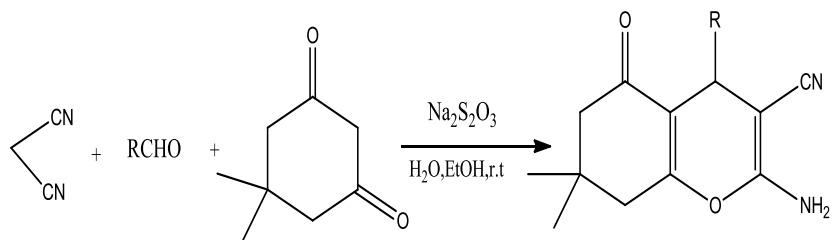
و دیگر عزیزانی که نامشان از قلم افتاده اما یادشان هیچ‌گاه از خاطر نخواهد رفت به پاس راهنمایی و یاری‌شان که باعث شد بهترین و شیرین‌ترین لحظات  
زندگی ام در این دو سال رقم بخورد شکر می‌کنم.

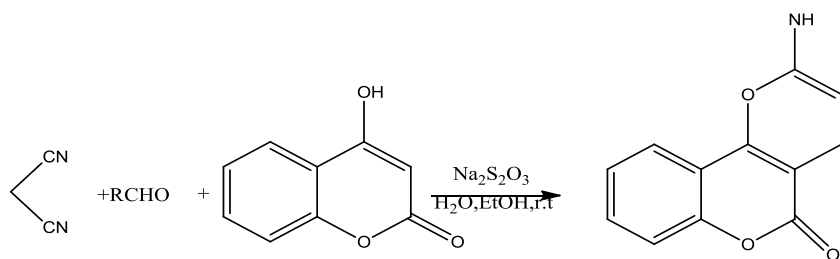
## چکیده:

روش‌های موثر برای سنتز دی‌هیدرو-۲-اکسو پیرول‌ها و بیس-دی‌هیدرو-۲-اکسو پیرول‌ها از واکنش تک‌ظرف دومینوی آمین، دی‌آلکیل استیلن دی‌کربوکسیلات‌ها و فرمالدئید ارائه گردیده است. در این تحقیق کاتالیست‌های همچون  $ZrCl_4$ ، Lemon juice، Sucrose،  $CCl_3CO_2H$  مورد استفاده قرار گرفته‌اند.



یک روش سنتزی برای تهیه بنزو[b]پیران و مشتقات آن با استفاده از واکنش چهار جزئی مالو نیتریل، آلدئیدهای آروماتیک، ۴-هیدروکسی کومارین، دایمدون با استفاده از کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  در حلال آب اتانول شرح داده شده است.





کلمات کلیدی: آنیلین، دی‌آلکیل استیلن، فرمالدئید، دایمدون، ۴-هیدروکسی کومارین.

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- فصل اول .....	۱
مقدمه .....	۱
۱-۱- واکنش های چند جزئی .....	۲
۱-۱-۱- مزایای واکنش های چند جزئی: .....	۲
۱-۱-۲- توسعه واکنش های چند جزئی: .....	۳
۱-۲-۱- واکنش پاسرین (P- 3RC) .....	۳
۱-۲-۲- واکنش اوگی .....	۵
۱-۲-۳- واکنش ولن لوسن .....	۷
۱-۲-۴- مکانیسم واکنش دوبنر .....	۱۰
۱-۲-۵- مکانیسم واکنش بوچرر-برگ .....	۱۲
۱-۲-۶- واکنش جوالد .....	۱۱
۱-۳- سنتز چند جزئی پی پیریدین ها و دی هیدرو- ۲- اکسی پیرول ها در حضور $Al(H_2PO_4)_2$ به عنوان کاتالیست .....	۱۲
۱-۴- سنتز چند جزئی $\alpha$ -آمینو فسفات ها در حضور سوکسینیک اسید به عنوان کاتالیست .....	۱۳
۱-۵- سنتز چند جزئی مشتقات تترونیک اسید بدون حضور کاتالیست .....	۱۴
۱-۶- سنتز چند جزئی مشتقات پیرانو [۲و۳-]d پیریمیدین دی اون در حضور سیلیس نانو متخلخل سولفونیک اسید به عنوان کاتالیست .....	۱۴
۱-۷- سنتز چند جزئی پیرانو [۳و۲-]c کومارین در حضور پی پیریدین به عنوان کاتالیست تحت شرایط اولتراسونیک .....	۱۵
۲-۱- واکنش پنج جزئی .....	۱۶

- ۱۶-۳- واکنش شش جزئی ..... ۱۶
- ۱۷-۴- واکنش هفت جزئی ..... ۱۷
- ۱۷-۵- واکنش شبه هفت جزئی ..... ۱۷
- ۱۸-۶- اکسو پیروول ها ..... ۱۸
- ۱۸-۱-۶- باز دارنده برهمکنش میان پروتئین های آنکسین A2 و S100A10 ..... ۱۸
- ۱۹-۲-۶- مهار کننده آنزیم های cAMP فسفو دی استراز (cAMP phosphodiesterase) ..... ۱۹
- ۱۹-۳-۶- مهار کننده آنزیم HIV انتگرز (HIV integrase) ..... ۱۹
- ۱۹-۴-۶- مهار کننده آنزیم لوسیل-tRNA سینتاز تک یاخته تریپانوسوما بروسی (trypanosomabrucei) ..... ۱۹
- ۲۰ ..... ۲۰
- ۲۰-۵-۶- باز دارنده آنزیم پروتو پورفیرینوژن اکسیداز (protoporphyrinogen oxidase) ..... ۲۰
- ۲۱-۶-۶- جاترفام (Jatropha) با خاصیت ضد سرطان و ضد تومور ..... ۲۱
- ۲۲-۷-۶- ترکیب (Z) پولچلا لاکتام (pulchella lactam) ..... ۲۲
- ۲۲-۸-۶- گاما لاکتام PI-091 با خاصیت باز دارندگی تجمع پلاکت های خونی ..... ۲۲
- ۲۲-۹-۶- سنتز ۲- اکسو پیروول ها از واکنش  $\alpha$ - آمینو  $\beta$ - استرها و تری فنیل فسفور آنیلیدین کتن ..... ۲۲
- ۲۴ .....  $O=C=C=Ph_3P$  ..... ۲۴
- ۲۴-۱۰-۶- تهیه مشتقات دو استخلافی ۲- اکسو پیروول ها با استفاده از کاتالیست منیزیم یدید ( $MgI_2$ ) ..... ۲۴
- ۲۴-۱۱-۶- تشکیل پیروول ۲- اون ها از کتون ها  $\alpha$  و  $\beta$  غیر اشتباع و اتیل نیترو استات ..... ۲۴
- ۲۴-۱۲-۶- سنتز ۲- اکسو پیروول ها از طریق آمیناسیون کاهشی موکو کلریک اسید (mucochloric acid) ..... ۲۴
- ۲۵ ..... ۲۵
- ۲۵-۱۳-۶- سنتز ۲- اکسو پیروول ها یا  $\gamma$ - لاکتام ها با استفاده از کاتالیست  $Ru_3(CO)_{12}$  ..... ۲۵
- ۲۵-۱۴-۶- تهیه ۲- اکسو پیروول ها با استفاده از کاربن ها (carbenes) ..... ۲۵
- ۲۶-۱۵-۶- سنتز ۴- آمینو  $1H$ - پیروول - ۲ - اون های شاخه دار ..... ۲۶



- ۱-۶-۱۶- سنتز پیرو-۲- اون ها از طریق افزایش نوکلئوفیلی آمین ها به  $\alpha$ - کتو استر ها ی  $\beta$  و غیر اشباع در این واکنش از اسید سولفوریک بعنوان کاتالیست استفاده شده است. .... ۲۷
- ۱-۶-۱۷- واکنش اتیل گلیو اکسالت (glyoxalate) با آمین ها در حضور نمک پالادیوم برای سنتز ۲-اکسو پیرو-۲- ها ..... ۲۷
- ۱-۶-۱۸- تبدیل فناسیل آمید ها (phenacylamides) به مشتقات پیرو- ۲ - اون ها در حضور پتاسیم کربنات ..... ۲۷
- ۱-۶-۱۹- سنتز ۳- آریل آمینو پیرو- ۲- اون ها ..... ۲۸
- ۱-۶-۲۰- استفاده از ایزوسیانید ها برای سنتز مشتقات گوناگون ۲-اکسو پیرو-۲- ها ..... ۲۸
- ۱-۶-۲۱- تهیه ۲-اکسو پیرو-۲- ها از واکنش بین  $\beta$ -کتواسترها , آلدهید ها و آمین ها ..... ۲۹
- ۱-۶-۲۲- سنتز پیرو-۲- اون های شاخه دار از واکنش آلدهید ها , آمین ها و استرهای استیلنی ..... ۳۰
- ۱-۶-۲۳- سنتز دی هیدرو- ۲-اکسو پیرو-۲- ها با استفاده از واکنش چهار جزیی بین آلدهید ها, آمین ها و استرهای استیلنی ..... ۳۰
- ۱-۷-۷- شیمی سبز ..... ۳۱
- ۱-۷-۱- اصول شیمی سبز ..... ۳۲
- ۱-۸-۸- کروم ها ..... ۳۳
- ۱-۸-۱- مروری بر تاریخچه کروم ها ..... ۳۴
- ۱-۸-۲- استفاده صنعتی از کروم ها ..... ۳۴
- ۱-۸-۳- روش های تهیه کروم ها ..... ۳۵
- ۱-۸-۴- تهیه کروم ها با استفاده از کومارین و یک عامل آلی فلزی ..... ۳۵
- ۱-۸-۵- تهیه کروم ها با استفاده از کرو مانون ها ..... ۳۶
- ۱-۸-۶- تهیه کروم ها با استفاده از کاتالیست های فلزی ..... ۳۶
- ۱-۸-۷- تهیه کروم ها با استفاده از ایندیم کلراید ..... ۳۶

- ۳۷..... ۸-۸-۱- تهیه کرومن ها با استفاده از کاتالیست آلومینا.....
- ۳۸..... ۹-۱- کاتالیست.....
- ۴۰..... ۹-۱-۱- انواع کاتالیست.....
- ۴۴..... ۲- فصل دوم.....
- ۴۵..... ۲-۱- مواد و دستگاه ها.....
- ۴۵..... ۲-۲- سنتز دی هیدرو-۲-اکسو پیروول در حلال متانول و دمای محیط در حضور کاتالیست  $\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$ .....
- ۴۶..... ۲-۲-۱- بهینه سازی حلال در سنتز دی هیدرو - ۲- اکسو پیروول در حضور کاتالیست  $\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$ .....
- ۴۶..... ۲-۲-۲- بهینه سازی دما در واکنش تهیه دی هیدروکسو - ۲ - اکسو پیروول در حضور کاتالیست  $\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$  در حلال متانول.....
- ۴۷..... ۲-۲-۳- انتخاب کاتالیست مناسب برای سنتز مشتقات دی هیدرو-۲-اکسو پیروول ها.....
- ۴۷..... ۲-۲-۴- روش کار عمومی تهیه منو- دی هیدرو-۲-اکسو پیروول های چند استخلافی در حضور کاتالیست  $\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$ .....
- ۴۹..... ۲-۲-۵- سنتز بیس- دی هیدرو-۲-اکسو پیروول ها چند شاخه ای در حضور  $\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$ .....
- ۴۹..... ۲-۲-۶- روش کار عمومی تهیه بیس- دی هیدرو-۲-اکسو پیروول های چند استخلافی در حضور کاتالیست  $\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$ .....
- ۵۲..... ۲-۲-۷- بررسی شرایط واکنش به دست آوردن مقدار بهینه از کاتالیست و دما در تهیه مشتقات دی هیدرو-۲-اکسو پیروول ها.....
- ۵۳..... ۲-۲-۸- سنتز دی هیدرو-۲-اکسو پیروول ها با استفاده از عصاره لیمو ترش.....
- ۵۳..... ۲-۲-۹- انتخاب عصاره مناسب برای سنتز دی هیدر - ۲- اکسو پیروول های چند شاخه ای.....
- ۵۴..... ۲-۲-۱۰- روش کار عمومی برای مشتقات دی هیدرو-۲-اکسو پیروول های چند شاخه ای در حلال اتانول در دمای  $25^\circ\text{C}$ .....
- ۵۶..... ۲-۲-۱۱- سنتز دی هیدرو-۲-اکسو پیروول ها با استفاده کاتالیست ساکاروز.....

- ۱۲-۲-۲- بهینه سازی دما در واکنش تهیه دی هیدرو -۲- اکسو پیروول های چند شاخه ای در حضور کاتالیست ساکاروز..... ۵۹
- ۱۳-۲-۲- بهینه سازی مقدار کاتالیست Saccharose در واکنش تهیه دی هیدرو -۲- اکسو پیروول هادردمای ۶۰°C..... ۶۰
- ۱۴-۲-۲- روش کار عمومی تهیه دی هیدرو-۲- اکسو پیروول های چند استخلافی در مجاورت کاتالیست ساکاروز..... ۶۱
- ۱۵-۲-۲- بهینه سازی مقدار کاتالیست  $ZrCl_4$  در واکنش تهیه دی هیدرو -۲- اکسو پیروول ها..... ۶۴
- ۱۶-۲-۲- سنتزدی هیدرو-۲- اکسو پیروول ها با استفاده کاتالیست  $ZrCl_4$ ..... ۶۵
- ۱۷-۲-۲- روش کار عمومی تهیه دی هیدرو-۲- اکسو پیروول های چند استخلافی در حضور کاتالیست  $ZrCl_4$ ..... ۶۵
- ۳-۲- تفسیر داده های طیفی یک نمونه از دی هیدرو -۲- اکسو پیروول چند شاخه ای..... ۶۹
- ۴-۲- واکنش تولید کرومن با استفاده از واکنشگر دایمدون..... ۷۱
- ۱-۴-۲- مشخصات دایمدون (Dimedone)..... ۷۱
- ۲-۴-۲- بهینه سازی دما در واکنش تهیه تترا هیدرو بنزو [b] پیران در مجاورت کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  در حلال آب و اتانول..... ۷۲
- ۳-۴-۲- بهینه سازی مقدار کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  در واکنش تترا هیدرو بنزو [b] پیران..... ۷۲
- ۴-۴-۲- روش کار عمومی برای تهیه مشتقات تترا هیدرو بنزو [b] پیران در حضور کاتالیست  $Na_2S_2O_3$ ..... ۷۳
- ۵-۲- واکنش تولید کرومن با استفاده از واکنشگر ۴-هیدرزکسی کومارین..... ۷۷
- ۱-۵-۲- مشخصات کومارین..... ۷۷
- ۲-۵-۲- بهینه سازی دما در واکنش تهیه مشتقات ۴،۳- دی هیدرو پیران [C] در حضور کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  در حلال آب و اتانول..... ۷۸
- ۳-۵-۲- بهینه سازی مقدار کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  در واکنش مشتقات ۴،۳- دی هیدرو پیران [C]..... ۷۹

۴-۵-۲- روش کار عمومی برای تهیه مشتقات ۴،۳- دی هیدروپیران [C] کرومن در حضور کاتالیست	
۸۰..... $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	
۳- فصل سوم.....	۸۳
۳-۱- بررسی شرایط واکنش به دست آوردن مقدار بهینه از کاتالیست ودما در تهیه مشتقات دی هیدرو -	
۲-اکسو پیروول ها.....	۸۴
۳-۲- انتخاب کاتالیست مناسب برای سنتز مشتقات دی هیدرو-۲- اکسو پیروول ها.....	۸۴
3-3- ساکاروز.....	۸۵
۳-۴- مکانیسم پیشنهادی سنتز دی هیدرو -۲-کسو پیروولهاو بیس- دی هیدرو-۲-اکسو پیروول های چند	
شاخه ای.....	۸۷
۳-۵- انتخاب کاتالیست مناسب برای سنتز مشتقات دی هیدرو-۲- اکسو پیروول ها.....	۸۸
۳-۶- بررسی شرایط واکنش و به دست آوردن مقدار بهینه از کاتالیست ودما در تهیه مشتقات دی هیدرو	
۲- اکسو پیروول ها.....	۸۸
۳-۷- مقایسه نتایج به دست آمده در سنتز دی هیدرو-۲- اکسو پیروول ها در حضور کاتالیست	
$\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$ و دیگر.....	۸۹
۳-۸- بررسی شرایط واکنش و به دست آوردن مقدار بهینه از کاتالیست ودما در تهیه مشتقات ۴،۳-دی	
هیدروپیرانو [C] کرومن.....	۹۰
۳-۹- بررسی مکانیسم تهیه مشتقات تتراهیدرو [b] پیران از واکنش بین بنز آلدهید،مالو نیتریل ،دایمدون	
.....	۹۱
۳-۱۰- بررسی مکانیسم تهیه مشتقات دی هیدروپیرانو [C] کرومن از واکنش بین بنز آلدهید،مالو نیتریل	
،۴- هیدرو کومارین.....	۹۲
۴- فصل چهارم.....	۹۴

- شکل (۱-۱) نمایشی از یک واکنش چندجزئی ..... ۲
- شکل (۱-۲) مکانیسم واکنش پاسرینی ..... ۳
- شکل (۱-۳) استفاده از یک ایزوسیانیید صلب در واکنش پاسرینی ..... ۴
- شکل (۱-۴) تترازول به دست آمده از واکنش پاسرینی ..... ۴
- شکل (۱-۵) سنتز مستقیم N-بنزیل تترازول ..... ۵
- شکل (۱-۶) سنتز اکسازول با استفاده از واکنش پاسرینی ..... ۵
- شکل (۱-۷) مکانیسم واکنش اوگی ..... ۶
- شکل (۱-۸) یک واکنش چندجزئی ..... ۷
- شکل (۱-۹) واکنش ون لوسن و قابلیت های گروه TOSMIC ..... ۸
- شکل (۱-۱۰) مکانیسم واکنش ونلوسن و تولید حلقه ایمیدازول ..... ۸
- شکل (۱-۱۱) حلقه های ایمیدازول پراستخلاف سنتزی با استفاده از واکنش ونلوسن ..... ۹
- شکل (۱-۱۲) مجموعه ای از حلقه های پنج عضوی استخلاف سنتزی با استفاده از واکنش ون لوسن ..... ۹
- شکل (۱-۱۳) واکنش دوبنر ..... ۱۰
- شکل (۱-۱۴) سنتز مشتقات پیرولیدونی با استفاده از واکنش دوبنر ..... ۱۰
- شکل (۱-۱۵) واکنش بوچرر-برگ ..... ۱۱
- شکل (۱-۱۶) مکانیسم واکنش بوچرر-برگ ..... ۱۱
- شکل (۱-۱۷) واکنش جوالد ..... ۱۱
- شکل (۱-۱۸) مکانیسم واکنش جوالد ..... ۱۲
- شکل (۱-۱۹) سنتز پراستخلاف پی پیریدین ..... ۱۲
- شکل (۱-۲۰) سنتز دی هیدرو-۲-اکسی پیروول ..... ۱۳
- شکل (۱-۲۱) سنتز  $\alpha$  - آمینو فسفات ..... ۱۳
- شکل (۱-۲۲) مکانیسم سنتز  $\alpha$  - آمینو فسفات ..... ۱۳
- شکل (۱-۲۳) سنتز ترونیك اسید ..... ۱۴
- شکل (۱-۲۴) مکانیسم سنتز ترونیك اسید ..... ۱۴

- شکل (۱- ۲۵) سنتز پیرانو [۲ و ۳-] d پ یریمیدین دی اون ..... ۱۵
- شکل (۱- ۲۶) مکانیسم سنتز پیرانو [۲ و ۳-] d پ یریمیدین دی اون ..... ۱۵
- شکل (۱- ۲۷) سنتز پیرانو [۳ و ۲-] c کومارین ..... ۱۶
- شکل (۱- ۲۸) سنتز پنچ جزئی بنزن های پراستخلاف ..... ۱۶
- شکل (۱- ۲۹) واکنش شش جزئی ..... ۱۷
- شکل (۱- ۳۰) واکنش هفت جزئی ..... ۱۷
- شکل (۱- ۳۱) واکنش شبه هفت جزئی ..... ۱۸
- شکل (۱- ۳۲) ساختار برخی ۲- اکسوپیرولهای بازدارنده برهمکنش پروتئینهای آنکسین A2 و S100A10 ..... ۱۹
- شکل (۱- ۳۳) اکسوپیرولهای مهارکننده آنزیم cAMP فسفودیاستراز ..... ۱۹
- شکل (۱- ۳۴) اکسوپیرولها با خاصیت مهارکنندگی آنزیم HIV انتگراز ..... ۲۰
- شکل (۱- ۳۵) ساختار عمومی مهارکننده های آنزیم لوسیل-RNA سینتاز انگل تری پانوزوما ..... ۲۰
- شکل (۱- ۳۶) ساختار مشتقات ۲- اکسوپیرول با خاصیت علف کشی ..... ۲۱
- شکل (۱- ۳۷) ساختار ترکیب طبیعی جاتروفام ..... ۲۱
- شکل (۱- ۳۸) ساختار ترکیب (Z) پولچالاکتام دارای اسکلت ۲- اکسوپیرول ..... ۲۲
- شکل (۱- ۳۹) ساختار ترکیب بیولوژیکی طبیعی PI-091 ..... ۲۲
- شکل (۱- ۴۰) ساختار برخی ترکیبات بیولوژیکی طبیعی حاوی حلقه ۲- اکسوپیرول ..... ۲۳
- شکل (۱- ۴۱) سنتز کلیترکیب طبیعی امبجامین K از ۴- متوکسی H- ۱ پیرول ۲ (ΔH) - اون ..... ۲۳
- شکل (۱- ۴۲) سنتز ۲- اکسوپیرولها از واکنش α- آمینو-β- استرها و تری فنیل فسفورا نیلیدین کتن O=C= C=Ph<sub>3</sub>P ..... ۲۴
- شکل (۱- ۴۳) استفاده از کاتالیست منیری میدید برای سنتز ۲- اکسوپیرولها ..... ۲۴
- شکل (۱- ۴۴) کاربردهای افزایش مایکل و اکسیداسیون نف در سنتز ۲- اکسوپیرولها ..... ۲۵
- شکل (۱- ۴۵) استفاده از ماده اولیه موکولریک اسید برای تهیه ۲- اکسوپیرولها ..... ۲۵
- شکل (۱- ۴۶) سنتز γ- لاکتامها با استفاده از کاتالیست Ru<sub>3</sub>(CO)<sub>12</sub> ..... ۲۵
- شکل (۱- ۴۷) سنتز ۲- اکسوپیرولها با استفاده از کاربن ها (carbenes) ..... ۲۶
- شکل (۱- ۴۸) سنتز ۴- آمینو-۱ H- پیرول- ۲ - اونها ی شاخه دار با استفاده از کاتالیست HTAB ..... ۲۶

- شکل (۱- ۴۹) افزایش نوکلئوفیلی آمینها به  $\alpha$ -کتواسترهای  $\beta$  و  $\gamma$  غیر اشباع در حضور کاتالیست اسید سولفوریک ..... ۲۷
- شکل (۱- ۵۰) سنتز ۲-اکسوپیرولها پیراستخلافبا استفاده از کاتالیست پالادیوم تریفلوئورواتات ..... ۲۷
- شکل (۱- ۵۱) سنتز پیرول ۲- اونها از فناسیلا میدها ..... ۲۸
- شکل (۱- ۵۲) سنتز ۳- آریل آمینوپیرول ۲- اونها در حلال دی کلرومتان ..... ۲۸
- شکل (۱- ۵۳) سنتز ۲-اکسوپیرولها با استفاده از ایزوسیانیدها ..... ۲۹
- شکل (۱- ۵۴) سنتز ۲-اکسوپیرولها از واکنش بین  $\beta$ -کتواسترها، آلدهیدها و آمینها ..... ۲۹
- شکل (۱- ۵۵) سنتز پیرول ۲- اونها از شاخه دار با استفاده از آلدهیدهای استلینی استرها ..... ۳۰
- شکل (۱- ۵۶) سنتز دی هیدرو ۲-اکسوپیرولها با استفاده از کاتالیستهای استیک اسید، بنزوئیک اسید ،  
یودانو  $TiO_2$  ..... ۳۰
- شکل (۱- ۵۷) Green ..... ۳۱
- شکل (۱- ۵۸) نمونه هایی از کروم ..... ۳۴
- شکل (۱- ۵۹) نمونه های یاز مشتقات کروم ..... ۳۵
- شکل (۱- ۶۰) تهیه کروم ها با استفاده از کومارین و یک عامل فلزی ..... ۳۶
- شکل (۱- ۶۲) تهیه کروم ها با استفاده از کرومانونها ..... ۳۶
- شکل (۱- ۶۳) تهیه کروم ها با استفاده از ایندیم کلراید تهیه کروم ها با استفاده از ایندیم کلراید ..... ۳۷
- شکل (۱- ۶۴) تهیه دی هیدرو پیرانو کروم ها ..... ۳۷
- شکل (۱- ۶۵) تهیه کروم ها با استفاده از کاتالیست آلومینا ..... ۳۸
- شکل (۱- ۶۶) دیگرام انرژی یک واکنش شیمیایی گرماده فرضی. حضور کاتالیست مسیر واکنش متفاوت با انرژی  
فعالسازی پایینتر ایجاد میکند. محصول نهایی  $\Delta H$  کلی مشابه میباشد ..... ۳۹
- شکل (۲- ۱) سنتز دی هیدرو ۱۲-اکسوپیرولهای چندشاخه ایدر حضور کاتالیست  $CCl_3CO_2H$  ..... ۴۵
- شکل (۲- ۲) سنتز بیس دی هیدرو ۲-اکسوپیرولها ..... ۵۲
- شکل (۲- ۳) سنتز دی هیدرو ۱-اکسوپیرولها چندشاخه ایدر حضور کاتالیست لیموترش ..... ۵۴
- شکل (۲- ۴) سنتز دی هیدرو ۲-اکسوپیرولهای چندشاخه ای ..... ۵۹
- شکل (۲- ۵) سنتز دی هیدرو ۲-اکسوپیرولهای چندشاخه ای در حضور  $ZrCl_4$  ..... ۶۵
- شکل (۲- ۶) سنتز مشتقات تتراهیدرو بنز [b] پیران ..... ۷۱

- شکل (۲-۷) واکنش تولید کرومن ۴-هیدروکسی کومارین ..... ۷۷
- شکل (۳-۱) مولکول ساکاروز ..... ۸۵
- شکل (۳-۲)  $D - \alpha$  - گلوکوپیرانوز ..... ۸۵
- شکل (۳-۳)  $D - \beta$  - فروکتوفورانوز ..... ۸۶
- شکل (۳-۴) مکانیسم پیشنهادی سنتز تراهایدرو [b] پیرانازواکنش بین بنزالدهید، مالونیتریل، دایمدون در حضور کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  ..... ۹۱
- شکل (۴-۱) طیف FT-IR ساختار ترکیب متیل ۳- (بوتیلامینو) - ۱- (۴- بروموفنیل) - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- ..... ۹۵
- اکسو- $1H$  - ۱- پیروول - ۴- کربوکسیلات ..... ۹۵
- شکل (۴-۲) ساختار ترکیب متیل ۳- (بوتیلامینو) - ۱- (۴- بروموفنیل) - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- اکسو- $1H$  - ..... ۹۵
- پیروول - ۴- کربوکسیلات ..... ۹۵
- شکل (۴-۳) طیف FT-IR ترکیب اتیل ۱- (۴- متوکسی فنیل) - ۴- (۴- متوکسیفنیل) آمینو - ۵,۲- دیهیدرو - ..... ۹۶
- ۲- اکسو- $1H$  - ۱- پیروول - ۴- کربوکسیلات ..... ۹۶
- شکل (۴-۴) ساختار ترکیب اتیل ۱- (۴- متوکسی فنیل) - ۴- (۴- متوکسی فنیل) آمینو - ۵,۲- دی هیدرو - ..... ۹۶
- ۲- اکسو- $1H$  - ۱- پیروول - ۴- کربوکسیلات ..... ۹۶
- شکل (۴-۵) طیف FT-IR ترکیب اتیل ۳- (بوتیلامینو) - ۱- (۴- بروموفنیل) - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- اکسو- $1H$  - ..... ۹۷
- پیروول - ۴- کربوکسیلات ..... ۹۷
- شکل (۴-۶) ساختار ترکیب اتیل ۳- (بوتیلامینو) - ۱- (۴- بروموفنیل) - ۵,۲- دیهیدرو - ۲- اکسو- $1H$  - پیروول - ..... ۹۷
- ۴- کربوکسیلات ..... ۹۷
- شکل (۴-۷) طیف FT-IR ترکیب متیل ۳- (۴- کلروفنیل) - ۴- (کلروفنیل) آمینو - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- ..... ۹۸
- اکسو- $1H$  - ۱- پیروول - ۴- کربوکسیلات ..... ۹۸
- شکل (۴-۸) ساختار ترکیب متیل ۳- (۴- کلروفنیل) - ۴- (کلروفنیل) آمینو - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- اکسو- $1H$  - ..... ۹۸
- پیروول - ۴- کربوکسیلات ..... ۹۸



- شکل (۴-۹) طیف FT-IR ترکیب متیل ۳- (بوتیلامینو) - ۱- (۴-فلوئوروفنیل) - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- اکسو- $^1\text{H}$  - پیروول - ۴- کربوکسیلات..... ۹۹
- شکل (۴-۱۰) ساختار ترکیب متیل ۳- (بوتیلامینو) - ۱- (۴-فلوئوروفنیل) - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- اکسو- $^1\text{H}$  - پیروول - ۴- کربوکسیلات..... ۹۹
- شکل (۴-۱۱) طیف FT-IR ترکیب متیل ۳- (۴-فلوئوروفنیل) - ۴- (فلوئوروفنیل) آمینو - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- اکسو- $^1\text{H}$  - پیروول - ۴- کربوکسیلات..... ۱۰۰
- شکل (۴-۱۲) ساختار ترکیب متیل ۳- (۴-فلوئوروفنیل) - ۴- (فلوئوروفنیل) آمینو - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- اکسو- $^1\text{H}$  - پیروول - ۴- کربوکسیلات..... ۱۰۰
- شکل (۴-۱۳) طیف NMR ترکیب متیل ۳- (۴-فلوئوروفنیل) - ۴- (فلوئوروفنیل) آمینو - ۵,۲- دی هیدرو - ۲- اکسو- $^1\text{H}$  - پیروول - ۴- کربوکسیلات..... ۱۰۱
- شکل (۴-۱۴) طیف FT-IR ترکیب..... ۱۰۲
- شکل (۴-۱۵) طیف  $^1\text{H}$  NMR ترکیب..... ۱۰۳
- شکل (۴-۱۶) طیف  $^1\text{H}$  NMR ترکیب..... ۱۰۴
- شکل (۴-۱۷) طیف  $^1\text{H}$  NMR ترکیب..... ۱۰۵
- شکل (۴-۱۸) طیف  $^{13}\text{C}$  NMR ترکیب..... ۱۰۶
- شکل (۴-۱۹) طیف  $^{13}\text{C}$  NMR ترکیب..... ۱۰۷
- شکل (۴-۲۰) طیف  $^{13}\text{C}$  NMR ترکیب..... ۱۰۸
- شکل (۴-۲۱) طیف جرمی ترکیب..... ۱۰۹
- شکل (۴-۲۲) طیف FT-IR ترکیب..... ۱۱۰

جدول (۲- ۱) بهینه سازی حلالدرواکنش تهیه دی هیدروکسو-۲-اکسوپیرول دردمای حضور کاتالیست	۴۴
CCI <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	
جدول (۲- ۲) بهینه سازی دما درواکنش تهیه دی هیدروکسو-۲-اکسوپیران در حضور کاتالیست CCI <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	
در حلال متانول .....	۴۷
جدول (۲- ۳) انتخاب کاتالیست برای سنتز مشتقات دی هیدرو- ۲- اکسوپیرولها در حلال متانول دردمای ۲۵...۲۵	
.....	۴۸
جدول (۲- ۴) بهینه سازی مقدار کاتالیست CCI <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H درواکنش تهیه دی هیدر-۲- اکسوپیرولها .....	۴۸
جدول (۲- ۵) تهیه دی هیدرواکسو- ۲- اکسوپیرولهای چندشاخه‌ایبا استفاده از CCI <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H.....	۵۰
جدول (۲- ۶) سنتزیس- دی هیدرو- ۲- اکسوپیرولها چندشاخه ای در حضور CCI <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H در ۲۵ <sup>0</sup> C.....	۵۳
جدول (۲- ۷) مقایسه نتایج سنتزدی هیدرو-۲-اکسوپیرول در حضور کاتالیست CCI <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H و دیگر کاتالیست ها	
.....	۵۴
جدول (۲- ۸) انتخاب کاتالیست برای سنتز مشتقات دی هیدرو- ۲- اکسوپیرولها در حلال اتانول دردمای ۲۵ <sup>0</sup> C	
.....	۵۵
جدول (۲- ۹) بهینه سازی مقدار کاتالیست لیموترش درواکنش تهیه دی هیدرو-۲- اکسوپیرولهای چندشاخه	
ای در حلال اتانول تحت دما ۲۵ <sup>0</sup> C.....	۵۵
جدول (۲- ۱۰) سنتزدی هیدرو- ۲- اکسوپیرولمای چندشاخه ای در حضور کاتالیست لیموترش در حلال اتانول	
دردمای ۲۵ <sup>0</sup> C.....	۵۷
جدول (۲- ۱۱) بهینه سازی دما برای سنتز مشتقات دی هیدرو- ۲- اکسوپیرول در حلال متانول .....	۵۹
جدول (۲- ۱۲) بهینه سازی مقدار کاتالیست ساکاروز درواکنش تهیه دی هیدرو- ۲- اکسوپیرول در حلال متانول	
در تحت دمای ۶۰ <sup>0</sup> C.....	۶۰
جدول (۲- ۱۳) سنتزدی هیدرو- ۲- اکسوپیرول های چندشاخه ایدر حضور کاتالیست ساکاروز در حلال اتانول	
در ۶۰ <sup>0</sup> C.....	۶۲

- جدول (۲-۱۴) بهینه سازی مقدار کاتالیست  $ZrCl_4$  در واکنش تهیه دی هیدرو -۲- اکسوپیرولدر حلال متانول در تحت دمای  $25^{\circ}C$  ..... ۶۴
- جدول (۲-۱۵). سنتز دی هیدرو- ۲- اکسوپیرول های چندشاخه ای در حضور کاتالیست  $ZrCl_4$  در حلال اتانول در دمای  $25^{\circ}C$  ..... ۶۶
- جدول (۲-۱۶) سازی دما در واکنش تهیه تتراهیدروبنزو [b] پیران در مجاورت کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  ..... ۷۲
- جدول (۲-۱۷) بهینه سازی مقدار کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  در واکنش تتراهیدروبنزو [b] پیران در حلال آب واتانول در دمای  $25^{\circ}C$  نتایج در جدول (۲-۱۷) ارائه گردیده است ..... ۷۳
- جدول (۲-۱۸) سنتز مشتقات تتراهیدروبنزو [b] پیران در حضور کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  در حلال آب واتانول در دمای  $25^{\circ}C$  ..... ۷۴
- جدول (۲-۱۹) بهینه سازی دما در واکنش تهیه مشتقات ۴،۳- دی هیدرو پیران در حضور کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  ..... ۷۸
- جدول (۲-۲۰) بهینه سازی مقدار کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  در واکنش تهیه مشتقات ۴،۳- دی هیدرو پیران [C] کرومن در حلال آب واتانول در دمای  $50^{\circ}C$  ..... ۷۹
- جدول (۲-۲۱) سنتز مشتقات در حضور کاتالیست  $Na_2S_2O_3$  در حلال آب واتانول در دمای  $50^{\circ}C$  ..... ۸۰

