

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم پایه

رساله دوره دکتری رشته شیمی (آلی)

عنوان:

سنتز و شناسایی کرومن های جدید و استفاده از آن ها در سنتز برخی ترکیبات هتروسیکل

ارائه دهنده:

رشید قنبری پور

استاد راهنما:

دکتر عبدالعلی علیزاده

دی ۱۳۹۳



بسمه تعالی

## تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای رشید قنبری پور رساله ۲۴ واحدی خود را با عنوان "سنتز و شناسایی کرومن های جدید و کاربرد آنها در سنتز برخی ترکیبات هتروسیکل" در تاریخ ۱۳۹۳/۱۰/۱۵ ارائه کردند. اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تأیید کرده است و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری پیشنهاد می کند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر عبدالعلی علیزاده	دانشیار	
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر علیرضا محبوب	استاد	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر عیسی یآوری	استاد	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر احمد شعبانی	استاد	
۵- استاد ناظر خارجی	دکتر ایوب بازگیر	دانشیار	
۶- استاد ناظر خارجی	دکتر سعید بلالایی	استاد	
۷- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر علیرضا محبوب	استاد	

## 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 می‌باشد 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 می‌باشد.

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 آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه 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.

«اینجانب رشید قنبری پور دانشجوی رشته شیمی آلی ورودی سال تحصیلی ۹۰-۱۳۸۹ مقطع دکتری دانشکده علوم پایه متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق‌الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا: 

تاریخ: ۹۳/۱۱/۱

### 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 رساله دکتری نگارنده در رشته شیمی آلی است که در سال ۱۳۹۲ در دانشکده علوم پایه

دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر عبدالعلی علیزاده 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، تأدیه 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: اینجانب رشید قنبری پور دانشجوی رشته شیمی آلی مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: رشید قنبری پور  
تاریخ و امضا: ۹۳/۱۱/۲۱

تقدیم به:

همسر مهربانم

## تشکر

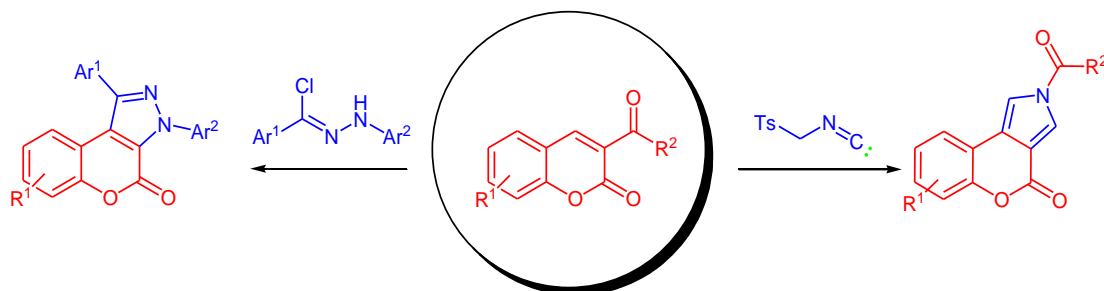
سپاس بی کران پرودگار بزرگ و یکتایی که من را در مسیر علم و دانش قرار داد و علم آموزی را روزیم قرار داد و همواره یار و یاورم در سختی ها و مشکلات بود.

تشکر ویژه از خانواده عزیزم به خصوص پدر و مادر و همسر گرانقدرم دارم که بی شک حضور و پشتیبانی آن ها این راه سخت را برای بنده هموار نمودند و مشوق و پشتیبان من در طول دوره تحصیل بودند.

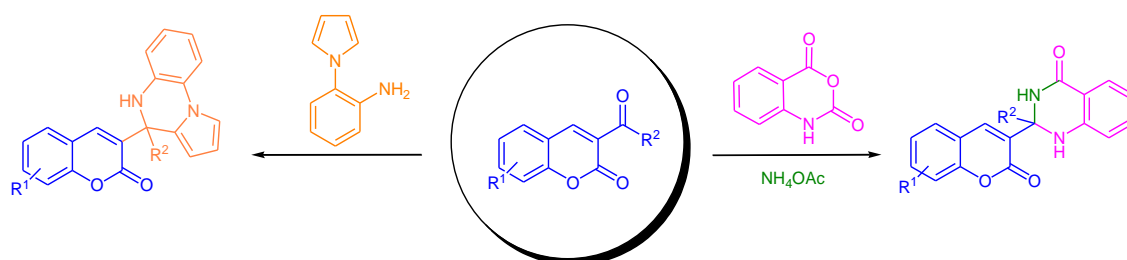
تشکر ویژه از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر عبدالعلی علیزاده دارم که در طول دوره دکتری بدون هیچ چشم داشتی زحمات بسیاری برای اینجانب کشیدند و من را نه تنها از لحاظ علمی بلکه از لحاظ اعتقادی و اندیشه نیز پرورش دادند و الگویی به تمام معنا برای اینجانب می باشند.

## چکیده

در این رساله که محور آن کرومن ها و کومارین ها می باشد، در فصل اول به طور مختصر مقدمه ای در مورد اهمیت کرومن ها و کومارین ها و برخی روش های سنتز آن می پردازیم. فصل دوم این رساله که شامل ۲ بخش می باشد که در آن روش های برای سنتز کومارین های جوش خورده به حلقه های هتروسیکلی پیرول و پیرازول با استفاده از ترکیب ۳-استیل کومارین معرفی می شود. طبق این روش ها ۲-آسیل کرومنو[۳،۴-c]-پیرول-۴-(۲H)-اون ها توسط مهاجرت گروه آسیل و ۱،۳-دی آریل کرومنو[۳،۴-c]-پیرازول-۴-(۳H)-اون ها توسط حذف یک آلدئید از مولکول به راحتی سنتز می شوند.

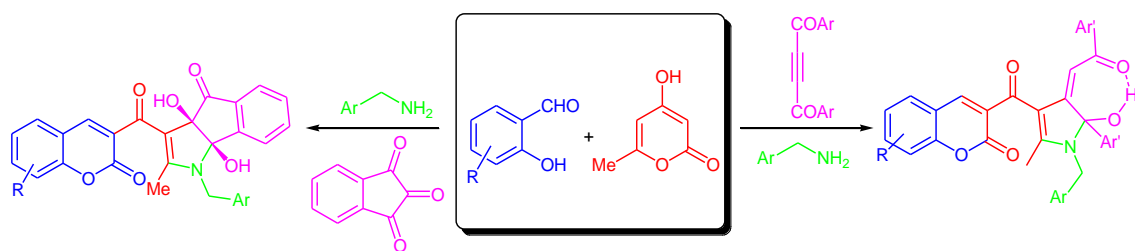


در فصل سوم این رساله سیستم دو کاتالیزوری پی پیریدین-ید معرفی می شود و در ادامه به معرفی سنتز کومارین های دارای استخلاف کوینازولین و کینوکسالین با استفاده از این سیستم کاتالیزوری خواهیم پرداخت.

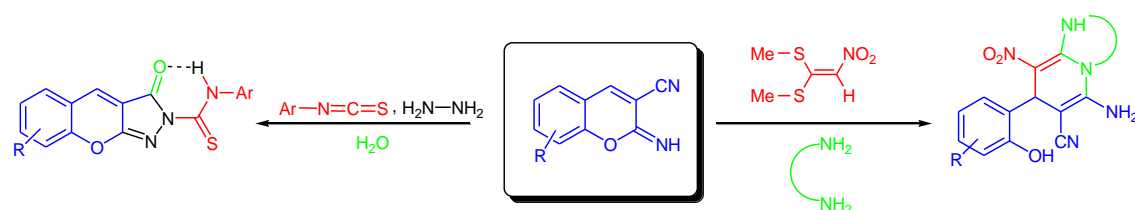


در فصل چهارم این رساله ترکیب مهم ۴-هیدروکسی-۶-متیل پیران-۲-اون معرفی می شود و سنتز کومارین های دارای گروه های کربونیل دی هیدرو پیرول و کربونیل دی هیدروایندونوپیرول در کربن شماره ۳ با استفاده از این ترکیب مهم شرح داده می شود.

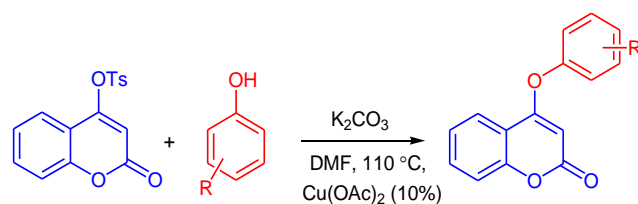




در فصل پنجم این رساله ترکیب ۲-ایمینوکرومن-۳-کربونیتریل معرفی می شود و به معرفی واکنش های این ترکیب با کتن آمینال ها و تیوسمی کاربازیدها پرداخته خواهد شد.



در نهایت در فصل ششم این رساله به سنتز مشتقات ۴-آریلوکسی کومارین با استفاده از واکنش جفت شدن کربن-اکسیژن در مجاورت کاتالیزور مس (II) پرداخته خواهد شد.



ساختار تمام ترکیبات سنتز شده که به آنها اشاره شد با استفاده از آنالیز عنصری، طیف های Mass، FT-IR،  $^1\text{H-NMR}$ ،  $^{13}\text{C-NMR}$  و در مواردی با تهیه کریستال از ساختارها X-Ray کریستالوگرافی به عمل آمد تا تاییدی بر ساختار ترکیبات سنتز شده باشد.

**کلمات کلیدی:** سالیسیل آلدهید، سیستم دو کاتالیزوری، کومارین، کرومن، ۴-هیدروکسی-۶-متیل

پیران-۲-اون، ۴-آریلوکسی کومارین، واکنش های چند جزئی

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول</b>
	<b>کرومن ها، ترکیباتی مهم در سنتز داروها و مواد فعال بیولوژیکی</b>
۲	۱-۱- تاریخچه
۶	۱-۲- سنتز چارچوب های کرومن و انواع مختلف آن ها
۸	۱-۲-۱- واکنش افزایش سالیسیل آلدهید با ترکیبات $\beta,\alpha$ -غیر اشباع
۹	۱-۲-۲- واکنش تراکم کنووناگل
۹	۱-۲-۳- سنتز کومارین ها با استفاده از واکنش مناتز
۱۱	۱-۲-۴- سنتز کرومن ها با استفاده از واکنش پتاسیس
۱۲	۱-۲-۵- سنتز کرومن ها با استفاده از واکنش حلقه زایی [۲+۴]
۱۳	۱-۲-۶- استفاده از فنول ها جهت سنتز کرومن ها
۱۳	۱-۲-۶-۱- واکنش فنول ها و آلکن دی سیانید ها
۱۴	۱-۲-۶-۲- واکنش فنول ها با ایزوسیانیید ها و دی آلکیل استیلن دی کربوکسیلات ها
۱۵	۱-۲-۶-۳- واکنش پکمن
۱۵	۱-۲-۶-۴- واکنش پکمن-دویسبرگ
۱۶	۱-۲-۶-۵- واکنش تراکمی بین فنول ها و استرهای سیانواستیک اسید
۱۶	۱-۲-۶-۶- سنتز کومارین ها توسط استرهای آریل پروپیولات
۱۷	۱-۲-۶-۷- واکنش جفت شدن بین فنول ها و آلکیل پروپیولات توسط پالادیوم
۱۸	۱-۲-۶-۸- واکنش مشتقات اورتو-یدوفنول با استرهای غیر اشباع
۱۸	۱-۲-۶-۹- واکنش جفت شدن بین فنول ها و آلکیل آکریلات ها توسط پالادیوم
۱۹	۱-۲-۶-۱۰- واکنش فنول ها و آنیسول ها با آلن های دارای گروه استری

صفحه	عنوان
۲۰	۷-۲-۱- سنتز غیر کلاسیک کرومن ها
۲۰	۱-۷-۲-۱- سنتز کرومن ها با استفاده از متالوکاربن ها <sup>۱</sup>
۲۱	۲-۷-۲-۱- سنتز کومارین ها با استفاده از پروپارژیل وینیل اترها
۲۲	۳-۱- سنتز کرومن های دارای حلقه های جوش خورده هتروسیکلی و کربوسیکلی
۲۲	۱-۳-۱- سنتز مشتقات پیرولیدینو کومارین ها
۲۳	۲-۳-۱- سنتز پیریدو کومارین ها با استفاده ۴- کلرو کومارین-۳- کربالدهید
۲۵	۳-۳-۱- سنتز مشتقات کومارینو پیریدین-۴-اون ها با استفاده از ۳-آمینو کومارین ها
۲۵	۴-۳-۱- واکنش ۴-هیدروکسی کومارین با ۲-هالوبنزوئیک اسید ها

## فصل دوم

### سنتز کومارین های جدید بر پایه واکنش های حلقه افزایی

#### بخش اول

	سنتز ۲-آسیل کرومنو[۳،۴- <i>c</i> ]-پیرول-۴-(۲H)-اون ها
۲۹	۱-۱-۲- مقدمه
۳۰	۲-۱-۲- برخی از روش های سنتز پیرول
۳۴	۳-۱-۲- ارائه روش سنتزی جدید
۳۵	۴-۱-۲- بحث و نتیجه گیری
۴۰	۵-۱-۲- مکانیسم پیشنهادی
۴۱	۶-۱-۲- بخش تجربی
۴۱	۱-۶-۱-۲- دستگاهها و مواد شیمیایی

<sup>1</sup>Metallocarbene

صفحه	عنوان
۴۱	۲-۱-۶-۲- روش انجام آزمایش (به عنوان مثال ترکیب ۳a)
۴۲	۲-۱-۶-۳- داده های طیفی ترکیبات ۳a-j
<b>بخش دوم</b>	
سنتز ۱،۳-دی آریل کرومنو[۳،۴-c]-پیرازول-۴-(۳H)-اون ها	
۵۰	۲-۱-۲- مقدمه
۵۱	۲-۲-۲- برخی روش های سنتزی پیرازول ها
۵۵	۲-۲-۳- ارائه روش سنتزی جدید
۵۶	۲-۲-۴- بحث و نتیجه گیری
۶۰	۲-۲-۵- مکانیسم پیشنهادی
۶۱	۲-۲-۶- بخش تجربی
۶۱	۲-۲-۶-۱- دستگاهها و مواد شیمیایی
۶۱	۲-۲-۶-۲- روش عمومی سنتز آریل هیدرازونیل
۶۲	۲-۲-۶-۳- روش عمومی سنتز هیدرازونیل کلرید
۶۲	۲-۲-۶-۴- روش انجام آزمایش (به عنوان مثال ترکیب ۹a)
۶۲	۲-۲-۶-۵- داده های طیفی برای ترکیبات ۹a-g
<b>فصل سوم</b>	
سنتز کومارین های جدید با استفاده از سیستم دو کاتالیزوری پی پیریدین-ید	
۶۹	۳-۱-۱- مقدمه
<b>بخش اول</b>	
سنتز ۳-(۴-آلکیل-۵،۴-دی هیدروپیرولو[۱،۲-a]کینوکسالین-۴-یل)-۲H-کرومن-۲-اون ها	

صفحه	عنوان
۷۴	۱-۱-۳- آشنایی با پیرولو [a-۲,۱] کینوکسالیین ها
۷۵	۲-۱-۳- برخی از روش های سنتزی پیرولو [a-۲,۱] کینوکسالیین ها
۷۸	۳-۱-۳- ارائه روش سنتزی جدید
۷۸	۴-۱-۳- بحث و نتیجه گیری
۸۵	۵-۱-۳- مکانیسم پیشنهادی
۸۶	۶-۱-۳- بخش تجربی
۸۶	۱-۶-۱-۳- دستگاه ها و مواد شیمیایی
۸۶	۲-۶-۱-۳- روش انجام آزمایش (به عنوان مثال ترکیب ۳a)
۸۶	۳-۶-۱-۳- داده های طیفی برای ترکیبات ۸a-j
<b>بخش دوم</b>	
<b>سنتز ۲-آلکیل-۲-(۲-اکسو-۲H-کرومن-۳-ایل)-۳,۲-دی هیدرو-۴-(۱H)-کوبینازولینون</b>	
۹۷	۱-۲-۳- آشنایی با ۴-(۱H)-کوبینازولینون ها
۹۹	۲-۲-۳- روش های متنوع سنتز کوبینازولین ها
۹۹	۱-۲-۲-۳- استفاده از ۲-آمینو بنزآمید در سنتز کوبینازولین ها
۱۰۱	۲-۲-۲-۳- سنتز کوبینازولین ها با استفاده از ۲-آمینو پیریدین
۱۰۱	۳-۲-۲-۳- سنتز کوبینازولین ها با استفاده از نمک های دی آریل یدونیوم
۱۰۲	۳-۲-۳- روش سنتزی جدید
۱۰۲	۴-۲-۳- بحث و نتیجه گیری
۱۰۸	۵-۲-۳- مکانیسم پیشنهادی
۱۰۹	۶-۲-۳- بخش تجربی

صفحه	عنوان
۱۰۹	۳-۲-۶-۱- دستگاه ها و مواد شیمیایی
۱۱۰	۳-۲-۶-۲- روش انجام آزمایش (به عنوان مثال ترکیب Va)
۱۱۰	۳-۲-۶-۳- داده های طیفی ترکیبات Va-h

## فصل سوم

استفاده از حدواسط ۳- استواستیل کومارین در سنتز برخی مشتقات جدید

### کومارین

#### بخش اول

سنتز [(۲,۱-دی هیدرو-۳H-پیرول-۴-ایل) کربونیل]-۲H-۲-کرومن-۲-اون ها

۱۱۹	۴-۱-۱- مقدمه
۱۲۴	۴-۱-۲- روش سنتزی جدید
۱۲۴	۴-۱-۳- بحث و نتیجه گیری
۱۳۲	۴-۱-۴- مکانیسم پیشنهادی
۱۳۳	۴-۱-۵- بخش تجربی
۱۳۳	۴-۱-۵-۱- دستگاهها و مواد شیمیایی
۱۳۴	۴-۱-۵-۲- روش انجام آزمایش برای سنتز ترکیبات ۴ (به عنوان مثال ترکیب Fa)
۱۳۴	۴-۱-۵-۳- داده های طیفی ترکیبات Fa-d، ۵b و ۶a

#### بخش دوم

سنتز کومارین های دارای گروه (۲,۱-دی هیدرواینونو[۲,۱-b-پیرول]) با استفاده از

### حدواسط انامین کومارین

۱۴۰	۴-۲-۱- مقدمه
-----	--------------

صفحه	عنوان
۱۴۲	۴-۲-۲- روش سنتزی جدید
۱۴۳	۴-۲-۳- بحث و نتیجه گیری
۱۴۸	۴-۲-۴- مکانیسم پیشنهادی
۱۴۹	۴-۲-۵- بخش تجربی
۱۴۹	۴-۲-۵-۱- دستگاهها و مواد شیمیایی
۱۴۹	۴-۲-۵-۲- روش سنتز ترکیبات <b>۸a-g</b> (به عنوان مثال ترکیب <b>۸a</b> )
۱۵۰	۴-۲-۵-۳- داده های طیفی ترکیبات <b>۸a-g</b>

## فصل پنجم

استفاده از ایمینوکرومن-۳-کربونیتریل ها در سنتز برخی هتروسیکل های جدید

۱۵۸	۵-۱- مقدمه
-----	------------

### بخش اول

سنتز *N*-آریل-۳-اکسو کرومنو[۲,۳-*c*]-پیرازول-۲-*H*(۳)-کربوتیو آمیدها

۱۶۳	۵-۱-۱- مقدمه ای بر آریل تیوسمی کربازیدها
۱۶۴	۵-۱-۲- ارائه روش سنتزی جدید
۱۶۵	۵-۱-۳- بحث و نتیجه گیری
۱۷۰	۵-۱-۴- مکانیسم پیشنهادی
۱۷۲	۵-۱-۵- بخش تجربی
۱۷۲	۵-۱-۵-۱- دستگاهها و مواد شیمیایی
۱۷۲	۵-۱-۵-۲- روش انجام آزمایش (به عنوان مثال ترکیب <b>۳a</b> )

صفحه	عنوان
۱۷۲	۵-۱-۳-۵- داده های طیفی برای ترکیبات ۳a-g
	بخش دوم
	سنتز مشتقات ۴-آریل-۱،۴-دی هیدروپیریدو[۱،۲-a] جوش خورده به هتروسیکل های نیتروژن دار
۱۷۸	۵-۲-۱- مقدمه ای بر کتن آمینال ها
۱۸۰	۵-۲-۲- ارائه روش سنتزی جدید
۱۸۱	۵-۲-۳- بحث و نتیجه گیری
۱۸۷	۵-۲-۴- مکانیسم پیشنهادی
۱۸۸	۵-۲-۵- بخش تجربی
۱۸۸	۵-۲-۱-۵- دستگاهها و مواد شیمیایی
۱۸۸	۵-۲-۲-۵- روش انجام آزمایش برای سنتز ترکیبات ۱۰ (به عنوان مثال ترکیب ۱۰a)
۱۸۹	۵-۲-۳-۵- داده های طیفی ترکیبات ۱۰a-f
	فصل ششم
	سنتز مشتقات ۴-آریلوکسی کومارین ها با استفاده از واکنش جفت شدن کربن-اکسیژن در مجاورت کاتالیزور مس (II)
۱۹۵	۶-۱- مقدمه
۱۹۶	۶-۲- کاربرد فلز مس در واکنش های جفت شدن
۱۹۹	۶-۳- روش سنتزی جدید
۲۰۰	۶-۴- بحث و نتیجه گیری
۲۰۶	۶-۵- بخش تجربی



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۰۶	۶-۵-۱- دستگاهها و مواد شیمیایی
۲۰۶	۶-۵-۲- روش انجام آزمایش برای سنتز ترکیبات ۲ (به عنوان مثال ترکیب ۲a)
۲۰۷	۶-۵-۳- داده های طیفی ترکیبات ۲a-f
۲۱۳	منابع

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۲	شمای ۱-۱ معرفی ساختار کرومن و ایزوکرومن
۳	شمای ۲-۱ ساختار برخی از مهمترین داروها با اسکلت کرومن
۴	شمای ۳-۱ ساختار برخی از مهمترین داروها با اسکلت کرومن
۴	شمای ۴-۱ کاربرد کرومن ها به عنوان شناساگر اسید-باز
۵	شمای ۵-۱ ساختارهای پیشنهاد شده برای کومارین
۶	شمای ۶-۱ برخی داروهای دارای ساختار کومارین
۷	شمای ۷-۱ سنتز کومارین با استفاده از واکنش پرکین
۸	شمای ۸-۱ سنتز کومارین با استفاده از واکنش بین آلدهید-های غیر اشباع و سالیسیل آلدهید-ها
۸	شمای ۹-۱ سنتز کومارین با استفاده از واکنش بین نیتروآلکن ها و سالیسیل آلدهید-ها
۹	شمای ۱۰-۱ سنتز کومارین با استفاده از واکنش تراکم نووناگل
۹	شمای ۱۱-۱ سنتز کرومن ها توسط واکنش اولفین متاتز
۱۰	شمای ۱۲-۱ سنتز کرومن ها توسط واکنش آلکین-کربونیل متاتز
۱۰	شمای ۱۳-۱ سنتز کومارین ها با استفاده از واکنش اولفین متاتز
۱۱	شمای ۱۴-۱ سنتز کرومن ها توسط واکنش پتاسیس
۱۲	شمای ۱۵-۱ مکانیسم سنتز کرومن ها توسط واکنش پتاسیس
۱۲	شمای ۱۶-۱ سنتز کرومن ها با استفاده از واکنش [۴+۲]
۱۳	شمای ۱۷-۱ مکانیسم سنتز کرومن ها توسط واکنش حلقه زایی [۴+۲]
۱۴	شمای ۱۸-۱ سنتز کرومن ها توسط واکنش فنول ها و آلکن دی سیانید ها
۱۴	شمای ۱۹-۱ سنتز کرومن ها توسط واکنش ایزوسیانیدها
۱۴	شمای ۲۰-۱ مکانیسم سنتز کرومن ها توسط واکنش ایزوسیانیدها
۱۵	شمای ۲۱-۱ سنتز کومارین با استفاده از واکنش پکمن

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۶	شمای ۱-۲۲ سنتز کومارین با استفاده از واکنش پکمن-دویسبرگ
۱۶	شمای ۱-۲۳ سنتز کومارین با استفاده از واکنش تراکمی فنول ها و استرهای سیانواستیک اسید
۱۷	شمای ۱-۲۴ سنتز کومارین توسط استرهای آریل پروپیولات
۱۷	شمای ۱-۲۵ سنتز کومارین با استفاده از واکنش بین فنول ها و آلکیل پروپیولات در مجاورت پالادیوم
۱۸	شمای ۱-۲۶ سنتز کومارین با استفاده از واکنش بین اورتو-یدوفنول و استرهای غیر اشباع
۱۸	شمای ۱-۲۷ سنتز کومارین با استفاده از واکنش بین فنول ها و آلکیل آکریلات ها در مجاورت پالادیوم
۱۹	شمای ۱-۲۸ سنتز کومارین با استفاده از واکنش بین مشتقات فنول یا آنیسول با آلن ها
۱۹	شمای ۱-۲۹ مکانیسم سنتز کومارین ها با استفاده از آلن ها
۲۱	شمای ۱-۲۴ سنتز کرومن ها توسط متالوکاربن ها
۲۱	شمای ۱-۲۵ سنتز کومارین ها با استفاده از پروپارژیل وینیل اترها
۲۳	شمای ۱-۲۶ تهیه پیرولیدینوکومارین ها با استفاده از آزومتین ایلیدها
۲۳	شمای ۱-۲۷ مکانیسم تهیه پیرولیدینوکومارین ها با استفاده از آزومتین ایلیدها
۲۴	شمای ۱-۲۸ تهیه پیریدوکومارین ها با استفاده از اثر آمین نوع سوم
۲۴	شمای ۱-۲۹ مکانیسم تهیه پیریدوکومارین ها با استفاده از اثر آمین نوع سوم
۲۵	شمای ۱-۳۰ تهیه کومارینوپیریدین-۴-اون ها با استفاده از مشتقات اتیلن
۲۵	شمای ۱-۳۱ سنتز کومارینوکومارین توسط واکنش ۴-هیدروکسی کومارین با اورتو-هالوبنزوئیک اسید
۲۹	شمای ۱-۱-۲ ساختمان برخی از پیرول های طبیعی دارای خاصیت بیولوژیکی
۳۰	شمای ۲-۱-۲ سنتز پیرول به روش نوور
۳۰	شمای ۲-۱-۳ سنتز پیرول به روش پال
۳۱	شمای ۲-۱-۴ سنتز پیرول به روش هانش
۳۱	شمای ۲-۱-۵ سنتز پیرول به روش نوور بهبود یافته

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳۲	شمای ۱-۲-۸ سنتز پیروول با استفاده از واکنش های چند جزئی
۳۳	شمای ۱-۲-۹ سنتز پیروول با استفاده از واکنش های جفت شدن
۳۴	شمای ۱-۲-۱۰ مکانیسم سنتز پیروول با استفاده از واکنش های جفت شدن
۳۵	شمای ۱-۲-۱۱ سنتز ۲-آسیل کرومنو[۳,۴-c]-پیروول-۴(۲H)-اون ها
۳۷	شمای ۱-۲-۱۲ طیف Mass ترکیب ۳a
۳۸	شمای ۱-۲-۱۳ طیف FT-IR ترکیب ۳a
۳۸	شمای ۱-۲-۱۴ طیف <sup>1</sup> H-NMR ترکیب ۳a
۳۹	شمای ۱-۲-۱۵ طیف <sup>13</sup> C-NMR ترکیب ۳a
۴۰	شمای ۱-۲-۱۶ نمودار ORTEP ترکیب ۳d
۴۰	شمای ۱-۲-۱۷ مکانیسم پیشنهادی برای انجام واکنش
۵۰	شمای ۱-۲-۲ ساختار برخی از پیرازول های دارای خواص داروئی
۵۱	شمای ۲-۲-۲ برخی از ۳,۱-دی الکترون دوست های مورد استفاده در سنتز پیرازول ها
۵۲	شمای ۲-۲-۳ سنتز پیرازول ها به روش نوور
۵۲	شمای ۲-۲-۴ سنتز پیرازول ها با استفاده از انون ها و اکسنده دی استوکسی یدوبنزن
۵۲	شمای ۲-۲-۵ سنتز پیرازول ها با استفاده از انون ها و اکسنده دی اکسید منگنز
۵۳	شمای ۲-۲-۶ سنتز پیرازول ها با استفاده از انین ها
۵۳	شمای ۲-۲-۷ سنتز پیرازول ها توسط کتن دی تیواستال ها
۵۳	شمای ۲-۲-۸ سنتز پیرازول ها توسط $\beta$ -آمینو انون ها
۵۴	شمای ۲-۲-۹ سنتز پیرازول ها توسط دیازوالکان ها
۵۴	شمای ۲-۲-۱۰ سنتز پیرازول ها توسط حدواسط نیتریل ایمین ها