

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



بسمتعالی

تأیید اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیأت داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم مرضیه حسین آبادی رشته شیمی آلی تحت عنوان " سنتز و شناسایی پیرولو پیرازین ها و ترکیبات هتروسیکل جدید با استفاده از حدواسط های انامینی " را از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آن را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد و برگزاری جلسه دفاعیه در تاریخ ۱۳/۱۰/۱۳۹۳ مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱ - استاد راهنما	دکتر عبدالعلی علیزاده	دانشیار	
۲ - استاد ناظر داخلی	دکتر عیسی یآوری	استاد	
۳ - استاد ناظر داخلی	دکتر یدانه یمنی	استاد	
۴ - استاد ناظر خارجی	دکتر ایوب بازگیر	دانشیار	
۵ - نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر یدانه یمنی	استاد	

آیین نامه 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 اساتید که لازمه شکرگزاری 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 پایان نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی یا هم‌نامگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و فرآورده‌های حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ 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 پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه/ رساله نیز منتشر می شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا اثر ویژه (اثر هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و لمپان) حاصل از نتایج پایان نامه/ 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 آیین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره های ملی، منطقه ای و بین المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با هم‌نامگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۲/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۲ در هیأت رئیسه دانشگاه به

تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۲/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم الاجرا است.

اینجانب م. حسین ابراهیمیان دانشجوی رشته سرمیالژی ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۱

مقطع کارشناسی ارشد دانشکده فلسفه متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در

مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود

رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آیین نامه فوق الاشعار به دانشگاه و کالت و نمایندگی می دهم 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

حاصل بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراضی را از خود سلب نمودم.

امضاء: م. حسین ابراهیمیان

تاریخ: ۱۳۸۴/۱/۴

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 پایان نامه کارشناسی ارشد / رشته دکتری نگارنده در رشته **سیمیالگی** است که در سال **۱۳۹۳** در دانشکده **علوم پایه** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم اجناب آقای دکتر **عبدالهادی کلزار**، مشاوره سرکار خانم اجناب آقای دکتر — و مشاوره سرکار خانم اجناب آقای دکتر — 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 ۲، ۵۰٪ پهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیبه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت پهای 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، تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب **مرضیه حسینی اباباری** دانشجوی رشته **سیمیالگی** متعلق **گروه سیمیالگی** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی **مرضیه حسینی اباباری**

تاریخ و امضا

۹۴/۱۱/۴



دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی آلی

عنوان:

سنتز و شناسایی پیرولوپیرازین‌ها و ترکیبات هتروسیکل جدید با استفاده از حدواسط‌های

انامینی

ارائه دهنده:

مرضیه حسین آبادی

استاد راهنما:

دکتر عبدالعلی علیزاده

دی ماه ۱۳۹۳

تقدیم به

خدایی که آفرید

جهان را، انسان را، عقل را، علم را، معرفت را، عشق را

و به کسانی که عشقشان را در وجودم دمید.

به مهربان فرشتگانی که

لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه‌های یکتا

و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آنهاست.

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پرمهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم

به اسطوره زندگیم و پناه خستگیم، صبر ایوب همسرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره‌ای از دریای بی‌کران مهربانی تان

را سپاس نتوانم بگویم. امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شماست. گران

سنگ تر از این ارزان نداشتم تا به خاک پایتان نثار کنم، باشد که حاصل تلاشم نسیم گونه غبار

خستگیتان را بزداید.

بوسه بر دستان پرمهرتان

تشکر

سپاس خدای را که سخنوران در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت‌های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند و سلام و دورد بر محمد و خاندان پاک او

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه‌ی او با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم. اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می‌کند و سلامت امانت‌هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب " من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ و جلّ"

از استاد عزیز و شایسته جناب آقای دکتر عبدالعلی علیزاده که در کمال سعه صدر با فروتنی و زحمات‌های فراوان از هیچ کمکی به من دریغ نوزیدند تشکر و قدردانی می‌کنم. باشد که قدردان زحمات ایشان باشم.

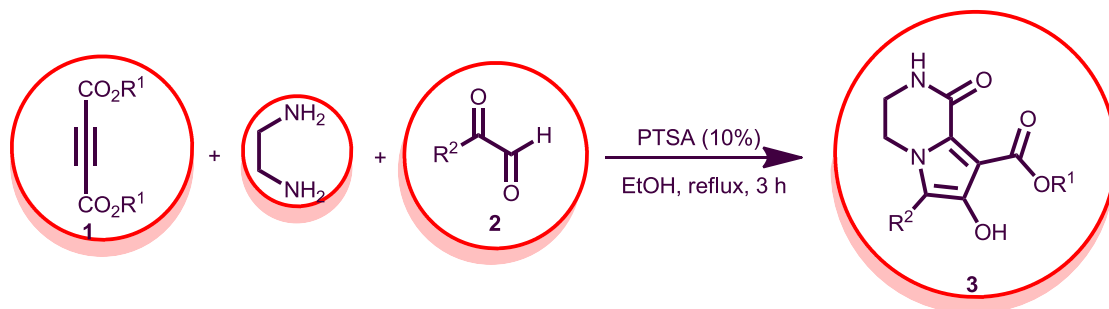
از پدر و مادر عزیزم این دو معلم بزرگوام که همواره بر کوتاهی و درستی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت‌هایم گذشته اند و در تمام عرصه‌های زندگی یار و یآوری بی چشم داشت برای من بوده اند تشکر و قدردانی می‌کنم.

از همسر عزیزم که سایه مهربانیش سایه سار زندگیم می‌باشد، او که اسوه صبر و تحمل بوده و مشکلات مسیر را برایم تسهیل نمود تشکر می‌کنم.

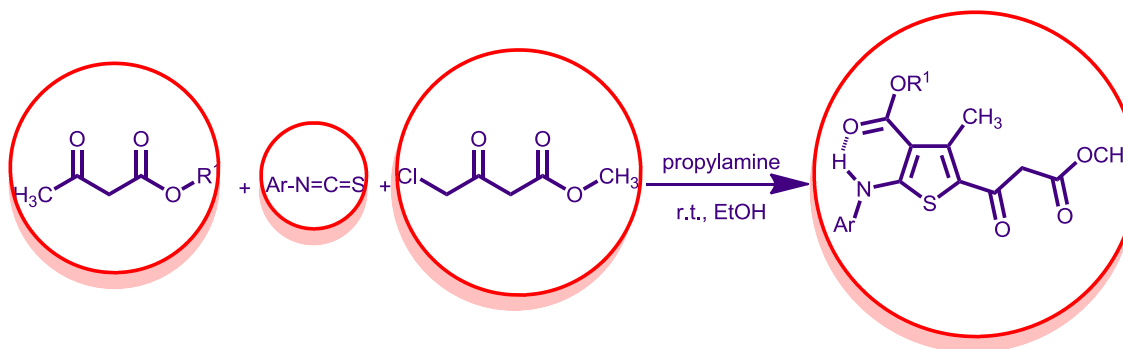
از تمامی دوستان و هم کلاسی‌های عزیزم که در طول این مدت افتخار آشنایی و مصاحبت آن‌ها را داشتم و از کمک‌های بی دریغشان تشکر می‌کنم.

چکیده

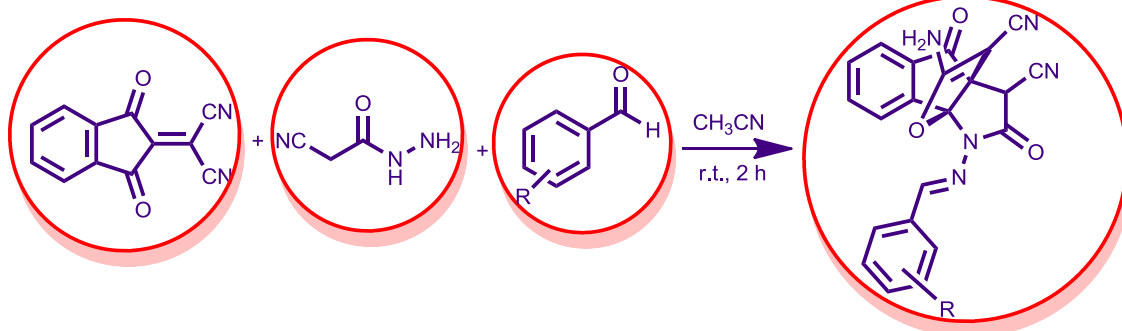
در راستای اهداف تحقیق، نظر به سنتز و شناسایی برخی هتروسیکل‌ها با استفاده از آریل گلی اکسال‌ها، واکنش سه جزیی دی آلکیل استیلن دی کربوکسیلات‌ها، اتیلن دی آمین و آریل گلی اکسال طراحی شد که در مجاورت کاتالیست پاراتولوئن سولفونیک اسید و حلال اتانول انجام گرفت و منجر به سنتز مشتقات پیرولو[۱،۲-*a*]پیرازین با بازدهی مناسب شد.



در ادامه کار جهت گسترش دامنه تحقیقات، واکنش چهار جزیی شامل پروپیل آمین، β -کتواسترها، آریل ایزوتیوسیانات‌ها و متیل-۴-کلرو استواسات در دمای محیط و حلال اتانول مورد بررسی قرار گرفت که طی واکنش مشتقات تیوفن با بازده مناسب حاصل شد.



و همچنین در راستای سنتز هتروسیکل‌های جدید، واکنش ۲-سیانو استوهیدرازید و بنزالدهید را با ۲-(۱-اکسو-۱H-ایندن-۲(۳H)-یلیدن)-مالونونیتریل در دمای محیط و در حلال استونیتریل مورد بررسی قرار گرفت و مشتقات جدیدی از ترکیبات پروپلان با بازده مناسب سنتز شد.



کلمات کلیدی: دی آلکیل استیلن دی کربوکسیلات، اتیلن دی آمین، آریل گلی اگسال، پیرولو[۱،۲-*a*]پیرازین، آریل ایزوتیوسیانات، β -کتواستر، متیل-۴-کلرو استواستات، تیوفن، سیانو استوهیدرازید، ۲-(*E*)-سیانو-*N'*-(۴-متیل بنزیلیدن)استوهیدرازید، ۲-(۱،۳-دی اکسو-۱*H*-ایندن-۲(۳*H*))-یلیدن-

مالونیتریل و اکسا-آزا[۳.۳.۳]پروپلان

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
فصل اول	
۱	ترکیبات هتروسیکل و واکنش‌های چند جزئی
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- خواص و کاربردهای ترکیبات هتروسیکل
۶	۳-۱- طبقه‌بندی، واکنش‌پذیری و سنتز ترکیبات هتروسیکل
۶	۱-۳-۱- هتروسیکل‌های غیر آروماتیک
۶	۲-۳-۱- هتروسیکل‌های آروماتیک
۸	۱-۲-۳-۱- هتروسیکل‌های پنج‌عضوی با شش الکترون π
۹	۲-۲-۳-۱- هتروسیکل‌های شش‌عضوی با شش الکترون π
۱۱	۴-۱- سنتز ترکیبات هتروسیکل با استفاده از واکنش‌های چند جزئی
۱۱	۵-۱- استفاده از حد واسط‌ها در سنتز ترکیبات هتروسیکل
۱۱	۱-۵-۱- انامین‌ها
۱۲	۲-۵-۱- ایمیدوویل کلرید و هیدرازونوویل کلرید
۱۲	۳-۵-۱- N -آسیل آزینیوم
۱۹	فصل دوم
۱۴	سنتز پیرولو[$a-2,1$]پیرازین
۱۵	۱-۲- مقدمه
۱۵	۲-۲- پیرول
۱۱۵	۱-۲-۲- سنتز پیرول
۱۶	۲-۲-۴-۲- کاربرد پیرول

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۷	۳-۲- مشتقات پیرول
۱۷	۱-۳-۲- پیرولو [a-۲, ۱] پیرازین و کاربرد آن
۲۰	۴-۲- سنتز مشتقات پیرولو [a-۲, ۱] پیرازین
۲۱	۱-۴-۲- روش سنتزی جدید
۲۲	۲-۴-۲- بحث و نتیجه‌گیری
۲۷	۳-۴-۲- مکانیسم پیشنهادی
۲۸	۵-۲- بخش تجربی
۲۸	۲-۵-۲- روش انجام آزمایش (به عنوان مثال ترکیب ۳f)
۲۸	۲-۵-۲- دستگاه‌ها و مواد شیمیایی
۲۸	۳-۵-۲- داده‌های طیفی ترکیبات ۳a-f
فصل سوم	
۳۴	سنتز تیوفن با استفاده از حدواسط β -آمینو α, β -غیراشباع استر
۳۵	۱-۳- مقدمه
۳۵	۲-۳- تاریخچه و کاربردهای تیوفن
۳۷	۳-۳- سنتز تیوفن
۳۷	۱-۳-۳- سنتز پال-نور
۳۸	۲-۳-۳- سنتز فیسلمن
۳۹	۳-۳-۳- سنتز گیوالد
۴۱	۴-۳-۳- سنتز هینزبرگ
۴۱	۵-۳-۳- روش‌های صنعتی سنتز تیوفن

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۲	۳-۳-۴- واکنش‌های تیوفن
۴۲	۳-۴-۱- واکنش با عوامل اکسنده
۴۴	۳-۴-۲- واکنش با هسته دوست‌ها
۴۳	۳-۴-۳- واکنش با الکترون دوست‌ها
۴۳	۳-۴-۱- آسیلاسیون
۴۳	۳-۴-۲- سولفون دار کردن
۴۳	۳-۴-۳- نیتراسیون
۴۴	۳-۴-۴- هالوژن دار کردن
۴۴	۳-۴-۵- تراکم با آلدهیدها و کتون‌ها
۴۵	۳-۵-۱- روش سنتزی جدید
۴۵	۳-۵-۲- بحث و نتیجه گیری
۵۰	۳-۵-۳- مکانیسم پیشنهادی
۵۱	۳-۵-۴- بخش تجربی
۵۱	۳-۵-۴-۱- دستگاه‌ها و مواد شیمیایی
۵۱	۳-۵-۴-۲- روش انجام آزمایش (به عنوان مثال ترکیب ۴b)
۵۱	۳-۵-۶-۳- داده‌های طیفی برای ترکیبات ۴a-i
فصل چهارم	
۶۰	سنتز ترکیبات اکسا-آزا[۳.۲.۳] پروپلان
۶۱	۴-۱- مقدمه
۶۱	۴-۲- تاریخچه و کاربرد پروپلان‌ها

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶۴	۳-۴- سنتز ترکیبات پروپلان
۶۵	۴-۳-۱- حلقه زایی دیلز-آلدر
۶۶	۴-۳-۲- کاتالیست منگنز
۶۶	۴-۳-۳- دیگر روش‌های سنتز پروپلان‌ها
۶۶	۴-۴- ارائه روش سنتزی جدید
۶۷	۴-۴-۱- بحث و نتیجه‌گیری
۷۲	۴-۴-۲- مکانیسم پیشنهادی
۷۲	۴-۴-۳- بخش تجربی
۷۲	۴-۴-۱- دستگاه‌ها و مواد شیمیایی
۷۲	۴-۴-۲- روش انجام آزمایش برای سنتز ترکیب ۲a
۷۳	۴-۴-۳- داده‌های طیفی ترکیبات ۲a-f
۷۹	منابع و مراجع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
فصل اول	
۳	شمای ۱-۱ ساختار هم و کلروفیل a
۳	شمای ۲-۱ ساختار ویتامین‌ها
۴	شمای ۳-۱ ساختار آمینو اسیدهای هتروسیکل
۴	شمای ۴-۱ مریلاکتون
۵	شمای ۵-۱ پیریدوبنزآمیدازول
۵	شمای ۶-۱ مشتقات ایندول و پیریمیدین
۵	شمای ۷-۱ ساختار تورومتین و پیروکسیکام
۶	شمای ۸-۱ ساختار سیتریزین و لوراتادین
۸	شمای ۹-۱ واکنش پال-نور
۸	شمای ۱۰-۱ هتروسیکل‌های پنج عضوی آروماتیک شامل اتم نیتروژن
۹	شمای ۱۱-۱ واکنش کلی سنتز هانش
۹	شمای ۱۲-۱ واکنش ایده‌آل
۱۲	شمای ۱۳-۱ انامین‌ها
۱۲	شمای ۱۴-۱ واکنش با انامین‌ها
۱۲	شمای ۱۵-۱ مکانیسم واکنش با انامین‌ها
۱۳	شمای ۱۶-۱ حد واسط N -آلکیل بنز ایمیدوبیل کلرید در واکنش سه جزیی
۱۳	شمای ۱۷-۱ هیدرازونوبیل کلرید در واکنش سه جزیی
۱۴	شمای ۱۸-۱ حد واسط N -آسیل آزینیوم در واکنش از نوع اوگی
۱۳	شمای ۱۹-۱ سنتز تک ظرفی پیریمیدو ایزو کینولین

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
	فصل دوم
۱۵	شمای ۱-۲ ساختار پیرول
۱۶	شمای ۲-۲ سنتز پال-نور
۱۶	شمای ۳-۲ سنتز هانش
۱۷	شمای ۴-۲ پیرول نیتترین
۱۷	شمای ۵-۲ نقش کاتالیستی پیرول
۱۸	شمای ۶-۲ گیرنده‌های آنتی گونیست
۱۸	شمای ۷-۲ ترکیبات طبیعی پیرولوپای پیرازینون
۱۹	شمای ۸-۲ محصولات طبیعی دارای اسکلت پیرولوپیرازین
۲۰	شمای ۹-۲ پرهیدروپیرولو [a-۲,۱] پیرازین داروی ضد تشنج
۲۰	شمای ۱۰-۲ رانیرستات
۲۰	شمای ۱۱-۲ سنتز ۲-متیل-۱-پیرولو [a-۲,۱] پیرازین
۲۱	شمای ۱۲-۲ سنتز حلقه پیرولو [a-۲,۱] پیرازین
۲۱	شمای ۱۳-۲ مکانیسم سنتز حلقه پیرولو [a-۲,۱] پیرازین
۲۲	شمای ۱۴-۲ سنتز ترکیب پیرولو [a-۲,۱] پیرازین
۲۶	شمای ۱۵-۲ طیف Mass ترکیب ۳f
۲۴	شمای ۱۶-۲ طیف FT-IR ترکیب ۳f
۲۵	شمای ۱۷-۲ طیف ¹ H-NMR ترکیب ۳f
۲۶	شمای ۱۸-۲ طیف باز شده ¹ H-NMR ترکیب ۳f
۲۶	شمای ۱۹-۲ طیف باز شده ¹ H-NMR ترکیب ۳f

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۲۷	شمای ۲-۲۰ طیف $^{13}\text{C-NMR}$ ترکیب ۳f
۲۸	شمای ۲-۲۱ مکانیسم سنتز پیرولو [a-۲,۱]پیرازین
فصل سوم	
۳۵	شمای ۳-۱ ساختار تیوفن
۳۶	شمای ۳-۲ ساختاری از تیوفن با خاصیت دارویی ضد میکروبی
۳۷	شمای ۳-۳ ساختار پیریمیدینو تیوفن
۳۷	شمای ۳-۴ ساختاری با خاصیت ضد حساسیت
۳۷	شمای ۳-۵ سوپروفن
۳۸	شمای ۳-۶ استفاده از تیوفن در سنتز ترکیبات ضد سرطان
۳۸	شمای ۳-۷ سنتز پال
۳۸	شمای ۳-۸ معرف لوسیون
۳۸	شمای ۳-۹ مکانیسم واکنش سنتز پال
۳۸	شمای ۳-۱۰ سنتز فیسلمن
۴۰	شمای ۳-۱۱ مکانیسم واکنش سنتز فیسلمن
۴۰	شمای ۳-۱۲ سنتز گیوالد
۴۱	شمای ۳-۱۳ مکانیسم واکنش سنتز گیوالد
۴۱	شمای ۳-۱۴ سنتز هینزبرگ
۴۲	شمای ۳-۱۶ سنتز صنعتی تیوفن با استفاده از استیلن
۴۲	شمای ۳-۱۷ سنتز صنعتی تیوفن با استفاده از سدیم سوکسینات
۴۳	شمای ۳-۱۸ واکنش با هسته دوست‌ها

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۴۳	شمای ۳-۱۹ آسیلاسیون تیوفن
۴۳	شمای ۳-۲۰ سولفون دار کردن تیوفن
۴۴	شمای ۳-۲۱ نیتراسیون تیوفن
۴۴	شمای ۳-۲۲ هالوژن دار کردن تیوفن
۴۵	شمای ۳-۲۳ تراکم با آلدهیدها و کتون ها
۴۵	شمای ۳-۲۴ روش سنتزی جدید حلقه تیوفن
۴۷	شمای ۳-۲۵ طیف Mass ترکیب ۴b
۴۷	شمای ۳-۲۶ طیف FT-IR ترکیب ۴b
۴۸	شمای ۳-۲۷ طیف ¹ H-NMR ترکیب ۴b
۴۸	شمای ۳-۲۸ طیف باز شده ¹ H-NMR ترکیب ۴b
۴۹	شمای ۳-۲۹ طیف ¹³ C-NMR ترکیب ۴b
۴۹	شمای ۳-۳۰ ساختار کریستالی ترکیب ۴b
۵۰	شمای ۳-۳۰ مکانیسم واکنش سنتز تیوفن
فصل چهارم	
۶۰	شمای ۴-۱ ساختار ترکیبات پروپلان
۶۱	شمای ۴-۲ ساختار [۲.۴.۴] پروپلان
۶۱	شمای ۴-۳ ترکیبات طبیعی، شامل حلقه پروپلان
۶۲	شمای ۴-۴ آلکالوئیدهایی با ساختار پروپلانی
۶۲	شمای ۴-۵ ساختار سالینوسپرامید
۶۲	شمای ۴-۶ ساختار پلاتنسیمایسین

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۶۳	شمای ۴-۷ سنتز ترکیبات پروپلان با استفاده از واکنش‌های دیلز-آلدر
۶۳	شمای ۴-۸ سنتز ترکیبات پروپلان با استفاده از کاتالیست منگنز
۶۴	شمای ۴-۹ مکانیسم سنتز ترکیبات پروپلان با استفاده از کاتالیست منگنز
۶۴	شمای ۴-۱۰ سنتز ترکیبات پروپلان با استفاده از دی آلکیل استیلن دی کربوکسیلات
۶۵	شمای ۴-۱۱ سنتز ترکیبات پروپلان با استفاده از آریل ایزوتیوسیانات
۶۵	شمای ۴-۱۲ سنتز ترکیبات پروپلان با استفاده از انامین
۶۶	شمای ۴-۱۳ سنتز ترکیبات پروپلان جدید
۶۶	شمای ۴-۱۴ طیف Mass ترکیب ۲a
۶۸	شمای ۴-۱۵ طیف FT-IR ترکیب ۲a
۶۹	شمای ۴-۱۶ طیف ¹ H-NMR ترکیب ۲a
۶۹	شمای ۴-۱۷ طیف باز شده ¹ H-NMR ترکیب ۲a
۷۰	شمای ۴-۱۸ طیف ¹³ C-NMR ترکیب ۲a
۷۰	شمای ۴-۱۹ طیف باز شده ¹³ C-NMR ترکیب ۲a
	شمای ۴-۲۰ ساختار کریستالی ترکیب ۲e
۷۱	شمای ۴-۲۰ مکانیسم سنتز مشتقات اکسا-آزا[۳.۳.۳] پروپلان

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۲۳	جدول ۱-۲ بهینه سازی شرایط واکنش سنتز مشتقات پیرولو [۱, ۲-a] پیرازین
۲۳	جدول ۲-۲ سنتز مشتقات پیرولو [۱, ۲-a] پیرازین
۴۶	جدول ۲-۳ بهینه سازی شرایط واکنش سنتز مشتقات تیوفن
۴۶	جدول ۲-۳ سنتز مشتقات تیوفن
۶۷	جدول ۱-۴-۴ بهینه سازی شرایط واکنش سنتز مشتقات اکسا-آزا [۳.۳.۳]-پروپلان
۶۷	جدول ۲-۴-۴ سنتز مشتقات اکسا-آزا [۳.۳.۳] پروپلانی

فصل اول

ترکیبات هتروسیکل و واکنش‌های

چند جزئی