



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده علوم پایه، گروه شیمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش: شیمی آلی

عنوان:

**بررسی ساخت مشتقات کامازولین با استفاده از ترکیبات کربونیلی آلیفاتیک
و مطالعه اثر استخلافات کامازولین بر روی میتوتیک اسپیندل**

استاد راهنما:

دکتر مهشید نیکپور نزهتی

استاد مشاور:

دکتر غلامحسین ریاضی

پژوهشگر:

زهرا ثروتی

تابستان 1391

تقدیم به :

بهیاستعبیر عظیموان سانشاناز کلمه ایشارواز خود گذشتگی، بهیاس -

عاطفهر شارو گرمایامید بخش وجودشانکه در این سردترین روز گاران ، بهترین پشتیبان

- استوبه سپاس محبت های بیدریغشان که هرگز فروکش نمی کند، این مجموعه را به

پدر و مادر عزیزم و همسر مهربانم تقدیم میکنم.

تشکر و قدردانی :

- بر خود میدانم که از حمایت بد ریخ، تلاش های بی وقفه و راهنمایی های ارزشمند استاد گرامی
 - سرکار خانم دکتر مهشید نیکپور نزهتیکهدر راستای انجام این پروژه در طول یکسال و نیم گذشته
 - با صبر و شکیبایی فراوان همواره حامی و پشتیبان من بودند صمیمانه تشکر و قدر دانم میم. همچنین
 - از زحمات استاد ارجمند جناب آقای دکتر غلامحسین ریاضیکه ————— با راهنمایی های
 - ارزشمند خود در راهگشایی این جانب بودند و همچنین از آقای صدوقیو پر سنلمحترم آرمایشگاه به ویژه
 - سرکار خانم ساعدیکمالتشکر و سپاسگزارم ایدارم و آرزوی توفیق و رفاه و نبرای این عزیزان
- مینمایم.

در خاتمه خدمت از تمام مید و ستانیکه به نحویدر پیشبرد این پروژه هشتنقش داشت ————— هاند، مراتب

قدر دانم خویش را تقدیم می دارم.

بسمه تعالی

تعهد نامه اصالت پایان نامه کارشناسی ارشد

اینجانب زهرا ثروتی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته شیمی آلی به شماره دانشجویی 89066996800 اعلام

مینمایم که کلیه مطالب مندرج در این پایان نامه با عنوان: بررسی ساخت مشتقات کامازولین با استفاده از

ترکیبات کربونیلی آلیفاتیک و مطالعه اثر استخلافات کامازولین، حاصل کار پژوهشی خود بوده و چنانچه

دستاوردهای پژوهشی دیگران را مورد استفاده قرار داده باشم، طبق ضوابط و رویه‌های جاری، آنرا ارجاع داده و

در فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده ام. علاوه بر آن تاکید مینمایم که این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ

- مدرک هم سطح، پایتتر یا بالاتر ارائه نشده و چنانچه در هر زمان خلاف آن ثابت شود، بدینوسیله متعهد می

شوم، در صورت ابطال مدرک تحصیلیام توسط دانشگاه، بدون کوچکترین اعتراض آنرا بپذیرم.

تاریخ و امضاء

بسمه تعالی

درتاریخ: 1391/6/29

زهرا ثروتی

دانشجوی کارشناسی ارشد آقای / خانم

19 ، بحروف : نوزده تمام

از پایان نامه خود دفاع نموده وبا نمره

وبا درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت .

امضاء استاد راهنما

فرم اطلاعات پایان نامه های کارشناسی ارشد

دانشکده علوم پایه

| | |
|--|--|
| <p>کد شناسایی پایان نامه : 10130308902002</p> | <p>نام واحد دانشگاهی : تهران مرکزی کد واحد : 101</p> |
| <p>سال و نیمسال اخذ پایان نامه : نیمسال اول 90-91 رشته تحصیلی : شیمی آلی</p> | <p>نام و نام خانوادگی دانشجو: زهرا ثروتی شماره دانشجویی: 89066996800</p> |
| <p>عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد: بررسی ساخت مشتقات کامازولین با استفاده از ترکیبات کربونیلی آلیفاتیک و مطالعه اثر استخلافات کامازولین بر روی میتوتیک اسپیندل</p> | |
| <p>نام و نام خانوادگی استاد راهنما: مهشید نیکپورنزهتی نام و نام خانوادگی استاد مشاور: غلامحسین ریاضی</p> | |
| <p>نمره پایان نامه دانشجو(از 18 نمره) به عدد: 18 به حروف: هجده نمره نمره مقاله دانشجو(از 2 نمره) به عدد: 1 به حروف: یک نمره</p> | <p>تعداد واحد پایان نامه: 6 واحد تاریخ صدور کد شناسایی: 1391/2/27 تاریخ دفاع از پایان نامه : تاریخ ارائه مقاله :</p> |

چکیده پایان نامه (شامل خلاصه، اهداف، روش های اجرا و نتایج به دست آمده):

کامازولین ترکیبی است که از تغییر شکل کامازولین کربوکسیلیک اسید موجود در اسانس آبی رنگ استخراج شده از گلهای بابونه بدست میآید. فعالیت آنتیباکتریالی کامازولین به عنوان یک مشتق طبیعی از آزلون بسیار حائز اهمیت است. کاری که مانجام دادیم به مراحل برای سنتز مشتقات جدید کامازولین که در آنها کامازولین با برخی از ترکیبات کربونیلی دارای پیوندهای غیراشباع کانژوگه و یا گروه هیدروکسیل واکنش میدهد، وابسته میباشد. ما روشهای استخراج را برای جداسازی کامازولین از گلهای بابونه بکار بردیم، سپس کامازولین بدست آمده را با گلوٹاکونیدیاآلدئید در متانول و در حضور پرکلریک اسید واکنش دادیم تا جامد بنفش - سیاه رنگی که مخلوطی از دو ترکیب (A) و (B) بود، بدست آمد. بر اساس دادههای اسپکتروسکوپی $^1\text{H-NMR}$ ، (A) و (B) به ترتیب از واکنش گلوٹاکونیدیاآلدئید با یک و دو مولکول کامازولین حاصل میشوند. به نظر منطقی میرسد که یک مکانیسم جاننشینی رادیکالی برای تفسیر این واکنش در نظر گرفته شود. از طرف دیگر زمانی که واکنش کامازولین با هیدروکسیمتیلناستون در شرایط اسیدیتر انجام گرفت، محصول نهایی (C) از برهم کنش کامازولین با هیدروکسی-متیلناستون با نسبت 1:1 بدست آمد. اثر ترکیبات سنتز شده (A)، (B) و (C) بر روی دوک تقسیم مورد آزمایش قرار گرفت. فعالیت بازدارندگی آنها در پلیمریزاسیون میکروتوبول مورد ارزیابی قرار گرفت. دادههای تجربی نشان داد که موقعیت 3 حلقه کامازولین، محل موثر و مهمی در پلیمریزاسیون میکروتوبول است. همچنین فعالیت بازدارندگی با افزایش اندازه مولکول در مشتقات کامازولین کاهش مییابد. ساختارهای مولکولی محصولات بدست آمده مشخص شد توسط روشهای ($^{13}\text{C-NMR}$ و $^1\text{H-NMR}$, FT-IR) تایید شد.

توجه : 1. این فرم باید تایپ شده تحویل داده شود.

2. چکیده فوق ، همان چکیده داخل پایان نامه است.

3. ضروریست کلیه مشخصات پایان نامه که در این فرم درج می گردد با مشخصات تصویری پایانه نامه در لیست کدشناسایی (شامل اسامی اساتید، عنوان درج شده در فرم الف و تاریخ اخذ کدشناسایی) مطابقت داشته باشد.

امضاء ریاست دانشکده:

امضاء مدیر گروه:

امضاء استاد راهنما:

تاریخ

تاریخ

تاریخ

فهرست مطالب:

عنوان

شمارهٔ صفحه

| | |
|----|---|
| 1 | فصل اول: آشنایی مختصر با کامازولین |
| 2 | مقدمه |
| 2 | 1-1- آشنایی با گیاه بابونه |
| 4 | 1-2- گستردگی گیاه بابونه |
| 4 | 1-3- مشخصات گیاه شناسی بابونه |
| 5 | 1-4- خواص درمانی گیاه بابونه |
| 8 | 1-5- ترکیبات شیمیایی موجود در گیاه بابونه |
| 11 | 1-6- روغنهای اسانسی |
| 12 | 1-7- مشخصات شیمیایی کامازولین |
| 13 | 1-8- ساختار و ویژگی ترکیبات آزولنی |
| 17 | 1-9- چرخه سلولی |
| 18 | 1-9-1- اینترفاز |
| 18 | 1-9-2- تقسیم یاختهای |
| 19 | 1-10- میتوز |
| 20 | 1-10-1- پروفاز |
| 22 | 1-10-2- متافاز |

| | |
|----|------------------------------------|
| 23 | 3-10-1- آنافاز. |
| 24 | 4-10-1- تلفاز. |
| 24 | 5-10-1- عوامل موثر در میتوز. |
| 24 | 1-5-10-1- سانتیول. |
| 25 | 2-5-10-1- دوک تقسیم. |
| 26 | 3-5-10-1- کروماتین. |
| 26 | 4-5-10-1- کروموزوم. |
| 27 | 11-1- ساختار میکروتوبول. |

29 فصل دوم: شیمی آزلنها

| | |
|----|---|
| 30 | 2-1- ساختار و ویژگیهای شیمیایی آزلن. |
| 32 | 2-2- روشهای تهیه ترکیبات آزلنی. |
| 32 | 1-2-2- روشهایی بر مبنای دهیدروژناسیون. |
| 33 | 2-2-2- حلقوی شدن از نمکهای پلیمتینیم و فلون. |
| 38 | 3-2-2- سنتز از طریق نمکهای پیریدینیوم و پیریلیوم. |
| 41 | 4-2-2- تروپنها، تروپولونها و هپتافلونها در سنتز آزلنها. |
| 45 | 5-2-2- حلقوی شدن ترکیبات استیلنی و سایر روشها. |
| 48 | 3-2- خصوصیات شیمیایی ترکیبات آزلنی. |
| 49 | 1-3-2- ساختار و فعالیت آزلن. |

- 50 2-3-2-2- جانشینی الکتروفیلی
- 50 1-2-3-2- انواع واکنشهای جانشینی الکتروفیلی در آزولن
- 51 1-1-2-3-2- واکنش آزولن با اسیدها
- 51 2-1-2-3-2- نیتراسیون، نیترودار کردن و جفت شدن آزو
- 53 3-1-2-3-2- هالوژناسیون
- 55 4-1-2-3-2- سولفوناسیون، تیوسیانات دار کردن و سایر واکنشها
- 62 5-1-2-3-2- مشتقات آلی فلزی آزولن
- 63 6-1-2-3-2- آلکیلاسیون
- 65 7-1-2-3-2- واکنش با ترکیبات کربونیلی
- 67 8-1-2-3-2- آمینومتیلاسیون
- 68 9-1-2-3-2- افزایش 1،2
- 69 10-1-2-3-2- آسیلاسیون
- 72 3-3-2- جانشینی هسته دوستی
- 73 1-3-3-2- واکنش آزولن با ترکیبات اورگانولیتیم و اورگانومیزیم
- 75 2-3-3-2- هیدروکسیدار کردن آزولن
- 75 4-3-2- واکنش جانشینی رادیکالی
- 78 5-3-2- مهاجرت استخلاف
- 79 6-3-2- واکنش تبدیل آزولن به نفتالن

| | |
|----|--|
| 80 | فصل سوم: کاربرد کامازولین |
| 81 | 1-3- اهمیت مراقبت از پوست |
| 81 | 2-3- تاثیرات کامازولین بر روی پوست |
| 84 | 3-3- اثرات کامازولین موجود در روغن بابونه |
| 85 | 4-3- تاثیر کامازولین بر روی رادیکالهای آزاد به منظور کاهش التهاب |
| 86 | 5-3- معرفی برخی از محصولات حاوی کامازولین |
| 86 | 1-5-3- بلوتنسی |
| 87 | 2-5-3- ترمیم کننده دور چشم آزولنی |
| 88 | 1-2-5-3- مزیت‌های استفاده از محصول |
| 89 | 2-2-5-3- اثرات منفی استفاده از محصول |
| 89 | 3-5-3- شامپو بابونه |
| 90 | 4-5-3- کرم ناپیرس |
| 90 | 5-5-3- قرص شلکننده عضلات |
| 91 | 6-5-3- کرم بابونه |
| 92 | 6-3- سایر موارد استفاده از کامازولین |
| 93 | فصل چهارم: بخش عملی و آزمایشگاهی |
| 94 | 1-4- فهرست مواد |
| 95 | 2-4- استخراج اسانس بابونه |

| | |
|-----|--|
| 97 |1-2-4- خواص فیزیکی اسانس |
| 98 |2-2-4- داده‌های اسپکتروسکوپی |
| 100 |3-4- سنتز مخلوط (1) |
| 103 |1-3-4- خواص فیزیکی |
| 103 |2-3-4- داده‌های اسپکتروسکوپی |
| 106 |3-3-4- مکانیسم پیشنهادی برای سنتز (A) و (B) |
| 110 |4-4- سنتز ترکیب (2) |
| 111 |1-4-4- خواص فیزیکی |
| 112 |2-4-4- داده‌های اسپکتروسکوپی |
| 114 |3-4-4- مکانیسم پیشنهادی برای سنتز ترکیب (2) |
| 115 |5-4- بررسی میزان تاثیر ترکیبات (1) و (2) بر روی Mitotic spindle |
| 120 | فصل پنجم: آنالیز طیفها |
| 121 | مشخصات تجهیزات بکاررفته |
| 136 | نتیجه‌گیری |
| 137 | منابع و مآخذ |

فهرست تصاویر

عنوان

شمارهٔ صفحه

- 3 تصویر (1-1) - گل بابونهٔ زرد.
- 3 تصویر (2-1) - گل بابونهٔ صورتی.
- 4 تصویر (3-1) - گل بابونهٔ سفید.
- 5 تصویر (4-1) - اجزاء گیاه بابونه.
- 6 تصویر (5-1) - دم کردهٔ بابونه.
- 7 تصویر (6-1) - روغن بابونه.
- 13 تصویر (7-1) - ظرف حاوی کامازولین.
- 15 تصویر (8-1) - قارچ آبی رنگ بدلیل وجود مشتقی از آزولن در آن.
- 17 تصویر (9-1) - چرخهٔ سلولی.
- 19 تصویر (10-1) - مراحل تقسیم میتوز.
- 21 تصویر (11-1) - پروفاز.
- 23 تصویر (12-1) - متافاز.
- 23 تصویر (13-1) - پرومتافاز.
- 23 تصویر (14-1) - آنافاز.
- 24 تصویر (15-1) - تلوفاز.
- 26 تصویر (16-1) - ریزنگار کروموزومهای فشرده شده و دوک تقسیم.

- 27 تصویر (1-17) - ساختار کروموزوم.
- 83 تصویر (1-3) - چای کیسه‌های بابونه.
- 84 تصویر (2-3) - روغن بابونه رومی.
- 86 تصویر (3-3) - ژل محافظت کننده دورچشم.
- 87 تصویر (3-4) - بلوتنسی.
- 88 تصویر (3-5) - محافظت کننده دورچشم آژولنی.
- 89 تصویر (3-6) - شامپو بابونه.
- 90 تصویر (3-7) - کرم ناپییرس.
- 91 تصویر (3-8) - قرص شل کننده عضلات ویزدوم.
- 92 تصویر (3-9) - کرم بابونه.
- 94 تصویر (1-4) - گلو تا کون دیا لدئید.
- 94 تصویر (2-4) - هیدروکسی متیلناستون.
- 94 تصویر (3-4) - کامازولین.
- 95 تصویر (4-4) - گل بابونه.
- 95 تصویر (4-5) - گل بابونه آسیاب شده.
- 95 تصویر (4-6) - پودر گل بابونه خیسانده شده.
- 96 تصویر (4-7) - سیستم تقطیر استفاده شده برای استخراج کامازولین.
- 97 تصویر (4-8) - دو فاز آب و کامازولین حاصل از استخراج.
- 97 تصویر (4-9) - کامازولین استخراج شده.

- 102 تصویر (4-10) - سیستم مورد استفاده برای سنتز مخلوط (1).
- 102 تصویر (4-11) - دو فاز تفکیک شده اتر و مخلوط حاصل از سنتز مخلوط (1).
- 102 تصویر (4-12) - رسوب حاصل از سنتز مخلوط (1) موجود در محلول واکنش.
- 103 تصویر (4-13) - رسوب سنتز (1).
- 111 تصویر (4-14) - سیستم مورد استفاده برای سنتز ترکیب (2).
- 111 تصویر (4-15) - دو فاز تفکیک شده اتر و مخلوط حاصل از سنتز ترکیب (2).
- 111 تصویر (4-16) - رسوب ترکیب (2) موجود در محلول واکنش.
- 112 تصویر (4-17) - رسوب ترکیب (2).
- 122 تصویر (5-1) - طیف FT-IR کامازولین.
- 123 تصویر (5-2) - طیف $^1\text{H-NMR}$ کامازولین.
- 124 تصویر (5-3) - طیف $^{13}\text{C-NMR}$ کامازولین.
- 125 تصویر (5-4) - طیف FT-IR ترکیب (1).
- 126 تصویر (5-5) - طیف $^1\text{H-NMR}$ ترکیب (1).
- 131 تصویر (5-6) - طیف $^{13}\text{C-NMR}$ ترکیب (1).
- 134 تصویر (5-7) - طیف FT-IR ترکیب (2).
- 135 تصویر (5-8) - طیف $^1\text{H-NMR}$ ترکیب (2).

فهرست شکلهای

عنوان

شماره صفحه

- شکل (1-1) - ساختار کامازولین و ماتریسین 9
- شکل (2-1) - واکنش تبدیل ماتریسین به کامازولین و ساختار (S)-Naproxen 10
- شکل (3-1) - فرمول گسترده کامازولین 12
- شکل (4-1) - ساختار آزولن 13
- شکل (5-1) - ساختار رزونانسی آزولن 14
- شکل (6-1) - واکنش تهیه آزولن از سیکلو هپتاتریان 16
- شکل (1-2) - ساختار آزولن 31
- شکل (2-2) - ساختار گوازولین 31
- شکل (3-2) - ساختار کامازولین 31
- شکل (4-2) - ساختار لاکتاروویولین 31
- شکل (5-2) - ساختار و تیوازولین 31
- شکل (6-2) - ساختار زیرازولین 31
- شکل (7-2) - واکنشهای دهیدروژناسیون برای ایجاد آزولن 33
- شکل (8-2) - واکنش سیکلوپنتادیان و گلو تاکنالید 34
- شکل (9-2) - واکنش سیکلوپنتادیان و زینک آلدید 34
- شکل (10-2) - واکنش حلقوی شدن فلوون حاصل از متیلسیکلوپنتادیان 35

- شکل (2-11)- واکنش حلقوی شدن فلوون حاصل از فنیلسیکلوپنتادیان..... 35
- شکل (2-12)- واکنش سیکلوپنتادیان و نمک پیریلیوم..... 36
- شکل (2-13)- واکنش تهیه آزون آرله شده..... 37
- شکل (2-14)- واکنش حلقوی شدن فلوون و نمک پنتامینامونیوم..... 38
- شکل (2-15)- واکنش سیکلوپنتادیان و پیریدین..... 39
- شکل (2-16)- واکنش متیلسیکلوپنتادیانیل سدیم و N-متیل پیریدینیوم..... 39
- شکل (2-17)- واکنش سیکلوپنتادیانیل سدیم و نمک کوئینولینیوم و ایزو کوئینولینیوم..... 40
- شکل (2-18)- واکنش حلقه پیریلیوم برای ایجاد آزون..... 40
- شکل (2-19)- واکنش وینیل آمین و سیکلوهپتافورانون..... 41
- شکل (2-20)- واکنش استر با تروپن دارای هالوژن در موقعیت 2..... 42
- شکل (2-21)- واکنش N-سیکلوپنتیل مورفولین و 8-سیانو هپتافلورون..... 43
- شکل (2-22)- واکنش استیلندیکربوکسیلیکاستر و ترکیب کتونی..... 44
- شکل (2-23)- واکنش استیلندیکربوکسیلیکاستر و هپتافلورون..... 44
- شکل (2-24)- واکنش فسفوران و گروه استیلنی..... 45
- شکل (2-25)- واکنش رادیکالی ترکیب استیلنی برای ایجاد آزون..... 46
- شکل (2-26)- واکنش سنتز آزون از ترکیب استیلنی دارای گوگرد یا سیلیسیم..... 46
- شکل (2-27)- واکنش سنتز آزون از نمک آرل سیکلوپروپیلیم..... 47
- شکل (2-28)- نوآرایی ترکیب بیسیکلو- [0,1,1] بوتان توسط فلز..... 47
- شکل (2-29)- واکنش استیلندیکربوکسیلیکاستر و آمینو وینیل فلورون..... 48

- شکل (2-30)- واکنش کبالتنیوم هگزافلوروفسفات و باز 48
- شکل (2-31)- مقادیر دانسیته الکترونی، انرژی استقرار و ظرفیت آزاد آزولن 49
- شکل (2-32)- ویژگی الکتروفیلی و نوکلئوفیلی آزولن 50
- شکل (2-33)- واکنش آزولن و اسید معدنی 51
- شکل (2-34)- واکنش آزولن بانمک دیازونیوم 52
- شکل (2-35)- واکنش آزولن با فنلیسیانات 52
- شکل (2-36)- واکنش برمدار کردن آزولن 53
- شکل (2-37)- واکنش کلردار کردن آزولن 54
- شکل (2-38)- واکنش یددار کردن آزولن 54
- شکل (2-39)- واکنش سولفوندار کردن و سیاناتدار کردن آزولن 55
- شکل (2-40)- واکنش تهیه دیازولنیل سولفوکسید 56
- شکل (2-41)- واکنش تهیه مشتق سولفونیل کلرید از آزولن سولفونیک اسید 56
- شکل (2-42)- واکنش تهیه مشتق سولفیدی از آزولن 57
- شکل (2-43)- واکنش تهیه مشتق دیازولنیل سولفید 57
- شکل (2-44)- واکنش تهیه مشتق سولفیدی از کامازولین 58
- شکل (2-45)- واکنش تهیه آزولیل سولفید 58
- شکل (2-46)- واکنش تبدیل آزولیل سولفید به آزولیل سولفوکسید 59
- شکل (2-47)- واکنش تهیه 1-آزولیدیل سولفید 60
- شکل (2-48)- ساختار 1-تیوسیانوآزولن 60

- 60 شکل (2-49) - ساختار 1، 3- دیتوسیانوآزولن.....
- 62 شکل (2-50) - واکنش تهیه مشتقات جیوه و مس دار آزولن.....
- 62 شکل (2-51) - ساختار مشتق اورگانوسیلیسیم آزولن.....
- 64 شکل (2-52) - واکنش آلکیل‌ه کردن آزولن.....
- 65 شکل (2-53) - واکنش آزولن استخلافدار و بنزآلدئید.....
- 66 شکل (2-54) - واکنش آزولن با گروه کربونیل.....
- 66 شکل (2-55) - واکنش تهیه مشتق انول از آلکیلات آزولن.....
- 67 شکل (2-56) - واکنش کلرومتیلاسیون آزولن.....
- 68 شکل (2-57) - واکنش مانیک در آزولن.....
- 68 شکل (2-58) - واکنش آزولن با مالئیک انیدرید.....
- 69 شکل (2-59) - واکنش آزولن با بنزو کوئینون.....
- 69 شکل (2-60) - واکنش آسیلداری کردن آزولن.....
- 70 شکل (2-61) - واکنش فرمیلداری کردن آزولن.....
- 71 شکل (2-62) - واکنش فرمیلداری کردن آزولن.....
- 72 شکل (2-63) - واکنش آسیلداری کردن آزولن.....
- 72 شکل (2-64) - واکنش آزولن با ترکیب اورگانولیتیم.....
- 73 شکل (2-65) - واکنش آزولن استخلافدار با ترکیب اورگانومینزیم.....
- 74 شکل (2-66) - واکنش لیتیم‌استیلنید و آزولن.....
- 74 شکل (2-67) - واکنش آزولن استخلافدار با مشتق آلی - فلزی.....

- 75 شکل (2-68)- واکنش هیدروکسیدار کردن آزولن.....
- 76 شکل (2-69)- واکنش رادیکالی آزولن بادیاژومتان یادیکربوکسیلیکاستر.....
- 76 شکل (2-70)- واکنش رادیکالی آلکیلوکسی کربونیلدار کردن آزولن.....
- 77 شکل (2-71)- واکنش گرمایی باز شیف.....
- 77 شکل (2-72)- واکنش تهیه α -1- متیل بنزیل آزولن.....
- 78 شکل (2-73)- واکنش نوآرایی آزولنیلوینیلفنیلکتون.....
- 79 شکل (2-74)- نوعی واکنش مهاجرت استخلاف در آزولن.....
- 79 شکل (2-75)- نوع دیگری از واکنش مهاجرت استخلاف در آزولن.....
- 79 شکل (2-76)- واکنش تبدیل آزولن به نفتالن.....
- 101 شکل (4-1)- سنتز مخلوط (1).....
- 106 شکل (4-2)- مکانیسم پیشنهادی برای سنتز (A) و (B).....
- 110 شکل (4-3)- سنتز ترکیب (2).....
- 114 شکل (4-4)- مکانیسم پیشنهادی برای سنتز ترکیب (2).....
- 119 شکل (4-5)- ساختار ترئونین.....
- 119 شکل (4-6)- ساختار سرین.....