



اللَّهُمَّ  
مَنْ حَجَّكَ كَرْت  
مَنْ حَجَّكَ كَرْت  
مَنْ حَجَّكَ كَرْت





دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی گرایش آلی

**سنتز کارآمد و یک مرحله‌ای بنزازول‌های دارای استخلاف سولفونامید**

استاد راهنما:

دکتر حسن زالی بوئینی

پژوهشگر:

هاجر گلشادی قلعه‌شاهی

شهریور ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،  
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق  
موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه  
اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی گرایش آلی

خانم هاجر گلشادی قلعه‌شاهی

تحت عنوان

**سنتز کارآمد و یک مرحله‌ای بنزازول‌های دارای استخلاف سولفونامید**

در تاریخ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه به تصویب نهایی رسید.

۱-استاد راهنمای پایان‌نامه : دکتر حسن زالی بوئینی با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا

۲-استاد داور داخل گروه : دکتر عباس رحمتی با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا

۳-استاد داور خارج گروه : دکتر کریم اسماعیل‌پور با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا

امضای مدیر گروه

الهی

کار آن کس کند که تواند، عطا آن بخشد که دارد، پس بنده چه دارد و چه تواند؟

الهی

تو دوختی من پوشیدم، آنچه در جام ریختی نوشیدم، هیچ نیاید از آنچه نوشیدم.

الهی

چون تو توانایی که را توان است، در فنا که را زبان است و بی مهر تو که را سروجان است.

خواجه عبدالله انصاری

تقدیم به

پدر بزرگوار

و مادر مهربانم

آن دو وجود مقدسی که مهرشان بنایی شد برای تلاش پر شورم در کسب دانش

## چکیده

در این پایان نامه روشی کارآمد و جدید برای سنتز مشتقات بنزازول (بنزواکسازول، بنزایمیدازول و بنزوتیازول) دارای استخلاف سولفونامید طی واکنشی یکسان از پیش ماده‌های آمینی (آمینوفنل، آمینوتیوفنل و ارتوفنیل‌دی‌آمین) در حلال‌های آلی و همچنین در آب به‌عنوان حلال سبز و دوستدار محیط‌زیست ارائه شده‌است. از اهداف این پایان نامه تهیه این ناجورحلقه‌ها با بازده و خلوص بالا در مدت زمان کوتاه و تحت شرایط ملایم می‌باشد.

برای بدست آوردن بهترین نتیجه تمام شرایط واکنش مانند دما، حلال و کاتالیزور بهینه شده و در نهایت مشتقات موردنظر با بازده بالا و در مدت زمان کوتاه ۲۰-۴۵ دقیقه بدست آمدند و توسط روش‌های طیف‌سنجی شناسایی شدند. روش ارائه شده به‌عنوان یک روش نوین و کاملاً عمومی برای سنتز مشتقات بنزازول دارای استخلاف سولفونامید در موقعیت ۲ حلقه به‌کارگرفته‌شد.

اغلب مشتقات بنزازول از واکنش تراکمی حلقوی شدن آمینوفنل، آمینوتیوفنل و ارتوفنیل‌دی‌آمین با اسیدهای کربوکسیلیک و مشتقاتش و واکنش حلقوی شدن اکسایشی با آلدئیدها تهیه شده‌اند. این روش‌ها دارای معایبی همچون بازده پایین، دمای بالا، زمان طولانی واکنش و استفاده از حلال‌ها و کاتالیست‌های گران‌قیمت و سمی، شرایط دشوار واکنش و جداسازی سخت محصولات می‌باشند. در این گزارش تلاش شده تا با توجه به معایب ذکر شده برای این روش‌ها، سنتزی ملایم و سازگار با محیط‌زیست با مواد ارزان‌قیمت و بی‌خطر برای هر سه دسته بنزازول‌ها طی واکنشی یکسان ارائه شود. کارایی خوب، گستردگی برای سنتز طیف وسیعی از مشتقات، سهولت انجام واکنش و جداسازی آسان محصولات از مزایای این روش می‌باشند.

**کلیدواژه :** بنزواکسازول، بنزایمیدازول، بنزوتیازول، سولفونامید، حلال سبز، پیش ماده‌های آمینی (آمینوفنل،

آمینوتیوفنل و ارتوفنیل‌دی‌آمین



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول : مقدمه و تئوری</b>
۱-۱-۱-۱	مقدمه
۲-۱-۲	تاریخچه
۳-۱-۳	کاربرد، خواص دارویی و بیولوژیکی بنزازولها و سولفونامیدها
۴-۱-۴	سنتز بنزازولها
۱-۴-۱-۱	با استفاده از ماده اولیه ارتوفنیلن دی آمین، ۲-آمینوفنل و ۲-آمینوتیول
۱-۱-۴-۱-۱	استفاده از اسید کربوکسیلیک و مشتقاتش
۲-۱-۴-۱-۲	استفاده از آلدهیدها
۳-۱-۴-۱-۳	استفاده از هیدروکسیل آمین
۴-۱-۴-۱-۴	استفاده از تیوآمیدها
۵-۱-۴-۱-۵	استفاده از ایزوتیوسیانات
۶-۱-۴-۱-۶	سایر روشها
۲-۴-۱-۲	استفاده از نوآرایی
۳-۴-۱-۳	استفاده از ارتونیترو آریل آمین و ارتودی نیتروآرن
۴-۴-۱-۴	استفاده از ارتوبرموآنیلین
۵-۴-۱-۵	استفاده از آمیدین ، فرم آنیلید و تیوفرمانیلید

عنوان	صفحه
۱-۴-۶- استفاده از شیف باز.....	۳۴
۱-۴-۷- استفاده از سایر ترکیبات ناجور حلقه.....	۳۸
۱-۵- سنتز بنزازول‌های دارای استخلاف سولفونامید در موقعیت ۲ حلقه.....	۳۸
۱-۶-۶- واکنش‌های کربن‌دی‌سولفید با $N$ -نوکلئوفیل‌ها.....	۳۹
۱-۶-۱- واکنش‌های کربن‌دی‌سولفید با آمونیاک، آمین‌های نوع اول و دوم.....	۴۰
۱-۶-۲- واکنش‌های کربن‌دی‌سولفید با آمیدها.....	۴۳
۱-۶-۳- واکنش‌های کربن‌دی‌سولفید با سولفونامیدها.....	۴۴
۱-۷- اهداف تحقیق.....	۴۵

### فصل دوم: بخش تجربی

۲-۱- دستگاه‌های مورد استفاده.....	۴۶
۲-۱-۱- دستگاه نقطه ذوب.....	۴۶
۲-۱-۲- طیف‌سنج رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (NMR).....	۴۶
۲-۲- مواد مورد استفاده.....	۴۷
۲-۳- جداسازی و شناسایی محصولات.....	۴۷
۲-۴- کاتالیزورهای مورد استفاده.....	۴۷
۲-۵- تهیه سولفونامید.....	۴۷
۲-۶- سنتز پیش‌ماده‌های $S,S$ -دی‌متیل‌آلکیل و آریل سولفونیل کربن‌ایمیدودی‌تیوات.....	۴۸

- ۷-۲- تهیه بنزازولها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده‌های S,S-دی‌متیل آریل و آلکیل-سولفونیل کربن‌ایمیدو دی‌تیوات در حضور حلال آلی ..... ۴۸
- ۱-۷-۲- بهینه سازی شرایط برای تهیه بنزازولها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده‌های S,S- دی‌متیل آلکیل و آریل سولفونیل کربن‌ایمیدو دی‌تیوات در حضور حلال آلی..... ۴۸
- ۱-۱-۷-۲- بهینه کردن حلال واکنش..... ۴۸
- ۲-۱-۷-۲- بهینه کردن دمای واکنش..... ۴۹
- ۳-۱-۷-۲- بهینه کردن مقدار پیش ماده S,S-دی‌متیل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات مورد استفاده در واکنش ۴۹
- ۴-۱-۷-۲- بهینه کردن کاتالیزور واکنش..... ۵۰
- ۲-۷-۲- روش عمومی تهیه بنزازولها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده‌های S,S-دی‌متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن‌ایمیدو دی‌تیوات در حضور حلال‌های آلی..... ۵۰
- ۸-۲- تهیه بنزازولها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده‌های S,S-دی‌متیل آریل و آلکیل سولفونیل-کربن‌ایمیدو دی‌تیوات در آب..... ۵۱
- ۱-۸-۲- بهینه سازی شرایط برای تهیه بنزازولها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده S,S-دی-متیل سولفونیل کربن‌ایمیدو دی‌تیوات در آب..... ۵۱
- ۱-۱-۸-۲- بهینه کردن مقدار کاتالیزور انتقال فاز..... ۵۱
- ۲-۱-۸-۲- بهینه کردن دمای واکنش..... ۵۱
- ۳-۱-۸-۲- بهینه کردن مقدار کاتالیزور پتاسیم کربنات..... ۵۲
- ۲-۸-۲- روش عمومی تهیه بنزازولها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده S,S-دی‌متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات در آب و کاتالیزور انتقال فاز..... ۵۲

## عنوان

## صفحه

۳-۸-۲- روش عمومی تهیه بنزازلها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده S,S-دی متیل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات در آب و اتانول. .... ۵۲

### فصل سوم : بحث و نتیجه گیری

۳-۱- مقدمه ..... ۵۴

۳-۲- بررسی نتایج حاصل از تهیه سولفونامید ..... ۵۵

۳-۳- بررسی نتایج تهیه پیش ماده های آلکیل و آریل S,S-دی متیل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات ..... ۵۶

۳-۴- تهیه بنزازلها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده های S,S-دی متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات در حضور حلال آلی ..... ۵۸

۳-۴-۱- بررسی نتایج حاصل از بهینه سازی شرایط واکنش ..... ۵۸

۳-۴-۱-۱- بهینه کردن حلال واکنش ..... ۵۸

۳-۴-۱-۲- بررسی نتایج بهینه کردن دمای واکنش ..... ۵۹

۳-۴-۱-۳- بررسی نتایج بهینه کردن مقدار پیش ماده S,S-دی متیل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات مورد استفاده در واکنش ..... ۶۰

۳-۴-۱-۴- بررسی نتایج بهینه کردن کاتالیزور واکنش ..... ۶۱

۳-۴-۲- بررسی نتایج روش عمومی تهیه بنزازلها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده های S,S-دی متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات در حضور حلال های آلی ..... ۶۴

۳-۵- بررسی نتایج تهیه بنزازلها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده های S,S-دی متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات در آب ..... ۶۸

## عنوان

## صفحه

- ۳-۵-۱- بررسی نتایج بهینه سازی شرایط برای تهیه بنزازولها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش- ماده‌های *s,s*-دی‌متیل آلکیل و آریل سولفونیل کربن‌ایمیدو دی‌تیوات در آب..... ۶۸
- ۳-۵-۱-۱- بررسی نتایج بهینه کردن مقدار کاتالیزور انتقال فاز هگزادسیل‌متیل آمونیوم‌برمید (HTAB)..... ۶۸
- ۳-۵-۱-۲- بررسی نتایج بهینه کردن دمای واکنش..... ۶۹
- ۳-۵-۱-۳- بررسی نتایج بهینه کردن مقدار کاتالیزور پتاسیم کربنات ( $K_2CO_3$ )..... ۷۰
- ۳-۵-۲- بررسی نتایج روش عمومی تهیه بنزازولها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده‌های *s,s*- دی‌متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن‌ایمیدو دی‌تیوات در آب و کاتالیزور انتقال فاز..... ۷۱
- ۳-۵-۳- بررسی نتایج تهیه بنزازولها (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده‌های آریل و آلکیل *s,s*- دی‌متیل سولفونیل کربن‌ایمیدو دی‌تیوات در آب و اتانول..... ۷۴
- ۳-۶- مکانیسم پیشنهادی برای سنتز بنزازولها در حلال آلی..... ۷۵
- ۳-۷- مکانیسم پیشنهادی برای سنتز بنزازولها در حلال آبی..... ۷۷
- ۳-۸- مقایسه سنتز بنزازولها در حلال آلی و آبی..... ۷۹
- ۳-۹- نتیجه‌گیری..... ۷۹
- ۳-۱۰- نقاط ذوب و داده‌های طیفی..... ۸۲
- منابع..... ۱۰۳

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- ساختار بنزازول.....	۱
شکل ۲-۱- شماره‌گذاری بنزازول در سیستم آیوپاک.....	۲
شکل ۳-۱- سنتز اولین بنزازول.....	۳
شکل ۴-۱- دومین گزارش از سنتز بنزازول.....	۳
شکل ۵-۱- اکسیدشدن بنزایمیدازول.....	۳
شکل ۶-۱- سنتز اولین بنزواکسازول.....	۴
شکل ۷-۱- دومین سنتز بنزواکسازول.....	۴
شکل ۸-۱- توتومری بنزایمیدازول.....	۴
شکل ۹-۱- توتومری بنزایمیدازول استخلاف‌دار.....	۵
شکل ۱۰-۱- بعضی از مشتقات دارویی بنزازول.....	۶
شکل ۱۱-۱- بنزایمیدازول به‌عنوان ضدمالاریا.....	۷
شکل ۱۲-۱- آریل سولفونامیدهای ضدسرطان.....	۷
شکل ۱۳-۱- سنتز بنزازول از اسیدکربوکسیلیک و مشتقاتش.....	۸
شکل ۱۴-۱- روش کلاسیک تهیه بنزازول.....	۹
شکل ۱۵-۱- تهیه بنزایمیدازول از دی‌تیواسید.....	۹
شکل ۱۶-۱- سنتز بنزایمیدازول تک‌استخلافی.....	۹

- شکل ۱-۱۷- واکنش ارتوفنیلن دی آمین با آکریلیک اسید..... ۱۰
- شکل ۱-۱۸- چگونگی انجام واکنش فیلیپس در محیط مرطوب..... ۱۱
- شکل ۱-۱۹- مکانیسم واکنش فیلیپس..... ۱۱
- شکل ۱-۲۰- تهیه بنزایمیدازول از ایمینواتر..... ۱۲
- شکل ۱-۲۱- تهیه بنزواکسازول از اسید کربوکسیلیک در فاز جامد..... ۱۲
- شکل ۱-۲۲- تهیه بنزوتیازول با استفاده از ریز موج..... ۱۳
- شکل ۱-۲۳- تهیه بیس<sup>۳</sup> بنزایمیدازول از دی کربوکسیلیک اسید..... ۱۳
- شکل ۱-۲۴- سنتز بنزایمیدازول از استیک انیدرید..... ۱۴
- شکل ۱-۲۵- سنتز بنزایمیدازول از اتیل فرمات..... ۱۴
- شکل ۱-۲۶- تهیه بنزواکسازول از استر و آمید..... ۱۴
- شکل ۱-۲۷- سنتز بنزازول از استرها در فاز جامد..... ۱۵
- شکل ۱-۲۸- تهیه بنزایمیدازول از اتیل ارتوفرمت..... ۱۵
- شکل ۱-۲۹- تهیه بنزایمیدازول از متیل ارتوفرمت..... ۱۶
- شکل ۱-۳۰- تهیه بنزازول از اتیل ارتوفرمت..... ۱۶
- شکل ۱-۳۱- سنتز بنزواکسازول از ارتواستر در حضور کاتالیزور..... ۱۶
- شکل ۱-۳۲- سنتز بنزایمیدازول از استامید..... ۱۷
- شکل ۱-۳۳- تهیه بنزواکسازول از اسید کلرید..... ۱۷

## عنوان

## صفحه

- شکل ۱-۳۴- سنتز بنزواکسازول از اسید کلرید..... ۱۸
- شکل ۱-۳۵- سنتز بنزایمیدازول از نیتریل..... ۱۸
- شکل ۱-۳۶- سنتز بنزایمیدازول از ایمینوهالید..... ۱۹
- شکل ۱-۳۷- سنتز ۲-آمینوبنزایمیدازول از سیانورمید..... ۱۹
- شکل ۱-۳۸- سنتز بنزازول از استر، آمید و نیتریل..... ۱۹
- شکل ۱-۳۹- سنتز بنزازول از آلدهیدها..... ۲۰
- شکل ۱-۴۰- سنتز بنزازول از آلدهیدها در حضور آب اکسیژنه..... ۲۱
- شکل ۱-۴۱- تهیه مشتقات بنزازول با کاتالیزور ABM..... ۲۱
- شکل ۱-۴۲- سنتز بنزواکسازول از آلدهید در حضور هوا..... ۲۲
- شکل ۱-۴۳- سنتز بنزازول از نمک تیوآمیدینیوم..... ۲۳
- شکل ۱-۴۴- تهیه نمک تیوآمیدینیوم..... ۲۳
- شکل ۱-۴۵- سنتز بنزازول از نمک ایندول تیوفرم آمیدینیوم..... ۲۳
- شکل ۱-۴۶- تهیه ۲-آمینوبنزازول از ایزوتیوسیانات..... ۲۴
- شکل ۱-۴۷- سنتز بنزازول از نیتریل اکسید..... ۲۵
- شکل ۱-۴۸- سنتز بنزواکسازول از ۱،۱-دی برومواتن..... ۲۵
- شکل ۱-۴۹- تهیه دی برومواتن از پروپارژیل برمید..... ۲۶
- شکل ۱-۵۰- سنتز بنزازول بر روی سطح پلیمر..... ۲۷



عنوان	صفحه
شکل ۱-۵۱- تهیه ۲-آمینوبنزوتیازول.....	۲۷
شکل ۱-۵۲- تهیه بنزایمیدازول با نوآرایی.....	۲۸
شکل ۱-۵۳- تهیه بنزواکسازول از نوآرایی بکمن.....	۲۸
شکل ۱-۵۴- تهیه بنزایمیدازول از ارتودی نیتروآرن.....	۲۹
شکل ۱-۵۵- تهیه بنزواکسازول از ارتوبروموآنیلین.....	۲۹
شکل ۱-۵۶- مکانیسم تهیه بنزایمیدازول از آمیدین در حضور سدیم هیپوکلریت.....	۳۰
شکل ۱-۵۷- تهیه بنزایمیدازول از آمیدین در شرایط بهینه.....	۳۰
شکل ۱-۵۸- حلقوی شدن درون مولکولی فرم آنیلید.....	۳۱
شکل ۱-۵۹- تهیه بنزازول از تیوبنز آنیلید.....	۳۱
شکل ۱-۶۰- سنتز بنزوتیازول از تیوفرم آنیلید و برم.....	۳۲
شکل ۱-۶۱- مکانیسم سنتز بنزوتیازول از تیوفرم آنیلید و برم.....	۳۳
شکل ۱-۶۲- تبدیل تیوفرم آنیلید به بنزوتیازول با استفاده از یدرظرفیتی.....	۳۳
شکل ۱-۶۳- سنتز بنزواکسازول از شیفباز.....	۳۴
شکل ۱-۶۴- تبدیل شیفباز به بنزازول با استفاده از PCC.....	۳۴
شکل ۱-۶۵- سنتز بنزازول از شیفباز در مایع یونی.....	۳۵
شکل ۱-۶۶- سنتز بنزوتیازول استخلاف دار از گرماکافت شیفباز.....	۳۵
شکل ۱-۶۷- مکانیسم تهیه بنزوتیازول استخلاف دار از شیفباز در اثر گرماکافت.....	۳۶

عنوان	صفحه
شکل ۱-۶۸- سنتز بنزوتیازول استخلاف‌دار از شیف‌باز در اثر نور کافت.....	۳۶
شکل ۱-۶۹- تهیه بنزواکسازول از آمین .....	۳۶
شکل ۱-۷۰- تهیه بنزازول از الکل‌ها.....	۳۷
شکل ۱-۷۱- سنتز مشتقات بنزازول در فاز جامد .....	۳۷
شکل ۱-۷۲- سنتز بنزایمیدازول با استفاده از نور کافت .....	۳۸
شکل ۱-۷۳- تهیه مشتقی از بنزایمیدازول با گرم‌کافت.....	۳۸
شکل ۱-۷۴- سنتز بنزازول‌های حاوی گروه سولفونامید در موقعیت ۲ حلقه.....	۳۹
شکل ۱-۷۵- دی‌تیوکربامات و مشتقات حلقوی آن.....	۳۹
شکل ۱-۷۶- واکنش‌های کربن‌دی‌سولفید با آمونیاک .....	۴۰
شکل ۱-۷۷- ناپایداری نمک دی‌تیوکربامات.....	۴۱
شکل ۱-۷۸- تشکیل دی‌تیوکربامیک‌اسید.....	۴۱
شکل ۱-۷۹- تهیه S-آلکیل دی‌تیوکربامات .....	۴۲
شکل ۱-۸۰- واکنش کربن‌دی‌سولفید با آمین و ترکیب $\beta,\alpha$ -غیراشباع.....	۴۳
شکل ۱-۸۱- آلکیله و آسیله‌شدن نمک دی‌تیوکربامات.....	۴۳
شکل ۱-۸۲- واکنش دی‌تیوکربامات با اسید و آلکیل‌هالید.....	۴۴
شکل ۱-۸۳- واکنش آمیدهای آروماتیک با کربن‌دی‌سولفید .....	۴۴
شکل ۱-۸۴- واکنش سولفونامید با کربن‌دی‌سولفید.....	۴۵

## عنوان

## صفحه

- شکل ۳-۱- تهیه سولفونامید..... ۵۵
- شکل ۳-۲- تهیه پیش ماده  $S,S$ -دی متیل آلکیل و آریل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات ..... ۵۷
- شکل ۳-۳- بهینه کردن حلال واکنش..... ۵۸
- شکل ۳-۴- بهینه کردن دمای واکنش..... ۵۹
- شکل ۳-۵- بهینه کردن مقدار پیش ماده  $S,S$ -دی متیل سولفونیل کربن ایمیدو دی تیوات ..... ۶۰
- شکل ۳-۶- بررسی بهینه کردن کاتالیزور واکنش..... ۶۲
- شکل ۳-۷- روش عمومی تهیه بنزازول (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش ماده های  $S,S$ -دی متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن-ایمیدو دی تیوات در حلال آلی..... ۶۴
- شکل ۳-۸- بهینه کردن مقدار کاتالیزور انتقال فاز..... ۶۸
- شکل ۳-۹- بهینه کردن دمای واکنش در آب..... ۶۹
- شکل ۳-۱۰- بهینه کردن مقدار کاتالیزور بازی..... ۷۰
- شکل ۳-۱۱- روش عمومی تهیه بنزازول در آب..... ۷۲
- شکل ۳-۱۲- تهیه بنزازول در مخلوط آب و اتانول..... ۷۴
- شکل ۳-۱۳- مکانیسم پیشنهادی برای سنتز بنزازول در حلال آلی..... ۷۶
- شکل ۳-۱۴- مکانیسم پیشنهادی برای سنتز بنزازول در محیط آبی..... ۷۸

## فهرست جدول‌ها

عنوان.....	صفحه
جدول ۱-۳- نتایج حاصل از سنتز سولفونامید.....	۵۶.....
جدول ۲-۳- نتایج حاصل از تهیه پیش‌ماده $S,S$ -دی‌متیل‌آلکیل و آریل سولفونیل کربن‌ایمیدودی‌تیوات.....	۵۷.....
جدول ۳-۳- واکنش $S,S$ -دی‌متیل‌تولیل سولفونیل کربن‌ایمیدودی‌تیوات با پیش‌ماده‌های آمینی در حلال‌های مختلف.....	۵۹.....
جدول ۳-۴- نتایج بهینه‌سازی دمای واکنش $S,S$ -دی‌متیل‌فنیل سولفونیل کربن‌ایمیدودی‌تیوات با پیش‌ماده‌های آمینی.....	۶۰.....
جدول ۳-۵- بررسی نتایج بهینه‌کردن مقدار پیش‌ماده $S,S$ -دی‌متیل سولفونیل کربن‌ایمیدودی‌تیوات.....	۶۱.....
جدول ۳-۶- نتایج بهینه‌کردن کاتالیزور واکنش.....	۶۳.....
جدول ۳-۷- نتایج روش عمومی تهیه بنزازول (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش‌ماده‌های $S,S$ -دی-متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن‌ایمیدودی‌تیوات در حلال آلی.....	۶۵.....
جدول ۳-۸- نتایج بهینه‌کردن مقدار کاتالیزور انتقال فاز هگزادسیل‌متیل‌آمونیم‌برمید.....	۶۹.....
جدول ۳-۹- بررسی نتایج بهینه‌کردن دمای واکنش در آب.....	۷۰.....
جدول ۳-۱۰- نتایج بهینه‌کردن مقدار کاتالیزور پتاسیم‌کربنات.....	۷۱.....
جدول ۳-۱۱- نتایج روش عمومی تهیه بنزازول (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش‌ماده‌های $S,S$ -دی-متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن‌ایمیدودی‌تیوات در آب و کاتالیزور انتقال فاز.....	۷۲.....
جدول ۳-۱۲- نتایج روش عمومی تهیه بنزازول (بنزواکسازول، بنزوتیازول، بنزایمیدازول) از پیش‌ماده‌های $S,S$ -دی-متیل آریل و آلکیل سولفونیل کربن‌ایمیدودی‌تیوات در آب و اتانول.....	۷۵.....