

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی گرایش آلی

تهیه و شناسایی مشتقات ایزوبنزوفوران- $(H3)$ - آن‌ها در حضور نمک‌های

بیس‌موت (III) و زیر کونیم (IV) تحت شرایط سبز

استادان راهنما:

دکتر ایرج محمدپور بلترک

دکتر احمدرضا خسروپور

استادان مشاور:

دکتر ولی‌اله میرخانی

دکتر مجید مقدم

پژوهشگر:

نیلوفر ایزدی بروجنی

اسفندماه ۱۳۸۹

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 نیلوفر ایزدی

بروجنی تحت عنوان

تهیه و شناسایی مشتقات ایزوبنزوفوران- $(3H)$ - آن‌ها در حضور نمک‌های

بیسموت (III) و زیرکونیم (IV) تحت شرایط سبز

در تاریخ ۱۳۸۹/۱۲/۱۶ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

۱-استادان راهنمای پایان‌نامه:	دکتر ایرج محمدپور بلترک	با مرتبه‌ی علمی استاد	امضاء
	دکتر احمد رضا خسروپور	با مرتبه‌ی علمی دانشیار	امضاء
۲-استادان مشاور پایان‌نامه:	دکتر ولی‌اله میرخانی	با مرتبه‌ی علمی استاد	امضاء
	دکتر مجید مقدم	با مرتبه‌ی علمی استاد	امضاء
۳-استاد داور داخل گروه:	دکتر حسن زالی	با مرتبه‌ی علمی استادیار	امضاء
۴-استاد داور خارج گروه:	دکتر شادپور ملک‌پور	با مرتبه‌ی علمی استاد	امضاء
مدیر گروه	دکتر ایرج محمدپور بلترک	امضای مدیر گروه	

سپاس خداوند مهربان را که به مدد و توفیق او در مسیر کسب و فراگیری علم و دانش قدم برداشتم.
مراتب تشکر و قدردانی خود را از استاد راهنمای عزیزم جناب آقای دکتر محمد پور ابراز می‌نمایم.
همچنین از اساتید محترم جناب آقای دکتر خسرو پور، دکتر میرحاجی، دکتر مقدم و دکتر سنگستانی نژاد
جهت راهنمایی‌ها و حمایت‌های دلسوزانه کمال تشکر را دارم. از اساتید گرامی جناب آقای دکتر
ملک پور و جناب آقای دکتر زالی که داوران پیمان نامه را پذیرفتند و اینجانب را از نظرات خود
بهره‌مند نمودند صمیمانه سپاسگزارم.

نیلوفر ایزدی بروجنی

اسفندماه ۱۳۸۹

تقدیم بہ:

مادر عزیزم

کہ مفہوم بی دریغ مہربانی و صداقت است۔

پدر مہربانم

کہ آئینہ فروتنی، عاطفہ و پارسائی است۔

خواہر نازنینم

بہ پاس ہمدلی، ہمراہی و محبت ہائش۔

چکیده:

ایزوبنزوفوران- $(3H)1$ - $ان$ ها (فتالیدها) دسته مهمی از ترکیبات طبیعی اکسیژن دار هستند که به دلیل خواص بیولوژیکی و پزشکی فراوان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. علاوه بر کاربردهای دارویی، این ترکیبات به عنوان حد واسطه‌های کلیدی و مهم در سنتز اغلب هتروسیکل‌های پیچیده به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نظر به اهمیت این ترکیبات، تا کنون روش‌های متنوعی برای سنتز ایزوبنزوفوران- $(3H)1$ - $ان$ ها ارائه شده است. اغلب این روش‌ها دارای معایبی نظیر استفاده از اسیدها و بازهای قوی و خورنده، دمای بالا، زمان طولانی و استفاده از حلال‌های گران قیمت و سمی می‌باشند. در این تحقیق یک روش مناسب، کارآمد و تک مرحله‌ای برای سنتز ایزوبنزوفوران- $(3H)1$ - $ان$ ها با استفاده از کاتالیست‌های لوئیس اسیدی سبز ارائه شده است.

در سال‌های اخیر، مشتقات نمک‌های بیسموت و زیرکونیم به عنوان کاتالیست‌های با کارایی بالا برای سنتز ترکیبات آلی مورد توجه بسیاری از شیمیدانان آلی قرار گرفته‌اند. در این پایان نامه سنتز مشتقات ایزوبنزوفوران- $(3H)1$ - $ان$ ها در حضور کاتالیست نمک‌های بیسموت(III) و نمک‌های زیرکونیم(IV) تحت شرایط حرارتی و تابش ریزموج مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور، ابتدا فعالیت کاتالیستی نمک‌های بیسموت(III) نظیر بیسموت کلرید، بیسموت نترات پنج آبه، بیسموت تریفلات و نمک‌های زیرکونیم(IV) نظیر زیرکونیم تتراکلرید، زیرکونیم اکسی کلرید هشت آبه و زیرکونیل تریفلات بر روی سنتز ایزوبنزوفوران- $(3H)1$ - $ان$ ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که در بین نمک‌های بیسموت(III) و زیرکونیم(IV)، بیسموت تریفلات و زیرکونیل تریفلات فعالیت بیشتری از خود نشان دادند. در مرحله بعد، شرایط واکنش نظیر دما و زمان واکنش، مقدار کاتالیست و توان دستگاه ریزموج بهینه گردید. سپس محصولات، تحت شرایط بهینه سنتز گردیدند. محصولات حاصل پس از جداسازی و خالص سازی، به وسیله روش‌های دستگاهی و با استفاده از خواص فیزیکی نظیر نقطه ذوب، مورد شناسایی قرار می‌گیرند.

کلید واژه‌ها: سنتز، ایزوبنزوفوران- $(3H)1$ - $ان$ ها، فتالیدها، کاتالیست، نمک‌های بیسموت(III)، نمک‌های

زیرکونیم(IV)، بدون حلال، تابش ریزموج، شیمی سبز

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و مروری بر کارهای انجام شده
۱	۱-۱- ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها.....
۱	۱-۱-۱- کاربردها و خواص دارویی.....
۲	۱-۲- روش‌های سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها.....
۲	۱-۲-۱- سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور کاتالیست اسیدی.....
۴	۱-۲-۲- سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور کاتالیست بازی.....
۸	۱-۲-۳- سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور کاتالیست فلزات واسطه.....
۹	۱-۲-۴- سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور عوامل اکسنده.....
۱۰	۱-۲-۵- سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور واکنشگرهای آلی-فلزی.....
۱۱	۱-۲-۶- سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها توسط واکنش تیشچنکو.....
۱۱	۲-۱- نمک‌های بیسموت(III).....
۱۱	۱-۲-۱- مقدمه.....
۱۲	۲-۲-۱- مثال‌هایی از کاربرد کاتالیستی نمک‌های بیسموت(III) در واکنش‌های آلی.....
۱۵	۳-۱- نمک‌های زیرکونیم(IV).....
۱۵	۱-۳-۱- مقدمه.....
۱۶	۲-۳-۱- مثال‌هایی از کاربرد کاتالیستی نمک‌های زیرکونیم(IV) در واکنش‌های آلی.....
۱۹	۴-۱- تابش ریزموج.....
۱۹	۱-۴-۱- مقدمه.....
۲۰	۲-۴-۱- نحوه عملکرد تابش ریزموج.....
۲۰	۳-۴-۱- مثال‌هایی از کاربرد تابش ریزموج در سنتز ترکیبات آلی.....
۲۳	۵-۱- هدف از این تحقیق.....

فصل دوم: بخش تجربی

۲۴	..... ۱-۲- دستگاه‌های مورد استفاده.....
۲۴	..... ۱-۱-۲- طیف سنج رزونانس مغناطیسی هسته (NMR).....
۲۴	..... ۲-۱-۲- طیف سنج مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR).....
۲۴	..... ۳-۱-۲- طیف سنج جرمی (Mass).....
۲۵	..... ۴-۱-۲- دستگاه نقطه ذوب.....
۲۵	..... ۵-۱-۲- اجاق ریزموج (MW).....
۲۵	..... ۲-۲- مواد مورد استفاده.....
۲۵	..... ۳-۲- جداسازی و شناسایی محصولات.....
۲۵	..... ۴-۲- تهیه کاتالیست‌ها.....
۲۵	..... ۱-۴-۲- تهیه کاتالیست بیسموت (III) تریفلات $(\text{Bi}(\text{OTf})_3)$
۲۵	..... ۲-۴-۲- تهیه کاتالیست زیرکونیل تریفلات $(\text{ZrO}(\text{OTf})_2)$
۲۶	..... ۵-۲- بررسی فعالیت کاتالیستی نمک‌های بیسموت (III) در سنتز ایزوبنزوفوران-۱- (^3H) -آن‌ها.....
۲۶	..... ۱-۵-۲- تحت شرایط حرارتی.....
۲۶	..... ۲-۵-۲- تحت تابش ریز موج.....
	..... ۶-۲- بهینه سازی شرایط برای تهیه ایزوبنزوفوران-۱- (^3H) -آن‌ها در حضور بیسموت (III) تریفلات.....
۲۶	..... ۱-۶-۲- بهینه کردن مقدار کاتالیست.....
۲۷	..... ۲-۶-۲- بهینه کردن دمای واکنش.....
۲۷	..... ۱-۲-۶-۲- تحت شرایط حرارتی.....
۲۷	..... ۲-۲-۶-۲- تحت تابش ریزموج.....
۲۷	..... ۳-۶-۲- بهینه کردن توان تابش ریزموج.....
۲۸	..... ۷-۲- روش عمومی سنتز ایزوبنزوفوران-۱- (^3H) -آن‌ها در حضور کاتالیست بیسموت تریفلات.....
۲۸	..... ۱-۷-۲- تحت شرایط حرارتی.....

صفحه	عنوان
۲۸	.....۲-۷-۲- تحت تابش ریزموج
۲۸	.....۸-۲- بررسی فعالیت کاتالیستی نمک‌های زیرکونیم(IV) در سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها.....
۲۸	.....۱-۸-۲- تحت شرایط حرارتی.....
۲۹	.....۲-۸-۲- تحت تابش ریزموج.....
۲۹	.....۹-۲- بهینه سازی شرایط برای تهیه ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور زیرکونیل تریفلات.....
۲۹	.....۱-۹-۲- بهینه کردن مقدار کاتالیست.....
۲۹	.....۲-۹-۲- بهینه کردن دمای واکنش.....
۲۹	.....۱-۲-۹-۲- تحت شرایط حرارتی.....
۳۰	.....۲-۲-۹-۲- تحت تابش ریزموج.....
۳۰	.....۳-۹-۲- بهینه کردن توان تابش ریزموج.....
۳۰	.....۱۰-۲- روش عمومی سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تریفلات.....
۳۰	.....۱-۱۰-۲- تحت شرایط حرارتی.....
۳۱	.....۲-۱۰-۲- تحت تابش ریزموج.....
۳۱	.....۱۱-۲- بازیابی کاتالیست‌ها.....
۳۱	.....۱-۱۱-۲- بازیابی و استفاده مجدد کاتالیست بیسموت(III) تریفلات.....
۳۱	.....۱-۱-۱۱-۲- تحت شرایط حرارتی.....
۳۱	.....۲-۱-۱۱-۲- تحت تابش ریزموج.....
۳۲	.....۲-۱۱-۲- بازیابی و استفاده مجدد کاتالیست زیرکونیل تریفلات.....
۳۲	.....۱-۲-۱۱-۲- تحت شرایط حرارتی.....
۳۲	.....۲-۲-۱۱-۲- تحت تابش ریزموج.....
فصل سوّم: بحث و نتیجه‌گیری	
۳۳	.....۱-۳- مقدمه.....
۳۴	.....۲-۳- بررسی سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور نمک‌های بیسموت(III).....

۳۴	.....ها	۱-۲-۳- بررسی فعالیت کاتالیستی نمک‌های بیسموت (III) در سنتز ایزوبنزوفوران- $1-(3H)$ -آن-
۳۴	.....	۱-۱-۲-۳- تحت شرایط حرارتی.....
۳۵	.....	۲-۱-۲-۳- تحت تابش ریزموج.....
۳۶	.....	۲-۲-۳- بررسی نتایج حاصل از بهینه سازی شرایط واکنش.....
۳۶	.....	۱-۲-۲-۳- بهینه کردن مقدار کاتالیست بیسموت (III) تریفلات.....
۳۷	.....	۲-۲-۲-۳- بهینه کردن دمای واکنش تحت شرایط حرارتی.....
۳۸	.....	۳-۲-۲-۳- بهینه کردن توان تابش ریزموج.....
۳۹	.....	۴-۲-۲-۳- بهینه کردن دمای واکنش تحت تابش ریزموج.....
۴۰	.....	۳-۲-۳- بررسی نتایج سنتز ایزوبنزوفوران- $1-(3H)$ -آن‌ها در حضور بیسموت (III) تریفلات تحت شرایط حرارتی و تحت تابش ریزموج.....
۴۰	.....	۱-۳-۲-۳- تحت شرایط حرارتی.....
۴۴	.....	۲-۳-۲-۳- تحت تابش ریزموج.....
۴۸	.....	۴-۲-۳- بررسی امکان بازیابی و استفاده مجدد کاتالیست بیسموت (III) تریفلات تحت شرایط حرارتی و تابش ریزموج.....
۴۹	.....	۵-۲-۳- بررسی مکانیسم سنتز ایزوبنزوفوران- $1-(3H)$ -آن‌ها در حضور کاتالیست بیسموت (III) تریفلات.....
۵۱	.....	۳-۳- بررسی سنتز ایزوبنزوفوران- $1-(3H)$ -آن‌ها در حضور نمک‌های زیرکونیم (IV).....
۵۱	.....ها	۱-۳-۳- بررسی فعالیت کاتالیستی نمک‌های زیرکونیم (IV) در سنتز ایزوبنزوفوران- $1-(3H)$ -آن-
۵۱	.....	۱-۱-۳-۳- تحت شرایط حرارتی.....
۵۲	.....	۲-۱-۳-۳- تحت تابش ریزموج.....
۵۳	.....	۲-۳-۳- بررسی نتایج حاصل از بهینه سازی شرایط واکنش.....
۵۳	.....	۱-۲-۳-۳- بهینه کردن مقدار کاتالیست زیرکونیل تریفلات.....

صفحه	عنوان
۵۴	.....۲-۲-۳-۳- بهینه کردن دمای واکنش تحت شرایط حرارتی
۵۵	.....۳-۲-۳-۳- بهینه کردن توان تابش ریزموج
۵۶	.....۴-۲-۳-۳- بهینه کردن دمای واکنش تحت تابش ریزموج
۵۷	.....۳-۳-۳- بررسی نتایج سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)- آن‌ها در حضور زیرکونیل تریفلات تحت شرایط حرارتی و تحت تابش ریزموج
۵۷	.....۱-۳-۳-۳- تحت شرایط حرارتی
۶۲	.....۲-۳-۳-۳- تحت تابش ریزموج
۶۷	.....۴-۳-۳- بررسی امکان بازیابی و استفاده مجدد کاتالیست زیرکونیل تریفلات تحت شرایط حرارتی و تابش ریزموج
۶۸	.....۵-۳-۳- بررسی مکانیسم سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)- آن‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تریفلات
۷۰	.....۴-۳- نتیجه گیری
۷۱	.....۵-۳- نقاط ذوب و داده‌های طیفی ایزوبنزوفوران-۱(۳H)- آن‌ها
۷۹	.....۶-۳- گزیده‌ای از طیف‌ها
۹۹	.....منابع و مآخذ

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲	شکل ۱-۱: ساختار تعدادی از فتالیدهای طبیعی دارای خواص بیولوژیکی.....
۳	شکل ۲-۱: سنتز ۳-آریل فتالیدها با استفاده از کاتالیست اسیدی تری‌فلوئورو استیک اسید.....
۳	شکل ۳-۱: سنتز ۳-فنیل آسیل فتالیدها در حضور کاتالیست اسیدی تری‌فلوئورو استیک اسید.....
۴	شکل ۴-۱: واکنش تراکمی فتالدئیک اسید و ترکیبات آروماتیک در حضور سولفوریک اسید غلیظ.....
۴	شکل ۵-۱: سنتز فتالیدها از طریق واکنش تراکمی فتالدئیک اسید با کتون‌ها.....
۴	شکل ۶-۱: سنتز ۳-آلکیل فتالیدها با استفاده از ترکیبات آروماتیک سولفون‌دار در حضور کاتالیست بازی.....
۵	شکل ۷-۱: سنتز فتالیدهای کایرال از واکنش تراکمی ۲-فرمیل بنزوئیک استرها با کتون‌ها.....
۶	شکل ۸-۱: سنتز سه مرحله ای ۳-بوتیل فتالید دارای خواص بیولوژیکی.....
۶	شکل ۹-۱: سنتز ۳-تیوفتالیدها در حضور کاتالیست بازی تری اتیل آمین.....
۷	شکل ۱۰-۱: حلقوی شدن هاوسر-کراس.....
۷	شکل ۱۱-۱: اکسایش ۳-تیوفتالیدها و تبدیل آن‌ها به سولفون‌ها.....
۸	شکل ۱۲-۱: واکنش تراکمی فتالدئیک اسید و مشتقات استوفنون در حضور کاتالیست بازی.....
۸	شکل ۱۳-۱: سنتز فتالیدها از α ، δ -دی‌آل‌ها.....
۹	شکل ۱۴-۱: سنتز فتالیدها با استفاده از بروموبنزیل‌الکل‌ها.....
۹	شکل ۱۵-۱: سنتز فتالیدها از کربوکسیلیک اسیدهای آروماتیک دارای استخلاف آلکیل در موقعیت اورتو.....
۱۰	شکل ۱۶-۱: سنتز ۳-آلکیل فتالیدها با استفاده از اورتو-زایلن در حضور پتاسیم پرمنگنات.....
۱۰	شکل ۱۷-۱: سنتز فتالیدها از ۲-بروموبنزآلدئید و واکنشگرهای آلی-فلزی.....
۱۱	شکل ۱۸-۱: سنتز فتالید توسط واکنش تیشچنکو.....

عنوان

صفحه

شکل ۱-۱۹: تبدیل ترکیبات تیوکربونیل به معادل کربونیل آن‌ها در حضور بیسموت نیترات پنج آبه.....	۱۲
شکل ۱-۲۰: تبدیل اپوکسیدها به تیران‌ها با استفاده از آمونیوم تیوسیانات در حضور نمک‌های بیسموت(III).....	۱۳
شکل ۱-۲۱: تبدیل اپوکسیدها به تیران‌ها با استفاده از تیواوره در حضور نمک‌های بیسموت(III).....	۱۳
شکل ۱-۲۲: محافظت گروه‌های هیدروکسیل در حضور نمک‌های بیسموت(III).....	۱۴
شکل ۱-۲۳: سنتز β -نامینون‌ها در حضور کاتالیست بیسموت تری‌فلوئورواستات.....	۱۴
شکل ۱-۲۴: هیدرولیز اپوکسیدها در حضور کاتالیست بیسموت تری‌فلات.....	۱۴
شکل ۱-۲۵: هیدرولیز آزیریدین‌ها در حضور کاتالیست بیسموت تری‌فلات.....	۱۵
شکل ۱-۲۶: تبدیل الکل‌ها به سیلیل اترها در حضور کاتالیست زیرکونیل تری‌فلات.....	۱۶
شکل ۱-۲۷: استال‌دار کردن آلدهیدها و کتون‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تری‌فلات.....	۱۷
شکل ۱-۲۸: استیل‌دار و بنزوئیل‌دار شدن الکل‌ها، فنول‌ها، تیول‌ها و آمین‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تری‌فلات.....	۱۷
شکل ۱-۲۹: هیدرولیز اپوکسیدها در حضور کاتالیست زیرکونیل تری‌فلات.....	۱۷
شکل ۱-۳۰: استولیز اپوکسیدها در حضور کاتالیست زیرکونیل تری‌فلات.....	۱۸
شکل ۱-۳۱: متوکسی متیل‌دار شدن الکل‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تری‌فلات.....	۱۸
شکل ۱-۳۲: متوکسی متیل‌دار شدن فنول‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تری‌فلات.....	۱۸
شکل ۱-۳۳: سنتز فتالیدها از α -هیدروکسی کتون‌ها تحت تابش ریزموج.....	۲۰
شکل ۱-۳۴: سنتز ۳-آریلیدن فتالیدها تحت تابش ریزموج.....	۲۱
شکل ۱-۳۵: سنتز ۳-بنزیلیدن فتالیدها تحت تابش ریزموج.....	۲۱
شکل ۱-۳۶: سنتز اکسازولین‌ها تحت تابش ریزموج.....	۲۱
شکل ۱-۳۷: سنتز ایمیدازولین‌ها تحت تابش ریزموج.....	۲۲
شکل ۱-۳۸: تبدیل مستقیم الکل‌های محافظت شده به نیتریل‌ها و آلکیل هالیدهای مربوطه تحت تابش ریزموج.....	۲۲

عنوان

فصل سوم

صفحه

- شکل ۳-۱: بررسی فعالیت کاتالیستی نمک‌های بیسموت (III) در واکنش فتالدئیک اسید با ۴-
کلرو استوفنون تحت شرایط حرارتی..... ۳۴
- شکل ۳-۲: بررسی فعالیت کاتالیستی نمک‌های بیسموت (III) در واکنش فتالدئیک اسید با ۴-
کلرو استوفنون تحت تابش ریزموج..... ۳۵
- شکل ۳-۳: بهینه کردن مقدار کاتالیست بیسموت (III) تریفلات..... ۳۶
- شکل ۳-۴: بهینه کردن دمای واکنش تحت شرایط حرارتی..... ۳۸
- شکل ۳-۵: بهینه کردن توان تابش ریزموج..... ۳۹
- شکل ۳-۶: بهینه کردن دمای واکنش تحت تابش ریزموج..... ۴۰
- شکل ۳-۷: سنتز ایزوبنزوفوران-۱ (۳H)- آن‌ها در حضور کاتالیست بیسموت (III) تریفلات تحت
شرایط حرارتی..... ۴۱
- شکل ۳-۸: سنتز ایزوبنزوفوران-۱ (۳H)- آن‌ها در حضور کاتالیست بیسموت (III) تریفلات تحت
تابش ریزموج..... ۴۵
- شکل ۳-۹: مکانیسم پیشنهادی برای سنتز ایزوبنزوفوران-۱ (۳H)- آن‌ها در حضور کاتالیست
بیسموت (III) تریفلات..... ۵۰
- شکل ۳-۱۰: بررسی فعالیت کاتالیستی نمک‌های زیرکونیم (IV) در واکنش فتالدئیک اسید با ۳-
متوکسی استوفنون تحت شرایط حرارتی..... ۵۱
- شکل ۳-۱۱: بررسی فعالیت کاتالیستی نمک‌های زیرکونیم (IV) در واکنش فتالدئیک اسید با ۳-
متوکسی استوفنون تحت تابش ریزموج..... ۵۲
- شکل ۳-۱۲: بهینه کردن مقدار کاتالیست زیرکونیل تریفلات..... ۵۴
- شکل ۳-۱۳: بهینه کردن دمای واکنش تحت شرایط حرارتی..... ۵۵
- شکل ۳-۱۴: بهینه کردن توان تابش ریزموج..... ۵۶
- شکل ۳-۱۵: بهینه کردن دمای واکنش تحت تابش ریزموج..... ۵۷

عنوان

صفحه

شکل ۳-۱۶: سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تریفلات تحت شرایط حرارتی.....	۵۸
شکل ۳-۱۷: سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تریفلات تحت تابش ریزموج.....	۶۳
شکل ۳-۱۸: مکانیسم پیشنهادی برای سنتز ایزوبنزوفوران-۱(۳H)-آن‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تریفلات.....	۶۹
شکل ۳-۱۹: طیف $^1\text{H NMR}$ (۳-۴-ایزوپروپیل‌فنیل‌آسیل) فتالید.....	۷۹
شکل ۳-۲۰: طیف‌های $^{13}\text{C NMR}$ و FT-IR (۳-۴-ایزوپروپیل‌فنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۰
شکل ۳-۲۱: طیف Mass (۳-۴-ایزوپروپیل‌فنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۱
شکل ۳-۲۲: طیف $^1\text{H NMR}$ (۳-۲-فلوئوروفنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۲
شکل ۳-۲۳: طیف‌های $^{13}\text{C NMR}$ و FT-IR (۳-۲-فلوئوروفنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۳
شکل ۳-۲۴: طیف Mass (۳-۲-فلوئوروفنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۴
شکل ۳-۲۵: طیف $^1\text{H NMR}$ (۳-۲-کلروفنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۵
شکل ۳-۲۶: طیف‌های $^{13}\text{C NMR}$ و FT-IR (۳-۲-کلروفنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۶
شکل ۳-۲۷: طیف Mass (۳-۲-کلروفنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۷
شکل ۳-۲۸: طیف $^1\text{H NMR}$ (۳-۲-بروموفنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۸
شکل ۳-۲۹: طیف‌های $^{13}\text{C NMR}$ و FT-IR (۳-۲-بروموفنیل‌آسیل) فتالید.....	۸۹
شکل ۳-۳۰: طیف Mass (۳-۲-بروموفنیل‌آسیل) فتالید.....	۹۰
شکل ۳-۳۱: طیف $^1\text{H NMR}$ (۳-۴-یدوفنیل‌آسیل) فتالید.....	۹۱
شکل ۳-۳۲: طیف‌های $^{13}\text{C NMR}$ و FT-IR (۳-۴-یدوفنیل‌آسیل) فتالید.....	۹۲
شکل ۳-۳۳: طیف $^1\text{H NMR}$ (۳-۴-پیریدیل‌آسیل) فتالید.....	۹۳
شکل ۳-۳۴: طیف‌های $^{13}\text{C NMR}$ و FT-IR (۳-۴-پیریدیل‌آسیل) فتالید.....	۹۴
شکل ۳-۳۵: طیف Mass (۳-۴-پیریدیل‌آسیل) فتالید.....	۹۵
شکل ۳-۳۶: طیف $^1\text{H NMR}$ (۳-۲-آکسوسیکلوهپتیل) فتالید.....	۹۶
شکل ۳-۳۷: طیف‌های $^{13}\text{C NMR}$ و FT-IR (۳-۲-آکسوسیکلوهپتیل) فتالید.....	۹۷

شكل ٣-٣٨: طيف Mass ٣-٢-أكسوسيكلوهپتيل)فتاليد..... ٩٨

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
	فصل سوم
۳۴	جدول ۳-۱: واکنش فتالدئیک اسید با ۴-کلرو استوفنون در حضور نمک‌های بیسموت (III) تحت شرایط حرارتی.....
۳۵	جدول ۳-۲: واکنش فتالدئیک اسید با ۴-کلرو استوفنون در حضور نمک‌های بیسموت (III) تحت تابش ریزموج.....
۳۷	جدول ۳-۳: واکنش فتالدئیک اسید با ۴-کلرو استوفنون در حضور مقادیر مختلف کاتالیست بیسموت (III) تریفلات تحت شرایط حرارتی.....
۳۸	جدول ۳-۴: واکنش فتالدئیک اسید با ۴-کلرو استوفنون در حضور بیسموت (III) تریفلات در دماهای مختلف تحت شرایط حرارتی.....
۳۹	جدول ۳-۵: واکنش فتالدئیک اسید با ۴-کلرو استوفنون در حضور بیسموت (III) تریفلات تحت توان‌های مختلف تابش ریزموج.....
۴۰	جدول ۳-۶: واکنش فتالدئیک اسید با ۴-کلرو استوفنون در حضور بیسموت (III) تریفلات در دماهای مختلف تحت تابش ریزموج.....
۴۱	جدول ۳-۷: سنتز ایزوبنزوفوران-۱ (۳H)-آن‌ها از فتالدئیک اسید و کتون‌ها در حضور کاتالیست بیسموت (III) تریفلات تحت شرایط حرارتی.....
۴۵	جدول ۳-۸: سنتز ایزوبنزوفوران-۱ (۳H)-آن‌ها از فتالدئیک اسید و کتون‌ها در حضور کاتالیست بیسموت (III) تریفلات تحت تابش ریزموج.....
۴۹	جدول ۳-۹: بررسی قابلیت بازیابی و استفاده مجدد کاتالیست بیسموت (III) تریفلات در واکنش فتالدئیک اسید با ۴-کلرو استوفنون تحت شرایط حرارتی و تابش ریزموج.....
۵۲	جدول ۳-۱۰: واکنش فتالدئیک اسید با ۳-متوکسی استوفنون در حضور نمک‌های زیرکونیم (IV) تحت شرایط حرارتی.....

۵۳	جدول ۳-۱۱: واکنش فتالدئیک اسید با ۳-متوکسی استوفنون در حضور نمک‌های زیرکونیم (IV) تحت تابش ریزموج.....
۵۴	جدول ۳-۱۲: واکنش فتالدئیک اسید با ۳-متوکسی استوفنون در حضور مقادیر مختلف کاتالیست زیرکونیل تریفلات تحت شرایط حرارتی.....
۵۵	جدول ۳-۱۳: واکنش فتالدئیک اسید با ۳-متوکسی استوفنون در حضور زیرکونیل تریفلات در دماهای مختلف تحت شرایط حرارتی.....
۵۶	جدول ۳-۱۴: واکنش فتالدئیک اسید با ۳-متوکسی استوفنون در حضور زیرکونیل تریفلات تحت توان‌های مختلف تابش ریزموج.....
۵۷	جدول ۳-۱۵: واکنش فتالدئیک اسید با ۳-متوکسی استوفنون در حضور زیرکونیل تریفلات در دماهای مختلف تحت تابش ریزموج.....
۵۸	جدول ۳-۱۶: سنتز ایزوبنزوفوران-۱ (۳H)- آن‌ها از فتالدئیک اسید و کتون‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تریفلات تحت شرایط حرارتی.....
۶۳	جدول ۳-۱۷: سنتز ایزوبنزوفوران-۱ (۳H)- آن‌ها از فتالدئیک اسید و کتون‌ها در حضور کاتالیست زیرکونیل تریفلات تحت تابش ریزموج.....
۶۷	جدول ۳-۱۸: بررسی قابلیت بازیابی و استفاده مجدد کاتالیست زیرکونیل تریفلات در واکنش فتالدئیک اسید با ۳-متوکسی استوفنون تحت شرایط حرارتی و تابش ریزموج.....