



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده علوم - گروه شیمی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد شیمی معدنی

عنوان:

اکسایش ناهمگن و شبه حیاتی آلکن ها در حضور نانوذرات

منگنز(III) پورفیرین

نگارش:

نصیره نقاشیان

استاد راهنما:

دکتر سعید رعیتی

خرداد

۱۳۹۲

صلى الله عليه وسلم

تقدیم بہ

استادان مہربانم

سرکار خانم مصدق و جناب آقای خسرو آبادی

شکر و قدردانی

خداوند متعال را شاکرم که به لطف و یاری او توانسته ام تمامی دوران تحصیل را تا به این جا با موفقیت پشت سر بگذارم.

در این جا لازم می دانم تا از همه آن هایی که من را در انجام این پروژه تحقیقاتی یاری کرده اند، تشکر و قدردانی نمایم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر رعیتی که همواره بزرگووارانه و با گشاده رویی در تمامی مراحل کار مشوق من بودند و از هیچ همراهی و راهنمایی دریغ نوزیدند صمیمانه سپاسگزاری می کنم.

از اساتید محترم جناب آقای دکتر قنبری و سرکارخانم دکتر مؤمنی به خاطر حضورشان در جلسه دفاعیه از این پایان نامه قدردانی می نمایم.

از دوستان عزیزم که در آزمایشگاه تحقیقاتی شیمی معدنی از راهنمایی هایشان استفاده کردم سپاسگزارم. از برادر و دو خواهر عزیزم، محمد حسین، رفیعه و متینه به خاطر همراهی های صمیمانه شان در طول این دوره تشکر می کنم.

همچنین، از پدر و مادر عزیزم که با صبوری و تحمل مشکلات فراوان همواره همراه و پشتیبان من بوده اند خاضعانه تشکر می کنم و امیدوارم که بتوانم قدردان زحماتشان باشم.

در پایان سلامتی و موفقیت روز افزون همه عزیزانی که من را در طول این دوره همراهی کردند را از خداوند منان خواستارم.

عالمی در کنش دولت جانان دارد

هر که شد عالم از این بهره فراوان دارد

چه خوش است از محاکم علم شود استادم

دانش آن است که تضمین بزرگان دارد

چکیده

در تحقیق حاضر نانوذرات مزو-تتراکیس (۴-کربوکسی فنیل) پورفیریناتومنگنز (III) استات تحت امواج فراصوت تهیه شده و به وسیله ی طیف سنجی الکترونی و تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) شناسایی گردیده است. اکسایش آلکن های متفاوت با تترا-n-بوتیل آمونیوم هیدروژن مونوپرسولفات در حضور این نانوکاتالیزگر در دمای اتاق مورد بررسی قرار گرفته است. سیکلواکتن در حضور نانوذرات $Mn(TCPP)OAc$ ، با گزینش پذیری ۱۰۰ درصد و میزان تبدیل ۷۰ درصد به محصول اپوکسید تبدیل می شود. ویژگی مهم این سیستم کاتالیزگری، امکان استفاده مجدد از کاتالیزگر در واکنش های اکسایش می باشد به نحوی که این کاتالیزگر پس از ۵ مرحله جداسازی از مخلوط واکنش و استفاده مجدد کارایی بالایی از خود نشان می دهد. همچنین اکسایش همگن سیکلواکتن و متیل فنیل سولفید با اوره هیدروژن پراکسید به عنوان یک اکسید کننده سبز مورد مطالعه قرار گرفت. محصولات واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید، سولفوکسید و سولفون و تنها محصول واکنش اکسایش سیکلواکتن، اپوکسید آن بود.

واژگان کلیدی: نانوکاتالیزگر، منگنزپورفیرین، اکسایش، آلکن، سولفید

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ پورفیرین، مولکولی حیاتی و در همه جا حاضر
۳	۱-۲-۱ ساختار مولکولی پورفیرین
۵	۲-۲-۱ نامگذاری مولکول پورفیرین
۶	۳-۲-۱ موقعیت های مختلف مولکول پورفیرین
۸	۴-۲-۱ خاصیت آروماتیک بودن مولکول پورفیرین
۹	۳-۱ سیستم هایی مشابه ساختار پورفیرین
۱۵	۴-۱ پورفیرین های فلزی
۱۸	۵-۱ اهمیت پورفیرین ها و مشتقات فلزی آن ها از دیدگاه زیستی
۲۰	۱-۵-۱ سیتوکروم P-450
۲۱	۲-۵-۱ واکنش های کاتالیز شده به وسیله ی آنزیم سیتوکروم P-450
۲۲	۳-۵-۱ چرخه کاتالیزگری آنزیم سیتوکروم P-450
۲۳	۶-۱ بررسی خصوصیات طیفی پورفیرین ها و مشتقات فلزی آن ها
۲۳	۱-۶-۱ طیف UV-vis
۲۶	۲-۶-۱ مدل چهار اوربیتالی گوترمن

۲۸	۳-۶-۱ طیف $^1\text{H NMR}$
۲۸	۷-۱ پورفیرین های آب دوست
۳۰	۸-۱ تجمع مولکولی در پورفیرین ها
۳۲	۹-۱ فناوری نانو
۳۲	۱-۹-۱ تاریخچه و اهمیت فناوری نانو
۳۴	۲-۹-۱ اهمیت سطح در دنیای نانو
۳۴	۳-۹-۱ نانو مواد
۳۵	۱-۳-۹-۱ نانولوله های کربنی
۳۷	۲-۳-۹-۱ باکی بال ها
۳۸	۳-۳-۹-۱ بسترهای حفره دار
۴۰	۴-۹-۱ تجهیزات شناسایی در فناوری نانو
۴۴	۱۰-۱ اهمیت واکنش اکسایش ترکیبات آلی
۴۵	۱۱-۱ انواع کاتالیزگرهای شیمیایی
۴۶	۱۲-۱ اکسایش ترکیبات آلی در حضور کاتالیزگرها
۴۶	۱-۱۲-۱ اکسایش ترکیبات آلی در حضور کاتالیزگرهای همگن
۵۰	۲-۱۲-۱ اکسایش ترکیبات آلی در حضور کاتالیزگرهای ناهمگن
۵۳	۱۳-۱ فراصوت و واکنش های شیمیایی
	فصل دوم: بخش تجربی
۵۷	۱-۲ مقدمه

- ۲-۲ مواد شیمیایی مورد نیاز _____ ۵۷
- ۳-۲ دستگاههای مورد استفاده _____ ۵۸
- ۱-۳-۲ مشخصات دستگاه UV-vis _____ ۵۸
- ۲-۳-۲ مشخصات دستگاه Ultrasonic _____ ۵۸
- ۳-۳-۲ مشخصات دستگاه GC _____ ۵۸
- ۴-۲ شرایط دستگاه کروماتوگرافی گازی _____ ۵۸
- ۵-۲ تهیه و خالص سازی لیگاند مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل)پورفیرین (H_2TCPP) _____ ۵۹
- ۶-۲ تهیه و خالص سازی کمپلکس مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل)پورفیریناتومنگنز(III) استات [Mn(TCPP)OAc] _____ ۶۱
- ۷-۲ تهیه نانوذرات مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل)پورفیریناتومنگنز(III) استات _____ ۶۲
- ۸-۲ روش تهیه اکسید کننده تترا بوتیل آمونیوم اکسون (TBAO) _____ ۶۲
- ۹-۲ روش عمومی اکسایش ناهمگن آلکن ها _____ ۶۳
- ۱۰-۲ روش عمومی اکسایش همگن سیکلواکتن _____ ۶۴
- ۱۱-۲ روش عمومی اکسایش همگن متیل فنیل سولفید _____ ۶۴
- ۱۲-۲ بررسی میزان پایداری کاتالیزگر Mn(TCPP)OAc در حضور متیل فنیل سولفید و اوره هیدروژن پراکسید _____ ۶۵
- ۱۳-۲ زمانهای بازداری مواد اولیه و محصولات در واکنش های اکسایش _____ ۶۵
- ۱-۱۳-۲ زمانهای بازداری در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____ ۶۶
- ۲-۱۳-۲ زمانهای بازداری در واکنش اکسایش سیکلوهگزن _____ ۶۶

- ۶۷-۱۳-۲ زمان‌های بازداری در واکنش اکسایش ۱- متیل ۱- سیکلو هگزن _____
- ۶۷-۱۳-۲ زمان‌های بازداری در واکنش اکسایش استایرن _____
- ۶۸-۱۳-۲ زمان‌های بازداری در واکنش اکسایش ۴- کلرو استایرن _____
- ۶۸-۱۳-۲ زمان‌های بازداری در واکنش اکسایش ۴- متیل استایرن _____
- ۶۹-۱۳-۲ زمان‌های بازداری در واکنش اکسایش ۴- متوکسی استایرن _____
- ۶۹-۱۳-۲ زمان‌های بازداری در واکنش اکسایش α - متیل استایرن _____
- ۷۰-۱۳-۲ زمان‌های بازداری در واکنش اکسایش ایندن _____
- ۷۰-۱۳-۲ زمان‌های بازداری در واکنش اکسایش ۱- اکتن _____
- ۷۱-۱۳-۲ زمان‌های بازداری در واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید _____

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

- ۷۳-۱-۳ مقدمه _____
- ۷۳-۲-۳ شناسایی لیگاند H_2TCPP _____
- ۷۳-۳-۳ شناسایی کمپلکس $Mn(TCPP)OAc$ _____
- ۷۳-۴-۳ شناسایی نانوذرات کمپلکس مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل)پورفیریناتومنگنز(III) استات $Mn(TCPP)OAc$ _____
- ۷۴-۵-۳ اکسایش سیکلواکتن در حضور کاتالیزگر مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل)پورفیریناتومنگنز(III) استات _____
- ۷۶-۱-۵-۳ بررسی اثر اکسیدکننده های مختلف در اکسایش ناهمگن سیکلواکتن _____
- ۷۷-۲-۵-۳ بررسی اثر اکسیدکننده های مختلف در اکسایش همگن سیکلواکتن _____

- ۷۹ _____ Mn(TCPP)OAc در حضور کاتالیزگر TBAO با آلکن ها با اکسایش ناهمگن _____
- ۸۰ _____ ۱-۶-۳ بررسی اثر مقدار باز محوری ایمیدازول در اکسایش سیکلواکتن _____
- ۸۲ _____ Mn(TCPP)OAc در حضور کمپلکس توده ای _____
- ۳-۶-۳ مقایسه فعالیت کاتالیزگری نانوذرات Mn(TCPP)OAc و کمپلکس توده ای آن با نسبت های مختلف ایمیدازول در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____
- ۸۳ _____ ۴-۶-۳ بررسی اثر نسبت اکسیدکننده به آلکن در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____
- ۸۵ _____ ۵-۶-۳ بررسی اثر حلال های مختلف در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____
- ۶-۶-۳ بررسی فعالیت کاتالیزگرهای توده ای و نانو در حلال های مختلف در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____
- ۸۶ _____
- ۸۷ _____
- ۸۸ _____ ۷-۶-۳ اثر امواج فراصوت در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____
- ۹۱ _____ ۸-۶-۳ بررسی پایداری و تکرارپذیری نانوکاتالیزگر Mn(TCPP)OAc در اکسایش سیکلواکتن _____
- ۹-۶-۳ اکسایش آلکن های مختلف در حضور نانوکاتالیزگر مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل)پورفیریناتومنگنز(III) استات _____
- ۹۲ _____
- ۹۴ _____ ۱۰-۶-۳ مکانیسم پیشنهادی برای اکسایش سیکلواکتن در حضور نانوذرات Mn(TCPP)OAc _____
- ۹۵ _____ ۷-۳ اکسایش همگن سیکلواکتن با اوره هیدروژن پراکسید در حضور کاتالیزگر Mn(TCPP)OAc _____
- ۹۶ _____ ۱-۷-۳ بررسی اثر افزایش آمونیوم استات در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____
- ۹۷ _____ ۲-۷-۳ بررسی اثر افزایش زمان در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____
- ۹۸ _____ ۳-۷-۳ بررسی اثر ایمیدازول به عنوان باز محوری در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____
- ۹۹ _____ ۴-۷-۳ بررسی اثر دما در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____

- ۱۰۰ _____ ۵-۷-۳ بررسی اثر حلال در واکنش اکسایش سیکلواکتن
- ۱۰۲ _____ ۶-۷-۳ بررسی اثر افزایش استیک انیدرید در واکنش اکسایش سیکلواکتن
- ۱۰۴ _____ ۷-۷-۳ بررسی اثر افزایش مقدار اکسیدکننده در واکنش اکسایش سیکلواکتن
- ۱۰۵ _____ ۸-۷-۳ مکانیسم پیشنهادی برای اکسایش سیکلواکتن در حضور کاتالیزگر $Mn(TCPP)OAc$
- ۸-۳ اکسایش متیل فنیل سولفید در حضور کاتالیزگر مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل) پورفیریناتومنگنز(III) استات _____ ۱۰۶
- ۱۰۶ _____ ۱-۸-۳ اکسایش ناهمگن متیل فنیل سولفید در حضور نانوذرات $Mn(TCPP)OAc$
- ۱۰۶ _____ ۱-۱-۸-۳ اثر اکسید کننده های مختلف بر روی اکسایش ناهمگن متیل فنیل سولفید
- ۲-۸-۳ اکسایش همگن متیل فنیل سولفید در حضور کاتالیزگر مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل) پورفیریناتومنگنز(III) استات به وسیله اوره هیدروژن پراکسید _____ ۱۰۸
- ۱۰۹ _____ ۱-۲-۸-۳ بررسی اثر مقدار اکسید کننده در واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید
- ۱۰۹ _____ ۲-۲-۸-۳ بررسی اثر حلال در واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید
- ۱۱۱ _____ ۳-۲-۸-۳ بررسی اثر زمان در واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید
- ۱۱۲ _____ ۴-۲-۸-۳ بررسی اثر ایمیدازول به عنوان باز محوری در واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید
- ۱۱۴ _____ ۵-۲-۸-۳ بررسی اثر آمونیوم استات در واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید
- ۶-۲-۸-۳ بررسی اثر افزایش مقدار ایمیدازول در غیاب آمونیوم استات در واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید _____ ۱۱۶
- ۷-۲-۸-۳ بررسی پایداری کاتالیزگر مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل) پورفیریناتومنگنز(III) استات در حضور متیل فنیل سولفید و اوره هیدروژن پراکسید _____ ۱۱۷
- ۸-۲-۸-۳ مکانیسم پیشنهادی برای اکسایش متیل فنیل سولفید در حضور کاتالیزگر $Mn(TCPP)OAc$ _____ ۱۱۸

۱۱۹ _____ ۹-۳ نتیجه گیری

۱۲۱ _____ مراجع

فصل اول: مقدمه

- شکل ۱-۱ ساختار مولکول پورفین _____ ۴
- شکل ۲-۱ ساختار دی اسید و باز آزاد _____ ۴
- شکل ۳-۱ نامگذاری ساختار پورفین به روش آیوپاک و روش فیشر _____ ۵
- شکل ۴-۱ موقعیت های مختلف ساختار پورفیرین _____ ۶
- شکل ۵-۱ ساختار مولکول مزو-تترا فنیل پورفیرین _____ ۷
- شکل ۶-۱ ساختار هایی متفاوت از پورفیرین های آب گریز _____ ۸
- شکل ۷-۱ نمایش سیستم π مزدوج در مولکول پورفیرین _____ ۹
- شکل ۸-۱ نمایش ساختارهای پورفیرین، کلرین، باکتريو کلرین _____ ۱۰
- شکل ۹-۱ کلروفیل نوع a _____ ۱۰
- شکل ۱۰-۱ ساختار کورین _____ ۱۱
- شکل ۱۱-۱ ساختار مولکول ویتامین B₁₂ _____ ۱۲
- شکل ۱۲-۱ ساختار آنزیم F₄₃₀ _____ ۱۳
- شکل ۱۳-۱ ساختار مولکول فتالوسیانین _____ ۱۴
- شکل ۱۴-۱ ساختار مولکول پورفیرازین _____ ۱۴
- شکل ۱۵-۱ شمایی از واکنش فلز دار شدن پورفیرین در حضور نمک فلزی _____ ۱۵
- شکل ۱۶-۱ ترکیب های خطی منطبق با تقارن برای اوربیتال های فلز و لیگاند پورفیرین _____ ۱۶

- شکل ۱۷-۱ پروتوپورفیرین IX موجود در هموگلوبین و میوگلوبین _____ ۱۸
- شکل ۱۸-۱ اتصال محکم اتم آهن و نیتروژن در پروتوپورفیرین IX _____ ۱۹
- شکل ۱۹-۱ تعدادی از واکنش های آنزیمی کاتالیز شده با مولکول آهن پورفیرین _____ ۲۰
- شکل ۲۰-۱ ساختار آنزیم سیتوکروم P-450 _____ ۲۱
- شکل ۲۱-۱ برخی از واکنش های اکسایشی کاتالیز شده به وسیله آنزیم سیتوکروم P-450 _____ ۲۲
- شکل ۲۲-۱ چرخه کاتالیزگری پیشنهادی برای اکسایش هیدروکربن ها به وسیله آنزیم سیتوکروم P-450 _____ ۲۳
- شکل ۲۳-۱ طیف جذبی الکترونی پورفیرین های آزاد _____ ۲۴
- شکل ۲۴-۱ مقایسه طیف الکترونی یک لیگاند پورفیرین و مشتق فلزی آن _____ ۲۵
- شکل ۲۵-۱ ترازهای انرژی مولکول پورفیرین _____ ۲۵
- شکل ۲۶-۱ انتقالات ممکن در پورفیرین ها _____ ۲۶
- شکل ۲۷-۱ مدل چهار اوربیتالی گوترمن _____ ۲۷
- شکل ۲۸-۱ چند نمونه ساده از پورفیرین های آب دوست _____ ۲۹
- شکل ۲۹-۱ تجمع مولکولی از نوع J (در صفحه XY) _____ ۳۱
- شکل ۳۰-۱ تجمع مولکولی از نوع H (در راستای محور Z) _____ ۳۱
- شکل ۳۱-۱ تجمع مولکولی از نوع (π - π stacking) _____ ۳۲
- شکل ۳۲-۱ دسته بندی نانولوله های تک دیواره بر اساس جهت لوله شدن صفحه ی گرافن _____ ۳۶
- شکل ۳۳-۱ نانولوله های تک دیواره و چند دیواره _____ ۳۷
- شکل ۳۴-۱ ساختار فولرن C₆₀ _____ ۳۸

شکل ۳۵-۱ طرحی از مواد متخلخل ۳۸ _____

شکل ۳۶-۱ انواع سیلیکا بر اساس اندازه حفره ۳۹ _____

شکل ۳۷-۱ ساختار مزوپورهای متداول ۴۰ _____

شکل ۳۸-۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نانولوله های چند دیواره ۴۱ _____

شکل ۳۹-۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری از نانوذرات C_{60} ۴۲ _____

شکل ۴۰-۱ میکروسکوپ پیمایشگر روبشی ۴۳ _____

شکل ۴۱-۱ نمونه اطلاعات ثبت شده از پراش اشعه ایکس ۴۴ _____

شکل ۴۲-۱ واکنش هیدروژن پراکسید با یون کربنات ۴۸ _____

شکل ۴۳-۱ $Mn(TPP)-PSI$ ۵۰ _____

شکل ۴۴-۱ $Mn(TPPS)$ ۵۱ _____

شکل ۴۵-۱ بازشیف مولیبدن ۵۲ _____

شکل ۴۶-۱ نمودار اندازه شعاع حباب نسبت به زمان در فرآیند آوادهی ۵۴ _____

فصل دوم: بخش تجربی _____

شکل ۱-۲ طیف UV-vis پورفیرین H_2TCPP در حلال DMF ۶۰ _____

شکل ۲-۲ ساختار پورفیرین H_2TCPP ۶۰ _____

شکل ۳-۲ طیف UV-vis پورفیرین فلزی $MnTCPP(OAc)$ در حلال CH_3OH ۶۱ _____

شکل ۴-۲ ساختار پورفیرین فلزی $Mn(TCPP)OAc$ ۶۲ _____

شکل ۵-۲ تترا بوتیل آمونیوم اکسون ۶۳ _____

- شکل ۳-۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نانوذرات Mn(TCPP)OAc _____ ۷۵
- شکل ۳-۲ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از کمپلکس توده ای Mn(TCPP)OAc _____ ۷۵
- شکل ۳-۳ نمودار توزیع اندازه‌ی ذرات کمپلکس مزو-تتراکیس(۴-کربوکسی فنیل)پورفیریناتومنگنز(III) استات _____ ۷۶
- شکل ۳-۴ نمایش تفاوت بین فعالیت کاتالیزگرهای توده ای و نانو در نسبت های مختلف ایمیدازول به کاتالیزگر در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____ ۸۴
- شکل ۳-۵ اثر افزایش مقدار اکسیدکننده در اکسایش سیکلواکتن _____ ۸۶
- شکل ۳-۶ مکانیسم پیشنهادی برای اکسایش آلکن ها _____ ۹۵
- شکل ۳-۷ مکانیسم پیشنهادی برای اکسایش سیکلواکتن با اوره هیدروژن پراکسید _____ ۱۰۵
- شکل ۳-۸ اثر زمان در اکسایش متیل فنیل سولفید _____ ۱۱۲
- شکل ۳-۹ واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید در حضور و در غیاب آمونیوم استات _____ ۱۱۴
- شکل ۳-۱۰ طیف الکترونی مخلوط واکنش MnTCPP(OAc) ، ایمیدازول، آمونیوم استات، متیل فنیل سولفید و اوره هیدروژن پراکسید در حلال خالص متانول _____ ۱۱۸
- شکل ۳-۱۱ مکانیسم پیشنهادی برای اکسایش متیل فنیل سولفید با اوره هیدروژن پراکسید _____ ۱۱۹

عنوان صفحه

فصل دوم: بخش تجربی

- جدول ۱-۲ شرایط دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) _____ ۵۹
- جدول ۲-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش سیکلواکتن _____ ۶۶
- جدول ۳-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش سیکلو هگزن _____ ۶۶
- جدول ۴-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش ۱- متیل ۱- سیکلو هگزن _____ ۶۷
- جدول ۵-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش استایرن _____ ۶۷
- جدول ۶-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش ۴- کلرو استایرن _____ ۶۸
- جدول ۷-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش ۴- متیل استایرن _____ ۶۸
- جدول ۸-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش ۴ - متوکسی استایرن _____ ۶۹
- جدول ۹-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش α - متیل استایرن _____ ۶۹
- جدول ۱۰-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش ایندن _____ ۷۰
- جدول ۱۱-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش ۱- اکتن _____ ۷۰
- جدول ۱۲-۲ زمان های بازداری مواد اولیه و محصولات واکنش اکسایش متیل فنیل سولفید _____ ۷۱

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

- جدول ۱-۳ داده های طیف الکترونی لیگاند H_2TCPP _____ ۷۳
- جدول ۲-۳ داده های طیف الکترونی کمپلکس $Mn(TCPP)OAc$ _____ ۷۳

جدول ۳-۳ اثر اکسیدکننده‌های مختلف در اکسایش ناهمگن سیکلواکتن در حضور نانو کاتالیزگر Mn(TCPP)OAc _____ ۷۷

جدول ۴-۳ اکسایش همگن سیکلواکتن در حضور کاتالیزگر MnTCPP(OAc) با تترا-n-بوتیل-آمونیم پریدات _____ ۷۸

جدول ۵-۳ اکسایش همگن سیکلواکتن در حضور کاتالیزگر MnTCPP(OAc) با اوره هیدروژن پراکسید _____ ۷۸

جدول ۶-۳ اکسایش همگن سیکلواکتن در حضور کاتالیزگر MnTCPP(OAc) با TBAO _____ ۷۸

جدول ۷-۳ اثر افزایش مقدار ایمیدازول در اکسایش سیکلواکتن در حضور نانوذرات Mn(TCPP)OAc در زمان ۲ دقیقه _____ ۸۱

جدول ۸-۳ اثر افزایش مقدار ایمیدازول در اکسایش سیکلواکتن در حضور نانوذرات Mn(TCPP)OAc در زمان ۲۰ دقیقه _____ ۸۱

جدول ۹-۳ اکسایش سیکلواکتن در حضور کمپلکس توده ای MnTCPP(OAc) _____ ۸۲

جدول ۱۰-۳ اکسایش سیکلواکتن در حضور کاتالیزگر توده ای و نانو _____ ۸۳

جدول ۱۱-۳ تاثیر نسبت اکسید کننده به آلکن _____ ۸۵

جدول ۱۲-۳ تاثیر حلال های مختلف در اکسایش سیکلواکتن _____ ۸۶

جدول ۱۳-۳ فعالیت کاتالیزگرهای توده ای و نانو در واکنش اکسایش سیکلواکتن در حلال های مختلف _____ ۸۸

جدول ۱۴-۳ اکسایش سیکلواکتن در حضور کاتالیزگر توده‌های Mn(TCPP)OAc تحت امواج فراصوت _____ ۸۹

جدول ۱۵-۳ اکسایش سیکلواکتن در حضور کاتالیزگر Mn(TCPP)OAc _____ ۸۹

جدول ۱۶-۳ تاثیر افزایش مدت زمان قرار گرفتن کاتالیزگر تحت امواج فراصوت بر روی فعالیت آن _____ ۹۰

- جدول ۳-۱۷ تکرارپذیری نانوکاتالیزگر $Mn(TCPP)OAc$ در اکسایش سیکلواکتن _____ ۹۱
- جدول ۳-۱۸ اکسایش سیکلواکتن در حضور نانوکاتالیزگر $Mn(TCPP)OAc$ پس از تابش دهی مجدد ۹۲
- جدول ۳-۱۹ اکسایش آلکن های مختلف به وسیله TBAO _____ ۹۳
- جدول ۳-۲۰ اکسایش سیکلواکتن با اوره هیدروژن پراکسید در حضور $Mn(TCPP)OAc$ _____ ۹۵
- جدول ۳-۲۱ اثر افزایش آمونیوم استات در اکسایش سیکلواکتن با اوره هیدروژن پراکسید _____ ۹۶
- جدول ۳-۲۲ اثر افزایش آمونیوم استات در غیاب ایمیدازول در اکسایش سیکلواکتن با اوره هیدروژن پراکسید _____ ۹۷
- جدول ۳-۲۳ اثر افزایش زمان واکنش _____ ۹۸
- جدول ۳-۲۴ اثر افزایش مقدار ایمیدازول در واکنش اکسایش سیکلواکتن با اوره هیدروژن پراکسید _____ ۹۹
- جدول ۳-۲۵ اثر دما در واکنش اکسایش سیکلواکتن با اوره هیدروژن پراکسید _____ ۱۰۰
- جدول ۳-۲۶ اثر حلال در واکنش اکسایش سیکلواکتن با اوره هیدروژن پراکسید _____ ۱۰۱
- جدول ۳-۲۷ اثر افزایش حلال دی کلرومتان به مخلوط واکنش _____ ۱۰۲
- جدول ۳-۲۸ اثر افزایش استیک انیدرید در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____ ۱۰۳
- جدول ۳-۲۹ اثر افزایش مقدار اکسیدکننده در واکنش اکسایش سیکلواکتن _____ ۱۰۴
- جدول ۳-۳۰ اثر اکسیدکننده TBAP در اکسایش ناهمگن متیل فنیل سولفید در حضور نانوکاتالیزگر $Mn(TCPP)OAc$ _____ ۱۰۷
- جدول ۳-۳۱ اثر اکسیدکننده TBAP در اکسایش ناهمگن متیل فنیل سولفید در حضور نانوکاتالیزگر $Mn(TCPP)OAc$ و آمونیوم استات _____ ۱۰۷