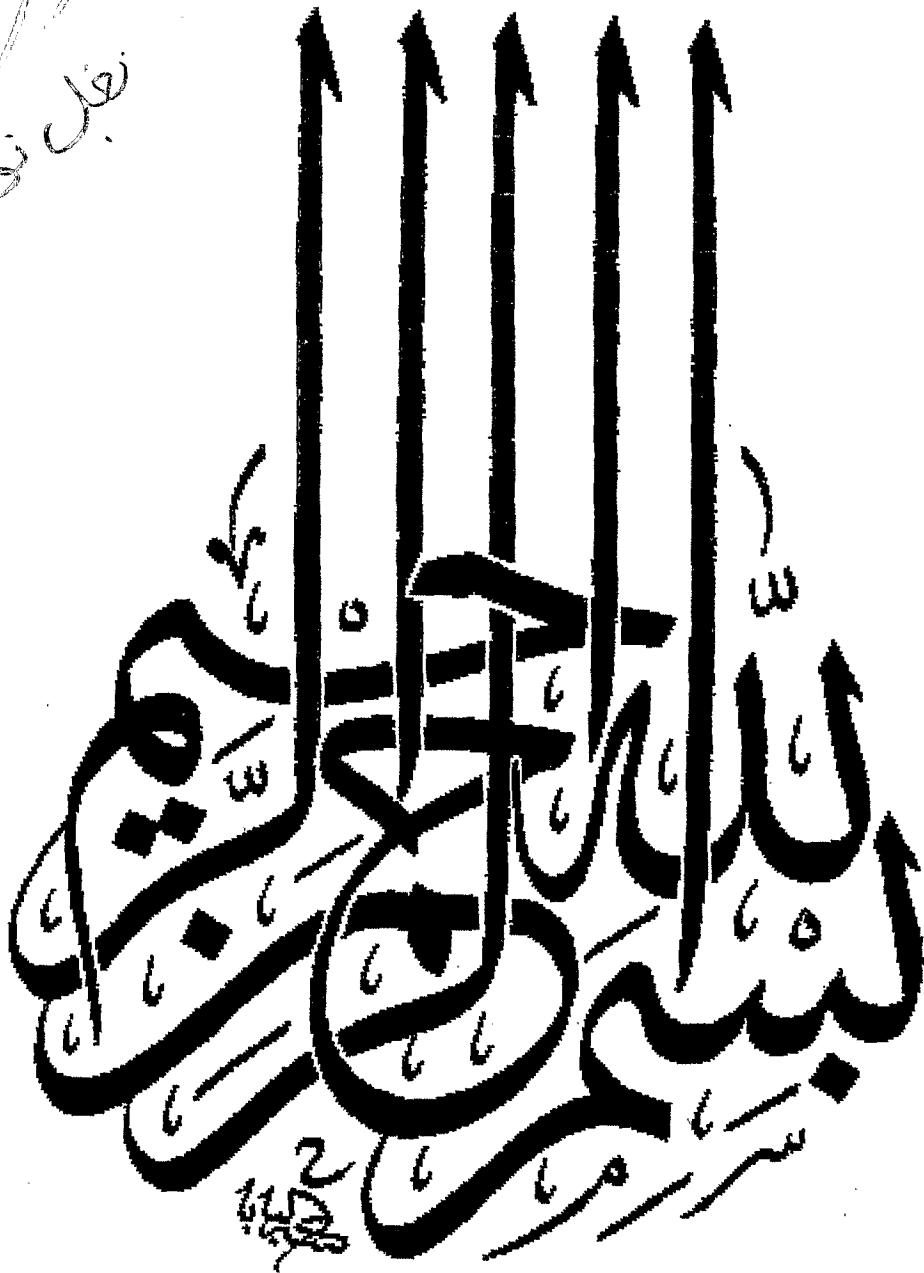


طوسی
۲۹/۹
نقل از کتاب



۱۲۷۲



دانشگاه سبزگان

دانشکده علوم - گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی معدنی

اکسیداسیون آلکن‌ها با ترشیو بوتیل هیدروپراکسید کاتالیست
شده به وسیله کمپلکس‌های بازشیف وانادیم (IV)

کتابخانه مرکزی
دانشگاه سبزگان

فاطمه عشوری

اساتید راهنما:

دکتر سعید رعیتی

دکتر داور محمدی بقاعی

۱۳۸۷ / ۷ / ۲۲

تیر ۱۳۸۷

۱۰۲۶۶



دانشگاه زنجان

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

شماره: ۷۱۷۲

تاریخ: ۸۷/۴/۲۵

با تأییدات عداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

خانم فاطمه عشوری رشته شیمی گرایش معدنی

تحت عنوان اکسیداسیون آلکن ها با ترشیو - بوتیل هیدروپروکساید کاتالیست شده به وسیله کمپلکس های باز شیف (IV)

در تاریخ ۸۷/۴/۲۵ با حضور هیأت محترم دوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید و نظر هیأت داوران بشرح زیر می باشد:

قبول (با نجه: عالی) امتیاز: ۱۹.۷۲ (دفاع مجدد مردود)

۱- عالی (۲۰-۱۸)

۲- بسیار خوب (۹۹/۱۷-۱۶)

۳- خوب (۹۹/۱۵-۱۴)

۴- قابل قبول (۹۹/۱۳-۱۲)

امضاء

رتبه علمی

نام و نام خانوادگی

عضو هیأت داوران

استادیار

دکتر سعید رعیتی

۱- استاد راهنمای اول

استاد

دکتر داور محمدی بقاعی

۲- استاد راهنمای دوم

دانشیار

دکتر حسن حسینی منفرد

۳- استاد ممتحن داخلی

استادیار

دکتر سعید زکوی

۴- استاد ممتحن خارجی

مریی

آقای ابراهیم ولی پور

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی

دکتر نعمت ابراهیمی
مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

دکتر محمدعلی اسم خانی
معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی
دانشکده علوم
۸۷/۴/۲۵

سپاس بی حد خدای را سزد که اهل سخن از عهده‌ی مدحش بر نیایند و برای حسابگران امکان محاسبه نعمت هایش نباشد و کوشنده درگاهش ادای حق او نتواند. خدایی که درکش از دسترس همت‌های بلند دور است و راه ژرف‌کاری اندیشه ورزان در حقیقت ذاتش کور.

" نهج البلاغه، خطبه ۱ "

تشکر فراوان نثار استاد عزیزم جناب آقای دکتر رعیتی که در طول این مدت از راهنمایی‌های ارزنده علمی و اخلاقی ایشان کمال استفاده را بردم و وجودشان باعث به‌ثمر رسیدن این پایان‌نامه بود.

از استاد عزیزم جناب آقای دکتر بقاعی به خاطر راهنمایی‌های دلسوزانه و محبت‌های بی‌دریغشان بسیار سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر زکوی و جناب آقای دکتر حسینی منفرد که زحمت مطالعه و داوری این پایان‌نامه را به عهده گرفتند کمال تشکر را دارم.

و با تشکر از همه دوستان خوبم که در این مدت صمیمانه با من همکاری کردند.

۱۳۸۷ / ۷ / ۲۲

فاطمه عشوری

تیرماه ۱۳۸۷

تقدیم به


پدرم

که از کودکی جان مرا از عطر علم دوستی لبریز کرده

و مادرم

که همواره الگوی کوشایی‌ام بوده و صبر وام دار اوست

و به سیما و سیاوش عزیزم.



فهرست

فهرست مطالب

صفحه

چکیده

واژنامه

فصل اول: مقدمه

- ۱-۱ تاریخچه وانادیم..... ۱
- ۲-۱ گونه‌های وانادیم..... ۲
- ۳-۱ وانادیم در موجودات زنده..... ۲
- ۴-۱ سمیت وانادیم در موجودات زنده..... ۳
- ۵-۱ سطوح زیست محیطی وانادیم..... ۴
- ۶-۱ اهمیت کمپلکس‌های باز شیف وانادیم..... ۵
- ۱-۶-۱ ویژگی‌های زیستی..... ۵
- ۱-۶-۱-۱ وانادیم در آنزیم‌ها..... ۷
- ۱-۶-۱-۲ حاملین دی‌اکسیژن..... ۸
- ۲-۶-۱ مدل زیست‌شناختی..... ۹
- ۳-۶-۱ سایر موارد..... ۹
- ۷-۱ سنتز کمپلکس‌های باز شیف..... ۱۰
- ۱-۷-۱ سنتز کمپلکس از طریق الگوبرداری..... ۱۰
- ۲-۷-۱ سنتز کمپلکس از طریق تهیه لیگاند آزاد..... ۱۱
- ۸-۱ شیمی کوئوردیناسیون وانادیم..... ۱۵
- ۱-۸-۱ کمپلکس‌ها با لیگاندهای دودندانه‌ای..... ۱۵
- ۲-۸-۱ کمپلکس‌ها با لیگاندهای سه‌دندانه‌ای..... ۱۸

- ۲۱..... ۳-۸-۱ کمپلکس‌ها با لیگاندهای چهاردندانه‌ای
- ۲۴..... ۴-۸-۱ کمپلکس‌ها با لیگاندهای پنج‌دندانه‌ای
- ۲۵..... ۵-۸-۱ کمپلکس‌های غیراکسو و انادیم
- ۲۶..... ۶-۸-۱ کمپلکس‌های پلیمری نوع $V-O \rightarrow V-O$
- ۲۷..... ۹-۱ حلال‌رنگی
- ۲۹..... ۱-۹-۱ حلال‌رنگی در کمپلکس‌های و انادیم
- ۳۱..... ۱۰-۱ رفتار مکانو- شیمیایی کمپلکس‌های باز شیف و انادیل
- ۳۳..... ۱۱-۱ طیف‌های الکترونی کمپلکس‌های اکسو و انادیم
- ۳۴..... ۱۲-۱ اکسایش اولفین‌ها
- ۳۵..... ۱۳-۱ فعالیت کاتالیزی کمپلکس‌های و انادیم

فصل دوم: بخش تجربی

- ۳۹..... ۱-۲ دستگاه‌های مورد استفاده
- ۳۹..... ۲-۲ مواد مورد استفاده
- ۴۰..... ۳-۲ سنتز لیگاندها
- ۴۰..... ۳-۲-۱ سنتز بیس (۵-کلرو-۲-هیدروکسی استوفنون)-۲،۱- پروپان‌دی‌ایمین (H_2L_1)
- ۴۱..... ۲-۳-۲ سنتز بیس (۲-هیدروکسی-۳-متوکسی‌بنزآلدهید)-۳،۱ پروپان‌دی‌ایمین (H_2L_2)
- ۴۱..... ۳-۳-۲ سنتز بیس (۲ و ۴-دی‌هیدروکسی استوفنون)-۲،۱- پروپان‌دی‌ایمین (H_2L_3)
- ۴۲..... ۴-۳-۲ سنتز بیس (پیرول-۲-کربالدهید)-۲،۱- پروپان‌دی‌ایمین (H_2L_4)
- ۴۳..... ۴-۲ سنتز کمپلکس‌ها
- ۴۳..... ۱-۴-۲ سنتز کمپلکس VOL_1
- ۴۴..... ۲-۴-۲ سنتز کمپلکس VOL_2

- ۴۴..... VOL₃ سنتز کمپلکس ۳-۴-۲
- ۴۵..... VOL₄ سنتز کمپلکس ۴-۴-۲
- ۴۶..... ۵-۲ اکسیداسیون آلکن‌ها
- ۴۶..... ۱-۵-۲ زمان‌های بازداری مواد اولیه و محصولات
- ۴۷..... ۲-۵-۲ شرایط دستگاه کروماتوگرافی
- ۴۷..... ۶-۲ بررسی فعالیت کاتالیزگری کمپلکس‌ها

فصل سوم: بحث و نتیجه‌گیری

- ۴۹..... ۱-۳ شناسایی لیگاند H₂L₁
- ۵۲..... ۲-۳ شناسایی کمپلکس VOL₁
- ۵۷..... ۳-۳ شناسایی لیگاند H₂L₂
- ۵۹..... ۴-۳ شناسایی کمپلکس VOL₂
- ۶۵..... ۵-۳ شناسایی لیگاند H₂L₃
- ۶۷..... ۶-۳ شناسایی کمپلکس VOL₃
- ۶۸..... ۷-۳ شناسایی لیگاند H₂L₄
- ۷۲..... ۸-۳ شناسایی کمپلکس VOL₄
- ۹-۳ مطالعه‌ی فعالیت کاتالیزی کمپلکس‌های باز شیف VOL₁ و VOL₂ در اکسایش کاتالیزی سیکلواکتن و استایرن توسط ترشیوبوتیل‌هیدروپراکسید به عنوان منبع اکسیژن
- ۷۳..... ۱-۹-۳ فعالیت کاتالیزی VOL₁
- ۷۳..... ۱-۱-۹-۳ اکسیداسیون سیکلواکتن با کاتالیزگر VOL₁
- ۷۴..... الف) اثر حلال
- ۷۵..... ب) اثر غلظت اکسیدکننده

- ۷۶.....(ج) اثر دما.....
- ۷۷.....(د) اثر مقدار کاتالیزگر.....
- ۷۸..... $2-1-9-3$ اکسیداسیون استایرن با کاتالیزگر VOL_1
- ۷۸.....(ف) اثر حلال.....
- ۸۰.....(ب) اثر غلظت اکسیدکننده.....
- ۸۱.....(ج) اثر دما.....
- ۸۲.....(د) اثر غلظت کاتالیزگر.....
- ۸۳..... $2-9-3$ فعالیت کاتالیزی VOL_2
- ۸۳..... $1-2-9-3$ اکسیداسیون سیکلواکتن با کاتالیزگر VOL_2
- ۸۴.....(ف) اثر حلال.....
- ۸۵.....(ب) اثر غلظت اکسیدکننده.....
- ۸۶.....(ج) اثر دما.....
- ۸۷.....(د) اثر مقدار کاتالیزگر.....
- ۸۹..... $2-2-9-3$ اکسیداسیون استایرن با کاتالیزگر VOL_2
- ۸۹.....(ف) اثر حلال.....
- ۹۰.....(ب) اثر غلظت اکسیدکننده.....
- ۹۱.....(ج) اثر دما.....
- ۹۲.....(د) اثر غلظت کاتالیزگر.....
- ۹۴..... $10-3$ مطالعه‌ی رفتار الکتروشیمیایی کمپلکس‌های باز شیف اکسوآنادیم(IV).....
- ۱۱-۳ مکانیسم پیشنهادی برای اکسایش آلکن‌ها با TBHP در حضور کمپلکس‌های باز شیف
 ۹۷.....اکسوآنادیم(IV).....

۱۰۰.....نتیجه گیری ۱۲-۳

۱۰۲.....پیوست

۱۱۴.....منابع

چکیده انگلیسی

فهرست شکل‌ها

صفحه

- شکل ۱-۱ نمونه‌هایی از کمپلکس‌های دی‌اکسووانادیم..... ۱۴
- شکل ۲-۱ یک کمپلکس دوهسته‌ای از وانادیم..... ۱۵
- شکل ۳-۱ کمپلکس $[(VO(Hsal-EA)_2)]$ ۱۷
- شکل ۴-۱ نمونه‌ای از کمپلکس‌های اکسووانادیم با لیگاندهای دودندانه‌ای..... ۱۷
- شکل ۵-۱ نمونه‌ای از کمپلکس μ -اکسووانادیم(V)..... ۱۸
- شکل ۶-۱ کمپلکس چهار ظرفیتی وانادیم..... ۱۹
- شکل ۷-۱ کمپلکس تهیه شده توسط کرانس..... ۲۰
- شکل ۸-۱ نمونه‌ای از کمپلکس‌های دی‌اکسووانادیم(V)..... ۲۰
- شکل ۹-۱ مشتقاتی از سمی کاربازون سالیسیل‌آلدهید..... ۲۱
- شکل ۱۰-۱ کمپلکس‌های متنوع با لیگاندهای سه‌دندانه‌ای نوع NNN..... ۲۱
- شکل ۱۱-۱ کمپلکس‌های متنوعی از اکسووانادیم(IV) با تغییر استخلاف در حلقه بنزن گروه سالن..... ۲۲
- شکل ۱۲-۱ کمپلکس با لیگاندهای چهاردندانه با ایزومرهای اگزو و اندو..... ۲۳
- شکل ۱۳-۱ لیگاند باز شیف چهاردندانه‌ای پلیمری..... ۲۳
- شکل ۱۴-۱ لیگاند باز شیف چهاردندانه‌ای..... ۲۴
- شکل ۱۵-۱ کمپلکس‌های اکسووانادیم با لیگاند باز شیف پنج‌دندانه‌ای..... ۲۴
- شکل ۱۶-۱ نمونه‌ای از کمپلکس‌های غیراکسووانادیم..... ۲۵
- شکل ۱۶-۱ نمونه‌هایی از کمپلکس‌های غیراکسووانادیم..... ۲۶
- شکل ۱۷-۱ نمودار اوربیتال مولکولی وانادیل با تقارن موضعی C_{4v} ۳۰
- شکل ۱۸-۱ جهش‌های الکترونی کمپلکس‌های باز شیف وانادیل..... ۳۳

- شکل ۱-۱۹ نمودار اوربیتال مولکولی وانادیل با تقارن موضعی C_{4v} با تخصیص پیوندها..... ۳۴
- شکل ۱-۲۰ کمپلکس وانادیم برای اکسایش نامتقارن اولفین‌ها..... ۳۵
- شکل ۱-۲۱ ناهمگن کردن کاتالیزگر به وسیله‌ی نشاندن آن روی سیلیکاژل..... ۳۷
- شکل ۱-۲۲ کمپلکس کایرال برای اکسایش نامتقارن اولفین‌ها..... ۳۷
- شکل ۲-۱ مسیر سنتز لیگاند H_2L_1 ۴۰
- شکل ۲-۲ مسیر سنتز لیگاند H_2L_2 ۴۱
- شکل ۲-۳ مسیر سنتز لیگاند H_2L_3 ۴۲
- شکل ۲-۴ مسیر سنتز لیگاند H_2L_4 ۴۳
- شکل ۲-۵ مسیر سنتز کمپلکس VOL_1 ۴۳
- شکل ۲-۶ مسیر سنتز کمپلکس VOL_2 ۴۴
- شکل ۲-۷ مسیر سنتز کمپلکس VOL_3 ۴۵
- شکل ۲-۸ مسیر سنتز کمپلکس VOL_4 ۴۵
- شکل ۳-۱ ساختار لیگاند H_2L_1 و پروتون‌های متفاوت آن در طیف 1H NMR..... ۵۰
- شکل ۳-۲ ساختار لیگاند H_2L_1 و کربن‌های متفاوت آن در طیف ^{13}C NMR..... ۵۱
- شکل ۳-۳ طیف IR لیگاند H_2L_1 ۵۲
- شکل ۳-۴ طیف IR کمپلکس VOL_1 ۵۳
- شکل ۳-۵ طیف UV-Vis لیگاند H_2L_1 (a) و کمپلکس VOL_1 (b)..... ۵۴
- شکل ۳-۶ طیف الکترونی VOL_1 در حلال (۱) استونیتریل (۲) کلروفرم (۳) دی‌کلرومتان (۴) متانول..... ۵۷
- شکل ۳-۷ ساختار لیگاند H_2L_2 و پروتون‌های متفاوت آن در طیف 1H NMR..... ۵۷
- شکل ۳-۸ ساختار لیگاند H_2L_2 و کربن‌های متفاوت آن در طیف ^{13}C NMR..... ۵۸

- شکل ۳-۹ طیف IR لیگاند H_2L_2 ۵۹
- شکل ۳-۱۰ طیف IR کمپلکس VOL_2 ۶۰
- شکل ۳-۱۱ ساختار کمپلکس VOL_2 ۶۱
- شکل ۳-۱۲ طیف UV-Vis لیگاند H_2L_2 (a) و کمپلکس VOL_2 (b) ۶۲
- شکل ۳-۱۳ طیف الکترونی VOL_2 در حلال (۱) کلروفرم (۲) متانول (۳) استونیتریل (۴) دی کلرومتان ۶۳
- شکل ۳-۱۴ ساختار لیگاند H_2L_3 و پروتون‌های متفاوت آن در طیف 1H NMR ۶۵
- شکل ۳-۱۵ ساختار لیگاند H_2L_3 و کربن‌های متفاوت آن در طیف ^{13}C NMR ۶۶
- شکل ۳-۱۶ طیف IR لیگاند H_2L_3 ۶۷
- شکل ۳-۱۷ طیف IR کمپلکس VOL_3 ۶۸
- شکل ۳-۱۸ ساختار لیگاند H_2L_4 و پروتون‌های متفاوت آن در طیف 1H NMR ۶۹
- شکل ۳-۱۹ ساختار لیگاند H_2L_4 و کربن‌های متفاوت آن در طیف ^{13}C NMR ۷۰
- شکل ۳-۲۰ طیف IR لیگاند H_2L_4 ۷۱
- شکل ۳-۲۱ طیف UV لیگاند H_2L_4 ۷۱
- شکل ۳-۲۲ طیف IR کمپلکس VOL_4 ۷۲
- شکل ۳-۲۳ نمودار ولتاموگرام کمپلکس VOL_1 در CH_3CN در سرعت‌های (a) ۲۰، (b) ۵۰ و (c) ۱۰۰ (mV/s) ۹۴
- شکل ۳-۲۴ نمودار ولتاموگرام کمپلکس VOL_2 در CH_3CN در سرعت‌های (a) ۲۰، (b) ۵۰ و (c) ۱۰۰ (mV/s) ۹۴
- شکل ۳-۲۵ تیتراسیون محلول متانولی VOL_1 با TBHT ۹۸
- شکل ۳-۲۶ تیتراسیون محلول متانولی VOL_2 با TBHP ۹۸

فهرست جدول‌ها

صفحه

جدول ۱-۲ زمان بازداری مواد اولیه و محصولات.....	۴۶
جدول ۲-۲ شرایط دستگاه GC.....	۴۷
جدول ۱-۳ نتایج طیف $^1\text{H NMR}$ لیگاند H_2L_1	۵۰
جدول ۲-۳ نتایج طیف $^{13}\text{C NMR}$ لیگاند H_2L_1	۵۱
جدول ۳-۳ داده‌های تجزیه عنصری لیگاند H_2L_1	۵۲
جدول ۴-۳ داده‌های طیف IR (برحسب cm^{-1}) لیگاند H_2L_1 و کمپلکس VOL_1	۵۳
جدول ۵-۳ داده‌های طیف الکترونی لیگاند H_2L_1 و کمپلکس VOL_1 همراه با تخصیص پیک‌ها.....	۵۴
جدول ۶-۳ عدد دهندگی حلال‌ها و طول موج جهش‌های $d \rightarrow d$ در کمپلکس VOL_1	۵۶
جدول ۷-۳ داده‌های تجزیه عنصری کمپلکس VOL_1	۵۶
جدول ۸-۳ نتایج طیف $^1\text{H NMR}$ لیگاند H_2L_2	۵۷
جدول ۹-۳ داده‌های طیف $^{13}\text{C NMR}$ لیگاند H_2L_2	۵۸
جدول ۱۰-۳ داده‌های تجزیه عنصری لیگاند H_2L_2	۵۹
جدول ۱۱-۳ داده‌های طیف IR (برحسب cm^{-1}) لیگاند H_2L_2 و کمپلکس VOL_2	۶۰
جدول ۱۲-۳ داده‌های طیف الکترونی لیگاند H_2L_2 و کمپلکس VOL_2	۶۲
جدول ۱۳-۳ عدد دهندگی حلال‌ها و طول موج انتقالات $d \rightarrow d$ در کمپلکس VOL_2	۶۴
جدول ۱۴-۳ داده‌های تجزیه عنصری کمپلکس VOL_2	۶۴
جدول ۱۵-۳ نتایج طیف $^1\text{H NMR}$ لیگاند H_2L_3	۶۵
جدول ۱۶-۳ داده‌های طیف $^{13}\text{C NMR}$ لیگاند H_2L_3	۶۶
جدول ۱۷-۳ داده‌های طیف IR (برحسب cm^{-1}) لیگاند H_2L_3 و کمپلکس VOL_3	۶۸

- جدول ۳-۱۸ نتایج طیف $^1\text{H NMR}$ لیگاند H_2L_4 ۶۹
- جدول ۳-۱۹ داده‌های طیف $^{13}\text{C NMR}$ لیگاند H_2L_4 ۷۰
- جدول ۳-۲۰ داده‌های طیف IR (بر حسب cm^{-1}) لیگاند H_2L_4 و کمپلکس VOL_4 ۷۲
- جدول ۳-۲۱ نتایج حاصل از اکسیداسیون سیکلواکتن با VOL_1 در حلال‌های مختلف ۷۵
- جدول ۳-۲۲ نتایج حاصل از اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_1 در نسبت‌های مختلف اکسیدکننده ۷۶
- جدول ۳-۲۳ نتایج حاصل از اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_1 در دماهای مختلف ۷۷
- جدول ۳-۲۴ نتایج حاصل از اکسایش سیکلواکتن در حضور مقادیر مختلف کاتالیزگر VOL_1 ۷۸
- جدول ۳-۲۵ نتایج حاصل از اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_1 در حلال‌های مختلف ۷۹
- جدول ۳-۲۶ نتایج حاصل از اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_1 در نسبت‌های مختلف اکسیدکننده ۸۱
- جدول ۳-۲۷ نتایج حاصل از اثر دما در اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_1 ۸۲
- جدول ۳-۲۸ نتایج حاصل از استفاده مقادیر مختلف کاتالیزگر VOL_1 در اکسیداسیون استایرن ۸۳
- جدول ۳-۲۹ نتایج حاصل از اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_2 در حلال‌های مختلف ۸۵
- جدول ۳-۳۰ نتایج حاصل از اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_2 در نسبت‌های مختلف اکسیدکننده ۸۶

- جدول ۳-۳۱ نتایج حاصل از اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_2 در دماهای مختلف..... ۸۷
- جدول ۳-۳۲ نتایج حاصل از اثر مقدار کاتالیزگر VOL_2 در اکسیداسیون سیکلواکتن..... ۸۸
- جدول ۳-۳۳ نتایج حاصل از اکسیداسیون استایرن با VOL_2 در حلال‌های مختلف..... ۹۰
- جدول ۳-۳۴ اثر غلظت اکسیدکننده در اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_1 ۹۱
- جدول ۳-۳۵ نتایج حاصل از اثر دما در اکسیداسیون استایرن به وسیله VOL_2 ۹۲
- جدول ۳-۳۶ نتایج حاصل از استفاده مقادیر مختلف کاتالیزگر VOL_2 در اکسیداسیون استایرن..... ۹۳
- جدول ۳-۳۷ داده‌های الکتروشیمیایی کمپلکس‌های VOL_1 و VOL_2 ۹۶

- نمودار ۱-۳ رابطه‌ی بین DN حلال و طول موج جهش‌های $d \rightarrow d$ در کمپلکس VOL_1 ۵۶
- نمودار ۲-۳ رابطه‌ی بین DN حلال و طول موج جهش‌های $d \rightarrow d$ در کمپلکس VOL_2 ۶۴
- نمودار ۳-۳ اثر حلال در اکسیداسیون سیکلواکتن با TBHP در حضور VOL_1 ۷۴
- نمودار ۳-۴ اثر غلظت اکسیدکننده در اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_1 ۷۵
- نمودار ۳-۵ اثر دما در اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_1 ۷۶
- نمودار ۳-۶ اثر مقدارهای مختلف کاتالیزگر VOL_1 در اکسیداسیون سیکلواکتن..... ۷۷
- نمودار ۳-۷ اثر حلال در اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_1 ۷۹
- نمودار ۳-۸ اثر غلظت اکسیدکننده در اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_1 ۸۰
- نمودار ۳-۹ اثر دما در اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_1 ۸۱
- نمودار ۳-۱۰ اثر مقدار کاتالیزگر VOL_1 در اکسیداسیون استایرن..... ۸۲
- نمودار ۳-۱۱ اثر حلال در اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_2 ۸۴
- نمودار ۳-۱۲ اثر غلظت اکسیدکننده در اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_2 ۸۵
- نمودار ۳-۱۳ اثر دما در اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_2 ۸۷
- نمودار ۳-۱۴ نتایج حاصل از اکسیداسیون سیکلواکتن در حضور VOL_2 در نسبت‌های مختلف کاتالیزگر..... ۸۸
- نمودار ۳-۱۵ اثر حلال در اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_2 ۸۹
- نمودار ۳-۱۶ اثر غلظت اکسیدکننده در اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_2 ۹۰
- نمودار ۳-۱۷ اثر دما در اکسیداسیون استایرن در حضور VOL_2 ۹۲
- نمودار ۳-۱۸ اثر مقدار کاتالیزگر VOL_2 در اکسیداسیون استایرن..... ۹۳

نمودار ۳-۱۹ درصد تبدیل و انتخاب‌گری محصول در اکسیداسیون سیکلواکتن با TPHP در حضور

۹۷.....VOL₂ و VOL₁

نمودار ۳-۲۰ درصد تبدیل و انتخاب‌گری محصول‌ها در اکسیداسیون استایرن با TPHP در حضور

۹۷.....VOL₂ و VOL₁

- طرح ۱-۱ ابرم‌دار کردن MCD برای تعیین فعالیت هالوپراکسیداز..... ۷
- طرح ۲-۱ سنتز $M(\text{salen})(\text{acac})$ از طریق حدواسط $M(\text{sal})_2$ ۱۰
- طرح ۳-۱ سنتز $M(\text{salen})\text{acac}$ از طریق حدواسط $M(\text{salen})_2$ ۱۱
- طرح ۴-۱ سنتز باز شیف از طریق تهیه لیگاند آزاد..... ۱۲
- طرح ۵-۱ شکل‌های کتو و انول، β -دی‌کتو و کمپلکس‌های فلزی آن..... ۱۳
- طرح ۶-۱ سنتز کمپلکس اکسووانادیم با لیگاند دودندانه..... ۱۶
- طرح ۷-۱ واکنش $[\text{VO}(\text{salen})]$ با $\text{HBF}_4 \cdot \text{Et}_2\text{O}$ در نسبت‌های مختلف (کمپلکس: اسید) در استونیتریل..... ۲۲
- طرح ۸-۱ اکسایش انتخابی پیوند دوگانه آلیلی..... ۳۶
- طرح ۱-۳ چرخه‌ی کاتالیزی پیشنهادی برای اکسیداسیون سیکلواکتن و استیرن به وسیله‌ی VOL_1 و VOL_2 ۹۹
- طرح ۲-۳ اکسیداسیون بیش‌تر اپوکسی‌استیرن با TBHP..... ۱۰۰