دانشکده: شیمی

گروه: شیمی معدنی

تثبیت کاتالیزور باز شیف مولیبدن بر روی نگه دارنده ی پلیمری بعنوان کاتالیزور موثر و انتخابی در اپوکسایش آلکنها

دانشجو:

آزاده گل محمدپور

استاد راهنما:

دکتر بهرام بهرامیان

استاد مشاور:

دکتر مهدی میرزایی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تابستان

۱۳۹۰

نقدیم

به پدر مهربانم، که با دستهای زحمتکش و گرمی نگاهش، حامی سرسخت چون کوه برایم بود و هر آنچه هستم از دعای خیر اوست.

به مادر نازنینم، الهه ی عشق و محبت که در لحظه لحظه زندگیم همراه و همرازم بود و هر آنچه دارم از اوست.

به خواهران و برادرعزیزم ، که خاطرات خوب زندگی ام را تداعی می بخشند و همواره مرا لبریز عشق خود کردند.

و همه آنانی که با عشق و محبت مرا همراه و یاور بودند.

تعهد نامه

اینجانب **آزاده گل محمدپور** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **شیمی معدنی** دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **تثبیت کاتالیزور باز شیف مولیبدن بر روی نگهدارنده پلیمری بعنوان یک کاتالیزور موثر و انتخابی در اپوکسایش آلکنها** تحت راهنمائی **دکتر بهرام بهرامیان** متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده:

موضوع این تحقیق به تهیه‌ی سیستم های کاتالیزوری باز شیف مولیبدن{- PVC-EN-Sciff base [$MoO_2(acac)$] , PVC-EN-Schiff base-[$Mo(CO)_6$] و PVC-EA-[$MoO_2(acac)$] } متصل به پلی وینیل کلرید و بررسی فعالیت کاتالیزوری آنها اختصاص دارد. بر این اساس ابتدا ترکیبات مولیبدن باز شیف از طریق پیوند کووالانسی به پلی وینیل کلرید متصل و به وسیله تکنیک های اسپکتروسکوپی شناسایی شدند. این سیستم ها در اپوکسایش آلکن ها درنقش کاتالیزور به کار گرفته شدند. در این بررسی آثار حلال و نوع اکسنده و پارامترهای دیگر در اپوکسایش سیکلواکتن مورد ارزیابی قرارگرفت که با استفاده از این کاتالیزور مناسب‌ترین حلال، تتراکلریدکربن و مناسب‌ترین اکسنده ترشری-بوتیل هیدروژن پراکسید (TBHP) بدست‌آمد. اپوکسایش سایر الکن‌ها با این کاتالیزورها با استفاده از اکسنده TBHP و حلال تتراکلرید کربن بررسی شدند و نتایج از فعالیت بالای این کاتالیزورها در اپوکسایش الکن‌ها حکایت می‌کنند. نتایج حاصل از واکنش کاتالیزور بازیابی شده، حفظ کارآیی این کاتالیزور را برای استفاده مجدد در واکنش های متوالی و متعدد نشان می‌دهند.

کلمات کلیدی: بازشیف، پلی وینیل کلرید، اپوکسایش آلکن، ترشیوبوتیل هیدروژن پراکسید، مولیبدن

مقالات برگرفته از پایان نامه

Synthesis, characterization and catalytic properties of heterogeneous hexacarbonyl molybdenum Schiff base Complexes for the epoxidation of alkenes

Synthesis of immobilized molybdenum on polymer supported and study of its catalytic activity in the epoxidation of alkenes

پانزدهمین کنگره شیمی، دانشگاه بو علی سینا همدان، تابستان ۱۳۹۰

Polymer supported molybdenum catalyst as effective, selective in epoxidation of alkenes

Synthesis of immobilized molybdenum on polymer supported and study of its catalytic activity in the epoxidation of alkenes

سیزدهمین سمینار شیمی معدنی ایران، دانشگاه رازی کرمانشاه، تابستان ۱۳۹۰

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه..... ۱

۱-مقدمه ای بر کاتالیزورها..... ۲

۱-۱-تعریف کاتالیزور..... ۲

۱-۲-انواع کاتالیزورها..... ۲

۱-۲-۱-کاتالیزورهای همگن..... ۳

۱-۲-۱-۱-مزایای کاتالیزورهای همگن..... ۳

۱-۲-۱-۲-بازهای شیف..... ۳

۱-۲-۱-۳-معایب کاتالیزورهای همگن..... ۴

۱-۲-۲-کاتالیزورهای ناهمگن..... ۵

۱-۲-۲-۱-اشکال کاتالیزورهای ناهمگن..... ۷

۱-۲-۳-کاتالیزورهای آنزیمی..... ۸

۱-۲-۳-۱-آنزیم‌های مولیبدن..... ۸

۱-۳-نگهدارنده و خصوصیات آن..... ۱۰

۱-۳-۱-دلایل انتخاب نگهدارنده برای ترکیبات فعال کاتالیزوری..... ۱۱

۱-۳-۲-مایعات یونی..... ۱۲

۱-۳-۳-نگهدارنده‌های آلی..... ۱۲

۱-۳-۴-نگهدارنده‌های هیبریدی..... ۱۴

۱-۳-۵-نگهدارنده‌های معدنی..... ۱۴

۱-۳-۵-۱-آلومینا.....۱۵
۱-۳-۵-۲-خاک رس وزئولیت.....۱۶
۱-۳-۵-۳-روش‌های تثبیت کمپلکس‌های هموژن روی جامدات معدنی..... ۱۶
۱-۳-۵-۴-کپسوله کردن،درج کردن درلابلای لایه‌ها،به دام اندازی..... ۱۸
۱-۳-۵-۴-الف-کپسوله کردن کاتالیزور..... ۱۸
۱-۳-۵-۴-ب-درج کردن کاتالیزور در لابلای لایه‌ها..... ۲۰
۱-۳-۵-۴-ج-کاتالیزورهای بدام انداخته شده.....۲۰
۱-۳-۵-۵-الحاق کاتالیزور به تکیه گاه عامل دار شده.....۲۱
۱-۳-۵-۵-الف-پیوند مستقیم(تثبیت بوسیله برهمکنش الکترواستاتیکی).....۲۳
۱-۳-۵-۵-ب-روش پیوند خوردن غیرمستقیم(تثبیت بوسیله برهم کنش کوالانسی).....۲۵
۱-۴-اپوکسیداسیون اولفین‌ها..... ۲۷
۱-۴-۱-اپوکسایش کاتالیز شده فلزی با آلکیل هیدروپراکسیدها: سینتیک و مکانیسم..... ۲۸
۱-۵-مکانیسم انتقال اکسیژن ۳۰
۱-۶-اپوکسیداسیون آلکن‌ها بوسیله کاتالیزورهای حاوی مولیبدن..... ۳۲
۱-۷-کاربرد اپوکسیدها..... ۳۹
۱-۸-هدف.....۴۰

فصل دوم: بخش تجربی..... ۴۲
۲-بررسی اپوکسایش آلکن‌ها بوسیله سیستم کاتالیزوری شیف باز مولیبدن هتروژن..... ۴۳
۲-۱-مواد و معرف‌های مورد استفاده..... ۴۳
۲-۲-دستگاه‌های مورد استفاده..... ۴۴
۲-۳-تهیه مواد اولیه و کاتالیزورهای هتروژن مولیبدن..... ۴۶
۲-۳-۱-واکنش لیگاند اتیلن دی آمین با پلی وینیل کلرید..... ۴۶
۲-۳-۲-واکنش لیگاند اتیلن دی آمین تثبیت شده بر روی PVC با لیگاند سالیسیل آلدهید..... ۴۶
۲-۳-۳-سنتز دی اکسو بیس (۲ و ۴ پنتان دی اوناتو) مولیبدنیوم..... ۴۷
۲-۳-۴-سنتز کاتالیزور بازشیف قرار گرفته بر روی PVC،[$MoO_2(acac)$-SchiffbasePVC -]. ۴۸
۲-۳-۵-سنتز کاتالیزور هتروژنPSMh ،[$Mo(CO)_4$-Schiff base-PVC] ۴۸
۲-۳-۶-سنتز کاتالیزور هتروژن قرار گرفته بر روی PVC بوسیله اتصال دهنده اتانول آمین.....۴۹
۲-۳-۶-۱-واکنش لیگاند اتانول آمین با پلی وینیل کلرید..... ۴۹
۲-۳-۶-۲-سنتز کاتالیزور هتروژن [$MoO_2(acac)_2$-ET-PVC]..... ۵۰
۲-۳-۷-سنتز اکسنده اوره-هیدروژن پراکسید..... ۵۰
۲-۴-سیستم کاتالیزوری هتروژن باز شیف$MoO_2(acac)_2$، [PSM]، در اپوکسایش آلکن‌ها.....۵۱
۲-۴-۱-انتخاب حلال مناسب..... ۵۱
۲-۴-۲-انتخاب اکسنده مناسب..... ۵۱
۲-۴-۳-بررسی مقدار کاتالیزور..... ۵۲
۲-۴-۴-بررسی مقدار اکسنده..... ۵۲

۲-۴-۵-بررسی اثر زمان.....۵۳
۲-۴-۶-بررسی مقدار حلال.....۵۳
۲-۴-۷-بررسی اثر دما.....۵۴
۲-۴-۸-روش کار عمومی برای اپوکسایش آلکن ها در حضور کاتالیزور هتروژن.....۵۴
۲-۴-۹-اپوکسایش ترانس استیلبن بوسیله TBHP در حضور کاتالیزور هتروژنPSM ۵۵
۲-۴-۱۰-اپوکسایش سیس استیلبن..... ۵۵
. ۲-۴-۱۱-بررسی بازیابی کاتالیزور هتروژن در اپوکسایش سیکلواکتن.....۵۶
۲-۵-سیستم کاتالیزوری هتروژن بازشیف $Mo(CO)_6$ در اپوکسایش آلکن‌ها.....۵۷
۲-۵-۱-اثر حلال.....۵۷
۲-۵-۲-اثر اکسنده.....۵۷
۲ -۵-۳-اثر مقدار کاتالیزور.....۵۸
۲-۵-۴-اثر مقداراکسنده.....۵۹
۲-۵-۵-اثر زمان.....۵۹
۲-۵-۶-اثر دما.....۵۹
۲-۵-۷-روش کار عمومی برای اپوکسایش آلکن‌ها در حضور کاتالیزور هتروژنPSMh.....۶۰
۲-۵-۸-اپوکسایش ترانس استیلبن بوسیله TBHP در حضور کاتالیزور هتروژن PSMh ۶۰
۲-۵-۹-اپوکسایش سیس استیلبن..... ۶۱
۲-۵-۱۰-بررسی بازیابی..... ۶۲
۲-۶-سیستم کاتالیزوری هتروژن [$PVC\text{-}EA\text{-}MoO_2(acac)_2$] در اپوکسایش آلکن‌ها.....۶۳
۲-۶-۱-اثر حلال.....۶۳

۲-۶-۲-اثر اکسنده.....۶۳
۲-۶-۳-اثر مقدار کاتالیزور.....۶۴
۲-۶-۴-اثر مقدار اکسنده.....۶۴
۲-۶-۵-اثر زمان.....۶۵
۲-۶-۶-اثر دما..... ۶۵
۲-۶-۷-روش کار عمومی برای اپوکسایش آلکن‌ها در حضور کاتالیزور هتروژن PEM ۶۶
۲-۶-۸-اپوکسایش ترانس استیلبن بوسیلهTBHP در حضور کاتالیزور هتروژن PEM ۶۶
۲-۶-۹-اپوکسایش سیس استیلبن.....۶۷
۲-۶-۱۰- بررسی بازیابی.....۶۸

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری..... ۶۹
۳-بررسی نتایج..... ۷۰
۳-۱-بررسی فعالیت کاتالیزوری کاتالیزور هتروژن PSM..... ۷۱
۳-۱-۱-اثر حلال..... ۷۶
۳-۱-۲-اثر اکسنده.....۷۸
۳-۱-۳-اثر مقدار کاتالیزور.....۸۰
۳-۱-۴-اثر مقدار اکسنده.....۸۱
۳-۱-۵-اثرزمان..... ۸۳
۳-۱-۶-اثر دما..... ۸۴.

۳-۱-۷-اثر مقدار حلال.....۸۶
۳-۱-۸-اپوکسایش آلکن‌ها بوسیله TBHPدر حضورکاتالیزور هتروژن PSM ۸۷
۳-۱-۹-بررسی بازیابی کاتالیزور هتروژن PSM در اپوکسایش سیکلو اکتن بوسیلهTBHP ۹۰
۳-۱-۱۰-مکانیسم احتمالی انتقال اکسیژن از ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید به آلکن.....۹۱
۳-۲-بررسی فعالیت کاتالیزوری کاتالیزور هتروژن PSMh.....۹۳
۳-۲-۱-اثر حلال..... ۹۶
۳-۲-۲-اثر اکسنده..... ۹۸
۳-۲-۳-اثر مقدار کاتالیزور.....۹۹
۳-۲-۴-بررسی اثر مقدار اکسنده..... ۱۰۱
۳-۲-۵-بررسی اثر زمان..... ۱۰۲
۳-۲-۶-بررسی اثر دما.....۱۰۴
۳-۲-۷-نتایج اپوکسایش آلکن‌ها بوسیله TBHPدر حضور کاتالیزور هتروژنPSMh..... ۱۰۵
۳-۲-۸-بررسی بازیابی کاتالیزور هتروژن.....۱۰۸
۳-۲-۹-مکانیسم احتمالی انتقال اکسیژن.....۱۰۹
۳-۳-بررسی فعالیت کاتالیزوری کاتالیزور هتروژن[$PVC\text{-}C_2H_5ONH[MoO_2(acac)$ ۱۱۰
۳-۳-۱-نتایج بررسی اثر نوع حلال در اپوکسایش سیکلواکتن با کاتالیزور PSM ۱۱۳
۳ -۳-۲-بررسی اثر اکسنده..... ۱۱۵
۳-۳-۳- بررسی اثر مقدار کاتالیزور.....۱۱۶
۳-۳-۴-بررسی اثر مقداراکسنده..... ۱۱۸
۳-۳-۵- بررسی اثر زمان.....۱۱۹

۳-۳-۶- بررسی اثر دما..... ۱۲۰
۳-۳-۷-نتایج اپوکسایش آلکن‌ها بوسیلهTBHP در حضور کاتالیزور هتروژن PEM. ۱۲۱
۳-۳-۸-بررسی بازیابی کاتالیزور هتروژن..... ۱۲۵
۳-۳-۹-نتیجه گیری..... ۱۲۶
آینده نگری..... ۱۲۸
منابع..... ۱۴۶

فهرست جداول

عنوان صفحه

فصل دوم
۲-۱-خصوصیات فیزیکیPVC..... ۴۵
۲-۲ -داده‌های طیف ^{1}H-NMR ترانس استیلبن و محصول اپوکسایش آن ۵۵
۲-۳- داده‌های طیف ^{1}H-NMR سیس استیلبن و محصول اپوکسایش آن ۵۶
۲-۴-داده‌های طیف ^{1}H-NMR ترانس استیلبن و محصول اپوکسایش آن ۶۱
۲-۵- داده‌های طیف ^{1}H-NMR سیس استیلبن و محصول اپوکسایش آن ۶۲
۲-۶ -داده‌های طیف ^{1}H-NMR ترانس استیلبن و محصول اپوکسایش آن ۶۷
۲-۷- داده‌های طیف ^{1}H-NMR سیس استیلبن و محصول اپوکسایش آن ۶۸

فصل سوم ۹۳
۳-۱-نتایج بررسی اثر نوع حلال در اپوکسایش سیکلواکتن با کاتالیزور PSM ۹۴
۳-۲-بررسی اثر اکسنده..... ۹۶
۳-۳-بررسی اثر مقدار کاتالیزور..... ۹۷

۳-۴-بررسی اثر مقدار اکسنده.....۹۹
۳-۵-بررسی اثر زمان.....۱۰۰
۳-۶-بررسی اثر دما.....۱۰۲
۳-۷-بررسی اثر مقدار حلال.....۱۰۳
۳-۸-نتایج اپوکسایش آلکن‌ها بوسیلهTBHP در حضور کاتالیزور هتروژن PSM ۱۰۶
۳-۹-بررسی بازیابی کاتالیزور هتروژن.....۱۰۷
۳-۱۰-شرایط بهینه در اپوکسایش سیکلو اکتن بوسیله کاتالیزور هتروژن PSM.....۱۰۹
۳-۱۱-نتایج بررسی اثر نوع حلال در اپوکسایش سیکلواکتن با کاتالیزو PSMh ۱۱۴
۳-۱۲-بررسی اثر اکسنده.....۱۱۵
۳-۱۳-بررسی اثر مقدار کاتالیزور.....۱۱۷
۳-۱۴-اثر مقدار اکسند.....۱۱۸
۳-۱۵-اثر زمان.....۱۲۰
۳-۱۶-اثر دما.....۱۲۱
۳-۱۷-اپوکسایش آلکن‌ها بوسیلهTBHP بوسیله کاتالیزور هتروژن [$Mo(co)_4$]-Sali-EN-PVC.۱۲۴
۳-۱۸-بررسی بازیابی کاتالیزور هتروژن PSMh روی PVC در اپوکسایش سیکلواکتن بوسیلهTBHP.۱۲۵
۳-۱۹-مقادیر بهینه..... ۱۲۶
۳-۲۰-اثرحلال..... ۱۳۱
۳-۲۱-اثر اکسنده..... ۱۳۲
۳-۲۲-اثر مقدار کاتالیزور..... ۱۳۴
۳-۲۳-اثر مقدار اکسنده..... ۱۳۵
۳-۲۴-اثر زمان..... ۱۳۶
۳-۲۵-اثر دما..... ۱۳۸.

۳-۲۶-اپوکسایش آلکنها بوسیله TBHPبوسیله کاتالیزورهتروژن $PVC-C_2H_5ONH$ $[MoO_2(acac)]$ ۱۴۱

۳-۲۷-بررسی بازیابی کاتالیزور هتروژن PEMدر اپوکسایش سیکلواکتن بوسیله TBHP ۱۴۲

۳-۲۸-مقادیر بهینه..... ۱۴۳

فهرست اشکال

فصل اول صفحه

۱-۱-واکنش کلی تشکیل بازهای شیف..... ۴.

۱-۲-قرار دادن کاتالیزور همگن در لایه نازکی از حلال از طریق رسوب دادن بر روی سطح جامد..... ۱۸

۱-۳-تهیه کمپلکس سالن کایرال محصور شده درون زئول..... ۲۰.

۱-۴-تهیه کمپلکس‌های درج شده در لابلای لایه‌ها..... ۲۱.

۱-۵-الحاق کمپلکس بر روی پلی استایرن از طریق بی پیریدین..... ۲۳

۱-۶-نمونه ای از الحاق یک کمپلکس باز شیف بر روی پلی استایرن از طریق اتمهای دهنده ی نیتروژن و اکسیژن..... ۲۳

۱-۷-شماتیک روش‌های پیوند خوردن مستقیم و غیر مستقیم..... ۲۴.

۱-۸-پیوند خوردن مستقیم $ClCpMo(CO)_3$ بر روی زئولیتهای شامل آلومینیوم و زئولیتهای بدون آلومینیوم..... ۲۵.

۱-۹-هتروژن کردن کمپلکس های شامل گروههای سیلوکسان بر روی MCM.....۲۷

۱-۱۰-سه روش تثبیت کمپلکس سالن روی سطح MCM بوسیله پیوند کوالانسی..... ۲۸.

۱-۱۱-اپوکسیداسیون استایرن با پربنزوئیک اسید به استایرن اکسید..... ۳۱

۱-۱۲-واکنش های اپوکسیداسیون..... ۳۲.

۱-۱۳-ساختار ۱.....۳۳
۱-۱۴-ساختار ۲.....۳۴
۱-۱۵-مکانیسم شلدون در اپوکسیداسیون آلکن‌ها.....۳۴
۱-۱۶-مکانیسم شارپلس در اپوکسیداسیون آلکن‌ها.....۳۵
۱-۱۷-چرخه کاتالیزوری انتقال اکسیژن به اولفین ها باTBHP بوسیله ترکیبات مولیبد.....۳۷
۱-۱۸-قرار دادن جزء حاوی مولیبدن (IV) بر روی MCM-۴۱.....۳۹
۱-۱۹-قرار دادن جزء حاوی مولیبدن (VI) بر روی ZSPP از طریق گروه های پلی اتیلن گلیکول..۴۰
۱-۲۰-قرار دادن جزء حاوی مولیبدن (VI) بر روی خاک مونت موریلونیت k۱۰.....۴۱
۱-۲۱-قرار دادن جزء حاوی مولیبدن (۰) بر روی نانو لوله‌های multi-wall carbon.....۴۲
۱-۲۲-قرار دادن جزء حاوی مولیبدن (۰) بر روی پلی استایرن.....۴۳

فصل سوم

۳-۱-تثبیت لیگاند بازشیف بر روی پلی وینیل کلرید.....۸۹
۳-۲-تهیه کاتالیزور هتروژن PVC-EN-Sali-[MoO_2(acac)] قرار گرفته روی پلی وینیل کلرید.....۸۹
۳-۳-بررسی اثر نوع حلال در کاتالیزور هتروژن.....۹۴
۳-۴-بررسی اثراکسنده در کاتالیزور هتروژن.....۹۶
۳-۵-نتایج بررسی مقدار کاتالیزور.....۹۷
۳-۶-بررسی اثر مقدار اکسنده در کاتالیزور هتروژن.....۹۹
۳-۷-بررسی اثر زمان.....۱۰۱

۳-۸-بررسی اثر دما..... ۱۰۲
۳-۹-بررسی اثر مقدار حلال..... ۱۰۳
۳-۱۰-بررسی اثر بازیابی..... ۱۰۸
۳-۱۱-مکانیسم احتمالی انتقال اکسیژن از TBHP به آلکن..... ۱۰۹
۳-۱۲-تهیه کاتالیزور هتروژن PVC-EN-Sali-[Mo(co)$_4$] ۱۱۰
۳-۱۳-بررسی اثر نوع حلال..... ۱۱۴
۳-۱۴-بررسی اثر اکسنده..... ۱۱۶
۳-۱۵-بررسی اثر مقدار کاتالیزور..... ۱۱۷.
۳-۱۶-بررسی اثر مقدار اکسنده..... ۱۱۹.
۳-۱۷-بررسی اثر نوع حلال..... ۱۲۰
۳-۱۸- بررسی اثر دما..... ۱۲۱
۳-۱۹-بررسی اثر دما..... ۱۲۶
۳-۲۰-مکانیسم میمن دراپوکسایش پروپیلن کاتالیز شده با کمپلکس مولیبدن ۱۲۷
۳-۲۱-تثبیت لیگاند اتانول آمین بر روی پلی وینیل کلرید..... ۱۲۸
۳-۲۲-تهیه کاتالیزور هتروژن PVC-EA-MoO_2(acac) قرار گرفته بر روی پلی وینیل کلرید..... ۱۲۸
۳-۲۳-اثرنوع حلال در اپوکسایش سیکلو اکتن در حضور اکسنده TBHP بوسیله کاتالیزور هتروژن PEM تحت شرایط رفلاکس..... ۱۳۱
۳-۲۴-بررسی اثر نوع اکسنده..... ۱۳۳
۳-۲۵-بررسی اثر مقدار کاتالیزور..... ۱۳۴
۳-۲۶-بررسی اثر مقدار اکسنده..... ۱۳۵
۳-۲۷-بررسی اثر زمان..... ۱۳۷
۳-۲۸-بررسی اثر دما..... ۱۳۸.

۳-۲۹-بررسی اثر بازیابی.....۱۴۲
۳-۳۰-طیف IR پلی وینیل کلرید.....۱۲۹
۳-۳۱-طیف آنالیز حرارتی PVC.....۱۳۰
۳-۳۲- تصویر SEM پلی وینیل کلرید.....۱۳۱
۳-۳۳-طیف IR لیگاند اتیلن دی آمین تثبیت شده بر روی بستر پلی وینیل کلرید.....۱۳۲
۳-۳۴- طیف IR لیگاند باز شیف تثبیت شده بر روی پلی وینیل کلرید.....۱۳۳
۳-۳۵- تصویر SEM لیگاند بازشیف نشسته بر روی پلی وینیل کلرید.....۱۳۴
۳-۳۶- طیف IR کاتالیزور هتروژن PSM.....۱۳۵
۳-۳۷- طیف آنالیز حرارتی کاتالیزور هتروژن PSM.....۱۳۶
۳-۳۸- تصویر SEM کاتالیزور هتروژن PSM.....۱۳۷
۳-۳۹- طیف IR کاتالیزور هتروژن PSMh.....۱۳۸
۳-۴۰- تصویر SEM کاتالیزور هتروژن PSMh.....۱۳۹
۳-۴۱- طیف IR لیگاند اتانول آمین قرار گرفته بر روی پلی وینیل کلرید.....۱۴۰
۳-۴۲- طیف IRکاتالیزور هتروژن PEM.....۱۴۱
۳-۴۳- طیف های ^{1}HNMR مربوط به a)ترانس- استیلبن b)سیس-استیلبن.....۱۴۲
۳-۴۴- طیف ^{1}HNMR مخلوط واکنش اپوکسایش ترانس استیلبن بوسیله کاتالیزورPSM ۱۴۳
۳-۴۵- طیف ^{1}HNMR مخلوط واکنش اپوکسایش سیس استیلبن بوسیله کاتالیزورPSM ۱۴۳

۳-۴۶- طیف ^{1}HNMR مخلوط واکنش اپوکسایش ترانس استیلبن بوسیله کاتالیزور PSMh.....۱۴۴

۳-۴۷- طیف ^{1}HNMR مخلوط واکنش اپوکسایش سیس استیلبن بوسیله کاتالیزور PSMh.....۱۴۴

۳-۴۸- طیف ^{1}HNMR مخلوط واکنش اپوکسایش ترانس استیلبن بوسیله کاتالیزور PEM.....۱۴۵

۳-۴۹- طیف ^{1}HNMR مخلوط واکنش اپوکسایش سیس استیلبن بوسیله کاتالیزور PEM.....۱۴۵

فصل اول

مقدمه و تئوری