

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه شیمی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش معدنی
سنتز، شناسایی و تعیین ساختار بلوری کمپلکس‌های باز شیف چهار دندانه کبالت و
لیگاندهای آمیدی N_4

استادان راهنما:

دکتر ولی‌اله میرخانی

دکتر ایرج محمدپوربلترک

استادان مشاور:

دکتر شهرام تنگستانی نژاد

دکتر مجید مقدم

پژوهشگر:

بنفشه سامانی قلعه تکی

بهمن ماه ۱۳۹۰

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش معدنی

خانم بنفشه سامانی قلعه تکی

تحت عنوان

سنتز، شناسایی و تعیین ساختار بلوری کمپلکس‌های باز شیف چهار دندانه کبالت

و لیگاندهای آمیدی N_4

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۲ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

امضاء
امضاء
امضاء
امضاء
امضاء

- | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| ۱- استادان راهنمای پایان‌نامه: | دکتر ولی‌اله میرخانی | با مرتبه‌ی علمی استاد | امضاء |
| | دکتر ایرج محمدپور بلترک | با مرتبه‌ی علمی استاد | امضاء |
| ۲- استادان مشاور پایان‌نامه: | دکتر شهرام تنگستانی‌نژاد | با مرتبه‌ی علمی استاد | امضاء |
| | دکتر مجید مقدم | با مرتبه‌ی علمی استاد | امضاء |
| ۳- استاد داور داخل گروه: | دکتر محمدحسین حبیبی | با مرتبه‌ی علمی استاد | امضاء |
| ۴- استاد داور خارج گروه: | دکتر هادی کارگر | با مرتبه‌ی علمی استادیار | امضاء |

امضای مدیر گروه

دکتر اسماعیل شمس سولاری

به نام پروردگار علم و خرد

پاس خدایی را که هرگاه از او چیزی خواسته ایم عطا می کند و آنگاه که امیدی به او داشته ایم به امیدمان می رساند. خدای مهربانی که با کرم و احسان خویش هر کس به او روی بیاورد او را محروم نمی سازد. پروردگاری که خود را به ما نشانانید و از نعمت بی نهایت شکرش بهره ای به ما الهام نمود و کثرت بر ما برخی از دهای علم را از لطفش مرارتهایی کرد.

بسی شایسته است از استادان فریخته و فرزانه ام جناب آقای دکتر میرخانی و دکتر محمدپور، که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن علم و دانش را با راهبانی های سازنده و ارزنده بارور ساختند تقدیر و شکر نمایم چرا که بدون راهبانی ایشان به نتیجه رسانیدن این پایان نامه حاصل نمی شد. مراتب قدردانی ام را به اساتید محترم جناب آقای دکتر تنگستانی نژاد و دکتر مقدم که در طی این مسیر از مشورت های استادان و بی دریغشان بهره بردم، تقدیم می کنم.

پاس فراوان از خانواده، همایان، همیشگی و صمیمی زندگیم که کلام امید بخش آنان مشوق می نمودن این مرحله از زندگیم بوده است. آنان که لذت با هم زیستن و شادی را به من ارزانی نمودند و آرزوی همیشگی من موفقیت این عزیزان در تمام مراحل زندگیشان است.

ضمن شکر از تمام دوستان عزیزم. بخصوص خانم دکتر رستی آقای دکتر لندران و آقای دکتر سلطانی و اساتید و کارمندان گروه شیمی که در انجام این پروژه همواره یاری رسان من بوده اند، آرزوی موفقیت و سربلندی آنان را از خداوند متعال خواستارم.

چکیده

ترکیبات کئوردیناسیون یا کمپلکس‌ها نقش بسیار مهمی در زندگی بشر دارند، که می‌توان کاربرد این ترکیبات را در فرایندهای بیولوژیکی، دارویی و پزشکی ملاحظه نمود. از ترکیبات آمیدی و کمپلکس‌های باز شیف به طور گسترده به- عنوان دارو در درمان سرطان و هپاتیت B استفاده شده است.

در این تحقیق تعدادی از کمپلکس‌های باز شیف کبالت (3+) و لیگاندهای آمیدی N₄ سنتز شده است. برای شناسایی این ترکیبات از تکنیک‌های IR، UV-Vis، ¹H NMR و در بعضی موارد از تکنیک Single crystal X-Ray استفاده نمودیم. طیف IR لیگاندهای باز شیف پیک تیزی را در ناحیه 1618 cm^{-1} - 1612 cm^{-1} نشان می‌دهند که در مورد کمپلکس‌های این ترکیبات، پیک‌ها به سمت اعداد موجی پایینتر انتقال می‌یابد که به دلیل کئوردینه شدن لیگاند به فلز و کاهش مرتبه پیوند و کاهش فرکانس ارتعاشی گروه ایمینی است همچنین در طیف IR لیگاندهای آمیدی سنتز شده پیک‌های شاخص این ترکیبات که مربوط به گروه‌های N-H و کربونیل است را به ترتیب در ناحیه‌های 3200 cm^{-1} - 3370 cm^{-1} و 1570 cm^{-1} - 1650 cm^{-1} نشان می‌دهد.

طیف‌های ¹H NMR بازهای شیف نیز وجود هیدروژن‌های هیدروکسی را در ناحیه 14 ppm - 13 ppm و حذف این پیک را در کمپلکس‌های این ترکیبات تایید می‌کند. در طیف ¹H NMR لیگاندهای آمیدی سنتز شده نیز پیک‌های شاخصی در ناحیه حدود 10 ppm و همچنین در ناحیه حدود 8 ppm مشاهده می‌شود که به ترتیب مربوط به هیدروژن‌های بنزآمیدی و آمیدی است.

همچنین در این تحقیق، برای اولین بار از کاتالیست تنگستوفسفریک اسید تثبیت شده بر روی سطح نانوسیلیکاژل جهت سنتز آزلاکتون‌ها به عنوان پیش ماده و همچنین در سنتز لیگاندهای آمیدی استفاده شد. این سنتزها دارای مزیت‌هایی از قبیل کوتاه بودن زمان واکنش، بازده عالی محصولات، عدم استفاده از حلال‌های آلی و سمی، سهولت جداسازی و خالص سازی محصولات می‌باشند.

کلید واژه‌ها: کمپلکس‌های باز شیف، تنگستوفسفریک اسید، نانوسیلیکاژل، تابش ریز موج، آزلاکتون، آمید، لیگاند N₄.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول مقدمه و تئوری	
۱-۱- ترکیبات کئوردیناسیون	۱
۱-۱-۱- نظریه پیوند والانس (VBT)	۲
۱-۱-۲- نظریه میدان بلور (CFT)	۲
۱-۱-۳- نظریه میدان لیگاند (LFT)	۲
۱-۱-۴- نظریه اوربیتال مولکولی (MOT)	۳
۱-۱-۵- مدل همپوشانی زاویه‌ای (AOM)	۳
۲- طیف الکترونی ترکیبات کئوردیناسیون	۴
۱-۲-۱- انواع انتقالات الکترونی	۴
۱-۲-۱-۱- انتقالات میدان لیگاند یا d-d	۴
۱-۲-۱-۲- انتقالات بار	۴
۱-۲-۱-۳- انتقال‌های بین ظرفیتی	۴
۱-۲-۱-۴- انتقال درون لیگاند	۴
۳- انواع کی‌لیت در ترکیبات کئوردیناسیون	۵
۱-۳-۱- ترکیبات کئوردیناسیون با لیگاندهای دو دندانه‌ای	۵
۲-۳-۱- ترکیبات کئوردیناسیون با لیگاندهای سه دندانه‌ای	۵
۳-۳-۱- ترکیبات کئوردیناسیون با لیگاندهای چهار دندانه‌ای	۶
۴- مقدمه‌ای بر بازهای شیف و آمیدها	۶
۱-۴-۱- سنتز و شناسایی بازهای شیف	۶
۱-۴-۱-۱- کمپلکس‌های باز شیف فلزات واسطه	۸
۲-۴-۱-۱- مراحل تهیه کمپلکس بازهای شیف	۸
۳-۴-۱-۱- کمپلکس‌های باز شیف فلز کبالت	۱۰
۲-۴-۱-۲- لیگاندهای آمیدی	۱۱
۱-۲-۴-۱- اهمیت ترکیبات آمیدی	۱۲
۲-۲-۴-۱- سنتز ترکیبات آمیدی	۱۳
۳-۲-۴-۱- آزلاکتون	۱۳

عنوان

صفحه

فصل دوم بخش تجربی

- ۳۷-۱-۲- مواد و معرفهای مورد استفاده.....
- ۳۸-۲-۲- دستگاه‌های مورد استفاده.....
- ۳۸-۱-۲-۲- طیف‌سنج رزونانس مغناطیسی هسته (NMR).....
- ۳۸-۲-۲-۲- طیف‌سنج فرسرخ (IR).....
- ۳۸-۳-۲-۲- دستگاه تعیین نقطه ذوب.....
- ۳۸-۴-۲-۲- دستگاه تابش ریز موج (MW).....
- ۳۸-۵-۲-۲- طیف‌سنج فرابنفش- مرئی (UV-Vis).....
- ۳۸-۳-۲- سنتز ترکیبات کئوردیناسیون.....
- ۳۹-۱-۳-۲- سنتز لیگاندهای باز شیف و کمپلکس‌های مربوطه.....
- ۳۹-۲-۳-۲- سنتز لیگاند N',N-بیس (۳-متوکسی سالیسیلیدن)-۵,۴-دی‌متیل-۲,۱-فنیلین دی‌آمین (L¹).....
- ۳۹-۳-۳-۲- سنتز لیگاند N',N-بیس (۴-متوکسی سالیسیلیدن)-۵,۴-دی‌متیل-۲,۱-فنیلین دی‌آمین (L²).....
- ۴۰-۴-۳-۲- سنتز لیگاند N',N-بیس (۵-متوکسی سالیسیلیدن)-۵,۴-دی‌متیل-۲,۱-فنیلین دی‌آمین (L³).....
- ۴۱-۵-۳-۲- سنتز لیگاند N',N-بیس (۶-متوکسی سالیسیلیدن)-۵,۴-دی‌متیل-۲,۱-فنیلین دی‌آمین (L⁴).....
- ۴۱-۶-۳-۲- سنتز کمپلکس CoL¹.....
- ۴۲-۷-۳-۲- سنتز کمپلکس CoL².....
- ۴۳-۸-۳-۲- سنتز کمپلکس CoL³.....
- ۴۳-۹-۳-۲- سنتز کمپلکس CoL⁴.....
- ۴۴-۴-۲- تهیه کاتالیست H₃PW₁₂O₄₀ قرار گرفته روی بستر نانوسیلیکاژل.....
- ۴۴-۵-۲- سنتز آزلاکتون‌ها از واکنش آلدهیدهای آروماتیک مربوطه با هایپوپوریک اسید در حضور کاتالیست H₃PW₁₂O₄₀ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل تحت شرایط حرارتی در غیاب حلال.....
- ۴۴-۱-۵-۲- سنتز آزلاکتون (Z)-۲-فنیل-۴-(تیوفن-۲-یل‌متیل) اکسازول-۵-(۴H)-آن از واکنش تیوفن-۲-کربالدهید با هایپوپوریک اسید در حضور کاتالیست H₃PW₁₂O₄₀ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل در غیاب حلال- بررسی مقدار مناسب کاتالیست.....
- ۴۴-۲-۵-۲- سنتز آزلاکتون (Z)-۲-فنیل-۴-(تیوفن-۲-یل‌متیل) اکسازول-۵-(۴H)-آن از واکنش تیوفن-۲-کربالدهید و هایپوپوریک اسید در حضور کاتالیست H₃PW₁₂O₄₀ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل در دماهای مختلف- بررسی دمای مناسب واکنش.....
- ۴۵.....

عنوان

صفحه

- ۳-۵-۲- روش عمومی سنتز آزلاکتون‌ها از آلدئیدهای مربوطه در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل در شرایط حرارتی بدون حلال..... ۴۵
- ۶-۲- سنتز آزلاکتون‌ها از واکنش آلدئیدهای مختلف با هایپووریک اسید در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل در غیاب حلال تحت تابش ریز موج..... ۴۶
- ۱-۶-۲- سنتز آزلاکتون (Z)-۲-فنیل-۴-(تیوفن-۲-یل‌متیل) اکسازول-۵-(۴H)-آن از واکنش تیوفن-۲-کربالدهید با هایپووریک اسید در حضور مقادیر مختلف کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل در غیاب حلال، تحت تابش ریز موج - بررسی مقدار مناسب کاتالیست..... ۴۶
- ۲-۶-۲- سنتز آزلاکتون (Z)-۲-فنیل-۴-(تیوفن-۲-یل‌متیل) اکسازول-۵-(۴H)-آن از واکنش تیوفن-۲-کربالدهید با هایپووریک اسید در حضور مقادیر مختلف کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل در غیاب حلال، تحت تابش ریز موج - بررسی توان بهینه تابش..... ۴۶
- ۳-۶-۲- سنتز آزلاکتون (Z)-۲-فنیل-۴-(تیوفن-۲-یل‌متیل) اکسازول-۵-(۴H)-آن از واکنش تیوفن-۲-کربالدهید با هایپووریک اسید در حضور مقادیر مختلف کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل در دماهای متفاوت حاصل از تابش ریز موج - بررسی دمای مناسب واکنش..... ۴۷
- ۴-۶-۲- روش عمومی برای سنتز ترکیبات آزلاکتون از واکنش آلدئیدهای مربوطه با هایپووریک اسید در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل در شرایط بدون حلال تحت تابش ریز موج..... ۴۷
- ۷-۲- سنتز دی‌کرباموئیل-دی‌بنزآمیدها از واکنش آزلاکتون‌ها با آمین‌های مختلف در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل در حلال پلی‌اتیلن گلیکول ۴۰۰..... ۴۸
- ۱-۷-۲- سنتز دی‌کرباموئیل-دی‌بنزآمیدها از واکنش آزلاکتون‌ها با اتان-۲،۱-دی‌آمین و پروپان-۱،۲-دی‌آمین در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل - بررسی مقدار مناسب کاتالیست..... ۴۸
- ۲-۷-۲- سنتز دی‌کرباموئیل-دی‌بنزآمیدها از واکنش آزلاکتون‌ها با اتان-۲،۱-دی‌آمین و پروپان-۱،۲-دی‌آمین در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانو سیلیکاژل در حلال‌های مختلف- بررسی حلال مناسب..... ۴۸
- ۳-۷-۲- روش عمومی سنتز ترکیبات دی‌کرباموئیل-دی‌بنزآمید از واکنش آزلاکتون‌ها با آمین‌های مختلف در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانو سیلیکاژل در حلال پلی‌اتیلن گلیکول ۴۰۰..... ۴۹
- ۸-۲- سنتز لیگاندهای آمیدی..... ۴۹
- ۱-۸-۲- سنتز لیگاند (۱E', ۱E)-N',N-۳',۳-(اتیلن-۲،۱-دی‌ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۴)-متوکسی فنیل-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی‌ایل) دی‌بنزآمید (Benzamide¹)..... ۴۹

عنوان

صفحه

- ۲-۸-۲- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-پرופן-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۴-متوکسی فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide²)..... ۵۰
- ۲-۸-۳- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۴-کلرو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide³)..... ۵۱
- ۲-۸-۴- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-پرופן-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۴-کلرو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide⁴)..... ۵۱
- ۲-۸-۵- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۴-نیترو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide⁵)..... ۵۲
- ۲-۸-۶- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-پرופן-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۴-نیترو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide⁶)..... ۵۲
- ۲-۸-۷- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۳-اکسو-۱-تیوفن-۲-ایل) پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide⁷)..... ۵۳
- ۲-۸-۸- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-پرופן-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۳-اکسو-۱-تیوفن-۲-ایل) پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide⁸)..... ۵۳
- ۲-۸-۹- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۴-برمو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide⁹)..... ۵۴
- ۲-۸-۱۰- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-پرופן-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۴-برمو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide¹⁰)..... ۵۴
- ۲-۸-۱۱- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۲-متوکسی فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide¹¹)..... ۵۵
- ۲-۸-۱۲- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-پرופן-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۲-متوکسی فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide¹²)..... ۵۵
- ۲-۸-۱۳- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۲،۴-دی کلرو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide¹³)..... ۵۵
- ۲-۸-۱۴- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-پرופן-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۲،۴-دی کلرو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide¹⁴)..... ۵۶
- ۲-۸-۱۵- سنتز لیگاند (1E', 1E)-N',N-۳',۳-(۱E', 1E)-N',N-اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۲،۶-دی کلرو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide¹⁵)..... ۵۶

عنوان

صفحه

- ۱۶-۸-۲- سنتز لیگاند $(1E', 1E)-N',N$ -۳',۳-(پروپان-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱)-(۲،۶)-دی کلو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید ($Benzamide^{16}$)..... ۵۷
- ۹-۲- سنتز تک ظرف دی کرباموئیل-دی بنزآمیدها از آلدهیدهای مربوطه در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی بستر نانوسیلیکاژل-تحت شرایط حرارتی ۵۸
- ۱۰-۲- بازیابی کاتالیست ها ۵۸
- ۱۰-۲-۱- بازیابی کاتالیست استفاده شده در سنتز آزلاکتون ها، تحت شرایط حرارتی..... ۵۸
- ۱۰-۲-۲- بازیابی کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانو سیلیکاژل در واکنش‌های انجام شده با تابش MW ۵۸

فصل سوم بحث و نتیجه‌گیری

- ۱-۳- مقدمه ۶۰
- ۲-۳- سنتز و شناسایی لیگاندهای باز شیف ۶۲
- ۱-۲-۳- سنتز و شناسایی لیگاند N',N -بیس(۳-متوکسی سالیسیلیدن)-۵،۴-دی‌متیل-۲،۱-فنیلین دی آمین (L^1)..... ۶۲
- ۲-۱-۲-۳- طیف IR-FT لیگاند L^1 ۶۲
- ۱-۱-۲-۳- طیف فرابنفش- مرئی لیگاند L^1 ۶۲
- ۳-۱-۲-۳- طیف 1H NMR لیگاند L^1 ۶۲
- ۴-۱-۲-۳- ساختار X-Ray لیگاند L^1 ۶۳
- ۲-۲-۳- سنتز و شناسایی لیگاند N',N -بیس(۴-متوکسی سالیسیلیدن)-۵،۴-دی‌متیل-۲،۱-فنیلین دی آمین (L^2)..... ۶۶
- ۱-۲-۲-۳- طیف IR-FT لیگاند L^2 ۶۷
- ۲-۲-۲-۳- طیف فرابنفش- مرئی لیگاند L^2 ۶۷
- ۳-۲-۲-۳- طیف 1H NMR لیگاند L^2 ۶۷
- ۴-۲-۲-۳- ساختار X-Ray لیگاند L^2 ۶۷
- ۳-۲-۳- سنتز و شناسایی N',N -بیس(۵-متوکسی سالیسیلیدن)-۵،۴-دی‌متیل-۲،۱-فنیلین دی آمین (L^3)..... ۷۰
- ۱-۳-۲-۳- طیف IR-FT لیگاند L^3 ۷۱
- ۲-۳-۲-۳- طیف فرابنفش- مرئی لیگاند L^3 ۷۱
- ۳-۳-۲-۳- طیف 1H NMR لیگاند L^3 ۷۱

- ۷۱..... ۴-۳-۲-۳ ساختار X-Ray لیگاند L^3
- ۷۴... ۴-۲-۳ سنتز و شناسایی N',N -بیس (۶-متوکسی سالیسیلیدن)-۵،۴-دی متیل-۲،۱-فنیلن دی آمین (L^4) ۷۴
- ۷۴..... ۱-۴-۲-۳ طیف FT-IR لیگاند L^4
- ۷۵..... ۲-۴-۲-۳ طیف فرابنفش - مرئی لیگاند L^4
- ۷۵..... ۳-۴-۲-۳ طیف 1H NMR لیگاند L^4
- ۷۵..... ۴-۴-۲-۳ ساختار X-Ray لیگاند L^4
- ۷۸..... ۳-۳ سنتز و شناسایی کمپلکس های باز شیف N_2O_2
- ۷۸..... ۶-۳ سنتز و شناسایی کمپلکس N',N -بیس (۳-متوکسی سالیسیلیدن)-۵،۴-دی متیل-۲،۱-فنیلن دی آمین کبالت (III) (CoL^1)
- ۷۹..... ۱-۱-۳-۳ طیف FT-IR کمپلکس (CoL^1)
- ۷۹..... ۲-۱-۳-۳ طیف فرابنفش - مرئی کمپلکس (CoL^1)
- ۷۹..... ۳-۱-۳-۳ طیف 1H NMR کمپلکس (CoL^1)
- ۸۰..... ۲-۳-۳ سنتز و شناسایی کمپلکس N',N -بیس (۴-متوکسی سالیسیلیدن)-۵،۴-دی متیل-۲،۱-فنیلن دی آمین کبالت (CoL^2)
- ۸۰..... ۱-۲-۳-۳ طیف FT-IR کمپلکس (CoL^2)
- ۸۰..... ۲-۲-۳-۳ طیف فرابنفش - مرئی کمپلکس (CoL^2)
- ۸۰..... ۳-۲-۳-۳ طیف 1H NMR کمپلکس (CoL^2)
- ۸۱..... ۳-۳-۳ سنتز و شناسایی کمپلکس N',N -بیس (۵-متوکسی سالیسیلیدن)-۵،۴-دی متیل-۲،۱-فنیلن دی آمین کبالت (III) (CoL^3)
- ۸۱..... ۱-۲-۳-۳ طیف FT-IR کمپلکس (CoL^3)
- ۸۱..... ۲-۳-۳-۳ طیف فرابنفش - مرئی کمپلکس (CoL^3)
- ۸۲..... ۳-۳-۳-۳ طیف 1H NMR کمپلکس (CoL^3)
- ۸۲..... ۴-۳-۳ سنتز و شناسایی کمپلکس N',N -بیس (۶-متوکسی سالیسیلیدن)-۵،۴-دی متیل-۲،۱-فنیلن دی آمین کبالت (III) (CoL^4)
- ۸۲..... ۱-۴-۳-۳ طیف FT-IR کمپلکس (CoL^4)
- ۸۳..... ۲-۴-۳-۳ طیف فرابنفش - مرئی کمپلکس (CoL^4)
- ۸۳..... ۳-۴-۳-۳ طیف 1H NMR کمپلکس (CoL^4)
- ۸۳..... ۴-۳-۳ سنتز و شناسایی کاتالیست و بهینه کردن شرایط سنتز آزلاکتون ها و لیگاندهای آمیدی

- ۳-۴-۱- سنتز و شناسایی کاتالیست مورد استفاده ۸۴
- ۳-۴-۱-۱- سنتز و شناسایی کاتالیست هتروپلی اسید قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل ۸۴
- ۳-۴-۲- سنتز آزلاکتون ها در حضور کاتالیست ۸۲
- ۳-۴-۲-۱- بررسی سنتز آزلاکتون ها در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی بستر نانوسیلیکاژل تحت شرایط حرارتی ۸۲
- ۳-۴-۲-۲- سنتز آزلاکتون ها در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}@nano-SiO_2$ تحت تابش ریز موج ۸۸
- ۳-۴-۳- سنتز دی کارباموئیل-دی بنزآمیدها در حضور کاتالیست $SiO_2.H_3PW_{12}O_{40}@nano$ ۹۲
- ۳-۴-۳-۱- سنتز دی کارباموئیل-دی بنزآمیدها از آزلاکتون های مربوطه در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}@nano-SiO_2$ ۹۲
- ۳-۴-۳-۲- سنتز تک ظرف دی کارباموئیل-دی بنزآمیدها از آلدهیدهای مربوطه در حضور کاتالیست $H_3PW_{12}O_{40}$ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل تحت شرایط حرارتی ۹۶
- ۳-۵-۳- سنتز و شناسایی لیگاندهای N_4 آمیدی ۹۷
- ۳-۵-۳-۱- سنتز لیگاند $(E1', E1)-N',N$ -۳',۳-(اتیلن-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۴-متوکسی فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۲،۲-دی ایل) دی بنزآمید $(Benzamide^1)$ ۹۷
- ۳-۵-۳-۱-۱- طیف IR $(Benzamide^1)$ ۹۷
- ۳-۵-۳-۱-۲- طیف مرئی-ماورابنفش $(Benzamide^1)$ ۹۸
- ۳-۵-۳-۱-۳- طیف 1H NMR $(Benzamide^1)$ ۹۸
- ۳-۵-۳-۲- سنتز لیگاند $(E1', E1)-N',N$ -۳',۳-(پروپان-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۴-متوکسی فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۲،۲-دی ایل) دی بنزآمید $(Benzamide^2)$ ۹۸
- ۳-۵-۳-۲-۱- طیف IR $(Benzamide^2)$ ۹۸
- ۳-۵-۳-۲-۲- طیف مرئی-ماورابنفش $(Benzamide^2)$ ۹۹
- ۳-۵-۳-۲-۳- طیف 1H NMR $(Benzamide^2)$ ۹۹
- ۳-۵-۳-۳- سنتز لیگاند $(E1', E1)-N',N$ -۳',۳-(اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۴-کلرو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۲،۲-دی ایل) دی بنزآمید $(Benzamide^3)$ ۹۹
- ۳-۵-۳-۳-۱- طیف IR $(Benzamide^3)$ ۹۹
- ۳-۵-۳-۳-۲- طیف مرئی-ماورابنفش $(Benzamide^3)$ ۱۰۰
- ۳-۵-۳-۳-۳- طیف 1H NMR $(Benzamide^3)$ ۱۰۰

۳-۵-۴	سنتز لیگاند N,N'-N-(E1, E1)-3',3'-(E1', E1)- پروپان-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۴-کلرو
۱۰۰	فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide ⁴).....
۳-۴-۵-۱	طیف IR (Benzamide ⁴).....
۱۰۱	.....
۳-۴-۵-۲	طیف مرئی- ماورابنفش (Benzamide ⁴).....
۱۰۱	.....
۳-۴-۵-۳	طیف ¹ H NMR (Benzamide ⁴).....
۱۰۱	.....
۳-۵-۵-۵	سنتز لیگاند N,N'-N-(E1, E1)-3',3'-(E1', E1)- اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۴-نیترو فنیل)-۳-
۱۰۲	اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide ⁵).....
۳-۵-۵-۱	طیف IR (Benzamide ⁵).....
۱۰۲	.....
۳-۵-۵-۲	طیف مرئی- ماورابنفش (Benzamide ⁵).....
۱۰۲	.....
۳-۵-۱۴-۳	طیف ¹ H NMR (Benzamide ⁵).....
۱۰۲	.....
۳-۵-۶-۶	سنتز لیگاند N,N'-N-(E1, E1)-3',3'-(E1', E1)- پروپان-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۴-نیترو
۱۰۳	فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide ⁶).....
۳-۶-۵-۱	طیف IR (Benzamide ⁶).....
۱۰۳	.....
۳-۶-۵-۲	طیف مرئی- ماورابنفش (Benzamide ⁶).....
۱۰۳	.....
۳-۶-۵-۳	طیف ¹ H NMR (Benzamide ⁶).....
۱۰۳	.....
۳-۵-۷-۷	سنتز لیگاند N,N'-N-(E1, E1)-3',3'-(E1', E1)- اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۳-اکسو-۱-تیوفن-
۱۰۴	۲-ایل) پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide ⁷).....
۳-۷-۵-۱	طیف IR (Benzamide ⁷).....
۱۰۴	.....
۳-۷-۵-۲	طیف مرئی- ماورابنفش (Benzamide ⁷).....
۱۰۴	.....
۳-۷-۵-۳	طیف ¹ H NMR (Benzamide ⁷).....
۱۰۵	.....
۳-۵-۸-۸	سنتز لیگاند N,N'-N-(E1, E1)-3',3'-(E1', E1)- پروپان-۳،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۳-اکسو-۱-
۱۰۵	تیوفن-۲-ایل) پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide ⁸).....
۳-۸-۵-۱	طیف IR (Benzamide ⁸).....
۱۰۵	.....
۳-۸-۵-۲	طیف مرئی- ماورابنفش (Benzamide ⁸).....
۱۰۵	.....
۳-۸-۵-۳	طیف ¹ H NMR (Benzamide ⁸).....
۱۰۶	.....
۳-۵-۹-۹	سنتز لیگاند N,N'-N-(E1, E1)-3',3'-(E1', E1)- اتان-۲،۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۴-برمو فنیل)-
۱۰۶	۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳،۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide ⁹).....

صفحه

عنوان

- ۱۰۶ (Benzamide⁹) IR طیف ۱-۹-۵-۳
- ۱۰۷ (Benzamide⁹) طیف مرئی - ماورابنفش ۲-۹-۵-۳
- ۱۰۷ (Benzamide⁹) ¹H NMR طیف ۳-۹-۵-۳
- ۱۰۷ (Benzamide¹⁰) IR طیف ۱-۱۰-۵-۳
- ۱۰۸ (Benzamide¹⁰) طیف مرئی - ماورابنفش ۲-۱۰-۵-۳
- ۱۰۸ (Benzamide¹⁰) ¹H NMR طیف ۳-۱۰-۵-۳
- ۱۰۸ (Benzamide¹¹) IR طیف ۱-۱۱-۵-۳
- ۱۰۹ (Benzamide¹¹) طیف مرئی - ماورابنفش ۲-۱۱-۵-۳
- ۱۰۹ (Benzamide¹¹) ¹H NMR طیف ۳-۱۱-۵-۳
- ۱۰۹ (Benzamide¹²) IR طیف ۱-۱۲-۵-۳
- ۱۱۰ (Benzamide¹²) طیف مرئی - ماورابنفش ۲-۱۲-۵-۳
- ۱۱۰ (Benzamide¹²) ¹H NMR طیف ۳-۱۲-۵-۳
- ۱۱۱ (Benzamide¹³) IR طیف ۱-۱۳-۵-۳
- ۱۱۱ (Benzamide¹³) طیف مرئی - ماورابنفش ۲-۱۳-۵-۳
- ۱۱۱ (Benzamide¹³) ¹H NMR طیف ۳-۱۳-۵-۳
- ۱۱۲ (Benzamide¹⁴) IR طیف ۱-۱۴-۵-۳
- ۱۱۲ (Benzamide¹⁴) طیف مرئی - ماورابنفش ۲-۱۴-۵-۳
- ۱۱۲ (Benzamide¹⁴) ¹H NMR طیف ۳-۱۴-۵-۳

عنوان	صفحه
۱۵-۵-۳- سنتز لیگاند (E1', E1)-N',N-۳,۳-(اتان-۲,۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۲,۶-دی کلرو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳,۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide ¹⁵)	۱۱۳
۱-۱۵-۵-۳- طیف IR (Benzamide ¹⁵)	۱۱۳
۲-۱۵-۵-۳- طیف مرئی- ماورابنفش (Benzamide ¹⁵)	۱۱۳
۳-۱۵-۵-۳- طیف ¹ H NMR (Benzamide ¹⁵)	۱۱۳
۱۶-۵-۳- سنتز لیگاند (E1', E1)-N',N-۳,۳-(پروپان-۳,۱-دی ایل بیس (آزاندیل)) بیس (۱-۲,۶-دی کلرو فنیل)-۳-اکسو پروپ-۱-ان-۳,۲-دی ایل)دی بنزآمید (Benzamide ¹⁶)	۱۱۴
۱-۱۶-۵-۳- طیف IR (Benzamide ¹⁶)	۱۱۴
۲-۱۶-۵-۳- طیف مرئی- ماورابنفش (Benzamide ¹⁶)	۱۱۴
۳-۱۶-۵-۳- طیف ¹ H NMR (Benzamide ¹⁶)	۱۱۵
۶-۳- نتیجه گیری	۱۱۵
۷-۳- آینده نگری	۱۱۵
پیوستها	۱۱۶
منابع و مآخذ	۱۵۲

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- شکافتگی پنج اوربیتال d اتم مرکزی در چند کمپلکس با تقارن مختلف	۳
شکل ۱-۲- ترکیبات کئوردیناسیون دو دندانه	۵
شکل ۱-۳- ترکیبات کئوردیناسیون سه دندانه	۵
شکل ۱-۴- ترکیبات کئوردیناسیون چهار دندانه	۶
شکل ۱-۵- روش عمومی تهیه بازهای شیف	۷
شکل ۱-۶- روش‌های تهیه کمپلکس‌های فلزی باز شیف	۱۰
شکل ۱-۷- (a) ترکیب آمیدی بازدارنده ویروس HIV و (b) واحدهای سازنده پپتیدوگلیکان	۱۲
شکل ۱-۸- واکنش سنتز آمید از آزلاکتون	۱۳
شکل ۱-۹- مشتقات اکسازولونی و اکسازول	۱۴
شکل ۱-۱۰- اکسازولون‌ها در تهیه‌های جهت دار متنوع	۱۴
شکل ۱-۱۱- واکنش پذیری اکسازولون‌ها	۱۵
شکل ۱-۱۲- بخشی از ساختار متانو باکتین	۱۶
شکل ۱-۱۳- تهیه آزلاکتون هابه وسیله روش ارلن مایر	۱۷
شکل ۱-۱۴- مراحل اصلی روش تهیه آزلاکتون ارلن مایروسپس تهیه امینواسیدها	۱۸
شکل ۱-۱۵- مونومر اکسازولونی (VDMA) و واکنش حلقه‌گشایی آن با آمین خطی قبل از شرکت در واکنش پلیمریزاسیون	۱۸
شکل ۱-۱۶- (A) هم‌بسیار پلی‌وینیل‌پیرولیدون- وینیل‌دی‌متیل‌آزلاکتون، (B) N و N-بیس (کربوکسی‌متیل)-L-لایزین هیدرات و (C) هم‌بسیار پلی‌وینیل‌پیرولیدون- وینیل‌دی‌متیل‌آزلاکتون که با N و N-بیس (کربوکسی‌متیل)-L-لایزین هیدرات اصلاح شده است	۱۹
شکل ۱-۱۷- واکنش بیس آزلاکتون با دی‌آمین	۱۹
شکل ۱-۱۸- ترکیب آمیدی دارای خاصیت ضد‌هیپاتیت C حاصل از حلقه‌گشایی آزلاکتون‌ها	۱۹
شکل ۱-۱۹- سه نمونه از ترکیبات آمیدی دارای خاصیت ضد‌هیپاتیت B حاصل از حلقه‌گشایی آزلاکتون-ها	۲۰
شکل ۱-۲۰- تهیه ترکیب ضد‌هیپاتیت B با استفاده از واکنش مورفولین با آزلاکتون مربوطه	۲۰
شکل ۱-۲۱- تثبیت استات کبالت روی سطح سیلیکای اصلاح‌شده از طریق لیگاند	۲۲

- شکل ۱-۲۲- اتصال کمپلکس از طریق یک زنجیره ی طولانی به سیلیکا..... ۲۲
- شکل ۱-۲۳- پیوندزنی ترکیب آلی روی سطح اکسید معدنی..... ۲۴
- شکل ۱-۲۴- پیوندزنی کاتالیست همگن روی نگه دارنده ی اصلاح شده..... ۲۴
- شکل ۱-۲۵- واکنش کاتالیستی هیدروژن دار کردن α -Z- استامید، کمپلکس کاتیونی Rh بالیگاند کایرال PNNP روی سطحی از خاک رس..... ۲۵
- شکل ۱-۲۶- تثبیت کمپلکس کاتیونی Rh از β و α - بیس (O- دی فنیل فسفینو) - β -D- گلی- کوپیرانو سایدرووی..... ۲۶
- شکل ۱-۲۷- برهم کنش نگه دارنده بانمک فلزی و سپس بالیگاند..... ۲۶
- شکل نمودار ۱-۱- مقایسه افزایش دما در دو نمونه آب و دی اکسان ، با تابش در فرکانس ۱۵۰ وات..... ۲۸
- شکل ۱-۲۸- مخزن هیدروترمال..... ۲۹
- شکل ۱-۲۹- تبخیر تدریجی، روشی جهت تهیه ی بلور..... ۳۰
- شکل ۱-۳۰- بلورگیری به روش نفوذ حلال الف) محلول اشباع ب) قرار گرفتن محلول اشباع در حلالی با حلالیت کمتر ج) نفوذ آهسته ی حلال دوم در حلال اول و تشکیل بلور..... ۳۰
- شکل ۱-۳۱- بلورگیری به روش نفوذ حلال در تیوب H شکل الف) نفوذ سه لایه ب) نفوذ در تیوب H شکل..... ۳۱
- شکل ۱-۳۲- شمای کلی سیستم کلی کریستال گیری به روش شاخه جانبی..... ۳۲
- شکل ۱-۳۳- دو حالت ممکن برای سیستم مونوکلینیک..... ۳۳
- شکل ۱-۳۴- سیستم بلوری تری کلینیک..... ۳۳
- شکل ۱-۳۵- چهار حالت ممکن برای سیستم اورترومبیک..... ۳۴
- شکل ۱-۳۶- دو حالت ممکن برای سیستم تتراگونال ORTEP..... ۳۴
- شکل ۱-۳۷- سیستم بلوری رمبوهدرال..... ۳۴
- شکل ۱-۳۸- حالت های ممکن برای سیستم مکعبی..... ۳۵
- شکل ۱-۳۹- سیستم بلوری هگزاگونال..... ۳۵
- شکل ۱-۲- سنتز لیگاند N',N - بیس (۳- متوکسی سالیسیلیدن) - ۵،۴- دی متیل - ۲،۱- فنیلن دی آمین (L^1)..... ۳۹
- شکل ۲-۲- سنتز لیگاند N',N - بیس (۴- متوکسی سالیسیلیدن) - ۵،۴- دی متیل - ۲،۱- فنیلن دی آمین (L^2)..... ۴۰
- شکل ۲-۳- سنتز لیگاند N',N - بیس (۵- متوکسی سالیسیلیدن) - ۵،۴- دی متیل - ۲،۱- فنیلن دی آمین (L^3)..... ۴۰

شکل ۲-۴- سنتز لیگاند N,N'-بیس(۶-متوکسی سالیسیلیدن)-۵،۴-دی‌متیل-۲،۱-فنیلن دی آمین (L ⁴).....	۴۱
شکل ۲-۵- سنتز کمپلکس CoL ¹	۴۲
شکل ۲-۶- سنتز کمپلکس CoL ²	۴۲
شکل ۲-۷- سنتز کمپلکس CoL ³	۴۳
شکل ۲-۸- سنتز کمپلکس CoL ⁴	۴۴
شکل ۲-۹- سنتز آزلاکتون ها از آلدهید های آروماتیک در حضور کاتالیست H ₃ PW ₁₂ O ₄₀ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل.....	۴۶
شکل ۲-۱۰- سنتز آزلاکتون ها از آلدهید های آروماتیک در حضور کاتالیست H ₃ PW ₁₂ O ₄₀ قرار گرفته روی نانوسیلیکاژل تحت تابش ریز موج.....	۴۸
شکل ۲-۱۱- سنتز دی‌کارباموئیل-دی‌بنز آمید از واکنش آزلاکتون ها با اتان-۲،۱-دی آمین در حضور کاتالیست H ₃ PW ₁₂ O ₄₀	۴۹
شکل ۲-۱۲- سنتز لیگاند (Benzamide ¹).....	۵۰
شکل ۲-۱۳- سنتز لیگاند (Benzamide ²).....	۵۰
شکل ۲-۱۴- سنتز لیگاند (Benzamide ³).....	۵۱
شکل ۲-۱۵- سنتز لیگاند (Benzamide ⁴).....	۵۱
شکل ۲-۱۶- سنتز لیگاند (Benzamide ⁵).....	۵۲
شکل ۲-۱۷- سنتز لیگاند (Benzamide ⁶).....	۵۲
شکل ۲-۱۸- سنتز لیگاند (Benzamide ⁷).....	۵۳
شکل ۲-۱۹- سنتز لیگاند (Benzamide ⁸).....	۵۳
شکل ۲-۲۰- سنتز لیگاند (Benzamide ⁹).....	۵۴
شکل ۲-۲۱- سنتز لیگاند (Benzamide ¹⁰).....	۵۴
شکل ۲-۲۲- سنتز لیگاند (Benzamide ¹¹).....	۵۵
شکل ۲-۲۳- سنتز لیگاند (Benzamide ¹²).....	۵۵
شکل ۲-۲۴- سنتز لیگاند (Benzamide ¹³).....	۵۶
شکل ۲-۲۵- سنتز لیگاند (Benzamide ¹⁴).....	۵۶
شکل ۲-۲۶- سنتز لیگاند (Benzamide ¹⁵).....	۵۷

عنوان	صفحه
شکل ۲-۲۷- سنتز لیگاند (Benzamide^{16})	۵۷
شکل ۳-۱- نمودار ORTEP لیگاند L^1	۶۳
شکل ۳-۲- نمودار انباشتگی لیگاند L^1	۶۵
شکل ۳-۳- نمودار ORTEP لیگاند L^2	۶۸
شکل ۳-۴- نمودار انباشتگی لیگاند L^2	۶۹
شکل ۳-۵- نمودار ORTEP لیگاند L^3	۷۲
شکل ۳-۶- نمودار انباشتگی لیگاند L^3	۷۳
شکل ۳-۷- نمودار ORTEP لیگاند L^4	۷۶
شکل ۳-۸- نمودار انباشتگی لیگاند L^4	۷۷
شکل ۳-۹- سنتز آزلاکتون‌ها از آلدئیدهای آروماتیک با استفاده از کاتالیست $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}@ \text{Nano-Silicagel}$	۸۵
شکل ۳-۱۰- واکنش سنتز آزلاکتون در حضور کاتالیست $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40} @ \text{Nano-Silicagel}$ تحت تابش ریز موج	۸۹
شکل ۳-۱۱- مکانیسم قابل ارائه برای واکنش سنتز آزلاکتون در حضور کاتالیست $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}@ \text{Nano-Silicagel}$	۹۱
شکل ۳-۱۲- سنتز دی‌کارباموئیل-دی‌بنزآمیدها از آزلاکتون‌های مربوطه در حضور کاتالیست $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}@ \text{Nano-Silicagel}$	۹۳
شکل ۴-۱- طیف FT-IR کاتالیست Nano-Silicagel	۱۱۷
شکل ۴-۲- طیف XRD کاتالیست $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}@ \text{Nano-Silicagel}$	۱۱۷
شکل ۴-۳- SEM کاتالیست $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}@ \text{Nano-Silicagel}$	۱۱۸
شکل ۴-۴- طیف IR لیگاند L^1	۱۱۸
شکل ۴-۵- طیف UV-Vis لیگاند L^1 در حلال متانول	۱۱۹
شکل ۴-۶- طیف $^1\text{H NMR}$ لیگاند L^1 در حلال CDCl_3	۱۱۹
شکل ۴-۷- طیف IR لیگاند L^2	۱۲۰
شکل ۴-۸- طیف UV-Vis لیگاند L^2 در حلال متانول	۱۲۰
شکل ۴-۹- طیف $^1\text{H NMR}$ لیگاند L^2 در حلال CDCl_3	۱۲۱
شکل ۴-۱۰- طیف IR لیگاند L^3	۱۲۱
شکل ۴-۱۱- طیف UV-Vis لیگاند L^3 در حلال متانول	۱۲۲