

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا، همدان تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا (یا استاد یا استادان راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



دانشگاه گیلان

دانشکده شیمی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته شیمی (گرایش معدنی)

عنوان :

سنتز و شناسایی لیگاند های پلی آمین و کمپلکس های باز شیف بزرگ حلقه و بزرگ غیر

حلقوی مربوطه

استاد راهنما:

پروفسور حسن کی پور

اساتید مشاور:

پروفسور صادق صالح زاده

دکتر رضا آزادبخت

پژوهشگر:

موسی احمدی

مهر ماه ۱۳۸۹



دانشگاه گیلان

دانشکده شیمی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته شیمی (گرایش معدنی)

عنوان:

سنتز و شناسایی لیگاند های پلی آمین و کمپلکس های باز شیف بزرگ حلقه و بزرگ غیر
حلقوی مربوطه

استاد راهنما:

پروفسور حسن کی پور

اساتید مشاور:

پروفسور صادق صالح زاده

دکتر رضا آزادبخت

پژوهشگر:

موسی احمدی

کمیته ارزیابی پایان نامه:

- ۱- پروفسور حسن کی پور (استاد راهنما)..... استاد شیمی معدنی
- ۲- پروفسور صادق صالح زاده (استاد مشاور)..... استاد شیمی معدنی
- ۳- دکتر رضا آزادبخت (استاد مشاور).....استاد یار شیمی معدنی
- ۴- پروفسور سید جواد سیدزاده صابونچی (استاد مدعو)..... استاد شیمی معدنی
- ۵- پروفسور رامین قربانی واقعی (استاد مدعو)..... استاد شیمی آلی



دانشگاه سیستان
دانشکده شیمی

جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

آقای موسی احمدی در رشته شیمی (گرایش معدنی)

با عنوان:

سنتز و شناسایی لیگاند های پلی آمین و کمپلکس های باز شیف بزرگ حلقه و بزرگ غیر

حلقوی مربوطه

به ارزش 8 واحد در روز یکشنبه 1389/7/4 ساعت 14 در سالن آمفی تئاتر 2 دانشکده

شیمی و با حضور اعضای هیأت داوران زیر برگزار گردید و با نمره 19/85 و درجه عالی

به تصویب رسید.

هیأت داوران:

1- پروفسور حسن کی پور (استاد راهنما)..... استاد شیمی معدنی

2- پروفسور صادق صالح زاده (استاد مشاور)..... استاد شیمی معدنی

3- دکتر رضا آزادبخت (استاد مشاور)..... استادیار شیمی معدنی

4- پروفسور سید جواد سیدزاده صابونچی (استاد مدعو)..... استاد شیمی معدنی

5- پروفسور رامین قربانی واقعی (استاد مدعو)..... استاد شیمی آلی

الهی...

مراد دکن تا دانش اندک من

نه زردبانی باشد برای فزونی تکبر و غرور

نه حلقه ای برای اسارت

و نه دستمایه ای برای تجارت

بلکه گامی باشد برای تجلیل از تو و متعالی ساختن خود و دیگران

تقدیم به:

پدر بزرگوارم

که محطه محطه زیستم را در سایه بزرگواری و دانایی اش آسودم و وجود پر افتخارش سایه ایست جاودانه بر فراز

سر بلندی های من

و مادر مهربانم

که مفهوم بی دریغ مهربانی و صداقت است، او که دنجوشی های امروزم را مدیون دلوپسی های همیشگی اش

هستم.

با تشکر از

برادران و خواهران عزیزم

به پاس همراهی ها

پشتبانی ها

و دلگرمی هایشان

تشکر و قدردانی

به پیشگاه پاک و مقدس تقدیم می دارم که بندگی فقط و فقط تو را سزااست، آنچه داده ای بیشتر از شایستگی من است، گر چه در خور بخشندگی توست.

از استاد راهنمای بزرگوام، جناب آقای پروفیسور کی پور به خاطر تمام محبت ها، راهنمایی های ارزنده و سعه صدرشان و زحمت فراوانی که برای من کشیدند و به خاطر هر آنچه که از ایشان یاد گرفتم، بینهایت سپاسگزارم.

از اساتید مشاور بزرگوام، جناب آقای پروفیسور صالح زاده و جناب آقای دکتر آزادبخت به خاطر راهنمایی ها و محبت هایشان کمال تشکر را دارم.

از اساتید محترم، جناب آقای پروفیسور صابونچی و جناب آقای پروفیسور قربانی واقعی به پاس مساعدت هایشان در قرائت و داوری این پایان نامه کمال تشکر را دارم و نیز از جناب آقای پروفیسور محمد علی زلفی گل ریاست محترم دانشگاه بوعلی سینا و جناب آقای پروفیسور سعید عزیزیان ریاست محترم دانشکده شیمی سپاسگزارم.

از سرکار خانم قائمی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی که زحمت شرکت در جلسه دفاعیه را متحمل گردیدند، نهایت تشکر را دارم.

از همکاری صمیمانه آقای زبر جدیان و خانم رنجبران تشکر می کنم.

تشکر ویژه دارم از آقایان دکتر دهقانی، دکتر رضایی والا و دکتر گلبداغی به پاس محبت های خالصانه، مساعدت ها و کمک های بی دریغشان.

از تمامی دوستان عزیزم در آزمایشگاه های تحقیقاتی به ویژه آزمایشگاه تحقیقاتی معدنی، که در انجام این پایان نامه یاریم نمودند، صمیمانه سپاسگزاری می نمایم.



دانشگاه بوعلی سینا
مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

سنتز و شناسایی لیگاند های پلی آمین و کمپلکس های باز شیف بزرگ حلقه ای و غیر حلقه ای مربوطه

نام نویسنده: موسی احمدی

نام استاد/اساتید راهنما: پروفسور حسن کی پور

نام استاد/اساتید مشاور: پروفسور صادق صالح زاده، دکتر رضا آزاد بخت

گروه آموزشی: شیمی معدنی

دانشکده: شیمی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد

گرایش تحصیلی: شیمی معدنی

رشته تحصیلی: شیمی

تعداد صفحات: 127

تاریخ دفاع: 89/7/4

تاریخ تصویب: 87/7/7

چکیده:

دو لیگاند پلی آمین جدید پنج دندانه ای و یک لیگاند پلی آمین جدید شش دندانه ای تهیه گردید. این پلی آمین ها شامل ۳،۷-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۵،۵-دی متیل-۳،۷-دی آزا هپتان-۱-آمین (L¹)، ۸،۴-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۶،۶-دی متیل-۴،۸-دی آزا اکتان-۱-آمین (L²) و ۹،۴-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۹،۴-دی آزا دودکان-۱۲،۱-دی آمین (L³) می باشند. همچنین لیگاند پلی آمین شناخته شده ۳،۸-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۳،۸-دی آزا دکان-۱۰،۱۰-دی آمین (L⁴) نیز تهیه گردید. همه لیگاند های پلی آمین فوق با استفاده از طیف سنجی IR، ¹H NMR، ¹³C NMR و آنالیز عنصری مورد شناسایی قرار گرفتند.

کمپلکس های بزرگ غیر حلقوی باز شیف [MnL¹ pyridine]²⁺، [NiL¹ pyridine]²⁺ و [MnL¹ pyrrole]²⁺ به روش تراکم تمپلیت از واکنش پلی آمین L¹ با آلدهید های پیریدین-۲-کربالدهید یا پیرول-۲-کربالدهید در حضور یون های فلزی منگنز (II) و نیکل (II) در حلال متانول تهیه گردیدند و کمپلکس [NiL¹]²⁺ نیز از واکنش بین L¹ و یون فلزی نیکل (II) در مخلوط حلال متانول و استونیتریل حاصل شد. کمپلکس بزرگ غیر حلقوی باز شیف [MnL² pyridine]²⁺ از تراکم تمپلیت بین L² و پیریدین-۲-کربالدهید در حضور یون فلزی منگنز (II) و در متانول تهیه گردید. کمپلکس های بزرگ حلقه باز شیف [ZnL³]²⁺ و [CdL³]²⁺ به روش تراکم تمپلیت از واکنش L³ با ۶،۲-دی فرمیل-۴-متیل فنول در حضور یون های فلزی کادمیم (II) و روی (II) سنتز شدند. کمپلکس بزرگ حلقه باز شیف [MnL⁴]²⁺ نیز به روش فوق از تراکم بین L⁴ با ۲،۶-دی فرمیل پیریدین در حضور یون فلزی منگنز (II) حاصل گردید. همه کمپلکس های به دست آمده با استفاده از روش های IR و آنالیز عنصری (دراکثر موارد)، هدایت مولی و در مورد کمپلکس های کادمیم (II) و روی (II) با استفاده از NMR مورد شناسایی قرار گرفتند. همچنین ساختار کریستالی کمپلکس های [MnL¹ pyridine]²⁺ و [NiL¹ C]²⁺ توسط داده های پراش اشعه X تعیین گردید.

واژه های کلیدی: بازشیف، لیگاند پلی آمین، بزرگ حلقه، کمپلکس بزرگ غیر حلقوی، ساختار اشعه X

فہرست

مقدمه

فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات انجام شده

- 1-1 لیگاندهای پلی آمین..... 2
- 1-1-1 مقدمه..... 2
- 2-1-1 پلی آمین ها و نقش بیولوژیکی آن ها..... 3
- 3-1-1 لیگاند های تترآمین..... 4
- 4-1-1 لیگاندهای پنتاآمین..... 5
- 5-1-1 لیگاندهای هگزاآمین..... 7
- 6-1 تعریف بازشیف ها..... 9
- 7-1 خصوصیات اسپکتروسکوپی کلی باز شیف ها..... 10
- 8-1 توتومری..... 11
- 9-1 اهمیت و کاربردهای بازشیف ها..... 13
- 10-1 احیای بازشیف ها..... 15
- 11-1 لیگاندهای باز حلقه چند قسمتی..... 16
- 12-1 سیستم های بزرگ حلقه و بازحلقه..... 19
- 13-1 سنتز کمپلکس های بازشیف..... 22
- 1-13-1 سنتز مستقیم لیگاند بازشیف و سپس سنتز کمپلکس..... 23
- 2-13-1 سنتز بازشیف در حین تشکیل کمپلکس..... 23
- 14-1 کمپلکس های غیر حلقه ای باز شیف دارای گروه پیریدینی..... 25
- 15-1 کمپلکس های بزرگ حلقه باز شیف دارای گروه پیریدینی..... 28

فصل دوم: کارهای تجربی

۳۸	۱-۲- مواد شیمیایی
۳۸	۲-۲- وسایل و تجهیزات
۳۸	۳-۲- کریستالوگرافی
۳۹	۴-۲- تهیه لیگاند پلی آمین ^۱ L ^۱
۳۹	۱-۴-۲- سنتز ۵،۱-بیس(۲-پیریدیل متیلن)-۳،۳-دی متیل-۵،۱-دی آزا پروپان
۳۹	۲-۴-۲- سنتز ۵،۱-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۳،۳-دی متیل-۱،۵-دی آزا پروپان
۴۰	۳-۴-۲- تهیه ۷،۳-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۵،۵-دی متیل-۷،۳-دی آزا هپتان-۱-آمین ^۱ L ^۱
۴۱	۵-۲- تهیه لیگاند پلی آمین ^۲ L ^۲
۴۱	۱-۵-۲- سنتز ۸،۴-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۶،۶-دی متیل-۸،۴-دی آزا اکتان-۱-آمین ^۲ L ^۲
۴۲	۶-۲- تهیه لیگاند پلی آمین ^۳ L ^۳
۴۲	۱-۶-۲- سنتز ۶،۱-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۶،۱-دی آزا بوتان
۴۳	۲-۶-۲- سنتز ۶،۱-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۶،۱-دی آزا بوتان
۴۳	۳-۶-۲- سنتز ۹،۴-بیس(۲-پیریدیل متیل)-۹،۴-دی آزا دودکان-۱-آمین ^۳ L ^۳
۴۴	۷-۲- تهیه لیگاند پلی آمین ^۴ L ^۴
۴۵	۸-۲- سنتز برخی کمپلکس‌های فلزی با لیگاند ^۱ L ^۱
۴۵	۱-۸-۲- سنتز کمپلکس [MnL ^۱ pyridine](ClO ₄) ₂
۴۶	۲-۸-۲- سنتز کمپلکس [MnL ^۱ pyrrole](ClO ₄) ₂
۴۷	۳-۸-۲- سنتز کمپلکس [NiL ^۱](ClO ₄) ₂
۴۸	۴-۸-۲- سنتز کمپلکس [NiL ^۱ pyridine](ClO ₄) ₂
۴۸	۹-۲- سنتز کمپلکس فلزی با لیگاند ^۲ L ^۲
۴۸	۱-۹-۲- سنتز کمپلکس [MnL ^۲ pyridine](ClO ₄) ₂

۴۹	.....L^2	۱۰-۲- سنتز کمپلکس های فلزی بزرگ حلقه با لیگاند
۴۹	.....$[CdL^2](ClO_4)_2$	۱-۱۰-۲- سنتز کمپلکس
۴۹	.....$[ZnL^2](ClO_4)_2$	۲-۱۰-۲- سنتز کمپلکس
۵۰	.....L^4	۱۱-۲- سنتز کمپلکس فلزی بزرگ حلقه با لیگاند
۵۰	.....$[MnL^4](ClO_4)_2$	۱-۱۱-۲- سنتز کمپلکس

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

53	مقدمه
53	(1-3) بررسی سنتز 1،5-بیس (2- متیلن پیریدین)-3،3-دی متیل-1 و 5-دی آزا پروپان
53	(1-1-3) بررسی طیف IR
53	(2-1-3) بررسی طیف $^1\text{H NMR}$
53	(3-1-3) بررسی طیف $^{13}\text{C NMR}$
54	(2-3) بررسی سنتز 1،5-بیس (2- متیل پیریدین)-3،3-دی متیل-1 و 5-دی آزا پروپان
54	(1-2-3) بررسی طیف IR
54	(2-2-3) بررسی طیف $^1\text{H NMR}$
54	(3-2-3) بررسی طیف $^{13}\text{C NMR}$
55	(3-3) بررسی سنتز 3،7-بیس (2-پیریدیل متیل)-5،5-دی متیل-3،7-دی آزا هپتان-1-آمین L^1
55	(1-3-3) بررسی طیف IR
55	(2-3-3) بررسی طیف $^1\text{H NMR}$
55	(3-3-3) بررسی طیف $^{13}\text{C NMR}$
56	(4-3) بررسی سنتز 4،8-بیس (2- متیل پیریدین)-6،6-دی متیل-4،8-دی آزا اکتان-1-آمین L^2
56	(1-4-3) بررسی طیف IR
56	(2-4-3) بررسی طیف $^1\text{H NMR}$
57	(3-4-3) بررسی طیف $^{13}\text{C NMR}$
57	(5-3) بررسی سنتز 1،6-بیس (2- متیلن پیریدین)-6،1-دی آزا بوتان
57	(1-5-3) بررسی طیف IR
58	(2-5-3) بررسی طیف $^1\text{H NMR}$
58	(3-5-3) بررسی طیف $^{13}\text{C NMR}$

58	6-3 بررسی سنتز 1،6-بیس (2- متیل پیریدین)-6،1-دی آزا بوتان
58	1-6-3 IR بررسی طیف
59	2-6-3 ^1H NMR بررسی طیف
59	3-6-3 ^{13}C NMR بررسی طیف
59	7-3 بررسی سنتز 4،9-بیس (2- متیل پیریدین)-9،4-دی آزا دودکان - 1،12-دی آمین L^3
59	1-7-3 IR بررسی طیف
60	2-7-3 ^1H NMR بررسی طیف
60	3-7-3 ^{13}C NMR بررسی طیف
61	4-7-3 بررسی نتایج میکروآنالیز
61	8-3 بررسی سنتز کمپلکس های تهیه شده با لیگاند L^1
62	1-8-3 IR بررسی طیف
36	2-8-3 بررسی نتایج میکروآنالیز
64	3-8-3 بررسی ساختار X-ray کمپلکس $[\text{MnL}^1\text{pyridine}](\text{ClO}_4)_2$
69	4-8-3 بررسی ساختار X-ray کمپلکس $[\text{NiL}^1](\text{ClO}_4)_2$
71	9-3 بررسی سنتز کمپلکس های تهیه شده با لیگاند L^2
73	1-9-3 IR بررسی طیف
73	10-3 بررسی هدایت مولی کمپلکس ها
74	11-3 بررسی سنتز کمپلکس های بزرگ حلقه تهیه شده با لیگاند L^3
75	1-11-3 IR بررسی طیف
76	2-11-3 ^1H NMR بررسی طیف
77	3-11-3 ^{13}C NMR بررسی طیف
79	12-3 بررسی سنتز کمپلکس بزرگ حلقه با لیگاند L^4

79	..... IR طیف (1-12-3) بررسی
79	..... مولی کمپلکس ها (13-3) بررسی هدایت

جدول 3-1: نتایج میکروآنالیز لیگاندهای L^1	61
جدول 3-2: نتایج میکروآنالیز لیگاندهای L^2	61
جدول 3-3: نتایج میکروآنالیز لیگاندهای L^3	61
جدول 3-4: نتایج میکروآنالیز کمپلکس $[MnL^1pyridine](ClO_4)_2$	63
جدول 3-5: نتایج میکروآنالیز کمپلکس $[MnL^1pyrrole](ClO_4)_2$	64
جدول 3-6: نتایج میکروآنالیز کمپلکس $[NiL^1](ClO_4)_2$	64
جدول 3-7: نتایج میکروآنالیز کمپلکس $[NiL^1pyridine](ClO_4)_2$	64
جدول 3-8: طول ها و زاویه های پیوندی انتخابی اتمهای نیتروژن با اتم منگنز در کمپلکس	
$[MnL^1pyridine](ClO_4)_2$	67
جدول 3-9: داده های ساختاری کمپلکس $[MnL^1pyridine](ClO_4)_2$	68
جدول 3-10: طول ها و زاویه های پیوندی انتخابی اتم های نیتروژن با اتم نیکل در کمپلکس	
$[NiL^1](ClO_4)_2$	71
جدول 3-11: داده های ساختاری کمپلکس $[NiL^1](ClO_4)_2$	72
جدول 3-12: نتایج میکروآنالیز کمپلکس $[MnL^2pyridine](ClO_4)_2$	73
جدول 3-13: نتایج هدایت مولی کمپلکس ها $(cm^2 \Omega^{-1} mol^{-1})$	74
جدول 3-14: نتایج میکروآنالیز کمپلکس $[CdL^3](ClO_4)_2$	78
جدول 3-15: نتایج میکروآنالیز کمپلکس $[MnL^4](ClO_4)_2$	79
جدول 3-16: نتایج هدایت مولی کمپلکس ها $(cm^2 \Omega^{-1} mol^{-1})$	80

- شکل 1-1: پلی آمین های طبیعی شناخته شده حاوی دو یا چند نیتروژن 3
- شکل 2-1: لیگاند های تترا آمین 5
- شکل 3-1: لیگاند های پنتا آمین خطی 6
- شکل 4-1: لیگاند های پنتا آمین ایمیدازولیدین 6
- شکل 5-1: پنتا آمین های شیف باز زنجیری 7
- شکل 6-1: هگزا آمین های خطی 7
- شکل 7-1: لیگاند های هگزا آمین سنتز شده توسط کی پور و همکارانش 8
- شکل 8-1: لیگاند های هگزا آمین سنتز شده توسط خانمحمدی و همکارانش 8
- شکل 9-1: مکانیزم تشکیل باز شیف 10
- شکل 10-1: توتومری سالیسیل آلدیمین 12
- شکل 11-1: توتومری 2-هیدروکسی-1-نفتالددیمین 12
- شکل 12-1: توتومری تیوسمی کربازون 13
- شکل 13-1: اکسایش ایندول ها به وسیله کمپلکس باز شیف کبالت (II) 14
- شکل 14-1: سیستم چرخه های نوربورنادین کوادری سیکلان 15
- شکل 15-1: احیای باز شیف 16
- شکل 16-1: انواع سیستم های باز حلقه چند قسمتی 19
- شکل 17-1: ساختار تعدادی از ترکیبات حلقوی 21
- شکل 18-1: بزرگ حلقه های سنتز شده توسط کورتیس (28)، کوری و بوش (29)، جاگر (30) و پدرس (31) 22

- شکل 1-19: ساختار کریستالی کمپلکس شماره 1، $\text{Fe}^{\text{II}}\text{L}^{\text{A}}(\text{NCS})_2$ 25
- شکل 1-20: ساختار کریستالی کمپلکس شماره 6، $\text{Ni}^{\text{II}}\text{L}^{\text{C}}(\text{NCS})_2$ 26
- شکل 1-21: ساختار کمپلکس های سنتز شده توسط کی پور و همکارانش 26
- شکل 1-22: ساختار کریستالی کمپلکس $[\text{CdL}^4(\text{NO}_3)_2]$ 27
- شکل 1-23: ساختار کمپلکس های سنتز شده توسط کی پور و همکارانش 27
- شکل 1-24: ساختار کریستالی کمپلکس $[\text{CdL}^3(\text{NO}_3)](\text{ClO}_4)$ 28
- شکل 1-25: لیگاند های باز شیف بزرگ حلقه شامل سیستم های N_5 و N_4 29
- شکل 1-26: لیگاند ها و کمپلکس های بزرگ حلقه دو هسته ای حاوی 2،6-دی فرمیل پیریدین ... 30
- شکل 1-27: کمپلکس های بزرگ حلقه حاوی 2،6-دی فرمیل پیریدین 31
- شکل 1-28: کمپلکس های فلزی بزرگ حلقه در حضور نمک های فلزی لانتانید پرکلرات یا نترات 32
- شکل 1-29: ساختار کمپلکس های سنتز شده توسط کی پور و همکارانش 32
- شکل 1-30: ساختار کمپلکس های سنتز شده توسط خانمحمدی و همکارانش 33
- شکل 1-31: ساختار کریستالی کاتیون $[\text{MgL}^7]^{2+}$ 34
- شکل 1-32: ساختار کریستالی کاتیون $[\text{MnL}^7]^{2+}$ 34
- شکل 1-33: ساختار کمپلکس های سنتز شده توسط کی پور و همکارانش 35
- شکل 1-34: ساختار کریستالی کمپلکس $[\text{MnL}^1](\text{ClO}_4)_2 \cdot 3\text{CH}_3\text{CN}$ 36
- شکل 2-1: سنتز 1،5-بیس (2-پیریدیل متیل)-3،3-دی متیل-5،1-دی آزا پروپان 39
- شکل 2-2: سنتز 1،5-بیس (2-پیریدیل متیل)-3،3-دی متیل-5،1-دی آزا پروپان 40
- شکل 2-3: سنتز 3،7-بیس (2-پیریدیل متیل)-5،5-دی متیل-7،3-دی آزا هپتان-1-آمین (L^1) 41

- شکل 2-4: سنتز 8,4- بیس (2- پیریدیل متیل)-6,6-دی متیل-8,4-دی آزا اکتان-1-آمین (L^2).. 42
- شکل 2-5: سنتز 6,1-بیس (2- پیریدیل متیل)-6,1-دی آزا بوتان 42
- شکل 2-6: سنتز 6,1-بیس (2- پیریدیل متیل)-6,1-دی آزا بوتان 43
- شکل 2-7: سنتز 9,4-بیس (2- پیریدیل متیل)-9,4-دی آزا دودکان-12,1-دی آمین (L^3) 44
- شکل 2-8: سنتز لیگاند پلی آمین L^4 45
- شکل 2-9: سنتز کمپلکس فلزی شماره (1) 46
- شکل 2-10: سنتز کمپلکس فلزی شماره (2) 47
- شکل 2-11: سنتز کمپلکس فلزی شماره (3) 47
- شکل 2-12: سنتز کمپلکس فلزی شماره (4) 48
- شکل 2-13: سنتز کمپلکس فلزی شماره (5) 49
- شکل 2-14: سنتز کمپلکس های فلزی ماکروسیکل شماره (6) و (7) 50
- شکل 2-15: سنتز کمپلکس بزرگ حلقه (8) با لیگاند پلی آمین (4) 51
- شکل 3-1: ساختار شماره گذاری شده 5,1-بیس (2- متیلن پیریدین)-3,3-دی متیل-5,1-دی آزا پروپان 54
- شکل 3-2: ساختار شماره گذاری شده 5,1-بیس (2- متیل پیریدین)-3,3-دی متیل-5,1-دی آزا پروپان 55
- شکل 3-3: ساختار شماره گذاری شده 7,3- بیس (2-پیریدیل متیل)-5,5-دی متیل-7,3-دی آزا هپتان-1-آمین L^1 56