



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی گرایش معدنی

سنتز کمپلکس‌های باز شیف منگنز، مس، کبالت و آهن

استادان راهنما:

دکتر ولی‌اله میرخانی

دکتر شهرام تنگستانی نژاد

استادان مشاور:

دکتر مجید مقدم

دکتر ایرج محمدپور

پژوهشگر:

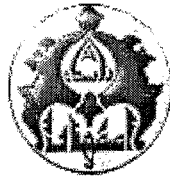
زهرا نادعلیان

۱۳۸۸ / ۲ / ۲

انجمن‌های علمی
شبه‌مراکز

شهریور ماه ۱۳۸۷

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

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی گرایش معدنی خانم زهرا نادعلیان
تحت عنوان

سنتز کمپلکس‌های باز شیف منگنز، مس، کبالت و آهن

در تاریخ ۱۳۸۷/۶/۲۵ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه‌ی عالی به تصویب نهایی رسید.

امضاء
امضاء
امضاء
امضاء
امضاء
امضای مدیر گروه

۱- استادان راهنمای پایان‌نامه: دکتر ولی‌اله میرخانی

با مرتبه‌ی علمی دانشیار

دکتر شهرام تنگستانی‌نژاد

با مرتبه‌ی علمی استاد

۲- استادان مشاور پایان‌نامه: دکتر مجید مقدم

با مرتبه‌ی علمی دانشیار

دکتر ایرج محمدپور بلترک

با مرتبه‌ی علمی استاد

۳- استاد داور داخل گروه: دکتر بهرام یدالهی

با مرتبه‌ی علمی استادیار

۴- استاد داور خارج از گروه: دکتر حسین دهقانی

با مرتبه‌ی علمی دانشیار

الهی من لی غیرک

معبودا

می دانم هر قطره اشک، امضای توست پای چشم‌هایی که آسمان در آن‌ها خلاصه شده است، می‌دانم هیچ‌کس آنقدر فقیر نیست که نتواند لبخندی به کسی ببخشد و هیچ‌کس آنقدر ثروتمند نیست که به لبخندی نیاز نداشته باشد.

تنها تویی که حق محبت را تمام و کمال ادا می‌کنی، به من هم الفبای محبت بیاموز.

بوسه می‌زنم بر دستان پدر و مادرم، فرشتگانی که با بودن‌شان، بودنم معنا گرفت و تمام هستی‌ام را به پاس یک عمر صبوری، تقدیم نگاه مهربان‌شان خواهم کرد.

سپاس و تشکر استادان بزرگواری را که جرعه‌نوش دریای بیکران فرهیختگی و دانش ایشان بودم، بالاخص

مراتب سپاس خویش را از استاد ارجمند راهنما جناب آقای دکتر میرخانی که سرمایه‌ی گرانبه‌ای عمر و زندگی خود را به من آموختند و همواره مساعدت‌های بی‌دریغ و لطف بی‌شائبه ایشان قرین لحظه‌هایم بود ابراز می‌دارم. همچنین از لطف و همکاری ارزنده‌ی جناب آقای دکتر تنگستانی‌نژاد کمال سپاس و تشکر را دارم. از جناب آقایان دکتر مقدم و دکتر محمدپور که در امر مشاوره، اصلاح و بهبود روش‌ها، توصیه‌های لازم را ارائه نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم. از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر دهقانی و استاد گرانمایه جناب آقای دکتر یداللهی، اساتید محترم مدعو، به‌خاطر مطالعه‌ی این پایان‌نامه و ارائه راهنمایی‌های ارزنده سپاسگزارم.

سپاس و درود بی‌دریغ من نثار عزیزترین دوستانم، خانم‌ها بخشایش، میخک، دیانت، حسینی، شبستری، ساعدی و تمام کسانی که مرا در انجام این رساله یاری داده‌اند.

بادها که می‌وزند، گلبرگ‌های گل سرخ را با خود می‌برند، اما آن‌ها هرگز فراموش نمی‌شوند حتی اگر بادها طوفان شوند و گلبرگ‌ها خاطرات!

زهره نادعلیان

شهریورماه ۱۳۸۷

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

تا بدانند بدون آنها بودنم

بی معناست

چکیده

بازهای شیف و کمپلکس‌های آن‌ها به دلیل داشتن خواص کاتالیزوری، و نیز به عنوان مدلی جهت بررسی ساختار، ماهیت و عملکرد آنزیم‌ها در سیستم‌های بیولوژیکی، مورد توجه شیمیدانان قرار گرفته‌اند. لذا سنتز و بررسی ویژگی‌های ساختاری و اسپکتروسکوپی آن‌ها در شیمی کئوردیناسیون مورد توجه می‌باشد. در سال‌های اخیر کمپلکس‌های دوهسته‌ای از اهمیت زیادی برخوردار شده‌اند که این اهمیت از مدل‌سازی این سیستم‌های چند فلزی به عنوان بیومولکول‌های فلزی ناشی می‌شود. در این تحقیق، ما تعدادی از کمپلکس‌های دوهسته‌ای فلزات منگنز(II)، مس(II)، کبالت(II) و آهن(II) را سنتز کردیم. در این راستا، لیگاندهای ماکروسیکل اسپرو تتراسالیسیل آلدهید (L') و اسپرو تتراسالیسیل آلدهید (L'') سنتز و خالص‌سازی گردیدند و با استفاده از تکنیک‌های طیف‌سنجی مادون قرمز، ماوراء بنفش - مرئی، روزنانس مغناطیسی هسته پروتون و طیف سنجی جرمی و آنالیز عنصری مورد شناسایی قرار گرفتند. در ادامه، کمپلکس‌های منگنز(II)، مس(II)، کبالت(II) و آهن(II) از لیگاندهای ماکروسیکل N_2O_2 و N_3O_2 (L' و L'') سنتز و خالص‌سازی شد و با استفاده از تکنیک‌های طیف‌سنجی مادون قرمز، ماوراء بنفش - مرئی مورد بررسی و شناسایی قرار گرفتند. در ادامه این تحقیق، رفتار حرارتی کمپلکس‌های سنتز شده، با استفاده از آنالیز حرارتی بررسی گردید.

کلید واژه‌ها: بازهای شیف، کمپلکس‌های دوهسته‌ای، لیگاند اسپرو

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول مقدمه و تئوری

۱	۱-۱- مقدمه.....	
۲	۲-۱- پیوند در ترکیبات کئوردیناسیون.....	
۲	۱-۲-۱- نظریه پیوند ظرفیت (VBT).....	
۲	۲-۲-۱- نظریه میدان بلور (CFT).....	
۳	۳-۲-۱- نظریه میدان لیگاند (LFT).....	
۴	۴-۲-۱- نظریه اوربیتال مولکولی (MOT).....	
۴	۳-۱- انواع بازهای شیف.....	
۴	۱-۳-۱- بازهای شیف دو دندانه‌ای.....	
۵	۲-۳-۱- بازهای شیف سه دندانه‌ای.....	
۵	۳-۳-۱- بازهای شیف چهار دندانه‌ای.....	
۶	۴-۱- اثر تمپلت.....	
۷	۱-۱-۴-۱- اثر سینتیکی تمپلت.....	
۸	۲-۱-۴-۱- اثر ترمودینامیکی تمپلت.....	
۹	۲-۴-۱- اثر تمپلت مثبت و منفی.....	
۱۰	۳-۴-۱- عوامل موثر بر یک واکنش تمپلت.....	
۱۰	۱-۳-۴-۱- اثر کئوردیناسیون لیگاند.....	
۱۰	۲-۳-۴-۱- اثر کیلیت.....	
۱۰	۳-۳-۴-۱- اثر ماکروسیکل.....	
۱۲	۵-۱- روش‌های سنتز لیگاندهای ماکروسیکل.....	
۱۲	۱-۵-۱- واکنش‌های آلکیلاسیون.....	
۱۳	۲-۵-۱- تراکم شیف.....	
۱۴	۱-۲-۵-۱- ماکروسیکل‌های دی‌ایمین.....	
۱۴	۱-۱-۲-۵-۱- تراکم مونو کربونیل آلیفاتیک و دی‌آمین.....	
۱۵	۲-۱-۲-۵-۱- استفاده از کربونیل اکسامید و دی‌آمین.....	

- ۱-۵-۲-۱-۳- دی کربونیل و دی آمین..... ۱۶
- ۱-۵-۲-۱-۴- ماکروسیکل دی ایمین دارای اکسیژن فسفر و گوگرد به عنوان دهنده..... ۱۷
- ۱-۵-۲-۲- ماکروسیکل های تترا ایمین..... ۱۷
- ۱-۵-۲-۱-۱- ماکروسیکل های تترا ایمین با عامل کربونیلی آلیفاتیک..... ۱۷
- ۱-۵-۲-۲-۲- ماکروسیکل های تترا ایمین با عامل کربونیلی غیر اشباع و آروماتیک..... ۱۹
- ۱-۵-۲-۳- ماکروسیکل دارای زنجیر جانبی..... ۱۹
- ۱-۵-۳- تراکم مانیک..... ۱۹
- ۱-۵-۳-۱- تراکم مانیک برای تهیه لیگاندهای ماکروسیکل..... ۲۰
- ۱-۵-۳-۲- ماکروسیکل های تقویت شده..... ۲۱
- ۱-۵-۴- خودتراکمی نیتریل ها..... ۲۲
- ۱-۶-۶- کمپلکس های دو هسته ای ماکروسیکل..... ۲۳
- ۱-۶-۱- سنتز کمپلکس های دو هسته ای با استفاده از تراکم شیف..... ۲۷
- ۱-۶-۱-۱- پیش ماده دهنده N_2O ۲۷
- ۱-۶-۱-۲- پیش ماده دهنده N_2S ۳۷
- ۱-۶-۲- سنتز کمپلکس های دو هسته ای با استفاده از تراکم مانیک..... ۳۸
- ۱-۷-۷- بیس (ماکروسیکل ها)..... ۳۸
- ۱-۷-۱- بیس (ماکروسیکل ها) با پل N-R-N..... ۳۹
- ۱-۷-۲- بیس (ماکروسیکل ها) با پل C-R-C..... ۴۱
- ۱-۷-۳- بیس (ماکروسیکل ها) اسپيرو..... ۴۲
- ۱-۸-۸- اهمیت و کاربرد ماکروسیکل ها..... ۴۲
- ۱-۸-۱- لیگاند ماکروسیکل برای استخراج یون های فلزی و ساخت الکترودهای یون گزین..... ۴۲
- ۱-۸-۲- لیگاند ماکروسیکل برای حفاظت از خوردگی فلزات..... ۴۳
- ۱-۸-۳- کاربرد لیگاند ماکروسیکل به عنوان دارو و مصارف پزشکی..... ۴۴
- ۱-۸-۴- ماکروسیکل ها برای پایدار کردن حالت اکسایش بالای فلزات..... ۴۵
- ۱-۸-۵- لیگاند ماکروسیکل به عنوان کاتالیزور..... ۴۵
- ۱-۹-۹- هدف از این تحقیق..... ۴۵

فصل دوم بخش تجربی

- ۱-۲- معرف‌ها و مواد مورد استفاده..... ۴۶
- ۲-۲- دستگاه‌های مورد استفاده..... ۴۷
- ۱-۲-۲- دستگاه طیف‌سنج رزونانس مغناطیس هسته (NMR)..... ۴۷
- ۲-۲-۲- طیف‌سنج مادون قرمز (IR)..... ۴۷
- ۳-۲-۲- طیف‌سنج مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)..... ۴۷
- ۴-۲-۲- طیف‌سنج ماوراء بنفش- مرئی (UV- vis)..... ۴۷
- ۵-۲-۲- دستگاه اندازه‌گیری وزن‌سنجی حرارتی (TG-DTG)..... ۴۷
- ۶-۲-۲- دستگاه آنالیز عنصری (CHN)..... ۴۷
- ۷-۲-۲- دستگاه تعیین نقطه ذوب (mp)..... ۴۸
- ۸-۲-۲- دستگاه تعیین مغناطیس‌پذیری..... ۴۸
- ۹-۲-۲- دستگاه جذب اتمی..... ۴۸
- ۱۰-۲-۲- همزن مغناطیسی..... ۴۸
- ۳-۲- سنتز لیگاندها و کمپلکس‌ها..... ۴۹
- ۱-۳-۲- سنتز لیگاندها..... ۴۹
- ۱-۱-۳-۲- سنتز لیگاند اسپیرو تترا سالیسیل آلدهید (L')..... ۴۹
- ۲-۱-۳-۲- سنتز لیگاند اسپیرو تترا ۵- نیترو سالیسیل آلدهید (L'')..... ۵۰
- ۲-۳-۲- سنتز کمپلکس‌ها..... ۵۱
- ۱-۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L'_1)](CH_3COO)_4$ ۵۱
- ۲-۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L'_2)](CH_3COO)_4$ ۵۲
- ۳-۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L'_3)](CH_3COO)_4$ ۵۳
- ۴-۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Cu_2(L'_1)](CH_3COO)_4$ ۵۴
- ۵-۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Cu_2(L'_2)](CH_3COO)_4$ ۵۵
- ۶-۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Cu_2(L'_3)](CH_3COO)_4$ ۵۶
- ۷-۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L''_1)](CH_3COO)_4$ ۵۷
- ۸-۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L''_2)](CH_3COO)_4$ ۵۸
- ۹-۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L''_3)](CH_3COO)_4$ ۵۹

۶۰	[Cu ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۰-۲-۳-۲
۶۱	[Cu ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۱-۲-۳-۲
۶۲	[Cu ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۲-۲-۳-۲
۶۳	[Co ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۳-۲-۳-۲
۶۴	[Co ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۴-۲-۳-۲
۶۵	[Co ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۵-۲-۳-۲
۶۶	[Fe ₂ (L'' ₁)](Cl) ₄ سنتز کمپلکس	۱۶-۲-۳-۲
۶۷	[Fe ₂ (L'' ₂)](Cl) ₄ سنتز کمپلکس	۱۷-۲-۳-۲
۶۸	[Fe ₂ (L'' ₃)](Cl) ₄ سنتز کمپلکس	۱۸-۲-۳-۲

فصل سوم بحث و نتیجه گیری

۶۹	۱-۳- مقدمه	۱-۳
۷۱	۲-۳- سنتز لیگاندها	۲-۳
۷۱	۱-۲-۳- سنتز اسپرو تتراسالیسیل آلدهید (L')	۱-۲-۳
۷۴	۲-۲-۳- سنتز لیگاند اسپرو تتراسالیسیل آلدهید (L'')	۲-۲-۳
۷۶	۳-۳- سنتز کمپلکسها	۳-۳
۷۶	۱-۳-۳- [Mn ₂ (L' ₁)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱-۳-۳
۷۸	۲-۳-۳- [Mn ₂ (L' ₂)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۲-۳-۳
۸۰	۳-۳-۳- [Mn ₂ (L' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۳-۳-۳
۸۲	۴-۳-۳- [Cu ₂ (L' ₁)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۴-۳-۳
۸۴	۵-۳-۳- [Cu ₂ (L' ₂)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۵-۳-۳
۸۶	۶-۳-۳- [Cu ₂ (L' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۶-۳-۳
۸۸	۷-۳-۳- [Mn ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۷-۳-۳
۹۰	۸-۳-۳- [Mn ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۸-۳-۳
۹۲	۹-۳-۳- [Mn ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۹-۳-۳
۹۴	۱۰-۳-۳- [Cu ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۰-۳-۳

۹۶	[Cu ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۱-۳-۳
۹۸	[Cu ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۲-۳-۳
۱۰۰	[Co ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۳-۳-۳
۱۰۲	[Co ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۴-۳-۳
۱۰۴	[Co ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	۱۵-۳-۳
۱۰۶	[Fe ₂ (L'' ₁)](Cl) ₄ سنتز کمپلکس	۱۶-۳-۳
۱۰۸	[Fe ₂ (L'' ₂)](Cl) ₄ سنتز کمپلکس	۱۷-۳-۳
۱۱۰	[Fe ₂ (L'' ₃)](Cl) ₄ سنتز کمپلکس	۱۸-۳-۳
۱۱۲	اندازه‌گیری یون‌های فلزی با استفاده از روش جذب اتمی	۴-۳
۱۱۲	اندازه‌گیری یون منگنز	۱-۴-۳
۱۱۳	اندازه‌گیری یون مس	۲-۴-۳
۱۱۴	اندازه‌گیری یون کبالت	۳-۴-۳
۱۱۵	اندازه‌گیری یون آهن	۴-۴-۳
۱۱۶	نتیجه‌گیری	۵-۳
۱۱۶	آینده نگری	۶-۳
۱۱۷	پیوست	
۱۴۹	منابع و مآخذ	

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳.....	شکل ۱-۱- شکافتگی پنج اوربیتال d اتم مرکزی در میدان‌های مختلف.....
۴.....	شکل ۲-۱- کمپلکس‌های Zn و Yb با لیگاندهای بازشیف دودندانه‌ای.....
۵.....	شکل ۳-۱- باز شیف حاصل از پیریدوکسال فسفات و آمینواسیدها.....
۶.....	شکل ۴-۱- بازهای شیف چهار دندانه با پل مرکزی اتیلن دی آمین.....
۷.....	شکل ۵-۱- اثر سینتیکی تمپلت.....
۸.....	شکل ۶-۱- اثر سینتیکی تمپلت در سنتز کمپلکس مسطح مربع.....
۸.....	شکل ۷-۱- اثر ترمودینامیکی تمپلت.....
۹.....	شکل ۸-۱- اثر تمپلت منفی.....
۱۰.....	شکل ۹-۱- برخی از دی‌آمین‌های موثر در اثر کیلیت.....
۱۱.....	شکل ۱۰-۱- پایداری بیشتر کمپلکس (I) نسبت به کمپلکس (II) به علت اثر ماکروسیکل.....
۱۳.....	شکل ۱۱-۱- آلکیلاسیون اتم نیتروژن.....
۱۳.....	شکل ۱۲-۱- آلکیلاسیون اتم گوگرد.....
۱۴.....	شکل ۱۳-۱- کمپلکس سنتز شده توسط کورتیس.....
۱۴.....	شکل ۱۴-۱- لیگاند ماکروسیکل حاوی اتیلن دی آمین، سنتز شده از تراکم دی‌آمین با مونوکربونیلی آلیفاتیک.....
۱۵.....	شکل ۱۵-۱- سنتز کمپلکس ماکروسیکل نیکل (II) ۱۵ عضوی.....
۱۶.....	شکل ۱۶-۱- ساختار برخی از دی‌کربونیل‌های آروماتیک.....
۱۶.....	شکل ۱۷-۱- ساختار برخی از دی‌کربونیل‌های آلیفاتیک.....
۱۶.....	شکل ۱۸-۱- ماکروسیکل‌های سنتز شده توسط بوش و کری.....
۱۷.....	شکل ۱۹-۱- سنتز ماکروسیکل دی‌ایمین دارای اکسیژن، فسفر و گوگرد.....
۱۷.....	شکل ۲۰-۱- کمپلکس‌های مس (II) دی‌ایمین ۱۲- عضوی با دهنده های N_4 ، N_2S_2 ، N_2O_2
۱۸.....	شکل ۲۱-۱- ساختار ماکروسیکل ۱۴ عضوی حاصل از تراکم ۲ و ۳- بوتان دی ان با ۱ و ۳- دی‌آمینو پروپان.....
۱۸.....	شکل ۲۲-۱- ماکروسیکل تترا ایمین ۱۲ عضوی.....
۱۹.....	شکل ۲۳-۱- ماکروسیکل حاصل از واکنش خودتراکمی اورتو-آمینو بنزآلدئید.....

- شکل ۱-۲۴- تراکم مانیک ۲۰
- شکل ۱-۲۵- لیگاندهای غیر حلقوی سنتز شده به روش تراکم مانیک ۲۰
- شکل ۱-۲۶- ساختار ماکروسیکل تقویتی سنتز شده توسط واین رایت ۲۱
- شکل ۱-۲۷- سنتز لیگاند ماکروسیکل دارای حلقه تقویتی به روش آلکیلاسیون ۲۲
- شکل ۱-۲۸- سنتز ماکروسیکل ها به روش خود تراکمی نیتریل ها ۲۲
- شکل ۱-۲۹- لیگاندهای دوهسته‌ای سنتز شده ۲۴
- شکل ۱-۳۰- لیگاند دوهسته‌ای خطی ساده ۲۵
- شکل ۱-۳۱- لیگاند دوهسته‌ای با بازوی سه شاخه ۲۵
- شکل ۱-۳۲- لیگاند دوهسته‌ای دو شاخه‌ای ۲۶
- شکل ۱-۳۳- لیگاند دوهسته‌ای با پل انعطاف پذیر ۲۶
- شکل ۱-۳۴- لیگاندهای دوهسته‌ای با انعطاف پذیری کم ۲۷
- شکل ۱-۳۵- کمپلکس دوهسته‌ای مسطح سنتز شده به روش شیف و با پیش ماده دهنده N_2O ۲۸
- شکل ۱-۳۶- کمپلکس دوهسته‌ای با فلزات مرکزی مس (II) و نیکل (II) ۲۸
- شکل ۱-۳۷- کمپلکس دوهسته‌ای مس (II) و نیکل (II) با لیگاندهای باز شیف تهیه شده از واکنش نیم مول ترکیبات ۱-۴ با اگزالیل کلرید ۲۹
- شکل ۱-۳۸- سنتز کمپلکس دوهسته‌ای با فرمول ساختاری $[Mn(\mu-3,5-BrsIpn)(\mu-O)]_2 \cdot 2DMF$ ۳۰
- شکل ۱-۳۹- کمپلکس‌های دوهسته‌ای از فلز مس (II) با فرمول ساختاری $[Cu_2(Hfsadampn)_2(H_2O)_2](ClO_4)$ ۳۱
- شکل ۱-۴۰- سنتز کمپلکس‌های دوهسته‌ای از فلز مس (II) با فرمول ساختاری $[Cu_2L^{1a-e}(ClO_4)]ClO_4$ ۳۲
- شکل ۱-۴۱- کمپلکس دوهسته‌ای سنتز شده حاوی یک محل شش دندانه‌ای (N_4O_2) و یک محل چهاردندانه‌ای (N_2O_2) ۳۳
- شکل ۱-۴۲- سنتز کمپلکس دوهسته‌ای هترو با فرمول ساختاری $[LCu(Me_2-CO)Gd(NO_3)]$ ۳۳
- شکل ۱-۴۳- کمپلکس‌های دوهسته‌ای به فرم‌های مونومری و پلیمری از لیگاندهای باز شیف مشتق شده از ۶- فرمیل کلین و دی‌آمین‌های آروماتیک با یون‌های فلزی کبالت (II)، مس (II) و نیکل (II) ۳۴
- شکل ۱-۴۴- سنتز کمپلکس دوهسته‌ای از فلز منگنز با فرمول ساختاری $[Mn_2(L)(N_3)_6]$ ۳۵
- شکل ۱-۴۵- ساختار لیگاندهای باز شیف H_2L_b و H_4L_a ۳۶

- شکل ۱-۴۶- سنتز کمپلکس دوهسته‌ای با فرمول ساختاری $MnML'Cl_x.yH_2O$ ۳۶
- شکل ۱-۴۷- سنتز کمپلکس دوهسته‌ای با فرمول ساختاری $[Cu_2(ClO_4)_2L][ClO_4]_2.H_2O$ ۳۷
- شکل ۱-۴۸- کمپلکس دوهسته‌ای سنتز شده به روش تراکم شیف و با پیش ماده دهنده N_2S ۳۷
- شکل ۱-۴۹- ماکروسیکل‌های دوهسته‌ای سنتز شده به روش تراکم مانیخ ۳۸
- شکل ۱-۵۰- بیس ماکروسیکل سنتزی توسط لامپکا و روسکا ۳۸
- شکل ۱-۵۱- بیس اکروسیکل ۱۰- عضوی با پل N-R-N ۳۹
- شکل ۱-۵۲- بیس ماکروسیکل سنتز شده توسط سوینت ۴۰
- شکل ۱-۵۳- کمپلکس‌های دو هسته‌ای با فرمول $[(L)Fe(\mu-bpy)Fe(L)](BPh_4)_2$ ۴۰
- شکل ۱-۵۴- بیس (ماکروسیکل) مس (II) با پل $-N-CH_2-N$ ۴۰
- شکل ۱-۵۵- بیس (ماکروسیکل) نیکل (II) با استفاده از روش تراکم شیف ۴۱
- شکل ۱-۵۶- بیس (ماکروسیکل) با پل C-R-C ۴۱
- شکل ۱-۵۷- بیس (ماکروسیکل) اسپيرو ۴۲
- شکل ۱-۵۸- لیگاند ماکروسیکل استفاده شده برای جداسازی یون‌های فلزی سنگین ۴۲
- شکل ۱-۵۹- لیگاندهای ماکروسیکل با خاصیت گزینش‌پذیری ۴۳
- شکل ۱-۶۰- لیگاندهای ماکروسیکل با کاربرد حفاظت از خوردگی فلزات ۴۳
- شکل ۱-۶۱- بیس (ماکروسیکل‌ها) با خاصیت ضد ویروس، ضد باکتری و ضد قارچ ۴۴
- شکل ۱-۶۲- بیس (ماکروسیکل) پلی آزا با کاربرد دارویی ۴۴
- شکل ۱-۲- سنتز لیگاند اسپيرو تترا سالیسیل آلدهید (L') ۴۹
- شکل ۲-۲- سنتز تترا ۵- نیترو سالیسیل آلدهید (L'') ۵۰
- شکل ۲-۳- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L'_1)](CH_3COO)_4$ ۵۱
- شکل ۲-۴- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L'_2)](CH_3COO)_4$ ۵۲
- شکل ۲-۵- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L'_3)](CH_3COO)_4$ ۵۳
- شکل ۲-۶- سنتز کمپلکس $[Cu_2(L'_1)](CH_3COO)_4$ ۵۴
- شکل ۲-۷- سنتز کمپلکس $[Cu_2(L'_2)](CH_3COO)_4$ ۵۵
- شکل ۲-۸- سنتز کمپلکس $[Cu_2(L'_3)](CH_3COO)_4$ ۵۶
- شکل ۲-۹- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L''_1)](CH_3COO)_4$ ۵۷
- شکل ۲-۱۰- سنتز کمپلکس $[Mn_2(L''_2)](CH_3COO)_4$ ۵۸

۵۹.....	[Mn ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۱۱
۶۰.....	[Cu ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۱۲
۶۱.....	[Cu ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۱۳
۶۲.....	[Cu ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۱۴
۶۳.....	[Co ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۱۵
۶۴.....	[Co ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۱۶
۶۵.....	[Co ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۱۷
۶۶.....	[Fe ₂ (L'' ₁)](Cl) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۱۸
۶۷.....	[Fe ₂ (L'' ₂)](Cl) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۱۹
۶۸.....	[Fe ₂ (L'' ₃)](Cl) ₄ سنتز کمپلکس	شکل ۲-۲۰
۷۱.....	شکل ۳-۱ - ساختار لیگاند L'
۷۴.....	شکل ۳-۲ - ساختار لیگاند L''
۷۶.....	[Mn ₂ (L' ₁)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۳
۷۸.....	[Mn ₂ (L' ₂)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۴
۸۰.....	[Mn ₂ (L' ₃)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۵
۸۲.....	[Cu ₂ (L' ₁)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۶
۸۴.....	[Cu ₂ (L' ₂)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۷
۸۶.....	[Cu ₂ (L' ₃)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۸
۸۸.....	[Mn ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۹
۹۰.....	[Mn ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۱۰
۹۲.....	[Mn ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۱۱
۹۴.....	[Cu ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۱۲
۹۶.....	[Cu ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۱۳
۹۸.....	[Cu ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۱۴
۱۰۰.....	[Co ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۱۵
۱۰۲.....	[Co ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۱۶
۱۰۴.....	[Co ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ ساختار کمپلکس	شکل ۳-۱۷

شکل ۳-۱۸- ساختار کمپلکس $[\text{Fe}_2(\text{L}''_1)](\text{Cl})_4$	۱۰۶
شکل ۳-۱۹- ساختار کمپلکس $[\text{Fe}_2(\text{L}''_2)](\text{Cl})_4$	۱۰۸
شکل ۳-۲۰- ساختار کمپلکس $[\text{Fe}_2(\text{L}''_3)](\text{Cl})_4$	۱۱۰
شکل پ-۱-۱- طیف IR لیگاند L'	۱۱۷
شکل پ-۲-۱- طیف IR لیگاند L''	۱۱۷
شکل پ-۳-۱- طیف IR کمپلکس $[\text{Mn}_2(\text{L}'_1)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۱۸
شکل پ-۴-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Mn}_2(\text{L}'_2)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۱۸
شکل پ-۵-۱- طیف IR کمپلکس $[\text{Mn}_2(\text{L}'_3)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۱۹
شکل پ-۶-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Cu}_2(\text{L}'_1)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۱۹
شکل پ-۷-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Cu}_2(\text{L}'_2)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۰
شکل پ-۸-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Cu}_2(\text{L}'_3)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۰
شکل پ-۹-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Mn}_2(\text{L}''_1)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۱
شکل پ-۱۰-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Mn}_2(\text{L}''_2)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۱
شکل پ-۱۱-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Mn}_2(\text{L}''_3)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۲
شکل پ-۱۲-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Cu}_2(\text{L}''_1)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۲
شکل پ-۱۳-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Cu}_2(\text{L}''_2)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۳
شکل پ-۱۴-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Cu}_2(\text{L}''_3)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۳
شکل پ-۱۵-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Co}_2(\text{L}''_1)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۴
شکل پ-۱۶-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Co}_2(\text{L}''_2)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۴
شکل پ-۱۷-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Co}_2(\text{L}''_3)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۵
شکل پ-۱۸-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Fe}_2(\text{L}''_1)](\text{Cl})_4$	۱۲۵
شکل پ-۱۹-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Fe}_2(\text{L}''_2)](\text{Cl})_4$	۱۲۶
شکل پ-۲۰-۱- طیف FT-IR کمپلکس $[\text{Fe}_2(\text{L}''_3)](\text{Cl})_4$	۱۲۶
شکل پ-۱-۲- طیف UV-Vis لیگاند L'	۱۲۷
شکل پ-۱-۲- طیف UV-Vis لیگاند L''	۱۲۷
شکل پ-۳-۲- طیف UV-Vis کمپلکس $[\text{Mn}_2(\text{L}'_1)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۸
شکل پ-۴-۲- طیف UV-Vis کمپلکس $[\text{Mn}_2(\text{L}'_2)](\text{CH}_3\text{COO})_4$	۱۲۸

١٢٩.....	[Mn ₂ (L' ₃)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-٥
١٢٩.....	[Cu ₂ (L' ₁)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-٦
١٣٠.....	[Cu ₂ (L' ₂)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-٧
١٣٠.....	[Cu ₂ (L' ₃)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-٨
١٣١.....	[Mn ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-٩
١٣١.....	[Mn ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١٠
١٣٢.....	[Mn ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١١
١٣٢.....	[Cu ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١٢
١٣٣.....	[Cu ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١٣
١٣٣.....	[Cu ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١٤
١٣٤.....	[Co ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١٥
١٣٤.....	[Co ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١٦
١٣٥.....	[Co ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١٧
١٣٥.....	[Fe ₂ (L'' ₁)](Cl) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١٨
١٣٦.....	[Fe ₂ (L'' ₂)](Cl) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-١٩
١٣٦.....	[Fe ₂ (L'' ₃)](Cl) ₄ كميپكس UV-Vis طيف	شكل پ-٢-٢٠
١٣٧.....	L' ليگانڊ ¹ HNMR طيف	شكل پ-٣-١
١٣٨.....	L' ليگانڊ Mass طيف	شكل پ-٤-١
١٣٩.....	L'' ليگانڊ Mass طيف	شكل پ-٤-٢
١٤٠.....	[Mn ₂ (L' ₁)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس TG-DTG منحنى	شكل پ-٥-١
١٤٠.....	[Mn ₂ (L' ₂)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس TG-DTG منحنى	شكل پ-٥-٢
١٤١.....	[Mn ₂ (L' ₃)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس TG-DTG منحنى	شكل پ-٥-٣
١٤١.....	[Cu ₂ (L' ₁)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس TG-DTG منحنى	شكل پ-٥-٤
١٤٢.....	[Cu ₂ (L' ₂)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس TG-DTG منحنى	شكل پ-٥-٥
١٤٢.....	[Cu ₂ (L' ₃)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس TG-DTG منحنى	شكل پ-٥-٦
١٤٣.....	[Mn ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس TG-DTG منحنى	شكل پ-٥-٧
١٤٣.....	[Mn ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ كميپكس TG-DTG منحنى	شكل پ-٥-٨

۱۴۴.....	[Mn ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۹- منحنی
۱۴۴.....	[Cu ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۱۰- منحنی
۱۴۵.....	[Cu ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۱۱- منحنی
۱۴۵.....	[Cu ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۱۲- منحنی
۱۴۶.....	[Co ₂ (L'' ₁)](CH ₃ COO) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۱۳- منحنی
۱۴۶.....	[Co ₂ (L'' ₂)](CH ₃ COO) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۱۴- منحنی
۱۴۷.....	[Co ₂ (L'' ₃)](CH ₃ COO) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۱۵- منحنی
۱۴۷.....	[Fe ₂ (L'' ₁)](Cl) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۱۶- منحنی
۱۴۸.....	[Fe ₂ (L'' ₂)](Cl) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۱۷- منحنی
۱۴۸.....	[Fe ₂ (L'' ₃)](Cl) ₄ کمپلکس TG-DTG	شکل پ-۵-۱۸- منحنی

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- فرکانس و شیوه های ارتعاشی مهم لیگاند 'L'.....	۷۴
جدول ۲-۳- داده‌های آنالیز عنصری لیگاند 'L'.....	۷۳
جدول ۳-۳- فرکانس و شیوه های ارتعاشی مهم لیگاند "L".....	۷۴
جدول ۴-۳- داده‌های آنالیز عنصری لیگاند "L".....	۷۵
جدول ۵-۳- داده‌های به‌دست آمده از روش جذب اتمی برای کمپلکس‌های سنتز شده منگنز.....	۱۱۲
جدول ۶-۳- داده‌های به‌دست آمده از روش جذب اتمی برای کمپلکس‌های سنتز شده مس.....	۱۱۳
جدول ۷-۳- داده‌های به‌دست آمده از روش جذب اتمی برای کمپلکس‌های سنتز شده کبالت.....	۱۱۴
جدول ۸-۳- داده‌های به‌دست آمده از روش جذب اتمی برای کمپلکس‌های سنتز شده آهن.....	۱۱۵