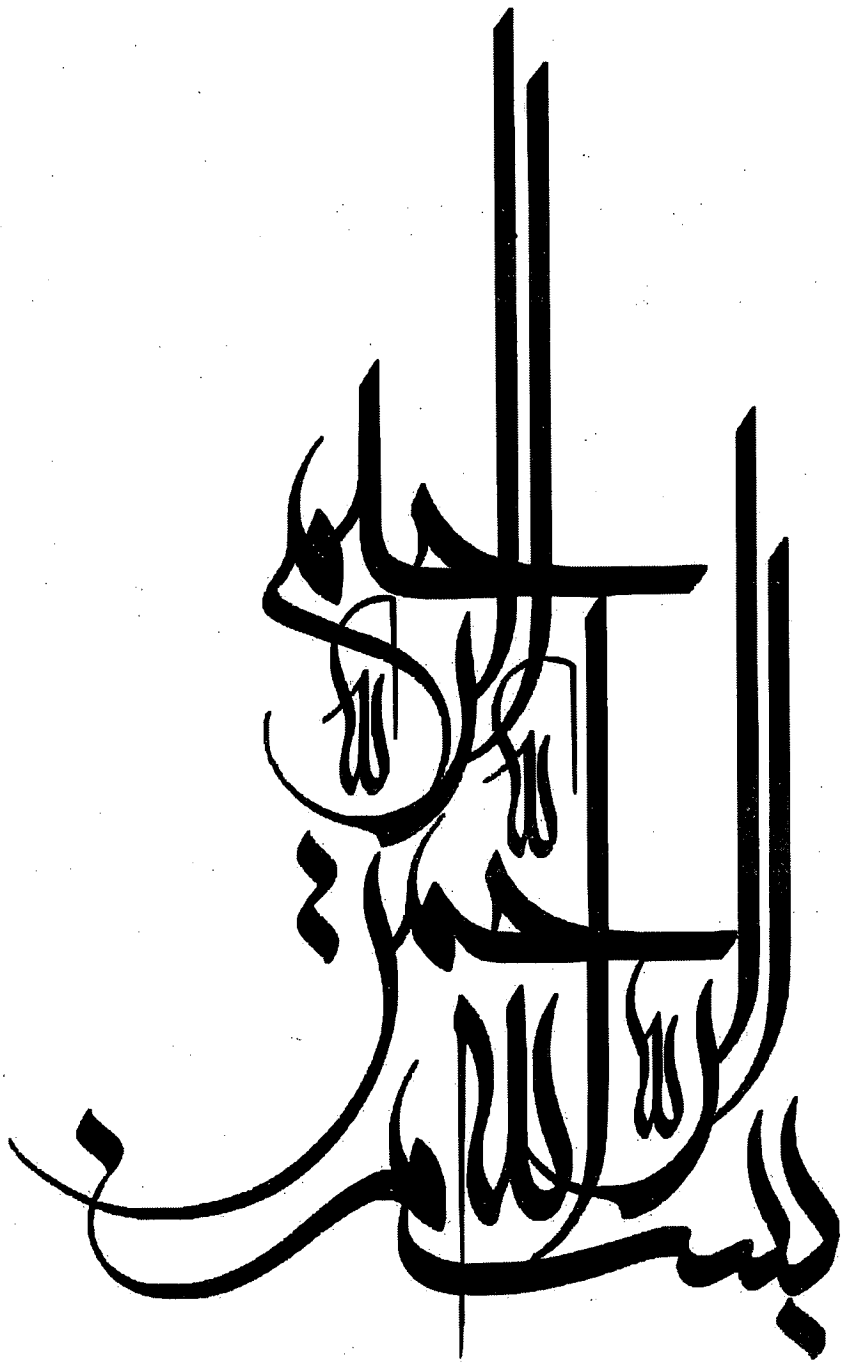
بسم الله الرحمن الرحيم

٢٣٩٤٥ ٢٠ - ١٤١١٤٥

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان‌نامه‌ی دکتری رشته‌ی شیمی گرایش شیمی معدنی

سنتز و شناسایی کمپلکس‌های جیوه(II) آریل‌کربوکسیلات و بررسی پایداری حرارتی و فعالیت فوتوشیمیایی آن‌ها و سنتز و شناسایی پلی‌استیرن عامل‌دار شده با مشتقات پیریدین‌کربوکسیلیک اسید و کاربرد آن‌ها در حذف جیوه

استادان راهنما:

دکتر محمدحسین حبیبی

دکتر شهرام تنگستانی‌نژاد

استاد مشاور:

دکتر ولی‌اله میرخانی

پژوهشگر:

محمدرضا ایروانی

بهمن‌ماه ۱۳۸۹

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
IRANDOC

۱۵۹۱۱۴

۱۳۹۰/۳/۱۸

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

شیوه نگارش پایان نامه
رعایت شده است.
تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان‌نامه‌ی دکتری رشته‌ی شیمی گرایش شیمی معدنی

محمدرضا ایروانی

تحت عنوان:

سنتز و شناسایی کمپلکس‌های جیوه(II) آریل کربوکسیلات و بررسی پایداری حرارتی و فعالیت فوتوشیمیایی آن‌ها و سنتز و شناسایی پلی‌استیرن عامل‌دار شده با مشتقات پیریدین کربوکسیلیک اسید و کاربرد آن‌ها در حذف جیوه

در تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۲۶ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

۱- استادان راهنمای پایان‌نامه	دکتر محمدحسین حبیبی	با مرتبه‌ی علمی استاد	امضا
	دکتر شهرام تنگستانی‌نژاد	با مرتبه‌ی علمی استاد	امضا
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر ولی‌اله میرخانی	با مرتبه‌ی علمی استاد	امضا
۳- استادان داور داخل گروه	دکتر مجید مقدم	با مرتبه‌ی علمی استاد	امضا
	دکتر بهرام یداللهی	با مرتبه‌ی علمی استادیار	امضا
۴- استادان داور خارج از گروه	دکتر عباس ترسلی	با مرتبه‌ی علمی استاد	امضا
	دکتر حسین دهقانی	با مرتبه‌ی علمی دانشیار	امضا

امضای مدیر گروه

دکتر ایرج محمدپور

من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق

حمد و سپاس خدای دانا و بی‌همتایی را که از آسمان بیکران نعمتش قطره‌ای باران را سهم صدف ناقابل ما کرد تا به لطف او ذره‌ای از دنیای باعظمت دانش بیکران جهان هستی را بیاموزیم و به شکرانه این عنایت حق تعالی سر تعظیم به درگاه حضرت حق فرود آورده، خدمتگزار بندگانش باشیم و گوهر وجود خویش را هر روز بیش از پیش بیآراییم.

اینک که به مدد لطف بی‌شائبه‌ی پروردگار، با کوله‌باری از تجربیات و خاطرات، دوره‌ی تحصیلی دیگری را گذرانده‌ام، بر خود واجب می‌دانم که به روح بزرگ و ملکوتی پدرم که با تحمل سختی‌ها و مشقات فراوان موجبات تحصیل مرا فراهم ساخت درود فرستاده و از درگاه احدیت رحمت و غفران الهی را برای ایشان مسئلت نمایم. بر خود واجب می‌دانم که بر دستان مادرم که مهرآفرین بود و به من آموخت که برای هر آنچه می‌خواهی باید از زمین بر خیزی، بوسه زنم و قدردان زحمات شبانه روزی ایشان باشم.

لازم می‌دانم از همسر فداکارم که در ایام تحصیلم بخشی از بار سنگین زندگی و تربیت فرزندانم برعهده ایشان بوده و همواره صبورانه این مشقات را تحمل نموده و مشوق من در امر تحصیل بوده‌اند، سپاسگزاری نمایم. از فرزندان دلبندم که قطعا در این ایام نتوانسته‌ام آنچنان که شایسته و بایسته است همراهشان باشم بخاطر همه بردباریشان تشکر می‌نمایم.

از استادان محترم و بزرگوار راهنما جناب آقای دکتر حبیبی و جناب آقای دکتر تنگستانی‌نژاد که افتخار شاگردی ایشان را داشته و دارم و راهنمایی‌های ارزنده‌ی ایشان در این مرحله از زندگیم همچون دوره کارشناسی ارشد چراغ راهم بوده است، تقدیر نموده و توفیق روزافزوان آنان را در تربیت جوانان این مرز و بوم از خداوند متعال مسئلت می‌نمایم. از استاد مشاور محترم پروژه جناب آقای دکتر میرخانی که از مشاوره‌های ارزشمندشان بهره‌مند شده‌ام نیز سپاسگزارم. هم‌چنین از داوران محترم خارج از گروه استاد ارجمندم جناب آقای دکتر ترسلی از دانشگاه شهیدچمران اهواز و استاد عزیز جناب آقای دکتر دهقانی از دانشگاه کاشان که ضمن مطالعه پایان‌نامه و ارائه نقطه نظرات ارزشمندشان، رنج سفر را تحمل نموده و در جلسه دفاعیه شرکت نمودند مشتکرم. از داوران محترم داخل گروه جناب آقای دکتر مقدم و جناب آقای دکتر یداللهی نیز سپاسگزارم.

از کلیه اساتید محترم گروه شیمی دانشگاه اصفهان بویژه مدیر محترم گروه جناب آقای دکتر محمدپور و دانشجویان گرامی تحصیلات تکمیلی نیز تشکر و قدردانی نمایم.

محمدرضا ایروانی

بهمن ماه ۱۳۸۹

تقدیم به :

روح بلند و ملکوتی پدر عزیزم که توانش رفت تا به توانایی برسم،

مهرش در قلبم همیشه پابرجاست و هرگز غروب نخواهد کرد؛

مادر مهربانم که وجودش برایم همه مهر و محبت است و مویش سپید

گشت تا رویم سپید گردد؛

همسر بردبار و فداکارم که همواره یار وفادار و مشوق من بوده و اسوه

صبر و متانت است؛

و فرزندان عزیزم که با نور وجودشان گرمابخش زندگیم هستند و سعادت و

سرافرازی آنان امید بخش حیاتم است.

چکیده

ترکیبات جیوه کاربردهای متعددی در صنایع مختلف دارند. این کاربردها لزوم بررسی واکنش‌های جیوه با ترکیبات مختلف آلی را ایجاب می‌کند که در این میان جیوه(II)کربوکسیلات‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. بررسی واکنش جیوه با کربوکسیلیک اسیدها می‌تواند اطلاعاتی پیرامون نحوه پیوند و خصوصیات برهم‌کنش جیوه با ترکیبات حاوی اتم اکسیژن ارائه کند. این موضوع از این جهت مهم است که از طریق پیوند بین اکسیژن گروه کربوکسیلات با جیوه می‌توان نسبت به حذف جیوه از محیط‌های آبی اقدام نمود، زیرا در کنار استفاده گسترده از ترکیبات جیوه، سمیت بالای این ترکیبات نیز باید مد توجه قرار گیرد.

بنابراین استخراج جیوه از فاضلاب‌های ناشی از کارخانه‌های صنعتی حتی در مقادیر بسیار اندک، از دیدگاه بهداشت عمومی و محیطی بسیار مهم می‌باشد. بیشتر لیگاندها توانایی پیوند با جیوه را دارند، اما تنها تعداد کمی از آن‌ها که حاوی گروه‌های عاملی حاوی اتم‌های گوگرد، نیتروژن و اکسیژن نظیر تیول، تیوآمید و گروه‌های آمیدی، گروه‌های پیریدینی هستند، توانایی جذب انتخابی جیوه را دارا می‌باشند. در اثر اتصال لیگاندهای حاوی اتم‌های مذکور به یک بستر جامد، یک سطح ثابت برای جداسازی کمی و انتخابی کاتیون‌های جیوه از محلول‌های آبی ایجاد می‌شود. این سیستم استخراج از فاز جامد، بدون از بین رفتن لیگاندهای حاوی گروه‌های عاملی دارای قابلیت بازیابی مجدد بوده و به‌طور نامحدود مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این تحقیق واکنش ابتدا دو دسته از ترکیبات جیوه(II) کزبوکسیلات از واکنش آریل کربوکسیلیک اسیدهای مختلف با جیوه(II) استات و فنیل جیوه(II) استات در محیط آبی سنتز و از طریق اندازه‌گیری نقطه ذوب، تعیین مقدار جیوه به روش جذب اتمی، بررسی طیف‌های IR و NMR شناسایی گردید. هم‌چنین پایداری حرارتی این ترکیبات مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه واکنش‌های فوتوشیمیایی آن‌ها نیز مورد مطالعه قرار گرفت. مجموع این بررسی‌ها نشان داد که این ترکیبات از پایداری شیمیایی و حرارتی قابل ملاحظه‌ای برخودار بوده و فعالیت فوتوشیمیای کندی از خود نشان می‌دهند.

در بخش دیگری از این تحقیق نسبت به سنتز نگه‌دارنده‌های عامل‌دار شده با عوامل کمپلکس‌ساز اقدام گردید و از آن برای جذب یون جیوه(II) استفاده شد. نگه‌دارنده مورد استفاده پلی‌استایرن می‌باشد که به‌وسیله لیگاندهای پیریدینی حاوی گروه‌های عاملی کربوکسیلیک اسید یعنی ۲- پیریدین‌کربوکسیلیک اسید، ۳- پیریدین‌کربوکسیلیک اسید، ۴- پیریدین‌کربوکسیلیک اسید، پیریدین ۲و۳- دی‌کربوکسیلیک اسید، پیریدین ۲و۵- دی‌کربوکسیلیک اسید و پیریدین ۲و۶- دی‌کربوکسیلیک اسید عامل‌دار شدند. تهیه این نگه‌دارنده‌های عامل‌دار شده به‌وسیله تکنیک‌های FT-IR و TG تایید شدند. برای بررسی بازده جذب جیوه به‌وسیله این نگهدارنده‌های عامل‌دار شده از روش اسپکتروفتومتری استفاده شد.

شرایط بهینه برای جذب جیوه توسط نگه‌دارنده‌های عامل‌دار ذکر شده نشان داد که مقدار ۰/۰۵ گرم از هر یک از این نگه‌دارنده‌های عامل‌دار شده در مدت زمان ۴۰ دقیقه، توانایی جذب بیش از ۵۰ درصد از محلول ppm ۱۰ جیوه با pH= ۶ را دارا می‌باشند.

این نگه‌دارنده‌های عامل‌دار شده از پایداری شیمیایی و حرارتی بالایی نیز برخوردار بوده و هر کدام توانایی ۵ مرتبه قابلیت استفاده مجدد را دارند.

کلید واژه‌ها: ترکیبات جیوه؛ جیوه(II) کربوکسیلات؛ نگه‌دارنده عامل‌دار شده؛ ترکیبات کیلیت شده جیوه؛ حذف جیوه؛ پایداری حرارتی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و تئوری

۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲- شیمی ترکیبات جیوه ۲
۱-۳- پراکندگی محیطی جیوه ۴
۱-۴- جیوه و روند تغییرات آن در طبیعت ۴
۱-۵- کاربردهای جیوه و ترکیبات آن ۴
۱-۶- شیمی کوئوردیناسیون جیوه ۶
۱-۷- کمپلکس‌های جیوه با ترکیبات آلی ۸
۱-۸- نقش جیوه در ایجاد مسمومیت ۹
۱-۸-۱- مسمومیت حاصل از بخارات جیوه ۱۰
۱-۸-۲- مسمومیت حاصل از متیل‌مرکوری ۱۱
۱-۹- بررسی واکنش‌های شیمیایی ترکیبات جیوه ۱۳
۱-۹-۱- واکنش آب‌دهی آلکن‌ها ۱۳
۱-۹-۲- جیوه‌دارشدن-جیوه‌زدایی ۱۳
۱-۹-۳- نوآرایی و شکست در ترکیبات آلی ۱۴
۱-۹-۴- دیمریزاسیون ترکیبات آنیلینی و بنزیل آمین‌ها ۱۴
۱-۹-۵- اکسایش سولفیدها و یددارکردن آلکوکسی بنزن‌ها و دی الکیل آنیلین‌ها ۱۵
۱-۹-۶- سنتز اسپیرو[۴ و۵] دکاتری‌ان دیون‌ها ۱۵
۱-۹-۷- دیمریزاسیون همراه با فوتودکربوکسیلاسیون آریل کربوکسیلیک اسیدها ۱۵
۱-۹-۸- سنتز تری‌تیل‌ها ۱۶
۱-۹-۹- تبدیل متان به متانول ۱۶
۱-۹-۱۰- فلوردار کردن فوتوشیمیایی گزینشی مولکول‌های آلی ۱۶
۱-۹-۱۱- محافظت‌زدایی تیوکتال‌ها و تیواستال‌ها ۱۷
۱-۹-۱۲- سنتز کمپلکس‌های بیس(ارگانوتیولاتو)جیوه(II) با استفاده از Hg_2Cl_2 ..... ۱۷

عنوان **صفحه**

۱-۹-۱۳- سنتز کمپلکس‌های بیس[N-(R-فنیل)تیوبنزآمیداتو]جیوه(II) با استفاده از نمک‌های جیوه(II) ۱۷

۱-۱۰- اهمیت اندازه‌گیری جیوه ۱۸

۱-۱۱- روش‌های اندازه‌گیری مقادیر جیوه ۱۹

۱-۱۱-۱- تعیین مقدار جیوه به‌روش فعال‌سازی نوترونی ۱۹

۱-۱۱-۲- تعیین مقدار جیوه به‌روش ولتامتری ۱۹

۱-۱۱-۳- تعیین مقدار جیوه با استفاده از روش‌های کروماتوگرافی ۱۹

۱-۱۱-۴- تعیین مقدار جیوه به‌روش طیف‌سنجی جذب اتمی شعله (FAAS) ۲۰

۱-۱۱-۵- تعیین مقدار جیوه با استفاده از روش‌های الکتروشیمیایی ۲۰

۱-۱۱-۶- تعیین مقدار جیوه به‌روش طیف‌سنجی جذب اتمی بخار سرد (CVAAS) ۲۰

۱-۱۱-۷- تعیین مقدار جیوه با استفاده از روش‌های اسپکتروفتومتری ۲۱

۱-۱۲- جداسازی جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده‌های جامد ۲۲

۱-۱۲-۱- جذب جیوه به‌وسیله لیگاند عامل‌دار تثبیت شده روی نگه‌دارنده آلی ۲۳

۱-۱۲-۲- جذب جیوه به‌وسیله لیگاند عامل‌دار تثبیت شده روی نگه‌دارنده معدنی ۳۷

۱-۱۳- واکنش جیوه با کربوکسیلیک اسیدها و سنتز جیوه کربوکسیلات‌ها ۳۹

۱-۱۴- فوتوفیزیک و فوتوشیمی جیوه و کمپلکس‌های جیوه ۴۵

۱-۱۵- پایداری حرارتی کمپلکس‌های جیوه ۴۹

فصل دوم: بخش تجربی

۲-۱- دستگاه‌های مورد استفاده ۵۳

۲-۱-۱- دستگاه طیف‌سنج فرابنفش- مرئی (UV- Vis) ۵۳

۲-۱-۲- دستگاه طیف‌سنج رزونانس مغناطیسی هسته (NMR) ۵۳

۲-۱-۳- دستگاه طیف‌سنج زیرقرمز (IR) ۵۳

۲-۱-۴- دستگاه طیف‌سنج زیرقرمز تبدیل فوریه (FT-IR) ۵۴

۲-۱-۵- دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی ۵۴

۲-۱-۶- دستگاه pH متر ۵۴

۲-۱-۷- دستگاه اندازه‌گیری نقطه ذوب ۵۴

۲-۱-۸- دستگاه آنالیز حرارتی (TG) ۵۴

۲-۱-۹- دستگاه تجزیه عنصری CHN ۵۴

عنوان **صفحه**

۲-۱-۱۰- هم‌زن مغناطیسی ۵۴
۲-۲- معرف‌ها و مواد مورد استفاده ۵۵
۲-۳- شناسایی اولیه محصولات، جداسازی و خالص‌سازی آن‌ها ۵۶
۲-۴- راکتور فوتوشیمیایی ۵۶
۲-۵- بررسی واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با جیوه(II) استات ۵۷
۲-۵-۱- روش عمومی سنتز ترکیبات جیوه(II) بیس(آریل‌کربوکسیلات) با استفاده از آریل‌کربوکسیلیک اسید مربوطه و جیوه(II) استات ۵۷
۲-۵-۲- تعیین مقدار جیوه در ترکیبات جیوه(II) بیس(آریل‌کربوکسیلات) با استفاده از تکنیک طیف-سنجی جذب اتمی ۵۷
۲-۵-۲-۱- تهیه محلول‌های شاهد جیوه(II) ۵۸
۲-۵-۲-۲- تهیه محلول‌های ترکیبات جیوه(II) بیس(آریل‌کربوکسیلات) ۵۸
۲-۶- واکنش‌های فوتوشیمی ترکیبات جیوه(II) بیس(آریل‌کربوکسیلات) ۵۸
۲-۷- بررسی پایداری حرارتی ترکیبات جیوه(II) بیس(آریل‌کربوکسیلات) ۵۸
۲-۸- بررسی واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با فنیل‌جیوه(II) استات ۵۹
۲-۸-۱- روش عمومی سنتز ترکیبات فنیل‌جیوه(II) بیس(آریل‌کربوکسیلات) با استفاده از آریل-کربوکسیلیک اسید مربوطه و فنیل‌جیوه(II) استات ۵۹
۲-۸-۲- تعیین مقدار جیوه در ترکیبات فنیل‌جیوه(II) آریل‌کربوکسیلات با استفاده از تکنیک طیف‌سنجی جذب اتمی ۵۹
۲-۸-۲-۱- تهیه محلول شاهد فنیل‌جیوه(II) استات ۵۹
۲-۸-۲-۲- تهیه محلول‌های ترکیبات فنیل‌جیوه(II) آریل‌کربوکسیلات ۶۰
۲-۹- واکنش‌های فوتوشیمی ترکیبات فنیل‌جیوه(II) آریل‌کربوکسیلات ۶۰
۲-۱۰- بررسی پایداری حرارتی ترکیبات فنیل‌جیوه(II) آریل‌کربوکسیلات ۶۰
۲-۱۱- تهیه نگه‌دارنده‌های پلی‌استایرن‌کلرومتیله عامل‌دار شده ۶۰
۲-۱۱-۱- روش عمومی تهیه پلی‌استایرن‌کلرومتیله عامل‌دار شده با مشتقات پیریدین‌کربوکسیلیک اسید ۶۰
۲-۱۲- بررسی بازده نگه‌دارنده‌های عامل‌دار شده در جذب جیوه ۶۱
۲-۱۲-۱- تعیین جذب محلول‌های استاندارد جیوه با غلظت‌های ۱تا ۵ ppm ۶۱
۲-۱۲-۲- بررسی اثر مقدار نگه‌دارنده عامل‌دار شده در جذب جیوه ۶۱
۲-۱۲-۳- بررسی اثر زمان بر جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده عامل‌دار شده ۶۲

عنوان **صفحه**

۲-۱۲-۴- بررسی سرعت جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده عامل‌دار شده ۶۲

۲-۱۲-۵- بررسی اثر pH بر جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده عامل‌دار شده ۶۲

۲-۱۲-۶- بررسی اثر غلظت محلول جیوه بر جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده عامل‌دار شده ۶۲

۲-۱۲-۷- شرایط بهینه اندازه‌گیری جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده‌های عامل‌دار شده ۶۲

۲-۱۲-۸- بررسی پایداری شیمیایی نگه‌دارنده عامل‌دار شده در جذب جیوه ۶۳

۲-۱۲-۹- بازیابی و استفاده مجدد نگه‌دارنده عامل‌دار شده در جذب جیوه ۶۳

فصل سوم: بحث و نتیجه‌گیری

۳-۱- نتایج بررسی واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با جیوه(II) استات ۶۴

۳-۱-۱- بررسی زمان و بازده واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با جیوه(II) استات ۶۴

۳-۱-۲- مقایسه نقطه ذوب مواد اولیه و محصولات واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با جیوه(II) استات ۶۵

۳-۱-۳- تعیین مقدار جیوه در ترکیبات جیوه(II) بیس(آریل‌کربوکسیلات) با استفاده از تکنیک طیف-سنجی جذب اتمی ۶۸

۳-۱-۴- بررسی طیف زیر قرمز (IR) مواد اولیه و محصولات واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با جیوه(II) استات ۷۲

۳-۱-۵- بررسی طیف رزونانس مغناطیسی هسته (NMR) مواد اولیه و محصولات واکنش آریل-کربوکسیلیک اسیدها با جیوه(II) استات ۷۳

۳-۲- نتایج بررسی واکنش فوتوشیمیایی جیوه(II) بیس(آریل‌کربوکسیلات)ها ۷۶

۳-۳- نتایج بررسی پایداری حرارتی جیوه(II) بیس(آریل‌کربوکسیلات)ها ۷۷

۳-۴- نتایج بررسی واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با فنیل‌جیوه(II) استات ۷۹

۳-۴-۱- بررسی زمان و بازده واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با فنیل‌جیوه(II) استات ۸۰

۳-۴-۲- مقایسه نقطه ذوب مواد اولیه و محصولات واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با فنیل‌جیوه(II) استات ۸۰

۳-۴-۳- تعیین مقدار جیوه در ترکیبات فنیل‌جیوه(II) آریل‌کربوکسیلات با استفاده از تکنیک طیف‌سنجی جذب اتمی ۸۰

۳-۴-۴- بررسی طیف زیر قرمز (IR) مواد اولیه و محصولات واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با فنیل-جیوه(II) استات ۸۳

۳-۴-۵- بررسی طیف رزونانس مغناطیسی هسته (NMR) مواد اولیه و محصولات واکنش آریل-کربوکسیلیک اسیدها با فنیل‌جیوه(II) استات ۸۴

عنوان **صفحه**

۳-۵- نتایج بررسی واکنش فوتوشیمیایی فنیل‌جیوه(II) آریل‌کربوکسیلات‌ها ۸۷

۳-۶- نتایج بررسی پایداری حرارتی فنیل‌جیوه(II) آریل‌کربوکسیلات‌ها ۸۸

۳-۷- تهیه، شناسایی و بررسی جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده‌های پلی‌استایرن‌کلرومتیله عامل‌دار شده... ۹۰

۳-۷-۱- تهیه، شناسایی و بررسی بازده جذب جیوه به‌وسیله پلی‌استایرن‌کلرومتیله عامل‌دار شده با مشتقات پیریدین‌کربوکسیلیک اسید ۹۰

۳-۷-۱-۱- تهیه و شناسایی نگه‌دارنده‌های پلی‌استایرن‌کلرومتیله عامل‌دار شده ۹۰

۳-۷-۱-۲- تعیین جذب محلول‌های استاندارد جیوه با غلظت‌های ۱ تا ۵ ppm ۹۳

۳-۷-۱-۳- بررسی اثر مقدار نگه‌دارنده در جذب جیوه..... ۹۴

۳-۷-۱-۴- بررسی اثر زمان بر جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده‌های پلی‌استایرن‌کلرومتیله عامل‌دار شده... ۹۷

۳-۷-۱-۵- بررسی سرعت جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده‌های پلی‌استایرن‌کلرومتیله عامل‌دار شده..... ۱۰۰

۳-۷-۱-۶- اثر pH بر جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده‌های سنتز شده..... ۱۰۴

۳-۷-۱-۷- بررسی اثر غلظت محلول جیوه بر جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده‌های سنتز شده..... ۱۰۷

۳-۷-۱-۸- شرایط بهینه مربوط به جذب جیوه به‌وسیله نگه‌دارنده‌های سنتز شده..... ۱۱۰

۳-۷-۱-۹- بررسی پایداری شیمیایی نگه‌دارنده‌های سنتز شده ۱۱۰

۳-۷-۱-۱۰- بازیابی و استفاده مجدد نگه‌دارنده‌های سنتز شده..... ۱۱۰

۳-۸- نتیجه‌گیری..... ۱۱۵

پیوست: طیف‌ها..... ۱۱۶

منابع و مآخذ..... ۱۹۳

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- شمای کلی واکنش آب‌دهی آلکن‌ها با استفاده از ترکیبات جیوه ۱۳
شکل ۱-۲- شمای کلی واکنش جیوه‌دارشدن-جیوه‌زدایی ۱۴
شکل ۱-۳- تعدادی از واکنش‌های نوآرایی و شکست ترکیبات آلی به‌وسیله ترکیبات جیوه ۱۴
شکل ۱-۴- دیمریزاسیون ترکیبات آنیلینی و بنزیل آمین‌ها در حضور جیوه(II) اکسید ۱۵
شکل ۱-۵- اکسایش سولفیدها و یددارکردن آلکوکسی بنزن‌ها و دی الکیل آنیلین‌ها در حضور جیوه(II) اکسید ۱۵
شکل ۱-۶- سنتز اسپیرو[۴ و۵] دکاتری‌ان دیون‌ها در حضور ترکیبات جیوه(II) ۱۵
شکل ۱-۷- دیمریزاسیون همراه با فوتودکربوکسیلاسیون آریل کربوکسیلیک اسیدها در حضور ترکیبات جیوه ۱۶
شکل ۱-۸- سنتز تری‌تیل‌ها از الکل‌ها در حضور جیوه(II) اکسید ۱۶
شکل ۱-۹- فلوردار کردن فوتوشیمیایی گزینشی مولکول‌های آلی به‌وسیله ترکیبات جیوه(II) ۱۶
شکل ۱-۱۰- محافظت‌زدایی تیوکتال‌ها و تیواستال‌ها با استفاده از جیوه(II) نیترات ۱۷
شکل ۱-۱۱- سنتز کمپلکس‌های بیس(ارگانوتیولاتو)جیوه(II) با استفاده از Hg_2Cl_2 ۱۷
شکل ۱-۱۲- سنتز کمپلکس‌های بیس[N-(R-فنیل)تیوبنزآمیداتو]جیوه(II) با استفاده از نمک‌های جیوه(II) ۱۸
شکل ۱-۱۳- ساختار کمپلکس بیس[N-(۴-نیتروفنیل)تیوبنزامیداتو]جیوه(II) ۱۸
شکل ۱-۱۴- ساختار معرف ۴، ۴- بیس (دی‌متیل‌آمینو) تیوبنزوفنون ۲۱
شکل ۱-۱۵- مراحل تهیه پلی‌استایرن عامل‌دار شده ۲۳
شکل ۱-۱۶- پلیمره کردن یک مونومر عامل‌دار ۲۵
شکل ۱-۱۷- عامل‌دار کردن یک پلیمر ۲۵
شکل ۱-۱۸- مراحل تهیه پلی‌استایرن- دی‌وینیل‌بنزن عامل‌دار شده با بنزیمیدازول ۲۵
شکل ۱-۱۹- مراحل تهیه پلی‌استایرن- دی‌وینیل‌بنزن عامل‌دار شده با ۶- مرکاپتوپورین ۲۶
شکل ۱-۲۰- روش تهیه پلی(۴-وینیل پیریدین) حاوی ۲-کلرواستامید ۲۷
شکل ۱-۲۱- روش تهیه پلی‌استایرن N-کلروسولفونامیده ۲۷
شکل ۱-۲۲- روش تهیه پلی(اکریل‌پارا-آمینوبنزن‌سولفونامیدآمیدین-پارا-آمینوبنزن‌سولفونیل‌آمید) ۲۸
شکل ۱-۲۳- واکنش جذب و واجذب یون جیوه با رزین پلیمری شامل گروه‌های ایمینودی‌استامید ۲۸
شکل ۱-۲۴- مراحل تهیه پلی‌استایرن‌کلرومتیله عامل‌دار شده با بیس (۲- بنزیمیدازولیل‌متیل) آمین ۲۹

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۲۵- لیگاند N- متیل-D- گلوکامین ۳۰

شکل ۱-۲۶- روش تهیه رزین‌های حاوی گروه‌های ایمیدازولیل‌آزوبنزن و ۱و۴-بیس(ایمیدازولیل‌آزو)بنزن بر روی پلیمر مریفیلد ۳۰

شکل ۱-۲۷- مراحل تهیه پلیمر عامل‌دار شده با اوره‌سولفونامید و بررسی جذب جیوه توسط آن ۳۱

شکل ۱-۲۸- مراحل تهیه استایرن دی‌وینیل‌بنزن عامل‌دار شده با هیدروکسی‌اتیل‌سولفونامید و بررسی جذب جیوه توسط آن ۳۳

شکل ۱-۲۹- ساختار پیشنهادی رزین چیتوزان مغناطیسی اصلاح شده ۳۴

شکل ۱-۳۰- ساختار پلیمر آلیفاتیک-آروماتیک پلی(آمید اوره) ۳۴

شکل ۱-۳۱- مراحل تهیه PS-PySH و بررسی جذب جیوه توسط آن ۳۵

شکل ۱-۳۲- مراحل تهیه PS-NSL و بررسی جذب جیوه توسط آن ۳۵

شکل ۱-۳۳- روش سنتز PS-TETA ۳۶

شکل ۱-۳۴- روش سنتز پلیمر دارای سیستم π مزدوج محلول در آب دارای گروه عاملی کربوکسیلیک اسید ۳۶

شکل ۱-۳۵- روش سنتز رزین حاوی گروه‌های تیول شامل سولفونامید برپایه یک جاذب پلیمری ۳۷

شکل ۱-۳۶- مراحل تهیه نگه‌دارنده‌های معدنی عامل‌دار شده با اتیلن‌دی‌آمین‌تتراستیک اسید ۳۸

شکل ۱-۳۷- بخشی از ساختار زنجیر پلیمری محصول جیوه(II) کربوکسیلات ۴۰

شکل ۱-۳۸- شمایی از واکنش جیوه(II) هالیدها با۱'-(دی‌فنیل‌فسفینو)فروسن‌کربوکسیلیک اسید ۴۰

شکل ۱-۳۹- واکنش تشکیل کمپلکس کربوکسیلات دوهسته‌ای جیوه با پلاتین و پالادیم ۴۱

شکل ۱-۴۰- ساختار ترکیب جیوه(II) آکوابرومو(۶-کربوکسی‌پیریدین-۲-کربوکسیلاتو-O,N,O') ۴۱

شکل ۱-۴۱- واکنش تشکیل کمپلکس دوهسته‌ای جیوه-پلاتین با پل کربوکسیلات ۴۲

شکل ۱-۴۲- ساختار ترکیب پی‌پرازینیوم بیس(پیریدین-۲و۶-دی‌کربوکسیلاتو)مرکورات(II) شش آبه ۴۲

شکل ۱-۴۳- ساختار کمپلکس ناشی از واکنش بین جیوه(II) کلرید و ۵-آمینو-۲و۴و۶-تری‌یدوایزوفتالیک اسید در محلول پیریدین ۴۳

شکل ۱-۴۴- ساختار ترکیب دی‌برومیدوبیس(پیرازین-۲-کربوکسیلیک اسید-κN^4) جیوه(II) دو آبه ۴۳

شکل ۱-۴۵- ساختار ترکیب $[HgCl_2(\kappa^2\text{-}N,N'\text{-}dpktch)]$ ۴۴

شکل ۱-۴۶- ساختار کمپلکس‌هایی از جیوه(II) با کوئینولین-۲-کربوکسیلیک اسید ۴۴

شکل ۱-۴۷- دی‌مریزاسیون نوری آرن‌ها، بنزیل الکل‌ها، بنزیل آمین‌ها و استرها در محلول آبی جیوه فلزی ۴۶

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
IRANDOC
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۴۸- مکانیسم دی‌مریزاسیون نوری آرن‌ها، بنزیل الکل‌ها، بنزیل آمین‌ها و استرها در محلول آبی جیوه فلزی ۴۶
شکل ۱-۴۹- مکانیسم واکنش فوتوشیمی HgX_n^{m-} ۴۷
شکل ۱-۵۰- واکنش دی‌مریزاسیون ناشی از کربوکسیل‌زدایی فوتوشیمیایی آریل‌استیک اسیدها در حضور HgO ۴۷
شکل ۱-۵۱- واکنش دی‌مریزاسیون ناشی از کربوکسیل‌زدایی فوتوشیمیایی آریل‌استیک اسیدها در حضور Hg_2F_2 ..... ۴۸
شکل ۱-۵۲- طیف آنالیز حرارتی α-Hg_2SeO_3 و β-Hg_2SeO_3 ..... ۵۰
شکل ۱-۵۳- منحنی‌های TG و DSC یکی از کمپلکس‌های جیوه(II) بیس(دی‌الکیل‌دی‌تیوکاربامات) ۵۰
شکل ۱-۵۴- دیاگرام ORTEP پلیمر $[Hg(\mu\text{-}3\text{-}bpdb)(CH_3COO)_2]_n$ ۵۱
شکل ۱-۵۵- منحنی‌های TG و DTA پلیمر $Hg(\mu\text{-}3\text{-}bpdb)(CH_3COO)_2]_n$ ۵۱
شکل ۱-۵۶- منحنی‌های TG و DTA ترکیب CMTG ۵۲
شکل ۲-۱- شمای ساده‌ای از دستگاه فوتوشیمی ۵۷
شکل ۳-۱- معادله عمومی واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با جیوه(II) استات ۶۴
شکل ۳-۲- نمودار کالیبراسیون جذب برحسب غلظت یون جیوه(II) به‌وسیله روش جذب اتمی ۶۹
شکل ۳-۳-۱- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با فنیل‌استیک اسید ۱۱۶
شکل ۳-۳-۲- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-کلروفنیل‌استیک اسید ۱۱۹
شکل ۳-۳-۳- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-کلروفنیل‌استیک اسید ۱۲۲
شکل ۳-۳-۴- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۲۵
شکل ۳-۳-۵- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۲۷
شکل ۳-۳-۶- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۳۰
شکل ۳-۳-۷- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-فلوروفنیل‌استیک اسید ۱۳۲
شکل ۳-۳-۸- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با پارا-تولیل‌استیک اسید ۱۳۴
شکل ۳-۳-۹- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳و۴-دی‌متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۳۷
شکل ۳-۳-۱۰- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با سینامیک اسید ۱۴۰
شکل ۳-۳-۱۱- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۳
شکل ۳-۳-۱۲- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۵
شکل ۳-۳-۱۳- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۸

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۳-۱۴- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-کلروسینامیک اسید ۱۵۰
شکل ۳-۳-۱۵- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-کلروسینامیک اسید ۱۵۳
شکل ۳-۳-۱۶- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-متیل‌سینامیک اسید ۱۵۶
شکل ۳-۳-۱۷- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با آلفا-متیل‌سینامیک اسید ۱۵۹
شکل ۳-۳-۱۸- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-فلوروسینامیک اسید ۱۶۰
شکل ۳-۳-۱۹- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-متوکسی‌سینامیک اسید ۱۶۳
شکل ۳-۳-۲۰- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی-۳-متوکسی‌سینامیک اسید ۱۶۶
شکل ۳-۳-۲۱- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با دی‌فنیل‌استیک اسید ۱۶۹
شکل ۳-۳-۲۲- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با تری‌فنیل‌استیک اسید ۱۷۲
شکل ۳-۳-۲۳- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-فنیل‌پروپیونیک اسید ۱۷۵
شکل ۳-۳-۲۴- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-فنیل‌بوتیریک اسید ۱۷۸
شکل ۳-۳-۲۵- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۱-نفتیل‌استیک اسید ۱۷۹
شکل ۳-۳-۲۶- طیف IR محصول واکنش جیوه(II) استات با زانتن ۹-کربوکسیلیک اسید ۱۸۲
شکل ۳-۴-۱- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با فنیل‌استیک اسید ۱۱۷
شکل ۳-۴-۲- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-کلروفنیل‌استیک اسید ۱۲۰
شکل ۳-۴-۳- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-کلروفنیل‌استیک اسید ۱۲۳
شکل ۳-۴-۴- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۲۶
شکل ۳-۴-۵- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۲۸
شکل ۳-۴-۶- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۳۱
شکل ۳-۴-۷- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-فلوروفنیل‌استیک اسید ۱۳۴
شکل ۳-۴-۸- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با پارا-تولیل‌استیک اسید ۱۳۴
شکل ۳-۴-۹- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳و۴-دی‌متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۳۷
شکل ۳-۴-۱۰- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با سینامیک اسید ۱۴۰
شکل ۳-۴-۱۱- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۳
شکل ۳-۴-۱۲- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۶
شکل ۳-۴-۱۳- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۸

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۴-۱۴- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-کلروسینامیک اسید ۱۵۱
شکل ۳-۴-۱۵- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-کلروسینامیک اسید ۱۵۴
شکل ۳-۴-۱۶- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-متیل‌سینامیک اسید ۱۵۷
شکل ۳-۴-۱۷- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با آلفا-متیل‌سینامیک اسید ۱۶۰
شکل ۳-۴-۱۸- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-متوکسی‌سینامیک اسید ۱۶۳
شکل ۳-۴-۱۹- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی-۳-متوکسی‌سینامیک اسید ۱۶۷
شکل ۳-۴-۲۰- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با دی‌فنیل‌استیک اسید ۱۶۹
شکل ۳-۴-۲۱- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با تری‌فنیل‌استیک اسید ۱۷۲
شکل ۳-۴-۲۲- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-فنیل‌پروپیونیک اسید ۱۷۵
شکل ۳-۴-۲۳- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-فنیل‌بوتیریک اسید ۱۷۸
شکل ۳-۴-۲۴- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با ۱-نفتیل‌استیک اسید ۱۷۹
شکل ۳-۴-۲۵- طیف ^1H NMR محصول واکنش جیوه(II) استات با زانتن ۹-کربوکسیلیک اسید ۱۸۲
شکل ۳-۵-۱- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با فنیل‌استیک اسید ۱۱۷
شکل ۳-۵-۲- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-کلروفنیل‌استیک اسید ۱۲۰
شکل ۳-۵-۳- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-کلروفنیل‌استیک اسید ۱۲۳
شکل ۳-۵-۴- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۲۸
شکل ۳-۵-۵- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۳۱
شکل ۳-۵-۶- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با پارا-تولیل‌استیک اسید ۱۳۵
شکل ۳-۵-۷- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳و۴-دی‌متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۳۸
شکل ۳-۵-۸- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با سینامیک اسید ۱۴۱
شکل ۳-۵-۹- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۲-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۴
شکل ۳-۵-۱۰- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۶
شکل ۳-۵-۱۱- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۹

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۵-۱۲- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-کلروسینامیک اسید ۱۵۱
شکل ۳-۵-۱۳- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-کلروسینامیک اسید ۱۵۴
شکل ۳-۵-۱۴- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-متیل‌سینامیک اسید..... ۱۵۷
شکل ۳-۵-۱۵- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-فلوروسینامیک اسید..... ۱۶۱
شکل ۳-۵-۱۶- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-متوکسی‌سینامیک اسید.. ۱۶۴
شکل ۳-۵-۱۷- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی-۳-متوکسی-سینامیک اسید ۱۶۷
شکل ۳-۵-۱۸- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با دی‌فنیل‌استیک اسید ۱۷۰
شکل ۳-۵-۱۹- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با تری‌فنیل‌استیک اسید..... ۱۷۳
شکل ۳-۵-۲۰- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۳-فنیل‌پروپیونیک اسید ۱۷۶
شکل ۳-۵-۲۱- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش جیوه(II) استات با ۱-نفتیل‌استیک اسید..... ۱۸۰
شکل ۳-۶- معادله عمومی واکنش آریل‌کربوکسیلیک اسیدها با فنیل‌جیوه(II) استات..... ۷۹
شکل ۳-۷-۱- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با فنیل‌استیک اسید ۱۱۸
شکل ۳-۷-۲- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۲-کلروفنیل‌استیک اسید..... ۱۲۱
شکل ۳-۷-۳- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-کلروفنیل‌استیک اسید..... ۱۲۴
شکل ۳-۷-۴- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۲-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید..... ۱۲۶
شکل ۳-۷-۵- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید..... ۱۲۹
شکل ۳-۷-۶- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-فلوروفنیل‌استیک اسید..... ۱۳۳
شکل ۳-۷-۷- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با پارا-تولیل‌استیک اسید..... ۱۳۵
شکل ۳-۷-۸- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳و۴-دی‌متوکسی‌فنیل‌استیک اسید.. ۱۳۸
شکل ۳-۷-۹- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با سینامیک اسید..... ۱۴۱
شکل ۳-۷-۱۰- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-کلروسینامیک اسید ۱۵۲
شکل ۳-۷-۱۱- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-کلروسینامیک اسید ۱۵۵
شکل ۳-۷-۱۲- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-متیل‌سینامیک اسید..... ۱۵۸
شکل ۳-۷-۱۳- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-فلوروسینامیک اسید ۱۶۱
شکل ۳-۷-۱۴- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-متوکسی‌سینامیک اسید..... ۱۶۴
شکل ۳-۷-۱۵- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با دی‌فنیل‌استیک اسید ۱۷۰
شکل ۳-۷-۱۶- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با تری‌فنیل‌استیک اسید ۱۷۳

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۷-۱۷- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-فنیل‌پروپیونیک اسید ۱۷۶
شکل ۳-۷-۱۸- طیف IR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۱-نفتیل‌استیک اسید ۱۸۰
شکل ۳-۸-۱- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با فنیل‌استیک اسید ۱۱۸
شکل ۳-۸-۲- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۲-کلروفنیل‌استیک اسید ۱۲۱
شکل ۳-۸-۳- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-کلروفنیل‌استیک اسید ۱۲۴
شکل ۳-۸-۴- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۲-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۲۷
شکل ۳-۸-۵- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۲۹
شکل ۳-۸-۶- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-فلوروفنیل‌استیک اسید..... ۱۳۳
شکل ۳-۸-۷- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با پارا-تولیل‌استیک اسید..... ۱۳۶
شکل ۳-۸-۸- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳و۴-دی‌متوکسی‌فنیل‌استیک اسید..... ۱۳۹
شکل ۳-۸-۹- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با سینامیک اسید..... ۱۴۲
شکل ۳-۸-۱۰- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۲-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۴
شکل ۳-۸-۱۱- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۷
شکل ۳-۸-۱۲- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۹
شکل ۳-۸-۱۳- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-کلروسینامیک اسید ۱۵۲
شکل ۳-۸-۱۴- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-کلروسینامیک اسید ۱۵۵
شکل ۳-۸-۱۵- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-متیل‌سینامیک اسید..... ۱۵۸
شکل ۳-۸-۱۶- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-فلوروسینامیک اسید ۱۶۲
شکل ۳-۸-۱۷- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-متوکسی‌سینامیک اسید . ۱۶۵
شکل ۳-۸-۱۸- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳و۴-دی‌هیدروکسی‌سینامیک اسید..... ۱۶۶
شکل ۳-۸-۱۹- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی-۳-متوکسی-سینامیک اسید ۱۶۸
شکل ۳-۸-۲۰- طیف ^{1}H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با دی‌فنیل‌استیک اسید ۱۷۱

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۸-۲۱- طیف ^1H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با تری‌فنیل‌استیک اسید ۱۷۴
شکل ۳-۸-۲۲- طیف ^1H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-فنیل‌پروپیونیک اسید ۱۷۷
شکل ۳-۸-۲۳- طیف ^1H NMR محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۱-نفتیل‌استیک اسید ۱۸۱
شکل ۳-۹-۱- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با فنیل‌استیک اسید ۱۱۹
شکل ۳-۹-۲- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۲-کلروفنیل‌استیک اسید۱۲۲
شکل ۳-۹-۳- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-کلروفنیل‌استیک اسید۱۲۵
شکل ۳-۹-۴- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-متوکسی‌فنیل‌استیک اسید ۱۳۰
شکل ۳-۹-۵- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با پارا-تولیل‌استیک اسید... ۱۳۶
شکل ۳-۹-۶- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳و۴-دی‌متوکسی‌فنیل‌استیک اسید..... ۱۳۹
شکل ۳-۹-۷- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با سینامیک اسید..... ۱۴۲
شکل ۳-۹-۸- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۲-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۵
شکل ۳-۹-۹- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-هیدروکسی‌سینامیک اسید ۱۴۷
شکل ۳-۹-۱۰- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی‌سینامیک اسید..... ۱۵۰
شکل ۳-۹-۱۱- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-کلروسینامیک اسید ۱۵۳
شکل ۳-۹-۱۲- نمودار تجزیه حرارتی مخصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-کلروسینامیک اسید ۱۵۶
شکل ۳-۹-۱۳- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-متیل‌سینامیک اسید۱۵۹
شکل ۳-۹-۱۴- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-فلوروسینامیک اسید ۱۶۲
شکل ۳-۹-۱۵- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۳-متوکسی‌سینامیک اسید ۱۶۵
شکل ۳-۹-۱۶- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با ۴-هیدروکسی-۳-متوکسی-سینامیک اسید ۱۶۸
شکل ۳-۹-۱۷- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با دی‌فنیل‌استیک اسید.. ۱۷۱
شکل ۳-۹-۱۸- نمودار تجزیه حرارتی محصول واکنش فنیل‌جیوه(II) استات با تری‌فنیل‌استیک اسید. ۱۷۴