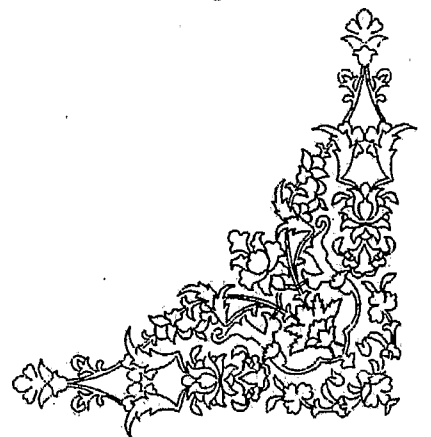
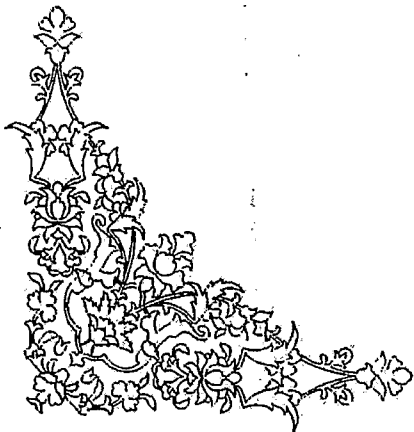


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



۷۸۱۱۰۰۵۷۷
۸۶/۱۰/۱۱



دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم پایه

گروه شیمی

رساله دوره دکتری تخصصی شیمی (گرایش معدنی)

سنتز و شناسایی فتالوسیانین ها و پورفیرین های فلزی حاوی استخلاف های
قطبی و استفاده از آنها به عنوان واحد ساختاری در الکتروسنتز و در کوپلاژ
مولکول های پورفیرین-فتالوسیانین

نگارش

پریسا رجبعلی جماعت

استاد راهنما

دکتر ناصر صفری

اساتید مشاور

دکتر سید سعید حسینی داورانی

دکتر منصور زاهدی

شهریور ۱۳۸۶

۱۰۷۷۹۴

مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه شهید بهشتی

۱۳۸۷ / ۱۰ / ۱



بسمه تعالی

تاریخ
شماره
پیوست

دانشگاه شهید بهشتی

« صورتجلسه دفاع از رساله دکترا »

جلسه ارزیابی رساله خانم پریسا رجبعلی جماعت فرزند رحیم دارای شناسنامه

شماره ۶۶ صادره از آستارا متولد ۱۳۵۴ دانشجوی دوره دکترای رشته شیمی باعنوان:
سنتز و شناسایی فتالوسیانیدها و پورفیرین های فلزی حاوی استخلافات قطبی و استفاده از آنها به عنوان
واحد ساختمانی در الکتروسنتز و در کوپلاژ مولکولهای پورفیرین - فتالو سیانین

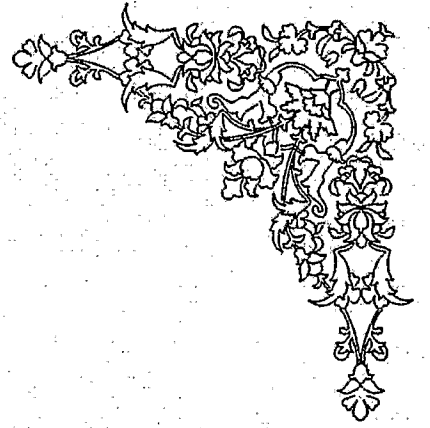
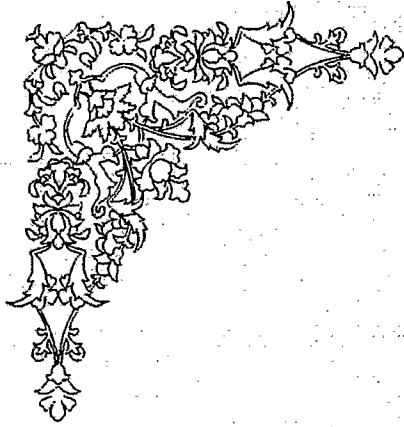
به راهنمایی آقای دکتر ناصر صفری طبق دعوت قبلی در تاریخ ۱۹/۶/۸۶ تشکیل گردید
و بر اساس رای هیات داوران و با عنایت به ماده ۲۲، ۲۳، ۲۱، تبصره های مربوطه مندرج
در آیین نامه دوره دکترای مورخ ۱۳۷۲/۱۲/۸، رساله مزبور با نمره ۱۹.۷ و درجه
..... عالی. مورد تصویب قرار گرفت.

اعضای هیات داوران :

نام و نام خانوادگی درجه دانشگاهی امضاء

- | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------|--|
| ۱- استاد راهنما: | آقای دکتر ناصر صفری | استاد | |
| ۲- استاد مشاور: | آقای دکتر سعید سعید حسینی داورانی | استادیار | |
| ۳- داور داخل دانشگاه: | آقای دکتر مصطفی محمد پورامینی | استاد | |
| ۴- داور داخل دانشگاه: | آقای دکتر حمید رضا خواصی | استادیار | |
| ۵- داور خارج از دانشگاه: | آقای دکتر سعید امانی | استاد | |
| ۶- داور خارج از دانشگاه: | آقای دکتر خدا یار قلیوند | استاد | |
| ۷- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی: | آقای دکتر مصطفی محمد پورامینی | استاد | |

ناظر تحصیلات تکمیلی



ناچیزتر از آن است که تقدیم را شایسته باشد.
به پاس ارج نهادن به زحماتی که جبرانشان هرگز برایم میسر
نخواهد بود.

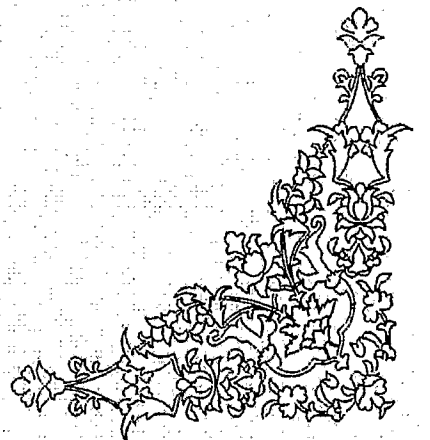
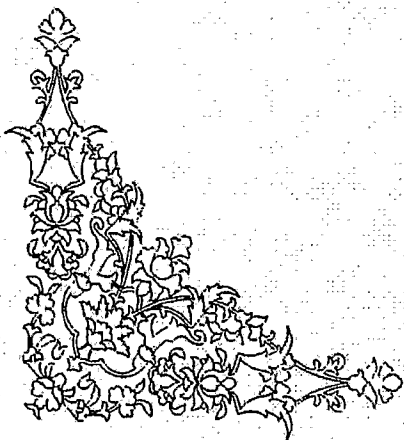
تقدیم به عزیزان زندگیم

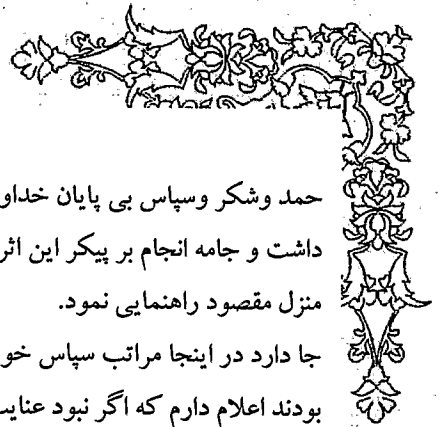
همسرم

سپهر عزیزم

و

پدر و مادرم





حمد و شکر و سپاس بی پایان خداوند کارساز بنده نواز را که توفیق تحصیل دانش بر بنده کمترین خویش ارزانی داشت و جامه انجام بر پیکر این اثر کوچک در پوشاند و از پس حیرانی بسیار، سرانجام این بنده سرگشته را به سر منزل مقصود راهنمایی نمود.

جا دارد در اینجا مراتب سپاس خود را بر پیشگاه عزیزانی که در انجام این مختصر به انحاء مختلف یاریگر بنده بودند اعلام دارم که اگر نبود عنایت ایشان این مختصر به این مرحله نمی رسید.

مراتب سپاس و امتنان خود را از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر صفری که هدایت و راهنمایی بنده را در انجام این مهم بر عهده داشتند اعلام می دارم. رهنمودهای این استاد گرامی چون چراغ هدایتی بود فرا راه علم و زندگی من. به امید این که بتوانم در تمام زندگیم حق شاگردی این استاد گرامی را به جای آورم.

از زحمات بی دریغ اساتید گرامی جناب آقای دکتر داورانی و آقای دکتر زاهدی که راهنمایی و مشاوره این رساله را عهده دار بودند و استاد محترم آقای دکتر نبید که در طول این مدت مساعدت ایشان شامل حال بنده بوده است بی نهایت سپاسگزارم.

قدردان زحمات استاد گرامی جناب آقای دکتر پورامینی می باشم، هم او که الفبای علم شیمی را به من آموخت و با وجود مشغله فراوان دست نوشته های حقیر را که از نعمت و پیرایه حسن خط خالی بود مطالعه فرمود و داوری این پایان نامه را بر عهده گرفت.

از راهنمایی ها و مساعدت های فراوان آقای دکتر خواصی بسیار متشکرم. از این که داوری رساله را بر عهده داشتند و در تمام این دوره چون برادری دلسوز راهنما و مشوق بنده بودند سپاسگزارم.

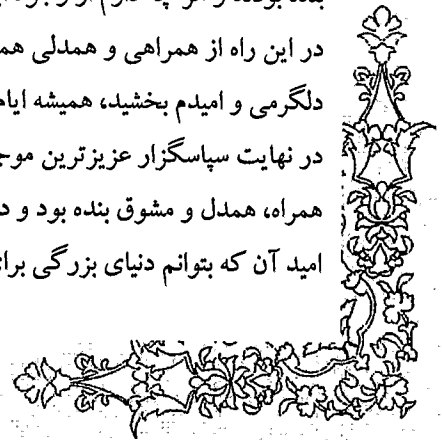
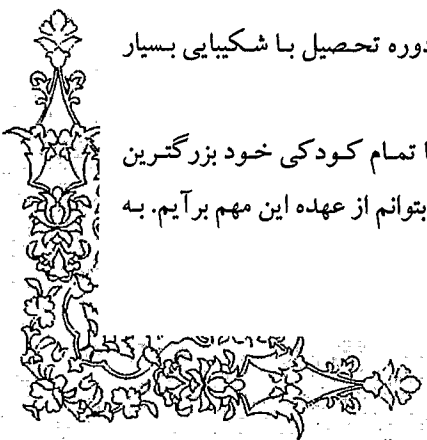
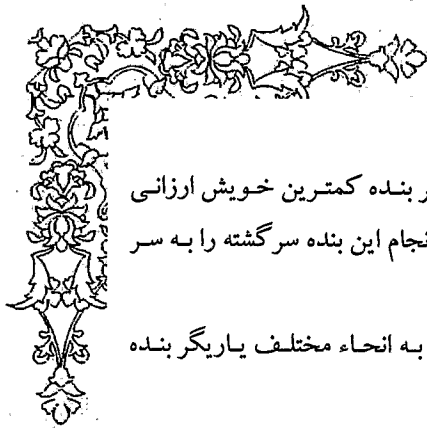
از مسئولین محترم دانشکده علوم و اساتید محترم گروه شیمی دانشگاه شهید بهشتی که از محضرشان بهره ها برده ام و افتخار شاگردیشان را داشته ام کمال سپاسگزاری را دارم. همچنین از تمامی معلمین و اساتیدم که تا کنون خوشه چین خرمن علم و دانش آنان بوده ام سپاسگزارم.

کلیه دوستان و دانشجویان عزیز می که در طول دوره با اینجانب همکاری نموده اند، خانم ها و آقایان: دکتر بهادران، دکتر بهرامی، دکتر شهبازیان، نوجوان، محمد نژاد، نو تاش، اوسطی، رؤیا صدقی، لیلا معصومی، ندا شیجونی و تمامی دانشجویان آزمایشگاه دکتر صفری تشکر می کنم.

از پدر و مادر عزیزم، بزرگ آموزگاران که مرا الفبای زندگی آموختند و در تمام مدت زندگیم مشوق و حامی بنده بودند و هر چه دارم از وجود این عزیزان می باشد، بی نهایت متشکرم.

در این راه از همراهی و همدلی همسری مهربان بهره مند گشتم، او که در تمام دوره تحصیل با شکیبایی بسیار دلگرمی و امیدم بخشید، همیشه ایام قدردان او هستم.

در نهایت سپاسگزار عزیزترین موجود زندگیم سپهر عزیزم می باشم. سپهر من با تمام کودکی خود بزرگترین همراه، همدل و مشوق بنده بود و در تمام مدت حیات خود نبودم را متحمل شد تا بتوانم از عهده این مهم برآیم. به امید آن که بتوانم دنیای بزرگی برای او بسازم.



چکیده

در این پروژه سنتز فتالوسیانین های فلزی حاوی استخلاف های قطبی مورد مطالعه قرار گرفت. ما در این مطالعه موفق به ارائه دو روش سنتزی جدید در زمینه سنتز این ترکیبات شدیم. (الف) ابتدا سنتز این ترکیبات تحت امواج مایکروویو مورد بررسی قرار گرفت. آون مایکروویو جهت این گونه مطالعه مجهز به سیستم رفلکس شد و اثر امواج مایکروویو در سنتز فتالوسیانین های فلزی حاوی استخلافهای سولفو، کلرو و نیترو در محیط حلال و خشک مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه کار کوتاه شدن قابل توجه زمان واکنش در مقایسه با روش های کلاسیک تا حد دو تا سه برابر و دست یابی به راندمان عمل قابل مقایسه با روش های کلاسیک و در برخی موارد حتی بالاتر بود. (ب) با هدف شیمی سبز، از حلال های یونی برای سنتز فتالوسیانین ها بهره گرفتیم و به نتایج قابل توجهی دست پیدا کردیم. با استفاده از مشتقات فتالیک اسید، نمک فلزی، اوره و تترابوتیل آمونیم برآید به عنوان حلال یونی در دمای ۱۷۰-۱۸۰ درجه سانتی گراد، سنتز گستره وسیعی از فتالوسیانین های فلزی مختلف بدون استخلاف و دارای استخلاف های کلرو و نیترو را مورد مطالعه قرار دادیم. مدت زمان کوتاه، راندمان بالا، استفاده از حلال یونی به عنوان حلال سازگار با محیط زیست با قابلیت باز یافت از مهم ترین یافته های ما در این روش مورد مطالعه بود.

محدوده وسیعی از پورفیرین های دارای استخلاف های قطبی، ترا سولفو فنیل پورفیرین به همراه فلزات آهن، کبالت، منگنز و مس، تتراپیریدیل پورفیرین به همراه فلزات آهن و کبالت، تترا متوکسی فنیل پورفیرین، تترا هیدروکسی فنیل پورفیرین، ۵- (۴- هیدروکسی فنیل)-۱۰،۱۵،۲۰- تری فنیل پورفیرین به همراه فلز آهن، تتراکسیس (۳-دی متوکسی فنیل) پورفیرین و تتراکسیس (۳-دی هیدروکسی فنیل) پورفیرین سنتز شدند و به عنوان واحد ساختاری در مطالعات بعدی مورد استفاده قرار گرفتند.

پورفیرین های جدید حاوی استخلاف های ۲-فنیل-۳-۱-ایندان دی ان و ۲-مرکاپتوبینزوتیازول از واکنش مستقیم پورفیرین کتکول با نوکلئوفیل های ۲-فنیل-۳-۱-ایندان دی ان و ۲-مرکاپتوبینزوتیازول با روش جدید، سبز، راحت و مؤثر الکترواکسیداسیون در حلال آب با استفاده از ولتاژتری چرخه ای و کولومتری با پتانسیل کنترل شده سنتز شدند. بر طبق نتایج به دست آمده، ارتوتینزوکینون تولید شده در طی الکترواکسیداسیون پورفیرین کتکول، حلقه پورفیرین را برای دریافت نوکلئوفیل های یاد شده مستعد می سازد. این واکنش از طریق مکانیسم الکتروشیمیایی EEEEC CCC رخ می دهد. مطالعات طیف بینی UV-Vis، FT-IR، $^1\text{H NMR}$ ، $^{13}\text{C NMR}$ و طیف بینی جرمی به همراه مدلسازی مولکولی صورت گرفته بر روی ترکیبات جدید سنتزی نشان می دهند که هیچ نشانی از ایزومرهای آتروپایزومر در محصولات سنتزی دیده نمی شود.

دو نوع آرایه ناجور حلقه، تتراکسیس [۵-فنوکسی-۱۰ و ۱۵ و ۲۰-تری فنیل پورفیرین]-فتالوسیانین روی و تتراکسیس [۵-فنوکسی-۱۰ و ۱۵ و ۲۰-تری فنیل پورفیرین آهن]-فتالوسیانین روی، از واکنش مستقیم پورفیرین دارای یک حلقه فنوکسی با تترانیتروفتالوسیانین روی در حلال دی متیل فرمامید در مجاورت باز پتاسیم کرنات سنتز شدند. مطالعات طیف بینی UV-Vis، FT-IR، $^1\text{H NMR}$ و طیف بینی جرمی MALDI-TOF به خوبی سنتز ترکیبات یاد شده را تأیید می کنند.

فهرست

بخش اول

مطالعه روش های نوین در سنتز فتالوسیانین های فلزی

فصل اول - فتالوسیانین ها

- ۱-۱-۱- تاریخچه..... ۱
- ۲-۱-۱- خواص فیزیکی و خصوصیات طیفی فتالوسیانین ها..... ۲
- ۳-۱-۱- روش های سنتز و مکانیسم..... ۶
- ۴-۱-۱- روش های خالص سازی..... ۸
- ۵-۱-۱- کاربرد فتالوسیانین..... ۹

فصل دوم - امواج مایکروویو

- ۱-۲-۱- مقدمه..... ۱۰
- ۲-۲-۱- محدوده امواج مایکروویو..... ۱۰
- ۳-۲-۱- مکانیسم انتقال گرما بوسیله امواج مایکروویو..... ۱۰
- ۴-۲-۱- محیط مناسب برای واکنش های شیمیایی..... ۱۱
- ۵-۲-۱- آون های مایکروویو..... ۱۱

فصل سوم - سنتز فتالوسیانین های استخلاف دار توسط امواج مایکروویو

- ۱-۳-۱- روش تجربی..... ۱۴
- ۱-۳-۱-۱- مواد اولیه و دستگاه های طیف بینی مورد استفاده..... ۱۴
- ۲-۳-۱- طراحی سیستم..... ۱۴

- ۱۵-۳-۱-۳-۱- سنتر کمپلکس های فلزی ۲، ۹، ۱۶، ۲۳- تراسولفوفتالوسیانین با استفاده از دستگاه میکروویو مجهز به سیستم رفلاکس..... ۱۵
- ۱۵-۳-۱-۳-۱- سنتر کمپلکس های فلزی ۱، ۸، ۱۵، ۲۲- ترانیتروفتالوسیانین با استفاده امواج میکروویو..... ۱۵
- ۱۶-۳-۱-۳-۱- سنتر کمپلکس های فلزی ترانیتروفتالوسیانین با استفاده از امواج میکروویو در محیط عاری از حلال..... ۱۶
- ۱۶-۳-۱-۳-۱- سنتر کمپلکس های فلزی ترانیتروفتالوسیانین با استفاده از دستگاه میکروویو مجهز به سیستم رفلاکس..... ۱۶
- ۱۶-۳-۱-۳-۱- تهیه ۲، ۳، ۹، ۱۰، ۱۶، ۱۷، ۲۳، ۲۴- اکتاکلروفتالوسیانین های فلزی با استفاده از امواج میکروویو..... ۱۶
- ۱۶-۳-۱-۳-۱- سنتر اکتاکلروفتالوسیانین های فلزی با استفاده از دستگاه مجهز به سیستم رفلاکس..... ۱۶
- ۱۷-۳-۱-۳-۱- سنتر اکتاکلروفتالوسیانین های فلزی با استفاده از امواج میکروویو در محیط عاری از حلال..... ۱۷
- ۱۷-۳-۱-۳-۱- تهیه ۱، ۲، ۳، ۴، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵- هگزاداکلروفتالوسیانین های فلزی با استفاده از امواج میکروویو..... ۱۷
- ۱۷-۳-۱-۳-۱- سنتر هگزاداکلروفتالوسیانین های فلزی تحت امواج میکروویو با استفاده از دستگاه میکروویو مجهز به سیستم رفلاکس..... ۱۷
- ۱۷-۳-۱-۳-۱- سنتر هگزاداکلروفتالوسیانین های فلزی با استفاده از امواج در محیط عاری از حلال..... ۱۷
- ۱۸-۳-۱-۳-۱- سنتر هگزاداکلروفتالوسیانین های فلزی با استفاده از امواج در محیط عاری از حلال..... ۱۸
- ۱۹-۳-۱-۳-۱- نتایج و بحث..... ۱۹
- ۱۹-۳-۱-۳-۱- استراتژی سنتر..... ۱۹
- ۱۹-۳-۱-۳-۱- تراسولفوفتالوسیانین های فلزی..... ۱۹
- ۲۰-۳-۱-۳-۱- اطلاعات طیف بینی به دست آمده در مورد تراسولفوفتالوسیانین های فلزی..... ۲۰
- ۲۱-۳-۱-۳-۱- ترانیترومتالوفتالوسیانین..... ۲۱
- ۲۲-۳-۱-۳-۱- اطلاعات طیف بینی به دست آمده در مورد ترانیتروفتالوسیانین های فلزی..... ۲۲
- ۲۳-۳-۱-۳-۱- اکتاکلروفتالوسیانین های فلزی..... ۲۳
- ۲۴-۳-۱-۳-۱- اطلاعات طیف بینی به دست آمده در مورد اکتاکلروفتالوسیانین های فلزی..... ۲۴
- ۲۴-۳-۱-۳-۱- هگزاداکلروفتالوسیانین ها..... ۲۴
- ۲۵-۳-۱-۳-۱- اطلاعات طیف بینی به دست آمده در مورد هگزاداکلروفتالوسیانین های فلزی..... ۲۵
- ۲۶-۳-۱-۳-۱- نتیجه گیری..... ۲۶

فصل چهارم - مایعات یونی

- ۲۷-۴-۱-۱- تاریخچه..... ۲۷
- ۲۸-۴-۱-۲- ویژگی ها و ساختار مایعات یونی..... ۲۸
- ۳۰-۴-۱-۳- انواع کاتیون ها و آنیون های مورد استفاده در مایعات یونی..... ۳۰
- ۳۰-۴-۱-۱- کاتیون ها..... ۳۰

- ۳۰-۴-۳-۲- آنیون ها ۳۰
- ۳۰-۴-۴- مایعات یونی در نقش حلال واکنش های آلی ۳۰
- ۳۰-۴-۵- کاربردهای مایعات یونی ۳۰

فصل پنجم - سنتز فتالوسیانین های فلزی در مایعات یونی

- ۳۱-۵-۱- روش تجربی..... ۳۱
- ۳۱-۵-۱-۱- مواد اولیه ودستگاه های طیف بینی مورد استفاده ۳۱
- ۳۱-۵-۱-۲- سنتز فتالوسیانین های فلزی بدون استخلاف در حلال یونی تترا بوتیل آمونیم بر مایند..... ۳۱
- ۳۲-۵-۱-۳- سنتز کمپلکس های فلزی ۱، ۸، ۱۵، ۲۲-ترانیتروفتالوسیانین های فلزی در حلال یونی تترا بوتیل آمونیم بر مایند..... ۳۲
- ۳۲-۵-۱-۴- تهیه ۲، ۳، ۹، ۱۰، ۱۶، ۱۷، ۲۳، ۲۴-اکتاکلروفتالوسیانین های فلزی در حلال یونی تترا بوتیل آمونیم بر مایند..... ۳۲
- ۳۲-۵-۱-۵- تهیه ۱، ۲، ۳، ۴، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵-هگزاد کاکلروفتالوسیانین های فلزی در حلال یونی تترا بوتیل آمونیم بر مایند..... ۳۲
- ۳۳-۵-۱-۶- روش باز یافت مایع یونی در مورد فتالوسیانین مس..... ۳۳
- ۳۴-۵-۲- نتایج و بحث ۳۴
- ۳۴-۵-۲-۱- استراتژی سنتز..... ۳۴
- ۳۴-۵-۲-۲- بهینه سازی شرایط واکنش جهت سنتز فتالوسیانین های فلزی در حلال یونی تترا بوتیل آمونیم بر مایند..... ۳۴
- ۳۶-۵-۲-۳- تعمیم شرایط بهینه برای سنتز سایر فتالوسیانین های فلزی در تترا بوتیل آمونیم بر مایند ۳۶
- ۳۶-۵-۲-۴- تعمیم شرایط بهینه برای سنتز فتالوسیانین های فلزی دارای استخلاف های کلرو و نیترو در تترا بوتیل آمونیوم بر مایند..... ۳۶
- ۳۸-۵-۲-۵- بررسی باز یافت مایع یونی و توانایی مایع یونی باز یافت شده در سنتز فتالوسیانین های فلزی..... ۳۸
- ۳۹-۵-۲-۶- بررسی خصوصیات طیفی فتالوسیانین های فلزی سنتز شده..... ۳۹
- ۳۹-۵-۲-۶-۱- اطلاعات طیف بینی به دست آمده در مورد فتالوسیانین های فلزی بدون استخلاف..... ۳۹
- ۴۱-۵-۲-۶-۲- اطلاعات طیف بینی به دست آمده در مورد ترانیتروفتالوسیانین های فلزی ۴۱
- ۴۳-۵-۲-۶-۳- اطلاعات طیف بینی به دست آمده در مورد اکتاکلروفتالوسیانین های فلزی ۴۳
- ۴۵-۵-۲-۶-۴- اطلاعات طیف بینی به دست آمده در مورد هگزاد کاکلروفتالوسیانین های فلزی ۴۵
- ۴۷-۵-۳- نتیجه گیری..... ۴۷

بخش دوم

پورفیرین های محلول در آب

فصل اول - مقدمه

۴۸.....	۱-۲- مقدمه
۴۸.....	۱-۱-۲- پورفیرین ها و شبه پورفیرین های طبیعی
۴۸.....	۲-۱-۲- ساختار مولکولی پورفیرین ها.....
۴۹.....	۳-۱-۲- سنتز پورفیرین
۵۱.....	۴-۱-۲- پورفیرین های محلول در آب.....
۵۲.....	۱-۴-۱-۲- پورفیرین های محلول در آب دارای بار مثبت
۵۳.....	۲-۴-۱-۲- پورفیرین های محلول در آب دارای بار منفی.....
۵۴.....	۵-۱-۲- متالوپورفیرین ها
۵۵.....	۲-۵-۱-۲- سنتز متالوپورفیرین ها
۵۵.....	۳-۵-۱-۲- سنتز متالوپورفیرین های محلول در آب
۵۵.....	۱-۳-۵-۱-۲- فلزدار کردن پورفیرین های محلول در آب به صورت مستقیم
۵۶.....	۲-۳-۵-۱-۲- فلزدار کردن پورفیرین های محلول در آب به صورت غیر مستقیم.....

فصل دوم - روش تجربی

۵۷.....	۲-۲- روش تجربی.....
۵۷.....	۱-۲-۲- مواد شیمیایی و دستگاه های مورد استفاده.....
۵۷.....	۲-۲-۲- سنتز و خالص سازی پورفیرین ها و پورفیرین های فلزی محلول در آب
۵۷.....	۱-۲-۲-۲- سنتز تترافنیل پورفیرین (H_2TPP)
۵۹.....	۲-۲-۲-۲- سنتز تتراسولفونیل پورفیرین (H_2TPPS)
۶۱.....	۳-۲-۲-۲- سنتز تتراسولفونیل پورفیرین آهن ($FeTPPS$)
۶۳.....	۴-۲-۲-۲- سنتز تتراسولفونیل پورفیرین منگنز ($MnTPPS$)
۶۴.....	۵-۲-۲-۲- سنتز تتراسولفونیل پورفیرین کبالت ($CoTPPS$)

۶۵.....	۶-۲-۲-۲- سنتز تتراسولفوفنیل پورفیرین مس (CuTPPS)
۶۶.....	۷-۲-۲-۲- سنتز تتراپیریدیل پورفیرین (H ₂ TpyP)
۶۸.....	۸-۲-۲-۲- سنتز تتراپیریدیل پورفیرین آهن (FeTPyP)
۶۹.....	۹-۲-۲-۲- سنتز تتراپیریدیل پورفیرین کبالت (CoTPyP)
۷۰.....	۱۰-۲-۲-۲- سنتز تراکیس (۴-متوکسی) فنیل پورفیرین (H ₂ TMPP)
۷۱.....	۱۱-۲-۲-۲- سنتز تراکیس (۴-هیدروکسی) فنیل پورفیرین (H ₂ THPP)
۷۳.....	۱۲-۲-۲-۲- سنتز تراکیس (۳و۴-دی متوکسی) فنیل پورفیرین (H ₂ TDMPP)
۷۵.....	۱۳-۲-۲-۲- سنتز تراکیس (۳و۴-دی هیدروکسی فنیل) پورفیرین (TDHPP)

بخش سوم

بررسی الکتروشیمیایی پورفیرین های کتکول در حضور نوکلئوفیل های مختلف و استفاده از آن برای قرار دادن گروه های عاملی خاص بر روی ترکیبات پورفیرین

فصل اول - مقدمه

۷۷.....	۱-۳- مقدمه
۷۸.....	۱-۱-۳- کتکول و مشتقات آن
۷۹.....	۲-۱-۳- اکسیداسیون کتکول ها
۸۱.....	۳-۱-۳- پورفیرین های کتکول

فصل دوم - روش تجربی

۸۲.....	۲-۳- روش تجربی
۸۲.....	۱-۲-۳- دستگاه ها ، تجهیزات و مواد شیمیایی مورد نیاز
۸۳.....	۲-۲-۳- الکترو سنتز تراکیس (۳و۴-دی هیدروکسی-۶-۲- فنیل-۱-۳-ایندان دی ان) فنیل) پورفیرین)

۳-۲-۳- الکترو سنتز تراکیس (۳ و ۴-دی هیدروکسی-۶-۲-مرکاپتوبنزوتیازول) فنیل (پورفیرین)..... ۸۳

فصل سوم - نتایج و بحث

۳-۳- نتایج و بحث.....	۸۴
۱-۳-۳- استراتژی سنتز.....	۸۴
۲-۳-۳- مطالعه الکتروشیمی TDHPP در حضور نوکلئوفیل های ۴a و ۴b.....	۸۴
۱-۲-۳-۳- مطالعه الکتروشیمی TDHPP در حضور نوکلئوفیل ۲-فنیل-۱-۳-ایندان دی ان.....	۸۶
۲-۲-۳-۳- مطالعه الکتروشیمی TDHPP در حضور نوکلئوفیل ۲-مرکاپتوبنزوتیازول.....	۸۹
۳-۳-۳- بررسی خصوصیات طیفی محصولات ۲، ۵a و ۵b.....	۹۲
۱-۳-۳-۳- طیف بینی مرئی جذبی UV-Vis.....	۹۲
۲-۳-۳-۳- طیف بینی ارتعاشی FT-IR.....	۹۲
۳-۳-۳-۳- طیف بینی $^1\text{H-NMR}$	۹۴
۴-۳-۳-۳- طیف بینی $^{13}\text{C-NMR}$	۹۴
۵-۳-۳-۳- طیف بینی جرمی.....	۹۷
۶-۳-۳-۳- مدل سازی مولکولی.....	۱۰۰
۴-۳-۳- نتیجه گیری.....	۱۰۲

بخش چهارم

مطالعه کوپلاژ ماکرومولکول های پورفیرین-فتالوسیانین و سنتز آرایه های ناجور حلقه

فصل اول - مقدمه

۱-۴- مقدمه.....	۱۰۳
۱-۱-۴- روش های سنتز آرایه های ناجور حلقه پورفیرین-فتالوسیانین.....	۱۰۴
۲-۱-۴- مروری بر کوپلاژ پورفیرین-فتالوسیانین از طریق اتصالات کووالانسی اتری.....	۱۰۷

فصل دوم - بخش تجربی

۱۱۱.....	۲-۴- روش تجربی.....
۱۱۱.....	۱-۲-۴- دستگاه ها ، تجهیزات و مواد شیمیایی مورد نیاز.....
۱۱۱.....	۲-۲-۴- سنتز ۵-(۴-هیدروکسی فنیل)-۱۰ و ۱۵ و ۲۰- تری فنیل پورفیرین.....
۱۱۱.....	۳-۲-۴- سنتز ۵-(۴-هیدروکسی فنیل) ۱۰ و ۱۵ و ۲۰- تری فنیل پورفیرین آهن.....
۱۱۲.....	۴-۲-۴- سنتز تتراکیس [۵-فنوکسی-۱۰ و ۱۵ و ۲۰- تری فنیل پورفیرین]-فتالوسیانین روی.....
۱۱۲.....	۵-۲-۴- سنتز تتراکیس [۵-فنوکسی-۱۰ و ۱۵ و ۲۰- تری فنیل پورفیرین آهن]-فتالوسیانین روی.....

فصل سوم-نتایج و بحث

۱۱۳.....	۳-۴- نتایج و بحث.....
۱۱۳.....	۱-۳-۴- استراتژی سنتز.....
۱۱۳.....	۲-۳-۴- بررسی خصوصیات طیفی محصول کوپلاژ پورفیرین فتالوسیانین.....
۱۱۳.....	۱-۲-۳-۴- طیف بینی UV-Vis.....
۱۱۵.....	۲-۲-۳-۴- طیف بینی ارتعاشی FI-IR.....
۱۱۷.....	۳-۲-۳-۴- طیف بینی ¹ HNMR.....
۱۲۱.....	۴-۲-۳-۴- طیف بینی جرمی.....
۱۲۲.....	۳-۳-۴- نتیجه گیری.....

نتیجه گیری نهایی

مراجع

ضمیمه: بررسی محاسباتی نقش لیگاندهای محوری در فرآیند هیدرولیز وردوهیم و تبدیل آن به بیلی وردین توسط روش محاسبات کوانتومی از آغاز

فهرست اشکال

بخش اول - مطالعه روش های نوین در سنتز فتالوسیانین های فلزی

- شکل ۱-۱-۱. حلقه پورفین و فتالوسیانین (تترابنزوتتراآزپورفین) ۲
- شکل ۱-۱-۲. طیف جذبی UV-Vis (انعکاسی، با نور پلاریزه I عمود و II موازی با محور کریستالی، (B) آرایش صفحه ها در پلی مرف های α و β CuPc) ۳
- شکل ۱-۱-۳. طیف جذبی UV/Vis کمپلکس $MnPc(im)_2$ در کلروفرم ۴
- شکل ۱-۱-۴. ترازهای انرژی پورفیرین و فتالوسیانین ۵
- شکل ۱-۱-۵. طیف زیر قرمز پلی مرف α فتالوسیانین های Ni و H_2 ، Mg ، Zn ، Cu ، Fe ، Co ۶
- شکل ۱-۱-۶. روشهای سنتز فتالوسیانین ها با استفاده از مواد اولیه مختلف ۷
- شکل ۱-۱-۷. مکانیسم پیشنهاد شده در سنتز فتالوسیانین ها ۸
- شکل ۱-۲-۱. اجزاء یک مایکروویو خانگی و ساختمان مگنترون ۱۱
- شکل ۲-۲-۱. برش مقطع دستگاه مایکروویو طراحی شده برای مطالعه واکنش ها در شرایط رفلکس ۱۲
- شکل ۱-۳-۱. الگویی برای سیستم رفلکس طراحی شده ۱۴
- شکل ۱-۳-۲. واکنش پیشنهادی برای سنتز فتالوسیانین های استخلاف دار تحت امواج مایکروویو ۱۹
- شکل ۱-۵-۱. واکنش پیشنهادی برای سنتز فتالوسیانین های فلزی در حلال یونی ۳۴
- شکل ۱-۵-۲. نمودار تاثیر تغییر نسبت مولی مواد اولیه اوره و مشتقات فتالیک اسید نسبت به نمک فلزی در سنتز فتالوسیانین مس ۳۵
- شکل ۱-۵-۳. قسمت الف - طیف جذبی فتالوسیانین مس در حلال اسید سولفوریک ۴۰
- شکل ۱-۵-۳. قسمت ب - طیف ارتعاشی فتالوسیانین مس ۴۰
- شکل ۱-۵-۴. قسمت الف - طیف جذبی تترانیترو فتالوسیانین روی در حلال DMF ۴۲
- شکل ۱-۵-۴. قسمت ب - طیف ارتعاشی تترانیترو فتالوسیانین روی ۴۲
- شکل ۱-۵-۵. قسمت الف - طیف جذبی اکتاکلروفتالوسیانین مس در حلال اسید سولفوریک ۴۴
- شکل ۱-۵-۵. قسمت ب - طیف ارتعاشی اکتاکلروفتالوسیانین مس ۴۴
- شکل ۱-۵-۶. قسمت الف - طیف جذبی هگزادکا کلروفتالوسیانین کبالت در حلال اسید سولفوریک ۴۶
- شکل ۱-۵-۶. قسمت ب - طیف ارتعاشی هگزادکا کلروفتالوسیانین کبالت ۴۶

بخش دوم: پورفیرین های محلول در آب

- شکل ۱-۲-۱. ساختار کلروفیل..... ۴۸
- شکل ۲-۲-۲. ساختار ویتامین B₁₂..... ۴۸
- شکل ۳-۱-۲. ساختار حلقه پورفین..... ۴۹
- شکل ۴-۱-۲. موقعیت پیرولی (β) و موقعیت مزو موجود روی حلقه پورفیرین..... ۴۹
- شکل ۵-۱-۲. شمایی از سنتز ترکیب H₂TPP به روش آدلر..... ۵۰
- شکل ۶-۱-۲. سنتز H₂TPP به روش لیندسی..... ۵۰
- شکل ۷-۱-۲. Uroporphyrin..... ۵۱
- شکل ۸-۱-۲. Coproporphyrin..... ۵۱
- شکل ۹-۱-۲. Tetra(4-pyridyl)porphyrin..... ۵۲
- شکل ۱۰-۱-۲. Tetra(p-sulfophenyl)porphyrin..... ۵۳
- شکل ۱۱-۱-۲. (a) ساختار ساده سازی شده متالوپورفیرین..... ۵۴
- شکل ۱۱-۱-۲. (b) تغییر حالت حلقه پورفیرین در متالوپورفیرین ها..... ۵۴
- شکل ۱-۲-۲. طیف UV-Vis ترانزیتیل پورفیرین در حلال دی کلرومتان..... ۵۸
- شکل ۲-۲-۲. طیف IR ترانزیتیل پورفیرین..... ۵۸
- شکل ۳-۲-۲. طیف UV-Vis تتراسولفونیل پورفیرین در حلال آب در pH خنثی..... ۶۰
- شکل ۴-۲-۲. طیف IR تتراسولفونیل پورفیرین..... ۶۰
- شکل ۵-۲-۲. طیف UV-Vis تتراسولفونیل پورفیرین آهن (III) در حلال آب در pH=۳..... ۶۲
- شکل ۶-۲-۲. طیف IR تتراسولفونیل پورفیرین آهن (III)..... ۶۲
- شکل ۷-۲-۲. طیف UV-Vis تتراسولفونیل پورفیرین منگنز (III) در حلال آب در pH خنثی..... ۶۳
- شکل ۸-۲-۲. طیف IR تتراسولفونیل پورفیرین منگنز (III)..... ۶۳
- شکل ۹-۲-۲. طیف UV-Vis تتراسولفونیل پورفیرین کبالت (III) در حلال آب در pH خنثی..... ۶۴
- شکل ۱۰-۲-۲. طیف IR تتراسولفونیل پورفیرین کبالت (III)..... ۶۴
- شکل ۱۱-۲-۲. طیف UV-Vis تتراسولفونیل پورفیرین مس (II) در حلال آب در pH خنثی..... ۶۵
- شکل ۱۲-۲-۲. طیف IR تتراسولفونیل پورفیرین مس (II)..... ۶۵
- شکل ۱۳-۲-۲. طیف UV-Vis تراپیریدیل پورفیرین در حلال آب در pH=۲..... ۶۷
- شکل ۱۴-۲-۲. طیف IR تراپیریدیل پورفیرین..... ۶۷
- شکل ۱۵-۲-۲. طیف UV-Vis تراپیریدیل پورفیرین آهن (III) در حلال آب در pH=۲..... ۶۸
- شکل ۱۶-۲-۲. طیف IR تراپیریدیل پورفیرین آهن (III)..... ۶۸
- شکل ۱۷-۲-۲. طیف UV-Vis تراپیریدیل پورفیرین کبالت (III) در حلال آب در pH=۲..... ۶۹

- شکل ۲-۲-۱۸. طیف IR تتراپیریدیل پورفیرین کبالت (III)..... ۶۹
- شکل ۲-۲-۱۹. طیف UV-Vis تراکیس (۴-متوکسی فنیل) پورفیرین در حلال DMF..... ۷۰
- شکل ۲-۲-۲۰. طیف IR تراکیس (۴-متوکسی فنیل) پورفیرین..... ۷۰
- شکل ۲-۲-۲۱. طیف UV-Vis تراکیس (۴-هیدروکسی) فنیل پورفیرین در حلال DMF..... ۷۱
- شکل ۲-۲-۲۲. طیف IR تراکیس (۴-هیدروکسی) فنیل پورفیرین..... ۷۲
- شکل ۲-۲-۲۳. طیف $^1\text{HNMR}$ تراکیس (۴-هیدروکسی) فنیل پورفیرین در حلال استن..... ۷۲
- شکل ۲-۲-۲۴. طیف UV-Vis تراکیس (۳و۴-دی متوکسی) فنیل پورفیرین در حلال DMF..... ۷۳
- شکل ۲-۲-۲۵. طیف IR تراکیس (۳و۴-دی متوکسی) فنیل پورفیرین..... ۷۴
- شکل ۲-۲-۲۶. طیف $^1\text{HNMR}$ تراکیس (۳و۴-دی متوکسی) فنیل پورفیرین در حلال CDCl_3 ۷۴
- شکل ۲-۲-۲۷. طیف UV-Vis تراکیس (۳و۴-دی هیدروکسی) فنیل پورفیرین در حلال DMF..... ۷۵
- شکل ۲-۲-۲۸. طیف IR تراکیس (۳و۴-دی متوکسی) فنیل پورفیرین..... ۷۶
- شکل ۲-۲-۲۹. طیف $^1\text{HNMR}$ تراکیس (۳و۴-دی هیدروکسی) فنیل پورفیرین در حلال DMSO-d^6 ۷۶

بخش سوم: مطالعه الکتروشیمیایی پورفیرین کتکول

- شکل ۳-۱-۱. اکسیداسیون کتکول‌ها به اورتوکینون‌ها و مکانیسم سیتو توکسیته آنها..... ۷۹
- شکل ۳-۱-۲. مراحل اکسیداسیون الکتروشیمیایی کتکول‌ها در حضور نوکلئوفیل..... ۸۰
- شکل ۳-۳-۱. مکانیسم پیشنهادی برای الکترو سنتز پورفیرین کتکول (۲) در حضور نوکلئوفیل‌های ۴a و ۴b..... ۸۵
- شکل ۳-۳-۲. ولتاموگرام‌های چرخه ای پورفیرین کتکول در حضور نوکلئوفیل فنیل ایندان دی ان..... ۸۶
- شکل ۳-۳-۳. ولتاموگرام‌های چرخه ای چندگانه پورفیرین کتکول در حضور نوکلئوفیل فنیل ایندان دی ان با مرتبه های روبش مختلف..... ۸۷
- شکل ۳-۳-۴. ولتاموگرام‌های چرخه ای چندگانه پورفیرین کتکول در حضور نوکلئوفیل فنیل ایندان دی ان با سرعت روبش مختلف..... ۸۸
- شکل ۳-۳-۵. ولتاموگرام‌های چرخه ای چندگانه پورفیرین کتکول در حضور نوکلئوفیل مرکاپتوبنزوتیازول..... ۸۹
- شکل ۳-۳-۶. ولتاموگرام‌های چرخه ای چندگانه پورفیرین کتکول در حضور نوکلئوفیل مرکاپتوبنزوتیازول با مرتبه های روبش مختلف..... ۹۰
- شکل ۳-۳-۷. ولتاموگرام‌های چرخه ای چندگانه پورفیرین کتکول در حضور نوکلئوفیل مرکاپتوبنزوتیازول با سرعت روبش مختلف..... ۹۱
- شکل ۳-۳-۸. طیف‌های ارتعاشی پورفیرین کتکول (۲) و محصولات الکترو سنتز (۵a) و (۵b)..... ۹۳

- شکل ۳-۳-۹. طیف های $^1\text{H-NMR}$ پورفیرین کتکول (۲) و محصولات الکتروستتر (۵a) و (۵b) در حلال DMSO-d^6 ۹۵
- شکل ۳-۳-۱۰. طیف های $^{13}\text{C-NMR}$ پورفیرین کتکول (۲) و محصولات الکتروستتر (۵a) و (۵b) در حلال DMSO-d^6 ۹۶
- شکل ۳-۳-۱۱-الف. طیف جرمی نمونه سنتزی ۵a به روش ESI..... ۹۸
- شکل ۳-۳-۱۱-الف. طیف جرمی نمونه سنتزی ۵a به روش MALDI-TOF..... ۹۸
- شکل ۳-۳-۱۲-الف. طیف جرمی نمونه سنتزی ۵b به روش ESI..... ۹۹
- شکل ۳-۳-۱۲-ب. طیف جرمی نمونه سنتزی ۵b به روش MALDI-TOF..... ۹۹
- شکل ۳-۳-۱۳. آتروپایزومرهای پورفیرین کتکول..... ۱۰۰
- شکل ۳-۳-۱۴. پایدارترین فرم ایزومر پورفیرین کتکول $2\alpha\beta\alpha\beta$ ۱۰۰
- شکل ۳-۳-۱۵. پایدارترین فرم ایزومر محصول الکتروستتر $5a\alpha_2\beta_2$ ۱۰۱
- شکل ۳-۳-۱۶. پایدارترین فرم ایزومر محصول الکتروستتر $5b\alpha\beta\alpha\beta$ ۱۰۱

بخش چهارم: مطالعه کوپلاژ مولکول های پورفیرین-فتالوسیانین

- شکل ۴-۱-۱. نمونه هایی از کوپلاژ پورفیرین فتالوسیانین از طریق پیوند کووالانسی..... ۱۰۴
- شکل ۴-۱-۲. نمونه هایی از کوپلاژ پورفیرین فتالوسیانین از طریق اندرکنش الکترواستاتیکی..... ۱۰۵
- شکل ۴-۱-۳. نمونه ای از این آرایه پورفیرین-فتالوسیانین بوجود آمده از طریق اندرکنش کتوردیناسیون محوری..... ۱۰۶
- شکل ۴-۱-۴. آرایه پورفیرین-فتالوسیانین بوجود آمده از طریق اندرکنش میهمان-میزبان..... ۱۰۶
- شکل ۴-۱-۵. دایمر پورفیرین-فتالوسیانین شامل پیوند کووالانسی اتری..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱-۶. آرایه پنج تایی پورفیرین-فتالوسیانین شامل پیوند کووالانسی اتری..... ۱۰۸
- شکل ۴-۱-۷. آرایه سه تایی پورفیرین-فتالوسیانین شامل پیوند کووالانسی اتری..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱-۸. آرایه نه تایی پورفیرین-فتالوسیانین شامل پیوند کووالانسی اتری..... ۱۰۹
- شکل ۴-۳-۱. واکنش پیشنهادی برای سنتز آرایه های پورفیرین-فتالوسیانین..... ۱۱۳
- شکل ۴-۳-۲. طیف جذبی مرئی آرایه پورفیرین فتالوسیانین (۳a) $(\text{ZnPc}-(\text{H}_2\text{TPP})_4)$ ۱۱۴
- شکل ۴-۳-۳. طیف جذبی مرئی آرایه پورفیرین فتالوسیانین (۳b) $(\text{ZnPc}-(\text{FeTPP})_4)$ ۱۱۴
- شکل ۴-۳-۴. طیف ارتعاشی FT-IR آرایه پورفیرین فتالوسیانین به دست آمده $(\text{ZnPc}-(\text{H}_2\text{TPP})_4)$ (۳a)، (A) مربوط به مخلوط پورفیرین-فتالوسیانین قبل از واکنش و (B) مربوط به مخلوط پورفیرین-فتالوسیانین بعد از واکنش..... ۱۱۵
- شکل ۴-۳-۵. مقایسه FT-IR آرایه پورفیرین-فتالوسیانین (۳b) $(\text{ZnPc}-(\text{FeTPP})_4)$ ، با FT-IR فتالوسیانین ZnPc و پورفیرین FeTPPOH سازنده این آرایه توسط قرص KBr..... ۱۱۶

- شکل ۴-۳-۶. مقایسه $^1\text{HNMR}$ آرایه پورفیرین- فتالوسیانین $(\text{ZnPc}-(\text{H}_2\text{TPP})_4)$ (۳a) با $^1\text{HNMR}$ فتالوسیانین ZnPc و پورفیرین H_2TPPOH سازنده این آرایه در حلال DMSO-d^6 ۱۱۸
- شکل ۴-۳-۷. مقایسه $^1\text{HNMR}$ آرایه پورفیرین- فتالوسیانین $(\text{ZnPc}-(\text{FeTPP})_4)$ (۳b) با $^1\text{HNMR}$ فتالوسیانین ZnPc و پورفیرین FeTPPOH سازنده این آرایه در حلال DMSO-d^6 ۱۱۹
- شکل ۴-۳-۸. مقایسه $^1\text{HNMR}$ آرایه پورفیرین- فتالوسیانین $(\text{ZnPc}-(\text{FeTPP})_4)$ (۳b)، با $^1\text{HNMR}$ فتالوسیانین ZnPc و پورفیرین FeTPPOH سازنده این آرایه در حلال CDCl_3 ۱۲۰
- شکل ۴-۳-۹-قسمت الف. طیف جرمی MALDI-TOF مربوط به آرایه پورفیرین- فتالوسیانین $(\text{ZnPc}-(\text{H}_2\text{TPP})_4)$ (۳a) ۱۲۱
- شکل ۴-۳-۹-قسمت ب. طیف جرمی MALDI-TOF مربوط به آرایه پورفیرین- فتالوسیانین $(\text{ZnPc}-(\text{FeTPP})_4)$ (۳b) ۱۲۱

فهرست جداول

بخش اول - مطالعه روش های نوین در سنتز فتالوسیانین های فلزی

- جدول ۱-۳-۱- مقایسه روش مایکروویو (خشک و رفلاکس) و روش کلاسیک در تهیه تتراسولفو متالوفتالوسیانین..... ۲۰
- جدول ۲-۳-۱- باندهای جذبی مربوط به تتراسولفو متالوفتالوسیانین..... ۲۰
- جدول ۳-۳-۱- باندهای جذبی IR مربوط به تتراسولفو متالوفتالوسیانین..... ۲۰
- جدول ۴-۳-۱- آنالیز عنصری تتراسولفو فتالوسیانین..... ۲۱
- جدول ۵-۳-۱- مقایسه روش مایکروویو (خشک و رفلاکس) و روش کلاسیک در تهیه ترانیترو متالوفتالوسیانین..... ۲۱
- جدول ۶-۳-۱- باندهای جذبی مربوط به ترانیترو متالوفتالوسیانین..... ۲۲
- جدول ۷-۳-۱- باندهای جذبی IR مربوط به ترانیترو متالوفتالوسیانین ها..... ۲۲
- جدول ۸-۳-۱- آنالیز عنصری ترانیترو فتالوسیانین..... ۲۲
- جدول ۹-۳-۱- مقایسه روش مایکروویو (خشک و رفلاکس) و روش کلاسیک در تهیه اکتاکلرو متالوفتالوسیانین..... ۲۳
- جدول ۱۰-۳-۱- باندهای جذبی مربوط به اکتاکلرو متالوفتالوسیانین..... ۲۴
- جدول ۱۱-۳-۱- باندهای جذبی IR مربوط به اکتاکلرو متالوفتالوسیانین ها..... ۲۴
- جدول ۱۲-۳-۱- مقایسه روش مایکروویو (خشک و رفلاکس) و روش کلاسیک در تهیه هگزاد کاکلرو متالوفتالوسیانین..... ۲۵
- جدول ۱۳-۳-۱- باندهای جذبی مربوط به هگزاد کاکلرو متالوفتالوسیانین..... ۲۵
- جدول ۱۴-۳-۱- باندهای جذبی IR مربوط به هگزاد کاکلرو متالوفتالوسیانین ها..... ۲۶
- جدول ۱۵-۳-۱- آنالیز عنصری هگزاد کاکلرو فتالوسیانین آهن..... ۲۶
- جدول ۱-۵-۱. بهینه سازی راندمان و شرایط واکنش برای سنتز فتالوسیانین مس..... ۳۵
- جدول ۲-۵-۱. مقایسه زمان و راندمان واکنش ها برای سنتز فتالوسیانین های مختلف (MPC) در حلال یونی تترابوتیل آمونیم برماید و مقالات قبلی..... ۳۶
- جدول ۳-۵-۱. مقایسه زمان و راندمان واکنش ها برای سنتز ترانیترو فتالوسیانین های مختلف (MTNPC) در حلال یونی تترابوتیل آمونیم برماید و مقالات قبلی..... ۳۷
- جدول ۴-۵-۱. مقایسه زمان و راندمان واکنش ها برای سنتز اکتاکلرو فتالوسیانین های مختلف (MPCCl₈) در حلال یونی تترابوتیل آمونیم برماید و مقالات قبلی..... ۳۷
- جدول ۵-۵-۱. مقایسه زمان و راندمان واکنش ها برای سنتز هگزاد کاکلرو فتالوسیانین های مختلف (MPCCl₁₆) در حلال یونی تترابوتیل آمونیم برماید و مقالات قبلی..... ۳۸
- جدول ۶-۵-۱. مقایسه تعداد مراحل باز یافت تترابوتیل آمونیم برماید در سنتز فتالوسیانین مس و راندمان محصول پس از هر مرحله از باز یافت..... ۳۸
- جدول ۷-۵-۱. باندهای جذبی مربوط به فتالوسیانین های فلزی بدون استخلاف..... ۳۹

جدول ۱-۵-۸. باندهای جذبی IR مربوط به فتالوسیانین های فلزی.....	۳۹
جدول ۱-۵-۹. باندهای جذبی مربوط به تترانیتروفتالوسیانین های فلزی.....	۴۱
جدول ۱-۵-۱۰. باندهای جذبی IR مربوط به تترانیتروفتالوسیانین های فلزی.....	۴۱
جدول ۱-۵-۱۱. باندهای جذبی مربوط به اکتاکلروفتالوسیانین های فلزی.....	۴۳
جدول ۱-۵-۱۲. باندهای جذبی IR مربوط به اکتاکلروفتالوسیانین های فلزی.....	۴۳
جدول ۱-۵-۱۳. باندهای جذبی مربوط به هگزاداکلروفتالوسیانین های فلزی.....	۴۵
جدول ۱-۵-۱۴. باندهای جذبی IR مربوط به هگزاداکلروفتالوسیانین های فلزی.....	۴۵

بخش دوم: پورفیرین های محلول در آب

جدول ۲-۱-۱. گروهی از نسل دوم پورفیرین های محلول در آب.....	۵۲
جدول ۲-۱-۲. روش های گزارش شده برای فلز دار کردن پورفیرین ها.....	۵۵

بخش سوم: مطالعه الکتروشیمیایی پورفیرین کتکول

جدول ۳-۳-۱. جدول داده های UV-Vis برای ترکیبات ۲، ۵a و ۵b در حلال DMF.....	۹۲
---	----