بسم الله الرحمن الرحيم

**دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان**
**دانشکده‌ی علوم پایه**
**گروه شیمی**

**پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد**
**رشته شیمی گرایش آلی**

# مطالعه واکنش سه جزئی بین مشتقات آریل‌گلی‌اکسال، مالونونیتریل و فسفیت‌ها

**استاد راهنما:**
**محمد اناری عباسی نژاد**

**نگارنده:**
**ابوالقاسم فلاحتی**

**دی‌ماه ۱۳۹۳**

**دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان**

**دانشکده ی علوم پایه**

**گروه شیمی**

**پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی گرایش آلی**

**ابوالقاسم فلاحتی**

# مطالعه واکنش سه جزئی بین مشتقات گلی‌اکسال، مالونونیتریل و فسفیت‌ها

**در تاریخ ۱۳۹۳/۱۰/۳۰ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه‌ی..... به تصویب نهایی رسید.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| ۱- استاد راهنمای پایان نامه | دکتر محمد اناری عباسی نژاد | با مرتبه ی علمی استادیار | امضاء |
| ۲- استاد داور داخل گروه | دکتر رضا رنجبر کریمی | با مرتبه ی علمی دانشیار | امضاء |
| ۳- استاد داور داخل گروه | دکتر حسین مهرابی نژاد | با مرتبه ی علمی دانشیار | امضاء |
| ۴– نماینده‌ی تحصیلات تکمیلی | آقای محمد خان زاده | با مرتبه ی علمی استادیار | امضاء |

**تمامی حقوق مادی مرتبط بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های**
**حاصل از پژوهش موضوع این پایان‌نامه، متعلق به دانشگاه**
**ولی‌عصر (عج) رفسنجان است.**

# سپاسگزاری

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

با تقدیر و درود فراوان خدمت پدر و مادر بسیار عزیز، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت ، فضیلت و انسانیت آنها بوده ام و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی ها و مشکلات بوده است.

با تقدیر و تشکر شایسته از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر محمد اناری عباسی نژاد که با نکته های دلاویز و گفته های بلند، صحیفه های سخن را علم پرور نمود و همواره راهنما و راه گشای اینجانب در اتمام و اکمال پایان نامه بوده اند.

در آخر از کلیه اساتیدی که در مراحل مختلف تحصیل از محضر ایشان کسب علم نموده ام و همچنین دوستان و همکلاسی های عزیزم که هر گونه کمک را از حقیر دریغ نداشته اند تقدیر و تشکر و قدردانی دارم.

# تقدیم

ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است.

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پرمهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره ای از دریای بی کران مهربانیتان را سپاس نتوانم بگویم.

امروز، هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما

رهاوردی گران سنگ تر از این ارزان نداشتم تا به خاک پایتان نثار کنم، باشد که حاصل تلاشم نسیم گونه، غبار خستگیتان را بزداید.

بوسه بر دستان پرمهرتان

## چکیده:

در این پژوهش واکنش سه جزئی بین مشتقات گلی‌اکسال، مالونونیتریل با فسفیت‌ها مورد بررسی قرارگرفت. واکنش سه جزئی بین مشتقات گلی‌اکسال، مالونونیتریل با فسفیت‌ها منجر به تولید حلقه فوران پر استخلافی می‌شود. این واکنش در شرایط رفلاکس در حلال اتانول مطلق در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد صورت پذیرفته است. این واکنش در شرایط تقریبا بهینه و با بازده بالا محصول انجام می‌شود. همچنین در ادامه این پژوهش نیز واکنش سه جزئی بین مشتقات گلی‌اکسال، استیل‌استون با ایزوسیانیدها مورد بررسی قرار گرفت. این واکنش نیز منجر به تولید حلقه فوران پر استخلافی می‌شود. این واکنش در شرایط بهینه و با بازده بالا محصول در دمای محیط و حلال آب انجام می‌شود. ساختار محصولات توسط تکنیک‌های طیف سنجی مانند $^{1}$H-NMR ,$^{13}$C-NMR IR, مورد شناسایی قرارگرفت.



**واژگان کلیدی:** واکنش سه جزئی، تری‌اتیل‌فسفیت، تری‌متیل‌فسفیت، سیکلوهگزیل‌ایزوسیانید، ترشیوبوتیل‌ایزوسیانید، استیل‌استون، مالونونیتریل، آریل‌گلی‌اکسال هیدراته.

**فهرست مطالب**

**عنوان** **صفحه**


**فصل اول ..... ۱**

**مقدمه ..... ۱**

۱-۱- خواص فیزیکی و واکنش پذیری آریل‌گلی‌اکسال ..... ۲

۱-۲- واکنش‌های چند جزئی (MCRs) ..... ۳

۱-۲-۱- تاریخچه واکنش‌های چند جزئی ..... ۴

۱-۲-۲- واکنش مانیخ ..... ۴

۱-۲-۳- واکنش کاباچینک– فیلدس ..... ۵

۱-۲-۴- واکنش بوچرز– برگز ..... ۵

۱-۳- سنتز حلقه‌های هتروسیکلی سه عضوی در حضور آریل‌گلی‌اکسال ..... ۶

۱-۳-۱- سنتز آرویل آزیریدین ..... ۶

۱-۳-۲- واکنش آزا-دارزن ..... ۷

۱-۳-۳- سنتز دی بنزوئیل اکسیران متقارن ..... ۷

۱-۴- سنتز حلقه‌های چهار عضوی در حضور آریل‌گلی‌اکسال ..... ۸

۱-۴-۱- آنتی‌بیوتیک ..... ۸

۱-۴-۱-۱- تهیه آنتی‌بیوتیک‌ها ..... ۸

۱-۴-۱-۲- طبقه‌بندی آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی ..... ۹

۱-۴-۱-۳- ویژگی بتالاکتام‌ها ..... ۹

۱-۴-۲- سنتز آزتیدین-۳-اول ..... ۱۱

۱-۴-۳- سنتز مشتقات بتا–لاکتون با استفاده از کاتالیزور کایرال ..... ۱۲

۱-۵-۱- سنتز حلقه‌های هتروسیکلی پنج عضوی دارای نیتروژن در حضور آریل‌گلی‌اکسال ۱۳

۱-۵-۱-۱- سنتزی از مشتقات پیرولیدین ..... ۱۴

۱-۵-۱-۲- سنتز ۴-سیانو-۵-اکسو دی هیدرو پیرول ..... ۱۵

۱-۵-۱-۳- واکنش یوگی ..... ۱۶

**عنوان** **صفحه**

۱-۵-۱-۴- مکانیسم واکنش یوگی ..... ۱۷
۱-۵-۱-۵- سنتز N-آلکیل (آریل)-۴،۲-دی آریل-۲-متیل-H۱-پیرول-۳-اول ..... ۱۷
۱-۵-۱-۶- مکانیسم واکنش پال-نور ..... ۱۸
۱-۵-۱-۷- سنتز ۳-هیدروکسی پیرول ..... ۱۹
۱-۵-۱-۸- سنتزی از مشتقات پیرول ..... ۲۰
۱-۵-۱-۹- واکنش ویتیگ ..... ۲۰
۱-۵-۱-۱۰- سنتز-۵-آریل-۳-هیدروکسی دانشن ..... ۲۱
۱-۵-۱-۱۱- سنتزی از ایمیدازولین-۴-اون و ۲-آمینو ایمیدازولین ۴-اون ..... ۲۲
۱-۵-۲- سنتز حلقه‌های پنج عضوی دارای اکسیژن در حضور آریل‌گلی‌اکسال ..... ۲۳
۱-۵-۲-۱- سنتز دی هیدروفوران-۲-اون ..... ۲۴
۱-۵-۲-۲- سنتز ۵-متوکسی فوران و هیدروکسی فوران ..... ۲۵
۱-۵-۲-۳- سنتز ۵-هیدروکسی دی‌هیدروفوران ..... ۲۶
۱-۵-۲-۴- سنتز ۳-آلکیل تیوفوران ..... ۲۷
۱-۵-۲-۵- سنتز ۲-فنیل-۳-(۴،۲-دی هیدروکسی)-۶-هیدروکسی-بنزو [b] فوران ... ۲۸
۱-۵-۲-۶- سنتز ۵،۴،۲-تری آرویل-۳،۱-دی‌اکسولان ..... ۲۹
۱-۵-۳- سنتز حلقه‌های هتروسیکلی پنج عضوی دارای گوگرد در حضور آریل‌گلی‌اکسال . ۳۰
۱-۵-۳-۱- سنتز ۵،۲-دی‌تولیل‌تیوفن ..... ۳۰
۱-۵-۳-۲- سنتز H۸-ایندنو [b-۱،۲] تیوفن ..... ۳۱
۱-۶-۱-سنتز حلقه‌های شش عضوی دارای نیتروژن در حضور آریل‌گلی‌اکسال ..... ۳۲
۱-۶-۱-۱- سنتزی از مشتقات تتراهیدروپیریدین به کمک واکنش آزا-دارزن از آریل‌گلی اکسال ایمینه ..... ۳۳
۱-۶-۱-۲- سنتز۱-آرویل-۴،۳،۲،۱-تترا هیدروایزوکینولین ..... ۳۳
۱-۶-۱-۳-سنتز آرویل-۳-۴-دی هیدروپیریمیدین-۲-اون ..... ۳۴

| عنوان | صفحه |
|---|---|


۱-۶-۱-۴-واکنش بیجینلی ..... ۳۵
۱-۶-۱-۵- واکنش پاسرینی ..... ۳۵
۱-۶-۲- سنتز حلقه‌های شش عضوی دارای اکسیژن در حضور آریل‌گلی‌اکسال ..... ۳۵
۱-۶-۲-۱- سنتز ۲-بنزوئیل-۶،۳-دی هیدرو-H۲-پیران ..... ۳۶
۱-۶-۲-۲- سنتز ۲-آرویل-H۲-پیران-۴(H۳)-اون ..... ۳۷
۱-۶-۳- سنتز حلقه‌های شش عضوی دارای گوگرد در حضور آریل‌گلی‌اکسال ..... ۳۷
۱-۶-۳-۱- ۲ بنزوئیل-۵،۴-دی متیل-۶،۳-دی هیدرو-H۲-تیو پیران ..... ۳۸
**فصل دوم ..... ۳۹**
**روش‌های تجربی ..... ۳۹**
۲-۱- اهداف و موضوعات مورد بحث ..... ۳۹
۲-۲- مواد و وسایل و دستگاه‌های مورد نیاز ..... ۳۹
۲-۲-۱- مواد و حلال‌های استفاده شده ..... ۳۹
۲-۲-۲- دستگاه‌های لازم ..... ۳۹
۲-۳- جداسازی و شناسایی ترکیبات ..... ۴۰
۲-۴- آزمایش‌ها ..... ۴۰
۲-۴-۱- روش عمومی‌سنتز مشتقات آریل‌گلی‌اکسال هیدراته ..... ۴۰
۲-۴-۲- روش عمومی‌سنتز مشتقات فوران پر استخلافی فسفناته تولید شده از واکنش مشتقات گلی‌اکسال هیدراته، مالونونیتریل و فسفیت‌ها ..... ۴۰
۲-۴-۲-۱- سنتز(۵-آمینو-۴-سیانو-۲-p-تولیل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل استر ..... ۴۱
۲-۴-۲-۲- سنتز[۵-آمینو-۲-(۴-کلرو-فنیل)-۴-سیانو-فوران-۳-ایل]-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۴۲
۲-۴-۲-۳- سنتز[۵-آمینو-۲-(۴-برمو-فنیل)-۴-سیانو-فوران-۳-ایل]-فسفونیک‌اسید دی‌متیل‌استر ..... ۴۳

**عنوان** **صفحه**

۲-۴-۲-۴- سنتز[۵-آمینو-۲-(۴-برمو-فنیل)-۴-سیانو-فوران-۳-ایل]-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۴۴
۲-۴-۲-۵- سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۱-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی متیل استر ..... ۴۵
۲-۴-۲-۶- سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۱-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی اتیل‌استر ..... ۴۶
۲-۴-۲-۷- سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۲-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی‌متیل‌استر ..... ۴۷
۲-۴-۲- ۸- سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۲-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۴۸
۲-۴-۳- روش عمومی سنتز فوران پراستخلافی از واکنش آریل‌گلی‌اکسال هیدراته، استیل استون و ایزوسیانیدها ..... ۴۹
۲-۴-۳-۱- سنتز ۱-[۴-(۴-کلرو-بنزیل)-۵-سیکلوهگزیل‌آمین-۲-متیل-فوران-۳-ایل]-اتانون ..... ۴۹
۲-۴-۳-۲- سنتز ۱-[۵-سیکلوهگزیل‌آمین-۲-متیل-۴-(۴-نیترو-بنزیل)-فوران-۳-ایل]-اتانون ..... ۵۰
**فصل سوم ..... ۵۳**
**نتایج و بحث ..... ۵۳**
۳-۱- مقدمه ..... ۵۳
۳-۲- سنتز مشتقات فوران پر استخلافی فسفناته تولید شده از واکنش مشتقات گلی‌اکسال هیدراته، مالونونیتریل و فسفیت‌ها ..... ۵۴
۳-۳- مکانیسم پیشنهادی برای واکنش مشتقات گلی‌اکسال‌هیدراته، مالونونیتریل و فسفیت‌ها ..... ۵۵

**عنوان** **صفحه**


۳-۴- ترکیبات سنتز شده از واکنش مشتقات آریل‌گلی‌اکسال هیدراته، مالونونیتریل و فسفیت‌ها ..... ۵۶

۳-۴-۱- سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-p-تولیل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۵۷

۳-۴-۲- سنتز [۵-آمینو-۲-(۴-کلرو-فنیل)-۴-سیانو-فوران-۳-ایل]-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۵۹

۳-۴-۳- سنتز [۵-آمینو-۲-(۴-برمو-فنیل)-۴-سیانو-فوران-۳-ایل]-فسفونیک‌اسید دی متیل‌استر ..... ۶۰

۳-۴-۴- سنتز [۵-آمینو-۲-(۴-برمو-فنیل)-۴-سیانو-فوران-۳-ایل]-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۶۱

۳-۴-۵- سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۱-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی متیل‌استر ..... ۶۳

۳-۴-۶- سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۱-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی اتیل‌استر ..... ۶۴

۳-۴-۷- سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۲-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی متیل‌استر ..... ۶۶

۳-۴-۸- سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۲-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی اتیل‌استر ..... ۶۷

۳-۵- سنتز مشتقات فوران پر استخلافی تولید شده از واکنش مشتقات گلی‌اکسال هیدراته، استیل‌استون و ایزوسیانیدها ..... ۶۸

۳-۶- مکانیسم پیشنهادی برای واکنش مشتقات گلی‌اکسال هیدراته، استیل‌استون و ایزوسیانیدها ..... ۶۹

**عنوان** **صفحه**

۳-۷-ترکیبات سنتز شده از واکنش مشتقات آریل‌گلی‌اکسال هیدراته، استیل‌استون و ایزوسیانیدها ..... ۷۰
۳-۷-۱- سنتز ۱-[۴-(۴-کلرو-بنزیل)-۵-سیکلوهگزیل‌آمین-۲-متیل-فوران-۳-ایل]-اتانون ..... ۷۱
۳-۷-۲- سنتز ۱-[۵-سیکلوهگزیل‌آمین-۲-متیل-۴-(۴-نیترو-بنزیل)-فوران-۳-ایل]-اتانون ..... ۷۳
**منابع ..... ۱۱۷**

## فهرست شکل ها

**عنوان** **صفحه**


شکل۱-۱: آریل‌گلی‌اکسال هیدراته ..... ۳
شکل ۱-۲: سنتز یک مرحله‌ای ترکیبات β- آمینو کربونیل ..... ۵
شکل ۱-۳: واکنش کاباچنیک– فیلدس ..... ۵
شکل ۱-۴: واکنش بوچرز– برگز ..... ۵
شکل ۱-۵: سنتز آرویل آزیریدین ..... ۶
شکل ۱-۶: مکانیسم واکنش آزا-دارزن ..... ۷
شکل ۱-۷: سنتز دی بنزوئیل اکسیران متقارن ..... ۸
شکل ۱-۸: ساختار آنتی‌بیوتیک‌های بتالاکتام ..... ۹
شکل۱-۹: سنتز آزتیدین-۳-اول ..... ۱۱
شکل۱-۱۰: سنتز مشتقات بتا–لاکتون با استفاده از کاتالیزور کایرال ..... ۱۲
شکل ۱-۱۱: سنتزی از مشتقات پیرولیدین ..... ۱۵
شکل ۱-۱۲: سنتز ۴-سیانو-۵-اکسو دی هیدرو پیرول ..... ۱۶
شکل ۱-۱۳: واکنش یوگی ..... ۱۷
شکل ۱-۱۴: مکانیسم واکنش یوگی ..... ۱۷
شکل ۱-۱۵: سنتز N-آلکیل (آریل)-۴،۲-دی آریل-۲-متیل-H۱-پیرول-۳-اول ..... ۱۸
شکل ۱-۱۶: مکانیسم واکنش پال-نور ..... ۱۹
شکل ۱-۱۷: سنتز ۳-هیدروکسی پیرول ..... ۱۹
شکل ۱-۱۸: سنتزی از مشتقات پیرول ..... ۲۰
شکل ۱-۱۹: واکنش ویتیگ ..... ۲۱
شکل ۱-۲۰: سنتز-۵-آریل-۳-هیدروکسی دانشن ..... ۲۱
شکل ۱-۲۱: سنتزی از ایمیدازولین-۴-اون ..... ۲۲
شکل ۱-۲۲: سنتز ۲-آمینو ایمیدازولین-۴-اون ..... ۲۲
شکل ۱-۲۳: سنتز دی‌هیدروفوران-۲-اون ..... ۲۴
شکل ۱-۲۴: سنتز ۵-متوکسی فوران و هیدروکسی فوران ..... ۲۵
شکل ۱-۲۵: سنتز ۵-هیدروکسی دی‌هیدروفوران ..... ۲۶
شکل ۱-۲۶: سنتز ۳-آلکیل تیوفوران ..... ۲۷

**عنوان** **صفحه**

شکل ۱-۲۷: سنتز ۲-فنیل-۳-(۴،۲-دی هیدروکسی)-۶-هیدروکسی-بنزو[b] فوران ..... ۲۸
شکل ۱-۲۸: سنتز ۵،۴،۲-تری آرویل-۳،۱-دی اکسولان ..... ۲۹
شکل ۱-۲۹: سنتز ۵،۲-دی‌تولیل‌تیوفن ..... ۳۰
شکل ۱-۳۰: سنتز H۸-ایندنو [b-۱،۲] تیوفن ..... ۳۱
شکل ۱-۳۱: سنتزی از مشتقات تتراهیدروپیریدین به کمک واکنش آزا-دارزن ..... ۳۳
شکل ۱-۳۲: سنتز ۱- آرویل-۴،۳،۲،۱-تترا هیدروایزوکینولین ..... ۳۴
شکل ۱-۳۳: سنتز آرویل-۳-۴-دی هیدروپیریمیدین-۲-اون ..... ۳۴
شکل ۱-۳۴: واکنش بیجینلی ..... ۳۵
شکل ۱-۳۵: واکنش پاسرینی ..... ۳۵
شکل ۱-۳۶: سنتز ۲-بنزوئیل-۶،۳-دی‌هیدرو-H۲-پیران ..... ۳۶
شکل ۱-۳۷: سنتز ۲-آرویل-H۲-پیران-۴(H۳)-اون ..... ۳۷
شکل ۱-۳۸: ۲ بنزوئیل-۵،۴-دی متیل-۶،۳-دی هیدرو-H۲-تیو پیران ..... ۳۸
شکل ۳-۱: روش کلی سنتز مشتقات آریل‌گلی‌اکسال هیدراته ..... ۵۳
شکل ۳-۲: روش عمومی سنتز مشتقات فوران پر استخلافی فسفناته تولید شده ..... ۵۵
شکل ۳-۳: مکانیسم پیشنهادی برای واکنش بین مشتقات گلی‌اکسال هیدراته، مالونونیتریل و فسفیت‌ها ..... ۵۵
شکل ۳-۴: روش سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-p-تولیل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۵۷
شکل ۳-۵: روش سنتز[۵-آمینو-۲-(۴-کلرو-فنیل)-۴-سیانو-فوران-۳-ایل]-فسفونیک‌اسید دی اتیل‌استر ..... ۵۹
شکل ۳-۶: روش سنتز[۵-آمینو-۲-(۴-برمو-فنیل)-۴-سیانو-فوران-۳-ایل]-فسفونیک‌اسید دی‌متیل‌استر ..... ۶۰
شکل ۳-۷: روش سنتز[۵-آمینو-۲-(۴-برمو-فنیل)-۴-سیانو-فوران-۳-ایل]-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۶۲
شکل ۳-۸: روش سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۱-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی‌متیل‌استر ..... ۶۳

| عنوان | صفحه |
|---|---|

شکل ۳-۹: روش سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۱-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۶۴
شکل ۳-۱۰: روش سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۲-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی‌متیل‌استر ..... ۶۶
شکل ۳-۱۱: روش سنتز (۵-آمینو-۴-سیانو-۲-نفتالن-۲-ایل-فوران-۳-ایل)-فسفونیک‌اسید دی‌اتیل‌استر ..... ۶۷
شکل ۳-۱۲: واکنش عمومی سنتز فوران از واکنش آریل‌گلی‌اکسال هیدراته، استیل‌استون و ایزوسیانیدها ..... ۶۹
شکل ۳-۱۳: مکانیسم پیشنهادی برای واکنش مشتقات گلی‌اکسال هیدراته، استیل‌استون و ایزوسیانیدها ..... ۶۹
شکل ۳-۱۴: روش سنتز ۱-[۴-(۴-کلرو-بنزیل)-۵-سیکلوهگزیل‌آمین-۲-متیل-فوران-۳-ایل]-اتانون ..... ۷۲
شکل ۳-۱۵: روش سنتز ۱-[۵-سیکلوهگزیل‌آمین-۲-متیل-۴-(۴-نیترو-بنزیل)-فوران-۳-ایل]-اتانون ..... ۷۳

## فهرست جدول‌ها

**عنوان** **صفحه**

جدول ۱-۱: خانواده پنی‌سیلین ..... ۱۰
جدول۳-۱: آریل‌گلی‌اکسال‌های هیدراته مورد استفاده در پژوهش..... ۵۴
جدول۳-۲: ترکیبات سنتز شده از واکنش مشتقات گلی‌اکسال، مالونونیتریل و فسفیت‌ها..... ۵۶
جدول۳-۳: ترکیبات سنتز شده از واکنش مشتقات گلی‌اکسال، استیل‌استون و ایزوسیانیدها..... ۷۰

## فهرست پیوستها

**عنوان** **صفحه**

طیف شماره ۱: طیف (FT- IR (KBr) νmax ترکیب 142a ..... ۷۶
طیف شماره ۲: طیف $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142a ..... ۷۷
طیف شماره ۳: طیف بسط داده شده $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142a ..... ۷۸
طیف شماره ۴: طیف $^{13}$C-NMR (DMSO-$d_6$ 100 MHz) ترکیب 142a ..... ۷۹
طیف شماره ۵: طیف (FT- IR (KBr) νmax ترکیب 142b ..... ۸۰
طیف شماره ۶: طیف $^{1}$H-NMR ($CDCl_3$ 400 MHz) ترکیب 142b ..... ۸۱
طیف شماره ۷: طیف $^{13}$C-NMR ($CDCl_3$ 100 MHz) ترکیب 142b ..... ۸۲
طیف شماره ۸: طیف (FT- IR (KBr) νmax ترکیب 142c ..... ۸۳
طیف شماره ۹: طیف $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142c ..... ۸۴
طیف شماره ۱۰: طیف بسط داده شده $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142c ..... ۸۵
طیف شماره ۱۱: طیف $^{13}$C-NMR (DMSO-$d_6$ 100 MHz) ترکیب 142c ..... ۸۶
طیف شماره ۱۲: طیف (FT- IR (KBr) νmax ترکیب 142d ..... ۸۷
طیف شماره ۱۳: طیف $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142d ..... ۸۸
طیف شماره ۱۴: طیف $^{13}$C-NMR (DMSO-$d_6$ 100 MHz) ترکیب 142d ..... ۸۹
طیف شماره ۱۵: طیف (FT- IR (KBr) νmax ترکیب 142e ..... ۹۰
طیف شماره ۱۶: طیف $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142e ..... ۹۱
طیف شماره ۱۷: طیف $^{13}$C-NMR (DMSO-$d_6$ 100 MHz) ترکیب 142e ..... ۹۲
طیف شماره ۱۸: طیف (FT- IR (KBr) νmax ترکیب 142f ..... ۹۳
طیف شماره ۱۹: طیف $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142f ..... ۹۴
طیف شماره ۲۰: طیف $^{13}$C-NMR (DMSO-$d_6$ 100 MHz) ترکیب 142f ..... ۹۵
طیف شماره ۲۱: طیف (FT- IR (KBr) νmax ترکیب 142g ..... ۹۶
طیف شماره ۲۲: طیف $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142g ..... ۹۷
طیف شماره ۲۳: طیف $^{13}$C-NMR (DMSO-$d_6$ 100 MHz) ترکیب 142g ..... ۹۸
طیف شماره ۲۴: طیف (FT- IR (KBr) νmax ترکیب 142h ..... ۹۹
طیف شماره ۲۵: طیف $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142h ..... ۱۰۰
طیف شماره ۲۶: طیف بسط داده شده $^{1}$H-NMR (DMSO-$d_6$ 400 MHz) ترکیب 142h ..... ۱۰۱
طیف شماره ۲۷: طیف $^{13}$C-NMR (DMSO-$d_6$ 100 MHz) ترکیب 142h ..... ۱۰۲

عنوان | صفحه


طیف شماره ۲۸: طیف بسط داده شده ($^{13}$C-NMR (DMSO-$d_6$ 100 MHz ترکیب 142h ۱۰۳
طیف شماره۲۹: طیف (FT- IR (KBr) νmax ترکیب 148a ..... ۱۰۴
طیف شماره ۳۰: طیف ($^{1}$H-NMR ($CDCl_3$ 400 MHz ترکیب 148a ..... ۱۰۵
طیف شماره ۳۱: طیف ($^{13}$C-NMR ($CDCl_3$ 100 MHz ترکیب 148a .....۱۰۶
طیف شماره ۳۲: طیف (FT- IR (KBr) ν max ترکیب 148b ..... ۱۰۷
طیف شماره ۳۳: طیف ($^{1}$H-NMR ($CDCl_3$ 400 MHz ترکیب 148b ..... ۱۰۸
طیف شماره ۳۴: طیف ($^{13}$C-NMR ($CDCl_3$ 100 MHz ترکیب 148b ..... ۱۰۹
طیف شماره ۳۵: طیف (FT- IR (KBr) ν max ترکیب 148c ..... ۱۱۰
طیف شماره ۳۶: طیف (FT- IR (KBr) ν max ترکیب 148d ..... ۱۱۱
طیف شماره ۳۷: طیف (FT- IR (KBr) ν max ترکیب 148e ..... ۱۱۲
طیف شماره ۳۸: طیف (FT- IR (KBr) ν max ترکیب 148f..... ۱۱۳
طیف شماره ۳۹: طیف (FT- IR (KBr) ν max ترکیب 148g ..... ۱۱۴
طیف شماره ۴۰: طیف (FT- IR (KBr) ν max ترکیب 148h ..... ۱۱۵

# فصل اول

## مقدمه

حلقه های هتروسیکلی یک دسته مهم از ترکیبات و بیش از نیمی از تمام ترکیبات آلی شناخته هستند. حلقه های هتروسیکلی در حال حاضر در طیف گسترده‌ای از مواد مخدر، بسیاری از ویتامین‌ها، بسیاری از محصولات طبیعی، مولکولهای زیستی و ترکیبات بیولوژیک فعال، از جمله ضد تومور، آنتی‌بیوتیک، ضد التهاب، ضد افسردگی، ضد مالاریا، ضد میکروبی، ضد باکتری، ضد قارچی، ضد ویروس و عوامل حشره کشی وجود دارند. همچنین آنها اغلب به عنوان یک واحد ساختاری مهم در بافت مصنوعی، دارو و مواد شیمیایی کشاورزی مورد استفاده هستند. بسیاری از این حلقه‌ها دارای کاربردهای مهم در علم مواد مانند مواد رنگی، سنسور فلورسنت، ذخیره سازی اطلاعات، پلاستیک و مواد تجملی و نیز در شیمی‌ابر مولکول‌ها و پلیمر، به ویژه در پلیمر مزدوج هستند. همچنین آنها به عنوان‌هادی‌های آلی، نیمه‌هادی‌ها، سلول‌های فتوولتائیک، دیودهای آلی ساطع نور، و ترکیبات کریستالی مایع استفاده می‌شود. حلقه‌های هتروسیکلی به عنوان کاتالیزورهای آلی، و لیگاندهای فلز در کاتالیزور نامتقارن در سنتز آلی نیز مورد علاقه قابل توجهی می‌باشند. به همین دلیل به منظور توسعه روش‌های جدید و کارآمد برای سنتز حلقه‌های هتروسیکلی[1] از ترکیبات ۱،۲-دی کربونیل مانند آریل‌گلی‌اکسال‌ها[2]، که در میان جذاب ترین پیش سازهای ترکیبات هتروسیکلیک می‌باشد، استفاده شده است.

[1] Heterocycles
[2] Arylglyoxals