



وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه تربیت معلم آذربایجان
دانشکده علوم پایه
گروه شیمی

پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد
رشته شیمی-گرایش آلی

عنوان :

واکنش‌های دو جزئی و سه جزئی برای سنتز ترکیبات
هتروسیکل چند حلقه‌ای در شرایط بدون حلال

استاد راهنما :

دکتر حسن ولی‌زاده

استاد مشاور :

دکتر عادلہ مشتقی

پژوهشگر :

اشکان شمالی

آبان ماه ۸۹

تبریز- ایران

با سپاس و تشکر

با سپاس فراوان از استاد دانشمند و عالیقدرم جناب آقای دکتر حسن ولیزاده که همواره از رهنمودهای ایشان بهره برده‌ام و پژوهش خود را مدیون ایشان هستم.

با تشکر از استاد مشاور بزرگوارم سرکار خانم دکتر مشتقی که نهایت توجه را بر این کار پژوهشی داشتند.

با تشکر از جناب آقای دکتر قلعه اسدی که داوری این پایان‌نامه را تقبل فرمودند.

با سپاس و قدردانی از جناب آقای دکتر مهکام، جناب آقای دکتر ابری، سرکار خانم دکتر باقری و تمامی اساتید گروه شیمی که در دو دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد از محضر این بزرگان مستفید شده‌ام.

با سپاس از دوستانم در تمامی آزمایشگاههای شیمی، علی الخصوص آزمایشگاه تحقیقاتی شیمی آلی، که همواره همراه من بوده‌اند و از مساعدت ایشان بسیار بهره برده‌ام.

چکیده

در بخش اول این کار پژوهشی، مشتقات پلی هتروسیکل از طریق واکنش دو جزئی، دی متیل استیلن دی-کربوکسیلات (DMAD) با ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار از قبیل پیریدین، ۳- برموپیریدین، بنزوتیازول، بنزوتری-آزول، ایزوکیولین، کینولین و ۵ و ۶- دی متیل بنزایمیدازول، بر روی بستر جامد MgO تحت شرایط بدون حلال و بدون استفاده از منبع حرارتی با استفاده از روش ساییدن تهیه شد. این واکنش در شرایط میکروویو تحت شرایط بدون حلال نیز انجام شد.

در بخش دوم این تحقیق، واکنش سه جزئی دی متیل استیلن دی کربوکسیلات (DMAD) با مشتقات بنزآلدهید و ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار از قبیل پیریدین، ۳- برموپیریدین، بنزوتیازول، ایزوکیولین، کینولین در حضور حلال دی کلرو متان و در دمای ۳۹°C انجام شد. مشتقات آگزازینو با راندمان بالا سنتز شد.

در بخش سوم این تحقیق، ترکیب مایع یونی ۱-(۴-هیدروکسی بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید از واکنش بوتیل ایمیدازولیوم و ۴- کلرو بوتانول در دمای ۸۰°C حاصل شد. در همین بخش، ترکیب مایع یونی ۱-(۴- نیترو بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید، IL-ONO، از واکنش مایع یونی ۱-(۴- هیدروکسی بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید با نیتريت سدیم در دمای ۰°C حاصل شد.

در بخش چهارم این تحقیق، واکنش دی آزوتاسیون مشتقات آنیلین با معرف یون نیتروزیوم مایع یونی IL-ONO، در دمای ۰°C منجر به تشکیل نمک دی آزونیوم شد. در همین بخش، نمک دی آزونیوم حاصل در اثر واکنش کوپل شدن با ترکیبات آروماتیک فعال، رنگهای آزو و پارا با راندمان بالا حاصل شد.

در بخش پنجم این تحقیق، واکنش نیتروزیاسیون ترکیبات آروماتیک فعال با مایع یونی هدفمند IL-ONO، در دمای ۰°C انجام شد و مشتقات نیتروزو با راندمان بالا حاصل شد.

در بخش ششم این تحقیق، واکنش مشتقات کتون و دی کتون با عامل مایع یونی هدفمند IL-ONO، در دمای محیط انجام شد. این واکنش منجر به مشتقات ایزو نیتروزو با راندمان بالا شد.

کلیدواژه‌ها: شیمی سبز، واکنش‌های چند جزئی، مایعات یونی، نمک دیازونیوم، واکنش نیتروزیاسیون، ایزو نیتروزو.

فصل اول

۱- مقدمه.....	۱
۱-۱- شیمی سبز.....	۱
۲-۱- اصول شیمی سبز.....	۱
۳-۱- میکروویو در شیمی آلی.....	۳
۱-۳-۱- گرمای میکروویو.....	۴
۱-۳-۱-۱- تابش امواج میکروویو بر روی مواد دی‌الکتریک.....	۴
۱-۳-۱-۲- تابش امواج میکروویو بر روی مواد رسانا.....	۴
۲-۳-۱- اثر میکروویو.....	۵
۳-۳-۱- نمونه‌ای از واکنش‌هایی که تحت تاثیر امواج میکروویو انجام شده‌اند.....	۶
۴-۱- ترکیبات مایع یونی.....	۹
۱-۴-۱- ساختار مایع یونی.....	۱۲
۲-۴-۱- مایعات یونی پروتونی.....	۱۲
۳-۴-۱- کاتیون‌های هتروسیکل آروماتیکی که در ساختار مایع یونی بکار برده می‌شوند.....	۱۳
۴-۴-۱- تاثیر طول زنجیر کربنی بر روی مایعات یونی.....	۱۵
۵-۴-۱- سنتز مایعات یونی توسط میکروویو.....	۱۵
۶-۴-۱- کاربرد مایعات یونی.....	۱۷
۷-۴-۱- درجه خلوص مایعات یونی.....	۱۷
۸-۴-۱- انجام واکنش در محیط مایعات یونی ناپایدار مانند کلروآلومینات (III).....	۱۷
۹-۴-۱- انجام واکنش در محیط مایعات یونی خنثی.....	۱۸
۱۰-۴-۱- نمونه‌ای از واکنش‌هایی که در محیط مایع یونی انجام گرفته است.....	۲۳
۵-۱- واکنش‌های آلی در فاز جامد.....	۲۵
۱-۵-۱- مزایا و معایب انجام واکنش‌ها در فاز جامد.....	۲۵
۲-۵-۱- نمونه‌ای از واکنش‌هایی که بر روی بستر جامد انجام گرفته است.....	۲۶
۶-۱- واکنش‌های چند جزئی (MCRS).....	۲۷
۱-۶-۱- نمونه‌ای از واکنش‌های چند جزئی.....	۲۸
۷-۱- هدف کلی پژوهش.....	۳۲

فصل دوم

۲- بخش تجربی	۳۳
۲-۱- مشخصات کلی دستگاه های مورد استفاده	۳۳
۲-۲- مشخصات کلی مواد اولیه و حلال های بکار رفته	۳۳
۲-۳- واکنش مشتقات هتروسیکل نیتروژن دار با DMAD در شرایط بدون حلال بر روی بستر MgO	۳۵
۲-۳-۱- واکنش بنزوتیازول با DMAD در شرایط بدون حلال و بستر جامد MgO	۳۵
۲-۳-۱-۱- واکنش بنزوتیازول با DMAD در حضور امواج میکروویو	۳۶
۲-۳-۲- واکنش پیریدین با DMAD شرایط بدون حلال و بستر جامد MgO	۳۶
۲-۳-۲-۱- واکنش پیریدین با DMAD در حضور امواج میکروویو	۳۶
۲-۳-۳- واکنش ۳- بروموپیریدین با DMAD شرایط بدون حلال و بستر جامد MgO	۳۷
۲-۳-۳-۱- واکنش ۳- بروموپیریدین با DMAD در حضور امواج میکروویو	۳۷
۲-۳-۴- واکنش کینولین با DMAD شرایط بدون حلال و بستر جامد MgO	۳۷
۲-۳-۴-۱- واکنش کینولین با DMAD در حضور امواج میکروویو	۳۸
۲-۳-۵- واکنش ایزوکینولین با DMAD شرایط بدون حلال و بستر جامد MgO	۳۸
۲-۳-۵-۱- واکنش ایزوکینولین با DMAD در حضور امواج میکروویو	۳۸
۲-۳-۶- واکنش بنزوتتری آزول با DMAD شرایط بدون حلال و بستر جامد MgO	۳۸
۲-۳-۶-۱- واکنش بنزوتتری آزول با DMAD در حضور امواج میکروویو	۳۹
۲-۳-۷- واکنش ۵ و ۶- دی متیل بنزایمیدازول با DMAD شرایط بدون حلال و بستر جامد MgO	۳۹
۲-۳-۷-۱- واکنش ۵ و ۶- دی متیل بنزایمیدازول با DMAD در حضور امواج میکروویو	۳۹
۲-۴- واکنش سه جزئی ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار، مشتقات بنزآلدهید و DMAD در شرایط Neat	۴۰
۲-۴-۱- واکنش ۲- هیدروکس بنزآلدهید، بنزوتیازول و DMAD	۴۰
۲-۴-۲- واکنش ۲- نیترو بنزآلدهید، بنزوتیازول و DMAD	۴۰
۲-۴-۳- واکنش ۲- هیدروکسی بنزآلدهید، ایزوکینولین و DMAD	۴۱
۲-۴-۴- واکنش ۲- نیتروبنزآلدهید، ایزوکینولین و DMAD	۴۱
۲-۴-۵- واکنش ۲- نیتروبنزآلدهید، پیریدین و DMAD	۴۱
۲-۴-۶- واکنش ۲- نیتروبنزآلدهید، ۳- بروموپیریدین و DMAD	۴۱
۲-۵- سنتز مایع یونی ۱- (۴- هیدروکسی بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلراید [IL-OH]	۴۲
۲-۶- سنتز مایع یونی ۱- (۴- نیترو بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلراید [IL-ONO]	۴۲
۲-۷- دیازوتاسیون مشتقات آنیلین در حضور معرف مایع یونی IL-ONO و واکنش کوپل دیازونیوم حاصل با ترکیبات آروماتیک فعال به منظور تهیه رنگهای آزو	۴۲

۴۳	واکنش ديازوتاسيون پارانيتروآنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با ۲- نفتول
۴۳	واکنش ديازوتاسيون پارانيتروآنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با N,N- دی متيل آنيلين
۴۴	واکنش ديازوتاسيون آنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با N,N- دی متيل آنيلين
۴۴	واکنش ديازوتاسيون آنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با ۲- نفتول
۴۵	واکنش ديازوتاسيون آنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با ۱- نفتول
۴۵	واکنش ديازوتاسيون پارانيتروآنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با ۱- نفتول
۴۵	واکنش ديازوتاسيون پارانيتروآنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با سالسيل آلدهيد
۴۶	واکنش ديازوتاسيون آنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با سالسيل آلدهيد
۴۶	واکنش ديازوتاسيون آنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با فنول
۴۶	واکنش ديازوتاسيون پارانيتروآنيلين و کوپل کردن ديازو حاصل با فنول
۴۷	واکنش نيتروزاسيون ترکيبات آروماتيك با استفاده از معرف IL-ONO به عنوان منبع يون نيتروزونيوم
۴۷	واکنش نيتروزاسيون ۲- نفتول با استفاده از IL-ONO
۴۷	واکنش نيتروزاسيون ۱- نفتول با استفاده از IL-ONO
۴۸	واکنش نيتروزاسيون هيدروکينون با استفاده از IL-ONO
۴۸	واکنش نيتروزاسيون رزورسينول با استفاده از IL-ONO
۴۸	واکنش نيتروزاسيون متاکروزول با استفاده از IL-ONO
۴۹	واکنش نيتروزاسيون فنول با استفاده از IL-ONO
۴۹	واکنش نيتروزاسيون کاتگول با استفاده از IL-ONO
۴۹	واکنش نيتروزاسيون N,N- دی متيل آنيلين با استفاده از IL-ONO
۴۹	واکنش کتونهايی با گروه CH ₂ مجاور کربونيل با IL-ONO
۵۰	واکنش مالوناميد با IL-ONO
۵۰	واکنش بنزوييل استون با IL-ONO
۵۰	واکنش ۱-۳- دی فنيل پروپان دی اون با IL-ONO
۵۱	واکنش متيل استو استات با IL-ONO
۵۱	واکنش دی متيل مالونات با IL-ONO
۵۱	واکنش دی متيل مالونات با IL-ONO
۵۲	واکنش استوفنون با IL-ONO
۵۲	واکنش ۲- هيدروکسی استوفنون با IL-ONO
۵۲	واکنش متيل ۲- ايزونيتروزو ۳- اگرو هگزانات با IL-ONO

فصل سوم

۳- نتایج و بحث ۵۳

۳-۱- واکنش ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار با DMAD در شرایط بدون حلال بر روی بستر MgO ۵۳

۳-۱-۱- مقدمه‌ی برواکنش ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار با DMAD در شرایط بدون حلال بر روی بستر MgO ۵۳

۳-۱-۲- نتیجه‌گیری ۵۳

۳-۱-۳- بررسی طیفی محصولات واکنش‌های ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار با DMAD در شرایط بدون حلال بر روی بستر جامد MgO ۵۵

۳-۱-۳-۱- ترکیب «تترا متیل aH ۵- دی بنزو [b,d] تiazول-۶ و ۷ و ۸ و ۹- تترا کربوکسیلات» ۵۵

۳-۱-۳-۲- ترکیب «تترا متیل bH ۱۱- بنزو [a] کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تتراکربوکسیلات» ۵۸

۳-۱-۳-۳- ترکیب «تترا متیل bH ۱۱- بنزو [c] کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تتراکربوکسیلات» ۶۲

۳-۱-۳-۴- ترکیب «تترامتیل ۹- برم- ۹ aH- کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تتراکربوکسیلات» ۶۵

۳-۱-۳-۵- ترکیب «تترا متیل ۹aH- کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تتراکربوکسیلات» ۶۷

۳-۱-۳-۶- ترکیب «متیل پیرازولول [b-۱ و ۲] بنزوتری آزول-۳- کربوکسیلات-۱- آنیون متوکسید» ۷۰

۳-۱-۳-۷- ترکیب «تترا متیل ۷ و ۸- دی متیل بنزو [b] بنز ایمیدازول-۲ و ۳ و ۴ و ۵- تتراکربوکسیلات» ۷۳

۳-۲- واکنش سه جزئی ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار، مشتقات بنزآلدهید و DMAD در شرایط Neat ۷۵

۳-۲-۱- مقدمه‌ای بر واکنش سه جزئی ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار، مشتقات بنزآلدهید و DMAD ۷۵

۳-۲-۲- نتیجه‌گیری ۷۵

۳-۲-۳- بررسی طیفی محصولات واکنش سه جزئی ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار، مشتقات بنزآلدهید و DMAD ۷۶

۳-۲-۳-۱- ترکیب «۳ و ۴- دی متیل [H-۹a و ۲]-۲- (۲- هیدروکسی فنیل)-۳ و ۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول» ۷۶

۳-۲-۳-۲- ترکیب «۳ و ۴- دی متیل [H-۹a و ۲]-۲- (۲- نیترو فنیل)-۳ و ۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول» ۷۶

۳-۲-۳-۳- ترکیب «۳ و ۴- دی متیل [H-۱۱a و ۲]-۲- (۲- هیدروکسی فنیل)-۳ و ۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول» ۷۹

۳-۲-۳-۴- ترکیب «۳ و ۴- دی متیل [H-۱۱a و ۲]-۲- (۲- هیدروکسی فنیل)-۳ و ۴- دی کربوکسیلات اگزازینو ایزو کینولین» ۸۳

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۳-۲-۳- ترکیب «۴ و ۳-دی متیل-[H-۱۱a و ۲]-۲- (۲-نیترو فنیل)-۳ و ۴-دی کربوکسیلات آگزازینو	
ایزوکینولین».....	۸۴
۴-۳-۲-۳- ترکیب «۴ و ۳-دی متیل-[H-۸a و ۲]-۲- (۲-نیترو فنیل)-۳ و ۴-دی کربوکسیلات آگزازینو	
پیریدین».....	۸۶
۴-۳-۲-۳- ترکیب «۴ و ۳-دی متیل-[H-۸a و ۲]-۲- (۲-نیترو فنیل)-۳ و ۴-دی کربوکسیلات آگزازینو-۳-	
برومو پیریدین».....	۸۷
۳-۳- سنتز مایعات یونی.....	۸۹
۱-۳-۳- مقدمه‌ای بر سنتز مایعات یونی.....	۸۹
۲-۳-۳- نتیجه‌گیری.....	۸۹
۳-۳-۳- بررسی طیفی محصولات مایعات یونی.....	۹۱
۱-۳-۳-۳- ترکیب «۱- (۴- هیدروکسی بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید».....	۹۱
۲-۳-۳-۳- ترکیب «۱- (۴- نیتریتو بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید».....	۹۳
۴-۳- دی‌آزوتاسیون مشتقات آنیلین و واکنش کوپل نمک دی‌آزونیوم حاصل با ترکیبات آروماتیک فعال به منظور تهیه	
رنگهای آزو.....	۹۶
۱-۴-۳- مقدمه‌ای بر دی‌آزوتاسیون مشتقات آنیلین و واکنش کوپل نمک دی‌آزونیوم حاصل با ترکیبات	
آروماتیک فعال.....	۹۶
۲-۴-۳- نتیجه‌گیری.....	۹۷
۳-۴-۳- بررسی طیفی محصولات واکنشهای دی‌آزوتاسیون مشتقات آنیلین و واکنش کوپل نمک دی‌آزونیوم	
حاصل با ترکیبات آروماتیک فعال.....	۹۹
۱-۳-۴-۳- ترکیب «۲- (پارا نیترو فنیل‌آزو)-۲- نفتول».....	۹۹
۲-۳-۴-۳- ترکیب «۴- (پارا نیترو فنیل‌آزو)-N,N- دی متیل آنیلین».....	۱۰۲
۳-۳-۴-۳- ترکیب «۴- فنیل‌آزو-N,N- دی متیل آنیلین».....	۱۰۵
۴-۳-۴-۳- ترکیب «۱- فنیل‌آزو-۲- نفتول».....	۱۰۶
۵-۳-۴-۳- ترکیب «۴- (پارا نیترو فنیل‌آزو)-۱- نفتول».....	۱۰۷
۶-۳-۴-۳- ترکیب «۴- فنیل‌آزو-۱- نفتول».....	۱۰۹
۷-۳-۴-۳- ترکیب «۴- (پارا نیترو فنیل‌آزو)-۱- فنول».....	۱۱۰
۸-۳-۴-۳- ترکیب «۴- فنیل‌آزو-۱- فنول».....	۱۱۲
۹-۳-۴-۳- ترکیب «۴- (پارا نیترو فنیل‌آزو)- سالسیل آلدهید».....	۱۱۳

صفحه	عنوان
۱۱۴	۳-۴-۱۰- ترکیب «۴- فنیلازو- سالیسیل آلدهید»
۱۱۶	۳-۵- واکنش نیتروزاسیون ترکیبات آروماتیک با استفاده از معرف IL-ONO به عنوان منبع یون نیتروزونیوم
۱۱۶	۳-۵-۱- مقدمه‌ای بر واکنش نیتروزاسیون ترکیبات آروماتیک
۱۱۶	۳-۵-۲- نتیجه‌گیری
۱۱۸	۳-۵-۳- بررسی طیفی محصولات واکنشهای نیتروزاسیون ترکیبات آروماتیک با استفاده از معرف IL-ONO
۱۱۸	۳-۵-۱- ترکیب «۱- نیتروزو-۲- نفتول»
۱۲۰	۳-۵-۲- ترکیب «۲- نیتروزو-۱- نفتول»
۱۲۳	۳-۵-۳- ترکیب «۲- نیتروزوهیدروکینون»
۱۲۵	۳-۵-۴- ترکیب «۴- نیتروزو متا کروزل»
۱۲۷	۳-۵-۵- ترکیب «نیتروزو رزورسینول»
۱۲۹	۳-۵-۶- ترکیب «۴- نیتروزوفنول»
۱۳۰	۳-۵-۷- ترکیب «۴- نیتروزو N,N- دی متیل آنیلین»
۱۳۱	۳-۵-۸- ترکیب «۴- نیتروزوکاتگول»
۱۳۳	۳-۶- واکنش ترکیبات کربنیل دارای گروه CH ₂ مجاور کربنیل با IL-ONO
۱۳۳	۳-۶-۱- مقدمه‌ای بر واکنش ترکیبات کربنیل دارای گروه CH ₂ مجاور کربنیل و تشکیل اکسیم‌ها
۱۳۳	۳-۶-۲- نتیجه‌گیری
۱۳۵	۳-۶-۳- بررسی طیفی محصولات واکنش کتونها و دی کتونها با گروه CH ₂ مجاور کربنیل با IL-ONO
۱۳۵	۳-۶-۱- ترکیب «۲- ایزونیتروزو بنزویل استون»
۱۳۷	۳-۶-۲- ترکیب «۲- ایزونیتروزو مالونامید»
۱۴۰	۳-۶-۳- ترکیب «۲- ایزونیتروزو متیل استو استات»
۱۴۳	۳-۶-۴- ترکیب «۴- ایزونیتروزو متیل استو استات»
۱۴۴	۳-۶-۵- ترکیب «۲- ایزونیتروزو-۱- دی فنیل-۳- پروپان دی اون»
۱۴۷	۳-۶-۶- ترکیب «۲- ایزونیتروزودی متیل مالونات»
۱۵۰	۳-۶-۷- ترکیب «۲- ایزونیتروزواستوفنون»
۱۵۱	۳-۶-۸- ترکیب «۲- ایزونیتروزو-۲- هیدروکسی استوفنون»
۱۵۲	۳-۶-۹- ترکیب «۲- ایزونیتروزو بنزیل استو استات»
۱۵۴	۳-۶-۱۰- ترکیب «۲- ایزونیتروزو متیل-۳- اگزو هگزانات»
۱۵۵	۳-۶-۱۱- ترکیب «۴- ایزونیتروزو متیل-۳- اگزو هگزانات»
۱۵۷	مقالات ارسال شده

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۵۸.....	پیشنهادات
۱۵۹.....	منابع
	چکیده انگلیسی

جدول (۱-۱): مهم ترین خواص فیزیکی مایعات یونی که بر پایه ایمیدازولیوم سنتز شده اند	۱۴
جدول (۲-۱): نتایج سنتز ایمیدازولیوم [b-۱و۲] - تیادی آزول ۶و۲-دی استخلافی در محیط مایع یونی [PF ₆]	۲۲
جدول (۱-۲): مهم ترین خواص فیزیکی مایعات یونی که بر پایه ایمیدازولیوم سنتز شده اند	۳۳
جدول (۱-۳): داده های طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل ۵ aH- دی بنزو [b,d] تیا زول-۶ و ۷ و ۸ و ۹- تترا کربوکسیلات»	۵۶
جدول (۲-۳): داده های طیف NMR ترکیب «تترا متیل ۵ aH- دی بنزو [b,d] تیا زول-۶ و ۷ و ۸ و ۹- تترا کربوکسیلات»	۵۸
جدول (۳-۳): داده های طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل ۱۱ bH- بنزو [a] کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تترا کربوکسیلات»	۵۹
جدول (۴-۳): داده های طیف NMR ترکیب «تترا متیل ۱۱ bH- بنزو [a] کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تترا کربوکسیلات»	۶۱
جدول (۵-۳): داده های طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل ۱۱ bH- بنزو [c] کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تترا کربوکسیلات»	۶۳
جدول (۶-۳): داده های طیف NMR ترکیب «تترا متیل ۱۱ bH- بنزو [c] کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تترا کربوکسیلات»	۶۴
جدول (۷-۳): داده های طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل ۹- برمو- ۹ aH- کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تترا کربوکسیلات»	۶۶
جدول (۸-۳): داده های طیف NMR ترکیب «تترا متیل ۹- برمو- ۹ aH- کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تترا کربوکسیلات»	۶۷
جدول (۹-۳): داده های طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل ۹ aH- کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تترا کربوکسیلات»	۶۸
جدول (۱۰-۳): داده های طیف NMR ترکیب «تترا متیل ۹ aH- کینولیزین-۱ و ۲ و ۳ و ۴- تترا کربوکسیلات»	۷۰
جدول (۱۱-۳): داده های طیف FT-IR ترکیب «متیل پیرازول [b-۲ و ۱] بنزوتتری آزول-۳- کربوکسیلات-۱- آنیون متوکسید»	۷۱
جدول (۱۲-۳): داده های طیف NMR ترکیب «متیل پیرازول [b-۲ و ۱] بنزوتتری آزول-۳- کربوکسیلات-۱- آنیون- متوکسید»	۷۳
جدول (۱۳-۳): داده های طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل ۷ و ۸- دی متیل بنزو [b] بنز ایمیدازول-۲ و ۳ و ۴ و ۵- تترا کربوکسیلات»	۷۴
جدول (۱۴-۳): داده های طیف FT-IR ترکیب «۳ و ۴- دی متیل [a-۲ و ۹] - ۲- (۲- هیدروکسی فنیل) - ۳ و ۴- دی- کربوکسیلات آگازینو بنزوتیازول»	۷۷

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۳-۱۵): داده‌های طیف NMR ترکیب ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۹و۲]-۲- (۲-هیدروکسی فنیل)-۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول»	۷۹
جدول (۳-۱۶): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۹و۲]-۲- (۲-نیتر و فنیل)-۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول»	۸۰
جدول (۳-۱۷): داده‌های طیف NMR ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۹و۲]-۲- (۲-نیتر و فنیل)-۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول»	۸۲
جدول (۳-۱۸): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۱۱و۲]-۲- (۲-هیدروکسی فنیل)-۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو ایزو کینولین»	۸۴
جدول (۳-۱۹): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۱۱و۲]-۲- (۲-نیتر و فنیل)-۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو ایزو کینولین»	۸۵
جدول (۳-۲۰): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۸و۲]-۲- (۲-نیتر و فنیل)-۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو پیریدین»	۸۷
جدول (۳-۲۱): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۸و۲]-۲- (۲-نیتر و فنیل)-۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو پیریدین»	۸۸
جدول (۳-۲۲): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۱- (۴- هیدروکسی بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۲
جدول (۳-۲۳): داده‌های طیف NMR ترکیب «۱- (۴- هیدروکسی بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۳
جدول (۳-۲۴): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۱- (۴- نیتریتو بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۵
جدول (۳-۲۵): داده‌های طیف NMR ترکیب «۱- (۴- نیتریتو بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۶
جدول (۳-۲۶): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- (پارا نیتر و فنیلازو)-۲- نفتول»	۱۰۰
جدول (۳-۲۷): داده‌های طیف NMR ترکیب «۲- (پارا نیتر و فنیلازو)-۲- نفتول»	۱۰۱
جدول (۳-۲۸): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- (پارا نیتر و فنیلازو) N,N- دی متیل آنیلین»	۱۰۳
جدول (۳-۲۹): داده‌های طیف NMR ترکیب «۴- (پارا نیتر و فنیلازو) N,N- دی متیل آنیلین»	۱۰۴
جدول (۳-۳۰): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- فنیلازو N,N- دی متیل آنیلین»	۱۰۶
جدول (۳-۳۱): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۱- فنیلازو-۲- نفتول»	۱۰۷
جدول (۳-۳۲): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- (پارا نیتر و فنیلازو)-۱- نفتول»	۱۰۸
جدول (۳-۳۳): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- فنیلازو-۱- نفتول»	۱۱۰
جدول (۳-۳۴): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- (پارا نیتر و فنیلازو)-۱- فنول»	۱۱۱

جدول (۳-۳۵): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- فنیلازو-۱- نفتول»	۱۱۳
جدول (۳-۳۶): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- (پارا نیترو فنیلازو)-۱- فنول»	۱۱۴
جدول (۳-۳۷): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- فنیلازو- سالسیل آلدهید»	۱۱۵
جدول (۳-۳۸): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۱- نیتروزو-۲- نفتول»	۱۱۹
جدول (۳-۳۹): داده‌های طیف NMR ترکیب «۱- نیتروزو-۲- نفتول»	۱۲۰
جدول (۳-۴۰): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- نیتروزو-۱- نفتول»	۱۲۱
جدول (۳-۴۱): داده‌های طیف NMR ترکیب «۲- نیتروزو-۱- نفتول»	۱۲۲
جدول (۳-۴۲): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- نیتروزو هیدروکینون»	۱۲۴
جدول (۳-۴۳): داده‌های طیف NMR ترکیب «۲- نیتروزو هیدروکینون»	۱۲۵
جدول (۳-۴۴): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- نیتروزو متاکروزول»	۱۲۶
جدول (۳-۴۵): داده‌های طیف NMR ترکیب «۴- نیتروزو متاکروزول»	۱۲۷
جدول (۳-۴۶): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «نیتروزو رزورسینول»	۱۲۸
جدول (۳-۴۷): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- نیتروزو فنول»	۱۳۰
جدول (۳-۴۸): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- نیتروزو N,N- دی متیل آنیلین»	۱۳۱
جدول (۳-۴۹): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- نیتروزو کاتگول»	۱۳۲
جدول (۳-۵۰): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو بنزویل استون»	۱۳۶
جدول (۳-۵۱): داده‌های طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو بنزویل استون»	۱۳۷
جدول (۳-۵۲): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو مالونامید»	۱۳۸
جدول (۳-۵۳): داده‌های طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو بنزویل استون»	۱۴۰
جدول (۳-۵۴): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو متیل استو استات»	۱۴۱
جدول (۳-۵۵): داده‌های طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو متیل استو استات»	۱۴۳
جدول (۳-۵۶): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۴- ایزونیتروزو متیل استو استات»	۱۴۴
جدول (۳-۵۷): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو-۱-۳- دی فنیل-۳- پروپان دی اون»	۱۴۵
جدول (۳-۵۸): داده‌های طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو-۱-۳- دی فنیل پروپان دی اون»	۱۴۷
جدول (۳-۵۹): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو دی متیل مالونات»	۱۴۸
جدول (۳-۶۰): داده‌های طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو دی متیل مالونات»	۱۴۹

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۳-۶۱): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو استوفنون».....	۱۵۱
جدول (۳-۶۲): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو-۲- هیدروکسی استوفنون».....	۱۵۲
جدول (۳-۶۳): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو بنزیل استواسنات».....	۱۵۳
جدول (۳-۶۴): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو متیل-۳- آگزو هگزانات».....	۱۵۵
جدول (۳-۶۵): داده‌های طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو متیل-۳- آگزو هگزانات».....	۱۵۶

فصل اول

- شکل (۱-۱): تاثیر امواج میکروویو بر روی مواد دی الکتریک ۴
- شکل (۲-۱): تاثیر امواج میکروویو بر روی مواد رسانا ۵
- شکل (۳-۱): انجام واکنش ولف کیشنر تحت تاثیر امواج میکروویو ۶
- شکل (۴-۱): باز شدن حلقه آزالاکتونها تحت تاثیر امواج میکروویو ۷
- شکل (۵-۱): انجام واکنش جانشیني نوکلئوفیلی آروماتیکی کلرونیتروبنزن با آمینها در مایع یونی و تحت تاثیر امواج میکروویو ۸
- شکل (۶-۱): نمونه‌ای از واکنشهایی که به طور متداول در ساختار مایعات یونی بکار برده می‌شوند ۱۰
- شکل (۷-۱): نمونه‌ای از کاتیونهایی که بطور متداول در ساختار مایعات یونی بکار برده می‌شوند ۱۱
- شکل (۸-۱): ساختار کلی مشتقات کاتیونی ایمیدازولیوم ۱۳
- شکل (۹-۱): تاثیر طول زنجیر کربنی بر روی مایعات یونی ۱۵
- شکل (۱۰-۱): نمونه‌ای از مایعات یونی که تحت امواج میکروویو سنتز شده‌اند ۱۶
- شکل (۱۱-۱): واکنش در مایعات یونی ناپایدار مانند کلروآلومینات (III) انجام گرفته است ۱۸
- شکل (۱۲-۱): سنتز ۳- ناپروکسن در محیط مایع یونی [bim][BF₄] ۱۹
- شکل (۱۳-۱): انجام واکنش‌های دیلز - آلدِر در محیط مایعات یونی پایدار ۱۹
- شکل (۱۴-۱): انجام واکنش هک در محیط مایع یونی به منظور بازیابی کاتالیزور ۲۰
- شکل (۱۵-۱): انجام واکنش داخل شدن در محیط مایع یونی ۲۱
- شکل (۱۶-۱): انواع بازها مورد استفاده در سنتز ایمیدازولیوم [b-2] و [1] - تیادی آزول ۲ و ۶-دی استخلافی در محیط مایع یونی [bim][PF₆] ۲۲
- شکل (۱۷-۱): انجام اکسیداسیون واکر توسط کاتالیزور PdCl₂ در محیط [C₄C₁im][BF₄] و [C₄C₁im][PF₆] ۲۳
- شکل (۱۸-۱): انجام واکنش مایکل در محیط مایع یونی ۲۳
- شکل (۱۹-۱): انجام واکنش مارکونیکوف در محیط مایع یونی ۲۴
- شکل (۲۰-۱): واکنش سه جزئی آلدئید آروماتیک، مالونونیتریل و α و β- نفتول در محیط مایع یونی ۲۴
- شکل (۲۱-۱): انجام واکنش استریفیکاسیون بر روی فاز جامد آلومینا ۲۶
- شکل (۲۲-۱): انجام واکنش نوناگل بر روی بستر جامد منیزیم اکسید ۲۷

شکل (۱-۲۳): مکانیسم واکنش نوناگل انجام گرفته بر روی بستر جامد.....	۲۷
شکل (۱-۲۴): واکنش سه جرئی ۳- نیتروبنزآلدئید با DMAD و سیکلو هگزیل ایزوسایات.....	۲۸
شکل (۱-۲۵): مکانیسم واکنش سه جرئی ۳- نیتروبنزآلدئید با DMAD و سیکلو هگزیل ایزوسایات.....	۲۹
شکل (۱-۲۶): واکنش سه جرئی فتالآلدئید با DMAD و سیکلو هگزیل ایزوسایات.....	۲۹
شکل (۱-۲۷): واکنش سه جرئی بین استونفتن کوئینون و DMAD و ایزوسیانید.....	۳۰
شکل (۱-۲۸): واکنش سه جرئی بین واکنش DMAD با کرومون ۳- کربوکسی آلدئید و ۴و۵- دی متیل تیزاول.....	۳۱

فصل سوم

شکل (۱-۳): مکانیسم واکنشهای ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار با DMAD.....	۵۵
شکل (۲-۳): ساختار ترکیب «تترا متیل aH ۵- دی بنزو [b,d] تیزاول- ۶و۷و۸و۹- تترا کربوکسیلات».....	۵۵
شکل (۳-۳): طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل aH ۵- دی بنزو [b,d] تیزاول- ۶و۷و۸و۹- تترا کربوکسیلات».....	۵۶
شکل (۴-۳): طیف NMR ترکیب «تترا متیل aH ۵- دی بنزو [b,d] تیزاول- ۶و۷و۸و۹- تترا کربوکسیلات».....	۵۷
شکل (۵-۳): ساختار ترکیب «تترا متیل bH ۱۱- بنزو [a] کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۵۸
شکل (۶-۳): طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل bH ۱۱- بنزو [a] کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۵۹
شکل (۷-۳): طیف NMR ترکیب «تترا متیل bH ۱۱- بنزو [a] کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۰
شکل (۸-۳): ساختار ترکیب «تترا متیل bH ۱۱- بنزو [c] کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۲
شکل (۹-۳): طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل bH ۱۱- بنزو [c] کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۲
شکل (۱۰-۳): طیف NMR ترکیب «تترا متیل bH ۱۱- بنزو [c] کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۳
شکل (۱۱-۳): ساختار ترکیب «تترا متیل ۹- برمو- ۹ aH- کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۵
شکل (۱۲-۳): طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل ۹- برمو- ۹ aH- کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۵
شکل (۱۳-۳): طیف NMR ترکیب «تترا متیل ۹- برمو- ۹ aH- کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۶
شکل (۱۴-۳): ساختار ترکیب «تترا متیل ۹aH- کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۷
شکل (۱۵-۳): طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل ۹aH- کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۸
شکل (۱۶-۳): طیف NMR ترکیب «تترا متیل ۹aH- کینولیزین- ۱و۲و۳و۴- تتراکربوکسیلات».....	۶۹
شکل (۱۷-۳): ساختار ترکیب «متیل پیرازولول [b-۱و۲] بنزوتری آزول- ۳- کربوکسیلات- ۱- آنیون متوکسید».....	۷۰

شکل (۳-۱۸): طیف FT-IR ترکیب «متیل پیرازولو [b-۱و۲] بنزوتری آزول-۳- کربوکسیلات-۱- آنیون متوکسید».. ۷۱	
شکل (۳-۱۹): طیف NMR ترکیب «متیل پیرازولو [b-۱و۲] بنزوتری آزول-۳- کربوکسیلات-۱- آنیون متوکسید»... ۷۲	
شکل (۳-۲۰): ساختار ترکیب «تترا متیل ۷و۸- دی متیل بنزو [b] بنز ایמידازول-۲و۳و۴و۵- تترا کربوکسیلات»..... ۷۳	
شکل (۳-۲۱): طیف FT-IR ترکیب «تترا متیل ۷و۸- دی متیل بنزو [b] بنز ایמידازول-۲و۳و۴و۵- تترا کربوکسیلات» ۷۴	
شکل (۳-۲۲): مکانیسم واکنش سه جزئی ترکیبات هتروسیکل نیتروژن دار، مشتقات بنزآلدهید و DMAD..... ۷۶	
شکل (۳-۲۳): ساختار ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۹و۲]- ۲- (۲- هیدروکسی فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول»..... ۷۶	
شکل (۳-۲۴): طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۹و۲]- ۲- (۲- هیدروکسی فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول»..... ۷۷	
شکل (۳-۲۵): طیف NMR ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۹و۲]- ۲- (۲- هیدروکسی فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول»..... ۷۸	
شکل (۳-۲۶): ساختار ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۹و۲]- ۲- (۲- نیترو فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول»..... ۷۹	
شکل (۳-۲۷): طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۹و۲]- ۲- (۲- نیترو فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول»..... ۸۰	
شکل (۳-۲۸): طیف NMR ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۹و۲]- ۲- (۲- نیترو فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو بنزوتیازول»..... ۸۱	
شکل (۳-۲۹): ساختار ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۱۱و۲]- ۲- (۲- هیدروکسی فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو ایزو کینولین»..... ۸۳	
شکل (۳-۳۰): طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۱۱و۲]- ۲- (۲- هیدروکسی فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو ایزو کینولین»..... ۸۳	
شکل (۳-۳۱): ساختار ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۱۱و۲]- ۲- (۲- نیترو فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو ایزو کینولین»..... ۸۴	
شکل (۳-۳۲): طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۱۱و۲]- ۲- (۲- نیترو فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو ایزو کینولین»..... ۸۵	
شکل (۳-۳۳): ساختار ترکیب «۳و۴- دی متیل - [a-H ۸و۲]- ۲- (۲- نیترو فنیل)- ۳و۴- دی کربوکسیلات اگزازینو پیریدین»..... ۸۶	

شکل (۳-۳۴): طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۲و۸]-۲-(۲-نیترو فنیل)-۳و۴-دی کربوکسیلات	۸۶
شکل (۳-۳۵): ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۲و۸]-۲-(۲-نیترو فنیل)-۳و۴-دی کربوکسیلات آگزازینو ۳-	۸۷
شکل (۳-۳۶): طیف FT-IR ترکیب «۳و۴- دی متیل- [a-H ۲و۸]-۲-(۲-نیترو فنیل)-۳و۴-دی کربوکسیلات	۸۸
شکل (۳-۳۷): مکانیسم سنتز مایعات یونی	۹۰
شکل (۳-۳۸): ساختار ترکیب «۱- (۴- هیدروکسی بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۱
شکل (۳-۳۹): طیف FT-IR ترکیب «۱- (۴- هیدروکسی بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۱
شکل (۳-۴۰): طیف C-NMR ترکیب «۱- (۴- هیدروکسی بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۲
شکل (۳-۴۱): ساختار ترکیب «۱- (۴- نیتريتو بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۳
شکل (۳-۴۲): طیف FT-IR ترکیب «۱- (۴- نیتريتو بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۴
شکل (۳-۴۳): طیف NMR ترکیب «۱- (۴- نیتريتو بوتیل)-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید»	۹۵
شکل (۳-۴۴): مکانیسم دیازوتاسیون مشتقات آنیلین و واکنش کوپل دیازونیوم حاصل با ترکیبات آروماتیک فعال	۹۸
شکل (۳-۴۵): ساختار ترکیب «۲- (پارا نیتروفنیلازو)-۲- نفتول»	۹۹
شکل (۳-۴۶): طیف FT-IR ترکیب «۲- (پارا نیتروفنیلازو)-۲- نفتول»	۹۹
شکل (۳-۴۷): طیف NMR ترکیب «۲- (پارا نیتروفنیلازو)-۲- نفتول»	۱۰۰
شکل (۳-۴۸): ساختار ترکیب «۴- (پارا نیتروفنیلازو)-N,N- دی متیل آنیلین»	۱۰۲
شکل (۳-۴۹): طیف FT-IR ترکیب «۴- (پارا نیتروفنیلازو)-N,N- دی متیل آنیلین»	۱۰۲
شکل (۳-۵۰): طیف NMR ترکیب «۴- (پارا نیتروفنیلازو)-N,N- دی متیل آنیلین»	۱۰۳
شکل (۳-۵۱): ساختار ترکیب «۴- فنیلازو-N,N- دی متیل آنیلین»	۱۰۵
شکل (۳-۵۲): طیف FT-IR ترکیب «۴- فنیلازو-N,N- دی متیل آنیلین»	۱۰۵
شکل (۳-۵۳): ساختار ترکیب «۱- فنیلازو-۲- نفتول»	۱۰۶
شکل (۳-۵۴): طیف FT-IR ترکیب «۱- فنیلازو-۲- نفتول»	۱۰۶
شکل (۳-۵۵): ساختار ترکیب «۴- (پارا نیتروفنیلازو)-۱- نفتول»	۱۰۷
شکل (۳-۵۶): طیف FT-IR ترکیب «۴- (پارا نیتروفنیلازو)-۱- نفتول»	۱۰۸

۱۰۹	شکل (۳-۵۷): ساختار ترکیب «۴- فنیلازو-۱- نفتول»
۱۰۹	شکل (۳-۵۸): طیف FT-IR ترکیب «۴- فنیلازو-۱- نفتول»
۱۱۰	شکل (۳-۵۹): ساختار ترکیب «۴- (پارا نیترو فنیلازو)-۱- فنول»
۱۱۱	شکل (۳-۶۰): طیف FT-IR ترکیب «۴- (پارا نیترو فنیلازو)-۱- فنول»
۱۱۲	شکل (۳-۶۱): ساختار ترکیب «۴- فنیلازو-۱- فنول»
۱۱۲	شکل (۳-۶۲): طیف FT-IR ترکیب «۴- فنیلازو-۱- فنول»
۱۱۳	شکل (۳-۶۳): ساختار ترکیب «۴- (پارا نیترو فنیلازو)- سالسیل آلدهید»
۱۱۳	شکل (۳-۶۴): طیف FT-IR ترکیب «۴- (پارا نیترو فنیلازو)- سالسیل آلدهید»
۱۱۴	شکل (۳-۶۵): ساختار ترکیب «۴- فنیلازو- سالسیل آلدهید»
۱۱۵	شکل (۳-۶۶): طیف FT-IR ترکیب «۴- فنیلازو- سالسیل آلدهید»
۱۱۷	شکل (۳-۶۷): مکانیسم واکنش نیتروزاسیون ترکیبات آروماتیک با استفاده از معرف IL-ONO
۱۱۸	شکل (۳-۶۸): ساختار ترکیب «۱- نیتروزو-۲- نفتول»
۱۱۸	شکل (۳-۶۹): طیف FT-IR ترکیب «۱- نیتروزو-۲- نفتول»
۱۱۹	شکل (۳-۷۰): طیف NMR ترکیب «۱- نیتروزو-۲- نفتول»
۱۲۰	شکل (۳-۷۱): ساختار ترکیب «۲- نیتروزو-۱- نفتول»
۱۲۱	شکل (۳-۷۲): طیف FT-IR ترکیب «۲- نیتروزو-۱- نفتول»
۱۲۲	شکل (۳-۷۳): طیف NMR ترکیب «۲- نیتروزو-۱- نفتول»
۱۲۳	شکل (۳-۷۴): ساختار ترکیب «۲- نیتروزو هیدروکینون»
۱۲۳	شکل (۳-۷۵): طیف FT-IR ترکیب «۲- نیتروزو هیدروکینون»
۱۲۴	شکل (۳-۷۶): طیف NMR ترکیب «۲- نیتروزو هیدروکینون»
۱۲۵	شکل (۳-۷۷): ساختار ترکیب «۴- نیتروزو متاکروزول»
۱۲۵	شکل (۳-۷۸): طیف FT-IR ترکیب «۴- نیتروزو متاکروزول»
۱۲۶	شکل (۳-۷۹): طیف NMR ترکیب «۴- نیتروزو متاکروزول»
۱۲۷	شکل (۳-۸۰): ساختار ترکیب «نیتروزو رزورسینول»
۱۲۸	شکل (۳-۸۱): طیف FT-IR ترکیب «نیتروزو رزورسینول»
۱۲۹	شکل (۳-۸۲): ساختار ترکیب «۴- نیتروزو فنول»

۱۲۹	شکل (۳-۸۳): طیف FT-IR ترکیب «۴- نیتروزو فنول»
۱۳۰	شکل (۳-۸۴): ساختار ترکیب «۴- نیتروزو N,N- دی متیل آنیلین»
۱۳۰	شکل (۳-۸۵): طیف FT-IR ترکیب «۴- نیتروزو N,N- دی متیل آنیلین»
۱۳۱	شکل (۳-۸۶): ساختار ترکیب «۴- نیتروزو کاتگول»
۱۳۲	شکل (۳-۸۷): طیف FT-IR ترکیب «۴- نیتروزو کاتگول»
۱۳۴	شکل (۳-۸۸): مکانیسم واکنش کتونهای با گروه CH ₂ مجاور کربونیل با IL-ONO
۱۳۵	شکل (۳-۸۹): ساختار ترکیب «۲- ایزونیتروزو بنزویل استون»
۱۳۵	شکل (۳-۹۰): طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو بنزویل استون»
۱۳۶	شکل (۳-۹۱): طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو بنزویل استون»
۱۳۷	شکل (۳-۹۲): ساختار ترکیب «۲- ایزونیتروزو مالونامید»
۱۳۸	شکل (۳-۹۳): طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو مالونامید»
۱۳۹	شکل (۳-۹۴): طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو مالونامید»
۱۴۰	شکل (۳-۹۵): ساختار ترکیب «۲- ایزونیتروزو متیل استو استات»
۱۴۱	شکل (۳-۹۶): طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو متیل استو استات»
۱۴۲	شکل (۳-۹۷): طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو متیل استو استات»
۱۴۳	شکل (۳-۹۸): ساختار ترکیب «۴- ایزونیتروزو متیل استو استات»
۱۴۳	شکل (۳-۹۹): طیف FT-IR ترکیب «۴- ایزونیتروزو متیل استو استات»
۱۴۴	شکل (۳-۱۰۰): ساختار ترکیب «۲- ایزونیتروزو-۳و۱- دی فنیل-۳و۱- پروپان دی اون»
۱۴۵	شکل (۳-۱۰۱): طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو-۳و۱- دی فنیل-۳و۱- پروپان دی اون»
۱۴۶	شکل (۳-۱۰۲): طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو-۳و۱- دی فنیل-۳و۱- پروپان دی اون»
۱۴۷	شکل (۳-۱۰۳): ساختار ترکیب «۲- ایزونیتروزو دی متیل مالونات»
۱۴۸	شکل (۳-۱۰۴): طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو دی متیل مالونات»
۱۴۹	شکل (۳-۱۰۵): طیف NMR ترکیب «۲- ایزونیتروزو دی متیل مالونات»
۱۵۰	شکل (۳-۱۰۶): ساختار ترکیب «۲- ایزونیتروزو استوفنون»
۱۵۰	شکل (۳-۱۰۷): طیف FT-IR ترکیب «۲- ایزونیتروزو استوفنون»
۱۵۱	شکل (۳-۱۰۸): ساختار ترکیب «۲- ایزونیتروزو-۲- هیدروکسی استوفنون»