بسم الله الرحمن الرحيم

پردیس دانشگاهی

گروه شیمی

گرایش معدنی

کاربرد نانو کاتالیست‌های فلزات واسطه به عنوان کاتالیزور ناهمگن در سنتز هدفمند ترکیبات آلی

از:

امیرعلی علیزاده شاد فومنی

استادان راهنما :

دکتر خلیل طباطباییان

دکتر عبدالله فلاح شجاعی

شهریور ۱۳۹۳

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

پشتیبان بی قید و شرط

و همیشگی ام

خورشید هایی که هر گاه دنیا برایم

به تاریکی می گراید، روشنای راهم هستند.

و تنها مأوای امن من

تشکر ویژه دارم از خانواده عزیزم

پدر و مادر عزیزم به خاطر عشق و حمایت مدامشان

و خواهران خوبم که حضورشان همیشه موجب دلگرمی من است و همواره مشوق من بوده اند، بسیار متشکرم.

از اساتید راهنمای فرهیخته و بزرگوار، جناب آقای دکتر خلیل طباطباییان و دکتر عبدالله فلاح شجاعی که در همه حال با جدیت، حساسیت و دقت فراوان مرا بی دریغ راهنمایی نمودند. صبر و حوصله ایشان به من فرصت داد، تا نه تنها این پروژه را انجام دهم بلکه روح پژوهش کردن را بیاموزم .از ایشان بسیار بسیار متشکرم و میدانم این جمله به هیچ وجه بیانگر آن چه حس می کنم نیست.

از جناب دکتر خورشیدی و سرکار خانم دکتر مرادی که زحمت داوری این پروژه را کشیدند، متشکرم.

از آقایان:علی داداشی، تورج افتخاری و میلاد محمدصفت، سرکار خانم‌ها: محدثه صفرپور، مهناز شمس، بنفشه احمدی، نرگس فلاح معافی و لیلا یونس‌پور به خاطر راهنمایی‌های ارزشمندشان، بسیار متشکرم.

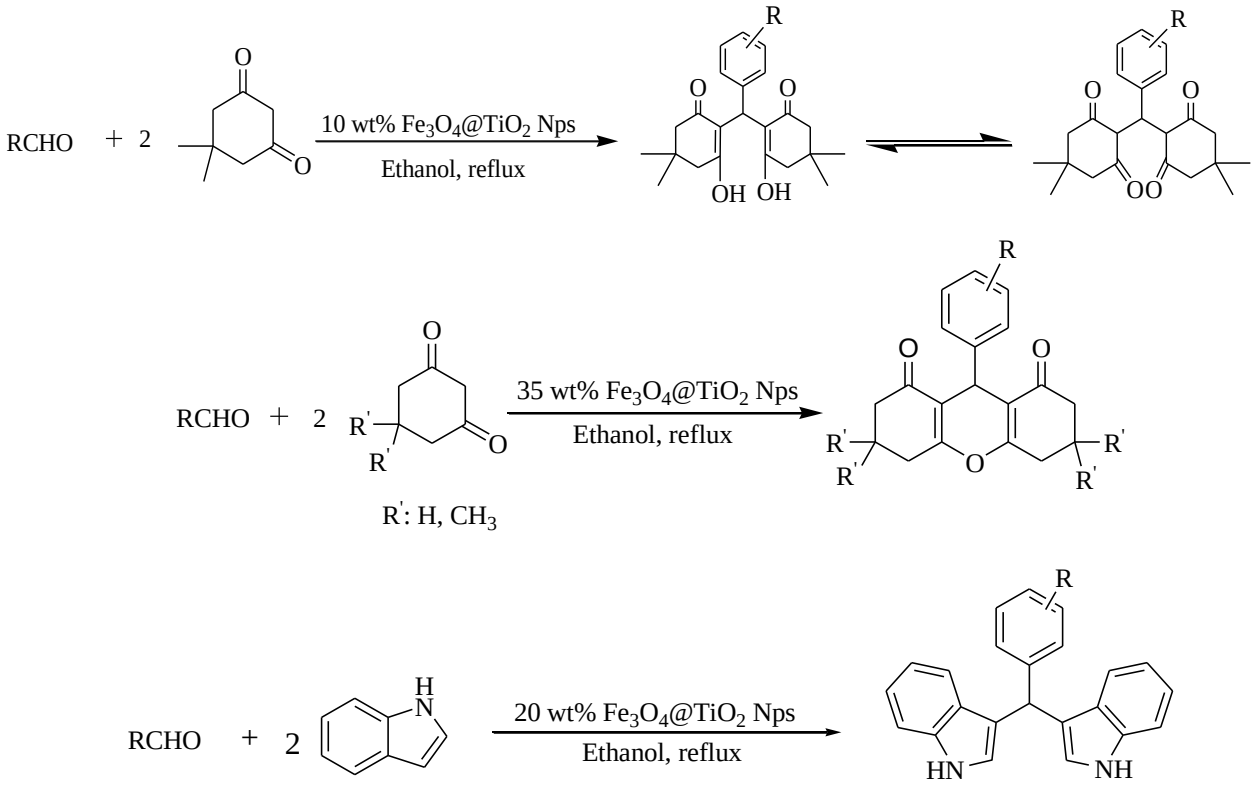
همچنین از سایر دوستانم در آزمایشگاه تحقیقاتی دکتر طباطباییان و دکتر فلاح شجاعی و سایر آزمایشگاه-ها سپاسگزارم.

چکیده

کاربرد نانو کاتالیست‌های فلزات واسطه به عنوان کاتالیزور ناهمگن در سنتز هدفمند ترکیبات آلی

امیرعلی علیزاده شاد فومنی

مشتقات تتراکتون‌ها، ۸،۱-دی اکساهیدروزانتن‌ها و بیس ایندولیل متان‌ها از جمله مهمترین ترکیبات فعال بیولوژیکی هستند که سنتز آن‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته است. لذا دست یابی به کاتالیزوری کارآمد مورد توجه قرار گرفت. در این پژوهش نانو ذرات اکسید آهن پوشیده شده با TiO_2 به کمک روش‌های هم‌رسوبی و سل-ژل سنتز گردید. ساختار، اندازه و مورفولوژی نانو ذرات سنتز شده به وسیله روش‌های XRD، SEM، TEM و EDX مورد بررسی قرار گرفت. فعالیت این نانوذرات به عنوان کاتالیزور ناهمگن در سنتز مشتقات تتراکتون‌ها، ۸،۱-دی اکساهیدروزانتن‌ها و بیس ایندولیل متان‌ها مورد بررسی قرار گرفت که مشتقات مربوطه با بازده بالا در مدت زمان کوتاه سنتز شدند.



کلید واژه: نانوذرات مغناطیسی $Fe_3O_4@TiO_2$، تتراکتون، ۸،۱- دی اکساهیدروزانتن و بیس ایندولیل متان

عنوان صفحه

فهرست مطالب.....ت

فهرست جداول.....ز

فهرست شماها.....ژ

فهرست اشکال.....ش

چکیده فارسی.....ض

چکیده انگلیسی.....ط

فصل اول: مقدمه

۱-۱-مقدمه.....۲

۱-۲-کاتالیزورها و انواع آن‌ها.....۳

۱-۳-نانو کاتالیزورها.....۳

۱-۴-نانوذرات مغناطیسی.....۴

۱-۵- انواع نانوذرات اکسید آهن.....۴

۱-۶-سنتز نانوذرات اکسید آهن.....۵

۱-۶-۱-هم‌رسوبی.....۵

۱-۶-۲-تجزیه حرارتی.....۶

۱-۶-۳-میکروامولسیون.....۶

۱-۶-۴-سنتز هیدروترمال.....۷

۱-۶-۵-سنتز سل-ژل.....۷

۱-۷-برخی کاربردهای نانوذرات اکسید آهن در سنتز ترکیبات آلی.....۸

۱-۷-۱-سنتز اکسیم‌ها.....۸

۱-۷-۲-سنتز مونو، بیس، تریس دی‌ایندولیل‌ها.....۸

۱-۷-۳-سنتز کومارین‌ها.....۸

۱-۷-۴-سنتز آمیدوآلکیل نفتول‌ها.....۹

۱-۸-برخی کاربردهای نانوذرات اکسید آهن ساپورت شده در سنتز ترکیبات آلی.....۹

۱-۸-۱-سنتز بیس ایندولیل متان‌ها به وسیله نانو کاتالیزور $H_5PW_{10}O_4/TIP\text{-}Fe_3O_4$.....۹

۱-۸-۲-نانو کامپوزیت $ZrO_2\text{-}Al_2O_3\text{-}Fe_3O_4$ در واکنش چند جزئی بایجینلی.....۱۰

۱-۸-۳-سنتز تتراکتون‌ها در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@SiO_2\text{-}SO_3H$.....۱۰

۱-۸-۴-سنتز مشتقات پیرانو[۳و۲-c]کرومن‌ها و تتراهیدرو-۴H-کرومن‌ها به وسیله نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@SiO_2\text{-}Met$.....۱۱

۱-۹-تیتانیم دی‌اکسید(TiO_2).....۱۲

۱-۱۰-۱-برخی کاربردهای تیتانیم دی‌اکسید در واکنش‌های آلی.....۱۳

۱-۱۰-۱-سنتز کینوکسالین‌ها.....۱۴

۱-۱۰-۲-سنتز بیس ایندولیل متان‌ها.....۱۴

۱-۱۰-۳-آلکیلاسیون فریدل-کرافتس ایندول‌ها و اپوکسیدها.....۱۴

۱-۱۰-۴سنتز آلفا-آمینوفسفونات‌ها.....۱۵

۱-۱۱-مشتق‌های اصلاح شده با تیتانیم دی‌اکسید.....۱۵

۱-۱۱-۱-استفاده از نانو $TiO_2\text{-}P_{25}\text{-}SO_4^{2-}$ در سنتز کینوکسالین‌ها، دی پیریدوفنازین‌ها و چالکون‌ها.....۱۶

۱-۱۱-۲-$Au\text{-}TiO_2$.....۱۶

۱-۱۱-۳-$TiO_2\text{-}SO_4^{2-}$.....۱۷

۱-۱۱-۴-$Pt\text{-}TiO_2$.....۱۸

۱-۱۲-زانتن‌ها.....۱۸

۱-۱۳-تتراکتون‌ها.....۱۹

۱-۱۴-بیس ایندولیل متان‌ها..... ۲۰

فصل دوم: بحث و نتیجه گیری

۲-۱-هدف از تحقیق..... ۲۳

۲-۲-سنتز نانوذرات اکسید آهن..... ۲۳

۲-۲-۱-بررسی ساختار نانوذرات اکسید آهن توسط آنالیز FT-IR..... ۲۳

۲-۲-۲- بررسی ساختار نانوذرات اکسید آهن توسط کریستالوگرافی XRD..... ۲۴

۲-۲-۳-بررسی ساختار نانوذرات اکسید آهن توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی..... ۲۵

۲-۲-۴-الگوی EDX نمونه سنتز شده اکسید آهن..... ۲۵

۲-۲-۵-بررسی ساختار نانوذرات اکسید آهن توسط میکروسکوپ الکترونی عبوری..... ۲۶

۲-۳- سنتز نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۲۶

۲-۳-۱- بررسی ساخار نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$ توسط آنالیز FT-IR..... ۲۷

۲-۳-۲- بررسی ساختار نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$ توسط کریستالوگرافی XRD..... ۲۷

۲-۳-۳- بررسی ساختار نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$ توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی..... ۲۸

۲-۳-۴- الگوی EDX نمونه سنتز شده $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۲۸

۲-۳-۵- بررسی ساختار نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$ توسط میکروسکوپ الکترونی عبوری..... ۲۹

۲-۴- سنتز تتراکتون‌ها..... ۳۰

۲-۴-۱- سنتز آریل متیلن [بیس (۳-هیدروکسی-۲-سیکلوهگزن-۱-اون‌ها)] توسط نانو کاتالیزور$Fe_3O_4@TiO_2$..... ۳۰

۲-۴-۲- شرایط بهینه واکنش..... ۳۱

۲-۴-۳- مکانیسم واکنش تراکمی آلدهیدها با دایمدون..... ۳۳

۲-۴-۴- اطلاعات مربوط به مشتقات سنتز شده آریل متیلن [بیس (۳-هیدروکسی-۲-سیکلوهگزن-۱-اون‌ها)]..... ۳۴

۲-۴-۵- شناسایی ترکیبات آریل متیلن [بیس (۳-هیدروکسی-۲-سیکلوهگزن-۱-اون‌ها)]..... ۳۶

۲-۴-۶- شناسایی مشتق ۴،۳-دی فلوئورو-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۳۸

۲-۴-۷- مقایسه شرایط و عملکرد کاتالیزورهای مختلف در سنتز آریل متیلن [بیس (۳-هیدروکسی-۲-سیکلوهگزن-۱-اون-ها)]..... ۴۰

۲-۴-۸- بررسی قابلیت بازیابی کاتالیزور..... ۴۱

۲-۵- سنتز ۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن‌ها..... ۴۱

۲-۵-۱- شرایط بهینه واکنش..... ۴۳

۲-۵-۲- اطلاعات مربوط به مشتقات سنتز شده ۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن‌ها..... ۴۵

۲-۵-۳- شناسایی ترکیبات ۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن‌ها..... ۴۸

۲-۵-۴- شناسایی مشتق جدید ۳،۳،۶،۶-تترامتیل-۹-(۴،۳- دی فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۵۰

۲-۵-۶-مقایسه شرایط و عملکرد کاتالیزورهای مختلف در سنتز ۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن‌ها..... ۵۱

۲-۵-۷- بررسی قابلیت بازیابی کاتالیزور..... ۵۳

۲-۶- سنتز بیس ایندولیل متان‌ها..... ۵۳

۲-۶-۱-بهینه کردن شرایط واکنش..... ۵۴

۲-۶-۲- اطلاعات مربوط به مشتقات سنتز شده بیس ایندولیل متان‌ها..... ۵۵

۲-۶-۳- شناسایی ترکیب ۳،´۳-بیس (ایندول)-فنیل متان..... ۵۷

۲-۶-۴-مقایسه شرایط و عملکرد کاتالیزورهای مختلف در سنتز بیس ایندولیل متان‌ها..... ۵۹

۲-۶-۵- بررسی قابلیت بازیابی کاتالیزور..... ۶۰

۲-۶-۶- مکانیسم واکنش سنتز بیس ایندولیل متان‌ها در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۶۰

۲-۷-نتیجه گیری..... ۶۲

۲-۸-پیشنهاد برای کارهای آینده..... ۶

فصل سوم: کارهای تجربی

۳-۱-تکنیک عمومی..... ۶۴

۳-۲- سنتز نانو ذرات Fe_3O_4..... ۶۵

۳-۳- سنتز نانو ذرات $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۶۵

۳-۴- روش عمومی تهیه تتراکتون‌ها در حضور کاتالیزور نانو $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۶۵

۳-۴-۱- سنتز فنیل-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۶

۳-۴-۲- سنتز ۴-نیترو-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۶

۳-۴-۳- سنتز ۳-نیترو-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۷

۳-۴-۴- سنتز ۴-کلرو-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۷

۳-۴-۵- سنتز ۴-هیدروکسی-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۷

۳-۴-۶- سنتز ۴-برمو-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۸

۳-۴-۷- سنتز ۳-برمو-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۸

۳-۴-۸- سنتز ۴-متوکسی-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۹

۳-۴-۹- سنتز ۴-فلوئورو-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۹

۳-۴-۱۰- سنتز ۳،۴-دی‌فلوئورو-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)]..... ۶۹

۳-۵- روش عمومی تهیه۱و۸-دی اکسو-اکتاهیدروزانتن‌ها در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۷۰

۳-۵-۱- سنتز۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۰

۳-۵-۲- سنتز۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-نیتروفنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۱

۳-۵-۳- سنتز۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۳-نیتروفنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۱

۳-۵-۴- سنتز۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-کلروفنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۲

۳-۵-۵- سنتز۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-هیدروکسی فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۲

۳-۵-۶- سنتز۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-برمو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۳

۳-۵-۷- سنتز۶،۶،۳،۳-تترا متیل-۹-(۳-برمو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۳

۳-۵-۸- سنتز۶،۶،۳،۳-تترا متیل-۹-(۴-متوکسی فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۳

۳-۵-۹- سنتز۶،۶،۳،۳-تترا متیل-۹-(۴-فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۴

۳-۵-۱۰- سنتز۶،۶،۳،۳-تترا متیل-۹-(۴،۳-دی‌فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۷۴

۳-۵-۱۱- سنتز ۹-(فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۷۵

۳-۵-۱۲- سنتز ۹-(۴-نیترو فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۷۵

۳-۵-۱۳- سنتز ۹-(۳-نیترو فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۷۶

۳-۵-۱۴- سنتز ۹-(۴-کلرو فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۷۶

۳-۵-۱۵- سنتز ۹-(۴-متوکسی فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۷۶

۳-۵-۱۶- سنتز ۹-(۴-هیدروکسی فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۷۷

۳-۶- روش عمومی تهیه بیس ایندولیل متان‌ها در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۷۷

۳-۶-۱- سنتز ۳و۳′-بیس(ایندولیل)فنیل متان..... ۷۸

۳-۶-۲- سنتز ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-نیترو فنیل متان..... ۷۸

۳-۶-۳- سنتز ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۲-کلرو فنیل متان..... ۷۹

۳-۶-۴- سنتز ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-برمو فنیل متان..... ۷۹

۳-۶-۵- سنتز ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-متیل فنیل متان..... ۷۹

۳-۶-۶- سنتز ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-متوکسی فنیل متان..... ۸۰

۳-۶-۷- سنتز ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-هیدروکسی فنیل متان..... ۸۰

فصل چهارم: طیف‌ها

طیف FT-IR فنیل-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۸۳

طیف FT-IR ۴-نیترو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۸۴

طیف FT-IR ۳-نیترو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۸۵

طیف FT-IR ۴-کلرو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۸۶

طیف FT-IR ۴-هیدروکسی-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۸۷

طیف FT-IR ۴-برمو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۸۸

طیف FT-IR ۳-برمو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۸۹

طیف FT-IR ۴-متوکسی-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۹۰

طیف FT-IR ۴-فلوئورو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۹۱

طیف FT-IR ۴،۳-دی‌فلوئورو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۹۲

طیف ^{1}H NMR ۴،۳-دی‌فلوئورو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۹۳

طیف IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن.....۹۴

طیف FT-IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-نیتروفنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن.....۹۵

طیف IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۳-نیتروفنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن.....۹۶

طیف FT-IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-کلروفنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن.....۹۷

طیف IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-هیدروکسی فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن.....۹۸

طیف IR طیف IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-برمو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن.....۹۹

طیف IR ۳،۳،۶،۶-تترامتیل-۹-(۳-برمو فنیل)- ۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن.....۱۰۰

طیف IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-متوکسی فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن.....۱۰۱

طیف IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن.....۱۰۲

طیف FT-IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴،۳-دی‌فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۱۰۳

طیف ^{1}H NMR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴،۳-دی‌فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۱۰۴

طیف ^{1}H NMR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴،۳-دی‌فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۱۰۵

طیف IR ۹-(فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۱۰۶

طیف IR ۹-(۴-نیترو فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۱۰۷

طیف IR ۹-(۳-نیترو فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۱۰۸

طیف IR ۹-(۴-کلرو فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۱۰۹

طیف IR ۹-(۴-متوکسی فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۱۱۰

طیف IR ۹-(۴-هیدروکسی فنیل) ۳، ۴، ۶، ۷- تترا هیدرو- ۲H- زانتن-۱، ۸- (۵H ، ۹H)-دی اون..... ۱۱۱

طیف IR ۳و۳′-بیس(ایندولیل)فنیل متان..... ۱۱۲

طیف IR ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-نیترو فنیل متان..... ۱۱۳

طیف IR ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۲-کلرو فنیل متان..... ۱۱۴

طیف IR ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-برمو فنیل متان..... ۱۱۵

طیف IR ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-متیل فنیل متان..... ۱۱۶

طیف IR ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-متوکسی فنیل متان..... ۱۱۷

طیف IR ۳و۳′-بیس(ایندولیل)-۴-هیدروکسی فنیل متان..... ۱۱۸

طیف FT-IR نانوذرات Fe_3O_4..... ۱۱۹

الگوی XRD نانوذرات Fe_3O_4..... ۱۲۰

الگوی EDX نانوذرات Fe_3O_4..... ۱۲۱

طیف FT-IR نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۱۲۲

الگوی XRD نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۱۲۳

الگوی EDX نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$ ۱۲۴

مراجع ۱۲۶

ضمائم ۱۳۳

عنوان صفحه

شکل (۱-۱): ساختار کریستالی مگمیت (آ) و مگنتیت (ب).....۵

شکل (۱-۲): مکانیزم تهیه نانوذرات از میکروامولسیون.....۷

شکل (۱-۳): (الف) روتیل(n_D=۲/۶۰۹)، (ب) بروکیت(n_D=۲/۵۸۳)، (پ) آناتاز(n_D=۲/۴۸۸).....۱۲

شکل (۱-۴): (الف) ساختار سلول واحد فاز روتیل (ب) ساختار سلول واحد فاز آناتاز(پ) ساختار سلول واحد فاز بروکیت.....۱۳

شکل (۲-۱): طیف FT-IR نانوذرات اکسید آهن.....۲۴

شکل(۲-۲): الگوی XRD نانوذرات اکسید آهن.....۲۴

شکل (۲-۳): تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) نانوذرات اکسید آهن.....۲۵

شکل (۲-۴): الگوی آنالیز عنصری (EDX) نانوذرات اکسید آهن.....۲۵

شکل (۲-۵): تصویر میکروسکوپ الکترونی (TEM) نانوذرات اکسید آهن.....۲۶

شکل (۲-۶): طیف FT-IR نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$.....۲۷

شکل (۲-۷): الگوی XRD نانوذرات سنتز شده $Fe_3O_4@TiO_2$.....۲۷

شکل (۲-۸): تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$.....۲۸

شکل (۲-۹): الگوی آنالیز عنصری (EDX) نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$ سنتز شده.....۲۹

شکل (۲-۱۰): تصویر میکروسکوپ الکترونی (TEM) نانوذرات $Fe_3O_4@TiO_2$.....۲۹

شکل (۲-۱۱): طیف FT-IR ۴-نیترو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۳۶

شکل (۲-۱۲): طیف ^1H NMR ۴-نیترو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)] در حلال $CDCl_3$.....۳۷

شکل (۲-۱۳): طیف FT-IR ۴،۳-دی‌فلوئورو-۲،۲´-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)].....۳۸

شکل (۲-۱۴): طیف ^1H NMR ۴،۳-دی‌فلوئورو-۲،´۲-آریل متیلن [بیس(۳-هیدروکسی-۵،۵-دی متیل-۲-سیکلوهگزن-۱-اون)] در حلال $CDCl_3$..... ۳۹

شکل (۲-۱۵): اطلاعات مربوط به تعداد دفعات استفاده مجدد از نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۴۱

شکل (۲-۱۶): طیف IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی‌اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۴۸

شکل (۲-۱۷): طیف ^1H NMR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴-فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۴۹

شکل (۲-۱۸): طیف FT-IR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴،۳-دی فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۵۰

شکل (۲-۱۹): طیف ^1H NMR ۳،۳،۶،۶-تترا متیل-۹-(۴،۳-دی‌فلوئورو فنیل)-۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن..... ۵۱

شکل (۲-۲۰): اطلاعات مربوط به تعداد دفعات استفاده مجدد از نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۵۳

شکل (۲-۲۱): طیف IR ۳،´۳-بیس (ایندول)-فنیل متان..... ۵۸

شکل(۲-۲۲): اطلاعات مربوط به تعداد دفعات استفاده مجدد از نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۶۰

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول(۲-۱): تأثیر حلال بر روی واکنش پایه در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۳۱

جدول(۲-۱): تأثیر حلال بر روی واکنش پایه در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۳۲

جدول (۲-۳): تأثیر دما بر واکنش پایه در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$ تحت شرایط رفلاکس در اتانول..... ۳۲

جدول (۲-۴): اطلاعات مربوط به آریل متیلن [بیس (۳-هیدروکسی-۲-سیکلوهگزن-۱-اون‌ها)] سنتز شده در شرایط رفلاکس..... ۳۴

جدول(۲-۵): مقایسه کارایی $Fe_3O_4@TiO_2$ نسبت به کاتالیزورهای دیگر برای سنتز تتراکتون‌ها..... ۴۰

جدول (۲-۶): تأثیر غلظت نانو کاتالیزور$Fe_3O_4@TiO_2$ در واکنش ۴-نیترو بنزآلدهید و دایمدون..... ۴۳

جدول (۲-۷): تأثیر حلال بر روی واکنش بین ۴- نیترو بنزآلدهید و دایمدون در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۴۳

جدول (۲-۸): تأثیر دما بر روی واکنش بین ۴- نیترو بنزآلدهید و دایمدون در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۴۴

جدول (۲-۹): اطلاعات مربوط به ۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن سنتز شده در شرایط رفلاکس..... ۴۵

جدول (۲-۱۰): مقایسه کارایی $Fe_3O_4@TiO_2$ نسبت به کاتالیزورهای دیگر برای سنتز ۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن‌ها..... ۵۲

جدول(۲-۱۱): تأثیر حلال بر روی واکنش پایه در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۵۴

جدول (۲-۱۲): تأثیر غلظت کاتالیزور بر روی واکنش پایه در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۵۵

جدول (۲-۱۳): تاثیر دما بر روی واکنش پایه در حضور نانو کاتالیزور $Fe_3O_4@TiO_2$..... ۵۵

جدول (۲-۱۴): اطلاعات مربوط به بیس ایندولیل متان‌های سنتز شده در شرایط رفلاکس..... ۵۶

جدول (۲-۱۵): مقایسه کارایی $Fe_3O_4@TiO_2$نسبت به کاتالیزورهای دیگر برای سنتز بیس ایندولیل متان‌ها..... ۵۹

عنوان صفحه

شمای (۱-۱): واکنش سنتز اکسیم ها در حضور نانو Fe_3O_4.....۸

شمای (۱-۲): واکنش سنتز دی‌ایندولیل متان‌ها در حضور نانو Fe_3O_4.....۸

شمای (۱-۳): واکنش سنتز کومارین‌ها در حضور نانو Fe_3O_4.....۹

شمای (۱-۴): واکنش سنتز آمیدو آلکیل نفتول‌ها در حضور نانو Fe_3O_4.....۹

شمای (۱-۵): سنتز بیس ایندولیل متان‌ها در حضور $H_5PW_{10}V_2O_{40}$/TPI-Fe_3O_4.....۹

شمای (۱-۶): سنتز α- آمیدوآلکیلβ- نفتول‌ها در حضور نانو کاتالیزور $H_6P_2W_{10}V_2O_{40}$/TPI-Fe_3O_4.....۱۰

شمای (۱-۷): واکنش بایجینلی در حضور نانو کاتالیزور ZrO_2-Al_2O_3-Fe_3O_4.....۱۰

شمای (۱-۸): سنتز تتراکتون‌ها در حضور نانو کاتالیزور Fe_3O_4@SiO_2-SO_3H.....۱۱

شمای (۱-۹): نحوه ساخت نانوکاتالیزور Fe_3O_4@SiO_2-Met.....۱۱

شمای (۱-۱۰): سنتز کرومن‌ها در حضور نانو کاتالیزور Fe_3O_4@SiO_2-Met.....۱۲

شمای (۱-۱۱): واکنش سنتز کینوکسالین ها در حضور TiO_2 .....۱۴

شمای (۱-۱۲): واکنش تهیه بیس ایندولیل متان‌ها از آلدهید ها و ایندول ها در حضور TiO_2.....۱۴

شمای (۱-۱۳): واکنش تهیه مشتقات ۳-آلکیل ایندول ها از ایندول و مشتقات آن با استایرن اکسید در حضور TiO_2 .....۱۴

شمای (۱-۱۴): واکنش تهیه آلفا-آمینوفسفونات از ترکیبات کربونیل دار با آمین‌ها و دی اتیل فسفیت در حضور TiO_2.....۱۵

شمای (۱-۱۵): سنتز کینوکسالین‌ها، دی پیریدوفنازین‌ها و چالکون‌ها در حضور TiO_2–P_{25}–SO_4^{2-}.....۱۶

شمای (۱-۱۶): واکنش اکسایش آمین‌ها توسط مولکول اکسیژن در حلال دی اُکسان و در حضور Au-TiO_2.....۱۷

شمای (۱-۱۷): واکنش تهیه ۲،۲- بیس(۱-H-ایندول-یل)-۲-H- اسنفتن-۱- اون در حضور TiO_2-SO_4^{2-}.....۱۷

شمای (۱-۱۸): واکنش تهیه چالکون ها از آلدهیدها و کتون‌ها در حضور TiO_2-SO_4^{2-}.....۱۷

شمای (۱-۱۹): واکنش تهیه ایمین‌ها از الکل‌ها و آمین‌ها در حضور گاز نیتروژن و Pt-TiO_2.....۱۸

شمای (۱-۲۰): واکنش آلدهیدهای مختلف با دایمدون.....۱۹

شمای (۱-۲۱): واکنش تهیه تتراکتون‌ها..... ۲۰

شمای (۱-۲۲): واکنش تهیه بیس ایندولیل متان‌ها..... ۲۱

شمای (۲-۱): واکنش کلی ساخت Fe_3O_4..... ۲۳

شمای (۲-۲): واکنش کلی برای سنتز تتراکتون‌ها..... ۳۰

شمای (۲-۳): تعادل تاتومری بین دو فرم کتو و انول..... ۳۳

شمای (۲-۴): مکانیسم پیشنهادی واکنش تراکمی آلدهید با دایمدون..... ۳۳

شمای (۲-۵): واکنش کلی برای سنتز ۱و۸-دی اکسواکتاهیدرو زانتن‌ها..... ۴۲

شمای (۲-۶): واکنش تهیه بیس ایندولیل متان‌ها..... ۵۴

شمای (۲-۷): سنتز ۳،۳´-بیس (ایندول)-فنیل متان..... ۵۷

شمای (۲-۸): مکانیسم پیشنهادی واکنش بیس ایندولیل متان‌ها..... ۶۱

فصل اول

مقدمه و تئوری