





دانشگاه گیلان

دانشکده شیمی
گروه آموزشی شیمی آلی

پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی
گرایش شیمی آلی

عنوان:

کاربرد کاتالیزوری نانوتیتانیم اکسید در واکنش‌های چند جزئی شیمی آلی (از جمله
دی‌کتون‌ها و الدهیدها و ...) تحت شرایط بدون حلال

استاد راهنما:

دکتر اردشیر خزایی

نگارش:

زهرا محمدی

بهمن ۱۳۹۱



دانشکده شیمی
گروه آموزشی شیمی آلی

پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
شیمی گرایش شیمی آلی

عنوان:

کاربرد کاتالیزوری نانوتیتانیم اکسید در واکنش‌های چند جزئی شیمی
آلی (از جمله دی‌کتون‌ها و الدهیدها و ...) تحت شرایط بدون حلال

استاد راهنما:

دکتر اردشیر خزایی

نگارش:

زهرا محمدی

کمیته ارزیابی پایان‌نامه:

- ۱- دکتر اردشیر خزایی (استاد شیمی آلی، استاد راهنما، رئیس جلسه).....
- ۲- دکتر داوود آذریفر (استاد شیمی آلی، داور داخلی).....
- ۳- دکتر محمدعلی زلفی‌گل (استاد شیمی آلی، داور داخلی).....

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا و استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

....., Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

مقالات

..... گروه دانشکده دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

مقالات

تقدیر و تشکر:

پس از سپاس بردگاه حضرت باری تعالی، قدر دانی بی پایان خود را به خانواده عزیزم، به ویژه پدر و مادر مهربانم که تمام موفقیت هایم را مدیونشان هستم و معنا بخش تمام زندگی ام می باشند تقدیم می نمایم.

از استاد راهنمای فریخته و کراتقدرم، جناب پرفورارد شیرخزایی که راهنمایی اینجانب در مشکلات پایان نامه بودند قدر دان و سپاسگزارم و خدا را شاکرم که افتخار این راداشتم که در محضر ایشان کسب علم نمایم.

از جناب آقای دکتر موسوی که در طول انجام این پروژه وقت گرانبهای خود را در اختیار من گذاشته صمیمانه تشکر می کنم.

از اساتید محترم داو، جناب پروفورارد نیر و جناب پروفورارد زلفی گل به جهت اینکه زحمت خواندن پایان نامه مرا کشیدند و افتخار این راداشتم که در طول این دوره تحصیلی از محضر ایشان استعاده نمایم سپاس گزار می نمایم.

در حاتم از تمامی دوستانم در آرمایشگاه تحقیقاتی شیمی آلی و سایر دوستان، علی الخصوص دوستان هم دوره در این مقطع تحصیلی، تشکر می نمایم.



دانشگاه بوعلی سینا
مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

کاربرد کاتالیزوری نانوتیتانیوم اکسید در واکنش های چندجزئی شیمی آلی (از جمله دی کتون ها و آلدهیدها و ...) تحت شرایط بدون حلال

نام نویسنده: زهرا محمدی

نام استاد: پروفسور اردشیر خزایی

نام استاد مشاور:

دانشکده: شیمی

گروه آموزشی: شیمی آلی

رشته تحصیلی: شیمی

گرایش تحصیلی: آلی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد

تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۲/۲۴

تاریخ دفاع: ۱۳۹۱/۱۱/۱۵

تعداد صفحات: ۱۲۳

چکیده:

در این تحقیقات ابتدا نانوتیتانیوم اکسید به عنوان کاتالیزور طبق روش های گزارش شده در مقالات سنتز گردید. از این کاتالیزور در تولید سریع و بصره مواد، در واکنش های آلی استفاده شد. از مزایای این کاتالیزور در این تبدیلات، قابلیت بازیافت بالای آن و در نتیجه پایداری خیلی زیاد آن می باشد. نانو تیتانیوم اکسید به عنوان یک کاتالیزور با داشتن مزایایی از قبیل قابل بازیافت بودن و کم بودن میزان سمیت در سنتز مشتقاتی از زانتن ها با استفاده از واکنش دایمدون و آلدهید در شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد به کار برده شده است. همچنین از این نانو کاتالیست جهت سنتز مشتقاتی از اکریدین ها با استفاده از دایمدون، آلدهید و آمونیوم استات یا آنیلین در شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ درجه سانتیگراد استفاده گردید.

واژه های کلیدی: نانوتیتانیوم اکسید، دایمدون، مشتقات زانتن، آمونیوم استات، مشتقات اکریدین، بدون حلال، واکنش چند جزئی.

صفحه	فهرست مطالب
۲	۱-۱- مقدمه
۲	۱-۱-۱- تعریف شیمی سبز
۵	۱-۲-۱- نانو کاتالیزورها
۵	۱-۳-۱- انجام واکنش در شرایط بدون حلال
۶	۱-۴-۱- سنتز مشتقات ۸،۱-دی اکسو-اکتاهیدروزانتن
۷	۱-۵-۱- بررسی روش‌های مختلف سنتز مشتقات ۸،۱-دی اکسو-اکتاهیدروزانتن
۱۳	۱-۲-۲- سنتز اکریدین‌ها
۱۳	۱-۲-۱- خصوصیات بیولوژیکی اکریدین‌ها
۱۴	۱-۲-۲- بررسی روش‌های مختلف سنتز مشتقات اکریدین‌ها (دی هیدروپیریدین‌ها)
۲۳	۱-۲-۱- اطلاعات عمومی دستگاه‌ها
۲۳	۱-۲-۲- ورقه های TLC
۲۳	۱-۳-۲- حلال ها، کاتالیزور و واکنش دهنده‌ها
۲۴	۱-۴-۲- تهیه نانوتیتانیوم اکسید Nano-TiO ₂
۲۵	۱-۵-۲- تهیه مشتقات مشتقات ۸،۱-دی اکسو-اکتاهیدروزانتن با استفاده از کاتالیزور نانو تیتانیوم اکسید در شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰ °C
۲۹	۱-۶-۲- سنتز ۶،۳،۳-تترامتیل-۹- (۴-فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-اکتاهیدروزانتن (روش کار نمونه)
۲۹	۱-۶-۲- تهیه مشتقات مشتقات ۸،۱-دی اکسو-دکاهیدرواکریدین با استفاده از کاتالیزور نانو تیتانیوم اکسید در شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C
۳۴	۱-۶-۲- سنتز ۶،۳،۳-تترامتیل-۹- (۴-نیترو فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-اکتاهیدروزانتن (روش کار نمونه)
۳۶	۱-۳- واکنش‌هایی که در این قسمت مورد بررسی قرار میگیرند
۳۶	۱- سنتز مشتقات زانتن با استفاده از کاتالیزور نانو تیتانیوم اکسید
۳۶	۲-۳- بررسی طیفی مشتقات زانتن سنتز شده در حضور کاتالیزور Nano-TiO ₂
	۱-۲-۳- سنتز ۶،۳،۳-تترامتیل-۹- (فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-اکتاهیدروزانتن با استفاده از

- بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای 100°C (1a)
- ۳۷
- ۳-۲-۲- سنتر ۳،۳،۶-تترامتیل-۹- (۳،۴،۵-تری متوکسی فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با استفاده از ۳،۱-۵،۴،۳-تری متوکسی بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C (2a)
- ۳۹
- ۳-۲-۳- سنتر ۳،۳،۶-تترامتیل-۹- (۴-متیل فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با استفاده از ۴-متیل بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C (3a)
- ۴۱
- ۳-۲-۴- سنتر ۳،۳،۶-تترامتیل-۹- (۴-برومو فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با استفاده از ۴-برومو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C (4a)
- ۴۲
- ۳-۲-۵- سنتر ۳،۳،۶-تترامتیل-۹- (۴-فلئوروفنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با استفاده از ۴-فلئورو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C (5a)
- ۴۴
- ۳-۲-۶- سنتر ۳،۳،۶-تترامتیل-۹- (۳-نیتروفنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با استفاده از ۳،۱-۵،۴،۳-تری متوکسی بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C (6a)
- ۴۵
- ۳-۲-۷- سنتر ۳،۳،۶-تترامتیل-۹- (۳-برومو فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با استفاده از ۳-برومو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C (7a)
- ۴۷
- ۳-۲-۸- سنتر ۳،۳،۶-تترامتیل-۹- (۳-کلرو-۴-نیتروفنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با استفاده از ۳-کلرو-۴-نیترو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C (8a)
- ۴۸
- ۳-۲-۹- سنتر ۳،۳،۶-تترامتیل-۹- (۴-۲و۷و۷-تترامتیل-۱-۸،۱-دی اکسو-۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با استفاده از ۹-*H*-زانتن-۹-یل فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با استفاده

- از ترفتا لالدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلو هگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط
 بدون حلال و دمای ۱۰۰°C (9a) ۵۰
- ۱۰-۲-۳-سننتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-۴-نیترو فنیل-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدرو زانتن با
 استفاده از ۴-نیترو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلو هگزان دی اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂
 تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C (10a) ۵۱
- ۳-۳- بررسی طیفی مشتقات اکریدین سنتز شده در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۶۰
- ۱-۳-۳- سننتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-فنیل-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰-دکاهیدرو اکریدین با استفاده از
 بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلو هگزان دی اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط
 بدون حلال و دمای ۷۵ °C (1b) ۶۱
- ۲-۳-۳- سننتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-۵،۲-دی متوکسی بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلو هگزان دی اون و
 دکاهیدرو اکریدین با استفاده از ۵،۲-دی متوکسی بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلو هگزان دی اون و
 آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (2a) ۶۳
- ۳-۳-۳- سننتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-۵،۲-دی کلرو فنیل-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰-
 دکاهیدرو اکریدین با استفاده از ۵،۲-دی کلرو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلو هگزان دی اون و
 آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (3b) ۶۵
- ۴-۳-۳- سننتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-۲-نیترو فنیل-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰-
 دکاهیدرو اکریدین با استفاده از ۲-نیترو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلو هگزان دی اون و آمونیوم
 استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (4b) ۶۶
- ۵-۳-۳- سننتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-۳-برومو فنیل-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰-
 دکاهیدرو اکریدین با استفاده از ۳-برومو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلو هگزان دی اون و آمونیوم
 استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (5b) ۶۷
- ۶-۳-۳- سننتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-۴-نیترو فنیل-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰-
 دکاهیدرو اکریدین با استفاده از ۴-نیترو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلو هگزان دی اون و آمونیوم
 استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (6b) ۶۹
- ۷-۳-۳- سننتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-۴-فلئوروفنیل-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰- ۶۹

- دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۴-فلئورو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (7b) ۷۱
- ۳-۳-۸- سننتز ۳،۳،۶،۶-تترامتیل-۹- (۳-کلروفنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰- دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۳-کلرو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (8b) ۷۲
- ۳-۳-۹- سننتز ۳،۳،۶،۶-تترامتیل-۹- (۴-بروموفنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰- دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۴-برومو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (9b) ۷۳
- ۳-۳-۱۰- سننتز ۳،۳،۶،۶-تترامتیل-۹- (۴-سیانوفنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰- دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۴-سیانو بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (10b) ۷۵
- ۳-۴- بررسی طیفی مشتقات اکریدین سننتز شده در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۸۱
- ۳-۴-۱- سننتز ۳،۳،۶،۶-تترامتیل-۹- (دی فنیل)-۱۰،۹- (دی فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰- دکاهیدرواکریدین با استفاده از بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون و آنیلین در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (1c) ۸۱
- ۳-۴-۲- سننتز ۳،۳،۶،۶-تترامتیل-۹- (فنیل)-۹- (۴-متوکسی فنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰- دکاهیدرواکریدین با استفاده از بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون و ۴-متوکسی آنیلین در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (2c) ۸۳
- ۳-۴-۳- سننتز ۳،۳،۶،۶-تترامتیل-۹- (فنیل)-۱۰- (۴-نیتروفنیل)-۸،۱-دی اکسو-۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰- دکاهیدرواکریدین با استفاده از بنزآلدهید و ۵،۵-دی متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی اون و ۴-نیتروآنیلین در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۷۵ °C (3c) ۸۴

- جدول (۱-۱): مقایسه کارایی کاتالیزورهای مختلف در سنتز زانتن‌های چند استخلافی ۱۲
- جدول (۲-۱): مقایسه کارایی کاتالیزورهای مختلف در سنتز اکریدین‌های چند استخلافی ۱۲
- جدول (۱-۳): زمان و بازده سنتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-فنیل-۸،۱-دی‌اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-کتاهیدروزانتن با استفاده از بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۳۸
- جدول (۲-۳): زمان و بازده سنتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-تری‌متوکسی‌فنیل-۸،۱-دی‌اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-کتاهیدروزانتن با استفاده از ۵،۴،۳-تری‌متوکسی بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۴۰
- جدول (۳-۳): زمان و بازده سنتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-(۴-متیل‌فنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-کتاهیدروزانتن با استفاده از ۴-متیل بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۴۱
- جدول (۴-۳): زمان و بازده سنتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-(۴-بروموفنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-کتاهیدروزانتن با استفاده از ۴-برومو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C ۴۳
- جدول (۵-۳): زمان و بازده سنتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-(۴-فلئوروفنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-کتاهیدروزانتن با استفاده از ۴-فلئورو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ تحت شرایط بدون حلال و دمای ۱۰۰°C ۴۴
- جدول (۶-۳): زمان و بازده سنتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-(۳-نیتروفنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-کتاهیدروزانتن با استفاده از ۳-نیترو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۴۶
- جدول (۷-۳): زمان و بازده سنتز ۶،۶،۳،۳-تترامتیل-۹-(۳-بروموفنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱-کتاهیدروزانتن با استفاده از ۳-برومو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۴۷

- جدول (۳-۸): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-(۳-کلرو-۴-نیتروفنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدروزانتن با استفاده از ۳-کلرو-۴-نیترو بنزالدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-
سیکلوهگزان دی‌اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۴۹
- جدول (۳-۹): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-(۴-۲ و ۷ و ۷-تترامتیل-۸،۱-دی‌اکسو-
۳،۴،۵،۶،۷ و ۸-اکتاهیدرو-۱H-زانتن-۹-ایل) فنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-۱،۲،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدروزانتن
با استفاده از ترفتالالدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۵۱
- جدول (۳-۱۰): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-(۴-نیتروفنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۴،۵،۶،۷،۸-اکتاهیدروزانتن با استفاده از ۴-نیترو بنزالدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی
اون در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۵۲
- جدول (۳-۱۱): زمان و بازده سنتز مشتقات زانتن در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ در شرایط بدون
حلال و دمای ۱۰۰°C ۵۳
- جدول (۳-۱۲): بهینه سازی زمان، دما و راندمان سنتز ۸،۱-دی‌اکسو-اکتاهیدروزانتن در حضور معرف
Nano-TiO₂ ۵۷
- جدول (۳-۱۳): واکنش دایمدون با ۴-نیترو بنزالدئید با استفاده از کاتالیزور Nano-TiO₂ در حضور نور
UV-Vis و شرایط بدون نور ۶۰
- جدول (۳-۱۴): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-(فنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-۱،۲،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-
دکاهیدرواکریدین با استفاده از بنزالدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات
در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۶۲
- جدول (۳-۱۵): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-(۵،۲-دی‌متوکسی فنیل)-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۵،۲-دی‌متوکسی بنزالدهید و ۵،۵-دی‌متیل-
۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂ ۶۴

- جدول (۳-۱۶): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۵،۲-دی‌کلروفنیل-۱-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۵،۲-دی‌کلرو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۱-۳-
۶۵ سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂
- جدول (۳-۱۷): زمان و بازده -سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۲-نیترو فنیل-۱-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۲-نیترو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۱-۳-
۶۷ سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂
- جدول (۳-۱۸): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۳-برومو فنیل-۱-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۳-برومو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۱-۳-
۶۸ سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂
- جدول (۳-۱۹): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۴-نیترو فنیل-۱-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۴-نیترو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۱-۳-
۷۰ سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂
- جدول (۳-۲۰): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۴-فلئورو فنیل-۱-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۴-فلئورو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۱-۳-
۷۱ سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂
- جدول (۳-۲۱): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۳-کلرو فنیل-۱-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۳-کلرو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۱-۳-
۷۳ سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂
- جدول (۳-۲۲): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۴-برومو فنیل-۱-۸،۱-دی‌اکسو-
۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۴-برومو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۱-۳-
۷۴ سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO₂

	جدول (۳-۲۳): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۴-سیانوفنیل-۸،۱-دی‌اکسو- ۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از ۴-سیانو بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱- سیکلوهگزان دی‌اون و آمونیوم استات در حضور کاتالیزور Nano-TiO ₂	۷۶
	جدول (۳-۲۴) زمان و بازده سنتز مشتقات ۸،۱-دی‌اکسو-دکاهیدرواکریدین در حضور معرف Nano- TiO ₂	۷۷
	جدول (۳-۲۵): بهینه‌سازی زمان، دما و راندمان سنتز ۸،۱-دی‌اکسو-دکاهیدرواکریدین در حضور معرف Nano-TiO ₂	۸۰
	جدول (۳-۲۶): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۱۰-۴-دی‌فنیل-۸،۱-دی‌اکسو- ۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون و آنیلین در حضور کاتالیزور Nano-TiO ₂	۸۲
	جدول (۳-۲۷): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۹-۴-متوکسی فنیل-۱۰-۴-متوکسی فنیل-۸،۱-دی‌اکسو- ۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون و ۴-متوکسی آنیلین در حضور کاتالیزور Nano-TiO ₂	۸۳
	جدول (۳-۲۸): زمان و بازده سنتز ۳،۳،۶-تترامتیل-۹-۹-۴-نیترو فنیل-۱۰-۴-نیترو فنیل-۸،۱-دی‌اکسو- ۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰-دکاهیدرواکریدین با استفاده از بنزآلدهید و ۵،۵-دی‌متیل-۳،۱-سیکلوهگزان دی‌اون و ۴-نیترو آنیلین در حضور کاتالیزور Nano-TiO ₂	۸۵
	جدول (۳-۲۹): زمان و بازده سنتز مشتقات ۸،۱-دی‌اکسو-دکاهیدرواکریدین در حضور معرف Nano- TiO ₂	۸۶

- شکل (۱-۱): سنتز زانتن به وسیله DOWEX ۷
- شکل (۲-۱): سنتز زانتن بوسیله ی کاتالیزور (TBAHS) ۸
- شکل (۳-۱): مکانیسم پیشنهادی سنتز زانتن بوسیله کاتالیزور (NBS) ۹
- شکل (۴-۱): سنتز زانتن بوسیله سولفونیک اسید متصل شده به سیلیکاژل ۹
- شکل (۵-۱): سنتز مشتقات زانتن بوسیله ی کاتالیزور BNBS ۱۰
- شکل (۶-۱): سنتز زانتن بوسیله ی SmCl_3 (20 Mol%) ۱۰
- شکل (۷-۱): مکانیسم پیشنهادی سنتز زانتن بوسیله ی SmCl_3 ۱۱
- شکل (۸-۱): سنتز زانتن بوسیله ی SASA (15 mol%) ۱۱
- شکل (۹-۱): سنتز زانتن بوسیله ی Ionic liquid (10 Mol%) ۱۲
- شکل (۱۰-۱): سنتز اکریدین با استفاده از حلال ETOH و HOAC ۱۵
- شکل (۱۱-۱): سنتز اکریدین در حضور محلول آبی HCl و کاتالیزور DMF ۱۵
- شکل (۱۲-۱): سنتز اکریدین بوسیله ی Amberlyst-15 ۱۶
- شکل (۱۳-۱): سنتز اکریدین بوسیله ی TFE ۱۶
- شکل (۱۴-۱): سنتز اکریدین بوسیله ی HY-Zeolite ۱۷
- شکل (۱۵-۱): سنتز اکریدین بوسیله ی CAN/PEG ۱۷
- شکل (۱۶-۱): سنتز اکریدین بوسیله ی $\text{SiO}_2\text{-Pr-SO}_3\text{H}$ ۱۸
- شکل (۱۷-۱): مکانیسم پیشنهادی سنتز اکریدین ۱۹
- شکل (۱۸-۱): سنتز اکریدین بوسیله ی L-Proline ۲۰
- شکل (۱۹-۱): سنتز اکریدین بوسیله ی $[\text{TBA}]_2[\text{W}_6\text{O}_{19}]$ ۲۰
- شکل (۲۰-۱): مکانیسم پیشنهادی سنتز اکریدین ۱۹

۳۶	شکل (۱-۳): سنتز مشتقات زانتن با کاتالیزور Nano-TiO ₂
۳۶	شکل (۲-۳): سنتز مشتقات اکریدین با کاتالیزور Nano-TiO ₂
۳۷	شکل (۳-۳): بررسی طیفی مشتقات زانتن سنتز شده در حضور کاتالیزور Nano-TiO ₂
۳۷	شکل (۴-۳): سنتز ترکیب 1a
۳۹	شکل (۵-۳): سنتز ترکیب 2a
۴۱	شکل (۶-۳): سنتز ترکیب 3a
۴۲	شکل (۷-۳): سنتز ترکیب 4a
۴۴	شکل (۸-۳): سنتز ترکیب 5a
۴۵	شکل (۹-۳): سنتز ترکیب 6a
۴۷	شکل (۱۰-۳): سنتز ترکیب 7a
۴۸	شکل (۱۱-۳): سنتز ترکیب 8a
۵۰	شکل (۱۲-۳): سنتز ترکیب 9a
۵۱	شکل (۱۳-۳): سنتز ترکیب 10a
۵۶	شکل (۱۴-۳): مکانیسم پیشنهادی سنتز مشتقات زانتن
	نمودار (۱-۳): واکنش دایمدون با ۴-نیترو بنزالدئید در حضور کاتالیزور قابل بازیافت Nano-TiO ₂ در مدت زمان ۱۵ دقیقه
۵۹	
۶۱	شکل (۱۵-۳): بررسی طیفی مشتقات اکریدین سنتز شده در حضور کاتالیزور Nano-TiO ₂
۶۱	شکل (۱۶-۳): سنتز ترکیب 1b
۶۳	شکل (۱۷-۳): سنتز ترکیب 2a
۶۵	شکل (۱۸-۳): سنتز ترکیب 3b

۶۶	شکل (۳-۱۹): سنتز ترکیب 4b
۶۸	شکل (۳-۲۰): سنتز ترکیب 5b
۶۹	شکل (۳-۲۱): سنتز ترکیب 6b
۷۱	شکل (۳-۲۲): سنتز ترکیب 7b
۷۲	شکل (۳-۲۳): سنتز ترکیب 8b
۷۴	شکل (۳-۲۴): سنتز ترکیب 9b
۷۵	شکل (۳-۲۵): سنتز ترکیب 10b
۷۹	شکل (۳-۲۶): مکانیسم پیشنهادی سنتز مشتقات اکریدین
۸۱	شکل (۳-۲۷): بررسی طیفی مشتقات اکریدین سنتز شده در حضور کاتالیزور Nano-TiO ₂
۸۱	شکل (۳-۲۸): سنتز ترکیب 1c
۸۳	شکل (۳-۲۹): سنتز ترکیب 2c
۸۴	شکل (۳-۳۰): سنتز ترکیب ۳c

۸۹	طیف IR (۱-۱) کاتالیزور Nano-TiO ₂
۸۹	طیف XRD (۱-۲) کاتالیزور Nano-TiO ₂
۹۰	طیف IR (۱-۳) ترکیب 1a
۹۰	طیف ¹ H-NMR (۱-۴) ترکیب 1a حلال: (DMSO)
۹۱	طیف ¹³ C-NMR (۱-۵) ترکیب 1a حلال: (CDCL ₃)
۹۱	طیف IR (۱-۶) ترکیب 2a
۹۲	طیف ¹ H-NMR (۱-۷) ترکیب 2a حلال: (DMSO)
۹۲	طیف ¹³ C-NMR (۱-۸) ترکیب 2a حلال: (CDCL ₃)
۹۳	طیف IR (۱-۹) ترکیب 3a
۹۳	طیف ¹ H-NMR (۱-۱۰) ترکیب 3a حلال: (CDCL ₃)
۹۴	طیف ¹³ C-NMR (۱-۱۱) ترکیب 3a حلال: (CDCL ₃)
۹۴	طیف IR (۱-۱۲) ترکیب 4a
۹۵	طیف ¹ H-NMR (۱-۱۳) ترکیب 4a حلال: (DMSO)
۹۵	طیف ¹³ C-NMR (۱-۱۴) ترکیب 4a حلال: (CDCL ₃)
۹۶	طیف IR (۱-۱۵) ترکیب 5a
۹۶	طیف ¹ H-NMR (۱-۱۶) ترکیب 5a حلال: (CDCL ₃)
۹۷	طیف ¹³ C-NMR (۱-۱۷) ترکیب 5a
۹۷	طیف IR (۱-۱۸) ترکیب 6a
۹۸	طیف ¹ H-NMR (۱-۱۹) ترکیب 6a حلال: (CDCL ₃)
۹۸	طیف ¹³ C-NMR (۱-۲۰) ترکیب 6a حلال: (CDCL ₃)

۹۹	طیف IR (۱-۲۱) ترکیب 7a
۹۹	طیف $^1\text{H-NMR}$ (۱-۲۲) ترکیب 7a حلال: (CDCl_3)
۱۰۰	طیف $^{13}\text{C-NMR}$ (۱-۲۳) ترکیب 7a حلال: (CDCl_3)
۱۰۰	طیف IR (۱-۲۴) ترکیب 8a
۱۰۱	طیف $^1\text{H-NMR}$ (۱-۲۵) ترکیب 8a حلال: (CDCl_3)
۱۰۱	طیف $^{13}\text{C-NMR}$ (۱-۲۶) ترکیب 8a حلال: (CDCl_3)
۱۰۲	طیف IR (۱-۲۷) ترکیب 9a
۱۰۲	طیف $^1\text{H-NMR}$ (۱-۲۸) ترکیب 9a حلال: (DMSO)
۱۰۳	طیف IR (۱-۲۹) ترکیب 10a
۱۰۳	طیف $^1\text{H-NMR}$ (۱-۳۰) ترکیب 10a حلال: (CDCl_3)
۱۰۴	طیف $^{13}\text{C-NMR}$ (۱-۳۱) ترکیب 10a
۱۰۴	طیف IR (۱-۳۲) ترکیب 1b
۱۰۵	طیف $^1\text{H-NMR}$ (۱-۳۳) ترکیب 1b حلال: (CDCl_3)
۱۰۵	طیف IR (۱-۳۴) ترکیب 2b
۱۰۶	طیف $^1\text{H-NMR}$ (۱-۳۵) ترکیب 2b حلال: (CDCl_3)
۱۰۶	طیف IR (۱-۳۶) ترکیب 3b
۱۰۷	طیف $^1\text{H-NMR}$ (۱-۳۷) ترکیب 3b حلال: (CDCl_3)
۱۰۷	طیف IR (۱-۳۸) ترکیب 4b
۱۰۸	طیف $^1\text{H-NMR}$ (۱-۳۹) ترکیب 4b حلال: (CDCl_3)
۱۰۸	طیف IR (۱-۴۰) ترکیب 5b

۱۰۹	طیف (۱-۴۱) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 5b حلال: (CDCl_3)
۱۰۹	طیف (۱-۴۲) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 5b پس از اضافه کردن D_2O حلال: (CDCl_3)
۱۱۰	طیف (۱-۴۳) IR ترکیب 6b
۱۱۰	طیف (۱-۴۴) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 6b حلال: (CDCl_3)
۱۱۱	طیف (۱-۴۵) IR ترکیب 7b
۱۱۱	طیف (۱-۴۶) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 7b حلال: (DMSO)
۱۱۲	طیف (۱-۴۷) IR ترکیب 8b
۱۱۲	طیف (۱-۴۸) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 8b حلال: (CDCl_3)
۱۱۳	طیف (۱-۴۹) IR ترکیب 9b
۱۱۳	طیف (۱-۵۰) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 9b حلال: (DMSO)
۱۱۴	طیف (۱-۵۱) IR ترکیب 10b
۱۱۴	طیف (۱-۵۲) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 10b حلال: (DMSO)
۱۱۵	طیف (۱-۵۳) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 1c حلال: (CDCl_3)
۱۱۵	طیف (۱-۵۴) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 2c حلال: (CDCl_3)
۱۱۶	طیف (۱-۵۵) $^1\text{H-NMR}$ ترکیب 3c حلال: (CDCl_3)
۱۱۷	منابع