



دانشگاه تربیت معلم

دانشکده شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد

شیمی آلی

بررسی واکنش افزایش مایکل تیو اسیدها به انونها در آب بدون استفاده از کاتالیزگر و تهیه مشتق های جدیدی از دی تیوکاربامات، ۲-ایمینو-۳-دی تیولان و تیواوره

استاد راهنما:

دکتر کتایون مرجانی

استاد مشاور:

دکتر عظیم ضیایی

دانشجو:

مریم خالصی

اردیبهشت ۱۳۸۹

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

فهرست مطالب

فصل اول: واکنش های انجام شده در محیط آبی

- ۱-۱- مقدمه..... ۲
- ۱-۲- واکنشهای انجام شده در محیط آبی..... ۳
 - ۱-۲-۱- واکنش اکسایش..... ۸
 - ۲-۲-۱- واکنش هیدروژن زدایی..... ۹
 - ۳-۲-۱- واکنش هیدروژن دار کردن..... ۹
 - ۴-۲-۱- واکنش آلایل دار کردن..... ۱۰
 - ۵-۲-۱- واکنش ویتینگ..... ۱۰
 - ۶-۲-۱- واکنش جفت شدن آسیل کلریدها و آلکین ها..... ۱۲
 - ۷-۲-۱- واکنشهای مانیک گونه..... ۱۲
 - ۸-۲-۱- واکنش دیلز-آلدر درون مولکولی..... ۱۳
 - ۹-۲-۱- واکنش دیلز-آلدر بین مولکولی..... ۱۴
 - ۱۰-۲-۱- واکنش مایکل ترکیبهای کربونیلی β,α -غیراشباع..... ۱۵
 - ۱۱-۲-۱- واکنش محافظت زدایی گروههای عاملی..... ۱۶
 - ۱۲-۲-۱- واکنش آلکیل دار کردن فریدل-کرافتس..... ۱۶
 - ۱۳-۲-۱- واکنش تهیه دی تیوکربناتهای حلقوی..... ۱۷

فصل دوم: واکنش های مایکل

- ۱۹-۲-۱- مقدمه..... ۱۹
- ۲۱-۲-۲- تاریخچه..... ۲۱
- ۲۲-۳-۲- پذیرنده های مایکل..... ۲۲
- ۲۳-۴-۲- بررسی انواع هسته دوست ها در واکنش افزایش مایکل..... ۲۳
- ۲۳-۴-۲-۱- کربن هسته دوست (کربانیون) به عنوان دهنده مایکل..... ۲۳
- ۲۴-۴-۲-۲- تیول ها به عنوان دهنده مایکل (افزایش تیا-مایکل)..... ۲۴
- ۲۵-۴-۲-۳- تیواسیدها به عنوان دهنده مایکل..... ۲۵
- ۲۵-۴-۲-۴- آمین ها به عنوان دهنده مایکل (افزایش آزا-مایکل)..... ۲۵
- ۲۶-۴-۲-۵- آلکوکسیدها به عنوان دهنده مایکل (افزایش اکسا-مایکل)..... ۲۶
- ۲۶-۵-۲- شرایط واکنش مایکل..... ۲۶
- ۲۷-۶-۲- کاتالیزورها..... ۲۷
- ۲۹-۷-۲- واکنش های جانبی و ناخواسته..... ۲۹
- ۲۹-۸-۲- جهت گزینی واکنش مایکل..... ۲۹
- ۳۰-۹-۲- نمونه هایی از واکنش های مایکل..... ۳۰
- ۳۰-۹-۲-۱- واکنش افزایش ماکی یاما- مایکل..... ۳۰
- ۳۱-۹-۲-۲- واکنش های افزایش مایکل نامتقارن..... ۳۱

- ۳۲-۹-۲-۱- واکنش افزایش مایکل نامتقارن تیواسیدها به نیترواستایرن ها.....
- ۳۳-۹-۲-۲- واکنش افزایش مایکل نامتقارن تیواسیدها به انون ها.....
- ۳۴-۹-۲-۳- افزایش مایکل دی هیدروپیریمیدین ها و ۲-آمینو-۱،۳،۴-تیا دی آزول ها به ترکیب های β,α -غیراشباع با استفاده از پلی اتیلن گلیکول به عنوان حلال سبز.....
- ۳۶-۹-۲-۴- واکنش افزایش مایکل درون مولکولی اوره با استرهای β,α -غیر اشباع.....
- ۳۷-۹-۲-۵- واکنش افزایش مایکل برای تهیه آمینو دی استرها.....
- ۳۸-۹-۲-۶- افزایش مایکل آمینها یا تیولها به ترکیب های فعال شده غیراشباع در آب.....

فصل سوم: دی تیوکارباماتها، دی تیولان ها، تیواوره ها

- ۴۰- دی تیوکارباماتها.....
- ۴۰-۳-۱- مقدمه.....
- ۴۱-۳-۱-۱- تهیه دی تیوکارباماتها و ترکیب های مشابه.....
- ۴۱-۳-۱-۲- تهیه تری تیوکربناتها.....
- ۴۲-۳-۱-۳- تهیه تیوکارباماتها.....
- ۴۳-۳-۱-۴- تهیه S -آلکیل دی تیوکربنات نوع سوم و مشتق های مربوطه.....
- ۴۴-۳-۱-۵- روش تهیه تیو اوره ها، تیوکارباماتها و دی تیوکارباماتها.....
- ۴۴-۳-۱-۶- تهیه مونو دی تیوکربناتها و مونو دی تیوکارباماتها با استفاده از دی ال ها، دی آمین ها و آمینوالکلها.....

- ۳-۱-۷- تهیه دی تیوکاربامات از ترکیب ۱-(متیل دی تیوکربونیل)ایمیدازول.....۴۵
- ۳-۱-۸- کاربردهای دی تیوکارباماتها.....۴۶
- ۳-۱-۸-۱- تهیه ایزوتیوسیاناتها با استفاده از دی تیوکارباماتها.....۴۶
- ۳-۱-۸-۲- استفاده از دی تیوکارباماتها به عنوان عامل انتقال دهنده زنجیر در واکنشهای پلیمری رادیکالی.....۴۶
- ۳-۱-۸-۳- استفاده از دی تیوکارباماتها در تهیه قارچ کش ها.....۴۸
- ۳-۱-۸-۴- واکنش افزایش مایکل دی تیوکارباماتها.....۴۸
- ۳-۱-۸-۴-۱- واکنش دی تیوکاربامات با آکریلامید.....۴۹
- ۳-۱-۸-۴-۲- افزایش مایکل آنیون دی تیوکاربامات به الفینهای دارای کمبود الکترون با استفاده از لیتیم پرکلرات.....۴۹
- دی تیولان ها.....۵۰
- ۳-۲- مقدمه.....۵۰
- ۳-۲-۱- تهیه نمک های ۲-ایمینو-۱،۳-دی تیولان به وسیله واکنش حلقوی شدن دی تیوسیانات.....۵۱
- ۳-۲-۲- تهیه مشتق های ۲-ایمینو-۱،۳-دی تیولان و ۲-ایمینوم-۱،۳-دی تیولان به وسیله واکنش یدو حلقوی شدن S-آلیل دی تیوکاربامات.....۵۲
- ۳-۲-۳- تهیه تیوآمید با استفاده از ۲-استیل متیلن-۱،۳-دی تیولان.....۵۳

- تیواوره ها..... ۵۴
- ۳-۳-۳- مقدمه..... ۵۴
- ۳-۳-۱- تهیه تیواوره های تک استخلافی و N,N -دو استخلاف شده از راه بنزوئیل زدایی
بنزوئیل تیواوره های استخلاف شده..... ۵۴
- ۳-۳-۲- تهیه تیواوره با استفاده از ۱- (متیل دی تیوکربونیل)ایمیدازول..... ۵۵
- ۳-۳-۳- تهیه تیواوره از راه جانشین کردن نیتروزو تیواوره با آلکیل آمین..... ۵۵
- ۳-۳-۴- کاربردهای بیولوژیکی تیواوره ها..... ۵۶
- ۳-۳-۴-۱- فعالیت ضد بیماری سل..... ۵۶
- ۳-۳-۴-۲- فعالیت ضد تیروئیدی..... ۵۷
- ۳-۳-۴-۳- ویژگی های بی هوش کنندگی و خواب آوری..... ۵۷
- ۳-۳-۴-۴- فعالیت ضد انگلی..... ۵۷
- ۳-۳-۴-۵- ویژگی های ضد باکتریایی..... ۵۸
- ۳-۳-۵- کاربردهای تیواوره به عنوان کاتالیزگر آلی..... ۵۸
- ۳-۳-۵-۲- سیانو سیلیل دار کردن انانتیومرگزین کتون ها با استفاده از تیواوره ها به عنوان
کاتالیزگرهای آلی..... ۵۹
- ۳-۳-۶- کاربرد تیواوره ها به عنوان واحدهای ساختاری برای تهیه ناجور حلقه ها..... ۶۰
- ۳-۳-۶-۱- تهیه تری آزول با استفاده از N -آریل- N' -بنزوئیل تیواوره..... ۶۰

۳-۳-۶-۲- تهیه دی هیدروپیریمید تیون با استفاده از تیواوره..... ۶۰

فصل چهارم: بخش تجربی

۴-۱- بررسی واکنش افزایش مایکل تیو اسیدها به انونها در آب بدون استفاده از کاتالیزگر

..... ۶۲

۴-۱-۱- مقدمه..... ۶۲

۴-۱-۲- تیواسترها..... ۶۲

۴-۱-۳- واکنش های تیواسترها..... ۶۳

۴-۱-۴- ویژگی ها و کاربردهای تیواستر..... ۶۴

۴-۱-۵- مواد و دستگاه های به کار برده شده در انجام واکنش ها..... ۶۴

۴-۱-۶- روش عمومی تهیه ترکیب های کربونیلی β,α -غیراشباع..... ۶۵

۴-۱-۷- افزایش تیواستیک اسید به ترکیب های کربونیلی β,α -غیراشباع درون آب..... ۶۶

۴-۱-۸- افزایش تیوبنزوئیک اسید به ترکیب های کربونیلی β,α -غیراشباع درون آب..... ۶۶

جدول ۱ ۶۷

۴-۱-۹- اطلاعات طیفی مربوط به تعدادی از فراورده های به دست آمده از افزایش تیواستیک

اسید..... ۷۱

مشتق شماره ۱..... ۷۱

مشتق شماره ۱۲ ۷۲

مشتق شماره ۱۴.....	۷۳
مشتق شماره ۱۵.....	۷۳
مشتق شماره ۲۲.....	۷۴
مشتق شماره ۲۶.....	۷۵
۴-۱-۱۰- اطلاعات طیفی مربوط به تعدادی از فراورده های به دست آمده از افزایش تیو	
بنزوئیک اسید.....	۷۶
مشتق شماره ۵.....	۷۶
مشتق شماره ۸.....	۷۶
مشتق شماره ۱۱.....	۷۷
مشتق شماره ۲۰.....	۷۷
مشتق شماره ۲۲.....	۷۸
مشتق شماره ۲۶.....	۷۹
۴-۱-۱۱- فراورده اسپرونولاکتون.....	۸۰
۴-۲- تهیه مشتق هایی از دی تیوکاربامات، ۲-ایمینو-۱،۳-دی تیولان و تیواوره.....	۸۱
۴-۲-۱- مقدمه.....	۸۱
۴-۲-۲- ویژگی ها و کاربردهای سولفونامیدها.....	۸۲
۴-۲-۳- مواد و دستگاه های به کار برده شده در انجام این پروژه.....	۸۲

۴-۲-۴- روش تهیه استیل سولفانیل آمید.....۸۳

۴-۲-۵- روش تهیه نمک دی تیوکاربامات.....۸۳

۴-۲-۵-۱- تهیه (۴-استیل آمینو) فنیل-۱-(۲-سیانو اتیل)سولفانیل کربوتیوئیل آمینو دی اکسو

سولفان(شماره ۱).....۸۴

۴-۲-۵-۲- تهیه((۴-استیل آمینو) فنیل) اتیل سولفانیل کربوتیوئیل آمینو دی اکسو سولفان

(شماره ۲).....۸۶

۴-۲-۵-۳- تهیه((۴-استیل آمینو) فنیل) آلیل سولفانیل کربوتیوئیل آمینو دی اکسو سولفان

(شماره ۳).....۸۷

جدول ۲.....۸۹

۴-۲-۶- تهیه ۲-ایمینو-۱،۳-دی تیولان ها.....۸۹

۴-۲-۶-۱- تهیه(۴-بیس(متیل سولفانیل) متیلن) آمینو) سولفونیل استامید.....۸۹

۴-۲-۶-۱- تهیه (۴-بیس(بنزیل سولفانیل) متیلن) آمینو) سولفونیل فنیل استامید

.....۹۰

جدول ۳.....۹۱

۴-۲-۷- تهیه تیو اوره ها.....۹۲

۴-۲-۷-۱- تهیه (۴-آنیلینو کربوتیوئیل) آمینو) سولفونیل فنیل استامید.....۹۲

۴-۲-۷-۲- تهیه(۴-متوکسی آنیلینو کربوتیوئیل) آمینو)) سولفونیل فنیل استامید...۹۳

جدول ۴ ۹۴

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱- بحث و نتیجه گیری..... ۹۶

۵-۱-۱- مقدمه ای درباره اسپرونولاکتون..... ۹۷

۵-۱-۲- مکانیسم پیشنهادی واکنش ها..... ۹۸

۵-۱-۳- تفسیر طیفی مشتق های تیواستر به دست آمده از افزایش تیواستیک اسید..... ۹۹

۵-۱-۳-۱- تفسیر طیفی ۳-اکسو-۱-دی فنیل پروپیل اتان تیوات (مشتق شماره ۱)..... ۹۹

۵-۱-۳-۲- تفسیر طیفی ۱-(۲و۶-دی کلرو فنیل)-۳-(۴-متوکسی فنیل)-۳-اکسو پروپیل اتان

تیوات (مشتق شماره ۱۲)..... ۱۰۰

۵-۱-۳-۳- تفسیر طیفی ۳-(۴-متوکسی فنیل)-۱-(۴-متوکسی فنیل)-۳-اکسو پروپیل اتان

تیوات (مشتق شماره ۱۴)..... ۱۰۱

۵-۱-۳-۴- تفسیر طیفی ۳-(۴-متوکسی فنیل)-۱-(۳-نیتروفنیل)-۳-اکسو پروپیل اتان تیوات

(مشتق شماره ۱۵)..... ۱۰۲

۵-۱-۳-۵- تفسیر طیفی ۳-(۴-متوکسی فنیل) (۳-اکسو-۱-(۲-تی انیل) پروپیل اتان تیوات

(مشتق شماره ۲۲)..... ۱۰۲

۵-۱-۳-۶- تفسیر طیفی مشتق شماره ۲۶..... ۱۰۳

۵-۱-۴- تفسیر طیفی مشتق های تیواستر به دست آمده از افزایش تیوبنزوئیک اسید..... ۱۰۴

- ۵-۱-۴-۱- تفسیر طیفی ۱-(۴-کلرو فنیل)-۳-اکسو-۳-فنیل پروپیل-۱-بنزن کربوتیوات(مشتق شماره ۵).....۱۰۴
- ۵-۱-۴-۲- تفسیر طیفی ۳-(۴-متیل فنیل)-۳-اکسو-۳-فنیل پروپیل-۱-بنزن کربوتیوات(مشتق شماره ۸).....۱۰۵
- ۵-۱-۴-۳- تفسیر طیفی ۳-(۴-متوکسی فنیل)-۳-اکسو-۱-فنیل پروپیل-۱-بنزن کربوتیوات(مشتق شماره ۱۱).....۱۰۶
- ۵-۱-۴-۴- تفسیر طیفی ۳-اکسو-۳-فنیل-۱-(۲-تی انیل) پروپیل-۱-بنزن کربوتیوات(مشتق شماره ۲۰).....۱۰۷
- ۵-۱-۴-۵- تفسیر طیفی ۳-(۴-متوکسی فنیل)-۳-اکسو-۱-(۲-تی انیل) پروپیل-۱-بنزن کربوتیوات (مشتق شماره ۲۲).....۱۰۷
- ۵-۱-۴-۶- تفسیر طیفی مشتق شماره ۲۶.....۱۰۸
- ۵-۱-۵- روش تهیه داروی اسپرونولاکتون.....۱۰۹
- ۵-۱-۶- تفسیر طیفی فراورده اسپرونولاکتون.....۱۰۹
- ۵-۲-۲- بحث و نتیجه گیری.....۱۱۰
- ۵-۲-۱- مکانیسم تهیه نمک دی تیوکاربامات.....۱۱۱
- ۵-۲-۲- مکانیسم تهیه دی تیوکاربامات.....۱۱۱
- ۵-۲-۳- مکانیسم تهیه ۲-ایمینو-۱،۳-دی تیولان.....۱۱۲

- ۵-۲-۴- مکانیسم تهیه تیواوره با استفاده از دی تیوکاربامات.....۱۱۲
- ۵-۲-۲-۱- تفسیر طیفی ((۴-استیل آمینو) فنیل)(۲-سیانو اتیل)سولفانیل کربوتیوئیل آمینو دی اکسو سولفان(شماره ۱).....۱۱۳
- ۵-۲-۲-۲- تفسیر طیفی ((۴-استیل آمینو) فنیل) اتیل سولفانیل کربوتیوئیل آمینو دی اکسو سولفان(شماره ۲).....۱۱۴
- ۵-۲-۲-۳- تفسیر طیفی ((۴-استیل آمینو) فنیل) آلیل سولفانیل کربوتیوئیل آمینو دی اکسو سولفان(شماره ۳).....۱۱۵
- ۵-۳-۱- تفسیر طیفی (۴-بیس (متیل سولفانیل) متیلن) آمینو) سولفونیل استامید.....۱۱۶
- ۵-۳-۲- تفسیر طیفی (۴-بیس (بنزیل سولفانیل) متیلن) آمینو) سولفونیل فنیل استامید.....۱۱۷
- ۵-۲-۴-۱- تفسیر طیفی (۴-آنیلینو کربوتیوئیل) آمینو) سولفونیل فنیل استامید.....۱۱۷
- ۵-۲-۴-۲- تفسیر طیفی (۴-۴-متوکسی آنیلینو کربوتیوئیل) آمینو) سولفونیل فنیل استامید.....۱۱۸

فصل ششم: پیوست ها

فهرست منابع

چکیده

۱-۱- مقدمه:

با توجه به اینکه آب در همه جا وجود دارد و تقریباً ۸۰ درصد از سطح زمین با آب پوشیده شده است تنها یک درصد از آن قابل آشامیدن است. بیشتر از ۶۰ درصد جرم بدن انسان را آب تشکیل می دهد و در واقع می توان گفت، آب حلال زندگی و ماده ای منحصر به فرد است. شیمی موجودات زنده به مجموعه ویژگیهای غیرعادی آن بستگی دارد و تصور زندگی بدون آب امکان پذیر نیست.

در گذشته و نیز در حال حاضر تهیه بیشتر ترکیب های آلی با به کار بردن حلالهای آلی انجام می شوند. حلالهای آلی ویژگیهای جالب و متنوعی دارند از آن جمله اینکه دامنه گسترده ای از ترکیبهای آلی را در خود حل می کنند، اغلب فرار هستند و به آسانی از محیط واکنش خارج می شوند. ولی از سوی دیگر، متاسفانه حلالهای آلی اغلب سمی، آتشگیر، گران و غیرقابل بازیافت هستند و نیز ظرفیتهای حرارتی پائینی دارند. در برابر حلالهای آلی، آب قرار می گیرد که سمی و آتشگیر نیست و ظرفیت حرارتی بالایی دارد و ارزان است. به هر حال در گذشته در تهیه مواد آلی آب از اهمیت کمتری برخوردار بوده است زیرا آب دارای نقاط ضعف مهمی به عنوان یک حلال است که عبارتند از:

۱) آب بسیار واکنش پذیر است و با بسیاری از گروههای عاملی موجود در مولکولهای آلی ممکن است وارد واکنش شود.

۲) بسیاری از ترکیبهای آلی غیر قطبی و آبگریزند و معمولاً در آب نامحلولند، به عبارتی آب یک حلال ضعیف برای بیشتر مولکولهای آلی است [۱-۲-۳].

با وجود تمامی مزایا و معایب گفته شده در مورد آب، پژوهش های جدید نشان می دهد که آب به عنوان حلال می تواند تاثیر مفیدی بر سرعت و گزینش پذیری تبدیل های آلی مهم مانند واکنشهای دیلز-آلدر، تراکم آلدولی، واکنش مایکل و دیگر واکنشها داشته باشد.

۱-۲- واکنشهای انجام شده در محیط آبی:

واکنشهای انجام پذیر در آب دسته ای از واکنشهای آلی هستند که در آب به صورت یک امولسیون درمی آیند و منجر به افزایش غیرعادی سرعت واکنش می شوند که این افزایش سرعت واکنشهای آلی در آب، به علت اثر آبگریزی آنها می باشد که اولین بار توسط برسلو^۱ بیان شد [۴] که به موجب آن واکنشگرهای آلی درون آب برهمکنش خود را با آب به کمترین مقدار ممکن می رسانند. سرعت واکنش ترکیبهای آبگریز درون آب افزایش می یابد حتی اگر هیچ یک از واکنش دهنده ها حلالیت قابل توجهی در آب نداشته باشند (به عبارتی همان شیمی واکنشهای روی آب)^۲ [۵].

ویژگی باز لوئیس بودن آب سبب می شود که واکنش پذیری گونه های اسید لوئیس را تغییر بدهد که این اثر در بسیاری از موارد منجر به افزایش سرعت واکنشها می شود [۶]. این حلال محدودیتهای شدیدی برای کاربرد اسیدهای لوئیس اعمال می کند زیرا اسیدهای لوئیس فعال مانند AlCl_3 , BF_3 و TiCl_4 با آب خیلی شدید واکنش می دهند و نمی توانند در آب مورد

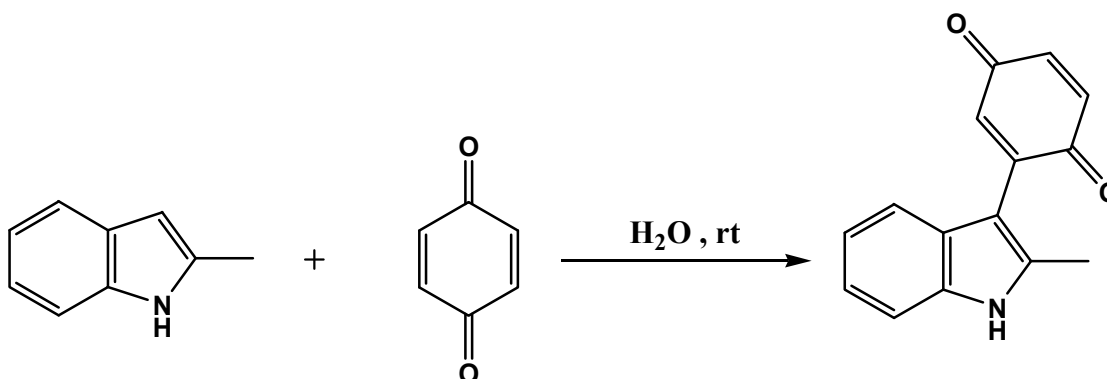
^۱.Breslow

^۲.On water chemistry

استفاده قرار گیرند. واکنشهایی که در آب انجام می شوند این فرصت را در اختیار دارند که pH محیط واکنش را به طرز دقیقی تنظیم کنند که این امر به تغییر در واکنش پذیری و گزینش پذیری می انجامد. در نهایت باید بگوییم که آب می تواند به عنوان یک اسید، یک باز، یک واکنشگر هسته دوست و حتی یک منبع هیدروژن به کار رود.

افزایش سرعت واکنشها درون آب طی سالهای اخیر بسیار مورد مطالعه قرار گرفته است اما در پژوهش های مربوط به سال ۲۰۰۵، گروه شارپلس^۳ مطالعه ای بنیادی برای این پدیده ارائه کردند [۷]. واکنشهایی که در آب انجام می شوند به شیمی سبز تعلق دارند زیرا کاربرد حلالهای آلی را به میزان قابل توجهی کاهش می دهند و نیز جداسازی فرآورده ها در این واکنشها بسیار آسان است و همچنین این واکنشها بازده و خلوص شیمیایی را افزایش می دهند.

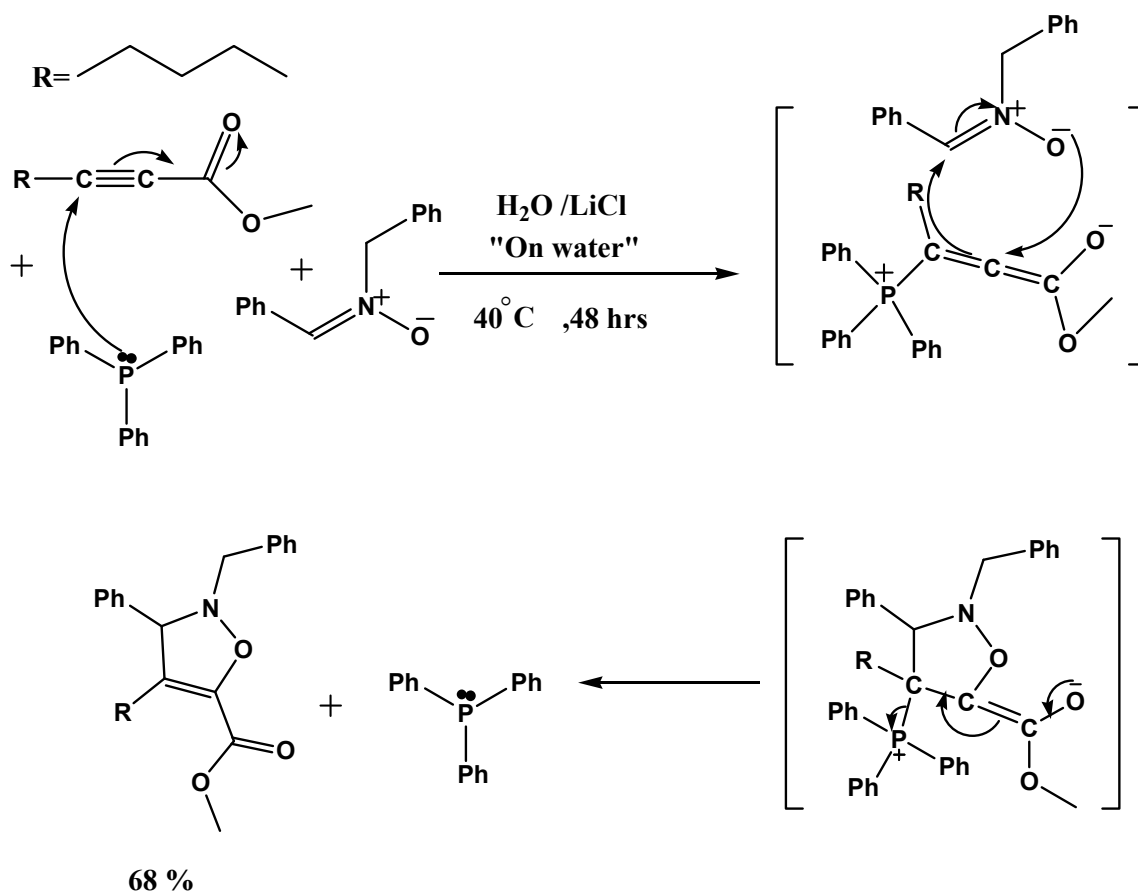
واکنش جفت شدن ایندول و کینون نیز در آب مورد بررسی قرار گرفته است. این واکنش بدون کاتالیزگر، در آب و در دمای اتاق با بازده شیمیایی ۸۲ درصد انجام شده است (شمای ۱)، باید توجه داشت که واکنشگرها و فرآورده در آب نامحلول هستند [۸].



شمای ۱- واکنش جفت شدن ایندول و کینون

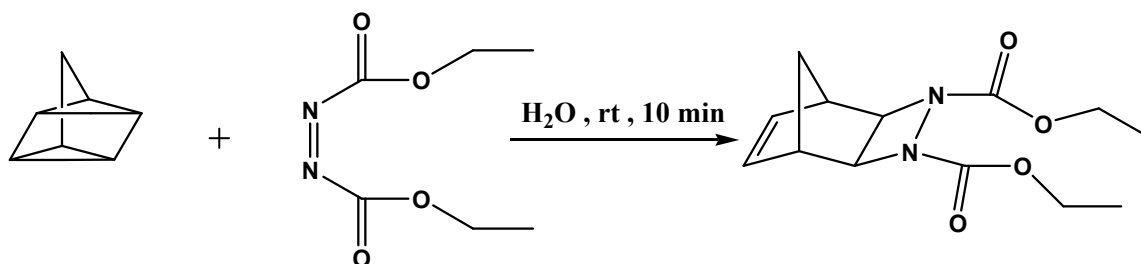
^۳.Sharpless

اثر واکنشهای درون آب در واکنشهای حلقه زایی نیز مورد بررسی قرار گرفته است [۹]. به عنوان نمونه آلکین-متیل-۲-اکتینوات با تری فنیل فسفین واکنش می دهد و حد واسط آلنوات جفت یونی را تولید می کند که این حد واسط، یک دی ان دوست برای واکنش با نایترون ها می باشد. حلقه زایی دوقطبی [۲+۳] اولیه فراورده ای را تولید می کند که به یک دی هیدرو ایزوکسازول بازآرایی می کند و نیز فسفین به کار برده شده بار دیگر به دست می آید. با وجودی که واکنشگرها در آب نامحلولند ولی واکنش با افزایش لیتم کلرید به خوبی در محیط آبی انجام می شود و باید توجه داشت که واکنش در حلالهای آلی مانند تولوئن و دی کلرومتان انجام پذیر نیست (شمای ۲).



شمای ۲-واکنش حلقه زایی

نمونه ای دیگر از واکنشهای حلقه زایی، واکنش کوآدری سایکلن با دی اتیل آزو دی کربوکسیلات است که یک حلقه زایی شش الکترونی است که شامل ۴ الکترون سیگما و ۲ الکترون پای می باشد. این واکنش درون آب و در دمای اتاق در عرض ۱۰ دقیقه با بازده ۸۲ درصد انجام می شود. همین واکنش در حلال تولوئن و در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد نیز انجام می شود که ۲۴ ساعت به طول می انجامد و بازده آن ۷۰ درصد خواهد بود [۹] (شمای ۳).



شمای ۳- واکنش حلقه زایی

به طور خلاصه برخی از واکنشهای آلی که در محیط آبی انجام شده اند عبارتند از :

- واکنش اکسایش
- واکنش هیدروژن زدایی
- واکنش هیدروژن دار کردن
- واکنش آلیل دار کردن
- واکنش ویتینگ
- واکنش جفت شدن آسیل کلریدها و آلکین ها
- واکنش های مانیک گونه
- واکنش دیلز – آلدردرون مولکولی
- واکنش دیلز – آلدربین مولکولی
- واکنش مایکل ترکیب های β,α -غیراشباع
- واکنش محافظت زدایی گروههای عاملی
- واکنش آلکیل دار کردن فریدل-کرافتس
- واکنش تهیه دی تیوکربناتهای حلقوی