



دانشگاه کردستان

دانشکده علوم

گروه شیمی

عنوان:

سنتز و مطالعه رفتار ضد میکروبی ۲-آمینو- $H-4$ -پیران‌های جوش خورده حاصل از واکنش ۴-تولوئن سولفونیل متیل ایزوسیانید و ترکیبات ۱،۳-دی کربونیل در مجاورت استرهای استیلنی

پژوهشگر:

امین زلالی

استاد راهنما:

دکتر فاروق نصیری

استاد مشاور:

دکتر رشید رمضان زاده

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش آلی

آذر ماه ۱۳۸۸

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه کردستان است.

*****تعهد نامه*****

اینجانب امین زلالی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش آلی دانشگاه کردستان، دانشکده علوم

گروه شیمی تعهد می نمایم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری

نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

امین زلالی

۱۳۸۸ / ۹ / ۱۸

تقدیم به :

پدر مهربانم که همیشه یار و یاورم است
مادر صبور و مهربانم که محبت را از او آموختم
و برادر و خواهر عزیزم که مرا در این راه حمایت کردند

ن وَالْقَلَمِ وَمَا يَسْطُرُونَ

تشکر و قدردانی

با حمد و سپاس از خداوند متعال به خاطر الطاف بی کرانش که در عظمت و وحدانیت بی همتاست.

در آغاز از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر فاروق نصیری به خاطر زحمات بی دریغشان نهایت سپاس و قدردانی را دارم.

از اساتیدی که در کلاس درسشان بهره‌ها بردم و همچنین اساتیدی که مرا در این راه یاری دادند، دکتر رشید رمضان زاده، دکتر فرزاد نیکپور، دکتر کمال امانی و دکتر امین رستمی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دو فرشته آسمانیم، پدرم و مادرم، که همواره موفقیت‌های خویش را مدیون ایثار و فداکاری آنها می‌دانم تشکر می‌کنم.

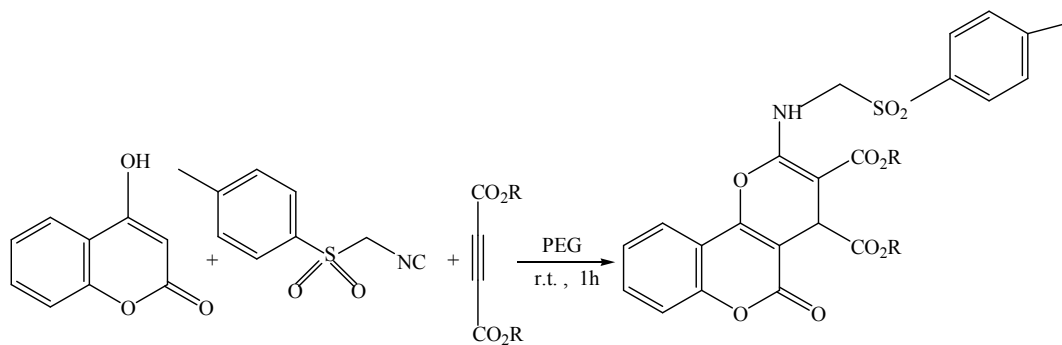
از برادر و خواهرم که همراهان همیشگی خستگی‌هایم بوده‌اند سپاسگذارم.

از دوستان بسیار خوبم، آقایان و خانمها: دکتر لقمان مرادی، دکتر محمد پیلتن، سعدی محمدی، داوود ملکوتی خواه، مهدی اسدیان، صادق علیزاده، محسن علیزاده، مصطفی عظیمی، منوچهر رضایی، مرتضی درخشان، ابوذر نوروزی، مهدی عزیزی، مهدی ضیائی، شاهد حسن پور، مصطفی گودرزی، صالح کریمی، فیروز احمد جنگی، جمال اکرادی، زهرا گودرزی، سرور صادق، مریم بهجونیا، جمیله کدخدا و زینب عظیمیان اوج سپاس و تشکر دارم.

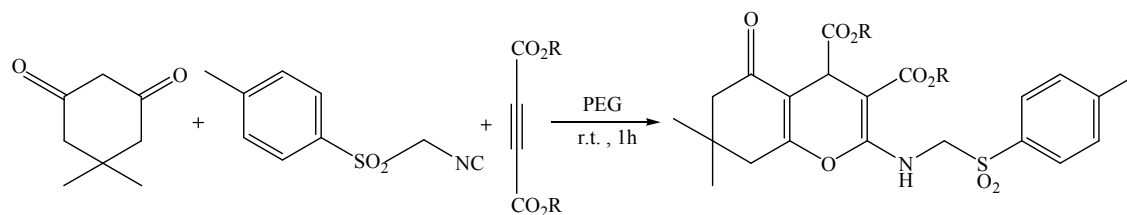
چکیده

مطالعات زیادی درباره واکنش بین CH-اسیدها با ایزوسیانیدها در مجاورت استرهای استیلنی وجود دارد. در بسیاری از موارد این واکنش‌ها در حلال‌های آلی مانند دی‌کلرومتان، دی‌اتیل اتر، کلروفرم و ... انجام شده است.

در پژوهش حاضر به مطالعه واکنش سه جزیی برخی از CH-اسیدها مانند ۴-هیدروکسی کومارین، ۵،۵-دی‌متیل ۳،۱-سیکلوهاگزان‌دی‌اون و دی‌متیل ۳،۱-استون‌دی‌کربوکسیلات با ۴-تولون‌سولفونیل‌متیل ایزوسیانید (TosMIC) در مجاورت استرهای استیلنی در حلال پلی‌اتیلن گلیکول و همچنین بررسی خواص ضد میکروبی ترکیبات سنتز شده پرداخته شده است. این واکنش‌ها به طور خود به خودی در دمای اتاق در عرض یک ساعت انجام می‌شوند و ۲-آمینو-۴H-پیران‌های پر استخلاف را با بازده بالاتر تولید می‌کنند. این تحقیق به دلیل سنتز مشتقات پیرانی حاوی گروه سولفونیل، استفاده از پلی‌اتیلن-گلیکول به عنوان حلال، کاهش زمان واکنش، ایمنی بالا و آلوده نکردن محیط زیست و همچنین بررسی خواص ضد میکروبی محصولات جالب می‌باشد.



R= Me, Et



R= Me, Et

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات

۱	..... ۱-۱-مقدمه
۱	..... ۲-۱- کاربردهای جدید پلی اتیلن گلیکول به عنوان یک محیط شیمیایی سبز
۵	..... ۳-۱- مثال هایی از واکنش های انجام شده در پلی اتیلن گلیکول
۱۱	..... ۴-۱- واکنش های چند جزئی ایزوسیانیدها
۱۱	..... ۱-۴-۱- تاریخچه
۱۴	..... ۲-۴-۱- مثال هایی از واکنش های چند جزئی ایزوسیانیدها
۳۴	..... ۵-۱- روش های سنتز مشتقات پیرانی و بررسی خواص ضد میکروبی این ترکیبات

فصل دوم: مواد و روش ها

۴۵	..... ۱-۲- دستگاه ها و مواد شیمیایی
	..... ۲-۲- روش عمومی برای سنتز مشتقات ۲-آمینو-۴H-پیران های حاصل از واکنش CH-اسیدها با ایزوسیانیدها در مجاورت استر های استیلنی در حلال PEG
۴۵	..... ۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیبات سنتز شده
۴۶	..... ۱-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۹۷a
۴۶	..... ۲-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۹۷b
۴۷	..... ۳-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۹۷c
۴۸	..... ۴-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۹۷d
۴۸	..... ۵-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۹۷e
۴۹	..... ۶-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۹۷f
۴۹	..... ۷-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۹۷g
۵۰	..... ۸-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۱۱۱a
۵۱	..... ۹-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۱۱۱b
۵۱	..... ۱۰-۳-۲- مشخصات فیزیکی و اطلاعات طیفی ترکیب ۱۱۳
۵۲	..... ۴-۲- روش عمومی بررسی خواص ضد میکروبی ترکیبات سنتز شده

فصل سوم: بحث و نتایج

۵۴	.....۱-۳- مقدمه
	.....۲-۳- واکنش CH-اسیدهای حلقوی با TosMIC و ایزوسیانیدهای دیگر در مجاورت استرهای
۵۴	.....استیلنی در حلال پلی اتیلن گلیکول-۳۰۰
	.....۳-۳- واکنش دی متیل ۳،۱-استون دی کربوکسیلات با TosMIC در مجاورت استرهای استیلنی
۵۸	.....حلال پلی اتیلن گلیکول-۳۰۰
۶۰	.....۵-۳- روش‌های مطالعه خواص ضد میکروبی ترکیبات آلی
۶۱	.....۱-۵-۳- روش انتشار دیسک
۶۲	.....۲-۵-۳- روش کشت سوسپانسیون تلقیح
۶۶	.....پیوست
۸۸	.....مراجع

فهرست جداول

صفحه

عنوان

۶	جدول ۱-۱- تعدادی از واکنش های انجام شده در پلی اتیلن گلیکول.....
۳۷	جدول ۱-۲- نتایج بررسی های ضد میکروبی ترکیبات سنتز شده توسط اید و همکارانش.....
۴۰	جدول ۱-۳- نتایج بررسی های ضد میکروبی ترکیبات سنتز شده توسط الصغیر و همکارانش.....
۴۲	جدول ۱-۴- نتایج بررسی های ضد میکروبی ترکیبات سنتز شده توسط ریاد و همکارانش.....
۴۴	جدول ۱-۵- نتایج بررسی های ضد میکروبی ترکیبات سنتز شده توسط هایزا و همکارانش.....
۶۴	جدول ۳-۱- نتایج بررسی های ضد میکروبی ترکیبات سنتز شده.....

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

۵۳	شکل ۱: نمونه ای از نتایج آزمایش انتشار دیسک.....
۶۳	شکل ۲: روش کشت سوسپانسیون تلقیح.....
۶۷	شکل ۳: طیف $^1\text{H NMR}$ ترکیب ۹۷a.....
۶۸	شکل ۴: طیف بزرگ شده $^1\text{H NMR}$ ترکیب ۹۷a.....
۶۹	شکل ۵: طیف $^{13}\text{C NMR}$ ترکیب ۹۷a.....
۷۰	شکل ۶: طیف IR ترکیب ۹۷a.....
۷۱	شکل ۷: طیف Mass ترکیب ۹۷a.....
۷۲	شکل ۸: طیف $^1\text{H NMR}$ ترکیب ۹۷c.....
۷۳	شکل ۹: طیف $^{13}\text{C NMR}$ ترکیب ۹۷c.....
۷۴	شکل ۱۰: طیف IR ترکیب ۹۷c.....
۷۵	شکل ۱۱: طیف $^1\text{H NMR}$ ترکیب ۹۷f.....
۷۶	شکل ۱۲: طیف بزرگ شده $^1\text{H NMR}$ ترکیب ۹۷f.....
۷۷	شکل ۱۳: طیف $^{13}\text{C NMR}$ ترکیب ۹۷f.....
۷۸	شکل ۱۴: طیف بزرگ شده $^{13}\text{C NMR}$ ترکیب ۹۷f.....
۷۹	شکل ۱۵: طیف IR ترکیب ۹۷f.....
۸۰	شکل ۱۶: طیف Mass ترکیب ۹۷f.....
۸۱	شکل ۱۷: طیف $^1\text{H NMR}$ ترکیب ۱۱۳.....
۸۲	شکل ۱۸: طیف $^{13}\text{C NMR}$ ترکیب ۱۱۳ در دمای محیط.....
۸۳	شکل ۱۹: طیف بزرگ شده $^{13}\text{C NMR}$ ترکیب ۱۱۳ در دمای محیط.....
۸۴	شکل ۲۰: طیف $^{13}\text{C NMR}$ ترکیب ۱۱۳ در دمای 56°C
۸۵	شکل ۲۱: طیف بزرگ شده $^{13}\text{C NMR}$ ترکیب ۱۱۳ در دمای 56°C
۸۶	شکل ۲۲: طیف IR ترکیب ۱۱۳.....

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

در این فصل به بررسی کاربردهای جدید پلی اتیلن گلیکول به عنوان یک محیط سبز در سنتز ترکیبات آلی، بررسی خواص و واکنش‌های ایزوسیانیدهای مختلف مخصوصاً ۴-تولون سولفونیل متیل ایزوسیانیید (TosMIC)، بررسی واکنش‌هایی که منجر به تشکیل مشتقات مختلف پیرانی می‌شوند و همچنین مطالعه خواص ضد میکروبی آنها می‌پردازیم.

۱-۲- کاربردهای جدید پلی اتیلن گلیکول به عنوان یک محیط شیمیایی سبز

محققین بر این امر تأکید دارند که استراتژی‌های سنتزی باید مطابق با اصول شیمی سبز باشند. شیمی سبز به معنی کاهش یا حذف تولید و استفاده از مواد پرخطر است [۱]. در سال‌های اخیر جایگزینی حلال‌های پرخطر با حلال‌های دوست دار محیط مانند آب [۲]، مایعات یونی [۳]، حلال‌های فلوتور دار [۴]، مایعات فوق بحرانی [۵] و پلی اتیلن گلیکول [۶] به سرعت در حال رشد است. اخیراً پلی اتیلن گلیکول و محلول‌های آن به عنوان حلال سبز معرفی شده‌اند. این حلال جایگزین حلال‌هایی مانند مایعات یونی و کرین دی اکسید فوق بحرانی شده است که سمیت، بی‌خطر بودن و زیست تخریب پذیری آنها به‌طور کامل ثابت نشده است. قیمت پایین، آتش پذیری کم، سمیت کم، قابل بازیافت بودن، به آسانی

تخریب پذیر بودن و قابل اختلاط بودن با بسیاری از حلال‌های آلی بعضی از خواصی هستند که پلی‌اتیلن - گلیکول را به‌عنوان یک حلال سبز برای سنتزهای آلی معرفی می‌کند [۱]. بسیاری از واکنش‌های آلی مانند واکنش‌های استخلافی [۷]، اکسایش-کاهش [۸]، واکنش هک^۱ [۹]، هیدروکسیل زدایی نامتقارن [۱۰]، واکنش سوزوکی^۲ [۱۱]، واکنش واکر^۳ [۱۲]، احیای جزئی آلکین‌ها [۱۳] در پلی‌اتیلن گلیکول انجام می‌شوند. استفاده از آب به‌عنوان حلال مطلوب‌ترین فرایند است اما این امر اغلب به‌علت آب‌گریز بودن واکنش دهنده‌ها و حساس بودن بسیاری از کاتالیست‌ها به آب امکان‌پذیر نیست [۱۴]. تفاوت مهم بین استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول و سایر حلال‌ها این است که خواصی مانند غیر سمی بودن، زیست تخریب پذیری و غیره آن ثابت شده است. برای حذف تهدیدات حلال‌های آلی سه راه وجود دارد: (۱) استفاده از فرایندهای بدون حلال [۱۵]. این روش گرچه تا حدودی موفق بوده است، اما برای انجام بسیاری از واکنش‌های آلی حلال نقش اصلی برای مخلوط کردن واکنش دهنده‌ها جهت افزایش برهمکنش‌های بین مولکولی را دارد. (۲) استفاده از آب به‌عنوان حلال سبز [۱۶]. این روش به‌علت آب‌گریز بودن ترکیبات آلی و حساس بودن کاتالیست‌ها به آب محدود شده است. (۳) استفاده از مایعات یونی [۱۷]. اما تهیه مایعات یونی خسته کننده بوده و سازگار بودن آن‌ها با محیط زیست هنوز ثابت نشده است. اخیراً استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول به‌عنوان محیط واکنش سبز با ویژگی‌هایی مانند پایداری گرمایی، به‌صورت تجاری در دسترس بودن، امتزاج پذیر بودن با بسیاری از حلال‌های آلی، فرار نبودن و قابل بازیافت بودن گزارش شده است. پلی‌اتیلن گلیکول به‌عنوان حلال مخلوط کننده نمک‌های معدنی به منظور افزایش واکنش پذیری آنیون با سوبسترا قبلاً پیشنهاد شده است [۱۸].

¹ Heck

² Suzuki

³ Wacker

یکی از نگرانی‌های اصلی شیمیست‌ها در زمان طراحی یک واکنش آلی، انتخاب حلال است زیرا حلال نقش مهمی در فرآیندهای شیمیایی بازی می‌کند و علاوه بر حل کردن واکنش‌دهنده‌ها و فراهم آوردن امکان برخورد مواد اولیه، دارای اثراتی بر روی سرعت انجام واکنش، جهت‌گزینی، فضا‌گزینی و شیمی فضایی واکنش می‌باشد. حلال‌ها در مراحل بعدی واکنش، که شامل استخراج و خالص‌سازی محصولات است، نیز استفاده می‌شوند.

حلال‌های آلی که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، شامل هیدروکربن‌های هالوژن‌دار و آروماتیک، اترها و الکل‌ها هستند. علیرغم مزیت و اهمیت این ترکیبات در واکنش‌های آلی، آن‌ها بی‌شک دارای اثرات زیان‌باری روی محیط زیست می‌باشند. بسیاری از این حلال‌ها آتش‌گیر، فرار، خطرناک و سمی می‌باشند. تا سال‌های اخیر، استفاده از حلال‌های آلی بسیار معمول و شاید تنها انتخاب برای شیمیست‌ها بود. این روند تا دهه‌های اخیر نیز ادامه داشت، اما جستجوهای وسیعی برای جایگزین کردن حلال‌های آلی فرار و سمی انجام گرفت. در حال حاضر، شیمیست‌ها تلاش می‌کنند اثرات مخرب زیست محیطی فرآیندها را، بدون از دست دادن کارایی آن‌ها و با استفاده از حلال‌های سبز و تحت عنوان شیمی سبز، کاهش دهند. این موضوع در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۱۹]. پلی‌اتیلن‌گلیکول یکی از این حلال‌های سبز است. در این فصل مزایا، محدودیت‌ها و همچنین تعدادی از کاربردهای این حلال سبز مورد بحث قرار می‌گیرند.

پلی‌اتیلن‌گلیکول یک پلیمر خطی است و از پلیمریزه شدن اتیلن‌اکسید تهیه می‌شود. پلی‌اتیلن‌گلیکول با فرمول شیمیایی $\text{PEG: HO-(CH}_2\text{CH}_2\text{O)}_n\text{-H}$ در دامنه وزنی ۲۰۰ تا ده‌ها هزار برابر در دسترس است. پلیمرهای با وزن مولکولی کمتر از ۶۰۰ به صورت مایعی ویسکوز و بی‌رنگ‌اند و پلیمرهای با وزن مولکولی بیش از ۸۰۰ جامد و سفیدرنگ هستند [۲۰]. اعداد به‌کاربرده شده (۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و غیره) برای نامگذاری پلی‌اتیلن‌گلیکول‌ها به‌طور معمول نشان‌دهنده میانگین وزن مولکولی است. پلی‌اتیلن-

گلیکول مایع در تمام نسبت‌ها در آب انحلال پذیر است. برای مثال، پلی‌اتیلن گلیکول-۴۰۰ دارای ساختار $\text{HO}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{-H}$ است که در آن n تقریباً ۸ تا ۹ است. این ساختار ویژه باعث می‌شود که پلی‌اتیلن گلیکول از طریق ایجاد پیوند هیدروژنی با آب در آن امتزاج پذیر باشد. ناحیه هیدروکربنی آب گریز پلی‌اتیلن گلیکول به شکستن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب کمک می‌کند و باعث کاهش برهمکنش‌های بین مولکولی می‌شود، به عبارت دیگر پلی‌اتیلن گلیکول می‌تواند منجر به کاهش ممان دوقطبی آب و در نتیجه سبب انحلال پذیری ترکیبات آب گریز در آن شود [۲۱، ۲۲]. پلی‌اتیلن گلیکول-های جامد انحلال پذیری بالایی در آب دارند، برای نمونه PEG-۲۰۰۰ حدود ۶۰٪ در آب 20°C حل می‌شود.

پلی‌اتیلن گلیکول یک پلی‌مر آب دوست است و به آسانی در آب و بسیاری از حلال‌های آلی، مانند تولوئن، دی‌کلرومتان، الکل و استن انحلال پذیر است [۲۰]، اما در حلال‌های هیدروکربنی آلیفاتیک، مانند سیکلو هگزان، هگزان یا دی‌اتیل اتر حل نمی‌شود. تعدادی از نمک‌ها، انحلال پذیری فوق‌العاده‌ای در پلی‌اتیلن گلیکول-۴۰۰ نشان می‌دهند، به عنوان نمونه انحلال پذیری تعدادی از نمک‌ها در پلی‌اتیلن گلیکول-۴۰۰ در زیر آورده شده است [۱۸]:

نام نمک	KCN	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	CH_3COOK	KI	KNO_3
حلالیت	0.16 M	1.8 M	2.1 M	1.1 M	0.25 M

در سال‌های اخیر، محلول‌های آبی پلی‌اتیلن گلیکول در بسیاری از واکنش‌ها استفاده شده‌اند. سمیت اندک، غیر فرار بودن و تخریب پذیری پلی‌اتیلن گلیکول، که به لحاظ زیست محیطی بسیار مهم است، زمانی که با قیمت اندک آن همراه شود، پلی‌اتیلن گلیکول را بسیار جالب توجه می‌سازد [۲۳]. سه نوع اصلی از واکنش‌ها، شامل جایگزینی، اکسیداسیون و واکنش‌های کاهشی در پلی‌اتیلن گلیکول انجام پذیر است. با وجود این، کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول محدود به این واکنش‌ها نشده و ممکن است بسیاری از

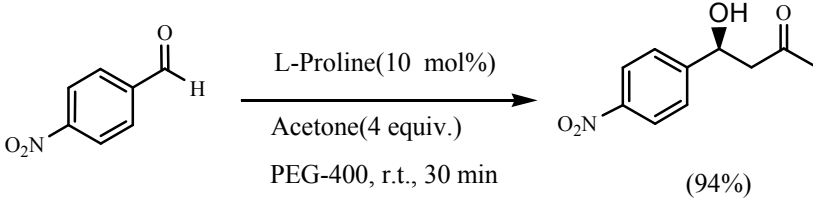
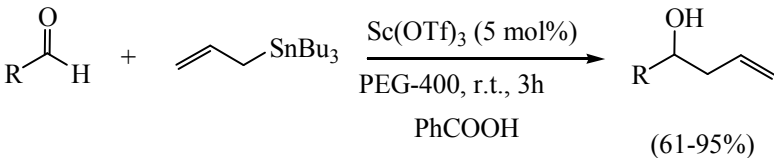
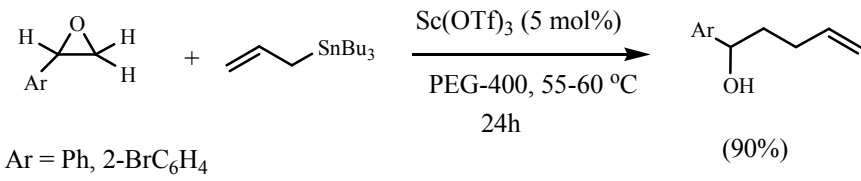
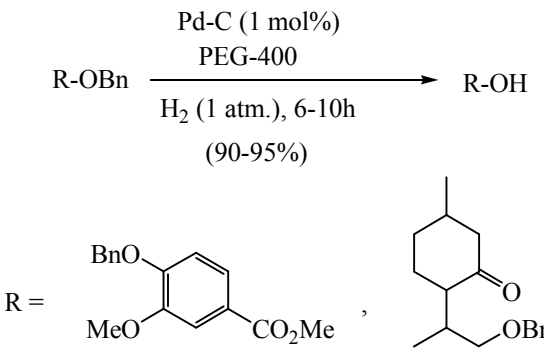
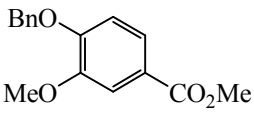
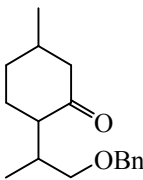
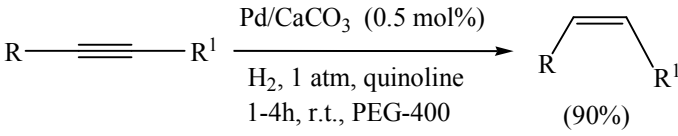
واکنش‌های دیگر در آن انجام پذیر باشد. همچنین، پلی‌اتیلن گلیکول به عنوان کاتالیست انتقال فاز^۱ (PTC) عمل می‌کند [۲۴]. پل‌های اکسیژن پلی‌اتیلن گلیکول، مانند کراون اترها، می‌توانند با کاتیون‌های فلزی تشکیل کمپلکس داده و برای حفظ خنثی بودن از نظر بار الکتریکی، کمپلکس کاتیونی پلی‌اتیلن-فلز می‌تواند یک آنیون را به فاز آلی بیاورد و از آنجا که این آنیون آزاد است، برای واکنش با واکنش دهنده‌های آلی در دسترس می‌باشد. کمپلکس کراون اتر با یون فلزی بستگی به اندازه حفره کراون اتر دارد. در مقایسه، پلی‌اتیلن گلیکول می‌تواند با سایزهای متفاوتی از کاتیون‌های فلزی، مانند Sr^{+2} (A^0) $1/12$ و Li^{+1} ($0/76 A^0$) کئوردینه شود [۲۵،۲۶]. بنابراین، پلی‌اتیلن گلیکول‌های با وزن مولکولی معین، در پیوند با سایزهای متفاوت از کاتیون‌های فلزی، گزینش پذیری بسیار انعطاف پذیری به علت تغییر در شکل کنفورماسیون نشان می‌دهند. از این رو، پلی‌اتیلن گلیکول در بسیاری از فرایندهای تجاری، به عنوان جایگزینی برای کاتالیست‌های انتقال فاز گران قیمت و خطرناک، مورد استفاده قرار گرفته است [۲۷]. در تولوئن، پلی‌اتیلن گلیکول‌ها کاتالیست‌های بسیار مؤثرتری از کراون اترها برای انجام واکنش بنزیل کلرید و استات آمونیوم جامد هستند و در اتانول، قدرت آن‌ها به عنوان کاتالیست انتقال فاز برای واکنش فوق مشابه است [۲۸]. پلی‌اتیلن گلیکول‌ها در برابر اسیدها، بازها، دماهای بالا [۲۹،۳۰]، اکسیژن، سیستم‌های اکسید کننده قوی مثل H_2O_2 [۳۱] و سیستم‌های کاهش‌ی مانند NaBH_4 پایدار هستند [۳۲]. به علاوه، پلی‌اتیلن گلیکول را می‌توان از محلول‌های آبی توسط بر هم‌کنش با یک حلال مناسب یا توسط تقطیر مستقیم از آب یا حلال‌های دیگر بازیابی کرد [۱۸].

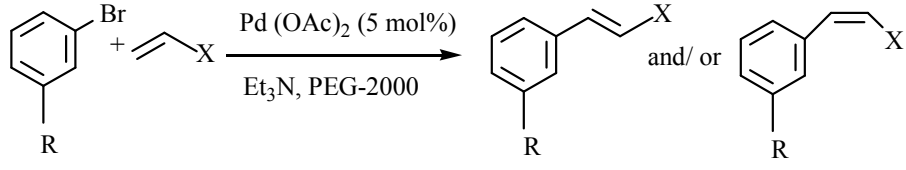
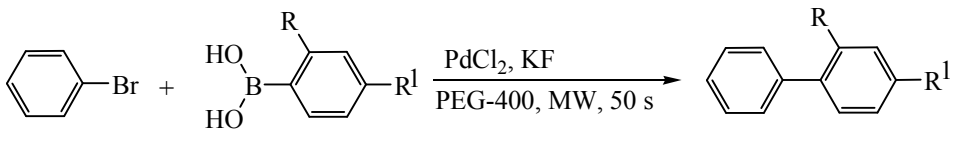
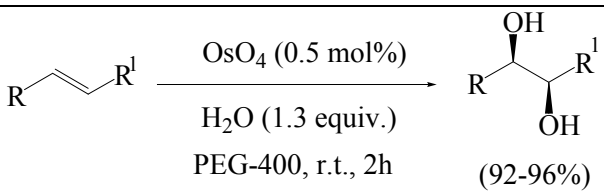
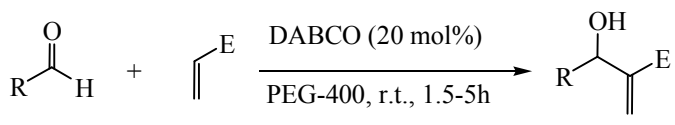
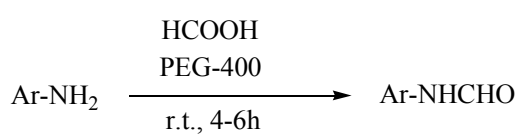
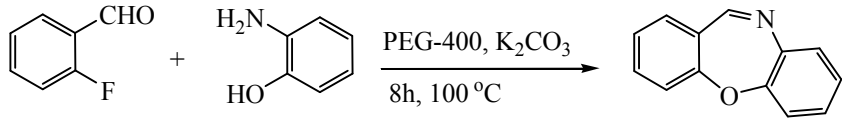
۱-۳- مثال‌هایی از واکنش‌های انجام شده در پلی‌اتیلن گلیکول

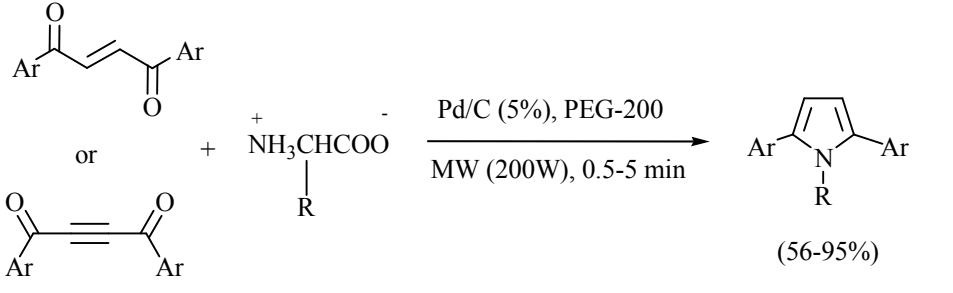
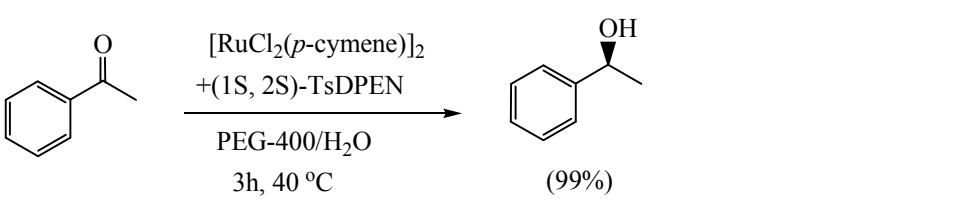
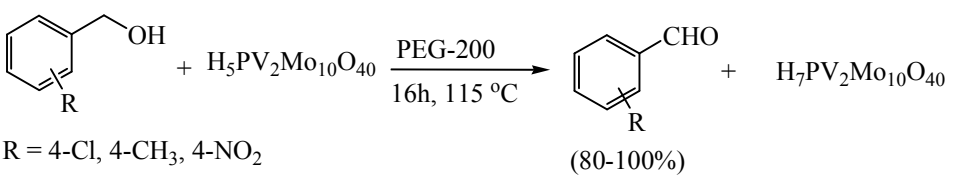
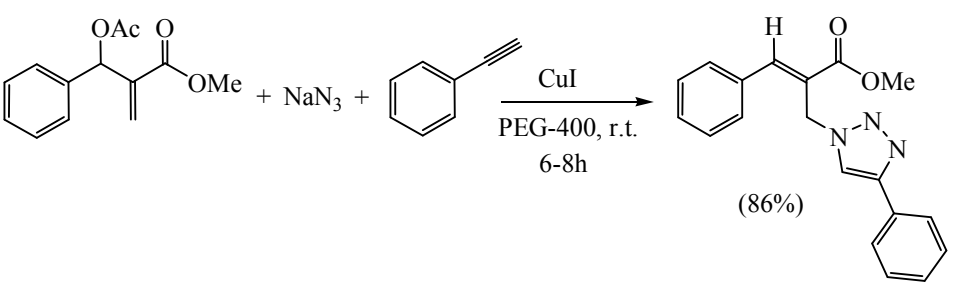
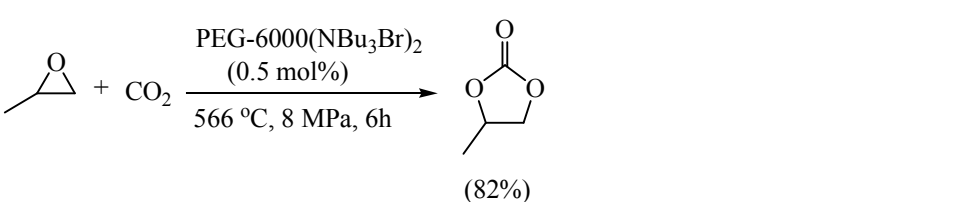
پلی‌اتیلن گلیکول به عنوان حلال و کاتالیست در بسیاری از واکنش‌ها استفاده شده است، که تعدادی از این واکنش‌ها، در جدول ۱-۱ آورده شده‌اند.

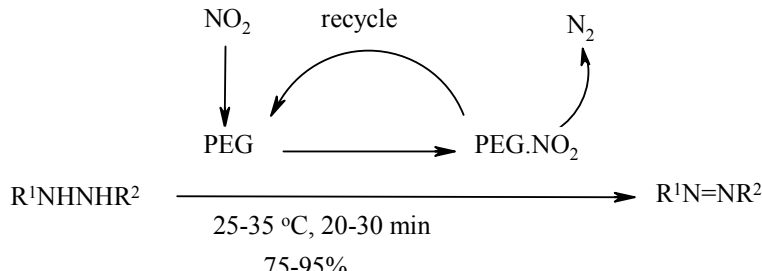
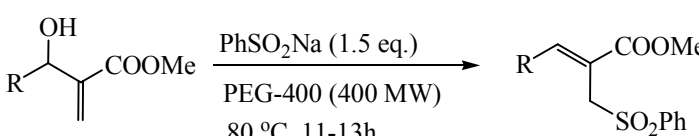
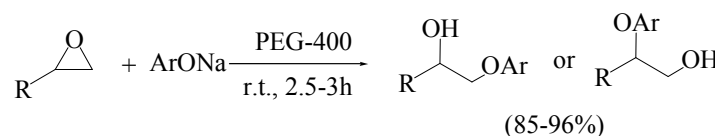
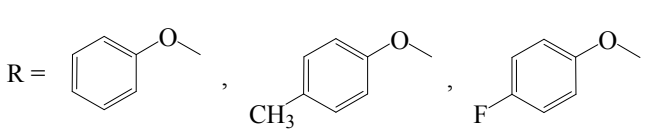
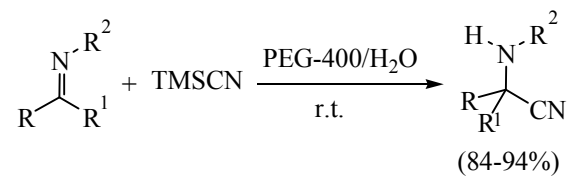
¹ Phase transfer catalyst (PTC)

جدول ۱-۱: تعدادی از واکنش های انجام شده در محیط پلی اتیلن گلیکول

ردیف	واکنش	مرجع
۱	 <p> $\text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO} \xrightarrow[\text{PEG-400, r.t., 30 min}]{\text{L-Proline (10 mol\%), Acetone (4 equiv.)}} \text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH(OH)-CH}_3$ (94%) </p>	۳۳
۲	 <p> $\text{R-CHO} + \text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{SnBu}_3 \xrightarrow[\text{PEG-400, r.t., 3h}]{\text{Sc(OTf)}_3 (5 \text{ mol\%}), \text{PhCOOH}} \text{R-CH(OH)-CH}_2\text{-CH=CH}_2$ (61-95%) </p> <p>R = Ph, C₆H₁₁, 4-ClC₆H₄, 4-NO₂C₆H₄, CH₂CH₂C₆H₄</p>	۳۴
۳	 <p> $\text{Ar-epoxide} + \text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{SnBu}_3 \xrightarrow[\text{PEG-400, 55-60 }^\circ\text{C, 24h}]{\text{Sc(OTf)}_3 (5 \text{ mol\%})} \text{Ar-CH(OH)-CH}_2\text{-CH=CH}_2$ (90%) </p> <p>Ar = Ph, 2-BrC₆H₄</p>	۳۵
۴	 <p> $\text{R-OBn} \xrightarrow[\text{PEG-400, H}_2 (1 \text{ atm.}), 6-10\text{h}]{\text{Pd-C (1 mol\%)}} \text{R-OH}$ (90-95%) </p> <p>R = , </p>	۳۶
۵	 <p> $\text{R-C}\equiv\text{C-R}^1 \xrightarrow[\text{H}_2, 1 \text{ atm, quinoline, 1-4h, r.t., PEG-400}]{\text{Pd/CaCO}_3 (0.5 \text{ mol\%})} \text{R-CH=CH-R}^1$ (90%) </p> <p>R, R¹ = alkyl, aryl</p>	۳۷

۹	 <p>R = Me, Et</p>	۶
۳۸	 <p>R = CH₃, Ph, H R¹ = H, CHO, OMe, F</p> <p>(66-90%)</p>	۷
۳۹	 <p>(92-96%)</p>	۸
۴۰	 <p>R = H, alkyl, aryl E = CO₂Et, CO₂Me, CN</p> <p>40-96%</p>	۹
۴۱	 <p>Ar = Ph, 4-NO₂C₆H₄, 3-NO₂C₆H₄, 4-MeC₆H₄, 4-OMeC₆H₄</p> <p>(79-93%)</p>	۱۰
۴۲	 <p>(89%)</p>	۱۱

<p>۴۳</p>	 <p>Ar = C₆H₅, 4-ClC₆H₄, 4-CH₃C₆H₅, 4-OCH₃C₆H₄ R = H, n-C₄H₉, CH₂C₆H₅, C₆H₅</p>	<p>۱۲</p>
<p>۴۴</p>	 <p>TsDPEN = N-(p-toluenesulfonyl)-1,2-diphenylethylene diamine</p>	<p>۱۳</p>
<p>۳۱</p>	 <p>R = 4-Cl, 4-CH₃, 4-NO₂</p>	<p>۱۴</p>
<p>۴۵</p>		<p>۱۵</p>
<p>۴۶</p>		<p>۱۶</p>

<p>۴۷</p>	 <p> $\text{R}^1\text{NHNHR}^2 \xrightarrow[25-35\text{ }^\circ\text{C, 20-30 min}]{\text{NO}_2, \text{ PEG}} \text{R}^1\text{N}=\text{NR}^2$ </p> <p>75-95%</p> <p> $\text{NO}_2 \xrightarrow{\text{PEG}} \text{PEG}\cdot\text{NO}_2 \xrightarrow{-\text{N}_2} \text{NO}_2$ (recycle) </p> <p> $\text{R}^1 = 4\text{-F-Ph, 3-Cl-Ph, 4-Me-Ph, CO}_2\text{CH}_2\text{CCl}_3, \text{CO}_2\text{Et, 4-OMe-Ph}$ $\text{R}^2 = \text{Ph, 4-Me-Ph, CO}_2\text{CH}_2\text{CCl}_3, 4\text{-Cl-Ph, 4-NO}_2\text{-Ph}$ </p>	<p>۱۷</p>
<p>۴۸</p>	 <p> $\text{R-CH(OH)-CH=C(COOMe)-R} \xrightarrow[80\text{ }^\circ\text{C, 11-13h}]{\text{PhSO}_2\text{Na (1.5 eq.)}, \text{PEG-400 (400 MW)}} \text{R-CH=C(COOMe)-CH}_2\text{-SO}_2\text{Ph}$ </p> <p>(81-93%)</p> <p> $\text{R} = \text{Ph, 4-FC}_6\text{H}_4, 4\text{-MeOC}_6\text{H}_4, 2\text{-BrC}_6\text{H}_4, n\text{-C}_5\text{H}_{11}$ </p>	<p>۱۸</p>
<p>۴۹</p>	 <p> $\text{R-epoxide} + \text{ArONa} \xrightarrow[\text{r.t., 2.5-3h}]{\text{PEG-400}} \text{R-CH(OH)-CH}_2\text{-OAr or R-CH(OAr)-CH}_2\text{-OH}$ </p> <p>(85-96%)</p> <p> $\text{R} =$  </p>	<p>۱۹</p>
<p>۵۰</p>	 <p> $\text{R-CH=N(R}^1\text{)-R}^2 + \text{TMSCN} \xrightarrow[\text{r.t.}]{\text{PEG-400/H}_2\text{O}} \text{R-CH(NH-R}^2\text{)-C(R}^1\text{)(CN)-R}^2$ </p> <p>(84-94%)</p> <p> $\text{R} = \text{Ph, 4-BrC}_6\text{H}_4, 4\text{-ClC}_6\text{H}_4, 4\text{-MeC}_6\text{H}_4$ $\text{R}^1 = \text{H, CH}_3$ $\text{R}^2 = \text{Ph, 4-FC}_6\text{H}_4, \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2$ </p>	<p>۲۰</p>