

الحمد لله الذي
جعلنا من عباده
الذين لا ينالون
الرحمة والكرامات
التي لا يهبها الا
للمؤمنين الصالحين
الذين هم على
الهدى والبر
والصواب
فلا

دانشکده علوم پایه

گروه شیمی

گرایش آلی

**بررسی بنزیل تری فنیل فسفونیم تری برومید در تسریع
برخی واکنش های آلی**

از:

محدثه صفرپورنیکو لنگرودی

استاد راهنما:

دکتر فرهاد شیرینی

استاد مشاور:

دکتر کوروش رادمقدم

آذرماه ۸۹

تقدیم

با نهایت عشق و احترام به

پدر و مادرم

که همه زندگی من هستند.

خدای بزرگ و مهربان من
شکرت را چگونه به جا آورم که بنده ای حقیر و شرمنده ام
و تو مرا دوست می داری بیش از آنچه لیاقتش را دارم.

در سختی ها و رنج ها و وقتی چیزی بخواهم به یاد توام
و تو دستانم را همیشه می گیری...

من در خوشی ها ، خوبی های تو را فراموش می کنم
و تو گناهانم را فراموش می کنی...

جز اشک پشیمانی و دلی شکسته چیزی برایت ندارم
و تو همیشه بهترین خوشی ها را برای من داری ...

من خواسته های تو را فراموش می کنم
و تو هر چه از درگاه مقدست خواسته ام به من داده ای ...

خدای مهربان و صبور من ، ای اجابت کننده دعای بیچارگان
تو را قسم به زمان فرود ستارگان
مرا اگر هزاران بار بمیرانی و زنده کنی غیر از راه خودت در هیچ راهی قرار مده.

با سپاس و تشکر فراوان از :

پدرم که الفبای شیمی را ، مادرم که سختکوشی را و برادرم که مهربانی را به من آموختند. آنان که بزرگترین و گرانبها ترین هدیه
پروردگار در زندگی من هستند.

استاد ارجمندم آقای دکتر فرهاد شیرینی به خاطر حمایت ها و راهنمایی های صبورانه شان در پیشرفت این پروژه.

استاد مشاور عزیزم آقای دکتر کوروش رادمقدم به خاطر هم فکری ها و همراهی ها شان.

خانم دکتر معصومه عابدینی به خاطر لطف و محبت بی دریغشان.

داوران محترم آقای دکتر منوچهر مامقانی و خانم دکتر آسیه یحیی زاده و نماینده محترم تحصیلات تکمیلی.

همراهان همیشگی ام در مسیر زندگی آمنه اسماعیل اوغلی و سمیه شانه چیان.

دوستان عزیزم خانم ها سیده کبری میرهاشمی، آیسا پورولی، طاهره مستشاری راد، حدیث لنگری، سمیه اکبری، مینا پورشیوا،
فرشته حسینی، زینب میرزا آقایی، ساروین یزدانفر، طاهره بهزادی، زهرا بهرامی، مهدیه باقری و سمانه قنبری.

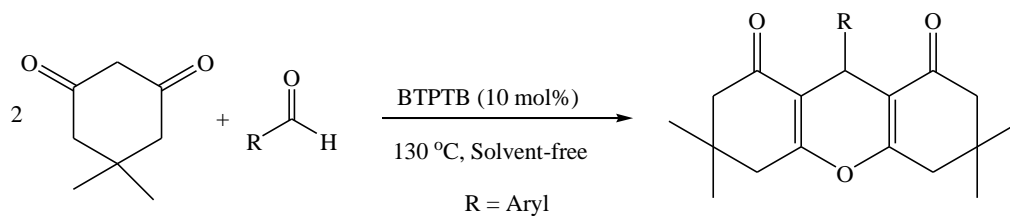
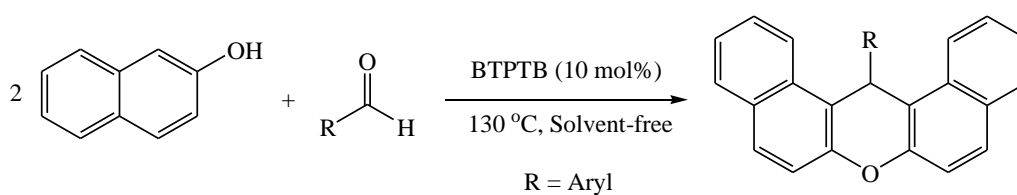
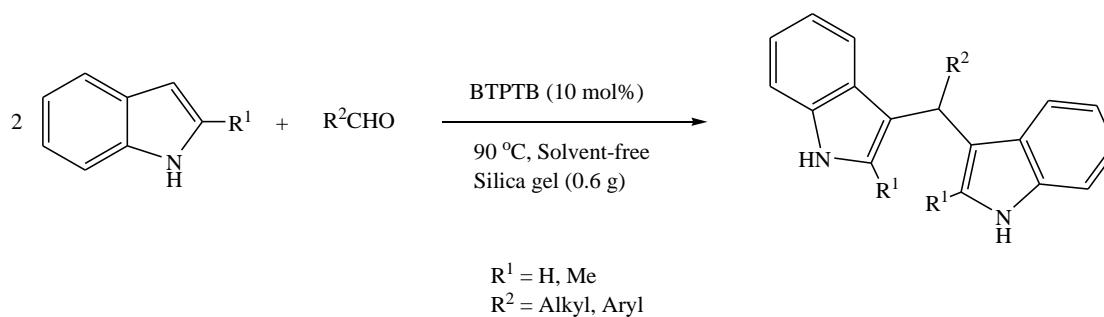
آقایان دکتر نادر خلیق، سید وحید اتقیا.

بررسی بنزیل تری فنیل فسفونیم تری برومید در تسریع برخی واکنش های آلی
محدثه صفربور نیکو لنگرودی

در این پایان نامه یک روش ملایم، ساده و مؤثر برای تسریع تهیه بیس ایندولیل متان ها، بنزو زانتن ها و هیدرو زانتن ها در حضور بنزیل تری فنیل فسفونیم تری برومید در غیاب حلال گزارش شده است.

انجام واکنش ها در غیاب حلال، زمان های کوتاه، بهره خوب تا عالی و امکان جداسازی ساده محصولات از جمله مزایای

روش های ارائه شده است.



کلید واژه: بنزیل تری فنیل فسفونیم تری برومید، واکنش های آلی، واکنش های چند جزیی.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده فارسی.....	ح
چکیده انگلیسی.....	خ

فصل اول : مقدمه و تئوری

۱-۱) تری برومیدهای آلی نوع چهارم.....	۲
۱-۲-۱) تری برومیدهای آلی بر مبنای نیتروژن.....	۲
۱-۲-۱-۱) پیریدینیوم برومید هیدروبرومید (PyHBr ₃).....	۲
۲-۱-۲-۱) فیل تری متیل آمونیم تری برومید (PTATB).....	۴
۳-۱-۲-۱) تترا بوتیل آمونیم تری برومید (TBATB).....	۸
۴-۱-۲-۱) ۱- بوتیل-۳- متیل پیریدینیوم تری برومید ([BMpy]Br ₃).....	۱۱
۵-۱-۲-۱) سایر تری برومیدهای آلی.....	۱۲
۲-۲-۱) تری برومیدهای آلی برمینی فسفر.....	۱۳

فصل دوم : بحث و نتیجه گیری

۱-۲) مقدمه.....	۲۰
۲-۲) تهیه بیس ایندولیل متان ها.....	۲۰
۱-۲-۲) تهیه بیس ایندولیل متان ها در حضور BTPTB در فاز جامد.....	۲۱
۲-۲-۲) تهیه ۳- [۱H-ایندول-۳-یل] (۳،۴-دی متوکسی فنیل) متیل-۱H-ایندول.....	۲۶
۳-۲-۲) تهیه ۳- [۳،۴-دی متوکسی فنیل] (۲-متیل-۱H-ایندول-۳-یل) متیل-۱H-ایندول.....	۳۱
۴-۲-۲) مکانیسم تهیه بیس ایندولیل متان ها.....	۳۷
۳-۲) تهیه آریل-۱۴H-دی بنزو [a, j] زانتن ها و ۱، ۸-دی اکسو-اکتا هیدروزانتن ها.....	۳۸

- ۳۹-۲-۳) تهیه آریل $-14H$ - دی بنزو [a, j] زانتن ها در حضور BTPTB در فاز جامد.....
- ۴۲-۲-۳) تهیه ۱۴- (۳-کلروفنیل) $-14H$ - دی بنزو [a, j] زانتن.....
- ۴۶-۲-۳) مکانیسم تهیه آریل $-14H$ - دی بنزوزانتن ها.....
- ۴۷-۲-۳) تهیه ۱، ۸- دی اکسو-اکتا هیدروزانتن ها در حضور BTPTB در فاز جامد.....
- ۵۱-۲-۳) تهیه ۹- (۴-فلوئورو فنیل)-۷،۶،۴،۳-تتراهیدرو-۶،۶،۳،۳-ترامتیل- $2H$ - زانتن-۸،۱- $(9H, 5H)$ - دی اون.....
- ۵۶-۲-۳) مکانیسم تهیه ۱، ۸- دی اکسو-اکتا هیدروزانتن ها.....
- ۵۷..... نتیجه گیری.....
- ۵۷..... پیشنهاد برای کارهای آینده.....

فصل سوم : کارهای تجربی

- ۶۰-۳-۱) تکنیک های تجربی.....
- ۶۰-۳-۲) تهیه بنزیل تری فنیل فسفونیم تری برومید (BTPTB).....
- ۶۰-۳-۳) تهیه بیس ایندولیل متان ها کاتالیز شده توسط BTPTB تحت شرایط بدون حلال.....
- ۶۱-۳-۳-۱) مشخصات طیفی بیس ایندولیل متان ها.....
- ۶۱-۳-۳-۱) مشتقات ۳- ($1H$ - ایندول-۳-ایل) (آریل یا آلکیل) متیل) - $1H$ - ایندول.....
- ۶۵-۳-۳-۲) مشتقات ۲- متیل ۳- ((۲- متیل - $1H$ - ایندول-۳-ایل) (آریل یا آلکیل) متیل) - $1H$ - ایندول.....
- ۶۷-۳-۴) تهیه آریل $-14H$ - دی بنزو [a, j] زانتن ها با استفاده از BTPTB تحت شرایط بدون حلال.....
- ۶۷-۳-۴-۱) مشخصات طیفی آریل $-14H$ - دی بنزو [a, j] زانتن ها.....
- ۷۰-۳-۵) تهیه ۱، ۸- دی اکسو-اکتا هیدروزانتن ها.....
- ۷۰-۳-۵-۱) مشخصات طیفی ۱، ۸- دی اکسو-اکتا هیدروزانتن ها.....
- ۷۸..... پیوست ها و ضمایم.....
- ۱۱۱..... مراجع.....

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۲۲.....	جدول (۱-۲) : تهیه بیس ایندولیل متان ها در حضور BTPTB در فاز جامد.....
۳۷.....	جدول (۲-۲) : مقایسه اثرات کاتالیزوری، کاتالیزورهای مختلف بر روی سنتز بیس ایندولیل متان حاصل از ۴-کلروبنزآلدئید.....
۴۰.....	جدول (۳-۲) : تهیه آریل -۱۴H- دی بنزو [a, j] زانتن ها در حضور BTPTB در فاز جامد در دمای ۱۳۰ °C.....
۴۶.....	جدول (۴-۲) : مقایسه اثرات کاتالیزوری، کاتالیزورهای مختلف بر روی سنتز آریل -۱۴H- دی بنزو [a, j] زانتن ها از ۴-کلروبنزآلدئید.....
۴۸.....	جدول (۵-۲) : تهیه ۱ ، ۸- دی اکسو- اکتا هیدرو زانتن ها در حضور BTPTB در فاز جامد در دمای ۱۳۰ °C.....
۵۶.....	جدول (۶-۲) : مقایسه اثرات کاتالیزوری، کاتالیزورهای مختلف بر روی سنتز ۱ ، ۸- دی اکسو- اکتا هیدرو زانتن ها از بنزآلدئید.....

۱-۱) تری برومیدهای آلی نوع چهارم^۱ [۱]

تری برومیدهای آلی ترکیباتی هستند یونی که در آنها هسته مرکزی کاتیون شامل دو عنصر نیتروژن یا فسفر است. این عناصر با چهار گروه یکسان یا متفاوت آلکیل یا آریل پیوند برقرار کرده و کاتیون های آمونیم (یا پیریدینیوم) و فسفونیم را تشکیل می دهند. در سالهای اخیر، توجه به این ترکیبات به عنوان جایگزین برم در واکنش های آلی بسیار گسترش یافته است [۲]، به طوری که امروزه گونه های متفاوتی از این ترکیبات ساخته شده و در واکنش های متفاوت مورد استفاده قرار گرفته اند. با توجه به اهمیت این دسته از ترکیبات در ادامه ضمن معرفی، به شرح مختصری در خصوص کاربرد های برخی از آنها در واکنشهای آلی می پردازیم.

۱-۲-۱) تری برومیدهای آلی بر مبنای نیتروژن^۲

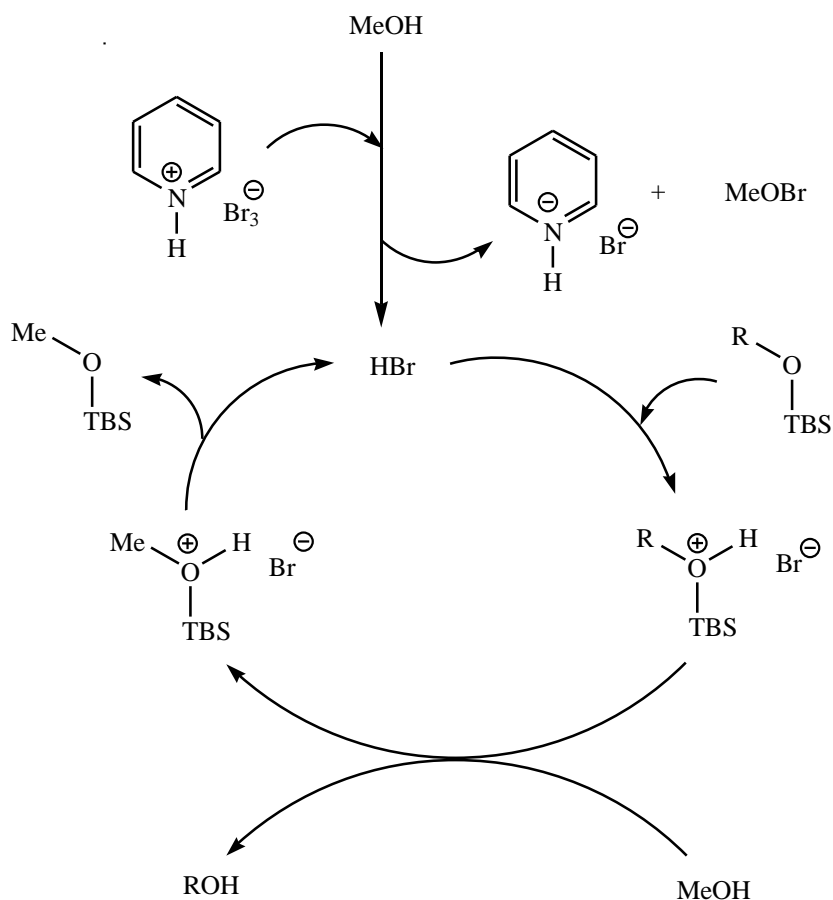
آمونیم تری برومید های جامد [۳،۴]، از قبیل پیریدینیوم برومید هیدرو برومید^۳ [۵]، تترا متیل آمونیم تری برومید^۴ [۶،۷]، فیل تری متیل آمونیم تری برومید^۵ [۸]، ستیل تری متیل آمونیم تری برومید^۶ [۹] و تترا بوتیل آمونیم تری برومید^۷ [۱۰]، از جمله تری برومیدهای آلی هستند که امروزه به عنوان منبع تولید برم در واکنش های آلی مورد استفاده قرار می گیرند. این ترکیبات جامداتی کریستالی و پایدار با وزن مولکولی بالا هستند که می توانند برم را در واکنش هایی که به مقدار کم به آن نیاز است در مقدار استوکیومتری تولید کنند [۱۱].

اگرچه این ترکیبات در ابتدا برای برم دار کردن انتخابی کتون ها [۱۲]، آلکن ها [۱۳] و ترکیبات آروماتیک [۱۴] مورد استفاده قرار گرفتند، اما با توجه به سهولت استفاده و شرایط مناسب، تری برومیدها با سرعت زیادی به جایگزین های مناسبی برای برم در واکنشهای آلی دیگر تبدیل شدند.

۱-۲-۱-۱) پیریدینیوم برومید هیدرو برومید (PyHBr₃)

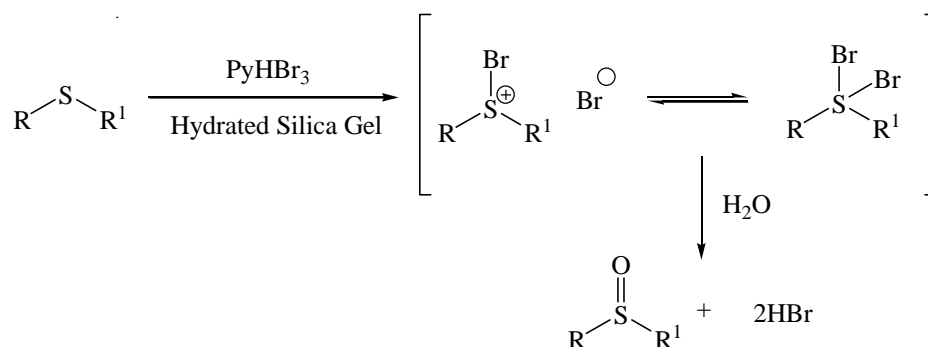
1. Quarternary onium tribromides (QOTB).
2. Organic ammonium tribromides (OATB).
3. Pyridinium bromide hydrobromide (PyHBr₃).
4. Tetramethyl ammonium tribromide (TMATB).
5. Phenyl trimethyl ammonium tribromide (PTATB).
6. Cetyl trimethyl ammonium tribromide (Cet TMATB).
7. Tetrabutyl ammonium tribromide (TBATB).

پیریدینیوم برومید هیدروبرومید یا پیریدینیوم تری برومید که برای اولین بار به وسیله جراسی^۱ و شولز^۲ برای برم دار کردن کتواستروئیدها مورد استفاده قرار گرفت، ناپایدارترین تری برومید آلی است [۱۵]. از این ترکیب همچنین برای برم دار کردن شیمی گزین^۳ آلکن ها [۱۶]، آزیدیرین دار کردن^۴ [۱۷]، محافظت زدایی انتخابی ترشیو- بوتیل دی متیل سیلیل اترها (TBS اترها) و تبدیل آنها به الکل های نوع اول (شکل ۱-۱) [۱۸] و اکسایش سولفیدها (شکل ۱-۲) [۱۹] استفاده شده است.



شکل (۱-۱)

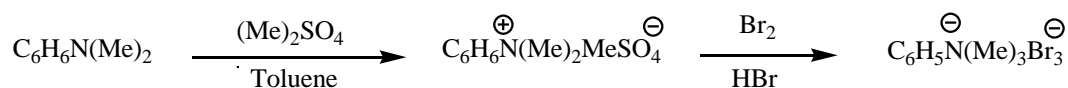
1. Djerassi
2. Scholz
3. Chemoselective
4. Aziridination



شکل (۲-۱)

۲-۱-۲-۱) فنیل تری متیل آمونیم تری برومید (PTATB)

فنیل تری متیل آمونیم تری برومید، جامدی کریستالی با رنگ نارنجی است که علاوه بر قابلیت تهیه به صورت تجاری، به سهولت از واکنش N,N -دی متیل آنیلین و دی متیل سولفات و واکنش ترکیب حاصل با اسید هیدروبرومیک ۴۸٪ و برم سنتز می شود (شکل ۳-۱) [۲۰].



شکل (۳-۱)

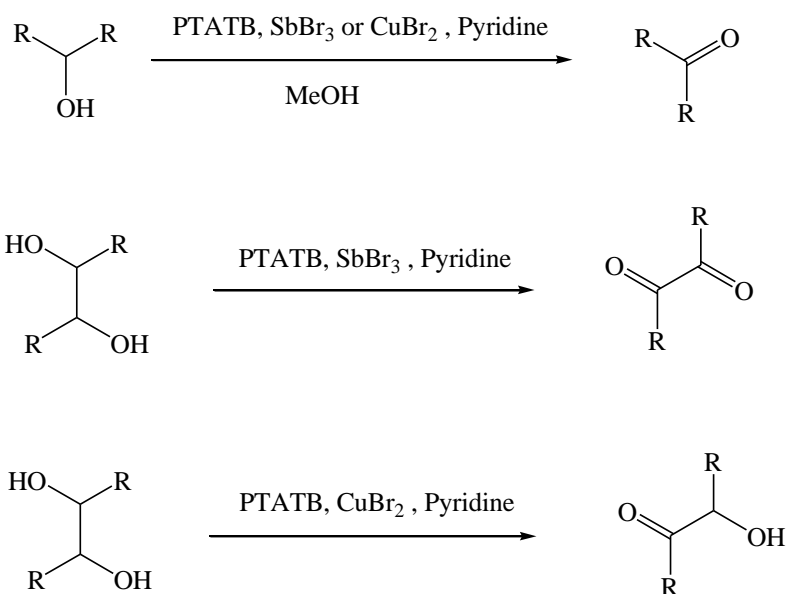
مارکت^۱ و همکارانش ترجیح دادند به دلیل پایداری بیشتر به جای پیریدینیوم برومید از فنیل تری متیل آمونیم تری برومید استفاده کنند [۲۱]. آنها با استفاده از این واکنشگر توانستند کتون ها و α -دی اکسولان ها^۲ را بدون تأثیر بر پیوندهای دوگانه اتیلنی دیگر برم دار کنند [۷].

از PTATB در واکنش های متعدد دیگری نیز استفاده شده است، که برخی از آنها عبارتند از:

الف- اکسایش الکل های نوع دوم به کربونیل های متناظر:

1. Marquet
2. 1,3-Dioxolane

سایاما^۱ و همکارانش نشان دادند که فنیل تری متیل آمونیم تری برومید در حضور مقادیر کاتالیزوری از SnBr_3 یا CuBr_2 و در دمای اتاق می تواند به عنوان یک واکنشگر شیمی گزین و در دسترس برای اکسایش الکل های نوع دوم به کتون های متناظر و α -کتول ها و β -کتول های متناظر مورد استفاده قرار بگیرد (شکل ۱-۴) [۲۲].



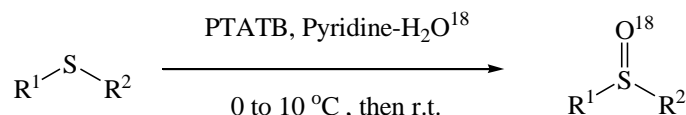
شکل (۱-۴)

ب- اکسایش انتخابی سولفیدها به سولفو کسیدها :

یک روش مناسب برای اکسایش انتخابی سولفیدهای مختلف به سولفو کسیدهای متناظر استفاده از فنیل تری متیل آمونیم تری برومید به عنوان اکسید کننده در محلول آبی پیریدین است. از این روش می توان برای تهیه سولفو کسید های دارای اکسیژن نشان دار (^{18}O) در حضور آب دارای ^{18}O استفاده کرد (شکل ۱-۵) [۲۳].

یک روش مناسب برای اکسایش انتخابی سولفیدهای مختلف به سولفو کسیدهای متناظر استفاده از فنیل تری متیل آمونیم تری برومید به عنوان اکسید کننده در محلول آبی پیریدین است. از این روش می توان برای تهیه سولفو کسید های دارای اکسیژن نشان دار (^{18}O) در حضور آب دارای ^{18}O استفاده کرد (شکل ۱-۵) [۲۳].

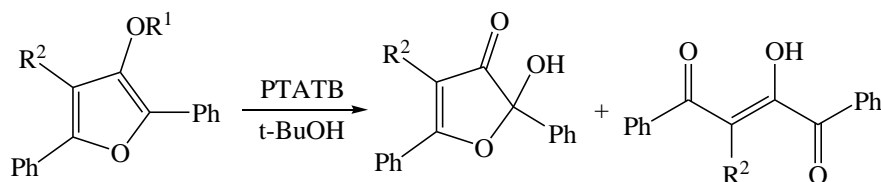
یک روش مناسب برای اکسایش انتخابی سولفیدهای مختلف به سولفوکسیدهای متناظر استفاده از فنیل تری متیل آمونیم تری برومید به عنوان اکسیدکننده در محلول آبی پیریدین است. از این روش می توان برای تهیه سولفوکسید های دارای اکسیژن نشان دار (^{18}O) در حضور آب دارای ^{18}O استفاده کرد (شکل ۵-۱) [۲۳].



شکل (۵-۱)

پ- تبدیل اکسایشی ۳- آلکوکسی فوران ها به ۲- هیدروکسی - ۳- (۲H) - فورانون ها^۱ و ۲- هیدروکسی - ۲- بوتن - ۱، ۴- دیون ها^۲:

فنیل تری متیل آمونیم تری برومید را می توان در t-BuOH برای باز شدن اکسایشی حلقه ۳- آلکوکسی - ۵،۲- دی فنیل- فوران ها به ۲- هیدروکسی - ۲- بوتن - ۴،۱- دیون ها در دمای اتاق مورد استفاده قرار داد. تبدیل ۳- آلکوکسی - ۵،۴،۲- تری فنیل - ۳- (۲H) - فوران ها نیز با فنیل تری متیل آمونیم تری برومید در t-BuOH تحت همان شرایط انجام می شود (شکل ۱-۶) [۲۲].

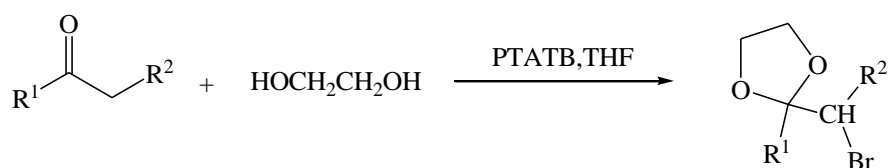


شکل (۶-۱)

1. 2-Hydroxy-3(2H)-furanones.
2. 2-Hydroxy-2-butene-1,4-diones.

ت- α -برمواستیل دار شدن^۱ تک ظرفی ترکیبات کربونیلی:

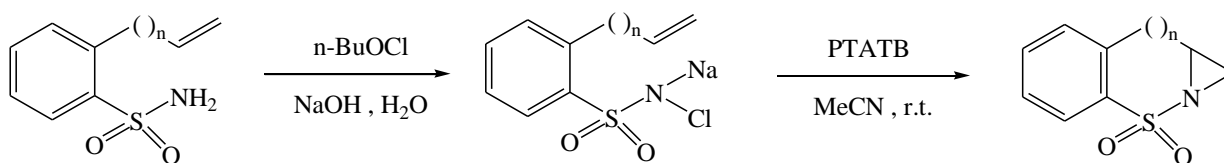
واکنش ترکیبات کربونیل دار با فنیل تری فنیل آمونیم تری برومید (۱ تا ۱۲ اکی والان) در مخلوط تترا هیدرو فوران-اتیلن گلیکول (۱:۱) در دمای اتاق، یک روش موثر و کارآمد برای تهیه تک ظرفی α -برمواستال ها با بهره خوب تا عالی می باشد (شکل ۷-۱) [۲۴].



شکل (۷-۱)

ث-آزیریدین دار کردن^۲ آلکن ها:

دوبان^۳ و همکارانش نشان دادند که فنیل تری متیل آمونیم تری برومید می تواند آزیریدین دار کردن درون مولکولی نمکهای *N* - کلر آمین سولفون آمیدها را در شرایطی بسیار ملایم و با بهره های خوب تا عالی، تسریع کند (شکل ۸-۱) [۲۵].



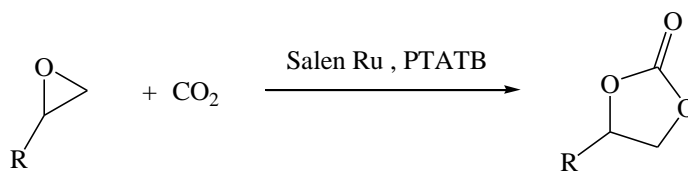
شکل (۸-۱)

ج- واکنش کوپل کردن کربن دی اکسید و اپوکسید:

از تری فنیل آمونیم تری برومید در کنار [۲۶] Salen Ru(PPh₃) یا [۲۷] Metal porphyrin می توان به عنوان یک

1. α -Bromoacetylation
2. Aziridination
3. Dauban

کاتالیزور جدید و کارآمد برای کوپل کردن دی اکسید کربن و اپوکسید به منظور تولید کربنات های حلقوی متناظر استفاده کرد (شکل ۹-۱).

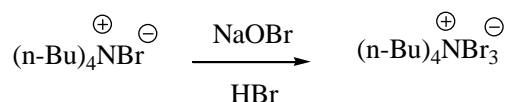


شکل (۹-۱)

۳-۱-۲-۱) تترا بوتیل آمونیم تری برومید (TBAB)

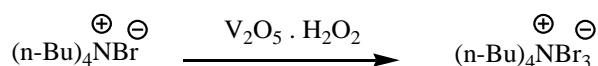
تترا بوتیل آمونیم تری برومید را می توان یکی از بهترین تری برومیدهایی دانست که تاکنون ساخته شده اند. تترا بوتیل آمونیم تری برومید با استفاده از روش هایی ساخته می شود که در آن ها از برم مایع به طور مستقیم استفاده نشده است [۲۸]. این مسئله یکی از مهمترین برتری های این ترکیب نسبت به سایر تری برومیدهای آلی است.

تترا بوتیل آمونیم تری برومید را می توان از واکنش تترا بوتیل آمونیم برومید (TBAB) با سدیم برمات و اسید هیدروبرمیک در محیط آبی بدست آورد (شکل ۱۰-۱) [۲۹].



شکل (۱۰-۱)

این ترکیب هم چنین از واکنش بین تترا بوتیل آمونیم برومید با V_2O_5 و H_2O_2 آبی قابل تهیه است (شکل ۱۱-۱) [۴].



شکل (۱۱-۱)

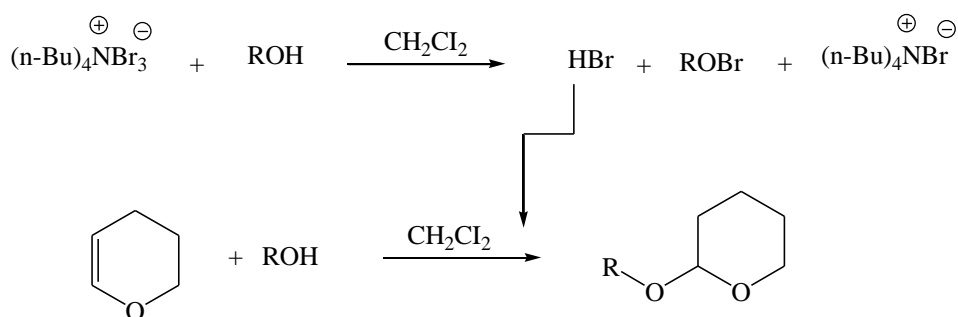
از این ترکیب علاوه بر واکنش های اکسایشی و بروماسیون در انجام واکنش های سنتزی نیز استفاده شده است. برخی موارد

استفاده از تترا بوتیل آمونیم تری برومید در واکنش های آلی عبارتند از:

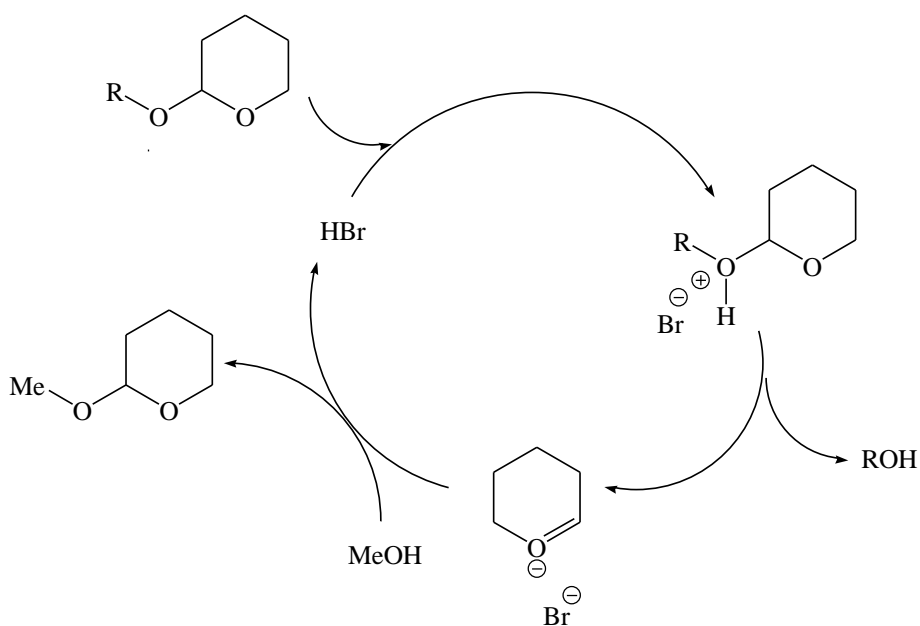
الف) تتراهیدرو پیرانیل دار کردن / دپیرانیل دار کردن الکل ها :

از TBATB می توان در فرآیند تتراهیدرو پیرانیل دار کردن الکلها و محافظت زدایی از تترا هیدرو پیرانیل اترهای تولید شده

استفاده کرد [۳۰]. پیش بینی می شود واکنش از طریق مسیر های معین شده در شکل های ۱۲-۱ و ۱۳-۱ به انجام برسد.



شکل (۱۲-۱)

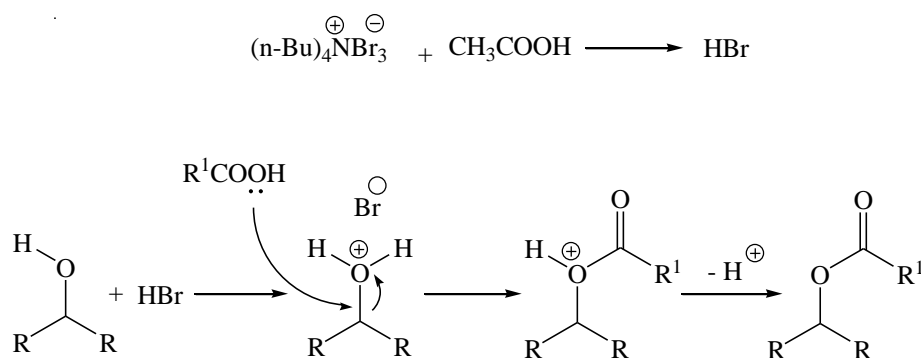


شکل (۱۳-۱)

ب) واکنش تراکمی بین اسیدهای کربوکسیلیک و الکل ها:

بررسی ها نشان می دهد که از واکنش اسیدهای مختلف و الکل ها در حضور مقادیر کاتالیزوری از تترا بوتیل آمونیم تری

برومید در غیاب حلال می توان استرهای متناظر را با بهره های خوب تا عالی به دست آورد (شکل ۱-۱۴) [۳۱].

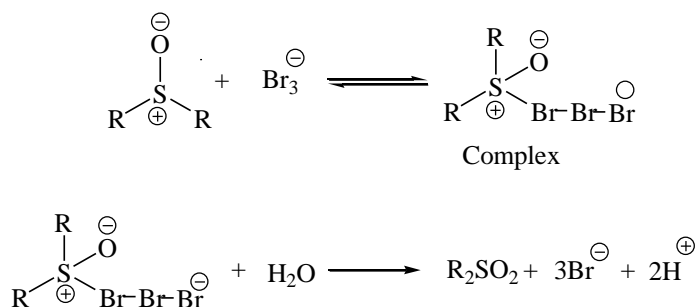


شکل (۱-۱۴)

پ) اکسایش دی متیل و دی فنیل سولفوکسیدها:

از اکسایش سولفوکسیدها توسط TBATB می توان سولفون ها را که به عنوان عوامل ضد تورم و بازدارنده رشد تورم کاربرد

گسترده ای دارند، با بهره های خوب تا عالی در شرایطی بسیار ملایم تهیه کرد (شکل ۱-۱۵) [۳۲].



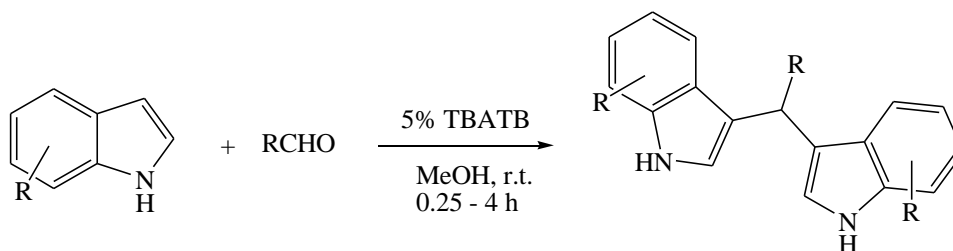
R= CH₃ for DMSO and C₆H₅ for DPSO

شکل (۱-۱۵)

۴- سنتز بیس ایندولیل متان ها :

TBATB همچنین قادر است تهیه بیس ایندولیل متان ها از واکنش جانشینی الکتروفیلی بین ایندول و آلدهیدهای مختلف را در

دمای اتاق و در زمان های نسبتاً کوتاه تسریع کند (شکل ۱-۱۶) [۳۳].



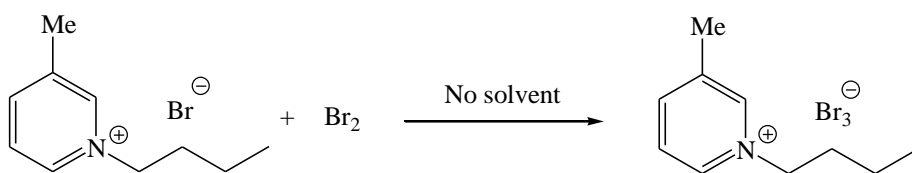
شکل (۱-۱۶)

۱-۲-۱ (۴-۱-۲-۱) بوتیل-۳-متیل پیریدینیوم تری برومید^۱ ([BMpy] Br₃)

دسته جدیدی از تری برومیدها امروزه به طور تجاری به عنوان مایعات یونی در دسترس هستند. این ترکیبات جزء دسته مایعات یونی در دمای اتاق^۲ هستند. امروزه مایعات یونی به عنوان جایگزینی مناسب برای حلال هادر نظر گرفته می شوند که این امر به علت خواص فیزیکی و شیمیایی بی همتای این ترکیبات از قبیل: غیرفرار بودن، اشتعال ناپذیری، پایداری دمایی و سهولت در استفاده از آنها است. در سالهای اخیر مایعات یونی نقش مهمی در کنترل واکنش به عنوان واکنشگرهای مناسب را به خود اختصاص داده اند [۳۴-۳۶]. برای مثال استفاده از تری برومیدهای مایع بر پایه یون های ایمیدازولیوم و پیریدینیوم به عنوان یک عامل برم دار کننده ناحیه گزین و غیر فرار برای ترکیبات حاوی گروه های مختلف، گسترش یافته است [۳۷].

۱- بوتیل-۳-متیل پیریدینیوم تری برومید یک آنالوگ بدون پروتون از مایعات یونی برم دار است که فاقد فشار بخار قابل اندازه گیری است و برای برم دار کردن ناحیه گزین مورد استفاده قرار گرفته است. از اضافه کردن قطره قطره برم به ۱- بوتیل-۳-متیل پیریدینیوم برومید مایع قرمز رنگ ۱- بوتیل-۳-متیل پیریدینیوم تری برومید با دانسیته^۳ ۱/۷۵g/cm³ و ویسکوزیته ۵۵/۴ cP بدست می آید (شکل ۱-۱۷) [۱۶].

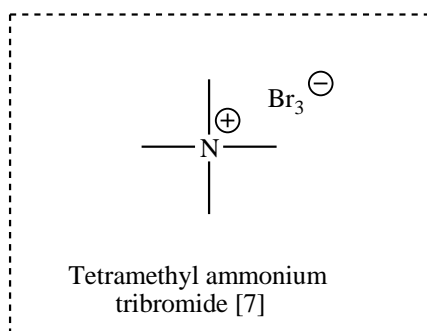
- 1- 1-Butyl-3-methylpyridinium tribromide ([BMpy] Br₃)
2. Room temperature ionic liquid (RTIL)



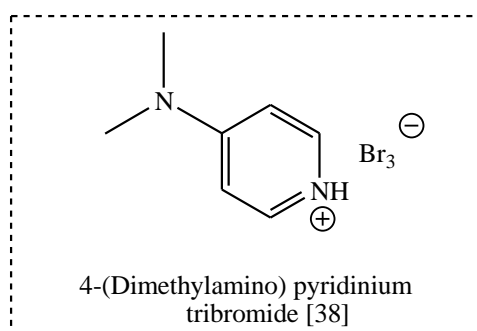
شکل (۱۷-۱)

۵-۱-۲-۱ سایر آمونیم تری برومیدهای آلی

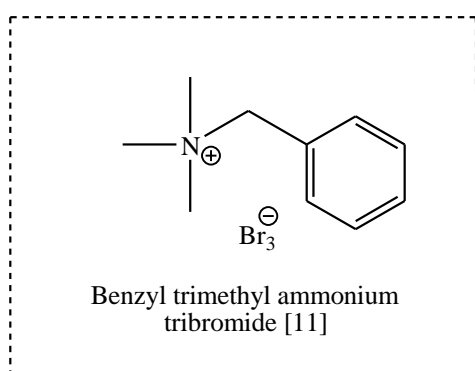
از جمله تری برومیدهای با مرکز نیتروژن که در واکنش های آلی مورد استفاده قرار گرفته اند، می توان به موارد زیر اشاره کرد.



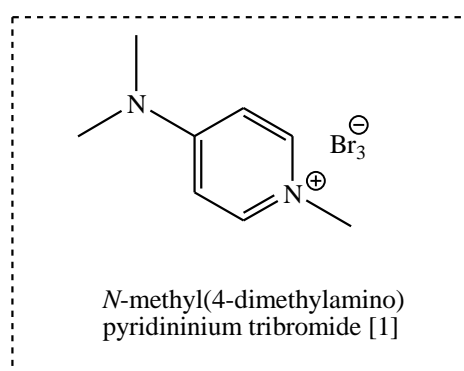
شکل (۱۸-۱)



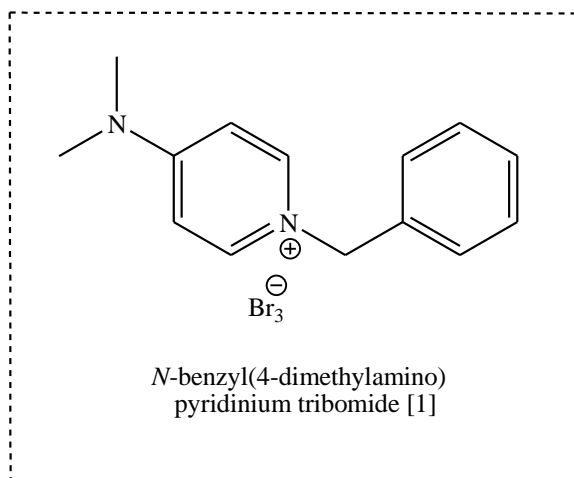
شکل (۱۹-۱)



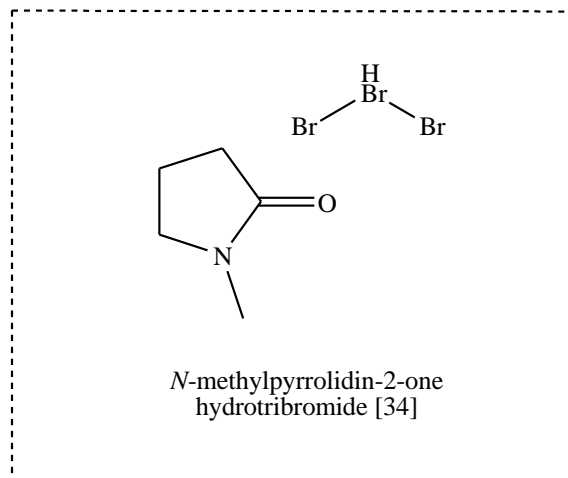
شکل (۲۰-۱)



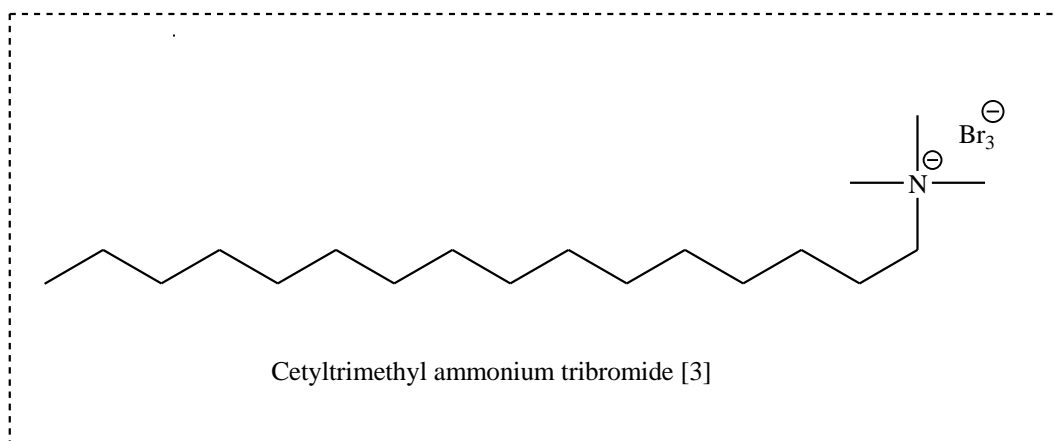
شکل (۲۱-۱)



شکل (۲۲-۱)



شکل (۲۳-۱)



شکل (۲۴-۱)

۲-۲-۱) تری برومیدهای آلی برمبنای فسفر^۱

بنزیل تری فنیل فسفونیم تری برومید^۲ (BTPTB)

در سالهای اخیر تلاشهای بسیاری در زمینه تهیه تری برومیدهای جدید برمبنای اتم فسفر (کاتیون فسفونیم) صورت پذیرفته

است که نتیجه این تلاش ها تهیه بنزیل تری فنیل فسفونیم تری برومید به ۳ روش متفاوت است که در تمامی این روش ها از بنزیل

تری فنیل فسفونیم برومید به عنوان ماده اولیه استفاده شده است.

1. Organic phosphonium tribromides (OPTB)
2. Benzyl triphenyl phosphonium tribromide (BTPTB)