

سنتر آسان و مؤثر دی تیوکربنات‌ها و تری تیوکربنات‌های حلقوی

علیرضا کیاست^{۱*} و علی سواری^۲

پست الکترونیکی: akiasat@scu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۲

چکیده:

در این تحقیق یک روش آسان و مؤثر برای تهیه دی و تری تیوکربنات‌های حلقوی از اپوکسیدهای مربوطه معرفی می‌گردد. از واکنش آلومینای بازی و کربن دی‌سولفید، به عنوان حلال و واکنشگر، آنیون تری تیوکربنات تشکیل و به عنوان نوکلئوفیل در واکنش باز کردن حلقه اپوکسید عمل می‌کند و در نهایت با بسته شدن حلقه، دی و تری تیوکربنات‌های حلقوی متناظر در مدت زمان کوتاه و با راندمان خوب تا عالی به دست می‌آیند.

واژه‌های کلیدی: دی تیوکربنات‌های حلقوی، تری تیوکربنات‌های حلقوی، اپوکسید، تیران، باز شدن اپوکسید، CS_2

مقدمه

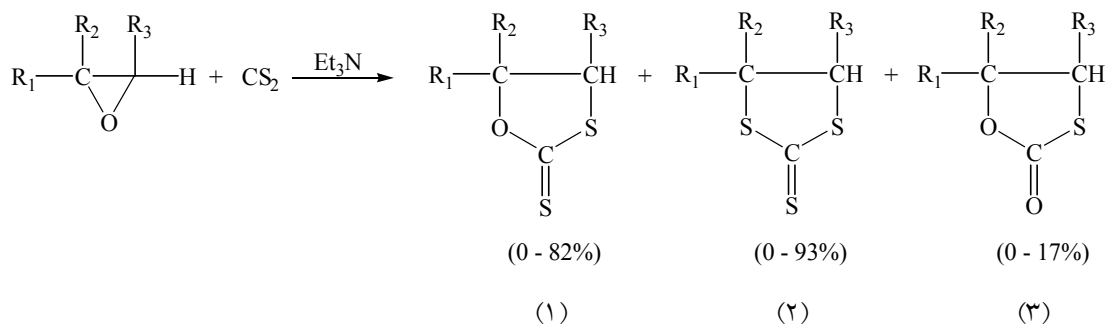
باتری‌های لیتیم نیز گزارش شده است [۵]. علی‌رغم کاربرد وسیع این ترکیبات روش‌های محدودی برای تهیه این دسته از ترکیبات در منابع کتابخانه‌ای وجود دارد که در ادامه به بررسی این روش‌ها می‌پردازیم. گزارشاتی از تهیه تری تیوکربنات‌های حلقوی از واکنش بین آنیون تری تیوکربنات و دی هالید مجاور وجود دارد. بایستی توجه داشت که آنیون تری تیوکربنات به صورت تجاری در دسترس نبوده و بایستی در یک واکنش جداگانه تهیه و مورد استفاده قرار گیرد [۶]. تیران‌ها با کربن دی‌سولفید در حضور تری‌اتیل‌آمین در فشارهای بالا و دمای ۱۰۰-۴۰ درجه سانتی‌گراد وارد واکنش کرده و مشتقات ۱،۳- دی تیولان

تری تیوکربنات‌ها و دی تیوکربنات‌های حلقوی دسته‌های مهمی از ترکیبات آلی گوگردار می‌باشند که به عنوان حدواسط در تهیه ضد آفات در کشاورزی و همچنین به عنوان افزایش‌دهنده‌های روان کننده استفاده می‌شوند [۱ و ۲]. از طرفی تری تیوکربنات‌های موجود در ساختار کربوهیدرات‌ها حدواسط‌هایی برای سنتز دی تیوکربنات‌ها می‌باشند [۳]. کاربردهایی از این ترکیبات به عنوان عامل کنترل کننده فرآیند پلیمریزاسیون رادیکالی متیل متاکریلات [۴] و استفاده از این ترکیبات در سخت

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیمی دانشگاه شهید چمران اهواز

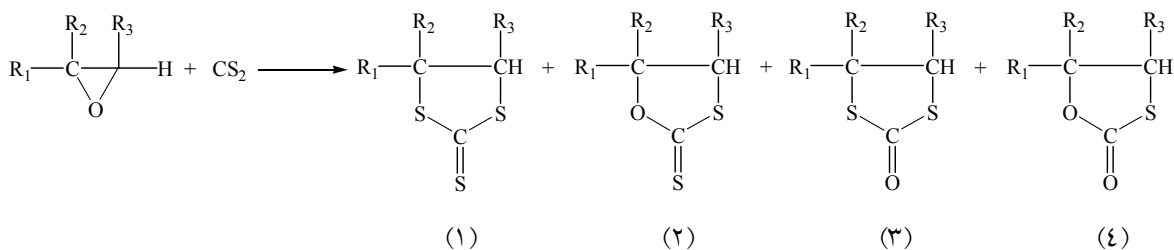
بنابراین گزینش پذیری بالای واکنش تیران‌ها به دلیل ویژگی منحصر به فرد کربن دی‌سولفید می‌باشد که در فشارهای بالا فعال می‌شود [۷].

تاگوچی و همکارانش در سال ۱۹۸۸ توانستند با استفاده از واکنش اکسیران‌ها با کربن دی‌سولفید اضافی در حضور تری‌اتیل‌آمین، تری تیوکربنات‌های حلقوی متناظر را همراه با محصولات جانبی همچون دی تیوکربنات دیگر استخراج نمایند [۸]. (شکل ۱)



شکل ۱- واکنش اکسیدان‌ها با کربن دی‌سولفید در حضور تری‌اتیل‌آمین

به عنوان محصول اصلی و (۱) و (۳) به عنوان محصولات جانبی واکنش می‌باشند. (شکل ۲) یک سال بعد تاگوچی و همکارانش توانستند با تغییر شرایط واکنش، مشتقات ۱ و ۳- دی تیولان - ۲- اون را به عنوان محصول اصلی استخراج نمایند [۹].



شکل ۲- واکنش اکسیدان‌ها با کربن دی‌سولفید در فشار بالا

دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۲۰ ساعت در حلال هگزان با هم واکنش می‌دهند و مشتقات ۱ و ۳-

- ۲- تیون را در مدت زمان ۲۰ ساعت فراهم می‌آورند [۵]. بالاترین راندمان این واکنش در فشارهای بالا و در حضور آمین‌های نوع سوم نظیر N, N - دی متیل اتیل آمین، پیریدین و N - متیل مورفولین می‌باشد و در غیاب کاتالیزور محصولات جانبی متعددی تشکیل و تنها مقدار کمی از محصول مورد نظر مشاهده گردیده است. در این روش از واکنش تیران‌ها با متیل ایزوسیانات، فنیل ایزوسیانات و دی‌سیکلو هگزیل کربودی‌ایمید در فشارهای بالا هیچ‌گونه محصول تراکمی استخراج نگردید.

واکنش فوق در مدت زمان ۲۰ ساعت، دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۸۰۰ MPa و در حضور N - مورفولین و یا تری‌اتیل‌آمین به عنوان کاتالیزور انجام و بررسی طیف سنجی محصولات نشان داد که فرآورده (۲)

در این روش اکسیران‌های مختلف با کربن دی‌سولفید با نسبت مولی برابر در فشار ۵۰۰ MPa،

مواد و روش‌ها

ترکیبات مورد نیاز از شرکت‌های فلوکا، آلدریچ و مرک خریداری گردید. طیف‌های H-NMR، FT-IR و C-NMR با دستگاه‌های زیر گرفته شد.

FT-IR: BOMEM 450, St-Jean Baptiste Ave
(4000-400 cm^{-1})

NMR: BRUKER 400MHZ

پیشرفت واکنش‌ها به وسیله کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) دنبال شد.

در ادامه روش تهیه دی‌تیوکربنات و تری‌تیوکربنات از استایرن و تهیه دی‌تیوکربنات از فنیل گلابیسیدیل اتر به عنوان نمونه آورده شده است.

تهیه ۱- فنیل - ۱- اکسا - ۳- تیولان - ۲- تیون
از استیرن اکسید با استفاده از آلومینای بازی

یک میلی‌مول (۱۲۰ میلی‌گرم) استیرن اکسید، ۲/۵ گرم آلومینای بازی با ۱۰ میلی‌لیتر CS_2 درون بالنی مجهز به کندانسور ریخته، در حمام آب با دمای ثابت ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از گذشت ۱۲ دقیقه (زمانی که TLC کامل شدن واکنش را تأیید نماید)، بالن از حمام آب خارج شده تا به دمای محیط برسد. ۲۰ میلی‌لیتر کلروفرم به ظرف واکنش اضافه و با کاغذ صافی، صاف شد. حلال زیر صافی به کمک تبخیر کننده دوار جدا شد. پس از رسیدن دمای بالن به دمای محیط، بالن از تبخیر کننده دوار جدا گشته و اختلاف وزن آن با وزن اولیه محاسبه شد. ۱- فنیل - ۱،۳- اکسا تیولان - ۲- تیون با راندمان ۷۵ درصد (۰/۱۴۷ گرم) به دست آمد. (جدول ۱ شماره ۱ و طیف ۱)

دی‌تیولان - ۲- اون را به عنوان محصول اصلی و فرآورده‌های ۱، ۲ و ۴ را به عنوان محصولات جانبی فراهم می‌آورند. (شکل ۲)

یکی دیگر از روش‌های تشکیل تری‌تیوکربنات‌های حلقوی شامل اضافه شدن محلول قرمز رنگ Na_2CS_3 به محلول اپوکسی تریفلات است. جایگزینی نوکلئوفیلی ناحیه‌گزین گروه تریفلات توسط Na_2CS_3 ، تری‌تیوکربنات‌های با موقعیت سیس را در ساختار کربوهیدرات‌ها فراهم می‌آورد [۱۰].

اترهای حلقوی مثل اکستان‌ها نیز همانند اپوکسیدها و تیران‌ها در حضور کمپلکسی از تیتانیوم با CS_2 وارد واکنش شده و تری‌تیوکربنات‌های حلقوی متناظر را فراهم می‌آورند [۱۱].

گزارشی از تهیه یک مرحله‌ای اتیلن تری‌تیوکربنات از واکنش اتیلن کربنات و کربن دی‌سولفید نیز در سال ۲۰۰۸ منتشر گردیده است [۱۲].

هر کدام از روش‌های فوق دارای یک سری از معایب می‌باشند، به گونه‌ای که کاربرد موفق این روش‌ها را در سنتز موفق تری‌تیوکربنات‌های حلقوی با محدودیت‌هایی همراه می‌سازد. از بارزترین محدودیت‌های این روش‌ها می‌توان به راندمان پایین، زمان طولانی، شرایط سخت واکنش، جداسازی مشکل محصولات و تشکیل محصولات جانبی اشاره کرد. با توجه به موارد فوق‌الذکر ارائه راهکارهای موثر و مفید برای تهیه آسان این ترکیبات مهم به نظر می‌رسد. در این مقاله یک روش آسان و کارآمد برای تهیه این ترکیبات از واکنش اپوکسیدها با کربن دی‌سولفید در حضور آلومینای بازی گزارش می‌گردد.

تهیه ۱- (الیل - متیل اتر) - ۱- اکسا- ۳- تیولان-
 ۲- تیون از ۳،۲- اپوکسی پروپیل الیل اتر با
 استفاده از آلومینای بازی در حلال CS_2

یک میلی مول (۱۱۴ میلی گرم)، ۳- اپوکسی پروپیل الیل اتر و یک گرم آلومینای بازی با ۱۰ میلی لیتر CS_2 درون بالنی مجهز به کندانسور ریخته، در حمام آب با دمای ثابت ۴۰ درجه سانتی گراد گذاشته شد. پس از گذشت ۰/۵ ساعت (زمانی که TLC کامل شدن واکنش را تأیید نماید)، بالن از حمام آب خارج شده تا به دمای محیط برسد. ۲۰ میلی لیتر کلروفرم به بالن اضافه و با کاغذ صافی، صاف شد. حلال زیر صافی به کمک تبخیر کننده دوار جدا شد. (الیل - متیل اتر) - ۱- اکسا- ۳- تیولان- ۲- تیون با راندمان ۷۷ درصد به دست آمد. (جدول ۱ شماره ۴ و طیف‌های ۶ و ۷).

تهیه دی تیوکربنات و تری تیوکربنات از
 سیکلوهاگزن اکسید با استفاده از آلومینای بازی در
 حلال CS_2

یک میلی مول (۰/۹۸ میلی گرم)، سیکلوهاگزن اکسید و یک گرم آلومینای بازی با ۱۰ میلی لیتر CS_2 درون بالنی مجهز به کندانسور ریخته، در حمام آب با دمای ثابت ۴۰ درجه سانتی گراد گذاشته شد. پس از گذشت ۱ ساعت بالن از حمام آب خارج شده تا به دمای محیط برسد. TLC نشان دهنده تشکیل دو محصول دی تیوکربنات و تری تیوکربنات بود که با کروماتوگرافی ستون (هگزان نرمال- اتر به نسبت ۵ به ۱) جداسازی گردیدند. محصول دی تیوکربنات با راندمان ۳۱ درصد و تری تیوکربنات با راندمان ۴۸ درصد به دست آمد. (جدول ۱ شماره ۵)

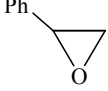
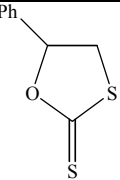
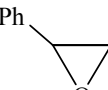
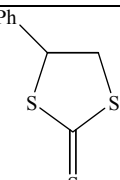
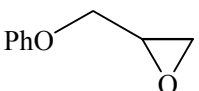
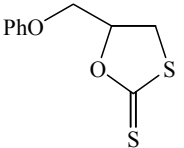
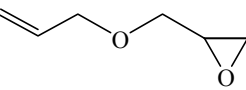
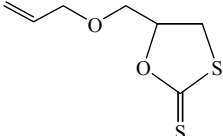
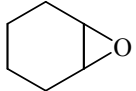
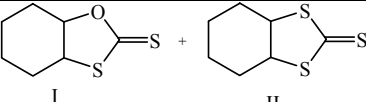
تهیه ۱- فنیل - ۱، ۳- تیولان- ۲- تیون از استیرن
 اکسید با استفاده از آلومینای بازی در حلال CS_2

یک میلی مول (۱۲۰ میلی گرم) استیرن اکسید و یک گرم آلومینای بازی با ۱۰ میلی لیتر CS_2 درون بالنی مجهز به کندانسور ریخته، در حمام آب با دمای ثابت ۴۰ درجه سانتی گراد گذاشته شد. پس از گذشت ۴ ساعت به محیط واکنش نیم گرم دیگر آلومینای بازی اضافه شد. پس از گذشت ۸ ساعت و نیم (زمانی که TLC کامل شدن واکنش را تأیید نماید)، بالن از حمام آب خارج شده تا به دمای محیط برسد. ۲۰ میلی لیتر کلروفرم به ظرف واکنش اضافه و با کاغذ صافی، صاف شد. حلال زیر صافی به کمک تبخیر کننده دوار جدا شد. ۱- فنیل - ۱، ۳- تیولان- ۲- تیون با راندمان ۶۰ درصد (۰/۱۲۷ گرم) به دست آمد. (جدول ۱ شماره ۲ و طیف‌های ۲ و ۳)

تهیه ۱- (فنیل - متیل اتر) - ۱- اکسا- ۳-
 تیولان- ۲- تیون از فنیل گلاسیسیدیل اتر با استفاده
 از آلومینای بازی در حلال CS_2

یک میلی مول (۱۵۰ میلی گرم) فنیل گلاسیسیدیل اتر و یک گرم آلومینای بازی با ۱۰ میلی لیتر CS_2 درون بالنی مجهز به کندانسور ریخته، در حمام آب با دمای ثابت ۴۰ درجه سانتی گراد گذاشته شد. پس از گذشت ۲ ساعت (زمانی که TLC کامل شدن واکنش را تأیید نماید)، بالن از حمام آب خارج شده تا به دمای محیط برسد. ۲۰ میلی لیتر کلروفرم به بالن اضافه و با کاغذ صافی، صاف شد. حلال زیر صافی به کمک تبخیر کننده دوار جدا شد. ۱، ۳- اکساتیولان- ۲- تیون با راندمان ۸۱ درصد (۰/۱۸۳ گرم) به دست آمد. (جدول ۱ شماره ۳ و طیف‌های ۴ و ۵).

جدول ۱- تبدیل اپوکسیدها به تری تیوکربنات‌ها و دی تیوکربنات‌های حلقوی با استفاده از آلومینای بازی در حلال CS₂

ردیف	ماده اولیه	محصول	زمان (ساعت)	راندمان (%)
۱			۰/۲	۷۵
۲			۸/۵	۶۰
۳			۲	۸۱
۴			۰/۵	۷۷
۵			۱	I: (۳۱) II: (۴۸)

بحث و نتیجه گیری

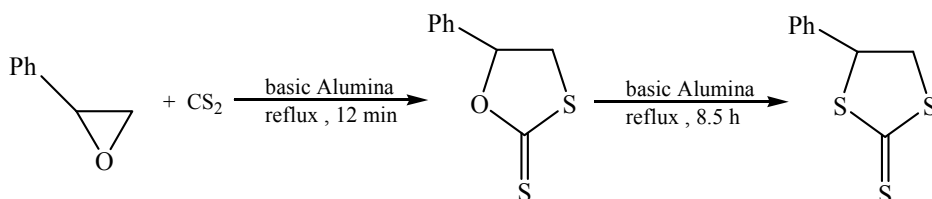
با توجه به نتایج موفقیت آمیزی که اخیراً در تهیه تری تیوکربنات‌های خطی از واکنش الکیل هالیدها با آنیون تری تیوکربنات حاصل از واکنش آلومینای بازی و کربن دی سولفید به دست آمده [۱۳]، بر آن شدیم در روش دیگر از واکنش حلقه گشایی اپوکسیدها توسط آنیون تری تیوکربنات و سپس حلقه زایی آن، تری تیوکربنات‌های حلقوی و دی تیوکربنات‌های حلقوی پنج عضوی را سنتز نماییم.

به این منظور جهت تهیه دی تیوکربنات و تری تیوکربنات حلقوی از واکنش اپوکسیدها با کربن دی سولفید در حضور آلومینای بازی، ابتدا واکنش با یک میلی مول استیرن اکسید، یک گرم آلومینای بازی و ۱۰

میلی لیتر کربن دی سولفید تحت شرایط رفلاکس انجام گرفت. بررسی پیشرفت واکنش با استفاده از TLC در ابتدا نشان از تشکیل یک محصول می داد. قبل از اتمام صد درصد مواد اولیه، لکه دیگری بالای لکه اولیه روی TLC نمایان شد. با ادامه یافتن واکنش، شدت لکه دوم بیش تر و لکه اولیه کم تر شد تا این که پس از گذشت هشت ساعت و نیم لکه پایین محو شد (یک گرم آلومینا پس از هر بار توقف واکنش اضافه گردید). محصول به دست آمده جداسازی و خالص سازی شد.

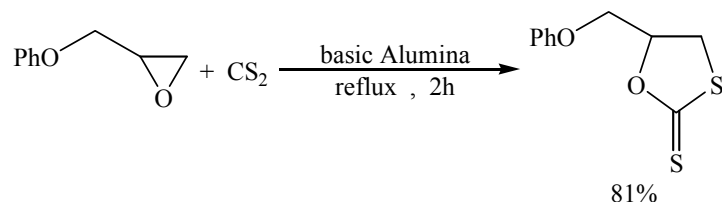
در تلاشی دیگر جهت جلوگیری از تبدیل محصول اولیه به ثانویه، واکنش فوق را در حضور مقادیر مختلفی از آلومینای بازی (۱/۵-۲/۵ گرم) تحت شرایط رفلاکس دنبال نمودیم. بهترین شرایط جهت تهیه محصول اولیه،

ساختار بود. با مشاهده طیف $^1\text{H NMR}$ این دو ترکیب مشخص شد که در ابتدا دی تیوکربنات تشکیل می‌شود و با ادامه یافتن واکنش دی تیوکربنات به تری تیوکربنات تبدیل می‌گردد. دلیل این امر تفاوت جابجایی شیمیایی هیدروژن متیلینی در دو ترکیب بود. در دی تیوکربنات پیک مربوط به هیدروژن متیلینی در ناحیه $6/3 \text{ ppm}$ و در تری تیوکربنات در ناحیه $5/6 \text{ ppm}$ ظاهر می‌شود.



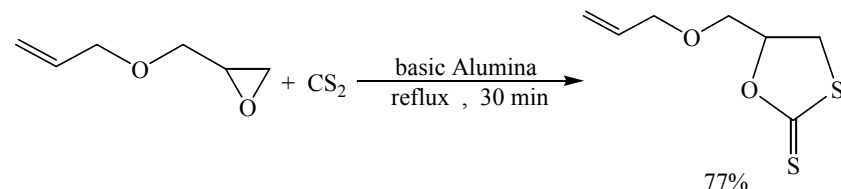
شکل ۳- واکنش استیرن اکسید با کربن دی‌سولفید در حضور آلومینای بازی

محصول دی تیوکربنات حاصل می‌شود و با ادامه یافتن واکنش دی تیوکربنات حاصله به تری تیوکربنات تبدیل نگردید. (شکل ۴)



شکل ۴- واکنش فنیل گلاسیدیل اتر در حضور آلومینای بازی

آزمایش قرار گرفت و فقط دی تیوکربنات مربوطه از این واکنش فراهم گردید. (شکل ۵)



شکل ۵- واکنش ۲، ۳- اپوکسی پروپیل الیل اتر با کربن دی‌سولفید در حضور آلومینای بازی

$^1\text{H NMR}$ با موادی که به طریق معلوم تهیه شده بودند از تست سدیم فیورن برای تأیید وجود گوگرد در محصولات استفاده شد.

استفاده از $2/5$ گرم آلومینای بازی در ابتدای واکنش، یک میلی‌مول استیرن اکسید و 10 میلی‌لیتر کربن دی‌سولفید می‌باشد که پس از مدت زمان 12 دقیقه بایستی واکنش متوقف شود. (شکل ۳)

با استفاده از تست ذوب سدیم وجود گوگرد در دو محصول به دست آمده تأیید شد. همچنین بررسی طیف IR و $^{13}\text{C NMR}$ آن‌ها مؤید وجود گروه $\text{C}=\text{S}$ در هر دو

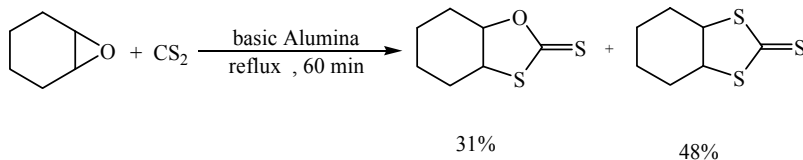
با توجه به این که واکنش فوق با موفقیت انجام گردید، اپوکسیدهای مختلف تحت این شرایط واکنش داده شدند. لازم به ذکر است که زمانی که از فنیل گلاسیدیل اتر به عنوان ماده اولیه استفاده گردید، فقط

۲، ۳- اپوکسی پروپیل الیل اتر نیز تحت شرایط فوق در حلال CS_2 و در حضور آلومینای بازی مورد

جهت شناسایی محصولات دی تیوکربنات حاصل از واکنش فنیل گلاسیدیل اتر و ۲، ۳- اپوکسی پروپیل الیل اتر با کربن دی‌سولفید، علاوه بر مقایسه طیف

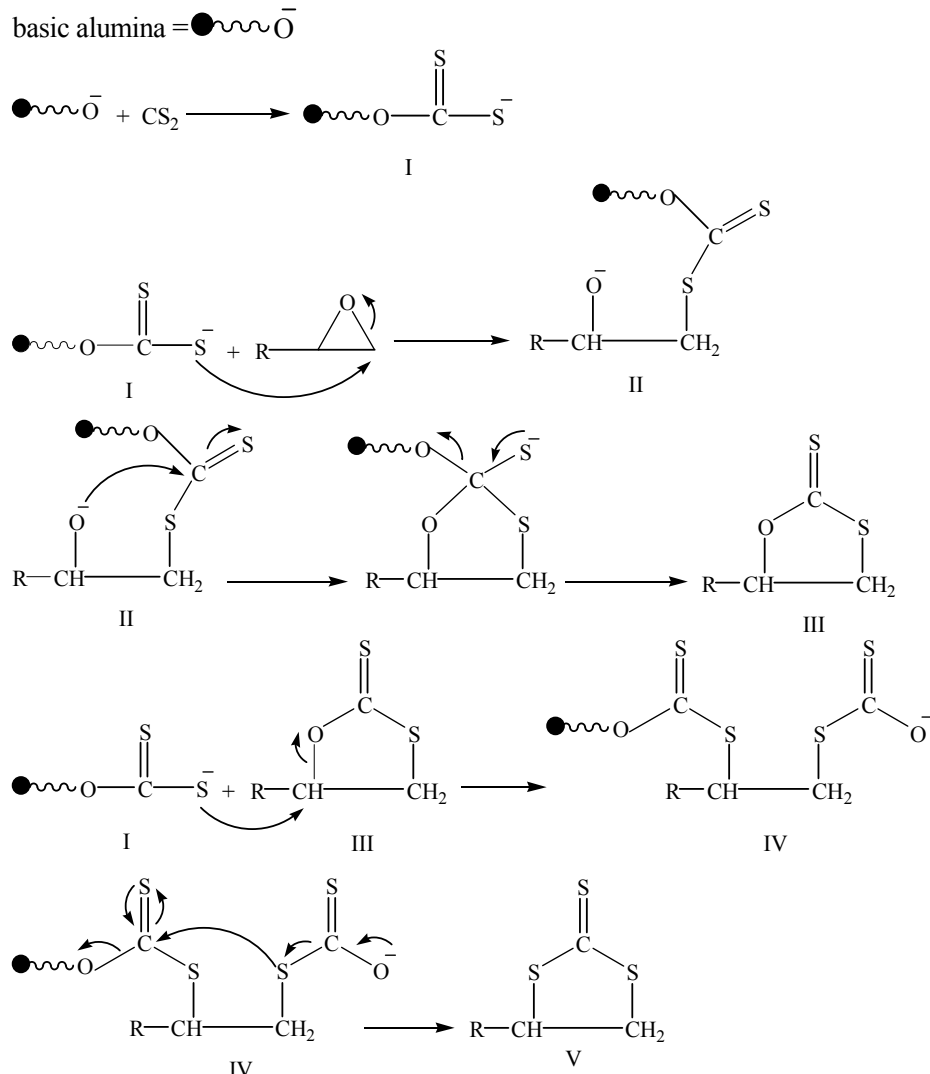
عنوان محصول اصلی حاصل می‌شود و با ادامه یافتن واکنش مقداری از دی‌تیوکربنات به تری‌تیوکربنات تبدیل می‌شود اما این عمل به طور صد درصد انجام نمی‌شود. (شکل ۶)

هنگامی که سیکلوهگزان اکسید به عنوان اپوکسید مورد استفاده قرار می‌گیرد مخلوطی از دی‌تیوکربنات و تری‌تیوکربنات حاصل می‌شود. در این واکنش با تبدیل صد درصد مواد اولیه به محصولات ابتدا دی‌تیوکربنات به



شکل ۶- واکنش سیکلوهگزان اکسید با کربن دی‌سولفید در حضور آلومینای بازی

مکانیسم ذیل برای تهیه دی‌تیوکربنات‌ها و تری‌تیوکربنات‌ها از اکسیران‌ها در حضور آلومینای بازی پیشنهاد می‌گردد. (شکل ۷)



شکل ۷- مکانیسم‌های تهیه دی‌تیوکربنات‌ها از اکسیدان‌ها در حضور آلومینای بازی

[4] کیاست، ع، کاربرد پلیمرهای حاوی واکنشگر در سنتزهای آلی، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شیراز، ۱۳۷۸.

[5] Daoben, H., Xueping, G., Jing, T., Xiulin, Z. and Ruke, B., Controlled Free-Radical Polymerization of Methyl Acrylate in the Presence of a Cyclic Trithiocarbonate under γ -Ray Irradiation at Low Temperature, *European Polymer Journal*, 43 (2007) 847.

[6] Jonghe, L.C.D., Nimon, Y.B., Visco, S.J. and Ross, P.N., *PCT WO Patent* 2,006,088,861 (2006).

[7] Yanagiya, I., Tagughi, Y., Shibuya, K. and Suhara, Y., *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 60 (1987) 727.

[8] Yanagiya, I., Tagughi, Y., Shibuya, K. and Suhara, Y., *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 61 (1988) 321.

[9] Yanagiya, I., Tagughi, Y., Shibuya, K. and Suhara, Y., The Synthesis of 1,3-dithiolan-2-ones on the Reaction of Oxiranes with Carbon Disulfide Under Pressure, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 62 (1989) 474.

[10] Saeed, M., Abbas, M., Abdel-jalil, R.J., Zahid, M. and Voelter, W., A Convenient Method for the Synthesis of Cyclic Trithiocarbonates on Carbohydrate Scaffolds, *Tetrahedron Lett.*, 44 (2003) 315.

[11] Motokucho, S., Takeuchi, D., Sand, F. and Endo, T., Synthesis of Cyclic Trithiocarbonates From Cyclic Ethers and

در مرحله اول، از واکنش کربن دی‌سولفید و آلومینای بازی حدواسط I به دست می‌آید که با حمله نوکلئوفیلی به اکسیران باعث باز شدن آن و تشکیل حدواسط II می‌گردد. بسته شدن مجدد حلقه، منجر به تشکیل محصول دی‌تیوکربنات III می‌شود. دی‌تیوکربنات حاصله در صورت ادامه واکنش مجدداً مورد حمله نوکلئوفیلی I قرار گرفته و پس از بسته شدن تری‌تیوکربنات IV را به دست می‌آید.

از جمله مزیت‌های این روش نسبت به کارهای روش‌های گزارش شده قبلی می‌توان به مواردی همچون حذف آب از محیط واکنش، کاهش زمان لازم برای انجام واکنش، افزایش راندمان محصولات، عدم نیاز به کاتالیزورهای گران قیمت و کمیاب، عدم نیاز به فشار بالا و جداسازی آسان محصولات اشاره نمود. با توجه به موارد فوق‌الذکر و با عنایت به امکان بازیافت کاتالیست، می‌توان این روش را به عنوان یک روش کارآمد برای تهیه دی و تری‌تیوکربنات‌های حلقوی به روش‌های موجود در منابع کتابخانه‌ای افزود.

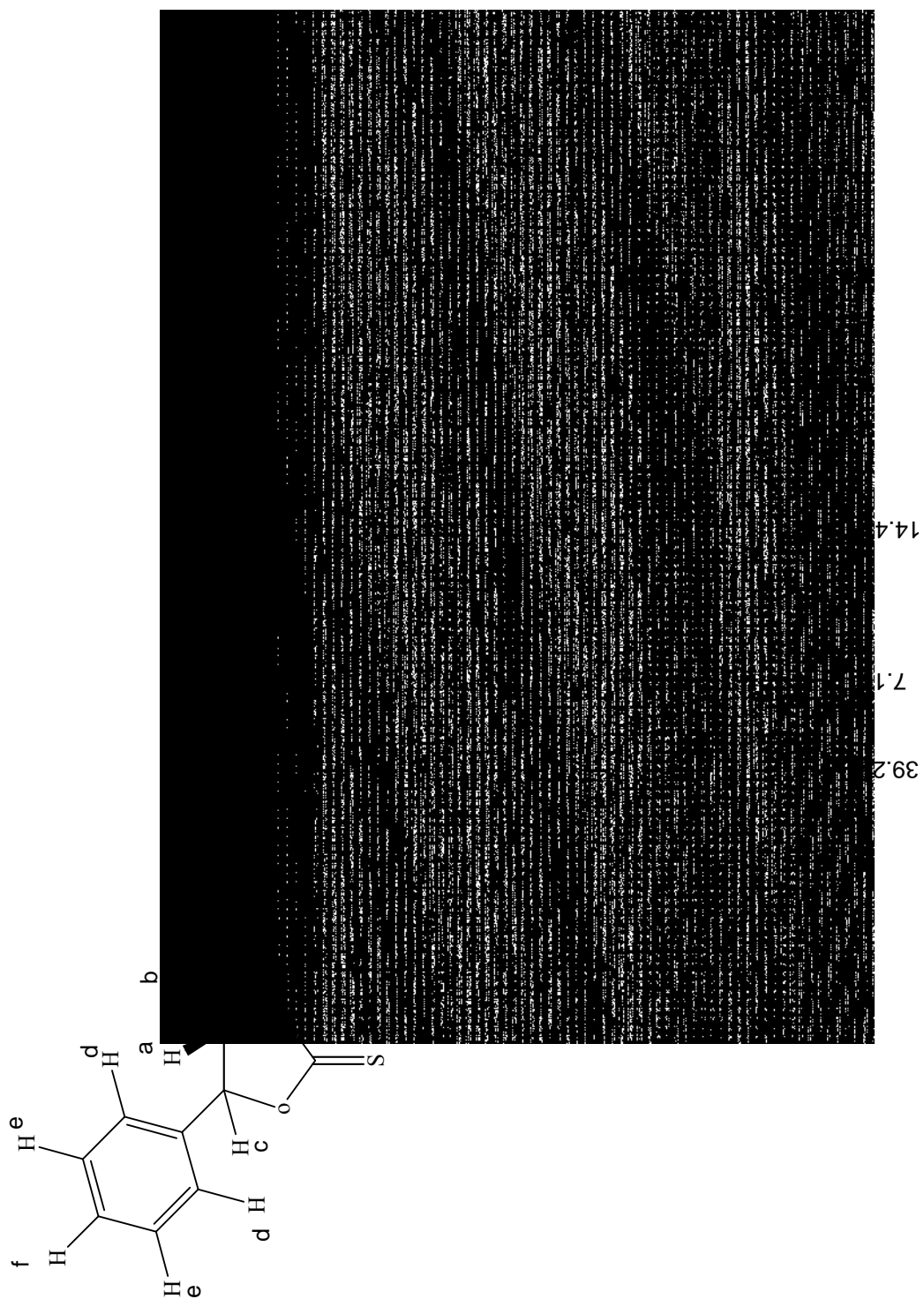
مراجع

- [1] Godt, H.C. and Wann, A.E., Synthesis of Organic Trithiocarbonates, *J. Org. Chem.*, 26 (1961) 4047.
- [2] Kozhemayakina, N.N. and Neftepererab, I.E., *Neft Khim.*, Moscow, 1 (1973) 19.
- [3] Mccasland, D.E. and Zanglungo, A.B., Sulfur Containing Carbohydrates: Synthesis of 1,3,4,6 Tetrathio-D-Mannitol, *J. Org. Chem.*, 39 (1974) 1462.

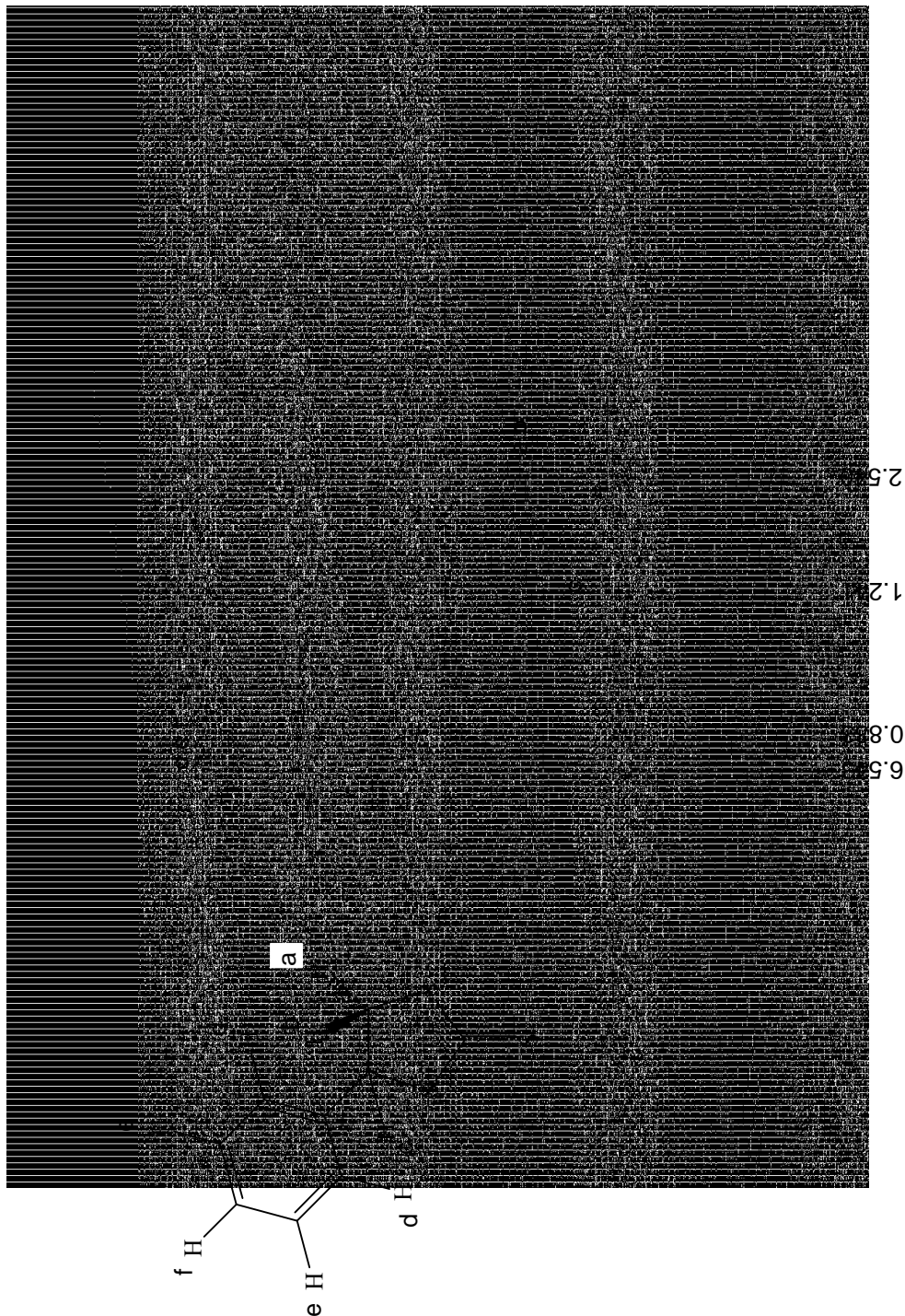
[13]Kiasat, A.R., Kazemi, F. and Savari, A., Basic Al₂O₃ as an Efficient Heterogeneous Reagent for the Synthesis of Symmetrical Dialkyl Trithiocarbonates, *Synthetic Commun.*, 38 (2008) 1057.

Carbon Disulfide Catalyzed by Titanium Complex, *Tetrahedron*, 57 (2001) 7149.

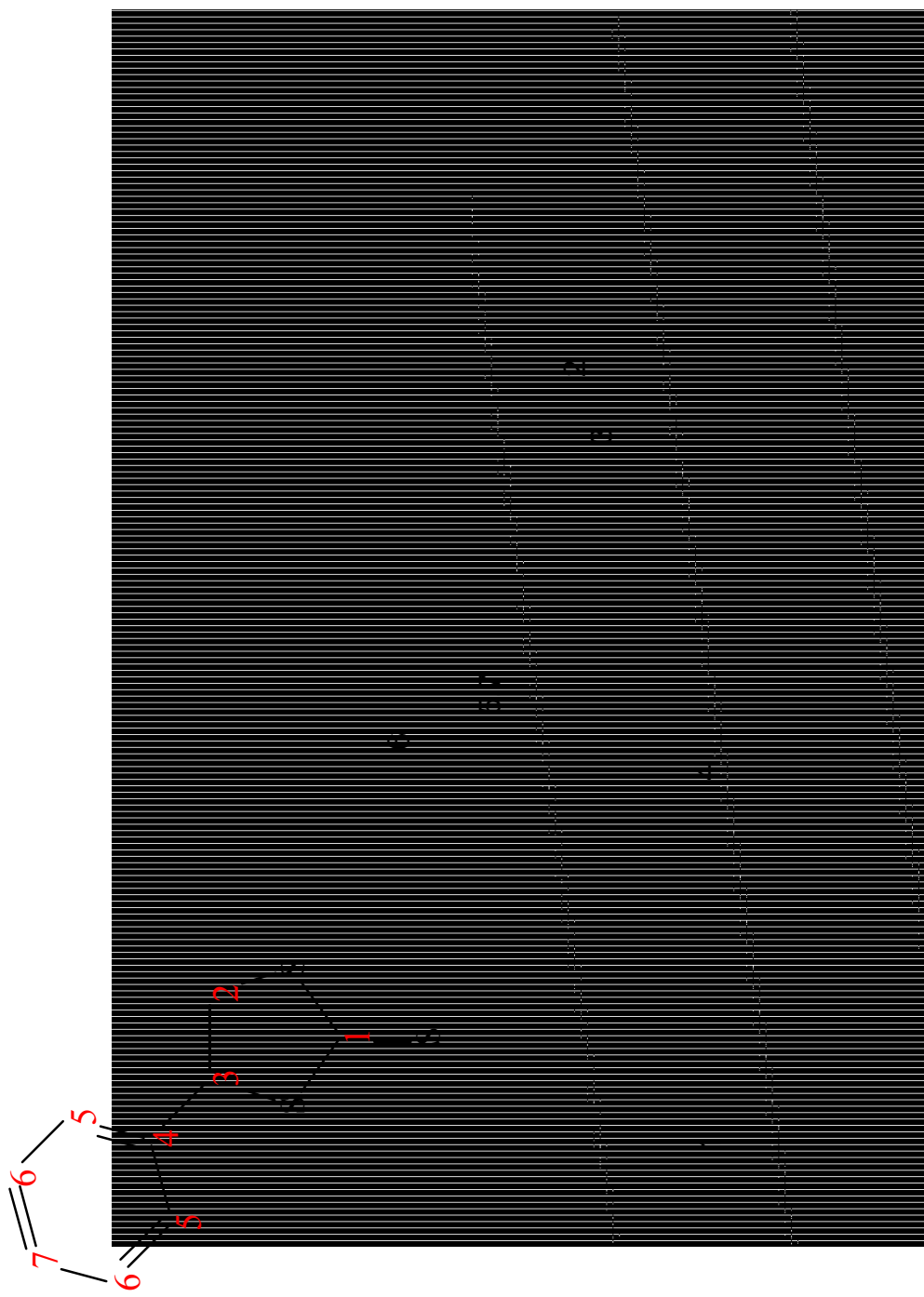
[12]Hoon, S.K., Dinh, Q.N., Minserk, C.H.K., Hyunjoo L., Nan, H.K. and Je, S.L., One-pot Synthesis of Ethylene Trithiocarbonate From Ethylene Carbonate, *Applied Catalysis A: General*, 337 (2008) 168.



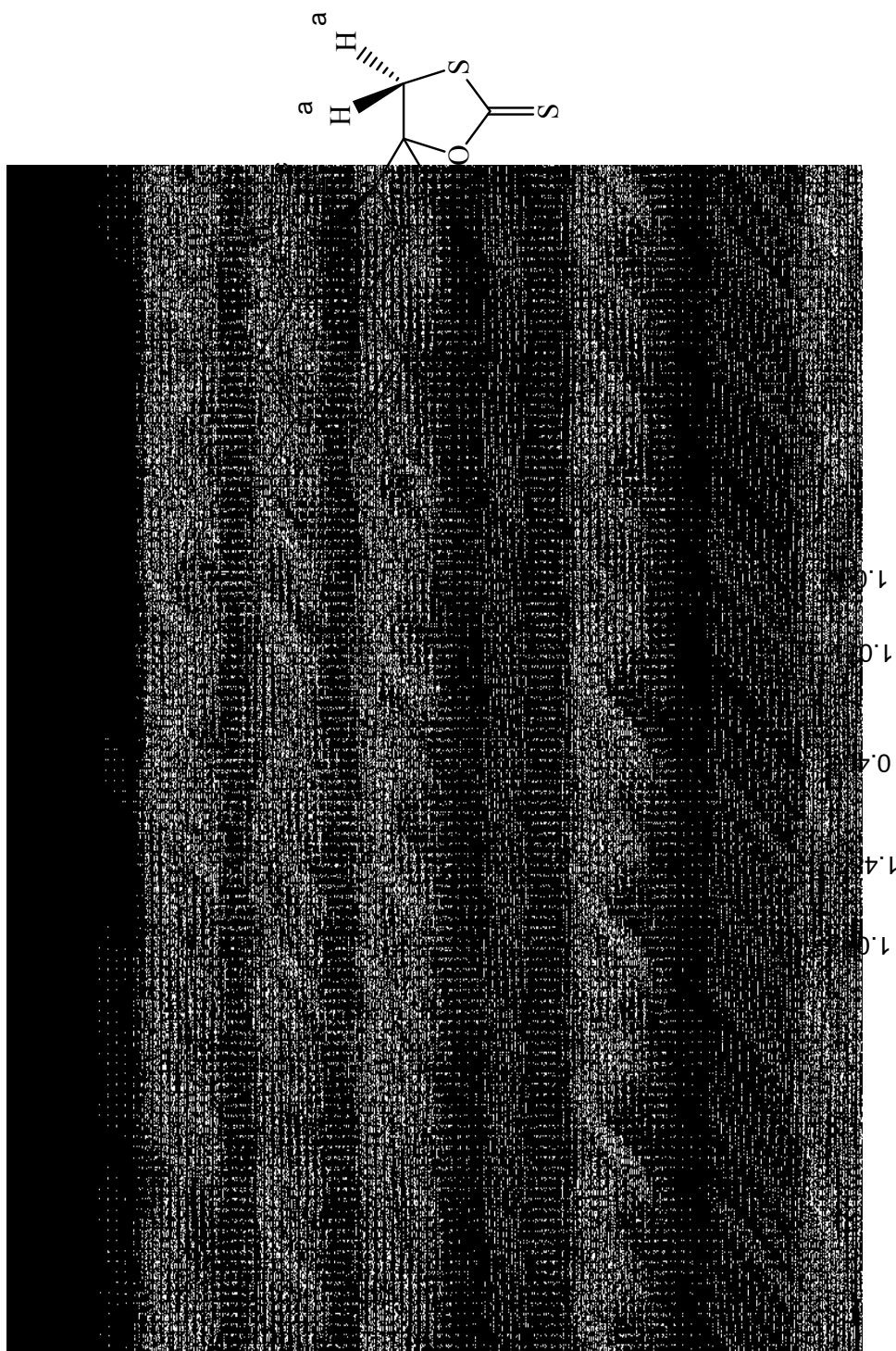
طیف ۱- HNMR ترکیب ۱- فنیل-۱-اکسا-۳-تیولان-۲- تیون در حلال DMSO



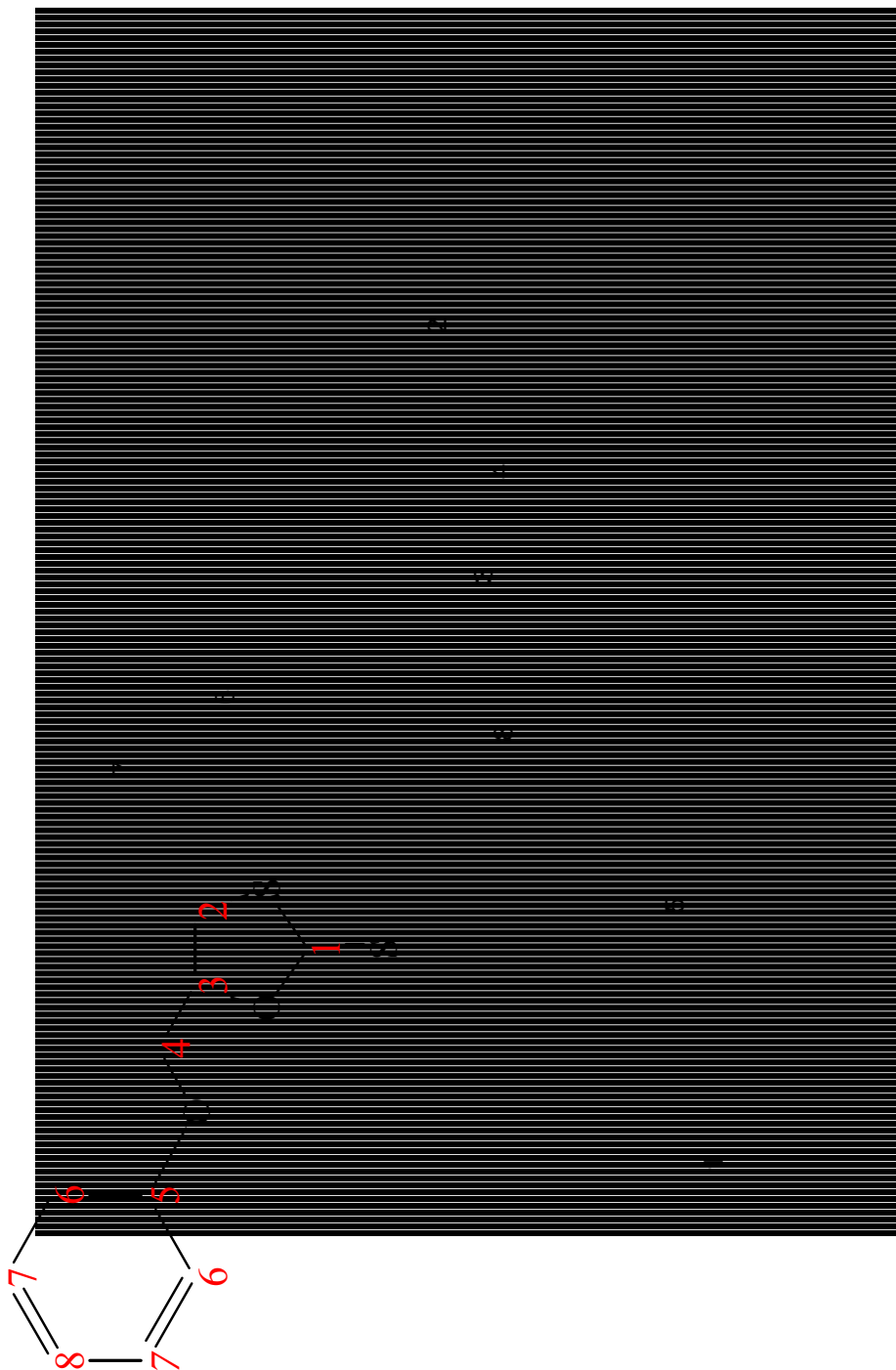
طیف $^2\text{-HNMR}$ ترکیب ۱-فنیل-۱،۳-تیولان-۲-تیون در حلال DMSO



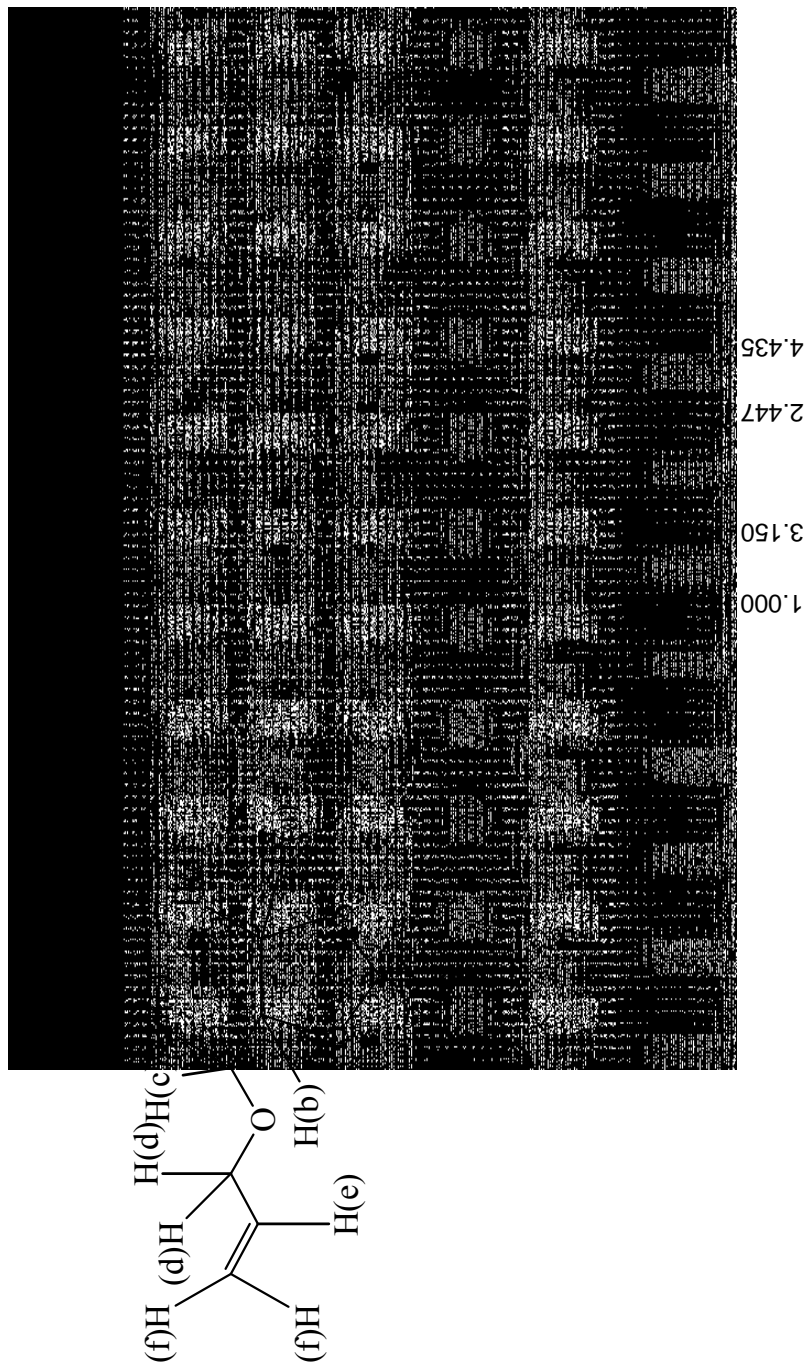
طیف ۳- CNMR ترکیب ۱- فنیل-۱-۳- تیولان-۲- تیون در حلال DMSO



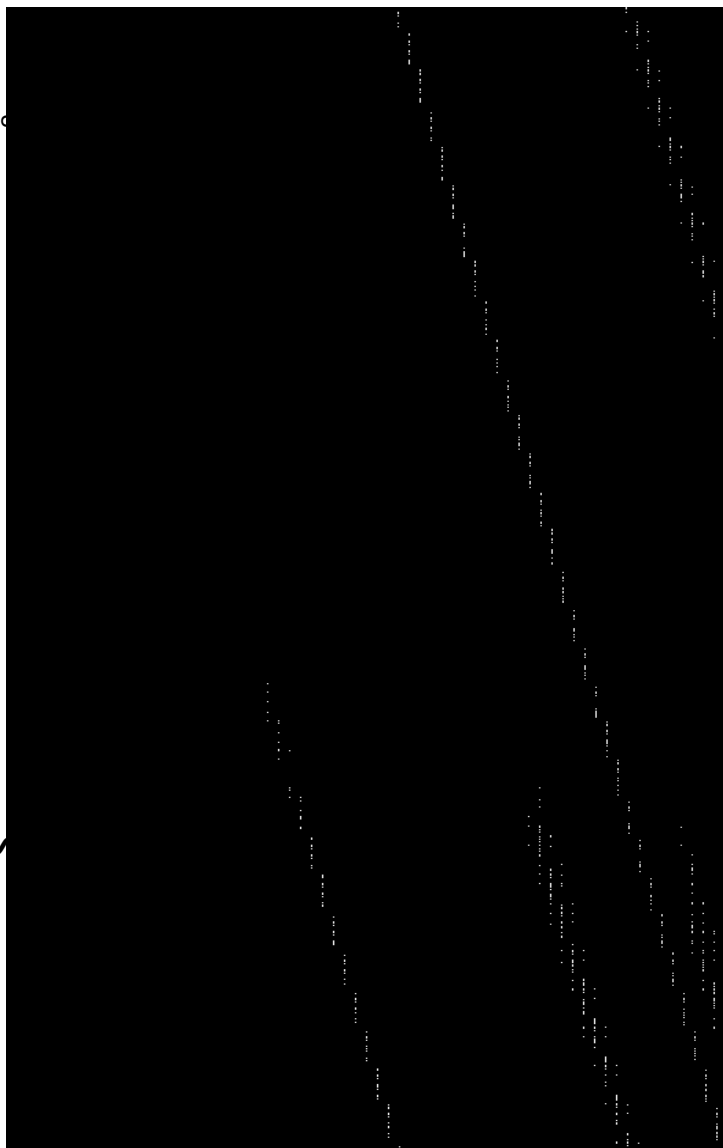
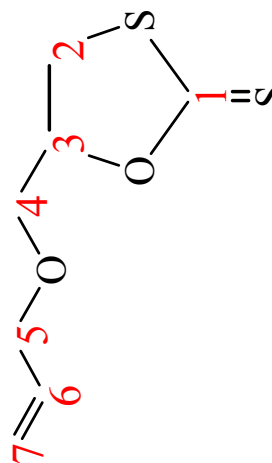
طیف ۴- HNMR ترکیب ۱- فنیل -۱- (فنیل - متیل اتر) -۱- اکسا -۳- تیولان -۲- تیون در حلال DMSO



طیف ۵- CNMR ترکیب ۱- فنیل-۱- (فنیل - متیل اتر)-۱- اکسا-۳- تیولان-۲- تیون در حلال DMSO



طیف ۲-۱ HNMR ترکیب ۱- فنیل-۱- (الیل - متیل اتر)-۱- اکسا-۳- تیولان-۲- تیون در حلال DMSO



طیف ^{13}C NMR ترکیب ۱- فنیل-۱- (الیل) - متیل اتر-۱- اکسا-۳- تیولان-۲- تیون در حلال DMSO