

خصوصیات و توانایی محلول رفع آلودگی سدیم دی کلرو ایزو سیانورات به عنوان یک پدافند غیرعامل

بزرگمهر مداح^۱، زنده یاد امیر امینی فر^۱، مصطفی شریفی^۱

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۶/۰۵

چکیده

هر گونه برنامه‌های عملیاتی که سبب کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و نیروی انسانی کشور در برابر تهدیدات خارجی و تهاجمات احتمالی و یا سبب افزایش توان ملی شود به عنوان پدافند غیر عامل یا دفاع غیر نظامی شناخته می‌شود. از آنجایی که آسیب‌های انسانی و زیر ساختاری استفاده از عوامل تاولزا و عوامل عصبی توسط رژیم بعثی صدام غیر قابل جبران بوده است ما را در جهت پژوهش بر روی محلول رفع آلودگی CAD - یکی از موثرترین مواد رفع آلودگی بر پایه سدیم دی کلرو ایزوسیاناترات - هدایت نمود. این محلول، یک محلول رفع آلودگی عمومی بوده و قادر است اکثر عوامل شیمیایی و بیولوژیکی را از قبیل خردل که به عنوان یک عامل جنگی شیمیایی تاولزا و پایدار دسته‌بندی می‌شود و اثرات زیان آوری روی افراد دارد، از طریق هیدرولیز و اکسایش از بین ببرد. جزء اصلی این محلول رفع آلودگی، سدیم دی کلرو ایزوسیاناترات (NaDCC) می‌باشد. این مقاله به بررسی پایداری محلول رفع آلودگی بر پایه سدیم دی کلرو ایزوسیاناترات به روش یدومتری و همچنین اثر آن بر شبه‌عامل خردل یعنی ۲-کلرو اتیل فنیل سولفاید (2-CEPS) توسط دستگاه GC پرداخته و مشخص می‌کند که این محلول قادر است این شبه‌عامل تاولزا را در عرض چند دقیقه از بین ببرد. هم‌چنین محصولات ناشی از واکنش توسط دستگاه GC-MS جداسازی و شناسایی شد.

کلیدواژه‌ها: پدافند غیرعامل، رفع آلودگی، سدیم دی کلرو ایزوسیاناترات، ۲-کلرو اتیل فنیل سولفاید، گاز خردل

۱- مقدمه

در اکثر منابع علمی و نظامی دنیا، اصول و موضوعات پدافند غیرعامل عمدتاً شامل: استتار، اختفاء، فریب، استحکامات، مقاومت‌سازی، ذخیره‌سازی و پراکندگی است. بنابراین یکی از موضوعات مهم در پدافند غیرعامل، ارتقاء امنیت پناهگاه‌های BC^۱ و تقویت روحیه خودی برای کاهش صدمات ناشی از حملات BC می‌باشد. از طرف دیگر می‌توان هر اقدام غیرمسلحانه‌ای که در جهت تقویت نیروهای خودی انجام گیرد به‌عنوان پدافند غیر عامل محسوب نمود. بنابراین مواد رفع آلودگی را می‌توان یک عامل بسیار مهم در پدافند غیر عامل به حساب آورد؛ زیرا این مواد باعث افزایش ایمنی پناهگاه و همچنین تقویت روحیه نیروهای خودی می‌گردد. یکی از عوامل ایجاد رعب و وحشت و تولید اضطراب و ترس در نیروهای خودی توسط دشمن، استفاده و یا تهدید به استفاده از عوامل BC می‌باشد که دشمن با ایجاد ترس و استرس باعث کاهش روحیه نیروهای خودی و کاهش توان دفاعی و رزمی آنها می‌گردد. بنابراین با بررسی مواد رفع آلودگی و ویژگی‌های آنها، یعنی آشنایی با این توانایی که این مواد قادرند به‌راحتی و سریع و بدون این که محصول سمی از خود به جا بگذارند باعث خنثی‌سازی و از بین رفتن عوامل BC شوند، می‌توان در جهت ارتقاء روحیه نیروهای نظامی و غیرنظامی و کاهش استرس در آنها گام مؤثری برداشت. ماده رفع آلودگی در واقع ترکیبی شیمیایی می‌باشد که ضد سلاح‌های جنگ نوین و در طبقه تجهیزات غیرجنگی بوده و به‌عنوان ابزاری برای پدافند غیر عامل به کار می‌رود. پس از واقعه ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ و برخورد خصمانه ایالات متحده آمریکا با کشور ما، بعد پدافندهای راهبردی دفاعی (غیر عامل) و تقویت ارکانی مانند: ۱- آمادگی قبل از بحران و دشمن شناسی ۲- بسیج نیروها در خدمت پدافند غیر عامل و ۳- تقویت روش جنگ نوین و غیر کلاسیک بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. مفهوم بسیج نیروها دارای ابعاد مختلفی است که یکی از ابعاد مهم آن آشنا کردن نیروها با مواد و تجهیزات غیر مسلحانه می‌باشد که این مواد قابلیت استفاده در عملیات دفاع شهری را عهده‌دار می‌باشند. این مقاله در ارتباط با این رکن اساسی است و می‌تواند در جهت ارتقاء علمی، عملی و همچنین در یادگیری نحوه کاربرد این مواد رفع آلودگی برای نیروهای داوطلب دفاع شهری مؤثر باشد [۱-۳].

مواد سمی شیمیایی و بیولوژیکی خطری بزرگ برای آسیب رساندن به زیرساخت‌ها و نیروی انسانی به شمار می‌روند. آلودگی‌های حاصل از عوامل شیمیایی و بیولوژیک BC تأثیر بسیار زبان‌آوری بر موجودات زنده، مواد غذایی و تجهیزات وارد می‌کند. افرادی که در معرض این عوامل قرار دارند، با گستره وسیعی از تأثیرات آنها از جمله سوزش، سستی، بیماری، ناتوانی شدید و حتی مرگ مواجه‌اند. این عوامل به‌وسیله ایجاد صدمات و جراحات یا به‌وسیله کاهش کارایی سربازان بعد از پوشیدن لباس‌های حفاظتی می‌توانند توان رزمی نیروها را به مقدار زیادی کاهش دهند. بعضی از این عوامل که قدرت کشندگی بالایی دارند، می‌توانند تأثیرات ویران‌کننده و سریعی داشته و مقدار کمی از آنها می‌تواند ناتوانی شدید یا حتی مرگ را در پی داشته باشد. بنابراین رفع آلودگی این مواد از مناطق آلوده شده، کاری ضروری است. در حقیقت، رفع آلودگی به معنای بررسی صحیح راه‌حلی پایدار برای غلبه بر عوامل آلوده‌کننده است [۴]. در ۱۹۹۳، مجمع عمومی سازمان ملل، کنوانسیون منع تولید، توسعه، ذخیره و استفاده از سلاح‌های شیمیایی را پذیرفت و در ۱۹۹۷ لازم‌الاجرا شد [۵]. با این حال، بعضی از کشورها و گروه‌های تروریستی، از این قانون بین‌المللی پیروی نکردند و بنابراین دانشمندان و محققان ناچار به مطالعه و تحقیق در مورد توسعه روش‌ها و مواد جدید برای استفاده در نابودسازی مواد شیمیایی که متعلق به طبقه عوامل جنگی شیمیایی (CWA)^۲ هستند، شده‌اند.

مطالعه مقالات در مورد CWA مسیرهای مهم برای مطالعه و تحقیق را آشکار می‌کند. یک مسیر، توسعه روش‌های نابودسازی CWA در مقیاس وسیع می‌باشد [۵ و ۶]. مسیر دیگر، توسعه روش‌های رفع آلودگی جدید برای رفع آلودگی ناشی از عملیات نظامی [۷ و ۸] و یا عملیات تروریستی [۹ و ۱۰] ناشی از عوامل CWA است [۱۱-۱۴].

محللول رفع آلودگی تهیه شده در این پژوهش، دارای ویژگی‌های منحصر به فردی می‌باشد که یکی از ویژگی‌های مهم آن استفاده از حلال آب را می‌توان نام برد. در اکثر محللول‌های رفع آلودگی از حلال‌های آلی استفاده می‌شود. این حلال‌ها می‌توانند آسیب فراوانی به اشخاص و محیط زیست وارد کنند. از دیگر مزایای استفاده از آب به عنوان حلال، در دسترس و ارزان بودن آن می‌باشد. همچنین به علت حضور

۲-۳- خنثی سازی ۲-کلرو اتیل فنیل سولفاید با محلول رفع آلودگی

برای بررسی اثر محلول رفع آلودگی تهیه شده بر روی شبه‌عامل 2-CEPS، از دستگاه GC استفاده شد. برای این کار، ۱۰ میکرولیتر از شبه‌عامل 2-CEPS به ظرف واکنش حاوی ۲/۵ میلی لیتر متانول انتقال داده شد و سپس ۲/۵ میلی لیتر محلول رفع آلودگی را به آن اضافه کرده و حدود ۵ دقیقه به هم زده شد. برای متوقف کردن واکنش، مقدار ۱۵ میکرولیتر از نمونه به ظرف حاوی ۲ میلی لیتر کلروفرم که حاوی ۲-پنتانول به عنوان استاندارد درونی است، اضافه شده و پس از هم زدن کامل یک میکرولیتر از مخلوط توسط سرنگ GC به دستگاه GC تزریق شد.

۲-۴- شناسایی محصولات واکنش

برای شناسایی محصولات حاصل از خنثی سازی 2-CEPS به وسیله سدیم دی کلرو ایزو سیانورات، از دستگاه GC-MS استفاده شد. برای این کار، ۱۰ میکرولیتر از شبه‌عامل 2-CEPS به ظرف واکنش حاوی ۲/۵ میلی لیتر متانول منتقل گردید و سپس ۲/۵ میلی لیتر محلول رفع آلودگی به آن اضافه شده و حدود ۵ دقیقه به هم زده شد. پس از هم زدن کامل، یک میکرولیتر از مخلوط را توسط سرنگ GC برداشته و به دستگاه GC-MS تزریق شد.

۳- نتایج و بحث

یکی از نکات مهم در تولید محلول‌های رفع آلودگی، میزان پایداری محلول رفع آلودگی می‌باشد. همان‌طور که از شکل (۱) مشاهده می‌شود، میزان پایداری سدیم دی کلرو ایزو سیانورات در حالت جامد، فوق‌العاده زیاد بوده و می‌توان آن را به حالت جامد، مدت زمان زیادی نگه داشت. در ضمن، نگهداری و جابجایی آن در حالت جامد نسبت به حالات مایع و گاز، آسان‌تر و ایمن‌تر می‌باشد.

دلیل استفاده از سود و اسید بوریک در تهیه این محلول رفع آلودگی، به دست آوردن یک محیط تامپونی با pH بین ۱۰ تا ۱۱ می‌باشد. سرعت اکسایش عامل خردل با افزایش pH، افزایش می‌یابد. هم‌چنین لازم به ذکر است، افزایش بیشتر pH باعث آسیب رساندن این محلول رفع آلودگی به پوست افراد می‌شود. بنابراین با در نظر گرفتن سرعت اکسایش و میزان

سورفکتانت و تولید کف، محلول رفع آلودگی قادر به حل عوامل شیمیایی در خود بوده و می‌تواند به مدت زمان کافی روی سطح آلوده باقی بماند و عمل رفع آلودگی را به‌طور کامل انجام دهد.

۲- بخش تجربی

۱-۲- مواد و تجهیزات

سدیم دی کلرو ایزو سیانورات با خلوص ۹۸٪ و سدیم دودسیل سولفونات با خلوص ۹۹٪ از شرکت Merck و ۲-کلرو اتیل فنیل سولفاید از شرکت Aldrich با خلوص ۹۸٪ تهیه شد. دستگاه GC و GC-MS مدل Varian Star 3400 CX برای آنالیز نمونه‌ها مورد استفاده واقع گردید.

۲-۲- اندازه‌گیری پایداری محلول رفع آلودگی

پایداری سدیم دی کلرو ایزو سیانورات در حالت جامد و محلول در آب، و محلول رفع آلودگی در فواصل زمانی مشخص توسط روش یدومتری مورد مطالعه قرار گرفت. برای اندازه‌گیری پایداری سدیم دی کلرو ایزو سیانورات در حالت جامد، در فواصل زمانی ۱۲ ساعت، ۱/۲۵ گرم از سدیم دی کلرو ایزو سیانورات در بالن ۲۵ میلی لیتری به حجم رسانده شد. سپس ۵ ml از آن به ۵ ml پتاسیم یدید ۰/۱ مولار اضافه شد و با یک میلی لیتر اسید استیک محیط اسیدی شد. محلول قهوه‌ای رنگ حاصل با محلول سدیم تیوسولفات ۰/۱ مولار استاندارد شده تیترا شد تا محلولی به رنگ زرد به دست آید. سپس به محلول زرد رنگ یک میلی لیتر چسب نشاسته اضافه شد تا محلول تیره رنگی حاصل شود، سپس تیتراسیون تا بی‌رنگ شدن محلول ادامه پیدا کرد.

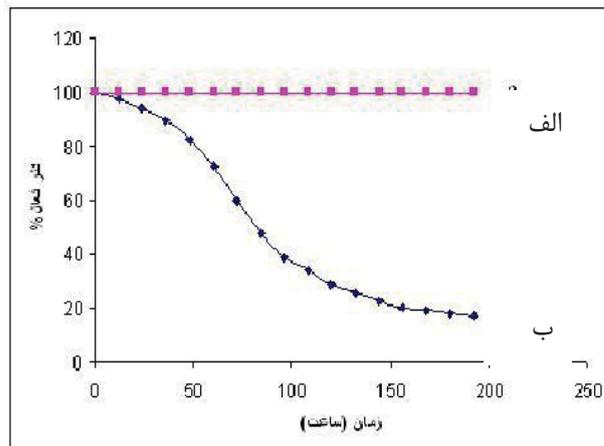
برای اندازه‌گیری پایداری سدیم دی کلرو ایزو سیانورات در حالت محلول در آب، ۱۲/۵ گرم سدیم دی کلرو ایزو سیانورات را در ۲۵۰ میلی لیتر آب حل کرده و در فواصل زمانی ۱۲ ساعت، ۵ ml از این محلول را برداشته و به روش یدومتری (روش ذکر شده در بالا) میزان کلر فعال آن بررسی شد.

محلول رفع آلودگی، از ترکیب ۵ گرم سدیم دی کلرو ایزو سیانورات، ۲ گرم سود، ۱/۸ گرم اسید بوریک و ۰/۰۱ گرم سدیم دودسیل سولفونات در ۱۰۰ میلی لیتر آب تهیه شد و در فواصل زمانی ۳۰ دقیقه‌ای، ۵ ml از این محلول برداشته شده و به روش یدومتری میزان کلر فعال آن مورد بررسی قرار گرفت.

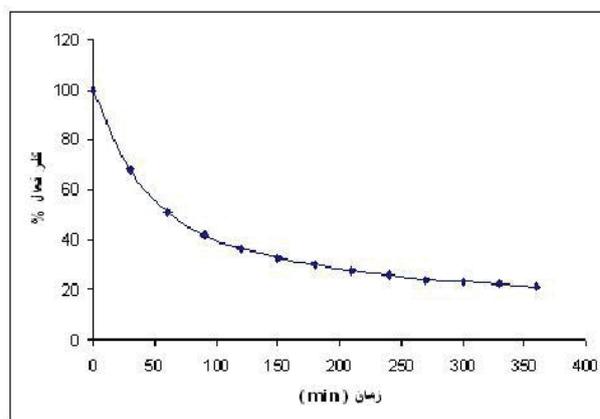
آسیب‌رسانی به پوست، pH بین ۱۰ تا ۱۱ به عنوان pH مناسب و بهینه در نظر گرفته شد. با مشاهده شکل (۲) می‌توان دریافت که میزان پایداری این محلول در حالت مایع محدود می‌باشد و نمی‌توان آن را به حالت مایع به مدت زمان زیادی نگهداری کرد (البته نگهداری به حالت مایع در صنایع نظامی و دفاعی برای کلیه مواد رفع آلودگی، به علت نگهداری و جابجایی مشکل آنها توصیه نمی‌شود). بنابراین پیشنهاد می‌شود که به شکل دو بسته پودر جامد (یک بسته حاوی مخلوط پودرهای سدیم دی‌کلرو ایزو سیانورات و سدیم دودسیل سولفونات و بسته دیگر حاوی مخلوط پودرهای سود و اسید بوریک) نگهداری شود که در زمان نیاز آنها را در حجم مشخصی از آب حل کرده و مورد استفاده قرار داد.

برای تأیید خنثی‌سازی شبه‌عامل 2-CEPS توسط محلول رفع آلودگی از دستگاه GC استفاده شد. کروماتوگرام A در شکل (۳)، کروماتوگرام شاهد و قبل از رفع آلودگی را نشان می‌دهد. پیک‌های ظاهر شده در دقایق ۱/۵، ۳، ۱۵ و ۱۷ به ترتیب مربوط به متانول، کلروفرم، شبه‌عامل 2-CEPS و ۲-پنتانول (به عنوان استاندارد درونی) می‌باشد. کروماتوگرام B در شکل (۳) شرایط بعد از رفع آلودگی را نشان می‌دهد. همان‌طور که واضح است، پیک مربوط به شبه‌عامل 2-CEPS (دقیقه ۱۵) ناپدید شده است.

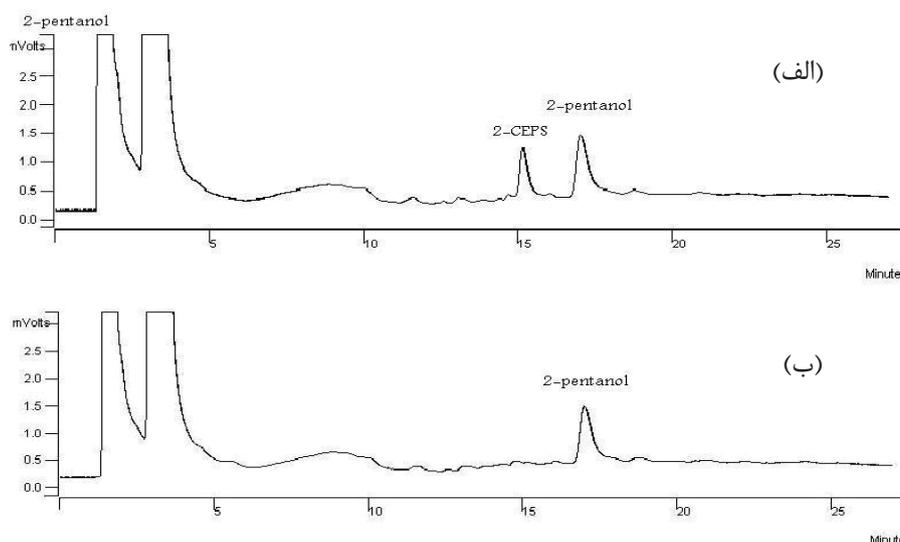
برای شناسایی محصولات ناشی از این واکنش خنثی‌سازی، دستگاه GC-MS مورد استفاده قرار گرفت. طیف GC-MS شبه‌عامل ۲- کلرو اتیل فنیل سولفاید در شکل‌های (۴) و (۵) نشان داده شده است.



شکل ۱- پایداری سدیم دی‌کلرو ایزو سیانورات در حالت (الف) جامد (ب) محلول در آب

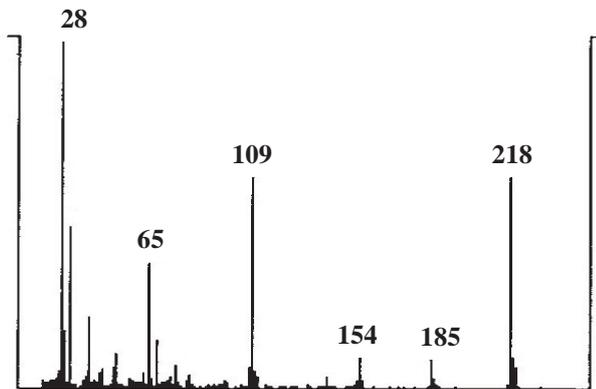


شکل ۲- پایداری محلول رفع آلودگی



شکل ۳- کروماتوگرام (الف) قبل از رفع آلودگی (ب) بعد از رفع آلودگی

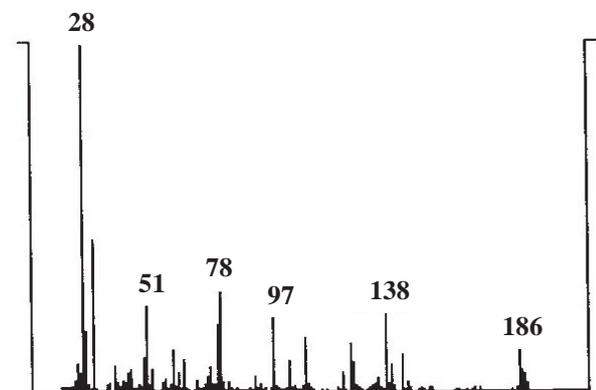
شده با زمان بازداری ۱۳ دقیقه مربوط به ۲-هیدروکسی اتیل فنیل سولفون، و دومین پیک با زمان بازداری ۱۶ دقیقه متعلق به دی فنیل دی سولفید است، که الگوهای شکست این ترکیبات در شکل های (۷) و (۸) اثبات کننده حضور این اجزاء به عنوان محصولات واکنش می باشند.



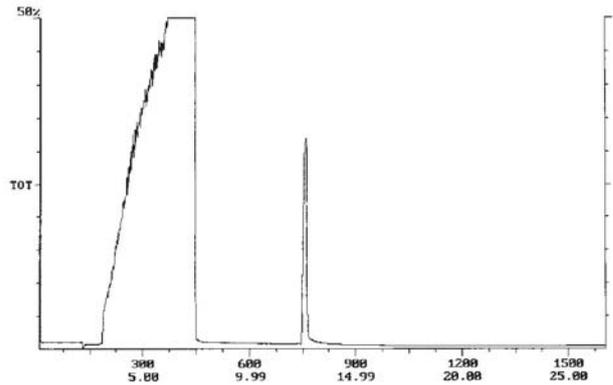
شکل ۷- طیف جرمی دی فنیل دی سولفید

در مورد دی فنیل دی سولفید، پیک مولکولی $C_6H_5SSC_6H_5$ با $m/z=218$ به طور واضح مشخص می باشد. اجزای حاصل از شکست این مولکول C_6H_5S با $m/z=109$ ، $C_6H_5^+$ با $m/z=77$ و $C_5H_5^+$ با $m/z=65$ می باشند که به وضوح در طیف های جرمی آن مشاهده می شوند.

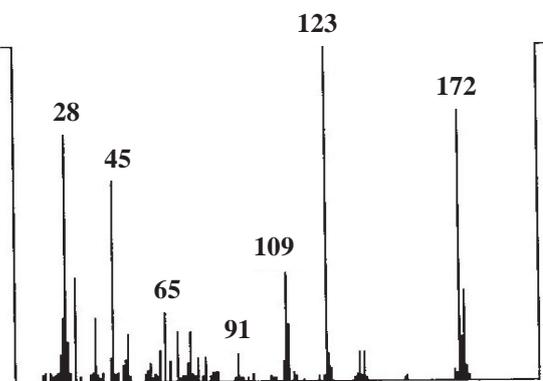
در مورد ۲-هیدروکسی اتیل فنیل سولفون نیز، پیک مولکولی با $m/z=186$ در طیف جرمی مشاهده می شود و دیگر اجزای قابل مشاهده، مربوط به $CH_3 C_6H_5SCH_2$ با $m/z=138$ و C_6H_5S با $m/z=109$ و C_6H_6 با $m/z=78$ می باشد.



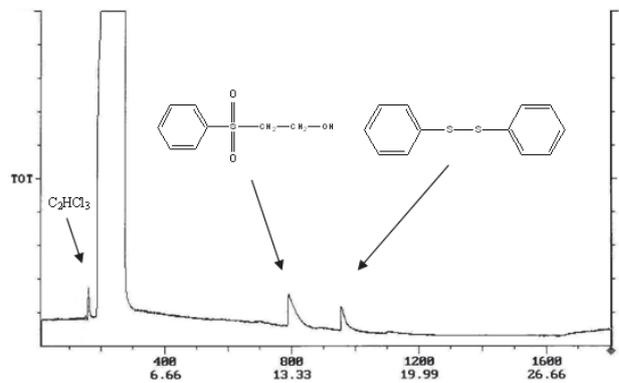
شکل ۸- طیف جرمی دی فنیل سولفون



شکل ۴- کروماتوگرام 2-CEPS به دست آمده از GC-MS



شکل ۵- طیف جرمی 2-CEPS



شکل ۶- کروماتوگرام GC-MS محصولات حاصل از واکنش شبه عامل ۲-کلرو اتیل فنیل سولفید با سدیم دی کلرو ایزوسیانات

به منظور شناخت محصولات حاصل از واکنش شبه عامل ۲-کلرو اتیل فنیل سولفید (2-CEPS) با سدیم دی کلرو ایزوسیانات، طیف GC-MS محصولات مطابق شکل های (۶-۷ و ۸) تهیه شده است. طبق شکل (۶) اولین پیک ظاهر

مراجع

۱. رمضانی، مهدی؛ به کارگیری پدافند غیرعامل در جنگ احتمالی آینده؛ فصلنامه فانوس، شماره ۳ و ۴، دانشکده علوم پایه افسری دانشگاه امام حسین(ع)، (۱۳۸۶).
۲. موحدی نیا، جعفر؛ پدافند غیرعامل؛ چاپ اول مرکز برنامه‌ریزی و کتب درسی معاونت آموزش ستاد مشترک سپاه، (۱۳۸۳).
۳. سازمان تحقیقات و خود کفایی نرسا؛ فریب، استتار، اختفاء؛ شماره ۳، (۱۳۸۱).
۴. امینی‌فر، امیر، قدیمی، سعید؛ رفع آلودگی عوامل شیمیایی و بیولوژیک؛ مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)، (۱۳۸۱).
5. Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction. The Technical Secretariat of the Organization for Prohibition of Chemical Weapons (OPCW), The Hague, (1997).
6. Pearson, G.S.; Magee, R.S.; Critical evaluation of proven chemical weapon destruction technologies (IUPAC Technical Report); Pure Appl. Chem. 74, 187–316; (2002).
7. Yang, Y.C.; Chemical reactions for neutralising chemical warfare agents; Chem. Ind 9, 334–337; (1995).
8. Khateri, S.; Ghanei, M.; Keshavarz, S.; Soroush, M.; Haines, D.; Incidence of lung, eye, and skin lesions as late complications in 34,000 Iranians with wartime exposure to mustard agent; J. Occup. Environ. Med. 45, 1136–1143; (2003).
9. Murray, V.; Goodfellow, F.; Leading article. Mass casualty chemical incidents—towards guidance for public health management; Public Health 116, 2–14; (2002).
10. Wheeler, H.; Chemical terrorism: the Japanese experience and lessons learnt; Chem. Incid. Rep. 14, 10 12; (1999).
11. Croddy, E.; Perez-Armendariz, C.; Hart, J.; Chemical and Biological Warfare; Springer-Verlag, New York, (2002).
12. Black, R.M.; Muir, B.; Derivatisation reactions in the chromatographic analysis of chemical warfare agents and their degradation products; J. Chromatogr. A 1000, 253–281; (2003).
13. Hooijschuur, E.W.J.; Kientz, Ch.W.; Brinkman, U.A.Th.; Analytical separation techniques for the determination of chemical warfare agents; J. Chromatogr. A 982, 177–200; (2002).
14. Munro, N.B.; Talmage, S.S.; Griffin, G.D.; Waters, L.C.; Watson, A.P.; King, J.F.; Hauschild, V. ;The sources, fate, and toxicity of chemical warfare agent degradation products; Environ. Health Perspect. 107, 933–974; (1999).

همان‌طور که مشاهده شد، این محلول رفع آلودگی توانست شبه‌عامل CEPS-2 را در مدت زمان کوتاهی اکسید کرده و به محصولاتی با سمیت کم تبدیل کند. از ویژگی‌های مهم دیگر آن می‌توان به استفاده از آب به عنوان حلال، پایداری زیاد در حالت جامد و ایمنی زیاد برای انسان و محیط زیست اشاره کرد.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمایش انجام گرفته مشخص می‌شود که محلول رفع آلودگی CAD با ماده مؤثر دی‌کلرو ایزو سیانورات دارای خوردگی کمتری نسبت به ترکیبات هیپو کلریت بوده و چون این ماده رفع آلودگی بر پایه آب و به سادگی تهیه می‌شود (بر خلاف DS2) خطر کمتری برای استفاده‌کننده دارد. از طرف دیگر سرعت تأثیر بالا با قدرت تخریب صد در صد بر روی شبه‌عوامل تاول‌زا باعث می‌شود که این ماده رفع آلودگی، یک ماده مؤثر رفع آلودگی برای مناطق آلوده شده باشد. همان‌طور که بررسی شد این ماده رفع آلودگی به آسانی تهیه می‌شود و می‌توان نحوه آماده‌سازی و استفاده از آن را به نیروهای پدافند غیر عامل در مدت کوتاه (طی یک جلسه) آموزش داد. از طرف دیگر این مواد قادرند به‌راحتی و سریع و بدون آن که محصول سمی از خود به جا بگذارند باعث خنثی‌سازی عامل تاول‌زا گردند که این امر می‌تواند در جهت ارتقاء روحیه نیروهای مردمی و نظامی و هم‌چنین کاهش استرس استفاده یا احتمال استفاده دشمن از عوامل شیمیایی نقش مهمی داشته باشد.

Properties and Ability of Sodium Dichloroisocyanurate a Decontamination Solution in a View of Passive Defense

Bozorgmehr Maddah¹

Amir Aminifar¹

Mostafa Sharifi¹

Abstract

Any operational program which contributes to the reduction of infrastructure vulnerabilities and human resource against foreign threats and possible attacks and brings about national capabilities is known as passive defense or civil defense. Since human and infrastructure damage of utilizing blister and nerve gas agents by Saddam's regime can be compensated, it contributes to directing us towards researching CAD decontaminating liquid which is the most useful way of decontamination based on Sodium dechloro iso cyanide.

This liquid is a generic decontaminating liquid and, through hydrolyzation and oxidation, can eliminate most chemical and biological agents such as mustard which is classified as one of the persistent blister chemical warfare agents and which causes harmful effects on individuals.

The main component of the liquid is Sodium dechloro iso cyanide(NaDCC). This essay reviews the persistence of decontaminating liquid, based on Sodium dechloro iso cyanide using iodometry and its effects on pseudo-mustard, which is 2-chloroethylphenil sulfide(2-CEPS) by the GC device and determines that this liquid is able to eliminate this pseudo-blister agent in a few minutes. Products resulting from reactions by the GC-MS device was separated and identified in this essay.

Key Words: *Passive Defense, Decontamination, Sodium Dechloro Iso Cyanide Chloroethylphenil Sulfide, Mutard Gas*