Archive of SID

سمیت و پایداری باقیمانده توکسافن در خاک

دکتر سیدقوام میرستاری[1]

چکیده مقاله

مقدمه. توکسافن از جمله حشره کشهای آلی کلردار است که به دلیل پایداری در محیط و تجمع زیستی و تغلیظ در زنجیره غذایی موجب مسایل بهداشتی و زیست محیطی جدی گردیده است. توکسافن تکنیکال مخلوطی است از بیش از ۸۰۰ ترکیب شیمیایی مختلف که سمیت و دوام آنها در محیط متفاوت است. این مطالعه به منظور بررسی سمیت باقی مانده‌های توکسافن در خاک روی مگس خانگی و پایداری توکسافن در خاک صورت پذیرفت.

روشها. در این بررسی باقیمانده‌های توکسافن در خاک در نخستین روز، شصتمین روز، یک سال، دو سال و سه سال بعد از سم پاشی پس از استخراج به روش گاز کروماتوگرافی مورد تجزیه قرار گرفت و سمیت آنها بر حسب دوز کشنده ۵۰ درصد (LD50 mg/kg) به طور موضعی در مگس خانگی نیز برآورد گردید.

نتایج. غلظت توکسافن در خاک که در نخستین روز سم پاشی ppm ۷/۱ بود پس از سه سال به ppm ۳/۵ کاهش یافت. نسبت دوزهای کشنده ۵۰ درصد (LD50 mg/kg)باقیمانده‌های توکسافن در خاک در نخستین روز، شصتمین روز، یک سال، دو سال و سه سال بعد از سم پاشی به دوز کشنده ۵۰ درصد (LD50 mg/kg) توکسافن تکنیکال به ترتیب ۱/۰۷، ۱/۱۱، ۱/۲۳، ۱/۳۱ و ۱/۳۶ برآورد گردید.

بحث. نتایج بدست آمده روشن می‌سازد که روند تجزیه و زایل شدن سمیت این حشره کش در خاک بسیار کند است و ترکیبات سمی آن می‌تواند برای مدت طولانی پایدار باقی بمانند.

● *واژه‌های کلیدی: توکسافن، حشره کشهای آلی کلردار، سمیت، خاک، تجزیه.*

مقدمه

مصرف گسترده حشره کشهای آلی کلردار در طول چند دهه گذشته موجب آلودگی خاک، آبهای سطحی و زیرزمینی، هوا، پرندگان، ماهی، انسان، گیاهان و بسیاری از موجودات زنده دیگر گردیده است (۴-۱). این گروه از حشره کشها به دلیل پایداری در محیط، تجمع زیستی و تغلیظ در زنجیره غذایی و نیز به دلیل دارا بودن اثرات سمی گوناگون از جمله سرطانزایی، ایجاد ناهنجاری‌های مادرزادی، اختلال در تولید مثل و نارسایی سیستم ایمنی در حیوانات و انسان به عنوان یک گروه مهم از آلاینده‌های محیط زیست شناخته شده‌اند(۹-۵). توکسافن از پرمصرف‌ترین این گروه از حشره کشها می‌باشد که سالیانه میلیونها کیلوگرم از آن در سرتاسر دنیا از جمله ایران بر علیه بیش از ۲۰۰ گونه مختلف آفت و بر روی بیش از ۷۰ محصول کشاورزی نظیر پنبه، گندم، ذرت، جو، برنج، گوجه فرنگی و سویا مصرف می‌گردد. امروزه، به رغم ممنوعیت مصرف هنوز به عنوان یکی از آلاینده‌های آلی مهم جهانی محسوب می‌گردد (۱۱-۶). باقیمانده‌های توکسافن نه تنها تهدیدی برای سلامت و زندگی انسان به شمار می‌رود، بلکه تهدیدی جدی برای زندگی و حتی ادامه بقای بسیاری از موجودات دیگر نظیر ماهی و پرندگان شکاری نیز می‌باشد (۱۵-۱۲).

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که توکسافن تنها یک ترکیب شیمیایی ساده نیست بلکه مخلوطی از تقریباً ۸۰۰ ماده شیمیایی مختلف می‌باشد که دوام آنها در محیط و سمیت آنها برای موجودات زنده بسیار متفاوت است (۱۰،۱۶و۱۷). بررسی های انجام شده نشان می‌دهد که سمیت برخی از ترکیبات آن برای موجودات زنده نظیر ماهی، موش و مگس خانگی، بیش از خود توکسافن می‌باشد. از این رو، اطلاع از سمیت باقیمانده‌های توکسافن در محیط می‌تواند در برآورد کلی خطرات زیست محیطی آن مؤثر باشد.

هدف از این مطالعه، بررسی سمیت باقی مانده‌های توکسافن در خاک در مگس خانگی و پایداری توکسافن در خاک در شرایط طبیعی مزرعه می‌باشد. اهمیت این مطالعه بیشتر از این نظر است که اولین بار است که سمیت باقیمانده توکسافن در خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

روشها

توکسافن تکنیکال از شرکت هرکولس آمریکا تهیه گردید. از مزرعه پنبه کاری که در آخرین بار با توکسافن به میزان ۸/۹۷ کیلوگرم در هکتار سم پاشی شد نمونه خاک تهیه گردید. لازم به یادآوری است که به دلیل آلودگی خاک منطقه تهیه نمونه خاک شاهد میسر نگردید. نمونه‌های خاک در نخستین روز، شصتمین روز، اولین سال، دومین سال و سومین سال بعد از سم پاشی از قشر ۱۵ سانتیمتری سطح خاک جمع آوری و پس از استخراج باقیمانده‌های توکسافن موجود در آنها با روش گازکروماتوگرافی مورد بررسی

۱- گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

قرار گرفت و سمیت آنها بر حسب LD50 (دوز کشنده ۵۰ درصد) در مگس خانگی برآورد گردید.

باقیمانده‌های توکسافن با استفاده از مخلوط ایزوپروپیل و بنزن (به نسبت حجمی ۲ و۱) در مدت ۶ ساعت در دستگاه سوکسله استخراج و پس از عبور از Na_2So_4 بی آب و خشک شدن در دستگاه خلاء دوار آماده تخلیص شدند. برای تخلیص نمونه‌ها از ستون جاذب فلوریسیل استفاده شد. به علاوه، به منظور تخلیص بیشتر باقیمانده‌های توکسافن و حذف کامل ناخالصیها و باقیمانده‌های احتمالی حشره کش‌های کلردار دیگر، کلیه نمونه‌ها تحت اثر اسیدنیتریک غلیظ نیتریفیه شدند.

به همین سبب، به منظور بررسی تأثیر احتمالی اسید نیتریک بر خواص توکسافن، سمیت و گاز کروماتوگرام توکسافن نیتریفیه شده نیز مورد بررسی قرار گرفت.

از آنجا که به نظر می‌رسد تجزیه توکسافن در خاک از طریق احیاء صورت می‌پذیرد توکسافن تکنیکال طبق روش Khalifa و همکارانش (۱۸) تحت تأثیر هماتین احیاء گردید و سمیت و گازکروماتوگرام توکسافن احیاء شده در مقایسه با توکسافن تکنیکال و باقیمانده‌های آن در خاک مورد مطالعه قرار گرفت.

برای برآورد سمیت توکسافن از مگس خانگی معمولی (Musca domestica- WHO susceptible strain) استفاده گردید. مگس‌های مورد نیاز در آزمایشگاه روی شیر پرورش یافتند.

برای تجزیه نمونه‌ها از دستگاه کروماتوگراف گاز مایع Varian model 66LB ساخت شرکت واریان آمریکا با گاز حامل ازت استفاده شد. کروماتوگراف مجهز بود به دتکتور Dohrmann microcoulometric model C 200C که در مد اکسیداتیو برای یون کلر با سل مدل T300 و گاز سوزاننده اکسیژن به همراه ازت مجهز بود.

در تجزیه کمی توکسافن از مساحت سطح زیر گازکروماتوگرام توکسافن استفاده شد. در جریان تجزیه میکروبی توکسافن در خاک ارتفاع پیک‌های زود هنگام نظیر پیک A در گازکروماتوگرام آن افزایش می‌یابد در صورتی که ارتفاع پیک‌های دیر هنگام نظیر پیک B کاهش می‌یابد (شکل ۱).به همین سبب، نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B در گازکروماتوگرام توکسافن به عنوان شاخص تجزیه در نظر گرفته شد.

در آزمایش سمیت توکسافن تکنیکال، توکسافن نیتریفیه شده و باقیمانده‌های توکسافن در نخستین روز و شصتمین روز پس از سم پاشی ۵ سطح دوزی شامل ۰/۶۵، ۰/۷۵، ۰/۸۵، ۰/۹۵ و ۱/۰۵ میکروگرم به ازای هر مگس انتخاب گردید. برای توکسافن احیاء شده و باقیمانده‌های اولین، دومین و سومین سال بعد از سم پاشی شش سطح دوزی شامل ۰/۷۵، ۰/۸۵، ۰/۹۵، ۱/۵، ۱/۱۵ و ۱/۲۵ میکروگرم به ازای هر مگس در نظر گرفته شد. در هر سطح دوزی از ۱۰ حشره بالغ ماده ۴ روزه استفاده شد و آزمایش‌ها حداقل سه مرتبه تکرار گردید. مگس هادر جریان عملیات مربوط به توزین و تجویز سم با گاز CO_2 بی حس گردیدند. دوز مورد نیاز توکسافن بر حسب متوسط وزن بدن مگس‌های هر گروه در یک میلی لیتر استون تهیه و توسط دستگاه تزریق مدل Hamilton PB-600-I ساخت شرکت هامیلتون آمریکا مجهز به سرنگ ۵۰ میکرولیتری مدل Hamilton 750 در قسمت پشت شکم حشرات به طور موضعی تجویز گردید. در گروه شاهد تنها استون تجویز گردید. بعد از تجویز سم حشرات هر گروه به طور جداگانه نگهداری و پس از ۲۴ ساعت تلفات هر گروه شمارش و بر طبق روش Litchfield and Wilcoxon (۱۹) دوزهای کشنده ۵۰ درصد (LD50 mg/kg) باقیمانده‌ها محاسبه و با دوز کشنده ۵۰ درصد(LD50 mg/kg) توکسافن تکنیکال مقایسه گردید.

نتایج

جدول ۱ میانگین دوزهای کشنده ۵۰ درصد (LD50 mg/kg)، نسبت سمیت به صورت LD50 (mg/kg) باقیمانده تقسیم بر LD50 (mg/kg) توکسافن تکنیکال و درصد کاهش سمیت به صورت LD50 باقیمانده منهای LD50 توکسافن تکنیکال ضرب در صد تقسیم بر LD50 توکسافن تکنیکال را نشان میدهد. در گروه مگسهای شاهد که تنها استون دریافت کردند تلفات صفر بود.

غلظت باقیمانده توکسافن در خاک در نخستین روز، اولین سال، دومین سال و سومین سال پس از سم پاشی مزرعه به ترتیب ۷/۱، ۵/۸، ۴/۶ و ۳/۵ ppm برآورد گردید.

در گازکروماتوگرام‌های باقیمانده‌های توکسافن در خاک در طول مدت آزمایش به تدریج افزایش ارتفاع پیک‌های زود هنگام نظیر پیک A و کاهش ارتفاع پیک‌های دیر هنگام نظیر پیک B که نمایانگر تجزیه میکروبی توکسافن است مشاهده شد (شکل ۱). نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B که در گازکروماتوگرام باقیمانده توکسافن در نخستین روز شروع آزمایش ۰/۴۵ بود درباقیمانده سه ساله به ۱/۳۳ افزایش یافت. با این وجود، تغییرات گازکروماتوگرام‌های باقیمانده‌ها در طول مدت سه سال آزمایش شدید نبود و حتی گازکروماتوگرام باقیمانده سه ساله فرم اصلی خود را حفظ نمود. در گازکروماتوگرام توکسافن احیاء شده با هماتین همانند گازکروماتوگرام‌های باقیمانده‌های چند ساله توکسافن در خاک ارتفاع پیک‌های زود هنگام افزایش یافت در صورتی که ارتفاع پیک‌های دیر هنگام کاهش یافت (شکل۲). به عبارتی، تغییرات گازکروماتوگرام توکسافن در اثر عمل احیاء همانند تغییرات گازکروماتوگرام توکسافن در اثر تجزیه در خاک است. گازکروماتوگرام توکسافن نیتریفیه شده همانند گازکروماتوگرام توکسافن تکنیکال بود (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: سمیت باقیمانده‌های توکسافن در خاک، توکسافن نیتریفیه شده و توکسافن احیاء شده برای مگس خانگی

نمونه	LD 50 (mg/kg) انحراف معیار ± میانگین	نسبت سمیت *	درصد کاهش سمیت W
توکسافن تکنیکال	۱/۷۱ ± ۳۰/۳۶		
توکسافن نیتریفیه شده	۰/۶۶ ± ۳۱/۹۸	۱/۰۵	۵/۳۳
توکسافن تکنیکال	۱/۷۵ ± ۳۳/۱۴		
باقی مانده نخستین روز			
توکسافن تکنیکال	۳/۱۶ ± ۳۵/۵۸	۱/۰۷	۷/۳۶
باقی مانده شصتمین روز	۱/۲۶ ± ۳۲/۳۹		
توکسافن تکنیکال	۱/۵۷ ± ۳۵/۹۲	۱/۱۱	۱۰/۸۹
باقی مانده اولین سال	۱/۵۲ ± ۳۳/۱۶		
توکسافن تکنیکال	۲/۶۱ ± ۴۰/۷۹	۱/۲۳	۲۳/۰۱
باقی مانده دومین سال			
توکسافن تکنیکال	۱/۳۴ ± ۳۲/۶۸		
باقی مانده سومین سال	۲/۴۸ ± ۴۲/۷۲	۱/۳۱	۳۰/۷۲
توکسافن تکنیکال	۱/۷۵ ± ۳۳/۱۴		
توکسافن احیاء شده با هماتیت	۳/۳ ± ۳۴/۹۸	۱/۳۶	۳۵/۷۲
	۱/۱۲ ± ۳۰/۷۲		
	۱/۳۰ ± ۴۰/۳۳	۱/۳۱	۳۱/۲۸

* به صورت LD50 (mg/kg)باقیمانده تقسیم بر LD50 (mg/kg) توکسافن تکنیکال

+ به صورت LD50 باقیمانده منهای LD50 توکسافن تکنیکال ضرب در صد تقسیم بر LD50 توکسافن تکنیکال

بحث

نتایج بدست آمده از این بررسی مبین آن است که روند تجزیه و سمیت زدائی توکسافن در خاک در شرایط طبیعی بسیار کند است و ترکیبات سمی آن و یا مواد سمی حاصل از تجزیه آن می‌تواند سال‌ها در خاک پایدار باقی بماند.

نتایج بدست آمده از مطالعه سمیت باقیمانده‌های توکسافن در خاک (جدول۱) نشان می‌دهد که سمیت زدایی این حشره کش در خاک به کندی صورت می‌پذیرد. مقدار کاهش سمیت باقیمانده سه ساله توکسافن نسبت به سمیت توکسافن تکنیکال ۳۵/۷۲ درصد برآورد گردید. یعنی، پس از گذشت سه سال سمیت توکسافن در خاک ۳۵/۷۲ درصد کاهش یافته است. بنابراین، می‌توان گفت که سمیت زدایی توکسافن در خاک به کندی صورت می‌پذیرد و ترکیبات سمی و یا مواد سمی حاصل از تجزیه آن می‌تواند برای سالهای متمادی پایدار باقی بماند. این نتایج با گزارش‌های موجود پیرامون خطرات بهداشتی باقیمانده توکسافن در محیط برای انسان و نیز خطرات زیست محیطی آن برای حیوانات همخوانی دارد (۲۰).

غلظت باقیمانده توکسافن در خاک در طول مدت سه سال آزمایش از ppm ۷/۱ به ppm ۳/۵ کاهش یافت. به علاوه، گازکروماتوگرام باقیمانده سه ساله فرم اصلی خود را حفظ نمود و تغییرات آن در مقایسه با گازکروماتوگرام توکسافن تکنیکال شدید نبود (شکل ۱)، به نحوی که نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B به عنوان شاخص تجزیه توکسافن در طول مدت سه سال تنها از ۰/۴۵ به ۱/۳۳ افزایش یافت. بنابراین می‌توان گفت که روند تجزیه توکسافن در خاک بسیار کند است و این حشره کش می‌تواند برای سالهای متمادی در خاک باقی بماند. این نتایج با گزارشهای موجود پیرامون پایداری دیگر حشره کش‌های آلی کلردار همخوانی دارد (۱۲ و ۲۳-۲۱). در مطالعات انجام شده در خاک در آزمایشگاه معلوم گردیده است که توکسافن در خاک از طریق روند میکروبی بی هوازی تجزیه می‌گردد و افزودن منبع انرژی برای میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده توکسافن فعالیت آنها را افزایش می‌دهد (۲۴). نظر به این که تغییرات گازکروماتوگرام باقیمانده‌های توکسافن در خاک در شرایط طبیعی مزرعه همانند تغییرات گازکروماتوگرام باقیمانده‌های توکسافن در خاک در آزمایشگاه می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که روند تجزیه توکسافن در خاک مزرعه نیز همان روند میکروبی بی هوازی است. لازم به یادآوری است که شرایط بی هوازی در خاک مزرعه در مواقع خاصی نظیر هنگام آبیاری غرقابی و بارندگی‌های سنگین برقرار می‌گردد.

نظر به این که تغییرات ایجاد شده در گازکروماتوگرام باقیمانده‌های چند ساله توکسافن همانند تغییراتی است که عمل احیاء با هماتین در گازکروماتوگرام توکسافن تکنیکال ایجاد کرده است و از طرفی سمیت توکسافن احیاء شده در حد سمیت باقیمانده چند ساله خاک است می‌توان گفت که تجزیه توکسافن در خاک از طریق مکانیزم احیاء صورت می‌پذیرد. به علاوه، در هر دو نوع گازکروماتوگرام ارتفاع پیک‌های دیرهنگام که نمایانگر آن دسته از ترکیبات توکسافن است که تعداد اتمهای کلر آنها بیشتر است کاهش می‌یابد در صورتی که ارتفاع پیک‌های زودهنگام که نمایانگر

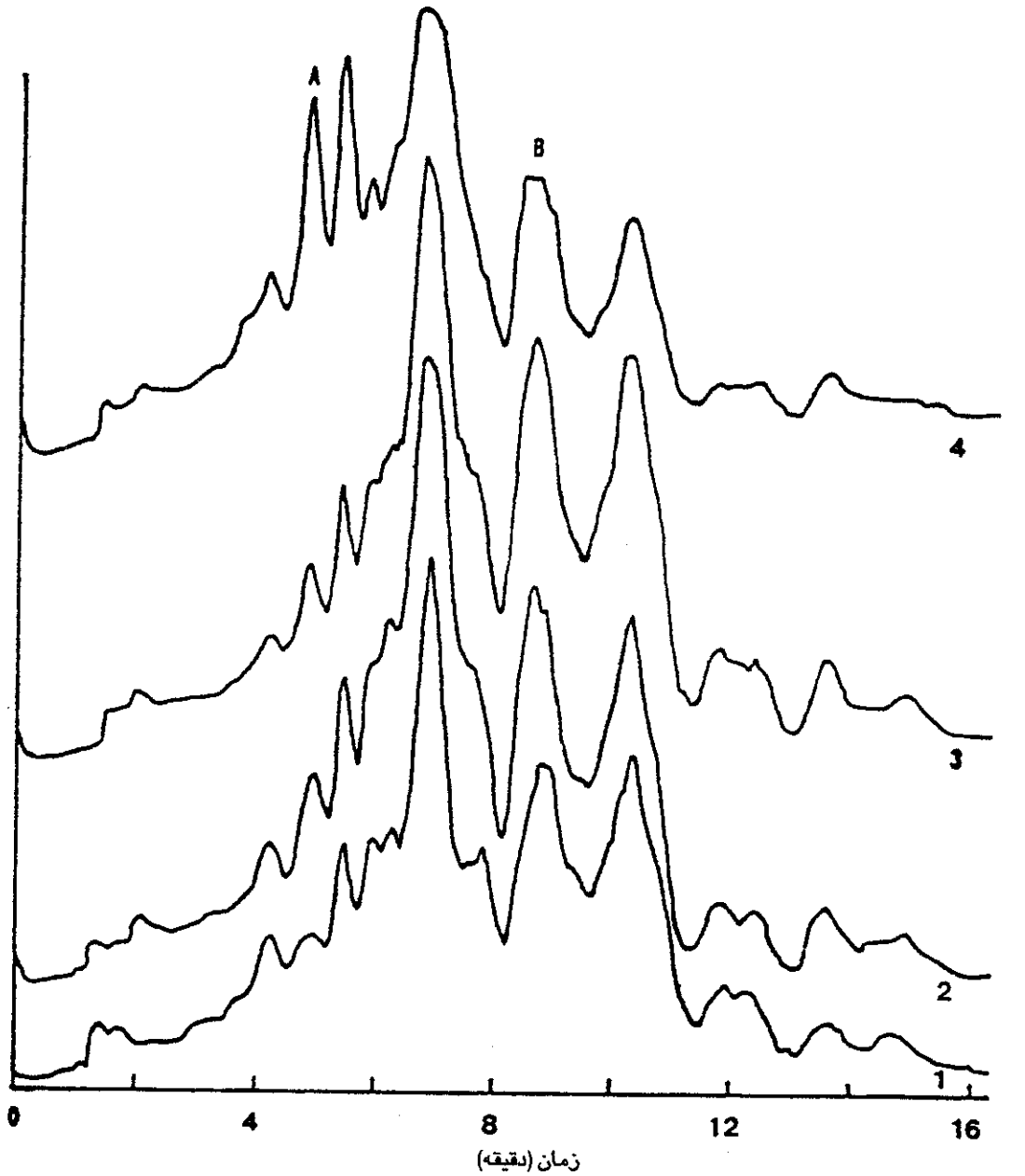
www.SID.ir

Archive of SID

ترکیبات با تعداد اتم کلر کمتر است افزایش می‌یابد (شکل ۲). بنابراین، به نظر می‌رسد که تجزیه توکسافن در خاک از طریق عمل احیاء و دکلره شدن صورت می‌گیرد که با اطلاعات موجود پیرامون مکانیزم تجزیه توکسافن در محیط همخوانی دارد (۱۰ و ۲۵).

گازکروماتوگرام و سمیت توکسافن نیتریفیه شده همانند گازکروماتوگرام و سمیت توکسافن تکنیکال است. از اینرو، می‌توان گفت که عمل نیتریفیه شدن اثری روی خواص و سمیت توکسافن ندارد و از این روش می‌توان برای تخلیص کامل باقیمانده توکسافن استفاده نمود.

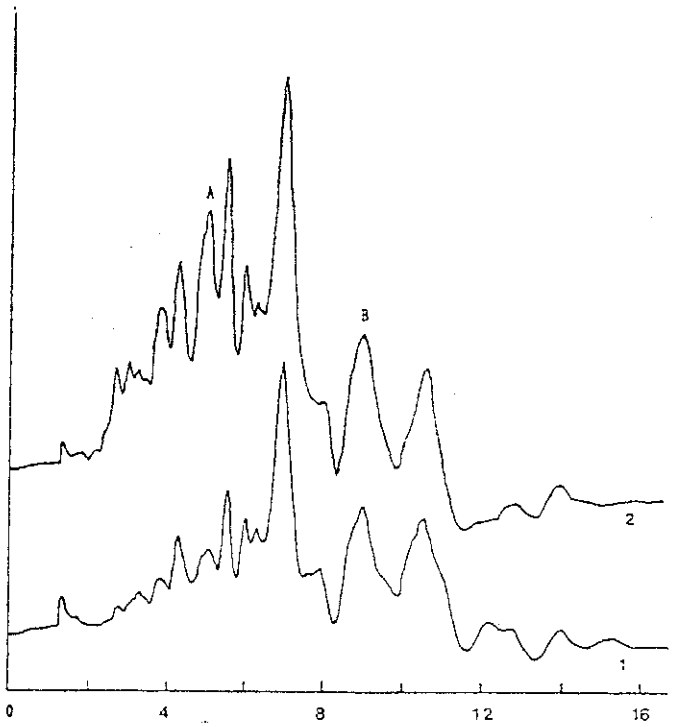
در این بررسی‌ها معلوم گردیده است که توکسافن یکی از آلاینده‌های پایدار محیط است که می‌تواند دهها سال در محیط باقی بماند، هزاران کیلومتر دورتر منتقل شود و نیز تجزیه آن دهها سال طول کشد. به دلیل حلالیت زیاد تـوکسافـن در چربی پایداری آن در محیط منجر به تجمع زیستی و تغلیظ آن در طول زنجیره غذایی می‌گردد (۸، ۱۱). توکسافن در شیر انسان، چربی بدن کودکان و حتی در بدن اسکیموها به دلیل آلودگی شکار مورد تغذیه آنها دیده شده است (۱۵، ۲۶، ۲۷). بنابراین، با توجه به دوام اثر سمی این تجمع و تغلیظ می‌تواند برای حیوانات و همچنین جوامع بشری خطرناک باشد (۲۸).



شکل ۱: گاز کروماتوگرام (۱) توکسافن تکنیکال ng ۱۵۰ (۲) باقیمانده توکسافن در خاک در نخستین‌روز پس از سم پاشی ng ۱۸۵ (۳) باقیمانده توکسافن در خاک ۶۰ روز پس از سم پاشی ng ۱۷۸ (۴) باقیمانده توکسافن در خاک سه سال پس از سم پاشی ng ۱۴۰

www.SID.ir

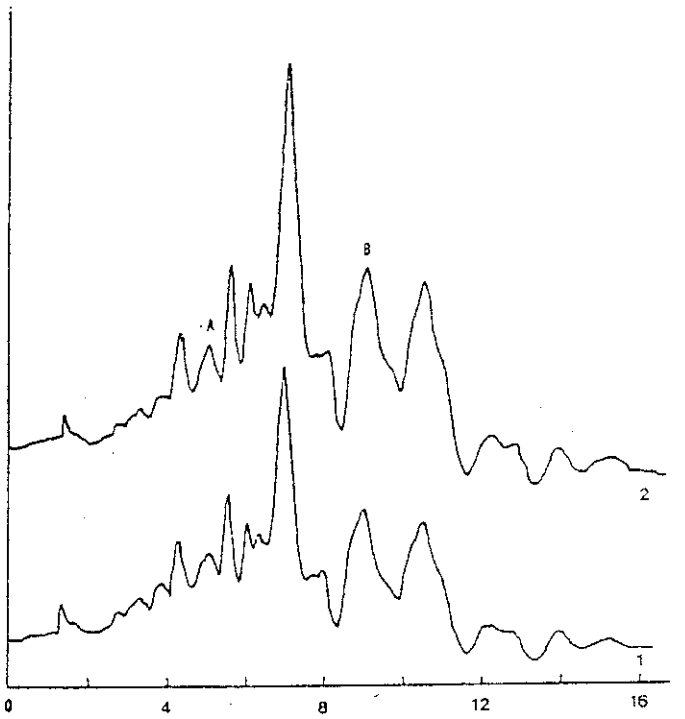
Archive of SID



زمان (دقیقه)

شکل ۲ – گاز کروماتوگرام (۱) توکسافن تکنیکال ۱۵۰ ng

(۲)توکسافن احیاء شده با هماتین ۲۰۸ ng



زمان (دقیقه)

شکل ۳ – گاز کروماتوگرام (۱) توکسافن تکنیکال ۱۵۰ ng

(۲)توکسافن نیتریفیه شده ۱۵۰ ng

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

1- Rought SE, Yau PM, Chuang LF, Doi RH. Chung RY. Effect of the chlorinated hydrocarbons heptachlor , chlordane , and toxaphene on retionblastoma tumor and suppressor in human lymphoctes. Toxicol Lett.1999; 104 (1-2) : 127 - 135

2- Muir CG, Jones PD, Karlsson , Koczansky K, Stern GA and etc. Toxaphene and other persistent organochlorine pesticides in three species of albatrosses from north and south pacific ocean. Environ - toxicol - chem. 2002 Feb; 21 (2): 413 - 23.

3- Sericano JL, Brooks JM, Champ MA, Kennicutt MC and Makeyev VV.Trace contaminant concentration in the kara sea and its adjacent river, Russia. Mar - Pollut - Bull. 2001 Nov; 42 (11): 1017 - 30.

4- Kumar R, Pant N, Srivastava SP. Chlorinated posticidos and heavy metals in human somen. Int - J - Androl.2000 Jun; 23 (3): 145 - 9.

5- Wolkers H, Burkow IC, Hammill MO, Lydersen C, Witkamp RF. Transfer of polychlorinated biphenyl and chlorinated pesticides from mother to pup in relation to cytochrome P450 enzyme activities in harp seals. Environ - Toxicol - chem. 2002 Jan; 21 (1): 94 - 101.

6- Pruell RJ, Taplin BK, McGovern DG, McKinney R, Norton SB. Orgonic contaminant distributions in sodiments, polychaetes and American labster from a laboratory food chain experiment. Mar - Environ - Res. 2000 Feb; 49 (1): 19 - 36.

7- Stapleton HM, Masterson C, Skubinna J, Ostrom P, Osterom NE, Baker JE. Accumulation of atmospheric and sedimentary PCBs and toxaphene in a Lake Michigan food web. Environ - sci - tochno. 2001 Aug 15; 35 (16): 3287 - 93.

8- Tryphones H. The impact of PCBs and dioxins on children's health: immunological considerations. Cam - J - Public - Health. 1998; 89 (1): 49 - 52, 554 - 7.

9- Buck GM, Vena JE, Schisterman EF, Dmochowski J, Mendole P and etc. Parental consumption of contominated sport fish from lake Ontario and predicted fecundability. Epidemiology. 2000 Jul; 11(4): 388 - 93.

10- Saleh MA. Toxaphene:"Chemistry, biochemistry, toxicity and environmental fate". Rev Environ Contam Toxicol. 1991; 118: 1 - 85.

11- Swackhamer DL, Pearson RF, Schottler SP. Toxaphene in the Great Lakes. Chemosphere. 1998; 37 (9 - 12): 2545 - 61.

12- Fisher BE. Most unwanted. Environ Health Perspect.1999; 107(1): A18-23.

13- Vetter W, Klobes V, Luckos B. Distribution and level of eight toxaphene congeners in different tissues of marine mammals, birds and cod livers. Chemosphere. 2001 May - Jun (4 - 7): 611- 21.

14- de - Geus HJ, Besselink H, Browwer A, Klungsoyr J, McHugh B, etc. Environmental occurrence, analysis and toxicology of toxaphene compounds. Environ - Hedth - perspect. 1999 feb; 107 suppl 1: 115 - 441.

15- Witt K, Niessen KH. Toxaphene and chlorinated naphthalenes in adipose tisue of children. J - Pediatr - Gastroentrol - Nutr.2000; 30(2) : 164-9.

16- Gauthier M, Koberge CG, Pelletier M, Tessier PA, Girard D. Activation of human noutrophils by technical toxaphene. Clin - Immuol.2001 Jan; 98 (1): 46 - 53.

17- Calciu C, Chan HM, Kubow S. Toxaphene congeners differ from toxaphene mixtures in their dysmorphogenic effects on cultured rat embryos. Toxicology 1997; 124 (2): 153 - 162.

18- Khalifa S, Holmstead RL, Casida JE. Toxaphene degradation by iron (II) protoporphyrin systems. J Agr Food Chem. 1979; 24: 277 - 282

19- Litchfield JT, Wilcoxon F. A simplified method of evaluating dose - effective experiments. J pharmrcol. 1979; 96: 99 - 113.

20- Chaudhry GR, Chapalamadugu S. Biodegradation of halogenated organic compounds. Microbiol Rev. 1997; 55(1):59-79.

www.SID.ir

Archive of SID

21- Ree GE, Payne JF. Effect of toxaphene on reproduction of fish. Chemosphere. 1997 Feb; 34 (4): 855 - 67.

۲۲- میرستاری، س ج. دوام حشره‌کش توکسافن در خاک. مجله پژوهش در علوم پزشکی. پاییز ۱۳۸۰سال ششم،پیوست ۲: ۱۵۰-۱۴۶.

23- Fendick EA, Meter - Mihaich E, Houck KA, St clair MB, Faust JB. Ecological toxicology and human health effects of heptachlor. Rev - Environ - Contam - Toxicol. 1990; 111 : 61 - 142.

۲۴- میرستاری، س ق، تجزیه میکروبی بی هوازی توکسافن در خاک. هفتمین همایش سم‌شناسی و مسمومیت‌ها- اصفهان- اردیبهشت ۱۳۸۱.

25- Buser HR, Haglund P, Muller MD, Poiger T, Rappe C: Rapid anaerobic degradation of toxaphene in sewage sludge. Chemosphere. 2000 May - Jun; 40 (9 - 11): 1231 - 20.

26- Chan HM, Berti PR, Receveur O, Kuhnlein HV. Evaluation of the population distribution of dietry contaminant exposure in an Artic population using Monte Carlo statics. Environ - health - perspect.1997; 105(3) : 316-21.

27- Romero ML, Doree JG, Granja AC. Concentrations of organochlorine pesticides in milk of Nicaraguan mothers. Arch - Environ - Health . 2000 Jul - Aug; 55(4): 274-8.

28- Dora JG, Cruz - Granja AC, Lacayo - Romero ML, Cuadra - Leal J. Perinatal metabolism of dichlorodiphenyldichloroethylene in Nicaraguan mothers. Environ - Ros. 2001 Jul; 8 (3): 229 - 37.

www.SID.ir