

تجزیه میکروبی توکسافن در خاک در شرایط غرقاب

دکتر سیدقوام میرستاری^۱

خلاصه

سابقه و هدف : حشره کش آلی توکسافن یکی از مهم ترین آلاینده های آلی پایدار محیط است . دلیل پایداری زیاد توکسافن در محیط کندی روند تجزیه آن در آب و به ویژه در خاک می باشد . در مطالعه ای که روی نمونه های خاک خشک و مرطوب تقویت شده با بقایای گیاه پنبه یا تقویت نشده انجام شد هیچ گونه نشانه ای دال بر تجزیه یا ناپدید شدن توکسافن مشاهده نگردید . به دلیل نتایج حاصل از تجربه فوق در مطالعه حاضر تجزیه توکسافن در خاک توسط میکروارگانیسم ها در شرایط غرقاب در آزمایشگاه مورد مطالعه قرار گرفت .

مواد و روش ها : مطالعه به مدت سه ماه در نه نمونه خاک با اختلاف در غلظت توکسافن و منبع انرژی برای میکروارگانیسم ها شامل بقایای گیاه پنبه و پودر بونجه انجام شد . در اولین روز شروع آزمایش و سه ماه پس از آن باقی مانده های توکسافن از نمونه های خاک استخراج و با روش گاز کروماتوگرافی مورد بررسی قرار گرفت .

یافته ها : گاز کروماتوگرام های باقی مانده های توکسافن نشان می دهند که در نمونه های خاک تقویت شده با بقایای گیاه پنبه تازه و یا پودر بونجه ، تجزیه شدید توکسافن حادث گردید ، در حالی که در نمونه های تقویت نشده و نمونه های حاوی بقایای گیاه تجزیه شده تجزیه بسیار کم و یا در حد صفر بود .

نتیجه گیری : نتایج بدست آمده نشان می دهند که توکسافن از طریق روند میکروبی بی هوازی در خاک تجزیه می گردد . به علاوه ، افزایش منبع انرژی باعث تشدید فعالیت میکروارگانیسم می شود . بنابراین می توان گفت که مخلوط کردن مواد آلی با خاک و سپس غرقاب کردن آن می توان راهی عملی برای تجزیه توکسافن در خاک مزارع و در نتیجه کاهش سطح آلودگی محیطی با این حشره کش باشد .

واژه های کلیدی : توکسافن ، تجزیه میکروبی ، بی هوازی ، خاک ، سموم کلره ، غرقاب

بسیاری از موجودات زنده دیگر نظیر ماهی و پرندگان شکاری نیز می‌باشند [۱، ۷، ۱۸]. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که توکسافن یک ترکیب شیمیایی ساده نبوده بلکه مخلوطی است بیش از ۸۰۰ ترکیب شیمیایی مختلف که دوام آن‌ها در محیط و سمیت آن‌ها برای موجودات زنده بسیار متفاوت است [۴، ۱۳]. پایداری زیاد توکسافن در محیط به دلیل کندی روند تجزیه آن در آب و به ویژه برای کاهش آلودگی محیطی آن باشد.

در مطالعه‌ای که به مدت یکسال به منظور بررسی امکان تجزیه توکسافن در خاک خشک و مرطوب که نمایانگر شرایط هوایی برای میکروارگانیسم‌ها، است در نمونه‌های خاک تقویت شده با بقایای گیاه پنبه تقویت نشده صورت پذیرفت هیچ‌گونه نشانه‌ای دال بر تجزیه یا ناپدید شدن توکسافن مشاهده نگردید [۲]. به دلیل نتایج بدست آمده از تجربه فوق و با توجه به این‌که توکسافن در لجن فاضلاب در شرایط بی‌هوازی با سرعت تجزیه می‌گردد [۳]. مطالعه حاضر در شرایط غرقاب که موجب برقراری شرایط بی‌هوازی برای میکروارگانیسم‌ها می‌گردد، صورت پذیرفت.

هدف از این مطالعه بررسی امکان تجزیه توکسافن در خاک در شرایط غرقاب و اثر منابع مختلف انرژی بر میکروارگانیسم‌ها بر روند تجزیه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد: ۱- خاک: خاک رس شامل مواد آلی ۲/۲٪، رس ۴۴٪، سیلت ۴۲٪، شن ۱۴٪، با $PH = 7/3$ از مزارع پنبه‌کاری تهیه شد. این خاک به دلیل سم پاشی مزرعه حاوی ۰/۹ ppm باقی مانده توکسافن بود. ۲- بقایای

حشره‌کش آلی کلردار توکسافن توسط کمیته محیط زیست سازمان ترکیب ملل متحد به عنوان یکی از دوازده ترکیب شیمیایی شناخته شده که از خطرناک‌ترین آلاینده‌های آلی محیط بوده و نیاز به توجه خاص دارند. این حشره‌کش همانند دیگر حشره‌کش‌های آلی کلردار پایدار می‌تواند به هزاران کیلومتر دورتر منتقل شده، در زنجیره غذایی تجمع نماید و دهها سال در محیط پایدار باقی بماند [۷]. مصرف گسترده توکسافن موجب آلودگی کلیه اجزای بیوسفر شامل: آب، خاک، هوا، پرندگان، ماهی، انسان، گیاهان و بسیاری از موجودات زنده دیگر گردیده است [۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳]. توکسافن به دلیل پایداری زیاد در محیط، تجمع زیستی و تغلیظ در زنجیره غذایی به عنوان یکی از آلاینده‌های محیط زیست که مسایل بهداشتی فراوانی به همراه داشته شناخته می‌شود [۱۶، ۷]. وسعت آلودگی با این حشره‌کش به حدی است که حتی در شیر انسان، بدن کودکان و در اسکیموها دیده شده است [۵، ۱۲، ۱۷]. توکسافن مانع بسیاری از حشره‌کش‌های آلی کلردار می‌تواند موجب اثرات سمی گوناگون از جمله ناهنجاری در سرطان، نارسایی سیستم ایمنی، نارسایی سیستم‌های آنزیمی و اختلال در امر تولید مثل در جانوران گردد. همچنین، می‌تواند آثار سوء مهمی نظیر سرطان، ناهنجاری، ضایعات کبدی، نارسایی سیستم ایمنی و کاهش ضریب هوشی نیز در انسان داشته باشد [۷، ۸]. بنابراین، می‌توان گفت که آلودگی محیط زیست با این گونه حشره‌کش‌ها نه تنها تهدیدی برای سلامت و زندگی انسان است بلکه تهدیدی برای زندگی و حتی ادامه بقای

گیاهی، عبارت بود از بقایای گیاه پنبه که از کارخانه‌های پنبه پاک‌کنی تهیه گردید و مخلوطی بود از خرده‌های شاه و برگ، دم‌برگ، کاسبرگ، غوزه، تار پنبه و گرد و خاک گیاه پنبه از دانه تولید می‌شود. از این رو این ماده به عنوان منبع انرژی برای میکروارگانیسم‌های خاک انتخاب شد که یکی از راه‌های دفع آن در نواحی پنبه‌کاری سرتاسر دنیا دفن آن در خاک است. بقایای گیاهی به دلیل سم پاشی مزرعه حاوی باقیمانده توکسافن بود. ۳- بقایای گیاهی تجزیه شده: برای تهیه آن بقایای گیاه پنبه با نسبت‌های مورد نظر با خاک مورد آزمایش مخلوط گردید و با اضافه کردن آب به طور هفتگی همواره مرطوب نگهداشته شد. پس از گذشت سه ماه که بقایای گیاهی کاملاً تجزیه شده بود از مخلوط حاصله به عنوان خاک تقویت شده با بقایای گیاهی تجزیه شده استفاده گردید. ۴- توکسافن تکنیکال، از شرکت هرکولکس آمریکا تهیه شد. ۵- پودر یونجه شامل ۲۵ درصد ازت و ۴۰ درصد کربن آلی با آسیاب کردن یونجه خشک و عبور آن از الک ۴۰ مش بدست آمد.

روش کار: در این بررسی روند تجزیه توکسافن در خاک توسط میکروارگانیسم‌ها در شرایط غرقاب در داخل بطری‌های دهان‌گشاد و در نه نمونه با اختلاف در غلظت توکسافن و منبع انرژی برای میکروارگانیسم مورد مطالعه قرار گرفت. خاک مورد مطالعه به دلیل سم پاشی مزرعه حاوی ۰/۹ ppm باقیمانده اولیه توکسافن بود. نه نمونه مورد مطالعه در این بررسی عبارت بودند: از ۱- خاک شاهد ۲- خاک + یک درصد پودر یونجه ۳- خاک + ۲۵ درصد بقایای گیاهی ۴- خاک + ۲۵ درصد بقایای گیاهی

تجزیه شده ۵- خاک + ۲۵ درصد بقایای گیاهی تجزیه شده + ۱ درصد پودر یونجه ۶- خاک + ۱۰ درصد بقایای گیاهی تجزیه شده + ۵۰۰ ppm توکسافن ۷- خاک + ۱۰ درصد بقایای گیاهی تجزیه شده + ۱ درصد پودر یونجه + ۵۰۰ ppm توکسافن ۸- خاک + ۵۰۰ ppm توکسافن ۹- خاک + ۱ درصد پودر یونجه + ۵۰۰ ppm توکسافن. نمونه‌ها که هر کدام شامل ۴۰ گرم خاک بود به داخل بطری‌های شیشه‌ای دهان‌گشاد با ظرفیت ۲۲۵ میلی لیتر ریخته شد. سپس با افزودن ۱۲۰ میلی لیتر آب استریل شده به هر بطری و مخلوط کردن کامل آن با خاک شرایط غرقاب برقرار گردید. دهانه هر بطری با یک قطعه پارچه پنبه‌ای نازک پوشیده شده و آزمایش برای مدت ۳ ماه در شرایط طبیعی آزمایشگاه ادامه یافت.

استخراج باقی مانده‌های توکسافن از خاک: باقی مانده توکسافن در نخستین روز شروع آزمایش و سه ماه پس از آن از نمونه‌ها استخراج و با روش گاز کروماتوگرافی مورد بررسی قرار گرفت. به منظور استخراج باقی مانده توکسافن دو بخش آب و خاک هر نمونه با استفاده از کاغذ صافی جدا می‌گردید. باقیمانده موجود در بخش مایع ۳ بار با هگزان با حجمی برابر با حجم مایع استخراج می‌شد باقیمانده بخش خاک با استفاده از ۳۵۰ میلی لیتر مخلوط ایزوپروپیل و بنزن به نسبت به حجمی ۱ و ۲ و برای مدت ۲۴ ساعت در دستگاه سوکسله استخراج می‌گردید. حلال‌های حاوی باقی مانده‌های دو بخش مذکور با هم مخلوط و پس از عبور از Na_2SO_4 بی‌آب و خشک شدن در دستگاه خلا دوار ماده تخلیص می‌شد. مواد چربی و روغنی همراه با باقیمانده‌های استخراج شده از نمونه‌های حاوی بقایای گیاهی از طریق جداسازی

شاخص تجزیه توکسافن:

در جریان تجزیه میکروبی توکسافن در خاک در شرایط آزمایشگاهی و همچنین در شرایط طبیعی پیک های دیر هنگام گاز کروماتوگرام توکسافن به تدریج ناپدید می شوند در صورتی که ارتفاع طبیعی بعضی از پیک های زود هنگام افزایش می یابد، در این مطالعه یکی از پیک هایی که افزایش ارتفاع آن مشهود است به عنوان پیک A و پیک هایی که در اثر تجزیه بتدریج ناپدید می شود به عنوان پیک B مشخص گردید (شکل ۱). نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B به عنوان شاخص تجزیه توکسافن در خاک در نظر گرفته شد.

نتایج

گاز کروماتوگرام های باقی مانده های توکسافن در کلیه نمونه ها در نخستین روز شروع آزمایش و سه ماه پس از آن ترسیم و با هم مقایسه گردیدند. در نمونه های خاک تقویت نشده و نمونه های حاوی بقایای گیاهی تجزیه شده در گاز کروماتوگرام باقی مانده مربوطه در نخستین روز شروع آزمایش تغییر قابل توجهی مشاهده نشد (شکل ۲ و ۳). بطوری که، در این نمونه ها، صرف نظر از میزان توکسافن بسیار کند یا در حد صفر بود. در حالی که، در نمونه های خاک تقویت شده با بقایای گیاهی تازه و یا پودر یونجه، صرف نظر از میزان توکسافن، در گاز کروماتوگرام باقی مانده

۳ ماهه در مقایسه با گاز کروماتوگرام باقی مانده مربوطه در نخستین روز شروع آزمایش تغییرات شدیدی مشاهده گردید (شکل ۳ و ۴). یعنی، در نمونه های خاک تقویت شده، صرف نظر از میزان توکسافن و نوع منبع انرژی برای

بین ۱۰۰ میلی لیتر استونیتریل و ۱۰۰ میلی لیتر هگزان جدا می گردید. برای تخلیص نمونه ها از ستون جاذب فلوریسیل [۱۱۰×۲۰ میلی متری مجهز به مخزن ۱۵۰ میلی لیتری] حاوی ۲۵ میلی لیتر فلوریسیل [۱۰۰-۶۰ مش فعال شده در ۱۳۰ درجه سانتیگراد برای مدت حداقل ۲۴ ساعت] با یک سانتی متر Na_2SO_4 بی آب در بالای آن استفاده گردید. بدین ترتیب که پس از شستشوی ستون با ۵۰ میلی لیتر هگزان نرمال مواد استخراجی که حلال همراه با آن با استفاده از دستگاه خلاء دوار تبخیر گردیده بود با ۱۰ میلی لیتر در سه نوبت توسط پدیت یک بار مصرف به ستون منتقل می شد. برای خارج ساختن ناخالصی ها، از جمله سایر حشره کش های آلی کلردار نظیر D.D.T, D.D.E, D.D.D از ۳۰ میلی لیتر هگزان نرمال استفاده می شد. سپس با اضافه کردن ۱۰۰ میلی لیتر حلال ۶ درصد دی اتیل در هگزان به ستون باقی مانده توکسافن از ستون خارج و جمع آوری می گردید. به علاوه، به منظور تخلیص بیشتر توکسافن از ناخالصی ها و باقی مانده احتمالی حشره کش های دیگر نظیر کلیه نمونه ها بر طبق روش کلین، لینگ [۹] نیترونیفیه می شدند.

دستگاه مورد استفاده:

برای تجزیه نمونه ها از دستگاه کروماتوگراف گاز-مایع Varian model 66LB ساخت شرکت واریان آمریکا مجهز به دتکتور Dohrman microcounetric model C200C در مد اکسیداتیو برای یون کلر با سل مدل T300 که گاز سوزاننده آن اکسیژن مخلوط با ازت بود استفاده شد. گاز حامل این دستگاه ازت می باشد. گاز کروماتوگرام توکسافن تکنیکال حاصل از این دستگاه در شکل ۱ دیده می شود.

میکروارگانایسم‌ها، تجزیه شدید توکسافن حادث گردید. همانگونه که در قسمت روش‌ها گفته شد نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B در گاز کروماتوگرام باقیمانده توکسافن به عنوان شاخص تجزیه توکسافن در خاک در نظر گرفته شده است. جدول ۱ این نسبت‌ها را برای باقی‌مانده توکسافن کدیه نمونه‌ها در نخستین روز شروع آزمایش و سه ماه پس از آن نشان می‌دهد. همچنین، شدت

تغییرات گاز کروماتوگرام‌ها به صورت نسبت به ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B در گاز کروماتوگرام باقیمانده توکسافن سه ماه پس از شروع آزمایش تقسیم بر نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B گاز کروماتوگرام باقیمانده توکسافن در نخستین روز شروع آزمایش که نشان‌دهنده شدت تجزیه توکسافن است محاسبه و در جدول درج گردیده است.

جدول ۱- نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع B و شدت تغییرات در گاز کروماتوگرام‌های باقیمانده‌های توکسافن در نمونه‌های خاک غرقاب شده به ترتیب افزایش شدت تغییرات

نمونه‌ها	نخستین روز	بعد از سه ماه	شدت تغییرات*
خاک + ۲۵٪ بقایای گیاهی	۰/۴۳	۷/۶۵	۱۷/۸
خاک + ۲۵٪ بقایای گیاهی تجزیه شده + ۱٪ پودر یونجه	۰/۴۳	۳/۸۷	۹
خاک + ۱٪ پودر یونجه + ۵۰۰ ppm توکسافن	۰/۵۴	۳/۵۶	۶/۶۰
خاک + ۱۰٪ بقایای گیاهی تجزیه شده + ۱٪ پودر یونجه + ۵۰۰ ppm توکسافن	۰/۵۴	۳/۴۱	۶/۳۱
خاک + ۱٪ پودر یونجه	۱/۳۲	۵/۶۹	۴/۳۱
خاک + ۱۰٪ بقایای گیاهی تجزیه شده + ۵۰۰ ppm توکسافن	۵۴/۰	۷۹/۰	۱/۴۶
خاک شاهد	۱/۳۲	۱/۴۱	~۱
خاک + بقایای گیاهی تجزیه شده	۰/۴۳	۰/۴۲	~۱
خاک + ۵۰۰ ppm توکسافن	۰/۵۴	۰/۵۱	~۱

* به صورت نسبت ارتفاع پیک a به ارتفاع پیک B در گاز کروماتوگرام باقی‌مانده توکسافن سه ماه پس از شروع آزمایش تقسیم بر نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B در گاز کروماتوگرام باقی‌مانده توکسافن در نخستین روز شروع آزمایش.

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که توکسافن تحت شرایط غرقاب در خاک حاوی منبع انرژی برای گاز میکروارگانایسم‌های خاک تجزیه می‌گردد. در حالی‌که، در خاک بدون منبع انرژی روند تجزیه بسیار کند و یا در حد صفر است، بنابراین، نتایج بدست آمده حاکی از وجود میکروارگانایسم‌های تجزیه‌کننده توکسافن در خاک است. به علاوه، از آنجا که غرقاب خاک به دلیل جایگزینی هوا با آب

موجب برقراری شرایط بی‌هوازی می‌گردد، می‌توان گفت که شرایط بی‌هوازی برای تجزیه توکسافن در خاک لازم است. این نتایج با نتایج مطالعات گزارش شده مبنی بر عدم تجزیه توکسافن در خاک در شرایط هوازی همخوانی دارد [۲]. همچنین، با گزارش‌های مربوط به تجزیه توکسافن در لجن فاضلاب منطبق است [۳]. در این مطالعات معلوم شده است که توکسافن در لجن فاضلاب از طریق روند میکروبی بی‌هوازی به سرعت تجزیه می‌گردد. به علاوه، نتایج بدست آمده نشان می‌دهد

که افزایش مذبح انرژی برای میکروارگانیدسمها باعث تسریع روند تجزیه می‌گردد. زیرا، در نمونه‌های تقویت شده با بقایای گیاهی و یا پودر یونجه تجزیه شدید توکسافن حادث گردید در صورتی‌که در نمونه‌های تقویت نشده و در نمونه‌های حاوی بقایای گیاهی تجزیه شده شدت تجزیه شدت توکسافن حادث گردید در صورتی‌که در نمونه‌های تقویت نشده و در نمونه‌های حاوی بقایای گیاهی تجزیه شده شدت تجزیه توکسافن بسیار کم و یا در حد صفر بود (جدول ۱).

با توجه به داده‌های مندرج در ستون شدت تغذیرات جدول ۱، می‌توان گفت که ترتیب کلی سرعت تجزیه توکسافن در نمونه‌های خاک تقویت شده بر اساس نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B، گاز کروماتوگرام‌ها بدین صورت است: خاک تقویت شده با ۲۵٪ بقایای گیاهی تازه < خاک حاوی ۲۵٪ بقایای گیاهی تجزیه شده + ۱٪ پودر یونجه < خاک تقویت شده با ۱٪ پودر یونجه + ۵۰۰ ppm توکسافن < خاک حاوی ۱۰٪ بقایای گیاهی تجزیه شده + ۱٪ پودر یونجه + ۵۰۰ ppm توکسافن < خاک تقویت شده با ۱٪ پودر یونجه. در بررسی جداگانه‌ای در مزرعه مقدار باقیمانده توکسافن در خاک که در نخستین روز سم‌پاشی در حدود ۷ ppm بود پس از گذشت سه سال به ۳/۵ ppm کاهش یافت. به علاوه، نسبت ارتفاع پیک A به ارتفاع پیک B در گاز کروماتوگرام‌های باقی مانده نخستین روز و باقی مانده ۳ ساله به ترتیب ۴۵٪ و ۱/۳۳ و شدت تغذیرات ۲/۹۵ محاسبه گردید. یعنی، همانگونه که در شکل ۶ مشاهده می‌شود ارتفاع پیک‌های زود هنگام افزایش یافته در صورتی‌که بعضی از پیک‌های دیر هنگام ناپدید شده است. لذا می‌توان گفت که

تغذیرات مشاهده شده در گاز کروماتوگرام باقی مانده ۳ ساله خاک در شرایط طبیعی مزرعه مشابه تغذیرات ایجاد شده در گاز کروماتوگرام‌های باقی مانده‌های توکسافن در خاک تحت شرایط غرقاب در آزمایشگاه می‌باشد. لازم به یادآوری است که در خاک مزارع در دوره‌هایی از شش سال به خصوص به هنگام غرقاب ناشی از آبیاری و بارندگی‌های سنگین زمستانه شرایط بی‌هوای برقرار می‌گردد. لذا، می‌توان گفت که نتایج بدست آمده از مطالعه روند تجزیه توکسافن در خاک تحت شرایط غرقاب در آزمایشگاه نمایانگر روند ناپدید شدن توکسافن در خاک تحت شرایط طبیعی در مزرعه می‌باشد. بنابراین، از نتایج مطالعه انجام شده در شرایط آزمایشگاهی می‌توان برای تسریع روند تجزیه توکسافن در خاک در خاک و در نتیجه کاهش سطح آلودگی محیط با آن استفاده نمود. گاز کروماتوگرام توکسافن پیک‌های دیر هنگام نمایانگر آن دسته از ترکیبات تشکیل دهنده توکسافن است که تعداد اتم‌های کلر آنها از ترکیبات مربوط به پیک‌های زود هنگام بیشتر است. بنابراین، با توجه به ناپدید شدن تدریجی پیک‌های دیر هنگام و افزایش ارتفاع پیک‌های زود هنگام در جریان تجزیه توکسافن در خاک می‌توان گفت که تجزیه این حشره‌کش در خاک از طریق روند دکلره و یا دهیدروکلره شدن که منجر به تولید مستقات دهیدروکسیل، اسیدها و کیتون‌ها می‌گردد [۱۳]، صورت می‌پذیرد.

در کل، نتایج تحقیق حاضر بیانگر آن است که توکسافن در خاک از طریق روند میکروبی بی‌هوای تجزیه می‌گردد و شرایط غرقاب و افزایش مذبح انرژی برای میکروارگانیدسم‌های محیط مؤثری برای تجزیه آن

میکروارگانایسم‌های مناسب برای تجزیه آن‌ها است. بنابراین، با استفاده از میکروارگانایسم‌ها و برقراری شرایط مناسب می‌توان موجبات تجزیه آن‌ها را در محیط فراهم نمود. امروزه با پیشرفت‌های شگفت‌انگیزی که در علم ژنتیک رخ داده است امکان افزایش کارایی میکروارگانایسم‌های طبیعی و یا تولید میکروارگانایسم‌های جدید که قادر به تجزیه آلاینده‌های آلی در خاک و آب باشند [۶] می‌تواند نوید بخش امکان سم‌زدایی و تجزیه حداقل بخش از آلاینده‌های آلی پایداری محیط زیست باشد.

فراهم می‌نماید. لذا، با توجه به اینکه روند تجزیه توکسافن در خاک تحت شرایط غرقاب در آزمایشگاه نمایانگر روند ناپدید شدن توکسافن در خاک تحت شرایط طبیعی در مزرعه می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که مدیریت عملیات آبیاری و بقایای گیاهی می‌تواند کاربرد عملی در سم‌زدایی و تجزیه توکسافن در خاک‌های مناطق آورده داشته باشد. به علاوه می‌توان گفت که حشره‌کش‌های آلی کلردار که ممکن است حتی قرن‌ها در محیط باقی بمانند [۷] نباید کاملاً مقاوم به تجزیه میکروبی در نظر گرفته شوند، بلکه پایداری آن‌ها در محیط به دلیل مهیا نبودن شرایط و

منابع

- cancer potency factor of toxaphene. *Toxicol Sci*; 55(1): 3-16.
- [9] Klein AK, Link JD. Field weathering of toxaphen and chlordane, *J Assoc Office Anal Chemists*. 1967; 50: 586-592
- [10] Kumar R, Pant N, Srivastava SP. Chlorinated pesticides and heavy metals in human somen. *Int J Androl*. 2000; 23(3): 145-9.
- [11] Muir CG, Jones PD, Karlsson H, 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; 21(2): 413-23.
- [12] Newsome WH, Ryan JJ. Toxaphene and other chlorinated compounds in human milk from northern and southern Canada: a comparison. *Chemosphere*. 1999; 39(3): 39.
- [13] Saleh MA. Toxaphene: 'Chemistry, biochemistry, toxicity and environmental fate'. *Rev Environ Contam Toxicol Toxicol*. 1991; 118(1)-85.
- [14] Sericano JL, Brooks JM, Champ MA, Kennicutt MC 2nd, Makeyev VV. Trace contaminant. Concentration in the kara sea and its adjacent river, Russia. *Mar Pollut Bull*. 2002; 42(11): 1017-30.
- [15] Shoeid M, Brice KA, Hoff RM. Studies of toxaphene in technical standard and extracts of background air samples using multidimensional gas chromatography - electron capture
- [۱] دبیری م. آلودگی محیط زیست. *نشر اتحاد، تهران*، ۱۳۷۵، صفحات: ۲۵۲-۲۲۱.
- [۲] میرستاری س ج. دوام حشره کش توکسافن در خاک. *مجله پژوهش در علوم پزشکی*. ۱۳۸۰، سال ششم، پیوست ۲: ۱۵۰-۱۴۶.
- [3] Buser HR, Haglund P, Muller MD, poiger T, Rappe C: Rapid anaerobic degradation of toxaphene in sewage. *Chemosphere*. 2000; 40(9-11): 1213-20.
- [4] 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.
- [5] Chan HM, Berti PR, Receveur O, Kuhnlein HV. Evaluation of the population distribution of dietary contaminant exposure in an Arctic population using Monte Carlo Statics. *Environ Health Perspect*. 1997; 105 (3): 316-21.
- [6] Chaudhry GR, Chapalamadugu S. Biodegradation of halogenated organic compounds. *Microbiol Rev*. 1997; 55(1): 59-79.
- [7] Fisher BE. Most unwanted. *Environ Health Perspect*. 1999; 107(1): A18-23.
- [8] Goodman JI, Brusick DJ, Busey WM, Cohen SM, Lam JC, Starr TB. Reevaluation of the

- children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2000; 30 (2) : 164-9.
- [18] 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; 21 (1): 94-101.
- detection [MDGC-ECD]. *Chemosphere*, 2000; 40 (2): 201-11.
- [16] 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 web. Environ Sci Tochno.* 2001 15; 35 (16): 3287-93.
- [17] Witt K, Niessen KH. Toxaphene and chlorinated naphthalenes in adipose tissue of

Anaerobic Microbial Degradation of Toxaphene in Soil

Mirsattari SG Ph.D*

Assistant Professor of health, Isfahan University of Medical Sciences and Health Services, Isfahan, Iran. Associate

Background: The polychlorinated pesticide toxaphene is one of the most important organic pollutants. The persistence of this pesticide is the result of low degradation of toxaphene in soil and water. Results of an experiment on dry and moist soil samples amended with gin trash or not amended showed that no toxaphen degradation or dissipation had occurred. Therefore, this experiment was conducted under 'Flooded' conditions to characterize the effectiveness of flooding on degradation of toxaphene in soil.

Materials and Methods: The experiment was carried out on nine soil samples with different amount of toxaphene and energy sources including gin trash and alfalfa meal for microorganisms. The experiment was conducted for three months. Toxaphene residues of samples taken at day zero and 3 months following the initiation of the experiment were extracted and analyzed using a gas-liquid chromatography.

Results: Chromatograms of toxaphene residues indicated the extensive toxaphene decomposition occurred in samples amended with fresh gin trash or alfalfa meal. However, little or no toxaphene degradation occurred in samples which were not amended or those containing previously decomposed gin trash.

Conclusion: The results of this study indicated that toxaphene decomposition in soil is a microbial process which takes place under anaerobic conditions. Moreover, addition of an energy source enhances the degradative activity of the microflora. Therefore, incorporation of organic material with the soil and subsequent flooding might be a practical means of achieving degradation of toxaphene in the field thereby reducing the environmental levels of this insecticide.

Keywords: Toxaphene, Microbial degradation, Anaerobic, soil, Chlorinated pesticides Flooding

Corresponding author: (311) 7922744

Journal of Rafsanjan University of Health and Medical Sciences 2002; 1(4):