جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دهم، شماره یک، بهار ۸۷

بررسی میزان تجمع تری بوتیل تین کلراید در ماهی اسکات (*Scatophagus argus*)

خشایار بدیعی
استادیار، پژوهشکده صنایع رنگ، گروه ساخت مواد رنگزا و محیطزیست
فرخ لقا امینی(مسئول مکاتبات)
کارشناس ارشد، پژوهشکده صنایع رنگ - گروه ساخت مواد رنگزا و محیطزیست؛ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران - دانشکده محیط زیست و انرژی
غلامرضا نبی بیدهندی
دانشیار، دانشگاه تهران، دانشکده محیطزیست
پروین فرشچی
استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده محیط زیست و انرژی
نوشین راستکاری
استادیار، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده داروسازی
مهرنوش گرایش‌نژاد
کارشناس ارشد، پژوهشکده صنایع رنگ، گروه ساخت مواد رنگزا و محیطزیست

تاریخ دریافت:۸۵/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۶/۴/۲۰

چکیده

استفاده از ترکیب ها آلی قلع یا ارگانوتین‌ها در رنگ‌های دریایی (رنگ‌های مورد استفاده در سازه‌ها و شناورهای دریایی) تحت تاثیر محدودیت‌ها و ممنوعیت‌های بین‌المللی قراردارد، اما با وجود قوانین بین‌المللی، استفاده از این ترکیب ها در ایران به طور غیررسمی ادامه دارد که مصرف گسترده این مواد و ورود آن به محیط‌های دریایی، به مرور منجر به آلودگی موجودات آبزی اکوسیستم دریا می‌شود. به همین دلیل تعیین مقدار این ترکیب ها در محیط دریا از اهمیت بسیاری برخوردار است. در تحقیق حاضر، به منظور تعیین مقدار جذب و آستانه جذب تری‌بوتیل‌تین‌کلراید از طریق غذا، از گونه‌ای بومی از ماهی‌های خلیج فارس به نام اسکات (Scatophagus argus) استفاده شد. غذای مورد استفاده برای تغذیه ماهی‌ها با چهار غلظت ($0/0$ ، $0/00264$ μgml^{-1}، $0/0264$، $0/0528$) آلوده گردید و در دوره‌های زمانی ۷، ۱۴ و ۲۱ روز نمونه برداری از ماهی‌های مورد آزمایش با در نظر گرفتن ۳ بار تکرار صورت پذیرفت. در نهایت تشخیص تری بوتیل تین کلراید طی ۴ مرحلهٔ استخراج، پاک‌سازی، تغلیظ و شناسایی با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی مجهز به ردیاب گیرنده الکترون (GC-ECD[1]) انجام گرفت. در طی ۲۱ روز آزمایش‌های آکواریومی میزان جذب متفاوتی در زمان‌های مختلف از این ترکیب مشاهده شد. علاوه بر این با استفاده از این دستگاه با حد تشخیص ngg^{-1} ۰/۱، آستانه جذب برای این ترکیب $0/0264$ μgml^{-1} تعیین گردید.

کلمات کلیدی: تری‌بوتیل‌تین‌کلراید- تجمع زیستی- آستانه جذب- ماهی اسکات- خلیج فارس

1-Gas Chromatography – Electron Capture Detector

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مقدمه

ترکیب ها آلی قلع یا ارگانوتین‌ها، ترکیب های با ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیک متنوع هستند که این امر منجر به کاربرد آن‌ها در زمینه‌های مختلف صنعت، کشاورزی و داروسازی شده‌است (۱).

این ترکیب ها مواد شیمیایی با حداقل یک پیوند قلع–کربن هستند (۲). اتم قلع در ترکیب ها ارگانوتین چهار ظرفیتی است. فرمول کلی ترکیب ها آلی قلع به صورت R_nSnX_{4-n} ارائه شده است که n می‌تواند از صفر تا ۴ و شامل گروه‌های آلی آلکیل یا آریل و X شامل گروه‌های آنیونی مانند هیدروژن، هالوژن و غیره باشد. سمیت این ترکیب ها با افزایش تعداد گروه‌های آلی از یک تا سه افزایش می یابد، بنابراین بیشترین سمیت ترکیب ها آلی قلع مربوط به تری ارگانوتین‌ها است (۳).

حلالیت بیشتر این ترکیب ها در آب، کم و وابسته به pH، قدرت یونی و دما است (۲). مطالعه ها نشان داده است که در pH حدود ۸-۶ حلالیت ترکیب ها تری‌بوتیل‌تین (TBT) و تری‌فنیل‌تین (TPT) کمترین میزان را دارد و بالاترین حلالیت از این ترکیب ها در pHهای زیر ۶ گزارش گردیده است؛ از آنجا که ارگانوتین‌ها و از جمله آن‌ها ترکیب ها تری‌بوتیل‌تین در آب سرد حلالیت پایین دارند، بنابراین با افزایش دما میزان حلالیت افزایش خواهد یافت (۴).

یکی از استفاده‌های گسترده ترکیب ها ارگانوتین، به خصوص ترکیب ها مختلف تری‌بوتیل‌تین، در رنگ‌های ضدخزه و دریایی است که ورود این ترکیب ها به محیط دریا برای موجودات آبزی اکوسیستم دریا پیامدهای زیست‌محیطی مهمی را به دنبال دارد. به همین دلیل تعیین مقدار این ترکیب ها در محیط‌های مختلف و از جمله در محیط دریا از اهمیت بسیاری برخوردار است (۳و۵). اندازه‌گیری میزان TBT در رسوب ها بندر سووا در مجمع الجزایر فیجی سطوح بسیار بالای غلظت این ترکیب را نشان می‌دهد، به نحوی که رسوب ها این منطقه در سال ۱۹۹۱ به عنوان یک جاذب برای این ترکیب مطرح شد (۶).

یکی از اثرات مهم زیست محیطی این ترکیب که غالباً به عنوان معیاری برای مناطق آلوده به تری‌بوتیل‌تین مطرح می شود، پدیده تغییر حالت جنسی در جانور نرم تنی به نام گاستروپود است (۴). برخی منابع ترکیب ها تری‌ارگانوتین را در مرگ انواعی از دلفین‌ها و سایر پستان‌داران دریایی دخیل دانسته اند؛ علاوه بر این مطالعه ها نشان می‌دهد که این ماده در پستان‌داران دریایی و ماهی‌ها باعث تضعیف سیستم ایمنی می‌شود (۷).

بعد از گردهمایی بین المللی در ۵ اکتبر ۲۰۰۱، ممنوعیت مصرف رنگ‌های ضدخزه دارای TBT از اول ژانویه ۲۰۰۳ تایید شد همچنین استفاده از پوشش‌های حاوی هر گونه ترکیب قلع‌دار از اول ژانویه سال ۲۰۰۸ میلادی در سازه‌های ثابت و متحرک دریایی ممنوع گردیده است (۷)، اما در شرایطی که امکان کنترل در سواحل ایران وجود ندارد، اجرای چنین ممنوعیتی امکان‌ناپذیر به نظر می‌رسد. تحقیقات انجام گرفته نشان دهنده وجود این ترکیب ها در بدن آبزیان صید شده در خلیج فارس است (۸).

برای بررسی تأثیر این ترکیب ها بر موجودات زنده شاخص‌های گوناگونی وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها تجمع‌زیستی است که در این تحقیق از آن استفاده شده‌است. بر طبق تعریف، تجمع‌زیستی عبارت از تجمع یک ماده به وسیله ارگانیزم، در نتیجه جذب از تمام منابع آن است (۹ و ۱۰). جذب این ترکیب ها در بدن موجودات زنده دریایی از سه طریق آب، رسوب ها و یا غذا امکان‌پذیر است. تجمع در هر روش جذب غالباً بستگی به غلظت ترکیب در محیط و میزان تماس موجودات زنده با ماده آلوده دارد که با توجه به حلالیت کم ترکیب ها آلی قلع‌دار در آب و تماس کمتر موجودات دریایی با رسوب ها، امکان جذب از طریق غذا بیشتر خواهد بود.

مقدار تجمع‌زیستی تحت تاثیر مکانیزم‌های تجزیه زیستی یا دفع از ارگانیزم‌ها قرار دارد. به‌عنوان نمونه نتایج نشان می‌دهد که تغلیظ زیستی در خرچنگ از طریق غذا بیشتر است که در نتیجه از این طریق تغلیظ زیستی در زنجیره غذایی صورت می گیرد (۲).

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

کمبود مطالعه ها در این زمینه در کشور، توجه به سلامت اکوسیستم‌های آبی و نیاز به تأمین کادر مجرب جهت اعمال ممنوعیت، سبب شد که مطالعه آکواریومی تجمع‌زیستی تری‌بوتیل‌تین‌کلراید (TBTCl)، به‌عنوان زیست‌کش اصلی مورد استفاده در رنگ‌ها و پوشش‌های دریایی در ایران، در گونه‌ای بومی از ماهی‌های خلیج فارس، در این تحقیق انجام پذیرد. هدف اصلی این تحقیق تعیین میزان جذب TBTCl و یافتن آستانه جذب این ترکیب در بدن ماهی اسکات (*Scatophagus argus*) از طریق غذا است.

ماهی اسکات متعلق به خانواده زروک ماهیان یا پروانه ماهیان *(Scatophagidae)* از ماهیان بومی خلیج فارس است. این ماهی آب‌های شور مزه را ترجیح می‌دهد، ولی آزادانه وارد رودخانه‌های بالای حد مد می‌شود. این ماهی همه چیز خوار محسوب می‌گردد (۱۱ و ۱۲). Bennett در سال ۱۸۳۰ میلادی گوشت آن را با قزل‌آلا مقایسه نموده است (۱۲).

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور بررسی میزان جذب TBTCl از طریق غذا در بدن ماهی اسکات، ۴ آکواریوم آب شور به حجم ۶۰ لیتر و تعداد ۳۶ قطعه ماهی با متوسط وزن ۲۵ گرم و طول تقریبی ۷ سانتی متر برای آزمایش در طی مدت ۲۱ روز، تهیه گردید. ماهیان مورد استفاده در این آزمایش‌ها از طریق منابع تامین ماهی‌های آکواریومی و سازمان شیلات کشور تهیه شدند. مراکز یاد شده این ماهی‌ها را از بنادر استان بوشهر و بندرعباس صید و به تهران منتقل نموده‌اند.

شرایط زیستی انجام آزمایش‌ها با توجه به استانداردهـــای مورد تایید تنظیم گردید، به نحوی که دمای آب ۱ ± ۲۷ °C، شوری ۲۷-۲۶ گرم در لیتر، pH=۸-۸/۳ و میزان اکسیژن محلول ۴/۷ mg/l – ۳/۴۳ بود. قبل از شروع آزمایش‌ها به منظور سازگاری ماهی‌ها با شرایط آزمایش، مدت زمان ۷ روز ماهی‌ها در شرایط آب شور نگه‌داری شدند (۹).

از اتانول به عنوان حلال TBTCl برای تهیه ۴ غلظت (μgml^{-1}) ۰/۰، ۰/۰۰۲۶۴، ۰/۰۲۶۴ و ۰/۰۵۲۸) به منظور آلوده‌سازی غذای مصرفی ماهی‌ها استفاده گردید.

غلظت‌های استفاده شده در آزمایش‌ها با توجه به مقالات و بررسی‌های آکواریومی که توسط سایر محققین در مورد گونه‌هایی از نرم‌تنان و ماهی‌ها صورت پذیرفته‌است (۱۳ و ۱۴) و با در نظر گرفتن این مساله که غلظت‌های مورد استفاده به مرگ ماهی‌های مورد آزمایش منجر نگردد، همچنین در بررسی انجام شده امکان مطالعه تجمع زیستی تری‌بوتیل‌تین‌کلراید وجود داشته باشد، انتخاب گردید. هر ماهی روزانه با ۰/۵ گرم غذا (۲٪ وزن متوسط ماهی) در دو نوبت صبح و شب تغذیه شد(۱۵). با توجه به مقالات مشابه که به بررسی میزان تجمع زیستی تری‌بوتیل‌تین در ماهی‌های مختلف پرداخته است (۳) و با توجه به محدودیت‌های آزمایشگاهی برای نگه‌داری ماهی‌های مورد بررسی، مدت زمان ۲۱ روز با در نظر گرفتن فواصل زمانی ۷ روز از زمان شروع آزمایش‌ها و نمونه‌برداری (با توجه به این نکته که در مدت زمان ۷ روز امکان سازگاری ماهی ها با شرایط جدید ایجاد خواهد شد) مد نظر قرار گرفت و دوره‌های زمانی ۰، ۷، ۱۴ و۲۱ روز برای نمونه‌برداری با در نظر گرفتن ۳ بار تکرار از هر یک از آکواریوم‌ها در نظر گرفته شد و ماهی‌های نمونه‌برداری شده برای انجام آزمایش‌ها در فریزر نگه‌داری گردید.

آماده سازی نمونه‌ها به‌منظور بررسی و تشخیص ترکیب مورد نظر در این آزمایش، طی چهار مرحله صورت پذیرفت. در مرحله ابتدایی تری‌بوتیل‌تین‌کلراید از نمونه‌های چرخ شده ماهی با استفاده از اسید هیدروکلریک و حلال‌های آلی استخراج گردید و در مرحله دوم یا پاک‌سازی، شامل عبور ماده استخراجی مرحله قبل از ستون شیشه‌ای محتوی سیلیکاژل با کمک حلال آلی (مانند هگزان) و اسید استیک، به‌منظور حذف ترکیب ها مزاحم، تری‌بوتیل‌تین استخراج شد. در مرحله تغلیظ، محلول حاصل تغلیظ گردید که پس از تزریق به دستگاه GC-ECD، در نهایت TBTCl در تعدادی از نمونه‌ها شناسایی شد. شکل ۱ مراحل آماده‌سازی نمونه‌های ماهی را نشان می‌دهد. بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها برای تشخیص از دستگاه GC-ECD مدل Hewlett – Packard (Avondale, PA, USA 5890 series II) و ستون

مویینه DB-1 با طول ۱۵ m و قطر ۰/۲۵ mm و حد تشخیص ۰/۱ ngg^{-1} استفاده شد (۱۶ و ۱۷).

استخراج

↓ - اسیدی کردن محیط توسط HCl
- استخراج توسط حلال آلی

پاک‌سازی

↓ - شستشوی ستون با حلال آلی
- شستشوی ستون با حلال آلی- CH_3COOH

تغلیظ

↓ - حلال آلی- CH_3COOH جمع آوری شده

شناسایی

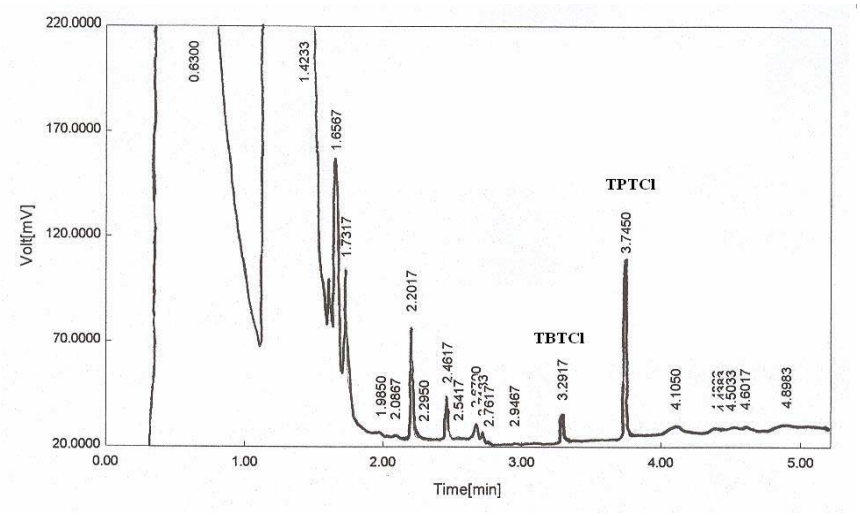
- توسط GC-ECD

شکل ۱- شمایی از مراحل آماده سازی نمونه های ماهی برای شناسایی TBTCl توسط GC-ECD.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و به‌وسیله آنالیز واریانس یک طرفه (one – way ANOVA) انجام گرفت و از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار(LSD) برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد (۱۸).

نتایج

از میان سه غلظت (μgml^{-1} ۰/۰۰۲۶۴، ۰/۰۲۶۴ و ۰/۰۵۲۸) مورد استفاده برای آلوده‌سازی غذا و تغذیه ماهی با آن‌ها، از طریق روش تجزیه مورد استفاده و حد تشخیص ngg^{-1} ۰/۱ دستگاه کروماتوگراف گازی، تری‌بوتیل‌تین تنها در غلظت ۰/۰۵۲۸ μgml^{-1} در نمونه‌های ماهی آلوده شده در سه دوره زمانی مورد نظر (۷، ۱۴ و ۲۱ روز) تشخیص داده شد. شکل ۲ نمونه‌ای از کروماتوگرام به دست آمده از دستگاه را نشان می‌دهد. همان‌طور که کروماتوگرام ارایه شده نشان می دهد، پیک قابل تشخیص تری‌بوتیل‌تین‌کلراید در زمان ۳/۲۹۱۷ دقیقه و پیک تری‌فنیل‌تین‌کلراید (استاندارد داخلی) در زمان ۳/۷۴۵ دقیقه از دستگاه GC-ECD خارج می‌گردد.

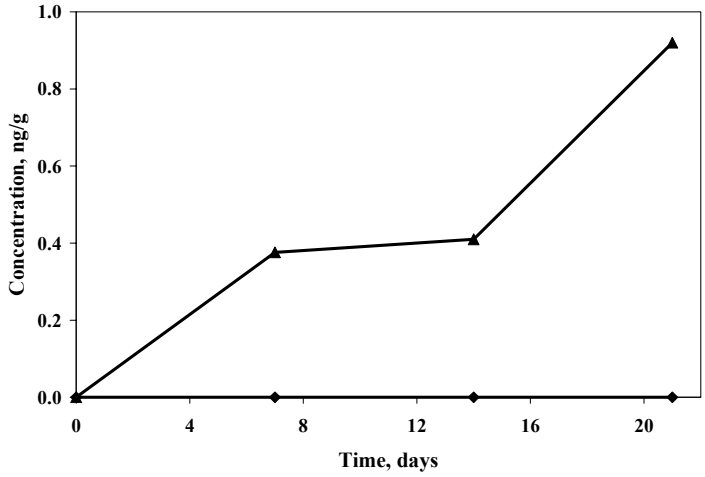


شکل ۲- کروماتوگرام TBTCl در ماهی اسکات در ۲۱ روز آزمایش با غذای آلوده به غلظت μgml^{-1} ۰/۰۵۲۸.

در جدول ۱ غلظت‌های تشخیص داده شده در ماهی‌های مورد آزمایش با در نظر گرفتن سه بار تکرار ارایه شده است. شکل ۳ غلظت‌های تشخیص داده شده این ترکیب در زمان‌های مورد نظر در بدن ماهی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱- غلظت‌های تشخیص داده شده TBTCl در بدن ماهی اسکات.

حد تشخیص (ngg^{-1})	میانگین غلظت در بدن ماهی(ngg^{-1})	غلظت در بدن ماهی با سه بار تکرار (ngg^{-1})	روز	غلظت TBTCl در غذا (μgml^{-1})
	۰	۰	۰	۰/۰۵۲۸
		۰		
		۰		
۰/۱	۰/۳۷۶	۰/۳۷۶	۷	
		۰/۳۵۶		
		۰/۳۹۵		
	۰/۴۱۰	۰/۴۱۰	۱۴	
		۰/۳۵۶		
		۰/۴۶۴		
	۰/۹۲۰	۰/۹۴۰	۲۱	
		۰/۹۲۰		
		۰/۹۰۰		



شکل ۳- تجمع TBTCl در غلظت‌های خوراک (◆) $0/0264\ \mu gml^{-1}$ و (▲) $0/0528\ \mu gml^{-1}$ درماهی *Scatophagus argus*.

بحث و نتیجه گیری

ارگانوتین‌ها و از جمله آن‌ها ترکیب ها تری‌بوتیل‌تین دارای خاصیت چربی‌دوستی هستند. این ویژگی به گروه‌های آلکیل در آن‌ها مربوط می شود، علاوه بر این وجود ضریب اکتانول/آب ($logk_{ow}$) بالا که در مورد تری‌بوتیل‌تین‌کلراید در pH = ۵/۸-۷/۸ در محدوده ۳/۸۵ - ۳/۲۱ تعیین گردیده، از دلایل اصلی تجمع این ترکیب ها در ارگانیزم‌های زنده گزارش شده‌است (۱۹). مطالعه ها نشان داده است که ترکیب ها ارگانوتین به وسیله ارگانیزم‌های آبی در محیط دریا جذب

می‌گردد. در نتیجه غلظت ترکیب در بافت بعضی از این جانوران افزایش می‌یابد (۲۰).

نتایج تجزیه واریانس غلظت تری‌بوتیل‌تین‌کلراید اندازه‌گیری شده در کل بدن ماهی اسکات (جدول ۲) نشان می‌دهد که اختلاف غلظت TBTCl در سطـــوح خطای ۵٪ و ۱ ٪ معنی‌دار است. بنابراین میانگین‌های غلظت در دوره‌های زمانی مختلف با هم تفاوت معنی‌دار نشان می‌دهند. آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) تنها برای دو زمان ۷ و ۱۴ نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌های غلظت اندازه‌گیری شده است.

جدول۲- تجزیه واریانس غلظت تری‌بوتیل‌تین‌کلراید در ماهی اسکات.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
دوره‌های زمانی	۳	۱/۲۸۵	۰/۴۲۸	۴۶۳/۴۸۷
خطا	۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	

معنی دار در سطح خطای۱ و ۵ ٪

این نکته قابل ذکر است که ماهی‌ها از جمله موجوداتی هستند که توانایی تجزیه آنزیمی TBT را در ابتدا به هیدروکسی‌بوتیل‌دی‌بوتیل‌تین و سپس به دی‌بوتیل‌تین و مونوبوتیل‌تین دارند (۱۸)، ولی مقدار تجمع در غلظت های بالای TBT نشان دهنده جلوگیری از فعال شدن مکانیزم‌های سم‌زدایی و یا عدم کفایت آن‌ها و در نتیجه توقف و یا حداقل کاهش میزان تجزیه سلولی این ترکیب ها است. نتایج به دست آمده از تجمع TBTCl در بالاترین غلظت غذایی در بدن ماهی ها، تایید کننده بررسی‌های انجام شده پیشین است (۱۹). کاهش توانایی سم‌زدایی موجودات در شرایطی است که غلظت های بالای TBT در محیط موجود باشد، بدین معنی که وجود غلظت بالا در محیط مانع فعال شدن مکانیزم‌های سم‌زدایی می‌گردد.

وجود اختلاف معنی‌دار در بین گروه‌های مختلف زمانی را می‌توان به تفاوت‌های ایجاد شده در فرآیند استخراج و شناسایی ترکیب، وجود اختلاف در ویژگی‌های بدنی (اندازه، وزن و میزان چربی) هریک از ماهی‌های مورد آزمایش ربط داد.

همان‌طورکه در شکل ۳ نشان داده شده‌است، میان غلظت به دست آمده از این ترکیب در بدن ماهی‌ها و زمان‌های نمونه‌برداری همبستگی مشاهده نمی‌شود که این نشان‌دهنده غیرخطی بودن اثر زمان در میزان تجمع این ترکیب در غلظت مورد نظر در بدن ماهی اسکات است. همچنین از این شکل چنین استنباط می‌شود که حتی پس از گذشت ۲۱ روز از شروع آزمایش حالت پایداری حاصل نگردیده است و این در شرایطی است که در محدوده زمانی میان روز هفتم و چهاردهم این شکل شرایط پایدار را نمایش می‌دهد.

ازطرف دیگر، با وجود آن‌که در غلظت μgml^{-1} ۰/۰۵۲۸ میزان TBTCl ورودی از طریق غذا به بدن ماهی در مدت زمان ۷ روز برابر با همین مقدار در غلظت μgml^{-1} ۰/۰۲۶۴ در مدت ۱۴ روز است، اما هیچ ردپایی از TBTCl در بدن ماهی در غلظت اخیر، حتی بعد از ۲۱ روز مشاهده نشده است. این موارد نشان دهنده تأثیر میزان ورودی TBTCl در تجمع آن در بدن ماهی است (۲).

با توجه به مطالب عنوان شده در بالا و نتایج به دست آمده، آستانه تجمع TBTCl به وسیله غذا، با توجه به روش آنالیز مورد استفاده و حد تشخیص مطرح شده برای ماهی مورد آزمایش، یعنی ماهی اسکات *(Scatophagus argus)*، μgml^{-1} ۰/۰۲۶۴ در نظر گرفته شده‌است.

Laughlin در سال ۱۹۸۶ میلادی طی تحقیقاتی گزارش نمود که نرسیدن به حالت پایداری در تجمع، به‌علت ایجاد پیوندهای برگشت ناپذیر TBT با آنزیم P-450 و یا دشواری دفعTBT از بدن ارگانیزم در غلظت‌های بالا است (۱۳). در حقیقت وجود مکانیزم‌های زیستی به‌عنوان عامل اصلی در ارایه چنین عملکردی معرفی گردیده‌است .

وجود یک آنزیم کنترل‌کننده و یا انتخاب‌پذیری دیواره سلول‌ها را می‌توان به‌عنوان دلیلی برای چنین

عکس‌العملی در برابر ورود یک ماده خارجی به بدن ماهی عنوان نمود که اثبات تأثیر هر یک نیاز به انجام آزمایش‌های پایه‌ای کامل بر روی عملکرد سلولی ماهی دارد که خود مبنایی برای طرح‌های آینده است.

در هر صورت آنچه می‌توان از این نتایج استنباط نمود، تأثیر مخرب ورود ترکیب ها آلی قلع‌دار در غلظت‌های بالا به بدن است که می‌تواند در دراز مدت به آسیب‌های جدی بر ساختارهای زنده منتهی گردد. در این آزمایش‌ها می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش ورود میزان ماده سمی، احتمال تغییر در ساختارهای سلولی جهت جذب مقدار بیشتر TBTCl وجود دارد که اثبات آن نیاز به آزمایش‌های پایه‌ای و مقایسه تغییرات به وجود آمده در ساختارهای سلولی و آنزیم‌ها قبل و بعد از در معرض TBTCl قرار گرفتن ماهی دارد که اثبات آن از محدوده عملکرد این تحقیق خارج است.

منابع

1. Merian E., Anke M., Ihnat M. and Stoepper M., 2004, “Elements and Their Compounds in the Environment”, Vol.2, WILEY-VCH verlag GmbH & Co. KGaa, Weinheim (1247P.).
2. Rüdel H.,2003,“Case Study: Bioavailability of Tin and Tin Compounds”, Ecotoxicology & Environmental Safety, 56, 180-189.
3. United State Environmental Protection Agency (USEPA), 2003, “Ambient Aquatic Life Water Quality Criteria for Tributyltin – Final”, Code: EPA 822–R–03–031.
4. http://www.openchemost.net/, “Organotin in the Environment” ,2005.
5. Jamari Z., March 1999, “ASEAN Marine Water Quality Criteria for Tributyltin (TBT)”, ASEAN-Canada CPMS-II, AMWQC for Tributyltin.
6. Davis M.T., Newell P.F., and Quinn N.J., 1999, “TBT Contamination of Artisanal Subsistence Fishery in Suva Harbour , Fiji”, Ocean & Coastal Management, 42, 591- 601.
7. Yebra D.M., Kiil S. and Dam-Jonsen K., 2004, “Antifouling Technology-Past, Present and Future Steps Towards Efficient and Environmentally Friendly Antifouling Coatings”, Progress in Organic Coating, 50, 75-104.
8. امینی ف. ، بدیعی خ. ، نبی بیدهندی غ.ر. ،فرشچی پ. ، راستکاری ن. ، گرایش نژاد م. ،" رنگ های دریایی حاوی تری بوتیل تین (TBT) و رعایت قوانین بین المللی در خلیج فارس" ، چهارمین همایش ملی علوم و فناوری زیر دریا، اصفهان – شاهین شهر، خرداد ۸۶.
9. ASTM, 2002, “Standard Guide for Conducting Bioconcentration Test with Fish and Saltwater Bivalve Mollusks”, Test no.: E-1022.
10. Hall, E.J., 2002, “Bioconcentration, Bioaccumulation and Biomagnification in Puget Sound Biota: Assessing the Ecological Risk of Chemical Contaminants in Puget Sound”, University of Washington Tacoma, 1900 Commerce St. Tacoma, WA98402, 1-9.
11. سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۱۳۷۵، "اطلس ماهیان خلیج فارس و دریای عمان"، سازمان تحقیقات وآموزش شیلات ایران (۲۴۸صفحه).

۱۲. ه . بلگواد، ب . لونپتین، اعتماد، الف.، "ماهیان خلیج فارس"،۱۳۷۷، ترجمه، انتشارات و چاپ دانشگاه تهران (۴۱۶ صفحه).

13. Guolan H. and Yong W., 1995, “Effects of Tributyltin Chloride on Marine Bivalve Mussels”, Wat. Res., Vol.29, No.8, 1877-1884.
14. Tsuda T., Aoki S., Kojma M., Harada H., 1991, "Accumulation of tri-n-butyltin chloride and triphenyltin chloride by oral and via gill intake of Goldfish (*Carassius auratus),* Comp. Biochem. Physiol., Vol. 99C, No.1/2, 69-72.
15. http://www.royalsco.ac.uk/, 2006.
16. Mizuish K., Takeuchi M., Hobo T., 1998, “Trace Analysis of Tributyltin and Triphenyltin Compounds in Sea Water by Gas Chromatography-Negative Ion Chemical Ionization Mass Spectrometry”, Journal of Chromatography A, 800, 267- 273.
17. Tsuda T., Nakanishi H. , Aoki Sh. , Takebayashi J. , 1987, ”Determination of Butyltin and Phenyltin Compounds in Biological and Sediment Samples by Electron-Capture Gas Chromatography”, Journal of Chromatography, 387, 361-370.

۱۸. اسماعیلیان، م.، ۱۳۸۴، "راهنمای جامع SPSS 12 "، انتشارات ناقوس (۵۹۹ صفحه).

19. Alzieu C., 1998 “Tributyltin: Case Study of a Chronic Contaminant in the Coastal Environment”, Ocean & Coastal Management, 40, 23-36.
20. U.S. Department of Health and Human Services, 2003, “Draft Toxicological Profile for and Disease Registry” (340 P.).