اثرات زیست محیطی ترکیبات تری بوتیل تین (TBT)

• فرخ لقا امینی/ دانشگاه تهران – دانشکده محیط زیست
• خشایار بدیعی/ دانشگاه تهران – دانشکده محیط زیست
• پروین فرشچی/ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات – دانشکده محیط زیست و انرژی
• غلامرضا نبی بیدهندی/ دانشگاه تهران – دانشکده محیط زیست
• نوشین راستکاری/ پژوهشکده صنایع رنگ – گروه رنگزا و محیط زیست
• مهرنوش گرایش نژاد/ پژوهشکده صنایع رنگ – گروه رنگزا و محیط زیست

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

چکیده

ارگانوتینها ترکیباتی با خاصیت باکتری کشـی و قارچ کشـی قوی هسـتند، به همین دلیل بسـیاری از تری ارگانوتین‌ها به عنوان زیست کش در محیط زیست کاربرد دارند. از سال ۱۹۶۰ ترکیبات تری بوتیل تین بطور گسترده ای در سراسر جهان در رنگهای ضد خزه برای جلوگیری از رشد ارگانیزمهای رسوبگذار بر روی تجهیزات ثابت و متحرک مورد اسـتفاده بوده انـد. ورود این ترکیبات به محیط دریا برای موجودات آبزی اکوسیسـتم دریا پیامدهای زیست محیطی مهمی را به دنبـال دارد، این امر منجر به ممنوعیت تولید رنگهای ضد خزه دارای تری بوتیل تین تا سال ۲۰۰۳ و ممنوعیت استفاده از آنها تا سال ۲۰۰۸ در تمامی آبهای دنیا شده اسـت. علیرغم ممنوعیت استفاده از این ترکیبات در بسیاری کشورها، تری بوتیل تین (TBT) در آب، رسوب و نمونه‌های زیستی بسیاری از مناطق ساحلی و مناطق مصبی قابل اندازه گیری است.

واژه‌های کلیدی: تری بوتیل تین، رنگ ضد خزه، مشـکلات زیست محیطی، قوانین بین المللی

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران : www.irsen.org

مقدمه

تیـن[1] از یک لغت قدیمی تحت عنوان زین[2]در زبان آلمانی و یا لغت تین در زبان نروژی به معنای بار[3] (شمش) گرفته شده است. علامت آن(Sn) از معادل لاتین تین یعنی استانم[4] اقتباس گردیده است[۱۷].

قلع فلز سـنگینی درخشان، سـفید–نقره ای، با خاصیت چکش خواری و هدایت الکتریکی اسـت. دارای عدد اتمـی ۵۰ و جرم اتمی ۱۱۸/۷ میباشـد و در گروه ۱۴(سـابقاً گروه (IV)) جدول تناوبی جـای میگیرد. در این گروه علاوه بر این عنصر، کربن، سـیلیکون، سـرب و ژرمانیوم نیز قرار دارد. فلز سنگین قلع دارای نقطه ذوب ۲۳۲°c و نقطه جوش بالای ۲۲۰۰ °c اسـت. ترکیبات تین به لحاظ ساختاری و شیمیایی دارای کاربردهای گوناگون است [۳،۸،۱۰،۱۱،۱۵].

قلع و ترکیبات آن را می توان به دو گروه تقسیم کرد:

❋ فلـز قلـع و نمکهای غیر آلـی آن دارای ظرفیت +۲ یا +۴ اسـت و توانایی ترکیـب با کربن یا دیگرگونه‌های یونـی را دارد. ترکیبات غیر آلی قلع علاوه بر این که به عنوان یک کاتالیسـت مورد مصرف هستند در صنعت شیشه سازی به منظور اسـتحکام بخشی، در صنعت رنگ و در صنایع تولید محصولات آرایشی و بهداشتی مانند تولید صابون و عطر نیز کاربرد دارد [۱۵،۱۱،۱۰].

❋ ترکیبات آلی قلع (ارگانوتینها): عنصر قلع در حالت آلی دارای عدد اکسیداسیون +۴ اسـت که توانایی اتصال ۱ تا ۴ اتم کربـن (زنجیره آلی) را دارد. فرمول کلی ایـن ترکیبات را می توان به صـورت $n-RnSnX_{4}$ ارائه کرد کهR یک گروه آلی (معمولاً بوتیل، آلکیل، آریل یا فنیل) و X یک گروه غیرآلی (کلراید، فلوراید، اکسـاید، هیدروکسـاید، کربوکسـیلات یا تیولات) می باشـد. در همه ترکیبات ارگانوتین اتم قلع مرکزی دارای هیبریداسیون sp^{3} است [۱۷،۱۳،۱۰،۸،۷].

در دهه ۱۹۶۰ جیمز از کوپلیمرهای آلی قلع در پوششهای ضد خزه استفاده نمود و در۱۹۷۴رنگهای کوپلیمری خود صیقل تری بوتیل تین (TBT–SPC) توسط

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران : www.irsen.org

میلن [۵] و هیل [۶] اختراع شدند که تحول مهمی در تولید رنگهای ضد خزه و دریایی محسوب می شد. علی رغم موثر بودن ترکیبات آلی قلع برای مقابله با خزه بستن و اثرات مخرب ناشی ازاین پدیده، بعد از گزارشات IMOیا سازمان بین المللی دریا نوردی [۷] در سال ۲۰۰۱، استفاده از این ترکیبات در رنگهای ضدخزه با محدودیتها و ممنوعیتهایی روبرو شد. به همین دلیل تلاشهایی برای تولید ترکیباتی با بازده بالا و اثرات زیست محیطی کمتر در حال انجام است[۱۶].

همان طور که اشاره شد کاربردهای متنوع از ترکیبات آلی قلع، ورود آنها را به محیطهای مختلف به دنبال داشته است. استفاده از این ترکیبات در رنگهای دریایی برای جلوگیری از خزه و رسوب بستن سطوح وسایل ثابت و متحرک در آب از کاربردهای مهم آنها است و اثرات زیست محیطی ناشی از ورود تری ارگانوتینها به محیطهای آبی منجر به توجهات بین المللی به منظور ممنوع و محدود کردن استفاده از آنها شده است، به نحوی که این قوانین پیش بینی می‌کند که تا سال ۲۰۰۸ استفاده این ترکیبات در رنگهای دریایی در سراسر جهان به طور کامل ممنوع شود. در این مقاله سعی گردیده است به مطالعه سرنوشت، اثرات زیست محیطی و قوانین بین المللی که محدود و ممنوع کننده استفاده از، این ترکیبات پرداخته شود.

جدول۱– مثالهایی از برخی کاربردهای ارگانوتینها [۱۷].

Industrial Application	Function	Organotin Compounds
PVC stabilizers	Stabilisation against decomposition by heat and light.	(R = Me, Bu, Oct) $RSnX_3$,R_2SnX_2
Antifouling paints	Biocide	(R_3SnX) R = Bu, Ph
Agrochemicals	Different pesticides	(R_3SnX) R = Bu, Ph, Cy
Wood Preservation	Insecticide, Fungicide	Bu_3SnX
Glass treatment	films on glass Precursor for SnO_2	(R = Me, Bu) $RSnX_3$,Me_2SnX_2
Cloth protection	Insecticide	Ph_3SnX
(Farming) Poultry	Dewormer	Bu_2SnX_2

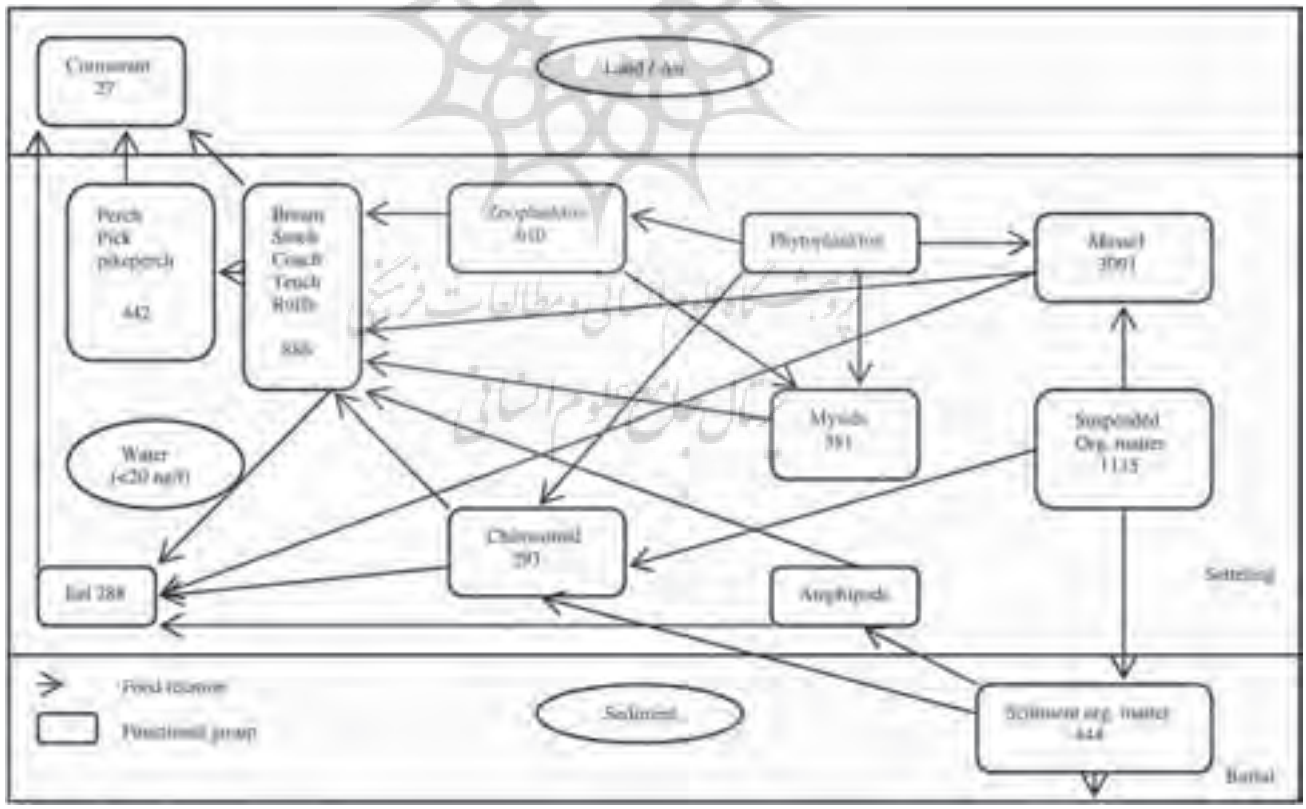
سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران : www.irsen.org

کاربرد ارگانوتینها:

ترکیبات مهم و تجاری آلی قلع شـامل تترا ارگانوتینها(R۴Sn)، تری ارگانوتینها (R۳SnX)، دی ارگانوتینهـا (R۲SnX۲) و مونوارگانوتینهـا (RSnX۴) هسـتند. ترکیبات ارگانوتین به طور قابل ملاحظه ای از نظر ویژگیهای فیزیکی و بیولوژیکی متنوع هستند و این منجر به کاربردهای مختلفی از آنها در صنعت، کشاورزی [۸] در سال ۱۹۸۴ کل تولید جهانی ارگانوتینها ۳۰ هزار تن بوده است. از مهمتریـن کاربردهای این ترکیبات می توان به تثبیت کننده برای PVC، ماده ایی موش کش و همچنین خاصیت زیست کشی آن اشاره نمود [۹].

یکی ازکاربردهای بزرگ برای ارگانوتینها، استفاده آنها در رنگهای ضد خزه است. بیشـترین ترکیبات آلی فلزی مورد استفاده از تری ارگانوتینها (تری بوتیل تین و تری فنیل تین) شامل:

bis(tributyltin oxide) TBTO، tributyltin fluoride (TBTF))وTBT methacrylate می باشند [۱۰،۸،۵].



شکل-۱ غلظت TBT در دریاچه واستیندر هلند[۵].

سرنوشت ترکیبات ارگانوتین

میـان تولید و کاربـرد ترکیبات ارگانوتین ارتباط مشـخصی وجـود دارد. میزان تولید سـالیانه ارگانوتینها حدود ۴۰۰۰۰ تن اسـت، که یک پنجم اینها ترکیبات تری‌ارگانوتین است که به عنوان زیست کش مطرح هستند[۱۳].

ورود ترکیبات ارگانوتین به هوا از طریق اسـپری و پخش این مواد برای مصارف کشـاورزی، اسـپری کردن رنگهای ضد خزه، سـوزاندن مواد محتوی ترکیبات ارگانوتیـن، عملیات پوشـش دهی شیشـه و یا تبخیر این مـواد صورت میگیرد. محیطهای آبی از طریق روان آبهای کشـاورزی محتوی این ترکیبات، اسـپری این مواد در طی فرآیندهای صنعتی و یا شستشـوی ارگانوتینهای تثبیت شده در پلی وینیل کلرایدها به ارگانوتینها آلوده می شود. شیرابه‌های محل دفن زباله که شـامل ترکیبات ارگانوتین دفن شده هستند هم می توانند از منابع مهم ورود این ترکیبات به محیط آبی باشند[۱۵].

بنادر و لنگرگاه‌ها از مهمترین مناطق است که TBT در آن وجود دارد. ترکیبات تری بوتیل تین به طور مستقیم از طریق شستشو از رنگهای ضد خزه وارد محیط آبی می شوند [۱۷،۱۳،۱۰].

این ترکیبات دارای حلالیت پائین هسـتند که میزان حلالیت آنها وابسته به pH، دما و قدرت یونی اسـت. ترکیبـات ارگانوتین در محیط آبی غیر فرار هسـتند و اثرات زیسـت محیطی آنها محدود به آب و رسوبات می شود و بنابراین رسوبات به عنوان یک جاذب برای ترکیبات آلی قلع مطرح هستند [۱۷،۷،۲].

درشـکل ۱غلظت TBT در دریاچه و اسـتیندر [۹] در هلند نشان داده شده است. غلظـت قابل ملاحظه ای از این ترکیب در آب این دریاچه مشـاهـــده نشـد (۲۰ ng / l>)، در مقابل می توان به متوسـط غلظتهای مختلف TBT در بدن ارگانیزمهـای موجود در دریـــاچه به صورت زیراشـاره کرد: در زئـــوپلانکتون ۳۰۹۱ µg / kg ، در حلزون فیلتر کننده غذا ۸۸۶ µg / kg، در حیوانات تغذیه کننـده از ماهیهـای کوچک به میزان ۴۴۲ µg / kg، در مارماهی این غلظت به میزان ۲۸۸ µg / kg و در پرندگان آبزی تغذیه کننده از ماهی (قره غاز) غلظت ۲۷ µg / kg از این ترکیب مشاهده شد[۵].

تجزیـه ترکیبـات ارگانوتین از طریق فرآیندهای زیسـتی و غیر زیسـتی انجام می‌شـود. تجزیه در هر دو مورد مشـابه اسـت و از طریق دی آلکیلیشن [۱۰] یادی آریلیشـن [۱۱] متوالی (حذف متوالی گروه‌های آلی) انجام می شود و در نهایت قلع غیر آلی تولید می گردد .

(Sn۴+ ← MBT۳+ ← DBT۲+ ← TTBT ← TBT+) [۱۳].

فرآیند تجزیه زیسـتی تحت تاثیر شرایط زیسـت محیطی از جمله دما، اکسیژن محلـول و گونه‌های میکروبی انجـام می گیرد. فتولیـز موثرترین روش تجزیه ارگانوتینها در فرآیند تجزیه غیر زیستی است[۱۷].

اثرات زیست محیطی

یکـی از کاربردهای ترکیبات تری ارگانوتیـن در رنگهای ضد خزه و از آن جمله رنگهای ضد خزه خود صیقل است. مطالعات نشان داده است که بالاترین غلظت این ترکیب در بنادر و مناطق سـاحلی مشـاهده می شـود TBT ترکیبی است نامحلول در آب و توسط ذرات و رسوبات جذب می شود [۱۰،۶،۲].

جدول۲– اثرات زیست محیطی[۱].

$< 1\ ngl^{-1}$	Gastropod sexuality (imposex)
$1\ ngl^{-1}$	Phyto-and zooplankton growth
$< 2\ ngl^{-1}$	Oyster calcification anomalies (C. gigas)
$20\ ngl^{-1}$	Oyster C. gigas reproduction
$110\text{-}\mu gl^{-1}$	Fish reproduction
$1100\text{-}\mu gl^{-1}$	Fish behaviour
$< 500\mu gl^{-1}$	Shellfish moult

غلظتهای بالایی از TBT در بدن اکثر موجودات زنده دریایی شناسایی شده است. به ویژه در بدن نوعی صدف دو کفه ای که در مناطق آلوده زندگی می‌کنند [۱۴].

صدف دوکفه ای به دلیل انجام عمل فیلتراسیون غذایی و پتانسیل بالا برای تجمع زیستی آلاینده‌ها به خصوص آلاینده‌های چربی دوست مانند ارگانوتینها به عنوان شاخصی برای ردیابی (پایش) آلودگی به کار می رود. بر پایه این اطلاعات تخمین زده میشود که TBT به وسیله باکتریها، فیتوپلانکتونها، نرم‌تنان (حلزونها)، خرچنگها و ماهیها جذب و تغلیظ زیستی میشوند. مطالعات نشان میدهد که تغلیظ زیستی در خرچنگ بالا است و زمانی که آلودگی از طریق غذا ایجاد گردد بزرگنمایی زیستی ارگانوتینها در زنجیره غذایی مشاهده میشود [۱۰].

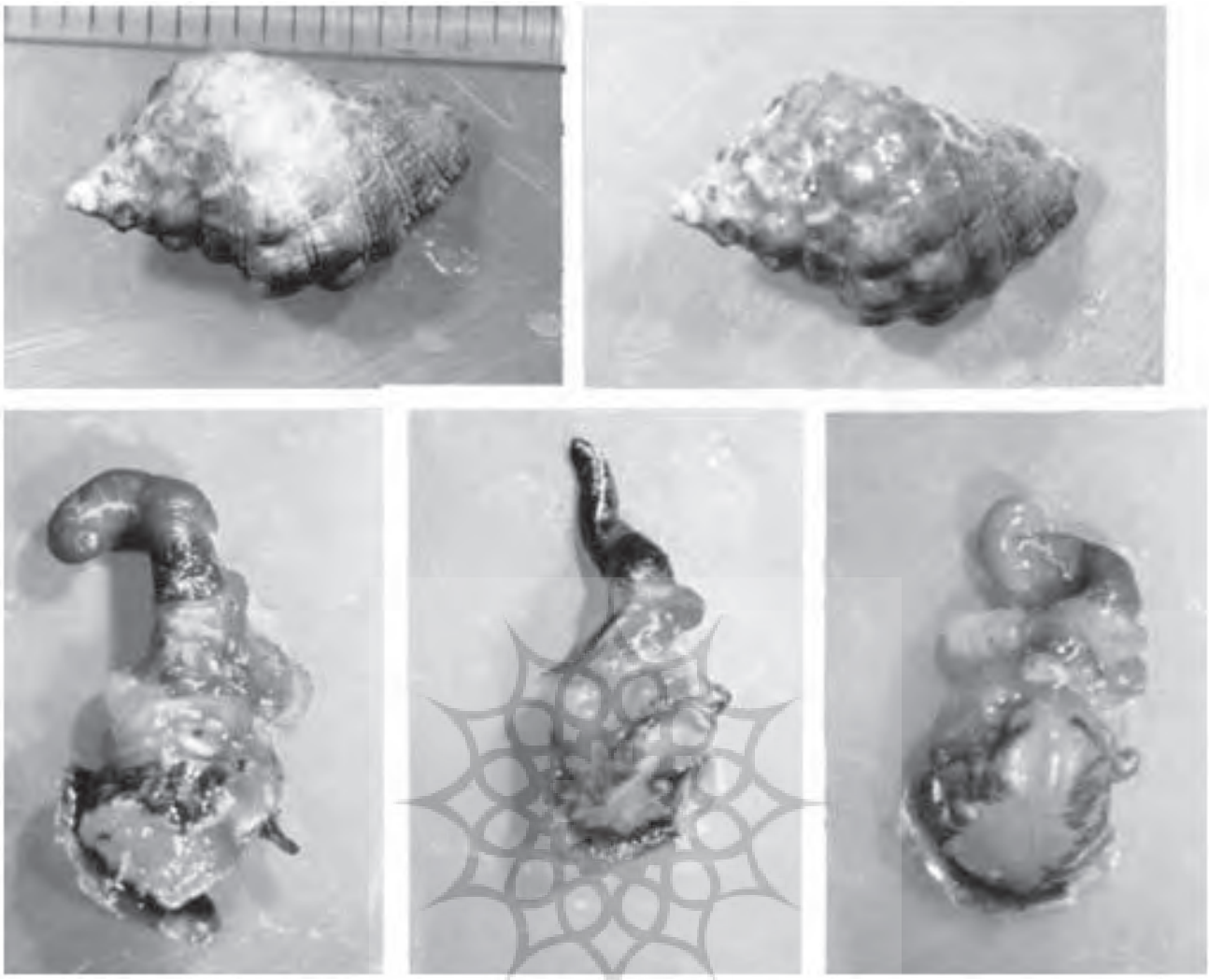
گاسین اسکیو [۱۲] در ۱۹۸۶ پیشنهاد کرد که به دلیل بالا بودن غلظت TBT در میکرولایه سطحی آب ، دسترسی زیستی TBT را برای ارگانیزمهایی که در تماس با این لایه هستند افزایش می یابد[۶].

یکی از مهمترین اثرات TBT در محیط آبی، ایجاد پدیده ایی به نام ایمپوسکس[۱۳] در گاستروپدها است. ایمپوسکس یا سودوهرموفودیتسم[۱۴]یک تغییر حالت جنسی است که در اثر تغییرات هورمونی اتفاق می افتد. پدیده ایمپوسکس می تواند به عنوان معیاری برای آلودگی به TBT مطرح باشد و در واقع یک شناساگر زیستی بسیار حساس به شمار می رود و در برنامه‌های ظاهر سازی علائم زیستی TBT به وفور مورد استفاده قرار میگیرد[۱۴،۲]. از دیگر مسائل زیست محیطی حاصل از این ترکیبات می توان به ضخیم شدن پوسته آهکی صدفها و ایجاد اختلال در رفتار و تولید مثل ماهیها و خرچنگها اشاره نمود[۶،۲،۱].

اخیراً تری ارگانوتینها در مرگ برخی از انواع دلفینها و سایر پستانداران دریایی مقصر و مسئول شناخته شده اند. مطالعات نشان می دهد که این ماده در پستانداران دریایی و ماهیها باعث تضعیف سیستم ایمنی می شود[۱۶]. TBT طبیعتاً یک ماده چربی دوست است و در چربی پستانداران دریایی مثل دلفینها و والها یافت می شود، به واسطه بزرگنمایی زیستی ترکیبات آلی قلع می توانند در طول زنجیره غذایی دریایی گسترش پیدا کنند [۴].

علاوه بر این، مطالعات آزمایشگاهی انجام گرفته نشان داده است، زمانی که موشها در معرض دوزهای متفاوتی از TBT قرار گیرند افزایش مرگ و میر مادر و جنین،کاهش وزن و افزایش احتمال شکست در آبستنی قابل مشاهده است [۵]. تحقیقات جدیدتر نشان داده است که TBT بر روی سلول‌های دفاعی بدن انسان معروف به سلول‌های قاتل طبیعی [۱۵] اثر منفی داشته و در صورتی‌که این سلول‌ها به مدت یک ساعت در معرض ۳۰۰ nM از TBT قرار گیرند، به‌طور دائمی آسیب دیده و توانایی خود در حمله به عوامل بیماری‌زا را از دست می‌دهند[۱۲].

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران : www.irsen.org



شکل ۲- ضخیم شدن پوسته صدف (بالا)، ایمپوسکس در گاستروپودها (پائین)[۱۸].

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تری بوتیل تین و قوانین بین المللی:

همان طور که اشـاره شـد مهمترین زیست کش مورد اسـتفاده در رنگهای ضد خزه خود صیقل ترکیبات تری بوتیل تین(TBT) هستند که به دلیل موثر بودن برای جلوگیری از خزه بسـتن مورد توجه قرار گرفتند. به دلیل سـمیت بالای و اثرات زیسـت محیطی ناشی از ترکیبات تری بوتیل تین (TBT)، اغلب کشورها اقداماتی برای کاهش ورود این ترکیبات به محیط زیست اجـرا کردند. ممنوعیت استفاده از رنگهای ضد خزه محتوی TBT اولین بار در کشور فرانسه به دلیل اثرات مضر آن بر روی صدفها اجرا شد [۱۳،۶].

از جملـه این قوانین که در اغلب کشـورها وضع گردید می توان به موارد زیر اشاره نمود:

– محدودیت استفاده از ترکیبات دارای TBT در کشتیهای با طول کمتر از ۲۵ متر

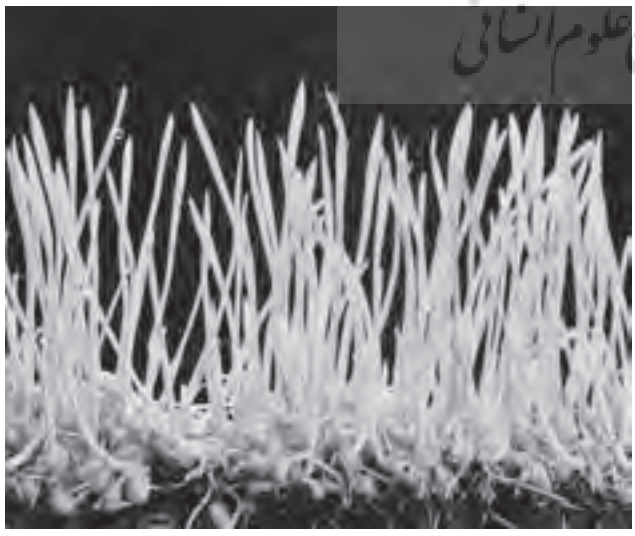
– کاهش سرعت رهاسازی ترکیباتTBT از رنگهای دریایی

– محدودکردن استفاده از ترکیبات TBT در رنگهای دریایی[۱۶].

جدول۳- قوانین استفاده از رنگهای ضد خزه دارای ارگانوتین دار در برخی از کشورها[۵].

قوانین وضع شده	امریکا	کانادا	استرالیا	نیوزیلند	فرانسه	انگلیس	سوئد	افریقای جنوبی
ممنوعیت استفاده از همه رنگهای ارگانوتین در کشتیهای با طول کمتر از ۲۵ متر (باستثنای کشتیهای آلومینیومی)	●	●		●	●			
ممنوعیت استفاده از همه رنگهای ارگانوتین در کشتیهای با طول کمتر از ۲۵ متر(بدون استثناء)			●					
ممنوعیت استفاده از رنگهای دارای TBT در کشتیهای با طول کمتر از ۲۵ متر(بدون استثناء)							●	●
ممنوعیت استفاده از رنگهای دارای ترکیبات ارگانوتین در کشتیهای با طول کمتر از ۲۵ متر و تجهیزات پرورش ماهی						●		
امکان استفاده در کشتیهای با طول ۲۵ متر و بیشتربه شرط : سرعت شستشو ۴ µg TBT / day/cm^2 یا کمتر	●	●					●	
ثبت همه رنگهای ضد خزه	●	●	●	●		●	●	●
تصویب فروش و یا استفاده از همه رنگهای ضد خزه که عوامل زیست کش آنها تصویب شده است،بوسیله کمیته مشورتی						●		

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



در نوامبر ۱۹۹۰ ،کمیته حفاظت از محیط زیست دریایی(MEPC) [۱۶] به بررسی ایجاد ممنوعیت در استفاده از رنگهای ضد خزهء بر پایه TBT در سال ۲۰۰۳ و ممنوعیت کامل آن تا سال ۲۰۰۸ پرداخت و بعد از گرد همایی بین المللی در ۵ اکتبر ۲۰۰۱، ممنوعیت استفاده از رنگهای ضد خزه دارایTBT از اول ژانویه ۲۰۰۳ تایید شد و پیش بینی شد تا ۱ ژانویه ۲۰۰۸ استفاده از رنگهای دارای TBT و یا رنگهای دارای اثرات مشابه با TBT به طور کامل در سراسر جهان ممنوع گردد[۱۶،۱۳،۵].

توافق بر سر زمان ممنوعیت کامل و جهانیTBT هنوز جای بحث و تبادل نظر زیادی دارد. ممنوعیت کامل اســتفاده از TBT تا جایگزین مناسب برای آن که کمترین مضرات زیســت محیطی را داشــته و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد زود است[۱۴].

بنت[۱۷] تخمین زده اســت که استفاده از TBT در رنگهای ضد خزه صرفه جویی ســالانه ۷ میلیون تن ســوخت را در پی دارد، وی حســاب کرده که نتیجه صرفه جویی بر روی کشــتیهای بزرگ، کاهش ســالانه ۲۲ میلیــون تن CO_2 و ۰/۶ میلیون تن SO_2 پخش شده در جو است[۱۴].

منابع

1- Alzieu C., 2000,"Environmental Impact of TBT: the French Experience", the Science of the Total Environment, 258, 99102-.

2- Alzieu C., 1998," Tributyltin: Case Study of a Chronic Contaminant in the Coastal Environment", Ocean & Coastal Management, 40, 2336-.

3- Bradi H.B., 2005, "Heavy metals in the Environment", Elsevier Ltd., Amsterdom, 269pp.

4- Davis M.T., P.F. Newell, and N.J. Quinn, 1999, "TBT contamination of an artisanal subsistence fishery in Suva harbour, Fiji", Ocean & Coastal Management, 42, 591-601.

5- Environmental Health Department of the Environment Government of Japan, August 2001, "Report on test of endocrine disrupting effects of tributyltin (TBT) on fish (Draft)".

6- EPA, 2003, "Ambient Aquatic Life Water Quality Criteria for Tributyltin - Final", [EPA 822 – R – 03 – 031].

7- Jamari Z.,March 1999,"ASEAN marine water quality criteria for tributyltin(TBT)",ASEAN-Canad CPMS-II,AMWQC for Tributyltin,.

8- King B.R., 1994,"Encyclopedia of Inorganic Chemistry", John Wiley & Sons Ltd.

9- Mckie J.C., 1987, "Determination of total tin and tributyltin in marine biological materials by electrothermal Atomic Absorption Spectrometry", Analytica Chimica Acta, 197,303308-.

10- Merian E.,et al.,2004,"Elements and their compounds in the environment",vol.2,WILEY-VCH verlag GmbH&Co. KGaa,weinheim.

11- Müller M.D., L. Renberg, and G. Rippen, 1989, "Tributyltin in the environment-Sources, fate and determination an assessment of present status and research needs", Chemosphere, 18, 92042-2015 ,10/.

12- Odman-Ghazi S.O., F. Hatcher, M.M. Whalen, 2005, "Persistent immunotoxic effects of tributyltin in human natural killer cells can be reversed by interleukin 2", Environmental Toxicology and Pharmacology, 19, 25–31.

13- Rüdel H., 2003,"Case study: bioavailability of tin and tin compounds", Ecotoxicology and Environmental Safety, 56, 180–189.

14- Terlizzer A., S. Fraschetti,P. Gianguzza,M. Famali and F. Boero, 2001, "Environmental Impact of Antifouling Technologic", Aquatic Conservation : Marine and Freshwater,11,311317-.

15- U.S. Department of Health and Human Services, .2003. " Draft Toxicological Profile for and Disease Registry".

16- Yebra D.M., S. Kiil, and K. Dam-Jonsen, (2004) "Antifouling technology- past, present and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings", Progress in Organic Coatings, 50, 75 - 104.

17-www.openchemost.net;"Organotin in the Environment", .2005.

18- www.google.com

پا نوشت:

1 - Tin
2 - zin
3 - bar
4 - Stannum
5 - Milne
6 - Haile
7 - International Maritime Organization
8 -Agrochemical
9 - Westeinder
10- Dealkylation
11- Dearylation
12- Gucinskiv
13- Imposex
14- Psedohermaphoditism
15- Natural Killer (NK) Cells
16- The Marine Environmental Protection Committee
17- Benet

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران : www.irsen.org

Environmental effects of Tributyltin compounds

Farokhlagha Amini*
Khashayar Badiei**
Parvin Farshchi*
Gholamreza Nabi Bidhandi***
Nooshin Rastkari**
Mehrnoosh Gerayeshnejad**
*Faculty of Energy and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University
**Research Center for Paint Industries
***Faculty of Environment, Tehran University

Abstract:

Organotin compounds have strong fungicidal and bactericidal properties; therefore, many triorganotins are used as biocides in the environment. Tributyltin (TBT) has been used worldwide in antifouling paints since the 1960s to inhibit the growth of fouling organisms on seafaring vessels and marine structures. When entering marine environment, these compounds have important environmental effects on aquatic organisms of marine ecosystem. That is why, the production of TBT-based antifouling paints had to be banned by 2003 and their application by 2008. In spite of the ban on its use in many countries, tributyltin (TBT) can be measured in water, sediment and biota samples of many coastal and estuary environments.

Key words: Tributyltin, antifouling paint, environmental problems, international regulations

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران : www.irsen.org