علـوم محـیـطی سال پنجم، شماره سوم، بـهار ۱۳۸۷
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.5, No.3 , Spring 2008
۳۳-٤۰

بررسی غلظت سموم کشاورزی ارگانوکلره در گوشت دو ماهی اقتصادی کپور و سفید در سواحل جنوب غربی دریای خزر

وهاب واعظزاده[۱*]، علی ماشینچیان مرادی[۱]، عباس اسماعیلی ساری[۲]، سید محمدرضا فاطمی[۱]

۱- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
۲- گروه شیلات و بیولوژی دریا، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

چکیده

غلظت سموم کشاورزی ارگانوکلره شامل لیندان، هپتاکلر، آلدرین، دیلدرین و ددت در بافت عضله دو ماهی کپور و سفید در ایستگاه‌های جنوب غربی دریای خزر (آستارا، هشتپر، انزلی، کیاشهر و رامسر) اندازه گیری شد. در این تحقیق از دستگاه گاز کروماتوگراف مجهز به آشکار ساز تسخیر الکترون Gas Chromatographs Electron Capture Detectors (GC-ECD) استفاده شد. بیشترین غلظت اندازه‌گیری شده مربوط به ماهی کپور در ایستگاه انزلی با ۱۱/۹۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۳۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود. غلظت آلدرین در تمام نمونه‌ها غیر قابل تشخیص (کمتر از ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن‌تر) بود. میانگین غلظت هر سم در تمام نمونه‌ها اندازه-گیری شد که هپتاکلر با ۲/۶۴۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی بالاترین غلظت را به خود اختصاص داد (۰/۰۷۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر). در ایستگاه آستارا، هیچ‌یک از سموم در نمونه‌های مورد مطالعه تشخیص داده نشدند. با توجه به میزان جذب قابل قبول روزانه Acceptable Daily Intake(ADI) هر سم، مصرف ماهی کپور ایستگاه‌های انزلی و رامسر و ماهی سفید ایستگاه هشتپر از نظر آلودگی به سم هپتاکلر و ماهی سفید ایستگاه کیاشهر از نظر آلودگی به سم دیلدرین خطرناک ارزیابی شد. غلظت سموم کشاورزی ارگانوکلره در ماهی‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که علاوه بر غلظت‌های ذکر شده در بالا غلظت سم ددت در ماهی سفید ایستگاه رامسر نیز از حد بیشینه باقی‌مانده (MRL) Maximum Residue Limit تجاوز می‌کند.

کلیدواژه‌ها: سموم کشاورزی ارگانوکلره، ماهی کپور، ماهی سفید، دریای خزر.

Study of Organochlorine Pesticides in Muscle Tissue of Two Commercial Fish Species (*Cyprinus carpio & Rutilus frisii kutum*) in Southwest of the Caspian Sea

Vahab Vaezzadeh[1*], Ali Mashinchian Moradi1, Abbas Esmaili Sari[2], Seyyed Mohammadreza Fatemi[1]

1- Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, Science and Research Campus, Islamic Azad University
2- Department of fisheries and Marine Biology, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University

Abstract

Organochlorine pesticides including lindane, heptachlor, aldrin, dieldrin and DDT were analized in muscle tissue of two commercial fish species, (Cyprinus carpio and Rutilus frisii) from five stations in the southwest Caspian Sea (Astara-Hashtpar-Anzali-Kiashahr and Ramsar). There was no pesticide contamination in fish samples of Astara. Heptachlor in muscle tissue of Cyprinus carpio from Anzali had the highest concentration (11.964 mg/kg - lipid weight basis) among all fish samples. Mean level of each pesticide was calculated in all fish samples. The results showed that among other pesticides, heptachlor is the main contaminant in southwest of Caspian Sea (2.6479 mg/kg - lipid weight basis). Generally, in comparison with Acceptable Daily Intake (ADI) established by FAO/WHO, the levels of heptachlor in muscle tissue of Cyprinus carpio from Anzali and Ramsar, Rutilus frisii from Hashtpar and level of dieldrin in muscle tissue of Rutilus frisii from Kiashahr can have health risk to consumers. The concentration of above mentioned pesticides in the same fish samples are higher than Maximum Residue Limit (MRL). In addition, level of DDT in muscle tissue of Rutilus frisii from Ramsar exceeds the MRL values.

Key words: organochlorine pesticides, *Cyprinus carpio*, *Rutilus frisii*, Caspian sea.

* Corresponding author. *E-mail Address*: vvaezzadeh@yahoo.com

مقدمه

از آنجا که جنوب غربی دریای خزر به عنوان قطب مهم کشاورزی کشور محسوب می‌شود و با توجه به تراکم کشت‌های مختلف، استفاده از سموم کشاورزی, قارچ کش و علف کش در مزارع بسیار بالا می‌باشد. غالباً پس از مصرف, سموم از چند طریق نظیر شستشوی خاک مزارع در اثر بارش باران و نشت پساب‌های کشاورزی و وزش باد وارد رودخانه‌ها می‌شود و در نتیجه به آلوده نمودن آب دریا منجر می گردد.

با توجه به چرخه حیات ماهیان با ارزش اقتصادی نظیر سفید، کفال، کولی، کپور و... در سواحل دریا، این سموم در بافت این ماهی‌ها تجمع می‌یابد و به این ترتیب خساراتی که این سموم به جوامع انسانی از طریق مصرف یا حضور آبزیان آلوده می‌زنند کمتر از خساراتی که به محیط و اکوسیستم‌های آبی به طور مستقیم وارد می‌شود نیست. بنابراین مضرات مصرف بیش از حد این سموم در درجه اول متوجه خود انسان می‌باشد و هر روز بیماری‌های مختلفی گریبانگیر مردم می‌شود. خصوصاً سموم ارگانوکلره که نیمه عمر بالایی دارند و برای چندین سال در محیط باقی می‌مانند (مثلاً نیمه عمر ددت ۲۰ سال است) و متعاقباً در بدن موجودات آبزی تجمع می‌یابند. آفتکش‌ها تأثیر خود را بر روی سیستم عصبی و اساساً مغز می گذارند. تماس ملایم سبب سردرد و گیجی و کرختی وضعف اعضای انتهایی بدن می‌شود. تماس شدید منجر به اسپاسم تمام عضلات شده و نهایتاً موجب تشنج می‌شود. این مواد مشکوک به سرطان زایی هستند.

استفاده از سموم آفت‌کش در بین کشاورزهای ایرانی رواج یافته است. ۳/۴ میلیون کشاورز در ایران روی ۱۸/۵ میلیون هکتار زمین که هم اندازه کل سرزمین کشور سوریه است کشاورزی می کنند. سه استان اصلی تولیدات کشاورزی ایران استان های گیلان, مازندران و گلستان هستند که در امتداد سواحل دریای خزر قرار دارند. محصولات اصلی این نواحی برنج, مرکبات, پنبه و توتون است (Heidari, 2003). بیش از ۲۷۰۰۰ تن آفت‌کش در طول سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۰۰ مورد استفاده قرار گرفته که حدود ۱۶۰۰۰ تن آن تولید داخل بوده است. ایران مبلغ ۱۲۵ میلیون دلار برای واردات آفت‌کش در سال ۲۰۰۲ هزینه کرده است. اگرچه این حجم وسیع آفت‌کش در سراسر کشور توزیع می شود, ۶۰ درصد آن در سه استان شمالی کشور در مجاورت دریای خزر توزیع می شود. ۲۵ درصد استفاده آفت‌کش در ایران به تنهایی در تولید برنج استفاده می‌شود. از آفتکش‌های معمول مورد استفاده, ۲۵ مورد در دیگر کشورها ممنوع شده و بعضی در ایران کنار گذاشته شده است, اما هنوز به آسانی می‌توان آنها را از بازار سیاه به صورت قاچاق خریداری کرد و استفاده از آنها در مزارع برنج, پنبه, مرکبات و دیگر محصولات ادامه دارد (Heidari, 2003). با توجه به حلالیت بالای آفت کش‌های ارگانوکلره در بافت چربی این مواد به سادگی از بدن موجودات دفع نمی‌شوند. انتقال آفت کش‌ها در طول زنجیره غذایی با تجمع زیستی و بزرگنمایی زیستی همراه است (Pinet, 2006).

آفت کش‌ها در بدن پستانداران (از جمله انسان) با غلظت‌های بالایی مشاهده شده‌اند. این مواد به علت فعل و انفعالات شیمیایی اندک، پایداری در مقابل اکسیداسیون و پایداری در مقابل دیگر فرایندهای تخریب در محیط به مدت طولانی باقی می‌مانند (Great Lakes Basin Commission, 1975). فروپاشی اتحاد شوروی و ظهور کشورهای ساحلی جدید در حاشیه دریای خزر سبب شد بیش از پیش پهنه آبی منحصر بفرد دریای خزر تحت تأثیر آلاینده‌های متعدد و متنوع قرار گیرد. حساسیت و شکنندگی محیط زیست دریای خزر به جهت بسته بودن محیط آن و انباشته شدن آلاینده‌های مختلف به نوعی دریای خزر را با بحران اکولوژیک روبرو نمود (Bundy , 1996). در این تحقیق آلودگی ماهیان اقتصادی دریای خزر به سموم کشاورزی ارگانوکلره مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

جهت تهیه نمونه‌های ماهی تیم نمونه بردار با تجهیزات لازم اوایل فروردین ماه ۱۳۸۵ به ایستگاه‌هایی که از قبل شناسایی و تعیین گردیده بود عزیمت نمود. انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری به گونه‌ای بود که اولاً صید به میزان قابل توجه در آن مکان‌ها صورت گیرد, ثانیاً گونه-های مورد مطالعه در این ایستگاه‌ها قابل دسترسی و نمونه برداری باشند و نهایتاً فاصله ایستگاه‌های نمونه برداری تقریباً یکسان بوده به‌طوری‌که یک تصویر کلی از وضعیت آلودگی سواحل جنوبی دریای خزر قابل بررسی باشد. دو گونه ماهی کپور و سفید از ایستگاه‌های جنوب غربی دریای خزر شامل آستارا, هشتپر, انزلی, کیاشهر و رامسر به تعداد سه نمونه از هر گونه در هر ایستگاه از صیادان محلی خریداری شد.

ماهی‌ها با اندازه متوسط انتخاب و نمونه برداری شدند. نمونه‌ها در یخدان در دمای زیر چهار درجه سانتی‌گراد به‌سرعت به آزمایشگاه انتقال یافته و بلافاصله در دمای کمتر از $18^{o}C$- منجمد شدند. برای آماده‌سازی نمونه‌های ماهی, نمونه‌های کاملاً منجمد شده با قرار گرفتن در یخچال با دمای حدود $4^{o}C$ در طول شب از حالت انجماد خارج شدند. بافت عضله ماهی جدا شد و سپس نمونه‌های مرطوب به وسیله سولفات سدیم بدون آب (سه الی چهار برابر وزن نمونه) خشک گردیدند. حدود پنج تا ده گرم از نمونه خشک شده به‌دقت توزین شد و نمونه با استفاده از دستگاه سوکسله توسط حدود ۲۰۰ میلی‌لیتر هگزان نرمال استخراج گردید. ۱ میلی‌لیتر از محلول جدا شد و توسط گاز نیتروژن کاملاً خشک شد و میزان لیپید قابل استخراج در نمونه به روش وزن سنجی اندازه‌گیری شد. مابقی محلول استخراج شده درون دستگاه تبخیر دورانی (Rotary Evaporator) قرار گرفت و تا حجم حدود ۱۵ میلی‌لیتر تغلیظ گردید. باقی حلال موجود در این محلول توسط دمیدن گاز نیتروژن خشک و خالص, به ملایمت تا یک میلی‌لیتر تبخیر و تغلیظ گردید. برای خالص سازی سموم ارگانوکلره از ستون فلوروسیل(florisil column) و حلال هگزان و دی کلرومتان استفاده گردید. ابتدا ۷۰ میلی‌لیتر هگزان به دقت اندازه گیری شده و به ستون اضافه گردید. در مرحله بعد ۵۰ میلی‌لیتر مخلوط ۷۰ درصد هگزان و ۳۰ درصد دی کلرومتان به ستون اضافه شده و در سومین بخش از ۴۰ میلی‌لیتر دی کلرومتان خالص استفاده گردید. اندازه‌گیری سموم ارگانوکلره توسط دستگاه گاز کروماتوگراف مجهز به آشکارساز تسخیر الکترون (GC-ECD) انجام شد (MOOPAM, 1999). براساس نتایج به دست آمده نمودارها توسط نرم افزار اکسل (Excel) رسم شدند.

نتایج

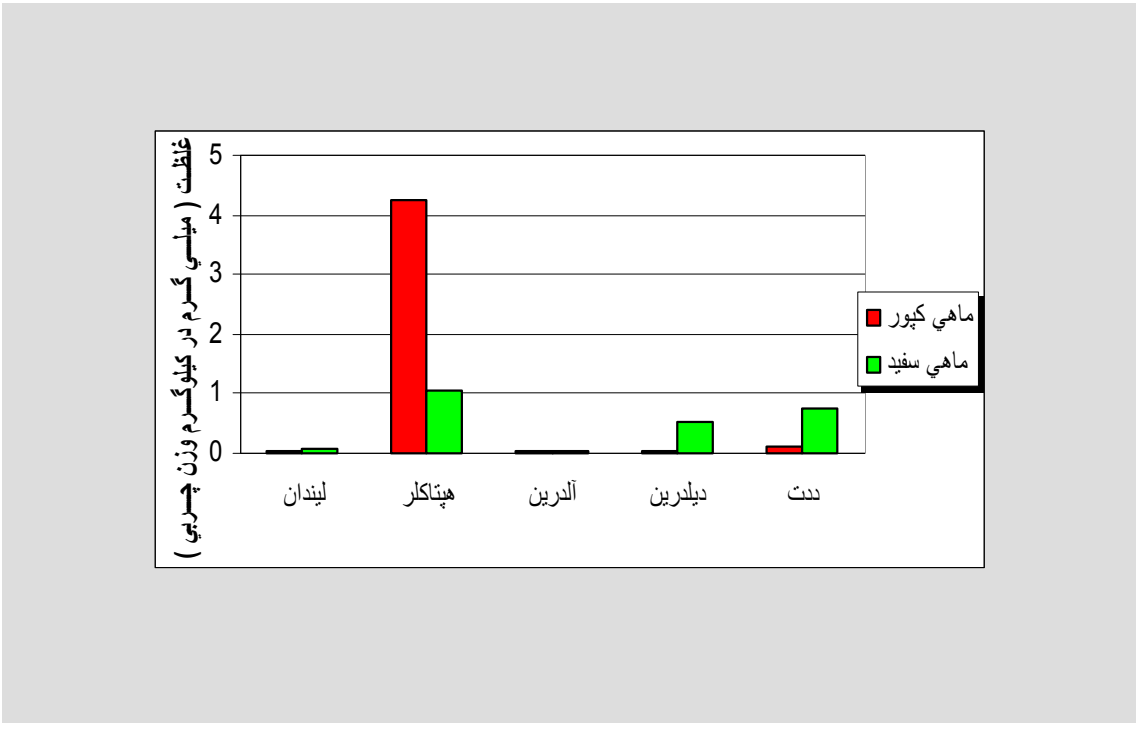
میزان سموم کشاورزی ارگانوکلره شامل لیندان, هپتاکلر, آلدرین, دیلدرین و ددت در دو ماهی کپور و سفید در ایستگاه‌های جنوب غربی دریای خزر (آستارا, هشتپر, انزلی, کیاشهر و رامسر) اندازه‌گیری شد. غلظت سم لیندان از غیر قابل تشخیص (کمتر از ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) تا ۰/۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۰۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) متغییر بود. بیشترین غلظت در ماهی سفید ایستگاه رامسر تشخیص داده شد. متوسط سم لیندان در دو ماهی کپور و سفید در ایستگاه‌های مورد مطالعه به ترتیب کمتر از ۰/۰۳۷ و ۰/۰۸۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن چربی (کمتر از ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) به دست آمد (شکل ۱). سم هپتاکلر بیشترین غلظت را در بین سموم مورد مطالعه در این تحقیق به خود اختصاص داد (شکل ۲). غلظت این سم از غیر قابل تشخیص (کمتر از ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) تا ۱۱/۹۶۴ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۳۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) متغییر بود. سم هپتاکلر در ماهی کپور ایستگاه انزلی بیشترین غلظت سم در کل نمونه‌های

این تحقیق را نشان می‌دهد. غلظت متوسط هپتاکلر در تحقیق حاضر در دو ماهی کپور و سفید به ترتیب۴/۲۴۴۸ و ۱/۰۵۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۱۱۷ و ۰/۰۲۷۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) محاسبه شد (شکل ۱).

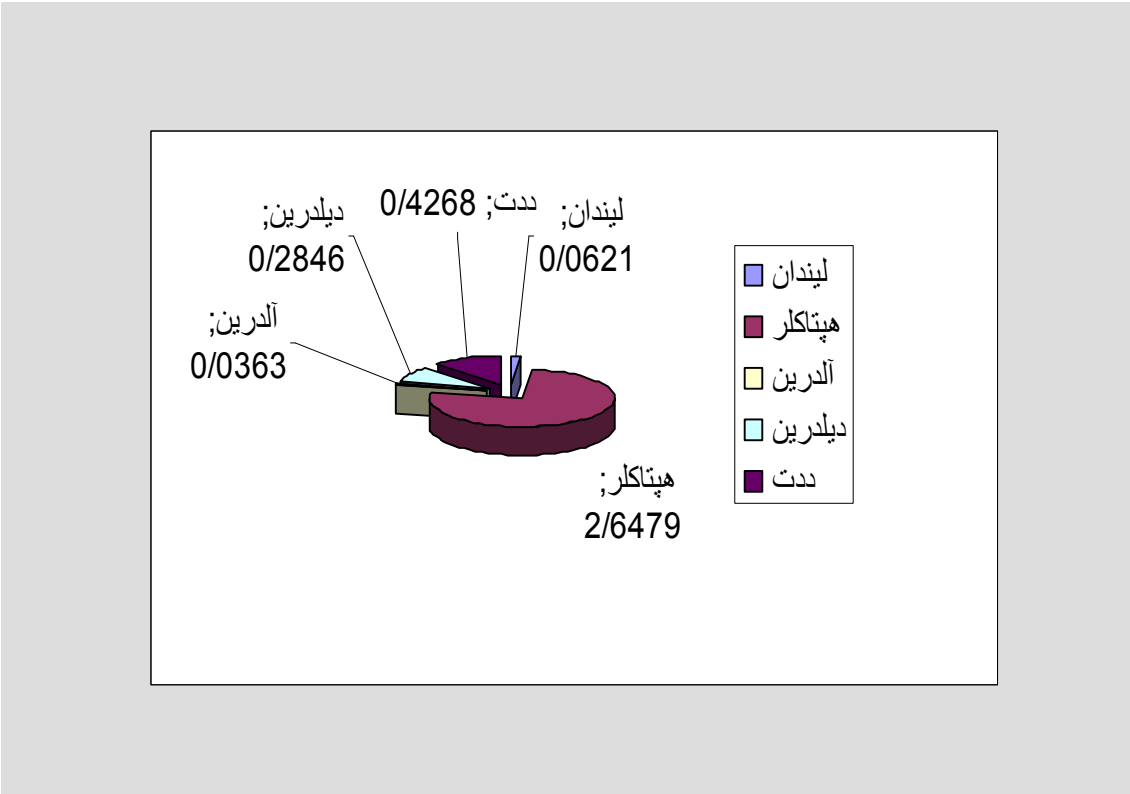
سم آلدرین در تمام نمونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق غیر قابل تشخیص(کمتر از ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود.

غلظت سم دیلدرین از غیر قابل تشخیص(کمتر از ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) تا ۲/۳۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۶۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) متغییر بود. بیشترین غلظت سم دیلدرین در ماهی سفید ایستگاه کیاشهر با ۲/۳۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۶۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) یافت شد. میانگین دیلدرین در تحقیق حاضر در ماهی‌های کپور و سفید به ترتیب ۰/۰۴۴۴ و ۰/۵۲۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۰۱۲ و ۰/۰۱۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود (شکل ۱).

غلظت سم ددت از غیر قابل تشخیص تا ۲/۸۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۸۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) متغییر بود. بیشترین غلظت ددت در این تحقیق در ماهی سفید در ایستگاه رامسر با ۲/۸۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۸۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) یافت شد. در تحقیق حاضر میزان متوسط ددت در دو ماهی کپور و سفید به ترتیب ۰/۱۰۱۴ و ۰/۷۵۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۰۲۸ و ۰/۰۰۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود (شکل ۱). جدول ۱ میزان سموم کشاورزی ارگانوکلره را در بافت عضله ماهی‌های کفال، کولی، کپور و سفید در ایستگاه‌های جنوب غربی دریای خزر در یک نمای کلی نشان می‌دهد.



شکل ۱ – میانگین سموم کشاورزی ارگانوکلره را در بافت عضله دو ماهی کپور و سفید در کلیه ایستگاه های جنوب غربی دریای خزر



شکل۲ – میانگین سموم کشاورزی ارگانوکلره در بافت عضله هر دو گونه ماهی کپور و سفید در کلیه ایستگاه‌های سواحل جنوب غربی دریای خزر (میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی)

جدول ۱ – میزان سموم کشاورزی ارگانوکلره در بافت عضله ماهی‌های سواحل جنوب غربی دریای خزر (میلی‌گرم در کیلوگرم)

		لیندان		هپتاکلر		آلدرین		دیلدرین		ددت	
		بر پایه وزن تر	بر پایه وزن چربی	بر پایه وزن تر	بر پایه وزن چربی	بر پایه وزن تر	بر پایه وزن چربی	بر پایه وزن تر	بر پایه وزن چربی	بر پایه وزن تر	بر پایه وزن چربی
ماهی کپور	حداکثر	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۴	۰/۳۳۵	۱۱/۹۶۴	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۷۴	۰/۰۰۹	۰/۳۲۱
	حداقل	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۴	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۴	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۴	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۴	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۴
	میانگین	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۷	۰/۱۱۷	۴/۲۴۴۸	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۷	۰/۰۰۱۲	۰/۰۴۴۴	۰/۰۰۲۸	۰/۱۰۱۴
ماهی سفید	حداکثر	۰/۰۰۹	۰/۲۹	۰/۱۳۳	۵/۱۱۵	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۸	۰/۰۶۲	۲/۳۸۵	۰/۰۸۹	۲/۸۷۱
	حداقل	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۳	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۲	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۲	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۷	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۷
	میانگین	۰/۰۰۲۶	۰/۰۸۷۲	۰/۰۲۷۴	۱/۰۵۱	‹۰/۰۰۱	<۰/۰۳۵۶	۰/۰۱۳۸	۰/۵۲۴۸	۰/۰۲۳	۰/۷۵۲۲

بحث

آلوده‌ترین ایستگاه از نظر آلودگی به سم لیندان ایستگاه رامسر با متوسط ۰/۱۶۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) (شکل ۳) و آلوده‌ترین ماهی، ماهی سفید با متوسط ۰/۰۸۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۰۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود. در تحقیقی دیگر بر روی ماهی‌های سواحل کراچی متوسط لیندان ۵/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی اندازه‌گیری شد که از متوسط لیندان در ماهی‌های مورد مطالعه در سواحل جنوب غربی دریای خزر (۰/۰۶۲۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی) به مراتب بیشتر است. گونه‌های غالب مورد مطالعه در این تحقیق Mugilو Mushka بودند (Munshi *et al.*, 2004). متوسط سم لیندان در تحقیق حاضر (۰/۰۰۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) از میزان متوسط به دست آمده در تحقیق مشابه بر روی همین ماهی‌ها (کپور و سفید) در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (۰/۰۰۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) کمتر است (Binesh et al., 2006). با مقایسه با جذب قابل قبول روزانه که توسط FAO/WHO اعلام شده است, مصرف ماهی از نظر آلودگی به سم لیندان در ایستگاه‌های جنوب غربی دریای خزر در محدوده خطر قرار نداشت. همچنین غلظت لیندان به دست آمده در نمونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق از حد بیشینه باقیمانده تجاوز نمی‌کرد. میزان ADI و MRL برای سموم مورد مطالعه در این تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است.

آلوده‌ترین ایستگاه از نظر آلودگی به سم هپتاکلر ایستگاه هشتپر با متوسط ۵/۹۹۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۱۶۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) (شکل ۳) و آلوده‌ترین ماهی نسبت به این سم ماهی کپور با متوسط ۴/۲۴۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۱۱۷ گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود. یک مطالعه در سال ۱۹۹۷ بر روی باقیمانده آفتکش‌ها در ۱۸ رودخانه در سه استان ساحلی جنوب دریای خزر چندین آفت‌کش ارگانوکلره متعلق به آفتکش‌های آلی پایدار را نشان می‌دهد. در این بین بالاترین میزان مربوط به هپتاکلر می‌باشد (۰/۰۰۵–۱۴/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) (Heidari, 2003). این داده‌ها با بالا بودن هپتاکلر در بافت ماهی در

جدول ۲ – میزان ADI و MRL برای پنج سم لیندان, هپتاکلر, آلدرین, دیلدرین و ددت

	لیندان	هپتاکلر	آلدرین	دیلدرین	ددت
ADI	۰–۰/۰۰۸	۰–۰/۰۰۰۵	۰–۰/۰۰۰۱	۰–۰/۰۰۰۱	۰–۰/۰۲
MRL	۲	۰/۱۵–۰/۲	۰/۲	۰/۲	۱

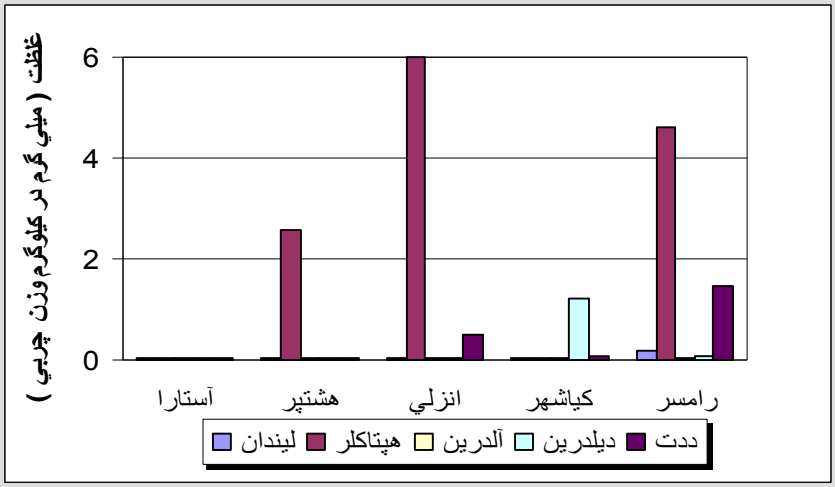
* ADI (Acceptable Daily Intake) (mg/kg b.w.)

* MRL (Maximum Residue Limit) (mg/kg lipid weight)

تحقیـق حاضـر هـم‌خـوانی دارد. متوسـط هپتـاکلر در ماهی‌های مورد مطالعه در این تحقیق (۰/۰۷۲۲ میلی‌گـرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) از متوسط این سم در تحقیـق مشابه در سواحل جنوب شرقی دریای خزر بر روی همین دو ماهی (۰/۱۸۸۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تـر) کمتر است. با توجه به میزان ADI مصرف ماهی کپـور در دو ایستگاه انزلی و رامسر و ماهی سفید در ایستگاه هشتپر از نظـر آلـودگی بـه هپتـاکلر خطرنـاک ارزیـابی شـد. در مقایسه با میزان MRL, غلظت هپتاکلر بـه دسـت آمـده در تحقیق حاضر در چند مورد از این میـزان بیـشتر بـود. ایـن موارد شامل ماهی کپور در دو ایـستگاه انزلـی و رامـسر و ماهی سفید در ایستگاه هشتپر بودند.

سم آلدرین در تمام نمونه‌های مـورد مطالعـه در ایـن تحقیق غیر قابل تـشخیص(کمتـر از ۰/۰۰۱ میلـی‌گـرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود.

ایـستگاه کیاشـهر بـا متوسـط ۱/۲۰۹۵ میلـی‌گـرم در کیلـوگرم بـر پایـه وزن چربـی (۰/۰۳۱۵ میلـی‌گـرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) آلوده‌ترین ایستگاه (شـکل ۳) و ماهی سفید با متوسط ۰/۵۲۴۸ میلی‌گـرم در کیلـوگرم بـر پایه وزن چربی (۰/۰۱۳۸ میلی‌گـرم در کیلـوگرم بـر پایـه وزن تر) آلوده‌ترین ماهی از نظر آلودگی به سم دیلدرین شـناخته شـدند. غلظـت دیلـدرین در مـاهی‌هـای سـواحل کراچی ۶/۲۲ میلی‌گرم در کیلـوگرم بـر پایـه وزن چربـی اندازه گیری شـد کـه از غلظـت دیلـدرین در مـاهی‌هـای سواحل جنوب غربی دریای خزر (۰/۲۸۴۶ میلـی‌گـرم در کیلـوگرم بـر پایـه وزن چربـی) بـه مراتـب بیـشتر اسـت. گونه‌هـای غالـب مـورد مطالعـه در ایـن تحقیـق Mugil و Mushka بودنـد (Munshi *et al.*, 2004). غلظـت آلـدرین در تحقیقی مشابه تحقیق حاضر در سواحل جنوب شـرقی دریای خزر بر روی همین دو مـاهی وضـعیت مـشابهی را نشان داد. در مورد دیلدرین متوسـط ایـن سـم در تحقیـق مـشابه در سـواحل جنـوب شـرقی دریـای خـزر (۰/۰۰۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بـر پایـه وزن تـر) کمتـر از تحقیـق حاضر (۰/۰۰۷۵ میلی‌گرم در کیلـوگرم بـر پایـه وزن تـر) است. با توجه به میزان ADI مصرف ماهی از نظر آلودگی بـه سـم آلـدرین در سـواحل جنـوب غربـی دریـای خـزر خطرناک نیست. در مـورد سـم دیلـدرین مـصرف مـاهی سفید در ایستگاه کیاشهر خطرناک ارزیابی شد. غلظت‌های به دست آمده از آلدرین در نمونه‌های این تحقیق پایین تـر از میزان MRL بود. غلظت دیلدرین در مـاهی سـفید ایـستگاه



شکل ٤- میانگین سموم کشاورزی ارگانوکلره را در بافت عضله هر دو ماهی کپور و سفید در هر یک از ایستگاه های جنوب غربی دریای خزر

کیاشهر از میزان MRL بیشتر بود و در دیگر نمونه‌ها پایین‌تر از میزان MRL بود. ایستگاه رامسر با متوسط ۱/۴۷۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۴۵۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) آلوده‌ترین ایستگاه (شکل ۳) و ماهی سفید با متوسط ۰/۷۵۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) آلوده‌ترین ماهی از نظر آلودگی به سم ددت در ایستگاه‌های جنوب غربی دریای خزر بودند. در تحقیقی دیگر غلظت ددت در ماهی‌های سواحل کراچی ۸۱/۱۵ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی اندازه‌گیری شد که در مقایسه با غلظت ددت در ماهی‌های سواحل جنوب غربی دریای خزر (۰/۴۲۶۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی) به مراتب بیشتر است. گونه‌های غالب مورد مطالعه در این تحقیق Mugil و Mushka بودند (Munshi *et al*., 2004). در تحقیق مشابه با تحقیق حاضر در سواحل جنوب شرقی دریای خزر بر روی همین دو ماهی متوسط ددت (۰/۰۲۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بیشتر از تحقیق حاضر (۰/۰۱۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) تشخیص داده شد. با توجه به میزان ADI ددت, مصرف ماهی در هیچ یک از ایستگاه‌های این تحقیق خطرناک تشخیص داده نشد. همچنین به جز ماهی سفید ایستگاه رامسر غلظت به دست آمده در دیگر نمونه‌های این تحقیق از میزان MRL کمتر بود (www.fao.org).

سپاسگذاری

ما از سازمان حفاظت محیط زیست تهران برای حمایت مالی این تحقیق و آزمایشگاه دفع آفات و نباتات کشاورزی برای همیاری‌شان سپاسگذاریم.

منابع

Binesh A., A. Mashinchian Moradi, A. Esmaili Sari and S.M.R. Fatemi (2006). Study of Organochlorine Pesticides in muscle tissue of four commercial fish species (Liza auratus, Vimba vimba, Cyprinus carpio & Rutilus frisii) in the southeast of the Caspian Sea. (Unpublished).

Bundy, R. (1996). Legal Aspects of Protecting the Environment of the Caspian: *Review of European Community & International Environmental Law,* SOAS, 2: P. 131.

Great Lakes Basin Commission (1975). Great Lakes Basin framework study, Appendix 8: Ann Arbor. *Mich: Great Lakes Basin Commission*. 47-49.

Heidari, H. (2003). *Farmer field schools (FFS) slash pesticide use and exposure in Islamic Republic of Iran Agro-Chemicals Report*. Vol. III, No. 1:23-24.

http://www.fao.org/ag/agp/agpp/pesticid/jmpr/Download/93/ddt.pdf

http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg014.htm

http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg021.htm

http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg054.htm

http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v00pr03.htm

MOOPAM (1999). *Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analysis Methods.*

Munshi, A.B., D. Schulz – Bull, R. Schneider and R. Zuberi (2004). *Organochlorine concentrations in various fish from different locationd at Karachi coast. Marine Pollution Bulletin* 49: 597–601

Pinet Paul, R. (2006). *Invitation to oceanography* (fourth edition); Jones and Bartlett publishers.