



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، آلدترین، دیلدرین و ددت در بافت عضله دو ماهی کپور و سفید در ایستگاه‌های جنوب غربی دریای خزر (آستارا، هشتپر، انزلی، کياشهر 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 اندازه گیری شده مربوط به ماهی کپور در ایستگاه انزلی با ۱۱/۹۶۴ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۳۳۵ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود. غلظت آلدترین در تمام نمونه‌ها غیر قابل تشخیص (کمتر از ۰/۰۰۱ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود. میانگین غلظت هر سم در تمام نمونه‌ها اندازه گیری شد که هپتاکلر با ۲/۶۴۷۹ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی بالاترین غلظت را به خود اختصاص داد (۰/۰۷۲۲ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر). در ایستگاه آستارا، هیچ یک 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 کياشهر 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 باقی مانده (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 Sari², Seyyed Mohammadreza Fatemi¹

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 analyzed 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 می‌گردد.

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 آبیان 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 آبی تجمع می‌یابند. آفتکش‌ها تأثیر خود را بر روی سیستم عصبی و اساساً مغز می‌گذارند. تماس ملایم سبب سردرد و گیجی و کرختی و ضعف 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 آفت کش 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 می‌کنند. 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 آفت کش 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 آفت کش در سال ۲۰۰۲ هزینه کرده است. اگرچه این حجم وسیع آفت کش در سراسر کشور توزیع می‌شود، ۶۰ درصد آن در سه استان شمالی کشور در مجاورت دریای خزر توزیع می‌شود. ۲۵ درصد استفاده آفت کش در ایران به تهنایی 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

گردید. برای خالص سازی سموم ارگانوکلره از ستون فلوروسیل (florisil column) و حلال هگزان و دی کلرومتان استفاده گردید. ابتدا ۷۰ میلی لیتر هگزان به دقت اندازه گیری شده و به ستون اضافه گردید. در مرحله بعد ۵۰ میلی لیتر مخلوط ۷۰ درصد هگزان و ۳۰ درصد دی کلرومتان به ستون اضافه شده و در سومین بخش از ۴۰ میلی لیتر دی کلرومتان خالص استفاده گردید. اندازه گیری 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، آلدین، دیلدرین و ددت در دو ماهی کپور و سفید در ایستگاه‌های جنوب غربی دریای خزر (آستارا، هشتپر، انزلی، کیشهر و رامسر) اندازه گیری شد. غلظت سم لیندان از غیر قابل تشخیص (کمتر از ۰/۰۰۱ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) تا ۰/۲۹ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۰۹ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) متغیر 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 میلی گرم در کیلوگرم وزن چربی (کمتر از ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۲۶ میلی گرم 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 میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) تا ۱۱/۹۶۴ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۳۳۵ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) متغیر بود. سم هپتاکلر در ماهی کپور ایستگاه انزلی بیشترین غلظت سم در کل نمونه‌های

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 نمونه برداری به گونه‌ای بود که اولاً صید به میزان قابل توجه در آن مکان‌ها صورت گیرد، ثانیاً گونه‌های مورد مطالعه در این ایستگاه‌ها قابل دسترسی و نمونه برداری باشند و نهایتاً فاصله ایستگاه‌های نمونه برداری تقریباً یکسان بوده به طوری که 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، کیشهر 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 سانتی گراد به سرعت به آزمایشگاه انتقال یافته و بلافاصله در دمای کمتر از 18°C - منجمد شدند. برای آماده سازی نمونه‌های ماهی، نمونه‌های کاملاً منجمد شده با قرار گرفتن در یخچال با دمای حدود 4°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 به دقت توزین شد و نمونه با استفاده از دستگاه سوکسله توسط حدود ۲۰۰ میلی لیتر هگزان نرمال استخراج گردید. ۱ میلی لیتر از محلول جدا شد و توسط گاز نیتروژن کاملاً خشک شد و میزان لیپید قابل استخراج در نمونه به روش وزن سنجی اندازه گیری شد. مابقی محلول استخراج شده درون دستگاه تبخیر دورانی (Rotary Evaporator) قرار گرفت و تا حجم حدود ۱۵ میلی لیتر تغلیظ گردید. باقی حلال موجود در این محلول توسط دمیدن گاز نیتروژن خشک و خالص، به ملایمت تا یک میلی لیتر تبخیر و تغلیظ

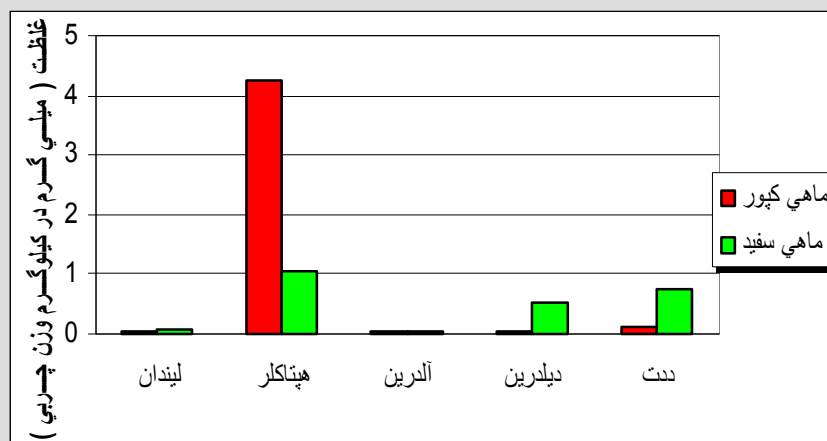
ترتیب ۰/۰۴۴۴ و ۰/۵۲۴۸ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۱۲ و ۰/۰۱۳۸ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود (شکل ۱).

غلظت سم ددت از غیر قابل تشخیص تا ۲/۸۷۱ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۸۹ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) متغیر بود. بیشترین غلظت ددت در این تحقیق در ماهی سفید در ایستگاه رامسر با ۲/۸۷۱ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۸۹ میلی گرم 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 میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۰۲۸ و ۰/۰۰۲۳ میلی گرم 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.

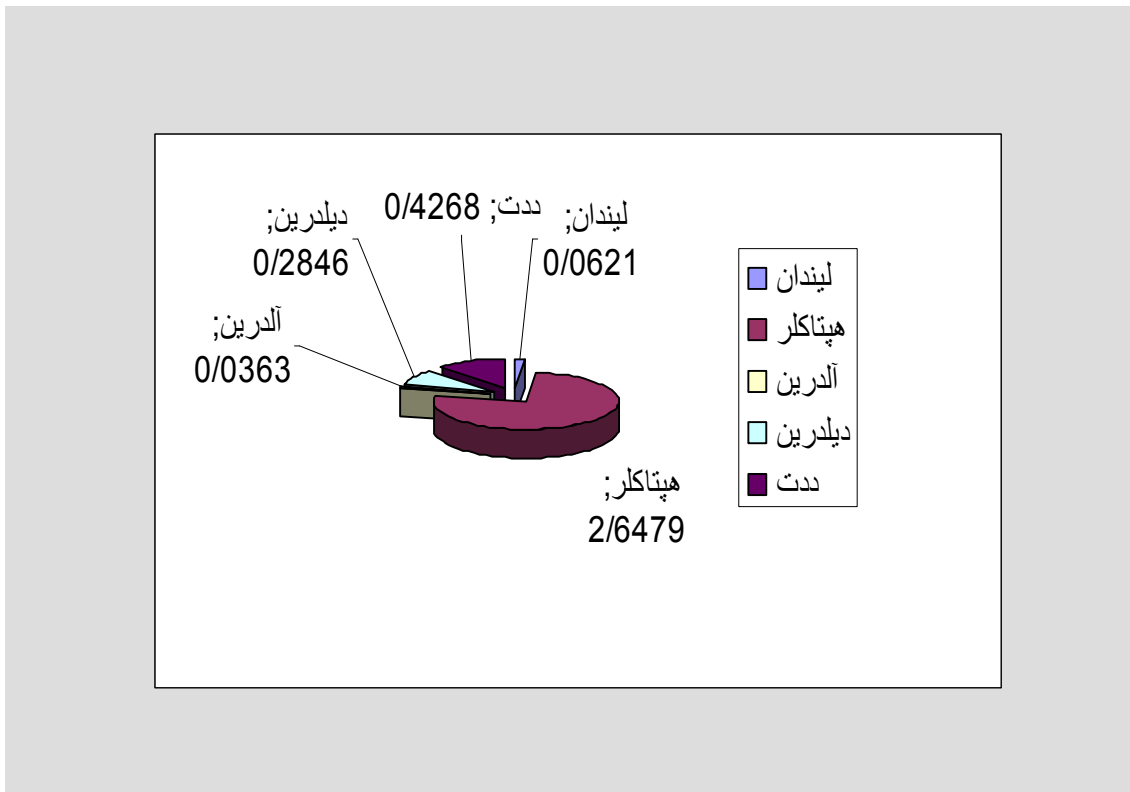
این تحقیق را نشان می‌دهد. غلظت متوسط هیتاکلر در تحقیق حاضر در دو ماهی کپور و سفید به ترتیب ۴/۲۴۴۸ و ۱/۰۵۱ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۱۱۷ و ۰/۰۲۷۴ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) محاسبه شد (شکل ۱).

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

غلظت سم دیلدین از غیر قابل تشخیص (کمتر از ۰/۰۰۱ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) تا ۲/۳۵۸ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۶۲ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) متغیر بود. بیشترین غلظت سم دیلدین در ماهی سفید ایستگاه کیشهر با ۲/۳۵۸ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۶۲ میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) یافت شد. میانگین دیلدین در تحقیق حاضر در ماهی‌های کپور و سفید به



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



شکل ۲ - میانگین سموم کشاورزی ارگانوکلره در بافت عضله هر دو گونه ماهی کپور و سفید در کلیه ایستگاه‌های سواحل جنوب غربی دریای خزر (میلی گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی)

جدول ۱ - میزان سموم کشاورزی ارگانوکلره در بافت عضله ماهی‌های سواحل جنوب غربی دریای خزر (میلی گرم 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	<0/001	<0/04	0/335	11/964	<0/001	<0/04	0/002	0/074	0/009	0/321
	حداقل	<0/001	<0/034	<0/001	<0/034	<0/001	<0/034	<0/001	<0/034	<0/001	<0/034
	میانگین	<0/001	<0/037	0/117	4/2448	<0/001	<0/037	0/0012	0/0444	0/0028	0/1014
ماهی سفید	حداکثر	0/009	0/29	0/133	5/115	<0/001	<0/038	0/062	2/385	0/089	2/871
	حداقل	<0/001	<0/033	<0/001	<0/032	<0/001	<0/032	<0/001	<0/037	<0/001	<0/037
	میانگین	0/0026	0/0872	0/0274	1/051	<0/001	<0/0356	0/0138	0/5248	0/023	0/7522

بحث

آلوده‌ترین ایستگاه از نظر آلودگی به سم لندان 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 لندان ۵/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی اندازه‌گیری شد که از متوسط لندان 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 *Mugil* و *Mushka* بودند (Munshi et al., 2004). متوسط سم لندان 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

آلوده‌ترین ایستگاه از نظر آلودگی به سم لندان 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 لندان ۵/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی اندازه‌گیری شد که از متوسط لندان 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 *Mugil* و *Mushka* بودند (Munshi et al., 2004). متوسط سم لندان 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

جدول ۲ نشان داده شده است. آلوده‌ترین ایستگاه از نظر آلودگی به سم هپتاکلر ایستگاه هشپیر 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 (۱۴/۳۵-۰/۰۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) (Heidari, 2003). این داده‌ها با بالا بودن هپتاکلر در بافت ماهی در

جدول ۲ - میزان ADI و MRL برای پنج سم لندان، هپتاکلر، آلدترین، دیلدترین و ددت

	لندان	هپتاکلر	آلدترین	دیلدترین	ددت
ADI	۰-۰/۰۰۸	۰-۰/۰۰۰۵	۰-۰/۰۰۰۱	۰-۰/۰۰۰۱	۰-۰/۰۰۲
MRL	۲	۰/۱۵-۰/۲	۰/۲	۰/۲	۱

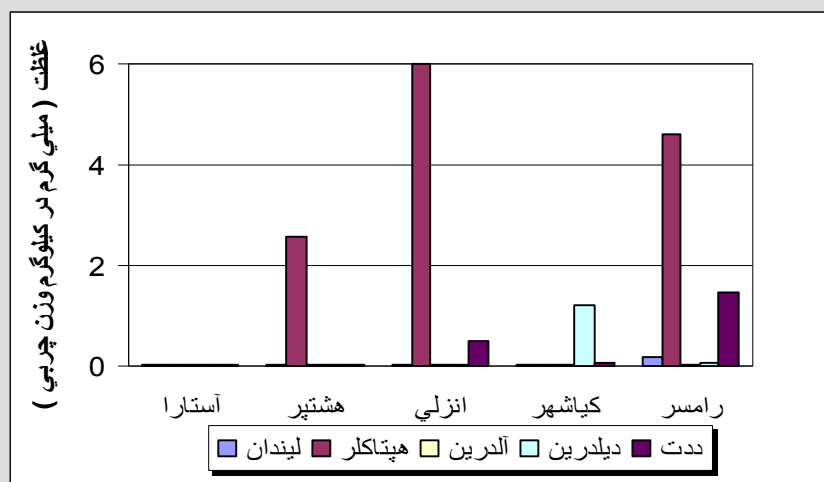
* ADI (Acceptable Daily Intake) (mg/kg b.w.)

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

وزن تر) آلوده‌ترین ماهی از نظر آلودگی به سم دیلدین شناخته شدند. غلظت دیلدین در ماهی‌های سواحل کراچی ۶/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی اندازه‌گیری شد که از غلظت دیلدین در ماهی‌های سواحل جنوب غربی دریای خزر (۰/۲۸۴۶ 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). غلظت آلدین در تحقیقی مشابه تحقیق حاضر در سواحل جنوب شرقی دریای خزر بر روی همین دو ماهی وضعیت مشابهی را نشان داد. در مورد دیلدین متوسط این سم در تحقیق مشابه در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (۰/۰۰۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) کمتر از تحقیق حاضر (۰/۰۰۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) است. با توجه به میزان ADI مصرف ماهی از نظر آلودگی به سم آلدین در سواحل جنوب غربی دریای خزر خطرناک نیست. در مورد سم دیلدین مصرف ماهی سفید در ایستگاه کیشهر خطرناک ارزیابی شد. غلظت‌های به دست آمده از آلدین در نمونه‌های این تحقیق پایین‌تر از میزان MRL بود. غلظت دیلدین در ماهی سفید ایستگاه

تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. متوسط هپتاکلر در ماهی‌های مورد مطالعه در این تحقیق (۰/۰۷۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) از متوسط این سم در تحقیق مشابه در سواحل جنوب شرقی دریای خزر بر روی همین دو ماهی (۰/۱۸۸۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) کمتر است. با توجه به میزان ADI مصرف ماهی کپور در دو ایستگاه انزلی و رامسر و ماهی سفید در ایستگاه هشپیر از نظر آلودگی به هپتاکلر خطرناک ارزیابی شد. در مقایسه با میزان MRL، غلظت هپتاکلر به دست آمده در تحقیق حاضر در چند مورد از این میزان بیشتر بود. این موارد شامل ماهی کپور در دو ایستگاه انزلی و رامسر و ماهی سفید در ایستگاه هشپیر بودند. سم آلدین در تمام نمونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق غیر قابل تشخیص (کمتر از ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) بود.

ایستگاه کیشهر با متوسط ۱/۲۰۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۳۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن تر) آلوده‌ترین ایستگاه (شکل ۳) و ماهی سفید با متوسط ۰/۵۲۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه وزن چربی (۰/۰۱۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بر پایه



شکل ۴- میانگین سموم کشاورزی ارگانوکلره را در بافت عضله هر دو ماهی کپور و سفید در هر یک از ایستگاه‌های جنوب غربی دریای خزر

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.



کیا شهر 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 میلی‌گرم 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 سپاسگزاریم.

منابع

Binesh A., A. Mashinchian Moradi, A. Esmaili Sari and S.M.R. Fatemi (2006). *Study of Organochlorine Pesticides in muscle tissue of four*