علـوم محـیـطی سال پنجم، شماره سوم، بـهار ۱۳۸۷
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.5, No.3 , Spring 2008
۶۵-۷۴

غلظت سموم کشاورزی ارگانوکلره در بافت عضله ماهی ازون برون در خزر جنوبی

مهرزاد کشاورزی فرد[۱*]، علی ماشینچیان مرادی[۱]، سیدمحمدرضا فاطمی[۱]، عباس اسماعیلی ساری[۲]

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

چکیده

سموم کشاورزی ارگانوکلره به علت خاصیت تجمع پذیری، سرطانزایی و تأثیر این سموم بر سیستم عصبی ماهیان و انسان، دارای اهمیت زیادی هستند. در این مطالعه، غلظت سموم ارگانوکلره (لیندان، هپتاکلر، آلدرین، دیلدرین و ددت) در سواحل جنوبی دریای خزر در ایستگاه‌های (آستارا، هشتپر، بندر انزلی، کیاشهر، رامسر، چالوس، نور، فریدون کنار، خزرآباد ساری و بندر ترکمن) در بافت عضله ماهی ازون برون اندازه گیری شد. در هر ایستگاه سه عدد ماهی ازون برون صید شد و بعد از آماده سازی نمونه‌ها، غلظت سموم در آنها اندازه‌گیری شد. سم هپتاکلر با میانگین غلظت ۳/۹۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن چربی بالاترین میزان و سم آلدرین با میانگین غلظت ۰/۲۸۸> میلی‌گرم در کیلوگرم وزن چربی کمترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند. میانگین غلظت سموم اندازه‌گیری شده به ترتیب آلدرین< دیلدرین< لیندان< ددت< هپتاکلر بود. با تطبیق غلظت‌های به دست آمده در این مطالعه با میزان بیشینه حد مجاز۱ هر سم، مشاهده شد که غلظت هپتاکلر در ایستگاه‌های آستارا، هشتپر، بندر انزلی، رامسر، چالوس، نور، فریدون کنار و همچنین میانگین غلظت سم هپتاکلر در ده ایستگاه نمونه‌برداری شده، از میزان بیشینه حد مجاز تجاوز کرده است. همین طور غلظت سم ددت در ایستگاه‌های چالوس و بندر ترکمن، بالاتر از بیشینه حد مجاز بود.

کلیدواژه‌ها: سموم ارگانوکلره، ماهی ازون برون، دریای خزر، آلودگی.

Organochlorine Pesticides in Stellate Sturgeon Muscle Tissue in South Caspian Sea

Mehrzad keshavarzi fard[1*], Ali Mashinchian Moradi[1], Abbas Esmaili Sari2, Seyyed Mohammad Reza 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 Sciences, Tarbiat Moddares University

Abstract

Organochlorine pesticides are very important, due to their carcinogenic and delayed toxic function and their effect on nervous system of fish and human. In this study concentration of organochlorine pesticides including Lindane, Heptachlor, Dieldrin, Aldrin and DDT was measured in muscle tissues of stellate sturgeon of southern coasts of the Caspian Sea from Astara, Hashtpar, Bandare Anzali, Kiashahr, Ramsar, Chalous, Noor, Feraidoun Kenar, Khazarabade Sari and Bandare Turkman stations. In sampled stellate sturgeon, Heptachlor with an average concentration of 3.933 mg/kg on lipid weigth basis and Aldrin with an average concentration of <0.288 mg/kg on lipid weigth basis had the highest and lowest concentrations, respectively. The order of these pesticides according to average of concentration are as follow: Heptachlor > DDT > Lindane > Dilderin > Aldrin. Comparison of measured concentrations with Maximum Residue Limit (MRL) established by FAO/WHO showed that the average concentration of Heptachlor in all sampling stations exceeded the MRL value, also concentration of DDT in samples from Chalous and Bandare Turkman exceeded the MRL value.

Keywords: organochlorine pesticide, sturgeon, Caspian Sea, pollution.

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

مقدمه

سال‌هاست که بشر برای دفع آفات از انواع مواد شیمیایی استفاده می‌کند. این مواد صدمات شدید و جبران ناپذیری را به طبیعت، سلامت محیط زیست، توازن و پایداری اکوسیستم‌ها و سلامت موجودات زنده وارد کرده است. از این میان آفت کش‌های ارگانوکلره به دلیل اثرات سرطان‌زایی و پتانسیل بروز سمیتی تأخیری در اعصاب، بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. دریای خزر، یک اکوسیستم آبی محصور و منحصر به فرد است که توسط پنج کشور ایران، آذربایجان، قزاقستان، ترکمنستان و روسیه احاطه شده است (Ballschmiter *et al.*, 1983). در حدود ۱۳۰ رودخانه به این دریاچه می‌ریزند و رودخانه ولگا مهم‌ترین رودخانه‌ای است که به آن منتهی می‌شود و ۸۰ درصد آب آن را تأمین می‌کند (Dummont, 1995; Dummont., 1998) که این رودخانه‌ها حامل سموم ارگانوکلره فراوانی هستند (Zhulidov *et al.*, 2000). سموم ارگانوکلره که به این دریا وارد می‌شوند، نامحلول در آب و چربی دوست هستند. این ویژگی‌ها، ورود آنها به بدن میکروارگانیسم‌ها، در نتیجه راهیابی به سطوح بالای هرم زنجیره غذایی و تجمع این سموم را در آبزیان آسان می‌کند، تحقیقات پیشین نیز میزان سموم ارگانوکلره را در پنج گونه ماهی خاویاری دریای خزر اندازه‌گیری کرده‌اند (Kajiwara *et al.*, 2001-2002). به نظر می‌رسد که آلودگی‌های سمی محیطی، به ویژه ترکیبات ارگانوکلره پایدار، تأثیر بسیار زیادی در سلامتی آبزیان و فعالیت اکوسیستم‌ها داشته باشد، همین طور یکی از عوامل مهم مرگ و میر پستانداران آبزی از جمله فوک‌های دریای خزر، همین مسئله باشد (Colborn and Smolen., 1996; Kajiwara *et al.*, 2002). ماهیان خاویاری به علت مصرف فراوان در جهان، یکی از منابع مهم غذایی و درآمد هستند. اخیراً ۹۰-۸۰ درصد صید جهانی ماهیان خاویاری در دریاچه خزر به ویژه رود ولگا، انجام می‌گیرد (Kajiwara *et al.*, 2001-2002)، جمعیت ماهیان خاویاری دریاچه خزر به دلیل بهره برداری بیش از حد، از بین رفتن زیستگاه‌ها و آلودگی‌های شیمیایی بسیار کاهش یافته است. در سال ۱۹۸۰، سطوح بالایی از تومور، گامتوژنز و رشد و نمو گنادی غیر نرمال و اختلال در مورفوژنز اندام‌های ماهیان خاویاری دریاچه خزر مشاهده شده است (Altuf' yev *et al.*, 1992; Romanov and Sheveleva., 1993). ممکن است چرخه زندگی ماهیان خاویاری تحت تأثیر تجمع زیستی آلوده کننده‌ها آسیب ببیند. این ماهیان به علت کف‌زی بودن و تغذیه از بستر دریا، غالباً در تماس با رسوباتی هستند که می‌توانند شامل آلوده کننده‌های آبگریز جذب رسوب شونده باشند. علاوه بر این ماهیان خاویاری، جانورانی با طول عمر زیاد در شرایط طبیعی هستند (هر چند در شرایط امروزی به دلیل صید بی‌رویه میانگین عمر آنها کمتر از بیست سال است.) که دوره رسیدن به بلوغ جنسی در آنها ۳۰-۵ سال است و بعد از اولین بلوغ جنسی، بلوغ و تخم ریزی هر ۴-۲ سال یک‌بار انجام می‌گیرد (Billard and Lecointer., 2001). این ویژگی‌ها به ماهیان خاویاری، برای تجمع مواد آلی پایدار و آلودگی‌های غیر آلی در بافت‌هایشان، پتانسیل بالایی می‌دهد.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری

انتخاب ایستگاه‌های نمونه برداری به گونه‌ای بود که فاصله ایستگاه‌ها تقریباً یکسان بوده، به‌طوریکه یک تصویر کلی از وضعیت آلودگی سواحل جنوبی دریای خزر را نشان دهد. قبل از عملیات نمونه برداری کلیه لوازم نمونه برداری و ظروف نگهداری نمونه‌ها، در آزمایشگاه توسط آب و مواد شوینده کاملاً شستشو داده شدند و سپس توسط آب مقطر و استن آبکشی و در آون خشک شدند. در هر یک از ایستگاه‌های مورد بررسی (آستارا، هشتپر، انزلی، کیاشهر، رامسر، چالوس، نور،

فریدون کنار، خزرآباد ساری و بندر ترکمن)، سه نمونه از بافت عضله ماهی ازون برون (از هر نمونه یک کیلو) جمع آوری شد، نمونه‌ها توسط یخدان‌های حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل گردیدند و در فریزر معمولی (دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

آنالیز شیمیایی

آنالیز سموم ارگانوکلره مورد مطالعه (لیندان، هپتاکلر، آلدرین، دیلدرین و ددت) به روش موپام (Moopam, 1999) انجام گرفت. ابتدا ۲۰ گرم از هر یک از نمونه‌های بافت عضله ماهی ازون برون برداشته شد، 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 میلی‌لیتر هگزان نرمال به مدت حداقل هشت ساعت با دوره گردش حلال به میزان چهار تا پنج مرتبه در ساعت استخراج گردید. بخشی از محلول اندازه گیری و جدا شد و توسط گاز نیتروژن کاملاً خشک شد. مابقی محلول استخراج شده درون دستگاه تبخیر دورانی قرار گرفت و تا حجم حدود ۱۵ میلی‌لیتر تغلیظ گردید. باقی حلال موجود در این محلول توسط دمیدن گاز نیتروژن خشک و تمیز، به ملایمت تا یک میلی‌لیتر تبخیر و تغلیظ گردید. برای جداسازی سموم ارگانوکلره از ستون فلوروسیل و حلال هگزان و دی کلرومتان استفاده گردید. برای اندازه‌گیری غلظت سموم ارگانوکلره، نمونه‌های تغلیظ شده (حجم ۱ میلی‌لیتر) به دستگاه گازکروماتوگراف مجهز به دتکتور الکترون کپچر انجام تزریق شد و از مقایسه سطح زیر منحنی مربوط به هر سم در هر کروماتوگرام حاصله با سطح زیر منحنی سموم استاندارد، غلظت سموم مورد مطالعه محاسبه شد (میزان دقت دستگاه‌ها ppb ۱ بود.). بر اساس نتایج به دست آمده جدول‌ها و نمودارها توسط نرم افزار اکسل (Excel) رسم شدند.

نتایج

غلظت سموم ارگانوکلره کشاورزی (لیندان، هپتاکلر، آلدرین، دیلدرین و ددت) در ده ایستگاه سواحل جنوبی دریای خزر (آستارا، هشتپر، انزلی، کیاشهر، رامسر، چالوس، نور، فریدون کنار، خزرآباد ساری و بندر ترکمن) اندازه‌گیری شد. غلظت هر کدام از این سموم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در جدول شماره ۱ و شکل شماره ۱ آمده است.

بحث

سم لیندان در بافت عضله ماهی ازون برون در ایستگاه چالوس با غلظت ۰/۲۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن چربی، بیشترین میزان را داشته، در ایستگاه آستارا در رتبه دوم قرار دارد.

(انزلی، رامسر و فریدون کنار) < خزرآبادساری< (نور و هشتپر) < بندر ترکمن< کیاشهر < آستارا< چالوس

سم هپتاکلر در ایستگاه فریدون کنار با غلظت ۱۱/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن چربی، بالاترین مقدار را دارد.

خزرآباد ساری< بندر ترکمن < کیاشهر < چالوس< رامسر< آستارا< نور< هشتپر < انزلی< فریدون کنار

سم دیلدرین در ایستگاه‌های انزلی، رامسر و فریدون کنار با غلظت ۰/۰۵۳ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن چربی، بیشترین میزان را داشته است.

چالوس< خزرآباد ساری < هشتپر و نور < (بندر ترکمن و آستارا) < کیاشهر < رامسر < (انزلی و فریدون کنار)

سم ددت در ایستگاه چالوس با غلظت ۱/۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن چربی، بالاترین غلظت را به خود اختصاص داده است.

هشتپر < آستارا < کیاشهر< انزلی< خزرآباد ساری< نور< فریدون کنار< رامسر< بندر ترکمن< چالوس

جدول ۱- غلظت سموم ارگانوکلره مورد بررسی در ده ایستگاه نمونه برداری شده در سواحل جنوبی دریای خزر

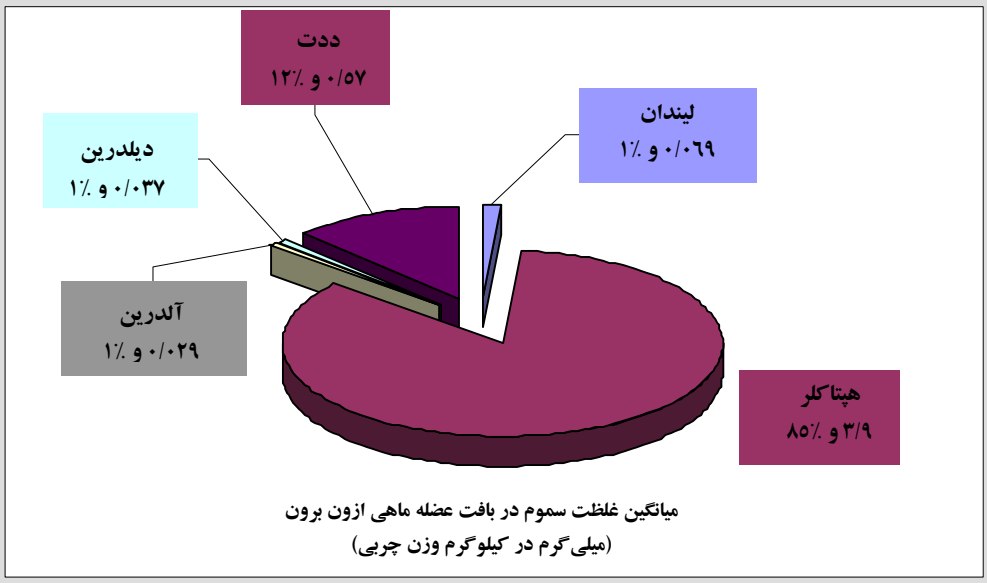
(برحسب میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک/ وزن چربی)

سموم (میلی گرم در کیلو گرم وزن خشک /وزن چربی) / ایستگاه‌ها	ددت		دیلدرین		آلدرین		هپتاکلر		لیندان	
	وزن چربی	وزن خشک	وزن چربی	وزن خشک	وزن چربی	وزن خشک	وزن چربی	وزن خشک	وزن چربی	وزن خشک
آستارا	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۴/۳۹	۰/۱۳۶	۰/۱۶۱	۰/۰۰۵
هشتپر	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۵/۵۸	۰/۱۸۴	۰/۰۳	۰/۰۰۱
انزلی	۰/۲۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۵۳	۰/۰۰۲	۰/۰۲۶	۰/۰۰۱	۸/۹۷	۰/۳۴۱	۰/۰۲۶	۰/۰۰۱
کیاشهر	۰/۱۳۳	۰/۰۰۴	۰/۰۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳۳	۰/۰۰۱
رامسر	۰/۶۴۱	۰/۰۲۵	۰/۰۵۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲۶	۰/۰۰۱	۲/۹۵	۰/۱۱۵	۰/۰۲۶	۰/۰۰۱
چالوس	۱/۹۸	۰/۰۸۱	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	۰/۷۱	۰/۰۲۹	۰/۲۹۳	۰/۰۱۲
نور	۰/۲۹۷	۰/۰۱۱	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۵/۱۹	۰/۱۹۲	۰/۰۳	۰/۰۰۱
فریدون کنار	۰/۴۵	۰/۰۱۷	۰/۰۵۳	۰/۰۰۲	۰/۰۲۶	۰/۰۰۱	۱۱/۴۵	۰/۴۳۵	۰/۰۲۶	۰/۰۰۱
خزرآباد ساری	۰/۲۶	۰/۰۰۹	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱
بندر ترکمن	۱/۷۱	۰/۰۵۳	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱
انحراف معیار	۰/۶۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۳	۰	۳/۷۹	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۰۰۳

میانگین غلظت سموم ارگانوکلره مورد مطالعه در شکل شماره ۱، نشان می‌دهد، که سم هپتاکلر با غلظت میانگین ۳/۹ میلی گرم در کیلوگرم وزن چربی(۸۵ درصد)، بالاترین غلظت را به خود اختصاص داده، ددت با غلظت میانگین ۰/۵۷ میلی گرم در کیلوگرم وزن چربی(۱۲ درصد)، در رتبه دوم قرارگرفته، لیندان و دیلدرین نیز به ترتیب با غلظت ۰/۰۶۹ میلی گرم در کیلوگرم وزن چربی و ۰/۰۳۷ میلی گرم در کیلوگرم وزن چربی، در رده‌های بعدی قرار دارند و آلدرین هم با غلظت ۰/۰۲۹> کمترین غلظت را به خود اختصاص داده است. سموم مورد بررسی به ترتیب غلظت در ادامه آمده است. آلدرین< دیلدرین< لیندان < ددت < هپتاکلر

معمولاً غلظت کل سموم ارگانوکلره به ترتیب در ایستگاه‌های فریدون کنار، انزلی، هشتپر، نور و آستارا، بیشترین بوده و در ایستگاه‌های رامسر، چالوس، بندر ترکمن، خزرآباد ساری و کیاشهر، کمترین غلظت را دارند.

غلظت بالای سموم هپتاکلر و ددت در ماهیان ازون برون در سواحل جنوبی دریای خزر بیانگر استفاده فراوان از این سموم در سال‌های گذشته بوده و این مسئله وضعیت بحرانی سموم نامبرده را در خزر جنوبی نشان می‌دهد.



شکل ۱- غلظت میانگین سموم ارگانوکلره در بافت عضله ماهی ازون برون در سواحل جنوبی دریای خزر

مقایسه با مطالعات گذشته

جدول شماره ۲، غلظت سموم ارگانوکلره (ددت، لیندان، هپتاکلر اپوکسی و دیلدرین) در ماهی ازون برون درایران، آذربایجان، ترکمنستان و قزاقستان و همچنین در این مطالعه را نشان می‌دهد. مقایسه میزان میانگین هر کدام از این سموم در ماهی ازون برون در مطالعه قبلی با میزان سموم در این پروژه به ترتیب زیر است:

غلظت ددت به دست آمده از این پروژه در مقایسه با میانگین ددت در هر کدام از ایستگاه‌های ایران، آذربایجان، ترکمنستان و قزاقستان، تنها نسبت به ایستگاه آذربایجان کمتر و نسبت به دیگر ایستگاه‌ها بیشتر است.

جدول ۲- مقایسه میزان سموم ارگانوکلره به دست آمده در این مطالعه و مطالعه Kajiwara و همکاران (۲۰۰۱-۲۰۰۲) در بافت عضله ماهی ازون برون

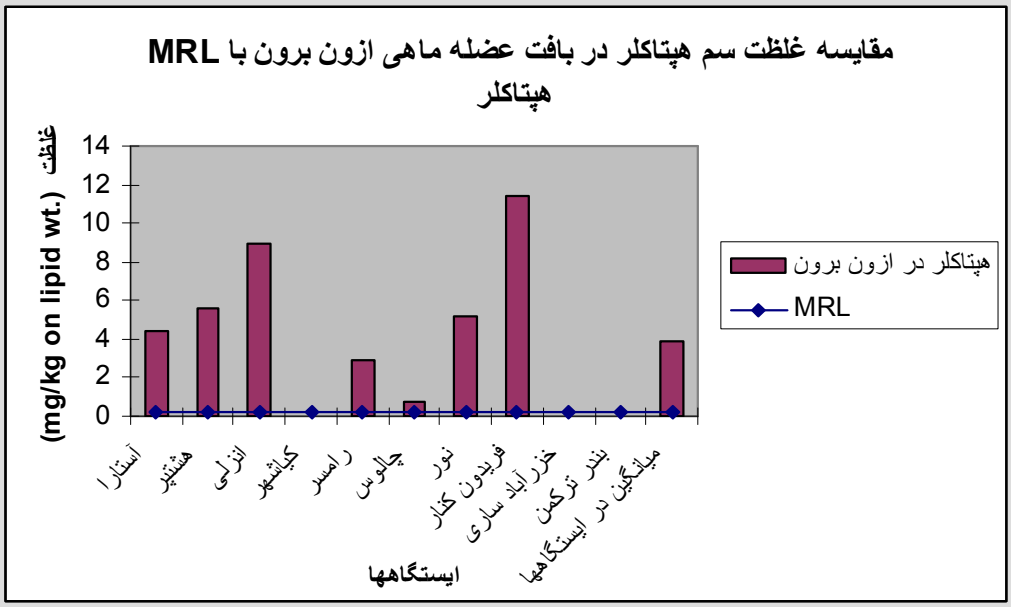
سموم / ایستگاه‌ها	لیندان	*هپتاکلر/هپتاکلر اپوکسی	آلدرین	دیلدرین	ددت
این مطالعه	۰/۰۶۸۶	۳/۹۳۳	۰/۰۲۸۸	۰/۰۳۶۷	۰/۵۷۴۴
ایران	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱۷	------	۰/۰۰۶۷	۰/۵۳
آذربایجان	۰/۰۴۲	۰/۰۰۲۱	------	۰/۰۰۹۲	۰/۷۹
ترکمنستان	۰/۰۴۶	۰/۰۰۱۴	------	۰/۰۰۵۵	۰/۳۵
قزاقستان	۰/۰۴۳	۰/۰۰۲	------	۰/۰۰۵۷	۰/۲

* در این مطالعه غلظت هپتاکلر اندازه گیری شده اما در مطالعه Kajiwara و همکارانش (۲۰۰۱-۲۰۰۲) غلظت هپتاکلر اپوکسی اندازه گیری شده است.

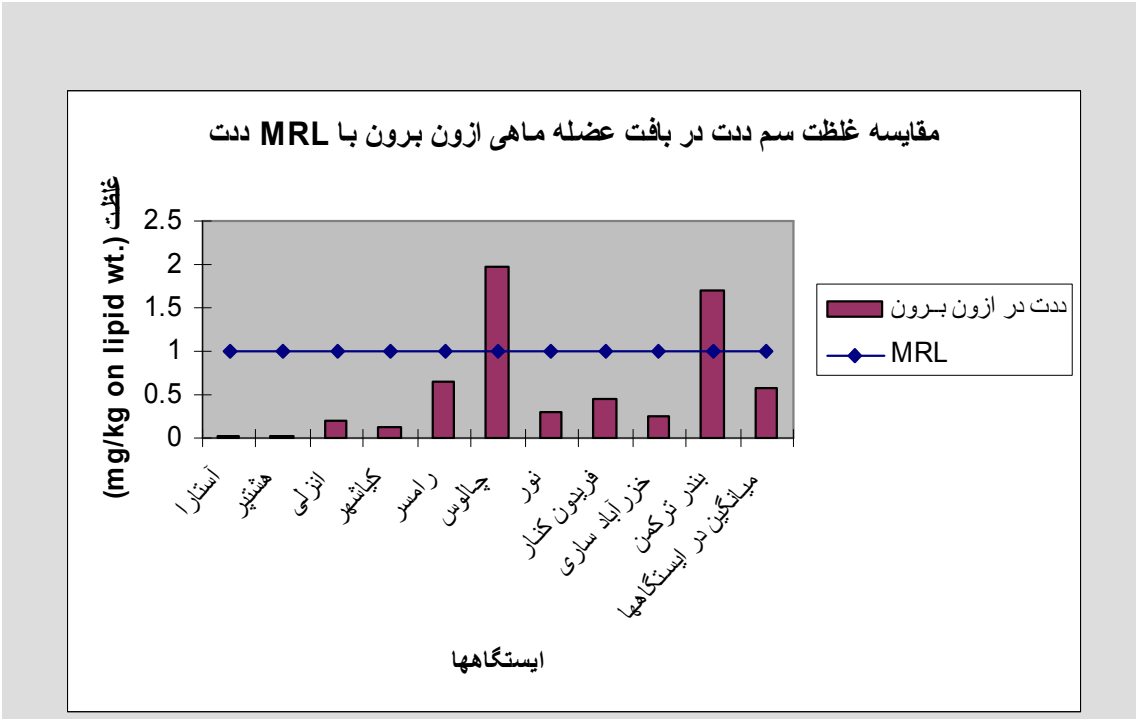
غلظت لیندان و دیلدرین نیز در ماهی ازون برون مورد مطالعه در این پروژه نسبت به میزان میانگین لیندان در ماهی ازون برون مورد مطالعه Kajiwara و همکاران (۲۰۰۱-۲۰۰۲) در هر چهار کشور، بیشتر است. در عین حال غلظت میانگین هپتاکلر در این پروژه در مقایسه با مقدار هپتاکلر اپوکسی حاصله از مطالعه Kajiwara و همکاران (۲۰۰۱-۲۰۰۲) در هر چهارکشور، بالاتر است.این مسئله نشان می‌دهد که سموم ارگانوکلره کشاورزی همچنان استفاده می‌شود و بالاتر بودن غلظت سموم مورد مطالعه در این مطالعه نسبت به مطالعه Kajiwara و همکارانش(۲۰۰۱-۲۰۰۲)، می‌تواند مربوط به استفاده از سموم ارگانوکلره کشاورزی در سال‌های اخیر و ورود آنها به دریای خزر باشد.

بیشینه حد باقیمانده سموم – Maximum MRL (Residue Limit) به تفکیک سم در بافت عضله ماهی ازون برون. برای هر یک از سموم ارگانوکلره کشاورزی مورد مطالعه در زیر بیان شده و با غلظت‌های به دست آمده از سموم در پروژه اخیر مقایسه شده است.

میزان بیشینه حد باقیمانده برای هپتاکلر، در FAO/WHO(۰/۲-۰/۱۵) میلی‌گرم در کیلوگرم است (www.inchem.com). با توجه به بیشینه حد باقیمانده ذکر شده، نتیجه می‌شود که میانگین غلظت سم هپتاکلر در ده ایستگاه نمونه‌برداری شده، از بیشینه حد باقیمانده تجاوز کرده است و در ایستگاه‌های کیاشهر، خزرآباد ساری و بندر ترکمن، کمتر از بیشینه حد باقیمانده یاد شده می‌باشد، که این نشانگر در مخاطره بودن زندگی مصرف کننده در این ایستگاه‌ها است.



شکل ۲- مقایسه غلظت سم هپتاکلر در بافت عضله ماهی ازون برون با بیشینه حد باقیمانده هپتاکلر



شکل ۳- مقایسه غلظت سم ددت در بافت عضله ماهی ازون برون با بیشینه حد باقیمانده ددت.

FAO & WHO میزان بیشینه حد باقیمانده را برای ددت، ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن چربی، تعیین کرده است (www.inchem.com). که در ایستگاه‌های چالوس و بندر ترکمن میزان سم ددت از بیشینه حد باقیمانده تجاوز کرده و در دیگر ایستگاه‌ها میزان سم ددت از بیشینه حد باقیمانده کمتر است. بنابراین باید در مصرف ماهی ازون برون در این دو ایستگاه، دقت نظر بیشتری به عمل آید. همچنین غلظت میانگین سم ددت از بیشینه حد باقیمانده ددت کمتر است. البته از مقایسه دیگر سموم مورد مطالعه در این پروژه با بیشینه حد باقیمانده مربوط به آنها، نتیجه شد که غلظت‌های به دست آمده از این سموم در این مطالعه، کمتر از بیشینه حد باقیمانده آنهاست.

میزان جذب قابل قبول روزانه بر حسب کیلوگرم وزن بدن انسان - ADI (Acceptable daily intake)

عبارت است از میزان جذب قابل قبول روزانه از نظر سازمان بهداشت جهانی *(WHO)* و سازمان خوار و بار جهانی *(FAO)* برای سموم ارگانوکلره کشاورزی (لیندان، هپتاکلر، آلدرین، دیلدرین و ددت) که در این مطالعه میزان جذب قابل قبول روزانه برای یک فرد با وزن متوسط ۷۰ کیلوگرم در نظر گرفته شده است. مجاز یا غیر مجاز بودن مصرف روزانه برحسب کیلوگرم از گوشت ماهی خاویاری گونه ازون برون (A. stellatus) در ادامه آمده است.

جدول ۳- مقایسه غلظت سموم مورد بررسی با میزان جذب قابل قبول روزانه

سموم / ایستگاهها	لیندان	هپتاکلر	آلدرین	دیلدرین	ددت
آستارا		■			
هشتپر		■			
انزلی		■			
کیاشهر					
رامسر		■			
چالوس					
نور		■			
فریدون کنار		■			
خزرآبادساری					
بندر ترکمن					
غلظت میانگین سموم		■			
ADI	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۲

ایستگاههایی که در جدول شماره ۳ با علامت ■ مشخص شده‌اند، بدین معناست که مقدار سم هپتاکلر در بافت عضله ماهی ازون برون بالاتر از میزان جذب قابل قبول روزانه است، بنابراین باید در مصرف این ماهی در ایستگاه‌های مشخص شده، دقت نظر بیشتری اعمال شود.

پی‌نوشت

1- Maximum Residue Limit (MRL)

منابع

Altuf_yev, Yu.V., A.A. Romanov and N.N. Sheveleva (1992). Histology of the striated muscle tissue and liver in Caspian Sea sturgeons. *J. Ichthyol.*, 32: 100–116.

Ballschmiter, K., H. Buchert, C. Scholz and M. Zell (1983). Baseline studies of the global pollution by chlorinated hydrocarbons in the Caspian Sea. Fresenius. *Z. Anal. Chem.*, 316: 242-246.

Billard, R. and G. Lecointer (2001). Biology and conversation of sturgeon and paddlefish. *Rev. Biol. Fisher.*, 10: 355-392.

Colborn, T. and M.J. Smolen (1996). Epidemiological analysis of persistent Organochlorine contaminants in Cetacean. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 146: 91–172.

Dummont, H.J. (1995). Ecocide in the Caspian Sea. *Nature*, 337: 673-674.

Dummont, H.J. (1998). The Caspian Sea Lake: History, biota, structure, and function. *Limnology and Oceanography*, 43-52.

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

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

Kajiwara, N., D. Ueno, I. Monirith, SH. Tanabe, M. Pourkazemi and D. G. Aubrey (2001-2002). Contamination by organochlorine compounds in sturgeons from Caspian Sea during 2001 and 2002. *Marine Pollution Buletin*, 46: 741-747.

Kajiwara, N., S. Niimi, M. Watanabe, Y. Ito, S. Takahashi, S. Tanabe, L.S. Khuraskin and N. Miyazaki (2002). Organochlorine and organotin compounds in Caspian seals (Phoca caspica) collected during an unusual mortality event in the Caspian sea in 2000. Environ. Pollut. 117: 391-402.

MOOPAM (1999). Manual of Oceanographic Observatin and Pollution Analysis Methods. ROPME - Kuwait

Romanov, A.A. and N.N. Sheveleva (1993). Disruption of gonadogenesis in Caspian sturgeons. *J. Ichthyol.*, 33: 127-133.

Zhulidov, A. V., J. V. Headley, D. F. Pavlov, R. D. Robarts, L. G. Korotova, Y. Y. Vinnikov and O. V. Zhulidov (2000). Riverine fluxes of the persistent organochlorine pesticides hexachlorocyclohexane and DDT in the Russian Federation. *Chemosphere*, 41: 829-841.