سنجش میزان سم د.د.ت در بافت عضلانی ماهیان کفال و کپور و سفید (*Cyprinus carpio & Rutilus frisii kutum & liza auratas*) در سواحل جنوبی دریای مازندران

پریسا نجات خواه معنوی [۱*]، افتخار شیروانی مهدوی [۲] و مونا اسماعیلی بیدهندی [۳]

۱ و ۳- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۲- گروه محیط زیست دریا دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵

چکیده

مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۲ با هدف ارزیابی غلظت سم کشاورزی ارگانوکلره ددت در بافت عضله سه ماهی سفید، کپور و کفال در ۸ ایستگاه در سواحل جنوبی دریای خزر (بندر ترکمن، خزرآباد ساری، فریدونکنار، چالوس، کیاشهر، بندر انزلی، هشتپر و آستارا) انجام گردید. در هر ایستگاه، سه عدد ماهی از هر گونه صید شد و غلظت سم در عضله ماهی‌ها با استفاده از دستگاه گازکروماتوگرافی مجهز به آشکارساز تسخیر الکترون (Gas Chromatographs Electron Capture Detectors (GC- ECD)) سنجیده شد. متوسط میزان سم ددت در ماهی سفید، کپور و کفال به ترتیب ۰/۲۴ ± ۰/۱۱، ۰/۲۵ ± ۰/۱۷ و ۰/۲۵ ± ۰/۱۶۳ نانوگرم بر گرم وزن‌تر اندازه‌گیری گردید. آلوده‌ترین ایستگاه از نظر آلودگی به سم ددت کیاشهر (با متوسط ۰/۰۲±۰/۶۴ نانوگرم بر گرم بر پایه وزن‌تر) بود. میزان سم ددت در بافت عضله ماهیان هیچ یک از ایستگاه‌های مورد بررسی بالاتر از میزان جذب قابل قبول روزانه به دست نیامد. میزان ددت در ماهیان مورد بررسی در مقایسه با سال ۱۳۸۷ به طور معنی‌داری کاهش یافته است.

واژه‌های کلیدی: سموم ارگانوکلره، ددت، ماهی کپور، سفید، کفال، سواحل جنوبی دریای مازندران

* **نگارنده پاسخگو:** p_nejatkhah@iau-tnb.ac.ir

مقدمه

رشد جمعیت انسان منجر به رشد صنعت، افزایش فعالیت‌های کشاورزی و دیگر فعالیت‌های انسانی شده است و از طرفی گسترش صنایع شیمیایی و استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی باعث ورود این مواد به محیط زیست می‌شود. در میان آلاینده‌های زیست محیطی نگرانی اصلی در مورد آلاینده‌های آلی پایدار Persistent Organic Pollutants است که به اختصار POPs خوانده می‌شوند (Sudaryanto *et al*., 2007; Lazartigues *et al*., 2012). آلاینده‌های آلی پایدار (POPs) ترکیبات با پایه کربن و مخلوطی از مواد شیمیایی صنعتی نظیر بی فنیل‌های چند کلره Polychlorinated biphenyls (PCBs)، آفت کش‌هایی مانند Dichloro-diphenil-trichloroethane (D.D.T) و محصولات فرعی احتراق نظیر دی اکسین ها هستند (Corsolini *et al*., 2005). آلاینده‌های آلی کلردار از جمله بی فنیل‌های چند کلره (PCBs) و آفت کش‌های ارگانوکلره Organochlorine pesticides (OCPs) مهم‌ترین گروه از آلاینده‌های آلی پایدار هستند که بخاطر ویژگی سمی آنها در محیط زیست باعث نگرانی جهانیان شده است (Covaci *et al*., 2005). بی فنیل‌های چند کلره گروهی از مواد شیمیایی آلی سنتزی با پایداری بالا، میزان حلالیت کم در آب و چربی دوستی بالا هستند (Roos, 2004). آفت‌کش‌های آلی کلره با دامنه سمیت بالا، پایدار بوده و مدت زمانی که این ترکیبات در محیط باقی می‌مانند بسیار طولانی است و اقیانوس‌ها برای این ترکیبات به عنوان یک منبع و ذخیره گاه عمل می‌کنند (Sankar, 2006). اگرچه این ترکیبات دارای حلالیت پایین در آب، مخصوصاً در آب دریا می‌باشند ولی دارای خاصیت چربی دوستی زیادی هستند، بنابراین وارد بدن آبزیان (ماهیان و بی مهرگان) شده و در بافت‌های آنها (بخصوص چربی) حفظ و تغلیظ می‌شوند (Lazartigues *et al*., 2012; Perugini *et al*., 2004; Smith & Gangolli, 2002) تقریباً در حدود ۹۰ درصد جذب این آلاینده‌ها در انسان از طریق غذاهایی با منشأ حیوانی صورت می‌گیرد. ماهی و محصولات مرتبط با آن با اینکه کمتر از ۱۰ درصد از رژیم غذایی را تشکیل می‌دهند مسیر اصلی برای ورود این آلاینده‌ها به بدن انسان هستند. بدین ترتیب رژیم‌های غذایی که حاوی میزان بالای ماهی هستند منجر به مصرف و جذب میزان بیشتری از این ترکیبات می‌شود (Erdogrul *et al*., 2005). 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)، بسیاری از این رودخانه‌ها حامل سموم ارگانوکلره می‌باشند (Zhulidov *et al*., 2000). گسترش شهرها و افزایش روزافزون تراکم انسانی در کرانه‌های سواحل جنوبی دریای خزر و سرایز شدن فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی از شهرهای اطراف به درون آن، حیات آبزیان این حوضه آبی را به شدت به خطر انداخته است. با توجه به حجم بالای فعالیت‌های کشاورزی در شمال کشور و مصرف ۶۰ درصد کل آفت کش‌های در این منطقه به نظر می‌رسد، پایش و ارزیابی اکوسیستم‌های این ناحیه برای مشخص شدن درجه سلامتی و بررسی خطر آلودگی در موجودات امری ضروری است (Heidari, 2003). هدف از انجام این تحقیق، بررسی میزان آفت کش‌های آلی کلره ددت در سه گونه از ماهیان کپور، سفید و کفال دریای خزر و مقایسه سموم کشاورزی در سواحل جنوبی دریای مازندران می‌باشد.

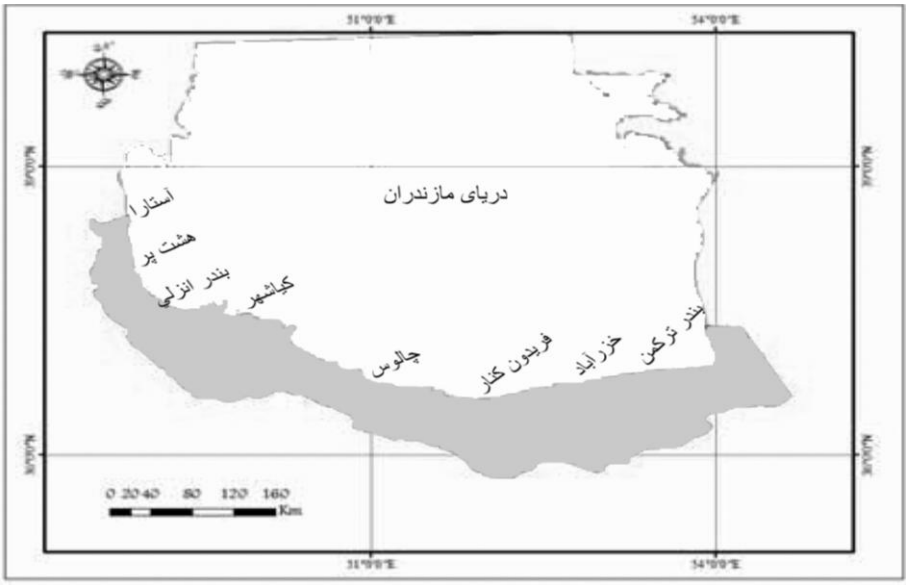
مواد و روش‌ها

در بهار سال ۱۳۹۲ در سواحل جنوبی دریای خزر، ۸ منطقه بندر ترکمن، خزر آباد ساری، فریدو نکنار،

چالوس، کیاشهر، بندرانزالی، هشتپر و آستارا به عنوان ایستگاه‌های نمونه برداری انتخاب شدند (جدول ۱ و شکل ۱)، تا غلظت سم ارگانوکلره ددت (باتوجه به ورود پساب‌های صنعتی و کشاورزی به دریا) در عضله ماهیان مورد پسند و مطلوب مورد بررسی و تحقیق قرار گیرد.

جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری برای پایش سم ارگانوکلره ددت در سواحل جنوبی دریای مازندران در بهار ۱۳۹۲

منطقه صید ماهی	E طول جغرافیایی	N عرض جغرافیایی
آستارا	۴۸° ۵۲' ۴۵"	۳۸° ۲۵' ۴۸"
هشتپر	۴۸° ۵۳' ۰۹"	۳۸° ۰۳' ۱۸"
بندرانزلی	۴۹° ۲۸' ۴۸"	۳۷° ۲۸' ۱۲"
کیاشهر	۴۹° ۵۸' ۰۲"	۳۷° ۴۱' ۸۹"
چالوس	۵۱° ۲۵' ۱۸"	۳۶° ۴۱' ۳۱"
فریدون کنار	۵۲° ۳۹' ۲۰"	۳۶° ۴۲' ۵۳"
خزرآباد ساری	۵۳° ۰۳' ۵۵"	۳۶° ۴۷' ۰۷"
بندرترکمن	۵۴° ۰۲' ۴۲"	۳۶° ۵۶' ۵۵"



شکل ۱- ایستگاه‌های نمونه برداری برای بررسی ددت در سواحل جنوبی دریای مازندران در سال ۱۳۹۲

به منظور بررسی آلودگی سم ارگانوکلره ددت غلظت در بافت عضله ماهیان کفال، کپور و سفید دریای خزر، در هر ایستگاه تعداد ۳ ماهی با اندازه یکسان (با اندازه تقریبی ماهی سفید: ۵±۴۰

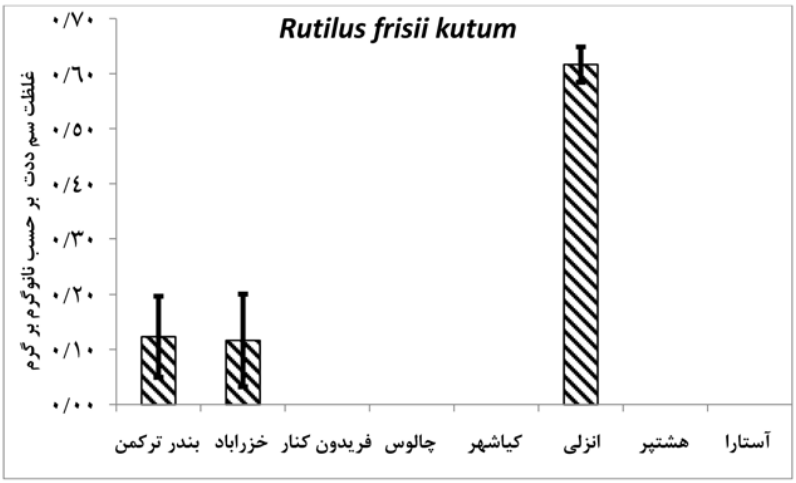
سانتی‌متر، ماهی کپور و کفال: ۴±۳۰ سانتی متر) از هر گونه به صورت کاملاً تصادفی توسط تور صیادی پره از منطقه گرفته شد. حدود ۵ تا ۶ گرم بافت عضلانی از هر نمونه ماهی جدا گردید و به لوله آزمایش انتقال یافت و پس از توزین لوله‌های آزمایش، ۸ میلی‌لیتر حلال هگزان ۷۰ درصد و در ادامه با نسبت ۱:۱ حلال استون اضافه گردید (MOOPAM, 1999). درب لوله‌ها با ورقه آلومینیومی پوشیده و به مدت ۵ دقیقه بر روی شیکر قرار داده شد تا حلال به خوبی با نمونه مخلوط شود. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه اولتراسونیک قرار گرفتند و به این ترتیب مواد آلی آن کاملاً جدا شده و محلول یک نواختی بدست آمد. سپس محلول رویی با سرنگ جدا شده و همزمان با گاز هلیوم به دستگاه گازکروماتوگرافی مجهز به آشکارساز رباینده الکترون (Gas Chromatographs Electron Capture Detectors (GC- ECD) تزریق گردید. برای بررسی و کنترل صحت اندازه گیری‌ها از استاندارد مرجع ماهی دریایی با شماره IAEA-406 و برای کالیبراسیون از استاندارد محلول 1000ppm مخلوط سموم کلره ساخت کمپانی Dr Ehrenstorfer استفاده گردید. نتایج در برنامه آنلاین پایگاه داده میکروسافت (MS Database) طبقه بندی شد و سپس پیک‌های حاصله بررسی و داده‌ها استاندارد و کالیبره شدند. نوع و میزان سم در بافت عضله‌ی گونه ماهی در ایستگاه‌های مختلف بر حسب نانوگرم بر گرم وزن‌تر اندازه گیری و گزارش گردید.

آنالیز آماری

برای رسم نمودار از نرم افزار Excel2007 و آنالیزهای آماری از نرم افزار SPSS۱۷ استفاده شده است. در ادامه به منظور بررسی اختلاف معنی‌دار در مقدار سم ددت در گونه‌های مختلف ماهی در ایستگاه‌های مختلف از آزمون Two Way ANOVA استفاده گردید.

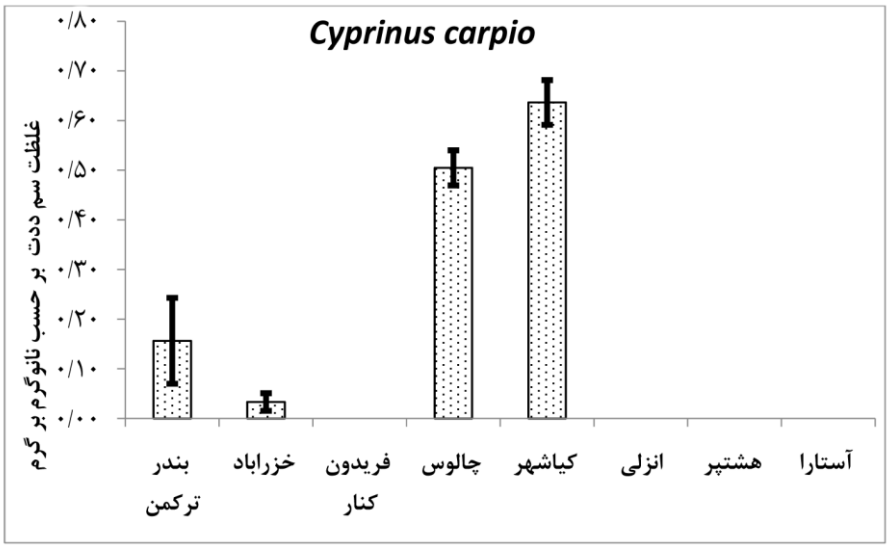
نتایج

در پژوهش حاضر، میزان سم کشاورزی ارگانوکلره ددت در سه ماهی کپور، سفید و کفال در ایستگاه‌های جنوبی دریای خزر (بندر ترکمن، خزر آباد ساری، فریدونکنار، چالوس، کیاشهر، بندرانزالی، هشتپر و آستارا) ارزیابی گردید و با سال‌های گذشته مقایسه شد. میانگین سم ددت در ماهی سفید در ایستگاه‌های مختلف (میانگین سه تکرار برای هر ماهی در هر ایستگاه) در شکل (۲) ارائه شده است.



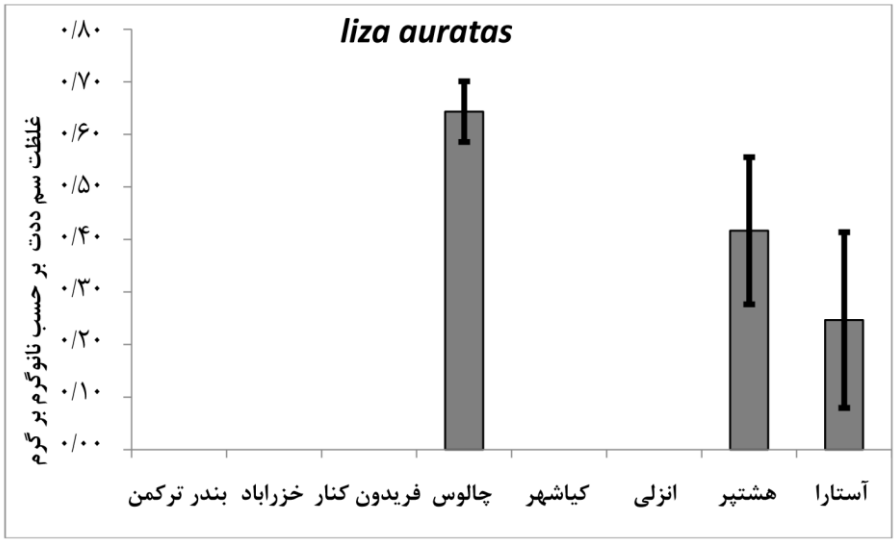
شکل ۲- میزان سم ددت در ماهی سفید در ۸ ایستگاه مورد مطالعه بر حسب نانوگرم بر گرم در سواحل جنوبی دریای مازندران در سال ۱۳۹۲

همان گونه که در شکل (۲) مشاهده می‌شود بیشترین مقدار سم ددت در ماهی سفید در ایستگاه انزلی (۰/۰۳±۰/۶۱) و کمترین مقدار کمتر از ۰/۰۰۱ نانوگرم بر گرم در مناطق آستارا، هشتپر، کیاشهر، چالوس و فریدون کنار به دست آمد.



شکل ۳- میزان سم ددت در ماهی کپور در ۸ ایستگاه مورد مطالعه بر حسب نانوگرم بر گرم در سواحل جنوبی دریای مازندران در سال ۱۳۹۲

بیشترین مقدار سم ددت در ماهی کپور در ایستگاه کیاشهر (۰/۱۵±۰/۶۴)، سپس در چالوس (۰/۰۴±۰/۵۱) و کمترین مقدار کمتر از ۰/۰۰۱ نانوگرم بر گرم در ماهی کپور در آستارا، هشتپر، انزلی و فریدون کنار ارزیابی گردید.



شکل ۴- میزان سم ددت در ماهی کفال در ۸ ایستگاه مورد مطالعه بر حسب نانوگرم بر گرم در سواحل جنوبی دریای مازندران در سال ۱۳۹۲

بر اساس شکل شماره (۴)، بیشترین مقدار سم ددت در ماهی کفال در ایستگاه چالوس (۰/۰۶±۰/۶۴) و کمترین آن (کمتر از ۰/۰۰۱ نانوگرم بر گرم) در انزلی، کیاشهر، فریدون کنار، خزرآباد و بندرترکمن مشاهده شد. بیشترین میزان سم ددت در ماهی کپور (۰/۲۵±۰/۱۷) و کمترین آن در ماهی سفید (۰/۲۵±۰/۱۱) به دست آمد. در بین سه ماهی مورد بررسی به تفکیک ایستگاه‌ها بیشترین میزان سم ددت در ماهی کفال ایستگاه چالوس (۰/۰۶±۰/۶۴) و کپور در ایستگاه کیاشهر (۰/۱۵±۰/۶۴) به دست آمد و کمترین مقدار (<۰/۰۰۱) در برخی ایستگاه‌ها مشاهده گردید. میانگین سم ددت در مجموع سه گونه ماهی در ۸ ایستگاه مورد مطالعه در سواحل جنوبی خزر در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲- میانگین سم ددت در مجموع سه گونه ماهی در ۸ ایستگاه مورد مطالعه بر حسب

ایستگاه‌های مختلف	میزان سم ددت (نانوگرم بر گرم وزن‌تر) انحراف معیار± میانگین
بندر ترکمن	۰/۱۴±۰/۰۴
خزرآباد ساری	۰/۰۸±۰/۰۴
فریدونکنار	<۰/۰۰۱
چالوس	۰/۵۷±۰/۰۲
کیاشهر	۰/۶۴±۰/۰۲
بندر انزلی	۰/۶۲±۰/۰۱
هشتپر	۰/۴۲±۰/۰۸
آستارا	۰/۲۵±۰/۰۹

آلوده‌ترین ایستگاه از نظر میزان سم ددت، ایستگاه کیاشهر با متوسط ۰/۶۴±۰/۰۲ نانوگرم بر گرم وزن‌تر بود. بعد از آن ایستگاه انزلی با میانگین غلظت ۰/۶۲±۰/۰۱ در رتبه بعدی قرار داشت. همانگونه که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد، به طور تقریبی به سمت ایستگاه‌های جنوب غربی آلودگی به سم کشاورزی ارگانوکلره ددت بیشتر می‌گردد. نتایج آزمون Two Way ANOVA حاکی از وجود اختلاف معنی دار در میزان سم در ماهیان در ایستگاه‌های مختلف بود، ولی در مقدار سم ددت در گونه‌های مختلف ماهی (سفید، کپور و کفال) اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($P\geq$۰/۰۵).

نتایج پس آزمون توکی نشان داد که اختلاف معنی داری در میزان سم ددت بین ایستگاه فریدون کنار با ایستگاه انزلی (p=۰/۰۰۸)، فریدون کنار با ایستگاه کیاشهر (p=۰/۰۰۸)، فریدون کنار با ایستگاه چالوس (p=۰/۰۰۱)، ایستگاه انزلی با ایستگاه چالوس(p=۰/۰۰۴)، خزراباد با ایستگاه چالوس(p=۰/۰۰)، بندر ترکمن با ایستگاه چالوس p=۰/۰۰۱)، هشتپر با ایستگاه چالوس (p=۰/۰۰۱)، کیاشهر با ایستگاه چالوس (p=۰/۰۰۴) و چالوس با ایستگاه آستارا (p=۰/۰۰۴) وجود داشت.

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر، بافت عضله ماهی به سبب نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن مورد بررسی قرار گرفته است. بیشترین میزان سم ددت در ماهی کپور (۰/۲۵±۰/۱۷) و بعد از آن کفال (۰/۲۷±۰/۱۶۳) و کمترین میزان در ماهی سفید (۰/۲۵±۰/۱۱) گزارش گردید. اختلاف در مقادیر این

سم در ماهیان مورد مطالعه را می‌توان به نوع تغذیه این گونه‌ها، شرایط زیست محیطی، نوع و سن ماهی و میزان تجمع سموم در بافت چربی هم در تجمع سم در بافت‌های مختلف نسبت داد. ماهی کپور و سفید نسبت به ماهی کفال در مناطقی از دریا مانند مناطق لجنی که دارای اکسیژن محلول کمتر و توانایی جذب سموم بیشتر است زندگی می‌نماید (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین این سموم 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. از اینرو با توجه به حلالیت و در نتیجه تجمع بالای سموم ارگانوکلره در بافت چربی، در بدن موجودات و آبزیان ذخیره می‌شود و بدلیل بقا در محیط و تغلیظ در زنجیره غذایی مختلف سبب تاثیرات منفی، به خصوص در جوامع انسانی، آن هم از طریق مصرف یا حضور آبزیان آلوده می‌گردد (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹). ماهی کپور گونه‌ای کفزی و دارای رژیم غذایی همه چیزخواری می‌باشد و نسبت به ماهی کفال، دارای بافت چربی بیشتری است (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹) و این امر می‌تواند دلیل بالا بودن میزان سم در بافت عضله ماهی کپور نسبت به ماهی کفال باشد. در مطالعه‌ای که واعظ زاده و همکاران (۱۳۸۸) بر روی بافت عضلانی دو ماهی کفال و سیاه کولی در سواحل جنوب غربی دریای خزر انجام داده بودند، ماهی کفال با متوسط ۱۴/۸ نانوگرم بر گرم وزن‌تر آلوده‌ترین ماهی نسبت به سم ددت به دست آمده بود که در مقایسه با میزان به دست آمده در این مطالعه برای ماهی کفال (۰/۱۶۳±۰/۲۷) بسیار بیشتر است. در مطالعه‌ای که Aksu و همکاران (۲۰۱۱) به منظور بررسی سمیت فلزات و سطوح بقایای ترکیبات ارگانوکلره در ماهی Hake (*Merluccius merluccius*) در دریای مرمر ترکیه انجام داده بودند، غلظت ۱۳۹-۷/۴ و ۸۶-۲/۷ به ترتیب برای ایزومرهای DDE و DDD سم ددت به دست آمده بود که در مقایسه با مطالعه حاضر به مراتب مقادیر بالاتری می‌باشد. سم ددت در بافت عضله ماهی سفید در ایستگاه انزلی با غلظت ۰/۶۱ ±۰/۰۳ نانوگرم بر گرم وزن‌تر، بیشترین میزان را داشت (شکل ۲). همچنین در این مطالعه، میزان سم ددت در ماهی سفید با متوسط ۰/۲۵±۰/۱۱ نانوگرم بر گرم وزن‌تر به دست آمد، در حالی که در مطالعه واعظ زاده و همکاران (۱۳۸۷) در سواحل جنوب غربی دریای خزر، غلظت ۲۳ نانوگرم بر گرم وزن‌تر برای ماهی سفید به دست آمده بود که در مقایسه با تحقیق حاضر (۰/۲۵±۰/۱۱) به طور معنی داری بیشتر می‌باشد. در تحقیق حاضر، بیشترین میزان سم ددت در بافت عضله ماهی کپور در ایستگاه کیاشهر با غلظت ۰/۱۵ ± ۰/۶۴ نانوگرم بر گرم وزن‌تر، به دست آمد (شکل ۳). همچنین در این مطالعه، میزان سم ددت در ماهی کپور با متوسط ۰/۲۵±۰/۱۷ نانوگرم بر گرم وزن‌تر بود. در مطالعه واعظ زاده و همکاران (۱۳۸۷) در سواحل جنوب دریای خزر، غلظت ۲/۸ نانوگرم بر گرم وزن‌تر برای ماهی کپور بود که در مقایسه با تحقیق حاضر (۰/۲۵±۰/۱۷) بیشتر می‌باشد. ددت در بافت عضله ماهی کفال در ایستگاه چالوس با غلظت ۰/۰۶ ± ۰/۶۴ نانوگرم بر گرم وزن‌تر، بیشترین میزان را به خود اختصاص داده بود و متوسط آن (۰/۲۵±۰/۱۶۳) نانوگرم بر گرم ارزیابی گردید ولی در مقایسه با واعظ زاده و همکاران (۱۳۸۸) که مقدار سم DDTدر ماهی کفال را ۱۴/۸ نانوگرم بر گرم وزن‌تر به دست آورده بودند، بسیار بیشتر از تحقیق حاضر (۰/۲۵±۰/۱۶۳) نانوگرم بر گرم وزن‌تر بود که نشاندهنده ی کاهش مصرف آن در حوزه جنوبی دریای مازندران می‌باشد. این امر می‌تواند به علت ممنوعیت استفاده از این نوع سموم در کشور باشد. ایران عضو کنوانسیون POPs است این کنوانسیون با حضور ۱۱۶ کشور جهان در سال ۲۰۰۱ میلادی در استکهلم تصویب و از فوریه ۲۰۰۴ اجرایی شده است و از اسفند سال ۱۳۸۲ نیز در کشور در حال اجرا است، بنابر این اکنون بیش از دو دهه از ممنوعیت استفاده از

۱۲ ماده آلی پایدار DDT، الدرین، دیلدرین، اندرین، کلراین، هپتاکلر، هگزاکلروبنزن، میرکس، توکسافن، پلی کلرینیتد بی فنیل‌ها (PCBs) دی اکسین‌ها و فوران‌ها می‌گذرد (مهندسی بهداشت محیط ایران، ۱۳۹۳)، بنابر این می‌توان انتظار داشت که پس از ممنوعیت و کاهش استفاده از این نوع سموم در کشور غلظت آن همانطور که نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد، کاهش یافته باشند.

روند افزایش غلظت کل سم ارگانوکلره ددت در مجموع سه ماهی در ایستگاه‌های مورد مطالعه به شکل آستارا < هشتپر< چالوس< بندر انزلی< کیاشهر فریدونکنار< خزرآباد ساری< بندر ترکمن به دست آمد. از این رو آلوده‌ترین ایستگاه از نظر آلودگی به سم ددت ایستگاه کیاشهر با متوسط ۰/۰۲±۰/۶۴ نانوگرم بر گرم بر پایه وزن‌تر (جدول ۲) بود. در مطالعه واعظ زاده و همکاران (۱۳۸۷) و واعظ زاده و همکاران (۱۳۸۸) بر روی ماهی کفال و سفید و کپور در سواحل غربی جنوب خزر به ترتیب ایستگاه رامسر و هشتپر به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ گزارش گردیده بود. براساس نتایج تحقیق حاضر، از سمت شرق به غرب در دریای مازندران، آلودگی به سم ددت بیشتر می‌گردد (جدول ۲). علت این تفاوت را می‌توان به وجود منابع آلاینده بیشتر در مناطق استان‌های گیلان و مازنداران، ورود مقادیر بیشتر از فاضلاب‌های شهری، صنعتی و بویژه کشاورزی (بدلیل کشت برنج و تولید فاضلاب‌های آلوده به سموم و کودهای شیمیایی بیشتر) از ساحل به دریا، تردد بیشتر قایق‌های تفریحی و کشت‌های تجاری و همچنین وجود رودخانه‌های بیشتر در بخش غربی نسبت به شرق و ورود مواد آلی و معدنی بیان نمود (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹).

WHO و FAO میزان بیشینه حد باقیمانده برای سم ددت را یک میلی گرم در کیلوگرم وزن چربی (۰/۲۸۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن‌تر)، تعیین کرده است، با توجه به نتایج مطالعه حاضر، در تمامی ایستگاه‌ها میزان سم ددت از بیشینه حد باقیمانده کمتر می‌باشد. میزان جذب قابل قبول (ADI) روزانه از نظر سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان خواروبار جهانی (FAO) برای سموم ارگانوکلره کشاورزی ۰/۰۲ میلی گرم در کیلوگرم در روز برای یک فرد با وزن متوسط ۷۰ کیلوگرم در نظر گرفته شده است. میزان سم ددت در بافت عضله ماهیان هیچ یک از ایستگاه‌های مورد بررسی بالاتر از میزان جذب قابل قبول روزانه بدست نیامد (FAO/WHO, 1999) (ATSER, 2013). در نهایت میانگین سم DDT در ماهیان سفید، کپور و کفال در سواحل شمالی دریای مازندران کمتر از حد مجاز مصرف روزانه بوده و در مقایسه با سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ کاهش معنی داری نشان می‌دهد.

منابع

شهریاری، ع؛ گل فیروزی، ک؛ شاهین، ن. ۱۳۸۹. میزان تجمع کادمیوم و سرب در بافت عضلانی سه گونه از ماهیان دریایی کپور، کفال و ماهی سفید سواحل دریای خزر در حوضه خلیج گرگان در سال ۸۶ – ۱۳۸۵. فصلنامه علمی شیلات ایران، ۱۹(۲): ۱۰۰- ۹۵.

واعظ زاده، و.، ماشینچیان مرادی، ع.، اسماعیلی ساری، ع. و فاطمی، س. م. ر. ۱۳۸۷. بررسی غلظت سموم کشاورزی ارگانوکلره در گوشت دو ماهی اقتصادی کپور و سفید در سواحل جنوب غربی دریای خزر. علوم محیطی، ۵: ۳۵- ۳۹.

واعظ زاده، و.، ماشینچیان مرادی، ع.، اسماعیلی ساری، ع. و فاطمی، س. م. ر. ۱۳۸۸. بررسی غلظت سموم کشاورزی ارگانوکلره در بافت عضلانی دو ماهی اقتصادی کفال و سیاه کولی در سواحل جنوب غربی دریای خزر. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۰: ۲۸۱ – ۲۸۴.

مهندسی بهداشت محیط ایران. ۱۳۹۳. مواد آلوده کننده آلی پایدار Persistent Organic Pollutant (POPs) . قابل دسترسی در:http://iehe.ir.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2005. Toxicological profile for alpha, beta, Gamma and delta-Hexachlorocyclohegxan. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta.

Aksu, A., Balkis, N., Taskin, O. S. & Ersan,

and organochlorine pesticides in some edible marine organisms from the Central Adriatic Sea: *Chemosphere*, 57: 391-400.

Corsolini, S., Ademollo, N., Romeo, T., Greco, S. & Focardi, S. 2005. Persistent organic pollutants in edible fish: a human and environmental health problem: *Microchemical Journal*, 79:115-123.

Roos, G. 2004. The public health implication of Polychlorinated Biphenyls (PCBS) in the Environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 59: 275-291.

Sankar, T. V., Zynudheen, A. A., Anandan, R. & Nair, P.G.V. 2006.Distribution of organochlorine pesticide and heavy metal residue in fish and shelfish from Calicute Region, Kerala, India. *Chemosphere*, 65: 583-590.

Smith, A.G. & Gangolli, S. D. 2002. Organochlorine chemicals in seafood: Occurrence and health concerns: *Food and Chemical Toxicology*, 40: 767-779.

Sudaryanto, A., Monirith, I., Kajivara, N., Takahashi, S., Hartono, P., Mouawanah, M., Omori, K., Takeoka, H. & Tanabe, S. 2007. Level and distribution of organochlorines in fish from Indonesia: *Environmental International*, 33: 750-758.

Lazartigues, T. M., Banas, A. & Bellut, D. D. 2012. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in sediments and fish from freshwater cultured fish ponds in different agricultural contexts in north-eastern France. Ecotoxicology and Environmental Safety, 77: 35–44.

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

World Health Organization. 2005. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. Available at: www.FAO.org.

M.S. 2011. Toxic metal (Pb, Cd, As and Hg) and organochlorine residue levels in Hake (*Merluccius merluccicus*) from the Marmara Sea, Turkey. *Environment Assess*, 182: 509-521.

Ballschmiter, K., Buchert, H., Scholz, C. & Zell, M. 1983. Baseline studies of the global pollution by chlorinated hydrocarbons in the Caspian Sea. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 316: 242-246.

Covaci, A., Gheorghe A., Voorspoels, A., Maervoet, J., Redeker, E. S., Blust, R. & Schepens P. 2005. Polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in sediment cores from the western Scheldt River (Belgium). Analytical Aspects and Depth Profiles. *Environmental International*, 31: 367-375.

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.

Erdogrul, O., Covaci, A. & Schepens, P. 2005. Level of organochlorine pesticides, oolychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in fish species from Kahramanmaras, Turkey: *Environmental International*, 31: 703-711.

FAO/WHO.1999. Pesticide residues in food – 1998 evaluations. Part II – Toxicological. Geneva, World Health Organization, Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (WHO/PCS/99.18).

Heidari H. 2003. Farmer Field Schools (FFS) slash pesticide use and exposure in Islamic Republic of Iran. Agro-Chemical Report. Vol.3. Iran.

MOOPAM. 1999. Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analysis Methods. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment. Kuwait.

Perugini, M., Cavaliere, M., Giammarino, A., Mazzone, P., Olivieri, V. & Amorena, M. 2004. Levels of polychlorinated biphenyls