

Concentration of Heavy Metals (Cd, Cr and Pb) in the Tissues of Clupeonella Cultriventris and Gasterosteus Aculeatus from Babolsar Coastal Waters of Mazandaran Province, Caspian Sea

Mehdi Najm¹,
Mohammad Shokrzadeh²,
Mahdi Fakhar³,
Mehdi Sharif⁴,
Seyedeh Mahbobeh Hosseini⁵,
Bahman Rahimi-Esboei⁶,
Farshideh Habibi⁷

¹ Msc Student in Parasitology, Department of Parasitology and Mycology, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

² Associate Professor, Department of Toxicology, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

³ Associate Professor, Molecular and Cell Biology Research Center, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

⁴ Professor, Toxoplasmosis Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

⁵ MSc, Department of Biostatistics, School of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

⁶ PhD Student, Department of Parasitology, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

⁷ Msc, Caspian Sea Ecology Research Center, Health and Aquatics Diseases, Sari, Iran

(Received December 21, 2013 ; Accepted April 30, 2014)

Abstract

Background and purpose: Heavy metals are released to the environment as a result of industrial, urban and agricultural sewages. They are usually resistant to chemical dissociation. They can easily contaminate aquatic animals especially fishes which are amongst the food chains of human. This study evaluated the concentration of heavy metals in the tissues of different types of *Clupeonella cultriventris* and *Gasterosteus aculeatus* in the waters of Caspian Sea in Mazandaran Province.

Material and Methods: This cross-sectional descriptive study was performed on 50 *Clupeonella cultriventris* and 50 *Gasterosteus aculeatus* obtained from Mazandaran coastal by multi mesh gill nets in 2012. The samples were digested by concentrated 65% nitric acid, and were analyzed for Pb in a graphite furnace atomic absorption spectrophotometer and for Cd and Cr in a flame atomic absorption spectrophotometer.

Results: Mean concentration of Pb, Cr and Cd in *Gasterosteus aculeatus* was 0.113, 5.28 and 0.046 and mean concentrations of Pb, Cr and Cd in *Clupeonella cultriventris* were 0.126, 4.29 and 0.096 (µg/g dry weight), respectively. The results showed no significant correlation between the concentrations of these metals and length of fish and different tissues of the fish.

Conclusion: We found the concentration of heavy metals including Pb and Cr in both types of the fishes less than the amounts reported by WHO, so they do not bare considerable health risk. However, the concentration of Cd is more than the recommended consumption limit for human which could lead to many diseases. We believe that these fishes could be used as a bioindicator for assessing the pollution load of sea water and rivers.

Keywords: *Clupeonella cultriventris*, *Gasterosteus aculeatus*, heavy metals, bioindicator, Caspian Sea

بررسی میزان غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی کلیکا و سه خاره دریای خزر

مهدی نجم^۱
محمد شکر زاده^۲
مهدی فخار^۳
مهدی شریف^۴
سیده محبوبه حسینی^۵
بهمن رحیمی اسبویی^۶
فرشیده حبیبی^۷

چکیده

سابقه و هدف: فلزات سنگین در اثر فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی به وجود می‌آیند. این فلزات معمولاً در مقابل تصفیه شیمیایی مقاوم می‌باشند. این گونه فلزات به راحتی می‌توانند باعث آلودگی زیست محیطی آبزیان به خصوص ماهی‌ها شوند که یکی از مهم‌ترین زنجیره غذایی انسان‌ها محسوب می‌شوند. هدف از این مطالعه، بررسی غلظت فلزات سنگین از جمله سرب، کادمیوم و کروم در ماهی کلیکا و سه خاره ساحل بابلسر واقع در استان مازندران بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی-مقطعی ۵۰ ماهی سه خاره و ۵۰ ماهی کلیکا که توسط تور صیادی در سال ۱۳۹۱ که از مناطق ساحلی بابلسر صید شده بودند، مورد بررسی بیومتری قرار گرفته و سپس نمونه‌ها را به روش هضم بافتی آماده سازی شده توسط دستگاه جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفتند. پس از هضم نمونه‌ها با اسید نیتریک ۶۵ درصد، سرب و کادمیوم و کروم آن‌ها با دستگاه جذب اتمی شعله اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: میانگین غلظت کلی سرب، کروم و کادمیوم در مپاهی سه خاره به ترتیب ۰/۱۱۳، ۵/۲۸ و ۰/۰۴۶ و میانگین غلظت کلی سرب، کروم و کادمیوم در ماهی کلیکا به ترتیب ۰/۱۲۶، ۴/۲۹ و ۰/۰۹۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه به دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تجمع این فلزات در جنس نر و ماده وجود ندارد هم‌چنین نتایج حاصل از تعیین همبستگی نشان داد ارتباط معنی‌داری بین میزان فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی و طول بدن وجود ندارد.

استنتاج: نتایج این بررسی نشان داد که غلظت فلزات سنگین سرب و کروم از استانداردهای گزارش شده توسط سازمان بهداشت جهانی کم‌تر بوده و نگران‌کننده نمی‌باشد. هر چند میانگین غلظت فلز کادمیوم در هر دو نوع ماهی از حداکثر مجاز برای مصارف انسانی بالاتر بوده و نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود که از ماهیان کلیکا و سه خاره به عنوان بیواندیکاتور به منظور ارزیابی میزان آلودگی آب نواحی مختلف دریای خزر و حتی رودخانه‌ها استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: ماهی سه خاره، کلیکا، فلزات سنگین، بیواندیکاتور

مقدمه

علاوه بر کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، اسیدهای آمینه و ویتامین‌ها، برخی از فلزات سنگین نیز برای فعالیت بیولوژیکی سلول‌ها ضروری می‌باشند. برخی از فلزات مانند آهن برای زندگی جنبه حیاتی داشته و گروهی

E-mail: mahdif53@yahoo.com

مؤلف مسئول: مهدی فخار - ساری: کیلومتر ۱۸ جاده خزرآباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده پزشکی
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه انگل شناسی و قارچ شناسی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. دانشیار، گروه سم شناسی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. دانشیار، مرکز تحقیقات بیولوژی سلولی و مولکولی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۴. استاد، مرکز تحقیقات توکسپلاسموز، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۵. گروه آمار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۶. دانشجوی دکتری، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۷. کارشناس ارشد، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان، فرح آباد ساری، ایران
© تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۳۰ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۲/۲/۲۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۲/۱۰

دیگر مانند مس، روی و سرب به مقدار جزئی برای فعالیت آنزیم‌ها ضروری است (۱) این فلزات به علت داشتن وزن اتمی بالا فلزات سنگین نامیده می‌شوند. فلزات سنگین به عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده‌های محیط‌های آبی همیشه در ترکیب طبیعی محیط زیست وجود دارند و در شرایط طبیعی در غلظت‌های پایین یافت می‌شوند، اما در اثر فعالیت‌های انسانی مقادیر قابل توجهی از فلزات سنگین وارد محیط زیست می‌شود (۲). امروزه رشد صنعتی کارخانه‌ها، نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها منجر به آلودگی آب‌ها شده است. به همین خاطر باید در رابطه با سیستم‌های آبی، انواع منابع آلوده‌کننده، اثرات آلودگی، روش‌های دفع آلودگی و همچنین روش‌های پیشگیری از آلودگی اطلاع کافی داشته باشیم (۳). فلزات سنگینی که در اثر منابع صنعتی، شهری و پسماندهای کشاورزی انباشته می‌شوند، در برابر تجزیه مقاوم هستند و در بدن ماهی، میگو و سایر آبزیان تجمع می‌یابند (۴).

انسان و حیوانات همیشه در معرض آلودگی با فلزات سنگین می‌باشند. این فلزات با ترکیبات ضروری بدن از قبیل اکسیژن، گوگرد و ازن و با گروه‌هایی از قبیل $COOH$ ، COO ، OH ، SH و $S-S$ پیوند برقرار می‌کنند. بیش‌تر ترکیبات ضروری بدن از جمله آنزیم‌ها و پروتئین‌ها دارای چنین گروه‌هایی می‌باشند. در نتیجه فلزات سنگین موجب وقفه فعالیت آنزیم‌ها و اختلال در سنتز ترکیبات ضروری بدن می‌شوند (۵). به طور معمول بعضی از این عناصر، گرچه به مقدار بسیار کم برای انجام فعالیت‌های طبیعی فیزیولوژیک بدن انسان، پستانداران و آبزیان ضروری هستند، اما زمانی که غلظت این عناصر در محیط از حد مجاز فراتر رود و یا به طور مستمر وارد محیط زیست آبزیان شوند، در ارگان‌هایی مانند ماهیچه، کبد و کلیه ذخیره شده و منجر به دچار نوعی مسمومیت مزمن می‌شوند و در صورت استمرار، علائم بالینی ویژه این نوع مسمومیت‌ها پدیدار خواهد شد (۶). مصرف روزافزون آبزیان آلوده به فلزات سنگین،

به وسیله انسان و مسمومیت‌های ناشی از آن‌ها در ۵۰ سال گذشته آشکارتر شده است و در چند دهه اخیر قوانین و مقررات گوناگونی جهت پیشگیری از اثرات زیان‌بار بهداشتی آن‌ها در جوامع انسانی تدوین شده است (۷). این آلاینده‌ها می‌توانند به ناقل‌ها و ماکرومولکول‌های قابل عبور از غشاء متصل و در نتیجه به داخل سلول‌ها راه یابند و اثر خود را بر جای گذارند (۸). اثرات این آلاینده‌ها به عواملی از قبیل میزان و مقدار مصرف آن‌ها، شرایط زمینه زیستی مورد اثر، pH، شرایط فیزیکی محیط مانند دما، موضع اثر، سن، جنس و غیره بستگی دارد (۴). هم‌چنین در سال‌های اخیر ماهیان یکی از بیواندیکاتورهای (Bioindicator) مهم برای سنجش فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند (۹).

کادمیوم یکی از فلزات سنگین می‌باشد که نقش شناخته شده‌ای در انسان ایفاء نمی‌کند. شناخته شده‌ترین اثرات سمی کادمیوم در انسان بیماری Itai-Itai (بیماری Ouch- Ouch) است که اولین بار به علت مصرف برنج آلوده به این فلز در در کشور ژاپن گزارش شد (۱۰).

کروم از فلزات مهم ساختاری و متابولیکی بدن انسان می‌باشد. این فلز به صورت آزاد در خون باعث افزایش گونه‌های فعال اکسیژنی از جمله رادیکال‌های آزاد سوپر اکسید، آب اکسیژنه و در نهایت رادیکال آزاد هیدروکسیل می‌گردد، که همگی به پروتئین‌ها، چربی‌ها و اسیدهای نوکلئیک صدمه می‌رسانند (۱۱). سرب یکی از فلزات سنگین سمی می‌باشد که به پیوندهای عصبی آسیب رسانده (به خصوص در کودکان) و موجب بیماری‌های خونی و مغزی می‌شود. از سرب به عنوان معیاری در ارزیابی آلودگی‌های محیطی استفاده می‌شود (۱۲).

ماهی کیلکا (*Clupeonella cultriventris*) یکی از مهم‌ترین انواع ماهی‌های بومی دریای خزر می‌باشد که بیش‌تر در آب‌های عمیق زندگی می‌کند. این ماهی با جثه بسیار کوچک (به طول متوسط ۷ تا ۱۰ سانتی‌متر و

شامل اندازه گیری طول، وزن و جنسیت ماهیان انجام شد. بافت های کبد، روده، عضله و پوست ماهی جدا و برای انجام آزمایشات نهایی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

به منظور انجام آزمایشات یک گرم وزن خشک از هر نمونه داخل لوله های مخصوص هضم ریخته شد و سپس ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد به آن اضافه گردید؛ سپس نمونه ها به مدت یک ساعت در دمای ۴۰ درجه و سه ساعت در دمای ۱۴۰ درجه در دستگاه مخصوص هضم قرار گرفتند. پس از آن نمونه ها با کاغذ صافی و اتن ۴۲ صاف شدند و با آب دیونیزه در بالن ژورنه های ۲۵ میلی لیتری به حجم رسیدند و تا زمان اندازه گیری در ظروف پلی اتیلنی نگهداری شدند (۱۴). اندازه گیری فلزات سرب، کروم و کادمیوم با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله مدل Perkin EL meR Analyst 100 انجام شدند. قبل از اندازه گیری فلزات سنگین برای ارزیابی صحت دستگاه جذب اتمی ابتدا از محلول مادر ۱۰۰۰ ppm محلول های استاندارد با غلظت های ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۵ تهیه شد. نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون T Test به منظور تعیین وجود یا عدم وجود تفاوت در میانگین گروه های مستقل از یکدیگر و آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین های متغیر کمی در گروه های مستقل از یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. هم چنین جهت بررسی ارتباط بین خصوصیات فیزیولوژیکی و جنس گونه ها با میزان تجمع فلزات سنگین از آزمون همبستگی استفاده شد.

یافته ها

جدول شماره ۱ نتایج مربوط به داده های بیومتری نمونه ها را نشان می دهد. نتایج حاصل از اندازه گیری فلزات سنگین کادمیوم، سرب و کروم در بافت های کبد، روده، عضله و پوست ماهی سه خار و کلیکا در جدول شماره ۲ آورده شده است. میانگین غلظت کلی

وزن ۷ تا ۱۰ گرم) سرشار از پروتئین، کلسیم، فسفر، ویتامین A و D می باشد. ماهی سه خار (Gasterosteus aculeatus) یکی از کوچک ترین (به طول حداکثر ۱۰ سانتی متر) ماهیان آب شیرین و شور می باشد که بیش تر در آب های سطحی و مصب رودخانه (مدخل ورودی رودخانه به دریا) زندگی می کند. خصوصیت بارز این ماهیان وجود دو تا چهار خار در جلوی باله پشتی می باشد. این ماهی ها جزو ماهیان اگزوفیش (غیر بومی) هستند. این ماهیان را می توان در سواحل دریای خزر به وفور مشاهده نمود (۱۳). آلاینده ها از یک طرف باعث کاهش اکسیژن محلول در آب شده و از طرف دیگر به خاطر سمیت خود، اثر مستقیمی روی ماهی ها داشته و باعث تلفات آن ها می شود (۸). در مجموع با توجه به اهمیت مصرف آبریان در سلامت انسان از یک سو و این که تا کنون میزان غلظت فلزات سنگین در بافت های ماهیان مذکور ارزیابی نشده بود مطالعه حاضر با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کروم) در بافت های ماهی کلیکا و سه خار ساحل بابلسر و مقایسه بین میانگین مقادیر این فلزات با استانداردهای موجود طراحی شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین، نمونه برداری از بافت های کبد، روده، عضله و پوست ماهی کلیکا و سه خار مناطق ساحلی دریای خزر، واقع در شهرستان بابلسر از استان مازندران در سال ۱۳۹۱ صورت گرفت. برای انجام این مطالعه از ۵۰ ماهی سه خار و ۵۰ ماهی کلیکا استفاده شد. پس از صید، نمونه های ماهی به پژوهشکده اکولوژی دریای خزر واقع در ساری منتقل و پس از تایید جنس و گونه آن ها توسط این مرکز (۱۳) نمونه ها به آزمایشگاه تحقیقات انگل شناسی دانشکده پزشکی ساری، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، جهت بررسی های بیشتر انتقال داده شدند. ابتدا همه نمونه ها به وسیله آب مقطر شسته شدند و عملیات بیومتری

سرب، کروم و کادمیوم در ماهی سه خاره به ترتیب 0.113 ± 0.006 ، 0.22 ± 0.005 و 0.11 ± 0.0046 میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه و میانگین غلظت کلی سرب، کروم و کادمیوم در ماهی کلیکا به ترتیب 0.05 ± 0.0126 ، 0.04 ± 0.007 و 0.096 ± 0.007 میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه به دست آمد.

جدول شماره ۱: مشخصات بیومتری نمونه های ماهی سه خاره و کلیکای صید شده از سواحل دریای خزر از استان مازندران

نوع ماهی	میانگین وزن	حداقل وزن	حداکثر وزن	میانگین طول	حداقل طول	حداکثر طول
سه خاره	176 ± 0.34	1/15	2/75	610 ± 0.38	530	710
کلیکا	726 ± 2.16	2/22	18/84	1080 ± 1.32	805	1380

جدول شماره ۲: میانگین میان فلزات سنگین در اندام های مختلف ماهی کلیکا و سه خاره (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

نوع ماهی	فلزات سنگین			
	سرب	کروم	کادمیوم	
کلیکا	پوست	$0.50 \pm 0.61/0$	$89/1 \pm 713/1$	$0.10 \pm 0.33/0$
	کبد	$0.90 \pm 18/0$	$167 \pm 30.7/6$	$0.10 \pm 0.43/0$
	عضله	$0.40 \pm 128/0$	$554 \pm 30.9/6$	$0.10 \pm 0.42/0$
سه خاره	روده	$0.70 \pm 0.85/0$	$732 \pm 814/6$	$0.10 \pm 0.68/0$
	پوست	$0.80 \pm 149/0$	$2/2 \pm 81/3$	$44/0 \pm 28/0$
	کبد	$0.30 \pm 125/0$	$7/2 \pm 13/4$	$0.10 \pm 0.36/0$
WHO	عضله	$0.70 \pm 124/0$	$0.62 \pm 34/5$	$0.10 \pm 0.43/0$
	روده	$0.80 \pm 10.7/0$	$53/2 \pm 9.3$	$0.10 \pm 0.25/0$
	FDA	-	10	0.2
UK(MAFF)	-	10	0.15	
	-	20	0.2	

نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی داری بین تجمع این فلزات در جنس نر و ماده وجود ندارد هم چنین نتایج حاصل از تعیین همبستگی نشان داده است که ارتباط معنی داری بین میزان فلزات سنگین در اندام های مختلف ماهی و طول بدن وجود ندارد. میزان تجمع فلزات سنگین در بافت های مختلف ماهی سه خاره و کلیکا در جدول شماره ۲ آورده شده است.

با توجه به داده های جدول شماره ۲، در ماهی کلیکا بیشترین میزان فلز سرب در کبد وجود دارد ولی در ماهی سه خاره بیشترین میزان فلز سرب در پوست و کمترین میزان فلز سرب در کبد وجود دارد که این اختلاف از نظر آماری معنی دار است ($p < 0.05$). کمترین میزان فلز کروم در مقایسه با سایر اندام ها در

بافت پوست وجود دارد و اختلاف آماری آن نسبت به سایر اندام ها در ماهی سه خاره معنی دار بوده ($p < 0.05$) ولی در ماهی کلیکا معنی دار نمی باشد. فلز کادمیوم در پوست ماهی کلیکا بیش تر از میزان همین فلز در پوست ماهی سه خاره است ($p < 0.05$). البته بر خلاف ماهی سه خاره، میزان فلز کادمیوم در اندام های مختلف ماهی کلیکا با یکدیگر تفاوت معنی دار داشت ($p < 0.05$). با استفاده از آزمون Friedman مشخص شد که در ماهی سه خاره ارتباط معنی داری بین میانگین فلز کادمیوم در اندام های مختلف وجود دارد ($p < 0.05$). ولی بین میانگین فلز سرب و کروم در اندام های مختلف ارتباط معنی داری حاصل نشد. اما در ماهی کلیکا ارتباط معنی داری بین میانگین فلز سرب، کروم و کادمیوم در اندام های مختلف وجود دارد ($p < 0.05$).

بحث

آلودگی محیط های آبی به فلزات سنگین و پتانسیل تجمع زیستی این آلاینده ها به عنوان یک خطر جدی از مدت ها پیش مورد توجه بوده است. این آلاینده ها در بدن آبزیان تجمع می یابند و سپس از طریق زنجیره غذایی به بدن انسان منتقل می شوند. میزان معینی از این فلزات برای فعالیت متابولیکی بدن ضروری می باشد. اما اگر میزان این فلزات بیش تر از حد استاندارد باشد مشکلاتی را برای سیستم های بدن ایجاد می کند (۱۵). در پژوهش حاضر، با مقایسه میانگین مقادیر فلزات سنگین در نمونه های مختلف می توان دریافت که غلظت این فلزات در بعضی از نمونه ها از حداکثر مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO) بسیار بیش تر بوده است (۱۶). هم چنین مقدار این فلز از استاندارد وزارت کشاورزی، پرورش ماهی و جنگل داری انگلستان (MAFF) و مدیریت سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) نیز بیش تر می باشد (۱۷). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داده است که میزان فلزات سنگین اندازه گیری شده در بافت های مختلف ماهی سه خاره و کلیکا از لحاظ

آماري اختلاف معنی داری باهم ندارند. سرب از نظر انتشار، گسترده‌ترین عنصر سنگین و سمی در محیط زیست بوده و به میزان زیاد در محیط‌های آبی یافت می‌شود. این فلز سنگین در صورت جذب از طریق غذا برای مصرف کنندگان بسیار سمی می‌باشد (۱۹،۱۸). با توجه به نمودار شماره ۱، میانگین فلز سنگین سرب در بدن ماهی سه خاربه بیش‌تر از ماهی کلیکا می‌باشد. که به نظر می‌رسد دلیل آن وفور ماهیان سه خاربه در مصب رودخانه‌ها و قرار گرفتن در سطوح بالای آب دریا باشد زیرا آلودگی‌های محیطی و فاضلاب‌های صنعتی و شهری در مناطق مذکور بیش‌تر است. در ماهی کلیکا بیش‌ترین میزان فلز سرب در کبد وجود دارد ولی در ماهی سه خاربه بیش‌ترین میزان فلز سرب در پوست و کم‌ترین آن در کبد وجود دارد که این اختلاف از نظر آماری معنی دار می‌باشد. استفاده از سرب در صنعت پالایش نفت می‌تواند دلیل افزایش این عنصر در منطقه باشد. از دلایل دیگر افزایش این عنصر می‌توان به وجود سرب در بنزین و انتشار آن در هوا پس از احتراق، سرعت رسوب بالای سرب در خاک ورود رسوبات حاوی سرب از طریق رودخانه‌ها به دریای خزر اشاره کرد. عسگری ساری میانگین فلز سرب را در بدن ماهی شوریده بندرعباس $0/077 \pm 0/665$ میکروگرم در گرم گزارش کردند (۲۰) که نسبت به نتایج مطالعه حاضر از میزان بالاتری برخوردار بوده است. ایمان پور و همکاران (۲۰۱۱) نیز بین غلظت فلز سرب و وزن بدن اردک ماهی همبستگی منفی پیدا نمودند (۲۱). البته مقدار فلز سرب نسبت به مقادیر استاندارد سازمان بهداشت جهانی و سازمان های FDA و MAFF کم‌تر بود (۲۲) افزایش میزان سرب در بافت‌های ماهی ممکن است به دلیل افزایش گازهای خروجی از وسایل نقلیه حاوی ترکیبات سرب و ورود گسترده فاضلاب‌های شهری و صنایع شیمیایی به دریا باشد (۱۲).

کروم عنصری سمی است و سمیت آن به اشکال شیمیایی آن بستگی دارد به طوری که کروم شش

ظرفیتی برای ارگانسیم‌های دریایی بسیار سمی‌تر از کروم سه ظرفیتی است و به راحتی می‌تواند از غشاهای سلولی عبور کند. فاکتورهای زیستی و غیر زیستی که سبب افزایش کروم شش ظرفیتی می‌شود، می‌تواند باعث افزایش سمیت این عنصر در آب دریا شود (۲۳). میانگین وجود فلز سنگین کروم در بافت‌های ماهی کلیکا و سه خاربه به ترتیب $5/28$ و $4/29$ میکروگرم بر گرم وزن بدن بوده است که نسبت به استانداردهای جهانی کم‌تر می‌باشد و تهدیدی برای سلامت انسان و محیط زیست نمی‌باشد. در مطالعه مشابه در استان گلستان بندانی و همکاران میانگین فلز کروم را در عضله و کبد ماهی کپور $62/9$ و $52/4$ میکروگرم بر گرم وزن بدن گزارش کردند (۲۴) که نسبت به مطالعه حاضر از میزان بسیار بیش‌تری برخوردار بوده است که این را می‌تواند به آلودگی بیش‌تر سواحل استان گلستان و یا جذب بیش‌تر فلز کروم توسط ماهی کپور نسبت داد (۲۵). در تحقیقی که خزایی روی رسوب‌های تالاب انزلی انجام داد، میزان کروم $35/70$ میکروگرم بر گرم وزن بدن به دست آمد که بسیار بیش‌تر از غلظت کروم در تحقیق حاضر می‌باشد (۲۶).

کادمیوم به عنوان فلز سمی دیگر به مقدار زیادی از طریق غذا جذب شده منجر به و اثرات سوء از جمله مشکلات اسکلتی، برونشیت، آمفیوزم، کم خونی و سنگ کلیه را در مصرف کنندگان می‌شود (۸). میانگین وجود فلز کادمیوم در مطالعه حاضر $0/071$ میکروگرم بر گرم وزن خشک بدن بوده است که این مقدار از حد استانداردهای جهانی بیش‌تر بوده و از لحاظ بهداشتی بسیار نگران کننده است و نیاز به بررسی و نظارت بیش‌تری در این زمینه وجود دارد. در مطالعه عریان و همکاران که در خلیج فارس انجام شد میزان فلز کادمیوم در حلوا ماهی $1/65 \pm 0/04$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن گزارش شد (۲۷). در این مطالعه بیش‌ترین میزان فلز کادمیوم در بافت پوست ماهی کلیکا به دست آمد که با اختلاف معنی داری بیش‌تر از سایر بافت‌ها

بوده است ($p < 0/05$). در بررسی ناصری و همکاران میزان جیوه، کادمیوم و سرب در بافت های غیر خوراکی بیش تر از بافت های خوراکی مثل عضله گزارش شد (۲۰). هم چنین در مطالعه دیگر در ترکیه میزان کادمیوم و سرب بافت کبد ماهی *Sciaena umbra* در بالاتر از عضله گزارش شد (۲۸). بالاتر بودن میزان کادمیوم از برخی استانداردهای موجود می تواند به عنوان یک هشدار در نظر گرفته شود. غلظت نسبتاً بالای کادمیوم در نمونه ها را می توان به یکی از مهم ترین منابع آلوده کننده تالاب، یعنی پساب های کشاورزی نسبت داد در واقع استفاده گسترده از کودهای فسفاته در امر کشاورزی طی سالیان اخیر نقش موثری در افزایش این آلاینده در آب، رسوبات و در نهایت آبریان این تالاب دارد (۲۹). بنابراین مدیریت مصرف این کودها می تواند نقش عمده ای در کنترل بار آلودگی وارد شده به آب ها داشته باشد. هم چنین پایش دوره ای آلاینده های مختلف در دریاها و رودخانه ها می تواند گامی مؤثر در جهت آگاهی یافتن از وضعیت محیط زیست باشد. در مقایسه سه فلز مورد بررسی در این مطالعه، فلز کروم با میانگین $4/78$ فراوان ترین فلز بود. بر خلاف نتایج حاصل از مطالعه اخیر، سرتاج و همکاران در بررسی غلظت فلزات در رسوب های تالاب سنگین انزلی نشان دادند که فلز روی بیش ترین غلظت را دارد (۳۰).

با توجه به تداوم تخلیه آلاینده های سمی به رودخانه های منتهی به دریای خزر، پتانسیل زیادی جهت افزایش سریع و تجمعی غلظت فلزات سنگین سمی و رسیدن غلظت آنان به حد بحرانی وجود دارد. بنابراین برای پیشگیری از آلودگی بیش تر ناشی از

فلزات سنگین و سمی در دریای خزر، کنترل میزان مصرف کود و سموم توسط کشاورزان، ارائه دستورالعمل ها و آموزش های لازم به روستاییان، استفاده از روش های بیولوژیکی مبارزه با آفات برای کاهش استفاده سموم زراعی، ایجاد سیستم جمع آوری مناسب فاضلاب های روستایی و هم چنین صنایع و جلوگیری از ورود آن ها به دریا و ایجاد سیستم مناسب جمع آوری زباله های محدوده رودخانه ها و روستاهای اطراف آن پیشنهاد می شود. در مجموع بر اساس مطالعه حاضر پیشنهاد می شود که از ماهیان کلیکا و سه خار به عنوان بیواندیکاتور (۹) به منظور ارزیابی میزان آلودگی آب نواحی مختلف دریای خزر و حتی مصب رودخانه ها استفاده شود زیرا ماهیان مذکور از وفور بالایی برخوردار بوده و صید آن ها نیز آسان می باشد و هم چنین از نظر بیولوژی نیز متفاوت (ماهیان کلیکا در آب های عمقی و ماهی سه خار در آب های سطحی زندگی می کنند) هستند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کارکنان محترم مرکز تحقیقات شیلات فرح آباد ساری و هم چنین گروه سم شناسی دانشگاه علوم پزشکی مازندران به خاطر همکاری ارزشمندشان قدردانی می گردد. این مطالعه، بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مهدی نجم و طرح تحقیقاتی ۹۱-۱۱۴ دانشگاه علوم پزشکی مازندران می باشد، هم چنین از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران به خاطر حمایت های مالی تشکر می شود.

References

1. Rohani M. Diagnosis, Prevention, Cure and Poisoning of fishes, department of education and advancement press. Assistance of the growth of Iranian fishery 1995; 1-256 (Persian).
2. Rajaei G, Hassanpour M, Mahdinejad MH. Concentration of heavy metals (Cd, Cr, Zn, and Pb) in water of Gorganrood. J Health Syst 2012; 8(5): 748-756 (Persian).

3. Nouri & Ferdousi. Environmental chemistry. Islamic Azad University Press 1992(Persian).
4. Castro-Gonzalez MI, Mendez-Armenta M. Heavy metals: Implications associated to fish consumption. Environ Toxicol Pharma 2008; 26(1): 71-263.
5. Rokni N. Principle of the Food health, 3rd ed. Tehran: Tehran University Press 1999; 1-154.
6. Sorensen EMB, editor. Metal Poisoning in Fish. 1st ed. Boca Raton. Florida: CRC Press; 1991. p. 347.
7. Aghazadeh MM. Biotoxins present in aquatic animals and their complications. J Vet Soc Iran 2005; 14: 22-25.
8. Moghadasian MH. Advances in dietary enrichment with n-3 fatty acids. Crit Rev Food Sci Nutr 2008; 48: 402-410.
9. Adams SM. Biological indicators of aquatic ecosystem stress: Bethesda, MD, American Fisheries Society 2002. p. 644.
10. Amodio-Cocieri R, Fiore P. Lead and Cadmium concentration in Liver stock bred in campania, Italy. Bull Environment Contamin Toxicol 1987; 13(3): 460-464.
11. Klassen D, ed. Cassarett and Doulls Toxicology, The basic science of poisons. 5th ed. New York: Mc Growhill; 2002. p. 715.
12. Patrick L. Lead toxicity, a review of the literature. Part 1: Exposure, evaluation, and treatment. Altern Med Rev 2006; 11(2): 2-22.
13. Coad BW. Freshwater fishes of Iran. A checklist and bibliography. Ichthyology Section. Canadian Museum of Nature. Ottawa, Ontario 1992; Canada: 66.
14. Ebrahimi Sirizi Z, Sakizadeh M, Esmaili Sari A, et al. Survey of Heavy Metal (Cd, Pb, Cu and Zn) Contamination in Muscle tissue of *Esox lucius* from Anzali International Wetland: Accumulation and Risk Assessment. J Mazandaran Univ Med Sci 2012; 22(87): 57-63 (Persian).
15. Fazeli MS, Abtahi B, Sabbagh Kashani A. Assessing Pb, Ni and Zn accumulation in the tissues of *Liza aurata* in the south Caspian Sea. Iran J Fish Sci 2005; 14(1): 65-78 (Persian).
16. Kirk RS, Swyer R, Egan H. Pearson's composition and analysis of foods. 9th ed. Harlow, UK: Longman Group United Kingdom; 1991.
17. FAO/WHO, ed. Lists of contaminants and their maximum levels in foods. 1st ed. Rome, Italy.
18. Pourang N, Dennis JH, Ghoorchian H. Tissue distribution and redistribution of trace elements in shrimp species with the emphasis on the roles of metallothionein. Ecotoxicology 2004; 13(1):519-533.
19. Oryan S, Tatiana M, Gharibkhani M. The effect of oil pollution on the Heavy metal concentration on *Pampus rgenteuus* 2010; 1(8): 61-68.
20. Askary Sary A, Javahery Baboli M, Mahjob S, Velayatzadeh M. The comparison of heavy metals (Hg, Cd, Pb) in the muscle of *Otolithes ruber* in Abadan and Bandar Abbas Ports, the Persian Gulf. Iranian Scientific Fisheries Journal 2012; 21(3): 99-106 (Persian).
21. Imanpour Namin J, Mohammadi M, Heydari S, Monsef Rad F. Heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in tissue, liver of *Esox lucius* and sediment from the Anzali international lagoon-Iran. Caspian J Env Sci 2011; 9(1): 1-8 (Persian).
22. Duffus JH. Toxicology of metals—science confused by poor use of terminology. Arch Environ Health 2003; 58: 263-265.
23. Movahed A, Dehghan A, Haji Hosseini R, et al. Evaluation of heavy metals in the tissues

-
- of different species of shrimps collected from coastal waters of Bushehr, Persian Gulf. ISMJ 2013; 16(2): 100-109.
24. Bandani Gh A, Khoshbavar Rostami HA, Yelghi S, et al. Concentration of heavy metals (Cd, Cr, Zn, and Pb) in muscle and liver tissues of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) from coastal waters of Golestan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal 2011; 19(4): 1-10 (Persian).
25. Wichlund A. Metabolism of cadmium and zinc in fish. Ph.D. Thesis. University of Uppsala, Sweden 1990.
26. Khazaei T. The study of accumulation levels of Cd, Cu and Pb in sediment from Eastern part of Anzali Wetland [MSc Thesis]. Birjand, Iran: School of Agriculture, University of Birjand 2010; 83-88 (Persian).
27. Khosravi M, Bahramifar N, Ghasempouri M. Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Hg, Zn and Cu) Contamination in Sediment of Three Sites Anzali Wetland. Iran J Health & Environ 2011; 4(2): 223-232 (Persian).
28. Turkmen M, Turkmen A, Tepe Y, Ates A, Gokkus K. Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean Seas: Twelve fish species. Journal of Food Chemistry 2009; 108(4): 794-800.
29. Rahimi E, Raeisi M. Determination of lead and cadmium residual in meat of fishes caught from Choghakhor Lagoon in Chaharmahal and Bakhtiary Province. Iranian J Vet Res 2009; 44(21): 79-83 (Persian).
30. Sartaj M, Fatollahi Dehkordi F, Filizadeh Y. The survey of heavy metals accumulation (Cr, Ni, Cu, Cd, Zn and Pb) in sediments of Anzali Wetland. Iranian J Natu Resour 2005; 58(3): 623-34 (Persian).