JOURNAL OF VETERINARY CLINICAL RESEARCH

دوره پنجم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۳
صفحات ۱۷۲-۱۶۱

بررسی تجمع فلزات سنگین در عضله ماهی کفشک تیزدندان (Psettodes erumei) آبهای جنوب ایران

سهیل علی نژاد[۱]، بابک شعیبی عمرانی*[۲]، محمد شکرزاده[۳]، سید سهیل قائم مقامی [۱]، مهران یاسمی[۴]، عاطفه امینی‌فرد[۵]

۱. موسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی ـ گروه دامپزشکی

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشکده دامپزشکی، گروه بهداشت و تغذیه دام، البرز، ایران.

۳. دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دانشکده دارو سازی، بخش سم شناسی ـ داروشناسی

۴. موسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی ـ گروه شیلات

۵. دانش آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی از دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان

***نویسنده مسئول:** babak.shoaibi@kiau.ac.ir*

چکیده

فلزات سنگین میتوانند در اندامها و بافت‌های مختلف مانند کبد، کلیه، آبشش‌ها و عضلات آبزیان تجمع یابند. نظر به اینکه بافت عضله ماهی نقش مهمی در تغذیه انسان دارد اطمینان از سلامت آن حائز اهمیت است. فلزات، مواد غیرقابل تجزیه و از آلاینده‌های اصلی محیط بحساب آمده و اثرات منفی آنها بصورت سمیت سلولی، جهش زایی و سرطانزایی در حیوانات بروز میکند. خطرات ناشی از مسمومیت با فلزات سنگین در آب‌ها و گونه‌های مختلف آبزی متفاوت می‌باشد. سمیت فلزات مزبور در آب‌های شیرین و سبک نسبت به آب‌های شور و سنگین بیشتر می‌باشد.

در این تحقیق، تعداد ۴۴ نمونه ماهی کفشک تیزدندان (Psettodes erumei) بطور تصادفی از شهرستان بوشهر جمع آوری شد. سپس ۱۰۰ گرم از عضله سینه‌ای نمونه‌ها جدا شد و برای سنجش با دستگاه جذب اتمی آماده گردیدند. نتایج بدست آمده از مقادیر چهار فلز سنگین سرب، کادمیوم، روی و کروم در بافت عضله نمونه ماهی کفشک تیزدندان برحسب میکروگرم بر کیلوگرم (ppb) ثبت گردید. دراین بررسی در بافت عضله، بیشترین مقدار مربوط به فلز روی (حدود ۱۳۸/۵) و کمترین مقدار متعلق به فلز کروم (حدود ۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم) میباشد. نتایج حاصله نشان می‌دهد که در ماهی کفشک تیز دندان مورد مطالعه، حداکثر (حداقل) مقادیر فلزات سنگین روی برابر با ۰/۲۰۸ (حداقل ۰/۰۳۴)، سرب برابر با ۰/۱۲۴ (حداقل ۰/۰۳۷)، کادمیوم برابر با ۰/۰۹۰ (حداقل ۰/۰۱۹)، کروم برابر با ۰/۰۵۴ (حداقل ۰/۰۱۳) میلی گرم بر کیلوگرم عضله ماهی بوده است که در تمامی نمونه‌ها، این مقادیر در محدوده مجاز سازمان بهداشت جهانی قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: کفشک تیزدندان، فلزات سنگین، عضله ماهی، سلامت غذا

JOURNAL OF VETERINARY CLINICAL RESEARCH

J.Vet.Clin.Res 5(3)161-172, 2014

Study of heavy metals accumulation in muscles of Psettodes erumei fish in Southern waters of Iran

Alinejad, S.[1], Shoaibi Omrani, B.[2*], Shokrzadeh, M.[3], Ghaem Maghami, S. S.[1], Yasemi, M.[4], Amini Fard, A.[5]

1. Department of Veterinary Medicine, Higher Education Institute of Applied Science and Technology of Jihad Agriculture, Tehran, Iran

2. Department of Animal Health and Nutrition, College of Veterinary Medicine, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

3. Department of Toxicology-Pharmacology, Faculty Of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences,Sari, Iran

4. Department of Fishery, Higher Education Institute of Applied Science & Technology of Jihad Agriculture

5. Agricultural Engineering- Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Khouzestan, Iran

*** *Corresponding author:* babak.shoaibi@kiau.ac.ir**

Abstract

Heavy metals may accumulate in aquatic animals' organs and tissues such as liver, kidney, gills and muscles. As fish muscle is important in human nutrition, its health is important. Metals are considered as non degradable substance and one of major environmental pollutants, those negative effects may cause cytotoxicity, mutation and carcinogenicity in animals. The risk of heavy metal toxicities differs in each water resource and animal species. Toxicity of these metals is higher in soft waters compare with hard waters.

In this present study, 44 samples of Psettodes erumei fish were randomly collected from Boushehr's waters. Then 100 grams of pectoral muscle of each fish dissected and got ready for atomic absorbtion measurement. The results of four heavy metals Lead, Cadmium, Zinc and Chromium were registered in microgram per kilogram (ppb). In present research, the maximum amount of metal was related to Zinc (138.5 ppb) and the minimums to Chromium (30 ppb). In the results, the highest / lowest levels for each metals are: Lead 0.124 / 0.037, Cadmium 0.090 / 0.019, Zinc 0.208 / 0.034 and Chromium 0.054 / 0.013 ppm in muscles and all were totally in safe limits of World Health Organization limits.

Key words: Psettodes erumei, heavy metals, fish muscle, food hygiene

مقدمه

گزارش‌های مختلفی در مورد بروز تلفات ماهیا ن و سایر آبزیان در منابع آبی داخلی و دریایی بدلیل ورود فلزات سنگین صورت گرفته است، البته فلزات سنگین بطور معمول در آب‌های طبیعی به میزان ناچیزی وجود دارند و اکثر این عناصر به میزان بسیار کم برای انجام فعالیت‌های طبیعی بدن موجودات ضروری هستند، اما زمانی که غلظت فلزات سنگین در محیط از حد مجاز بالاتر رود بطور مستقیم و یا غیر مستقیم وارد بدن آبزیان شده و در اندام‌های مختلف آن‌ها تجمع می‌یابد. در صورتیکه میزان این تجمع از حد معینی افزایش یابد علایم مسمومیت و بدنبال آن تلفات مشاهده می‌شود. حضور این آلاینده‌ها در بدن آبزیان از نظر بهداشت عمومی نیزحائز اهمیت است (۱۷). ماهی‌ها نیز بعنوان موجودات زنده اکوسیستم آبی توانایی تجمع فلزات سنگین را از منابعی نظیر رسوبات، فاضلاب‌های شهری و صنعتی، نشت نفت و گاز و نیز ذرات وارد شده به آب (مثلا از طریق بارانهای اسیدی) در بدن خود دارند(۱۰، ۲۰، ۲۳، ۲۴، ۳۲). به همین جهت بررسی فلزات سنگین در آبزیان بدلیل اینکه به سرعت در بدن آنها جذب می‌شوند بسیار مهم و ضروری است.

فلزات سنگین در اندام‌ها و بافت‌های مختلف مانند کبد، کلیه، آبشش‌ها و عضلات تجمع می‌یابند. نظر به اینکه بافت عضله ماهی نقش مهمی در تغذیه انسان دارد اطمینان از سلامت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین جهت فلزاتی که بیشتر در عضلات تجمع می‌یابند به دلیل احتمال انتقال بیشتر به انسان نسبت به سایر فلزات مهمتر هستند. فلزات، مواد غیرقابل تجزیه و از آلاینده‌های اصلی محیط بحساب آمده که اثرات منفی آنها بصورت سمیت سلولی، جهش زایی و سرطانزایی در حیوانات بروز می‌کند (۲۳). چون انسان از این آبزیان به عنوان غذا استفاده می‌کند در صورت آلودگی به فلزات سنگین، مصرف کننده بطور یکباره به میزان زیاد در معرض این فلزات تجمع یافته در عضلات ماهی قرار می‌گیرد که حتی ممکن است علایم مسمومیت به صورت حاد در بدن انسان بروز نماید (۱۷).

خطرات ناشی از مسمومیت با فلزات سنگین در آب‌ها و گونه‌های مختلف آبزی متفاوت می‌باشد. سمیت فلزات مزبور در آب‌های شیرین و سبک نسبت به آب‌های شور و سنگین بیشتر می‌باشد (۱۶).

نوسانات عوامل زیستی و غیرزیستی در تعادل و پایداری هر اکوسیستم نقش عمده‌ای دارند. کلیه این عوامل در محدوده مناسب خود مفید هستند، ولی کاهش یا افزایش آنها سبب بر هم زدن تعادل محیط می‌شود که بالطبع بر سلامتی (کاهش یا عدم رشد، کاهش تولیدمثل، تضعیف ایمنی و....) و جمعیت موجودات زنده آن تاثیرگذار است (۳، ۲۰، ۲۲، ۲۶، ۲۷).

جدول۱ – مقادیر سمی فلزات سنگین آب برای آزاد ماهیان (۳۱)

Metal	Safe Limit (mg/L)	Comments
Copper	0.014	More toxic in soft water Zinc exacerbates toxicity
Zinc	0.01	Synergistic with copper
	0.15	In hard water
Cadmium	0.03	
Chromium	0.1	
Lead	0.01	In soft water
	0.4	In hard water

البته این مواد با غلظتهای خطرآفرین حیات موجودات آبزی دیگر، نظیر سخت پوستان، کرم‌ها و حشرات را در بستر آب به خطر می‌اندازند و باعث کاهش این دسته از غذاهای زنده ماهیان در اکوسیستم می‌شود (۱۰).

عوامل متعددی نظیر فصل، خواص فیزیکوشیمیایی آب (مانند اسیدیته، دما، اکسیژن محلول...) نیز در تجمع و سمیت فلزات سنگین در بافتهای ماهی موثر می‌باشند (جدول ۱) (۳، ۲۳، ۲۴، ۳۱).

افزایش فلزات سنگین در آب سبب انعقاد موکوس سطح بدن و آبشش‌های ماهی می‌شود که بجز اثرات منفی ذکر شده، میتواند منجر به تلفات نیز گردد (۱۹). فلزات سنگین آب با مقادیر بیش از حد مجاز، می‌توانند باعث اختلالاتی

در عملکرد حس بویایی، آبشش، قلب، شکل اسکلت، پارامترهای خونی، تولید اسپرم و همچنین افزایش حساسیت به عوامل عفونی، جلوگیری از سنتز DNA و در نهایت منجر به مرگ شود (۷، ۹، ۲۴، ۳۰). یا به عنوان مثال، ماهی‌ها در آب‌های حاوی سرب دچار تنگی نفس شدید شده، که آنهم بسته به ماهیت فلز در آب (معدنی یا آلی)، وجود یا عدم وجود سایر فلزات، زمان ماندگاری فلزات، عوامل محیطی مختلف (دما، شوری و...) و شرایط خود موجود زنده مثل مرحله زندگی، سن، جنس، فعالیت و متابولیسم متغیر است (۳، ۵،۶، ۷، ۹، ۱۵، ۱۹، ۳۰).

مقارن با توسعه صنایع و هچنین افزایش روند آلودگی زیست محیطی، معضل وجود مقادیر بالای فلزات سنگین در مواد خوراکی بخشی از مطالعات مرتبط با بهداشت عمومی را به خود اختصاص میدهد (۵، ۱۱). درحال حاضر میزان مصرف آبزیان در جهان از یک روند افزایشی برخوردار است، در ایران نیز به دنبال تبلیغات رسانه‌ای و کار در سطوح مختلف جامعه میزان مصرف سرانه از ۵ کیلوگرم در سال ۱۳۸۰ به ۹/۱ کیلوگرم در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. بدنبال این افزایش میزان انتقال بیماری و خطرات ناشی از مصرف آبزیان افزایش یافته است (۲۳).

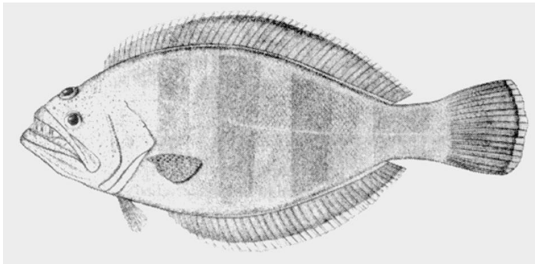
علایم اکثر بیماری‌های منتقله از آبزیان به انسان مانند مسمومیت‌های غذایی تقریباً بلافاصله بعد از مصرف مشخص می‌شود. اما فلزات سنگین تقریباً در همه موارد در ظاهر، طعم و بوی محصول تغییر خاصی ایجاد نکرده و در مصرف کننده عموماً علایمی در زمان مصرف مشاهده نمی‌شود. معمولاً زمان بروز علایم بالینی با توجه به حساسیت فردی، میزان تجمع و نوع فلز نسبت به سایر بیماری‌های منتقله طولانی‌تر است (۲۳).

همانگونه که قبلاً ذکر شد تجمع فلزات سنگین در بافت‌های ماهی به عوامل متعددی بستگی دارد که یکی از آن‌ها گونه و نوع ماهی است که تا حد زیادی تحت تاثیر نوع تغذیه و محل زیست آبزی قرار دارد. کفشک تیز دندان که از ماهیان پهن و کفزی آب‌های ساحلی جنوب کشور می‌باشد بدلیل نوع تغذیه (استفاده از موجودات کفزی و سخت‌پوستان) و محل زندگی (بستر محیط آب)، غلظت فلزات سنگین در عضلات و اندام‌های آن نسبت به ماهیان سطحی‌زی بیشتر می‌باشد (۲۵،۲۷) به همین جهت می‌توان از این ماهی به عنوان یک شاخص در تعیین آلودگی منطقه با فلزات سنگین استفاده نمود.

غلظت فلزات سنگین در بافت‌های گوناگون متفاوت بوده که ناشی از متغیر بودن توان آن‌ها در غلبه بر پیوندهای فلزی پروتئین‌ها (مانند متالوتیونین‌ها) باشد، همچنین تفاوت نیازهای اکولوژیک و فعالیت متابولیکی ماهی‌ها نیز عامل دیگری محسوب می‌شود. فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند که همین موضوع می‌تواند علت تجمع اغلب فلزات سنگین را در بافت‌هایی نظیر کبد، کلیه و آبشش‌ها نسبت به بافت ماهیچه‌ای (با فعالیت متابولیک پایین) را بیان نماید. البته در برخی تحقیقات جنسیت نر و یا ماده را در تجمع بیشتر یک یا چند فلز سنگین موثر دانسته‌اند (۳).

ماهی کفشک تیزدندان (Psettodes erumei; Scheindler, 1801) از خانواده PSETTODIDAE می‌باشد.

رنگ بدن معمولا قهوه‌ای خاکستری و گاهی دارای چهار نوار پهن عرضی تیره می‌باشد (عکس ۱). حداکثر طول ماهی به ۶۰ سانتی متر میرسد و گوشت این ماهیها از کیفیت خوبی برخوردار است و لذا اطمینان از سلامت آن در بهداشت عمومی نقش مهمی دارد (۲۵).



۱- ماهی کفشک تیز دندان (۲۵)

انسان نیز می‌تواند با مصرف بافتهای آلوده و جذب فلزات سنگین اثرات منفی آنرا بصورت حاد ومزمن نشان دهد. میزان تاثیر فلزات سنگین برانسان و آبزیان بستگی به غلظت و نوع فلز دارد (۷). از آنجا که محدوده تحمل فلزاتی نظیر سرب، آرسنیک، جیوه و کادمیوم بسیار ناچیز است، این دسته از فلزات برای انسان بسیار سمی محسوب میشوند (۶،۳۲). برای مثال، کادمیوم قادر است که به طرز جبران ناپذیری صدمات کلیوی به بزرگسالان وارد نماید. همچنین غلظت غیرمجاز آن باعث بروز بیماری‌های شدید گوارشی می‌گردد. غلظت کشنده حاد خوراکی کادمیوم برای انسان ثبت نشده است ولی مقدار آن حدود چند صد میلی گرم می‌باشد (۷،۲۴) مسمومیت با سرب باعث بروز علائم عصبی، افزایش ناهنجاری عصبی در کودکان و افزایش فشار خون در بزرگسالان می‌شود همچنین عوارض مربوط به جنین خصوصاً در زمان رشد وتوسعه سیستم عصبی جنین بسیار با اهمیت است (۷).

البته از اثر سینرژیستی دو فلز روی و مس در حضور کادمیوم در محیط آبی نیز نباید غافل شد (۲۴). فلزات موجود در زیستگاههای دریایی را میتوان با محاسبه غلظت آنها در آب، رسوبات یا موجودات آبزی ارزیابی کرد. بخوبی مشخص شده که ماهیها بدلیل قرار داشتن در سطوح غذایی مختلف نشانگرهای خوبی برای پایش طولانی مدت تجمع فلزات سنگین در محیط‌های دریایی میباشند (۲۷). از آنجا که آبهای جنوب کشور ماهی بدلیل رفت و آمد نفت کشها و ورود فاضلاب‌ها در معرض آلودگی می‌باشند، ماهیان خوراکی صید شده در این آبها می‌بایست از لحاظ فلزات سنگین خطرآفرین مورد بررسی قرار گیرند (۱۱، ۲۲).

مواد و روش کار

تعداد ۴۴ نمونه ماهی کفشک تیزدندان بطور تصادفی از شهرستان بوشهر جمع آوری شد.

- روش بررسی نمونه‌ها در آزمایشگاه:

۱- طرز آماده کردن نمونه‌ها:

تصویر ۱

بعد از تهیه نمونه‌ها از هر ایستگاه، نمونه‌ها را خوب شسته و فلس آن را جدا و سپس ۱۰۰ گرم از عضله سینه‌ای را وزن کرده و از آن ۲۵ گرم در داخل فور در حرارت بین ۸۰-۵۰ درجه سانتیگراد گذاشته تا کاملا خشک شوند (۸،۱۳).

۲- روش انجام آزمایش:

در ابتدا لازم به ذکر است که در روش جذب اتمی برای رسیدن به حداقل خطای ممکن، کلیه وسائل مورد استفاده در طی مراحل مختلف آزمایش را به مدت حدود ۲۴ ساعت در مخزن مخصوص در مجاورت اسید نیتریک ۵ درصد قرار گرفته و سپس دوبار با آب مقطر شسته و مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش کار برای آماده سازی نمونه ها، به روش خاکستر خشک بوده است که معمولا برای اندازه گیری بسیاری از عناصر جزئی در مواد غذایی از آن استفاده می‌شود(۱۳، ۳۴).

تصویر ۲

هر نمونه انتخابی را در بوته چینی (کروزه) قرار داده (ابتدا بوته‌های چینی را در حدود ۲-۱ ساعت در درجه حرارت ۱۳۵ درجه سانتیگراد در داخل آون گذاشته تا خشک شود و رطوبت خود را از دست دهد) بعد از قرار دادن نمونه‌ها در داخل بوته چینی آنرا روی اجاق سوزانده تا دودهای حاصله خارج شوند و تولید مزاحمت نکنند (در هنگام سوزاندن باید از شعله ور شدن نمونه‌ها در داخل بوته چینی جلوگیری شود) سپس ظروف حاوی نمونه را به کوره سرد منتقل کرده و درجه حرارت به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتیگراد بالا می‌بریم. مدت زمان قرار دادن بوته‌های چینی در داخل کوره ۲۴ ساعت می‌باشد. اما به دلیل ایمنی از روشن گذاشتن کوره در شب خودداری کرده و نمونه‌ها را صبح روز بعد در کوره قرار داده تا نمونه‌ها به خوبی خاکستر شوند. نمونه‌های خاکستر شده را از کوره خارج کرده و پس از سرد شدن به منظور عاری نمودن از کربن، به آنها ۲ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه نموده و بر روی صفحه داغ با درجه حرارت ملایم اسید را تبخیر کرده تا اسید غلیان نکند.

مجدداً نمونه‌ها را به کوره سرد منتقل کرده و درجه حرارت کوره به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتیگراد به همان روش فوق الذکر افزایش می‌یابد. درجه حرارت کوره به مدت یک ساعت ثابت نگه داشته می‌شود سپس ظروف حاوی نمونه را از کوره بیرون آورده و پس از سرد شدن به آنها ۲ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه نموده و پس از تبخیر بر روی صفحه داغ، مجددا در کوره ۴۵۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت گذاشته می‌شوند. این عمل چندین بار تکرار می‌گردد تا کلیه نمونه‌ها عاری از کربن شده و کاملا سفید شوند. به نمونه‌های سفید شده ۱۰ میلی لیتر اسیدکلریدریک نرمال اضافه کرده و روی صفحه داغ با درجه حرارت پایین به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده تا خاکستر در اسید حل شود. محلول را به بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری پس از سرد کردن با اسید کلریدریک نرمال به حجم رسانده می‌شود (۱۸، ۲۹).

سرانجام محلولهای موجود در بالن ژوژه در بطری‌های پلاستیکی درب دار ریخته و کد گذاری می‌گردد (علت عدم استفاده از ظروف شیشه‌ای، چسبیدن فلزات سنگین به جدار شیشه می‌باشد). در نهایت، نمونه‌ها برای سنجش با دستگاه جذب اتمی آماده می‌باشند. البته قبل از شروع قرائت نمونه‌ها، ابتدا استانداردهای هر فلز با غلظت‌های مشخص از قبل تهیه شده و به دستگاه تزریق شد و منحنی استاندارد هر فلز با ضریب رگرسیون آن به دست آمد (۱۴، ۲۹).

نتایج

نتایج بدست آمده از مقادیر چهار فلز سنگین سرب، کادمیوم، روی و کروم در بافت عضله ۴۴ نمونه ماهی کفشک تیزدندان (*P. erumei*) برحسب میکروگرم بر کیلوگرم (ppb) در جدول ۲ به تفکیک هر نمونه ذکر شده است.

در این بررسی بطور میانگین در بافت عضله، بیشترین مقدار مربوط به فلز روی (حدود ۱۳۸/۵) و کمترین مقدار متعلق به فلز کروم (حدود ۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم) می‌باشد.

جدول ۲- مقادیر اندازه گیری شده فلزات سنگین (میکروگرم بر کیلوگرم) در ماهی کفشک تیزدندان

شماره نمونه عضله	سرب Pb	کادمیوم Cd	روی Zn	کروم Cr	شماره نمونه عضله	سرب Pb	کادمیوم Cd	روی Zn	کروم Cr
۱	۱۱۹	۶۴	۱۵۱	۳۲	**۲۳**	۶۱	۷۲	۱۱۹	۴۰
۲	۷۶	۵۰	۳۴	۳۵	**۲۴**	۷۲	۳۳	۱۲۳	۲۶
۳	۵۸	۴۵	۱۸۷	۲۹	**۲۵**	۵۸	۴۵	۱۴۱	۳۰
۴	۸۴	۹۰	۹۹	۱۳	**۲۶**	۸۲	۴۳	۱۶۲	۳۵
۵	۱۰۶	۷۲	۱۰۹	۳۲	**۲۷**	۳۹	۳۷	۱۷۵	۲۸
۶	۱۲۰	۸۱	۱۶۲	۵۰	**۲۸**	۵۲	۵۲	۱۳۴	۲۲
۷	۱۰۲	۳۹	۱۵۷	۴۸	**۲۹**	۸۶	۶۰	۱۴۵	۱۹
۸	۸۱	۲۴	۱۳۲	۲۴	**۳۰**	۱۱۱	۳۳	۱۳۱	۱۸
۹	۷۴	۵۷	۸۹	۱۶	**۳۱**	۷۱	۴۳	۱۲۷	۲۷
۱۰	۴۷	۳۷	۱۸۷	۲۲	**۳۲**	۵۲	۷۲	۱۱۹	۵۴
۱۱	۵۹	۶۱	۱۷۵	۳۷	**۳۳**	۱۲۲	۲۳	۱۱۰	۳۲
۱۲	۹۱	۴۹	۱۲۲	۳۰	**۳۴**	۸۶	۱۹	۱۸۶	۴۱
۱۳	۶۹	۵۴	۱۳۰	۱۹	**۳۵**	۷۷	۶۱	۱۹۵	۳۵
۱۴	۱۰۱	۵۲	۱۴۵	۲۱	**۳۶**	۳۷	۲۹	۱۶۸	۱۷
۱۵	۷۲	۶۵	۱۲۲	۳۷	**۳۷**	۸۶	۵۱	۲۰۴	۲۷
۱۶	۸۷	۳۶	۱۳۱	۲۴	**۳۸**	۸۹	۳۸	۱۳۱	۳۲
۱۷	۸۵	۲۸	۸۹	۳۱	**۳۹**	۷۰	۶۰	۱۲۷	۲۴
۱۸	۴۹	۲۴	۱۰۷	۳۷	**۴۰**	۶۲	۴۹	۱۲۴	۱۹
۱۹	۱۲۴	۵۱	۱۱۷	۴۹	**۴۱**	۷۹	۲۸	۱۴۲	۲۴
۲۰	۵۵	۷۷	۱۲۴	۲۸	**۴۲**	۸۰	۶۱	۱۳۵	۲۴
۲۱	۵۷	۲۱	۱۳۲	۳۰	**۴۳**	۷۵	۳۲	۹۲	۵۲
۲۲	۹۶	۳۰	۱۸۹	۳۲	**۴۴**	۹۶	۶۲	۲۰۸	۱۷

بحث

حضور آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین در محیط‌های دریایی منجر به تجمع بالقوه آن‌ها در موجودات دریایی شده که از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل می‌شود (۲۸). نظر به اینکه بافت ماهیچه‌ای ماهی نقش اصلی در تغذیه انسان را دارد، اطمینان از سلامت گوشت ماهی به لحاظ فلزات سنگین از اهمیت ویژه‌ای برخورداراست. بهمین جهت دراین تحقیق عضله سینه ماهی کفشک تیزدندان مورد بررسی قرار گرفت. عوامل مختلفی در میزان غلظت فلزات سنگین در بدن ماهی تاثیرگذار هستند. Langston و

Spence (۱۹۹۵) بیان کردند که تراکم فلزات سنگین در بدن آبزیان مورد مطالعه با نسبتی از سطح پوست بدن به حجم بدن، رفتارهای تغذیه‌ای و نیز خصوصیات شیمیایی منطقه مرتبط می‌باشد (۹).

غلظت هر یک از فلزات سنگین دربافت‌های مختلف بدن ماهی متفاوت است بطوریکه در خصوص فلزی نظیر روی، Wichland در سال ۱۹۹۰ اعلام کرد که غلظت تجمع این فلز بطور عمده در استخوان‌ها، پوست و ماهیچه‌ها بالاتر از بافت‌های دیگر نظیر کبد، کلیه و بیضه‌ها می‌باشد (۹). روی از جمله موادی است که به عنوان مواد مغذی ریز مقدار درغذای موجودات و آبزیان نقش دارد که بر اساس مقادیر خود در فرآیندهای زیستی ایفای نقش می‌کند(محرک یا باز دارنده) به طبع غلظت این عنصر در بافت‌های مشابه از گونه‌های مختلف می‌تواند تغییرات زیادی را نشان دهد (۲۵). البته غذاهای دریایی منبع اصلی روی و مس برای انسان هستند (۲۶، ۳۳). در خصوص فلز سرب نیز گفته شده که در کلیه و عضله ماهی‌ها تجمع یافته و اتصال آن با موکوس عملکردی مهم در تجمع و دفع آن دارد(۹، ۱۷). سرب بدون شک بیشترین مقادیر را در میان فلزات سنگین محیط زیست به خود اختصاص داده است، چرا که گستردگی منابع سرب و تنوع صنایع مختلف در استفاده از این عنصر در رنگ‌سازی، پتروشیمی، مهمات سازی، رادیولوژی و پزشکی و بیش از همه در بنزین و مصرف بالای آن در جهان سبب پراکنش بالای این عنصر در تمامی اکوسیستم‌ها شده است (۷). در خصوص فلز کروم و کادمیوم در تحقیقی که توسط رئوف و همکاران در سال ۲۰۰۹ بر روی ۳ گونه کپور انجام شد دو عضوی که حداقل غلظت این دو فلز را نشان دادند بافت ماهیچه و آبشش بوده (حدود ۱/۵) و کبد بالاترین غلظت (حدود ۶ میکروگرم در هر گرم بافت) را داشته است (۲۳).

شرایط آب منطقه نیز از عوامل تاثیرگذار در میزان حضور فلزات سنگین در بافتهای مختلف می‌باشد، بعنوان مثال، در مقایسه‌ای که از میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم چند گونه ماهی در سواحل استان گلستان با دو ماهی شوریده و سرخو در خلیج فارس صورت گرفت میزان تجمع و غلظت بالاتری را در بافت‌های ماهیان خلیج فارس نشان داد (۲۸). در تحقیقی میانگین کادمیوم در عضلات در گونه‌های مختلف تاس ماهیان کمترین میزان را در مقایسه با کبد، آبشش و طحال نشان داد (۲۶). رسوبات نیزدر میزان تجمع فلزات سنگین دربدن این ماهی دارای اهمیت می‌باشند. ساختار شیمیایی رسوبات بستگی به میزان عناصر موجود در آب، نرخ رسوب‌گذاری عناصر از آب به رسوب، شرایط فیزیکی و شیمیایی عناصر و همچنین ویژگی آب از نظر pH، قلیائیت و غلظت اکسیژن دارد (۴).

تجمع کادمیوم در عضله معمولاً پایین‌ترین مقادیر را نشان می‌دهد (۲، ۶، ۳۲). کروم از عناصری است که از حلالیت پایین‌تری در آب نسبت به سایرین برخوردار است (۲۱).

یکی دیگر از عواملی که در میزان غلظت این دسته ازفلزات در بدن ماهی تاثیرگذار است اثر این فلزات بر یکدیگراست. در خصوص فلز روی گفته شده که می‌تواند از تجمع فلز مس در بافت‌ها جلوگیری نماید و بنابراین مانع از اثرات سمی آن شود (۲۷). یا مثلا، سمیت فلز روی نیز در مقادیر بالا و در حضور آرسنیک، سرب، کادمیوم و آنتیموان افزایش می‌یابد (۱۷).

محل زیست ماهی همچنین از دیگرعوامل تاثیرگذار می‌باشد. طبق تحقیقات Romeo و همکاران (۱۹۹۹) و Cogun و همکاران (۲۰۰۵) بیان شد که غلظت فلزات سنگین در عضله ماهیان پلاژیک از کفزی‌ها کمتر است. البته Aguso و همکاران نیز غلظت فلزات سنگین را با مقادیر بالاتر در ماهیان گوشتخوار ثابت کردند (۲۷).

از آنجائیکه ماهی کفشک تیز دندان کفزی بوده و بنظر می‌رسد گوشتخوار باشد خطر افزایش تجمع فلزات سنگین در این ماهی افزایش می‌یابد (۲۵).

در تحقیقی میزان فلزات سنگین ذیل در عضله تاس ماهی ایرانی: روی: ۲۶/۹، سرب: ۰/۶۱ و کادمیوم: ۰/۶۱ ودر ازون

برون: روی: ۲۷/۴، سرب: ۰/۴۸۱و کادمیوم: ۰/۰۵۹ میکروگرم در هر گرم عضله بوده است (۱۹).

میزان کادمیوم در ماهی‌های اقیانوس هند (۰/۰۹ ـ ۰/۰۵ میکروگرم) و آب‌های اتریش (۰/۱۳ ـ ۰/۱ میکروگرم) بیشتر از مقدار آلودگی در ماهی‌های مورد بررسی می‌باشد (۱۱).

نتایج حاصله و مقایسه آنها با جدول۳ نشان می‌دهد که در ماهیان کفشک تیز دندان مورد مطالعه، مقادیر حداکثر و حداقل فلز روی برابر با ۰/۲۰۸ (حداقل ۰/۰۳۴)، سرب برابر با ۰/۱۲۴ (حداقل ۰/۰۳۷)، کادمیوم برابر با ۰/۰۹۰ (حداقل ۰/۰۱۹)، کروم برابر با ۰/۰۵۴ (حداقل ۰/۰۱۳) میلی گرم بر کیلوگرم عضله ماهی بوده است که در ۱۰۰% نمونه‌ها این مقادیر در محدوده مجاز سازمان بهداشت جهانی قرار داشته است.

درتحقیق پروانه و همکاران (۲۰۱۱) غلظت سرب بافت عضله ماهی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*)، پایین‌تر از استانداردهای جهانی نشان داد که این نتایج مشابه سایر تحقیقات قبلی در سایر آبزیان می‌باشد (۲۲).

در تحقیق عسگری ساری و همکاران که برروی ماهی‌های شیربت (*Barbus grypus*) و بیاح (*Liza abu*) انجام گردید، بالاترین غلظت فلز مربوط به فلز سرب بود که علت در تحقیق دادالهی و همکاران در سال ۱۳۸۷ بخاطر علاقه این فلز به بافت‌های پر تحرک نظیر عضله ماهی می‌باشد (۵).

در تحقیق دادالهی و همکاران در سال ۱۳۸۷ سرب و کادمیوم عضله ماهی شیربت در اروندرود مقادیر بالاتر از مقادیر سازمان بهداشت جهانی را نشان داد. در تحقیقی دیگر فلز سرب در ماهی کفال طلایی چنین نتایجی را نشان داد (۵).

میزان آلاینده‌ها با توجه به عوامل مختلفی مثل جنس، سن، محل رشد و فصل صید متفاوت است. از طرفی بیان شده که پختن و سرخ کردن از میزان برخی فلزات سنگین نظیر سرب و کادمیوم می‌کاهد (۱۱).

اهمیت فلزات سنگین با توجه به بافت‌های هدف و غلظت سمیت آن‌ها در بدن متفاوت می‌باشد. به عنوان مثال محدوده تحمل فلزاتی نظیر سرب و کادمیوم بسیار ناچیز می‌باشد (۶، ۳۲). این فلزات برای انسان بسیار سمی محسوب می‌شوند از طرفی کادمیوم قادر است به طرز جبران ناپذیری صدمات کلیوی به بزرگسالان وارد آورد. همچنین غلظت غیر مجاز کادمیوم باعث بروز بیماری‌های گوارشی می‌گردد (۱). مقادیر غیر مجاز کروم نیز می‌تواند منجر به تخریب کلیه، کبد، سیستم عصبی، تنفسی و پوست شود و ناهنجاری‌های کروموزومی نیز ایجاد نماید.

کفشک ماهیان به لحاظ کفزی بودن و تماس با ترکیبات رسوبی می‌توانند به عنوان شاخصی حیاتی در بررسی اکوسیستم و برخی عناصر خطر آفرین موجود در محیط آبی مطرح باشند، ضمن اینکه این ماهی‌ها از ماهیان خوراکی و در رژیم غذایی مردم منطقه جنوب کشور می‌باشند (۲۲) و از این نظر هم حایز اهمیت هستند. با توجه به محل زندگی و نوع تغذیه کفشک تیز دندان انتظار بر این بود که میزان آلودگی به این چهار فلز سنگین نسبت به ماهیان سطحی‌زی بیشتر باشد که در تحقیقات حاضر میزان تجمع این آلاینده‌ها در عضله ماهی مذبور هنوز تا حد مجاز فاصله قابل توجهی دارد. از اینرو می‌توان نتیجه گرفت علی‌رغم فعالیت‌های نفتی، صنعتی و غیره وضعیت سلامتی در ماهیان سطحی‌زی به لحاظ فلزات سنگین مذبور باید در شرایط مطلوبی باشد.

جدول ۳- حدمجاز (پی پی ام) فلزات سنگین روی، سرب، کادمیوم و کروم بر طبق استانداردهای معتبر جهانی

	Zn	Pb	Cd	Cr
WHO	100mg/kg (9, 12) 50mg/kg (27)	0.5 (5,6,32) 0.3 (12)	0.2 (5, 6,9, 12, 21, 22,32)	10 (9)
FDA	-	5(6,22,32)	1(6,22,32)	-
NHMRC	150mg/kg (9,12, 27)	1.5 (6,9, 12, 21,22,32)	0.05 (6,9, 12, 21, 22,32)	10 (9)
UK	5(9), 50 (12)	2 (5, 6, 9, 12, 21,32)	0.2 (9,21,22) 0.02 (6, 12,32)	20 (9)
FAO	50 (12)	2 (12)	0.3 (12)	-

References

1. Abedini, A., Rabbani, M., Khodaparast Sharifi, S.H. (2007) The clotting Processes of Heavy Metals in Pirbazar River. Iranian Scientific Fisheries Journal 15(4), 79-86 (Text in Persian)

2. Abu Hilal, A.H., Ismail, N.S. (2008) Heavy Metals in Eleven Common Species of Fish from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Jordan Journal of Biological Sciences 1(1) 13-18

3. Amini Ranjbar, Gh., Sotoudehnia, F. (2005) Investigation of heavy metal accumulation in muscle tissue of Mugil auratus in relation to standard length, weight, age and sex. Iranian Scientific Fisheries Journal 14 (3), 1-18 (Text in Persian)

4. Ashja Ardalan, A., Khoshkhoo, Zh., Rabbani, M., Moini, S. (2007) Comparative study for heavy metal concentration(Zn, Cu, Pb, Cd and Hg) in water, sediments and soft tissue of Anzali lagoon anodont (Anodonta cygnea) sampled in two seasons, Autumn and Spring (1383-1384). Pajouhesh & Sazandegi (73) 103-113

5. Askary Sary, A., Khodadadi, M., Mohammadi, M. (2011) Concentration of heavy metal (Cd, Pb, Ni, Hg) in muscle, gill and liver tissues of Barbus xanthopterus in Karoon River. Iranian Scientific Fisheries Journal 19(4) 97-106 (Text in Persian)

6. Askary Sary, A., Velayatzadeh, M., Beheshti, M., Khodadadi, M. (2011)The comparison of heavy metals Hg, Cd and Pb in the tissues of Liza abu from Karoon and Bahmanshir Rivers, Khuzestan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal 20(2) 131-140 (Text in Persian)

7. Askary Sary, A.(2010) The study of Heavy metals (Pb, Hg and Cd) in Barbus grypus and Liza abu in Karoon and Karkheh rivers. Scientific and research Journal of Marine Biology 1 (4) 95-107(Text in Persian).

8. ASTM. Standard Guide for Preparation of Biological Samples for Inorganic Chemical Analysis.1999. Pennsylvania: American Society of Testing and Material.

9. Bandani, Gh.A., Khoshbavar Rostami, H.A., Yelghi, S., Shokrzadeh, M., Nazari, H. (2011) 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 19(4) 1-10 (Text in Persian)

10. Begum, A., HariKrishna, S., Khan, I. (2009) Analysis of Heavy metals in Water, Sediments and Fish samples of Madivala Lakes of Bangalore, Karnataka 1(2) 245-249.

11. Emami-Khansari, F., Ghazi-Khansari, M., Abdollahi, M. (2002) Heavy metal contamination in canned tuna fish. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research 1(3) 1-8

12. Ebrahimi Sirizi, Z., Sakizadeh, M., Esmaili Sari, A., Bahramifar, N., Ghasempouri, S. M., Abbasi, K. (2012) Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu and Zn) Contamination in Muscle tissue of Esox lucius from Anzali International Wetland: Accumulation and Risk Assessment. J Mazand Univ Med Sci 2012; 22(87): 57-63 (Text in Persian).

13. FAO statistical databases. Food andAgriculture Organization; 2004 [cited 2002Jul 9]. Available from: http://apps.fao.org/.

14. Garcia-Berthos, E. (1999) Food of Introduced Mosquito fish: Ontogenic Diet Shift and Prey Selection. Journal of Fish Biology. 55: 135-147.

15. Heath, A.G. (ed.). (1987) Water Pollution and Fish

Physiology. CRC Press, Inc, Florida, USA. 245 pp.

16. Jalali Jafari, B.(1386) Environmental and nutritional diseases of fishes. Parto e vaghe Pub., Iran. 416 pp.

17. Jalali Jafari, B., Aghazadeh Meshgi, M.1386)) Fish Intoxication by Heavy Metals & Its Significance on Public Health. Maan e ketab Pub., Iran. 140 pp.

18. Mormede, S., Davies, I.M. (2001). HEAVY Metal concentrations in commercial deep-sea fish from Rockall trougll continental shelf Reaserch, 21,899-916.

19. Motallebi Moghanjooy, A. (2004) survey of heavy metals (Pb &Hg) in culture shrimp (Penaeus indicus) in Iran. Iranian Scientific Fisheries Journal 13(3), 159-166 (Text in Persian)

20. Omidee, S. (2000) Study of heavy metals in Iranian coastal waters in Bushehr province. Iranian Scientific Fisheries Journal 9(3) , 35-48 (Text in Persian)

21. Oryan, Sh., Tatina, M., Gharibkhani, M. (2011) The impact of oil pollution on the accumulation of heavy metals (Ni, Pb, Cd & V) in muscle tissue of Pampus argenteus from the northern part of the Persian Gulf. Journal of Oceanography 1(4) 61-68

22. Parvaneh, M., Khaivar, N., Nikpour, Y., Nabavi, S.M. (2011) Heavy metals (Hg,Cd,Pb,Ni,Cu) concentrations in Euryglossa orientalis and sediments from Khur-e-Musa Creek in Khuzestan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal 20 (2), 17-26 (Text in Persian)

23. Rauf, A., Javed, M., Ubaidullah, M. (2009) Heavy metal levels in three major Carps (CATLA CATLA, LABEO ROHITA AND CIRRHINA MRIGALA) from the river Ravi, Pakistan. Pakistan Vet. J., 29(1) 24-26

24. Roberts, R.J. (2012) Fish pathology, 4th ed., UK, W.B. Saunders

25. Sadeghi, S.N. (2001) Morphological and biological characteristics of Southern Iranian fishes (The Persian gulf and Oman sea), Naghshe mehr pub. 251-253 (Text in Persian)

26. Sadeghi Rad, M., Amini Ranjbar, Gh., Arshad, A., Joshiedeh, H. (2005) Assesing heavy metal content of muscle tissue in caviar Acipenser persicus and A. stellatus in southern Caspian sea. Iranian Scientific Fisheries Journal 14 (3), 79-100 (Text in Persian)

27. Shahab Moghadam, F., Esmaeili Sari, A., Valinassab, T., Karimabadi, M. (2010) Comparison of muscular tissue concentration of heavy metals in Sharpnose stinger (Himantura gerrardi) and Bigeye scade (Selar crumenophthalmus) of the Persian Gulf. Iranian Scientific Fisheries Journal 19(2), 85-94 (Text in Persian)

28. Shahryari, A., Golfirozy, K., Noshin, S. (2010) Muscular concentration of cadmium and lead in carp, mullet and kutum of the Gorgan Bay, Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal 19(2), 95-100 (Text in Persian)

29. Shokrzadeh, M., Saeedi Saravi, S.S.(2010) The Study of Heavy Metals (Lead, Cadmium and Chromium) in Three Species of Most Consumed Fishes Sampled Form Gorgan Coast (Iran),Toxicological and Environmental Chemistry; 2010, 92(1): 71-73.

30. Sorensen, E.M.B. (1991) Metal Poisoning in Fish. CRC Press. Florida

31. Stoskopf, M. K. (1993) Fish medicine. USA, W.B. Saunders

32. Velayatzadeh, M., Tabibzadeh, M. (2011) Evaluation and comparison of accumulation of heavy metals Hg, Cd and Pb in muscle and liver of

Cyprinion macrostomus fish in Karoon river. Journal of Food Science and Technology 3(1)27-33

33. World Health Organization (WHO) (1995) Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part I implications for policy makers. 255

34. World Health Organization (2003) Reducing risks, promoting health life: The world healthreport. Geneva: World Health Organization; 2003. Translated to Persian by: Ahmadvand A, et al.162- 163. (Text in Persian)