Archive of SID

نشریه دامپزشکی
در
پژوهش و سازندگی شماره ۱۰۷ تابستان ۱۳۹۴
DOI:10.22034/vj.2015.101264

بررسی غلظت فلزات سنگین (آهن، روی، مس و کادمیم) در بافت‌های مختلف ماهی کلمه *(Rutilus rutilus caspicus)* در نواحی جنوبی دریای خزر

• **علیرضا جاوید گلشن آباد (نویسنده مسئول)**
کارشناس ارشد شیمی دریا، دانشگاه مازندران
• **حسن تقوی جلودار**
استادیار گروه بیولوژی دریا، دانشگاه مازندران
• **محمد امجدی**
دانشیار گروه شیمی تجزیه، دانشگاه تبریز
• **حسن فضلی**
دانشیار گروه شیلات، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر
تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۹۲
Email: alirezajavidgolshan@gmail.com

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین آهن، روی، مس و کادمیم در بافت‌های عضله، پوست، گناد و آبشش ماهی کلمه در نواحی جنوبی دریای خزر و در دو ایستگاه ساری و بندرترکمن انجام شد. بدین منظور نمونه برداری به صورت فصلی (پاییز و زمستان ۱۳۹۲) صورت گرفت. پس از آماده‌سازی و جداسازی بافت ها، غلظت عناصر، در بافت‌های جدا شده از ۳۷ نمونه ماهی کلمه (۲۰ نمونه در فصل پاییز و ۱۷ نمونه در فصل زمستان) پس از هضم تر، با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد در بین بافت‌های مورد مطالعه، میانگین غلظت عناصر آهن و روی در آبشش حداکثر و در عضله حداقل است اما میانگین غلظت مس در گناد حداکثر و در عضله حداقل و کادمیم هم در عضله حداکثر و در گناد حداقل است. در کل بالاترین میانگین غلظت در بین تمامی بافت‌ها در مورد عنصر آهن (۳۱۹/۹۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک) مشاهده شد و غلظت آهن به ترتیب بیش‌تر از روی، مس و کادمیم بود. بین میزان تجمع فلزات آهن، روی، مس و کادمیم در بافت‌های عضله، پوست، گناد و آبشش اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p < ۰/۰۵$). آهن در عضله و پوست اختلاف معنی‌داری داشت ($p < ۰/۰۵$)، اما اختلاف آن در پوست و گناد معنی‌دار نبود ($p > ۰/۰۵$). کادمیم نیز در عضله و پوست اختلاف معنی‌داری نداشت، اما اختلافش در عضله و گناد معنی‌دار بود. مقادیر به دست آمده با مقادیر استاندارد این عناصر، ارائه شده از سوی سازمان‌های بهداشت جهانی، خواربار و کشاورزی ملل متحد و وزارت کشاورزی، ماهیگیری و غذای انگلستان مقایسه شد که در مورد عنصر روی، میانگین غلظت آن در بافت آبشش از استانداردها بالاتر بود. در مورد کادمیم نیز میانگین غلظت آن در بافت‌های عضله، پوست و آبشش از استانداردها بالاتر به دست آمد. با توجه به سمی بودن کادمیم و بالا بودن میزان آن در بافت عضله ماهیان، توصیه می‌شود از آن‌ها استفاده نگردد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، آهن، روی، مس، کادمیم، ماهی کلمه، جذب اتمی شعله‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 107 pp: 9-16

Survey of heavy metals concentrations (Fe, Zn, Cu and Cd) in various tissues of Caspian Roaches (*Rutilus rutilus caspicus*) in the southern part of Caspian Sea

By: Golshanabad, A. (Corresponding Author) MSc Expert of Mazandaran University. Taghavi Jelodar, H., Assistant professor of Mazandaran University, Amjadi, M., Associate professor of Tabriz University, Fazli, H., Associate professor of Caspian Sea Ecology Research Center.

Received: July 2013 Accepted: July 2013

Email: alirezajavidgolshan@gmail.com

This study investigates the presence of heavy metals such as iron, zinc, copper and cadmium in muscle, skin, gonad and gill tissues of fish (Rutilus rutilus caspicus) in two sites in Sari and Turkmen Seaport of Southern part of Caspian Sea. Samples were collected in autumn 2013 and winter 2014. After preparation and parting of tissues, concentration of heavy metals were determined in tissues of 37 samples (20 samples in autumn and 17 samples in winter) following wet digestion using Flame Atomic Absorption Spectrophotometry. The results of this study showed that the average concentrations of iron and zinc were at maximum in gill and at minimum in muscle. However the average concentrations of copper were at maximum in gonad and at minimum in muscle and the average concentrations of cadmium were at maximum in muscle and at minimum in gonad. Iron concentrations were shown to be higher than those of zinc, copper and cadmium in various organs of fish. Accumulation of iron, zinc, copper and cadmium in muscle, skin, gonad and gill was highly significant between them ($P<0.05$). Concentrations of iron in muscle and skin were significantly different ($P<0.05$), unlike those in skin and gonad ($P>0.05$). Concentrations of cadmium in muscle and skin were not significantly different, unlike those in muscle and gonad. These values were compared with the WHO and the FAO and UK (MAFF) safety standards regarding the amount of the above mentioned heavy metals in fish tissues. Based on the results of this study, the average concentrations of zinc in the gill tissues proved to be higher than international standards.The average concentrations of cadmium in the muscle, skin and gill tissues proved to be higher than international standards. It is recommended not to use these fish due to the toxicity and high levels of cadmium in their muscle tissues.

Key words: Heavy metals, iron, zinc, copper, cadmium, Caspian roach, Flame Atomic Absorption

مقدمه

توسعه سریع صنعت و کشاورزی باعث افزایش آلودگی اکوسیستم‌های آبی به خصوص رودخانه ها و دریاچه ها با فلزات سنگین می شود. فلزات سنگین از آب های آلوده به رودخانه ها وارد شده و در نهایت به دریاها و دریاچه ها می رسند (Yi and Zhang, 2012). این فلزات سمی و تجزیه ناپذیر بوده و دارای قابلیت تجمع و بزرگنمایی زیستی در ارگانیسم های زنده هستند و از طریق زنجیره ی غذایی به انسان ها منتقل شده و باعث صدمات و بیماری های متعددی می شوند (Eisler,1988; Ikem and Ad-sa, 2011). میکروارگانیسم ها بر خلاف آلاینده های آلی، نمی توانند فلزات سنگین را به صورت شیمیایی و زیستی احیا کنند (Abdelrahim, Elhadi, Mohamed, 2011). عناصری همچون مس (Cu)، روی (Zn)، آهن (Fe)، کروم (Cr)، نیکل (Ni) و منگنز (Mn) عناصر ضروری هستند که دارای نقش مهمی در سیستم های بیولوژیکی هستند (Yi and Zhang, 2012). این عناصر در غلظت های پایین مفید بوده و در غلظت های بالا به صورت سمی و مضر برای محیط زیست می باشند اما عناصر کادمیم (Cd)، سرب (Pb) و جیوه (Hg) حتی در مقادیر اندک سمی و خطرناک می باشند (Alturqi and Albedir, 2012). این عناصر طبق قوانین اتحادیه ی اروپا جزء فلزات کاملا سمی هستند (EC, ۲۰۰۱). برای یک متابولیسم نرمال، ماهی ها و موجودات زنده باید فلزات ضروری را از آب، غذا و رسوبات به دست آورند (ztürk, Özözen, Minareci, O., Minareci, E., 2009). در حالی که مشابه فلزات ضروری، فلزات غیرضروری و سمی هم به وسیله ی جانداران جذب می شوند و در بافت های مختلف، با غلظت های متفاوت تجمع می یابند (Al-Weher, 2008). در سال های اخیر توجه بسیاری بر روی غلظت فلزات سنگین در ماهی ها برای بررسی میزان ضرر و زیان آن ها بر روی سلامتی انسان متمرکز شده است، زیرا ماهی ها می توانند به عنوان یکی از مهم ترین نشانگرهای زیستی برای تخمین سطوح آلودگی به فلزات سنگین در اکوسیستم های آبی باشند (Alturqi and Albedir, 2012; ztürk et al., 2009).

به عنوان مثال در پژوهشی تقوی و همکاران (Taghavi Jelodar, Sharifzadeh Baei, Najafpour, Fazli, 2011) غلظت فلزات سنگین آهن،

www.SID.ir

Archive of SID

مس، کادمیوم، نیکل، کروم، سرب و روی را در بافت کبد، آبشش و ماهیچه ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) که از قسمت جنوبی دریای خزر جمع آوری شده بودند، اندازه گیری کردند. غلظت فلزات مس، کادمیم، آهن و روی در ماهیچه < آبشش< کبد در حالی که غلظت نیکل، کروم و سرب در ماهیچه < کبد < آبشش بدست آمدند.

طی پژوهشی دیگر لئونگ و همکاران (Leung *et al.*, 2014)، غلظت فلزات و شبه فلزات سنگین آرسنیک، سرب، کادمیم، نیکل، روی، کروم، مس و منگنز را در بافت خوراکی (عضله) ۱۱ گونه ماهی (*Clarias fuscus*، (*Oreochromis mossambicus*)، (*Ctenopharyngodon idellus*)، (*Aristichthys nobilis*)، (*Siniperca kneri*)، (*Channa asiatiea*) ، (*Micropterus salmoides*)، (*Lutjanus griseus*)، (*Lutjanus stellatus*)، (*Trachinotus blochii*)، (*Epinephelus coioides*) اندازه گیری کردند که در کل نمونه ها، محدوده غلظت ها به صورت As (۰/۰۳-۱/۵۳)، Pb (۰/۰۳-۸/۶۲)، Cd (۰/۰۲-۰/۰۶)، Ni (۰/۴۴-۹/۷۵)، Zn (۱۵/۷-۲۹/۵)، Cr (۰/۲۲-۰/۶۵)، Cu (۰/۷۹-۲/۲۶) و Mn (۰/۸۲-۶/۹۱) میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر به دست آمد.

برای مقایسه، میزان فلزات سنگین در بافت های مختلف اندازه گیری می شود اما قسمتی که دارای اهمیت است، حضور این فلزات در بافت عضله ماهی است. چون این قسمت به دلیل مصرف خوراکی قابلیت انتقال به انسان را داشته و از نظر بهداشت عمومی و سلامت افراد از جایگاه ویژه ای برخوردار است.

منطقه مورد مطالعه

مناطق مورد بررسی و مطالعه عبارت از حوضه شیلاتی ساری (لاریم تا گوهرباران) و بندرترکمن (شرق بندر امیرآباد تا عاشوراده) بودند. ساری در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی، بندر ترکمن نیز در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی قرار گرفته اند (شکل ۱).

بنا بر اهمیت موضوع، اندازه گیری و بررسی میزان وجود عناصر فلزات سنگین (آهن، روی، مس و کادمیم) در بافتهای عضله، پوست، گناد و آبشش ماهی کلمه انجام شد.

مواد و روش ها

نمونه برداری بصورت تصادفی از منطقه حوضه شیلات ساری و بندر ترکمن از پره های مختلف، بصورت فصلی (پاییز و زمستان) انجام گرفت. در فصل پاییز ۲۰ نمونه از هر منطقه ۱۰ قطعه و در فصل زمستان ۱۷ نمونه که ۱۰ قطعه از حوضه شیلات بندر ترکمن و ۷ قطعه از حوضه شیلات ساری گرفته شد. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه ابتدا کاملا با آب مقطر دو بار تقطیر شده، شستشو داده و با استفاده از روش تشریح ماکروسکوپی تعیین جنسیت شدند (۲۰ نمونه نر، ۱۷ نمونه ماده) سپس از هر قطعه ماهی، از بافتهای عضله، پوست، گناد و آبشش نمونه تهیه شده و با آب مقطر کاملا شستشو داده و در بسته های مشخص تا انجام آزمایش بعدی منجمد گردید.

هضم نمونه‌ها

برای هضم نمونه ها، از روش هضم تر استفاده شد. بدین منظور ارگان های ماهیان دوباره با آب مقطر کاملا شسته شدند. g4 از هر نمونه در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. g ۱ از هر نمونه خشک شده، داخل ارلن مایرهای ml ۱۰۰ ریخته شده و روی هر کدام ml ۵ هیدروژن پراکسید (H_2O_2) و ml ۱۰ نیتریک اسید غلیظ (HNO_3) اضافه شد. هضم نمونه ها در ظروف داغ در دمای ۲۰۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت و زیر هود تا شفاف شدن نمونه ها انجام شد. سپس با عبور محلول های بدست آمده از کاغذ صافی، محلول های

شکل۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری

www.SID.ir

Archive of SID

آمـاده اندازه گیری داخل ارلن مایرهـای کاملا تمیز جمع گردید (Oguzie and Izerbigie, 2009).

تهیه محلول های استاندارد

محلول های اسـتاندارد فلزات ذکر شـده از نمک های نیترات خالص مربوطه سـاخت شـرکت مرک آلمان تهیـه گردید و پس از رسـم نمودار کالیبراسـیون، توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی شعله (FAAS) ساخت شـرکت شـیمادزو (Shimadzu) مدل AA670G میزان غلظت هر فلز بدسـت آمد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار Excel و SPSS استفاده شد.

نتایج

برای بررسـی صحت روش انتخابـی، غلظت فلزات مذکـور، در نمونه اسـتاندارد صدف اویسـتر (Oyster Tissu, 1566b) اندازه گیری شد، بدین منظـور دقیقـا مقدار g ۱ از بافت صدف توسـط ترازوی دیجیتال سـاخت شـرکت شیمادزو با دقت ۰/۰۰۰۱ توزین شد. نمونه صدف نیز توسط روش هضم پیشـنهادی، هضم و آماده اندازه گیری شـد. که پس از اندازه گیری غلظت ها، نتایج حاصله صحت روش را تایید کرد (جدول۱).

تجزیه و تحلیل داده ها با اسـتفاده از نـرم افزارهای Excel و SPSS و همین طور نتایج تسـت آماری Kruskal-Wallis نشان دادند که بین میزان

جدول۱- مقایسه مقادیر مشاهده شده و واقعی در نمونه استاندارد صدف

عنصر	Mean±SE	Certified Mass fraction values	Recovery ٪
Fe	۲۱۵,۳۸±۱۷,۸۰	۲۰۵,۸±۶,۸	۱۰۴,۶۶
Zn	۱۴۴۸,۳۱±۷,۹۲	۱۴۲۴±۴۶	۱۰۱,۷۱
Cu	۷۰,۳۹±۲,۸۵	۷۱,۶±۱,۶	۹۸,۳۱
Cd	۲,۶۰±۰,۵۳	۲,۴۸±۰,۰۸	۱۰۴,۹۰

تجمع فلزات آهن، روی، مس و کادمیم در بافت های عضله، پوست، گناد و آبشش اختلاف معنی داری وجود دارد ($p < ۰/۰۵$) . همچنین نتایج تست آمـاری Mann-Whitney U نشـان دادند آهن در عضله و پوسـت اختلاف معنـی داری دارد ($p < ۰/۰۵$)، اما اختلاف آن در پوسـت و گناد معنی دار نیسـت ($p > ۰/۰۵$). اختـلاف غلظت روی در عضله و گنـاد معنی دار، اما اختلاف آن در پوست و گناد معنی دار نیست. اختلاف غلظت مس در بافت هـای مختلف معنی دار می باشـد. کادمیم نیز در عضله و پوسـت اختلاف معنـی داری ندارد، امـا اختلافش در عضله و گناد معنی دار می باشـد. بر اسـاس تفکیک جنسیتی هم در بافت گناد، در بیضه و تخمدان عناصر مس و کادمیـم اختلاف معنی داری ندارند ($p > ۰/۰۵$) اما در مورد عناصر آهن و روی اختلاف معنی داری مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$).

میانگیـن، حداقـل و حداکثر غلظـت هر یک از عناصـر در بافت های مختلف در جدول ۲ آمده اسـت. طبق نتایج به دست آمده، در کل بالاترین میانگیـن غلظـت در بین تمامی بافـت ها در مورد عنصـر آهن (۳۱۹/۹۳ میکروگرم بر گرم وزن خشـک) مشاهده شـد. در کل، ترتیب زیر در مورد عناصر مورد مطالعه در بافت های مختلف مشـاهده شد: آهن> روی> مس > کادمیم.

در مورد عنصر مس بیش ترین میانگین غلظت در بافت گناد مشـاهده گردیـد. ترتیب غلظـت ها در مورد عنصر مـس و در بافت های مختلف به صورت گناد> آبشش> پوست> عضله می باشد.

بیش ترین میانگین غلظت عناصر روی و آهن در بافت آبشش مشاهده شـد. در کل ترتیب آبشش> پوسـت> گناد> عضله در مورد غلظت عناصر روی و آهن در بافت های مختلف به دست آمد.

بالاتریـن میانگین غلظت کادمیم نیز در بافت عضله مشـاهده گردید. ترتیب غلظت این عنصر در بافت ها نیز به صورت عضله> پوست> آبشش> گناد بود.

میانگیـن غلظت عناصر در بافت های مـورد مطالعه، به تفکیک فصول نمونه برداری در جدول ۳ آمده اسـت. بنا بر نتایج به دسـت آمده در بافت عضله و پوسـت غلظت عناصر آهن و کادمیم در فصل زمسـتان نسـبت به فصـل پاییز کاهش یافته اما غلظت عناصر مس و روی افزایش یافته اند. در بافت آبشـش و در فصل زمسـتان نسـبت به فصل پاییز غلظت تمام فلزات کاهـش یافتـه، در بافت گناد نیز همین روند به جز فلز مس مشـاهده می شود.

بحث

دریای خزر به عنوان یک محوطه زیسـت محیطی بسته و بدون خروجی می باشـد، لذا آلاینده های خطرناک و سـمی همچون فلزات سنگین به علت نشـت از حوضه های صنعتی سـاحلی و همچنین حوضه های صنعتی دور از سـاحل و همینطور عوامل طبیعی مانند ریزش هـای جوی (گرد و غبارهای حاوی فلزات سـنگین ناشـی از فرسـایش خـاک ها و صخره هـا و نیز آتش سـوزی جنگل ها، توسـط ریزش هـای جوی وارد اکوسیسـتم های آبی می شـوند و نیز نزولات جوی به دو دلیل حجم زیاد و پخش شـدن همه جانبه، از عوامـل اصلی طبیعی ورود فلزات سـنگین به اکوسیسـتم هـای آبی می باشـد)، در این دریا تجمع می یابند، که این امر خود از دلایل عمده آلودگی ارگانیسـم های زنده به خصوص ماهی ها می باشـد. بیشتر اندام های ماهیان در برابـر مسـمومیت با فلزات سـنگین حسـاس اند. فلزات سـنگین پس از ورود بـه بـدن در اندام های مختلف توزیع می شـوند. میزان این انتشـار در انـدام هـا به عواملی مانند نیـاز غذایی بدن ماهی به عنصـر مورد نظر (آهن،

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- میانگین، حداقل و حداکثر غلظت فلزات سنگین در بافت های مختلف ($\mu g.g^{-1}$ d wt)

بافت		Fe	Zn	Cu	Cd
عضله	میانگین	۳۹/۰۷	۳۹/۶۴	۱/۹۴	۱/۰۰
	انحراف معیار	۲۹/۹۳	۱۱/۵۷	۱/۱۵	۱/۶۷
	حداقل	۳/۳۳	۲۶/۵۸	۰/۵۹	۰/۰۰
	حداکثر	۱۵۸/۸۳	۹۶/۹۷	۴/۴۱	۹/۱۴
پوست	میانگین	۹۴/۵۹	۸۲/۱۷	۲/۹۰	۰/۷۶
	انحراف معیار	۱۲۲/۹۷	۱۷/۷۵	۱/۴۴	۰/۶۲
	حداقل	۲۰/۸۳	۴۲/۶۷	۰/۵۹	۰/۱۲
	حداکثر	۵۵۴/۱۷	۱۱۵/۷۳	۵/۵۹	۲/۴۴
گناد	میانگین	۴۷/۵۷	۸۰/۹۴	۸/۲۱	۰/۲۹
	انحراف معیار	۱۴/۵۴	۳۲/۸۳	۵/۲۶	۰/۲۷
	حداقل	۲۱/۶۷	۳۹/۲۰	۰/۹۱	۰/۰۰
	حداکثر	۶۹/۱۷	۱۲۸/۲۷	۲۴/۱۲	۰/۹۷
آبشش	میانگین	۱۰۹۸/۴۷	۱۸۹/۱۵	۴/۷۸	۰/۶۵
	انحراف معیار	۲۸۰۵/۴۱	۱۰۴/۶۶	۲/۹۱	۰/۶۳
	حداقل	۳۵/۰۰	۱۰۳/۲۰	۰/۵۹	۰/۰۰
	حداکثر	۱۶۶۶۶/۶۷	۷۳۶/۰۰	۱۰/۲۸	۲/۱۹
کل	میانگین	۳۱۹/۹۳	۹۷/۹۸	۴/۶۱	۰/۷۳
	انحراف معیار	۱۴۶۱/۲۵	۷۸/۳۷	۳/۹۷	۱/۰۸
	حداقل	۳/۳۳	۲۶/۵۸	۰/۵۹	۰/۰۰
	حداکثر	۱۶۶۶۶/۶۷	۷۳۶/۰۰	۲۴/۱۲	۹/۱۳

مس و روی)، تمایل سیستم دفاعی به دفع فلز (کادمیم) و تغییراتی که به فلز وارد شده در سلول ها رخ می دهد، بستگی دارد (Beheshti, Askari Sari, Velayatzadeh, 2011). ماهی ها مستعد تجمع فلزات در درون عضلات خود هستند و چون نقش مهمی در تغذیه انسان ایفا می کنند، به عنوان بافت هدف انتخاب شدند. پوست به عنوان اولین و وسیع ترین بافت که در تماس کامل با آب می باشد و دیگر این که برخی منابع آلاینده همچون فلزات سنگین توانایی جذب از راه پوست را دارند، به عنوان هدفی دیگر برای مطالعات انتخاب شد. همچنین آبشش به دلیل نقش آن در تنفس و گناد به دلیل نقش آن در تولید مثل ماهیان به عنوان اهداف بعدی انتخاب شدند. مطالعات آزمایشگاهی مشخص کرده اند که تجمع فلزات سنگین در بافت های ماهیان به غلظت فلزات در آب و رسوبات و مدت زمان در معرض قرارگیری آن ها بستگی دارد (اگرچه برخی فاکتورهای زیست محیطی دیگر مثل شوری، pH، سختی و دما هم نقش مهمی در تجمع فلزات ایفا می کنند) (Yi and Zhang, 2012). پس می توان کمتر بودن غلظت اکثر این فلزات در عضله ماهی نسبت به نمونه های آبشش و پوست را به عدم ارتباط مستقیم با آب و رسوب عنوان کرد، که در بیش تر مقالات نیز کمترین مقادیر اکثر فلزات مربوط به بافت عضله می‌باشند (Abdelrahim et al., 2011; A -ian et al., 2008; Oguzie and Izerbigie, 2009; Saeed and Shaker, 2008; Demirak, Yilmaz, Tuna, Ozdemir, 2006). همچنین مطالعات فریدمن (Freedman) در سال ۱۹۸۹ حاکی از آن بود که در بافت عضله ماهیان، پروتئین های متالوتیونین مسئول حذف و خنثی سازی عناصر سنگین و آثار سمی آن ها هستند (et al., 2011 Beheshti) که این امر نیز می تواند دلیلی بر کمتر بودن غلظت این عناصر در بافت عضله نسبت به بافت های دیگر باشد. همان طور که اشاره شد پوست به عنوان اولین و وسیع ترین بافت بدن ماهیان می باشد که در تماس کامل با آب و رسوبات قرار دارد، همچنین بسیاری از فلزات سنگین توانایی جذب از طریق پوست را دارند. به همین علت غلظت نسبتا بالای برخی از فلزات را می توان به این امر نسبت داد. طبق نتایج حاصل از پژوهشی که الیوسف و همکاران (Al-Yousuf, El-Shahawi,

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت های مختلف به تفکیک فصول نمونه برداری ($\mu g.g^{-1}$ d wt)

بافت	عنصر	پاییز (انحراف معیار ± میانگین)	زمستان (انحراف معیار ± میانگین)
عضله	آهن	۴۵/۶۱±۳۸/۳۹	۳۱/۳۹±۱۲/۲۱
	روی	۳۴/۷۵±۴/۲۴	۴۵/۳۹±۱۴/۶۶
	مس	۰/۷۱±۰/۵۹	۲/۶۷±۱/۷۶
	کادمیم	۱/۳۲±۲/۰۴	۰/۴۵±۰/۲۵
پوست	آهن	۱۳۸/۶۷±۱۵۵/۳۵	۴۲/۷۴±۸/۹۳
	روی	۷۷/۶۴±۱۸/۶۹	۸۷/۵۰±۱۵/۴۳
	مس	۲/۳۸±۱/۵۱	۳/۵۰±۱/۱۱
	کادمیم	۰/۹۹±۰/۶۴	۰/۳۰±۰/۲۱
گناد	آهن	۵۶/۰۸±۸/۷۷	۳۷/۵۵±۱۳/۶۸
	روی	۹۵/۹۵±۳۲/۶۶	۶۳/۲۹±۲۳/۳۴
	مس	۷/۰۳±۳/۳۴	۹/۶۹±۶/۷۹
	کادمیم	۰/۳۳±۰/۲۹	۰/۱۸±۰/۱۶
آبشش	آهن	۱۸۴۷/۱۸±۳۶۸۰/۷۱	۲۱۷/۶۳±۳۰۸/۷۰
	روی	۲۱۷/۹۹±۱۳۳/۷۹	۱۵۵/۲۳±۳۳/۶۱
	مس	۵/۶۷±۳/۱۷	۳/۷۳±۲/۲۲
	کادمیم	۰/۹۳±۰/۶۹	۰/۲۷±۰/۲۴

(Al-Ghais, 2000) بـر روی بافت های کبد، پوسـت و عضله ماهی *Lethrinus lentjan* انجـام دادند، غلظـت فلزات مس، روی و منگنز در کبد> پوسـت> عضله و غلظت کادمیم در کبد> عضله> پوسـت به دسـت آمـد که با نتایج حاصـل از این پژوهش مطابقـت دارد. اما نتایج حاصل از پژوهش دوبرادران و همـکاران (Dobaradaran, Naddafi, Nazmara, Ghaedi, 2010) که غلظت فلزات سـنگین کادمیم، مس، نیکل و سـرب را در بافت‌های عضله و پوسـت دو گونه ماهی خلیج فارس در بوشـهر اندازه گیری کردند، غلظت کادمیم در پوسـت بیش تر از عضله و غلظت مس در عضله بیش تر از کادمیم بود که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد.

بیش ترین غلظت در بافت گناد مربوط به فلز روی و بیش ترین تجمع مس هـم مربوط به بافت گناد بود که با نتایج حاصل از پژوهش ییلماز و همکارش (Yilmaz, A.B and Yilmaz, L., 2007) کـه بر روی بافت های مختلف ماهی *Penaeus semisulcatus* انجـام پذیرفت و طبق نتایج حاصله غلظت مس در گناد بیشـتر از غلظت آن در بافت های دیگر بود، مطابقت دارد. شـاید غلظت بالای روی در گناد ها به علت نقش آن در تقسیم سلولی و فرآیند رشد باشد (Uluturhan and Kucuksezgin, 2007). مـس یکـی از عناصر ضروری برای متابولیسـم ماهیان و همچنین دارای خاصیت ضد باکتریایی می باشد که می توان تجمع آن در بافت گناد را انتقال این عنصر به نسل بعد و انجام متابولیسم نرمـال و همچنین محافظت از تخم ها نسـبت داد. غلظت کل عناصر مس و روی در گناد ماهیان نر و ماده به مرحله چرخه جنسـی هم بسـتگی دارد. در هر دو جنس نر و ماده تفاوت های آشکاری بین غلظت فلزات سنگین در دوره تولیـد مثل و دوره غیر تولید مثل وجود دارد. در جنس ماده از زمان شـروع تخمک گذاری تا تکامل تخمک ها غلظت کل عناصر ضروری افزایش می یابد. بنابرایـن در جنس ماده، متابولیسـم فلزات ضـروری (Zn, Cu, Mn, Fe) در تخمدان ها وابسـتگی شدیدی به چرخه جنسی دارد. طی مدت میوز(تقسیم سـلولی سـلول های جنسـی) جذب مواد مغذی در تخمدان ها افزایش می یابد. این امر در ابتدا باعث رقیق شـدن و کاهـش غلظت عناصر ضروری می شـود. همین رقیق شـدگی باعث انتقـال این عناصر از خون بـه تخمدان ها می شـود که باعث افزایش دوباره غلظت فلزات در این بافت می شـود. اساسا جنس نر ماهی برای تکامل اسپرم های خود از ذخیره غذایی کمتری استفاده مـی کند. به همین علت طی دوره تولید مثل، تخمدان ماهیان ماده نسـبت به بیضه ماهیان نر، دارای مقادیر نسـبتا بیشـتری از عناصر ضروری می‌باشد (Miramand *et al.*, 1991). با توجه به نتایج بدست آمده و مقایسه با نتایج حاصـل از پژوهش میرامند و همـکاران (Miramand *et al.*, 1991) می توان نتیجه گرفت که نمونه های مورد آزمایش نیز در مرحله آماده سازی و تکامل سلول های جنسی قرار داشتند. بیش ترین غلظت در بافت آبشش، مربوط به فلزآهن و بیشـترین تجمع عناصر آهن و روی نیز مربوط به بافت آبشش بود، که این امر توسـط مقالات دیگر هم تایید می شود (Bahnasawy, Aziz K idr, Dheina, 2009; Calza et al., 2004; Ossana, Elissa, Salibian, 2009; Öztürk et al., 2009). بالا بودن غلظت فلزات سنگین در بافت آبشش ممکن

www.SID.ir

Archive of SID

اســت به دلیل عملکرد فیزیولوژیک این اندام در تنفس و تعادل اسمزی باشد (Heath, ۱۹۸۷). همچنین بافت آبشش در انتقال و دریافت اکسیژن از محیط پیرامون نقش مهمی داشــته و نیاز به غلظت بالایی از خون دارد، که به دنبال آن نیاز بالایی به فلزات ضروری اســت. بنابراین افزایش غلظت فلزات ضروری مثل آهن می تواند ناشی از نیاز این بافت به این فلزات باشد.

با مقایســه غلظت های به دســت آمده در بافت هــای مختلف با مقادیر اســتاندارد بین المللی (جدول ۴)، مشخص می شود که در مورد عنصر روی، میانگین غلظت آن در بافت عضله کمتر از اســتانداردهای جهانی، در پوست و گناد میزان آن از اســتاندارد WHO کمتر ولی در بافت آبشش از استانداردها بالاتــر بود. میانگیــن غلظت مس در تمامی بافت های مــورد مطالعه کمتر از اســتاندارد های بین المللی به دست آمد. در مورد کادمیم میانگین غلظت آن در بافت های عضله، پوســت و آبشش از استاندارد ها بالاتر ولی در مورد بافت گناد تنها از اســتاندارد سازمان خوار و بار جهانی (FAO) بالاتر به دست آمد. غلظت های بالای فلزات ســنگین در بدن انسان عوارضی همچون اختلال در تعادل، نقص ایمنی، تحریکات پوستی، مشکلات گوارشی، ناراحتی های قلبی و افزایش فشــار خون ایجاد می کنند که بــا توجه به بالا بودن میزان کادمیم در بافت عضله ماهیان مورد مطالعه و نیز با توجه به سمی بودن کادمیم، عدم اســتفاده از آنها توصیه می گردد. برای حفظ سلامت مردم و همینطور دریای خزر، باید ســازمان های مربوطه چاره اندیشــی کرده و اقدامات موثری انجام دهند.

جدول ۴- استانداردهای بین المللی برای فلزات سنگین ($\mu g.g^{-1}$)

استانداردها	فلزات سنگین			
	Fe	Zn	Cu	Cd
WHO	-	۱۰۰	۱۰	۰/۲
FAO	-	۵۰	۲۰	۰/۳
UK (MAFF)	-	۵۰	۲۰	۰/۲

منابع مورد استفاده

1 - Abdelrahim, A.A., Elhadi, M.E., Mohamed, A.A., (2011), Determination of heavy metals in four common fish, water and sediment collected from Red Sea at Jeddah Isalmic Port Coast. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences.,Vol,1, No,10. pp: 453-459.

2 - Alturqi, A.S., Albedir, L.A., (2012). Evaluation of some heavy metals in certain fish, meat and meat products in Saudi Arabian markets. Egyptian Journal of Aquatic Research, Vol, 38. pp: 45-49.

3 - Al-Weher, S.M., (2008). Levels of heavy metal Cd, Cu and Zn in three fish species collected from the Northern Jordan Valley, Jordan. Jordan Journal of Biological Sciences, Vol, 1, No,1. pp: 41-46.

4 - Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S., Al-Ghais, S.M. (2000). Trace metals in liver, skin and muscle of Lethrinus lentjan fish species in relation to body length and sex. The Science of the Total Environment, Vol, 256, pp: 87-94.

5 - Arian, M.B., Kazi, T.G., Jamali, M.K., Jalbani, N., Afrida, H.I., Shah, A., (2008). Total dissolved and bioavailable elements in water and sediment samples and their accumulation in *Oreochromis mossambicus* of polluted Manchar Lake. Chemosphere, Vol, 70. pp: 1845-1856.

6 - Bahnasawy, M., Aziz khidr, A., Dheina, N. (2009). Seasonal variations of heavy metals concentrations in mullet, (*Mugil cephalus*) and (*Liza ramada*) (Mugilidae) from Lake Manzala. Journal of Applied Sciences Research,Vol, 5, No,7. pp: 845-852.

Beheshti, M., Askari Sari, A., Velayatzadeh, M. (2011). Assessment of heavy metals concentration of fish (*Liza abu*) in Karoon River, Khouzestan province. Journal of water and sewage, Vol, 3, pp: 125-133.

7 - Calza, C., Anjos, M.J., Castro, C.R.F., Barroso, R.C., Araujo, F.G., Lopez, R.T. (2004). Evaluation of heavy metals levels in the Para!ıba do Sul River by SRTXRF in muscle, gonads and gills of *Geophagus brasiliensis*. Radiation Physics and Chemistry, Vol, 71, pp: 787-788.

8 - Demirak, A., Yilmaz, F., Tuna, A.L., & Ozdemir, N. (2006). Heavy metals in water, sediment and tissues of Leuciscus cephalus from a stream in south western Turkey. Chemosphere.Vol, 63, pp: 1451-1458.

9 - Dobaradaran, S. Naddafi, K. Nazmara, Sh & Ghaedi, H. (2010). Heavy metals (Cd- Cu- Ni and Pb) content in two fish species of Persian Gulf in Bushehr Port, Iran, African Journal of Biotecnology, Vol, 9, No,37. pp: 6191 – 6193.

10 - EC, (2001). Commission Regulation No. 466/2001 of 8 March 2001, Official Journal of European Communities 1.77/1.

www.SID.ir

Archive of SID

11 - Eisler, R., (1988). Zink Hazards to Fish, Wildlife and Invertebrates: a Synoptic Review. US Fish Wildlife Service, Biology of Reproduction,Vol, 85.

12 - Heath, A.G., (1987).Water pollution and fish physiology, DRS Press, Boston, USA.

13 - Ikem, A., Adisa, S., (2011). Runoff effect on eutrophic lake water quality and heavy metal distribution in recent littoral sediment. Chemosphere, Vol, 82, pp: 259-267.

14 - Leung, H.M., Leung, A.O.W., Wang, H.S., Ma, K.K., Liang, Y., Ho, K.C., Cheung, K.C., Tohidi, F., & Yung, K.K.L. (2014). Assessment of heavy metals/metalloid (As, Pb, Cd, Ni, Zn, Cr, Cu, Mn) concentrations in edible fish species tissue in the Pearl River Delta (PRD), China. Marine Pollution Bulletin.Vol, 78, pp: 235-245.

15 - Miramand, P., Lafaurie, M., Fawler, S.W., Lemaire, P., Guary, J.C., Bentley, D. (1991). Reproductive cycle and heavy metals in the organs of red mullet, *Mllus barbatus* (L.), from the northwestern Mediterranean. The Science of the Total Environment, Vol, 103, pp: 47-56.

16 - Oguzie, F.A., & Izerbigie, A.A. (2009). Heavy Metals concentration in the organs of the silver Catfish, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacèpéde) caught upstream of the Ikpoba River and the reservoir in Benin City. Bioscience Research Communications, Vol, 21, No,4. pp: 189-197.

17 - Ossana, N.A., Elissa, B.L., and Salibian, A. (2009). Cadmium bioconcentration and genotoxicity in the common carp (*Cyprinus carpio*). International Journal of Environment and Health, Vol, 3, No,3. pp: 302-309.

18 - Öztürk, M., Özözen, G., Minareci, O., Minareci, E., (2009). Determination of heavy metals in fish, water and sediments of Avsar Dam Lake in Turkey. Iranian Journal of Environment and Health Science. English,Vol, 6, No,2. pp: 73-80.

19 - Saeed, S.M. & Shaker, I.M. (2008). Assessment of heavy metals pollution in water and sediments and their effect on *Oreochromis niloticus* in the Northern Delta Lakes, Egypt. 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture. pp: 475-490.

20 - Taghavi Jelodar, H. Sharifzadeh Baei, M. Najafpour, S.H & Fazli, H. (2011). The Comparison of heavy metals concentrations in different organs of (*Liza aurata*) Inhabiting in Southern part of Caspian Sea. World Appliad Sciences Journal, Vol, 14, pp: 96-100.

21 - Uluturhan, E., Kucuksezgin, F., (2007). Heavy metal contaminants in Red Pandora (*Pagellus erythrinus*) tissues from the Eastern Aegean Sea, Turkey. Water Research, Vol, 41, pp: 1185-1192.

22 - Yi, Y. J., & Zhang, S.H., (2012). The relationships between fish heavy metal concentrations and fish size in the upper and middle reach of Yangtze River. Procedia Environmental Sciences, Vol, 13, pp: 1699-1707.

23- Yilmaz, A.B., Yilmaz, L. (2007). Influences of sex and seasons on levels of heavy metals in tissues of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* de Hann, 1844). Food Chemistry, Vol, 101, pp: 1664-1669.

www.SID.ir