نشریه دامپزشکی
در
پژوهش و سازندگی شماره ۱۰۸ پاییز ۱۳۹۴
DOI: 10.22034/vj.2015.101858

بررسی ارتباط بین طول چنگالی، وزن و سن با میزان جذب فلزات سنگین در بافت‌های عضله و پوست 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: دی ماه ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۳
Email: alirezajavidgolshan@gmail.com

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی ارتباط بین طول چنگالی، وزن و سن با میزان جذب فلزات سنگین آهن، روی، مس و کادمیم در بافت‌های عضله و پوست ماهی کلمه در نواحی جنوبی دریای خزر، در دو ایستگاه ساری و بندرترکمن و در دو فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۲ انجام شد. پس از سنجش طول چنگالی، وزن و سن (از روی فلس) ۳۷ نمونه از ماهی کلمه و آماده‌سازی و جداسازی بافت‌ها، تعیین غلظت فلزات سنگین، در بافت های جدا شده پس از هضم تر با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله ای انجام گرفت. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که طول چنگالی و وزن ماهی با میزان جذب مس در بافت عضله همبستگی منفی دارد ($p < ۰/۰۵$)، در صورتیکه این همبستگی بین وزن ماهی و میزان جذب آهن مثبت می باشد ($p < ۰/۰۵$). در بافت پوست بین طول چنگالی و میزان جذب آهن و کادمیم ارتباط مثبت ($p < ۰/۰۵$) اما بین وزن و میزان جذب روی ارتباط منفی وجود دارد. اهمیت یافته های این تحقیق به دلیل حضور فلزات سنگین در بافت های ماهیان به خصوص بافت عضله می باشد که به دلیل مصرف خوراکی این بافت، فلزات سنگین قابلیت انتقال به انسان را داشته و از نظر بهداشت عمومی و سلامت افراد از جایگاه ویژه ای برخوردار است. مقادیر به دست آمده با مقادیر استاندارد این عناصر، ارائه شده از سوی سازمان های بهداشت جهانی، خواربار و کشاورزی ملل متحد و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان مقایسه شد که در مورد کادمیم میانگین غلظت آن در بافت های عضله و پوست از استاندارد ها 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: طول چنگالی، وزن، سن، فلزات سنگین، عضله، پوست، ماهی کلمه، دریای خزر

Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 108 pp: 57-64

Survey of relationship between fork length, weight, age and the uptake of heavy metals in muscle and skin tissues of Caspian Roaches ***(Rutilus rutilus caspicus)*** in the southern part of Caspian Sea

By: A. Javid Golshanabad, MSc Expert of Mazandaran University (Corresponding Author), 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: December 2014 Accepted: February 2015

Email: alirezajavidgolshan@gmail.com

This work investigates the relationship between fork length, weight, age and the uptake of heavy metals such as iron, zinc, copper and cadmium in muscle and skin 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 measurement of fork length, weight, age by squama of 37 samples and preparation and parting of tissues, concentration of heavy metals were determined following wet digestion using Flame Atomic Absorption Spectrophotometry. Spearman correlation test results showed that fork length and weight and uptake of copper in the muscle tissue have negative correlations ($p<0.05$). However this correlation between the weight and the uptake of iron is positive ($p<0.05$). In the skin, there is a positive correlation ($p<0.05$) between fork length and extent of absorption of iron and cadmium, unlike those between the weight and the absorption of zinc. The importance of the findings of this study due to the presence of heavy metals in tissues of fishes, especially muscle tissue, which is due to the consumption of oral tissue, heavy metals have the ability to transfer to humans in terms of public health and the health of people is a special place. 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 cadmium in the muscle and skin 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: Fork length, Weight, Age, Heavy metals, Muscle, Skin, Caspian roach, Caspian Sea

مقدمه

توسعه سریع جوامع و افزایش جمعیت و به طبع آن پیشرفت روزافزون صنایع و کشاورزی، باعث افزایش بیش از پیش منابع آلاینده در اکوسیستم هـای آبی می شـود. یکی از مهم ترین و خطرناک تریـن آلاینده ها فلزات سـنگین هسـتند. انتشار فلزات سـنگین به محیط زیسـت توسط گستره ی وسـیعی از فرآیندها که شـامل فرآیندهای طبیعی و مصنوعی (انسـان سـاز) می باشـد، اتفاق می‌افتد (Duan, Ran, Cheng, Chen, Wan, 2014; Beheshti, Askari Sari, Velayatzadeh, 2011). از جملـه روش‌های ورود طبیعـی می توان به ریزش های جوی، آتشفشـان ها و آتش سـوزی های طبیعی، هوازدگی و فرسـایش عوامل ژئولوژیکی مثل سـنگ ها و رسوبات اشـاره کـرد (Oguzie and Izerbigie, 2009; Bahnasawy, Aziz Khidr, Dheina, 2009). نمونـه‌ای از روش هـای ورود انسـان سـاز را می توان به توسـعه ی سریع و پیشرفت صنایع و تکنولوژی، افزایش جمعیت، استخراج روغـن، فاضلاب ها و زباله های شـهری، صنعتی و کشـاورزی و همچنین معدنـکاری اشـاره کـرد (Guven, Ozbay, Unlu, Satar, 1999; Yi and Zhang, 2012; WHO, 2006; Al-Weher, 2008; Kalay and Canli, 2000; Enuneku, Ezemonye, Adibeli, 2013). فلزات سـنگین از طریق آب‌های آلوده به رودخانه ها وارد می شـوند. این فلزات سـمی و تجزیه ناپذیر بوده (Ikem and Adisa, 2011; Eisler, 1988) و می‌توانند سـبب کاهش رشـد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ و میر در ماهیان شـوند. سـن، طول، وزن، جنسیت، عادات تغذیه ای، نیاز های اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسـوبات، مدت زمـان ماندگاری ماهی در اکوسیسـتم آبی و نیز خواص فیزیکی و شـیمیایی آب نظیر شـوری، pH، سختی و دما از عوامل موثـر در تجمـع فلزات سـنگین در اندام هـای مختلف ماهیان می‌باشـد (Canli and Atli, 2003).

ماهی کلمه (یا تلاجی در گویش محلی) از خانواده Cyprinidae و یکی از گونه های بومی و با ارزش دریای خزر می باشـد و در گذشـته های دور از مهم ترین ذخایر این دریا بوده است ولی در سالهای اخیر نسل این ماهی در معرض خطر جدی قرار گرفته است (Kashiri, Shabani, Shabanpoor, Rezaee, 2011). این ماهی گیاه خوار بوده و در عمق کم (۵۰ سانتیمتر) و آب شفاف تخم ریزی می نماید (Kashiri et al., 2011). ماهی کلمه دریای خزر به علت دارا بودن گوشـتی خوش طعم به عنوان یک منبع غذایی مهم

برای ساکنین نواحی جنوبی دریای خزر محسوب می شود ولی در سال‌های اخیر به دلایل مختلفی از جمله آلودگی آبها، تخریب رودخانه ها، ایجاد سد بر مسیر مهاجرت و همچنین صید بی رویه و قاچاق، میزان ذخایر آن به شدت کاهش یافته به طوری که این ماهی جزء گونه های در معرض تهدید منطقه محسوب می گردد (Kashiri et al., 2011). هدف از این مطالعه، بررسی ارتباط بین طول چنگالی، وزن و سن با میزان جذب عناصر فلزات سنگین (آهن، روی، مس و کادمیم) در بافتهای عضله و پوست ماهی کلمه می باشد.

مواد و روش کار

منطقه مورد مطالعه

مناطق مورد بررسی شامل 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 جغرافیایی۵۳ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی قرار گرفته اند (شکل۱).

نمونه برداری بصورت تصادفی از مناطق 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 ماهی و در فصل زمستان ۱۷ نمونه، ۱۰ قطعه ماهی از حوضه شیلات بندر ترکمن و ۷ قطعه از حوضه شیلات ساری، تهیه شد. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه ابتدا کاملا با آب مقطر دو بار تقطیر شده، شستشو داده و مورد زیست سنجی قرار گرفتند. طول چنگالی توسط تخته بیومتری با دقت ۱ میلی متر (شکل۲) و وزن نمونه ها توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم اندازه گیری شد. برای تعیین جنسیت نمونه ها از روش تشریح ماکروسکوپی (۲۰ نمونه نر، ۱۷

شکل۱- موقعیت ایستگاه های نمونه برداری

شکل۱- نحوه اندازه‌گیری طول چنگالی توسط تخته بیومتریک

نمونه ماده) و تعیین سن نمونه ها نیز از فلس های بین باله پشتی و خط جانبی استفاده شد.

ماهی ها مستعد تجمع فلزات در درون عضلات خود هستند (Beheshti et al., 2011) 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 بافت هدف دیگری برای مطالعات انتخاب شد. به منظور اندازه گیری غلظت فلزات سنگین، g ۴ از بافت‌های عضله و پوست هر قطعه ماهی 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 تر استفاده شد. بدین منظور مجددا ارگان‌های ماهیان با آب مقطر کاملا شستشو شدند. g ۴ از هر نمونه در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. 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 صاف کردن محلول‌های بدست آمده با استفاده از کاغذ صافی، محلول های آماده اندازه گیری، داخل ارلن مایرهای کاملا تمیز جمع گردید (Oguzie and Izerbigie, 2009).

اندازه گیری غلظت فلزات

محلول‌های استاندارد فلزات ذکر شده از نمک‌های نیترات خالص مربوطه ساخت شرکت مرک آلمان تهیه گردید. پس از رسم نمودار کالیبراسیون، میزان غلظت فلزات آهن، روی، مس و کادمیم توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی شعله (FAAS) ساخت شرکت شیمادزو (Shimadzu) مدل AA670G بدست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار Excel و SPSS استفاده شد. به منظور بررسی آزمون‌های آماری نیز از آزمون آماری Mann-Whitney U و نیز بررسی ارتباطات بین ویژگی های زیستی ماهیان با میزان جذب فلزات سنگین مورد بررسی در بافت‌های عضله و پوست، از روابط ماتریسی همبستگی اسپیرمن بهره گرفته شد.

نتایج

میانگین و انحراف معیار حاصل از زیست سنجی ماهیان نمونه در جدول ۱ آمده است. بر اساس نتایج حاصله، میانگین طول چنگالی نمونه‌ها ۱۸/۱۸ سانتی متر، میانگین وزن ۱۰۳/۱۴ گرم و دامنه سنی بین ۱ تا ۳ سال به دست آمد.

میانگین، حداقل و حداکثر غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه، در بافت‌های عضله و پوست در جدول ۲ آمده است.

نتایج تست آماری Mann-Whitney U به تفکیک جنسیت نیز نشان دادند، در بافت عضله نمونه های نر و ماده میزان متوسط عناصر آهن، روی و کادمیم اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند ($p > ۰/۰۵$)، در صورتی‌که

جدول ۱- نتایج حاصل از زیست سنجی نمونه های ماهی کلمه

مشخصات زیستی	انحراف معیار± میانگین	کمترین- بیش ترین
طول چنگالی (Cm)	۱۸/۱۸±۱/۷۰	۲۱/۶۰-۱۵/۸۰
وزن (g)	۱۰۳/۱۴±۳۷/۹۱	۲۱۲-۵۷
سن (Year)	۱/۸۶±۰/۷۵	۳+-۱+

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

بافت		آهن	روی	مس	کادمیم
عضله	انحراف معیار ± میانگین	۳۹/۰۷ ± ۲۹/۹۳	۳۹/۶۴ ± ۱۱/۵۷	۱/۹۴ ± ۱/۱۵	۱/۰۰ ± ۱/۶۷
	حداقل	۳/۳۳	۲۶/۵۸	۰/۵۹	۰/۰۰
	حداکثر	۱۵۸/۸۳	۹۶/۹۷	۴/۴۱	۹/۱۴
پوست	انحراف معیار ± میانگین	۹۴/۵۹ ± ۱۲۲/۹۷	۸۲/۱۷ ± ۱۷/۷۵	۲/۹۰ ± ۱/۴۴	۰/۷۶ ± ۰/۶۲
	حداقل	۲۰/۸۳	۴۲/۶۷	۰/۵۹	۰/۱۲
	حداکثر	۵۵۴/۱۷	۱۱۵/۷۳	۵/۵۹	۲/۴۴

اختلاف میزان متوسط مس معنی‌دار می باشد ($p < ۰/۰۵$) که با توجه به میانگین رتبه‌ها مشخص می شود، میزان متوسط مس در بافت عضله نمونه های نر بیش تر از نمونه های ماده می باشد. در بافت پوست نیز اختلاف میزان متوسط عناصر مس و کادمیم معنی‌دار نبوده ($p > ۰/۰۵$)، اما میزان متوسط عناصر آهن و روی اختلاف معنی داری دارند ($p < ۰/۰۵$) که در بافت پوست نیز با توجه به میانگین رتبه ها مشخص می شود میزان متوسط آهن در نمونه های ماده و میزان متوسط روی در نمونه‌های نر بیش تر می باشد. همچنین به تفکیک محل های نمونه‌برداری نیز مشخص گردید که در بافت عضله، آلودگی فلزات آهن و کادمیم در نمونه‌های تهیه شده از حوضه شیلات ساری و آلودگی فلزات مس و روی در نمونه‌های حوضه شیلات بندرترکمن بیشتر می باشند، در حالی که در بافت پوست، آلودگی فلزات آهن و مس در نمونه های حوضه شیلات ساری و روی و کادمیم نیز در نمونه‌های حوضه شیلات بندرترکمن بیشتر می باشند.

ارتباط بین مشخصات زیستی با میزان فلزات سنگین جذب شده

بافت عضله:

روابط ماتریسی آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که بین طول چنگالی و میزان جذب مس رابطه مستقیم منفی در سطح اطمینان ۹۵٪ دیده می شود ($p < ۰/۰۵$). بدین معنی که با افزایش طول چنگالی میزان جذب مس در بافت عضله کاهش می یابد. بین وزن و میزان جذب مس همبستگی منفی اما بین وزن و میزان جذب آهن همبستگی مثبت مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$). جذب مس و روی در بافت عضله با یکدیگر همبستگی مثبت داشته اما مس و آهن و همینطور روی و کادمیم دارای ارتباط و همبستگی منفی بودند (جدول۳).

بافت پوست:

بین طول چنگالی و میزان جذب آهن و کادمیم در بافت پوست ارتباط

جدول۳- روابط ماتریسی حاصل از همبستگی اسپیرمن در بافت عضله نمونه های ماهی کلمه

		طول چنگالی	سن	وزن	آهن	روی	مس	کادمیم
ضریب همبستگی	طول چنگالی	۱/۰۰۰	۰/۳۳۶*	۰/۹۴۷**	۰/۲۴۲	-۰/۲۱۰	-۰/۴۸۲*	۰/۳۲۴
	سن	۰/۳۳۶*	۱/۰۰۰	۰/۴۰۲*	۰/۱۱۳	-۰/۱۴۷	-۰/۱۲۳	۰/۲۱۹
	وزن	۰/۹۴۷**	۰/۴۰۲*	۱/۰۰۰	۰/۳۳۱*	-۰/۲۲۳	-۰/۴۶۴*	۰/۳۲۸
	آهن	۰/۲۴۲	۰/۱۱۳	۰/۳۳۱*	۱/۰۰۰	۰/۰۰۲	-۰/۴۶۸*	-۰/۰۳۸
	روی	-۰/۲۱۰	-۰/۱۴۷	-۰/۲۲۳	۰/۰۰۲	۱/۰۰۰	۰/۴۴۹*	-۰/۴۱۸*
	مس	-۰/۴۸۲*	-۰/۱۲۳	-۰/۴۶۴*	-۰/۴۶۸*	۰/۴۴۹*	۱/۰۰۰	-۰/۴۰۷
	کادمیم	۰/۳۲۴	۰/۲۱۹	۰/۳۲۸	-۰/۰۳۸	-۰/۴۱۸*	-۰/۴۰۷	۱/۰۰۰

همبستگی در سطح اطمینان ۵۹٪*
همبستگی در سطح اطمینان ۹۹٪**

جدول۴- روابط ماتریسی حاصل از همبستگی اسپیرمن در بافت پوست نمونه های ماهی کلمه

		طول چنگالی	سن	وزن	آهن	روی	مس	کادمیم
ضریب همبستگی	طول چنگالی	۱/۰۰۰	۰/۳۳۶*	۰/۹۴۷**	۰/۳۹۲*	-۰/۴۴۰**	-۰/۲۱۳	۰/۴۹۲*
	سن	۰/۳۳۶*	۱/۰۰۰	۰/۴۰۲*	۰/۱۹۸	-۰/۱۳۲	-۰/۳۶۰*	۰/۳۳۹
	وزن	۰/۹۴۷**	۰/۴۰۲*	۱/۰۰۰	۰/۴۷۴**	-۰/۳۸۲*	-۰/۲۴۹	۰/۴۳۱*
	آهن	۰/۳۹۲*	۰/۱۹۸	۰/۴۷۴**	۱/۰۰۰	۰/۰۲۴	۰/۰۱۱	-۰/۰۹۹
	روی	-۰/۴۴۰**	-۰/۱۳۲	-۰/۳۸۲*	۰/۰۲۴	۱/۰۰۰	-۰/۰۱۰	۰/۱۷۰
	مس	-۰/۲۱۳	-۰/۳۶۰*	-۰/۲۴۹	۰/۰۱۱	-۰/۰۱۰	۱/۰۰۰	-۰/۷۰۳**
	کادمیم	۰/۴۹۲*	۰/۳۳۹	۰/۴۳۱*	-۰/۰۹۹	۰/۱۷۰	-۰/۷۰۳**	۱/۰۰۰

همبستگی در سطح اطمینان ۵۹٪*
همبستگی در سطح اطمینان ۹۹٪**

مثبت مشـاهده گردید ($p < ۰/۰۵$). امـا ارتباط بین طول چنگالی و میزان جذب روی به شدت منفی (سطح اطمینان٪ ۹۹) بود ($p < ۰/۰۱$). بین سن و میزان جذب مس همبستگی منفی مشاهده شد. بین وزن و میزان جذب روی در بافت پوسـت ارتباط منفی، اما بین وزن و میزان جذب آهن ارتباط مثبت قوی (سطح اطمینان ٪۹۹) وجود داشت ($p < ۰/۰۱$). همینطور بین وزن و میزان جذب کادمیم ارتباط مثبت مشـاهده شـد ($p < ۰/۰۵$). بین میزان جذب مس و کادمیم همبسـتگی به شـدت منفی (سـطح اطمینان ٪۹۹) مشاهده شد (جدول۴).

بحث

بیشتر اندام های ماهیان در برابر مسمومیت با فلزات سنگین حساس‌اند (Beheshti et al., 2011). فلزات سـنگین پس از ورود به بدن در اندام های مختلف توزیع می شـوند. میزان این انتشار در اندام ها به عواملی مانند نیاز غذایـی بدن ماهی به عنصر مورد نظر (آهن، مس و روی)، تمایل سیسـتم دفاعی به دفع فلز (کادمیم) و تغییراتی که به فلز وارد شده در سلولها رخ می دهد، بستگی دارد (Beheshti et al., 2011). مطالعات آزمایشگاهی مشخص کرده اند که تجمع فلزات سـنگین در بافتهـای ماهیان به غلظت فلزات در آب و رسـوبات و مدت زمان در معرض قرارگیری آنها بستگی دارد (اگرچه برخی فاکتورهای زیسـت محیطی دیگر مثل شوری، pH، سختی و دما هم نقـش مهمی در تجمع فلزات ایفا می‌کنند) (Yi and Zhang, 2012). فلزات سنگین، اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می کنند. این نکته، علت تجمع کم تر فلزات در بافت عضله با فعالیت متابولیک پایین را تفسـیر می‌نمایـد (Filazi et al., 2003) و بـه عنوان دلیلی دیگر کمتر بودن غلظت اکثر فلزات سنگین در بافت عضله ماهیان نسبت به بافت پوست را می توان به عدم ارتباط مستقیم بافت عضله با آب و رسوب عنوان کـرد، که در بیش تر مقالات نیز کمترین مقادیر اکثر فلزات مربوط به بافت عضله می باشند (Abdelrahim et al., 2011; Arian 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 مسـئول حذف و خنثی سـازی عناصر سـنگین و آثار سـمی آنها هستند (Beheshti et al., 2011) کـه ایـن امـر نیز می‌تواند دلیلـی بر کمتر بودن غلظت این عناصر در بافت عضله نسـبت به بافت پوست باشد. همانطور که اشـاره شد پوست به عنوان اولین و وسیع ترین بافت بدن ماهیان می باشد که در تماس کامل با آب و رسـوبات قرار دارد، همچنین بسـیاری از فلزات سنگین توانایی جذب از طریق پوست را دارند. در این تحقیق، غلظت نسبتا بالای فلزات آهن، روی و مس را می توان به این امر نسبت داد. طبق نتایج حاصل از پژوهشی که الیوسف و همکاران (Al-Yousuf, El-Shahawi, Al-Ghais, 2000) بـر روی بافت های کبد، پوسـت و عضله ماهی *Lethrinus lentjan* انجـام دادند، غلظت فلزات مس، روی و منگنز در کبد> پوسـت> عضله و غلظت کادمیم در کبد> عضله> پوسـت به دسـت آمد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. اما نتایج حاصل از پژوهش دوبرادران و همکاران (Dobaradaran, Naddafi, Nazmara, Ghaedi, 2010) که غلظت فلزات سـنگین کادمیم، مس، نیکل و سرب را در بافت های عضله و پوست دو گونـه ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) و شـوریده (*Otolithes ruber*) خلیج فارس در بوشهر اندازه گیری کردند، غلظت کادمیم در پوست بیـش تر از عضله و غلظت مس در عضله بیش تر از کادمیم بود که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد.

با توجه به این مطلب که هدف این پژوهش، مطالعه و بررسـی ارتباط بین ویژگی های زیسـتی ماهی همچون طول چنگالی، وزن و سن با میزان جذب فلزات سـنگین در بافت های عضله و پوست می باشد، لذا با استفاده از نتایج همبسـتگی اسپیرمن این نتیجه حاصل شد که در بافت عضله بین طول چنگالی و میزان جذب مس و نیز وزن و میزان جذب مس همبستگی منفی (سـطح اطمینان ٪۹۵) وجود دارد، بدیـن معنی که با افزایش طول چنگالی و وزن میزان جذب مس در بافت عضله کاهش می یابد.

بین وزن و میزان جذب آهن همبستگی مثبت مشاهده شد که با نتایج حاصل از پژوهـش Mehvari (۱۹۹۸) بر روی ماهی شـوریده (*Otolithes ruber*) و Saduogh Niri, Nikpour, Rajabzadeh, Mahboobi Soofiani,) Ahmadi, 2010) بـر روی ماهی صبـور (*Tenualosa ilisha*) مبنی بر روند افزایشی فلزات آهن و کادمیم با افزایش طول و وزن کل، منطبق می باشد. آهن جز عناصر ضروری بدن می باشد که افزایش میزان آن با افزایش وزن بافت عضله را می توان به خون رسانی بیش تر بدن به این بافت نسبت داد. جذب مس و روی در بافت عضله با یکدیگر همبستگی مثبت داشته اما مس و آهن و همینطور روی و کادمیم دارای ارتباط و همبسـتگی منفی بودند. نتایـج حاصل از پژوهش حاضر با نتایج حاصـل از پژوهش Widianarko و همکاران (Widianarko, Van Gestel, Verweij, Van Straalen, 2000) که رابطه بین غلظت فلزات مس، روی و سـرب با اندازه ماهی گوپی (*Poecilia reticulate*) را بررسی کردند و مشخص گردید که غلظت عناصر روی و مس هیچ وابسـتگی به وزن بدن ندارد، در مـورد عنصر روی منطبق بوده اما در مورد عنصر مس بر خلاف آن می باشد.

بین طول چنگالی و میزان جذب آهن و کادمیم در بافت پوست ارتباط مثبـت مشـاهده گردید. اما ارتباط بین طول چنگالـی و میزان جذب روی

جدول۵- استانداردهای بین المللی برای فلزات سنگین ($\mu g.g^{-1}$)

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

به شـدت منفی (سـطح اطمینان ۹۹٪) بود. بین سـن و میزان جذب مس همبستگی منفی مشاهده شد. بین وزن و میزان جذب روی در بافت پوست ارتبـاط منفـی اما بین وزن و میزان جذب آهن ارتباط مثبت قوی (سـطح اطمینـان ۹۹٪) و همینطور بیـن وزن و میزان جذب کادمیم ارتباط مثبت مشـاهده شـد. بین میزان جذب مس و کادمیم همبستگی و ارتباط منفی قوی (سـطح اطمینان ۹۹٪) مشاهده شـد. نتایج حاصل از پژوهش Ayse (۲۰۰۳) کـه بـر روی دو گونـه *Mugil cephalus* و *Sparus aurata* انجام پذیرفـت، مشـخص نمود که بین غلظت فلزات سـنگین آهن، مس، نیکل، کروم، سرب و روی در بافت های ماهیچه، پوست و گناد با اندازه بدن (طول کل و وزن بـدن) ارتبـاط مثبت و معنی داری وجـود دارد. همچنین نتایج حاصـل از پژوهـش Canli و Atli (۲۰۰۳)، که ارتباط بین سـطوح فلزات سنگین و اندازه ۶ گونه ماهی مدیترانه ای بررسی شد، مشخص گردید که بین غلظت آهن و اندازه بدن (طول و وزن بدن) در آبشـش، کبد و عضله و نیز کادمیم و سـرب با طول ماهی یک همبسـتگی مثبت مشاهده می شود کـه با نتایج پژوهش حاضر بـرای عنصر آهن در بافت عضلـه و نیز آهن و کادمیم در بافت پوست منطبق می باشد.

از مقایسـه غلظت های به دسـت آمده در بافت های عضله و پوست با مقادیر استاندارد بین المللی (جدول۵)، مشخص می شود که در مورد عنصر روی، میانگین غلظت آن در بافت عضله کمتر از اسـتانداردهای جهانی، اما در پوسـت میزان آن از اسـتاندارد WHO کمتر و از استانداردهای FAO و MAFF (UK) بیش تر بود. میانگین غلظت مس در بافت های مورد مطالعه کمتر از اسـتاندارد های بین المللی به دست آمد. در مورد کادمیم میانگین غلظت آن در بافت های عضله و پوسـت از اسـتاندارد های جهانی بالاتر به دست آمد. غلظت های بالای فلزات سنگین در بدن انسان عوارضی همچون اختـلال در تعادل، نقص ایمنی، تحریکات پوسـتی، مشـکلات گوارشـی، ناراحتـی های قلبی و افزایش فشـار خون ایجاد می کننـد. با توجه به بالا بـودن میزان کادمیم در بافت عضله ماهیان مـورد مطالعه و نیز با توجه به سـمی بودن کادمیم، اسـتفاده از آنها می تواند سلامت مصرف کننده ها را مورد مخاطره قرار دهد.

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 - 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.

3 - 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.

4 - 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.

5 - Ayse, Y. (2003). Comparison of heavy metal level of grey Mullet (*Mugil cephalus* L.) and Sea Bream (*Sparus aurata* L.) caught in Iskenderun Bay. The science of the Environment, Vol, 25, No: 2. pp: 115- 148.

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.

7 - 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.

8 - Canli, M., & Atli, G. (2003). The relationships between heavy metal (Cd, Cr,Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution. Vol, 121. pp:129-136.

9 - 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.

10 - 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.

11 - Duan, D. Ran, Y. Cheng, H. Chen, J. Wan, G. (2014). Contamination trends of trace metals and coupling with algal productivity in sediment Cores in Pearl River Delta, South China. Chemosphere. Vol, 103. pp:35-43.

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

13 - Enuneku, A. Ezemonye, L.I. Adibeli, F. (2013). Heavy Metal concentrations in surface water and Bioaccumulation in fish (*Clarias gariapinus*) of River Owan, Edo State, Nigeria. European International Journal of science and Technology. Vol, 2, No, 7. pp: 31-39.

1 4 - Filazi, A., Baskaya, R. and Kum, C., 2003, Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* form Sinop-Icliman, Turkey. Human and Experimental Toxicology, www.hetjournal.com. Vol,22, No. 3, pp. 85-87.

1 5 - Guven, K., Ozbay, C., Unlu, E., Satar, A., (1999). Acute lethal toxicity and accumulation of copper in *Gammarus pulex* (L.) (Am-

phipoda). Turkish Journal of Biology. Vol, 23. pp: 513–521.
16 - Holden, M.J. & Raitt, D.F.S. (1974). Manual of fisheries science, part 2- Methodes of resourses investigation and their application. FAO Fish Technology, Vol, 115, No, 1, pp: 214.
17 - 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.
18 - Kalay, M., and Canli, M. (2000). Elimination of essential (Cu, Zn) and nonessential (Cd, Pb) metals from tissue of a freshwater fish *Tilapia zillii* following an uptake protocol. Turkish Journal of Zoology. Vol, 24. 429-436.
19 - Kashiri, H., Shabani, A., Shabanpoor, B. (2012). Genetic diversity of caspian roach (*Rutilus rutilus caspicus*) in gharesou and gomishan regions using microsatellite. Iranian journal of biology. Vol, 25, No. 1, pp: 139-147.
20 - Mehvari, A., (1998). Assessment heavy metals in tissues of Otolithes ruber. MSc. Thesis, Shahid Chamran Ahvaz University, Faculty of Marine Sciences and Oceanography, pp. 141.
21 - 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.
22 - Sadough Niri, A., Nikpour, Y., Rajabzadeh, E., Mahboobi Soofiani, N., Ahmadi, R. (2010). Assessment heavy metals (Cd, Pb, Cu, Co, Ni) in some tissues of *Tenualosa ilisha* from northwest Persian Gulf and their relationship with length and weigth. Journal of aquatic sciences, Vol, 1, No, 1. pp: 73-87.
23 - 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.
24 - WHO, (2006). Health and environmental concerns associated with heavy metals; global needs for further action?, Budapest Conference on Heavy Metals.
25 - Widianarko, B., Van Gestel, C.A.M., Verweij, R.A., Van Straalen, N.M., (2000). Associations between trace metals in sediment, water, and guppy, Poecilia reticulata (Peters), from urban streams of Semarang, Indonesia. Ecotox. Environ. Safe. Vol.46, No. 1, pp.101–107.
26 - 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.