



## 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 بندر ترکمن 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 بافت‌های 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 ( $p < 0/05$ )، در صورتیکه این همبستگی بین وزن ماهی و میزان جذب آهن مثبت می باشد ( $p < 0/05$ ). در بافت پوست بین طول چنگالی و میزان جذب آهن و کادمیم ارتباط مثبت ( $p < 0/05$ ) اما بین وزن و میزان جذب روی ارتباط منفی وجود دارد. اهمیت یافته‌های این تحقیق به دلیل حضور فلزات سنگین در بافت‌های 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 ویژه‌ای برخوردار است. مقادیر به دست آمده با مقادیر استاندارد این عناصر، ارائه شده از سوی سازمان‌های بهداشت جهانی، خواربار و کشاورزی ملل متحد و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان مقایسه شد که در مورد کادمیم میانگین غلظت آن در بافت‌های عضله و پوست 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: 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 های آبی می شود. یکی از مهم ترین و خطرناک ترین آلاینده ها فلزات سنگین هستند. انتشار فلزات سنگین به محیط زیست توسط گستره ی وسیعی از فرآیندها که شامل فرآیندهای طبیعی و مصنوعی (انسان ساز) می باشد، اتفاق می افتد (Duan, Ran, Cheng, Chen, Wan, 2014; Beheshti, Askari Sari, Velayatzadeh, 2011). از جمله روش های ورود طبیعی می توان به ریزش های جوی، آتشفشان ها و آتش سوزی های طبیعی، هوازدگی و فرسایش عوامل ژئولوژیکی مثل سنگ ها و رسوبات اشاره کرد (Oguzie and Izerbigie, 2009; Bahnasawy, Aziz Khidr., 2009; Dheina, 2009). نمونه ای از روش های ورود انسان ساز را می توان به توسعه ی سریع و پیشرفت صنایع و تکنولوژی، افزایش جمعیت، استخراج روغن، فاضلاب ها و زباله های شهری، صنعتی و کشاورزی و همچنین معدنکاری اشاره کرد (Guvén, Ozbay, Unlu, Satar, 1999; Yi and Zhang, 2012; WHO, 2006; Al-Weher, 2008; Kalay and Canli, 2000;

Enuneku, Ezemonye, Adibeli, 2013). فلزات سنگین از طریق آب های آلوده به رودخانه ها وارد می شوند. این فلزات سمی و تجزیه ناپذیر بوده (Ikem and Adisa, 2011; Eisler, 1988) و می توانند سبب کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ و میر در ماهیان شوند. سن، طول، وزن، جنسیت، عادات تغذیه ای، نیاز های اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوبات، مدت زمان ماندگاری ماهی در اکوسیستم آبی و نیز خواص فیزیکی و شیمیایی آب نظیر شوری، pH، سختی و دما از عوامل موثر در تجمع فلزات سنگین در اندام های مختلف ماهیان می باشد (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 باشد و در گذشته 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., 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 گوشتی خوش طعم به عنوان یک منبع غذایی مهم

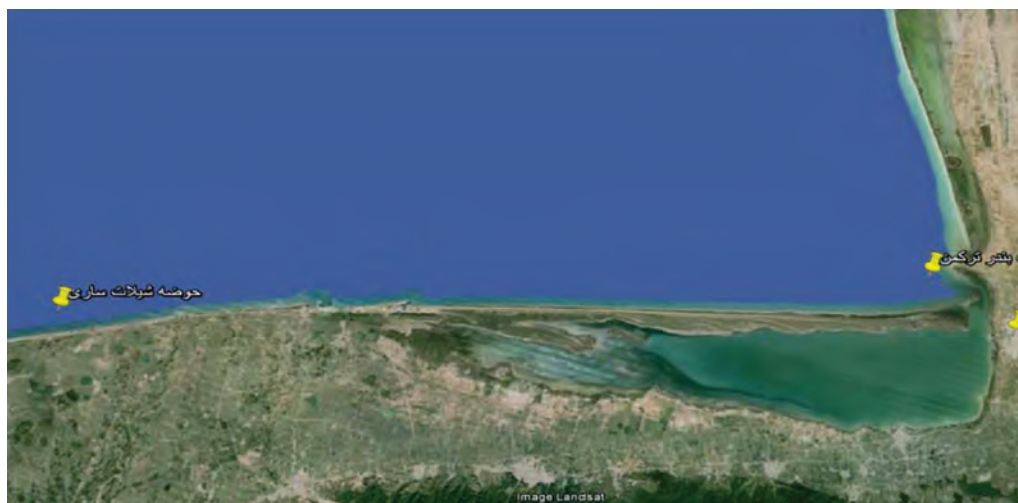
در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی، بندر ترکمن نیز در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی قرار گرفته اند (شکل ۱).

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 (شکل ۲) 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

برای ساکنین نواحی جنوبی دریای خزر محسوب می شود ولی در سال های 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 بندر ترکمن (شرق بندر امیرآباد تا عاشوراده) بودند. ساری



شکل ۱- موقعیت ایستگاه های نمونه برداری



شکل ۱- نحوه اندازه گیری طول چنگالی توسط تخته بیومتری

### اندازه گیری غلظت فلزات

محللول‌های 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 اسپکتروفتومتر جذب اتمی شعله (FAAS) ساخت شرکت شیمادزو (Shimadzu) مدل AA670G بدست آمد.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار Excel و SPSS استفاده شد. به منظور بررسی آماری نیز از آزمون آماری Mann-Whitney U و نیز بررسی ارتباطات بین ویژگی‌های 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 U Mann-Whitney به تفکیک جنسیت نیز نشان دادند، در بافت عضله نمونه‌های نر و ماده میزان متوسط عناصر آهن، روی و کادمیم اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند ( $p > 0/05$ )، در صورتی که

نمونه ماده) و تعیین سن نمونه‌ها نیز از فلس‌های بین باله پشتی و خط جانبی استفاده شد.

ماهی‌ها مستعد تجمع فلزات در درون عضلات خود هستند (Beheshti et al., 2011) و چون نقش مهمی در تغذیه انسان ایفا می‌کنند، به عنوان بافت هدف انتخاب شدند. پوست به عنوان اولین و وسیع‌ترین بافت که در تماس کامل با آب می‌باشد 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 اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین، ۴ g از بافت‌های عضله و پوست هر قطعه ماهی نمونه تهیه شده و با آب مقطر کاملاً شستشو داده و در بسته‌های مشخص تا انجام آزمایش بعدی منجمد گردید.

### هضم نمونه‌ها

برای هضم نمونه‌ها، از روش تر استفاده شد. بدین منظور مجدداً ارگان‌های ماهیان با آب مقطر کاملاً شستشو شدند. ۴ g از هر نمونه در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. ۱ g از هر نمونه خشک شده، داخل ارلن مایرهای ۱۰۰ ml ریخته شده و روی هر کدام ۵ ml هیدروژن پراکسید ( $H_2O_2$ ) و ۱۰ ml نیتریک اسید غلیظ ( $HNO_3$ ) اضافه شد. هضم نمونه‌ها در ظروف داغ در دمای ۲۰۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت و زیر هود تا شفاف شدن نمونه‌ها انجام شد. سپس با صاف کردن محللول‌های بدست آمده با استفاده از کاغذ صافی، محللول‌های آماده اندازه‌گیری، داخل ارلن مایرهای کاملاً تمیز جمع گردید (Oguzie and Izerbigie, 2009).

جدول ۱- نتایج حاصل از زیست سنجی نمونه‌های ماهی کلمه

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

جدول ۲- میانگین، حداقل و حداکثر غلظت فلزات سنگین در بافت‌های عضله و پوست نمونه‌های ماهی کلمه ( $\mu g \cdot g^{-1} d \cdot wt$ )

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

### 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 ( $p < 0/05$ ). 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 ( $p < 0/05$ ). 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 (جدول ۳).

### بافت پوست:

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

اختلاف میزان متوسط مس معنی‌دار می باشد ( $p < 0/05$ ) 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 ( $p > 0/05$ )، اما میزان متوسط عناصر آهن و روی اختلاف معنی‌دار دارند ( $p < 0/05$ ) که در بافت پوست نیز با توجه به میانگین رتبه‌ها مشخص می شود میزان متوسط آهن در نمونه های ماده و میزان متوسط روی در نمونه های نر بیش تر می باشد. همچنین به تفکیک محل های نمونه برداری نیز مشخص گردید که در بافت عضله، آلودگی فلزات آهن و کادمیم در نمونه های تهیه شده از حوضه شیلات ساری و آلودگی فلزات مس و روی در نمونه های 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 نمونه های حوضه شیلات بندرترکمن بیشتر می باشند.

جدول ۳- 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٪\*\*

جدول ۴- 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٪\*\*

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) بر روی بافت های کبد، پوست و عضله ماهی *Lethrinus lentjan* انجام دادند، غلظت فلزات مس، روی و منگنز در کبد < پوست > عضله و غلظت کادمیم در کبد < عضله > پوست به دست 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 سنگین کادمیم، مس، نیکل و سرب را در بافت های عضله و پوست دو گونه ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) و شوریده (*Otolithes ruber*) خلیج فارس در بوشهر اندازه گیری کردند، غلظت کادمیم در پوست بیش 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 بررسی ارتباط بین ویژگی های زیستی ماهی همچون طول چنگالی، وزن و سن با میزان جذب فلزات سنگین در بافت های عضله و پوست می باشد، لذا با استفاده از نتایج همبستگی 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 (سطح اطمینان ۹۵٪) وجود دارد، بدین 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 پژوهش Mehvari (۱۹۹۸) بر روی ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) و (Ahmadi, 2010) بر روی ماهی صبور (*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 همبستگی منفی بودند. نتایج حاصل از پژوهش حاضر با نتایج حاصل از پژوهش Widianarko و همکاران (Widianarko, Van Gestel, Verweij, Van Straalen, 2000) که رابطه بین غلظت فلزات مس، روی و سرب با اندازه ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) را بررسی کردند و مشخص گردید که غلظت عناصر روی و مس هیچ وابستگی به وزن بدن ندارد، در مورد 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 مثبت مشاهده گردید. اما ارتباط بین طول چنگالی و میزان جذب روی

مثبت مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ). اما ارتباط بین طول چنگالی و میزان جذب روی به شدت منفی (سطح اطمینان ۹۹٪) بود ( $p < 0.01$ ). بین سن و میزان جذب مس همبستگی منفی مشاهده شد. بین وزن و میزان جذب روی در بافت پوست ارتباط منفی، اما بین وزن و میزان جذب آهن ارتباط مثبت قوی (سطح اطمینان ۹۹٪) وجود داشت ( $p < 0.01$ ). همینطور بین وزن و میزان جذب کادمیم ارتباط مثبت مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). بین میزان جذب مس و کادمیم همبستگی به شدت منفی (سطح اطمینان ۹۹٪) مشاهده شد (جدول ۴).

### بحث

بیشتر اندام های ماهیان در برابر مسمومیت با فلزات سنگین حساس اند (Beheshti et al., 2011). فلزات سنگین پس از ورود به بدن در اندام های مختلف توزیع می شوند. میزان این انتشار در اندام ها به عواملی مانند نیاز غذایی بدن ماهی به عنصر مورد نظر (آهن، مس و روی)، تمایل سیستم 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 سنگین در بافتهای ماهیان به غلظت فلزات در آب و رسوبات و مدت زمان در معرض قرارگیری آنها 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). 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 تفسیر می نماید (Filazi et al., 2003) و به 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 کرد، 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 مسئول حذف و خنثی سازی عناصر سنگین و آثار سمی آنها هستند (Beheshti et al., 2011) که این امر نیز می تواند دلیلی بر کمتر بودن غلظت این عناصر در بافت عضله نسبت به بافت پوست باشد. همانطور 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. در این تحقیق، غلظت نسبتا

جدول ۵- استانداردهای بین المللی برای فلزات سنگین ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )

استانداردها	فلزات سنگین			
	Fe	Zn	Cu	Cd
WHO	-	۱۰۰	۱۰	۰.۲
FAO	-	۵۰	۲۰	۰.۳
UK (MAFF)	-	۵۰	۲۰	۰.۲

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, Khouzeestan 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 Biotechnology*, 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.

14 - 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.

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

به شدت منفی (سطح اطمینان ۹۹٪) بود. بین سن و میزان جذب مس همبستگی منفی مشاهده شد. بین وزن و میزان جذب روی در بافت پوست ارتباط منفی اما بین وزن و میزان جذب آهن ارتباط مثبت قوی (سطح اطمینان ۹۹٪) و همبستگی بین وزن و میزان جذب کادمیم ارتباط مثبت مشاهده شد. بین میزان جذب مس و کادمیم همبستگی و ارتباط منفی قوی (سطح اطمینان ۹۹٪) مشاهده شد. نتایج حاصل از پژوهش Ayse (۲۰۰۳) که بر روی دو گونه *Mugil cephalus* و *Sparus aurata* انجام پذیرفت، مشخص نمود که بین غلظت فلزات سنگین آهن، مس، نیکل، کروم، سرب و روی در بافت های ماهیچه، پوست و گناد با اندازه بدن (طول کل و وزن بدن) ارتباط مثبت و معنی داری وجود دارد. همچنین نتایج حاصل از پژوهش Atli و Canli (۲۰۰۳)، که ارتباط بین سطوح فلزات سنگین و اندازه ۶ گونه ماهی مدیریتانه ای بررسی شد، مشخص گردید که بین غلظت آهن و اندازه بدن (طول و وزن بدن) در آبشش، کبد و عضله و نیز کادمیم و سرب با طول ماهی یک همبستگی مثبت مشاهده می شود که با نتایج پژوهش حاضر برای عنصر آهن در بافت عضله و نیز آهن و کادمیم در بافت پوست منطبق می باشد.

از مقایسه غلظت های به دست آمده در بافت های عضله و پوست با مقادیر استاندارد بین المللی (جدول ۵)، مشخص می شود که در مورد عنصر روی، میانگین غلظت آن در بافت عضله کمتر از استانداردهای جهانی، اما در پوست میزان آن از استاندارد WHO کمتر و از استانداردهای FAO و MAFF (UK) بیش تر بود. میانگین غلظت مس در بافت های مورد مطالعه کمتر از استاندارد های بین المللی به دست آمد. در مورد کادمیم میانگین غلظت آن در بافت های عضله و پوست از استاندارد های جهانی بالاتر به دست آمد. غلظت های بالای فلزات سنگین در بدن انسان عوارضی همچون اختلال در تعادل، نقص ایمنی، تحریکات پوستی، مشکلات گوارشی، ناراحتی های قلبی و افزایش فشار خون ایجاد می کنند. با توجه به بالا بودن میزان کادمیم در بافت عضله ماهیان مورد مطالعه و نیز با توجه به سمی بودن کادمیم، استفاده 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.,

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 resources 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* (Lacèpède) 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 *Tenuulosa ilisha* from northwest Persian Gulf and their relationship with length and weight. 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.

