# سطوح فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت‌های عضله و آبشش سه گونه ماهی کاراس طلائی (*Carassius auratus*)، سیاه‌کولی (*Vimba persa*) و زردپر (*Luciobarbus capito*) در سد منجیل

عیسی سلگی[1*]،حسن بیگدلی[2]، آرزو سلیمانی[3]

تاریخ دریافت :
تاریخ پذیرش :

## چکیده

*این پژوهش با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت‌های عضله و آبشش سه گونه کاراس طلائی (Carassius auratus)، سیاه‌کولی (Vimba persa) و زردپر (Luciobarbus capito) در سد منجیل انجام شد. یافته‌ها نشان داد که بالاترین میانگین غلظت در بافت‌ها و سه گونه ماهیان مربوط به فلز آهن است. در دو گونه کاراس طلائی و سیاه‌کولی، کمترین و بیشترین میانگین غلظت فلزات مورد مطالعه به ترتیب در بافت عضله و آبشش مشاهده شد. همچنین در گونه زردپر بیشترین مقادیر روی و آهن در آبشش و کمترین در عضله، اما برای فلز مس برعکس بود. بافت آبشش بهدلیل آنکه جایگاه متابولیسم فلزات است، می‌تواند شاخص خوبی برای آلودگی توسط فلزات سنگین باشد. مقایسه میزان مس و روی در عضله گونه‌های کاراس طلائی، سیاه‌کولی و زردپر با استانداردهای جهانی حاکی از پائین بودن غلظت این دو فلز در مقایسه با حد مجاز استانداردهای جهانی بود. مقایسه میزان آهن در عضله سه گونه از ماهیان سد منجیل استان گیلان با استانداردهای جهانی حاکی از بالا بودن غلظت این فلز در هر سه گونه در مقایسه با استاندارد سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) و پائین بودن آن در هر سه گونه در مقایسه با حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی(WHO) بود.*

**واژه‌های کلیدی:** ***سد منجیل، فلزات سنگین ضروری، Carassius auratus، Luciobarbus capito، Vimba persa***

## مقدمه

مصرف آبزیان به دلیل داشتن ترکیات اسید چرب امگا ۳ و ۶ همچنین ترکیبات آنتی اکسیدانی و پروتئین غنی از اسید آمینه‌های ضروری و ترکیبات آنتی اکسیدان‌های طبیعی از جایگاه ویژه‌ای در ایران و جهان برخوردار است. سازمان خوار و بار جهانی در سال ۲۰۱۴ مصرف ماهیانه ۵۰۰ گرم ماهی را برای هر انسان ضروری دانسته است و این در حالی است که خطر مصرف ترکیبات سمی نظیر فلزات سنگین از دیرباز یکی از مهمترین دغدغه‌های تولیدکنندگان و مصرف کنندگان آبزیان بوده است. ماهی‌ها از موجودات مهم آبی در زنجیره غذایی هســـتند که در بالای زنجیره غذایی قرار گرفتـــهاند، از این‌رو مقادیر بالایی از

۱-دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
*(نویسنده مسئول e.solgi@malayeru.ac.ir; e.solgi@yahoo.com )
۲-دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
۳-دانشجوی دکتری آلودگی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

برخی فلزات در بافت‌هایشان تجمع می‌یابد قادرند مقادیر بالایی از برخی فلزات را در بافت‌هایشان تجمع دهند (Mansour & Sidky, 2002). به‌همین دلیل می‌توانند یکی از مهم‌ترین نمایه‌ها در سیستم آب شیرین جهت برآورد سطح آلودگی باشند (Rashed, 2001; Van Geast, 2010). همچنین، به‌دلیل ارتباط نزدیک بی‌مهرگان و ماهیان کفزی با رسوبات، فلزات از طریق رسوبات آلوده در بدن ماهی تجمع می‌یابند. این موجودات ارتباط رسوب با سطوح بالاتر غذایی را فراهم می‌کنند. آلودگی فلزات سنگین در رسوب می‌تواند بر کیفیت آب، و نیز در طولانی مدت بر سلامت بشر و اکوسیستم اثر گذارد (Fernandes *et al*., 2007).

میزان تأثیر فلزات سنگین بر انسان و آبزیان بستگی به غلظت و نوع عنصر دارد. مقادیر اندک برخی فلزات نظیر آهن، روی، کبالت و مس برای فرآیندهای زیستی حیاتی است، اما ضرورت وجود برخی دیگر مانند کادمیوم، جیوه و سرب از نقطه نظر زیستی ناشناخته بوده و حتی مقادیر بسیار کم می‌تواند باعث بروز مسمومیت گردد (عسکری ساری، ۱۳۸۸؛ Canli & Atli, 2002 ؛ Bryan, 1976).

مس، روی و آهن مورد مطالعه در این پژوهش جزء فلزات سنگین ضروری بوده و در غلظت‌های پائین برای متابولیسم طبیعی آبزیان ضروری هستند و می‌توانند نقش مثبت یا منفی مهمی را در زندگی انسان ایفا نمایند (Ghaedi *et al*., 2009)، اما افزایش هر یک از این فلزات اثرات سمی را نیز به‌دنبال داشته و ایجاد آلایندگی می‌کند (Turkmen & Ciminli, 2007; Turkmen *et al*.,2005). مس از عناصر ضروری برای سوخت‌وساز ماهیان و نیز یک ریزمغذی برای رژیم غذایی انسان به‌شمار می‌آید، اما در غلظت‌های بالا برای ماهیان، ماده‌ای به‌شدت سمی است. مسمومیت ماهیان با این فلز منجر به آسیب سیستم عصبی، تنفسی، کبد و سیستم ایمنی ماهی می‌شود. در اثر این مسمومیت، ابتلا به علائمی نظیر تیرگی رنگ بدن و شنای نامتعادل در ماهیان مشاهده می‌شود و در صورت استمرار تماس ماهیان با غلظت‌های بالای مس، حساسیت آن‌ها به عوامل خارجی از بین رفته و قادر به حفظ موقعیت طبیعی خود نبوده و سرانجام می‌میرند. همچنین این عنصر می‌تواند باعث بروز مسمومیت در انسان شود. شناخته‌شده‌ترین اختلال متابولیکی حاصل از تجمع مس در انسان بیماری ویلسون[1] است که در آن غلظت سرولوپلاسمین[2] خون به‌شدت کاهش می‌یابد. به‌علاوه غلظت بالای مس در ماهیان می‌تواند باعث بروز کم‌خونی، بیماری‌های استخوانی و بافت‌های پیوندی و نیز تخریب کبد شود (جلالی‌جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶). ماهیان یکی از منابع سرشار و غنی عنصر روی هستند (WHO,1995؛ ولایت‌زاده، ۱۳۹۵) که در فرآیندهای زیستی به عنوان محرک یا بازدارنده نقش دارند و به‌صورت هموستاتیک تنظیم می‌شوند. غلظت‌های این عنصر در بافت‌های یکسان از گونه‌های متفاوت ماهیان می‌توانند تغییرات زیادی داشته باشند (جلالی‌جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶؛ عسکری‌ساری و ولایت‌زاده، ۱۳۹۳). میزان روی برای تجمع طبیعی کلسیم استخوان‌ها،

[1] Wilson
[2] Ceruloplasmin

انتقال دی‌اکسیدکربن در سلول‌های قرمز خون و برای سنتز و متابولسیم پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک مورد نیاز است (ولایت‌زاده، ۱۳۹۵). آهن یکی از فراوان‌ترین فلزات در پوسته زمین می‌باشد. مهم‌ترین نقش عنصر آهن در بدن ماهیان انتقال اکسیژن در اندام‌های تنفسی است (Jahan *et al*., 2015). ماهی مهم‌ترین منبع آهن برای کودکان و بزرگسالان است. کمبود آهن سبب کم‌خونی می‌شود و نقش آن در فعالیت‌های بیوشیمیایی بدن نظیر هموگلوبین و سیتوکروم‌ها است (McCoy *et al*., 1995). اهمیت اندازه‌گیری و سنجش میزان عناصر سنگین در آبزیان به دو مبحث مهم مدیریت و سلامت غذایی انسان باز می‌گردد (ولایت‌زاده، ۱۳۹۵؛Romeo *et al*.,1999; Jordao *et al*.,2002) آسیب به سیستم ایمنی، تجمع پلاکت‌ها، کم‌خونی و کاهش فعالیت بیضه و تخمدان از علائم مسمومیت با فلز آهن (اطهر و وهورا، ۱۳۸۶)، دردهای شکم، آسیب به سیستم گوارشی و بافت پوست از علائم مسمومیت با فلز روی است (قنبری و همکاران، ۱۳۹۵).

حسینی و تهامی[1](۲۰۱۲)، غلظت دو فلز سرب و کادمیوم را در کبد و عضله ماهی سفید دریای خزر در منطقه محمودآباد و ساری مورد سنجش قرار داده و همزمان مانسرفراد[2]و همکاران (۲۰۱۲) غلظت فلزات سنگین مس، روی، کادمیوم و جیوه در کبد و عضله ماهی کلمه در طی فصل مهاجرت این ماهیان در سواحل جنوب شرقی دریای خزر را بررسی نمودند. رئیسی[3]و همکاران (۲۰۱۴) نیز نسبت به بررسی غلظت فلزات سنگین روی، مس، سرب و کادمیوم در نمونه‌های آب، رسوب و اندام‌های مختلف شامل آبشش، عضله، کلیه و کبد ماهیان کلمه، ازون برون، ماهی سفید و کپور معمولی در خلیج گرگان اقدام نمودند.

پژوهش‌هایی که در زمینه آلودگی فلزات سنگین در بومسازگان‌های آبی انجام می‌شوند، از دیدگاه سلامت انسان و بهداشت عمومی بسیار مهم هستند. از طرفی در این پژوهش‌ها حفظ حالت توازن بوم‌سازگان‌های آبی به‌عنوان هدف ثانویه مدنظر است. بنابراین این پژوهش به هدف تعیین میزان غلظت فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت‌های عضله و آبشش سه گونه از ماهیان سد منجیل در استان گیلان صورت گرفت. همچنین برای آگاهی از وضعیت سلامت این ماهیان برای مصرف‌کنندگان، میزان جذب این فلزات در بافت خوراکی عضله با استانداردهای جهانی نظیر وزارت کشاورزی، شیلات و موادغذایی انگلستان[4]، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا [5]، سازمان بهداشت جهانی[6]، سازمان خواروبار جهانی[7]و سازمان غذا و دارو آمریکا[8]مقایسه شد.

[1] Hoseini and Tahami
[2] Monserfrad
[3] Raeisi
[4] Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF)
[5] National Health and Medical Research Council (NHMRC)
[6] World Health Organization (WHO)
[7] Food and Agriculture Organization (FAO)
[8] Food and Drug Administration (FDA)

## منطقه مطالعاتی

سد سفیدرود یا سد منجیل که در ۸۰ کیلومتری جنوب رشت در شهرستان رودبار و در نزدیکی شهر منجیل واقع شده است، این سد که در محل تلاقی دو رود قزل اوزن و شاهرود در نزدیکی شهر منجیل ساخته شده و در سال ۱۳۴۱ به بهره‌برداری رسید و برای تنظیم آب این دو رود برای کشاورزی در دشت گیلان و نیز تولید برق به کار می‌رود. در این پژوهش سه گونه از ماهیان سد منجیل مورد بررسی قرار گرفت، که شامل ۲۸ عدد از گونه زردپر (*Luciobarbus capito*) (Guldenstad, 1773) ، ۴۸ عدد از گونه سیاه‌کولی (*Vimba persa*) (Linnaeus,1758) و ۲۶ عدد از گونه کاراس طلائی (*Carassius auratus*) (Linnaeus,1758) بود.

## مواد و روش‌ها

### تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها

تعداد ۱۰۲ عدد ماهی از سه گونه کاراس طلائی، سیاه‌کولی و زردپر از دریاچه سد منجیل در بهار ۱۳۹۶ به‌صورت تصادفی از صید صیادان به‌روش تورپره جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌وسیله یخدان حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل گردیدند. پس از تهیه نمونه‌ها، سطح رویی ماهی‌ها به‌طور کامل توسط آب دو بار تقطیر جهت رفع انواع آلودگی‌ها شستشو داده شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Staniskiene *et al*., 2006). برای جداسازی بافت‌ها، ابتدا بافت‌های عضله و آبشش برای هر ماهی به‌طور جداگانه جداسازی و توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت به‌طور کامل خشک گردیدند. بافت عضله ماهی قبل و بعد از خشک شدن توزین گردید و میزان رطوبت بافت اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خشک شده توسط هاون چینی به‌طور کامل پودر گردیدند و سپس در ظروف پلی‌اتیلنی تا شروع مرحله هضم نگهداری شدند (Zhang *et al*., 2007).

### هضم بافت‌ها و سنجش غلظت فلزات سنگین

برای هضم شیمیایی نمونه‌ها، ۲ گرم از بافت عضله و ۱ گرم از بافت آبشش جداگانه وزن شد؛ سپس برای هضم نمونه‌ها از مخلوط اسیدنیتریک ($HNO_3$) و اسید پرکلریک ($HCLO_4$) استفاده گردید. بدین‌صورت که هر بافت به‌طور جداگانه در بالن قرار داده شد. سپس به نمونه‌های بافت عضله ۱۲ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ($HNO_3$) و ۳ میلی‌لیتر اسید پرکلریک ($HCLO_4$) و به نمونه‌های بافت آبشش ۸ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ($HNO_3$) و ۲ میلی‌لیتر اسید پرکلریک ($HCLO_4$) اضافه شد. نمونه‌ها با کاغذ فیلتر واتمن شماره یک فیلتر شد و سپس محلول صاف شده با آب دیونیزه به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد و داخل تیوپ‌های

هضم جداگانه ریخته شد (Lakshmanan *et al.*, 2009). سپس برای اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین ضروری (مس، روی و آهن) از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای Analytik jena مدل ContrAA 700 استفاده شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

پس از نرمال‌سازی، با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف[1] مقایسه بین میانگین‌ها در دو بافت عضله و آبشش با استفاده از آزمون t (مستقل) انجام گرفت و از آزمون واریانس یک طرفه (ANOVA) برای بررسی تغییرات فلزات سنگین ضروری بین سه گونه و مقایسه بین میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه 22 با سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد.

## نتایج

میانگین غلظت فلزات و خطای استاندارد مربوط به ماهی‌های جمع‌آوری شده از سد منجیل در جدول ۱ نشان داده شده است.

**جدول ۱: غلظت فلزات سنگین و خطای استاندارد در بافت‌های عضله و آبشش گونه‌های مختلف ماهی در سد منجیل استان گیلان (غلظت بر حسب میلی‌گرم/کیلوگرم)**

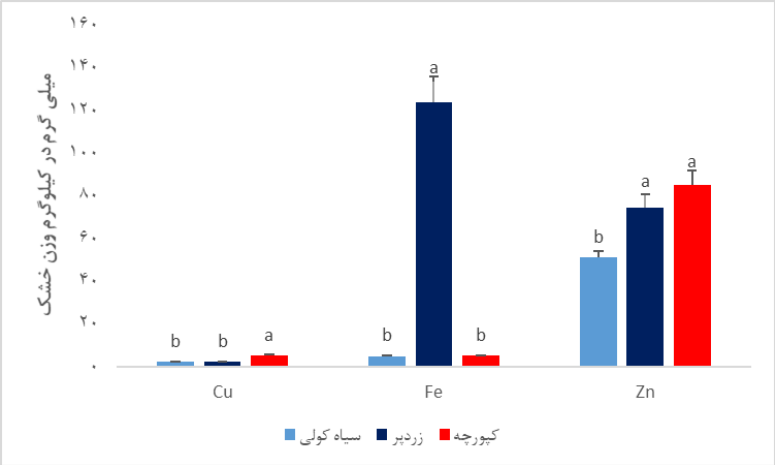
| گونه | بافت | مس | روی | آهن |
|---|---|---|---|---|
| کاراس | عضله | ۱۲/۱۲ ± ۳/۸۹ | ۵۵/۴۰ $^{b}$± ۲/۸۹ | ۱۰۶/۲۶ $^{b}$± ۱۲/۲۳ |
| طلائی | آبشش | ۱۶/۹۴ ± ۱۱/۷۷ | ۱۱۴/۷۹ $^{a}$± ۶/۰۳ | ۳۷۷/۷۷ $^{a}$± ۵۷/۳۸ |
| سیاه‌کولی | عضله | ۱۰/۷۸ ± ۲/۲۶ | ۲۷/۹۲ $^{b}$± ۰/۶۸ | ۷۴/۶۳ $^{b}$± ۶/۴۲ |
| | آبشش | ۱۲/۵۴ ± ۴/۶۵ | ۷۱/۴۵ $^{a}$± ۳/۰۴ | ۳۱۲/۵۷ $^{a}$± ۴۲/۵۷ |
| زردپر | عضله | ۱۸/۷۴ $^{a}$± ۴/۳۴ | ۳۳/۰۶ $^{b}$± ۱/۳۷ | ۷۷/۰۵ $^{b}$± ۸/۰۲ |
| | آبشش | ۶/۲۵ $^{b}$± ۰/۶۵ | ۱۰۴/۳۴ $^{a}$± ۵/۹۲ | ۱۶۹/۶۹ $^{a}$± ۱۴/۸۱ |

طبق نتایج حاصل از آزمون t مستقل برای دو بافت عضله و آبشش در گونه کپورچه، اختلاف معنی‌دار برای فلز آهن مشاهده گردید که غلظت فلز آهن در آبشش بیشتر از غلظت آن در عضله بوده است. برای فلز روی نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید، به‌طوری که غلظت روی در بافت آبشش بیشتر از عضله به‌دست آمد. اما برای فلز مس اختلاف معنی‌دار مشاهده نشده است (جدول ۱). بر اساس یافته های برآمده از آزمون tمستقل برای دو بافت عضله و آبشش در گونه زردپر، می‌توان گفت که بین میزان غلظت فلز مس دو بافت اختلاف معنی‌داری وجود دارد و در بافت عضله بیشتر از غلظت آن در بافت آبشش است. برای فلز آهن و روی نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید، به‌طوری‌که غلظت آن‌ها در بافت آبشش بیشتر از بافت عضله است (جدول

[1] Kolmogorov-Smirnov

۱). نتایج حاصل از آزمون t مستقل گونه سیاه‌کولی برای دو بافت عضله و آبشش نشان داد که بین میزان غلظت فلز مس دو بافت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت در حالی‌که برای فلزات آهن و روی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد به‌طوری‌که غلظت هر دو فلز در بافت آبشش بیشتر از عضله به‌دست آمد (جدول ۱).

**نتایج تجمع فلزات سنگین در سه گونه**




**شکل۱: مقایسه غلظت فلزات سنگین ضروری در گونه‌های مختلف ماهیان بومی سد منجیل**

*حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف معنی‌دار با یکدیگر است.

طبق نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) می‌توان گفت که بین میانگین میزان غلظت فلزات مس، آهن و روی در گونه های مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. طبق آزمون چنددامنه‌ای دانکن[1] برای فلز مس می‌توان گفت که میانگین‌های گونه سیاه‌کولی و زردپر با هم برابرند. همچنین طبق نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که گونه کپورچه با دو گونه دیگر در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ اختلاف دارد. طبق نتایج برای فلز آهن می‌توان گفت که میانگین‌های گونه‌های سیاه‌کولی و کاراس طلائی با هم برابرند و گونه زردپر در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ با دو گونه اختلاف دارد. برای فلز روی نیز می‌توان گفت که میانگین‌های ۲ گونه، کپورچه و زردپر با هم برابرند. و گونه سیاه‌کولی به‌طور معنی‌دار ۰/۰۵ با دو گونه دیگر اختلاف دارد (شکل ۱).

## بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش اندام عضله ماهی به نسبت نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن برای مصرف، آبشش به‌دلیل نقش آن در تنفس و تعادل اسمزی، به‌عنوان اندام‌های هدف انتخاب شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان کرد که میزان عناصر ضروری به عوامل متعددی بستگی دارد. فلزاتی نظیر آهن، روی و مس در شرایط متفاوت محیطی از راه‌های مختلف جذب بدن ماهی می‌شوند. مهم‌ترین علل وجود اختلاف تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف به عوامل محیطی،

[1] Duncan's multiple range test

شرایط بوم‌شناختی، سن، جنس، اندازه، چرخه زندگی، عادت غذایی، فصل صید، فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب و فعالیت‌های متابولیکی اندام بستگی دارد.

نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت آهن در سه گونه ماهیان سد منجیل بیشتر از روی و مس است. توزیع غلظت فلزات به‌ترتیب زیر می‌باشد: مس< روی< آهن. بالا بودن میزان عنصر آهن در بافت آبشش ممکن است بهدلیل عملکرد فیزیولوژیک ویژه این اندام در تنفس و تعادل اسمزی باشد (Heath,1987؛ مکتبی و رومیانی، ۱۳۹۵؛ جاوید گلشن‌آباد و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد میانگین غلظت فلزات سنگین در دو گونه کاراس طلائی و سیاه‌کولی در بافت عضله کمترین مقدار و آبشش بیشترین مقدار است. همچنین میانگین غلظت فلزات سنگین ضروری روی و آهن در گونه زردپر در بافت عضله حداقل و آبشش حداکثر است و برای فلز مس در بافت عضله بیشتر از بافت آبشش است.

بیشترین غلظت در بافت آبشش، مربوط به فلز آهن و بیشترین تجمع عناصر آهن و روی نیز مربوط به بافت آبشش بود که این امر توسط پژوهش‌های دیگر هم تأیید می‌شود (Bahnasawy *et al*., 2009; Calza *et al*., 2004 ; *et al*.,2009 ;Ossana ;Ozturk *et al*.,2009؛جاوید گلشن‌آباد و همکاران، ۱۳۹۴). آبشش‌ها می‌توانند فلزات سنگین را در تماس مستقیم از آب و غیرمستقیم از مواد غذایی جذب نمایند و محل‌هایی برای جذب یون‌های موجود در آب بوده و این می‌تواند بر سطوح فلزات تأثیر بگذارد. سلول‌های اپیتلیال آبشش سبب مبادلات فلزات با محیط خارج گردیده (Ay *et al*., ۱۹۹۹؛ ریگی و پاکزادتوچایی، ۱۳۹۴)، بدین‌ترتیب فلزات با موکوس آبشش‌ها تشکیل کمپلکس داده و این خروج فلزات از بافت را تقریباً غیرممکن ساخته و باعث تجمع فلزات در آبشش می‌شود (Bahnasawy *et al*.,2009؛ ریگی و پاکزادتوچایی، ۱۳۹۴). در مطالعاتی که توسط پاکزادتوچایی[1] و همکاران (۲۰۱۳)؛ تقوی‌جلودار[2] و همکاران (۲۰۱۱)؛ کماروزمن[3] و همکاران (۲۰۱۰)؛ فلاحنژادآستانی و همکاران (۱۳۹۵)؛ جاوید گلشن‌آباد و همکاران، (۱۳۹۴)؛ محمدنبیزاده و پورخباز (۱۳۹۲)؛ پدرامژرف و همکاران (۱۳۹۱)؛ عسکری‌ساری و همکاران (۱۳۹۱)؛ بهشتی و همکاران (۱۳۹۱)؛ الصاق (۱۳۸۹)؛ ناصری و رضایی (۱۳۸۷) انجام گرفت، کمترین مقدار غلظت فلزات را در بافت عضله در مقایسه با سایر بافت‌ها از قبیل کبد و کلیه و آبشش نشان دادند.

وجود تفاوت معنی‌دار در بین میزان غلظت عناصر سنگین در گونه‌های مختلف می‌تواند به‌دلیل کاربرد مدیریتی مختلف، شرایط محیطی، تخلیه‌ی فاضلاب‌ها، وجود کارخانه‌های صنعتی و فعالیت‌های آبزی‌پروری در منطقه مطالعاتی باشد. ترکمن[4] و همکاران (۲۰۰۵)، بیان کردند که غلظت فلزات سنگین در عضله ماهی با توجه به منطقه‌ای که ماهی صید شده است و با توجه به گونه ماهی می‌تواند بسیار متنوع و متغیر باشد. همچنین نشان دادند که بین غلظت فلزات سنگین گونه‌های مختلف ماهیان در مناطق مختلف نمونه‌برداری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

[1] Pakzadtochahi
[2] Taghavijelodar
[3] Kamaruzzaman
[4] Turkmen

نتایج به‌دست آمده در هر پژوهشی در کنار استانداردها اعتبار پیدا می‌کند. مقایسه میزان فلزات سنگین مس و روی در عضله گونه‌های کاراس طلائی، سیاه‌کولی و زردپر منطقه مورد مطالعه با استانداردهای جهانی حاکی از پائین بودن غلظت این دو فلز در مقایسه با آستانه تمامی استانداردهای جهانی است. مقایسه میزان آهن در عضله ماهی کاراس طلائی، سیاه‌کولی و زردپر سد منجیل استان گیلان با استانداردهای جهانی حاکی از بالا بودن غلظت این فلز در هر سه گونه در مقایسه با آستانه استاندارد سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) و پائین بودن آن در هر سه گونه در مقایسه با حد مجاز استاندارد WHO است. از این رو در این پژوهش، با توجه به بالا بودن میزان آهن در بافت عضلات ماهیان، در مقایسه با استاندارد جهانی FDA و نیز بالا بودن میزان این فلز در بافت عضله گونه کاراس طلائی در مقایسه با استاندارد ملی ایران (که برای فلز آهن: ۱۵؛ مس: ۲۰ و روی: ۵۰ در نظر گرفته شده است)، پیشنهاد می‌شود که استفاده از این سه گونه ماهی در این منطقه، با مراقبت‌های لازم انجام گیرد. همچنین جهت حصول اطمینان از سلامت مصرف سایر آبزیان، باید پایش‌های مداوم تمامی آلاینده‌های محیطی در آب، رسوب و آبزیان سد منجیل، صورت پذیرد و به‌جهت کنترل منابع آلاینده نیز مدیریت مناسب اتخاذ گردد، تا ذخایر آبزیان که به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی به‌حساب می‌آیند، دچار صدمات کمتری شوند.

**جدول ۲: مقایسه غلظت‌های فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله سه گونه از ماهیان سد منجیل با استانداردهای بین‌المللی (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر)**

| استانداردها | مس | روی | آهن | منابع |
|---|---|---|---|---|
| UK (MAFF) | ۲۰ | ۵۰ | - | MAFF, 1995 |
| NHMRC | ۱۰ | ۱۵۰ | - | Darmono & Denton, 1990 |
| WHO | ۳۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | WHO, 1995؛WHO, 1989 |
| FAO | ۳۰ | ۵۰ | - | Sciortino & Ravikumar, 1999 |
| FDA | - | ۴۰ | ۰/۵ | FDA, 2011 |
| کاراس طلائی | ۲/۴۲ | ۱۱/۰۸ | ۲۱/۲۵ | پژوهش حاضر |
| سیاه‌کولی | ۲/۱۶ | ۵/۵۸ | ۱۴/۹۳ | پژوهش حاضر |
| زردپر | ۳/۷۵ | ۶/۶۱ | ۱۵/۴۱ | پژوهش حاضر |

در جدول ۳ میانگین فلزات سنگین در مطالعات انجام شده در سایر ماهیان با پژوهش حاضر مقایسه شده است. در این پژوهش مقایسه تجمع فلزات مس، آهن و روی در ماهیان مناطق مختلف با گزارشات سایر پژوهشگران مشخص شد که این فلزات در بافت آبشش ماهیان بیشتر تجمع مییابند و مانند سایر فلزات مقادیر آنها متفاوت میباشد. بافت آبشش در انتقال و دریافت اکسیژن از محیط پیرامون نقش مهمی داشته و نیاز به غلظت بالایی از خون دارد، که به‌دنبال آن نیاز بالایی به فلزات ضروری است. بنابراین افزایش غلظت فلزات ضروری می‌تواند ناشی از نیاز این بافت به این فلزات باشد (پاکزادتوچایی، ۱۳۹۲). بررسیها همچنین نشان میدهد که هر تغییری که در میزان تجمع فلز در بافتهای ماهی اتفاق میافتد، میتواند از عوامل مختلفی مثل وبژگی خود فلز، بافت و اندام هدف، جنسیت، وزن و سن ماهی، عادات غذایی، مدت زمان در معرض فلز بودن، خصوصیات بومشناختی و شرایط محیطی و همچنین ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی محیط تأثیر ببینند (; Chi *et al*, 2007; Agah *et al*.,2007

Dalman *et al*., 2006). با توجه به نتایج به‌دست آمده میتوان گفت که عوامل مختلفی میتوانند در میزان تجمع فلزات در بین بافتهای مختلف دست داشته باشند. همچنین می‌توان بیان کرد که میزان عناصر ضروری به عوامل متعددی بستگی دارد. فلزاتی نظیر مس، روی و آهن در شرایط متفاوت محیطی از راه‌های مختلف جذب بدن ماهی می‌شوند. سطوح مختلف بدن ماهی که در تماس با محیط قرار دارند ممکن است محلی برای انتقال، رسوب و تجمع فلزات سنگین باشند، این سطوح شامل پوست، کبد، کلیه، استخوان، روده و آبشش است. مقایسه میزان غلظت فلز آهن در عضله ماهیان سیاه‌کولی و زردپر سد منجیل استان گیلان حاکی از پائین بودن غلظت این فلز در هر دو گونه ذکر شده و حاکی از بالاتر بودن آن در بافت عضله گونه کاراس طلائی در مقایسه با آستانه استاندارد ملی ایران است. بنابراین با توجه به بالا بودن میزان آهن در گونه کاراس طلائی می‌توان نتیجه گرفت که تا حدی استفاده از این گونه در این مناطق خطرناک بوده و بایستی با احتیاط بیشتری مصرف شود و نیز با توجه به نقش و اهمیت عضله ماهی در تغذیه انسانی پیشنهاد می‌شود که مدیریت بیشتر و بهتری در جهت کنترل منابع آلاینده صورت گیرد تا ذخایر آبزیان که به عنوان یکی از منابع مهم پروتئینی است، دچار صدمات کمتری ناشی از عوامل آلاینده شوند. با توجه به یافت شدن آلاینده در بدن این ماهی پیشنهاد می‌گردد که نمونه‌برداری زمانی و مکانی بیشتری در سرتاسر دریاچه سد منجیل انجام پذیرد و بر پایه نتایج به‌دست آمده میزان مجاز مصرف هفتگی ماهی کاراس طلائی تعیین گردد. همچنین، پیشنهاد می‌گردد در زمینه عناصر ضروری دیگر در منطقه مطالعاتی نیز باید تحقیقات بیشتری انجام گردد.

**جدول ۳: مقایسه غلظت‌های فلزات سنگین مس، روی و آهن در بافت عضله و آبشش سه گونه از ماهیان سد منجیل با سایر مطالعات انجام شده**

| فلز | گونه ماهی | منطقه مورد مطالعه | بافتهای مورد مطالعه | | منابع |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | عضله | آبشش | |
| Cu | کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) | نواحی جنوبی دریای خزر | 94/1 | 78/4 | جاویدگلشنآباد و همکاران، 1394 |
| | شگماهی (*Alosa braschnikowi*) | نواحی جنوبی دریای خزر(بابلسر) | 93/1 | 04/3 | فلاحنژادآستانی و همکاران، 1395 |
| | سنگسر معمولی (*Pomadasys kaakan*) | بندر بوشهر | | 900/9 | قنبری و همکاران، 1396 |
| | ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) | بندر بوشهر | 620/7 | 87/9 | عبیدی و پذیرا، 1397 |
| | *Cipirus carpio* (کپور معمولی) | آتلانتیک جنوبی (اسپانیا) | 21/7 | - | Zeynali *et al*.,2009 |
| | Marine fish | Bangladesh | 95/16 | - | Baki *et al*.,2018 |
| | کاراس طلائی | سد منجیل | 32/6 | 94/16 | پژوهش حاضر |
| | سیاه‌کولی | سد منجیل | 12/12 | 54/12 | پژوهش حاضر |
| | زردپر | سد منجیل | 78/10 | 25/6 | پژوهش حاضر |
| | | | 74/18 | | |
| Fe | کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) | نواحی جنوبی دریای خزر | 07/39 | 47/1098 | جاویدگلشنآباد و همکاران، 1394 |
| | شگماهی (*Alosa braschnikowi*) | نواحی جنوبی دریای خزر(بابلسر) | 26/14 | 15/28 | فلاحنژادآستانی و همکاران، 1395 |
| | سنگسر معمولی (*Pomadasys kaakan*) | بندر بوشهر | 07/3 | 59/3 | قنبری و همکاران، 1396 |
| | ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) | بندر بوشهر | 620/2 | 400/4 | عبیدی و پذیرا، ۱۳۹۷ |
| | *Cipirus carpio* (کپور معمولی) | آتلانتیک جنوبی (اسپانیا) | 9/473 | - | Zeynali *et al*.,2009 |
| | Marine fish | Bangladesh | 6/38 | - | Baki *et al*.,2018 |
| | کاراس طلائی | سد منجیل | 26/10 | 77/377 | پژوهش حاضر |
| | | | 6 | 57/312 | |
| | | | 63/74 | 69/169 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | سیاه‌کولی | سد منجیل | 05/77 | | پژوهش حاضر |
| | زردپر | سد منجیل | | | پژوهش حاضر |
| Zn | کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) | نواحی جنوبی دریای خزر | 64/39 | 15/189 | جاویدگلشنآباد و همکاران، 1394 |
| | شگماهی (*Alosa braschnikowi*) | نواحی جنوبی دریای خزر(بابلسر) | 02/7 | 12/20 | فلاحنژادآستانی و همکاران، 1395 |
| | سنگسر معمولی (*Pomadasys kaakan*) | بندر بوشهر | 710/2 | 740/34 | قنبری و همکاران، 1396 |
| | ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) | بندر بوشهر | 5 | - | عبیدی و پذیرا، ۱۳۹۷ |
| | *Cipirus carpio* (کپور معمولی) | آتلانتیک جنوبی (اسپانیا) | - | - | Zeynali *et al*.,2009 |
| | Marine fish | Bangladesh | 05/36 | - | Baki *et al*.,2018 |
| | کاراس طلائی | سد منجیل | 9 | 79/114 | پژوهش حاضر |
| | سیاه‌کولی | سد منجیل | 98/41 | 45/71 | پژوهش حاضر |
| | زردپر | سد منجیل | 5 | 34/104 | پژوهش حاضر |
| | | | 40/55 | | |
| | | | 92/27 | | |
| | | | 06/33 | | |

## مناب


اطهر، م.، هوراءش.ب.، (۱۳۸۶) فلزات سنگین و محیط‌زیست. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج. ۱۷۵ صفحه.

الصاق، ا.، (۱۳۸۹) سنجش میزان تجمع فلزات سنگین در ماهیان سفید (*Rutilus frissi kutum*) و کپور (*Cyprinus carpio*) دریای خزر. مجله پژوهشهای علوم و فنون دریایی. ۲۵(۲): ۶۹-۷۷.

بهشتی، م.، عسکری‌ساری، ا.، ولایت‌زاده، م.، (۱۳۹۱) بررسی غلظت فلزات سنگین در ماهی بیاه در رودخانه کارون، استان خوزستان. مجله آب‌وفاضلاب، (۲۳)۳، ۱۲۵-۱۳۳.

پاکزادتوچایی، ش.، (۱۳۹۲) بررسی الگوی تجمع فلزات سنگین (Cu، Pb،Ni و Zn) در بافتهای عضله، کبد، کلیه، آبشش و فلس ماهی کپور نقرهای (*Hipophthalmichthys molitrix*) چاه نیمههای سیستان. نشریه علمی پژوهشی اقیانوسشناسی، ۴(۱۳): ۲۸-۲۱.

پدرامژرف، م.، خوشخو، ژ.، خارا، ح.، بابایی، ح.، (۱۳۹۱) اندازه‌گیری غلظت سرب، کادمیوم و مس در بافت خوراکی ماهی به وسیله طیفسنجی اتمی شعله. سومین کنگره عناصر کمیاب. دو ماهنامه فیض. ۱۶(۷).

جاویدگلشن‌آباد، ع.، تقوی‌جلودار، ح.، امجدی، م.، فضلی، ح.، (۱۳۹۴) بررسی غلظت فلزات سنگین (آهن، روی، مس و کادمیوم) در بافت‌های مختلف ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) در نواحی جنوبی دریای خزر. نشریه دامپزشکی در پژوهش و سازندگی، شماره ۱۰۷، ۹-۱۶.

جلالی جعفری، ب.، آقازاده‌مشکی، م.، (۱۳۸۶) مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن بهداشت عمومی. انتشارات مان، تهران، چاپ اول، ۱۳۴ص.

ریگی، م.، پاکزادتوچایی، س.، (۱۳۹۴) بررسی تجمع فلزات سنگین (سرب، نیکل، مس، آهن و روی) در ماهی سفیدک (*Schizothorax zarudnyi*) چاه نیمههای سیستان. فصلنامه علمی پژوهشی محیطزیست جانوری. ۷(۱): ۱۷۶-۱۷۱.

عبیدی، ر.، پذیرا، ع.ر.، (۱۳۹۷) بررسی سطح غلظت فلزات ضروری (مس، آهن و سلنیوم) در بافت‌های عضله، کبد و آبشش ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) در بندر بوشهر. مجله علمی شیلات ایران. ۲۷ (۱): ۱۷۱-۱۶۵.

عسکری‌ساری، ا.، (۱۳۸۸) بررسی عناصر سنگین (سرب، جیوه و کادمیوم) در ماهیان بومی آب شیرین شیربت (*Barbus grypus*) و بیاه (*Liza abu*) صید رودخانه‌های کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱ (۴): ۹۷-۱۰۷.

عسکری‌ساری، ا.، جواهری‌بابلی، م.، محجوب، ث.، ولایت‌زاده، م.، (۱۳۹۱) میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم و سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس. مجله علمی شیلات ایران، ۱۰۶-۹۹: (۳)۲۱.

عسکری‌ساری، ا.، ولایت‌زاده، م.، (۱۳۹۳) فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. چاپ اول. اهواز، ایران.

فلاحنژادآستانی، ز.، تقوی، ح.، فضلی، ح.، (۱۳۹۵) بررسی فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم و آهن) در بافتهای مختلف شگ ماهی (*Alosa braschnikowi*) در نواحی جنوبی دریای خزر (بابلسر). فصلنامه علمی پژوهشی محیطزیست جانوری، ۸(۴): ۱۵۷-۱۶۴.

قنبری، ف.، پذیرا، ع.ر.، مغدانی، س.، عبیدی، ر.، (۱۳۹۵) بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم (Cd) و روی (Zn) در عضله ماهی کفشک (*Brachirus orientalis*) در بنادر بوشهر و عسلویه. مجله زیست‌شناسی دریا، ۸ (۳۰): ۹۵-۸۳.

قنبری، ف.، پذیرا، ع.ر.، عبیدی، ر.، فروزانی، س.، (۱۳۹۶) بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین مس، روی، آهن و سلنیوم در بافت‌های عضله، کبد و آبشش ماهی سنگسر معمولی (*Pomadasys kaakan*) در بندر بوشهر. مجله علمی شیلات ایران. ۲۶ (۶): ۱۷۱-۱۷۸.

محمدنبیزاده، س.، پورخباز، ع.، (۱۳۹۲) یررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم و نیکل در بافتهای ماهی زمینکن ( *Platycephalus ndicus* ) در تالاب حرا. فصلنامه علوم مهندسی محیطزیست. ۱: ۴۴-۳۹.

مکتبی، پ.، رومیانی، ل.، (۱۳۹۵) مقایسه غلظت آهن در اندام‌های عضله، کبد و آبشش ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در استخر پرورش ماهیان گرم‌آبی در استان خوزستان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۵ (۲): ۱۳۵-۱۴۳.

ناصری، م.، رضایی، م.، (۱۳۸۷) اثرات دمای نگهداری به حالت انجماد بر میزان تجمع و پراکنش برخی فلزات در ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) فصلنامه علوم و صنایع غذایی. ۵(۲): ۶۷-۵۹.

ولایت‌زاده، م.، (۱۳۹۵) بررسی میزان فلزات سنگین آهن، روی و مس در عضله برخی ماهیان بومی تالاب هورالعظیم، استان خوزستان. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۱۱ (۳): ۸۸-۱۰۰.

Agah, H. Leermakarkes, M. Elskens, M. fatemi, S.M. and Baeyens, W. (2007) total mercury and methyl mercury concentrations in fish from (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species, Journal of Environmental Pollution, 121: 129-136.

Ay, O. Kalay, M. Tamer, L. and Canli, M. (1999) Copper and lead accumulation in tissues of a freshwater fish Tilapia zillii and its effects on the bronchial Na, K-ATPase activity. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 62, pp: 160-168.

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.

Baki,M.A. Hossain, M.M. Akter,J. Quraishi, S.B. Shojib, M.F.H. Ullah, A.K.M.K. Khan, M.F. (2018) Concentration of heavy metals in seafood (fishes, shrimp, lobster and crabs) and human health assessment in Saint Martin Island, Bangladesh. Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety. 153-163.

Bryan G. W. (1976) Some effects of heavy metal tolerance in aquatic organisms. In: Lockwood A.P.M. (ed.) Effects of pollutants on aquatic organisms. Cambridge University Press. Cambridge, England,7 p.

Canli M. and Atli G. (2002) The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution, 121: 129-136.

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.

Chi, Q. Zhu, G. and Langdon, A. (2007) Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu lake, China, Journal of Environmental Science, 19: 1500-1504.

Dalman, O. Demirak, A. and Balci, A. (2006) Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the southeastern Aegean sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry, Food Chemistry, 26: 157-162.

Darmono, D. and Denton, G.R.W. (1990) Heavy metals concentration in the banana prawn *Penaeus merguiensis* and leader prawn *Penaeus monodon* in the Towns vile region of Australia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 44:479-486.

FAO, (2012) "Fishery and aquaculture statistics", Marine fishery, Rome. 100 p.

Fernandes, C. Fontaı´nhas-Fernandes, A. Peixoto, F. Salgado, M.A. (2007) Bioaccumulation of heavy metals in Liza saliens from the Esmoriz–Paramos coastal lagoon, Portugal. Ecotoxicology and Environmental Safety. 66: 426-431.

Food and Drug Administration (FDA), (2011) Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. Department of health and human service public health food and drug administration center for food safety and applied nutrition of food safety. Fourth Edition, 476 p.

Ghaedi, M. Shokrollahi, A. Kianfar, A.H. Pourfarokhi, A. Khanjari, N. Mirsadeghi A.S. and Soylak M. (2009) Pre concentration and separation of trace amount of heavy metal ions on bis (2- hydroxyl acetophenone) ethylendiimine loaded on activated carbon. Journal of Hazardous Materials, 162:1408–1414.

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

Hoseini, H. and Tahami, M. S. (2012) Study of Heavy Metals (Pb and Cd) Concentration in Liver and Muscle Tissues of Rutilus frisii Kutum, Kamenskii, 1901 in Mazandaran Province. Global Veterinaria, 9 (3): 329-333.

Jahan, I. Nur Alam Siddiki, A.K.M. Niamul Naser, M. and Abdus Salam, Md. (2015) Bioaccumulation and Toxicity of Iron Salt on Shingi Fish Heteropneustes fossils (Bloch) and its possible impacts on human health. Bangladesh Pharmaceutical Journal, 18(2): 179- 182.

Jordao, C.P. Pereira, M.G. Bellato, C.R. Pereira, J.L. and Matos, A.T. (2002) Assessment of water systems for contaminants from domestic and industrial sewages. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 79(1): 75-100.

Kamaruzzaman, B.Y. Ong, M.C. and Rina, S.Z. (2010) Concentration of Zn, Cu and Pb in Some Selected Marine Fishes of the Pahang Coastal Waters, Malaysia. American Journal App Science. 7(3): 309-314.

Lakshmanan, R. Kesavan, K. Vijayanand, P. Rajaram, V. and Rajagopal, S. (2009) Heavy Metals Accumulation in Five Commercially Important Fishes of Parangipettai Southeast Coast of India. Advance Journal of Food Science and Technology, 1: 63-65.

Linnaeus, C. (1758) Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. *Editio decima, reformata. Laurentius Salvius: Holmiae.* ii, 824 pp., *available online at* http://www.biodiversitylibrary.org/item/10277#page/3/mode/1up.

MAFF, (1995) Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993, Directorate of Fisheries Research, Lowest oft, Aquatic Environment Monitoring Report, No. 44.

Mansour, S. A. and Sidky. M. M. (2002) Ecotoxicological studies. 3: Heavy metals contaminating water and fish from Fayoum Governorate, Egypt. Pesticide Chemistry Department, National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt. Food Chemistry, 78: 15-22.

McCoy, C.P. Ohara, T.M. Benett, L.W. and Boyle, C.R. (1995) Liver and kidney concentrations of zinc, copper and cadmium in channel fish (*Ictalurus* punctatus): Variations due to size, season and health status. Veterinary and Human Toxicology, 37: 11-15.

Monsefrad, F. Imanpour Namin, J. and Heidary S. (2012) Concentration of heavy and toxic metals Cu, Zn, Cd, Pb and Hg in liver and muscles of Rutilus frisii kutum during spawning season with respect to growth parameters. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(4): 825-839.

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.

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

Pakzad Toochaei, S. Righi, M. Rahdari, A. and Karami, R. (2013) A study on concentration of heavy metals (Pb, Ni, Cu, Fe, and Zn) in liver and muscle tissues of loach fish (Paracobitis rhadinaea) In Sistan's Chahnimehreservoirs, Iran. Journal of novel applied sciences. 8: 644-649.

Raeisi, S. Sharifi Rad, J. Sharifi Rad. M. and Zakariaei, H. (2014) Analysis of heavy metals content in water, sediments and fish from the Gorgan bay, southeastern Caspian sea, Iran. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(6): 2162-2172.

Rashed MN. (2001) Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser lake. Environ Int; 27(1): 27-33.

Romeo, M. Siau, Y. Sidoumou, Z. and Gnassia-Barelli, M. (1999) Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. Journal of Sciences Total Environment, 232: 169- 175.

Sciortino, J.A. and Ravikumar, R. (1999) Fishery Harbour Manual on the Prevention of Pollution - Bay of Bengal Programme, Published by FAO, 123 p.

Staniskiene, B. Matusevicius, P. Budreckiene, R. and Skibniewska, K.A. (2006) Distribution of Heavy Metals in Tissues of Freshwater Fish in Lithuania, Polish Journal of Environment Study, 15(4): 585-591.

TaghaviJelodar, H. SharifzadehBaei, M. Najafpour, S.H. and 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. 82: 96-100.

Turkmen, A. Turkmen, M. TQE, Y. and Akyu, I. (2005) Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, North East Mediterranean Sea, Turkey. Food Chemistry, 91: 167-172. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.08.008.

Turkmen, M. and Ciminli, C. (2007) Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. Food Chemistry, 103:670-675.

Van Geast, J. (2010) Bioaccumulation of sediment-associated contaminants in freshwater organism: development and standardization of a laboratory method. Ph.D thesis, University of Guelph, Canada, 232 pp.

World Health Organization (WHO). 1989. Heavy metalsenvironmental aspects. Environment Health Criteria. No. 85. Geneva, Switzerland.

WHO, (1995) Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part (1) Implications for Policy Markers, 25 p.

Zhang, Z. He, L. Li, J. Wu, Z. (2007) Analysis of heavy metals of muscle and intestine tissue in fish in Banan section of Chongqing from three Gorges reservoir, China, Polish Journal of Environmental Study,16:949-958.

Zeynali, F., Tajik, H., Asri, R.S., Meshkini, S., Fallah, A., Rahnama, M., 2009. Determination of Coper, Zinc and Iron levels in Edible Muscel of three Commercial Fish Species from Iranian Coastal water of the Caspian Sea. Journal of Animal Veterinary Advance, 8(7), 1285 -1288.

# The levels of heavy metals of copper, zinc and iron in muscle and gill tissues of the three species of (*Carassius auratus*), (*Vimba persa*) and (*Luciobarbus capito*) in the manjil dam

**Eisa Solgi[*1], Hasan Bigdeli[2], Arezoo Solimany[3]**

**Received:**
**Accepted:**

## Abstract

This research was conducted to investigate the concentration of heavy metals of copper, zinc and iron in muscle and gill tissues of *Carassius auratus*, *Vimba persa* and *Luciobarbus capito* in Manjil dam. The results showed that the highest mean metal concentration in the tissues and the three fish species belonged to iron. In both *Carassius auratus* and *Vimba persa*, the lowest and highest mean concentrations of the studied metals were observed in muscle and gill tissue, respectively. In *Luciobarbus capito*, the highest levels of zinc and iron in the gills and the lowest in the muscle were recorded, and for the copper metal were in reverse. However, Gill tissue can be a good indicator of heavy metal contamination since it is the location of metal metabolism. Comparison of copper and zinc in the muscles of the species of *Carassius auratus*, *Vimba persa* and *Luciobarbus capito,* with global standards indicated the lower concentration of these metals compared to the global standards. Muscle tissue iron content of the three species of Manjil Dam Lake was high compared to the standard threshold of the American Food and Drug Administration (FDA) and low in all three species compared to the World Health Organization (WHO) standard.

**Keywords:** ***Carassius auratus*, Essential Heavy Metals, *Luciobarbus capito*, Manjil Dam, *Vimba persa***

1. Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

* (Corresponding Author: e.solgi@yahoo.com; e.solgi@malayeru.ac.ir)

2. MSc student of Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Hamedan, Iran

3. Ph.D student of Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Hamedan, Iran