ORIGINAL ARTICLE

Bioaccumulation of Cadmium, Lead, Chromium, Copper, and Zinc in Freshwater Fish Species in Gharasou River in Kermanshah Province, Iran, 2014

Borhan Mansouri[1],
Afshin Maleki[2],
Behroz Davari[3],
Jamal Karimi[4],
Vahid Momeneh[5]

[1] PhD Student in Ecotoxicology, Student Research Committee, Faculty of Health, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran
[2] Professor, Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran
[3] Associate Professor, Department of Entomology, Faculty of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[4] BSc in Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran
[5] BSc in Biology, Kermanshah Regional Water Authority, Kermanshah, Iran

(Received December 26, 2015 Accepted March 6, 2016)

Abstract

Background and purpose: There is an increasing interest towards consumption of aquatic products, therefore, the health of aqua ecosystems is highly important. Heavy metal pollution in fish is a global concern due to its bioaccumulation potential, toxicity and persistence in food chain. This study investigated the concentration of heavy metals (cadmium, lead, chromium, copper, and zinc) in the gill, liver, and muscle tissue of *Cyprinus carpio*, *Capoeta trutta*, and *Ctenopharyngodon idella* in Gharasou River, Kermanshah province, Iran.

Materials and methods: Sampling was done in Gharasou River and the gill, liver, and muscle tissues were prepared. The concentrations of heavy metals were measured using an ICP.

Results: The average concentrations of Cd, Pb, Cr, Cu, and Zn in the muscle tissue of *Cyprinus carpio* and *Capoeta trutta* were 0.001 and 0.001, 0.016 and 0.008, 0.14 and 0.14, 0.53 and 0.33, and 0.51 and 0.51 µg/g wet weight, respectively. The metals with highest and lowest concentrations were zinc and cadmium that were found in different tissues of the fishes, respectively. The accumulation of metals in the tissues of liver and gills was found to be higher than that in the muscles. Moreover, the Hazard Quotients (HQ) index of all heavy metals was than 1.

Conclusion: The concentrations of heavy metals were lower than the levels permitted by World Health Organization, hence, the fish species studied are considered healthy to use.

Keywords: Bioaccumulation, heavy metals, fish

J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26(137): 150-158 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و ششم شماره ۱۳۷ خرداد سال ۱۳۹۵ (۱۵۸-۱۵۰)

تجمع زیستی فلزات کادمیوم، سرب، کروم، مس و روی در گونه‌های ماهیان آب شیرین رودخانه قره‌سو استان کرمانشاه در سال ۱۳۹۳

برهان منصوری[۱]
افشین ملکی[۲]
بهروز داوری[۳]
جمال کریمی[۴]
وحید مومنه[۵]

چکیده

سابقه و هدف: به موازات افزایش مصرف منابع خوراکی آبزی، اهمیت بهداشتی و سلامت ماهیان نیز بیش تر شده است که در این میان فلزات سنگین به علت تجمع زیستی، سمیت و ماندگاری بالا در آبزیان، اهمیت زیادی پیدا کرده است. بنابراین، این تحقیق به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، کروم، مس و روی) در بافت‌های آبشش، کبد و ماهیچه ماهیان کپور معمولی، شیرماهی و آمور در رودخانه قره‌سو در استان کرمانشاه انجام شد.

مواد و روش‌ها: نمونه‌برداری از ماهیان رودخانه قره‌سو در سال ۱۳۹۳ صورت گرفت و بافت‌های آبشش، کبد و ماهیچه ماهیان جهت بررسی جداسازی شد. اندازه‌گیری غلظت فلزات با کمک دستگاه ICP انجام گردید.

یافته‌ها: میانگین غلظت فلزات کادمیوم، سرب، کروم، مس و روی در بافت ماهیچه ماهی کپور معمولی و شیرماهی به ترتیب ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۱، ۰/۰۱۶ و ۰/۰۰۸، ۰/۱۴ و ۰/۱۴، ۰/۵۳ و ۰/۳۳، ۰/۵۱ و ۰/۵۱ میکروگرم بر گرم وزن تر به دست آمد. فلزات روی و کادمیوم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را در بافت‌های مختلف سه گونه ماهیان داشتند. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌های آبشش و کبد بالاتر از بافت ماهیچه بوده است. هم‌چنین شاخص HQ به دست آمده در این مطالعه برای تمامی فلزات سنگین کم تر از ۱ بوده است.

استنتاج: نتایج این مطالعه نشان داد که توزیع فلزات سنگین در بافت ماهیچه ماهیان از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارد و هم‌چنین در مقایسه با استاندارد سازمان جهانی بهداشت، از حد مجاز کم‌تر بوده است و نشان دهنده سالم بودن مصرف این ماهیان می‌باشد.

واژه های کلیدی: تجمع‌زیستی، فلزات سنگین، ماهی

مقدمه

فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های مهم در محیط زیست به شمار می‌روند که از طریق مناطق ساحلی و رودخانه‌ها وارد دریا و از طریق زنجیرهٔ غذایی در بدن آبزیان تجمع می‌یابند(۱). آلودگی بوم سازگان‌های آبی

مولف مسئول: افشین ملکی- سنندج: دانشگاه علوم پزشکی کردستان، مرکز تحقیقات بهداشت محیط E-mail: maleki43@yahoo.com
۱. دانشجوی دکترای سم شناسی محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۲. استاد، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۳. دانشیار، گروه حشره شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۴. کارشناس زیست شناسی،دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۵. کارشناسی زیست شناسی، شرکت آب منطقه ای کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۱۰/۵ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات :۱۳۹۴/۱۰/۶ تاریخ تصویب : ۱۳۹۴/۱۲/۱۶

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

توسط فلزات سنگین یک مشکل جهانی محسوب می‌گردد. افزایش غلظت فلزات سنگین در بوم سازگان‌های آبی موجب مشکلات جدی زیست محیطی شده و بر زنجیره غذایی و در نتیجه بر سلامت ارگانیسم‌ها تاثیرگذار می‌باشد(۲). یکی از اساسی‌ترین مسائل در ارتباط با فلزات سنگین، عدم تجزیه پذیری زیستی آن‌ها در بدن موجودات زنده می‌باشد. در واقع فلزات سنگین پس از ورود به بدن موجود زنده، در بافت‌هائی نظیر چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب می‌کند و با گذشت زمان و انباشت فلزات در بدن، موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن موجود زنده می‌گردد(۳،۲).

بعضی از فلزات سنگین تقریباً در هر غلظتی سمی هستند و بعضی دیگر هنگامی که غلظت آن‌ها از یک آستانه تحمل بالاتر رود، سمیت ایجاد می‌کنند. برخی از فلزات سنگین نظیر مس و روی در مقادیر پایین مورد نیاز ارگانیسم‌های زنده می‌باشند، به طوری که هموگلوبین (مولکول انتقال دهنده اکسیژن) از فلز آهن استفاده می‌کند و بسیاری از آنزیم‌های موجود در بدن برای داشتن فعالیت منظم، دارای فلز روی می‌باشند(۵،۴). برخی دیگر از فلزات سنگین حتی در غلظت‌های کم برای انسان و دیگر موجودات زنده سمی می‌باشند. از جمله این فلزات سنگین سمی می‌توان به فلزات سنگین کادمیوم و سرب اشاره نمود که خطرات بهداشتی مختلفی نظیر سرطان، جهش و یا سقط جنین را به دنبال خواهند داشت. فلز کادمیوم به آسانی در سیستم‌های زنده بدن تجمع می‌یابد و در ایجاد آسیب‌های بدن هم‌چون اختلالات کلیوی، نارسایی ریه، ضایعات استخوان، سرطان و فشار خون بالا نقش دارد(۷،۶). این فلزات تاثیرات متعددی بر روی آبزیان از جمله کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییر اسکلت بدن، تغییر در عوامل خونی و صدمات به سیستم ایمنی را دارند، هم‌چنین به دلیل قابلیت تجمع زیستی در زنجیره غذایی در اکوسیستم‌های آبی، بررسی غلظت این فلزات قابل اهمیت می‌باشد(۸). ماهیان از موجودات مهم آبی در زنجیره غذایی هستند که در بالای زنجیره غذایی قرار دارند و قابلیت تجمع غلظت بالایی از فلزات سنگین در بافت‌های خود را دارند(۹). هم‌چنین این موجودات بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهند، از این رو می‌توانند به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های زیستی در اکوسیستم‌های آب شیرین جهت تخمین سطح آلودگی مورد استفاده قرار گیرند(۱۱،۱۰). هم‌چنین ماهیان به دلیل تحرک بالا در یک منطقه خاص و دارا بودن تنوع و تراکم زیاد، می‌توانند آلودگی‌های چند ساله یک منطقه را نشان دهند و از این طریق می‌توان در مورد آلودگی‌هایی که ناشی از فلزات سنگین بوده است، اظهار نظر کرد(۱۲). معمولاً ماهیان، فلزات سنگین را از طروق مختلفی جذب می‌کنند، به طوری که میزان جذب و تجمع فلزات سنگین در آن‌ها به عواملی هم‌چون شرایط بوم‌شناختی، فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب، نوع عنصر، رفتار تغذیه‌ای و فیزیولوژی بدن وابسته می‌باشد(۱۱،۱۳). در طی سال‌های اخیر، مطالعات متعددی در رابطه با تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهیان در اکوسیستم‌های آبی داخل کشور انجام گرفته شده است. به طوری که در طی تحقیقی سلگی(۱۴)، مقادیر غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم را در بافت ماهیچه گونه ماهی کفال پوزه باریک در سواحل شرقی خزر به ترتیب ۰/۰۸ ± ۰/۰۱۲ و ۰/۰۳ ± ۰/۱۶۳ میکروگرم بر گرم گزارش نمود و بیان داشت که این مقادیر از حد مجاز سازمان جهانی بهداشت پایین‌تر بوده است. در طی تحقیقی مشابه، ابراهیمی سیریزی و همکاران(۱۵)، میانگین غلظت فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی را در بافت ماهیچه اردک ماهی تالاب انزلی به ترتیب ۰/۰۶ ± ۰/۸۲، ۰/۰۲ ± ۰/۲۲، ۰/۰۲ ± ۵/۶۸ و ۰/۸۷ ± ۵۴/۲۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آوردند و بیان داشتند که به استثناء فلز کادمیوم، دیگر فلزات کم‌تر از حد استانداردهای تعیین شده توسط سازمان‌های جهانی بهداشت و سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد بوده است. رودخانه قره‌سو به عنوان یکی از رودخانه‌های بزرگ استان

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

کرمانشاه به دلیل گذر از مناطق روستایی و شهری مانند شهر کرمانشاه، پذیرنده آلاینده‌های مختلفی از جمله فلزات سنگین، مواد مغذی حاصل از روانآب‌های کشاورزی و فاضلاب صنعتی می‌باشد. هم چنین وجود پالایشگاه نفت و گاز کرمانشاه و مجاورت آن با این رودخانه، احتمال آلودگی آن را دو چندان می‌کند. بنابراین همواره زندگی کلیه موجودات آبزی از جمله ماهیان با خطرات مواجه می‌باشد(۱۶). از این رو در این مطاله، جهت پایش رودخانه قره‌سو در ارتباط با فلزات سنگین، به بررسی میزان تجمع‌زیستی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم، مس و روی در بافت‌های آبشش، کبد و ماهیچه ماهیان کپور معمولی، شیرماهی و آمور در رودخانه قره‌سو واقع در استان کرمانشاه پرداخته شده است.

مواد و روش ها

رودخانه قره‌سو یکی از روخانه‌های مهم استان کرمانشاه است که سرچشمه اصلی آن سراب روانسر واقع در ۵۰ کیلومتری شمال غرب کرمانشاه می‌باشد. این رودخانه در جهت شمال غربی به جنوب شرقی جریان دارد و در ۱۵ کیلومتری شهر کرمانشاه پذیرای رودخانه رازآور و شاخه‌های فرعی آن می‌باشد که طی مسیری پر پیچ و خم در نزدیکی روستای قزانچی رودخانه مرگ به آن متصل می‌شود. این رودخانه با یک شیب آرام از داخل شهر کرمانشاه عبور کرده و در نزدیکی فرامان به رودخانه گاماسیاب می‌پیوندد.

نمونه‌برداری از رودخانه قره‌سو در طی ماه‌های آبان تا دی ۱۳۹۳ انجام شد. در این مطالعه، تعداد ۴۵ نمونه از سه گونه ماهی کپور معمولی (۲۰ عدد)، شیرماهی (۱۵ عدد) و آمور (۱۰ عدد) بالغ با متوسط وزن ۲۵± ۲۰۴ گرم، طول کل ۴± ۲۵ سانتی‌متر و طول چنگالی ۲± ۲۳ سانتی‌متر در طول مسیر رودخانه قره‌سو به وسیله تورهای گوشگیر رودخانه‌ای انجام گردید. نمونه‌های ماهی صید شده، در داخل کیسه‌های پلاستیکی در داخل فلاسک‌های مجهز به یخ جاسازی شد و پس از انتقال به آزمایشگاه و شستشو با آب، کدگذاری و بیومتری آن‌ها انجام شد. بافت‌های مورد مطالعه در این تحقیق شامل آبشش، کبد و ماهیچه است. اندام‌های فوق توسط تیغ اسکالپر بدون آلودگی جدا گردید و نمونه‌های ماهیچه از زیر باله پشتی برداشت گردید(۱۶). اندام‌های استخراج شده ابتدا وزن گردید و بر اساس وزن‌تر ماهی مورد بررسی قرار گرفت. برای هضم شیمیایی نمونه‌ها مخلوط اسیدنیتریک(HNO_3) و اسید پرکلریک ($HCLO_4$) استفاده شد. جهت هضم، به یک گرم از هر یک از بافت‌های تر تهیه شده، مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵ درصد) اضافه گردید و در دمای محیط هضم انجام شد(۱۷). سپس ۵ میلی‌لیتر اسید پر کلریک (۷۰ درصد) به نمونه‌ها اضافه گردید و نمونه‌ها در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ ساعت در حمام بن ماری قرار گرفت تا کاملاً هضم گردند. پس از سرد شدن نمونه‌ها در دمای محیط، به کمک آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و فیلتر شدند (فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر). در نهایت پس از آماده‌سازی، میزان فلزات سنگین با استفاده از روش اسپکترومتری نشر اتمی با پلاسمای جفت شده القایی قرائت شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

آنالیز داده‌ها با کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت. هم چنین جداول در محیط Excel رسم گردید. برای بررسی وجود تفاوت معنی‌داری بین میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف از آزمون واریانس یک طرفه استفاده شد.

تعیین شاخص خطر

برای به دست آوردن میزان خطر بالقوهٔ ناشی از مصرف هر یک از گونه‌های ماهی برای انسان، از شاخص خطر استفاده شد. بدین صورت که این شاخص از نسبت تماس یک آلاینده (دوز جذب روزانهٔ آلاینده) به دوز مرجع آن، از طریق فرمول زیر محاسبه شد(۱۸):

$$HQ = [(MCC \times CR)/BW]/RFD$$

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

که در این جا HQ نسبت خطر (بدون واحد)؛ CR میانگین استاندارد مصرف روزانهٔ ماهی برای بزرگسالان (۰/۰۳ کیلوگرم در روز)؛ MCC میانگین غلظت عنصر اندازه‌گیری شده در بافت هر گونه ماهی (میکروگرم بر گرم یا میلی‌گرم برکیلوگرم)؛ BW وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ)؛ RFD دوز مرجع (میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشد.

حد مجاز مصرف روزانهٔ آبزی

مقدار مجاز مصرف روزانهٔ هر یک از گونه‌های ذکر شده بر اساس میانگین غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در بخش خوراکی ماهی (ماهیچه) با استفاده از رابطه معرفی شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست محاسبه شد(۱۹).

$$CR_{lim} = (RFD \times BW)/C_m$$

که در این جا Cr_{lim} حداکثر میزان مجاز مصرف در روز (گرم یا کیلوگرم در روز)؛ RFD دوز مرجع یا مجموع مجاز جذب روزانهٔ آلاینده که برای کادمیوم و سرب ۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم، برای روی ۰/۳، برای مس ۰/۰۲ و کروم ۰/۰۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم در روز است و Cm غلظت عنصر در گونه (میکروگرم بر گرم یا میلی‌گرم بر کیلوگرم) می‌باشد.

میزان جذب روزانه و هفتگی قابل قبول فلزات

جهت ارزیابی خطر بالقوهٔ مصرف آبزیان آلوده به فلزات سنگین رودخانه قره‌سو برسلامت انسان (مصرف‌کنندگان و پذیرندگان نهایی) از رابطهٔ زیر استفاده شد(۱۸).

$$DI = C_m \times IR$$

که در این جا DI میزان جذب فلز در بدن در روز از طریق مصرف آبزی (میکروگرم بر گرم) و IR میزان مصرف ماهی در منطقه مورد مطالعه بر حسب گرم در روز است.

یافته ها

نتایج غلظت فلزات سنگین کادمیم، سرب، کروم، روی و مس در بافت‌های مختلف ماهیچه، آبشش و کبد ماهیان کپور معمولی، شیرماهی و آمور در رودخانه قره‌سو در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

نتایج ارزیابی ریسک مصرف ماهیان کپور معمولی، شیرماهی، و آمور رودخانه قره سو در جدول شماره ۲ ارائه شده است. بر این اساس، شاخص خطر فلزات سنگین برای ماهیان رودخانه قره‌سو از ۰/۰۰۰۶ تا ۰/۰۲ به دست آمد. براساس یافته‌های این مطالعه، حد مجاز مصرف روزانه ماهیان رودخانه قره‌سو رنجی از ۱/۵ گرم در روز برای کروم در ماهی کپور معمولی و ۱۰۰۰ گرم در روز برای ماهی آمور می باشد. هم‌چنین شاخص خطر (HQ) برای ماهیان رودخانه قره سو کم تر از ۱ به دست آمد. نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه بر روی

جدول شماره ۱: غلظت فلزات سنگین (میکروگرم برگرم) در بافت‌های مختلف ماهیان کپور معمولی، شیرماهی و آمور رودخانه قره‌سو در استان کرمانشاه

ماهی / بافت	کادمیوم		سرب		کروم		مس		روی	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کپور معمولی										
آبشش	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۱۶	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۹۲	۰/۵۵	۳/۱
کبد	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۵	۰/۱۹	۰/۳۲	۰/۶۳	۰/۸۵	۰/۶۴	۲/۷
ماهیچه	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۱۲	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۲۴	۰/۴۳	۰/۶۰	۰/۳۵	۰/۶۵
شیرماهی										
آبشش	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۱۰	۰/۰۱۵	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۳۴	۰/۹۵	۰/۵۹	۱/۲
کبد	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۲۷	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۶۳	۰/۸۰	۰/۵۹	۲/۲
ماهیچه	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۱۱	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۵۶
آمور										
آبشش	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۵	۰/۲۱	۰/۳۴	۰/۵۶	۱/۳	۰/۵۴	۲/۳
کبد	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۲۳	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۴۹	۰/۹۲	۰/۵۹	۱/۶
ماهیچه	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۳۸	۰/۵۱	۰/۵۲	۰/۵۵

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

متوسط غلظت فلزات اندازه‌گیری شده در بافت‌های مختلف این ماهیان در جدول شماره ۳ ارائه شده است، این نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تجمع فلزات سنگین در بافت‌های سه گونه ماهی وجود ندارد ($p > ۰/۰۵$).

جدول شماره ۲: نتایج ارزیابی ریسک مصرف ماهیان کپور معمولی، شیرماهی و آمور رودخانه قره سو استان کرمانشاه

ماهی	CR (گرم)	DI براساس نرخ مصرف محاسبه شده (میکروگرم)	HQ
کپور معمولی			
روی	۴۰/۶	۱۰/۵	۰/۰۰۰۷
مس	۲/۶	۱۰/۸	۰/۰۱۱۴
کروم	۱/۵	۲/۸	۰/۰۲
کادمیوم	۷۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰۰۰۶
سرب	۴۳/۷	۰/۳۲	۰/۰۰۰۶
شیرماهی			
روی	۴۱/۱	۱۰/۴	۰/۰۰۰۷
مس	۴/۱	۶/۹	۰/۰۰۷۲
کروم	۱/۴	۳/۱	۰/۰۲۱۱
کادمیوم	۷۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰۰۰۵
سرب	۸۷/۵	۰/۳۲	۰/۰۰۰۳
آمور			
روی	۳۸/۷	۱۱/۱	۰/۰۰۱۸
مس	۳/۱	۹/۱	۰/۰۰۹۶
کروم	۱/۱	۳/۸	۰/۰۲۶
کادمیوم	۱۰۰۰	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۰۳
سرب	۲۳۳/۳	۰/۰۶۱	۰/۰۰۰۱۲

بحث

پژوهش‌های متعددی نشان داده است که تجمع‌زیستی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهیان متفاوت می‌باشد، به طوری که در بیش‌تر تحقیقات، میانگین غلظت فلزات ضروری نظیر مس و روی بیش‌تر از فلزاتی نظیر کادمیوم و سرب می‌باشد(۱۷،۲۱،۲۰). این تفاوت‌ها به عوامل مختلفی نظیر طول و وزن ماهی، فصل صید، رژیم غذایی، جنسیت و وضعیت فیزیکی و شیمیایی آب بستگی دارد(۲۲،۸). در این مطالعه نیز غلظت فلزات سنگین ضرروری مانند مس و روی، بیش‌تر از فلزات سنگین غیرضروری کادمیوم، سرب و کروم بوده است. میانگین غلظت فلزات مس و روی در کپور معمولی بیش‌تر از شیرماهی و آمور بود، در مقابل، میانگین غلظت فلزات کادمیوم، سرب و کروم بیش‌تر از کپور معمولی به دست آمد. در کل می‌توان بیان کرد که میانگین غلظت فلزات مذکور در سه گونه متفاوت بود، اما این مقدار تفاوت غلظت فلزات، اختلاف معنی‌داری در سه گونه نداشته است ($p > ۰/۰۵$). موسوی- ندوشن و همکاران(۲۳) در طی تحقیقی بیان کردند که اختلاف معنی‌داری بین میزان تجمع فلز سرب و کادمیوم در بافت‌های ماهیچه و آبشش ماهی شیربت رودخانه دز وجود دارد، ولیکن این مقادیر کم‌تر از میزان استاندارد سازمان جهانی بهداشت بوده است. در طی مطالعه‌ای مشابه، اردکانی و جعفری(۱۱) میانگین غلظت فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی را در بافت ماهیچه ماهی کپور به ترتیب برابر با ۵، ۸، ۴ و ۴۲ نانوگرم بر گرم گزارش کردند و این مقادیر در مقایسه با استانداردهای سازمان‌های خواروبار و کشاورزی ملل متحد و سازمان جهانی بهداشت کم‌تر از حد مجاز بوده است. بررسی شاخص خطر (HQ)، حد مجاز مصرف روزانهٔ آبزی (CR) و میزان جذب روزانه و هفتگی قابل قبول فلزات (DI) تخمینی از مقدار ارزیابی خطر بالقوهٔ آبزیان آلوده به فلزات سنگین یا آلاینده‌ای است که می‌تواند در طی دوره زندگی، بدون ایجاد خطر در بدن مصرف‌کننده جذب گردد. سازمان حفاظت محیط زیست امریکا در رابطه با حد مجاز میزان ورود روزانه فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی ناشی از مصرف ماهی به ترتیب استاندارد ۱، ۲۵، ۴۰ و ۳۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن

جدول شماره ۳: آنالیز واریانس یکطرفه فلزات در بافت های سه گونه ماهی کپور معمولی، شیرماهی و آمور در رودخانه قره سو

فلز سنگین	کادمیوم		سرب		کروم		مس		روی	
ماهی	F value	p value	F value	p value	F value	p value	F value	p value	F value	p value
کپور معمولی	NS	۰/۵۳	NS	۰/۶۵	NS	۲/۳۳	NS	۳/۳۸	NS	۲/۰۲
شیر ماهی	NS	۱/۱۸	NS	۳/۰۶	NS	۲/۵۱	NS	۲/۴۱	NS	۰/۸۵
آمور	NS	۳/۰۵	<۰/۰۵	۳۲/۵۳	NS	۲/۸۸	NS	۲/۵۵	NS	۱/۰۶

p significance level, NS= not significant

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

بدن در روز را اعلام کرده است(۲۴). بنابراین مقایسه نتایج این مطالعه (جدول شماره ۲) با استاندارد مذکور گویای این واقعیت است که تمامی نتایج به دست آمده، کم‌تر از حد مجاز تعیین شده می‌باشد. هم‌چنین شاخص خطر به دست آمده از این پژوهش، کم‌تر از ۱ به دست آمده است. از این رو می‌توان نتیجه‌گیری کرد که میزان ورود فلزات سنگین ناشی از مصرف این سه گونه ماهی صید شده در رودخانه قره‌سو خطر حادی برای سلامت مصرف‌کنندگان در برنخواهد داشت. در طی تحقیقی، نصر اله زاده و همکاران(۲۵) میزان ریسک غذایی فلزات کادمیوم، سرب، روی و مس را در ماهی کپور دریای مازندران کم‌تر از حداکثر میزان قابل قبول مجاز گزارش کردند، در حالی که غلظت فلز جیوه را بیش‌تر از حد مجاز سازمان جهانی بهداشت اعلام کردند، و در ادامه نیز میزان شاخص خطر (HQ) را کم‌تر از ۱ گزارش نمودند. در مطالعه دیگری، چراغی و همکاران(۲۶) میزان HQ برای فلز کادمیوم در بافت ماهی شیربت را کم‌تر از ۱ محاسبه کردند و بیان داشتند که مصرف ماهی مذکور خطر حاد بهداشتی برای سلامتی مصرف‌کنندگان در پی نخواهد داشت. هم‌چنین مشروفه و همکاران(۲۷) گزارش کردند که با توجه به پایین بودن غلظت فلزات سنگین کادمیوم و روی در بافت ماهیچه دو گونه ماهی ازون برون و فیل ماهی مربوط به حوضه جنوبی دریای خزر نسبت به استانداردهای سازمان جهانی بهداشت و سازمان خواروبار کشاورزی ملل متحد، مصرف ماهیچه این ماهیان خطر جدی برای سلامتی مصرف‌کنندگان نخواهد داشت. در این پژوهش، بافت ماهیچه به دلیل نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن مورد بررسی قرار گرفته است. میانگین غلظت فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی اندازه‌گیری شده در این مطالعه به ترتیب برابر با ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۵، ۰/۴ و ۰/۵ میکروگرم بر گرم بوده است که از استانداردهای سازمان هایی نظیر سازمان جهانی بهداشت (کادمیوم ۰/۲، مس ۱۰ و روی ۱۰۰۰ میکروگرم بر گرم) و انجمن تحقیقات پزشکی و بهداشت ملی استرالیا (کادمیوم ۰/۵، سرب ۱/۵، مس ۱۰ و روی ۱۵۰ میکروگرم بر گرم) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (کادمیوم ۰/۲، سرب ۲، مس ۲۰ و روی ۵۰ میکروگرم بر گرم) کم‌تر می‌باشد(۲۸). هم‌چنین میانگین غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در این پژوهش در مقایسه با نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده توسط امینی رنجبر و ستوده(۲۸) با عنوان تجمع فلزات سنگین در بافت ماهیچه ماهی کفال طلای دریای خزر، منصوری و همکاران(۲۹) بر روی بافت ماهیچه سیاه ماهی قنات‌های شرق کشور و برامکی و همکاران(۱) بر روی بافت ماهیچه ماهیان کپور تالاب انزلی کم‌تر بوده است. براساس یافته‌های این پژوهش، بافت ماهیچه در مقایسه با دیگر بافت‌های ماهیان، کم‌ترین میزان تجمع‌زیستی فلزات سنگین را داشته است. به طور کلی میزان تجمع فلزات در بافت ماهیچه، به‌دلیل پایین بودن فعالیت‌های متابولیکی نسبت به کبد و آبشش، کم‌تر می‌باشد؛ در نتیجه غلظت کم‌تری از فلزات سنگین در این بافت تجمع می‌یابد(۱،۲). ضمناً با توجه به شاخص ریسک مصرف ماهیان برای تمامی فلزات سنگین (کم‌تر از ۱)، به نظر می‌رسد مصرف ماهیان مذکور برای مصرف‌کنندگان مشکل بهداشتی به همراه نداشته باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق با استفاده از حمایت مالی شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه با کد KRSE-92089 و کد ملی ۱۲۸۶۰۲ – ۷۵۹۷ انجام شده است. نگارندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از کمیته تحقیقات این شرکت اعلام می‌دارند.

References

1. Baramaki Yazdi R, Ebrahimpour M, Mansouri B, Rezaei MR, Babaei H. Contamination of metals in tissues of *Ctenopharyngodon idella* and *Perca fluviatilis*, from Anzali Wetland,

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

Iran. Bull Environ Contam Toxicol 2012; 89(4): 831-835.

2. Majnoni F, Mansouri B, Rezaei MR, Hamidian AH. Contaminations of metals in tissues of Common crap, *Cyprinus carpio* and Silver crap, *Hypophthalmichthys molitrix* from Zarivar wetland, western Iran. Archives of Polish Fisheries 2013; 21(1): 11-18.
3. Ebrahimi R, Maleki A, Shahmoradi B, Daraei H, Mahvi AH, Barati AH, Eslami A. Elimination of arsenic contamination from water using chemically modified wheat straw. Desalination and Water Treatment 2013; 51 (10-12): 2306-2316.
4. Mansouri B, Babaei H, Hoshyari E, Khodaparast SH. Assessment of trace-metal concentrations in western reef heron (*Egretta gularis*) and Siberian gull (*Larus heuglini*) from southern Iran. Arch Environ Contam Toxicol 2012; 63(2): 280-287.
5. Mansouri B, Pourkhabbaz A, Ebrahimpour M, Babaei H. Bioaccumulation and elimination rate of cobalt in *Capoeta fusca* under controlled conditions. Chemical Speciation Bioavailability 2013; 25(1): 52-56.
6. Zazouli MA, Mohseni Bandpei A, Maleki A, Saberan M, Izanloo H. Determination of cadmium and lead contents in black tea and tea liquor from Iran. Asian Journal of Chemistry 2010; 22(2): 1387-1393.
7. Zazouli MA, Mohseni Bandpei A, Ebrahimi M, Izanloo H. Investigation of cadmium and lead contents in Iranian rice cultivated in Babol region. Asian Journal of Chemistry 2010; 22(2): 1369-1376.
8. Hassanpour M, Rajaei G, SinkaKarimi M, Ferdosian F, Maghsoudloorad R. Determination of heavy metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) from Miankaleh International Wetland and human health risk. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(113): 163-170.
9. Mansour SA, Sidky MM. Heavy metals contaminating water and fish from Fayoum Governorate, Egypt. Food Chem 2002; 78(1): 15-22.
10. Rashed MN. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. Environ Int 2001; 27(1): 27-33.
11. Sobhanardakani S, Jafari SM. Investigation of As, Hg, Zn, Pb, Cd and Cu concentrations in muscle tissue of *Cyprinus carpio*. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(116): 184-195 (Persian).
12. Van Geast J. Bioaccumulation of sediment-associated contaminants in freshwater organism: development and standardization of a laboratory method, PhD thesis, University of Guelph, Canada, 2010:1-232.
13. Zhang Z, He L, Li J, Wu Z. Analaysis of heavy metals of muscle and intestine tissue in fish- in Banan section of chongqing from three Gorges reservoir, China. Polish J Environ Stud 2007; 16(6): 949-958.
14. Solgi E. Estimation of Daily Intake and Potential Risk of Cadmium and Lead in Consumers of Liza salines in the Eastern Coast of the Caspian Sea. J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(122): 382-388 (Persian).
15. Ebrahimi Sirizi Z, Sakizadeh M, Esmaili Sari A, Bahramifar N, Ghasempouri SM, Abbasi K. Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu and Zn) Contamination in Muscle tissue of Esox luciusn from Anzali International Wetland: Accumulation and Risk Assessment. J Mazandaran Univ Med Sci 2012; 22(87): 57-63 (Persian).
16. Ariayee M, Azadi N, Majnoni F, Mansouri B. Comparison of metal concentrations in organs of two fish species from the Zabol

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

Chahnimeh reservoirs, Iran. Bull Environ Contamin Toxicol 2015; 94(6): 715-721.

17. Mansouri B, Majnoni F, Maleki A, Azadi N, Rezaei Z. Health risk assessment of trace elements in two fish species from the Sanandaj Gheshlagh Reservoir, Iran. Toxicology and Environtal Health Sciiences 2015; 7(1): 43-49.
18. Cheraghi M, Pourkhabbaz H, Javanmardi S. Determination of Mercury Concentration in Liza abu from Karoon River. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 23(103): 105-113 (Persian).
19. Raissy M, Ansari M. Health risk assessment of mercury and arsenic associated with consumption of fish from the Persian Gulf. Environ Monit Assess 2014; 186(2): 1235-1240.
20. Canli M, Atli G. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environ Pollut 2003; 121(1): 129-136.
21. Mortazavi MS. Sharifian S. Mercury bioaccumulation in some commercially valuable marine organisms from Mosa Bay, Persian Gulf. Inter J Environ Res 2001; 5(3): 757-762.
22. Mansouri B, Baramaki R. Influence of water hardness and pH on acute toxicity of Hg on fresh water fish *Capoeta fusca*. World Journal of Fish and Marine Sciences 2011; 3(2): 132-136.
23. Musavi-Nadushan R, Salimi L, Zaheri-Abdehvand L. Determining the concentrations of nickel, lead and cadmium in *Barbus grypus* of Dez River, Iran. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 23(110): 232-236 (Persian).
24. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. Volume 2. Risk assessment and fish consumption limits; 3rd Ed. Washington DC (EPA). 2000.
25. Nasrollahzadeh Saravi H, Pourgholam R, Pourang N, Rezaei M, Makhlough A, Unesipour H. Heavy Metal Concentrations in Edible Tissue of Cyprinus Carpio and Its Target Hazard Quotients in the Southern Iranian Caspian Sea Coast, (2010). J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 23(103): 34-45 (Persian).
26. Cheraghi M, Espergham A, Nprani MH. Health risk assessment of cadmium in consumption of *Barbus grypus* in Arvand River. Journal of Wetland Ecobiology 2012; 13(13): 1-8 (Persian).
27. Mashroofeh A, Riyahi Bakhtiari A, Pourkazemi M. Evaluation of Cadmium, Vanadium, Nickel and Zink Concentrations in Different Tissues of Beluga and Stellate Sturgeon and Risk Assessment Regarding Consuming Their Muscle Tissue in South Caspian Sea. J Mazandaran Univ Med Sci 2012; 22(96): 89-96 (Persian).
28. Amini Ranjbar Gh, Sotoudehnia F. Investigation of heavy metals accumulation in muscle tissue of Mugil auratus in relation to standard ength, weight, age and sex. Iranian scientific fishries Journal 2005; 14(1):1-18 (Persian).
29. Mansouri B, Ebrahimpour M, Babaei H. Determine of heavy metals in different tissues of black fish (*Capoeta fusca*) in central part qanats of Birjand. Veterinary Journal (Pajouhesh-VA-Sazandegi) 2011; 24(4) (89): 45-52 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]