مجله علوم پزشکی زانکو/ دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ تابستان ۱۳۹۳/ ۳۵-۲۶

تجمع زیستی سرب، کادمیوم، روی، آهن، نیکل، کروم و مس در بافت‌های ماهیچه، کبد، آبشش و پوست کپور نقره‌ای (*H. molitrix*) و کپور معمولی (*C. carpio*) در سد قشلاق در شهر سنندج

برهان منصوری[۲،۱]، فرشید مجنونی[۳]، افشین ملکی[۴]، زاهد رضایی[۵]، نمامعلی آزادی[۶]، فردین غریبی[۷]

۱- دانشجوی دکترای سم شناسی، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۲- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

ایمیل: borhanmansouri@yahoo.com - شماره موبایل: ۰۹۳۰۵۳۱۹۷۱۷

۳- کارشناس ارشد محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۴- دانشیار بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۵- دانشجوی کارشناسی بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۶- استادیار آمار زیستی، دانشکده اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۷- کارشناس ارشد مدیریت بهداشت و درمان، معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی محیط‌های آبی توسط فلزات سنگین، توجه جهانی را به خود جلب کرده است؛ زیرا تأثیرات مضری برای انسان و دیگر موجودات زنده در محیط زیست دارند. از این‌رو هدف از این مطالعه، بررسی میزان تجمع زیستی سرب، کادمیوم، روی، آهن، نیکل، کروم و مس در بافت‌های ماهیچه، کبد، آبشش و پوست کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در سد قشلاق در شهر سنندج می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه مقطعی بود. تعداد ۳۰ عدد ماهی متعلق به دو گونه ماهی کپور معمولی و کپور نقره‌ای صید شدند. بافت‌های آبشش، کبد، ماهیچه و پوست مورد مطالعه قرار گرفتند وغلظت فلزات سنگین در بافت‌ها برحسب میکروگرم بر گرم می‌باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط دستگاه جذب اتمی مدل Shimadzu AA680 خوانده شد. اطلاعات به دست آمده توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج داده‌های این تحقیق نشان داد که بیشترین و کمترین میزان غلظت فلزات سنگین به‌ترتیب در بافت‌های آبشش و پوست بوده است؛ همچنین نتایج آزمون واریانس یک طرفه بین دو گونه نشان داد که کادمیوم، سرب و روی در بافت کبد، روی در بافت آبشش، سرب، کروم و روی در بافت ماهیچه و سرب، نیکل و روی در بافت ماهیچه دو گونه، اختلاف معنی‌دار آماری دارد ($p < ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین (به استثناء فلز سرب در گونه کپور نقره ای) در بافت ماهیچه دو گونه کپور معمولی و کپور نقره-ای، از حد مجاز استانداردهای FAO کمتر بوده است که بیانگر سالم بودن این دو گونه ماهی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی، کادمیوم، سرب، ماهی، سد قشلاق

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

مقدمه

از نظر اکولوژیکی، آلاینده‌ها به دو نوع آلاینده-های قابل تجزیه و غیرقابل تجزیه تقسیم می‌شوند. آلاینده‌های غیرقابل تجزیه مانند ترکیبات و نمک‌های فلزات سنگین می‌باشند که در محیط تجمع می‌یابند و بر روی زنجیره غذایی و بیولوژیکی موجودات در آب اثر می‌گذارند. با توجه به تحقیقات به عمل آمده، بیشترین مقادیر فلزات در اکوسیستم‌های آبی به عناصری مانند: جیوه، کادمیوم، سرب، مس، آرسنیک و روی مربوط می‌شود.

ورود بعضی از این عناصر به اکوسیستم‌های آبی می‌تواند باعث نابودی یا کاهش گونه‌های خاص در آبزیان و بهم خوردن توازن اکولوژیکی شده و موجب زوال زیستی اکوسیستم شود [۱]. حضور فلزات سنگین در آب‌ها، حتی در غلظت‌های بسیار کم نیز برای انسان‌ها و سایر موجودات خطرناک می‌باشد. منابع اصلی این آلاینده سمی، معمولاً صنایعی هستند که با این فلزات سر و کار دارند و به طور غیراصولی از طریق دفع فاضلاب آن صنایع، وارد رودخانه‌ها و محیط زیست می‌شوند؛ خاک‌های زراعی را آلوده می‌کنند؛ سپس از طریق زنجیره غذایی و دام، با مصرف آب، سبزیجات، غلات و گوشت وارد بدن انسان می‌شوند و عوارض ناگواری را به وجود می آورند [۲]. استفاده از منابع خوراکی آبزی، به ویژه ماهی ها، به‌عنوان بخشی از منابع پروتئینی به علت افزایش جمعیت و نیاز روز افزون انسان به غذا افزایش یافته است [۳]. فلزات سنگین به‌دلیل تأثیرات منفی مختلف بر آبزیان مانند: کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر و همچنین به سبب سمی بودن و تمایل به تجمع در زنجیره غذایی باعث ایجاد نگرانی در مصرف ماهی شده‌اند [۴].

ماهی قسمت مهمی از رژیم غذایی انسان‌هاست و به همین دلیل بسیاری از مطالعات آلودگی فلزات در بافت‌های مختلف ماهی صورت گرفته است [۵]. در این مطالعه، دو بافت ماهیچه و کبد ماهی‌ها انتخاب شده‌اند؛ زیرا بافت ماهیچه استفاده خوراکی برای انسان و سایر موجودات زنده دارد و شاخصی برای استفاده‌کنندگان، خصوصاً انسان، می‌باشد و بافت کبد به دلیل تجمع بالای فلزات سنگین و عمل سمیت‌زدایی این فلزات، شاخص زیستی برای میزان تجمع فلزات سنگین نسبت به سایر بافت‌های ماهی می‌باشد.

تاکنون تحقیقات و مطالعات زیادی در ایران و دیگر کشورهای دنیا در مورد میزان فلزات سنگین تجمع یافته در بافت های ماهی‌ها صورت گرفته است. Turan و همکاران میزان کروم، کادمیوم، نیکل و روی را در ماهیچه ۲ گونه ماهی *Merlangius merlangus* و *Engraulis encrasicholus* در دریای سیاه را به-ترتیب برابر: ۰/۱۴۴ و ۰/۰۷۴، ۰/۱۹۲ و ۰/۱۲۴، ۱/۳۶۳ و ۰/۳۴۸، ۶/۰۲۹ و ۲۵/۴۱۶ میکروگرم در گرم گزارش کرده‌اند[۶]. همچنین Kuznetsova و همکاران میزان روی را در ماهیچه، آبشش و پوست ماهی‌ها *Rutilus rutilus* و *Perca fluviatis L.* در دریاچه بایکال به ترتیب بین ۲۸-۱۴، ۱۱۹-۹۴و ۲۸۰-۷۰ میکروگرم در گرم گزارش کرده‌اند[۷]. از طرفی شهریاری و همکاران میزان کادمیوم را در ماهیچه سه گونه ماهی کپور، کفال و سفید در سواحل دریای خزر به ترتیب: ۰/۰۱۴، ۰/۰۱۸ و ۰/۰۱۷ میکروگرم در گرم گزارش کرده‌اند[۸].

بنابراین در این مطالعه هدف، بررسی میزان تجمع زیستی سرب، کادمیوم، روی، آهن، نیکل، کروم و

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

مس در بافت‌های ماهیچه، کبد، آبشش و پوست کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در سد قشلاق شهر سنندج می‌باشد.

روش بررسی

محل اجرای این پژوهش، سد قشلاق (' ' ۵۸ ' ۲۶ °۳۵ عرض شمالی و ' ' ۱۰ ' ۵۹ °۴۶ طول شرقی) با مساحت ۸/۵ کیلومتر مربع و ظرفیت ۲۲۴ مترمکعب آب، در ۱۲ کیلومتری شمال شرق شهرستان سنندج بود. سد قشلاق مهمترین منبع تأمین آب شرب و مهمترین منبع تولید محصولات شیلاتی شهر سنندج به حساب می‌آید. برای انجام این تحقیق، ابتدا مطالعات اولیه در مورد منطقه سد قشلاق صورت گرفت و سپس نمونه‌برداری از ماهی‌ها در کل منطقه انجام شد. قبل از هر نوع تجزیه وتحلیل باید همه‌ی وسایل و تجهیزات مورد استفاده را در اسید نیتریک ۱۰٪، به مدت ۲۴ ساعت قرار داد تا ظروف کاملاً ضدعفونی شوند. انتخاب نمونه‌ها براساس مصرف بالای این گونه در منطقه بوده است.

صید و نمونه‌برداری از بافت‌های ماهیچه، آبشش، کبد و پوست گونه‌های ماهی ها (کپور معمولی و کپور نقره‌ای) از سد قشلاق، با استفاده از تور دستی انجام می‌شود. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری در فلاکس یخ جاسازی و بعد از چند ساعت به آزمایشگاه منتقل می‌شود. در آزمایشگاه پس از شستشوی نمونه‌ها با آب مقطر، بیومتری (اندازه گیری طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد و وزن) بافت‌های ماهیچه، آبشش و کبد انجام می‌شود. روش کار این پژوهش براساس مطالعات قبلی می‌باشد [۱۰، ۱۱]. برای هضم شیمیایی نمونه‌ها، ۱ گرم از ماهیچه (زیر باله پشتی) و کبد جداگانه وزن می‌شود؛ سپس برای هضم نمونه‌ها از مخلوط اسید نیتریک (HNO_3) و اسید پرکلریک ($HClO_4$) با نسبت - ۱ به۲ استفاده خواهد شد. به‌این صورت که به هر نمونه درون ارلن مایر، ۱۰میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵٪) اضافه و به مدت یک شب در آزمایشگاه نگهداری می‌شود تا به صورت آهسته عمل هضم انجام شود؛ سپس ۵ میلی لیتر اسید پرکلریک (۷۰٪) به هر نمونه اضافه می‌شود. آنگاه نمونه‌ها تا مدت زمان رسیدن به محلول شفاف، بر روی هات پلت (حمام شن) قرار داده خواهد شد[۱۰،۱۱] ؛ سپس نمونه‌ها با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و با عبور از فیلتر (فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر) در ظروف کاملاً استریل برای اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی نگهداری می‌شود.

برای اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین، از جذب اتمی مدل Shimadzu AA600 استفاده می‌شود. لازم به ذکر است، تمامی محلول‌های استاندارد مصرفی به نوع فلز مورد بررسی از استاندارد مادر (Merck) با غلظت ppm ۱۰۰۰ تهیه می‌شود. غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی‌ها در این تحقیق بر حسب میکروگرم در گرم می‌باشد.

برای بررسی وجود تفاوت معنی دار بین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف و اختلاف غلظت بین دو گونه ماهی از آزمون واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد. لازم به ذکر است که تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۶) صورت گرفت.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

یافته‌ها

میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم، مس، نیکل، روی و آهن در بافت های کبد، آبشش، ماهیچه و پوست در دو گونه کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) در جدول‌های ۴-۱ ارائه شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که بالاترین و کمترین میزان تجمع فلزات، به‌ترتیب در بافت‌های آبشش و پوست بوده است. نتایج آزمون واریانس یک طرفه بین دو گونه نشان داد که کادمیوم، سرب و روی در بافت کبد، روی در بافت آبشش، سرب، کروم و روی در بافت ماهیچه، و سرب، نیکل و روی در بافت ماهیچه دو گونه اختلاف معنی‌دار آماری دارد ($p < ۰/۰۵$).

جدول ۱: میانگین (±SD) غلظت فلزات سنگین در بافت کبد دو گونه ماهی *C. carpio* and *H. molitrix*

گونه	فلزات سنگین						
	کادمیوم	سرب	کروم	مس	نیکل	روی	آهن
C. carpio							
Mean	0.4±0.1	0.6±0.3	0.6±0.2	12.5±5.3	0.4±0.2	28.3±6.5	33.2±8.7
H. molitrix							
Mean	0.6±0.1	0.9±0.1	0.7±0.2	17.4±8.1	0.6±0.3	22.7±5.7	31.3±9.5
[a]*p* value species	0.01	0.05	NS	NS	NS	0.04	NS

[a]*p* value for Student's *t* test to compare between species; NS = not significant at $P > 0.05$

جدول ۲: میانگین (±SD) غلظت فلزات سنگین در بافت آبشش دو گونه ماهی *C. carpio* and *H. molitrix*

گونه	فلزات سنگین						
	کادمیوم	سرب	کروم	مس	نیکل	روی	آهن
C. carpio							
Mean	0.5± .3	0.8±0.2	0.4±0.2	16.1±8.1	0.6±0.4	26.6±6.2	38.7±5.5
H. molitrix							
Mean	0.7 ±0.1	0.9±0.2	0.6±0.1	19.5±11.1	0.8±0.2	1.9±8.1	41.6±7.6
[a]*p* value species	NS	NS	NS	NS	NS	0.01	NS

[a]*p* value for Student's *t* test to compare between species; NS = not significant at $P > 0.05$

نتایج بدست آمده از آنالیز واریانس یکطرفه در جدول ۵، بین بافت‌های مختلف در هر دو گونه نشان می‌دهد که میزان تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت-های مختلف کبد، آبشش، ماهیچه و پوست، در هر گونه اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد ($p < ۰/۰۵$).

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

جدول ۳: میانگین (±SD) غلظت فلزات سنگین در بافت ماهیچه دو گونه ماهی *C. carpio* and *H. molitrix*

گونه	فلزات سنگین						
	کادمیوم	سرب	کروم	مس	نیکل	روی	آهن
C. carpio							
Mean	0.3±0.2	0.5±0.1	0.3±0.1	9.8±2.1	0.3±0.1	19.5±3.4	24.4±5.4
H. molitrix							
Mean	0.4±0.4	0.7±0.1	0.4±0.1	12 1±5.4	0.4±0.2	15.4±4.2	23.3±8.9
[a]*p* value species	NS	0. 1	0.01	NS	NS	0.01	NS

[a]*p* value for Student's *t* test to compare between species; NS = not significant at $P > 0.05$

جدول ٤: میانگین (±SD) غلظت فلزات سنگین در بافت پوست دو گونه ماهی *C. carpio* and *H. molitrix*

گونه	فلزات سنگین						
	کادمیوم	سرب	کروم	مس	نیکل	روی	آهن
C. carpio							
Mean	0.2±0.1	0.3± .1	0.2±0.1	7.5±1.8	0.1±0.1	18.2±5.2	18.8±3.7
H. molitrix							
Mean	0.3±0.1	0.5±0.1	0.3±0.1	8.6±2.4	0.3±0.1	10.6±2.7	17.7±6.6
[a]*p* value species	NS	0.03	NS	NS	0.01	0.001	NS

[a]*p* value for Student's *t* test to compare between species; NS = not significant at $P > 0.05$

جدول ٥: آنالیز واریانس یکطرفه غلظت فلزات سنگین در بافت‌های کبد، آبشش، ماهیچه و پوست دو گونه ماهی

	کادمیوم		سرب		کروم		مس		نیکل		روی		آهن	
	One- way ANOVA		One- way ANOVA		One- way ANOVA		One- way ANOVA		One- way ANOVA		One- way ANOVA		One- way ANOVA	
	F value	*p* value	*F* value	*p* value	*F* value	*p* value	*F* value	*p* value	*F* value	*p* value	*F* value	*p* value	*F* value	*p* value
C. carpio	3.3	< 0.05	13.7	< 0.001	7.6	< 0.001	6.6	< 0.001	5.4	< 0.01	10.8	< 0.001	24.1	< 0.001
H. molitrix	9.7	< 0.001	12.7	< 0.001	6.8	< 0.001	4.1	< 0.01	9.2	< 0.001	27.9	< 0.001	15.6	< 0.001

p significance level, NS= not significant

بحث و نتیجه گیری

آلودگی فلزات سنگین در محیط می‌تواند به‌عنوان یک تهدید جدی برای انسان‌ها و دیگر موجودات باشد که در زنجیره غذایی بیولوژیک وجود دارند. برای بررسی میزان تجمع فلزات در اکوسیستم‌های آبی، پیشنهاد می‌شود که از ماهی استفاده شود؛ زیرا ماهی به عنوان یک بیواندیکاتور زیستی نسبت به تغییرات در محیط‌های آبی از خود واکنش نشان می‌دهد [۱۲،۱۳].

نتایج نشان داد که میزان تجمع فلزات سنگین در بافت آبشش نسبت به سایر بافت‌ها بیشتر می‌باشد.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

تحقیقات نشان داده است که بافت آبشش از اندام هدف و از فعالترین اندام ها در تجمع فلزات سنگین در ماهی می‌باشد [۱۴] و از مکان‌های تولید میزان متالونین و نگهداری فلزات بوده که افزایش تجمع بالای فلزات در این اندام می‌تواند به دلیل باند شدن فلزات با پروتیئن متالیونین باشد[۱۵].

متالیونین با دارابودن سطوح بالایی از گروه‌های توئول[1] در باند شدن با آنیون های فلزات سنگین بسیار کارآمد است[۱۶]؛ همچنین بافت آبشش در تماس مستقیم با محیط بیرون است و اولین اندامی می‌باشد که در معرض سموم و فلزات موجود در آب قرار می‌گیرد؛ می‌تواند مکان مناسبی برای ذخیره عناصر آلوده همچون فلزات سمی باشد [۱۸، ۱۷].

Mansouri و همکاران طی تحقیقی، با بررسی الگوی تجمع زیستی فلز کبالت در اندام‌های مختلف ماهی آب شیرین *Capoeta fusca* با غلظت مزمن، نشان دادند که بافت آبشش نسبت به بافت‌های دیگر بالاترین میزان تجمع را داشته است و به عنوان اندام هدف معرفی شد[۱۹]. همچنین Majnoni و همکارانش در طی مطالعه‌ای نشان دادند که بالاترین میزان تجمع زیستی سرب، کادمیوم، مس، نیکل و جیوه در بافت آبشش بیشتر از بافت‌های پوست و ماهیچه‌ی دو گونه ماهی کپور بوده است[۹]. این افزایش میزان تجمع در کبد می‌تواند سطوح پارامترهای مختلف بیوشیمیایی را تغییر دهد. Karuppasamy پیشنهاد کرد که علت افزایش سریع تجمع فلزات سنگین در آبشش می‌تواند به سبب عبور حجم بالای آب از بین آبشش‌ها به منظور تهیه اکسیژن در حالت استرس باشد [۲۰].

بافت‌های ماهیچه و پوست، کمترین میزان تجمع زیستی فلزات سنگین را داشته‌اند. بطور کلی میزان تجمع فلزات در بافت‌های ماهیچه و پوست، به‌دلیل پایین بودن فعالیت‌های متابولیکی نسبت به کبد و آبشش، کمتر می‌باشد؛ در نتیجه غلظت کمتری از فلزات در این بافت‌ها تجمع می‌یابد.

تحقیقات صورت گرفته توسط Wong و همکاران[۲۱] و Houserova و همکاران[۲۲] نیز نشان داد که میزان تجمع زیستی بافت پوست نسبت به بافت‌های کبد و آبشش کمتر بوده است. همچنین Subathraو Karuppasamy [۲۳]، با مطالعه الگوی تجمع زیستی و دفع مس توسط بافت‌های مختلف *Mystus vittatus*، نشان داد که بالاترین میزان دفع مس توسط بافت آبشش و کمترین میزان دفع در بافت ماهیچه صورت گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق، نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین (جز فلز سرب در گونه کپور نقره‌ای) در بافت ماهیچه دو گونه کپور معمولی و کپور نقره‌ای از حد مجاز استانداردهای FAO (کادمیوم: ۰/۵ سرب: ۰/۵ مس: ۳۰ آهن: ۵۰ و روی: ۳۰ میکروگرم بر گرم) کمتر بوده است (جدول ۳) که بیانگر سالم بودن این دو گونه ماهی و احتمالاً عدم آلودگی این ماهی به فلزات مربوطه می‌باشد؛ به‌ویژه که حداقل میزان جذب و تجمع این عناصر در ماهیچه که عضو مصرفی در تغذیه در شهر سنندج است. هر چند بافت ماهیچه از فعالیت‌های متابولیکی پایین‌تری نسبت به کبد و آبشش برخوردار بوده است؛ اما هر گونه تغییر در روند جذب و تجمع زیستی فلزات سنگین در ماهی می‌تواند به دلیل عوامل مختلفی مانند: نوع فلز، نوع آبزی، بافت، وزن و سن آبزی و شرایط محیطی صورت بگیرد[۲۴]. از طرفی، پوست دارای کمترین میزان غلظت

[1]- thiol groups

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

فلزات در خود بوده است؛ زیرا این بافت در مقایسه با بافت‌های دیگر همچون کبد و آبشش، فلزات را کمتر در خود ذخیره می‌کند [۲۲،۲۵].

در مورد مطالعه‌ی تجمع فلزات سنگین در بافتهای مختلف ماهی و آبزیان، تحقیقات زیادی در جهان و خصوصاً ایران انجام شده است. به عنوان نمونه Prabhu Dass Batvari و همکاران، میزان کادمیوم، کروم و روی را در بافت‌های کبد، آبشش و ماهیچه دو گونه ماهی (*Carangoidel malabaricus, Belone stronglurus*)، بررسی کردند و نتایج میانگین کادمیوم در بافت‌های کبد، آبشش و ماهیچه را به‌ترتیب: ۰/۵، ۰/۵ و ۰/۰۲، برای کروم: ۰/۳، ۰/۲ و ۰/۰۲ و برای روی: ۰/۳، ۰/۲ و ۰/۰۸ میلی‌گرم در گرم گزارش کرده‌اند[۲۶].

در تحقیق دیگری Sekar و همکاران، میزان کادمیوم، کروم و روی را در بافت‌های کبد، آبشش و ماهیچه به ترتیب ۰/۲۲، ۰/۳۷ و ۰/۱۱ برای کادمیوم؛ ۱۹، ۳۰ و ۱۱ برای کروم و ۸۰، ۱۰۰ و ۴۱ برای روی بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر ماهی در منطقه گزارش کرده‌اند[۲۷]. همچنین فاضلی و همکاران در تحقیقی، میزان نیکل در بافت‌های کبد، آبشش و ماهیچه ماهی کفال (*Liza aurata*) در سواحل جنوبی دریای خزر به ترتیب: ۶/۱، ۵/۷ و ۲/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند[۲۴]. شهریاری میزان نیکل، کروم و کادمیوم برای بافت ماهیچه در ماهی سرخو و شوریده منطقه خلیج فارس را به ترتیب: ۰/۳۲، ۰/۳۳ و ۰/۰۶و ۰/۲۸، ۰/۰۶ و ۰/۰۶ میلی‌گرم در گرم وزن خشک گزارش کرد[۲۸].

بررسی و مقایسه تحقیقات صورت گرفته با مطالعه حاضر، نشان می‌دهد که در همه این تحقیقات، بیشترین جذب و تجمع غلظت در کبد و آبشش ماهی صورت گرفته در حالیکه که کمترین تجمع در بافت ماهیچه رخ داده است. همچنین برخی از نتایج بالا بیشتر و اغلب آن‌ها کمتر از نتایج بدست آمده از تحقیق فعلی در رابطه با فلزات سنگین در بافت‌های ماهی ها کپور می‌باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این تحقیق از تمامی کسانی که در طی این پروژه همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌کنند. همچنین این تحقیق مصوب کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان (شماره طرح ۱۴/۱۰۳۷۷) می‌باشد.

References

1. Rand GM. Fundamentals of aquatic toxicology. Ecological Services Inc, 1995;2:1125.

۲. انصاری م، نوروزی ب، فیضی ر . جذب یون‌های سرب و جیوه و کادمیوم از محلول‌های آبی با استفاده از کربن فعال (تاثیر باور سازی کربن فعال با مواد شیمیایی مختلف بر روی جذب فلزات). فصلنامه علمی محیط زیست، ۱۳۸۶، چاپ ۴۴، صفحات: ۴-۱۱.

۳. امینی رنجبر غ، علیزاده م. اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین (Cr, Zn, Cu, Pb, Cd) در سه گونه از کپور ماهی‌ها پرورشی، پژوهش و سازندگی، ۱۳۷۸،چاپ۴، صفحات : ۱۴۹- ۱۴۶.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

۴. امینی رنجبر غ، ستوده نیا ف. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلائی (*Mugil auratus*) در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت) و مجله علمی شیلات ایران،۱۳۸۴، چاپ ۳، صفحات: ۱۹-۱ .

5. Kucuksezgin F, Altay O, Uluturhan E, Kontas. A Trace metal and organoclorin residue levels in Red mullet (*Mullus barbatus*) from the eastern Aregean, Turkey. Water Res, 2001; 35: 2327-2332.

6. Turan C, Dural M, Oksuz. A Levels of heavy metals in some commercial fish species captured from the Black Sea and Mediterranean coast of Turkey. Bull Environ Contamin Toxicol. 2009; 82:601–60.

7. Kuznetova AI, Zarubina OV, Leonova GA. Comparison of Zn, Cu, Pb, Ni, Cr, Sn, Mo concentration in tissues of fish (*Roach* and *perch*) from lake Baikal and Bratsk reservoir, Russia. Environ Geochem Health. 2002; 24: 205–213.

۸.شهریاری ع، گل فیروزی ک، نوشین ش. میزان تجمع کادمیوم و سرب در باف عضلانی سه گونه از ماهی‌ها دریایی کپور، کفال و ماهی سفید سواحل دریای خزر در حوزه خلیج گرگان در سال ۸۶-۱۳۸۵. مجله علمی شیلات، ۱۳۸۹، چاپ ۲، صفحات: ۱۰۰-۹۵.

9. 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. Arch Polish Fish. 2013; 21: 11-18.

10. Baramaki R, Ebrahimpour M, Mansouri B, Rezaei MR, Babaei H. Contamination of metals in tissues of *Ctenopharyngodon idella* and *Perca fluviatilis*, from Anzali Wetland, Iran. Bull Environ Contamin Toxicol. 2012; 89:831-835.

11. Nowrouzi M, Mansouri B, Hamidian A.H, Zarei I, Mansouri A. Metal contents in tissues of two fish species from Qeshm Island, Iran. Bull Environ Contamin Toxicol. 2012; 89: 1004-1008.

12. Hedayati A, Safahieh A. Detection of mercury chloride acute toxicity in Yellowfin Sea bream (*Acanthopagrus latus*). World J Fish Mari Sci. 2010; 2: 86-92.

13. Mondon JA, Duda S, Nowak BF. Histological, growth and 7-ethoxyresorufin *O*-deethylase (EROD) activity responses of greenback flounder *Rhombosolea tapirina* to contaminated marine sediment and diet. Aquat Toxicol. 2001; 54: 231–247.

14. Mansouri B, Baramaki R, Pourkhabbaz A, Zareh M, Hamidian A.H. Bioaccumulation and depuration of copper in the kidney and liver of freshwater fish *Capoeta fusca*. Ir*an* J Toxicol. 2013; 7: 808-814.

15. Hamer DH. Metallothionein. Ann. Review. Biochem. 1986; 913: 51-55.

16. Wimmer U, Wang Y, Georgiev O, Schaffner W. Two major branches of anti-cadmium defense in the mouse: MTF-1/metallothionein and glutathione. Nucleic Acids Res. 2005; 33: 5715–5727.

17. Koca S, Koca YB, Yildiz S, Gurcu B. Genotoxic and histopathological effects of water pollution on two fish species, *Barbus capito pectoralis* and *Chondrostoma nasus* in the Büyük Menderes River, Turkey. Biol Trace Elem Res. 2008; 122: 276–291.

18. Oliveira-Filho EC, Muniz DHF, Ferreira MFN. Cesar Koppe Grisolia evaluation of acute toxicity, cytotoxicity and genotoxicity of a nickel mining waste to *Oreochromis niloticus*. Bull Environ Contamin Toxicol. 2010; doi 10.1007/s00128-010-0118-6.

19. Mansouri B, Pourkhbbaz A, Babaei H, Farhangfar H. Experimental studies on concentration and depuration of cobalt in the selected organs of fresh water fish *Capoeta fusca*. World J Fish Mari Sci. 2011; 3:387-392.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

20. Karuppasamy R. Evaluation of Hg concentration in the tissue of fish *Channa punctatus* (Bloch.) in relation to short and long-term exposure to phenylmercuric acetate. J Plat Jubilee AU. 2004; 40 :197–204.
21.Wong CK, Wong PPK, Ch LM. Heavy metal concentrations in marine fishes collected from fish culture sites in Hong Kong. Arch Environ Contamin Toxicol. 2001; 40: 60–69.
22. Houserova P, Kuban V, Spurny P, Habarta P. Determination of total mercury and mercury species in fish and aquatic ecosystems of Moravian rivers. Veteri Med. 2006; 3: 101-110.
23. Subathra S, Karuppasam R. Bioaccumulation and depuration pattern of copper in different tissues of *Mystus vittatus*, related to various size groups. Arch Environ Contamin Toxicol. 2008; 54: 236–244.
۲۴- فاضلی م.ش، ابطحی ب، صباغ کاشانی آ. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافتهای ماهی کفال (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر، مجله علمی شیلات، ۱۳۸۴، چاپ ۱، صفحات: ۷۸-۶۵.
25- Vinodhini R, Narayana M. Effect of heavy metals on the level of vitamin E, total lipid and glycogen reserves in the liver of common carp (*Cyprinus carpio* L.). Mj Intr J Sci Technol. 2008; 2: 391-399.
26- Prabhu Dass Batvari B, Kamala-Kannan S, Shanthi K, Krishnamoorthy R , Jae Lee K, Jayaprakash M. Heavy metals in two fish species (*Carangoidel malabaricus* and *Belone stronglurus*) from Pulicat Lake, North of Chennai, Southeast Coast of India. Environ Monit Assess. 2008; 145: 167–175.
27- Sekar CK, Chary NS, Kamala TC, Raj DSS, Rao AS. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kolleru Lake by edible fish. Environ Inter. 2003; 29: 1001–1008.
۲۸- شهریاری ع. اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهی‌ها شوریده و سرخو خلیج فارس در سال ۱۳۸۲، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۱۳۸۴، چاپ ۲، صفحات: ۶۷-۶۵.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]

Bioaccumulation of Pb, Cd, Zn, and Cu in the muscle, gill, liver, and skin of common carp (*C. carpio*) and silver carp (*H.* molitrix) in Gheshlagh Dam in Sanandaj City

Borhan Mansouri[1,2], Farshid Majnoni[3], Afshin Maleki[4], Zahed Rezaei[5], Nemamali Azadi[6], Fardin Gharibi[7]

1. PhD Student, Kurdistan Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran; E-mail: borhanmansouri@yahoo.com; Mobile: 09305319717
2- Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
3- Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Birjand University, Birjand, Iran.
4- Associate Professor, Kurdistan Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
5- Department of Public Health, School of Health, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
6- Biostatistics and Epidemiology Department, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
7- MsPH Health Management, Deputy of Research and Technology, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.

ABSTRACT

Background: Contamination of aquatic ecosystems (e.g. lakes, rivers, streams, etc.) with metals has been receiving increased worldwide attention due to their harmful effects on human health and other organisms in the environment. Therefore, the aims of this study was investigation of Pb, Cd, Zn, and Cu bioaccumulation in the muscle, liver, gill, and skin of common carp (*C. carpio*) and silver carp (*H.* molitrix) in Gheshlagh Dam in Sanandaj City.

Materials and Methods: The study was cross- sectional. A total of 30 fish individuals belonging to of common carp and silver carp were analyzed for Cd, Pb, Cr, Cu, Ni, Zn, and Fe in the edible muscle, gill, liver, and skin organs, metal concentrations in the organs were given as µg g^{-1} wet weight. Metal concentrations were assayed using Shimadzu AA 6600 atomic absorption spectrophotometer. The data was analyzed using SPSS software (version 16; SPSS, Chicago, IL).

Results: The results of this study showed that the highest and lowest metal concentrations were in gill and skin respectively. Moreover, the results of one-way ANOVA in two species showed that the difference was significant in Cd, Pb and Zn in the liver; Zn in the gill; Pb, Cr, and Zn in the muscle; and Pb, Ni, and Zn in the muscle of both species ($p < 0.05$).

Conclusion: The results of this study showed that the metal concentrations (exception Pb in *H.* molitrix) in muscle of common carp (*C. carpio*) and silver carp was lower than FAO standard, that these two fish species are health.

Keywords: Pollution, Cd, Pb, Fish, Gheshlagh Dam

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-09]