مجله مهندسی بهداشت محیط، ویژه نامه ۱۳۹۸، سال ۷: ۱۴-۱

مقایسه تجمع برخی فلزات سنگین در اندام‌های مختلف کفال طلایی (*Liza auratus*) در سواحل نوشهر و ارزیابی خطر مصرف آن در سال ۱۳۹۵

عیسی سلگی*[۱]، حسین علی‌پور[۲]، فرشید مجنونی[۳]

[۱] دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
[۲] دانشجوی دکتری گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
[۳] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۲/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۸/۱۱

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی فلزات سنگین در محیط زیست با سرعت نگران کننده‌ای رو به رشد است و به یک مشکل مهم در سراسر جهان تبدیل شده است. هدف از این مطالعه تعیین توزیع غلظت فلزات انتخابی (کادمیوم، سرب، روی و مس) در کبد، آبشش، کلیه و عضله کفال طلایی در نوشهر در جنوب دریاچه خزر و نیز ارزیابی خطر مصرف مرتبط با آن بود.

مواد و روش‌ها: در مجموع ۴۲ نمونه به طور تصادفی از نوشهر در خرداد ۱۳۹۵ با استفاده از تور پره ساحلی جمع آوری و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند. تعیین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های ماهی با استفاده از دستگاه جذب اتمی به روش کوره گرافیتی انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تجمع فلزات در بافت کبد بالاتر از کلیه، آبشش و عضله برای همه فلزات بود و غلظت روی نسبت به کادمیوم، سرب و مس در تمام بافت‌های مورد مطالعه بالاتر بود. حداکثر غلظت سرب؛ ۲/۹۴، کادمیوم؛ ۱/۱۸، مس؛ ۱۵/۴۶ و روی؛ ۱۴۱/۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم در کبد مشاهده شد؛ درحالی‌که کمترین میزان فلزات سرب؛ ۱/۱۰، کادمیوم؛ ۰/۶۷، مس؛ ۹/۵۴ و روی؛ ۳۳/۸۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عضله کفال ماهی اندازه‌گیری شد. ارزیابی خطر سلامت انسان براساس جذب روزانه (Estimated daily intake) و پتانسیل خطر (Target hazard quotients) نشان داد که جذب فلزات با مصرف عضله ماهی منجر به خطر قابل ملاحظه‌ای برای انسان نمی‌شود.

نتیجه‌گیری: غلظت فلزات سنگین در عضله کفال طلایی کمتر از حداکثر حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی WHO بود. بااین‌حال، نتایج نشان داد که غلظت بالای برخی فلزات سنگین در کبد، آبشش و کلیه برای کفال طلایی هشداردهنده و در حال حاضر یک خطر قابل‌ملاحظه برای سلامت انسان است. بااین‌وجود، نیاز به بررسی‌های بیشتر در مطالعات آینده دارد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، کفال طلایی، دریاچه خزر

***نویسنده مسئول:** دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
ایمیل: e.solgi@yahoo.com - تلفن تماس: ۰۸۱۳۳۳۳۹۸۴۱

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

مقدمه

فلزات سنگین شامل هر دو عناصر ضروری و غیرضروری دارای اهمیت خاصی در سم‌شناسی بوم‌سازگان هستند و به خاطر اینکه ماندگاری بالایی داشته، قابلیت ایجاد سمیت در موجودات زنده را دارند [۱].

فلز روی (Zn) یک عنصر ضروری میکرو برای همه ارگانیسم‌های دریایی می‌باشد. به دلیل اینکه یک عنصر ضروری است، لذا بسیاری از حیوانات دریایی مقدار آن را در بافت بدن خود تنظیم نمایند. آلودگی روی در محیط زیست اغلب با سرب همراه است زیرا روی از عناصری است که همراه سرب در معادن یافت می شود به همین جهت از زمان بهره برداری سرب در طبیعت با رهاسازی روی همراه بوده است [۲].

مس (Cu) نیز همانند روی یکی از عناصر کمیاب و مورد نیاز برای موجودات زنده است که در ساختمان بسیاری از آنزیم‌ها حضور دارد. غلظت بیش از حد مجاز این عنصر می‌تواند دارای اثرات حاد و مزمن بر آبزیان بوده و سبب کاهش رشد گردد.

قرار گرفتن آبزیان در معرض غلظت بالای سرب (Pb) و یا طولانی مدت آن می‌تواند باعث کاهش عملکرد مناسب کلیه، افزایش فشار خون، جلوگیری از فعالیت‌ها، تغییر متابولیسم کلسیم، کند شدن هدایت عصبی و کاهش تولید مثل گردد [۲]. کادمیوم (Cd) عنصری غیر ضروری و به شدت سمی برای ماهی است که از طریق آبشش وارد بدن ماهیان شده و در اندام‌هایی چون کبد و کلیه تجمع پیدا می‌کند و سبب کاهش کلسیم و افزایش قند و منیزیم خون می‌شود [۳]. فلزات نمی‌توانند مانند آلوده‌کننده‌های آلی از طریق شیمیایی یا فرآیندهای زیستی در طبیعت تجزیه شوند [٤]. در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی انجام شده که پیش‌بینی می‌کند مواد آلوده-کننده مختلف مانند عناصر فلزی از نواحی صنعتی و شهری به سوی آب‌های ساحلی و دریاها منتقل گردیده که پایش زیستی می‌تواند روش مطلوب و رضایت‌مندی برای اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین و در دسترس بودن زیستی آن‌ها باشد [۵]. آلودگی اکوسیستم‌های آبی توسط فلزات سنگین یک مشکل جهانی است که بعد از انقلاب صنعتی مقدار این عناصر در اکوسیستم‌های آبی به مقدار زیادی افزایش یافته است.

ماهیان یکی از مهم‌ترین ارگانیسم‌های آبزی در زنجیره غذایی هستند که ممکن است مقدار بسیار زیادی از فلزات خاص در اندام آن‌ها تجمع یابد [٦]. تجمع فلزات سنگین در بافت ارگانیسم‌ها منجر به بیماری مزمن شده و باعث آسیب بالقوه به جمعیت می‌شود [۷]. مکانیسم عمل فلزات روی ماهی متفاوت است. بیشتر فلزات تمایل شدیدی به آمینواسیدها و گروه‌های سولفیدریل (SH) و پروتئین‌ها دارند و به این دلیل به‌عنوان سموم آنزیمی عمل می‌کنند [۸]. فلزات سنگین اثرات مختلفی مانند آسیب‌های بافتی، تغییرات مورفولوژیکی، کاهش رشد، کاهش توانایی شنا، تغییر فعالیت آنزیم‌ها، کاهش تولیدمثل، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ‌ومیر آبزیان را باعث می‌شوند[۹] که کاهش و یا از بین رفتن گونه‌ای خاص باعث تغییر و برهم خوردن توازن اکوسیستم‌های آبی خواهد شد.

از ماهی به‌عنوان یک شاخص تأثیر آلودگی فلزات در اکوسیستم‌های آبی استفاده می‌شود، چراکه در بالای زنجیره غذایی بوده و به‌عنوان یک منبع غذایی منعکس‌کننده تأثیرات بهداشتی برای انسان می‌باشد [۱۰]. ماهی علاوه بر منبع پروتئین جهت مصرف انسان، نقش مهمی در جریان انرژی، چرخش مواد غذایی و حفظ تعادل اجتماعات در اکوسیستم‌های آبی دارد [۱۱و۱۲]. ماهی‌ها یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین گروه‌های مهره‌داران در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند. ماهی در محل زیست خود توانایی گریز از این مضرات مخرب آلودگی را نداشته و سبب آلودگی زنجیره غذایی نیز می‌شود [۱۳و۱٤]. ازآنجایی‌که اکوسیستم‌های آبی نقش بسزایی در تأمین غذای انسان دارند، لذا بررسی وضعیت بهداشتی آن‌ها از اهمیت

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

ویژه‌ای برخوردار می‌باشد که بدین منظور ماهیان شاخص‌های زیستی مناسبی جهت سنجش میزان آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین در منابع آبی می‌باشند [۱۵]. مطالعه غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی در حال حاضر رایج است، اما در سال‌های اخیر، محاسبه فاکتور خطر برای جمعیت اهمیت زیادی پیدا کرده است، زیرا ر برخی موارد آلودگی بیش از محدودیت‌های قانونی تعیین‌شده توسط مقررات FAO/WHO برای مواد غذایی، همیشه نشان‌دهنده خطر برای سلامت انسان نیست [۱۶].

کفال طلایی *Liza auratus* جزء خانواده Muglidae است. چشم‌ها در ماهی کفال طلایی دارای یک لکه چربی تحلیل رفته است. رنگ پشت بدن این ماهی قهوه‌ای کمرنگ و شکمش به رنگ نقره‌ای سفید است. در طرفین بدن ۷-۶ نوار قهوه‌ای‌رنگ مشاهده می‌شود. حداکثر طول بدن این ماهی ۵۰ سانتیمتر می‌باشد [۱۷]. این ماهی یکی از با ارزشترین ذخایر ماهیان استخوانی حوزه جنوبی دریاچه خزر بوده به‌طوری که بعد از ماهی سفید بیشترین سهم صید ماهیان استخوانی را به خود اختصاص داده است [۱۸].

در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی در رابطه با تجمع غلظت فلزات سنگین در گونه‌های مختلف ماهی در جنوب دریاچه خزر انجام گرفته است. Sabagh Kashani و همکاران (۲۰۰۱) مطالعه‌ای جهت تعیین میزان عناصر سرب، نیکل و روی در بافت‌ها و اندام‌های مختلف (کبد، آبشش، کلیه، تخمدان و عضله) ماهی کفال در سواحل جنوبی دریاچه خزر (سواحل استان‌های گیلان، مازندران و گلستان) انجام دادند. نتایج ایشان نشان داد که بیشترین میزان سرب در کبد و سپس در آبشش، کلیه، تخمدان و کمترین میزان آن در عضله ماهی کفال و به همین ترتیب بیشترین میزان نیکل و روی در تخمدان و سپس در کبد، آبشش، کلیه و حداقل میزان در عضله تجمع پیدا نموده است [۱۹]. Alipour و همکاران (۲۰۱۳) غلظت چهار فلز سنگین سرب، کادمیوم، نیکل و کروم را در بافت‌های کبد، آبشش و عضله دو گونه ماهی (گاوماهی سرگنده و کُلمه) در تالاب بین‌المللی میانکاله موردبررسی قرار دادند [۲۰]. ابطحی و همکاران (۱۳۸۶) غلظت پنج فلز شامل: سرب، مس، کادمیوم، نیکل و وانادیوم را در بافت‌های ماهی ازون برون در سواحل جنوبی دریای خزر مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تجمع فلزات در بافت‌های کبد و آبشش از ترتیب مس < سرب <کادمیوم <نیکل <وانادیوم پیروی می‌کند [۲۱].

هدف از انجام این تحقیق تعیین میزان تجمع برخی فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، روی و مس) در بافت‌های کبد، آبشش، کلیه و عضله ماهی کفال طلایی در سواحل نوشهر در دریاچه خزر بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

دریاچه خزر بزرگ‌ترین اکوسیستم آبی بسته جهان است که همانند سایر منابع آبی تحت تأثیر عوامل زنده و غیرزنده و تغییرات آن‌ها قرار دارد. دریاچه خزر از جنوب به ایران، از شمال به روسیه، از غرب به روسیه و جمهوری آذربایجان و از شرق به جمهوری‌های ترکمنستان و قزاقستان محدود می‌شود. عمق این دریاچه در قسمت شمالی ۱۲-۱۰ متر، قسمت میانی تا ۷۰۰ متر و در قسمت جنوبی حدود ۱۰۰۰ متر می‌باشد. بر اساس جریان آب دریاچه خزر که معمولاً از خزر شمالی به خزر جنوبی جریان دارد، مقداری از آلودگی‌های حوضه شمالی به حوضه جنوبی هدایت می‌گردد [۲۲و۲۳].

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌های کفال طلایی (۴۳ قطعه، ۳۰ ماده و ۱۳ نر) در خرداد ۱۳۹۵ از سواحل نوشهر (شکل ۱) به روش تصادفی با میانگین وزنی ۶۹۰/۰۹ گرم و طول ۳۶/۲۶ سانتی‌متر و با استفاده از تور پره ساحلی صید شدند.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

شکل ۱: تصویر ساحل نوشهر در جنوب دریاچه خزر

ماهیان در آزمایشگاه توسط ترازوی دیجیتال وزن شدند. سپس توسط متر (با دقت ۱ میلی‌متر) طول کل اندازه‌گیری شد. ماهیان موردمطالعه در آزمایشگاه توسط آب مقطر شستشو داده شد تا ناخالصی‌ها موجود روی اندام‌ها، زدوده شود. سپس ماهیان روی سینی تشریح قرار داده‌شده و با استفاده از ابزار تشریح استریل شده بافت‌های کبد، کلیه، آبشش و عضله ماهیان جدا گردیدند. برای هضم شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم، یک گرم از بافت‌های عضله و آبشش و ۰/۵ گرم از بافت‌های کبد و کلیه را به‌طور جداگانه وزن کرده و درون ارلن‌مایر قرار داده شد، سپس ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ٦۵٪ به آن اضافه کرده و نمونه‌ها به مدت یک شب در جای مناسبی قرار داده شدند تا به آهستگی هضم شوند. بعدازآن ۲/۵ میلی‌لیتر اسید پرکلریک ۷۲٪ به نمونه‌ها اضافه نموده و آن‌ها را بر روی حمام شن با دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٦ ساعت قرار داده تا محلول شفاف و نمونه‌ها کاملاً هضم گردد [۲۴]. پس از هضم، نمونه‌ها در هوای محیط قرار داده شدند تا سرد شوند [۲۰و۲۵] بعد از سرد شدن، محلول با استفاده از آب دو بار تقطیر در بطری‌های پلی‌اتیلنی ۵۰ میلی‌لیتری به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس نمونه‌ها با استفاده از فیلتر نیتروسلولزی ۰/٤۵ میکرومتر فیلتر شدند. برای اندازه‌گیری میزان فلزات سرب، کادمیوم، روی و مس در تمامی نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی مدل (Varian 220) ساخت کشور استرالیا به روش کوره گرافیتی استفاده شد. حد تشخیص برای فلزات سرب، کادمیوم، روی و مس به ترتیب ۰/۲، ۰/۰۱، ۰/۷۵ و ۰/۳ میکروگرم بر کیلوگرم و میانگین ریکاوری به ترتیب ۹۷/٦، ۹۸/۵، ۹۵ و ۹۸/٦ درصد بود. غلظت این فلزات در بافت‌های ماهیان موردمطالعه برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر ارائه شده‌اند.

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

ابتدا تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال، توسط آزمون کلموگروف- اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفتند. برای بررسی وجود تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین در

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

بافت‌های مختلف از تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده گردید. همچنین از آزمون تعقیبی توکی به‌منظور مقایسه میانگین‌های فلزات در بافت‌های ماهیان مختلف استفاده شد. همچنین برای بررسی همبستگی‌ها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ٢٤) صورت گرفت.

برآورد سیبل خطر (Target Hazard Quotient) و جذب روزانه

جهت محاسبه THQ از رابطه (١) استفاده شد [١٨].

(١)

$$\text{Target hazard quotient } (THQ) = \frac{EF \times ED \times FIR \times C}{RfD \times WAB \times ATn} \times 10^{-3}$$

و برای محاسبه جذب روزانه از رابطه (٢) استفاده گردید:

(٢)

$$\text{Daily intake } (mgkg^{-1}day^{-1}) = \frac{EF \times ED \times FIR \times C}{WAB \times ATn}$$

EF= بسامد در معرض قرار گرفتن (٣٥٠ روز در سال)، ED= مدت‌زمان در معرض قرار گرفتن (٧٠ ساله برای بزرگ‌سالان)، FIR = میزان مصرف ماهی (کیلوگرم، برای هر فرد در روز، ٠/٠٢ کیلوگرم فرد/روز)، C= غلظت فلز در عضله (میکروگرم بر کیلوگرم)، RfD= دُز مرجع، WAB= متوسط وزن (کیلوگرم) (٧٠ کیلوگرم برای بزرگ‌سالان)، ATn= متوسط زمان در معرض قرار گرفتن ماده غیر سرطان‌زا (٣٦٥ روز در سال × ED).

نتایج

تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال، توسط آزمون کلموگروف-اسمیرنوف نشان داد که داده‌ها دارای توزیع نرمال بود. میانگین نتایج آنالیز آماری حاصل از زیست‌سنجی ماهی کفال طلایی در جدول (١) آورده شده است. میانگین وزن و طول کل ماهیان صیدشده به ترتیب ٦٩٠/٠٩ گرم و ٣٦/٢٦ سانتی‌متر ثبت شد. میانگین غلظت کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت‌های کبد، آبشش، کلیه و عضله کفال طلایی در شکل ٢ نشان داده‌شده است. بیشترین میانگین غلظت کادمیوم، سرب، مس و روی در کبد به ترتیب با میانگین ١/١٨، ٢/٩٤، ١٥/٤٦ و ١٤١/٥٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین میانگین در عضله کفال طلایی به ترتیب با میانگین ٠/٦٧، ١/١٠، ٩/٥٤ و ٣٣/٨٥ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده شد. روند افزایش کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت‌های کفال طلایی به‌صورت زیر بود: کبد> آبشش > کلیه> عضله. همچنین روند افزایش میانگین غلظت فلزات در بافت‌های کفال طلایی به ترتیب: روی>مس>سرب>کادمیوم بود.

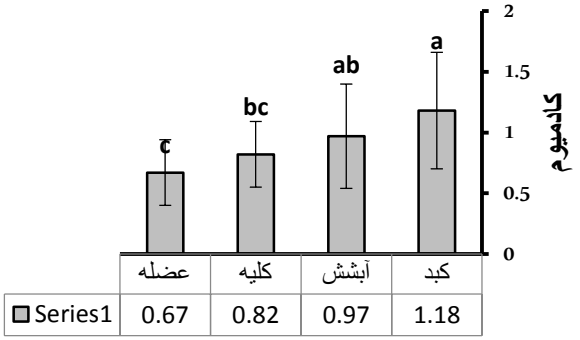
بررسی تجزیه واریانس (ANOVA) مقادیر کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت‌های مختلف نشان داد که بین بافت‌های کفال طلایی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (p=٠/٠٠١). بر اساس مقایسه‌ی داخل گروه‌ها با آماره توکی، در فلز کادمیوم بین کبد با کلیه و عضله و همچنین بین آبشش و عضله تفاوت معنی‌داری بود (p<٠/٠٠١). همچنین در فلز مس، بین کبد با کلیه و عضله (p<٠/٠٠١) و همچنین آبشش با عضله (p<٠/٠٥). تفاوت معنی‌دار بود و در فلز سرب و روی بین همه بافت‌ها تفاوت معنی‌دار بود (p<٠/٠٠١). بر اساس همبستگی پیرسون، در فلز کادمیوم فقط بین آبشش با کلیه (P<٠/٠٥) همبستگی معنی‌داری مشاهده شد و در سایر فلزات (سرب، مس و روی) بین همه بافت‌ها همبستگی معنی‌داری مشاهده شد (p<٠/٠٠١). (جدول ٢).

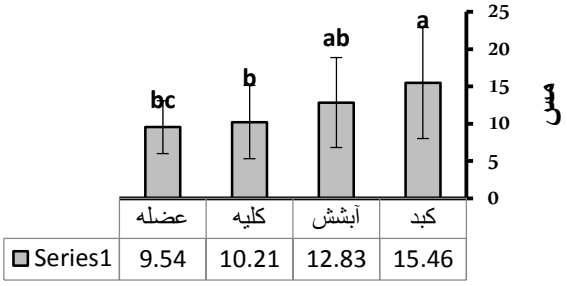
جدول ١: میانگین و انحراف معیار وزن و طول کل ماهی کفال طلایی در جنوب دریاچه خزر

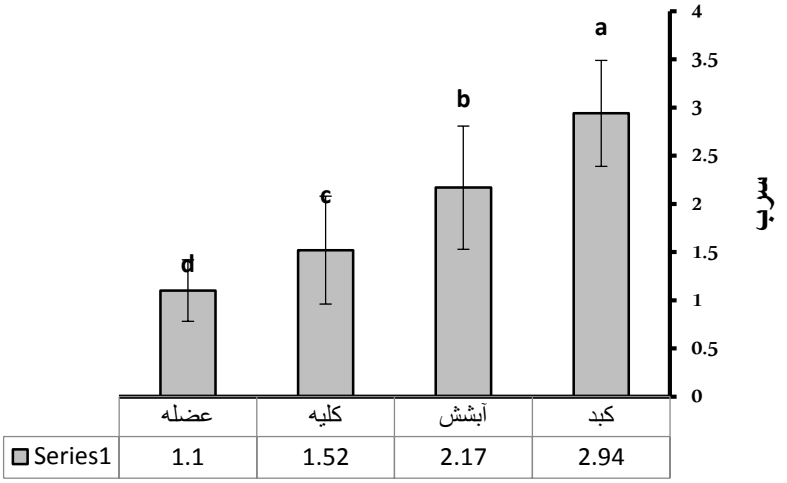
متغیرها	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حد بالا	حد پایین
وزن	٤٣	٦٩٠/٠٩	٢٠٢	٩٧٠	١٧٦
طول کل	٤٣	٣٦/٢٦	٦/٥٦	٤٧/٥	٢١/٤٠

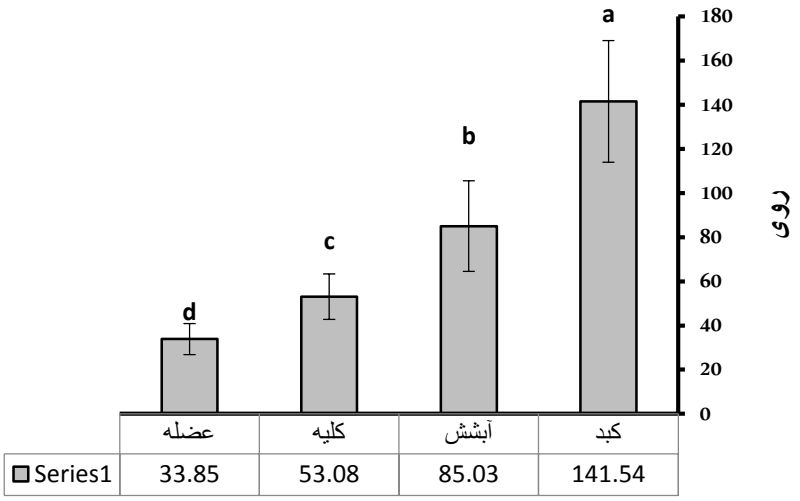
[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]









a,b,c اختلاف معنی‌داری بین بافت‌ها برای هر فلز.

شکل ۲: میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات کادمیوم، مس، سرب و روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر) در بافت‌های ماهی کفال طلایی در سواحل نوشهر

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

جدول ۲: همبستگی پیرسون بین بافت‌های مختلف ماهی کفال طلایی در جنوب دریاچه خزر

فلز	کادمیوم				سرب				روی				مس			
	کبد	آبشش	کلیه	عضله	کبد	آبشش	کلیه	عضله	کبد	آبشش	کلیه	عضله	کبد	آبشش	کلیه	عضله
کبد	۱	۰/۲۶۲	۰/۲۶۸	۰/۱۹۲	۱	۰/۶۳۹***	۰/۴۹۲**	۰/۴۹۳**	۱	۰/۸۸۵**	۰/۹۶۶**	۰/۹۸۱**	۱	۰/۹۹۳**	۰/۹۸۲**	۰/۷۵۱**
آبشش		۱	۰/۳۱۰*	۰/۲۴۹		۱	۰/۷۸۰**	۰/۶۷۷**		۱	۰/۸۵۳**	۰/۸۵۹**		۱	۰/۹۹۱**	۰/۷۴۰**
کلیه			۱	۰/۰۱۸			۱	۰/۷۵۸**			۱	۰/۹۵۶**			۱	۰/۷۱۹**
عضله				۱				۱				۱				۱

**معنی‌داری در سطح ۱٪ * معنی‌داری در سطح ۵٪

میزان جذب روزانه و هفتگی برای عضله کفال طلایی محاسبه شد (جدول ۳). فلزات روی و کادمیوم در عضله کفال طلایی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان جذب روزانه و هفتگی را به خود اختصاص دادند. الگوی روند افزایش جذب روزانه و هفتگی در عضله کفال طلایی به ترتیب زیر بود: روی>مس>سرب>کادمیوم.

USEPA (۲۰۱۶) مقادیر RfD جهت محاسبه THQ را ارائه داده است [۲۶] که میزان آن برای کادمیوم، روی، مس و سرب برای عضله کفال طلایی در جدول (٤) آورده شده است. در کفال طلایی بیشترین میزان THQ مربوط به کادمیوم با میانگین ۰/۰۰۰۱۸۹ و کمترین آن مربوط به روی با میانگین $۳/۱۸\times۱۰^{-۵}$ مشاهده شد. روند الگوی افزایش مقادیر THQ فلزات در عضله کفال طلایی به ترتیب زیر مشاهده شد: کادمیوم>سرب>مس>روی.

جدول ۳: برآورد جذب روزانه و هفتگی در عضله ماهی کفال طلایی در جنوب دریاچه خزر

	کادمیوم	روی	مس	سرب
PTWI	۰/۰۰۷	۷	۳/۵	۰/۰۲۵
PTWI (70kg body weight)	۰/٤۹	٤۹۰	۲٤۵	۱/۷۵
PTDI (70kg body weight)	۰/۰۷	۷۰	۳۵	۰/۲۵
EWI (70kg body weight)	۰/۰۰۱۳۲۳	۰/۰٦٦۷۷۳	۰/۰۱۸۸۱٦	۰/۰۰۲۱۷
EDI (70kg body weight)	۰/۰۰۰۱۸۹	۰/۰۰۹۵۳۹	۰/۰۰۲٦۸۸	۰/۰۰۰۳۱

*برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

جدول ٤: برآورد پتانسیل خطر در عضله ماهی کپور معمولی در جنوب دریاچه خزر

فلز	RfD (mg/kg)	THQ
کادمیوم	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱۸۹
روی	۰/۳	$۳/۱۸\times۱۰^{-۵}$
مس	۰/۰٤	$٦/۷۲\times۱۰^{-۵}$
سرب	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱۵۵

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

بحث و نتیجه‌گیری

ماهیان به عنصر روی به‌عنوان یک عنصر مغذی نیازمند می‌باشند که می‌توانند از طریق آب و غذا بدست آورند. این عنصر تمایل به تشکیل باندهای دو ظرفیتی با مواد پروتئینی بدن دارد که برای فرایندهای فیزیولوژیک نظیر رشد و تقسیم سلولی، بهبود زخم‌ها، سیستم دفاعی و تولیدمثل، عملکرد سیستم چشایی و بینایی ضروری می‌باشد [۲۷]. بر اساس مطالعات Sorensen (۱۹۹۱) فلز روی در بدن مهره‌داران تحت شرایط طبیعی به میزان فراوان یافت می‌شود [۲۸]. از سوی دیگر Widianarko و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که این عنصر به‌عنوان ماده ضروری بیولوژی شناخته‌شده و تنظیم‌کننده هموستاتیک بدن می‌باشد [۲۹].

در مطالعه حاضر، غلظت فلز روی در کبد ماهی کفال طلایی نسبت به آبشش، کلیه و عضله بین ۱/٦ تا ٤ برابر متغیر بوده است. مطالعه Fazeli و همکاران (۲۰۰۵) در سواحل مازندران نشان داد که غلظت فلز روی در بافت کبد ماهی کفال طلایی نسبت به آبشش، کلیه و عضله بیشتر بود [۳۰]. در مطالعه مذکور غلظت فلز روی در کبد تقریباً بین ۲ تا ۸ برابر نسبت به آبشش، کلیه و عضله ماهی کفال طلایی بود. میانگین غلظت فلز روی در کبد و کلیه ماهی کفال طلایی مطالعه Fazeli و همکاران (۲۰۰۵) نسبت به غلظت فلز روی در کبد و کلیه ماهی کفال طلایی در مطالعه حاضر بیشتر بود [۳۰]، اما میانگین غلظت فلز روی در آبشش و عضله ماهی کفال طلایی نسبت به میانگین غلظت فلز روی در آبشش و عضله کفال طلایی مطالعه حاضر کمتر بود. Alipour و همکاران (۲۰۱٦) غلظت فلز روی را در بافت‌های کبد، آبشش و عضله ماهی کُلمه و گاوماهی سرگنده در تالاب میانکاله مورد بررسی قرار دادند. میانگین غلظت فلز روی در بافت‌های کبد، آبشش و عضله به ترتیب ۱۰/۱، ۹/۵ و ۷/۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای ماهی کُلمه و ۱۸/۱۱، ۱٤/۲۸ و ۱۰/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای گاوماهی سرگنده ثبت‌شده بود. نتایج بدست آمده در مطالعه ایشان در مقایسه با مطالعه حاضر نشان داد که میانگین غلظت فلز روی در بافت‌های کبد، آبشش و عضله بسیار کمتر بود [۳۱].

مس یک عنصر ضروری برای حیوانات است. معمولاً مس اضافی در کبد ذخیره می‌شود. به‌رغم حضور تعدادی از سیستم‌های دفع مسمومیت و ذخیره‌سازی برای مس، پس از جیوه و نقره به دلیل کاربرد فراوان آن در رنگ‌های ضد لکه، برای طیف وسیعی از موجودات دریایی سمی‌ترین فلز محسوب می‌شود [۳۲]. اگرچه در بعضی مواقع غلظت مس در موجودات پایین زنجیره غذایی مشاهده شده است و لیکن مطالعات تکمیلی نشان داده است که مس توانایی بزرگ‌نمایی زیستی ندارد. به‌عبارت‌دیگر میزان غلظت مس در ماهیان از غلظت آن در بی‌مهرگانی که توسط ماهیان مصرف می‌شوند بیشتر نمی‌باشد [۳۳].

در این مطالعه، میانگین غلظت مس در کبد ماهی کفال طلایی در مقایسه با بافت‌های آبشش، کلیه و عضله بیشتر بود. طی مطالعه‌ای، فرهادی امیری و همکاران (۲۰۱۳) میانگین غلظت فلز مس را در بافت‌های کبد، آبشش و عضله ماهی کیجار بزرگ در بندر هندیجان بررسی کردند. میانگین غلظت مس در بافت‌های مذکور به ترتیب ۱۹، ۲/۸ و ۰/۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک بیان شد. نتایج ایشان اختلاف معنی‌داری را بین بافت‌ها نشان داد ($P<0/05$) [۳٤]. Mansouri و همکاران (۲۰۱٤) میانگین غلظت مس را در بافت‌های کبد، آبشش و عضله ماهی کپور معمولی و کپور نقره‌ای در سد قشلاق شهر سنندج مورد بررسی دادند. میانگین غلظت مس در بافت‌های مذکور به ترتیب ۱۲/۵، ۱٦/۱ و ۹/۸ میکروگرم بر گرم وزن تَر برای کپور معمولی و ۱۷/٤، ۱۹/۵ و ۱۲ میکروگرم بر گرم وزن تَر برای ماهی کپور نقره‌ای بیان شد. در مطالعه ایشان غلظت مس در بافت آبشش نسبت به بافت‌های کبد و عضله در هر دو گونه ماهی بیشتر بود [۳۵].

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

سرب هیچ‌گونه عملکرد مثبتی در بدن ندارد. سرب معمولاً در آبزیان کمتر تجمع می‌یابد ولی میزان ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند تأثیر منفی روی آبزیان داشته باشد [۳۶]. سمیت سرب برای ماهی و سایر موجودات آبزی تحت تأثیر کیفیت آب بوده و به قابلیت انحلال ترکیبات سرب و به غلظت‌های کلسیم و منیزیم در آب بستگی دارد نیمه‌عمر فلز سرب در خون ۳۶ روز، در بافت نرم ۴۰ روز و در استخوان حدود ۲۷ سال بیان‌شده است [۳۷].

در این مطالعه، میانگین غلظت سرب در کبد ماهی کفال طلایی در مقایسه با بافت‌های آبشش، کلیه و عضله بیشتر بود. در تحقیقی Fazeli و همکاران (۲۰۰۵) میانگین غلظت سرب را در بافت‌های کبد، آبشش، کلیه و عضله ماهی کفال طلایی در دریاچه خزر اندازه‌گیری کردند. میانگین غلظت سرب در بافت‌های مورداشاره به ترتیب ۱۶/۵، ۱۴، ۲/۸ و ۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک بیان شد. در مطالعه ایشان غلظت فلز سرب در بافت کبد ماهی کفال طلایی نسبت به آبشش، کلیه و عضله بیشتر بود [۲۲].

کادمیوم عنصری غیرضروری و به‌شدت سمی برای ماهی است. کادمیوم یونی محلول، معمولاً از طریق آبشش‌ها در بدن تجمع می‌یابد. کادمیوم گرفته‌شده از آب در آبشش‌ها و کلیه تجمع می‌یابد، درصورتی‌که کادمیوم موجود در منابع غذایی در کلیه، کبد و روده تجمع می‌یابد [۳۳]. کادمیوم در آب‌ها به‌طورمعمول همراه با فلز روی وجود دارد، ولی غلظت آن خیلی کمتر از روی است. کادمیوم موجود در آب‌های سطحی ممکن است محلول یا نامحلول باشد و اشکال محلول، یون‌های ساده و ترکیبات آلی و غیر آلی مختلف با درجات متفاوتی برای ماهی سمی هستند [۳۸].

در این مطالعه، میانگین غلظت کادمیوم در کبد ماهی کفال طلایی در مقایسه با بافت‌های آبشش، کلیه و عضله بیشتر بود. پژوهشی توسط Lakzaei و همکاران (۲۰۱۵) تحقیقی به‌منظور تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، روی و مس در بافت‌های کبد و عضله ماهی کفال طلائی سواحل جنوبی دریای خزر در دو منطقه (کیاشهر و تالش) انجام دادند. میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، روی و مس در بافت عضله ماهی کفال به ترتیب ۰/۰۶۳±۱/۴۴۱، ۰/۰۲۴±۰/۱۰۹، ۶/۵۱ ±۳۱/۰۸ و ۰/۷۴۸±۲/۵۲۴ و در بافت کبد ۰/۱۲۴± ۱/۹۵۳، ۰/۰۱۵± ۰/۱۹۶، ۴/۲۴±۳۳/۰۲۱ و ۱/۰۳۹± ۴/۲۸۸ ppm وزن خشک بود. غلظت سرب و کادمیوم در ماهیان منطقه کیاشهر بیشتر از منطقه تالش و غلظت روی و مس در ماهیان منطقه تالش بیشتر بود. تجمع فلزات سنگین در هر دو منطقه در بافت کبد نسبت به بافت عضلانی دارای مقادیر بیشتری بود [۳۹].

کبد ماهی نسبت به آلاینده‌های محیط زیست حساس است، زیرا بسیاری از آلاینده‌ها تمایل به تجمع در کبد دارند [۴۰]. کبد نقش مهمی در ذخیره آلاینده‌ها، توزیع مجدد، سم‌زدایی و عمل به‌عنوان محل فعال اثرات پاتولوژیکی ناشی از آلاینده‌ها ایفا می‌کند. در کل، بالا بودن میزان فلزات در کبد می‌تواند به دلیل تمایل بالای فلزات به واکنش با کربوکسیلات اکسیژن، گروه آمینو، نیتروژن یا سولفور موجود در متالوتیونین بافت کبد باشد [۴۱]. نتایج مطالعه Mansouri و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تجمع زیستی در یک دوره ۱۵ روزه کبالت توسط بافت‌های کبد، آبشش، ماهیچه و پوست سیاه ماهی نشان داد که بافت کبد و پوست به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تجمع زیستی را در کبالت داشتند. همچنین مشخص شد که بافت کبد اندام هدف برای فلز کبالت بوده است [۴۲].

کلیه در ماهیان یک عضو مهم و چندکاره است که اعمال دفعی و تنظیم فشار اسمزی را انجام داده و دارای نقش خون‌ساز و فاگوسیتیک نیز می‌باشد [۴۲]. نقش اصلی کلیه در ماهیان دریایی دفع یون‌های چند ظرفیتی است که موجودات دوباره آن‌ها را از طریق انتشار روده‌ای جذب می‌کنند [۴۳]. حساسیت زیاد بافت کلیه نسبت به تأثیرات نامطلوب فلزات سنگین کاملاً مورد تأیید قرارگرفته و مشخص گردیده است

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

که کلیه به دلیل ماهیت نفوذپذیری و ترشحی خود جزء اندام هدف برای جذب و تجمع فلزات می‌باشد. Pourkhabbaz و همکاران (۲۰۱۵) مطالعه‌ای جهت بررسی جذب فلز روی به‌وسیله سیاه ماهی در مدت ۲۱ روز در آزمایشگاه انجام دادند. بعد از ۲۱ روز دریافت فلز روی، الگوی جذب فلز روی در اندام‌های سیاه ماهی چنین بود: کلیه>کبد>آبشش>عضله. نتایج مطالعه نشان داد که بیشترین تجمع فلز روی برای غلظت‌های زیر کشندگی در کلیه بوده است [۴۴].

بافت آبشش نقش مهمی در تنظیم یون، تبادل گازی، تعادل اسید، حذف و دفع مواد نیتروژنی بازی می‌کند؛ که این بر نقش کلیدی آبشش در رابطه با محیط آبی دلالت دارد. تجمع مشاهده‌شده فلزات شاید تا حد زیادی ناشی از جذب فلزات سنگین روی سطح آبشش باشد و جذب به پروتئین‌هایی که با فلزات پیوند دارند، وابسته است [۴۵]. همچنین کمپلکس فلزات سنگین با سطح مخاط آبشش و عدم حذف آن در بین لاملا (Lamellae)، از عوامل مؤثر بر میزان کلی تجمع فلزات در بافت آبشش می‌باشد. ازاین‌رو غلظت بالایی از فلزات در این بافت‌ها حیات ماهی را با تهدید مواجه خواهد کرد [۴۰]. تجمع فلزات در بافت آبشش کفال طلایی، نسبت به کلیه و کبد کمتر بود که مقدار کم فلزات در آبشش‌ها شاید به دلیل دفع سریع فلزات و کاهش بار اضافه فلزات در بدن باشد و به همین دلیل فلزات نمی‌توانند برای مدت طولانی در بافت آبشش تجمع یابند. نتایج مطالعه Pourkhabbaz و Mohseni (۲۰۱۳) میزان تجمع زیستی مس را در دوره ۲۱ روزه توسط بافت‌های آبشش، عضله و پوست سیاه ماهی نشان داد که بافت آبشش و پوست به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تجمع زیستی مس را داشتند. همچنین نتایج ایشان نشان داد که بافت آبشش، یک اندام هدف برای جذب عنصر مس بود [۴۶].

پایین بودن میزان تجمع در بافت‌هایی همچون عضله نیز بیشتر به دلیل پایین بودن فعالیت‌های متابولیکی آنان می‌باشد، زیرا فلزات بیشتر بر اساس میزان فعالیت‌های متابولیکی اندام‌های هدف خود را برای تجمع انتخاب می‌کنند [۴۷]. مقادیر کم فلزات در عضله شاید به علت نتیجه غنای پروتئین‌های انقباضی باشد که دارای میل ترکیبی بالایی با کلسیم دارند، بنابراین میل ترکیبی کمی برای جذب فلزات سنگین با توجه به قوانین عمومی شیمی آلی دارند [۲۰]. سنجش غلظت فلزات در عضله خوراکی ماهی بسیار مهم است، زیرا توده بزرگی از ماهی را تشکیل می‌دهد که مصرف می‌شود. بسیاری از مطالعات روی سنجش غلظت فلزات سنگین در عضله گونه‌های مختلف ماهی نشان می‌دهد که عضله، بافت فعالی در جذب فلزات سنگین نیست. درواقع میزان تجمع خالص فلز در بافت ناشی از تفاوت بین میزان جذب و میزان دفع (مکانیسم‌های تنظیمی) آن می‌باشد [۴۸].

استاندارد WHO (۱۹۸۹) میزان غلظت فلزات روی، مس، کادمیوم و سرب را به ترتیب ۱۰۰، ۳۰، ۱ و ۲ میلی‌گرم بر گرم بیان کرده است [۴۹]. مقایسه غلظت فلزات روی، مس، کادمیوم و سرب در عضله ماهی کفال طلایی با استاندارد WHO نشان داد که میزان غلظت این فلزات در عضله کفال طلایی پایین‌تر از حد استاندارد بوده است. البته غلظت بالای مقدار برخی از فلزات سنگین در کبد، آبشش و کلیه برای کفال طلایی هشداردهنده و در حال حاضر یک خطر قابل‌ملاحظه برای سلامت انسان است.

کمیته‌ای مشترک از سازمان خواربار جهانی و سازمان بهداشت جهانی PTWI را تعیین می‌کنند [۵۰]. PTWI محاسبه‌شده به‌وسیله JECFA و همچنین کفال طلایی در مطالعه حاضر برای فرد ۷۰ کیلوگرمی برای فلزات کادمیوم، روی، مس و سرب در جدول (۳) نشان داده شده است. تحقیق حاضر نشان داد، میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات کادمیوم، روی، مس و سرب در این مطالعه برای کفال طلایی از میزان تعیین‌شده به‌وسیله PTWI و PTDI کمتر بود.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

Alipour و Banagar (۲۰۱۸) مطالعـــه‌ای روی فلـــزات سرب، کروم و آهن بر روی عضله کفال ماهی، کپور معمـولی، سوف، پوزانک خزری و کفال پوزه‌باریک در خلیج گرگـان در جنوب دریاچه خزر انجام دادند. مطالعه ایشـان نشـان داد کـه برآورد مصرف روزانه فلزات انتخـاب‌شـده از طریـق مصـرف ماهی، کمتر از مصرف جذب روزانه قابل‌قبول موقت (PTDI) مقـادیر بیـان‌شـده توسـط FAO/WHO بودنـد [۵۱]. سـلگی و اسفندی سرافراز (۲۰۱۵) پتانسیل خطر سلامتی انسان را ناشی از مصرف ماهی کفـال طلایـی در سـواحل بنـدر انزلـی بـرای فلزات سرب و کادمیوم را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد، مصرف جذب هفتگی قابل‌قبول موقت بدست آمـده از مقادیر تعیین‌شده به‌وسیله FAO/WHO کمتر است [۵۲].

سازمان حفاظت محیط زیست ایالات‌متحده، شاخص خطر یکپارچه (THQ) برای مقایسه مقدار مصرف یک آلاینده که با دوز مرجع (RfD)، استاندارد شده است را معرفی کـرده اسـت که در ارزیابی خطر فلزات در مواد غذایی آلـوده مورداسـتفاده قرار می‌گیرد. اگر مقدار THQ زیر ۱ باشد، این بدان معناسـت که جمعیت در معرض قرارگرفته، بعید است اثـرات نـامطلوب آشکار را تجربه کند، درحالی‌که THQ بالای ۱ بـدان معناسـت اسـت کـه بـا احتمـال افـزایش مقـادیر بـالاتر، اتفـاق اثـرات غیرسرطان‌زا وجود دارد. در مطالعه حاضر میـزان THQ بـرای فلزات کادمیوم، روی، مس و سرب پایین‌تر از ۱ بود که نشـان می‌دهـد جـذب ایـن فلـز بـه‌وسـیله مصـرف مـاهی خطـری مصرف‌کنندگان را تهدید نمی‌کند.

سالمی و سیاحی (۲۰۱۸) غلظت فلـزات کـادمیوم، نیکـل، سرب، کروم و روی را در ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در بندر ماهشهر اندازه‌گیری کردند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهـد کـه میزان THQ فلز کروم و نیکل کمتر از ۱ است، اما در مورد فلز کادمیوم، روی و سرب بالاتر از ۱ بود [۵۳]. در مطالعـه‌ای دیگـر Taweel و همکاران (2013) غلظت فلزات مس، روی، سرب، نیکل و کـادمیوم را در عضـله مـاهی تیلاپیـا (*Oreochromis niloticus*) مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد کـه مقادیر THQ برای فلزات کمتر از ۱ بود کـه بـا نتـایج مطالعـه حاضر مطابقت دارد [۵۴].

اهمیت محصولات و فرآورده‌های دریایی، به‌ویـژه ماهیـان در رژیم غذایی انسان روزبه‌روز بـارزتر مـی‌شـود. بـه‌مـوازات افزایش مصرف این منابع، اطمینـان از سـلامت و بهداشـت آن نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. معضل آلودگی منابع آبی به فلزات سنگین، ضروری بودن سنجش فلـزات در ماهیـان را که در چرخه غذایی به اکوسیستم انسـانی مـی‌رسـد را اثبـات می‌کند. هرچند نتایج مطالعه حاضر نشان داد، میانگین غلظـت فلـزات در عضـله کفـال طلایـی دارای خطـر پـایینی بـرای مصرف‌کنندگان دارد، اما بررسی سایر بافت‌ها نشان می‌دهد در برخی مـوارد مقـدار غلظـت فلـزات بـالاتر از حـد اسـتاندارد می‌باشد.

References

1. Ebrahimpour M, Mushrifah I. Heavy metal concentrations in water and sediments in Tasik Chini, a freshwater lake, Malaysia. Environ Monit Assess 2008; 141: 297–307.
2. Ebrahimpour M. An Introduction to Sea Pollution. Novin Andishe. 2011; 232 pp. [in Persian].
3. Heath A.G. Water pollution and fish pHysiology. CRC.Press. Boston, USA. 1987; 245 p.
4. Dabiri, M. Environmental Pollution, Ettehad Publishing. 2003; 399 pp. [in Persian].
5. Barbieri E. Garcia C.A.B. Passos E.D.A. et al. Heavy metal concentration in tissues of Puffinus gravis sampled on the Brazilian coast. Revista Brasileira de Ornitologia 2006; 15: 69-72.
6. Zauke G, Savinov V, Ritterhoff, J et al. Heavy metals in fish from Barent Sea (summer 1994). Sci Tot Environ 1999; 227: 161-73.
7. Barlas N. A pilot study of heavy metal concentration in various environments and fishes in the upper Sakaryia river basin, Turkey. Environ Toxicol 1999; 14: 367-373.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

8. Mormede S, Davies I.M. Heavy metal concentrations in commercial deep-sea fish from Rockall trougll. Contin She Res 2001; 21: 899-916.

9. Yilmaz f. The comparison of heavy metal concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn) in tissues of three economically important fish (*Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* and *Oreochromis niloticus*) inhabiting Köycegiz Lake-Mugla (Turkey). Turk J Sci Tech 2009; 4: 7-15.

10. Agha H, Leermakers M. Elskens, M, et al. Accumulation of trace metals in muscle and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf. Environ Monit Assess 2009; 157: 499-514.

11. Sekhar K.C, Chary N.S, Kamala, C.T, et al. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kolleru Lake by edible fish. Environ Inter 2003; 29: 1001-1008.

12. Raja P, Veerasingam S, Suresh G, et al. Heavy metals concentration in four commercially valuable marine edible fish species from Parangipettai Coast, South East Coast of India. Intern J Anim Vet Adv 2009; 1(1): 10-14.

13. Youn-Joo A. Total, dissolved, and bio-available metals at Lake Texoma marinas, Environ Pollut 2003; 122: 253-259.

14. Vinodhini R, Narayanan M. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio* (Common carp). Inter J Environ Sci Tech 2008; 5: 179-182.

15. Rashed M.N. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. Environ Inter 2001; 27: 27-33.

16. Copat C, Bella F, Castaing M, et al. Heavy metals concentrations in fish from Sicily (Mediterranean Sea) and evaluation of possible health risks to consumers. Environ Contam Tox 2012; 88(1):78-83.

17. Vosoughi G, Mostajir B. Freshwater Fishes. Tehran University press, Iran. 2003; 317 pp. [in Persian].

18. Daryanabard G.H.R, Shabani A, Kaymaram F, et al. Reproduction and maturity of Golden grey mullet in Iranian water of the caspian Sea. J Agri Sci Nat Re 2009; 16 (2): 117-13. [in Persian].

19. Sabagh Kashani A, Sharif Fazeli M, Abtahi B. Determiatio of heavy metals contents in the liver, kidney, gill, ovary and muscle in the coastal zone of south Caspian Sea. Masters of Science thesis. Tarbiat Modares University, 2001; 101 pp. [in Persian].

20. Alipour H, Pourkhabbaz A, Hassanpour M. Assessing of heavy metal concentrations in the tissues of *Rutilus rutilus caspicus* and *Neogobius gorlap* from Miankaleh international wetland. B Environ Contam Tox 2013; 91(5): 517-521.

21. Abtahi B., Ghodrati Shojaii M., Esmaili Sari A, et al. Concentration of some heavy metals in tissues of Stellate Sturgeon (Acipenser stellatus) in the South Caspian Sea. EnvironSci 2007; 4: 77-84. [in Persian].

22. Altufev Y. In Proceeding of a workshop held on 9 – 10 October 1995 in bonn. Germany. Morphofunctional abnormalities in the organs and tissues of the Caspian Sea sturgeons caused by ecological changes. Caspian fisheries research institute. Astarakhan Russia. 1995; 28 PP.

23. Sadeghi Rad M, Amini Ranjbar G.h, Arshad A, et al. 2004. Assessing heavy metal content of muscle tissue and caviar of *Acipenser persicus* and *Acipenser stellatus* in southern Caspian Sea. Iran Sci Fish 2004; 79: 3-100. [in Persian].

24. Moopam, 1999, IAEA (2004), Standard Method 2005, EPA 7000 Series.

25. Ebrahimpour M, Pourkhabbaz A.R, Baramaki R, et al. Bioaccumulation of heavy metals in freshwater fish species, Anzali, Iran. B Environ Contam Tox 2011; 87 (4): 386-392.

26. USEPA, Regional Screening Level (RSL) Fish Ingestion Table. May 2016. Available at: https://www.epa.gov/sites/production/files/ 201606/documents/master_sl_table_run_m ay2016.pdf

27. Naji T, Safaeian S.H, Rostami M, et al. 2007. Toxic effect of zinc sulfate on gill tissues of common carp (*Cyprinus carpio*). J Environ Sci Tech 2007; 9(233): 29-36. [in Persian].

28. Sorensen E.M.B. Metal poisoning in fish. CRC Press, Boca Raton, FL. 1991; 384p.

29. Widianarko B, Van Gestel C.A, Verweij R.A, et al. Associations between trace metals in sediment, water, and guppy, *Poecilia reticulata* (Peters), from urban streams of Semarang, Indonesia. Ecotox Environ Saf 2000; 46: 101-107.

30. Fazeli M.S, Abtahi B, Sabbagh Kashani A. Assessing Pb, Ni and Zn accumulation in the tissues of *Liza aurata* in the south Caspian Sea. Iran J Fish Sci 2005; 14(1): 65-78. [in Persian].

31. Alipour H, Pourkhabbaz A, Hassanpour M. Determination of metals (As, Cu, Fe, and Zn) in two fish species from the Miankaleh wetland. Arch Pol Fish 2016; 24(2): 99-105.

32. Clark R.B. Marine pollution (5th edition): Oxford Univ. Press, Oxford, UK. 2001; ISBN: 0-19-879292-1.

33. Lockitch G. Perspectives on lead toxicity. Clinic Biochem 1993; 26: 371-381.

34. Farhadi Amiri A, Yavari V, Salari Aliabadi M.L. Concentration of heavy metals in tissues of Greater Lizardfish (*Saurida tumbil*) from Hendijan Port- Persian Gulf. J Fish Sci Tech 2013; 2(1): 71-80. [in Persian].

35. Mansouri B, Majnoni F, Maleki A, et al. 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. Zanko J Med Sci 2014; 15 (45):26-35. [in Persian].

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

36. Wong C.K, Wong P.P.K, Chu L.M. Heavy metal concentrations in marine fishes collected from fish culture sites in Hong Kong. Environ Contam Tox 2001; 40: 60-69.

37. WHO. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, No. 91, Second edition, 2000; 273 pp.

38. Doraghi A, Kochanein P, Nikpour Y, et al. Cadmium, copper and iron accumulation in tissues of *belanger's croaker*, *Johnius belangerii* (C.) from northern coasts of Persian Gulf (Case study: Deylam port). J Fish 2009; 3(3): 1-8. [in Persian].

39. Lakzaei F, Babaei H, Khodaparast S.H. Heavy metal determination in different tissues of *Liza Aurata* from Kiashar and Talesh Region of south coast of Caspian Sea. J Aquac Develop 2015; 9(3): 51-58. [in Persian].

40. Heath A.G. Water pollution and fish pHysiology. CRC.Press. Boston, USA. 1987; 245 p.

41. Mansouri B, Pourkhabbaz A.L, Farhangfar H. Bioaccumulation and elimination of cobalt and nickle in organs of fresh water fish black fish (*Capoeta fusca*). Masters of Science thesis. Birjand University, 2011; pp 77. [in Persian].

42. Mansouri B, Ebrahimpour M, Babaei H. Determine of heavy metals in different tissues of Black Fish (*Capoeta fusca*) in central part Qanats of Birjand. Vet J 2011; 23(4): 45-82. [in Persian].

43. Mirali A, Movahedinia A, Abdi R, et al. Histological structure of kidney in Sobaity, *Sparidentex hasta*. J Mar Biol 2013; 5(2): 71-80. (Abstarct in English).

44. Pourkhabbaz A, Alipour H, Zarei, I. Bioaccumulation and Depuration Rates of Zinc by *Capoeta fusca* Under Controlled Conditions. Water Qual Expos Hea 2015; 7: 187-191.

45. Palaniappan P.L.R.M, Karthikeyan S. Bioaccumulation and depuration of chromium in the selected organs and whole body tissues of freshwater fish *Cirrhinus mrigala* individually and in binary solutions with nickel. J Environ Sci 2009; 21: 229–236.

46. Pourkhabbaz A.R, Mohseni Z. The study of bioaccumulation and elimination of copper in blackfish (*Capoeta fusca*) organs from the east Qantas of Iran. Vet J 2013; 25(4): 29-37.

47. Wen B.H, Tzong, H.L, Chih, Y.C. Accumulation of heavy metals in fish. J Nation Hualien. 2001; 17: 35-44.

48. 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*, 121: 129–136.

49. WHO. Heavy metals-environmental aspects. Environment Health Criteria. No. 85. Geneva, Switzerland. 1989.

50. Bat L, Sahin F, Üstün, F, et al. Distribution of Zn, Cu, Pb and Cd in the tissues and organs of Psetta maxima from Sinop Coasts of the Black Sea, Turkey. Mar Sci 2012; 2(5):105–109.

51. Alipour H, Banagar G. Health risk assessment of selected heavy metals in some edible fishes from Gorgan Bay, Iran. Iran J Fish Sci. 2018; 17 (1):21-34.

52. Solgi E, Esfandi Sarafraz J. Determination of lead and cadmium in the edible tissue of (*Liza aurata*) in Bandar Anzali coast: Accumulation and risk consumption. J Aqu Eco 2015; 5 (1):43-34. [in Persian].

53. Salemi M, Sayahi Z. Assessment the possibility of occurrence of non-cancer effects of Cadmium, Nickel, Lead, Chromium and Zinc caused by the consumption of *Barbus grypus* fish in Mahshahr city. J Aim Biol 2018; 10(4): 33-43. [in Persian].

54. Taweel A, Shuhaimi-Othman M, Ahmad A.K. Assessment of heavy metals in tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) from the Langat River and Engineering Lake in Bangi, Malaysia, and evaluation of the health risk from tilapia consumption. Ecotox Environ Saf 2013; 93:45-51.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]

Journal of Environmental Health Engineering, November 2020; Vol. 7: 1-14

Comparison of Accumulation of Some heavy Metals in Different Tissues of *Liza auratus* from the Coasts of Nowshahr and Its Consumption Risk Assessment in 2016

Eisa Solgi[1]*, Hossein Alipour[2], Farshid Majnooni[3]

1. Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran
2. Ph.D. Candidate Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran
3. Young Researchers and Elite Club, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran

**** E-mail: e.solgi@yahoo.com; e.solgi@malayeru.ac.ir***

Received: 9 May 2019; Accepted: 2 Nov. 2019

ABSTRACT

Background and Objectives: Pollution of heavy metals in the environment is growing at an alarming rate and has become an important worldwide problem. The objective of this study was to determine the distribution of selected metal concentrations (Cd, Pb, Zn and Cu) in the liver, gill, kidney and muscle of *Liza auratus* from Nowshahr the south Caspian Sea and to evaluate risks associated with its consumption.
Methods: A total of 42 samples were collected randomly from the Nowshahr in June 2016 using beach-seine and then transported to the laboratory. The determination of heavy metal concentrations in fish tissues was carried out using a Graphite furnace atomic absorption spectrometry.
Results: The results showed that metal accumulation in the liver tissues was higher than in the kidney, gill and muscle for all metals, and Zn concentration was higher than Cd, Pb and Cu in all the studied tissues. The maximum concentration of Pb; 2.94, Cd; 1.18, Cu; 15.46 and Zn; 141.54 mg/kg was observed in the liver, while the lowest level of metals were Pb; 1.10, Cd; 0.67, Cu; 9.54 and Zn; 33.85 mg/kg in the muscle of *L. auratus*. Potential health risk assessments based on estimated daily intake (EDI) values and target hazard quotient (THQ) indicated that the intakes of metals by consuming of fish muscle do not result in an appreciable hazard risk for the human body.
Conclusion: Heavy metal concentrations in the muscle of *L. auratus* were below the maximum permissible limit of WHO. However, the results indicated that the high concentrations of some heavy metals in liver, gill and kidney for *L. auratus* is alarming and do present an appreciable hazard risk on human health. Nevertheless, this requires further examination in future.

Keywords: Heavy metals, *Liza auratus*, Caspian Sea

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.29252/jehe.0.1]