مقاله پژوهشی
(Original paper)

برآورد جذب روزانه و پتانسیل خطر کُروم، سرب و کادمیوم در مصرف‌کنندگان کپور معمولی و سوف معمولی در خلیج گرگان

غلامرضا بناگر[1*]، حسین علی پور[2]، مهدی حسن پور[3]، سمانه گل محمدی[1]

۱.دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد،گروه محیط زیست، بجنورد، ایران؛ ایمیل: gholam_banagar@yahoo.com

۲. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، بجنورد، ایران.

۳. کارشناس ارشد محیط زیست، ادراه کل حفاظت محیط زیست استان گلستان، گلستان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: ماهی یکی از مهمترین ارگانسیم‌های آبزی در زنجیره غذایی است و ممکن است مقادیر زیادی فلزات خاص در آن‌ها تجمع یابد. هدف از این مطالعه تعیین توزیع غلظت فلزات سنگین انتخاب شده (کادمیوم، سرب و کُروم) در عضلات دو گونه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و سوف معمولی (*Sander lucioperca*) در خلیج گرگان و همچنین برآورد میزان جذب روزانه فلزات سنگین بوسیله مصرف ماهی و ارزیابی خطر سلامتی انسان بود.

روش بررسی: تعیین کادمیوم، سرب و کُروم در بافت ماهی با استفاده از دستگاه جذب‌اتمی‌کوره گرافیتی (Thermo, Model 97GFS) انجام شد. خطر بهداشتی ماهی بوسیله پتانسیل خطر (Target hazard quotients)، جذب روزانه قابل قبول موقت (PTDI) و جذب هفتگی قابل قبول موقت (PTWI) مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، میانگین غلظت کادمیوم، سرب و کُروم در بافت عضله ماهی سوف به ترتیب: ۰/۰۹، ۰/۵۳ و ۵/۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر و همچنین میانگین غلظت کادمیوم، سرب و کُروم در بافت عضله ماهی کپور به ترتیب: ۰/۲۶، ۰/۴۳ و ۶/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر بود. میزان THQ برای هر دو گونه کمتر از یک بود. مقادیر برآورد شده کادمیوم، سرب و کُروم در عضله ماهی در این مطالعه کمتر از مقادیر تعیین شده بوسیله JECFA بود.

بحث و نتیجه‌گیری: تجزیه و تحلیل خطر سلامت فلزات سنگین در عضله ماهی‌های اندازه‌گیری شده نشان داد که ماهی را می‌توان در یکی از ایمن‌ترین سطوح برای عموم مردم طبقه‌بندی کرد که هیچ خطر احتمالی با مصرف ماهی کپور و سوف وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: خلیج گرگان، فلزات سنگین، خطر سلامتی.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]

مقدمه

فلزات سنگین به عنوان یکی از مهمترین آلاینده-های محیط زیست مطرح هستند که طی فرآیندهای صنعتی، استفاده از سوخت‌های فسیلی، دفع فاضلاب-های کشاورزی و صنعتی به محیط، استفاده بی‌رویه از کودهای فسفاته در امور کشاورزی و... به محیط زیست وارد می‌شوند و با توجه به نیمه عمر بالای آن‌ها در بافت‌های مختلف بدن از جمله کبد، کلیه، عضلات و استخوان‌ها تجمع می‌یابند(۱). فلزات سنگین شامل هر دو عناصر ضروری و غیر ضروری دارای اهمیت خاصی در سم شناسی بوم سازگان هستند و به خاطر اینکه ماندگاری بالایی داشته، قابلیت ایجاد سمیت در موجودات زنده را دارند(۲). با افزایش تدریجی غلظت مواد شیمیایی، این ترکیبات از طریق پوست یا تنفس یا از طریق بلعیدن آبزیان دیگر در بافت بدن ماهیان و آبزیان رسوب می‌کند. به تدریج با افزایش غلظت این مواد در رسوبات دریایی، تراکم آن‌ها در بافت بدن موجودات دریایی نیز افزایش می‌یابد. این روند را در اصطلاح "تجمع زیستی" می‌گویند که با افزایش حجم مواد در محیط زیست و مواد غذایی، تراکم آن‌ها در بافت بدن موجودات نیز به مرور زمان افزایش می-یابد(۳).

ماهی یک منبع مهم مواد غذایی است که ممکن است مقدار بسیار زیادی از فلزات در اندام آن‌ها تجمع یابد. ماهی به دلیل محتوای پروتئین بالا و حضور اسیدهای چرب امگا۳، چربی‌ها، اسیدهای‌آمینه و ویتامین‌ها بسیار مغذی است. همچنین دارای مواد معدنی شامل؛ کلسیم، آهن، کادمیوم، سرب، مس، روی و غیره می‌باشد(۴). مطالعات تجمع فلز در ماهی در حال حاضر متداول است، اما در سال‌های اخیر، محاسبات فاکتور خطر برای جمعیت اهمیت زیادی پیدا کرده است، زیرا گاهی اوقات آلودگی بیش از محدودیت‌های قانونی تعیین شده توسط مقررات FAO/WHO برای مواد غذایی، همیشه نشان دهنده خطر برای سلامت انسان نیست(۵).

طرح‌های پایش محیط زیست همواره نقش مهمی برای ارائه دانش علمی در ارزیابی سلامت و پایداری اکوسیستم داشته است. در سال‌های اخیر در جوامع علمی، علاقه به دانستن خطرات ناشی از قرار گرفتن در معرض آلودگی با گروهی از آلاینده‌ها بر سلامت انسان، در حال افزایش است(۶).

کپور معمولی *Cyprinus carpio* جزء خانواده Cyprinidae است. این ماهی دارای دو جفت سیبیلک است که یک جفت آن‌ها طویل و جفت دیگر کوتاه می‌باشد. کپور معمولی دارای بدنی کشیده است که از طرفین کمی فشرده می‌باشد. غالباً ۴۰-۳۰ سانتی‌متر طول و ۱-۰/۵ کیلوگرم وزن دارند. ماهی کپور یکی از مهمترین ماهیان پرورشی بشمار می‌رود و صید سالانه آن تقریباً به ۲۰۰ هزار تن بالغ می‌گردد. به علت صرفه اقتصادی و ارزش خوراکی آن در اغلب کشورها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(۷).

سوف معمولی *Sander lucioperca* جزء خانواده Percidae است. ماهی سوف دارای بدنی کشیده و دوکی شکل، سر نوک تیز و دو باله پشتی جدا از هم می‌باشد. متوسط طول این ماهی ۵۰-۴۰ سانتیمتر می-باشد. ماهی سوف دارای ارزش شیلاتی فراوان می-باشد(۷).

هدف از تحقیق حاضر ارزیابی خطر فلزات سنگین کادمیوم، سرب و کُروم در بافت‌های عضله کپور معمولی و سوف معمولی در خلیج گرگان می‌باشد.

روش بررسی

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]

منطقه‌ی مورد مطالعه

خلیج گرگان از جمله بوم سازگان‌های مهم دریا خزر به شمار می‌آید و در کنوانسیون رامسر جزء ذخایر زیست‌کره قرارگرفته است. این حوضه با مساحت ۴۰۰ کیلومترمربع دارای حداکثر عمق۶ متر و طول ۶۰ کیلومتر و حداکثر عرض ۱۲کیلومتر می‌باشد. این خلیج از شرق به غرب کشیده شده و راس آن در غرب قرار گرفته و حاشیه باریک میانکاله آن را از دریا جدا می‌کند.

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌های کپور معمولی و سوف معمولی از منطقه خلیج گرگان به روش تصادفی و با استفاده از تور پره ساحلی صید شدند. ماهی‌های مورد مطالعه در آزمایشگاه توسط آب مقطر شتشو داده شد. تعداد نمونه‌ها از هر گونه ۱۰ قطعه بود. ماهیان در آزمایشگاه توسط ترازوی دیجیتال وزن شدند. سپس توسط خط کش (با دقت ۱ میلیمتر) طول استاندارد، طول چنگالی و طول کل اندازه‌گیری شد.

با استفاده از ابزار تشریح استریل شده مقدار یک گرم وزن تَر از بافت عضله ماهی جدا و در ارلن ۵۰ میلی‌لیتر قراد داده شد. جهت هضم شیمیایی بافت عضله، مقدار ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ به نمونه‌ها افزوده و بمدت یک ساعت در دمای ۱۲۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از گذشت یک ساعت از سرد شدن محتویات درون ارلن مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر اسید پرکلریک به آن افزوده و بمدت ۴ تا ۵ ساعت بر روی هیتر با دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده، تا محلول شفاف و نمونه‌ها کاملاً هضم گردد. پس از هضم، نمونه‌ها در هوای محیط قرار داده شدند تا سرد شوند. بعد از سرد شدن، محلول با استفاده از آب دو بار تقطیر در بطری‌های پلی‌اتیلنی ۵۰ میلی‌لیتری به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس نمونه‌ها با استفاده از فیلتر نیتروسلولزی ۰/۴۵ میکرومتر فیلتر شدند(۸). برای اندازه‌گیری میزان فلزات کادمیوم، سرب وکُروم در تمامی نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی مدل (Thermo model 97 GFS) به روش کوره گرافیتی استفاده شد. حد تشخیص دستگاه برای سرب ۲/۶-۲/۵، برای کادمیوم ۲/۶-۰/۱۵ و برای کُروم ۱۶-۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. غلظت این فلزات در بافت‌های ماهیان مورد مطالعه بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر ارائه شده‌اند.

آنالیزهای آماری

ابتدا تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال، توسط آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال، توسط آزمون کلموگروف- اسمیرنوف نشان داد که داده‌ها دارای توزیع نرمال بود. برای بررسی وجود تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله بین دو گونه از آزمون t-test استفاده گردید. همچنین برای بررسی همبستگی بین فلزات از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۹) صورت گرفت.

برآورد پتانسیل خطر (THQ) و جذب روزانه

جهت محاسبه THQ از فرمول زیر استفاده شد(۹).

$$\text{Target hazard quotient } (THQ) = \frac{EF \times ED \times FIR \times C}{RfD \times WAB \times ATn} \times 10^{-3} \quad (۱)$$

و جذب روزانه:

$$\text{Daily intake } (\mu g\ kg^{-1}\ day^{-1}) = \frac{EF \times ED \times FIR \times C}{WAB \times ATn} \quad (۲)$$

EF = بسامد در معرض قرار گرفتن (۳۵۰ روز در سال)

ED = مدت زمان در معرض قرار گرفتن (۷۰ ساله برای بزرگسالان)

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]

FIR = میزان مصرف ماهی (کیلوگرم، برای هر فرد در روز)

C = غلظت فلز در عضله ($mg\ kg^{-1}$)

RfD = دُز مرجع

WAB = متوسط وزن (kg) (۷۰ کیلوگرم برای بزرگسالان)

ATn = متوسط زمان در معرض قرار گرفتن ماده غیر سرطان زا (۳۶۵ روز در سال × ED).

یافته‌ها

میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب و کُروم در بافت عضله کپور معمولی و سوف معمولی در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین بیشترین و کمترین غلظت تجمع فلزات مورد مطالعه به ترتیب مربوط به کروم و کادمیوم در هر دو گونه بود. میانگین غلظت کُروم در بافت عضله کپور معمولی نسبت به غلظت کُروم در بافت عضله سوف معمولی بیشتر بود ($P<0.001$). میانگین غلظت سرب در بافت عضله کپور معمولی نسبت به غلظت کُروم در بافت عضله سوف معمولی کمتر بود. بین غلظت سرب در عضله کپور معمولی با غلظت سرب در عضله سوف معمولی اختلاف معنی‌داری دیده شد($P<0.001$). میانگین غلظت کادمیوم در بافت عضله کپور معمولی نسبت به غلظت سرب در بافت عضله سوف معمولی۲/۵ برابر بیشتر بود($P<0.001$).

بررسی همبستگی پیرسون بین فلزات در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج همبستگی نشان می‌دهد که فقط بین غلظت سرب در عضله کپور و غلظت سرب در ماهی سوف همبستگی معنی‌داری وجود داشته است($P<0.01$)، و بین هیچکدام از فلزات دیگر همبستگی مشاهده نشد($P>0.05$).

بر اساس گزارش‌های فائو(۱۰) سرانه مصرف ماهی در ایران ۲۴ گرم به ازای هر فرد در روز برای بزرگسالان برآورد شده است که برابر با ۱۷۴گرم برای هر فرد در هفته می‌باشد. مقادیر جذب روزانه برای یک فرد ۷۰ کیلوگرمی از طریق مصرف عضله کپور و سوف در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین جذب روزانه کادمیوم، سرب و کُروم برای مصرف عضله کپور و سوف به ترتیب ۰/۰۰۶، ۰/۰۰۹، ۰/۱۴۷ و ۰/۰۰۲، ۰/۰۱۲، ۰/۱۲۷ میلی‌گرم در روز برآورد شد که که بیشترین میزان جذب روزانه مربوط به کُروم در کپور و کمترین میزان جذب روزانه مربوط به کادمیوم در سوف مشاهده شد.

میانگین مقادیر THQ فلزات کادمیوم، سرب و کُروم برای کپور و سوف در جدول ۴ نمایش داده شده است. میزان THQ کادمیوم، سرب و کُروم برای کپور و سوف به ترتیب۰/۰۰۶۲، ۰/۰۰۵۱، ۰/۰۵۱۲ و۰/۰۰۲۱، ۰/۰۰۶۳، ۰/۰۴۴۴ محاسبه شد. میزان THQ کُروم در هر دو گونه نسبت به فلزات دیگر بیشتر بود.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]

شکل ۱: نقشه خلیج گرگان در سواحل جنوب شرقی دریای خزر

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات کادمیوم، سرب و کُروم در عضله کپور معمولی و سوف معمولی بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن تَر

		کادمیوم	سرب	کُروم
کپور معمولی	میانگین(انحراف معیار)	۰/۲۶(۰/۰۹)[a]	۰/۴۳(۰/۱۴)[a]	۶/۴(۰/۲۷)[a]
	محدوده	۰/۱۴-۰/۴۱	۰/۲۳-۰/۶۶	۶/۰۱-۶/۸۳
سوف معمولی	میانگین(انحراف معیار)	۰/۰۹(۰/۱۲)[b]	۰/۵۳(۰/۶)[b]	۵/۵۶(۰/۲۶)[b]
	محدوده	۰/۰۵-۰/۴۵	۰/۴۳-۰/۶۲	۵/۰۸-۵/۹۸

اختلاف معنی داری بین بافت عضله بین دو گونه برای هر فلز **a,b**

جدول ۲: همبستگی پیرسون بین غلظت فلزات سرب، کادمیوم و کُروم در عضله کپور معمولی و سوف معمولی

	کادمیوم (کپور)	سرب (کپور)	کُروم(کپور)	کادمیوم (سوف)	سرب (سوف)	کُروم(سوف)
کادمیوم (کپور)	۱					
سرب (کپور)	۰/۷۶۱	۱				
کُرُم(کپور)	۰/۲۷۸	۰/۸۵۲	۱			
کادمیوم (سوف)	۰/۴۷۷	۰/۲۶۵	۰/۵۴۸	۱		
سرب (سوف)	۰/۲۵۵	۰/۰۰۳	۰/۶۲۳	۰/۸۳۲	۱	

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]

کُرُم(سوف)	۰/۶۳۲	۰/۶۷۴	۰/۷۹۶	۰/۵۴۱	۰/۷۹۶

جدول ۳: برآورد جذب روزانه و هفتگی در عضله کپور معمولی و سوف معمولی

فلزات	PTWI میلیگرم/هفته/کیلوگرم وزن فرد	PTWI میلیگرم/هفته/۷۰کیلوگرم وزن فرد	PTDI میلیگرم/روز/۷۰کیلوگرم وزن فرد	EWI (کپور)	EDI (کپور)	EWI (سوف)	EDI (سوف)
کادمیوم	۰/۰۰۷	۰/۴۹	۰/۰۷	۰/۰۴۲	۰/۰۰۶	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲
سرب	۰/۰۲۵[a]	۱/۷۵	۰/۲۵	۰/۰۶۳	۰/۰۰۹	۰/۰۸۴	۰/۰۱۲
کُروم	۰/۰۲۳۳[b]	۱/۶۳۱	۰/۲۳۳	۱/۰۲۹	۰/۱۴۷	۰/۸۸۹	۰/۱۲۷

a FAO/WHO

b Zaidi et al. (2012)

جدول ٤: برآورد پتانسیل خطر در عضله کپور معمولی و سوف معمولی

فلزات	RfD (میلیگرم/کیلوگرم)	THQ (میلیگرم/کیلوگرم) کپور	THQ (میلیگرم/کیلوگرم) سوف	HI
کادمیوم	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۸۳
سرب	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۶۳	۰/۰۱۱۴
کُروم	۰/۰۰۳	۰/۰۵۱۲	۰/۰۴۴۴	۰/۰۹۵۶

بحث و نتیجه‌گیری

تفاوت در مقادیر تجمع فلزات سنگین درگونه‌های مختلف ماهی شاید با نحوه زندگی، زیستگاه، عادات تغذیه‌ای، توانایی بزرگنمایی زیستی، سن و اندازه آن گونه مرتبط باشد. به بیان دیگر دسترسی زیستی فلزات می‌تواند از فاکتورهای زیستی و غیر زیستی که کنترل یک فلز خاص و تجمع زیستی آن را بر عهده دارد، تاثیر بپذیرد(۱۱).

الگوی تجمع فلزات در بافت عضله در هر دو گونه به صورت کادمیوم< سرب< کُروم مشاهده شد. در ماهی کپور میزان انباشت کُروم نسبت به سرب تقریباً ۱۴/۵ برابر و نسبت به کادمیوم ۲۴/۵ برابر ثبت شد. همچنین در عضله ماهی سوف میزان تجمع کُروم نسبت به سرب و کادمیوم به ترتیب ۱۰/۵ و ۶۱/۵ برابر بیشتر بود. بالا بودن میزان غلظت فلز کُروم نسبت به دو فلز دیگر، شاید به این دلیل باشد که کُروم یک ریز مغذی است و در مقادیرکم برای موجودات لازم می باشد. همچنین به دلیل استفاده زیاد از کُروم در صنایع، ورودی‌های انسانی و صنایع به آب‌ها، به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع آلوده کننده در نظر گرفته می-شود(۱۳). البته غلظت همه فلزات در هر دو گونه در این مطالعه در مقایسه با استاندارد WHO(۱۲) (کُروم: ۵۰، سرب: ۲ و کادمیوم: ۱ میلی گرم بر کیلوگرم) کمتر بود.

(PTWI[1]) بوسیله کمیته مشترک سازمان خواربار جهانی و سازمان بهداشت جهانی تعیین می‌شود (JECFA[2])(۱۴و۱۵). PTWI به میزان دوره مصرف و مقدار آن توسط مصرف کننده غذا بستگی دارد(۱۶). PTWI تعیین شده بوسیله JECFA و همچنین ماهیان مورد مطالعه حاضر برای فرد ۷۰ کیلوگرمی برای فلز

1 Provisional Tolerable Weekly Intake
2 Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]

کادمیوم، سرب و کُروم در جدول ۴ نشان داده شده است. تحقیق حاضر نشان می‌دهد، میزان جذب روزانه و هفتگی فلز کادمیوم، سرب و کُروم در این مطالعه در هر دو گونه از میزان تعیین شده بوسیله PTWI و PTDI[3] کمتر بود.

Copat و همکاران در سال ۲۰۱۳ مطالعه‌ای بر روی فلزات آرسنیک، سرب، کادمیوم، کُروم، روی، منگنز، نیکل و وانادیوم بر روی عضله چند گونه ماهی در خلیج کاتانیا در شرق دریای مدیترانه انجام دادند. مطالعه آن‌ها نشان داد که برآورد مصرف روزانه فلزات انتخاب شده از طریق مصرف ماهی، کمتر از مصرف جذب روزانه قابل قبول موقت (PTDI) مقادیر بیان شده توسط FAO/WHO بودند.

Al Sayegh Petkovšek و همکاران در سال ۲۰۱۲ پتانسیل خطر سلامتی انسان را ناشی از مصرف ۱۰ گونه ماهی در دریاچه سالک در اسلوونی را مورد ارزیابی قرار دادند. میزان جذب هفتگی فلزات روی، سرب، آرسنیک، جیوه و کادمیوم به ترتیب ۳/۴۴، ۰/۰۱۵، ۰/۰۱۸، ۰/۰۷ و ۰/۰۲ تعیین شد. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد مصرف جذب هفتگی قابل قبول موقت بدست آمده از مقادیر تعیین شده بوسیله FAO/WHO کمتر است.

THQ پیشنهاد شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده، شاخص خطر یکپارچه برای مقایسه مقدار مصرف یک آلاینده با دوز مرجع، استاندارد شده است و به طور گسترده‌ای در ارزیابی خطر فلزات در مواد غذایی آلوده استفاده می‌شود. میزان THQ به عنوان یکی از پارامترهای معقول برای ارزیابی خطر ابتلا به فلزات در ارتباط با مصرف ماهی آلوده به رسمیت شناخته شده است(۱۹). THQ زیر ۱ بدین معنی است که جمعیت در معرض قرار گرفته، بعید است اثرات نامطلوب آشکار را تجربه کند، در حالیکه THQ بالای ۱ بدین معنی است که با احتمال افزایش مقادیر بالاتر،اتفاق اثرات غیرسرطان‌زا وجود دارد. در مطالعه حاضر میزان THQ برای فلزات کادمیوم، سرب و کُروم پایین‌تر از ۱ بود که نشان می‌دهد در حال حاضر جذب این فلزات بوسیله مصرف عضله ماهی کپور و سوف خطری مصرف‌کنندگان را تهدید نمی‌کند. در مقایسه بین سه فلز در این مطالعه در ماهی کپور به ترتیب میزان THQ کُروم، کادمیوم و سرب بیشتر بود. االبته در ماهی سوف میزان THQ به ترتیب در کُروم، سرب و کادمیوم بیشتر نشان داد.

Idriss and Ahmad در سال ۲۰۱۵ غلظت فلزات روی، مس، سرب و کادمیوم را در ۱۳ گونه ماهی در رودخانه جورو[4] در مالزی اندازه‌گیری کردند. آن‌ها گزارش دادند که میزان THQ روی (۰/۷۶-۰/۱۹)، کادمیوم (۱/۸-۰/۴۰)، سرب (۱/۲۵-۰/۴۰) و مس (۰/۳۶-۰/۰۸) بوده است. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که میزان THQ فلز روی و مس در همه ماهیان کمتر از ۱ است، اما در مورد فلز کادمیوم و سرب این مقادیر به ترتیب در ۶ و ۵ گونه بالاتر از ۱ است.

در مطالعه‌ای دیگر Taweel و همکاران در سال ۲۰۱۳ غلظت فلزات مس، روی، سرب، نیکل و کادمیوم را در عضله ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که مقادیر THQ برای فلزات کمتر از ۱ بود، که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

تجزیه و تحلیل خطر سلامت فلزات سنگین کُروم، سرب و کادمیوم در نمونه‌های عضله ماهی کپور و سوف نشان داد که این دو ماهی را می‌توان در یکی از

3 Provisional Tolerable Daily Intake

4 Juru River

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]

بی‌خطرترین سطوح برای جمعیت عمومی طبقه‌بندی کرد. هر چند با توجه به افزایش روزافزون آلودگی‌های مختلف، باید سایر سموم و فلزات دیگر را در ارگانسیم‌ها، آب و رسوب منطقه مورد بررسی قرار داد و در جهت جلوگیری از آلودگی بیشتر نظارت مداوم داشت.

References

1. Hayes AW. Principles and Methods of Toxicology. 4th ed., New York: Taylor & Francis Group. 2007: p: 2270
2. 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.
3. Thomas R, Giulio D, Evans D. The Toxicology of Fishes.1th ed., New York: Taylor & Francis Group. 2008: P: 1100
4. Taweel A, Shuhaimi-Othman M, Ahmad AK. 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. Ecotoxicol Environ Saf. 2013; 93:45-51.
5. Copat C, Bella F, Castaing M, Fallico R, Sciacca S, Ferrante M. Heavy metals concentrations in fish from Sicily (Mediterranean Sea) and evaluation of possible health risks to consumers. Bull Environ Contam Toxicol. 2012; 88(1):78-83.
6. Copat C, Arena G, Fiore M, Ledda C, Fallico R, Sciacca S, Ferrante M. Heavy metals concentrations in fish and shellfish from eastern Mediterranean Sea: Consumption advisories. Food Chem Toxicol. 2013; 53:33-7.
7. Vossoughi GH.H, Mostajeer MSB. Freshwater Fishes. 7th ed, Tehran: Tehran University. 2006: p: 317.
8. Alipour H, Pourkhabbaz AR, Hassanpour M. Estimation of Potential Health Risks for Some Metallic Elements by Consumption of Fish. Water Qual Expo Health. 2014; 7(2):179-185.
9. USEPA. Regional Screening Level (RSL) Fish Ingestion Table, November 2012. Available at: http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/ human/pdf/NOV_2012_FISH.pdf
10. FAO. Fishery and aquaculture statistics. Yearbook 2012. FAO, Rome, 2014: pp 1–107. Available from: http://www.fao.org/fishery/ publications/yearbooks/en
11. Sekhar KC, Chary NS, Kamala CT, Raj DSS, Rao, AS. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kolleru Lake by edible fish. Environ Int. 2003; 29: 1001-1008.
12. WHO. Heavy metals-environmental aspects.1989: Environment Health Criteria No. 85, Geneva.
13. Sadiqe M. Toxic metal chemistry in marine environments. New York: CRC Press: 1992: p: 392
14. FAO/WHO. Food standards programme codex committee on contaminants in foods. Sixth session. CF/6 INF/1. Maastricht, 2012, pp 1–94. Available from: ftp://193.43.36.93/codex/meetings/cccf/ cccf6/cf06_INFe.pdf
15. Bat L, Sahin F, Üstün F, Sezgin M. Distribution of Zn, Cu, Pb and Cd in the tissues and organs of *Psetta maxima* from Sinop Coasts of the Black Sea. Turk Mar Sci. 2012; 2(5):105–109.
16. Türkmen M, Türkmen A, Tepe Y. Metal contaminations in five fish species from Black, Marmara, Aegean and Mediterranean Seas. Turk J Chil Chem Soc. 2008; 53(1):1424–1428.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]

17. Copat C, Arena G, Fiore M, Ledda C, Fallico R, Sciacca S, et al. Heavy metals concentrations in fish and shellfish from Eastern Mediterranean Sea: consumption advisories. Food ChemToxicol. 2013; 53:33–37.
18. Al Sayegh Petkovšek S, Mazej Grudnik Z, Pokorny B. Heavy metals and arsenic concentrations in ten fish species from the Šalek lakes (Slovenia): assessment of potential human health risk due to fish consumption. Environ Monit Assess. 2012; 184(5):2647-62.
19. Li J, Huang ZY, Hu Y, Yang H. Potential risk assessment of heavy metals by consuming shellfish collected from Xiamen, China. Environ Sci Pollut Res. 2012; 20(5):2937-47.
20. Idriss AA, Ahmad AK. Heavy Metal Concentrations in Fishes from Juru River, Estimation of the Health Risk. Bull Environ Contam Toxicol. 2015; 94(2):204-8.
21. ZaidiA,Wani PA, Khan MS. Toxicity of heavy metals to legumes and bioremediation.1th ed., New York: Springer. 2012: p: 2270.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]

Original paper

Estimation of Daily Intake and Potential Risk of Chromium, Lead and Cadmium in Consumers of Common carp and Zander from Gorgan Gulf

Gholamreza Banagar[1*], Hossein Alipour[2], Mehdi Hassanpour[3], Samaneh Gholmohammadi[1]
1- Department of Environmental Bojnourd Branch, Islamic Azad University, Bojnourd, Iran; E-mail: gholam_banagar@yahoo.com; Mobile: 09112541990
2- Young Researchers and Elite Club Bojnourd Branch, Islamic Azad University, Bojnourd, Iran.
3- Department of Environment, Provincial Directorate of Environment Protection, Golestan, Iran.

ABSTRACT
Background and Aim: Fishes are one of the main aquatic organisms in the food chain and may often accumulate large amounts of certain metals. The objective of this study was to determine the distribution of selected heavy metal concentrations (Cd, Pb and Cr) in the muscles of two fish species (*Sander lucioperca* and *Cyprinus carpio*) from Gorgan Gulf and to estimate the value daily intake of heavy metals by consumption of fish and human health risk assessment.
Material and Methods: The determination of Cd, Pb and Cr in fish tissues was carried out using a graphite furnace atomic absorption spectrometer, (Thermo, Model 97GFS). Health risks of fish were assessed by the target hazard quotients (THQs), provisional tolerable weekly intake (PTWI) and provisional tolerable daily intake (PTDI).
Results: The results showed that mean concentrations of Cd, Pb and Cr in muscle tissue of *Sander lucioperca* were 0.09, 0.53 and 5.56 mg kg^{-1} ww, respectively and also, mean concentrations of Cd, Pb and Cr in muscle tissue of *Cyprinus carpio* were 0.26, 0.43 and 6.4 mg kg^{-1} ww, respectively. The THQ values of Cd, Pb and Cr were below 1 for both species. The estimated values of Cd, Pb and Cr in muscles of fish in this study were below the established values by JECFA.
Conclusion: A health risk analysis of the heavy metals measured in the fish muscles indicated that the fish can be classified at one of the safest levels for the general population and that there are no possible risks pertaining to Common carp and Zander fish consumption.
Keywords: Gorgan Gulf, Heavy metals, health risk

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-07-15]