



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

پتانسیل ارزیابی خطر فلزات سنگین (Cu, Zn, Ni) برای سلامت انسان، ناشی از مصرف بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Liza aurata* (Risso, 1810) در تالاب انزلی، دریای خزر

زهرا فرحبخش^۱، آرش اکبرزاده^{۱*}، پریسا امیری^۲، ابوالفضل ناجی^۱

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲- اداره کل حفاظت و محیط‌زیست استان ایلام، سازمان حفاظت محیط زیست، ایلام، ایران

اطلاعات مقاله: چکیده

زمینه و هدف: فلزات سنگین از راه‌های مختلفی وارد منابع آبی می‌شوند و باعث ایجاد خطراتی از جمله مسمومیت، سرطان‌زایی و در کل ایجاد اختلال در بدن موجودات زنده می‌شوند. از آنجاکه ماهی کفال غذای پرمصرف مردم استان گیلان است بنابراین غلظت فلزات سنگین مس، روی و نیکل در بافت عضله ماهی کفال مورد مطالعه قرار گرفت.

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۵
تاریخ ویرایش: ۹۸/۰۳/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۲۲
تاریخ انتشار: ۹۸/۰۶/۱۳

روش بررسی: در این مطالعه تعداد ۱۱ عدد ماهی کفال از بندرانزلی تهیه شد. پس از آماده‌سازی و هضم شیمیایی بافت ماهی، میزان فلزات سنگین مورد مطالعه به وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین شد. یافته‌ها: میانگین غلظت فلزات مس، روی، نیکل در بافت عضله ماهی کفال به ترتیب $۰/۰۷ \pm ۰/۹۳$ ، $۲۸/۳۹ \pm ۳/۹۹$ $\mu\text{g/g}$ و $۴/۰۱ \pm ۰/۵۵$ وزن خشک بود. غلظت فلزات به جز فلز نیکل در نمونه‌های ماهی آنالیز شده در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی (FAO، WHO، FDA، NHMRC و UKMAFF) پایین‌تر بود. میزان جذب روزانه فلزات مورد مطالعه (EDI)، برای مصرف‌کنندگان کودک و بزرگسال، پایین‌تر از دوز مرجع تعیین شده توسط سازمان EPA و مصرف‌کننده قابل تحمل (TI) ارائه شده توسط سازمان FAO/WHO به دست آمد. در ارزیابی خطر سلامتی، میزان پتانسیل خطر (THQ)، برای بزرگسالان و کودکان در مصرف ۷ روز، ۳ روز و ۱ روز در هفته براساس مصرف عضله ماهی کفال کمتر از ۱ به دست آمد. در ارزیابی خطر سلامتی، میزان شاخص خطر (HI)، برای بزرگسالان و کودکان در مصرف هفت روز در هفته، براساس مصرف عضله ماهی کفال میزان شاخص خطر در کودکان بیشتر از ۱ بود.

واژگان کلیدی: بندرانزلی، شاخص خطر، فلزات سنگین، کفال طلایی، سلامت مصرف‌کننده

نتیجه‌گیری: براساس نتایج به دست آمده بنظر می‌رسد، مصرف ماهی کفال اثر مضر بر روی سلامت مصرف‌کننده در گروه سنی کودکان دارد.

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

akbarzadeh@hormozgan.ac.ir

مقدمه

تالاب انزلی جزء تالاب‌های حفاظت شده بین‌المللی است که مورد مطالعه محققان مختلف قرار گرفته است (۱). وضعیت تالاب انزلی در طی دهه‌های گذشته در اثر ورود پساب‌های شهری، صنعتی و روستایی به سمت بحرانی شدن پیش رفته است. یکی از پدیده‌هایی که تالاب انزلی را به شدت تحت فشار تخریب و آلودگی قرار داده است، فعالیت‌های انسانی در حوزه آبخیز تالاب است. منابع اصلی آلودگی در حوزه آبخیز تالاب انزلی را می‌توان به فاضلاب‌های خانگی (سالانه ۳۰ میلیون تن)، فاضلاب‌های صنعتی (حدود ۵۰ کارخانه)، فضولات دامی، پساب‌های حاصل از آبیاری شالیزارها (۴۰۰۰ L)، ورود سایر پساب‌های حاصل از آبیاری اراضی و تخریب و فرسایش جنگل‌ها و مراتع تقسیم کرد (۲). توسعه سریع صنعت و کشاورزی باعث افزایش آلودگی اکوسیستم‌های آبی به خصوص رودخانه‌ها و دریاچه‌ها با فلزات سنگین می‌شود. فلزات سنگین از آب‌های آلوده به رودخانه‌ها وارد شده و در نهایت به دریاها و دریاچه‌ها می‌رسند (۳). مقادیر بالای فلزات سنگین در آب بر سلامت انسان تاثیر سوء داشته و منجر به غیرقابل مصرف شدن آب می‌شود (۴، ۵). فلزات سنگین موجود در آب، رسوبات و زیستگاه موجودات زنده نگرانی مهمی برای دانشمندان در زمینه‌های مختلف مربوط به کیفیت آب و بهداشت عمومی ایجاد کرده است (۶). مصرف غذای آلوده به فلزات سنگین، موجب کاهش کارایی سیستم ایمنی بدن می‌شود. عقب ماندگی رشد داخل رحمی، اختلالات روانی، سوء تغذیه و شیوع بالای سرطان قسمت بالایی دستگاه گوارش از دیگر عوارض غذای آلوده به فلزات سنگین است (۷، ۸). براساس گزارش FAO میزان سرانه مصرف آبیان در دنیا ۱۷ kg اعلام شده که ۷/۷ kg مربوط به مصرف سرانه آبیان در ایران است (۹). همزمان با افزایش مصرف جهانی ماهی به دلیل مزایای تغذیه‌ای و درمانی آن، نگرانی در مورد آلودگی آن نیز افزایش یافته است، چراکه ماهی می‌تواند با طیف وسیعی از مواد شیمیایی پایدار در محیط زیست از جمله فلزات سنگین آلوده شود (۱۰). فلزات سنگین تجزیه نمی‌شوند و به تدریج در بدن جانداران مثل

گیاهان و جانوران تجمع می‌یابند. در بافت‌های چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل انسان رسوب نموده و انباشته می‌گردند (۱۱). با توجه به اینکه فلزات روی و مس برای موجود زنده ضروری جهت رشد و متابولیسم هستند پس انتظار می‌رود که میزان این فلزات در بدن آبیان بیشتر از دیگر فلزات باشد (۱۲). وجود مس به مقدار بالا باعث ایجاد بیماری‌هایی از قبیل کم خونی، افزایش کلسترول و سبز شدن رنگ موها در بدن و نیز گاهی منجر به مرگ می‌شود (۱۳). مقادیر بیش از حد مجاز روی، علائمی چون سردرد، از دست دادن آب بدن، درد در ناحیه شکم، حالت تهوع، استفراغ و سرگیجه را به دنبال خواهد داشت (۱۴). وجود مقدار اندک نیکل در مواد غذایی برای بدن ضروری است، اما زمانی که مقدار آن از حد مجاز خود فراتر رود، احتمال مبتلا شدن به سرطان ریه، بینی، حنجره و پروستات را افزایش می‌دهد (۱۵). از عوارض مسمومیت با نیکل می‌توان به سردرد، بی‌خوابی، تهوع، سرگیجه، التهاب پوست و سرطان ریه اشاره نمود (۱۶). این تحقیق به منظور بررسی مقدار تجمع فلزات سنگین مس، روی، نیکل در بافت عضله ماهی کفال‌طلایی در بندر انزلی و مقایسه آن با استانداردهای جهانی و تعیین میزان جذب روزانه و ارزیابی خطر تغذیه از مصرف بافت آن برای انسان انجام شد.

مواد و روش‌ها

- روش نمونه برداری و آنالیز شیمیایی

در این پژوهش، تعداد ۱۱ عدد ماهی کفال‌طلایی از بازار ماهی‌فروشان بندر انزلی در فصل بهار سال ۱۳۹۷ تهیه و نمونه‌ها تا زمان انتقال به آزمایشگاه در یخ نگهداری شد. نمونه‌های ماهی پس از انتقال به آزمایشگاه دانشگاه هرمزگان با آب مقطر شست‌وشو داده تا پوشش لزج و ذرات خارجی جذب‌کننده فلزات از سطح بدن دفع شود. سپس با استفاده از خط‌کش بیومتری و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱، طول کل و وزن کل اندازه‌گیری شد و سپس عضله پشتی ماهیان به وسیله تیغه چاقو جدا گردید (۱۷). بافت‌های جدا شده به‌طور مجزا همراه با برچسب در کیسه‌های فریزی قرار داده شدند و

در بافت ماهی کفال استفاده گردید. جهت اطمینان از صحت کار از هر نمونه ۳ تکرار آماده‌سازی و آنالیز گردید و میانگین آنها جهت غلظت نهایی در نظر گرفته شد.

- تخمین جذب روزانه (EDI) فلزات توسط افراد مصرف‌کننده

داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری غلظت فلزات توسط دستگاه، با استفاده از روابط و فرمول‌های زیر به‌دست آمد. میزان جذب روزانه آلاینده‌ها (Estimated Daily Intake) با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید. با توجه به اینکه ماهی به‌صورت تر مورد استفاده قرار می‌گیرد باید میزان فلز بر حسب تر، از رابطه فاکتور تصحیح وزن خشک به وزن تر (۰/۲)، ضربدر مقدار غلظت فلز بر حسب وزن خشک، محاسبه شود (۲۱). فرض بر این است که عمل پخت هیچ تاثیری بر روی آلاینده نداشته باشد (۲۲).

(۱)

$$EDI = \frac{Mc \times CR}{ABW}$$

EDI = میزان جذب روزانه فلزات از طریق مصرف ماهی (mg/kg وزن بدن در روز)، $C_m = Mc$ = غلظت فلز در بافت مورد مصرف ماهی (mg/kg بر حسب وزن تر)، $CR =$ نرخ مصرف روزانه ماهی که برای بزرگسالان ۲۲۷ g/day (۲۳) و برای کودکان ۶ ساله، ۱۱۴ g/day است (۲۴). $BW = ABW$ = میانگین وزن بدن مصرف‌کننده که برای بزرگسالان ۷۰ kg (۲۴) و برای کودکان ۶ ساله، ۱۶ kg است (۲۳).

- تعیین حد مجاز روزانه مصرف ماهی کفال طلایی

حداکثر مصرف مجاز روزانه ماهی (CR_{lim}) برای اینکه هیچ‌گونه اثر ناسازگاری برای سلامتی انسان نداشته باشد، از معادله ۲ استفاده می‌گردد (۲۳).

$$CR_{lim} = \frac{RfD \times ABW}{C_m} \quad (2)$$

CR_{lim} = حداکثر مصرف قابل قبول روزانه ماهی (mg/kg/day)، RfD = دوز مرجع یا جذب مجاز روزانه

سپس در دمای $20^\circ C$ - در فریزر نگهداری شدند تا از آسیب بافت‌ها جلوگیری شود (۱۸). تمامی ظروف آزمایشگاهی مورد استفاده به مدت ۲۴ h داخل اسید نیتریک ۶۵ درصد خیسانده و سپس با آب مقطر کاملاً شسته شدند (۱۹) بافت‌های جدا شده، در آون در دمای $80^\circ C$ قرار گرفتند تا کاملاً خشک گردد (۲۰). سپس نمونه‌ها با استفاده از هاون پودر شدند. جهت هضم شیمیایی نمونه‌ها در آزمایشگاه محیط‌زیست بندرعباس از روش Moopam استفاده گردید (۱۷). به میزان ۰/۵ تا ۱g از هر نمونه خشک و هموژنیزه شده عضله، با استفاده از ترازوی دقیق الکتریکی با دقت $0.001g$ ، توزین و سپس به لوله‌های آزمایش ۲۵ mL جداگانه منتقل و به مقدار ۱۰ mL اسید نیتریک ۶۵ درصد به آن اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۱h در دمای $40^\circ C$ و سپس به مدت ۳h در دمای $140^\circ C$ بر روی هات پلت قرار گرفت تا کاملاً هضم شدند. سپس محلول به‌دست آمده درون لوله فالكون ریخته و درب آن را محکم بسته درون یخچال نگهداری شد. بعد از باز کردن درب و خروج بخارات درون لوله فالكون محتویات درون لوله با استفاده از کاغذ صافی واتمن $42 \mu m$ صاف به داخل بالن ژوژه ۲۵ mL رسانده شد. پس از آن، نمونه‌ها در محیط یخچال در دمای $4^\circ C$ تا زمان آنالیز با دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی نگهداری شد. برای خواندن غلظت فلزات ابتدا استانداردهایی از فلزات مس، به میزان ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶ ppm و برای خواندن فلز روی و نیکل ۰/۲، ۰/۵ ppm در حد $1/5 mL$ به دستگاه تزریق شد و برای خواندن هر فلز به‌طور جداگانه دستگاه را با آب مقطر دو بار تقطیر صفر گردید (۱۷).

- تجزیه و تحلیل آماری

نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شد و برای پردازش آماری داده‌ها به‌منظور مقایسه میانگین و اختلاف بین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS,20 و سنجش واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) بین فلزات سنگین مس، روی و نیکل در بافت ماهی کفال و همبستگی پیرسون (Pearson) برای بررسی وجود یا عدم وجود همبستگی بین فلزات مذکور

خطرپذیری کل (HI) یا شاخص خطر از حاصل جمع خطرپذیری سه عنصر روی و مس و نیکل به دست آمد. هنگامی که عدد شاخص خطرپذیری بیماری‌های غیر سرطانی به ۱ برسد، نشان‌دهنده بالا بودن احتمال خطرپذیری به بیماری‌های غیر سرطانی است. اگر نتیجه حاصل از این فرمول کمتر از ۱ باشد نشان‌دهنده آن است که مصرف آبی اثر حاد مضر بر روی سلامتی انسان ندارد؛ بنابراین با به دست آوردن شاخص خطر، میزان ریسک ناشی از مصرف گونه مورد مطالعه برای انسان تعیین می‌شود (۲۳).

یافته‌ها

نتایج حاصل از بیومتری و بررسی مشخصات ماهی مطالعه شده، شامل رژیم غذایی و زیستگاه آن، در جدول ۱ آورده شده است. براساس یافته‌های به دست آمده از این پژوهش، بیشترین غلظت مربوط به فلز روی مشاهده گردید. میزان انباشت کادمیوم، کمتر از حد قابل تشخیص دستگاه (ND) برحسب وزن خشک بود. میانگین فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت عضله ماهی کفال طلائی به صورت روی > مس > نیکل به دست آمده که به ترتیب $28/39 \pm 3/99$ ، $10/07 \pm 0/93$ و $4/01 \pm 0/55$ $\mu\text{g/g}$ وزن خشک \pm انحراف معیار) هستند. میزان جذب روزانه (EDI) عناصر مس، روی و نیکل در ماهیان مورد مطالعه کمتر از مقادیر دوز مرجع EPA و مصرف قابل تحمل (TI) پیشنهاد شده توسط کمیسیون مشترک FAO/WHO بود. بیشترین میزان جذب روزانه (EDI) در ماهی کفال طلائی مربوط به فلز روی در کودکان و کمترین میزان جذب روزانه مربوط به فلز مس در بزرگسالان مشاهده شد (جدول ۲).

براساس نتایج حاصل از محاسبه حداکثر میزان مصرف مجاز

در روز)، $Cm =$ غلظت فلز در بافت مورد مصرف ماهی (mg/kg بر حسب وزن تر)، $ABW = BW =$ میانگین وزن بدن مصرف‌کننده که برای بزرگسالان 70 kg (۲۳) و برای کودکان ۶ ساله، 16 kg است (۲۴). مقادیر دوز مرجع برای هر فلز، عدد ویژه‌ای است که طبق مقادیر ارائه شده توسط USEPA، برای کادمیوم $0/001$ ، روی $0/3$ ، مس $0/04$ و نیکل $0/02 \text{ mg/kg}$ در روز است (۲۵).

- برآورد نسبت خطر هدف (Target Hazard Quotients)

برای محاسبه احتمال خطرپذیری افراد به بیماری‌های غیر سرطانی از معادله ارائه شده (معادله ۳) توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (USEPA) استفاده شد (۲۳).

$$THQ = \frac{EF \times ED \times CR \times Mc}{RfD \times ABW \times AET} \quad (3)$$

با توجه به اینکه پتانسیل خطر (THQ) در واقع نسبتی است بین میزانی که فرد در معرض آلاینده قرار می‌گیرد به میزانی که مجاز است در معرض آلاینده قرار بگیرد، رسیدن آن به ۱ و بالاتر از ۱ نشان‌دهنده احتمال بالای خطرپذیری است، $EDI =$ میزان جذب روزانه فلزات از طریق مصرف ماهی (mg/kg وزن بدن در روز)، $THQ =$ پتانسیل خطر، $EF =$ فرکانس مواجهه (۳۶۵ روز در سال)، $ED =$ کل مدت زمان مواجهه (۷۰ سال)، $RfD =$ دوز مرجع (mg/kg در روز).

برای ارزیابی ریسک سلامتی در ارتباط با مصرف ماهی، خطرپذیری کل یا شاخص خطر (Hazard Index)، از معادله ۴ محاسبه شد (۲۶).

(۴)

$$\text{Hazard Index (HI)} = \sum THQ_{Ni} = THQ_{Cu} + THQ_{Zn}$$

جدول ۱- مشخصات ماهی کفال طلائی مورد مطالعه (انحراف معیار \pm میانگین)

گونه	نام علمی	تعداد ماهی	میانگین طول کل (cm)	میانگین وزن کل (g)	رژیم غذایی	زیستگاه
کفال طلائی	<i>Liza aurata</i>	۱۱	$26/2 \pm 1/61$	$125/6 \pm 22/19$	کرم‌ها، نرم‌تنان، سخت‌پوستان و دتریت‌ها	پلاژیک-تریتیک

بحث

ماهی به‌عنوان یک منبع پروتئینی ارزشمند در سبد غذایی بسیاری از مردم وجود دارد و تخمین زده می‌شود که بین ۲۰ تا ۱۵ درصد از پروتئین‌های حیوانی از منابع آبی تامین می‌شود (۹) فلزات سنگین به‌عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده‌های محیط‌های آبی، در اثر فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند (۲۷). پساب‌های واحدهای صنعتی، کشاورزی، حمل‌ونقل مواد حاصل از سوخت‌های فسیلی و غیره، منابع تشکیل‌دهنده فلزات سنگین در پیکره آبی هستند (۲۸). در این مطالعه جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید سپس جهت بررسی وجود همبستگی بین فلزات از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد که نتایج نشان داد بین تجمع فلزات مس، روی و نیکل در بافت عضله ماهی کفال‌طلایی همبستگی

ماهی کفال‌طلایی، مقدار مصرف مجاز این ماهی برای فلز روی، در مقایسه با سایر فلزات مورد مطالعه بالاتر بود. در مورد عنصر کادمیوم، با توجه به اینکه میزان آن کمتر از حد تشخیص دستگاه بود، مقادیر مصرف مجاز در ماهی مورد مطالعه براساس این عنصر، قابل اندازه‌گیری نبود (جدول ۳). مقادیر خطر بالقوه (THQ) فلزات مس، روی، نیکل، برای مصرف‌کنندگان هفت روز در هفته، سه روز در هفته و یک روز در هفته براساس مصرف عضله کفال‌طلایی در بندرانزلی در جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به دوز مبنا در بررسی پتانسیل خطر، میزان THQ در مورد فلزات مورد مطالعه، براساس مصرف عضله کفال‌طلایی برای بزرگسالان و کودکان کمتر از ۱ به‌دست آمد. در تحقیق حاضر بیشترین میزان شاخص کل در ماهی کفال‌طلایی برای کودکان (۱/۱۱) مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۳- مقادیر حداکثر مصرف قابل‌قبول روزانه ماهی (CR_{lim}) برای فلزات مورد مطالعه (mg/kg وزن تر) در بزرگسالان و کودکان، براساس مصرف عضله ماهی کفال‌طلایی

میزان جذب روزانه (EDI) (µg/g در روز)		دوز مرجع (µg/g در روز)	مصرف قابل تحمل (TI) (µg/g در روز)	فلزات
کفال‌طلایی				
بزرگسالان	کودکان			
۱۴/۳۴	۶/۵۲	۴۰/۰	۵۰۰	مس
۵۲/۶۴	۲۳/۹۶	۳۰۰/۰	۳۰۰-۱۰۰۰	روی
۱۲/۱۷	۵/۵۴	۲۰/۰	-	نیکل
-	-	۰	۱	کادمیوم

جدول ۴- میزان پتانسیل خطر برای بیماری‌های غیرسرطانی (THQ) و شاخص خطر (HI) فلزات سنگین مورد مطالعه، براساس مصرف عضله ماهی کفال‌طلایی

(kg/day)CR _{lim}		غلظت فلزات (mg/kg وزن تر)	دوز مرجع (mg/kg در روز)	فلزات	گونه
کودکان	بزرگسالان				
۰/۳۵	۱/۵۷	۲/۰۱	۰/۰۴	مس	کفال‌طلایی
۰/۹۲	۴/۰۵	۷/۳۹	۰/۳	روی	
۰/۴۵	۱/۹۹	۱/۷۱	۰/۰۲	نیکل	
-	-	-	۰/۰۰۱	کادمیوم	

مس، روی و نیکل در عضله ماهی کفال طلایی به ترتیب $2/01 \mu\text{g/g}$ ، $5/67$ ، $0/80$ وزن تر به دست آمد؛ که فلزات مس و روی در مقایسه با استانداردهای سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی (FAO)، سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF) پایین تر بود اما فلز نیکل از استانداردها بالاتر بود و تهدیدی برای سلامت عمومی ایجاد می کند. به طور کلی، مجموع خطرات ناشی از فلزات، در رده سنی کودکان بالاتر از گروه سنی بزرگسالان بود. در تحقیق حاضر بیشترین میزان شاخص کل در ماهی کفال طلایی برای کودکان (1/11) مشاهده شد بنابراین بنظر می رسد مصرف آن برای کودکان مضر است. ماهی کفال طلایی کفزی خوار است که این می تواند دلیل بر بالا بودن فلز نیکل در بافت آن باشد.

نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل خطر سلامت فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی نشان می دهد که غلظت فلزات مورد مطالعه برای مصرف انسان در مقایسه با استانداردهای بین المللی پذیرفته شده، قابل قبول است. به جز فلز نیکل از سطوح ایمنی بالاتر بوده و از استانداردهای بین المللی بالاتر بود. در میان فلزات مورد مطالعه، بیشترین خطرپذیری بیماری های غیر سرطانزا مربوط به عنصر نیکل در ماهی کفال طلایی برای کودکان مشاهده شد، بنابراین باید مصرف آن به حداقل ممکن برسد. از دیدگاه سلامت افراد، ارزیابی خطر بهداشتی فلزات سنگین، در شهرستان بندرانزلی که ماهی یک منبع پروتئین و از لحاظ اقتصادی بسیار حائز اهمیت است پیشنهاد می شود سطوح فلزات در گونه های پلاژیک باید به طور مداوم در مناطق بالقوه آلوده مورد ارزیابی قرار گیرد؛ زیرا علاوه بر اینکه تمایل به انباشت فلزات سنگین از آب آلوده در عضلات خود را دارند، به دلیل پلاژیک بودن و تغذیه از ارگانیزم های کوچک در تماس با آلاینده های موجود در رسوبات و کف نیز هستند. با توجه به اهمیت ماهی کفال طلایی در تغذیه و مصرف بالای آن در شمال

معنی داری وجود نداشت ($p \geq 0/05$). میانگین غلظت فلزات سنگین مس، روی و نیکل در بافت عضله ماهی کفال طلایی به ترتیب $4/01 \pm 0/55$ ، $28/39 \pm 3/99$ ، $10/07 \pm 0/93$ به دست آمد که به صورت روی < مس < نیکل مشاهده می شود. میزان مس از نتایج به دست آمده توسط Jaric و همکاران در سال 2011 (29) در گونه *Acipenser ruthenus* از رودخانه دانوب در صربستان، Yi و همکاران در سال 2017 (30) در ماهی رودخانه یانگ تسه چین، Naji و همکاران در سال 2016 (22) در ماهی دریایی خلیج فارس کمتر بود. ولی از نتایج به دست آمده از Abdolapur و همکاران در سال 2013 (31) بر روی ماهی های پلاژیک و بنتوپلاژیک خلیج فارس، Chi و همکاران در سال 2007 (32) در بافت ماهیچه گونه های *Hypophthalmichthys*، *Carassius auratus* در دریاچه تایهو در چین بیشتر بود. میزان روی از نتایج به دست آمده توسط Velusamy و همکاران در سال 2014 (33) در گونه ماهی *Thryssa mystax* از بندر Mumbai هند، کمتر بود اما از نتایج حاصل از مطالعات Chi و همکاران در سال 2007 (32) در بافت ماهیچه ماهی *Cyprinus carpio*، *Aristichthys* و *Hypophthalmichthys molitrix* در دریاچه تایهو در چین، Yap و همکاران در سال 2015 (34) در بافت ماهیچه ماهی تیلاپیا از رودخانه Seri Serdang در مالزی، بیشتر بود. میزان نیکل نیز از مطالعات Agah و همکاران در سال 2009 (35) در پنج گونه ماهی در خلیج فارس، Mendil و همکاران در سال 2010 (36) در ترکیه، Leung و همکاران در سال 2014 (37) در گونه ماهی *Mandarin fish* در دلتای رودخانه مروارید چین کمتر بود ولی از نتایج Alipour و همکاران در سال 2013 (38) در بافت ماهی *Neogobius* و *Rutilus rutilus caspicus* در تالاب بین المللی میانکاله، Usero و همکاران در سال 2003 (39) در ماهی *Anguilla*، *Solea vulgaris* در ساحل دریای اقیانوس اطلس جنوبی اسپانیا بیشتر بود. در مطالعه حاضر، میزان غلظت

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل حسن رفتار، عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کردند.

کشور پیشنهاد می‌شود خطر بهداشتی و آلودگی دیگر فلزات سنگین که در این مطالعه بر روی ماهی کفال طلایی انجام نشده بررسی گردد و مدیریت دقیق‌تری در جهت کنترل آلاینده‌ها صورت گیرد.

References

1. Sharifi M. The pattern of caspian sea water penetration into anzali wetland: Introduction of a salt wedge. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 2006;4(1):77-81.
2. Ghazban F, Zare Khosh Eghbal M. Source of heavy metal pollutions in the sediments of the Anzali Wetland in northern Iran. *Journal of Environmental Studies*. 2011;37:1-12 (in Persian).
3. Yi Y, Zhang S. The relationships between fish heavy metal concentrations and fish size in the upper and middle reach of Yangtze River. *Procedia Environmental Sciences*. 2012;13:1699-707.
4. Buragohain M, Bhuyan B, Sarma HP. Seasonal variations of lead, arsenic, cadmium and aluminium contamination of groundwater in Dhemaji district, Assam, India. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2010;170(1-4):345-51.
5. Smith AH, Steinmaus CM. Health effects of arsenic and chromium in drinking water: recent human findings. *Annual Review of Public Health*. 2009;30:107-22.
6. Naji A, Ismail A, Ismail AR. Chemical speciation and contamination assessment of Zn and Cd by sequential extraction in surface sediment of Klang River, Malaysia. *Microchemical Journal*. 2010;95(2):285-92.
7. Iyengar GV, Nair PP. Global outlook on nutrition and the environment: meeting the challenges of the next millennium. *Science of the Total Environment*. 2000;249(1-3):331-46.
8. Türkdoğan MK, Kilicel F, Kara K, Tuncer I, Uygan I. Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2003;13(3):175-79.
9. Nachtergaele F, van Velthuizen H, Verelst L. Harmonized world soil database (version 1.1). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2009.
10. El-Moselhy KM, Othman A, El-Azem HA, El-Metwally M. Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2014;1(2):97-105.
11. Saçmaci Ş, Kartal S, Saçmaci M. Determination of Cr (III), Fe (III), Ni (II), Pb (II) and Zn (II) ions by FAAS in environmental samples after separation and preconcentration by solvent extraction using a triketone reagent. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2012;21(6):1563-70.
12. Farías SS, Casa VA, Vázquez C, Ferpozzi L, Pucci GN, Cohen IM. Natural contamination with arsenic and other trace elements in ground waters of Argentine Pampean Plain. *Science of the Total Environment*. 2003;309(1-3):187-99.
13. Mukherjee A, Sengupta MK, Hossain MA, Ahmed S, Das B, Nayak B, et al. Arsenic contamination in groundwater: a global perspective with emphasis on the Asian scenario. *Journal of Health, Population and Nutrition*. 2006;24(2):142-63.
14. Lashkari Moghadam N, Rabani M, Ahmad Panahi H. Evaluation of heavy metal (Zn, Co, Ni, Cd) in canned tuna and oil. *Journal of Marine Science & Technology Research*. 2008;3(2):78-84.
15. Sadeghi Rad M. Investigation and determination of heavy metals (lead, zinc, mercury, cadmium, cobalt) in the Anzali wetland edible fish meat. *Iranian Fisheries Scientific Journal*. 1995;4(5):2-14 (in Persian).
16. Dallinger R, Prosi F, Segner H, Back H. Contaminated food and uptake of heavy metals by fish: a re-

- view and a proposal for further research. *Oecologia*. 1987;73(1):91-98.
17. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment. Manual of Oceanographic Observations and Pollutant Analysis Methods (MOO-PAM). 3rd ed. Kuwait: Regional Organization for the Protection of the Marine Environment; 1999.
 18. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment. Manual of Oceanographic Observations and Pollutant Analysis Methods (MOO-PAM). 1st ed. Kuwait: Regional Organization for the Protection of the Marine Environment; 1999.
 19. Hajeb P, Jinap S, Ismail A, Fatimah A, Jamilah B, Rahim MA. Assessment of mercury level in commonly consumed marine fishes in Malaysia. *Food Control*. 2009;20(1):79-84.
 20. Gu Y-G, Lin Q, Wang X-H, Du F-Y, Yu Z-L, Huang H-H. Heavy metal concentrations in wild fishes captured from the South China Sea and associated health risks. *Marine Pollution Bulletin*. 2015;96(1-2):508-12.
 21. UNEP. Sampling of selected marine organisms and sample preparation for the analysis of chlorinated hydrocarbons. Monaco: UNEP; 1991.
 22. Naji A, Khan FR, Hashemi SH. Potential human health risk assessment of trace metals via the consumption of marine fish in Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*. 2016;109(1):667-71.
 23. USEPA. Risk assessment and fish consumption limits. Washington DC: United States Environmental Protection Agency; 2000.
 24. 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 and Chemical Toxicology*. 2013;53:33-37.
 25. USEPA. Reference dose (RfD) description and use in health risk assessments. Washington DC: United States Environmental Protection Agency; 1993 [cited 2019 March 25]. Available from: <https://www.epa.gov/iris/reference-dose-rfd-description-and-use-health-risk-assessments>.
 26. Li J, Huang ZY, Hu Y, Yang H. Potential risk assessment of heavy metals by consuming shellfish collected from Xiamen, China. *Environmental Science and Pollution Research*. 2013;20(5):2937-47.
 27. Humtsoe N, Davoodi R, Kulkarni B, Chavan B. Effect of arsenic on the enzymes of the rohu carp *Labeo rohita* (Hamilton, 1822). *The Raffles Bulletin of Zoology*. 2007;14:17-19.
 28. Sekhar KC, Chary N, Kamala C, Raj DS, Rao AS. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kolleru lake by edible fish. *Environment International*. 2004;29(7):1001-1008.
 29. Jarić I, Višnjić-Jeftić Ž, Cvijanović G, Gačić Z, Jovanović L, Skorić S, et al. Determination of differential heavy metal and trace element accumulation in liver, gills, intestine and muscle of sterlet (*Acipenser ruthenus*) from the Danube River in Serbia by ICP-OES. *Microchemical Journal*. 2011;98(1):77-81.
 30. Yi Y, Tang C, Yi T, Yang Z, Zhang S. Health risk assessment of heavy metals in fish and accumulation patterns in food web in the upper Yangtze River, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2017;145:295-302.
 31. Monikh FA, Safahieh A, Savari A, Ronagh MT, Doraghi A. The relationship between heavy metal (Cd, Co, Cu, Ni and Pb) levels and the size of benthic, benthopelagic and pelagic fish species, Persian Gulf. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2013;90(6):691-96.
 32. Chi Q-q, Zhu G-w, Langdon A. Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China. *Journal of Environmental Sciences*. 2007;19(12):1500-504.
 33. Velusamy A, Kumar PS, Ram A, Chinnadurai S. Bioaccumulation of heavy metals in commercially important marine fishes from Mumbai Harbor, India. *Marine Pollution Bulletin*. 2014;81(1):218-24.
 34. Yap CK, Jusoh A, Leong WJ, Karami A, Ong GH. Potential human health risk assessment of heavy metals via the consumption of tilapia *Oreochromis mossambicus* collected from contaminated and un-

- contaminated ponds. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015;187(9):584.
35. Agah H, Leermakers M, Elskens M, Fatemi SMR, Baeyens W. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2009;157(1-4):499-514.
36. Mendil D, Ünal ÖF, Tüzen M, Soylak M. Determination of trace metals in different fish species and sediments from the River Yeşilırmak in Tokat, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*. 2010;48(5):1383-92.
37. Kwok C, Liang Y, Wang H, Dong Y, Leung S, Wong MH. Bioaccumulation of heavy metals in fish and Ardeid at Pearl River Estuary, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2014;106:62-67.
38. 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. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2013;91(5):517-21.
39. Usero J, Izquierdo C, Morillo J, Gracia I. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International*. 2004;29(7):949-56.



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



Potential health risk assessment of heavy metals (Cu, Zn, Ni) via the consumption of the prevailing bony fish *Liza auratas* (Risso, 1810) of Caspian Sea

Z Farahbakhsh¹, A Akbarzadeh^{1,*}, P Amiri², A Naji¹

1- Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

2- Department of Environment, Branch of Illam Province, Illam, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 16 March 2019

Revised: 9 June 2019

Accepted: 12 June 2019

Published: 4 September 2019

Keywords: Bandar Anzali, Risk index, Heavy metals, *Liza aurata*, Consumer health

***Corresponding Author:**
akbarzadeh@hormozgan.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Heavy metals enter to water resources through various ways, causing dangers such as illness, cancer, and, in general, a disorder in the body of living organisms. Mullet (*Liza aurata*) is highly consumed by the people living in Guilan province, Iran. Therefore, the amount of heavy metals included copper, zinc, and nickel was investigated in the muscle tissue of mullet. **Materials and Methods:** A total number of 11 mullet were obtained from Bandar Anzali. After a preparation step, the fish samples were digested using chemical digestion, and the amounts of heavy metals were determined by atomic absorption.

Results: The average concentration of copper, zinc, and nickel in muscle tissue was 10.07 ± 0.93 , 28.39 ± 3.99 , and 4.01 ± 0.55 $\mu\text{g/g}$ dry weight, respectively. The concentrations of the studied metals were lower than the FAO, WHO, FDA, NHMRC and UKMAFF international standards, except for the nickel. The daily absorption rates of the studied metals (EDI) for children and adults were lower than the reference dose set by the EPA and the TI provided by the FAO / WHO Organization. The risk potential (THQ) of seven days, three days and one day consumption per week of Golden grey mullet for both adults and children were found less than 1. The hazard index (HI) of 7 days a week consumption of mullet for children was greater than 1.

Conclusion: According to the results of the present study, the consumption of this fish has a harmful effect on consumer health in children age group.

Please cite this article as: Farahbakhsh Z, Akbarzadeh A, Amiri P, Naji A. Potential health risk assessment of heavy metals (Cu, Zn, Ni) via the consumption of the prevailing bony fish *Liza auratas* (Risso, 1810) of Caspian Sea. Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(2):193-202.