مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دوازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۹۳ تا ۲۰۲

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 کفال‌طلایی (*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:

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

واژگان کلیدی: بندرانزلی، شاخص خطر، فلزات سنگین، کفال‌طلایی، سلامت مصرف‌کننده

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
akbarzadeh@hormozgan.ac.ir

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.

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 موردمطالعه به‌وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین شد.

یافته‌ها: میانگین غلظت فلزات مس، روی، نیکل در بافت عضله ماهی کفال به‌ترتیب ۰/۹۳±۱۰/۰۷، ۳/۹۹±۲۸/۳۹، ۰/۵۵±۴/۰۱ µg/g وزن خشک بود. غلظت فلزات به‌جز 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 مصرف قابل تحمل (TI) ارائه شده توسط سازمان FAO/WHO به‌دست 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 به‌دست 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.

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

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.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]

مقدمه

تالاب انزلی جزء تالاب‌های حفاظت شـده بین المللی است که مـورد مطالعه محققان مختلف قرار گرفتـه است (۱). وضعیت تـالاب انزلی در طی دهه‌های گذشـته در اثر ورود پسـاب‌های شهری، صـنعتی و روسـتایی به سمت بحرانی شدن پیش رفته است. یکی از پدیده‌هایی که تالاب انزلی را به‌شـدت تحت فشار تخریب و آلودگی قـرار داده اسـت، فعالیت‌های انسانی در حوزه آبخیـز تالاب است. منابع اصلی آلودگـی در حوزه آبخیز تالاب انزلـی را می‌تـوان به فاضلاب‌های خانگـی (سالانه ۳۰ میلیون تـن)، فاضلاب‌هـای صنعتی (حـدود ۵۰ کارخانـه)، فضولات دامی، پسـاب‌های حاصل از آبیاری شالیزارها (۴۰۰۰ L)، ورود سایر پسـاب‌های حاصل از آبیـاری اراضی و تخریب و فرسایش جنگل‌هـا و مراتع تقسـیم کـرد (۲). توسعه سریـع صنعت و کشاورزی باعث افزایش آلودگی اکوسیستم‌های آبی به‌خصوص رودخانه‌ها و دریاچه‌ها با فلزات سنگین می‌شود. فلزات سنگین از آب‌هـای آلوده به رودخانه‌ها وارد شـده و درنهایت به دریاها و دریاچه‌هـا می‌رسند (۳). مقادیـر بالای فلزات سنگین در آب بر سلامت انسـان تاثیر سوء داشـته و منجر به غیرقابل مصرف شدن آب می‌شود (۴، ۵). فلزات سنگین موجود در آب، رسوبات و زیسـتگاه موجودات زنده نگرانی مهمـی برای دانشمندان در زمینه‌هـای مختلـف مربوط به کیفیت آب و بهداشـت عمومی ایجاد کرده اسـت (۶). مصرف غذای آلوده بـه فلزات سنگین، موجـب کاهش کارایـی سیسـتم ایمنی بدن می‌شـود. عقب ماندگی رشد داخل رحمی، اختلالات روانی، سوءتغذیه و شیوع بالای سرطان قسـمت بالایی دستگـاه گوارش از دیگر عوارض غـذای آلوده بـه فلزات سنگین اسـت (۷، ۸). براساس گزارش FAO میـزان سرانه مصرف آبزیان در دنیا ۱۷ kg اعلام شـده کـه ۷/۷ kg مربوط به مصرف سرانه آبزیان 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 شـیمیایی پایدار در محیط‌زیست از جمله فلزات سنگین آلوده شود (۱۰). فلزات سنگیـن تجزیه نمی‌شـوند و به‌تدریج در بـدن جانداران مثل گیاهان و جانوران تجمع می‌یابند. در بافت‌های چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل انسـان رسوب نموده و انباشته می‌گردند (۱۱). بـا توجـه به اینکه فلزات روی و مـس برای موجود زنده ضروری جهت رشـد و متابولیسـم هسـتند پس انتظار می‌رود که میزان این فلزات در بدن آبزیان بیشتر از دیگر فلزات باشـد (۱۲). وجود مس به مقدار بالا باعث ایجاد بیماری‌هایی از قبیل کم خونی، افزایش کلسـترول و سبز شـدن رنگ موها در بدن و نیـز گاهی منجر به مرگ می‌شـود (۱۳). مقادیر بیش از حد مجاز روی، علائمی چـون سردرد، از دست دادن آب بدن، درد در ناحیه شـکم، حالت تهوع، استفـراغ و سرگیجه را به دنبال خواهد داشـت (۱۴). وجود مقدار اندک نیکـل در مواد غذایی برای بدن ضروری است، اما زمانی‌که مقدار آن از حد مجاز خود فراتر رود، احتمال مبتلا شـدن به سرطان ریه، بینی، حنجره و پروستات را افزایش می‌دهد (۱۵). از عوارض مسمومیت با نیکل می‌تـوان به سردرد، بی‌خوابی، تهوع، سرگیجه، التهاب پوست و سرطان ریه اشـاره نمـود (۱۶). این تحقیق بـه منظور بررسی مقدار تجمـع فلزات سنگین مس، روی، نیکـل در بافت عضله ماهی کفال‌طلایی در بندر انزلی و مقایسـه آن با استانداردهای جهانـی و تعییـن میزان جذب روزانه و ارزیابـی خطر تغذیه از مصرف بافت آن برای انسان انجام شد.

مواد و روش‌ها

- روش نمونه برداری و آنالیز شیمیایی

در ایـن پژوهـش، تعداد ۱۱ عـدد ماهی کفال‌طلایـی از بازار ماهی‌فروشـان بنـدر انزلـی در فصـل بهار سـال ۱۳۹۷ تهیه و نمونه‌هـا تا زمـان انتقال به آزمایشگاه در یخ نگهداری شـد. نمونه‌های ماهی پـس از انتقال به آزمایشگاه دانشگاه هرمزگان با آب مقطر شست‌وشـو داده تا پوشـش لـزج و ذرات خارجی جذب‌کننـده فلزات از سطح بدن دفع شـود. سپس با استفاده از خط‌کـش بیومتری و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱، طول کل و وزن کل اندازه‌گیری شـد و سپـس عضله پشتی ماهیان به‌وسیله تیغه چاقو جدا گردید (۱۷). بافت‌های جدا شده به‌طور مجزا همراه با برچسـب در کیسه‌های فریزری قرار داده شدند و

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]

سپس در دمای ۲۰ °C- در فریزر نگهداری شـدند تا از آسیب بافت‌ها جلوگیری شـود (۱۸). تمامی ظروف آزمایشگاهی مورد استفاده به مدت ۲۴ h داخل اسید نیتریک ۶۵ درصد خیسانده و سپس با آب مقطر کاملا شسـته شـدند (۱۹) بافت‌های جدا شـده، در آون در دمـای ۸۰ °C قـرار گرفتند تا کاملا خشک گردد (۲۰). سپس نمونه‌ها با استفاده از هاون پودر شدند. جهت هضم شـیمیایی نمونه‌ها در آزمایشگاه محیط‌زیست بندرعباس از روش Moopam استفـاده گردیـد (۱۷). بـه میزان ۰/۵ تا ۱g از هر نمونه خشک و هموژنیزه شـده عضلـه، با استفاده از تـرازوی دقیق الکتریکی بـا دقت ۰/۰۰۱ g، توزین و سپس به لوله‌های آزمایش ۲۵ mL جداگانه منتقل و به مقدار ۱۰mL اسید نیتریک ۶۵ درصد به آن اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۱h در دمـای ۴۰ °C و سپس بـه مدت ۳h در دمای ۱۴۰ °C بر روی هات پلت قرار گرفت تا کاملا هضم شـدند. سپس محلول به‌دسـت آمـده درون لوله فالکون ریختـه و درب آن را محکم بسته درون یخچال نگهداری شد. بعد از باز کردن درب و خروج بخارات درون لولـه فالکون محتویات درون لولـه با استفاده از کاغـذ صافی واتمـن ۴۲ µm صاف به داخـل بالن ژوژه mL ۲۵ انتقـال یافت و با آب مقطر دو بار تقطیر به حجم ۲۵mL رسانده شد. پس از آن، نمونه‌ها در محیط یخچال در دمای °C ۴ تا زمان آنالیز با دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی نگهداری شد. برای خواندن غلظت فلـزات ابتدا استانداردهایی از فلزات مس، به میزان ۸، ۴، ۲، ppm ۱ و برای خواندن فلز روی و نیکل ۴، ۲، ۱، ppm ۰/۵ در حد ۱/۵mL به دستگاه تزریق شد و برای خواندن هـر فلز به‌طور جداگانه دستگاه را بـا 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 مقایسـه میانگین و اختلاف بین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS,20 و سنجش واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) بیـن فلـزات سنگیـن مس، روی و نیکل در بافت ماهی کفال و همبسـتگی پیرسون (Pearson) برای بررسی وجود یا عدم وجود همبسـتگی بین فلزات مذکور در بافت ماهی کفال استفـاده گردید. جهت اطمینان از صحت کـار از هر نمونه ۳ تکرار آماده‌سـازی و آنالیز گردید و میانگین آنها جهت غلظت نهایی در نظر گرفته شد.

- تخمیـن جـذب روزانـه (EDI) فلـزات توسـط افراد مصرف‌کننده

داده‌هـای به‌دسـت آمـده از اندازه‌گیری غلظـت فلزات توسط دستگـاه، با استفـاده از روابط و فرمول‌های زیـر به‌دست آمد. میزان جذب روزانه آلاینده‌ها (Estimated Daily Intake) با استفاده از معادلـه 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 حسـب وزن خشک، محاسبه شـود (۲۱). فـرض بر این است که عمـل پخت هیچ تاثیری بر روی آلاینده نداشته باشد (۲۲).

(۱)

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

EDI= میـزان جذب روزانـه فلزات از طریـق مصرف ماهی (mg/kg وزن بدن در روز)، Cm=Mc= غلظت فلز در بافت مورد مصرف ماهی (mg/kg بر حسـب وزن تر)، CR= نرخ مصرف روزانه ماهی که برای بزرگسـالان ۲۲۷ g/day (۲۳) و برای کودکان ٦ساله، ۱۱٤ g/day است (۲٤). BW=ABW= میانگیـن وزن بدن مصرف کننده که برای بزرگسـالان ۷۰ kg (۲٤) و برای کودکان ٦ ساله، ۱٦ kg است (۲۳).

- تعیین حد مجاز روزانه مصرف ماهی کفال‌طلایی

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

$$CR_{lim} = \frac{RFD \times ABW}{C_m} \quad (۲)$$

CR_{Lim} = حداکثـر مصـرف قابـل قبول روزانـه ماهی (kg/day)، RfD= دوز مرجـع یا جذب مجـاز روزانه (mg/kg

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]

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 kg ۷۰ (۲۳) و برای کودکان ٦ ساله، kg ١٦ است (٢٤). مقادیر دوز مرجع برای هر فلز، عدد ویژه‌ای است که طبق مقادیر ارائه شده توسط USEPA، برای کادمیوم ۰/۰۰۱، روی ۰/۳، مس ۰/۰٤ و نیکل mg/kg ۰/۰۲ 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).

$$THQ = \frac{EF \times ED \times CR \times Mc}{RFD \times ABW \times AET} \quad (۳)$$

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)

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

خطرپذیری کل (HI) یا شاخص خطر از حاصل جمع خطرپذیری سه عنصر روی و مس و نیکل به‌دست آمد. هنگامی‌که 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 آبزی اثر حاد مضری بر روی سلامتی انسان ندارد؛ بنابراین با به‌دست 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 به‌دست‌آمده از این پژوهش، بیشترین غلظت مربوط به فلز روی مشاهده گردید. میزان انباشت کادمیوم، کمتر از حد قابل‌تشخیص دستگاه (ND) برحسب وزن خشک بود. میانگین فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت عضله ماهی کفال‌طلایی به‌صورت روی <مس < نیکل به‌دست آمده که به ترتیب ۳/۹۹±۲۸/۳۹، ۰/۹۳±۱۰/۰۷ و ۰/۵۵±۴/۰۱ (µg/g وزن خشک ± 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 طلایی 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

جدول ۱- مشخصات ماهی کفال‌طلایی مورد مطالعه (انحراف معیار± میانگین)

گونه	نام علمی	تعداد ماهی	میانگین طول کل (cm)	میانگین وزن کل (g)	رژیم غذایی	زیستگاه
کفال طلایی	*Liza aurata*	۱۱	۲۶/۲ ±۱/۶۱	۱۲۵/۶ ± ۲۲/۱۹	کرم‌ها، نرم‌تنان، سخت‌پوستان و دتریت‌ها	پلاژیک-نریتیک

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]

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 کفال طلایی برای کودکان (۱/۱۱) مشاهده شد (جدول ۴).

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

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

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

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

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

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]

معنـی‌داری وجود نداشـت (p≥۰/۰۵). میانگین غلظت فلزات سنگیـن مس، روی و نیکل در بافت عضلـه ماهی کفال‌طلایی به ترتیب ۰/۹۳±۱۰/۰۷، ۳/۹۹±۲۸/۳۹، ۰/۵۵±۴/۰۱ به‌دست آمـد که به‌صورت روی> مس> نیکل مشاهده می‌شـود. میزان مـس از نتایج به‌دست آمده توسـط Jaric و همکاران در سال ۲۰۱۱ (۲۹) در گونـه *Acipenser ruthenus* از رودخانـه دانوب در صربسـتان، Yi و همکـاران در سال ۲۰۱۷ (۳۰) در ماهـی رودخانه یانگ تسـه چین، Naji و همکـاران در سال ۲۰۱۶ (۲۲) در ماهـی دریایی خلیج فـارس کمتر بود. ولی از نتایـج به‌دسـت آمـده از Abdolahpur و همکاران در سال ۲۰۱۳ (۳۱) بـر روی ماهی‌های پلاژیـک و بنتوپلاژیک خلیج فارس، Chi و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۳۲) در بافت ماهیچه گونه‌های *Carassius auratus*،*Hypophthalmichthys molitrix* و *Aristichthys nobilis* در دریاچـه تایهو در چیـن بیشتر بـود. میـزان روی از نتایج به‌دسـت آمده توسط Velusamy و همکـاران در سـال ۲۰۱۴ (۳۳) در گونـه ماهـی *Thryssa mystax* از بنـدر Mumbai هنـد، کمتر بـود اما از نتایـج حاصل از مطالعـات Chi و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۳۲) در بافـت ماهیچـه ماهـی *Cyprinus carpio*، *Hypophthalmichthys molitrix* و *Aristichthys nobilis* در دریاچـه تایهو در چین، Yap و همکاران در سال ۲۰۱۵ (۳۴) در بافـت ماهیچه ماهـی تیلاپیا از رودخانه Seri Serdang در مالزی، بیشتر بـود. میزان نیکل نیز از مطالعات Agah و همکاران در سال ۲۰۰۹ (۳۵) در پنج گونه ماهی در خلیج فـارس، Mendil و همکاران در سـال ۲۰۱۰ (۳۶) در ترکیه، Leung و همکاران در سال ۲۰۱۴ (۳۷) در گونه ماهی *Mandarin fish* در دلتـای رودخانه مروارید چین کمتر بود ولـی از نتایج Alipour و همکاران در سـال ۲۰۱۳ (۳۸) در بافـت ماهی *Rutilus rutilus caspicus* و *Neogobius gorlap* در تـالاب بین المللـی میانکاله، Usero و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۳۹) در ماهی *Solea vulgaris*، *Anguilla Anguilla* و *Liza aurata* در ساحل دریای اقیانوس اطلس جنوبـی اسپانیـا بیشتر بـود. در مطالعه حاضـر، میزان غلظت مـس، روی و نیکـل در عضله ماهـی کفال طلایی بـه ترتیب ۲/۰۱ µg/g، ۵/۶۷، ۰/۸۰ وزن تـر به‌دست آمد؛ که فلزات مس و روی در مقایسه با استانداردهای سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی (FAO)، سازمان بهداشـت جهانی (WHO)، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشـکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی، شـیلات و غذای انگلسـتان (UKMAFF) پایین‌تر بـود اما فلز نیکل از استانداردهـا بالاتر بود و تهدیدی بـرای سلامت عمومی ایجاد می‌کنـد. به‌طور کلی، مجموع خطرات ناشـی از فلزات، در رده سنی کودکـان بالاتر از گروه سنی بزرگسـالان بود. در تحقیق حاضر بیشترین میزان شـاخص کل در ماهی کفال طلایی برای کودکان (۱/۱۱) مشاهده شـد بنابراین بنظر می‌رسد مصرف آن بـرای کودکان مضر است. ماهـی کفال‌طلایی کفزی‌خوار است که این می‌تواند دلیل بر بالا بودن فلز نیکل در بافت آن باشد.

نتیجه‌گیری

تجزیـه و تحلیل خطـر سلامت فلزات سنگیـن در بافت عضله ماهی کفال‌طلایی نشان می‌دهد که غلظت فلزات مورد مطالعه برای مصرف انسـان در مقایسـه با استانداردهـای بین المللی پذیرفته شده، قابل قبول است. به‌جز فلز نیکل از سطوح ایمنی بالاتـر بـوده و از استانداردهای بین‌المللی بالاتـر بود. در میان فلـزات مورد مطالعـه، بیشترین خطرپذیـری بیماری‌های غیر سرطـان‌زا مربوط بـه عنصر نیکل در ماهـی کفال‌طلایی برای کودکان مشاهده شد، بنابراین باید مصرف آن به حداقل ممکن برسـد. از دیدگاه سلامت افراد، ارزیابی خطر بهداشـتی فلزات سنگین، در شـهرستان بندرانزلی که ماهی یک منبع پروتئین و از لحاظ اقتصادی بسـیار حائز اهمیت است پیشنهاد می‌شود سطوح فلزات در گونه‌های پلاژیک باید به‌طور مداوم در مناطق بالقوه آلوده مـورد ارزیابی قرار گیرد؛ زیرا علاوه بر اینکه تمایل به انباشـت فلزات سنگین از آب آلوده در عضلات خود را دارند، به دلیل پلاژیک بودن و تغذیه از ارگانیزم‌های کوچک در تماس با آلاینده‌های موجود در رسوبات و کف نیز هسـتند. با توجه به اهمیت ماهی کفال‌طلایی در تغذیه و مصرف بالای آن در شمال

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]

کشور پیشنهاد می‌شـود خطر بهداشـتی و آلودگی دیگر فلزات سنگین که در این مطالعه بر روی ماهی کفال‌طلایی انجام نشده بررسـی گردد و مدیریت دقیق‌تـری در جهت کنترل آلاینده‌ها صورت گیرد.

ملاحظات اخلاقی

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

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, Sacmaci 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, Ahamed 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. Evaluathion 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-

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]

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 (MOOPAM). 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 (MOOPAM). 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-

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]

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.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]

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 Farahbakhsh[1], A Akbarzadeh[1,*], P Amiri[2], A Naji[1]

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 µg/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.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-09-12]