ارزیابی خطر فلزات سنگین Cu, Zn, Ni برای سلامت انسان ناشی از مصرف عضله ماهی سیاه‌کولی *Vimba vimba persa* (Linnaeus, 1754) و ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* (Kamansky, 1901) در تالاب انزلی، دریای خزر

زهرا فرح‌بخش[۱]، آرش اکبرزاده*[۱]، ابوالفضل ناجی[۱]

*akbarzadeh@hormozgan.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

چکیده

فلزات سنگین به عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده‌های محیط آبی، در اثر فعالیت‌های طبیعی و انسانی به محیط آبی راه می‌یابند. این فلزات ممکن است در بدن موجودات آبزی، از جمله ماهی تجمع یابند و خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم و موجودات زنده و بخصوص برای انسان محسوب گردند. در مطالعه حاضر، میزان فلزات سنگین مس، روی و نیکل در بافت عضله ماهی سفید (*Rutilus frisii Kutum*) و ماهی سیاه‌کولی (*Vimba vimba persa*) صید شده از سواحل بندر انزلی بوسیله دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی تعیین گردید. میانگین غلظت فلزات سنگین مس، روی و نیکل در بافت عضله ماهی سفید بترتیب ۱/۲۶±۷/۴۷، ۱/۴۹±۱۸/۹۶، ۰/۲۳±۲/۶۸ و سیاه‌کولی بترتیب ۲/۲۶±۱۰/۴۱، ۶/۸۲±۳۲/۰۱ و ۰/۳۰±۲/۵۰ میکروگرم برگرم وزن خشک بود. غلظت فلزات سنگین در بافت عضله کمتر از غلظت مجاز استانداردهای بین‌المللی بود، بجز فلز نیکل که از استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) بیشتر بود. میزان پتانسیل خطر و شاخص خطر برای هر دو گروه سنی بزرگسال و کودکان کمتر از ۱ بدست آمد. بنابراین، خطر چندانی برای مصرف‌کنندگان وجود ندارد. با توجه به اهمیت کیفیت ماهی مصرفی برای ساکنین مناطق شمالی ایران، جهت کنترل میزان آلاینده‌ها در آبزیان و جوامع مصرف‌کننده، باید آلاینده‌های منطقه، بخصوص فلزات سنگین به طور مستمر ارزیابی و پایش گردد.

لغات کلیدی: پتانسیل خطر، تالاب انزلی، فلزات سنگین، ماهی، میزان جذب روزانه

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

مقدمه

دریای خزر بزرگترین پیکره آبی محصور دنیاست که فلزات سنگین، از مهم‌ترین آلاینده‌های ورودی آن هستند (Sohrabi *et al*., 2010). فاضلاب‌های خانگی و صنعتی که از راه آب رودخانه‌ها وارد آبهای مناطق ساحلی می‌شوند، نقش مهمی در تخریب محیط‌زیست دریای خزر دارند. توسعه شهرنشینی، افزایش جمعیت مناطق ساحلی و توسعه راهها و بندرها، آثار مخربی بر اکوسیستم مناطق ساحلی دریای خزر دارند. شدت تخریب و آسیب‌های وارد شده به دریای خزر و ذخایر آبزیان آن در دو دهه اخیر بسیار شدید و نگران‌کننده بوده است (پورکاظمی، ۱۳۸۷). این آلاینده‌ها بر اساس درجه سمیت، پایداری و انتقال در زنجیره‌های غذایی، سلامت موجودات زنده را به مخاطره می‌اندازند (Ganjavi *et al*., 2010). تالاب انزلی در ساحل جنوبی دریای خزر، یکی از تالاب‌های با ارزش ثبت شده در کنوانسیون بین‌المللی رامسر است که سطح بالای آلودگی آن در دهه‌های اخیر، به یکی از دغدغه‌های اصلی مردم و مسئولان تبدیل شده است. این تالاب بستر زیست و تولیدمثل بسیاری از آبزیان و پرندگان می‌باشد که ورود فلزات سنگین و سایرآلاینده‌ها باعث تهدید این محیط آبی کم‌نظیر و ساکنین آن شده است (Khosravi *et al*., 2011). در حال حاضر، محصولات دریایی نقش قابل توجهی در تأمین غذای مردم جهان دارند. طبق آمار FAO (سازمان خوار و بار کشاورزی ملل متحد) ماهی حدود ۱۶ درصد از کل پروتئین‌های مورد نیاز جهان را تشکیل می‌دهد (FAO, 2010). سازمان خواروبار کشاورزی ملل متحد میزان مصرف سرانه آبزیان در ایران را ۷/۷ کیلوگرم اعلام کرده است (FAO, 2016). همزمان با افزایش مصرف جهانی ماهی به دلیل مزایای تغذیه‌ای و درمانی آن، نگرانی در مورد آلودگی آن نیز افزایش‌یافته است. زیرا ماهی می‌تواند با طیف وسیعی از مواد شیمیایی پایدار در محیط‌زیست از جمله فلزات سنگین آلوده شود (El-Moselhy *et al*., 2014). بنابراین، احتمال قرار گرفتن انسان در معرض مواد شیمیایی مضر مانند فلزات سنگین از طریق مصرف غذاهای دریایی اجتناب‌ناپذیر است (Ganjavi *et al*., 2010; Saei-Dehkordi *et al*., 2010; Storelli *et al*., 2010). فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های محیط‌زیست هستند. این فلزات بر اساس ماهیت فلز، اثرات مسمومیت‌های مختلف بر بدن انسان دارند. قرار گرفتن در معرض این فلزات می‌تواند بر سیستم‌های شریانی، کلیوی و سیستم عصبی اثر بگذارند و تغییرات نامطلوب در دستگاه گوارش پدید آورند (Sharma *et al*., 2014; Jan *et al*., 2015). فلزات موجود در منابع یا به صورت طبیعی یا در اثر آلودگی وارد منابع آب می‌شود. هوازدگی طبیعی سنگ‌ها و خاک‌هایی که با منابع آب در تماس هستند، بزرگ‌ترین منبع طبیعی آلودگی منابع آب به فلزات سنگین می‌باشند (Hou *et al*., 2013). منابع اصلی انسانی آلودگی، استخراج معادن، دفع فاضلاب تصفیه نشده یا نیمه تصفیه‌شده حاوی فلزات سنگین و استفاده از کودهای حاوی فلزات سنگین می‌باشند (Brahman *et al*., 2013). فلزات سنگین به آسانی جذب و در موجودات آبزی ذخیره می‌شوند و می‌توانند بین سطوح تغذیه انسان‌هایی که مواد غذایی آلوده را مصرف می‌کنند، انتقال داده شوند (Naji and Ismail, 2012; Naji *et al*., 2010). از آنجایی که ماهیان منعکس‌کننده خوبی از آلودگی‌های اکوسیستم هستند، پیشنهاد می‌شود در مطالعات ارزیابی آلودگی به عنوان شاخص مورد بررسی قرار گیرند (Javed *et al*., 2016; Fard *et al*., 2015). این امر بخوبی شناخته شده است که عضلات مکان فعالی برای انتقال زیستی و انباشت فلزات نیستند. اما از آنجایی که در زیستگاه‌های آبی آلوده، غلظت فلزات در عضلات ماهی ممکن است از محدوده مجاز برای مصرف انسان تجاوز کند، می‌تواند تهدیدی بسیار جدی برای سلامتی باشد. از اینرو، پژوهش در ارتباط با آلودگی فلزات سنگین در ماهی، از دیدگاه سلامت انسان و بهداشت عمومی بسیار ضروری است. بنابراین، در سال‌های اخیر، توصیه‌های مصرف ماهی برای جمعیت بشر به طور فزاینده‌ای اهمیت یافته است. همچنین پروژه‌های نظارت بر محیط‌زیست که خطرات بهداشتی برای هر دو گونه ماهی و جمعیت انسانی ارزیابی می کند، اهمیت دارد (Copat *et al*., 2013; Naji *et al*., 2014). این پژوهش با هدف ارزیابی خطر بهداشتی

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

انباشت فلزات مس، روی، نیکل در بافت عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی و نیز محاسبه میزان جذب روزانه و مقایسه با دوز مرجع در بندر انزلی انجام شد.

مواد و روش کار

در پژوهش حاضر، تعداد ۹ عدد ماهی سفید و ۸ عدد ماهی سیاه‌کولی از بازار ماهی‌فروشان بندر انزلی در فصل بهار سال ۱۳۹۷ تهیه گردیدند. نمونه‌ها تا زمان انتقال به آزمایشگاه در یخ نگه‌داری شدند. نمونه‌های ماهی پس از انتقال به آزمایشگاه در دمای محیط قرار داده شدند تا از حالت یخ‌زدگی بیرون آیند. ماهیان با آب مقطر شست و شو داده شدند تا پوشش لزج و ذرات خارجی جذب‌کننده فلزات از سطح بدن دفع شود و پس از انجام کدگذاری، با استفاده از خط‌کش بیومتری و ترازوی دیجیتالی (۰/۰۰۱) گرم، طول کل و وزن کل اندازه‌گیری شد (Moopam, 1999). سپس با استفاده از تیغه استریلیزه شده بافت عضله جدا شد و در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد تا از آسیب آنها جلوگیری شود (Moopam, 1983). تمامی ظروف آزمایشگاهی مورد استفاده، توسط مواد شوینده شسته شد و به مدت ۲۴ ساعت داخل ظرف محتوی اسید نیتریک ٪۶۵ قرار داده شد، سپس مجدداً با آب دو بار تقطیر شستشو و خشک گردید. بافت‌های جداشده به منظور رسیدن به یک وزن ثابت، در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا کاملاً خشک شدند (Gu *et al.*, 2015). در مرحله بعد نمونه‌ها با استفاده از هاون پودرگردیدند و تا زمان هضم شیمیایی در داخل کیسه‌های زیپ‌دار کدگذاری شده، قرار گرفتند و در آزمایشگاه در جای تاریک و دور از نور نگهداری شدند. در آزمایشگاه محیط‌زیست بندرعباس عمل هضم شیمیایی نمونه‌ها صورت گرفت. بدین منظور به میزان ۰/۵-۱ گرم از هر نمونه خشک و هموژنیزه شده عضله، با استفاده از ترازوی دقیق الکتریکی با دقت ۰/۱ گرم، توزین و سپس به لوله‌های آزمایش ۲۵ میلی‌لیتری جداگانه منتقل گردید و به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ٪۶۵ به آن اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۴۰ درجه و سپس به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه روی هات‌پلت قرار گرفت تا کاملاً هضم شدند. سپس نمونه‌های هضم شده درون لوله فالکون ریخته و درب آن بسته شد و درون یخچال نگه‌داری گردید. بعد از باز کردن درب اجازه داده شد که بخارات درون لوله فالکون خارج شود. نمونه‌های هضم شده، از کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرونی عبور داده شد و به داخل بالن ژوژه‌ی ۲۵ میلی‌لیتری جداگانه انتقال داده شد. سپس محلول بالن ژوژه در استوانه مدرج ریخته شده و با آب مقطر دو بار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس نمونه‌ها در بالن‌های ژوژه درب‌دار در محیط یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز با دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی (Atomic Corporation) نگهداری شدند (Moopam, 1999). برای خواندن غلظت فلزات توسط دستگاه ابتدا استانداردهایی از فلزات مس، به میزان ppm ۸، ۴، ۲، ۱ و برای خواندن فلز روی و نیکل ppm ۴، ۲، ۱، ۰/۵ در حد ۱/۵ میلی‌لیتر به دستگاه تزریق شد و برای خواندن هر فلز به طور جداگانه، دستگاه با آب مقطر دو بار تقطیر صفر 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. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 رسم شد و برای پردازش آماری داده‌ها به منظور مقایسه میانگین و اختلاف بین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 و سنجش واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) و همبستگی پیرسون (Pearson) استفاده گردید. برای برآورد میزان جذب روزانه (EDI) فلزات سنگین از رابطه ۱ استفاده گردید (USEPA, 1989):

$$EDI = \frac{Mc \times CR}{ABW} \quad \text{رابطه (۱)}$$

EDI= میزان جذب روزانه فلزات از طریق مصرف ماهی (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن در روز)، Mc=Cm= غلظت فلز در بافت مورد مصرف ماهی (میلی‌گرم/کیلوگرم برحسب وزن‌تر)، CR= نرخ مصرف روزانه ماهی که برای بزرگسالان ۲۲۷ گرم/روز (USEPA, 2000) و برای کودکان ۶ ساله، ۱۱۴ گرم/روز است (Copat *et al.*,

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

2013)، ABW= میانگین وزن بدن مصرف‌کننده که برای بزرگسالان ۷۰ کیلوگرم (USEPA, 2000) و برای کودکان ۶ ساله، ۱۶ کیلوگرم است (Copat *et al.*, 2013).

برای برآورد حداکثر مصرف قابل‌قبول روزانه ماهی (CR_{Lim})، برای اینکه هیچگونه اثر ناسازگاری برای سلامتی انسان نداشته باشد، با استفاده از رابطه۲ بدست آمد (USEPA, 2000):

$$CR_{lim} = \frac{RFD \times ABW}{C_m} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

CR_{lim} = حداکثر مصرف قابل‌قبول روزانه ماهی (کیلوگرم/روز)، RFD= دوز مرجع یا جذب مجاز روزانه (میلی‌گرم/کیلوگرم در روز) (Copat *et al.*, 2013). مقادیر دوز مرجع برای هر فلز، عدد ویژه‌ای است که طبق مقادیر ارائه‌شده توسط USEPA، برای کادمیوم ۰/۰۰۱، روی ۰/۳، مس ۰/۰۴ و نیکل ۰/۰۲ میلی‌گرم/کیلوگرم در روز است (USEPA, 2015).

برای محاسبه احتمال خطرپذیری افراد به بیماری‌های غیر سرطانی از فرمول ارائه‌شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (USEPA) استفاده شد (USEPA, 2000). در این پژوهش HI یا همان شاخص خطر کل از جمع سه فلز مس، روی و نیکل بدست آمد:

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

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 یک و بالاتر از یک نشان‌دهنده احتمال بالای خطرپذیری است. EDI= میزان جذب روزانه فلزات از طریق مصرف ماهی (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن در روز)، THQ= پتانسیل خطر، EF= فرکانس مواجهه (۳۶۵ روز در سال)، ED کل مدت‌زمان مواجهه (۷۰ سال). از آنجایی که ماهی به صورت وزن تر مورداستفاده قرار می‌گیرد، ۸۰ درصد از وزن ماهیان را رطوبت تشکیل می‌دهد. بدین منظور برای محاسبه فاکتور تصحیح وزن خشک به وزن تر از رابطه فاکتور تصحیح (۰/۲) ضربدر مقدار غلظت فلز برحسب وزن خشک، میزان فلز برحسب وزن‌تر محاسبه می‌گردد (UNEP, 1984). خطرپذیری کل (HI) یا شاخص خطر از حاصل جمع خطرپذیری سه عنصر روی و مس و نیکل از رابطه ذیل بدست آمد (رابطه۴):

$$\text{Hazard Index (HI)} = \sum THQ_{Ni} = THQ_{Cu} + THQ_{Zn} \qquad \text{رابطه (۴)}$$

هنگامی که عدد شاخص خطرپذیری بیماری‌های غیر سرطانی به یک برسد، نشان‌دهنده بالا بودن احتمال خطرپذیری به بیماری‌های غیر سرطانی است. اگر نتیجه حاصل از این فرمول کم‌تر از یک باشد، نشان‌دهنده آن است که مصرف آبزی اثر حاد مضری بر سلامتی انسان ندارد (USEPA, 2000).

نتایج

در این تحقیق، داده‌های زیست‌سنجی گونه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ بیان گردید. میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت عضله ماهی سفید و سیاه کولی به صورت روی> مس> نیکل بدست آمد (شکل ۱). با توجه به شکل ۱ میزان مس و روی و نیکل در بافت سیاه‌کولی بیشتر بود، ولی میزان نیکل در بافت ماهی سفید بیشتر است.

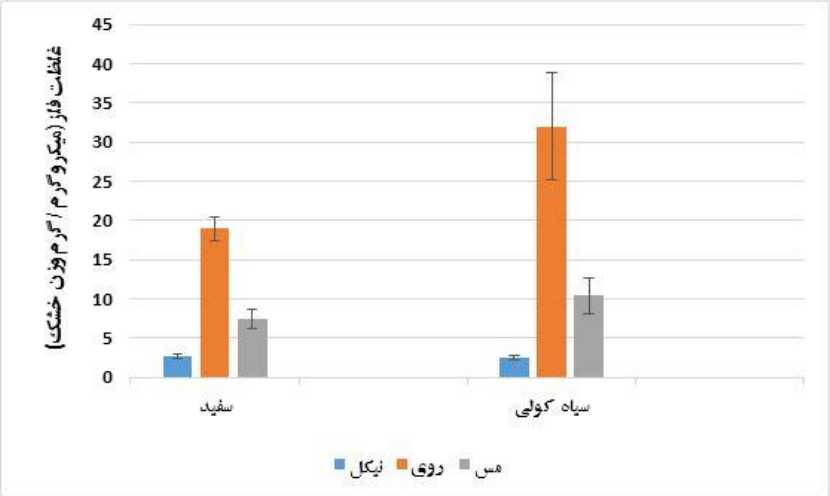
میزان جذب روزانه (Estimated daily intake = EDI) عناصر مس، روی و نیکل در ماهیان مورد مطالعه کمتر از مقادیر دوز مرجع EPA و مصرف قابل‌تحمل (TI) پیشنهاد شده توسط کمیسیون مشترک FAO/WHO بود. مقایسه میزان جذب روزانه بین دو گونه ماهی مورد مطالعه نشان داد که میزان جذب روزانه در ماهی سیاه‌کولی بیشتر از ماهی سفید (بزرگسالان و کودکان) می‌باشد. بیشترین میزان جذب روزانه (EDI) در ماهی سفید و سیاه‌کولی مربوط به فلز روی در کودکان بود. میزان جذب روزانه (EDI) مس، روی و نیکل در عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی برای کودکان بیشتر از بزرگسالان مشاهده شد (جدول۲).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

جدول ۱ : داده‌های زیست‌سنجی (انحراف معیار± میانگین) ماهی سفید و سیاه کولی

Table 1: Biometric data (mean ± SD) *Vimba vimba persa* & *Rutilus frisii kutum*.

گونه	نام علمی	تعداد ماهی	میانگین طول کل (سانتی‌متر)	میانگین وزن کل (گرم)	رژیم غذایی	زیستگاه
سفید	*Rutilus frisii kutum*	۹	۳۳/۱۵ ±۲/۵۲	۳۷/۰ ± ۸۱/۲	دتریت‌خوار	بنتوپلاژیک
سیاه کولی	*Vimba vimba persa*	۸	۱۵/۵۶ ± ۱/۱۴	۶/۷۹ ± ۴۱/۱	نرم‌تنان و لارو حشرات	بنتوپلاژیک



شکل ۱: مقایسه میانگین غلظت مس، روی و نیکل (میکروگرم در گرم وزن خشک) در بافت عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی دریای خزر (میانگین± انحراف استاندارد)

Figure 1: The comparison of mean concentration of copper, zinc and nickel (micrograms/ dry weight) in muscle tissue of *Vimba vimba persa* and *Rutilus frisii Kutum* in the Caspian Sea (mean ± sd).

جدول ۲: میزان جذب روزانه (EDI) فلزات سنگین مس، روی، نیکل و کادمیوم در بزرگسالان و کودکان، در مقایسه با مصرف قابل تحمل (TI) پیشنهاد شده توسط کمیسیون مشترک FAO/WHO بر اساس مصرف عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی

Table 2: Intake Daly index (EDI) of copper, zinc and nickel in adults and children based on the consumption of the muscle tissue of Caspian kutum (*Rutilus frisii Kutum*), and Caspian Vimba (*Vimba vimba persa*) in comparison with Tolerance Intake (TI) recommended by commission of World Health Organization (WHO) and Food and Drug Administration (FDA).

فلزات	مصرف قابل‌تحمل TI (میکروگرم/ کیلوگرم/روز)	دوز مرجع (میکروگرم/ کیلوگرم/روز)	میزان جذب روزانه (EDI) (میکروگرم/کیلوگرم وزن بدن/ روز)			
			سفید		سیاه‌کولی	
			بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان
مس	۵۰۰	۴۰/۰	۴/۸۴	۱۰/۶۴	۶/۷۵	۱۴/۸۳
روی	۳۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰/۰	۱۲/۲۹	۲۷/۰۱	۴۱/۰۲	۹۰/۱۴
نیکل	-	۲۰/۰	۱/۷۳	۳/۸۲	۱/۶۱	۳/۵۶
کادمیوم	۱	۱/۰	-	-	-	-

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

مقادیر مصرف مجاز این ماهیان برای فلز روی، در مقایسه با سایر فلزات مورد مطالعه بالاتر بود. بالاترین میزان مصرف مجاز ماهی برای فلز مس، در عضله ماهی سفید در بزرگسالان مشاهده شد. با توجه به اینکه میزان مس در ماهی سیاه‌کولی، ۰/۴۴ کیلوگرم در روز و کمترین میزان مصرف مجاز را داشت. در مورد فلز نیکل بالاترین نرخ مصرف مجاز، در ماهی سیاه‌کولی که در بزرگسالان و کودکان بترتیب به میزان ۳/۰۳، ۰/۶۹ کیلوگرم در روز مشاهده گردید (جدول۳).

با توجه به دوز مبنا در بررسی پتانسیل خطر، میزان THQ (پتانسیل خطر) در مورد فلزات مورد مطالعه، بر اساس مصرف عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی برای بزرگسالان و کودکان کمتر از ۱ بدست آمد (جدول۴). مقادیر شاخص کل (HI) نیز در جدول ۴ ارائه شده است. در تحقیق حاضر، بیشترین میزان شاخص کل در ماهی سیاه‌کولی برای کودکان (۰/۸۲) و کمترین میزان آن در ماهی سفید برای بزرگسالان (۰/۰۲۴) مشاهده شد.

جدول ۳: مقادیر حداکثر مصرف قابل قبول روزانه ماهی (CRlim) برای فلزات موردمطالعه (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر) در بزرگسالان و کودکان، بر اساس مصرف عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی

Table 3: The maximum acceptable daily consumption (CRlim) of copper, zinc and nickel (mg/wet weight) in adults and children based on the consumption of the muscle tissue of Caspian kutum (*Rutilus frisii Kutum*), and Caspian Vimba (*Vimba vimba persa*).

گونه	فلزات	دوز مرجع (میلی‌گرم/کیلوگرم / روز)	غلظت فلزات (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن‌تر)	CRlim(کیلوگرم/روز)	
				بزرگسالان	کودکان
سفید	مس	۰/۰۴	۱/۴۹	۲/۲۱	۰/۵۰
	روی	۰/۳	۳/۷۹	۵/۸۰	۱/۳۲
	نیکل	۰/۰۲	۰/۵۳	۲/۸۲	۰/۶۴
سیاه‌کولی	مس	۰/۰۴	۲/۰۸	۱/۹۶	۰/۴۴
	روی	۰/۳	۱۲/۶۵	۳/۸۳	۰/۸۷
	نیکل	۰/۰۲	۰/۵۰	۳/۰۳	۰/۶۹

جدول ۴: میزان پتانسیل خطر برای بیماری‌های غیر سرطانی (THQ) و شاخص خطر (HI) فلزات سنگین موردمطالعه، بر اساس مصرف عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی

Table 4: Potential risk for THQ and hazard indicators for copper, zinc and nickel based on the consumption of the muscle tissue of Caspian kutum (*Rutilus frisii Kutum*), and Caspian Vimba (*Vimba vimba persa*)

گونه	دفعات در معرض قرارگیری (روز/ هفته)	پتانسیل خطر (THQ)						شاخص خطر (HI)	
		مس		روی		نیکل			
		بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان
سفید	۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۲۴	۰/۰۵۹
	۳	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۲۱
	۷	۰/۱۱	۰/۲۶	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۵۲
سیاه‌کولی	۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۹
	۳	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۳۲
	۷	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۱۳	۰/۲۹	۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۳۶	۰/۸۲

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

بحث

فلزات سنگین از آلاینده‌های بسیار مهم محیط‌زیست دریا محسوب می‌شوند (Bundy, 1996). این مواد سمی بعد از ورود به دریا، وارد بدن ارگانیزم‌های ساکن در آن می شوند و علاوه بر ایجاد اختلال در اعمال زیستی آنها، در نهایت با ورود به زنجیره غذایی و وارد شدن به بدن انسان سبب بیماری‌های خاص و نارسایی می‌شوند (Burrows *et al*., 1983). از آنجایی که عمدتاً بافت عضله ماهی در سبد غذایی انسانی مصرف می‌شود، می‌تواند به طور مستقیم بر سلامتی انسان تأثیر گذارد (Agah *et al*., 2009). میانگین فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی به صورت روی > مس > نیکل بدست آمد. همچنین میانگین غلظت عناصر ضروری روی و مس از عنصر سمی و غیرضروری نیکل بالاتر بود. میزان مس بدست آمده در این مطالعه از نتایج تحقیقات Wu و Yang (۲۰۱۱) بر بافت *Litopenaeus vannamei* از آبزی‌پروری، Dhanakumar و همکاران (۲۰۱۵)، در دو گونه ماهی تجاری از سه مخزن اصلی رودخانه دلفی Cauvery هند، Usero و همکاران (۲۰۰۴)، در ماهی *Solea vulgaris, Anguilla anguilla and Liza aurata* در ساحل اقیانوس اطلس جنوبی اسپانیا کمتر بود. اما از نتایج تحقیقات بدست‌آمده توسط خانی پور و همکاران (۱۳۹۶)، در بافت ماهی کاراس‌طلایی (*Carassiu sauratus*) در تالاب بین‌المللی بندرانزلی، حسینی و همکاران (۱۳۹۵)، در ماهی شانک زرد باله *Acanthopagrus latus* در آبهای سواحل دیلم بیشتر بود. میزان تجمع روی از نتایج تحقیقات انجام شده توسط Naji و همکاران (۲۰۱۶)، در گونه *Pickhandle barracuda* دریای خلیج‌فارس و تحقیق Rajkowska و Protasowicki (۲۰۱۳)، در بافت ماهی در دو دریاچه شمال غرب لهستان کمتر بود. اما از نتایج مشتاق‌زاده و همکاران (۱۳۹۶)، در ماهیان بیاح و هوور در هرمزگان بیشتر بود. میزان فلز نیکل نیز از نتایج Kaus و همکاران (۲۰۱۷)، در ماهی حوضه رودخانه حرا مغولستان، Turkmen و همکاران (۲۰۰۵)، در سه ماهی تجاری از اسکندران خلیج دریای مدیترانه شرقی شمالی ترکیه، کمتر بود. اما از نتایج تحقیقات مشتاق‌زاده و همکاران (۱۳۹۶)، در ماهیان بیاح و هوور در هرمزگان ، Cui و همکاران (۲۰۱۵)، در ماهیان خوراکی از Wuhan چین بیشتر بود. در بررسی همبستگی بین فلزات با استفاده از آزمون پیرسون، در بافت عضله ماهی سیاه‌کولی همبستگی معنی‌داری نشان نداد ($p\geq ۰/۰۵$). اما در بافت عضله ماهی سفید بین مس و روی همبستگی معنی‌داری وجود داشت ($p\leq ۰/۰۵$). عناصر مس و روی نقش مهمی در متابولیسم سلولی دارند و غلظت اندک آنها بوسیله مکانیسم‌های هموستازی کنترل می‌شود (Naji *et al*., 2014) عنصر مس در تشکیل هموگلوبین، سلامت گلبول قرمز، متابولیسم انرژی و آنتی‌اکسیدان‌ها نقش دارد و فاکتور ضروری برای انواع آنزیم‌ها محسوب می‌گردد (Brahman *et al*., 2013). بین تجمع فلزات در بافت‌های مختلف با گونه‌ی ماهی نیز رابطه وجود دارد که ممکن است مرتبط با عادات غذایی آنها و ظرفیت تجمع‌زیستی هرگونه باشد (Farkas *et al*., 2000). مشاهده شده است که تغییرات در پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب مانند pH، دما، سختی آب، اکسیژن محلول، حضور مواد شیمیایی، شوری، بارندگی، تغییرات آب و هوایی و ... بر تجمع فلزات سنگین در آبزیان تأثیر می‌گذارد (Thomass and Eggleton, 2004). در مطالعه حاضر، میزان غلظت مس، روی و نیکل در عضله ماهی سفید بترتیب ۱/۴۹، ۳/۷۹، ۰/۵۳ و در عضله ماهی سیاه‌کولی بترتیب ۲/۰۸، ۶/۴۰، ۰/۵ میکروگرم بر گرم وزن تر بدست 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) پایین‌تر بود و تهدیدی برای سلامت عمومی ایجاد نمی‌کنند. ولی فلز نیکل از استانداردها بالاتر بود. به طور کلی، مجموع خطرات ناشی از فلزات، در رده سنی کودکان بالاتر از گروه بزرگسالان بود که این بدان معناست که کودکان ممکن است برای سلامتشان ریسک بیشتری داشته باشند. با توجه به نتایج بدست‌آمده از میزان جذب

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

روزانه (EDI)، بنظر می‌رسد که مصرف ماهی سفید و سیاه‌کولی ضرری ندارد و میزان مصرف ۲۲۷ گرم در روز از بافت عضله‌ی ماهیان مورد مطالعه برای بزرگسالان با میانگین وزنی ۷۰ کیلوگرم و ۱۱۴ گرم در روز برای کودکان با میانگین وزنی ۱۶ کیلوگرم، از نظر سلامتی هیچگونه مشکلی ایجاد نخواهد کرد. در ارزیابی پتانسیل خطر، میزان THQ در مورد فلزات مورد مطالعه، بر اساس مصرف عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی، برای بزرگسالان و کودکان در مصرف هفت روز، سه روز و یک روز در هفته، کمتر از ۱ بدست آمد. بنابراین، احتمال خطرپذیری برای بیماری‌های غیرسرطانی در افراد مصرف‌کننده وجود ندارد. پتانسیل خطر، نسبت غلظت عناصر به حداکثر غلظتی از آن عنصر است که در بدن ایجاد مشکل نمی‌کند. با توجه به اینکه در ارزیابی خطر، میزان پتانسیل خطر کمتر از ۱ بیانگر عدم عوارض نامطلوب بهداشتی برای مصرف‌کننده است، بنابراین مصرف ماهیان مورد مطالعه در منطقه بندر انزلی تهدیدی جدی برای بومیان مصرف‌کننده محسوب نمی‌شود. شاخص کل (HI)، کمتر از ۱ نیز نشان می‌دهد که مصرف ماهی سفید و سیاه‌کولی اثر مضری بر سلامت مصرف‌کننده ندارد.

خطر سلامت فلزات سنگین در بافت عضله ماهی سفید و سیاه‌کولی نشان داد که غلظت فلزات در بافت عضله دو گونه مورد مطالعه برای مصرف انسان در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی پذیرفته شده، قابل قبول است بجز فلز نیکل که از استانداردهای بین‌المللی بالاتر بود. خطرپذیری بیماری‌های غیر سرطان‌زا برای فلزات مورد مطالعه مربوط به ماهی سفید و سیاه‌کولی پایین‌تر از ۱ بود. بنابراین، خطر جدی برای مصرف‌کنندگان این ماهیان وجود ندارد. ولی باید توجه کرد که با مصرف غذاهای گوناگون نیز میزان فلزات در مصرف‌کننده افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه بندر انزلی در واقع یک منطقه آزاد در شمال کشور ایران است و به دلیل توسعه شهرک‌های صنعتی، استفاده از سموم و کودهای شیمیایی در حاشیه سواحل، استفاده از فاضلاب‌های تصفیه نشده در بخش کشاورزی و رها کردن فاضلاب‌های کشاورزی و از همه مهم‌تر طرح‌های گردشگری موجب شده است که میزان آلودگی در آن بالا رود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود با رسیدگی به مسائل محیط‌زیستی و بررسی مداوم و منظم آلودگی فلزات سنگین در این منطقه و با مدیریت و کنترل بهتر منابع آلاینده، کاهش یا حذف آن صورت گرفته و از آلودگی آبزیان جلوگیری شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه در دانشگاه هرمزگان با همکاری اساتید محترم دکتر اکبرزاده و دکتر ناجی پشتیبانی شد و از امکانات آزمایشگاه دانشگاه هرمزگان و آزمایشگاه مرکز سنجش و آلودگی فلزات سنگین محیط‌زیست کل استان هرمزگان استفاده گردید. از همکاری صمیمانه آنان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

پورکاظمی، م.، ۱۳۸۷. منابع زنده دریای خزر و کنوانسیون محیط‌زیست. مطالعات اوراسیای مرکزی، دوره اول، شماره ۱، ص. ۲۰-۱. DOI: 10.22059/JCEP.2018.68030

حسینی، ع.، صنعتی، م.، تهمتن مقدم، ح.،نامجو، ف.، خدادا، ع.، ۱۳۹۵. تجمع زیستی فلزات سنگین سرب، روی و مس در عضله و کبد ماهی شانک زردباله *Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782) در آبهای سواحل دیلم، شمال خلیج فارس. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبد کاووس. دوره چهارم، شماره اول، ص. ۴۳-۵۷.

خانی پور، ع.، احمدی، م.، زارع گشتی، ق.، سیف زاده، م.، رفیع‌پور، ف.، ۱۳۹۶. عیین میزان فلزات سنگین مس، نیکل، کبالت و کروم در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس طلایی (*Carassiu sauratus*) تالاب بین المللی بندر انزلی. مجله بوم‌شناسی آبزیان دوره ششم، شماره چهارم، ص. ۹۱-۹۹.

مشتاق‌زاده، گ .، ناجی، ا.، کوسج، ن. ۱۳۹۶. ارزیابی خطر بعضی از عناصر با پتانسیل آلایندگی بالا در عضله ماهی هوور (*Thunnus tonggol*) و بیاح (*Liza abu*) برای مصارف انسانی در استان هرمزگان. مجله علمی شیلات، سال بیست و شش، شماره ۶، ص. ۴۶-۳۳.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S.M.R. and Baeyens, W., 2009. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*, 157(1-4): 499. DOI:10.1007/s10661-008-0551-8

Brahman, K.D., Kazi, T.G., Afridi, H.I., Naseem, S., Arain, S.S. and Ullah, N., 2013. Evaluation of high levels of fluoride, arsenic species and other physicochemical parameters in underground water of two sub districts of Tharparkar, Pakistan: a multivariate study. *Water Research*, 47(3),: 1005-1020. DOI:10.1016/j.watres.2012. 10.042

Bundy, R.R., 1996. Legal Aspects of Protecting the Environment of the Caspian Sea. *Review of European Community and International Environmental Law*, 5(2): 122-129. DOI:10.1111/j.1467-9388.1996. tb00260.x

Burrows, I.G. and Whitton, B.A., 1983. Heavy metals in water, sediments and invertebrates from a metal-contaminated river free of organic pollution. *Hydrobiologia*, 106(3): 263-273. DOI:10.1007/BF00008125

Copat, Ch., Arena, G., Fiore, M., Ledda, C., Fallico, R., Sciacca, S. and Ferrante, M., 2013. Heavy metals concentrations in fish and shellfish from eastern Mediterranean Sea: consumption advisories. *Food and Chemical Toxicology*, 53: 33–37. DOI:10.1016/j.fct.2012.11.038

Cui, L., Ge, J., Zhu, Y., Yang, Y. and Wang, J., 2015. Concentrations, bioaccumulation, and human health risk assessment of organochlorine pesticides and heavy metals in edible fish from Wuhan, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(20): 15866-15879. DOI: 10.1007/s11356-015-4752-8

Dhanakumar, S., Solaraj, G. and Mohanraj, R. 2015. Heavy metal partitioning in sediments and bioaccumulation in commercial fish species of three major reservoirs of river Cauvery delta region, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 113: 145-151. DOI:10.1016/j.ecoenv.2014.11.032

Eggleton, J. and Thomas, K.V., 2004. A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. *Environment International*, 30(7): 973-980. DOI: 10. 1016/j.envint.2004.03.001

El-Moselhy, K.M., Othman, A.I., El-Azem, H.A. and El-Metwally, M.E.A., 2014. Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(2): 97-105. DOI: 10. 1016/j.ejbas.2014.06.001

FAO, 2010. The state of world fisheries and aquaculture 2010. Rome, FAO. 197P.

Fard, N.J.H., Ravanbakhsh, M., Ramezani, Z., Ahmadi, M., Angali, K.A. and Javid, A.Z., 2015. Determination of mercury and vanadium concentration in Johnius belangerii (C) fish in Musa estuary in

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 97(1-2): 499-505. DOI:10.1016/j.marpolbul.2015.05.036

FAO. 2016. The state of world fisheries and aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200P.

Farkas, A., Salanki, J. and Varanka, I., 2000. Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton. Lakes and Reservoirs: *Research and Management*, 5(4): 271-279. DOI:10.1046/j.1440-1770.2000.00127.x

Ganjavi, M., Ezzatpanah, H., Givianrad, M.H. and Shams, A., 2010. Effect of canned tuna fish processing steps on lead and cadmium contents of Iranian tuna fish. *Food Chemistry*, 118(3): 525-528. DOI:10.1016/j.foodchem.2009.05.018

Gu, Y.G., Lin, Q., Wang, X.H., Du, F.Y., Yu, Z.L. and Huang, H.H., 2015. Heavy metal concentrations in wild fishes captured from the South China Sea and associated health risks. *Marine Pollution Bulletin*, 96(1-2): 508-512. DOI:10.1016/ j.marpolbul.2015.04.022

Hou, D., He, J., Lü, C., Ren, L., Fan, Q., Wang, J. and Xie, Z., 2013. Distribution characteristics and potential ecological risk assessment of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd) in water and sediments from Lake Dalinouer, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 93: 135-144. DOI: 10. 016/j.ecoenv.2013.03.012

Jan, A.T., Azam, M., Siddiqui, K., Ali, A., Choi, I. and Haq, Q.M.R., 2015. Heavy metals and human health: mechanistic insight into toxicity and counter defense system of antioxidants. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(12): 29592-29630.doi.10.3390/ijms161226183. DOI:10.3390/ijms161226183

Javed, Z. and Sathyapalan, T., 2016. Levothyroxine treatment of mild subclinical hypothyroidism: a review of potential risks and benefits. *Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism*, *7*(1): 12-23. DOI:10.1177/2042018815616543

Kaus, A., Schäffer, M., Karthe, D., Büttner, O., von Tümpling, W. and Borchardt, D., 2017. Regional patterns of heavy metal exposure and contamination in the fish fauna of the Kharaa River basin (Mongolia). *Regional Environmental Change*, 17(7): 2023-2037. DOI: 10.1007/s10113-016-0969-4

Khosravi M, Bahramifar N, Ghasempour M., 2011. Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Hg, Zn and Cu) Contamination in Sediment of Three Sites Anzali Wetland. Ijhe, 4 (2): 223-232. URL:

Moopam, R., 1983. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods.
Regional Organization for the Protection of Marine Environment (ROPME) Kuwait, V1 20. 321P.

Moopam, R., 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME. Kuwait, 1: 20.

Naji, A. and Ismail, A., 2012. Sediment quality assessment of Klang Estuary, Malaysia. *Aquatic Ecosystem Health and*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

Management, 15(3): 287-293. DOI: 10. 1080/ 4634988.2012.706108

Naji, A., Ismail, A. and Ismail, A.R., 2010. Chemical speciation and contamination assessment of Zn and Cd by sequential extraction in surface sediment of Klang River, Malaysia. *Microchemical Journal*, 95(2): 285-292. DOI:10.1016/ j.microc.2009.12.015

Naji, A., Ismail, A., Kamrani, E., Sohrabi, T., 2014. Correlation of MT levels in livers and gills with heavy metals in wild tilapia (Oreochromis mossambicus) from the Klang River, Malaysia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 92 (6): 674–679. DOI:10.1007/s00128-014-1243-4

Naji, A., Khan, F.R. and Hashemi, S.H., 2016. Potential human health risk assessment of trace metals via the consumption of marine fish in Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 109(1): 667-671. DOI:10.1016/j.marpolbul.2016. 05.002

Rajkowska, M., and Protasowicki, M., 2013. Distribution of metals (Fe, Mn, Zn, Cu) in fish tissues in two lakes of different trophy in Northwestern Poland. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(4): 3493-3502. DOI:10.1007/s10661-012-2805-8

Saei-Dehkordi, S.S., Fallah, A.A. and Nematollahi, A., 2010. Arsenic and mercury in commercially valuable fish species from the Persian Gulf: influence of season and habitat. *Food and Chemical Toxicology*, 48(10): 2945-2950. DOI:10. 1016/j.fct.2010.07.031

Sharma, B., Singh, S. and Siddiqi, N.J., 2014. Biomedical implications of heavy metals induced imbalances in redox systems. BioMed research international. DOI:10.1155/2014/640754

Sohrabi, T., Ismail, A., and Nabavi, M. B., 2010. Distribution and normalization of some metals in surface sediments from South Caspian Sea. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 85(5): 502-508. DOI: 10. 1007/ s00128-010-0112-z

Storelli, M.M., Barone, G., Cuttone, G., Giungato, D. and Garofalo, R., 2010. Occurrence of toxic metals (Hg, Cd and Pb) in fresh and canned tuna: public health implications. *Food and Chemical Toxicology*, 48(11): 3167-3170. DOI:10. 1016/j.fct.2010.08.013

Turkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y. and Akyurt, I., 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chemistry*, 91(1): 167-172. DOI:10.1016/ j.foodchem.2004.08.008

UNEP, 1984. Sampeling of selected marine organisms and sample preparation for trace metal analysis refrence metal for marine Pollution Studies, No.7, Rev.2: 1-8.

USEPA (US Environmental Protection Agency), 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund. Vol. I. Human Health Evaluation Manual (Part A), Interim Final.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

EPA 540/1–89/002United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.

USEPA, 2000. Risk-based concentration table. Office of Health and Environmental Assessment, Washington DC, USA.

USEPA, 2000. Human health risk assessment : Risk-based concentration table.

Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, J. and Gracia, I., 2004. Heavy metals in fish (Solea vulgaris, Anguilla anguilla and Liza aurata) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International*, 29(7): 949-956. DOI: 10. 1016/S0160-4120(03)00061-8

USEPA, 2015. Connectivity of streams and wetlands to downstream waters: a review and synthesis of the scientific evidence.

Wu, X. Y. and Yang, Y. F., 2011. Heavy metal (Pb, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn and Zn) concentrations in harvest-size white shrimp Litopenaeus vannamei tissues from aquaculture and wild source. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(1): 62-65. DOI:10.1016/j.jfca.2010.03.030

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]

Health risk assessment of trace metals Cu, Zn, Ni via the consumption of the prevailing bony fish *Rutilus frisii kutum* (Kamansky,1901), and *Vimba vimba persa* (Linnaeus, 1754) in Caspian sea

Farahbakhsh Z.[1]; Akbarzadeh A.[1]*, Naji. A.[1]

*akbarzadeh@hormozgan.ac.ir

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

Abstract

Heavy metals are one of the main groups of environmental pollutants; enter the aquatic environment through natural and human activities. These metals may accumulate in aquatic organisms including fish and be a potential danger to the health of the ecosystem and living organisms, especially for human beings. In this study, the amount of heavy metals including copper, zinc, and nickel was investigated in the muscle tissue of Caspian kutum (*Rutilus frisii Kutum*), and Caspian Vimba (*Vimba vimba persa)* from Bandar Anzali by atomic absorption. Mean concentrations of heavy metals including copper, zinc and nickel in dry weight of muscle tissue in Caspian kutum were 7.47 ±1.26, 18.96 ±1.49 and 2.68 ±0.23, µg/g, respectively. These amounts were 10.41±2.26, 32.01 ±6.82, and 2.50 ± 0.30 ug in dry weight in the muscle of Caspian Vimba for the copper, zinc and nickel, respectively. The concentration of heavy metals in muscle tissue was less than the permitted concentration of international standards, except for nickel that was higher than the World Health Organization (WHO) and Food and Drug Administration (FDA) standards. Potential risk and hazard indicators were less than 1 for both age groups of adults and children, so there is not much danger to consumers. Due to the importance of the quality of fish used for the inhabitants of northern Iran, pollutants in the area, especially heavy metals, should be continuously monitored to control the amount of contaminants in consumer communities.

Keywords: Potential risk, Anzali Wetland, Heavy metals, Fish, Estimated daily intakes

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.9.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119236]