ارزیابی خطر بعضی از عناصر با پتانسیل آلایندگی بالا در عضله و کبد ماهی هوور (*Thunnus tonggol*) و بیاح (*Liza abu*) برای مصارف انسانی در استان هرمزگان

گل‌اندام مشتاق‌زاده[1]، ابوالفضل ناجی[2*]، ناصر کوسج[3]

*abolfazlnaji@gmail.com

۱-گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران
۲-گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران
۳-گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹٦

چکیده

هدف از انجام این بررسی، تعیین غلظت فلزات سنگین کادمیم،روی، نیکل و مس در بافت عضله و کبد ماهی بیاح (*Liza abu*) و هوور (*Thunnus tonggol*) و به منظور ارزیابی خطر احتمالی مرتبط با مصرف آنها بود. ماهی های مورد نظر در فصل بهار ۱۳۹۴ از بازار ماهی فروشان بندر عباس تهیه گردید. غلظت هر یک از فلزات با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. میزان تجمع فلز مس در عضله ماهی بیاح و هوور از حد مجاز استانداردهای جهانی پایین‌تر و میزان فلز روی در عضله ماهی هوور بالاتر از استاندارد WHO بود. میزان پتانسیل خطرپذیری[1] و شاخص خطر برای بیماری‌های غیرسرطانی[2] در بالغین و کودکان در بافت عضله ماهی بیاح و هوور کمتر از ۱ به دست آمد، همچنین میزان پتانسیل خطرپذیری و شاخص خطر برای بیماری‌های غیرسرطانی در بالغین و کودکان در بافت کبد برای فلزات کادمیم و مس به ترتیب در ماهی هوور و بیاح بیشتر از ۱ به دست آمد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در حال حاضر هیچ مشکلی برای سلامت انسان از نظر مصرف عضله ماهیان مورد مطالعه ایجاد نمی‌شود، اما مصرف کبد این ماهیان بیشتر از یکبار در هفته به هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

لغات کلیدی: فلزات سنگین، ماهی، میزان جذب روزانه، پتانسیل خطرپذیری، استان هرمزگان

* نویسنده مسئول

[1] THQ
[2] HI

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

مقدمه

امروزه افزایش جمعیت و توسعه صنایع مختلف و گسترش مناطق کشاورزی باعث ورود حجم بالای آلاینده‌های مختلف به محیط‌های آبی گردیده است (Naji *et al*., 2010). ورود پساب‌های کشاورزی، شهری و صنعتی که حاوی آلاینده‌های گوناگون هستند می‌تواند باعث بروز مشکلات زیادی برای محیط‌های آبی گردد (Lamanso *et al*., 1999; Naji and Ismail 2012; Naji *et al*., 2014). پیامدهای حاصل از تردد نفتکش‌ها شامل آلودگی سواحل با ترکیبات نفتی،گلوله‌های نفتی (۰تاربال ها) و فلزات سنگین است. هر ساله تقریبا ۲ میلیون بشکه نفت از طریق آبهای آلوده توازن کشتی‌ها و شستشوی مخازن به خلیج‌فارس سرازیر می‌شود (Nadim *et al*., 2008; Sheppard *et al*., 2010). تحولات ایجاد شده در بخش‌های صنعتی و کشاورزی و ارتقاء سطح زندگی بشر در دهه‌های اخیر، کاربرد فلزات سنگین را در زمینه‌های مختلف اجتناب پذیر نموده است. فلزات سنگین که به روش‌های مختلف نظیر استخراج، احتراق مواد سوختنی و صنعتی شدن به محیط زیست راه یافته‌اند، از مسیرهای گوناگون مانند نزولات جوی، تخلیه مواد زائد، ، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و خانگی، تخلیه آب توازن کشتی‌ها و فرسایش خاک به محیط‌های آبی منتقل می‌شوند (Al-Yousuf *et al*., 2000; Filazi *et al*., 2003; Karadede *et al*., 2004). عدم متابولیزه شدن فلزات سنگین در بدن موجودات، موجب تجمع فلزات سنگین در بافت‌های چربی، عضلات، استخوانها و مفاصل می‌شود و در نهایت آثار منفی مختلفی ایجاد می‌کند (Stankovic, 2010). سن، طول، وزن، جنسیت، عادت غذایی، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص شیمیایی آب (شوری، سختی و دما) از عوامل موثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی می‌باشند (Dalman *et al*., 2013). فلزاتی مانند مس و روی برای سوخت و ساز ماهی ضروری هستند، در حالی که دیگر فلزات مانند جیوه، کادمیم و سرب نقش شناخته شده ای در سامانه های زیستی ندارند (Naji *et al*., 2014). ماهی برای سوخت و ساز طبیعی، فلزات ضروری را از آب، غذا، و یا رسوب جذب می‌کند که با این حالشبیه به مسیر فلزات ضروری، فلزات غیر ضروری نیز توسط ماهی جذب شده و در بافت‌ها انباشت می‌شوند (Yia and Zhang, 2012). در معرض قرارگیری با فلزات سنگین، تهدیدهای جدی مانند نارسایی کلیه، کبد، بیماری های قلبی و عروقی و حتی مرگ را نیز به همراه خواهد داشت (Al-Busaidi *et al*., 2011; Rahman *et al*., 2012). بنابراین، بسیاری از برنامه های پایش بین المللی به منظور ارزیابی کیفیت ماهی برای مصرف انسان و پایش سلامت اکوسیستم های آبی ایجاد شده اند (Meche *et al*., 2010). همچنین از گونه‌های ماهی نیز برای ارزیابی بهداشت اکوسیستم‌های آبی استفاده می‌شود. لذا تعیین میزان باقیمانده‌های فلزات سنگین و سایر آلاینده‌های محیطی در موادغذایی مختلف و به دست آوردن اطلاعات کافی از وضعیت آلودگی در جهت بکارگیری روش‌های پیشگیرانه و ارائه استانداردها و قوانین مناسب ضروری است. در این تحقیق بافت کبد به دلیل اینکه عضو اصلی در سوخت‌وساز بدن و تغذیه می‌باشد و بافت عضله به دلیل نقش مهم آن در تغذیه انسان، مورد بررسی قرارگرفتند. هوور دم دراز (*Thunnus tonggol*) از گونه‌های مهم تون ماهیان در استان هرمزگان محسوب می‌گردد که بین ۷۰-۶۰ درصد صید تون ماهیان این استان را شامل می‌شود، همچنین هوور دم دراز در رأس ماهیان گوشت‌خوار قرار دارد و از سخت پوستان، سر پایان و ماهی‌ها تغذیه می‌نماید. گونه بیاح (*Liza abu*) متنوع‌ترین گونه درخانواده *Mugilidea* است که به راحتی از جنس‌های دیگر موجود در این خانواده در ایران قابل تشخیص است (Nelson, 2006). ماهی بیاح صدف خوار می‌باشد و نیز از دتریت‌ها، کرم‌ها، حلزون‌ها، دو کفه‌ای‌ها، جلبک‌ها و مواد گیاهی و مواد پوسیده کف بستر تغذیه می‌کند. ماهی بیاح دارای یک سنگدان بسیار عضلانی و یک روده طویل بوده و جانوران و گیاهان را در سنگدان خود خرد می‌کنند (Dehghani and Farzin, 1394). با توجه به اینکه ماهیان تجاری و با ارزش موجود در خلیج‌فارس، بخش عمده‌ای از رژیم غذایی مردم منطقه

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

جنوب ایران را تشکیل می‌دهند، لذا هدف از مطالعه حاضر تعیین میزان فلزات روی، نیکل، مس وکادمیوم در بافت‌های عضله و کبد دو گونه *Liza abu* و *Thunnus tonggol* در خلیج‌فارس (شهرستان بندرعباس) و ارزیابی خطر تغذیه ناشی از مصرف این ماهیان برای مصرف کنندگان بوده است.

مواد و روش کار

به منظور بررسی میزان کادمیم، روی، نیکل و مس انباشته شده، تعداد ۱۲ عدد ماهی بیاح (*Liza abu*) و ۱۲ عدد ماهی هوور (*Thunnus tonggol*) از صیادان بندرعباس در فروردین ماه سال ۱۳۹۴ تهیه شدند. پس از انتقال به آزمایشگاه،عملیات زیست‌سنجی (طول کل و وزن کل) توسط تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متری و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم انجام شد و نسبت به جدا کردن بافت‌های عضله و کبد مورد مطالعه جهت انجام هضم شیمیایی اقدام گردید.بافت‌های عضله و کبد در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت به طور کامل خشک شدند. سپس مقدار حدود ۰/۳ گرم از بافت خشک شده عضله و کبد که به شکل پودر در آمده بودند به داخل بمب تفلونی‌ها جداگانه ریخته شد و به آن ۴ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ۶۵٪ اضافه شد و به مدت حداقل ۱ ساعت در زیر هود قرار گرفت تا هضم اولیه صورت بگیرد. نمونه‌ها به مدت سه ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد تا هضم کامل نمونه‌ها روی هات پلیت قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها در دمای اتاق سرد شدند وبا استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۰ میکرونی نمونه‌ها به داخل بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری انتقال داده شدند و بمب تفلونی‌ها حداقل سه بار با آب مقطر شستشو شدند و به بالن ژوژه اضافه گردیدند و نمونه‌ها با آب مقطر به حجم لازم رسانیده شدند. بعد از آن نمونه‌ها در ظرف پلی‌اتیلنی درب‌دار و در محیط سرد یخچال در دمای ۴°C تا زمان آنالیز نگهداری شدند (MOOPAM, 1999; Naji *et al*., 2014) و غلظت فلزات با دستگاه جذب اتمی شعله‌ای (مدل ۷۰۰ Contr AA) مورد سنجش قرار گرفت.

برآورد میزان جذب روزانه (EDI) فلزات سنگین با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید (USEPA, 1989). برای برآورد حداکثر میزان قابل قبول روزانه ماهی (CR_{lim}) برای مصرف کنندگان از رابطه (۲) استفاده شد (Taweel *et al*., 2013). برای محاسبه احتمال خطر پذیری افراد به بیماری‌های غیر سرطانی از رابطه (۳) ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) استفاده شد (USEPA, 2000).

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

EDI= میزان جذب روزانه فلزات از طریق مصرف ماهی (میلی‌گرم/کیلوگرم/وزن بدن/روز): به ازای مصرف یک وعده از این ماهی د ر هفته برای یک انسان بالغ ۷۰ کیلوگرمی محاسبه گردید و این میزان با مقدار دوز رفرنس (RfD) سازمانEPA مقایسه شد، Mc= غلظت فلز در بافت ماهی مورد مطالعه (میلی‌گرم/کیلوگرم بر حسب وزن تر)، CR= نرخ مصرف روزانه ماهی که برای بزرگسالان ۹۳ و برای کودکان ۵۰ گرم/ روز می‌باشد (Leung *et al*., 2000) و = ABW- میانگین وزن بدن مصرف کننده که برای بزرگسالان ۵۵/۹ و برای کودکان ۳۲/۷ کیلوگرم است (Hang *et al*., 2009).

$$CR_{lim} = \frac{RfD \times ABW}{C_m}$$ رابطه (۲)

CR_{lim}= حداکثر مصرف قابل قبول روزانه ماهی (کیلوگرم/روز)، RfD= دوز مرجع (میلی‌گرم/کیلوگرم/روز)؛ مقدار دوز مرجع برای هر فلز عدد ویژه‌ای است که طبق مقدار ارائه شده توسط EPA برای روی، کادمیم، نیکل و مس به ترتیب ۰/۳، ۰/۰۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۴ است، = ABW- میانگین وزن بدن مصرف کننده که برای بزرگسالان ۵۵/۹ و برای کودکان ۳۲/۷ کیلوگرم است (Hang *et al*., 2009).

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

THQ= پتانسیل خطر (در واقع نسبتی است میان میزان در معرض قرارگیری فلزات و دز رفرنس آنها که برای بیان اثرات غیر سمی به کارمی رود .اگر این میزان کمتر از عدد یک باشد نشان دهنده این مطلب است که هیچ گونه خطر قابل مشاهد های وجود ندارد. اما اگر این نسبت برابر و یا

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

بزرگ تر از عدد یک باشد خطراتی را برای سلامتی مصرف کنندگان به دنبال دارد)، EF= فرکانس مواجهه (۳۶۵ روز در سال)، ED= کل مدت زمان مواجهه (۷۰ سال)، CR= نرخ مصرف روزانه ماهی که برای بزرگسالان ۹۳ و برای کودکان ۵۰ گرم/روز می‌باشد (Leung *et al*., 2000)، C_m=Mc= غلظت فلز در بافت ماهی مورد مطالعه (میلی‌گرم/کیلوگرم بر حسب وزن تر)،)، RfD= دوز مرجع (میلی‌گرم/کیلوگرم/روز)؛ مقدار دوز مرجع برای هر فلز عدد ویژه‌ای است که طبق مقدار ارائه شده توسط EPA برای روی، کادمیم، نیکل و مس به ترتیب ۰/۳، ۰/۰۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۴ است، = میانگین وزن بدن مصرف کننده که برای بزرگسالان ۵۵/۹ و برای کودکان ۳۲/۷ کیلوگرم است (Hang *et al*., 2009)، AET= میانگین روزها (از رابطه ED×۳۶۵ بدست می‌آید). از آنجایی که ماهی به صورت وزن تر مورد استفاده قرار می‌گیرد، بدین منظور برای محاسبه فاکتور تصحیح وزن خشک به وزن تر از رابطه فاکتور تصحیح (۰/۲) ضربدر مقدار غلظت فلز بر حسب وزن خشک، میزان فلز بر حسب وزن تر محاسبه می‌گردد(Shinn *et al*., 2009; Yap *et al*., 2015).

رابطه (۴) $HI = \sum THQ = THQ_{Cd} + THQ_{Zn} + THQ_{Cu} + THQ_{Ni}$

HI= مجموع خطرات ناشی از فلزات با استفاده از رابطه (۴) محاسبه شد. همچنین بمنظور.عملکرد تحلیلی سنجش فلزات مورد مطالعه با استفاده از شورای ملی تحقیقات کانادا (Lobester Hepatopancereas Reference Material for Metals, TORT-2) برای نمونه های بیولوژیک مورد بررسی واقع گردید. بازیابی و صحت، برای اندازه گیری غلظت فلزات درون جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج

در این مطالعه، از ماهیان در اندازه‌های بازاری استفاده گردید که نتایج آماری حاصل از زیست‌سنجی ۲۴ قطعه ماهی بیاح و هوور در جدول ۲ بیان گردیده است.

جدول ۱: غلظت فلزات در مواد مرجع (Certified Reference Materials (CRM)).

Table 1: Concentration of Metals in Reference Materials (CRM).

ماده	طول موج (nm)	(µg/l) LOD	غلظت مرجع (µg/g)	غلظت محاسبه شده (µg/g)	بازیابی
کادمیم	۲۲۸/۶	۱	۲۶/۷ ±۰/۶	۲۸/۰۳ ±۰/۳	۱۰۵
روی	۲۱۳/۹	۳	۱۸۰/۰± ۶	۱۷۴/۶ ±۴	۹۷
نیکل	۲۳۲/۰	۲	۲/۵±۰/۱۹	۲/۴۵ ±۰/۱۵	۹۸
مس	۳۲۴/۸	۱	۱۰۶/۰ ±۱۰	۱۰۲/۸ ±۳	۹۷

تعداد تکرار ۳ می باشد.

جدول۲: داده‌های زیست‌سنجی (انحراف معیار±میانگین) ماهی بیاح و هوور

Table 2: Biometrics data (mean ± SD) of *Liza abu* and *Thunnus tonggol*

گونه ماهی	نام علمی	تعداد ماهی	میانگین طول کل (cm)	میانگین وزن کل (gr)
بیاح	*Liza abu*	۱۲	۲۲/۵۸±۰/۸۵	۳۳۸/۲۶±۱۹/۶۰
هوور	*Thunnus tonggol*	۱۲	۸۱/۳۲±۷/۴۲	۴۳۴۰±۱/۰۲

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

خلاصه نتایج آماری حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین کادمیم ، روی، نیکل و مس در بافت کبد و عضله ماهی بیاح و هوور در جدول شماره ۳ آمده است. براساس یافته‌های بدست آمده از این پژوهش، بیشترین و کمترین میزان انباشت فلزات در بافت عضله به ترتیب مربوط به فلز روی ۶/۱۶ و کادمیم ۰/۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن‌تر در ماهی هوور و همچنین بیشترین و کمترین میزان فلزات در بافت کبد به ترتیب مربوط به فلز مس ۹۸/۲۱ و کادمیم ۰/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن‌تر در ماهی بیاح مشاهده شدند.

برای ارزیابی خطر انباشت کادمیم، روی، نیکل و مس در عضله و کبد ماهی در این تحقیق، این مقادیر با استانداردهای بین‌المللی موجود در این زمینه مقایسه شد. استاندارد سازمان هایی چون NHMRC، FAO، WHO، UKMAFF و FDA برای این مقایسه به کار گرفته شد که نتیجه این مقایسه در جدول شماره ۴ آورده شده است.

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود میزان تجمع فلز مس در عضله ماهی بیاح و هوور از حد مجاز استانداردهای جهانی پایین‌تر بود. همچنین میزان فلز روی در عضله ماهی هوور از استاندارد WHO، میزان نیکل در عضله هر دو ماهی از استاندارد سازمان WHO و میزان کادمیم در عضله این ماهیان از حد مجاز استانداردهای WHO، NHMRC و UKMAFF بالاتر بود. بالاتر بودن میزان کادمیم از برخی استانداردهای موجود می‌تواند به عنوان یک هشدار در نظر گرفته شود. در جدول شماره ۵ مقادیر میزان جذب روزانه (EDI) که از رابطه (۱) به دست آمده است مشاهده می‌شود. همانگونه که در این جدول دیده می‌شود میزان جذب روزانه عناصر کادمیم، روی، نیکل و مس از راه مصرف عضله ماهی بیاح برای بزرگسالان در این مطالعه به ترتیب ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۶، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۲ و برای کودکان بترتیب ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۵، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز بود و همچنین جذب روزانه عناصر کادمیم و روی از راه مصرف عضله ماهی هوور برای بزرگسالان بترتیب $۶/۶\times۱۰^{-۵}$، ۰/۰۱، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۳ و برای کودکان $۶/۱\times۱۰^{-۵}$، ۰/۰۰۹، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز بود که کمتر از حد دوز استاندارد EPA بود. در تحقیق حاضر مقادیر محاسبه‌شده میزان جذب روزانه در تمام فلزات در بافت عضله ماهی بیاح و ماهی هوور برای بزرگسالان و کودکان پایین‌تر از دوز استاندارد سازمان EPA به دست آمد اما میزان جذب روزانه برای فلز کادمیم در کبد ماهی هوور و فلز مس برای کبد ماهی بیاح بالاتر از دوز استاندارد سازمان EPA مشاهده شد.

مقادیر پتانسیل خطرپذیری (THQ) و خطرات ناشی از مجموع فلزات (HI) هر یک از عناصر کادمیم، روی، نیکل و مس در اندام‌های مختلف ماهی بیاح و هوور برای مصرف کنندگان در یک روز، سه روز و هفت روز در هفته با استفاده از رابطه (۳) و (۴)، در جدول ۶ نشان داده شده است. با توجه به دوز مبنا در بررسی خطر بالقوه، میزان پتانسیل خطرپذیری و خطرات ناشی از مجموع فلزات برای تمام فلزات در بالغین و کودکان در بافت عضله ماهی بیاح و هوور کمتر از ۱ به دست آمد همچنین میزان پتانسیل خطرپذیری و خطرات ناشی از مجموع فلزات در بالغین و کودکان در بافت کبد برای فلزات کادمیم و مس به ترتیب در ماهی هوور و بیاح برای مصرف سه روز و هفت روز در هفته بیشتر از ۱ به دست آمد. همان طور که در جدول ۷ از رابطه (۲) به دست آمده است مشاهده می‌شود نتایج حاصل از محاسبه نرخ مصرف مجاز (CR_{lim}) ماهی هوور و بیاح نشان داد که بیشترین نرخ مصرف مجاز فلزات کادمیم، روی، نیکل و مس به ترتیب در عضله ماهی هوور (۱/۳۹)، عضله ماهی بیاح (۴/۳۰)، کبد ماهی بیاح (۱/۷۹) و عضله ماهی بیاح (۲/۱۸)کیلوگرم در روز در بالغین مشاهده شد. همچنین کمترین میزان مصرف مجاز فلزات کادمیم، روی، نیکل و مس به ترتیب در کبد ماهی هوور (۰/۰۱)، کبد ماهی بیاح (۰/۱۱)، عضله ماهی بیاح (۰/۶۴) و کبد ماهی بیاح (۰/۰۱) کیلوگرم در روز در کودکان مشاهده شد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

جدول ۳: :غلظت فلزات مورد مطالعه (انحراف معیار±میانگین) در بافت‌های مختلف ماهی بیاح و هوور (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن‌تر)

Table 3: Concentration of studied metals (mean ± SD) in different tissues of *Liza abu* and *Thunnus tonggol* (mg / kg)

	گونه	بافت	کادمیم	روی	نیکل	مس
بیاح	میانگین	کبد	۰/۲۶±۰/۰۱	۸۷/۹۶±۱/۸۴	۰/۶۲±۰/۰۶	۹۸/۲۱±۱/۳۹
	میانگین	عضله	۰/۰۸±۰/۰۲	۳/۹۰±۰/۱۶	۱/۰۲±۰/۰۳	۱/۰۲±۰/۰۵
	بیشترین	کبد	۰/۳۲±۰/۰۲	۹۴/۱۵±۱/۹۰	۰/۸۷±۰/۰۳	۱۰۲/۱۶±۱/۵۱
	کمترین	کبد	۰/۱۵±۰/۰۱	۵۳/۰۲±۱/۱۸	۰/۳۵±۰/۰۱	۶۹/۲۰±۱/۰۱
	بیشترین	عضله	۰/۱۱±۰/۰۱	۵/۰۱±۰/۷۵	۱/۲۸±۰/۰۴	۱/۲۶±۰/۰۳
	کمترین	عضله	۰/۰۳±۰/۰۱	۱/۶۱±۰/۰۵	۰/۸۹±۰/۰۲	۰/۶۶±۰/۰۲
هوور	میانگین	کبد	۲/۶۲±۰/۲۵	۳۰/۵۶±۰/۶۶	۰/۶۸±۰/۰۲	۷/۴۵±۰/۱۱
	میانگین	عضله	۰/۰۴±۰/۰۵	۶/۱۶±۰/۵۴	۰/۷۸±۰/۰۱	۱/۹۵±۰/۱۶
	بیشترین	کبد	۲/۹۲±۰/۳۱	۳۹/۵۶±۰/۷۲	۰/۷۶±۰/۰۳	۹/۵۲±۰/۱۷
	کمترین	کبد	۱/۸۴±۰/۱۱	۱۹/۱۶±۰/۲۴	۰/۴۲±۰/۰۱	۴/۰۵±۰/۱۰
	بیشترین	عضله	۰/۰۸±۰/۰۵	۸/۲۴±۰/۷۱	۰/۹۱±۰/۰۲	۲/۳۳±۰/۲۱
	کمترین	عضله	۰/۰۱±۰/۰۰۱	۳/۱۰±۰/۲۱	۰/۵۳±۰/۰۱	۱/۰۱±۰/۰۷

جدول ۴: مقایسه نتایج تحقیق حاضر با حد آستانه‌یاستانداردهای بین‌المللی (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)

Table 4: Comparison of the results of the present study with international standards and standards (mg / kg dry weight)

استانداردها	کادمیم	روی	نیکل	مس	منبع
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۰/۱	۳۰	۰/۳۸	۱۰	(WHO, 1996)
سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)	۱	–	–	–	(USFDA, 2007)
انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC)	۰/۰۵	۱۵۰	-	۱۰	(NHMRC, 2004)
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF)	۰/۰۲	۵۰	-	۲۰	(MAFF, 1995)
سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)	۰/۵	–	-	۳۰	(FAO, 2009)
عضله ماهی بیاح	۰/۴	۱۹/۵	۵/۱	۵/۱	تحقیق حاضر
عضله ماهی هوور	۰/۲	۳۰/۸	۳/۹	۹/۸	

جدول ۵: محاسبه میزان جذب روزانه (EDI) فلزات سنگین مورد مطالعه در مصرف کنندگان ماهی بیاح و هوور

Table 5: Calculate the daily adsorption (EDI) of heavy metals studied in fish consumers *Liza abu* and *Thunnus tonggol*

گونه	بافت	فلزات سنگین	دوز استاندارد(RfD) (میلی‌گرم/کیلوگرم/روز)	میزان جذب روزانه (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن/روز)	
				بالغین	کودکان
بیاح	کبد	کادمیم	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴
		روی	۰/۳	۰/۱۴	۰/۱۳
		نیکل	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
		مس	۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۱۵
	عضله	کادمیم	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
		روی	۰/۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵
		نیکل	۰/۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
		مس	۰/۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

گونه	بافت	فلزات سنگین	دوز استاندارد(RfD) (میلی‌گرم/کیلوگرم/روز)	میزان جذب روزانه (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن/روز)	
				بالغین	کودکان
هوور	کبد	کادمیم	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴
		روی	۰/۳	۰/۰۵	۰/۰۴
		نیکل	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
		مس	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱
	عضله	کادمیم	۰/۰۰۱	$^{-5}$	$۶/۱\times۱۰^{-5}$
		روی	۰/۳	$۶/۶\times۱۰$	۰/۰۰۹
		نیکل	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱
		مس	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
				۰/۰۰۳	

جدول ۶- تخمین پتانسیل خطرپذیری (THQ) و مجموع خطرات (HI) فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی بیاح و هوور

Table 6: Estimation of the Threat Potential (THQ) and Total Hazards (HI) of Heavy Metals in Different Organs of Fish *Liza abu* and *Thunnus tonggol*

گونه	بافت	در معرض قرارگیری (روز/ هفته)	خطرپذیری غیرسرطانی (THQ)								مجموع خطرات (HI)	
			کادمیم		روی		نیکل		مس			
			بالغین	کودکان	بالغین	کودکان	بالغین	کودکان	بالغین	کودکان	بالغین	کودکان
	کبد	۱	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۶۷
		۳	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۰۲	۱/۷۵	۱/۶۱	۲/۱۶	۱/۹۹
بیاح		۷	۰/۴۳	۰/۳۹	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۰۵	۰/۰۵	۴/۰۹	۳/۷۵	۵/۰۵	۴/۶۳
	عضله	۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۴
		۳	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۱۰
		۷	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۲۸	۰/۲۵
هوور	کبد	۱	۰/۶۲	۰/۵۷	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۶۹	۰/۶۴
		۳	۱/۸۶	۱/۷۲	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۱۲	۲/۰۹	۱/۹۲
		۷	۴/۳۵	۴/۰۱	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۳۱	۰/۲۸	۴/۸۸	۴/۵۰
	عضله	۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۳
		۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۱۰
		۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۲۲

جدول ۷: محاسبه حداکثر مصرف قابل قبول روزانه (CR_{lim}) برای فلزات مورد طالعه (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن‌تر) در مصرف کنندگان

Table 7: Calculating the maximum daily consumption (CRlim) for plain metals (mg / kg) in consumers

گونه	بافت	فلزات سنگین	غلظت فلزات (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن تر)	CR_{lim} (کیلوگرم/روز)	
				بالغین	کودکان
بیاح	کبد	کادمیم	۰/۲۶±۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۱۲
		روی	۸۷/۹۶±۱/۸۴	۰/۱۹	۰/۱۱
		نیکل	۰/۶۲±۰/۰۶	۱/۷۹	۱/۰۴
		مس	۹۸/۲۱±۱/۳۹	۰/۰۲	۰/۰۱
	عضله	کادمیم	۰/۰۸±۰/۰۲	۰/۶۹	۰/۴۰

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

گونه	بافت	فلزات سنگین	غلظت فلزات (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن تر)	CR_{lim} (کیلوگرم/روز)	
				بالغین	کودکان
هوور	کبد	روی	۳/۹۰±۰/۱۶	۴/۳۰	۲/۵۱
		نیکل	۱/۰۲±۰/۰۳	۱/۰۹	۰/۶۴
		مس	۱/۰۲±۰/۰۵	۲/۱۸	۱/۲۷
		کادمیم	۲/۶۲±۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۰۱
	عضله	روی	۳۰/۵۶±۰/۶۶	۰/۵۴	۰/۳۲
		نیکل	۰/۶۸±۰/۰۲	۱/۶۴	۰/۹۶
		مس	۷/۴۵±۰/۱۱	۰/۳۰	۰/۱۸
		کادمیم	۰/۰۴±۰/۰۵	۱/۳۹	۰/۸۱
		روی	۶/۱۶±۰/۵۴	۲/۷۲	۱/۵۹
		نیکل	۰/۷۸±۰/۰۱	۱/۴۳	۰/۸۴
		مس	۱/۹۵±۰/۱۶	۱/۱۴	۰/۶۷

بحث

یکی از مهم‌ترین الزامات در دستورالعمل ارزیابی ریسک توجه به تخمین خطر ناشی از عوامل آلاینده در پذیرنده نهایی یعنی انسان است. تفاوت غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهیان می‌تواند ناشی از متغییر بودن قابلیت فلزات سنگین در زمینه غلبه بر پیوندهای فلزی نظیر متالوتیونین‌ها باشد (Filazi *et al*., 2003; Naji *et al*., 2014). بالاترین غلظت فلزات روی و مس در بافت کبد ماهیان مورد مطالعه به دست آمد. عناصر روی و مس نقش مهمی در متابولیسم سلولی دارند و غلظت اندک این عناصر در بدن به وسیله مکانیسم‌های هموستازی کنترل می‌شود (Naji *et al*., 2014). مقایسه غلظت فلزات مورد مطالعه با سایر پژوهش‌های صورت گرفته نشان داد میانگین غلظت عناصر ضروری روی و مس از عناصر سمی و غیرضروری نیکل و کادمیم بالاتر بوده است که این مورد در راستای نتایج تحقیقات Chi و همکاران در سال ۲۰۰۷ بر روی گونه‌های *Cyprinus carpio*، *Carassius auratus*، *Hypophthalmichthys molitrix* و *Aristichthys nobilis* در دریاچه تایهو در چین و Kojadinovic و همکاران در سال ۲۰۰۷ بر روی گونه‌های *Xiphias gladius*، *Thunnus albacares*، *Katsuwonus pelamis* و *Coryphaena hippurus* در غرب اقیانوس هند بوده است (Chi *et al*., 2007; Kojadinovic *et al*., 2007). میزان دفع روی نسبت به میزان تجمع زیستی آن، بسیار آهسته می‌باشد که این باعث انباشتگی فلز روی در بدن موجودات آبزی می‌شود (Tekin-Ozan and Kiv, 2005). میانگین غلظت نیکل در تحقیق حاضر در عضله بیشتر از کبد به دست آمد، نتایج تحقیقات صادقی و همکاران در سال ۱۳۹۰ بر گونه *Restrelliger kanagurta* در بندرعباس Ciminli و Turkmen در سال ۲۰۰۷ بر گونه *Clarias gariepinus* در جنوب شرق ترکیه با نتایج این تحقیق مبنی بر حداقل میزان جذب و تجمع فلز نیکل در بافت عضله همخوانی ندارد. میانگین غلظت فلزات کادمیم، روی و مس در مطالعه حاضر در بافت کبد بیشتر از بافت عضله مشاهده شد، نتایج تحقیقات بهشتی و همکاران در سال ۱۳۸۹ بر گونه *Liza abu* در رودخانه دز، Canli و Atli در سال ۲۰۰۳ بر گونه *Mugil cephalus* در دریای مدیترانه، Farkas و همکاران در سال ۲۰۰۳ بر گونه *Abramis brama* در دریاچه بالاتون و Karadade و همکاران در سال ۲۰۰۴ بر گونه *Liza abu* در دریاچه آتاتورک با نتایج این تحقیق مبنی بر حداقل میزان تجمع فلزات در بافت عضله همخوانی دارد(جدول ۸).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

جدول ۸: مقایسه غلظت فلزات مورد مطالعه در بافت‌های ماهی بیاح و هوور با سایر پژوهش‌های صورت گرفته بر روی این فلزات
Table 8: Comparison of the Concentrations of the Metals Involved in the Fish and Hoover Fish with Other Researches on these Metals

منطقه مورد مطالعه	گونه ماهی	بافت مورد مطالعه	کادمیم	روی	نیکل	مس	منبع
رودخانه دز	*Liza abu*	عضله	-	*۱۱/۱۶	-	*۰/۳۳	(بهشتی وهمکاران،۱۳۸۹)
		کبد	-	*۱۰/۵۴	-	*۰/۳۶	
بندرعباس	*Restrelliger kanagurta*	عضله	*۰/۰۸	-	*۰/۲۲	-	(صادقی و همکاران، ۱۳۹۰)
		کبد	*۰/۱۷	-	*۰/۴۰	-	
شمال دریای مدیترانه	*Mugil cephalus*	عضله	*۰/۶۶	*۳۷/۳۹	-	*۴/۴۱	(Canli & Atli 2003)
		کبد	*۱/۶۴	*۱۱۰/۰۳	-	*۲۰۲/۸۰	
دریاچه بالاتون	*Abramis brama*	عضله	*۰/۵۱	*۱۲/۷	-	*۱/۹۹	(Farkas, 2003)
		کبد	*۱/۸۵	*۸۰/۴۵	-	*۵۰/۱	
دریاچه آتاتورک	*Liza abu*	عضله	-	*۷/۷۴	-	*۱/۳۶	(Karadede *et al*., 2004)
		کبد	-	*۳۶/۹۲	-	*۲۶۷/۴۵	
جنوب شرق ترکیه	*Clarias gariepinus*	عضله	**<۰/۰۰۱	**۰/۴۵	**۰/۰۰۹	**۰/۰۷	(Turkmen& Ciminli, 2007)
		کبد	**<۰/۰۰۱	**۴/۳۹	**۰/۰۷	**۱/۴۶	
بندرعباس	*Liza abu*	عضله	**۰/۰۸	**۳/۹۰	**۱/۰۳	**۱/۰۳	تحقیق حاضر
		کبد	**۰/۲۶	**۸۷/۹۶	**۰/۶۳	**۹۸/۲۳	
	Thunnus tonggol	عضله	**۰/۰۴	**۶/۱۶	**۰/۷۸	**۱/۹۶	
		کبد	**۲/۶۲	**۳۰/۵۶	**۰/۶۸	**۷/۴۶	

* میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک،
** میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن‌تر

جذب روزانه یک عنصر از طریق مصرف موادغذایی به غلظت عنصر در غذا و مقدارغذای مصرفی بستگی دارد (Hajeb *et al*., 2009; Yap *et al*., 2015). بر اساس مقادیر محاسبه شده میزان مصرف روزانه ۹۳ گرم در روز برای بزرگسالان و ۵۰ گرم در روز برای کودکان از بافت عضله ماهی بیاح و هوور از نظر بهداشتی هیچ گونه ممنوعیتی برای یک شخص با میانگین وزن ۵۵/۹ و ۳۲/۷ کیلوگرم ندارند که این مورد با نتایج Koosej و همکاران در سال ۱۳۹۵ هم راستا می باشد. اما مصرف کبد ماهی بیاح و هوور توصیه نمی‌شود. انتخاب مصرف ماهی ممکن است از فردی به فرد دیگر به طور قابل ملاحظه‌ای تفاوت داشته باشد. به دنبال مشکلاتی که فلزات سنگین در مصرف‌کنندگان ماهی ایجاد می‌کند سازمان EPA یک دوز استاندارد (RfD) به‌عنوان تخمینی از میزان جذب روزانه (EDI) فلزات که خطراتی برای جوامع انسانی در طول دوره زندگی ایجاد نمی‌کند، پیشنهاد نموده است. انتشار فلزات در محیط زیست به عنوان یکی از معضلات زیست محیطی ناشی از افزایش جمعیت، توسعه و صنعتی شدن می‌باشد. بر اساس مطالعات Hajeb، فلزات سنگین نه تنها تهدیدی برای ماهی‌ها به شمار می‌روند، بلکه برای مصرف‌کنندگان از غذاهای دریایی آلوده به فلزات نیز خطر بزرگی محسوب می‌شوند (Hajeb *et al*., 2009). یافته‌های پتانسیل خطرپذیری که یک عدد بدون واحد است نشان‌دهنده‌ی نسبت دوز برآورد شده در معرض قرار گرفتن فلزات به RfD است. بر اساس جدول شماره ۵ میزان پتانسیل خطرپذیری و خطرات ناشی از مجموع فلزات در بالغین و کودکان در بافت کبد برای فلزات کادمیم و مس بیشتر از ۱ به دست آمد بطوریکه مصرف

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

کبد ماهی هوور و بیاح باعث خطرات بسیار بالایی در بالغین و کودکان خواهد شد و احتمال بروز خطر بیماری‌های غیرسرطانی در افراد مصرف کننده بسیار بالا می‌باشد. با توجه به این که پتانسیل خطرپذیری، نسبت غلظت عناصر به حداکثر غلظتی از آن عنصراست که در بدن ایجاد مشکل نمی کند، رسیدن آن به یک و بالاتر از یک نشان دهنده بالا بودن احتمال خطرپذیری به بیماری‌های غیر سرطانی است. اگر نتیجه حاصل از این فرمول کم‌تر از یک باشد نشان دهنده آن است که مصرف آبزی اثر حاد مضری بر روی سلامتی انسان ندارد. بنابراین با به دست آوردن شاخص خطر میزان ریسک ناشی از مصرف گونه مورد مطالعه برای انسان تعیین شد. بر اساس میزان جذب روزانه، پتانسیل خطرپذیری و مجموع خطرات ناشی از فلزات، به نظر می‌رسد در حال حاضر کبد ماهی بیاح و هوور نباید توسط مصرف‌کنندگان مورداستفاده قرار بگیرد و مستلزم تحقیقات بیشتری است. البته شدت اثر خطر ناشی از فلزات در پذیرنده‌های مختلف با توجه به میزان مصرف متفاوت است. ارزش عددی بدست‌آمده از پتانسیل خطرپذیری (THQ) نباید مستقیماً برای تخمین ریسک مورد استفاده قرار گیرد (EPA, 1989). به‌عبارت‌دیگر دوز مبنا، یک خط شاهد تیز بین مصرف امن و نا امن نیست (Rodricks and Jackson, 1992). با توجه به وجود فلزات در این ماهیان، ممکن است مصرف‌کنندگان با مصرف سطح وسیع از آلودگی، به عوارض نامطلوب بهداشتی گرفتار شوند. بنابراین، حد مجاز مصرف (CR_{lim})، بیان‌کننده میزان مصرف در هفته است که می‌توان با خیال راحت از این ماهیان استفاده کرد. با توجه به USEPA در سال (۲۰۰۰)، این حد مجاز مصرف مبتنی بر ریسک به‌عنوان حداکثر نرخ مصرف روزانه ماهی آلوده نیست و برای عوارض جانبی بر سلامت مصرف‌کنندگان برآورد شده است (USEPA, 2000).

نتیجه‌گیری

از نقطه نظر سلامتی تجمع فلزات در غذاهای دریایی به عنوان یک نگرانی جهانی محسوب می شود. بر اساس نتایج بدست‌آمده میزان پتانسیل خطرپذیری و خطرات ناشی از مجموع فلزات برای تمام فلزات در بالغین و کودکان در بافت عضله ماهی بیاح و هوور کمتر از ۱ به دست آمد همچنین میزان پتانسیل خطر پذیری و خطرات ناشی از مجموع فلزات در بالغین و کودکان در بافت کبد برای فلزات کادمیم و مس به ترتیب در ماهی هوور و بیاح برای مصرف سه روز و هفت روز در هفته بیشتر از ۱ به دست آمد. مصرف کبد ماهی هوور و بیاح خطرات بسیار بالایی در بالغین و کودکان دارد و احتمال بروز خطر بیماری‌های غیرسرطانی در افراد مصرف کننده بسیار بالا می‌باشد. با توجه به این که پتانسیل خطرپذیری، نسبت غلظت عناصر به حداکثر غلظتی از آن عنصر است که در بدن ایجاد مشکل نمی کند، رسیدن آن به یک و بالاتر از یک نشان دهنده بالا بودن احتمال خطرپذیری به بیماری‌های غیر سرطانی است.

پیشنهادها

به دلیل اینکه آلاینده‌های مختلف ازجمله آلاینده‌های حاصل از صنایع پتروشیمی، فعالیت‌های کشاورزی، فاضلاب‌های شهری به خلیج‌فارس وارد می‌شوند و با توجه به نقش و اهمیت عضله ماهیان در تغذیه انسان لازم است که مدیریت بهتر و موثرتری در جهت کنترل منابع آلاینده صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از کلیه اساتید و دوستانی که در کمال صداقت و صمیمیت، در طول اجرای این تحقیق ما را مورد حمایت‌های علمی و فنی خود قرار دادند تشکر و قدر دانی می‌نماییم. همچنین از مدیر محترم آزمایشگاه مرکز سنجش آلودگی‌ها در استان هرمزگان جناب آقای مهندس مهوری تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

منابع

Al-Busaidi, M.; Yesudhason, P.; Al-Mughairi, S.; Al-Rahbi, W.A.k.; Al-Harthy, K.S.; and Al-Mazrooei, N.A., 2011. Toxic metals in commercial marine

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

Dehghani, M., Farzin, M., 1394. Investigating and determining the concentration of heavy metals (lead, copper, nickel and cadmium) in Havoor fish (Thunnus tonggol) caught at the coastal cost of Qeshm Island. Aquatic and Fisheries Magazine.23: 25-35.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume II, Environmental Evaluation Manual, EPA/540/1-89/001, Washington, D.C.

FAO (Food and Agriculture Organizations of United Nations), 2009. The state of world fisheries and aquaculture, Rome, Italy.

Farkas, A.; Salanki, J.; and Specziar, A., 2003. Age and size specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* populating a Low-contaminated site. Water Research. 37: 959-964. DOI:10.1016/S0043-1354(02)00447-5.

Filazi, A.; Baskaya, R.; and Kum, C., 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish Mugil auratus from Sinop-Icliman, Turky. Human and Experimental Toxicology. 22: 85-87. DOI: 10.1080/19393210.2014.949873.

Hajeb, P.; Jinap, S.; Ismail, A.; Fatimah, A.B.; Jamilah, B.; and Abdul Rahim, M., 2009. Assessment of mercury level in commonly consumed marine fishes in Malaysia. Food Control. 20:79–84. DOI: 10.1016/j.foodcont.2008.02.012.

fish in Oman with reference to national and international standards. *Chemosphere*. 85: 67-73 DOI: 10.1016**.**

Al-Yousuf, M.H.; El-Shahawi, M.S.; and Al-Ghais, S.M., 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of (*lethrinus lentjan*) fish species in relation to body length and sex. Sciences Total Environment. 256 :87-94. DOI:. 10.1016/S0048-9697(99)00363-0

Beheshti, M.; Askarisari, A.; Khodadadi., M.. And Valayatzadeh, M., 2011. measured concentrations of heavy metals (Cu, Fe, Zn, Mn) in different parts of *Liza abu* (Liza abu) is Dez River in Khuzestan province. Journal of wetland-Islamic Azad University of Ahvaz. 6: 79-71.

Canli, M.; and Atli, G., 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Meediterranean fish species. Environmental pollution. 121:129-136. Doi: 10.1016/S0269-7491(02)00194-X.

Chi, Q.Q.; Zhu, G.W.; and Langdon, A., 2007. Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China. Journal of Environmental Sciences. 19:1500-1504. DOI: 10.1016/S1001-0742(07)60244-7.

Dalman, O.; Demirak, A.; and Balc, A., 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and Trace elements (Zn, Cu) in sediment and fish of the southeastern Aegean sea (Turkey) by Atomic absorption spectrometry. Food Chemistry. 95:151- 162. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.02.009.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

health. 36 :56–65. DOI: 10.1046/j.1440-1754.2000.00441.x.

MAFF, 1995. Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. Aquatic Environment Monitoring Report, No. 44. Direcorate of Fisheries Research, Lowestoft.

Meche, A.; Martins, M.C.; Lofrano, B.E.S.N.; Hardaway, C.J.; Merchant, M.; and Verdade, L., 2010. Determination of heavy metals by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry in fish from the Piracicaba River in Southern Brazil. Microchem. 94:171-4. DOI: 10.1016/j.microc.2009.10.018.

MOOPAM., 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods, ROPME Kuwait, V1 20.

Nadim, F.; Bagtzoglou, A. C.; and Iranmahboob, J., 2008. Coastal management in the Persian Gulf region within the framework of the ROPME programme of action, Ocean and Coastal Management, 51: 556-565. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2008.04.007.

Naji, A., Ismail, A., 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., 2012. Sediment quality assessment of Klang Estuary, Malaysia.

Hang, X.S.; Wang, H.Y.; Zhou, J.M.; Ma, C.L.; Du, C.W.; and Chen, X.Q., 2009. Risk assessment of potentially toxic element pollution in soils and rice (Oryza sativa) in a typical area of the Yangtze River Delta. Environmental Pollution. 157: 2542–2549. DOI: 10.1016/j.envpol.2009.03.002.

Karadede, H.; Oymak, S.A.; and Unlu, E., 2004. Heavy metals in mullet (*Liza abu*) and catfish, silurustriostegus, from the Ataturk Dam Lake, Turkey. Environment International. 30:183-188. DOI:10.1016/S0160-4120(03)00169-7.

Kojadinovic, J.; Potier, M.; Le Corre, M.; Cosson, R.P.; and Bustamante, P., 2007. Bioaccumulation of trace elements in pelagic fish from the Western Indian Ocean. Environmental Pollution. 146(2):548-566. DOI:10.1016/j.envpol.2006.07.015

Koosej, N., Jafariyan, H., Rahmani, A., Patimar, A and Gholipoor, H., 1395. The study and measurement of some metals (lead, nickel, zinc, copper and iron) in muscle

Lamanso, R.; Cheung, Y.; and Chan, K.M., 1999. Metal concentration in the tissues of rabbitfish collected from Tolo Harbour in Hong kong. Marine Pollution Bulletin. 39:123-134. DOI: 10.1016/S0025-326X(98)00207-0.

Leung, S.S.F.; Chan, S.M.; Lui, S.; Lee, W.T.K.; and Davies, D.P., 2000. Growth and nutrition of Hong Kong children aged 0– 7 years. Journal of pediatrics and child

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

Aqua. Ecosyst. HealtH. Manageme. 15(3): 287-293 .

Naji, A.; Ismail, A.; Kamrani, E.; and 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: 674-679. DOI:10.1007/s00128-014-1243-4.

NHMRC (National Health and Medical Research council), 2004. National guidelines for waste management in the health industry, www.nhmrc.gov.au.

Rahman, M.S.; Molla, A.H.; Saha, N.; and Rahman, A., 2012. Study on heavy metals levels and its risk assessment in some edible fishes from Bangshi River, Savar, Dhaka, Bangladesh. Food Chemistry. 134:1847-54 .DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.03.099

Rodricks, J.V.; and Jackson, B.A., 1992. Food constituents and contaminants. In Lippmann M (ed) Environmental toxicants—human exposure and their health effects. Van Nostrand Reinhold. 266–298.

Sadeghi, M.s .; Mooraki, N .; Abdali, SA. And Rostami, g., 2010. Determination of heavy metals (lead, cadmium, nickel) in muscle and liver Talal (Rastrelliger kanagurta) in Bandar Abbas. Journal of Biology sea-Islamic Azad University of Ahvaz. 3:7-1

Sheppard, C.; Al-Husiani, M.; Al-Jamali, F.; Al-Yamani, F.; Baldwin, R.; Bishop, J.; and Zainal, K., 2010. The Gulf: a young sea in decline. Marine Pollution Bulletin. 60:13-38. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2009.10.017.

Shinn, C.; Dauba, F.; Grenouillet, G.; Guenard, G.; and Lek, S., 2009. Temporal variation of heavy metal contamination in fish of the river lot in southern France. Ecotoxicology and Environmental Safety. 72:1957–1965. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2009.06.007

Stankovic, S.; and Stankovic, A.R., 2013. Bioindicators of toxic metals, Green Materials for Energy. Products and Depollution. 151-228

Taweel, A.; Shuhaimi-Othman, W.; and Ahmad, A.K., 2013. 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. Ecotoxicology and Environmental Safety. 93:45-51 DOI:10.1016/j.ecoenv.2013.03.031.

Tekin-Ozan, S.; and Kir, I., 2005. Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of tench (Tinca tinca L. 1758) and plerocercoids of its endoparasite Ligula intestinalis. Parasitology research. 97:156-159.. DOI:10.1007/s00436-005-1412-9.

tissue shrimp (*Metapenaeus affinis*) in Hormozgan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal. 25(5): 179- 181.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

levels for poisonous or deleterious substances in seafood. Available online at: http://www.issc.org/client_resources/2007%20nssp%20guide/section%20iv%20chap%20ii%20.04.pdf, 2007.

WHO, 1996. Health criteria other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality; Geneva. 2:31-388.

Yap. C.K.; Jusoh, A.; Leong, W.J.; Karami, A.; Ong, G.H., 2015. Potential human health risk assessment of heavy metals via the consumption of tilapia Oreochromis mossambicus collected from contaminated and uncontaminated ponds. Environmental Monitoring and Assessment. 187(9):1-16. DOI:10.1007/s10661-015-4812-z.

Yia, Y.J.; and Zhang, S.H., 2012. The relationships between fish heavy metal concentrations and fish size in the upper and middle reach of Yangtze River. Procedia Environmental Sciences. 13:1699 -1707**.** DOI: 10.1016/j.proenv.2012.01.163**.**

Turkmen, M.; and Ciminli, C., 2007. Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. Food Chemistry. 103: 670-675. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.07.054.

USEPA (United States Environmental Protection Agency)., 1989. Guidance manual for assessing human health risks from chemically contaminated, fish and shellfish. EPA-503/8-89-002. USEPA, Washington DC.

USEPA (United States Environmental Protection Agency)., 2000. Risk based concentration table. Philadelphia PA: USEPA, Washington, DC.

USFDA (United States Food and Drug Administration), 2007. National shellfish sanitation program. Guide for the control of mollusc an shellfish 2007. Guidance documents chapter II. Growing areas: 04. Action levels, tolerances and guidance

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]

Risk assessment of some potentially toxic elements pollution in the muscle and liver of Longtail tuna (*Thunnus tonggol*) and Abu mullet (*Liza abu*) for human consumption in the Hormozgan Province

Moshtaghzadeh G.[1], Naji A.[2]*, koosej N.[3]

*abolfazlnaji@gmail.com

1,2- Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

3. Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

Abstract

The objectives of the present study were assess the concentrations of heavy metals (Cd, Zn, Ni, and Cu) in the muscle and liver of Longtail tuna (*Thunnus tonggol*) and Abu mullet (*Liza abu*) and to evaluate human health risks associated with their consumption Fish samples were obtained from a fish market in the Bandar Abbas city in the spring 2015. The concentrations of. heavy metals were determined using atomic absorption spectroscopy. The concentrations of copper in the muscles of Longtail tuna and Abu mullet were lower than the international standard limits, whereas the concentrations of cadmium in the muscles of Longtail tuna and Abu mullet were higher than the international standard limits of WHO, NHMRC and UKMAFF. The concentration of zinc in the muscle of Longtail tuna was higher than the international standard limits of WHO. Estimation of Target Hazard Quotient (THQ) and Hazard Index (HI) for children and adults by consumption of the muscles of Longtail tuna and Abu mullet were lower than 1. Estimation of THQ and HI for children and adults by consumption of the liver of Longtail tuna and Abu mullet were higher than 1 for cadmium and copper. Therefore, it can be concluded that there is no human health risk associated with the consumption of the muscle of Longtail tuna and Abu mullet whereas consumption of their livers is not recommended more than once a week**.**

Keywords: Heavy metals, Fish, Estimated daily intake, Target hazard quotient, Hormozgan Province

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.10.7]