

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

گل‌اندام مشتاق‌زاده^۱، ابوالفضل ناجی^{۲*}، ناصر کوسج^۳

*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 ۱۳۹۶

تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۶

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. ماهی‌های 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^۱ و شاخص خطر برای بیماری‌های غیرسرطانی^۲ 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.

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

* نویسنده مسئول

¹ THQ

² HI

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 (تاریال‌ها) و فلزات سنگین است. هر ساله تقریباً 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.*, 2004; Karadede *et al.*, 2003). 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 شده‌ای در سامانه‌های 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 حالشبهه 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، بیماری‌های قلبی و عروقی و حتی مرگ را نیز به همراه خواهد داشت (Al-Busaidi *et al.*, 2011; Rahman *et al.*, 2012). بنابراین، بسیاری از برنامه‌های پایش بین‌المللی به منظور ارزیابی کیفیت ماهی برای مصرف انسان و پایش سلامت اکوسیستم‌های آبی ایجاد شده‌اند (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 مواد غذایی 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 قرار گرفتند. 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 سخت‌پوستان، سرپایان و ماهی‌ها تغذیه می‌نماید. گونه بیاح (*Liza abu*) متنوع‌ترین گونه در خانواده *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

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).

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

EDI = میزان جذب روزانه فلزات از طریق مصرف ماهی (میلی‌گرم/کیلوگرم/وزن بدن/روز): به ازای مصرف یک وعده از این ماهی در هفته برای یک انسان بالغ ۷۰ کیلوگرمی محاسبه گردید و این میزان با مقدار دوز رفرنس (RfD) سازمان EPA 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).

$$\text{CR}_{\text{lim}} = \frac{\text{RfD} \times \text{ABW}}{\text{C}_m} \quad \text{رابطه (۲)}$$

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، ۰/۰۱، 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).

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

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

جنوب ایران را تشکیل می‌دهند، لذا هدف از مطالعه حاضر تعیین میزان فلزات روی، نیکل، مس و کادمیم در بافت‌های عضله و کبد دو گونه *Liza abu* و *Thunnus tonggol* در خلیج فارس (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 بیاخ (*Liza abu*) و ۱۲ عدد ماهی هور (*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 دیجیتالی 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 و با 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.

می‌گردد (Shinn et al., 2009; Yap et al., 2015).

$$HI = \sum THQ = THQ_{Cd} + THQ_{Zn} + THQ_{Cu} + THQ_{Ni} \quad (4)$$

رابطه HI = مجموع خطرات ناشی از فلزات با استفاده از رابطه (4) محاسبه شد. همچنین بمنظور عملکرد تحلیلی سنجش فلزات مورد مطالعه با استفاده از شورای ملی تحقیقات کانادا (Lobster Hepatopancereas) برای (Reference Material for Metals, TORT-2) نمونه های بیولوژیک مورد بررسی واقع گردید. بازبایی و صحت، برای اندازه گیری غلظت فلزات درون جدول 1 نشان داده شده است.

نتایج

در این مطالعه، از ماهیان در اندازه‌های بازاری استفاده گردید که نتایج آماری حاصل از زیست‌سنجی 24 قطعه ماهی بیاچ و هوور در جدول 2 بیان گردیده است.

بزرگ تر از عدد یک باشد خطراتی را برای سلامتی مصرف کنندگان به دنبال دارد، EF = فرکانس مواجهه (365 روز در سال)، ED = کل مدت زمان مواجهه (70 سال)، CR = نرخ مصرف روزانه ماهی که برای بزرگسالان 93 و برای کودکان 50 گرم/روز می‌باشد (Leung et al., 2000)، $Mc_{-}C_m$ = 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 0.001، 0.03، 0.02 و 0.04 است، = میانگین وزن بدن مصرف کننده که برای بزرگسالان 55/9 و برای کودکان 32/7 کیلوگرم است (Hang et al., 2009)، AET = میانگین روزها (از رابطه $ED \times 365$ 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 (0.7) ضربدر مقدار غلظت فلز بر حسب وزن خشک، میزان فلز بر حسب وزن تر محاسبه

جدول 1: غلظت فلزات در مواد مرجع (CRM) (Certified Reference Materials).

| ماده | طول موج (nm) | غلظت مرجع (µg/g) | غلظت محاسبه شده (µg/g) | بازبایی |
|--------|--------------|------------------|------------------------|---------|
| کادمیم | 228/6 | 26/7 ± 0/6 | 28/03 ± 0/3 | 105 |
| روی | 213/9 | 180/0 ± 6 | 174/6 ± 4 | 97 |
| نیکل | 232/0 | 2/5 ± 0/19 | 2/45 ± 0/15 | 98 |
| مس | 324/8 | 106/0 ± 10 | 102/8 ± 3 | 97 |

تعداد تکرار 3 می باشد.

جدول 2: داده‌های زیست‌سنجی (انحراف معیار ± میانگین) ماهی بیاچ و هوور

| گونه ماهی | نام علمی | تعداد ماهی | میانگین طول کل (cm) | میانگین وزن کل (gr) |
|-----------|------------------------|------------|---------------------|---------------------|
| بیاچ | <i>Liza abu</i> | 12 | 22/58 ± 0/85 | 338/26 ± 19/60 |
| هوور | <i>Thunnus tonggol</i> | 12 | 81/32 ± 7/42 | 4340 ± 110/2 |

از راه مصرف عضله ماهی هوور برای بزرگسالان بترتیب^۵ $10 \times 6/6$ ، $0/01$ ، $0/001$ و $0/003$ و برای کودکان $10 \times 6/1$ ، $0/009$ ، $0/001$ و $0/003$ 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 ($1/39$)، عضله ماهی بیاح ($4/30$)، کبد ماهی بیاح ($1/79$) و عضله ماهی بیاح ($2/18$) کیلوگرم در روز در بالغین مشاهده شد. همچنین کمترین میزان مصرف مجاز فلزات کادمیم، روی، نیکل و مس به ترتیب در کبد ماهی هوور ($0/01$)، کبد ماهی بیاح ($0/11$)، عضله ماهی بیاح ($0/64$) و کبد ماهی بیاح ($0/01$) کیلوگرم در روز در کودکان مشاهده شد.

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 $6/16$ و کادمیم $0/04$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر در ماهی هوور و همچنین بیشترین و کمترین میزان فلزات در بافت کبد به ترتیب مربوط به فلز مس $98/21$ و کادمیم $0/26$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر 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 سازمان‌هایی چون WHO، UKMAFF، FAO، WHO، 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 $0/001$ ، $0/006$ ، $0/002$ و $0/002$ و برای کودکان بترتیب $0/001$ ، $0/005$ ، $0/002$ و $0/002$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز بود و همچنین جذب روزانه عناصر کادمیم و روی

جدول ۳: غلظت فلزات مورد مطالعه (انحراف معیار ± میانگین) در بافت‌های مختلف ماهی بیاح و هوور (میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر)
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 |
| هوور | 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 |
| | 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 |
| هوور | 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 آستانه یا استانداردهای بین‌المللی (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)

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

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

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 | میزان جذب روزانه (میلی گرم/کیلوگرم وزن بدن/روز) | | دوز استاندارد (Rfd) (میلی گرم/کیلوگرم/روز) |
|------|------|-------------|---|--------|--|
| | | | کودکان | بالغین | |
| بیاح | کبد | کادمیم | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۰۱ |
| | | | ۰/۱۳ | ۰/۱۴ | ۰/۳ |
| بیاح | کبد | روی | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۲ |
| | | | ۰/۱۵ | ۰/۱۶ | ۰/۰۴ |
| بیاح | کبد | نیکل | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۱ |
| | | | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۶ | ۰/۳ |
| بیاح | کبد | مس | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲ |
| | | | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۴ |

| میزان جذب روزانه (میلی گرم/کیلوگرم وزن بدن/روز) | دوز استاندارد (RFD) (میلی گرم/کیلوگرم/روز) | | فلزات سنگین | گونه بافت |
|---|---|--------|-------------|-----------|
| | کودکان | بالغین | | |
| ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۱ | کادمیم | هوور کبد |
| ۰/۰۴ | ۰/۰۵ | ۰/۳ | روی | |
| ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۲ | نیکل | |
| ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۴ | مس | |
| $6/1 \times 10^{-5}$ | ۵ | ۰/۰۰۱ | کادمیم | عضله |
| ۰/۰۰۹ | $6/6 \times 10$ | ۰/۳ | روی | |
| ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | نیکل | |
| ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۴ | مس | |
| | ۰/۰۰۳ | | | |

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

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

جدول ۷: محاسبه حداکثر مصرف قابل قبول روزانه (CR_{lim}) برای فلزات مورد مطالعه (میلی گرم/کیلوگرم وزن تر) در مصرف کنندگان

Table 7: Calculating the maximum daily consumption (CR_{lim}) for plain metals (mg / kg) in consumers

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

| 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 |
| | کادمیم | مس | ۱/۰۲±۰/۰۵ | ۲/۱۸ | ۱/۲۷ |
| | | روی | ۲/۶۲±۰/۲۵ | ۰/۰۲ | ۰/۰۱ |
| عضله | کادمیم | روی | ۳۰/۵۶±۰/۶۶ | ۰/۵۴ | ۰/۳۲ |
| | | نیکل | ۰/۶۸±۰/۰۲ | ۱/۶۴ | ۰/۹۶ |
| | مس | مس | ۷/۴۵±۰/۱۱ | ۰/۳۰ | ۰/۱۸ |
| | | روی | ۰/۰۴±۰/۰۵ | ۱/۳۹ | ۰/۸۱ |
| | نیکل | 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; Najji 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 (Najji 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 همکاران در سال ۲۰۰۷ بر روی گونه‌های *Thunnus albacares*، *Xiphias gladius* و *Katsuwonus pelamis* 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 آبی 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، Atli و Canli 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).

جدول ۸: مقایسه غلظت فلزات مورد مطالعه در بافت‌های ماهی بیاخ 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 | <i>Liza abu</i> | عضله | - | *۱۱/۱۶ | - | *۰/۳۳ | (بهشتی وهمکاران، ۱۳۸۹) |
| | | کبد | - | *۱۰/۵۴ | - | *۰/۳۶ | |
| بندرعباس | <i>Restrelliger kanagurta</i> | عضله | *۰/۰۸ | - | *۰/۲۲ | - | (صادقی و همکاران، ۱۳۹۰) |
| | | کبد | *۰/۱۷ | - | *۰/۴۰ | - | |
| شمال دریای مدیترانه | <i>Mugil cephalus</i> | عضله | *۰/۶۶ | *۳۷/۳۹ | - | *۴/۴۱ | (Canli & Atli 2003) |
| | | کبد | *۱/۶۴ | *۱۱۰/۰۳ | - | *۲۰۲/۸۰ | |
| دریاچه بالاتون | <i>Abramis brama</i> | عضله | *۰/۵۱ | *۱۲/۷ | - | *۱/۹۹ | (Farkas, 2003) |
| | | کبد | *۱/۸۵ | *۸۰/۴۵ | - | *۵۰/۱ | |
| دریاچه آتانورک | <i>Liza abu</i> | عضله | - | *۷/۷۴ | - | *۱/۳۶ | (Karadede et al., 2004) |
| | | کبد | - | *۳۶/۹۲ | - | *۲۶۷/۴۵ | |
| جنوب شرق ترکیه | <i>Clarias gariepinus</i> | عضله | **<۰/۰۰۱ | **۰/۴۵ | **۰/۰۹ | **۰/۰۷ | (Turkmen& Ciminli, 2007) |
| | | کبد | **<۰/۰۰۱ | **۴/۳۹ | **۰/۰۷ | **۱/۴۶ | |
| بندرعباس | <i>Liza abu</i> | عضله | **۰/۰۸ | **۳/۹۰ | **۱/۰۳ | **۱/۰۳ | تحقیق حاضر |
| | | کبد | **۰/۲۶ | **۸۷/۹۶ | **۰/۶۳ | **۹۸/۲۳ | |
| | <i>Thunnus tonggol</i> | 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 وزن تر

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

جذب روزانه یک عنصر از طریق مصرف مواد غذایی به غلظت عنصر در غذا و مقدار غذای 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 بیاخ 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 Koosaj و همکاران در سال ۱۳۹۵ هم راستا می‌باشد. اما مصرف کبد ماهی بیاخ 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

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 نمی‌کند، 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 از جمله آلاینده‌های حاصل از صنایع پتروشیمی، فعالیت‌های کشاورزی، فاضلاب‌های شهری به خلیج فارس 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.; Yesudhasan, P.; Al-Mughairi, S.; Al-Rahbi, W.A.k.; Al-Harthy, K.S.; and Al-Mazrooei, N.A., 2011. Toxic metals in commercial marine

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 عنصر است که در بدن ایجاد مشکل نمی‌کند، 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 آبی اثر حاد مضر بر روی سلامتی انسان ندارد. بنابراین با به دست آوردن شاخص خطر میزان ریسک ناشی از مصرف گونه مورد مطالعه برای انسان تعیین 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 مورد استفاده 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). به عبارت دیگر دوز مینا، 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 می‌شود. بر اساس نتایج بدست‌آمده میزان پتانسیل خطرپذیری و خطرات

- Dehghani, M., Farzin, M., 1394.** Investigating and determining the concentration of heavy metals (lead, copper, nickel and cadmium) in Havoora fish (*Thunnus tonggol*) caught at the coastal coast 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, Turkey. *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 Valayatzaheh, 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 Balç, 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.

- 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. Directorate 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 Atatürk 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., 1995.** 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*

- 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.
- 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,**

- levels for poisonous or deleterious substances in seafood. Available online at: http://www.issc.org/client_resources/2007%20nssp%20guide/section%20iv%20chap%20ii%2004.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 and shellfish 2007. Guidance documents chapter II. Growing areas: 04. Action levels, tolerances and guidance

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