مقاله علمی – پژوهشی:

ارزیابی سطوح فلزات سنگین سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی مید *Liza klunzingeri* و میزان ریسک مصرف آن در جزایر (قشم، هنگام و هرمز)، استان هرمزگان

محمد امین اورنگی[۱]، عبدالواحد رحمانی *[۲]، علیرضا محدثی [۱]، ناصر کوسج [۲]

*rahmaniabdolvahed@yahoo.com

۱- گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور،کرمان، ایران
۲- گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۹

چکیده

این پژوهش به منظور اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت خوراکی ماهی مید *Liza klunzingeri* جزایر (قشم، هنگام و هرمز) در استان هرمزگان، طی فصول تابستان و زمستان ۱۳۹۸ انجام شد. پس از زیست سنجی ۱۸۰ نمونه صید شده در جزایر مورد مطالعه، بافتهای عضله جدا شدند و فریزدرایر گردیدند. سپس نمونه ها به روش هضم اسیدی آماده‌سازی شدند و میزان فلزات سنگین مورد نظر با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای (مدل Contr AA۷۰۰) مورد سنجش قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین (سرب ۰/۰۰۹±۰/۰۸۲، نیکل۰/۰۷±۰/۶۴۶، روی ۱/۳۳±۳۱/۹۷ و مس ۰/۰۳±۰/۸۸۱ میکروگرم بر گرم) در جزیره قشم و بیشترین میانگین غلظت فلز سنگین (آهن ۰/۷۵±۱۹/۳۰ میکروگرم بر گرم) در جزیره هرمز و کمترین میانگین غلظت فلزات سنگین (سرب ۰/۰۰۷±۰/۰۳۶، نیکل۰/۰۵±۰/۳۴۸، روی۱/۰۶±۱۵/۱۳، مس۰/۰۳±۰/۶۵۷ و آهن ۰/۴±۱۲/۱۳ میکروگرم بر گرم) در جزیره هنگام مشاهده شد. غلظت فلزات در نمونه‌های آنالیز شده در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی سازمان جهانی و کشاورزی FAO، سازمان بهداشت جهانی WHO، سازمان غذا و دارو امریکا FDA، مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا NHMRC و وزارت کشاورزی و غذای انگلستان UKMAFF پایین‌تر بود و از لحاظ آماری اختلاف معناداری را نشان می‌داد. همچنین میزان پتانسیل خطرپذیری و شاخص خطر برای بیماری‌های غیرسرطانی در بالغین و کودکان در بافت عضله این ماهی کمتر از ۱ به‌دست آمد، لذا بر اساس نتایج این تحقیق در حال حاظر استفاده از این گونه ماهی برای مصارف انسانی مشکلی را از دیدگاه سلامت و بهداشت عمومی ایجاد نخواهد کرد.

لغات کلیدی: *Liza klunzingeri*، ماهی مید، فلزات سنگین، خلیج فارس

*نویسنده مسئول

مقدمه

امروزه آلودگی اکوسیستم‌های آبی به خصوص آلودگی دریاها از مسائل تهدیدکننده‌ای است که بشر با آن مواجه است (Barbieri and Elisangela, 2009). خلیج فارس یک حوضه آبی کم عمق، با عمق متوسط ۴۰-۳۵ متر و مساحتی در حدود ۲۴۰ هزار کیلومتر مربع است (چاکری و همکاران، ۱۳۹۴) زمان تعویض آب در این حوضه ۵-۳ سال است که نشان می‌دهد آلاینده‌ها برای زمان قابل ملاحظه‌ای در خلیج فارس باقی می‌مانند (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۹). امروزه محصولات دریایی نقش قابل توجهی در تامین غذای مردم جهان دارند. با شناسایی کیفیت و برتری غذایی این فرآورده‌ها بر سایر مواد پروتئینی روز به روز بر مصرف آن افزوده می‌شود. به موازات افزایش مصرف این منابع و به‌خصوص ماهیان، تامین بهداشت و سلامت آنان نیز اهمیت بیشتری می‌یابد که در این میان تشخیص و اندازه‌گیری فلزات سنگین، فرآیندهای بیولوژیک و نیز تجمع زیستی آنها، اهمیت زیادی دارد (الصاق، ۱۳۹۰). تجمع فلزات سنگین در اندام‌ها و بافت‌های مختلف از جمله بافت عضلانی ماهی که نقش مهمی در تغذیه انسان دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Rauf *et al*., 2009). خطرات ناشی از مسمومیت با فلزات سنگین در آبها و گونه‌های مختلف آبزی، متفاوت است و سمیت آنها در آبهای شیرین و سبک نسبت به آبهای شور و سنگین بیشتر است (جلالی جعفری، ۱۳۷۶). از نکات قابل توجه، آلودگی محصولات آبزی به فلزات سنگین است، زیرا فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که برخلاف ترکیبات آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند. از نتایج مهم پایداری فلزات سنگین وسعت زیستی زیاد در زنجیره غذایی می باشد، به‌طوری‌که در نتیجه این فرایند، مقدار آنها در زنجیره غذایی می‌تواند تا چندین برابر مقدار آنها که در آب یا هوا گردد و افزایش یابد (خدابنده، ۱۳۷۹). از دلایل ضرورت استفاده از عضله برای سنجش فلزات سنگین می‌توان به بالا بودن میزان مصرف آن و نقش برجسته این بافت در انباشت فلزات سنگین در چرخه غذایی و انتقال به سایر گونه‌ها و در نهایت به سطوح بالاتر که تغذیه انسانی باشد، اشاره کرد (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۹). فلزات سنگینی مانند مس، آهن و روی برای سوخت و ساز ماهی ضروری هستند درحالی‌که سایر فلزات مانند جیوه، کادمیوم، نیکل و سرب نقش شناخته شده‌ای در سامانه‌های زیستی ندارند. ماهی برای سوخت و ساز طبیعی، فلزات ضروری را از آب، غذا یا رسوبات جذب می‌کند که مشابه با فلزات ضروری، ماهی فلزات غیرضروری را نیز جذب می‌کند (عمادی خراجی و همکاران، ۱۳۹۸). اثر فلزات سنگین می‌تواند به صورت حاد، مزمن یا تحت مزمن باشد. همچنین برخی از این فلزات سرطان‌زا، جهش‌زا یا تراتوژن هستند. فلزات سنگین یکی از پنج نوع عمده آلاینده‌های سمی موجود در آب می‌باشند (El-Moselhy *et al*., 2014). فلزات سنگین به دلیل سمیت، پایداری و عدم تجزیه زیستی یکی از گروه‌های اصلی و خطرناک در بین آلودگی‌ها می‌باشند. تجمع فلزات سنگین در محیط زیست به دلیل تأثیری که بر سلامتی انسان و حیات وحش دارد، در سال‌های اخیر تبدیل به یک مسأله نگران‌کننده شده است (Al-Yamini *et al*., 2011). ماهی مید (*Liza klunzingeri*)، یکی از انواع کفال ماهیان با ارزش شیلاتی است که دارای صید بالا در سواحل شرقی استان خوزستان (هندیجان- بحرکان) و استان هرمزگان می باشد. این گونه دارای اهمیت شیلاتی و تجاری است و صید آن عمدتاً با تورگردان پیاله‌ای یا صید محاصره‌ای و تورهای سه جداره انجام می‌شود. زیستگاه‌های طبیعی این ماهی آبهای ساحلی با بسترهای مختلف، آبهای لب شور و لاگون‌هایی با شوری بالا می‌باشد (Boylan and Wenner, 1993). ماهی متحرک است و می تواند آلودگی‌های چندساله را نشان دهد و از این طریق می‌توان اندازه‌گیری در مورد آلودگی‌هایی که بزرگنمایی یافته‌اند را به‌دست آورد (Van Geast, 2010). همچنین به دلیل ارتباط نزدیک بی‌مهرگان و ماهیان کفزی با رسوبات، آنها می‌توانند فلزات را از رسوبات آلوده جمع کنند. این موجودات ارتباط رسوب با سطوح بالاتر غذایی را فراهم می‌کنند. آلودگی فلزات سنگین در رسوب می‌تواند بر کیفیت آب اثر گذاشته و در طولانی‌مدت بر سلامت بشر و اکوسیستم اثر گذارد (Fernandes *et al*., 2007). از دلایل ضرورت استفاده از عضله برای سنجش فلزات سنگین می‌توان به بالا بودن میزان مصرف آن و نقش برجسته این بافت در انباشت فلزات سنگین در چرخه غذایی و انتقال به سایر گونه‌ها و در

نهایت به سطوح بالاتر که تغذیه انسانی باشد (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۹)، اشاره کرد. لذا، هدف از پژوهش حاضر تعیین میزان فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی مید جزایر (قشم، هنگام و هرمز) در استان هرمزگان و ارزیابی خطر تغذیه ناشی از مصرف این ماهی برای مصرف کنندگان بوده است.

مواد و روش‌کار

نمونه برداری از ماهی مید در سال ۱۳۹۸ و در سه منطقه قشم، هنگام و هرمز در استان هرمزگان برای اندازه‌گیری میزان عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله این گونه انجام گرفت. پس از مشخص نمودن سه ایستگاه مورد نظر، در فصول تابستان و زمستان از هر ایستگاه تعداد ۳۰ نمونه از ماهی مید نمونه‌برداری صورت گرفت به‌طوری‌که از هر سه ایستگاه ۹۰ ماهی و در مجموع تعداد ۱۸۰ عدد ماهی مید به صورت تصادفی جمع‌آوری گردیدند. نمونه ها در ظروف پلاستیکی در یخدان‌های حاوی پودر یخ، جهت بررسی به آزمایشگاه منتقل شدند (Ruangsomboom and Wongrat, 2006). در نخستین گام در آزمایشگاه و به منظور آنالیزهای شیمیایی، بافت عضله به میزان مورد نیاز از نمونه‌های ماهی جدا شد. نمونه‌های عضله به کمک دستگاه آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. سپس یک گرم از نمونه‌های پودر شده با ترکیبی از اسیدنیتریک و اسیدپرکلریک به نسبت (۱:۴) هضم شدند. پس از هضم کامل نمونه‌ها، محلول‌های به‌دست آمده با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲، فیلتر شدند و با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسیدند (Yap *et al.*, 2002). همه فلزات سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Contr AA۷۰۰ مورد سنجش قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات در بافت عضله ماهی مید با نرم افزار SPSS 21 انجام پذیرفت. همچنین جهت رسم نمودارها و جداول از نرم افزار اکسل استفاده شد. جهت تعیین دقیق وجود یا عدم وجود تفاوت معنی‌داری مقدار غلظت فلزات سنگین بین مناطق مختلف گونه مورد آزمایش، از پس آزمون Tukey در سطح آماری ۹۵ درصد استفاده شد. برآورد میزان جذب روزانه (EDI) فلزات سنگین با استفاده از فرمول (۱) محاسبه گردید (USEPA, 1989). برای برآورد حداکثر میزان قابل قبول روزانه ماهی (CR_{lim}) برای مصرف‌کنندگان از فرمول (۲) استفاده شد (Taweel *et al.*, 2013). برای محاسبه احتمال خطرپذیری افراد به بیماری‌های غیرسرطانی از فرمول (۳) ارائه شده از سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) استفاده شد (USEPA, 2000).

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

$$CR_{lim} = \frac{RfD \times ABW}{C_m} \quad \text{فرمول (۲)}$$

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

$$\text{Hazard Index(HI)} = \sum THQ_i = THQ_{Ni} + THQ_{Pb} + THQ_{Cu} + THQ_{Zn} + THQ_{Fe} \quad \text{فرمول(۴)}$$

EDI= میزان جذب روزانه فلزات از طریق مصرف ماهی (میلی‌گرم/کیلوگرم/وزن بدن/روز)، CR_{lim}= حداکثر مصرف قابل قبول روزانه ماهی (کیلوگرم/روز)، THQ= پتانسیل خطر، HI= مجموع خطرات ناشی از فلزات با استفاده از فرمول (۴) محاسبه شد، EF= فرکانس مواجهه (۳۶۵ روز در سال)، ED= کل مدت زمان مواجهه (۷۰ سال)، RfD= دوز مرجع (میلی‌گرم/کیلوگرم/روز)؛ مقدار دوز مرجع برای هر فلز عدد ویژه‌ای است که طبق مقدار ارائه شده از EPA برای روی، کادمیوم، نیکل و مس به‌ترتیب ۰/۳، ۰/۰۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۴ است، CR= نرخ مصرف روزانه ماهی که برای بزرگسالان ۹۳ و برای کودکان ۵۰ گرم/ روز می‌باشد (Leung *et al.*, 2000)، $Mc=C_m$= غلظت فلز در بافت

مورد مصرف ماهی (میلی‌گرم/کیلوگرم بر حسب وزن تر)، ABW=BW= 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) (Shinn *et al*., 2009; Yap *et al*., 2015). همچنین نتایج حاصل از بررسی کنترل کیفیت، حد تشخیص و میزان صحت داده‌ها بر اساس جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱: مقایسه میانگین غلظت ماده مرجع با غلظت اندازه گیری شده ماده مرجع در آزمایشگاه همراه با طول موج و حد تشخیص برای هر فلز
Table 1: Comparison of the average concentration of the reference material with the measured concentration of the reference material in the laboratory along with the wavelength and detection limit for each metal

عناصر	طول موج (نانومتر)	حد تشخیص (میکروگرم بر لیتر)	غلظت اندازه گیری شده ماده مرجع در آزمایشگاه (میکرو گرم بر گرم)	غلظت ماده مرجع (میکرو گرم بر گرم)	بازیابی
رویZn	۲۱۳/۹	۱	۲±۱۷۹/۰۳	۶±۱۸۰	۲±۹۹/۴۴
آهنFe	۲۸۰/۵	۱	۴±۱۸۱/۲	۸± ۱۷۹	۲±۱۰۱/۱۰
مسCu	۳۲۴/۸	۱	۴±۱۰۵/۱	۱۰±۱۰۶	۵±۹۹
نیکلNi	۲۳۲/۰	۲	۰/۱۴±۲۱/۰۲	۰/۱۹±۲۰/۵۰	۱±۱۰۲/۴۷
سربPb	۲۱۷/۰	۳	۰/۰۲±۰/۳۴	۰/۱۳±۰/۳۵	۶±۹۷

نتایج

طبق تحلیل انجام شده از نظر غلظت عناصر نیکل، سرب، آهن، روی و مس در بافت عضله ماهی مید بین جزایر قشم، هنگام و هرمز تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p-value<۰/۰۵). مقایسه میانگین مناطق مورد مطالعه از نظر غلظت عناصر نیکل، سرب، روی و مس با یکدیگر بوسیله آزمون تعقیبی توکی نشان داد که میانگین غلظت عناصر نیکل، سرب، روی و مس در ماهی مید جزیره قشم بیشتر از جزایر هنگام و هرمز و میانگین غلظت عناصر نیکل، سرب، روی و مس در ماهی مید جزیره هرمز از جزیره هنگام به طور معنی‌داری بیشتر است (p-value<۰/۰۵) به‌طوری‌که از لحاظ غلظت عناصر نیکل، سرب، روی و مس در عضله ماهی مید در جزایر مورد مطالعه، جزیره قشم میزان بالاتری را نسبت به جزایر هنگام و هرمز داشت و دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود (p-value<۰/۰۵). همچنین مقایسه میانگین مناطق مورد مطالعه از نظر غلظت عنصر آهن با یکدیگر بوسیله آزمون تعقیبی توکی نشان داد که میانگین غلظت عنصر آهن در ماهی مید جزیره هرمز بیشتر از جزایر قشم و هرمز و میانگین غلظت عنصر آهن در ماهی مید جزیره قشم از جزیره هنگام به طور معنی‌داری بیشتر است (p-value< ۰/۰۵) به‌طوری‌که از لحاظ غلظت عنصر آهن در عضله ماهی مید در جزایر مورد مطالعه، جزیره هرمز میزان بالاتری را نسبت به جزایر هنگام و قشم داشت و دارای اختلاف معنی دار آماری بود (p-value<۰/۰۵). نتایج تفصیلی در جدول ۲ و شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. همچنین از لحاظ غلظت عناصر نیکل، سرب، آهن، روی و مس در بافت عضله ماهی مید در سه منطقه قشم، هرمز و هنگام بین فصول تابستان و زمستان از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود داشت (p-value<۰/۰۵) به‌طوری‌که در تمام مناطق غلظت فلزات مورد مطالعه در فصل تابستان بیشتر از زمستان بود (جدول ۳).

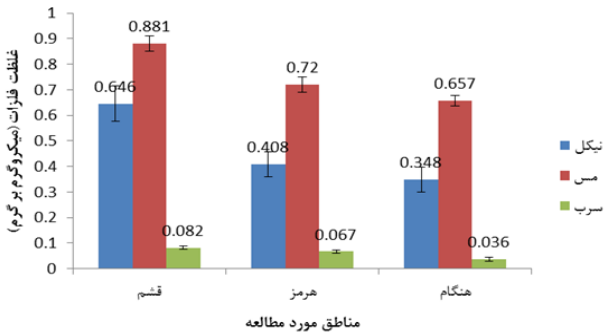
با توجه به جدول ۴، میزان جذب روزانه (EDI) عناصر نیکل، سرب، مس، روی و آهن از راه مصرف عضله ماهی مید برای بزرگسالان و کودکان از نظر بهداشتی، هیچ‌گونه ممنوعیتی برای یک شخص با میانگین وزن ۵۵/۹ کیلوگرم برای بزرگسالان و میانگین وزن ۳۲/۷ کیلوگرم برای کودکان ندارند. همچنین مقادیر پتانسیل خطرپذیری (THQ) هر یک از عناصر نیکل، سرب، روی، آهن و مس در ماهی مید برای مصرف کنندگان در استان هرمزگان در جدول ۵ ارائه شده است. با توجه به دوز مبنا در بررسی خطر بالقوه (THQ)، میزان THQ برای بافت عضله

نمونه‌های مورد مطالعه در مورد فلزات نیکل، سرب، روی، آهن و مس برای بزرگسالان و کودکان کمتر از ۱ محاسبه شد و احتمال بروز خطر بیماری‌های غیرسرطانی در افراد مصرف کننده بسیار کم می‌باشد. مقادیر شاخص کل (HI) در جدول ۵ ارائه داده شده است. بیشترین میزان HI در مناطق مورد مطالعه (جزایر قشم، هرمز و هنگام) در عضلات ماهی مید برای کودکان و بزرگسالان به‌ترتیب ۰/۴۸و ۰/۳۹ محاسبه شد که این مقادیر کمتر از ۱ بود و مصرف آنها برای افراد مصرف کننده بلامانع است.

جدول۲: نتایج حاصل از مقایسه میزان میانگین عناصر نیکل، سرب، آهن، روی و مس در بافت عضله ماهی مید بین جزایرقشم، هرمز و هنگام (میانگین± SD)، (n= ۶۰)

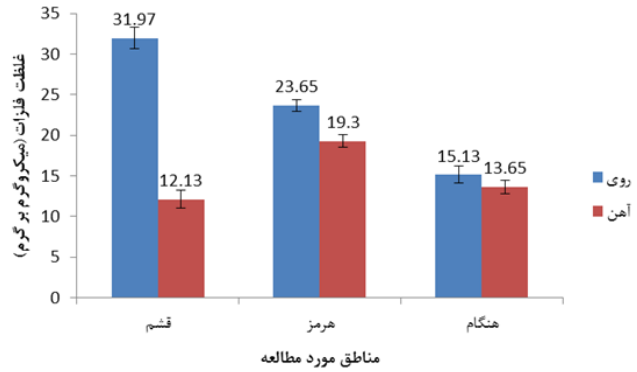
Table 2: Results of comparing the mean levels of nickel, lead, iron, zinc and copper in the muscle tissue of Mid fish between Qeshm, Hormoz and Hengam islands (mean ± SD), (n =60)

شاخص	منطقه		
	جزیره قشم	جزیره هرمز	جزیره هنگام
نیکل(میکروگرم بر گرم)	۰/۶۴۶±۰/۰۷	۰/۴۰۸±۰/۰۵	۰/۳۴۸±۰/۰۵
سرب(میکروگرم بر گرم)	۰/۰۸۲±۰/۰۰۹	۰/۰۶۷±۰/۰۰۶	۰/۰۳۶±۰/۰۰۷
روی(میکروگرم بر گرم)	۳۱/۹۷±۱/۳۳	۲۳/۶۲±۰/۷۰	۱۵/۱۳±۱/۰۶
آهن(میکروگرم بر گرم)	۱۵/۷۳±۱/۰۸	۱۹/۳۰±۰/۷۵	۱۲/۱۳±۰/۴
مس(میکروگرم بر گرم)	۰/۸۸۱±۰/۰۳	۰/۷۲۰±۰/۰۴	۰/۶۵۷±۰/۰۳



شکل ۱: مقایسه عناصر نیکل، سرب و مس در عضله ماهی مید در مناطق قشم، هرمز و هنگام

Figure 1: Comparison of elements of nickel, lead and copper in the muscle of Mid fish in Qeshm, Hormoz and Hengam regions



شکل۲: مقایسه عناصر آهن و روی در عضله ماهی مید در مناطق قشم، هرمز و هنگام

Figure 2: Comparison of elements of iron and zinc elements in the muscle of Mid fish in Qeshm, Hormoz and Hengam

جدول ۳: نتایج حاصل از مقایسه میانگین مقادیر عناصر نیکل، سرب، آهن، روی و مس (میکروگرم بر گرم) در عضله ماهی مید در جزایر قشم، هرمز و هنگام در فصول تابستان و زمستان (میانگین± SD)،(n= ۳۰)

Table 3: Results of comparing the mean values of nickel, lead, iron, zinc and copper (micrograms per gram) in the muscle of mead in Qeshm, Hormoz and Hengam islands in summer and winter (mean ± SD), (n =30)

متغیر	قشم		جزیره هرمز		جزیره هنگام	
	زمستان	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان	تابستان
نیکل	۰/۵۸۳±۰/۰۴	۰/۷۱۰±۰/۰۳	۰/۳۶۴±۰/۰۲	۰/۴۵۱±۰/۰۴	۰/۳۰۲±۰/۰۴	۰/۳۹۴±۰/۰۳
سرب	۰/۰۷۵±۰/۰۰۶	۰/۰۸۸±۰/۰۰۵	۰/۰۶۲±۰/۰۰۲	۰/۰۷۲±۰/۰۰۵	۰/۰۲۹±۰/۰۰۱	۰/۰۴۴±۰/۰۰۳
روی	۳۰/۷۶±۰/۶	۳۳/۱۹±۰/۵	۲۲/۹۴±۰/۴۲	۲۴/۲۴±۰/۴۱	۱۴/۲۳±۰/۶	۱۶/۰۳±۰/۵
آهن	۱۴/۸۱±۰/۲	۱۶/۶۵±۰/۷	۱۸/۶۲±۰/۲۸	۱۹/۹۹±۰/۳۱	۱۱/۷۳±۰/۲	۱۲/۵۲±۰/۳
مس	۰/۸۵۲±۰/۰۲	۰/۹۰۹±۰/۰۲	۰/۶۸۰±۰/۰۲	۰/۷۵۹±۰/۰۱	۰/۶۲۴±۰/۰۰۸	۰/۶۹۰±۰/۰۱

جدول ۴: محاسبات میزان جذب روزانه (Daily intake) غلظت فلزات نیکل، سرب، روی، آهن و مس در مصرف کنندگان ماهی مید در برخی جزایر استان هرمزگان

Table 4: Calculations of daily intake of concentrations of nickel, lead, zinc, iron and copper in Mid fish consumers in some islands of Hormozgan Province

منطقه	فلزات	EDA(A) (µg/kg/day)	EDA(C) (µg/kg/day)	RFD سازمان EPA(µg/kg /day)
جزیره قشم	نیکل	۱/۰۷	۱/۰۰	۵
	سرب	۰/۱۳۶	۰/۰۶۲	۳
	مس	۱/۴۶	۱/۳۷	۴۰
	روی	۵۳/۱۸	۴۹/۸۴	۳۰۰
	آهن	۲۰/۱۸	۱۸/۹۱	۵۰۰
جزیره هرمز	نیکل	۰/۶۷۸	۰/۶۳۶	۵
	سرب	۰/۱۱۱	۰/۱۰۴	۳
	مس	۱/۱۹	۱/۱۲	۴۰
	روی	۳۹/۳۴	۳۶/۸۷	۳۰۰
	آهن	۳۲/۱۰	۳۰/۰۹	۵۰۰
جزیره هنگام	نیکل	۰/۵۷۸	۰/۵۴۲	۵
	سرب	۰/۰۵۹	۰/۰۵۶	۳
	مس	۱/۰۹	۱/۰۲	۴۰
	روی	۲۵/۱۷	۲۳/۵۸	۳۰۰
	آهن	۲۲/۷۰	۲۱/۲۸	۵۰۰

جدول شماره ۵: تخمین خطر بالقوه (THQ) و کل شاخص خطر (HI) غلظت فلزات (سرب، نیکل، روی، آهن و مس) در ماهی مید

Table 5: Estimation of potential hazard (THQ) and total hazard index (HI) of metal concentrations (lead, nickel, zinc, iron and copper) in Mid fish

منطقه	(Pb)	THQ	(Ni)	THQ	(Cu)	THQ	(Zn)	THQ	(Fe)	THQ	HI	HI
	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C
جزیره قشم	۰/۰۴۵	۰/۰۴	۰/۲۱	۰/۲۰۱	۰/۰۳۶	۰/۰۳۴	۰/۱۷۷	۰/۱۶۶	۰/۰۴۰	۰/۰۳۷	۰/۵۱	۰/۴۸
جزیره هرمز	۰/۰۳۷	۰/۰۳۴	۰/۱۳۵	۰/۱۲۷	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۱۳۱	۰/۱۲۲	۰/۰۶۴	۰/۰۶۰	۰/۳۹	۰/۳۷
جزیره هنگام	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۰/۱۱۵	۰/۱۰۸	۰/۰۲۷	۰/۰۲۵	۰/۰۸۳	۰/۰۷۸	۰/۰۴۵	۰/۰۴۲	۰/۲۹	۰/۲۷

بحث

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که در بسیاری ازکشورها، رشد صنایع سبب افزایش تخلیه فاضلاب‌های شیمیایی در آب دریا شده و همین امر موجب تغییر در اکوسیستم محیط و در نتیجه آن تجمع برخی از عناصر شیمیایی از جمله فلزات سنگین در بافت آبزیان شده است و در نهایت تنوع زیستی را دستخوش دگرگونی می‌نماید (Matta *et al*., 1999). Cristiano و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که فلزات سنگین جزء آلوده‌کننده‌های محیطی هستند که دارای منشأهای گوناگونی (طبیعی و انسانی) می‌باشند. با توجه به توانایی آنها در تجمع‌پذیری در اندام‌ها و بافت‌ها و همچنین تأثیر فاجعه‌بار آن می‌توانند باعث تخریب پذیری محیط زیست دریایی شوند. El Moselhy و همکاران (۲۰۱۴) غلظت فلزات سنگین Mg, Fe, Cd, Pb, Zn و Cu را در آبشش و ماهیچه ۱۴ نمونه ماهی اقیانوسی و دریایی که از سه منطقه کلی Shalteen، Hurghada وSuez در دریای سرخ مصر جمع‌آوری کرده بودند، اندازه‌گیری کرده و بیان کردند که سطح فلزات سنگین در بین نمونه‌های ماهی و در مناطق مختلف تفاوت چشم‌گیری داشت. Taweel و همکاران (۲۰۱۳) غلظت فلزات سنگین را در ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) در رودخانه لنگت و دریاچه انجینیرینگ در مالزی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که غلظت فلزات سنگین در بین اندام‌های مختلف ماهی و مکان‌های مختلف متفاوت بود. پرورش و همکاران (۱۳۹۰) میزان تجمع غلظت فلزات سنگین Zn، Fe، Cu، Pb، Cd در رسوبات و میگوی *Palaemon elegans* را اندازه‌گیری نمودند. نتایج نشان داد که میزان فلزات سنگین در بافت میگو در چهار عنصر روی، آهن، سرب، کادمیم در ایستگاه دوم بیشتر از ایستگاه اول بود در حالی‌که در عنصر مس میزان سنگین در ایستگاه اول بیشتر از میزان آن در ایستگاه دوم بود. کوسج و همکاران (۱۳۹۴) به مطالعه و اندازه‌گیری برخی عناصر فلزی (سرب، نیکل، روی، مس و آهن) در بافت عضله میگو سفید سرتیز (*Metapenaeus affinis*) در استان هرمزگان پرداختند. نتایج نشان داد که غلظت عناصر مورد مطالعه در بافت عضله میگوی سفید سرتیز در مناطق نمونه برداری شده (قشم، بندرخمیر و بندرلافت) متفاوت می‌باشد که منطقه قشم میزان آلودگی بیشتری را نشان می‌داد. این اختلاف در میزان فلزات مربوط به ایستگاهی بود که زباله‌ها و ضایعات محلی و لنگرگاه های کشتی‌ها در آن منطقه واقع شده بود. در ضمن، از نظر سلامت عمومی، میزان سطح فلزات سنگین اندازه گیری شده کمتر از سطح مجاز آنها بوده و مشکل خاصی ایجاد نمی‌کرد. Taherizadeh و همکاران (۲۰۱۸) با آزمایشی که برای تعیین میزان سطح برخی فلزات سنگین و خطر ارزیابی آن در بافت خوراکی سفره ماهی *Himantura imbricate* در خلیج فارس به روش اسپکترو فتومتری جذب اتمی انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که میزان آلودگی فلزات سنگین در سواحل ایستگاه‌های انجام شده، تفاوت معنی‌داری در مقادیر اندازه‌گیری شده نشان می‌داد. این اختلاف در میزان فلزات مربوط به ایستگاه‌هایی بود که زباله‌ها و ضایعات محلی و لنگرگاه‌های کشتی‌ها در آن مناطق واقع شده بود. Koosej و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی فلزات سنگین در برخی از ماهیان خوراکی و ارزیابی ریسک غذایی مصرف آن در استان هرمزگان پرداختند. نتایج نشان داد که میزان غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در مناطق مختلف در بافت خوراکی دو گونه از آبزیان (ماهی شورت و خرچنگ شناگر آبی) خلیج فارس متفاوت می‌باشد که این دال بر وجود واحدهای صنعتی غیر قانونی و صنایع انسان ساخت در این مناطق می باشد. Fabris و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که غلظت فلزات سنگین مثل آرسنیک، کادمیوم، آهن، روی و جیوه در ماهی زمین کن *P.bassenis* و لابستر *J. edwardsis* و آبالون *H. rubra* به مکانی که ماهی در آن زیست می‌کند، بستگی دارد و بین غلظت عناصر در این گونه ها در مناطق مختلف آبهای ساحل ویکتوریا در استرالیا تفاوت معنی‌داری وجود دارد ولی یک الگو و روند ثابت در بین مناطق در غلظت فلزات سنگین وجود نداشت. وجود تفاوت معنی‌دار در بین میزان غلظت عناصر سنگین در گونه‌ها و مناطق مختلف می‌تواند به دلیل کاربرد مدیریتی مختلف، شرایط محیطی، تخلیه فاضلاب‌ها، وجود کارخانه‌های صنعتی و فعالیت‌های آبزی‌پروری در مناطق باشد. Turkmen و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که

غلظت فلزات سنگین در عضله ماهی با توجه به منطقه‌ای که ماهی صید شده است و با توجه به گونه ماهی می‌تواند بسیار متنوع و متغیر باشد. همچنین نشان دادند که بین غلظت فلزات سنگین گونه‌های مختلف ماهیان در مناطق مختلف نمونه‌برداری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

به طور کلی، از مهمترین دلایل بالا بودن غلظت فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی مید در جزیره قشم نسبت به جزایر هرمز و هنگام وجود صنایع مختلف در کنار سواحل، تخلیه پساب‌های صنعتی و شهری به آبهای ساحلی می‌باشد که این پساب‌ها در خود دارای انواع فلزات سنگین به‌خصوص سرب، نیکل، روی و مس می‌باشند و این امر سبب افزایش غلظت این فلزات می‌شود. همچنین وجود کارگاههای لنج‌سازی در کنار اسکله قشم و استفاده از رنگ‌ها (حاوی مس) و مواد ضد خوردگی (که حاوی کرومات روی و اکسیدهای سرب می باشند و در نهایت به آبهای ساحلی و مناطق مجاور انتقال یافته و موجب آلودگی آبها در این ناحیه می‌گردند)، وجود کارخانه سیمان در ساحل این منطقه و تخلیه پساب این صنایع به آبهای ساحلی و همچنین تردد بیش از حد قایق های موتوری (فعالیت گردشگری و صیادی) و وجود سرب در بنزین و انتشار آن در هوا، ورود رسوبات حاوی سرب از طریق رودخانه‌ها به خلیج فارس نیز می‌تواند از دلایل دیگر این افزایش باشد. همچنین از مهمترین دلایل بالا بودن غلظت آهن در منطقه جزیره هرمز نسبت به دو جزیره دیگر این است که جزیره هرمز یکی از مهمترین جزایر خلیج فارس در زمینه خاک سرخ (حاوی آهن فراوان) می‌باشد و انتقال این خاک از جزیره هرمز به مناطق دیگر به دلیل مصارف گوناگون می باشد به‌طوری‌که یکی از رنگینه‌های مهم و اساسی که به صورت وسیعی در صنایع رنگسازی جهت تولید رنگ‌های مختلف روغنی، ساختمانی، صنعتی و ... مصرف می‌شود، خاک سرخ است (کتال محسنی، ۱۳۷۷). علاوه بر این، خاک سرخ در سایر صنایع از جمله صنایع شیمیایی، سیمان، پلاستیک، کاغذسازی، شیشه‌سازی و سرامیک، لوازم آرایشی و صنایع غذایی (سوراغ) نیز به‌کار می‌رود به‌طوری‌که استخراج و صدور خاک سرخ جزیره هرمز از مهمترین منابع درآمد اهالی است. انتخاب مصرف ماهی ممکن است از فردی به فرد دیگر به طور قابل ملاحظه‌ای تفاوت داشته باشد. جذب روزانه یک عنصر از طریق مصرف مواد غذایی به غلظت عنصر در غذا و مقدار غذای مصرفی بستگی دارد (Hajeb *et al*., 2009; Mortazavi and Sharifia, 2011). در تحقیق حاضر، مقادیر محاسبه شده میزان جذب روزانه فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی مید در مناطق مورد مطالعه برای بزرگسالان و کودکان پایین‌تر از دوز مرجع سازمان EPA می‌باشد. یک جنبه مهم در ارزیابی خطرات مواد شیمیایی موجود در غذا، دانستن میزان جذب بدن از این مواد شیمایی مضر و نگه‌داشتن آن در یک حاشیه امنیت می‌باشد. میزان جذب روزانه فلزات در اثر مصرف غذا ارتباط مستقیمی با میزان فلزات موجود در آن ماده غذایی و نیز میزان مصرف آن ماده غذایی دارد. بیش از ۹۰ درصد فلزات از طریق غذا وارد بدن انسان می‌شوند (Bin *et al*., 2011). در این مطالعه شاخص THQ برای بافت عضله ماهی مید در مناطق مورد مطالعه برای بزرگسالان و کودکان زیر ۱ محاسبه شد. از آنجایی که THQ کمتر از ۱ در ارزیابی خطر به منزله عدم عوارض نامطلوب بهداشتی برای مصرف کننده است، بنابراین مصرف آبزیان مذکور در مناطق مورد مطالعه، تهدید جدی برای بومیان مصرف کننده نیست. همچنین مقدار شاخص خطر (HI) در این مطالعه برای بافت عضله ماهی مید برای بزرگسالان و کودکان زیر ۱ به‌دست آمد (جدول۴). این نشان می‌دهد که مصرف عضله ماهی مید خطر حاد برای سلامتی مصرف کنندگان در پی نخواهد داشت اما با افزایش روز افزون نرخ مصرف این مقدار نیز بیشتر خواهد شد. بنابراین، به علت خاصیت تجمع پذیری فلزات سنگین در بدن، مصرف مطلوب آن باید در نظر گرفته شود. همچنین از آنجایی که الگوی مصرف زیاد ممکن است به خطرات سلامتی منجر شود، مصرف ماهی برای هر دو گروه کم خطر (نوجوانان و بزرگسالان) و پر خطر (کودکان و مادران باردار) باید با اعتدال همراه باشد (Hajeb *et al*., 2009; Mortazavi and Sharifia, 2011). مطالعات دیگری نیز به بررسی خطر غذایی

(THQ) محصولات دریایی پرداخته اند. Hassanpour و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی خطر غذایی فلزات سرب، کادمیوم، روی و مس در ماهی سفید (*Rutilus kutum*) در سواحل جنوبی دریای مازندران پرداختند. نتایج مطالعه آنها حاکی از آن بوده است که هیچگونه خطری در اثر مصرف ماهی سفید مصرف کنندگان آنها را از نظر فلزات مورد مطالعه تهدید نمی‌کند. نتایج بررسی Iraj و همکاران (۲۰۱۴) در سواحل جنوبی دریای مازندران حاکی از آن بوده است که هیچ‌گونه خطری مصرف‌کنندگان ماهیان آلوزا و کلیکای معمولی (*Clupeonella cultiventris caspia*) را از نظر فلزات کروم، نیکل، روی و مس تهدید نمی کند. نتایج بررسی Alipour و همکاران (۲۰۱۵) نیز حاکی از عدم وجود خطر برای مصرف کنندگان ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) از نظر فلزات کادمیوم، کروم، نیکل، آهن، آرسنیک، مس، روی و سرب در تالاب بین‌المللی میانکاله بوده است. Bat و همکاران (۲۰۱۲) مطالعه‌ای در خصوص فلزات روی، مس، سرب و کادمیوم بر عضله سپر ماهی (*Psetta maxima*) در سواحل دریای سیاه، ترکیه انجام دادند. محدوده غلظت فلزات روی، مس، سرب و کادمیوم در عضله به‌ترتیب ۳۵/۳۳-۱۸/۵۶، ۶/۱۱-۱/۸۱، ۰/۲۱-۰/۰۷ و ۰/۰۴۶-۰/۰۱۶ میکروگرم بر گرم تعیین شد. مطالعه آنها نشان داد که برآورد مصرف روزانه و هفتگی فلزات انتخابی از طریق مصرف ماهی کمتر از مصرف جذب موقت روزانه قابل تحمل (PTDI) و جذب موقت هفتگی قابل تحمل (PTWI) مقادیر بیان شده از سوی FAO/WHO بودند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل، روی و مس در جزایر قشم، هرمز و هنگام با هم اختلاف معناداری داشتند به‌طوری‌که غلظت فلزات مذکور درجزیره قشم بیشتر از جزایر هرمز و هنگام بود که این اختلاف به دلیل ورود آلاینده‌های مختلف از جمله آلاینده‌های حاصل از صنایع پتروشیمی، آلاینده‌های ناشی از فاضلاب‌های کشاورزی و شهری و نیز صنایع موجود در منطقه قشم می باشد. همچنین شاخص THQ برای بافت عضله ماهی مید در مناطق مورد مطالعه برای بزرگسالان و کودکان زیر ۱ محاسبه شد. بنابراین، مصرف آبزی مذکور در مناطق مورد مطالعه تهدید جدی برای بومیان مصرف کننده نیست.

منابع

پرورش، م.، سیف آبادی مختاری، س. و بهرامی فر، ن.، ۱۳۹۰. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین Zn، Fe، Cu، Pb، Cd در رسوبات و میگوی *Palaemon elegans* . پایان نامه - دانشگاه تربیت مدرس.

جلالی جعفری، ب.، ۱۳۷۶. بیماریهای محیطی و تغذیهای ماهیان با تأکیدی بر بیماریهای شایع ماهیان پرورشی ایران. انتشارات پرتو واقعه و دانش نگار. ۴۱۴ صفحه.

چاکری، ر.، سجادی، م.م.، کامرانی، ا . و آقاجاری، ن.، ۱۳۹۴. تعیین میزان غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافتهای عضله و کبد ماهی طلال *Rastrelliger kanagurta* در آبهای خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، ۲۴ (۲): ۱۲۵-۱۱۵.

خدابنده، ص.، ۱۳۷۹. تجمع فلزات سنگین در رسوبات و آبزیان دریای خزر. آب و فاضلاب، ۳۹ (۲): ۲۰-۱۹.

الصاق، ا.، ۱۳۹۰. ارزیابی تراکم روی، مس، کبالت و منگنز در بافت خوراکی ماهیان سفید و کپور دریای خزر، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۱۳ (۴) : ۱۱۳-۱۰۷.

عمادی خراجی، ی.، خاتمی، ش. و کردگاری، م.، ۱۳۹۸. بررسی فلزات سنگین (سرب و کادمیوم) در بافتهای عضله و کبد سنگسر معمولی (*Pomadasys kaakan*)، آبهای جزیره هرمز، خلیج فارس. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، ۱۱ (۴): ۱۱۶-۱۱۱.

کتال محسنی، م.، ۱۳۷۷. موضوعات عام محیط زیست استان هرمزگان، اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمز گان.

کوسج، ن.، جعفریان، ح.، رحمانی، ع.، پاتیمار، ع. و قلی پور، ح.، ۱۳۹۴. مطالعه و اندازه گیری برخی عناصر فلزی (سرب، نیکل، روی، مس و آهن) در بافت عضله میگوسفیدسرتیز (*Metapenaeus affinis*) در

استان هرمزگان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶ (۱): ۱۷۹-۱۸۹. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110339.

میرزایی، م.، ولی نسب، ت. و حاجی سید محمد شیرازی، ر.، ۱۳۹۹. ارزیابی خطر فلزات سنگین سرب، مس و کادمیوم در بافت عضله و پوست بزماهی زرد جامه *Upeneus sulphureus* **بندر ماهشهر**، فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، ۱۲ (۳): ۱۳۹-۱۴۴. DOI: 10.22034/AEJ.2020.113053.

Alipour, H., Pourkhabbaz, A. and Hassanpour, M., 2015. Estimation of potential health risks for some metallic elements by consumption of fish. *Water Quality, Exposure and Health*, 7(2):179-85.

Al-Yamini, M.N., Sher,H., El-Sheikh, M.A. and Eid, E.M., 2011. Bioaccumulation of nutrient and heavy metals by Calotropis procera and Citrullus colocynthis and their potential use as contamination indicators. *Academic Journals*, 6(4): 966-976. DOI:10.5897/SRE10.1113.

Barbieri, E. and Elisangela, D.A.P., 2009. Assessment of trace metal concentration in feathers of seabird (*Larus dominicanus*) sampled in the Brazilian coast. *Environmental Monitoring and Assessment*, 169: 631-638. Doi.org/10.1007/s10661-009-1202-4.

Bat, L., Şahin, F., Üstün, F. and Sezgin, M., 2012. Distribution of Zn, Cu, Pb and Cd in the tissues and organs of *Psetta maxima* from Sinop Coasts of the Black Sea, Turkey. *Marine Science*, 2(5): 105-109. DOI: 10.5923/j.ms.20120205.10.

Bin, C., Xiaoru, W. and Lee, F.S. C., 2001. Pyrolysis coupled with atomic absorption spectrometry for the determination of mercury in Chinese medical materials. *Analytica Chimica Acta*, 447: 161-169.

Boylan, J.M. and Wenner, E.L., 1993 . Settlement of branchyuran megalopae in a south Carolina, USA, estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 97 (3): 249- 237.

Cristiano,V. M., AraUjo, B. and Luis, A., 2016. Heavy metals in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) landed on the Ecuadorian coast, *Cedeno- Macias J. science of the total Environment*,149-154. DOI.org/10.1016/j.envpol.2020.115902.

El-Moselhy, K.M., Othman, A., El-Azem, H.A. and El-Metwally, M., 2014. Bioaccumulation of some heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. *Egyptian J of Basic and Applied Sciences*, 1(2): 97-105. DOI.org/10.1016/j.ejbas.2014.06.001.

Fabris, G., Turoczy, N. j. and Stagnitti, F., 2006. Tract metals concentration in edible tissue of snapper, flathead and ablone from coastal waters of Victoria. *Australia Ecotoxicology and Environmental Safety*, 63: 286-292. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2004.11.006.

Fernandes, C., Fontainhas-Fernandes, A., Peixoto, F. and Salgado, M.A., 2007. Bioaccumulation of heavy metals in Liza saliens from the Esomriz-Paramos coastal

lagoon, Portugal. *Ecotoxicology and Environment Safety*, 66(3): 426-31. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2006.02.007.

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(1): 79–84. Doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.02.012.

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.

Hassanpour, M., Rajaei, G., Sinka Karimi, M.H., Ferdosian, F. and Maghsoudloorad. R., 2014. Determination of heavy metals (Pb, Cd, Zn and Cu) in Caspian kutum (*Rutilus kutum*) from Miankaleh International Wetland and human health risk. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 24(113): 176-83 (in Persian).

Iraj, Z.K., Pourkhabbaz, A.R., Hassanpour, M., Sinka Karimi, M.H. and Birjand, I., 2014. Bioaccumulation of heavy metals in tissues of *Clupeonella cultiventris caspia* and *Alosa caspia* and their consumption risk assessment in the southern coast of Caspian Sea. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 24(118): 99-110 (in Persian).

Koosej, N., Jafariyan, H., Rahmani, A., Patimar, A. and Gholipoor., 2016. A study of trace metals in some edible fishes and food risk assessment of its consumption in the Hormozgan province, Iran of the Persian Gulf. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*, 7(4): 1608-1617.

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

Matta, J., Milad,M.,Manger, R. and Tosteson, T., 1999. Heavy metals, lipid peroxidation, and cigateratoxicity in the liver of the Caribben barracuda (*SpHyraena barracuda*). *Biological Trace Element Research*, 70(1): 69-79. DOI: 10.1007/BF02783850.

Mortazavi, M. S. and Sharifian, S., 2011. Mercury Bioaccumulation in Some Commercially Valuable Marine Organisms from Mosa Bay, Persian Gulf, *International Journal Environmental Research*, 5(3): 757-762.

Rauf, A., Javed, M. and Ubaidullah, M., 2009. Heavy metal levels in three major carps from the river Ravi, Pakistan. *Pakistan Veteniary Journal*, 29(1): 24-26.

Ruangsomboom S, Wongrat L., 2006. Bioaccumulation of cadmium in an experimental aquatic food chain involving pHytoplankton (*Chlorella vulgaris*), zooplankton (*Moina macrocopa*), and the predatory catfish *Clarias macrocepHalus* and *C. gariepinus*. *Aquatic Toxicology*,

78(1): 15-18. DOI: 10.1016/j.aquatox.2006.01.015.

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.

Taherizadeh, M., Behvar, S. and Koosej, N., 2018. Study on heavy metals levels and its risk assessment in edible fish (*Himantura imbricate*) from Persian Gulf. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*, 3(4): 1457- 1460. DOI.org/10.22161/ijeab/3.4.42.

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.

Turkmen, A., Turkmen, M., TQE, Y. and Akyu, I., 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, North East Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chemistry*, 91: 167-172.

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.

Van Geast, J., 2010. Bioaccumulation of sediment-associated contaminants in freshwater organism: development and standardization of a laboratory method, PHD thesis, University of Guelph, Canada, 1-232.

Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G. and Omar, H., 2002. Concentrations of Cu and Pb in the offshore and intertidal sediments of the west coast of Peninsular Malaysia. *Environment International*, 28: 467-479. DOI:10.1007/s10661-015-4812-z.

Yap, C.K., Jusoh, A., Leong, W.J., Karami, A. and 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.

Evaluation of heavy metal levels of lead, nickel, zinc, iron and copper in the muscle tissue of *liza klunzingeri* and the risk of its consumption in the islands (Qeshm, Hengam and Hormoz), Hormozgan Province

Orangi M.A.[1]; Rahmani A.[2*]; Mohaddesi A.R.[1]; Koosej N.[2]

[*]rahmaniabdolvahed@yahoo.com

1- Department of Chemistry, Faculty of Basic Sciences, Payame Noor University, Kerman, Iran

2-Department of Chemistry, Faculty of Basic Sciences, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

Abstract

This study was performed to measure the amounts of heavy metals lead, nickel, zinc, iron and copper in tissue of *Liza klunzingeri* fishes of islands (Qeshm, Hengam and Hormoz) in Hormozgan province during summer to winter 2019. After biometry muscle tissues of 180 samples should be omitted were isolated and frizzed. Then the samples were prepared by acid digestion method and the amount of heavy metals was measured by using a flame atomic absorption device (700Contr AA model). The results should be omitted showed that the highest mean concentrations of studied metals (lead: 0.082 ± 0.009, nickel: 0.646± 0.07, zinc: 31.97±1.33 and copper: 0.881 ± 0.03 micrograms per gram) were in Qeshm Island and the highest mean heavy metal concentration of iron (19.30± 0.75 Micrograms per gram) was in Hormoz Island and the lowest mean concentration of heavy metals (lead: 0.036 ±0.007, nickel: 0.348 ± 0.05, zinc: 15.13 ±1.06, copper: 0.657± 0.04 and iron: 12.13 ±0.4 Micrograms per gram) were observed in Hengam Island. The concentrations of metals in the analyzed samples were lower than the international standards of the FAO, the WHO, the FDA, the Australian National Institutes of Health (NHMRC) and the UK Food and Drug Administration (UKMAFF) and statistically significant differences were observed. Also, the level of potential risk and risk index for non-cancerous diseases in adults and children in the muscle tissue of barley fish were less than 1. Therefore, according to the results of this study, the current use of this species of fish for human consumption will not pose a problem from the perspective of health and public health.

Keywords: *Liza klunzingeri*, Heavy metals, Atomic absorption device, Persian Gulf

[*]Corresponding author