13 (3) 293-300, Autumn 2021

Journal of Animal Environment

(AEJ)

Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Investigation of accumulation of heavy metals lead, nickel, zinc, iron and copper in the muscle tissue of *liza klunzingeri* and determination of risk index due to its consumption in Hormozgan

Mohammad Amin Orangi [1], Abdolvahed Rahmani [*2], Alireza Mohaddesi [1], Nasser Koosej [2]

[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

Key Words

liza klunzingeri
Heavy metals
Atomic absorption
Hormozgan province

Abstract

Introduction: Accumulation of heavy metals in aquatic ecosystems causes soft tissue destruction and weakens the immune system. On the other hand, consumption of contaminated fish causes several complications in humans. This study aims to measure the amounts of heavy metals lead, nickel, zinc, iron and copper in the edible tissue of Gariz fish in islands (Qeshm, Hengam and Hormoz) of Hormozgan province.

Materials & Methods: In the three mentioned regions, during the two seasons of summer and winter, a total of 180 samples were collected in 1398 (30 samples in each station and in each season separately). After bioassay, the concentration of heavy elements in the studied organ was measured using a flame atomic absorption device (Model 700Contr AA).

Result: The results showed that the highest mean concentrations of lead, nickel, zinc and copper were observed in Qeshm Island and iron metal in Hormoz Island and the lowest mean concentrations of metals were observed in Hengam Island. Metal concentrations in the analyzed samples were lower than international standards FAO, WHO, FDA, NHMRC and UKMAFF. Also, the level of potential risk and risk index for non-cancerous diseases in adults and children in the aquifer muscle tissue was less than 1.

Conclusion: Therefore, it can be concluded that there are currently no problems for human health in terms of consumption of this fish.

* Corresponding Author's email: rahmaniabdolvahed@yahoo.com

Received: 3 June 2020; Reviewed: 11 August 2020; Revised: 15 October 2020; Accepted: 22 November 2020

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.254561.2390

مقاله پژوهشی

بررسی تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی گاریز *liza klunzingeri* و تعیین شاخص خطر ناشی از مصرف آن در استان هرمزگان

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

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

کلمات کلیدی

ماهی گاریز
فلزات سنگین
جذب اتمی
استان هرمزگان

چکیده

مقدمه: تجمع فلزات سنگین در بدن آبزیان سبب تخریب بافت‌های نرم و تضعیف سیستم ایمنی شده و از طرف دیگر مصرف ماهیان آلوده عوارض متعددی در انسان ایجاد می‌کند این مطالعه به‌منظور اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت خوراکی ماهی گاریز جزایر (قشم، هنگام و هرمز) در استان هرمزگان انجام شد.

مواد و روش‌ها: در سه منطقه ذکر شده در طول دو فصل تابستان و زمستان جمعاً ۱۸۰ نمونه در سال ۱۳۹۸ (در هر ایستگاه و در هر فصل به‌طور مجزا ۳۰ نمونه) جمع‌آوری گردید. پس از انجام عملیات زیست‌سنجی، اندازه‌گیری غلظت عناصر سنگین در اندام مورد مطالعه با کمک دستگاه جذب اتمی شعله‌ای (مدل Contr AA۷۰۰) انجام شد.

نتایج: نتایج نشان داد که بیش‌ترین میانگین غلظت فلزات سرب، نیکل، روی و مس در جزیره قشم و فلز آهن در جزیره هرمز و کم‌ترین میانگین غلظت فلزات در جزیره هنگام مشاهده شد. غلظت فلزات در نمونه‌های آنالیز شده در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی FAO، WHO، FDA، NHMRC و UKMAFF پایین‌تر بود. هم‌چنین میزان پتانسیل خطرپذیری و شاخص خطر برای بیماری‌های غیرسرطانی در بالغین و کودکان در بافت عضله ماهی گاریز کم‌تر از ۱ به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری و بحث: بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در حال حاضر هیچ مشکلی برای سلامت انسان از نظر مصرف این آبزی ایجاد نمی‌شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: rahmaniabdolvahed@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴ خرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۲۱ مرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۲۴ مهر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲ آذر ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.254561.2390

مقدمه

فلزات سنگین از منابع آلودگی انسان ساخت به‌طور مداوم وارد اکوسیستم‌های آبی می‌گردند که به‌دلیل سمیت بالا، تجمع‌پذیری زیستی، پایداری طولانی‌مدت و هم‌چنین بزرگ‌نمایی زیستی به تهدیدی جدی در زنجیره غذایی تبدیل شده‌اند (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 دیگر مواد پروتئینی روز به روز بر مصرف آن افزوده می‌شود. به موازات افزایش مصرف این منابع و خصوصاً ماهیان، تامین بهداشت و سلامت آنان نیز اهمیت بیش‌تری می‌یابد که در این میان تشخیص و اندازه‌گیری فلزات سنگین، فرآیندهای بیولوژیکی و نیز تجمع زیستی آن‌ها، اهمیت زیادی دارد (الصاق، ۱۳۹۰). استفاده از منابع خوراکی آبزی به‌ویژه ماهیان به‌عنوان بخشی از منابع پروتئینی به‌علت افزایش جمعیت و نیاز روز افزون انسان به غذا افزایش یافته است (امینی‌رنجبر و علیزاده، ۱۳۷۸). ماهی نه تنها یک ماده غذایی لذیذ، زود هضم و خون‌ساز می‌باشد، بلکه هم‌چنین حاوی مواد پروتئینی، مواد معدنی، جسمی و روانی تاثیر مثبت زیادی دارد (میرسنجری، ۱۳۸۰). گزارش‌های مختلفی در مورد بروز تلفات ماهی‌ها و آبزیان دیگر در منابع آبی داخلی و دریایی به‌دلیل ورود فلزات سنگین وجود دارد. البته فلزات سنگین به‌طور معمول در آب‌های طبیعی به‌میزان ناچیزی وجود دارند و اکثر این عناصر به‌میزان بسیار کم برای انجام فعالیت‌های طبیعی بدن موجودات ضروری هستند، اما زمانی‌که غلظت فلزات سنگین در محیط از حد مجاز بالاتر رود، به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم وارد بدن آبزیان شده و در اندام‌های مختلف آن‌ها تجمع می‌یابد. در صورتی‌که میزان این تجمع از حد معینی افزایش یابد، علائم مسمومیت و به‌دنبال آن تلفات مشاهده می‌شود (جلالی و آقازاده، ۱۳۸۵). 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 و همکاران، ۲۰۰۵). خطرات ناشی از مسمومیت با فلزات سنگین در آب‌ها و گونه‌های مختلف آبزی، متفاوت بوده و سمیت آن‌ها در آب‌های شیرین و سبک نسبت به آب‌های شور و سنگین بیش‌تر است (جلالی‌جعفری، ۱۳۷۶). از نکات قابل توجه، آلودگی محصولات آبزی به فلزات سنگین است، زیرا فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری (Stable pollution) 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 می‌باشد، به‌طوری‌که در نتیجه این فرایند، مقدار آن‌ها در زنجیره غذایی می‌تواند تا چندین برابر مقدار آن‌ها که در آب یا هوا یافت می‌شوند، افزایش یابد (خدابنده، ۱۳۷۹). فلزات سنگین به‌دلیل سمیت، پایداری و عدم تجزیه زیستی یکی از گروه‌های اصلی و خطرناک در بین آلودگی‌ها می‌باشند. تجمع فلزات سنگین در محیط زیست به‌دلیل تأثیری که بر سلامتی انسان و حیات وحش دارد در سال‌های اخیر تبدیل به یک مسأله نگران کننده شده است (Al-Yamini و همکاران، ۲۰۱۱). فلزاتی که بیش‌ترین نگرانی در مورد آن‌ها وجود دارد شامل: کادمیم، کروم، کبالت، مس، آهن، سرب، منگنز، جیوه، نیکل و روی می‌باشند. مس، روی، کادمیم، جیوه و سرب، فلزاتی هستند که معمولاً در محیط‌های آبی یافت می‌شوند. فلزات سنگینی که در محیط آبی یافت می‌شوند در دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند. گروه اول شامل آهن، منیزیم، منگنز، کبالت، روی و مس که برای اعمال بیوشیمیایی نرمال حیوانات ضروری می‌باشند (Lee، ۱۹۹۰). لازم به ذکر است که مقادیر زیادی عناصر گروه اول نیز اثرات سمی دارند و اعمال بیوشیمیایی را هم در انسان و هم در حیوان برهم می‌زند (Gulec و همکاران، ۲۰۱۱). آلودگی فلزی در سیستم آبی معمولاً هم به‌صورت محلول و هم به‌صورت معلق بوده و در نهایت ته‌نشین شده و توسط موجودات زنده جذب می‌شود. ماهی‌ها از موجودات مهم آبی در زنجیره غذایی هستند که در بالای زنجیره غذایی قرار گرفته و می‌توانند غلظت زیادی از بعضی فلزات را در خود تجمع دهند (Perera، ۲۰۰۴). ماهی گاریز، یکی از انواع کفال ماهیان با ارزش شیلاتی است که دارای صید بالا در سواحل شرقی استان خوزستان (هندیجان- بحرکان) و استان هرمزگان می‌باشد. این گونه دارای اهمیت شیلاتی و تجاری بوده و صید آن عمدتاً توسط تورگردان پیاله‌ای یا صید محاصره‌ای و تورهای سه‌جداره انجام می‌شود. زیستگاه‌های طبیعی این ماهی آب‌های ساحلی با بسترهای مختلف، آب‌های لب‌شور و لاگون‌هایی با شوری بالا می‌باشد (Boylan و Wenner، ۱۹۹۳). ماهی متحرک است و می‌تواند آلودگی‌های چندساله را نشان دهد و از این طریق می‌توان اندازه‌گیری در مورد آلودگی‌هایی که بزرگ‌نمایی یافته‌اند را به‌دست آورد (Van Geast، ۲۰۱۰). هم‌چنین، به‌دلیل 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 بگذارد و در طولانی مدت بر سلامت بشر و اکوسیستم اثر می‌گذارد (Fernandes و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به این‌که ماهیان تجاری و با ارزش موجود در خلیج‌فارس، بخش عمده‌ای از رژیم غذایی مردم منطقه جنوب ایران را تشکیل می‌دهند، و با توجه بر بالا بودن میزان مصرف عضله و نقش برجسته این بافت در انباشت فلزات سنگین در چرخه غذایی و انتقال به گونه‌های دیگر و در نهایت به سطوح بالاتر که تغذیه انسانی باشد (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۹). اشاره نمود، لذا هدف از مطالعه حاضر تعیین میزان فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت

عضله ماهی گاریز جزایر (قشم، هنگام و هرمز) در استان هرمزگان و ارزیابی خطر تغذیه ناشی از مصرف این ماهی برای مصرف‌کنندگان بوده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از ماهی گاریز 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 هر فصل از هر ایستگاه تعداد ۳۰ نمونه از ماهی گاریز نمونه‌برداری صورت گرفت، به‌طوری‌که از هر سه ایستگاه ۹۰ ماهی و در مجموع تعداد ۱۸۰ گونه ماهی گاریز به‌صورت تصادفی جمع‌آوری گردید. پس از عملیات زیست‌سنجی، کالبدشکافی انجام گرفت و بافت عضله جدا گردید. سپس بافت‌های عضله به‌منظور خشک شدن، درون دستگاه فریز درایر (مدل VaCo5) با دمای ۴۰- درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ تا ۱۰ساعت قرار گرفت. پس از انقضای زمان فوق و اطمینان از خشک شدن کامل بافت عضله، نمونه‌ها از بالن دستگاه خارج و درون پتری‌دیش شماره‌گذاری شده قرار داده شد (Moopam، ۱۹۹۹). نمونه‌ها با یک هاون چینی آزمایشگاهی پودر گردیدند. به‌منظور هضم نمونه‌ها ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از بافت نمونه خشک شده با دقت ۰/۰۰۱ گرم به‌وسیله ترازوی سارتریوس (Sartorius) ساخت آلمان وزن گردید. نمونه‌های توزین‌شده را درون ویال‌های مایکروویو مدل ETHOS ریخته و پس از افزودن ۷ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ ۶۵٪ (پس از هر بار پودرکردن نمونه‌ها، هاون چینی با اسیدنیتریک ۵٪ شستشو داده شد و با آب مقطر دو بار تقطیر کاملاً آبکشی گردید) و ۱ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۳۰٪، درب ویال‌ها را بسته و در محفظه مخصوص قرار داده و به دستگاه ماکروویو منتقل و طبق دستورالعمل دستگاه اقدام به هضم نمونه‌ها گردید (Moopam، ۱۹۹۹). بعد از اتمام زمان هضم و سرد شدن، نمونه‌ها از دستگاه خارج و به‌وسیله کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف گردید. محتوای روی صافی با آب مقطر شستشو داده شد. سپس نمونه‌های مایع درون بشرهای آماده شده تخلیه و در دمای آزمایشگاه خشک گردید. پس از خشک شدن، نمونه‌ها به‌وسیله آب مقطر دو بار تقطیر محلول نموده و با استفاده از بالن حجمی، حجم نمونه‌ها را با آب مقطر خالص به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید. سپس نمونه‌ها را در ظروف پلی اتیلنی دربدار و در محیط سرد یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (جهت جلو گیری از هر گونه کاهش حجم) نگه‌داری شد. بدیهی است مدت زمان نگه‌داری نبایستی طولانی باشد و پس از هضم نمونه‌ها آن‌ها را به دستگاه جذب اتمی تزریق، و غلظت شیمیایی واقعی آن‌ها محاسبه گردید. کلیه مراحل هضم شیمیایی نمونه براساس روش مورد قبول Moopam می‌باشد (Moopam، ۱۹۹۹). امروزه طیف‌سنجی اتمی یکی از متداول‌ترین روش‌های اندازه‌گیری کمی و کیفی عناصر شیمیایی (در حدود ۷۰عنصر) است. از مزایای این روش می‌توان به سرعت بالا، سهولت استفاده از آن، اقتصادی بودن روش و حساسیت بالای آن اشاره کرد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات در بافت عضله ماهی گاریز با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام پذیرفت. هم‌چنین جهت رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار 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 رابطه ۱ محاسبه گردید (USEPA، ۱۹۸۹). برای برآورد حداکثر میزان قابل قبول روزانه ماهی (CR_{lim}) برای مصرف‌کنندگان از رابطه ۲ استفاده شد (Taweel و همکاران، ۲۰۱۳). برای محاسبه احتمال خطر پذیری افراد به بیماری‌های غیر سرطانی از رابطه ۳ ارائه شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (USEPA) استفاده شد (USEPA، ۲۰۰۰).

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

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

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

$$\text{Hazard Index (HI)} = \sum THQ_i = THQ_{Ni} + THQ_{Pb} + THQ_{Cu} + THQ_{Zn} + THQ_{Fe}$$ رابطه (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 رابطه 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 توسط 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 و همکاران، ۲۰۰۰)، $Mc=C_m$= غلظت فلز در بافت مورد مصرف ماهی (میلی‌گرم/کیلوگرم برحسب وزن تر)، ABW=BW: میانگین وزن بدن مصرف‌کننده که برای بزرگ‌سالان ۵۵/۹ و برای کودکان ۳۲/۷ کیلوگرم است (Hang و همکاران، ۲۰۰۹)، AET: میانگین روزها (از رابطه ۳۶۵×ED به‌دست می‌آید) (Shinn و همکاران، ۲۰۰۹؛ Yap و همکاران، ۲۰۱۵). هم‌چنین نتایج حاصل از بررسی کنترل کیفیت، حد تشخیص و میزان صحت داده‌ها براساس جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱: مقایسه میانگین غلظت ماده مرجع با غلظت اندازه‌گیری شده ماده مرجع در آزمایشگاه همراه با طول موج و حد تشخیص برای هر فلز

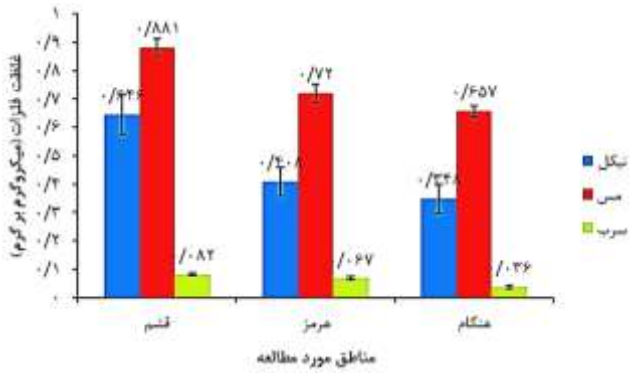
عناصر	طول موج (نانومتر)	حد تشخیص (میکروگرم بر لیتر)	غلظت اندازه‌گیری شده ماده مرجع در آزمایشگاه (میکروگرم بر گرم)	غلظت ماده مرجع (میکروگرم بر گرم)	بازیابی
Zn	۲۱۳/۹	۱	۱۷۹/۰۳±۲	۱۸۰±۶	۹۹/۴۴±۲
Fe	۲۸۰/۵	۱	۱۸۱/۲±۴	۱۷۹± ۸	۱۰۱/۱۰±۲
Cu	۳۲۴/۸	۱	۱۰۵/۱±۴	۱۰۶±۱۰	۹۹±۵
Ni	۲۳۲/۰	۲	۲۱/۰۲±۰/۱۴	۲۰/۵۰±۰/۱۹	۱۰۲/۴۷±۱
Pb	۲۱۷/۰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

نتایج

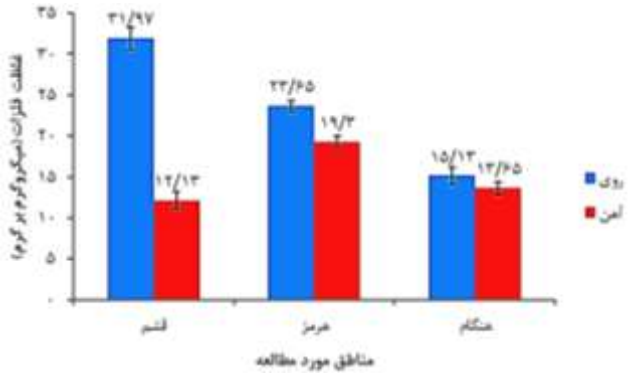
طبق تحلیل انجام شده از نظر غلظت عناصر نیکل، سرب، آهن، روی و مس در بافت عضله ماهی گاریز بین جزایر قشم، هنگام و هرمز تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵). مقایسه میانگین مناطق مورد مطالعه از نظر غلظت عناصر نیکل، سرب، روی و مس با یکدیگر به وسیله آزمون تعقیبی توکی نشان داد که میانگین غلظت عناصر نیکل، سرب، روی و مس در ماهی گاریز جزیره قشم بیش‌تر از جزایر هنگام و هرمز و میانگین غلظت عناصر نیکل، سرب، روی و مس در ماهی گاریز جزیره هرمز از جزیره هنگام به‌طور معنی‌داری بیش‌تر است (p<۰/۰۵). به‌طوری‌که از لحاظ غلظت عناصرنیکل، سرب، روی و مس در عضله ماهی گاریز در جزایر مورد مطالعه، جزیره قشم میزان بالاتری را نسبت به جزایرهنگام و هرمز داشت و دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود (p<۰/۰۵). هم‌چنین مقایسه میانگین مناطق مورد مطالعه از نظر غلظت عنصر آهن با یکدیگر به‌وسیله آزمون تعقیبی توکی نشان داد که میانگین غلظت عنصر آهن در ماهی گاریز جزیره هرمز بیش‌تر از جزایر قشم و هرمز و میانگین غلظت عنصر آهن در ماهی گاریز جزیره قشم از جزیره‌هنگام به‌طورمعنی‌داری بیش‌تر است(p<۰/۰۵).به‌طوری که از لحاظ غلظت عنصر آهن در عضله ماهی گاریز در جزایر مورد مطالعه، جزیره هرمز میزان بالاتری را نسبت به جزایر هنگام و قشم داشت و دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود (p<۰/۰۵). نتایج تفصیلی در جدول ۲ و شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول۲: نتایج حاصل از مقایسه میزان میانگین عناصر نیکل، سرب، آهن، روی و مس در بافت عضله ماهی گاریز بین جزایر قشم، هرمز و هنگام (میانگین± انحراف استاندارد)، (n= ۶۰)

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



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



شکل ۲: نمودار مقایسه عناصر آهن و روی در عضله ماهی ماهی گاریز در مناطق قشم، هرمز و هنگام

همان‌طور که در جدول ۳ آمده است میزان جذب روزانه (EDI) عناصر نیکل، سرب، مس، روی و آهن از راه مصرف عضله ماهی گاریز برای بزرگ‌سالان و کودکان از نظر بهداشتی هیچ‌گونه ممنوعیتی برای یک‌شخص 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 فلزات نیکل، سرب، روی، آهن و مس در ماهی گاریز برای مصرف‌کنندگان در استان‌هرمزگان در جدول ۴ نشان داده 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 مصرف‌کننده بسیار کم می‌باشد. مقادیر شاخص کل (HI) در جدول ۵ نشان داده شده است بیش‌ترین میزان HI در مناطق مورد مطالعه (جزایر قشم، هرمز و هنگام) در عضلات ماهی گاریز برای کودکان و بزرگ‌سالان به‌ترتیب ۰/۴۸و ۰/۳۹ محاسبه شد که این مقادیر کم‌تر از ۱ بود و مصرف آن‌ها برای افراد مصرف‌کننده بلامانع است.

جدول ۳: محاسبات میزان جذب روزانه (Daily intake) فلزات سنگین نیکل، سرب، روی، آهن و مس در مصرف‌کنندگان ماهی گاریز در برخی جزایر استان هرمزگان

منطقه	فلزات	EDA (A) (میکروگرم/کیلوگرم/روز)	EDA (C) میکروگرم/کیلوگرم/روز)	RFD سازمان EPA (میکروگرم/کیلوگرم/روز)
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 ۴: تخمین خطر بالقوه (THQ) و کل شاخص خطر (HI) فلزات سنگین (سرب، نیکل، روی، آهن و مس) در ماهی گاریز

منطقه	(Pb) A	THQ C	(Ni) A	THQ C	(Cu) A	THQ C	(Zn) A	THQ C	(Fe) A	THQ C	HI A	HI 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 در بسیاری از کشورها، رشد صنایع باعث افزایش تخلیه فاضلاب‌های‌شیمیایی به‌درون آب‌دریا شده و همین امر سبب تغییر در اکوسیستم محیط و درنتیجه آن تجمع برخی از عناصر شیمیایی از جمله فلزات سنگین در بافت آبزیان شده و در نهایت تنوع زیستی را دستخوش دگرگونی می‌نماید (Matta و همکاران، ۱۹۹۹). Cristiano و همکاران (۲۰۱۶) نشان‌دادند که فلزات سنگین جزو آلوده‌کننده‌های محیطی هستند که دارای منشأهای گوناگونی (طبیعی و انسانی) می‌باشند. با توجه به توانایی آن‌ها در جمع‌آوریشان در اندام‌ها و بافت‌ها و هم‌چنین تأثیر فاجعه‌بار آن می‌توانند باعث تخریب‌پذیری‌محیط‌زیست‌دریایی‌شوند. Moselhy‌وهمکاران (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 و Suez در دریای سرخ مصر جمع‌آوری کرده بودند مورد اندازه‌گیری قرار دادند. آن‌ها 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 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 است، درحالی‌که 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 نمونه‌برداری شده (قشم، بندرخمیر و بندرلافت) متفاوت می‌باشد که منطقه قشم میزان آلودگی بیش‌تری را نشان می‌دهد، این اختلاف در میزان فلزات مربوط به ایستگاهی است که زباله‌ها و ضایعات محلی و لنگرگاه‌های کشتی‌ها در آن منطقه واقع شده است. در ضمن از نقطه نظر سلامت عمومی میزان سطح فلزات سنگین اندازه‌گیری شده کم‌تر از سطح مجاز آن‌ها بوده و مشکل خاصی را ایجاد نمی‌کنند. Taherizadeh و همکاران (۲۰۱۸)، با آزمایشی که برای تعیین میزان سطح برخی فلزات سنگین و خطر ارزیابی آن در بافت خوراکی سفره‌ماهی *Himantura imbricate* در خلیج فارس به‌روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان آلودگی فلزات سنگین در سواحل ایستگاه‌های انجام‌شده، تفاوت معنی‌داری را در مقادیر اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد. این اختلاف در میزان فلزات مربوط به ایستگاه‌ها است که زباله‌ها و ضایعات محلی و لنگرگاه‌های کشتی‌ها در آن مناطق واقع شده است. Koosej و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی فلزات سنگین در برخی از ماهی‌های 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 غیرقانونی و صنایع انسان‌ساخت در این مناطق می‌باشد. Fabris و همکاران (۲۰۰۶)، نشان دادند که غلظت فلزات سنگین مثل آرسنیک، کادمیوم، آهن، روی و جیوه در ماهی زمین‌کن *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 گونه‌ها 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 به‌دلیل 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. به‌طورکلی از مهم‌ترین دلایل بالا بودن غلظت فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی گاریز 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 انواع فلزات سنگین به‌خصوص سرب، نیکل، روی و مس را دارند و این امر باعث 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 می‌باشند و درنهایت 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 قایق‌های موتوری (فعالیت گردشگری و صیادی) و وجود سرب در بنزین و انتشار آن در هوا، ورود رسوبات حاوی سرب توسط 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 به‌دلیل مصارف گوناگون می‌باشد. به طوری‌که یکی از رنگینه‌های مهم و اساسی که به‌صورت وسیعی در صنایع رنگ‌سازی جهت تولید رنگ‌های مختلف روغنی، ساختمانی، صنعتی و غیره مصرف می‌شود، خاک سرخ است (کتال‌محسنی، ۱۳۷۷). علاوه بر این، خاک سرخ در صنایع دیگر 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 به‌طور 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 و همکاران، ۲۰۰۹؛ Mortazavi و Sharifia، ۲۰۱۱). در تحقیق حاضر مقادیر محاسبه شده میزان جذب روزانه فلزات سرب، نیکل، روی، آهن و مس در بافت عضله ماهی گاریز 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 این مواد شیمیایی مضر توسط بدن و نگه داشتن آن در یک حاشیه امنیت می‌باشد. میزان جذب روزانه فلزات در اثر مصرف غذا ارتباط مستقیم با میزان فلزات موجود در آن ماده غذایی و هم‌چنین میزان مصرف آن ماده غذایی دارد. بیش از ۹۰ درصد فلزات از طریق غذا وارد بدن انسان می‌شوند (Bin و همکاران، ۲۰۰۱). در این مطالعه شاخص THQ برای بافت‌عضله ماهی گاریز در مناطق مورد مطالعه برای بزرگ‌سالان و کودکان زیر ۱ محاسبه شد. از آن‌جایی‌که THQ کم‌تر از ۱ در ارزیابی خطر به منزله عدم عوارض نامطلوب بهداشتی برای مصرف‌کننده است بنابراین مصرف آبزیان فوق در مناطق مورد مطالعه تهدید جدی برای بومیان مصرف‌کننده نیست. هم‌چنین مقدار شاخص خطر (HI) در این مطالعه برای بافت عضله ماهی گاریز برای بزرگ‌سالان و کودکان زیر ۱ به‌دست آمد (جدول۴). این نشان می‌دهد که مصرف عضله ماهی گاریز خطر حاد برای سلامتی مصرف کنندگان در پی نخواهد داشت اما با افزایش روز افزون نرخ مصرف این مقدار نیز بیش‌تر خواهد شد. همین‌طور به‌علت خاصیت تجمع پذیری فلزات سنگین در بدن، مصرف مطلوب آن باید در نظر گرفته شود. هم‌چنین از آن‌جاکه الگوی مصرف زیاد ممکن است به خطرات سلامتی منجر شود مصرف ماهی برای هر دو گروه کم خطر (نوجوانان و بزرگ‌سالان) و پرخطر (کودکان و مادران باردار) باید با اعتدال همراه باشد (Hajeb و همکاران، ۲۰۰۹؛ Saei-Dehkordi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Mortazavi و Sharifia، ۲۰۱۱). مطالعات دیگری نیز به بررسی خطر غذایی (THQ) محصولات دریایی پرداخته‌اند. Hasanpour و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی خطر غذایی‌فلزات سرب، کادمیوم، روی و مس در ماهی‌سفید (*Rutilus frisii kutum*) در سواحل جنوبی دریای مازندران پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها حاکی از آن بوده است که هیچ‌گونه خطری در اثر مصرف ماهی‌سفید مصرف‌کنندگان 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 خطری‌مصرف‌کنندگان ماهی‌های‌آلوزا و کلیکای‌معمولی (*Clupeonella cultiventris caspia*) را از نظر فلزات کروم، نیکل، روی و مس تهدید نمی‌کند. نتایج بررسی Alipour و همکاران (۲۰۱۴)، نیز حاکی از عدم وجود خطر برای مصرف‌کنندگان ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) از نظر فلزات‌کادمیوم، کروم، نیکل، آهن، آرسنیک، مس، روی و سرب‌در تالاب بین‌المللی میانکاله بوده است. Bat و همکاران (۲۰۱۲)، مطالعه‌ای بر روی 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، ۸۱/۱۱-۱/۶، ۰۷/۲۱-۰/۰و ۰/۰۴۶-۰/۰۱۶ تعیین شد. مطالعه ایشان نشان داد که برآورد مصرف روزانه و هفتگی فلزات انتخاب شده از طریق مصرف ماهی کم‌تر از مصرف جذب موقت روزانه قابل تحمل (PTDI) و جذب موقت هفتگی قابل تحمل (PTWI) مقادیر بیان شده توسط FAO/WHO بودند. براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که به‌دلیل ورود آلاینده‌های مختلف از جمله آلاینده‌های حاصل از صنایع پتروشیمی، آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، صنایع موجود در استان هرمزگان و فعالیت‌های انسانی نظیر فاضلاب‌های شهری که درنهایت پساب آن‌ها به خلیج‌فارس وارد می‌شود با توجه به نقش و اهمیت عضله آبزی در تغذیه انسان پیشنهاد می‌گردد که مدیریت بهتر و بیش‌تری در جهت کنترل منابع آلاینده صورت گیرد تا ذخایر آبزیان که به‌عنوان یکی از منابع مهم پروتئینی است دچار صدمات کم‌تری ناشی از عوامل آلاینده شوند.

منابع

۱. **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. دوره ۴، صفحات ۱۰۷ تا ۱۱۳.

۲. **امینی‌رنجبر، غ. و علیزاده، م.، ۱۳۷۸.** اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین (*Cr, Zn, Cu, Pb, Cd*) در سه گونه از کپور ماهیان پرورشی. پژوهش و سازندگی. شماره ۴۰، صفحات ۱۴۶ تا ۱۴۹.

۳. **پرورش، م.، ۱۳۹۰.** بررسی میزان تجمع فلزات سنگین Zn، Fe، Cu، Pb، Cd در رسوبات و میگوی *Palaemon elegans*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۴. **جلالی‌جعفری، ب. و آقازاده‌مشگی، م.، ۱۳۸۵.** مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب. ۱۴۱ صفحه.

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

۶. **خدابنده، ص.، ۱۳۷۹.** تجمع فلزات سنگین در رسوبات و آبزیان دریای خزر. مجله آب و فاضلاب. شماره ۳۹، صفحات ۱۹ تا ۲۰.

۷. **کتال‌محسنی، م.، ۱۳۷۷.** موضوعات عام محیط‌زیست استان هرمزگان. اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان.

۸. **کوسج، ن.؛ جعفریان، ح.؛ رحمانی، ع.؛ پاتیمار، ع. و قلی‌پور، ح.، ۱۳۹۴.** مطالعه و اندازه‌گیری برخی عناصر فلزی (سرب، نیکل، روی، مس و آهن) در بافت عضله میگوسفیدسرتیز (*Metapenaeus affinis*) در استان هرمزگان. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۶، شماره۱، صفحات ۱۷۹ تا ۱۸۹.

۹. **میرسنجری، م.، ۱۳۸۰.** بررسی اثرات آلودگی فلزات سنگین (جیوه و سر ب) بر روی آبزیان دریای مازندرا ن چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط. دانشگاه علوم پزشکی یزد. صفحات ۷۳۶ تا ۷۴۵.

۱۰. **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. مجله محیط‌زیست جانوری. دوره ۱۲، شماره ۳، صفحات ۱۳۹ تا ۱۴۴.

11. **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. Vol. 7, No. 2, pp: 179-185.
12. **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. Vol. 6, No. 4, pp: 966-976.
13. **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. Vol. 2, No. 5, pp: 105-109.
14. **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. Vol. 447, pp: 161-169.
15. **Boylan, J.M. and Wenner, E.L., 1993**. Settlement of branchyuran megalopae in a South Carolina ،USA ،estuary. Mar. Ecol.progr.ser. Vol.97, No. 3, pp: 237-249.
16. **Cristiano, V.M.; AraUjo, B. and Luis, A., 2016**. Cedeno Macias J. science of the total Environment. pp:149-154.
17. **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. Vol. 63, pp: 286-292.
18. **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. Vol. 66, pp: 426-431.
19. **Gulec, A.K.; Yildirim, N.C.; Danabas, D. and Yildirim, N., 2011.** Some haematological and biochemical parameters in common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Munzur River, Tunceli, Turkey. Asian J. Chem. Vol. 23, No. 2, pp: 910-912.
20. **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. Vol. 20, pp: 79-84.
21. **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. Vol. 157, pp: 2542-2549. DOI: 10.1016/j.envpol.2009.03.002.
22. **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 frisii kutum*) from Miankaleh International Wetland and human health risk. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. Vol. 24, No. 113, pp: 176-183 (in Persian).
23. **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. Vol. 24, No. 118, pp: 99-110 (in Persian).
24. **Koosej, N.; Jafariyan, H.; Rahmani, A.; Patimar, A. and Gholipoor, H., 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). Vol. 7, No. 4, pp: 1608-1617.
25. **Lee, Y.H. and Stuebing, R.B., 1990.** Heavy metal contamination in the river toad, *Bufo juxtasper* (Inger), near a copper mine in east Malaysia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 45, pp: 272-279.
26. **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. J of pediatrics and child health. Vol. 36, pp: 56-65. DOI: 10.1046/j.1440-1754.2000.00441. x.
27. **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, pp. 69-79.
28. **Moopam. 1999.** Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods . 3rd ed. Kuwait. 321 p.
29. **Moselhy, M.; Othman, A.I.H.; Abd El-Azem, H. and El Metwally, M.E.A., 2014**. Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. Egypt. J. Basic. Appl. Sci. Vol. 1, pp: 97-105.
30. **Mortazavi, M.S. and Sharifian, S., 2011**. Mercury Bioaccumulation in Some Commercially Valuable Marine Organisms from Mosa Bay, Persian Gulf. International Journal Environmental Research. Vol. 5, pp: 757-762.
31. **Perera, P., 2004**. Heavy metal concentrations in the Pacific oyster; *Crassostrea gigas*, Msc thesis, Auckland University of Technology, Auckland. pp: 1-116.
32. **Rauf, A.; Javed, M. and Ubaidullah, M., 2009.** Heavy metal levels in three major carps from the river Ravi, Pakistan. Pakistan Veteniary Journal. Vol. 29, pp: 24-26.
33. **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. Vol. 72, pp: 1957-1965. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2009.06.007.
34. **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). Vol. 3, No. 4, pp: 1457-1460.
35. **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. Vol. 93, pp: 45-51. DOI:10.1016/j. ecoenv.2013.03.031.
36. **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. Vol. 91, pp: 167-172.
37. **USEPA (United States Environmental Protection Agency). 2000.** Risk based concentration table. Philadelphia PA: USEPA, Washington, DC.
38. **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.
39. **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. pp: 1-232.