

بررسی و مقایسه غلظت فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و روی) در عضله ماهیان شوریده، حلوا سیاه، شیر و کوتر در منطقه چابهار

الهام شهری^{۱*}، نعمت‌اله خراسانی^۲، غلامرضا نوری^۳، فردوس کرد مصطفی‌پور^۴، محمد ولایت‌زاده^۵

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آلودگی محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استاد گروه محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۴. استادیار مرکز تحقیقات ارتقای سلامت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

۵. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: e_shahri59@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۴/۵/۱۳ پذیرش نهایی: ۹۶/۳/۱)

چکیده

فلزات سنگین از آلاینده‌هایی هستند که مشکلات عمده‌ای را برای آبزیان و انسان ایجاد می‌کنند. این پژوهش در سال ۱۳۹۲ به‌منظور تعیین میزان فلزات سنگین نیکل، سرب، کادمیوم و روی در عضله ماهیان شوریده، حلوا سیاه، شیر و کوتر منطقه چابهار انجام شد. تعداد ۹۶ نمونه ماهی از صیدگاه بندر چابهار از دو منطقه ساحلی و دریایی تهیه شد. جهت استخراج فلزات از بافت‌های مورد مطالعه، از روش هضم مرطوب استفاده شد و تعیین غلظت فلزات سنگین به‌وسیله دستگاه جذب اتمی صورت پذیرفت. میزان کادمیوم در ماهی حلوا سیاه (۰/۰۴۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر بود. همچنین پایین‌ترین میزان این عنصر در ماهی شوریده و شیر (۰/۰۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) به دست آمد. میزان سرب در ماهی کوتر (۰/۰۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) نسبت به گونه‌های دیگر پایین‌تر بود. میزان نیکل در ماهی کوتر (۴/۱۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر به دست آمد. پایین‌ترین میزان این عنصر در ماهی شیر (۰/۰۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. میزان روی در ماهی کوتر (۰/۵۴۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر بود. پایین‌ترین میزان این عنصر در ماهی شیر (۰/۰۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. میزان فلز کادمیوم، سرب و روی در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی، سازمان بهداشت جهانی، وزارت کشاورزی شیلات انگلستان و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا و سازمان غذا و داروی آمریکا پایین‌تر بود. غلظت نیکل در عضله ماهی کوتر در مقایسه با استانداردهای جهانی بیشتر به دست آمد. با توجه به نتایج، میزان فلزات سنگین موجود در عضله ماهیان مورد مطالعه خطری برای مصرف‌کننده انسان ندارد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، ارزیابی خطر، ماهی، عضله، چابهار

مقدمه

فلزات سنگین به‌عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده‌های اکوسیستم‌های آبی در اثر فعالیت‌های طبیعی و نیز به‌طور عمده در اثر فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند (Humtsoe et al., 2007). پساب واحدهای صنعتی، کشاورزی، مواد حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، فرسایش زمین، فضولات انسانی و دامی و پساب ناشی از پرورش دام، طیور و آبزیان، منابع تشکیل‌دهنده فلزات سنگین در پیکره آبی هستند (Sekhar et al., 2003). فلزات سنگین ممکن است در بدن موجودات آبی از جمله ماهیان تجمع یابند و خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم و موجودات زنده محسوب گردند. زباله‌های صنعتی، ساختار ژئوشیمیایی زمین و معدن حاوی فلزات نیز از منابع بالقوه آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی به‌شمار می‌روند (Turkmen and Ciminli, 2007). عناصر سمی نظیر کادمیوم، سرب و نیکل از مهم‌ترین منابع آلاینده محیط‌زیست به‌حساب می‌آیند (Askary et al., 2014a). که در بدن انسان اثرات سمی دارند (Esmaili Sari, 2002).

به‌طور کلی اصطلاحات و شاخص‌های متعددی برای تعیین وضعیت فلزات سنگین در محیط‌زیست و بدن موجودات زنده نظیر غلظت زیستی (Bioconcentration)، سیل خطر (Target Hazard Quotient)، تجمع زیستی (Bioaccumulation)، بزرگ‌نمایی زیستی (Biomagnification) و شاخص خطر (HQ) به‌کار می‌رود (Chien et al., 2002; Asha et al., 2010). شاخص خطر فاکتوری است که میزان خطر فلزات سنگین ناشی از مصرف ماهیان را برای

سلامت انسان بیان می‌کند، به‌عبارت دیگر به کمک این شاخص می‌توان آلودگی فلزات سنگین منطقه مورد مطالعه را ارزیابی نمود (Phuc com Tu et al., 2008; Storelli, 2008). خطر عبارت است از احتمال ایجاد خسارت توسط یک ماده یا یک موقعیت تحت شرایط خاص ارزیابی خطر بهداشتی تخمین تأثیرات بهداشتی که انسان در مواجهه با محیط‌زیست آلوده در حال حاضر و یا در آینده متحمل می‌شود، می‌باشد. خطر، حاصل ضرب احتمال وقوع مخاطرات محیط زیست در شدت آسیب و خسارت وارده بر جوامع زنده (انسانی، جانوری و گیاهی) و یا محیط‌های غیرزنده (آب، خاک و هوا) است. مخاطرات محیط‌زیست به‌طور عمده توسط فعالیت‌های انسانی و گاهی به‌واسطه بلایای طبیعی رخ می‌دهند.

تحقیقات محدودی در زمینه ارزیابی مخاطرات فلزات سنگین در آبزیان انجام شده است. در مطالعه‌ای خطر جیوه ناشی از مصرف ماهی شوریده (Otolithes ruber) در بندر ماهشهر را تعیین نمودند که مصرف ماهی شوریده صیدشده از منطقه مورد مطالعه ممکن است خطراتی برای مصرف‌کنندگان آسیب‌پذیرتر مانند زنان باردار، سالخوردگان و کودکان به‌همراه داشته باشد (Mardoukhi et al., 2013). در تحقیقی دیگر خطر ناشی از میزان جیوه در ماهی بیاح (Liza abu) رودخانه کارون را مطالعه نمودند که شاخص خطر بیشتر از ۱ (۱/۱) بود که براین اساس مصرف ماهی بیاح این منطقه خطراتی برای مصرف‌کنندگان از نظر میزان جیوه درمی‌خواهد داشت و برای حفظ سلامتی، میزان مجاز مصرف آن ۲۷ گرم در روز و یک وعده در هفته توصیه می‌شود (Cheraghi et al., 2013). خطر

بلوچستان واقع شده است. این استان ۴۰ درصد میزان صید کشور و ۴۶ درصد از صید استان‌های جنوبی را به خود اختصاص داده است. چابهار با ارتفاع ۷ متر از سطح دریا و از نظر مختصات جغرافیایی در ۶۰ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و به لحاظ موقعیت جغرافیایی، امکانات، توانمندی‌های صید و صیادی، کشاورزی، اقتصادی، سیاسی و نظامی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و نزدیک به مدار راس‌السرطان می‌باشد. در بندر چابهار از جمله مهم‌ترین تهدیدات محیط‌زیست می‌توان به تخلیه آب توازن کشتی‌ها، روغن‌موتور قایق‌ها و شناورها، آلودگی‌های ناشی از تخلیه ضایعات و آب مخازن شناورها و لنج‌های صیادی به دریا در محل اسکله‌های صیادی، پساب‌های شهری، تخلیه و بارگیری مواد نفتی، سوخت‌گیری شناورها، جابه‌جایی مواد نفتی در دریا، حوادث و تصادفات کشتی‌ها اشاره نمود.

- نمونه‌برداری

به‌منظور بررسی غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل، کادمیوم و روی نمونه‌برداری از بافت‌های عضله نمونه ماهیان شوریده، حلوا سیاه، شیر و کوتر در فصل تابستان در دو منطقه ساحلی و دریایی بندر چابهار صورت گرفت. از هرگونه ماهی در هر منطقه ۳۲ نمونه تهیه شد. تهیه نمونه‌های ساحلی با خریداری از صیادان ساحلی انجام گردید و کار تهیه نمونه‌های دریایی توسط لنج‌های مشخص و با حضور محققان صورت گرفت. برای انتقال نمونه‌ها از چابهار به مرکز استان سیستان و بلوچستان (زاهدان) توسط ماشین‌های مخصوص شیلاتی که دارای سردخانه و یخچال

بالقوه ناشی از مصرف اردک‌ماهی (*Esox lucius*)، ماهی شاه کولی (*Chaleaiburnus chaleoide*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) حاوی سه فلز سرب، کادمیوم و کروم در بومیان حاشیه تالاب انزلی گزارش شده است که بیشترین میانگین دوز مصرف روزانه به عنصر سرب اختصاص داشت که در گونه اردک‌ماهی تالاب انزلی مشاهده گردید (Panahandeh et al., 2013). هم‌چنین خطرات جیوه ناشی از مصرف میگوی پافسید (*Lithopenaeus vannamei*)، میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*)، ماهی حلوا سیاه (*Parastromateus niger*) و خرچنگ دراز (*Astacus leptodactylus*) نیز بررسی شد که شاخص خطر برای همه گونه‌ها کمتر از ۱ به‌دست آمد، بنابراین مصرف این غذاهای دریایی خطر جدی برای سلامت مصرف‌کنندگان از نظر جیوه محسوب نمی‌شود (Ahmadi Kordestani et al., 2013).

تاکنون مطالعات اندکی با هدف ارزیابی خطر مصرف ماهیان از نظر فلزات سنگین در دریای عمان و منطقه چابهار انجام یافته است. هدف از این بررسی، مطالعه غلظت فلزات سنگین نیکل، روی، کادمیوم و سرب در عضله ماهیان شوریده، حلوا سیاه، شیر و کوتر منطقه چابهار و مقایسه آن با استانداردهای جهانی و تعیین میزان دریافت روزانه در بزرگسالان و کودکان از بود.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه

شهرستان چابهار با وسعت ۹۷۳۹ کیلومترمربع در منتهی‌الیه جنوب شرقی ایران در استان سیستان و

می باشند انجام گرفت که دمای نگهداری ماهیان ۱۰- درجه سلسیوس بود.

- سنجش فلزات سنگین

با توجه به اینکه عضله نقش مهمی در تغذیه انسانها دارد و لزوم اطمینان از سلامت آن جهت مصرف و احتمال ایجاد اثرات جبرانناپذیر در بدن انسانها، همچنین سبب بروز مسمومیت‌های حاد و مزمن می‌شود، به همین علت عضله به عنوان بافت هدف انتخاب گردید. پس از انتقال نمونه‌های ماهی به آزمایشگاه ابتدا ۵ گرم از بافت عضله ماهی توسط ترازوی Acculabalt 224 با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید و بعد از انجام خاکسترسازی مقدماتی جهت سفید شدن خاکستر نمونه، نمونه در کوره الکتریکی FG Muff Furnace مدل FMB با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفت تا خاکستر سفید ماهی حاصل شود (AOAC, 1995) سپس نمونه به صورت انحلال در اسید نیتریک ۱٪ با درجه خلوص ۶۵٪ آماده و همراه با بلانک و استانداردهای کاری به دستگاه جذب اتمی مدل Younglin AAS8020 ساخت کشور کره جنوبی داده شد و میزان جذب آن اندازه‌گیری گردید. با استفاده از منحنی کالیبراسیون مقادیر جذب به غلظت تبدیل و مقدار نهایی گزارش شد. حد تشخیص فلزات سرب، کادمیوم، نیکل توسط این دستگاه جذب اتمی به روش کوره در حد ppb و برای فلز روی به روش شعله در حد ppm بود. در این پژوهش صحت داده‌ها و غلظت‌های به دست آمده با استفاده از روش استاندارد مرجع (Standard Reference Material; SRM) استفاده شد. برای این کار ابتدا غلظت‌های مختلف فلزات سنگین سرب، کادمیوم، نیکل و روی به تعداد ۵

استاندارد ساخته شد و پس از تزریق به دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون عناصر رسم گردید. پس از آن نمونه‌های آماده شده به دستگاه تزریق شد و غلظت مورد نظر قرائت گردید (Rouessac and Rouessac, 2007).

- محاسبه میزان دریافت روزانه

میزان دریافت روزانه (DI) از طریق فرمول زیر محاسبه گردید و سپس با استاندارد EPA مورد مقایسه قرار گرفت (Chien et al., 2002; Asha et al., 2010).

$$DI = (C_m \times IR) / BW$$

DI (Daily intake): میزان جذب فلز در بدن در روز از طریق مصرف ماهی (میکروگرم در گرم وزن بدن در روز)

C_m (Measured consumption): میانگین میزان فلز در ماهی (میکروگرم در گرم)

IR (Ingestion rate): میزان مصرف ماهی در منطقه مورد مطالعه

BW (Body weight): وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای بزرگسالان و ۱۰ کیلوگرم برای کودکان)

- روش آزمون آماری

در این پژوهش آزمایش‌ها به صورت کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS17 آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون آماری دانکن (Duncan test) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ضریب اطمینان مورد مطالعه در این تحقیق ۹۵ درصد ($p=0/05$) تعیین شد. همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید.

یافته‌ها

میانگین میزان فلزات سنگین کادمیوم، سرب، نیکل و روی در چهار گونه مورد مطالعه در منطقه ساحلی و دریایی در جدول (۱) آمده است. میانگین میزان کادمیوم، سرب، نیکل و روی در ماهیان مورد مطالعه در مناطق ساحلی و دریایی در فصل تابستان اختلاف معنی داری داشت ($p < 0/05$) میزان کادمیوم در ماهی حلوا سیاه (۰/۰۴۵۰ میلی گرم در کیلوگرم) نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر بود. همچنین پایین‌ترین میزان این عنصر در ماهی شوریده و شیر (۰/۰۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم) به دست آمد. میزان سرب در ماهی کوتر (۰/۰۱۲۵ میلی گرم در کیلوگرم) نسبت به گونه‌های دیگر پایین‌تر بود. میزان نیکل در ماهی کوتر (۰/۰۱۸۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر به دست آمد. پایین‌ترین میزان این عنصر در ماهی شیر (۰/۰۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم) بود. میزان روی در ماهی کوتر (۰/۰۵۴۵۰ میلی گرم در کیلوگرم) نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر بود. پایین‌ترین میزان این عنصر در ماهی شیر (۰/۰۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. میزان این عنصر در ماهی شیر در نمونه‌های ساحلی به میزان ۰/۰۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم پایین‌ترین میزان را داشت (جدول ۱).

بررسی جدول (۲) نشان می‌دهد که مقدار دریافت روزانه فلز کادمیوم در ماهی صیدشده در ساحل، در ماهی حلوا سیاه در بزرگسالان بیشتر است. در کودکان نیز بیشترین دریافت روزانه نیز برای فلز کادمیوم، در ماهی کوتر در فصل تابستان بود. مقایسه فلز نیکل در

کودکان همچنین نشان‌دهنده آن است که این فلز در ماهی کوتر و شیر بیش‌ترین و کم‌ترین میزان دریافت را داشت. بررسی نتایج برای فلز روی نشان می‌دهد که فلز روی در ماهی حلوا سیاه کم‌ترین و برای ماهی کوتر بیشترین میزان دریافت روزانه را داشته است.

بررسی جدول (۳) نشان می‌دهد که میزان فلز کادمیوم در ماهی شوریده کم‌ترین مقدار دریافت روزانه در کودکان و برای کوتر بیش‌ترین مقدار دریافت روزانه را داشت. در مورد سرب بیش‌ترین میزان دریافت روزانه برای ماهی حلوا سیاه و شیر بود و ماهی کوتر و شوریده کم‌ترین میزان دریافت روزانه را داشت. در ماهی شیر، فلز نیکل کم‌ترین میزان دریافت روزانه و برای ماهی کوتر بیش‌ترین مقدار را نشان می‌دهد. روی برای ماهی کوتر و ماهی حلوا سیاه به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین میزان دریافت روزانه را نشان می‌دهد.

با توجه به مقادیر به دست آمده از تجمع فلزات سنگین در گونه‌های مورد مطالعه و مقایسه آن با استانداردهای جهانی، غلظت نیکل در ماهی کوتر که نسبت به استانداردهای جهانی بیشتر به دست آمد، بنابراین نیکل موجود در این ماهی ممکن است مشکلاتی را در مصرف‌کنندگان ایجاد نماید. میزان فلز کادمیوم، سرب و روی در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی، سازمان بهداشت جهانی، وزارت کشاورزی - شیلات انگلستان و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا و سازمان غذا و داروی آمریکا پایین‌تر بود (جدول ۴).

جدول (۱) - غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، نیکل و روی) در عضله ماهیان خلیج چابهار (میلی گرم در کیلوگرم)

گونه ماهی	منطقه	کادمیوم	سرب	نیکل	روی
شوریده	ساحلی	۰/۰۲۵۰±۰/۰۱ ^a	۰/۰۲۵۰±۰/۰۱ ^a	۰/۷۵۷۵±۰/۴۷ ^a	۰/۳۰۰±۰/۰۴ ^a
	دریایی	۰/۰۱۵۰±۰/۰۰ ^b	۰/۰۲۵۰±۰/۰۱ ^a	۰/۱۶۷۵±۰/۰۲ ^b	۰/۲۷۵±۰/۰۹ ^b
حلوا سیاه	ساحلی	۰/۰۴۵۰±۰/۰۲ ^c	۰/۰۲۵۰±۰/۰۱ ^a	۰/۰۵۰۰±۰/۰۲ ^c	۰/۳۶۰±۰/۰۳ ^c
	دریایی	۰/۰۴۰۰±۰/۰۳ ^d	۰/۰۱۵۰±۰/۰۰ ^b	۰/۰۲۵۰±۰/۰۱ ^d	۰/۲۹۵±۰/۱۴ ^a
شیر	ساحلی	۰/۰۱۵۰±۰/۰۰ ^b	۰/۰۲۵۰±۰/۰۱ ^a	۰/۰۱۵۰±۰/۰۰ ^e	۰/۰۱۵۰±۰/۰۰ ^d
	دریایی	۰/۰۱۵۰±۰/۰۰ ^b	۰/۰۱۵۰±۰/۰۱ ^b	۰/۰۲۵۰±۰/۰۱ ^d	۰/۰۱۷۵±۰/۰۰ ^e
کوتر	ساحلی	۰/۰۲۵۰±۰/۰۱ ^a	۰/۰۱۲۵±۰/۰۰ ^c	۴/۱۸۰±۲/۸۳ ^f	۰/۳۰۷۵±۰/۰۸ ^f
	دریایی	۰/۰۲۵۰±۰/۰۱ ^a	۰/۰۱۵۰±۰/۰۰ ^b	۱/۵۵۷۸±۲/۶۹ ^g	۰/۵۴۵۰±۰/۲۵ ^g

a, b, c, d, e, f, g: حروف غیرهمنام در هر ستون اختلاف معنی دار را نشان می دهد (p < ۰/۰۵).

جدول (۲) - مقدار دریافت روزانه فلز کادمیوم، سرب، نیکل و روی در ماهیان مورد مطالعه ساحلی در فصل تابستان در بزرگسالان و کودکان (برحسب mg/kg/day)

گروه جامعه	گونه ماهی	کادمیوم	سرب	نیکل	روی
بزرگسالان	شوریده	۷/۲×۱۰ ^{-۶}	۷/۲×۱۰ ^{-۶}	۱/۸×۱۰ ^{-۴}	۷/۲×۱۰ ^{-۵}
	حلوا سیاه	۱/۲×۱۰ ^{-۵}	۷/۲×۱۰ ^{-۶}	۱/۲×۱۰ ^{-۵}	۸/۷×۱۰ ^{-۵}
	شیر	۴/۸×۱۰ ^{-۶}	۷/۲×۱۰ ^{-۶}	۴/۸×۱۰ ^{-۶}	۴/۸×۱۰ ^{-۶}
	کوتر	۷/۲×۱۰ ^{-۶}	۴/۸×۱۰ ^{-۶}	۱/۳×۱۰ ^{-۳}	۸/۹×۱۰ ^{-۵}
کودکان	شوریده	۵/۱×۱۰ ^{-۵}	۵/۱×۱۰ ^{-۵}	۱/۲۹×۱۰ ^{-۳}	۵/۱۰×۱۰ ^{-۴}
	حلوا سیاه	۸/۵×۱۰ ^{-۵}	۵/۱×۱۰ ^{-۵}	۸/۵×۱۰ ^{-۵}	۶/۱۲×۱۰ ^{-۴}
	شیر	۳/۴×۱۰ ^{-۵}	۵/۱×۱۰ ^{-۵}	۳/۴×۱۰ ^{-۵}	۳/۴×۱۰ ^{-۵}
	کوتر	۵/۱×۱۰ ^{-۵}	۳/۴×۱۰ ^{-۵}	۹/۴۶×۱۰ ^{-۳}	۶/۲۹×۱۰ ^{-۴}

جدول (۳) - مقدار دریافت روزانه فلز کادمیوم، سرب، نیکل و روی در ماهیان مورد مطالعه دریایی در فصل تابستان در بزرگسالان و کودکان (برحسب mg/kg/day)

گروه جامعه	گونه ماهی	کادمیوم	سرب	نیکل	روی
بزرگسالان	شوریده	۴/۸۵×۱۰ ^{-۶}	۷/۲۸×۱۰ ^{-۶}	۳/۸۸×۱۰ ^{-۵}	۶/۸×۱۰ ^{-۵}
	حلوا سیاه	۹/۷۱×۱۰ ^{-۶}	۴/۸۵×۱۰ ^{-۶}	۷/۲۸×۱۰ ^{-۶}	۷/۲×۱۰ ^{-۵}
	شیر	۴/۸۵×۱۰ ^{-۶}	۴/۸۵×۱۰ ^{-۶}	۷/۲۸×۱۰ ^{-۶}	۴/۸۵×۱۰ ^{-۶}
	کوتر	۷/۲۸×۱۰ ^{-۶}	۴/۸۵×۱۰ ^{-۶}	۵/۵×۱۰ ^{-۵}	۱/۳۳×۱۰ ^{-۴}
کودکان	شوریده	۳/۴×۱۰ ^{-۵}	۶/۸×۱۰ ^{-۵}	۲/۲۷×۱۰ ^{-۴}	۴/۷۶×۱۰ ^{-۴}
	حلوا سیاه	۶/۸×۱۰ ^{-۵}	۳/۴×۱۰ ^{-۵}	۵/۱×۱۰ ^{-۵}	۵/۱×۱۰ ^{-۴}
	شیر	۳/۴×۱۰ ^{-۵}	۳/۴×۱۰ ^{-۵}	۵/۱×۱۰ ^{-۵}	۳/۴×۱۰ ^{-۵}
	کوتر	۵/۱×۱۰ ^{-۵}	۳/۴×۱۰ ^{-۵}	۳/۹۱×۱۰ ^{-۴}	۹/۳۵×۱۰ ^{-۴}

جدول (۴) - مقایسه میزان فلزات سنگین با حد مجاز استانداردهای بین‌المللی فلزات سنگین در عضله ماهیان مورد مطالعه (mg/Kg)

استانداردها	سرب	کادمیوم	نیکل	روی
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۰/۵	۰/۲	۰/۵	۱۰۰۰
سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)	۵	۲	۰/۵	-
وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان (MAFF)	۲	۰/۲	-	۵۰
مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)	۱/۵	۰/۰۵	-	۱۵۰
سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)	۰/۵	-	-	۳۰
ماهی شیر	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۹
ماهی شوریده	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۳۵	۰/۲۵
ماهی حلوا سیاه	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۲۷
ماهی کوتر	۰/۰۲	۰/۰۳	۲/۵۲	۰/۳۶

بحث و نتیجه‌گیری

خزر به ترتیب ۰/۳۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Amini Ranjbar and Sotoudehnia, 2005)، عضله کفال خاکستری دریای مدیترانه ۰/۶۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Canli and Alti, 2003)، ۱۵ گونه ماهی در کشور مالزی ۰/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010) و ۵ گونه ماهیان سنگسر (*Pomadasys sp.*)، شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، زمین‌کن (*Platycephalus sp.*) و حلوا سفید (*Pampus argenteus*) خلیج فارس ۰/۰۴۶۹-۰/۰۰۰۴ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (Agah et al., 2009). هم‌چنین بالاترین میزان کادمیوم در ماهیان دریای سیاه به ترتیب ۰/۸۷ میکروگرم بر گرم به دست آمد (Tuzen, 2009).

در این پژوهش میانگین میزان سرب در ماهیان مورد مطالعه در مناطق ساحلی و دریایی اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0/05$) میزان این عنصر در ماهی شیر، شوریده و حلوا سفید نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر

میانگین میزان کادمیوم در ماهیان مورد مطالعه در مناطق ساحلی و دریایی اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0/05$) میزان این عنصر در ماهی کوتر نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر بود. هم‌چنین میزان کادمیوم در ماهی شوریده در نمونه‌های دریایی پایین‌ترین میزان را داشت. میانگین فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس به ترتیب ۰/۲۵۰ و ۰/۲۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (Askary Sary et al., 2012). مطالعه‌ای میزان تجمع کادمیوم را در عضله ماهی کیجار (*Saurida tumbil*) صید شده از سواحل بندر هندیجان غیرقابل تشخیص تعیین نمودند (Farhadi et al., 2013). میزان کادمیوم در عضله ماهیان شورت (*Sillago sihama*) و زمین‌کن (*Platycephalus indicus*) خلیج فارس به ترتیب ۰/۵-۰/۴۳ و ۰/۲۲-۰/۳۹ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (Mohammad Nabzadeh and Pour Khabaz, 2013). میزان کادمیوم در عضله کفال طلایی دریای

(*Scomberomorus commerson*) و شیر (*guttatus*) به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۴۰ و ۰/۵۲ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است (Askary Sary and Velayatzadeh, 2014b). میزان سرب در چهار گونه ماهیان تجاری خلیج فارس ۰/۰۰۰۸-۰/۰۲۱ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (Agah et al., 2009). بالاترین میزان سرب در ماهیان دریای سیاه به ترتیب ۰/۳۵ میکروگرم بر گرم به دست آمد (Tuzen, 2009). این تفاوت در مقادیر فلزات سنگین گونه‌های مختلف به رفتارهای غذایی، سن، اندازه و طول ماهی و محل زندگی بستگی دارد (Al-Yosuf et al., 2000; Mormedo and Davies, 2001; Canli and Alti, 2003; Watanabe et al., 2003).

در این پژوهش میانگین میزان نیکل در ماهیان مورد مطالعه در مناطق ساحلی و دریایی اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0/05$) میزان این عنصر در ماهی کوتر در نمونه‌های ساحلی نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر بود. هم‌چنین میزان نیکل در ماهی شیر در نمونه‌های دریایی و ساحلی پایین‌ترین میزان را داشت. غلظت بالای نیکل اصولاً ناشی از منابع انسانی مانند تردد کشتی‌ها، قایق‌ها، نفت‌کش‌ها و نفت خام است.

از آنجایی که در بندر چابهار، تخلیه و بارگیری توسط کشتی‌ها و نفت‌کش‌ها صورت می‌گیرد، انتظار می‌رود وجود نیکل در این مکان ناشی از نفت خام باشد (El-Safy and Al-Ghannam, 1996; Nwani et al., 2010; Coulibaly et al., 2012). مسیر جذب و مکانیسم انتقال آن‌ها به بدن ماهی به عوامل مختلف وابسته است که شکل شیمیایی فلز (یونی یا نمک‌های آن‌ها) در تعیین این مسیر بسیار مهم است (Jalali

بود. هم‌چنین میزان سرب در ماهی کوتر در نمونه‌های دریایی پایین‌ترین میزان را داشت. یکی از فاکتورهای تأثیرگذار بر میزان تجمع فلزات سنگین در ماهیان فصل و تغییرات فصلی می‌باشد (Hantoush et al., 2012; Derrag et al., 2014). در ماهیان گوشت‌خوار یکی از مهم‌ترین راه‌های ورود عناصر سنگین تغذیه از جانداران رده‌های پایین‌تر در زنجیره غذایی می‌باشد. تغذیه شدید به علت ذخیره چربی و انرژی در بدن معمولاً در فصل تابستان اتفاق می‌افتد از آنجایی که ماهی شیر گونه‌ای گوشت‌خوار است (Sadeghi, 2001; Sattari et al., 2003). تغذیه زیاد باعث ورود فلز سرب به بدن شده و غلظت این عنصر در عضله افزایش می‌یابد (Bellassoued et al., 2013).

میانگین فلز سرب در بافت عضله ماهی شوریده در بندر صیادی آبادان و بندرعباس به ترتیب ۰/۶۳۸ و ۰/۶۶۸ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده است (Askary Sary et al., 2012) در بافت عضله سه گونه ماهی دریایی کپور (*Cyprinus carpio*)، کفال طلایی (*Liza auratus*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii*) نیز ۰/۴۱، ۰/۵۸ و ۰/۴۶ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است (Askary Sary and Velayatzadeh, 2013). میزان تجمع سرب در عضله ماهی کیجار صیدشده از سواحل بندر هندیدجان غیرقابل تشخیص برآورد شد. (Farhadi et al., 2013) میزان سرب در عضله ماهیان شورت و زمین کن خلیج فارس به ترتیب ۰/۵۸-۰/۷۳ و ۰/۶۹-۰/۷۶ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (Mohammad Nabzadeh and Pour, 2013). میانگین میزان سرب در عضله ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*)، قباد (*Scomberomorus*)

(2003) و معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می‌باشد (Al-Yousuf *et al.*, 2000). پایین بودن تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت عضله در نتیجه تطابق فیزیولوژیک ماهی با محیط اطراف هم‌زمان با رشد ماهی است که این امر می‌تواند در حذف یا خنثی‌سازی عناصر سنگین در بافت عضله مؤثر باشد. هم‌چنین نتایج برخی از مطالعات حاکی از آن است که در بافت عضله و کبد ماهیان پروتئین‌های متالوتیونین مسئول حذف و خنثی‌سازی عناصر سنگین و آثار سمی آنها می‌باشند (Heath, 1987) تحقیقات متعدد در زمینه میزان فلز روی در اندام‌های ماهیان تجمع غلظت بالا را در کبد نسبت به عضله تأیید نموده است (Glushankova and Pashkova, 1992; Dixson *et al.*, 1999; Laimanso *et al.*, 1996).

میزان روی در عضله ماهی هامور معمولی خور موسی (بندر ماهشهر) به ترتیب ۲۶/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم (Askary Sary *et al.*, 2009) و در عضله سپر ماهی چهارگوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) آب‌های سواحل استان هرمزگان به ترتیب ۸۷۵/۹۹ و ۲/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش شده است (Shahab Moghadam *et al.*, 2010). در مطالعه‌ای غلظت روی در عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور پرورشی ۰/۳۷ و ۰/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و میزان تجمع روی در عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بالاتر از کپور معمولی گزارش شده است (Askary Sary and Velayatzadeh, 2011). میانگین غلظت فلزات سنگین روی در بافت خوراکی ماهی سفید ۲۹/۹۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه و در

(Jafari and Aghazadeh Meshgi, 2007). علت اختلاف تجمع فلزات سنگین در تحقیقات مختلف با توجه به شرایط اکولوژیک، زیستی و فعالیت‌های متابولیکی متفاوت است و به محل زندگی، سطح غذا، فصل نمونه‌برداری، زمان ماندگاری فلزات سنگین و فعالیت‌های تنظیمی هموستازی بدن ماهی نیز بستگی دارد (Al-Yosuf *et al.*, 2000; Canli and Alti, 2003). هم‌چنین روش سنجش فلزات سنگین و نوع دستگاه‌های جذب اتمی مختلف نیز در نتایج گزارش شده می‌تواند تأثیرگذار باشد (Askary Sary and Velayatzadeh, 2014a). میانگین غلظت نیکل در بافت خوراکی ماهی سرخو و شوریده به ترتیب ۰/۳۲۲ و ۰/۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک (Shahriary, 2005)، در عضله و کبد ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) ۰/۹۴ و ۱/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک (Gorji Pour *et al.*, 2009)، در عضله کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) ۱۴/۴۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک (Parvaneh *et al.*, 2011)، ماهی سرخو و شوریده به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم (Pourmoghadas and Shahriary, 2010) گزارش شده است.

در این پژوهش میانگین میزان روی در ماهیان مورد مطالعه در مناطق ساحلی و دریایی اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0/05$) میزان این عنصر در ماهی کوتر در نمونه‌های ساحلی نسبت به گونه‌های دیگر بالاتر بود. هم‌چنین میزان روی در ماهی شیر در نمونه‌های دریایی و ساحلی پایین‌ترین میزان را داشت. به‌طور کلی آبشش‌ها، کلیه و کبد عمده‌ترین راه‌های جذب فلزات به بدن ماهیان می‌باشند (Newman and Unger, 2007).

به جیوه بالاتر بود. هم‌چنین در بین ۲۱ گونه، ماهی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) خلیج فارس بالاترین میزان جیوه (۵/۶۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) را داشت که محدودیت شدید مصرف را برای کودکان، زنان باردار و گروه‌های حساس ایجاد کرده است (Esmaili Sari et al., 2011). میانگین غلظت کادمیوم در عضله ماهی شیربت (*Barbus grypus*) ۰/۸۵ میکروگرم بر گرم تر (۲/۹۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک) بود که این میزان پایین‌تر از حد استاندارد تعیین‌شده توسط سازمان‌های معتبر جهانی مانند WHO و FAO می‌باشد. شاخص خطر کمتر از ۱ (۰/۳۶) بود که بر این اساس مصرف ماهی شیربت این منطقه خطر حادی برای مصرف‌کنندگان از نظر میزان کادمیوم در پی نخواهد داشت و برای حفظ سلامتی، میزان مجاز مصرف آن ۸۲ گرم در روز توصیه می‌شود (Cheraghi et al., 2012). هم‌چنین غلظت فلزات به‌دست آمده در مقایسه با استانداردهای جهانی در دو گونه اردک‌ماهی (*Cyprinus carpio*) و کپور معمولی (*Esox lucius*) مقدار سرب به‌ترتیب ۰/۵۱، ۰/۳۱ میکروگرم بر گرم از استاندارد سازمان بهداشت جهانی بیشتر به‌دست آمد و این در حالی است که محتوای دو عنصر کادمیوم و کروم در بافت عضله مقادیری پایین‌تر از حد استاندارد را نشان داد، هم‌چنین بر طبق نتایج گزارش‌شده بیشترین میانگین مقدار مصرف روزانه به عنصر سرب اختصاص داشت که در گونه اردک‌ماهی تالاب انزلی مشاهده گردید (Panahandeh et al., 2013). میانگین غلظت جیوه در عضله ماهی بیاح (*Liza abu*) ۰/۲۶ میکروگرم بر گرم تر (۰/۷۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک) بود که این میزان پایین‌تر از حد استاندارد

ماهی کپور معمولی به‌ترتیب ۳۰/۲۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک ماهی گزارش شده است (Elsagh, 2012). مقدار جذب روزانه فاکتوری است که برای بررسی میزان جذب فلزات و دیگر آلاینده‌ها با توجه به وزن بدن به‌کار برده می‌شود (Phuc com Tu et al., 2008; Storelli, 2008). با در نظر گرفتن سرانه مصرف ماهی در ایران به مقدار ۶/۵۰ کیلوگرم در سال و متوسط وزن بزرگسالان و کودکان به‌ترتیب ۷۰ و ۱۰ کیلوگرم (Iranian Fisheries Organization, 2013). نتایج این پژوهش نشان داد که بالاترین میزان فلزات دریافت روزانه در نمونه‌های منطقه ساحلی در مورد فلزات کادمیوم، نیکل و روی در ماهی کوتر در کودکان محاسبه شد. کم‌ترین میزان فلزات کادمیوم و نیکل نیز در ماهی شیر و عنصر روی در ماهی شوریده در بزرگسالان مشاهده شد. در مورد فلز سرب نیز کم‌ترین میزان دریافت روزانه در ماهی کوتر در بزرگسالان بود. در نمونه‌های دریایی بالاترین میزان دریافت روزانه در مورد نیکل و روی مربوط به ماهی کوتر، کادمیوم در ماهی کوتر و حلوا و سرب ماهی شیر و حلوا در کودکان محاسبه شد. هم‌چنین پایین‌ترین میزان دریافت روزانه در نمونه‌های دریایی در فلزات کادمیوم، نیکل و روی به‌ترتیب در شوریده، شیر و حلوا و در مورد سرب در ماهیان شوریده و کوتر به‌دست آمد.

در بررسی فلزات سنگین منگنز، کادمیوم، مس، آهن و روی در دو گونه ماهی حلوا سفید و شوریده سواحل بندرعباس شاخص خطر کمتر از ۱ گزارش شده است (Mortazavi et al., 2013). هم‌چنین میزان جیوه در ۲۱ گونه ماهی خلیج فارس، دریای خزر و تالاب انزلی تعیین شد که آلودگی ماهیان تالاب انزلی

و USFDA است. بنابراین مصرف ماهی شوریده صیدشده از منطقه مورد مطالعه ممکن است خطراتی برای سلامتی مصرف‌کنندگان آسیب‌پذیرتر مانند زنان باردار، سالخوردگان و کودکان به‌همراه داشته باشد (Mardoukhi *et al.*, 2013). بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر تغییری که در میزان تجمع فلز در بافت‌های ماهی اتفاق می‌افتد می‌تواند از عوامل مختلفی مثل ویژگی خود فلز، بافت اندام هدف، جنسیت، وزن و سن ماهی، عادات غذایی، مدت‌زمان در معرض فلز بودن، خصوصیات بوم‌شناختی و شرایط محیطی و همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط‌زیست تأثیرپذیر باشد (Esmaili Sari, 2002; Askary Sary and Velayatzadeh, 2014a).

به‌طورکلی در این پژوهش میزان تجمع فلزات سنگین در عضله ماهیان ساحلی بیشتر از نمونه‌های دریایی بوده که در ماهی کوتر بالاترین غلظت عناصر و پس از آن در ماهی حلوا سیاه، شوریده و شیر به‌ترتیب غلظت‌های پایین‌تر مشاهده شد. لذا ماهی شیر سالم‌ترین گونه و ماهی کوتر از نظر نیکل آلوده محسوب می‌شوند، اما از نظر مقدار مصرفی برای انسان خطر بهداشتی را به‌دنبال ندارند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جداول (۲) و (۳) و مقایسه آن‌ها با جدول (۵) ملاحظه گردید، میزان فلزات سنگین موجود در عضله ماهیان مورد مطالعه هیچ‌گونه خطری برای مصرف انسان در بر ندارد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

تعیین‌شده توسط سازمان‌های معتبر جهانی مانند FAO، WHO، EPA و USFDA می‌باشد. شاخص خطر بیشتر از ۱ (۱/۱) بود که بر این اساس مصرف ماهی بی‌اح این منطقه خطراتی برای مصرف‌کنندگان از نظر میزان جیوه در پی خواهد داشت و برای حفظ سلامتی، میزان مجاز مصرف آن ۲۷ گرم در روز و یک وعده در هفته توصیه می‌شود (Cheraghi *et al.*, 2013).

میانگین غلظت جیوه در عضله میگوی پارسفید (*Lithopenaeus vannamei*)، میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*)، ماهی حلوا سیاه (*Parastromateus niger*) و خرچنگ دراز (*leptodactylus*) به‌ترتیب ۰/۳۲۳، ۰/۳۴۶، ۰/۳۳۱ و ۰/۱۱۳ میکروگرم بر گرم محاسبه شد که در حدود مقادیر استاندارد‌های اعلام‌شده توسط سازمان‌های جهانی نظیر FAO، WHO، EPA و USFDA بود. شاخص خطر برای همه گونه‌ها کم‌تر از یک به‌دست آمد، بنابراین این مصرف این غذاهای دریایی خطر جدی برای سلامت مصرف‌کنندگان از نظر میزان جیوه محسوب نمی‌شود (Ahmadi Kordestani, *et al.*, 2013). میانگین غلظت جیوه در عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) بندر ماهشهر ۰/۳۵۴ میکروگرم بر گرم است که این میزان کم‌تر از حد استاندارد اعلام شده از سوی WHO و USFDA، اما بیشتر از حد استاندارد اعلام شده از سوی MAFF و USEPA است.

شاخص خطر بیشتر از ۱ محاسبه گردید. هم‌چنین محاسبات نشان داد که جذب روزانه و هفتگی جیوه با توجه به میزان سرانه مصرف هر ایرانی کمتر از مقادیر راهنمای ارائه شده (PTDI و PTWI) از سوی WHO

منابع

- Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S. M. R. and Baeyens, W. (2009). Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 157: 499-514.
- Ahmad, A.K. and Shuhaimi-Othman, M. (2010). Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*, 10 (2): 93-100.
- Ahmadi Kordestani, Z., Hamidian, A., Hosseini, S.V. and Ashrafi, S. (2013). Risk assessment of mercury due to consumption of edible aquatic species. *Journal of Marine Biology*, 5 (17): 63-70. [in Persian]
- 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. *Journal of Sciences Total Environment*, 256: 87-94.
- Amini Ranjbar, Gh. and Sotoudehnia, F. (2005). Investigation of heavy metals accumulation in muscle tissue of *Mugil auratus* relation to standard length, weight, age and sex. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 14 (3): 1-18. [in Persian]
- AOAC. (1995). Official methods of analysis, Association of official analytical chemists, INC., Arlington, Virginia, USA.
- Asha, P.S., Krishnakumar, P.K., Kaladharan, P., Prema, D., Diwakar, K. and Valsalaand, K.K.G. (2010). Heavy metal concentration in sea water, sediment and bivalves off Tuticorin. *Journal of Marine Biology Association India*, 52(1): 48-54.
- Askary Sary, A., Farhangnia, M. and Baztorabi, M. (2009). The measurement and comparison of heavy metals (Lead, Zinc and Copper) in the tissues muscle and liver in orange spotted grouper (*Epinephelus coiodes*). *Journal of Wetland Eco biology*, 1 (2): 101-106. [in Persian]
- Askary Sary, A. and Velayatzadeh, M. (2011). A survey concentration of Lead and Zinc in *Cyprinus carpio* and *Oncorhynchus mykiss*. *Iranian Veterinary Journal*, 7 (1): 30-35. [in Persian]
- Askary Sary, A., Javahery Baboli, M., Mahjob, S. and Velayatzadeh, M. (2012). The comparison of heavy metals (Hg, Cd, Pb) in the muscle of *Otolithes ruber* in Abadan and Bandar Abbas Ports, the Persian Gulf. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 21 (3): 99-106. [in Persian]
- AskarySary, A. and Velayatzadeh, M. (2013). Bioaccumulation Lead and Zinc metals in the liver and muscle of *Cyprinus carpio*, *Rutilus frisii kuttom* and *Liza auratus*. *Journal of Food Hygiene*, 3 (1): 89-107. [in Persian]
- Askary Sary, A. and Velayatzadeh, M. (2014) a. Heavy metals in aquatics. Islamic Azad University Ahvaz Publication, 1st Edition, pp. 380. [In Persian]
- Askary Sary, A. and Velayatzadeh, M. (2014) b. Determination of lead and zinc in king mackerel (*Scomberomorus guttatus*), Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) and Tiger-toothed Croaker (*Otolithes ruber*) from Persian Gulf, Iran in 2001 and 2011. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5(1): 322-329.
- Bellassoued, K., Hamza, A., Pelt, J. and Elfeki, A. (2013). Seasonal variation of *Sarpa salpa* fish toxicity, as related to phytoplankton consumption, accumulation of heavy metals, lipids peroxidation level in fish tissues and toxicity upon mice. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 185: 1137-1150.
- Canli, M. and Atli, G. (2003). The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Journal of Environmental Pollution*, 121: 129-136.
- Cheraghi, M., Pourkhabbaz, H. and Noriaei, M.H. (2012). Risk assessment of cadmium in *Barbus grypus* from Arvand River. *Journal of Wetland Eco biology*, 4 (13): 75-82. [in Persian]

- Cheraghi, M., Spergham, A. and Javanmardi, S. 2013. Determination of Mercury Concentration in Liza abu from Karoon River. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 23 (103): 105-113. [in Persian]
- Chien, L.C., Hung, T.C., Choang, K.Y., Yeh, C.Y., Meng, P.J., Shieh M.J., et al. (2002). Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and As for fishermen in Taiwan. Journal of Science Total Environment, 285 (1-3): 177-185.
- Coulibaly, S., Celestin Atse, B., Mathias Koffi, K., Sylla, S., Justin Konan, K. and Joel Kouassi, N. (2012). Seasonal Accumulations of Some Heavy Metal in Water, Sediment and Tissues of Black-Chinned Tilapia Sarotherodon melanotheron from Bietri Bay in Ebrie Lagoon, Ivory Coast. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 88: 571-576.
- Derrag, Z., Dali, Y. and Mesli, L. (2014). Seasonal Variations Of Heavy Metals In Common Carp (*Cyprinus Carpio* L., 1758) Collected From Sikkak Dam Of Tlemcen (Algeria). Journal of Engineering Research and Applications, 4 (1): 1-8.
- Dixon, H., Gil, A., Gubala, C., Lasorsa, B., Crecelius, E. and Curtis L.R. (1996). Heavy metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Arctic Lakes. Journal of Environmental Toxicology and Chemistry, 16 (4): 733 P.
- El-Safy, M.K. and Al-Ghannam, M.L. (1996). Studies on some heavy metal pollutants in fish of El-Manzala Lake. In: Proceedings of the Conference on Food Borne Contamination and Egyptians Health, Mansoura. November, 26-27: 151-180.
- Elsagh, A. (2012). Determination of Zinc, Copper, Cobalt and manganese intensity in *Rutilus frisii kutum* and *Cyprinus carpio* fishes of Caspian Sea. Journal of Gorgan University of Medical Sciences, 13 (4): 107-113. [in Persian]
- Esmaili Sari, A. (2002). Pollution, Health and Environmental Standards. Naghshmehr Publisher. Tehran, pp. 767. [In Persian]
- Esmaili-Sari, A., Abdollahzadeh, E., Joorabian Shoostari, S. and Ghasempouri, S.M. (2011). Fish consumption limit for mercury compounds. Journal of Fasa University of Medical Sciences, 1 (2): 24-31. [in Persian]
- Farhadi, A., Yavari, V. and Salari Aliabadi, M.A. (2013). Concentration of Heavy Metals in Tissues of Greater Lizardfish (*Saurida tumbil*) from Hendijan Port- Persian Gulf. Journal of Fisheries Science and Technology, 2 (1): 71-80. [in Persian]
- Glushankova, M.A. and Pashkova, I.M. (1992). Heavy metal in the tissue of fish from the Pskovsko chudskoe and Vyrtys yoru lakes. Journal of Tsitologiya, 34 (3): 46-50.
- Gorji Pour, E., Sadogh Nayeri, A., Hosseini, A.R. and Bitra, S. (2009). The survey some of heavy metals accumulation in tissues of muscle, liver and gill of grouper. Iranian Science Fisheries Journal, 19 (2): 85-94. [in Persian]
- Hantoush, A.A., Al-Najare, G.A., Amteghy, A.H., Al-Saad, H.T. and Abd Ali, K. (2012). Seasonal variations of some trace elements concentrations in Silver Carp *Hypophthalmichthys molitrix* Consolidated from farms in central Iraq. Marsh Bulletin, 7 (2): 126-136.
- Heath, A.G. (1987). Water pollution and fish physiology. (2nd Ed.). CRC. Press. Boston, USA. 245 P.
- Humtsoe, N., Davoodi, R., Kulkarni, B.G. and Chavan, B. (2007). Effect of arsenic on the enzymes of the robu carp, *Labio rohita*, Raffles. Bulletin of Zoology, 14: 17-19.
- Iranian Fisheries Organization. (2013). Department of Statistics and Studies development Fisheries. Programmery office. Iranian Fisheries Organization yearly (2001-2011). Tehran. Iran 64 P. [in Persian]
- Jalali Jafari, B. and Aghazadeh Meshgi, M. (2007). Fish intoxication by heavy metals its significance on public health. Man Ketab Press, ed1, Tehran, Iran 134p. [in Persian]

- Laimanso, R.Y., Cheung, R.Y. and Chan, K.W. (1999). Metal concentrations in the tissues of Rabbittfish (*Siganus oramin*) collected from Tolo Harbour and Victoria Harbour in Hong Kong. *Journal of Marine Pollution Bulletin*, 39: 234.
- Mardoukhi, S., Hosseini, S.V. and Hosseini, S.M. (2013). Risk to consumers from mercury in croaker (*Otolithes ruber*), from the Mahshahr port. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 2 (3): 43-55. [in Persian]
- Mohammad Nabzadeh, S. and Pour Khabaz, A. (2013). Biomonitoring of heavy metals of fish tissues in Khamir and Laft ports of Hormozgan Province. *Iranian Veterinary Journal*, 9 (1): 64-75. [in Persian]
- Mormedoe, S. and Davies, I.M. (2001). Heavy metal concentration in commercial deep-sea fish from the Rock all Trough. *Continental Shelf Research*, 21: 899-916.
- Mortazavi, M., Sharifian, S. and Aghajari, N. (2013). Risk estimation of heavy metals from consumption of silver pomfret and tiger tooth croaker in Hormozagan Province. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 22 (2): 127-136. [in Persian]
- Newman, M.C. and Unger, M.A. (2003). *Fundamentals of eco toxicology*. CRC Press, 458 P.
- Nwani, C.D., Nwachi, D.A., Okogwu, O.I., Ude, E.F. and Odoh, G.E. (2010). Heavy metals in fish species from lotic freshwater ecosystem at Afikpo, Nigeria. *Journal of Environmental Biology*, 31 (5): 595-601.
- Panahandeh, M., Mansori, N., Khorasani, N., Karbasi, A. and Riyazi, B. (2013). Estimate of Exposure and Potential Hazard to Consumption of, *Esox lucius*, *Cyprinus carpio*, *Chaleaiburnus chaleoide* containing Lead, Cadmium and Chromium in the Indian bordering of Anzali Lagoon. *Journal of Wetland Eco biology*, 5 (16): 83-90. [in Persian]
- Parvaneh, M., Kheiror, N., Nikpour, Y. and Nabavi, S.M.B. (2011). Heavy metal concentrations in Flat fish and sediments in Mousa estuary from Khuzestan province. *Iranian Science Fisheries Journal*, 20 (2): 153-158. [in Persian]
- Pourmoghadas, H. and Shahriary, A. (2010). Concentrations of cadmium, chromium, lead, nickel and mercury in fish species consumed in Isfahan. *Journal of Health Systems Research*, 6 (1): 30-36. [in Persian]
- Phuc Cam Tu, N., Ha, N.N., Ikemoto, T., Tanabe, B.C.S.T. and Takeuchi, I. (2008). Regional variations in trace element concentrations in tissues of black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Decapoda: Penaeidae) from South Vietnam. *Marine Pollution Bulletin*, 57: 858-866.
- Rouessac, F. and Rouessac, A. (2007). *Chemical Analysis Modern Instrumentation Methods and Techniques*. 2nd Edition, England, John Wiley & Sons Ltd.
- Sadeghi, S.N. (2001). *Fisheries south of Iran (Persian Gulf and Oman Sea)*. Naghsh-e-Mehr Press. 1 edition. Tehran. 438 P. [in Persian]
- Sattari, M., Shahsavani, D. and Shafiei, SH. 2003. *Ichthyology 2 (Systematic)*. Haghshenas Publication, ed1, Tehran, 502 P. [in Persian]
- Sekhar, K.C., Chary, N.S., Kamala, C.T., Raj, D.S.S. and Rao, A.S. (2003). Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound Heavy Metals in Kolleru Lake by edible fish. *Journal of Environment International*, 29: 1001-1008.
- Shahab Moghadam, F., Esmaili Sari, A., Vali Nasab, T. and Karim Abadi, M. (2010). Comparison of heavy metals accumulation in muscle of *Himantura gerrardi* and *Selar crumenophthalmus* from Persian Gulf. *Iranian Science Fisheries Journal*, 19 (2): 85-94. [in Persian]
- Shahriary, A. (2005). Measurement concentration heavy metals Cadmium, Lead, Chromium and Nickel in the edible tissue of *Otolithes ruber* and *Lutjanus johni* in Persian Gulf, 2003. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*, 2(7): 65-67. [in Persian]
- Storelli, M. (2008). Potential human health risks from metals (Hg, Cd, and Pb) and polychlorinated biphenyls (PCBs) via seafood consumption: Estimation of target hazard quotients (THQs) and toxic equivalents (TEQs). *Food and Chemical Toxicology*, 46: 2782-2788.

-
- Turkmen, M., Ciminli, C. (2007). Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. *Food Chemistry*, 103: 670–675.
 - Tuzen, M. (2009). Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. *Journal of Food and chemical Toxicology*, 47 (9): 2302-2307.
 - Watanabe, K.H., Desimone, F.W, Thiyagarajah, A., Hartley, W.R. and Hindrichs, A.E. (2003). Fish tissue quality in the lower Mississippi River and health risks from fish consumption. *Journal of Science Total Environment*, 302 (1–3): 109-126

Comparison of heavy metals concentration (Nickel, Lead, Cadmium and Zinc) in muscle of *Otolithes ruber*, *Parastromateus niger*, *Scomberomorus commerson* and *Sphyraena jello* from Chabahar area

Shahri, E^{1*}, Khorasani, N.², Noori, Gh.³, Kord Mostafapour, F.⁴, Velayatzadeh, M.⁵

1. M.Sc Graduate in Environmental Pollution, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Professor of Department of Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor of Department of Geography and Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
4. Faculty Member of the Center for Health Promotion Research, University of Medical Sciences, Zahedan, Iran
5. Young Researchers and Elite Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

*Corresponding author's email: e_shahri59@yahoo.com

(Received: 2015/8/4 Accepted: 2017/5/22)

Abstract

Heavy metals are among the pollutants which create major problems both for aquatics and humans. During 2013, the concentration of Nickle, Cadmium, Lead and Zinc was assessed in the muscle of *Otolithes ruber*, *Parastromateus niger*, *Scomberomorus commerson* and *Sphyraena jello*. Ninety six samples were obtained from the coastal and sea regions of Chabahar. Metals were extracted from the tissues using wet digestion method and concentration of the heavy metals was measured by atomic absorption spectrophotometer. Concentration of Cd in *Parastromateus niger* was higher (0.0450 mg/Kg) than other species. Meanwhile, the lowest concentration of these elements was found in *Otolithes ruber* and *Scomberomorus commerson* (0.0150 mg/Kg). Concentration of Pb in *Sphyraena jello* (0.0125 mg/Kg) was lower than other species. Concentration of Ni in *Sphyraena jello* (4.1800 mg/Kg) was higher than other species. Moreover, the lowest concentration (0.0150 mg/Kg) of Ni was estimated in *Scomberomorus commerson*. Concentration of Zn in *Sphyraena jello* (0.5450 mg/Kg) was higher than other species. The lowest Concentration of heavy metals was determined in *Scomberomorus commerson* (0.0150 mg/Kg). Concentration of Cd, Pb and Zn was lower than the limit approved by FAO, WHO, UKMAFF, NHMRC and FDA. However, the concentration of Ni was higher than international standards. It was concluded that the amount of heavy metals in muscle tissue of the tested fishes were low enough to pose a hazard to the consumers.

Conflict of Interest: None declared.

Key words: Heavy metals, risk assessment, fish, muscle, Chabahar