

ارزیابی خطر فلز جیوه ناشی از مصرف ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*)

آزیتا کوشافر^۱، محمد ولایت‌زاده^{۲*}

۱. استادیار گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

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

*نویسنده مسئول مکاتبات: mv.5908@gmail.com

(دریافت مقاله: ۹۴/۲/۲۲ پذیرش نهایی: ۹۵/۶/۲۳)

چکیده

در پژوهش حاضر با اندازه‌گیری غلظت جیوه کل با روش اسپکتروفتومتر جذب اتمی در نمونه‌های عضله ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) رودخانه بهمن شیر خطر ناشی از مصرف این ماهی برای انسان ارزیابی شد. بدین منظور ۳۰ عدد ماهی از بندر چوئنده به صورت تصادفی تهیه شد. میانگین میزان جیوه در عضله ماهی شانک در منطقه مورد مطالعه $0/24 \pm 0/08$ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر بود. نتایج نشان می‌دهد که میانگین میزان جیوه در عضله ماهی شانک از حد آستانه استانداردهای جهانی پایین‌تر است. با توجه به میزان مصرف سرانه ماهی در ایران، میزان جیوه‌ای که از طریق مصرف ماهی شانک زرد باله جذب بدن انسان می‌شود، حدود $0/000085$ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز و $0/000595$ میلی‌گرم در کیلوگرم در هفته برای یک فرد بالغ با وزن ۷۰ کیلوگرم است. همچنین میزان شاخص خطر ماهی شانک زرد باله $0/85$ می‌باشد که کمتر از ۱ است. حداکثر مصرف روزانه ماهی شانک زرد باله با میانگین غلظت $0/24$ میلی‌گرم جیوه در کیلوگرم وزن تر برای مصرف‌کننده با میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم، ۲۹ گرم در روز و ۲۰۳ گرم در هفته می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی خطر، جیوه، ماهی شانک زرد باله، عضله

مقدمه

در میان فلزات سنگین جیوه به عنوان یک آلاینده جهانی مطرح شده است و از دیگر فلزات سمی تر می باشد، به همین دلیل احتمالاً بیشتر مطالعات آلودگی در مورد فلزات سنگین در جهان بر روی جیوه انجام شده است. جیوه عنصری است که در درجه حرارت معمولی به صورت مایع نقره‌ای رنگ، روان، فرار و ناپایدار که به صورت گاز، مایع و جامد دیده می شود و به دلیل سمیت بالا و تجمع در موجودات آبی، از خطرناک ترین آلاینده های زیست محیطی می باشد. آلودگی جیوه در اکوسیستم های آبی روبه گسترش است و پیش بینی می شود که این افزایش باز هم ادامه یابد. فلز مسمومیت با جیوه در ماهیان موجب صدمه به کبد و کلیه می شود. هم چنین موجب نکروز سلول های پوششی، افزایش تعداد آن ها و ممانعت از فعالیت آنزیم آدنوزین تری فسفاتاز سدیم و پتاسیم، کاهش قابلیت تغییر شکل غشاهای گویچه های سرخ و تخریب زودرس این سلول ها و بالاخره تغییر فشار اسمزی می شود. جیوه اثر سوء بر تولید مثل ماهی و تولید تخم نیز دارد. به علاوه سبب کاهش قدرت حیاتی اسپرماتوزوئید، کاهش قدرت بقا در تخم های لقاح یافته و بچه ماهیان نارس و نیز افزایش زمان تفریح می شود (Esmaili Sary et al., 2007; Bellassoued et al., 2013). مصرف ماهی عامل اصلی جذب جیوه توسط انسان از غذا است. در صورتی که ماهیان دارای مقادیر بیش از حد مجاز جیوه، به مقدار زیاد توسط انسان مصرف شوند سبب بروز بیماری خطرناکی با عوارض سیستم عصبی مرکزی در انسان می شوند که به نام بیماری میناماتا خوانده می شود

جیوه به طور عمده به صورت عنصری، نمک یک ظرفیتی، دو ظرفیتی و هم چنین ترکیبات آلی به ویژه متیل جیوه یافت می شوند (Askary Sary et al., 2010; Askary Sary and Velayatzadeh, 2014). جیوه به طور طبیعی از طریق سنگ و خاک وارد آب های سطحی می گردد. فرآیند تصفیه فاضلاب نیز ممکن است جیوه را در آب منتشر نماید. آتشفشان ها نیز سهم قابل توجهی در انتشار جیوه در محیط زیست دارند. سوخت زغال سنگ، نفت و گاز از دیگر منابع انتشار جیوه هستند. هم چنین از طریق فرسایش تدریجی قاره ها وارد محیط های آبی می شود و با فعالیت کارخانه های صنعتی افزایش می یابد (Merian, 1991; Bahnasawy et al., 2011).

(Askary Sary et al., 2010; Askary Sary and Velayatzadeh, 2014).

در مطالعه میزان جیوه را در بافت عضله دو گونه ماهی گل خورک (*Periophthalmus waltoni*) و ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) صید شده از مناطق صیادی بندر امام خمینی و بندرعباس مطالعه نمودند (Askary Sary et al., 2010). از ماهی گل خورک و کفشک زبان گاوی به عنوان شاخص زیستی برای نشان دادن تأثیر جیوه سواحل بندر امام خمینی بر آبزیان این منطقه و مقایسه آن با سواحل بندرعباس استفاده شد. در بررسی دیگری میزان جیوه را در عضله و کبد دو گونه کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) در دو منطقه صیادی بندرعباس و بندرلنگه تعیین نمود که غلظت جیوه در عضله هر دو گونه مذکور در دو منطقه صیادی بالاتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم) بود که نشان از آلودگی مناطق

هدف این تحقیق اندازه‌گیری غلظت جیوه عضله ماهی شانک زرد باله و مقایسه آن با حد آستانه برخی از استانداردهای جهانی و برآورد خطر ناشی از مصرف ماهیان آلوده بود.

مواد و روش‌ها

- نمونه‌برداری

در این تحقیق در تابستان سال ۱۳۹۳، ۳۰ نمونه ماهی شانک زرد باله به صورت کاملاً تصادفی از بندر چوئنده به وسیله تورهای گوشگیر رودخانه‌ای و توسط صیادان بومی منطقه صید شد. بندر چوئنده (طول و عرض جغرافیایی $48^{\circ}38'10''E$ و $30^{\circ}45'59''N$) در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان آبادان در حاشیه شمال رودخانه بهمنشیر قرار دارد.

- آماده‌سازی نمونه‌ها

ماهیان به وسیله جعبه‌های یونولیتی حاوی پودر یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در آزمایشگاه بافت عضله نمونه‌ها جدا گردید (ROPME, 1999). نمونه‌های به دست آمده دت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آن با دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا به وزن ثابت رسیدند و سپس از داخل آن خارج شدند. برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شد که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و از سنگ جوش برای یکنواختی جوشیدن استفاده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط

مورد مطالعه در خلیج فارس داشت (Khoshnod et al., 2010). در برخی مطالعات میزان شاخص خطر فلز جیوه در مصرف ماهیان نظیر ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) و ماهی بیاح (*Liza abu*) بیشتر از ۱ گزارش شده است (Cheraghi et al., 2013; Mardokhi et al., 2013)، اما در مورد ماهی حلوا سیاه (*Parastromateus niger*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) شاخص خطر کمتر از ۱ تعیین گردیده است (Hosseini et al., 2011; Ahmadi Kordestani et al., 2013). در بررسی میزان جیوه بر روی ۲۱ گونه ماهی خلیج فارس، دریای خزر و تالاب انزلی مشخص شد که آلودگی ماهیان تالاب انزلی 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 مصرف را برای کودکان، زنان باردار و گروه‌های حساس ایجاد کرده است (Esmaeili Sary et al., 2011).

تفاوت در محتوای جیوه کل بین گونه‌های مختلف را می‌توان به سه عامل تفاوت‌های فیزیولوژیکی، مهاجرت و تفاوت در نوع و مقدار غذای مورد مصرف توسط جمعیت‌های یک گونه نسبت داد. تجمع جیوه در اندام‌های ماهیان نظیر عضله، آبشش، کلیه، استخوان‌ها، پوست، کبد و اندام‌های تناسلی به شکل شیمیایی جیوه در آب، رسوبات بستر و غذای ماهی، خصوصیات ساختاری و عملکردی ماهی، رژیم غذایی ماهی، خصوصیات فیزیوشیمیایی زیستگاه، طول و وزن بدن ماهی، دما و کیفیت آب بستگی دارد (Dogan-Saglamtimur and Kumbur, 2010; Coulibaly et al., 2012).

پیک نمونه‌ها بر اساس حجم استاندارد اضافه شده رسم گردید. در نهایت با استفاده از روابط موجود می‌توان غلظت نمونه را محاسبه کرد. استفاده از این روش سبب حفظ بافت و ماتریس نمونه‌ها گردید که در نتیجه با این روش احتمال مزاحمت بافت (Matrix Interference) نمونه از بین برده شد (Rouessac and Rouessac, 2007). پس از تنظیم سیستم EDL (منبع تولید اشعه کاتدی) دستگاه و بهینه کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون جیوه به کمک استانداردهای این عنصر و ماتریکس مدیفایر پالادیم توسط نرم‌افزار WinLab32 رسم و مقدار جیوه در محلول‌های آماده‌شده اندازه‌گیری گردید (Ahmad and Shuhaimi, 2010; Olowu et al., 2010).

- محاسبه شاخص خطر

برای محاسبه شاخص خطر (Hazard quotient) ابتدا باید جذب روزانه فلز (Daily intake) را از طریق معادله (۱) محاسبه نمود (Kojadinovic et al., 2006; Zhanga et al., 2012).

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

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

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

IR (Ingestion rate): میزان مصرف ماهی (۲۵ گرم در روز) در منطقه مورد مطالعه (Iranian Fisheries Organization; 2014)

BW (Body weight): وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ) (Hosseini et al., 2011)

مرجع آن است که اگر کمتر از ۱ باشد، بیانگر آن است که مصرف ماهی اثر مضر بر سلامتی انسان ندارد (Ikemoto et al., 2008).

حرارت داده شد تا بخارات سفید رنگ اسید به‌طور کامل محو شد، مخلوط سرد شده و در حالی که بالن چرخانده می‌شد ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن حدود ۱۰۰ دقیقه محلول کاملاً شفاف به‌دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتر انتقال داده شد و به حجم رسانده شد (Eboh et al., 2006; Kalay et al., 2003).

- سنجش جیوه

سنجش جیوه به روش جذب اتمی و سیستم هیبرید با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد. حد تشخیص جیوه توسط این دستگاه جذب اتمی در حد ppb بود که دارای دقت حدود ۱۰۰۰ برابر سیستم شعله و کوره می‌باشد. صحت داده‌های به‌دست آمده با استفاده از روش Standard Addition بررسی گردید. در این روش ابتدا ماده مجهول آنالیز شد، سپس به چند ظرف که حاوی مقدار یکسانی از نمونه است، حجم‌های مشخصی از استاندارد اضافه شده و کروماتوگرام مربوط به هر مرحله را آنالیز و در نهایت ارتفاع یا سطح زیر

معادله (۱):

پس از محاسبه جذب روزانه فلزات از طریق معادله (۲) شاخص خطر محاسبه گردید (Castilhos et al., 2006; Goldblum et al., 2006). شاخص خطر عبارت است از نسبت بین تماس یک آلاینده به دوز

$$HQ = DI / RfD$$

معادله (۲):

HQ: نسبت خطر

RfD (Reference dose): دوز مرجع جیوه (۰/۰۰۰۱ میلی گرم در کیلوگرم در روز) (Esmaili Sary, 2002). مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی با توجه به میزان جیوه اندازه گیری شده در بخش خوراکی آن یعنی عضله از طریق معادله (۳) محاسبه گردید (Esmaili-Sari, 2011; USEPA, 2000):

$$CR_{lim} = (RfD \times BW) / C_m$$

معادله (۳):

CR_{lim} : حداکثر میزان مجاز مصرف در روز (کیلوگرم یا گرم در روز)
 RfD: دوز مرجع یا مجموع جذب مجاز روزانه آلاینده (۰/۰۰۰۱ میلی گرم در کیلوگرم در روز)
 BW: وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ) (Hosseini et al., 2011)
 C_m : میانگین میزان جیوه در ماهی (میکروگرم در گرم)

- روش آزمون آماری

شانک زرد باله از حد آستانه استانداردهای جهانی پایین تر بود.

باتوجه به میزان مصرف سرانه ماهی در ایران (میزان مصرف ماهی در منطقه مورد مطالعه ۲۵ گرم در روز) (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۳)، میزان جیوه ای که از طریق مصرف ماهی شانک زرد باله جذب بدن انسان می شود، حدود ۰/۰۰۰۰۸۵ میلی گرم در کیلوگرم در روز و ۰/۰۰۰۵۹۵ میلی گرم در کیلوگرم در هفته برای یک فرد بالغ با وزن ۷۰ کیلوگرم است. میزان شاخص خطر ماهی شانک زرد باله ۰/۸۵ می باشد که کمتر از یک است. باتوجه به معادله (۳)، تعیین حداکثر مصرف روزانه ماهی و با در نظر گرفتن میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم برای مصرف کننده، مقدار مجاز مصرف ماهی شانک زرد باله با میانگین غلظت ۰/۲۴ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر، ۲۹ گرم در روز و ۲۰۳ گرم در هفته بود.

نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم افزار آماری SPSS18 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ابتدا نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف بررسی شد. سپس میانگین داده ها با استفاده از آزمون t با یک نمونه با حد آستانه استانداردهای جهانی در سطح اطمینان ۹۵ مقایسه شد. همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

یافته ها

میانگین و انحراف معیار میزان جیوه در عضله ماهی شانک در منطقه مورد مطالعه 0.24 ± 0.08 میلی گرم در کیلوگرم وزن تر بود که در جدول (۱) با استانداردهای جهانی مقایسه شده است. نتایج نشان می دهد که میانگین و انحراف معیار میزان جیوه در عضله ماهی

جدول (۱) - مقایسه غلظت جیوه در عضله ماهی شانک زرد باله با حد آستانه استانداردهای موجود در دنیا (میلی گرم بر کیلوگرم)

سطح معنی داری	حداکثر میزان جیوه در ماهی	استانداردهای جهانی
P<0.05	۰/۵	سازمان بهداشت جهانی (WHO)
P<0.05	۱	سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)
P>0.05	۰/۳	آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)
P>0.05	۰/۳	وزارت کشاورزی و شیلات انگلستان (MAFF)
P<0.05	۰/۵	سازمان غذا و کشاورزی جهانی (FAO)
P<0.05	۱/۵	مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)
P<0.05	۰/۵	موسسه استاندارد ملی ایران
-	۰/۲۴	شانک زرد باله

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق شاخص خطر فلزات جیوه در مورد مصرف ماهی شانک زرد باله کمتر از ۱ برآورد گردید. از آنجایی که میزان شاخص خطر در ارتباط مستقیم با غلظت عناصر سنگین می باشد دلیل متفاوت بودن شاخص خطر فلزات سمی در فصول مختلف به میزان غلظت این عناصر در عضله ماهیان در فصول مختلف برمی گردد. میانگین غلظت جیوه در عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) بندر ماهشهر ۰/۳۵۴ میکروگرم بر گرم گزارش شده 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 بود. شاخص خطر برای ماهی شوریده بیشتر از ۱ محاسبه شد. هم چنین محاسبات نشان داد که جذب روزانه و هفتگی جیوه با توجه به میزان سرانه مصرف هر ایرانی کمتر از مقادیر راهنمای ارائه شده (PTWI و PTDI) از سوی WHO و USFDA است. بنابراین مصرف ماهی شوریده صید شده از منطقه مورد مطالعه ممکن است خطراتی برای

سمیت جیوه مشکلات متعددی را در سلامتی انسان موجب می شود. شدت تأثیرات سیستماتیک و مزمن بر سیستم های مختلف بدن مانند سیستم اعصاب مرکزی، گوارش و بافت های پوستی و دهانی در تحقیقات مختلف گزارش شده است (Edlund and Bjorkman, 1996; Pizzichini et al., 2002; Agusa et al., 2004). در این تحقیق غلظت سنجش شده جیوه در عضله ماهی شانک زرد باله (جدول ۲) مشابه بسیاری از تحقیقات دیگر بر روی ماهیان بوده است (Askary et al., 2010; Cheraghi et al., 2013; Mardokhi et al., 2013; Ahmadi Kordestani et al., 2013). معمولاً بافت عضله دارای پایین ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می باشد و این عناصر در بافت های نظیر کلیه، کبد و آبشش ها تجمع می نمایند (Al-Yousuf et al., 2000; Filazi et al., 2003). معمولاً میزان جیوه در اعضای داخلی بدن ماهی کمی بیشتر از بافت عضله است (Alonso et al., 2004).

مربوط به ارزیابی خطر مصرف ماهی استفاده می‌شود (Goldblum et al., 2006; Hosseini et al., 2011).

در مطالعه‌ای دامنه میزان جیوه در ماهی شیر (*Sphyraena*)، کوتر (*Scomberomorus commerson*)، سوکلا (*Rachycentron conadum*)، خارو (*Chirocentrus dorab*)، هوور دم‌دراز (*Thunnus tonggol*)، حلوا سفید (*Pampus argenteus*)، حلوا سیاه (*Parastromateus niger*)، یال‌اسبی (*Trichiurus lepturus*)، گیش دم‌سیاه (*Caranx sem*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*)، زمین‌کن‌دم‌نواری (*Platycephalus indicus*)، گوازیم دم‌رشته‌ای (*Nemipterus japonicas*)، کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) و سنگسر نقره‌ای (*Pomadasys argenteus*) بین ۰/۱۲ تا ۰/۵۲۷ میکروگرم بر گرم گزارش شده است که بالاترین میزان این عنصر در ماهی هامور معمولی تعیین شد (Saei-Dehkordi et al., 2010). هم‌چنین میزان جیوه در ماهی شانک زرد باله و صبیتی خور موسی به ترتیب ۰/۴۴۵ و ۱/۱۷۲ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (Mortazavi and Sharifian, 2011) (جدول ۲).

سلامتی مصرف کنندگان آسیب‌پذیرتر مانند زنان باردار، جنین و کودکان به همراه داشته باشد (Mardokhi et al., 2013). در این تحقیق براساس محاسبات صورت گرفته، با در نظر گرفتن میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم برای یک انسان بزرگسال (Adult) میزان جیوه‌ای که به صورت روزانه و هفتگی جذب بدن انسان می‌شود، در مقایسه با آستانه مجاز جذب روزانه قابل تحمل تعیین شده به وسیله استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، نشست مشترک سازمان خواروبار و سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا به ترتیب ۵۰، ۱۶ و ۱۰/۵ میکروگرم در روز، پایین‌تر بود. سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا به منظور تعیین سطوح ایمن تماس انسان با جیوه، دوز مرجع ۰/۰۰۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز را برای متیل جیوه پیشنهاد کرده است که این میزان یک محدوده تماس روزانه با جیوه است که افراد حساس را نیز در برمی‌گیرد، بدون این‌که احتمالاً اثر مضر محسوسی بر آن‌ها در طول عمرشان به وجود آورد. بنابراین وقتی از دیدگاه غیرسرطان‌زایی به جیوه نگریسته شود، از این میزان دوز مرجع برای محاسبات

جدول (۲) - مقایسه میزان فلز جیوه عضله ماهی شانک زرد باله با نتایج سایر تحقیقات انجام شده در ایران (میلی گرم در کیلوگرم)

منابع	جیوه	منطقه مطالعه	نام علمی	گونه ماهی
Askary Sary <i>et al.</i> , 2010	۰/۶۸	بندرعباس	<i>Cynoglossus arel</i>	کفشک زبان گاوی
Askary Sary <i>et al.</i> , 2010	۰/۸۱	بندرعباس	<i>Periophthalmus waltoni</i>	گل خورک
Shahab Moghadam <i>et al.</i> , 2010	۰/۷۷	بندرعباس	<i>Himantura gerradi</i>	سپر ماهی چهار گوش
Shahab Moghadam <i>et al.</i> , 2010	۰/۲۰	بندرعباس	<i>Selar crumenophthalmus</i>	گیش چشم درشت
Askary Sary <i>et al.</i> , 2012	۰/۰۵۶	بندر آبادان	<i>Otolithes ruber</i>	شوریده
Askary Sary <i>et al.</i> , 2012	۰/۰۵۸	بندرعباس	<i>Otolithes ruber</i>	شوریده
Velayatzadeh and Tabibzadeh, 2011	۰/۰۱۶	رودخانه کارون	<i>Cyprinion macrostomus</i>	لوتک
Velayatzadeh and Abdollahi, 2010	۰/۰۱۷	رودخانه کارون	<i>Aspius vorax</i>	شلج
Mardokhi <i>et al.</i> , 2013	۰/۳۵	بندر ماهشهر	<i>Otolithes ruber</i>	شوریده
Velayatzadeh <i>et al.</i> , 2014	۰/۰۷۲	بندر بوشهر	<i>Liza dussumieri</i>	کفال پشت سبز
Velayatzadeh <i>et al.</i> , 2014	۰/۰۶۲	بندر دیلم	<i>Liza dussumieri</i>	کفال پشت سبز
Cheraghi <i>et al.</i> , 2013	۰/۲۶	رودخانه کارون	<i>Liza abu</i>	بیاح
Ahmadi Kordestani <i>et al.</i> , 2013	۰/۳۳۱	بندر ماهشهر	<i>Parastromateus niger</i>	حلوا سیاه
Fatahi Pour <i>et al.</i> , 2014	۲/۷۸	بندر ماهشهر	<i>Liza persicus</i>	بیاح
Khoshnod <i>et al.</i> , 2010	۸/۴۷	بندرعباس	<i>Euryglossa orientalis</i>	کفشک گرد
Khoshnod <i>et al.</i> , 2010	۳/۲	بندر لنگه	<i>Euryglossa orientalis</i>	کفشک گرد
Khoshnod <i>et al.</i> , 2010	۱۸/۹۲	بندرعباس	<i>Psettodes erumei</i>	کفشک تیز دندان
Khoshnod <i>et al.</i> , 2010	۱۰/۱۹	بندر لنگه	<i>Psettodes erumei</i>	کفشک تیز دندان
Parsa <i>et al.</i> , 2014	۰/۱۲	اروند رود	<i>Epinephelus diacanthus</i>	هامور پنج نواری
Parsa <i>et al.</i> , 2014	۰/۳۲	اروند رود	<i>Strongylura strongylura</i>	منقار ماهی دم خالدار
Mortazavi and Sharifian, 2011	۱/۱۷۲	خور موسی	<i>Sparidentex hasta</i>	صیبتی
Mortazavi and Sharifian, 2011	۰/۴۴۵	خور موسی	<i>Acanthopagrus latus</i>	شانک زرد باله
Mortazavi and Sharifian, 2011	۰/۳۷۳	خور موسی	<i>Liza abu</i>	بیاح
Mortazavi and Sharifian, 2011	۰/۳۹۰	خور موسی	<i>Thunnus tonggol</i>	هوور دم دراز
Rezayi <i>et al.</i> , 2011	۰/۰۷۷	سواحل خوزستان	<i>Euryglossa orientalis</i>	کفشک گرد
Rezayi <i>et al.</i> , 2011	۰/۳۴۸	سواحل خوزستان	<i>Otolithes ruber</i>	شوریده
Rahimi and Behzadnia, 2011	۰/۰۸۹	استان خوزستان	<i>Otolithes ruber</i>	شوریده
تحقیق حاضر	۰/۲۴	رودخانه بهمن شیر	<i>Acanthopagrus latus</i>	شانک زرد باله

می‌شود (Cheraghi et al., 2013). در مطالعه‌ای شاخص خطر جیوه در ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) کمتر از ۱ گزارش شده است، لذا مصرف ماهی سفید دریای خزر خطری جدی برای سلامتی مصرف‌کنندگان از نظر میزان جیوه نخواهد داشت و برای حفظ سلامتی، میزان مجاز مصرف آن ۶۲ گرم در روز توصیه شده است (Hosseini et al., 2011). میانگین غلظت جیوه در عضله میگوی پا سفید (*Lithopenaeus vannamei*)، میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*)، ماهی حلوا سیاه (*Parastromateus niger*) و خرچنگ دراز (*Astacus leptodactylus*) به ترتیب ۰/۳۲۳، ۰/۳۴۶، ۰/۳۳۱ و ۰/۱۱۳ میکروگرم بر گرم محاسبه شد که در حدود مقادیر استانداردهای اعلام شده توسط سازمان‌های جهانی نظیر WHO، FAO و USFDA بود. شاخص خطر برای همه گونه‌ها کمتر از ۱ به دست آمد، بنابراین مصرف این غذاهای دریایی خطری جدی برای سلامت مصرف‌کنندگان از نظر میزان جیوه محسوب نمی‌شود (Ahmadi Kordestani et al., 2013). میزان اثرات مضر مصرف ماهیانی که شاخص خطر آن‌ها بیشتر از ۱ می‌باشد به میزان مصرف ماهی، غلظت و نوع جیوه در ماهی، شرایط فیزیکی و سن مصرف‌کننده بستگی دارد (Ruels-Inzuna et al., 2008; Hosseini et al., 2011).

نتایج نشان می‌دهد که میانگین میزان جیوه در عضله ماهی شانک از حد آستانه استانداردهای جهانی پایین‌تر است. همچنین میزان شاخص خطر ماهی شانک زرد باله ۰/۸۵ می‌باشد که کمتر از ۱ است. بنابراین مصرف این ماهی در منطقه مورد مطالعه مشکلی را برای انسان

در ارزیابی خطر فلز جیوه در برخی گونه‌های تجاری خلیج فارس میزان مصرف ماهیان ۹۶-۱۵ گرم در روز تعیین شد و دامنه میزان این فلز ۰/۴۹-۰/۴۰۲ میکروگرم در گرم و میانگین ۰/۱۳۳ میکروگرم در گرم گزارش شده است (Raissy and Ansari, 2014). میزان جیوه در عضله چهار گونه ماهی شوریده (*Otolithes ruber*)، کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*)، کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) و بیاح (*Liza abu*) در سواحل استان خوزستان (خلیج فارس) پایین‌تر از آستانه مجاز استانداردهای WHO و USFDA گزارش شده است (Hosseini et al., 2015). همچنین میزان جیوه در عضله ماهی بیاح (*Liza Persicus*) در مقایسه‌های صورت گرفته مشخص شد، میانگین غلظت جیوه کل در بافت ماهیچه بسیار بیشتر از حد استاندارد ارائه شده توسط WHO، EPA، FAO و USFDA می‌باشد. یافته‌های این تحقیق نشان‌دهنده عدم قابلیت مصرف این ماهی در منطقه مورد مطالعه بود (Fatahi Pour et al., 2014).

میانگین غلظت جیوه در عضله ماهی بیاح (*Liza abu*) ۰/۲۶ میکروگرم بر گرم وزن تر (۰/۷۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک) بود که این میزان پایین‌تر از حد استاندارد تعیین شده توسط سازمان‌های معتبر جهانی مانند WHO، EPA، FAO و USFDA گزارش شده است. همچنین شاخص ریسک 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

است ارزیابی ریسک ناشی از حضور سایر فلزات سنگین نظیر آرسنیک، کادمیوم و سرب در ماهی شانک زرد باله می‌تواند در تعیین حد مجاز مصرف این گونه مورد استفاده قرار گیرد.

ایجاد نمی‌کند. البته باید توجه داشت با تغییرات مداوم در میزان جیوه در اکوسیستم‌های آبی و افزایش این آلاینده خطرناک، توصیه می‌گردد به‌طور پیوسته و متناوب میزان جیوه پایش گردد. همچنین لازم به ذکر

منابع

- Agusa, T., Kunito, T., Tanabe, S., Pourkazemi, M., Aubrey, D.G. (2004). Concentrations of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 49: 789–800.
- 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., Ashrafi, S. (2013). Risk assessment of mercury due to consumption of edible aquatic species. *Journal of Marine Biology*, 5 (17): 63-70. [in Persian].
- Alonso, M.L., Montana, F.P., Miranda, M., Castillo, C., Hernandez, J., Benedito, J. (2004). Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain. *Journal of Bio Metals*, 17: 389-397.
- Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S., Al-Ghais, S.M. (2000). Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *Science of The Total Environment*, 256: 87-94.
- Askary Sary, A., Velayatzadeh, M., Mohammadi, M. (2010). Mercury concentration in mudskipper (*Periophthalmus waltoni*) and flat fish (*Cynoglossus arel*) in Bandar-e-Emam and Bandar Abbas. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 4(2), pp. 51-56. [In Persian].
- Askary Sary, A., Javahery Baboli, M., Mahjob, S., 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].
- Askary Sary, A., Velayatzadeh, M. (2014). Heavy metals in aquatics. Islamic Azad University Ahvaz Publication, 1st Edition, pp. 380. [In Persian].
- Bahnasawy, M., Khidr, A., Dheina, N. (2011). Assessment of heavy metal concentrations in water, plankton and fish of Lake Manzala, Egypt. *Turkish Journal Zoology*, 35 (2): 271-280.
- Bellassoued, K., Hamza, A., Pelt, J., Elfeki, A. (2013). Seasonal variation of *Sarpa salpa* fish toxicity, as related to phytoplankton consumption, accumulation of heavy metals, lipids per oxidation level in fish tissues and toxicity upon mice. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185:1137–1150.
- Castilhos, Z.C., Rodrigues-Filho, S., Rodrigues, A.P., Villas-Boas, R.C., Siegel, S., Veiga, M.M., Beinhoff, C. (2006). Mercury contamination in fish from gold mining areas in Indonesia and human health risk assessment. *Science of The Total Environment*, 368: 320–325.

- Cheraghi, M., Spergham, A., 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].
- Coulibaly, S., Celestin Atse, B., Mathias Koffi, K., Sylla, S., Justin Konan, K., 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.
- Dogan-Saglamtimur, N., Kumbur, H. (2010). Metals (Hg, Pb, Cu and Zn) Bioaccumulation in Sediment, Fish, and Human Scalp Hair: A Case Study from the City of Mersin Along the Southern Coast of Turkey. Biological Trace Element Research, 136 (1): 55-70.
- Eboh, L., Mepba, H.D., Ekp, M.B. (2006). Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. Food Chemistry, 97 (3): 490-497.
- Edlund, C., Bjorkman, L. (1996). Resistance of normal human microflora to Mercury and anti microbials after exposure to Mercury from dental amalgam fillings. Clinical Infectious Diseases, 22 (6): 944-50.
- Esmaili Sari, A. (2002). Pollution, Health and Environmental Standards. Naghshmehr Publisher. Tehran, pp. 767. [In Persian].
- Esmaili Sari, A., Nori Sari, H., Esmaili Sari, A. (2007). Mercury in environment. Bazargan Publisher. Rasht. pp. 226. [In Persian].
- Esmaili-Sari A., Abdollahzadeh E., Joorabian Shooshtari S., Ghasempouri S.M. (2011). Fish consumption limit for mercury compounds. Journal of Fasa University of Medical Sciences, 1 (2) :24-31. [In Persian].
- Fatahi Pour, S., Nabavi, S.M.B., Nikpour, Y., Rajabzadeh, E. (2014). Evaluation of total mercury bioaccumulation in edible and inedible fish tissue *Liza persicus* and relationship with some specifications dining in the range of Mahshahr. The National Conference of environmental and technical preceding studies. Environmental assessment environment association Hegmataneh. Hamedan. 14 P. [In Persian].
- Filazi, A., Baskaya, R., Kum, C. (2003). Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Journal of Human and Experimental Toxicology, 22: 85-87.
- Goldblum, D.K., Rak, A., Ponnappalli, M.D., Clayton, C.J. (2006). The Fort total mercury pollution risk assessment: A case history. Journal of Hazardous Materials, 136: 406-417.
- Hosseini, S.M., Mir Ghafari, N., Mahbobi Sophiani, N., Hosseini, S.V. (2011). Risk assessment to consumers from mercury in *Rutilus frisii kutum* from Caspian Sea in Mazandaran Province. Fisheries Journal, 64 (3): 243-257. [In Persian].
- Hosseini, M., Nabavi, S.M.B. and Nabavi, S.N., Adami Pour, N. (2015). Heavy metals (Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Fe, and Hg) content in four fish commonly consumed in Iran: risk assessment for the consumers. Environmental Monitoring and Assessment, 187 (5): 237.
- Ikemoto, T., Tu, N.P., Okuda, N., Iwata, A., Omori, K., Tanabe, S., Tuyen, B.C., Takeuchi, I. (2008). Biomagnification of trace elements in aquatic food web in the Mekong Delta, South Vietnam using stable carbon and nitrogen isotope analysis. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 54 (3): 504-515.

- Iranian Fisheries Organization. (2014). Department of Statistics and Studies development Fisheries. Programmery office. Iranian Fisheries Organization yearly (2001-2011). Tehran. Iran 64 P. [In Persian].
- Kalay, G., Bevis, M.J. (2003). Structure and physical property relationships in processed polybutene. *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 814-824.
- Khoshnod, R., Khoshnod, Z., Mokhlesi, A., Afkhami, M., Ehsan Pour, M. (2010). The study of mercury pollution in liver and muscle of two species fishes from Persian Gulf. *Aquatic and Fisheries Journal*, 1 (2): 33-39. [In Persian].
- Kojadinovic, J., Potier, M., Corre, M.L., Cosson, R.P., Bustamante, P. (2006). Mercury content in commercial pelagic fish and its risk assessment in the Western Indian Ocean. *Science of the Total Environment*, 366: 688-700.
- Mardoukhi, S., Hosseini, S.V., 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].
- Merian, E. (1991). *Metals and their compounds in the Environment*. VCH.
- Mortazavi, M.S., Sharifian, S. (2011). Mercury Bioaccumulation in Some Commercially Valuable Marine Organisms from Mosa Bay, Persian Gulf. *International Journal of Environmental Research*, 5 (3): 757-762.
- Olowu, R.A., Ayejuyo, O.O., Adewuyi, G.U., Adejoro, I.A., Denloye, A.A.B., Babatunde, A.O., Ogundajo, A.L. (2010). Determination of heavy metals in fish tissues, water and sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. *Journal of Chemistry*, 7 (1): 215-221.
- Parsa, Y., Hosseini, M., Nabavi, S.M.B., Nabavi, S.N. (2014). Mercury Accumulation in food chain of fish, crab and sea bird from Arvand River. *Journal Marine Science Research and Development*, 4 (2): 1-6.
- Pizzichini, M., Fonzi, M., Fonzi, L. and Sugherini, L. (2002). Release of Mercury from dental amalgam and its influence on salivary antioxidant activity. *Sciences of The Total Environment*, 4 (1-3): 19-25.
- Rahimi, E. and Behzadnia, A. (2011). Determination of Mercury in Fish (*Otolithes ruber*) and Canned Tuna Fish in Khuzestan and Shiraz, Iran. *World Applied Sciences Journal*, 15 (11): 1553-1556.
- Raissy, M., Ansari, M. (2014). Health risk assessment of mercury and arsenic associated with consumption of fish from the Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186 (2): 1235-1240.
- Rezayi, M., Esmaeli Sary, A., Valinasab, T. (2011). Mercury and Selenium Content in *Otolithes ruber* and *Psettodes erumei* from Khuzestan Shore, Iran. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 86 (5): 511-514.
- ROPMI. (1999). *Manual of oceanographic and pollutant analysis method*. Third Edition. Kuwait. 1-100.
- Rouessac, F., Rouessac, A. (2007). *Chemical Analysis Modern Instrumentation Methods and Techniques*. 2nd Edition, England, John Wiley & Sons Ltd.
- Ruelas-Inzunza, J., Meza-Lopez G., Paez-Osuna, F. (2008). Mercury in fish that are of dietary importance from the coasts of Sinaloa (SE Gulf of California). *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 211-218.

- Saei-Dehkordi, S.S., Fallah, A.A., Nematollahi, A. (2010). Arsenic and mercury in commercially valuable fish species from the Persian Gulf: influence of season and habitat. *Food and Chemical Toxicology*, 48 (10): 2945-2950.
- Shahab Moghadam, F., Esmaili Sari, A., Vali Nasab, T., 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].
- Velayatzadeh, M., Abdollahi, S. (2010). A study and comparison of accumulation Hg, Cd and Pb in the muscle and liver of *Aspius vorax* in Karoon River of winter season. *Journal of Animal Environment*, 2 (4): 65-72. [In Persian].
- Velayatzadeh, M., Tabibzadeh, M. (2011). A study and comparison of heavy metals accumulation Hg, Cd and Pb in the muscle and liver of *Cyprinion macrostomus* in Karoon River. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 3 (1): 27-33. [In Persian].
- Velayatzadeh, M., Askary Sary, A., Hoseinzadeh Sahafi, H. (2014). Determination of mercury, cadmium, arsenic and lead in muscle and liver of *Liza dussumieri* from the Persian Gulf, Iran. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5 (3): 227-234.
- USEPA, (2000). Arsenic occurrence in public drinking water supplies, EPA-815-R-00-023, Washington DC.
- Zhang, W., Wang, W. X. (2012). Large-scale spatial and interspecies differences in trace elements and stable isotopes in marine wild fish from Chinese waters. *Journal of Hazardous Materials*, 215-216: 65-74.

Risk assessment to consumers from mercury in *Acanthopagrus latus*

Koshafar, A.¹, Velayatzadeh M.^{2*}

1. Assistant Professor of Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2. Young Researchers and Elite Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

*Corresponding author's email: mv.5908@gmail.com

(Received: 2015/5/12 Accepted: 2016/9/13)

Abstract

This study aimed to investigate the concentration of mercury in *Acanthopagrus latus* of Bahmanshir River using atomic absorption spectrophotometer and also to estimate the consequent health hazard. For this purpose, 30 samples of fish were prepared from Choebdeh seaport. The average concentration of mercury of *Acanthopagrus latus* was 0.24 ± 0.08 mg/Kg of fresh wet weight of muscle. The results showed that average concentration of mercury in muscle of *Acanthopagrus latus* was less than the international organizations standards. According to Statistical Yearbook of Iran Fisheries Organization, the calculations indicated that daily and weekly mercury uptake for the adult Iranian consumers (70 Kg), was 0.000085 mg/Kg/day and 0.000595 mg/Kg/weekly. In addition, it was revealed that HQ index for *Acanthopagrus latus* was 0.85 which was estimated below 1. Accordingly, maximum daily intake of fish contaminated with 0.24 mg mercury/Kg wet weight for a 70 Kg person was estimated at 29 g/day and 203 g/week.

Keywords: Risk assessment, Mercury, *Acanthopagrus latus*, Muscle