

ارزیابی ریسک بهداشتی جیوه در بافت خوراکی برخی ماهیان جنوب غرب ایران: مطالعه مروری

محمد ولایتزاده^{۱*}، ابوالفضل عسکری ساری^۲

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

مؤلف مسؤول: تلفن: ۰۹۳۸۷۲۶۴۳۷۵ پست الکترونیک: mv.5908@gmail.com

ORCID:0000-0002-8981-4646

چکیده

زمینه و هدف: جیوه خطرناک‌ترین فلز موجود در محیط زیست می‌باشد که با ورود به اکوسیستم‌های آبی در بافت‌های ماهیان تجمع می‌یابد و در نهایت وارد زنجیره غذایی انسان می‌شود. با توجه به سرطان‌زایی جیوه برای انسان، این تحقیق مروری با هدف ارزیابی ریسک بهداشتی جیوه در بافت خوراکی برخی ماهیان جنوب غرب ایران انجام شد.

مواد و روش کار: در این تحقیق اطلاعات مورد نیاز از تحقیقات انجام گرفته توسط مولفین این مقاله که در سال‌های اخیر بر روی میزان تجمع زیستی جیوه در ماهیان انجام شده است، تهیه گردید. معیار انتخاب تحقیقات و مطالعات برای این مقاله منطقه جنوب غرب ایران، سال‌های چاپ مقالات، نوع آبرزی (ماهی) و روش سنجش جیوه بوده است. برای بررسی میزان جذب روزانه و خطر فلزات برای سلامت جمعیت انسانی مصرف‌کننده ماهیان از رهنمودهای ارزیابی خطر سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا استفاده شد. **یافته‌ها:** با توجه به میزان مصرف سرانه ماهی در ایران، میزان جیوه‌ای که از طریق مصرف ماهیان مورد مطالعه جذب بدن بزرگسالان (یک فرد بالغ با وزن ۷۰ کیلوگرم) و کودکان (یک کودک با وزن ۱۴/۵ کیلوگرم) می‌شود، حدود ۰/۴۶۰-۰/۰۰۵ و ۲/۲۲۲-۰/۰۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. همچنین میزان احتمال خطرپذیری در بزرگسالان ۰/۴۶۰-۰/۰۵ به دست آمد. در کودکان نیز احتمال خطرپذیری مصرف ماهیان ۲۲/۲۲-۰/۲۷ بود. مقدار مجاز مصرف ماهیان مورد مطالعه با میانگین غلظت ۱/۲۸۹-۰/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیوه، ۴۳/۷۵-۰/۵۴۳ گرم در روز می‌باشد. همچنین حداکثر مصرف روزانه ماهی برای کودکان نیز با میانگین غلظت ۱/۲۸۹-۰/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیوه، ۹/۰۶۲-۰/۱۱۲ گرم در روز به دست آمد.

نتیجه‌گیری: در این تحقیق احتمال خطرپذیری جیوه درمورد مصرف ماهیان شیرت، گطان، کفشک زبان‌گاو و گل‌خوردک برای بزرگسالان و کودکان بالاتر از ۱ به دست آمد. بنابراین توصیه می‌شود نسبت به مصرف این ماهیان دقت بیشتری به عمل آید.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی خطر، جیوه، ماهی، عضله

مقدمه

فلزات سنگین جزء آلاینده‌های بسیار خطرناک هستند که انباشت آن‌ها در بافت‌های بدن برای سلامت انسان‌ها عوارض جبران‌ناپذیری را در پی خواهند داشت (۱،۲). در میان فلزات سنگین، جیوه به عنوان یک آلاینده جهانی مطرح شده است و از دیگر فلزات سمی‌تر می‌باشد، به همین دلیل احتمالاً بیشتر مطالعات آلودگی در مورد فلزات سنگین در جهان بر روی جیوه انجام شده است (۳).

جیوه به طور طبیعی از طریق سنگ و خاک وارد آب‌های سطحی می‌گردد. فرآیند تصفیه فاضلاب نیز ممکن است جیوه را در آب منتشر نماید. آتشفشان‌ها نیز سهم قابل توجهی در انتشار جیوه در محیط‌زیست دارند. سوخت زغال سنگ، نفت و گاز از دیگر منابع انتشار جیوه هستند، همچنین از طریق فرسایش تدریجی قاره‌ها وارد محیط‌های آبی می‌شود و با فعالیت کارخانه‌های صنعتی افزایش می‌یابد (۴،۵).

در ماهیان، مسمومیت با جیوه موجب صدمه به کبد و کلیه می‌شود. همچنین موجب نکرور سلول‌های پوششی، افزایش تعداد آن‌ها و ممانعت از فعالیت آنزیم آدنوزین تری فسفاتاز سدیم و پتاسیم، کاهش قابلیت تغییر شکل غشاهای گویچه‌های سرخ و تخریب زودرس این سلول‌ها و بالاخره تغییر فشار اسمزی می‌شود. بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که جیوه اثر سوء بر تولیدمثل ماهی و تولید تخم دارد. همچنین سبب کاهش قدرت حیاتی اسپرماتوزوئید، کاهش بقا در تخم‌های لقاح‌یافته و بچه ماهیان نارس و نیز افزایش زمان تفریح می‌شود (۶،۷).

مصرف ماهی فاکتور اصلی جذب جیوه توسط انسان از غذا است. مسیر اصلی ورود جیوه به بدن، دستگاه گوارش است البته با سراغ داشتن خصوصیتی از قبیل ماهیت تک اتمی این عنصر، فشار بخار بالا،

حلالیت زیاد آن در چربی و قدرت انتشار می‌توان چنین انتظاری را از این عنصر داشت (۳). در صورتی که ماهیان دارای مقادیر بیش از حد مجاز جیوه، توسط انسان زیاد مصرف شوند بیماری خطرناکی با عوارض سیستم عصبی مرکزی در انسان ظاهر می‌گردد که به نام بیماری میناماتا خوانده می‌شود (۸).

به طور کلی می‌توان تفاوت در محتوای جیوه کل بین گونه‌های مختلف را به سه عامل تفاوت‌های فیزیولوژیکی، مهاجرت و تفاوت در نوع و مقدار غذای مورد مصرف توسط جمعیت‌های یک گونه نسبت داد. این فلز می‌تواند در اندام‌های ماهی نظیر عضله، آبشش، کلیه، استخوان‌ها، مغز، پوست، کبد و اندام‌های تناسلی انباشته شود. تجمع جیوه به شکل شیمیایی آن در آب، رسوب و غذای ماهی، خصوصیات ساختاری و عملکردی گونه ماهی، رژیم غذایی ماهی، خصوصیات فیزیکی - شیمیایی زیستگاه، اندازه گونه، دما و کیفیت آب بستگی دارد (۹،۱۰).

سطوح بالای فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی، به دلیل پتانسیل بالایی برای وارد شدن و تجمع در زنجیره‌های غذایی و ارتباط متابولیسم فلزات سنگین و سرطان در انسان، موجب نگرانی عمومی در سراسر جهان شده است (۱۱). ارزیابی خطر سلامت فلزات سنگین در انسان می‌تواند برای ارزیابی خطر برای بزرگسالان و کودکان مرتبط با مصرف ماهیان آلوده انجام شود. ارزیابی‌های گزارش شده به عنوان راهنمایی برای صدور مشاوره‌های مصرف و محدودیت مصرف ماهیان کاربرده می‌شود (۱۲).

خشنود و همکاران (۲۰۱۰) میزان جیوه را در عضله و کبد دو گونه کفشک گرد و کفشک تیزدندان در دو منطقه صیادی بندرعباس و بندرلنگه تعیین نمود که

1- *Euryglossa orientalis*
2- *Psettodes erumei*

مقاله، منطقه جنوب غرب ایران، سال‌های چاپ مقالات، نوع آبرزی (ماهی) و روش سنجش جیوه بوده است.

به طور کلی نمونه برداری ماهیان، انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، هضم شیمیایی بافت ماهیان و سنجش جیوه در ماهیان بر اساس آنچه در مقالات مورد استفاده گزارش شده است، می‌باشند. در مجموع ۲۲ ماهی مورد بررسی قرار گرفت که هر ماهی ۳-۶ نمونه تهیه شده و در مجموع حجم نمونه‌ها متفاوت بود. ماهیان به وسیله جعبه‌های یونولیتی حاوی پودر یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در آزمایشگاه، از بافت عضلانی ماهیان نمونه برداری شد. برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شد. سنجش جیوه به روش جذب اتمی و سیستم هیبرید با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد (۲۱، ۲۰، ۱۹).

برای بررسی میزان جذب روزانه و خطر فلزات برای سلامت جمعیت انسانی مصرف کننده ماهیان از رهنمودهای ارزیابی خطر سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا استفاده شد. برای این منظور، پتانسیل خطر یا احتمال خطرپذیری^۸ از مقایسه میزان برآورد شده جذب روزانه^۹ هر فلز با دوز مرجع^{۱۰} آن محاسبه شد. پیشنهاد شده است که اگر احتمال خطرپذیری برابر با یک یا کمتر از یک باشد (یعنی جذب روزانه کمتر از دوز مرجع) بیانگر آن است که هیچ خطر محسوس قابل ارزیابی از نظر بهداشتی در نتیجه مصرف ماهی رخ نمی‌دهد. مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی^{۱۱} با توجه به میزان جیوه اندازه گیری شده در بخش خوراکی آن یعنی عضله محاسبه گردید (۲۲). از معادلات زیر برای

غلظت جیوه در عضله هر دو گونه مذکور در دو منطقه صیادی بالاتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۵/۰ میلی گرم بر کیلوگرم) بود که نشان از آلودگی مناطق مورد مطالعه در خلیج فارس داشت (۱۳). در برخی مطالعات میزان شاخص خطر فلز جیوه در مصرف ماهیان نظیر ماهی شوریده^۳ و ماهی بیا^۴ بیشتر از ۱ گزارش شده است (۱۴، ۱۵)، اما در مورد ماهی حلوا سیاه^۵ و ماهی سفید^۶ شاخص خطر کمتر از ۱ تعیین شده است (۱۶، ۱۷). 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^۷ خلیج-فارس بالاترین میزان جیوه (۵/۶۱ میلی گرم در کیلوگرم) را داشت که محدودیت شدید مصرف را برای کودکان، زنان باردار و گروه‌های حساس ایجاد کرده است (۱۸).

این تحقیق با هدف به دست آوردن اطلاعات خطرات ناشی از جیوه در ماهیان پر مصرف با توجه به جذب روزانه و مقایسه با دوز مرجع و مقایسه غلظت جیوه در عضله ماهیان با حد آستانه برخی از استانداردهای جهانی انجام شد.

مواد و روش کار

در این تحقیق اطلاعات مورد نیاز از تحقیقات انجام گرفته توسط مولفین این مقاله که در سال‌های اخیر بر روی میزان تجمع زیستی جیوه در ماهیان انجام شده است، تهیه گردید. تمامی این نتایج در مجلات علمی - پژوهشی فارسی و انگلیسی در سال‌های گذشته چاپ شده‌اند (۳، ۶، ۷، ۸). در حقیقت، این مقاله مروری می‌باشد. معیار انتخاب تحقیقات و مطالعات برای این

8- HQ
9- EDI
1 - RFD
1 - CR

3- Otolithes ruber
4- Liza abu
5- Parastromateus niger
6 Rutilus frisii kutum
7- Euryglossa orientalis

میزان جیوه در گونه‌های ماهیان مورد مطالعه شامل ماهیان پرورشی، دریایی و آب شیرین در اکوسیستم-های آبی جنوب غرب ایران در جدول ۱ آمده است. با توجه به میزان مصرف سرانه ماهی در ایران، میزان جیوه‌ای که از طریق مصرف ماهیان مورد مطالعه جذب بدن بزرگسالان (یک فرد بالغ با وزن ۷۰ کیلوگرم) و کودکان (یک کودک با وزن ۱۴/۵ کیلوگرم) می‌شود، حدود ۰/۴۶۰-۰/۰۰۵ و ۲/۲۲۲-۰/۰۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. همچنین میزان احتمال خطرپذیری در بزرگسالان ۴/۶۰-۰/۰۵ به دست آمد (جدول ۲). در کودکان نیز احتمال خطرپذیری مصرف ماهیان ۰/۲۲-۲۲/۲۲ بود (جدول ۳).

با توجه به معادله ۳، تعیین حداکثر مصرف روزانه ماهی و با در نظر گرفتن میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم برای مصرف‌کننده، مقدار مجاز مصرف ماهیان مورد مطالعه با میانگین غلظت ۱/۲۸۹-۰/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، ۴۳/۷۵-۰/۵۴۳ گرم در روز می‌باشد. همچنین حداکثر مصرف روزانه ماهی برای کودکان نیز با میانگین غلظت ۱/۲۸۹-۰/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، ۹/۰۶۲-۰/۱۱۲ گرم در روز به دست آمد.

با توجه به مقایسه میزان جیوه با حد آستانه استاندارد ملی و استانداردهای جهانی، در برخی موارد میزان این فلز در عضله ماهیان بالاتر از آستانه مجاز استانداردها به دست آمد. ۷۲/۷۲ درصد نمونه‌ها دارای جیوه پایین‌تر از حد مجاز داشتند و ۲۷/۲۷ درصد نمونه‌های ماهی مقادیر جیوه بالاتر از حد آستانه استانداردها بودند (جدول ۴).

برآورد EDI، HQ و CR مورد استفاده قرار گرفت (۲۳):

$$EDI (mg/kgb/day) = (C \times IR) / BWa$$

EDI: میزان جذب فلزات سنگین در بدن در روز از طریق مصرف ماهی مورد نظر (میکروگرم / کیلوگرم / وزن بدن / روز)،
C: غلظت فلز در بافت عضله ماهی مورد مصرف (میکروگرم / گرم بر حسب وزن تر)،
IR: نرخ مصرف روزانه ماهی (گرم / روز) (۲۴)،
BWa: وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ و ۱۴/۵ کیلوگرم برای کودکان)

$$THQ = \frac{EDI \times Efr}{RFD \times AT_n}$$

THQ: نسبت خطر (بدون واحد)،
Efr: فرکانس مواجهه (۳۶۵ روز سال)،
ED: کل مدت زمان مواجهه (۷۰ سال)،
RFD: دوز مرجع برای فلز (میکروگرم / کیلوگرم / روز)،

AT_n: میانگین روزها برای مواد غیرسرطان‌زا (ED × Efr بر حسب روز)

$$CR = (RFD \times BW) / C_m$$

CR: حداکثر میزان مجاز مصرف در روز (گرم در روز)
RFD: دوز مرجع یا مجموع جذب مجاز روزانه آلاینده

BW: وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ و ۱۴/۵ کیلوگرم برای کودکان)
C: میانگین میزان جیوه در ماهی (میکروگرم در گرم)
جهت رسم جداول از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

یافته‌ها

جدول ۱: میزان تجمع زیستی جیوه در عضله ماهیان مورد مطالعه (میلی گرم در کیلوگرم)

منابع	مقادیر (میلی گرم در کیلوگرم)	منطقه مطالعه	نام علمی	گونه ماهی
۶	۰/۱۴±۰/۰۲	بندرعباس	Cynoglossus arel	کفشک زبان گاوی
۶	۰/۰۷±۰	بندر عباس	Periophthalmus waltoni	گل خورک
۶	۰/۶۸±۰/۱	بندرامام خمینی (ره)	Cynoglossus arel	کفشک زبان گاوی
۶	۰/۸۱±۰/۱۱	بندرامام خمینی (ره)	Periophthalmus waltoni	گل خورک
۲۵	۰/۰۵۶±۰/۰۰۷	بندر آبادان	Otolithes rubber	شوریده
۲۵	۰/۰۵۸±۰/۰۰۱	بندرعباس	Otolithes rubber	شوریده
۲۶	۰/۰±۰/۱۶/۰۰۹	رودخانه کارون	Cyprinion macrostomus	لوتک
۲۷	۰/۰۱۷±۰/۰۰۱	رودخانه کارون	Aspius vorax	شلج
۲۸	۰/۰۲۷±۰/۰۰۳	رودخانه بهمنشیر	Liza abu	بیاہ
۷	۰/۰۲۳±۰/۰۰۱	رودخانه دز	Liza abu	بیاہ
۷	۰/۰۲۴±۰/۰۰۱	رودخانه کارون	Liza abu	بیاہ
۲۸	۰/۰۱۷±۰/۰۰۱	رودخانه کرخه	Liza abu	بیاہ
۲۹	۰/۱۵±۰/۰۵	بندر ماهشهر	Otolithes rubber	شوریده
۲۹	۰/۱۷±۰/۰۷	بندر آبادان	Otolithes rubber	شوریده
۳۰	۰/۰۴۲±۰/۰۰۱	تالاب شادگان	Barbus grypus	شیربت
۳۰	۰/۰۳۸±۰/۰۰۴	آزادگان اهواز	Barbus grypus	شیربت پرورشی
۳۱	۰/۷۷۴±۰/۱۴	رودخانه دز	Barbus xanthopterus	گطان
۳۱	۱/۲۸۹±۰/۰۶۴	رودخانه کارون	Barbus xanthopterus	گطان
۳۱	۰/۰±۰/۰۵/۰۳۴	رودخانه دز	Barbus grypus	شیربت
۳۱	۰/۷۳۵±۰/۰۶۸	رودخانه کارون	Barbus grypus	شیربت
۳۲	۰/۰۷۲±۰/۰۰۷	بندر بوشهر	Liza dussumieri	کفال پشت سبز
۳۲	۰/۰۶۲±۰/۰۰۶	بندر دیلم	Liza dussumieri	کفال پشت سبز

جدول ۲: میزان برآورد خطر جیوه برای سلامت جمعیت بزرگسالان انسانی مصرف کننده ماهیان

احتمال خطر پذیری	مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی (گرم)	میزان جذب روزانه جیوه	منطقه مطالعه	گونه ماهی
۰/۵	۵	۰/۰۵۰	بندرعباس	کفشک زبان گاوی
۰/۲۵	۱۰	۰/۰۲۵	بندر عباس	گل خورک
۲/۴۲	۱/۰۲۹	۰/۲۴۲	بندر امام خمینی (ره)	کفشک زبان گاوی
۲/۸۹	۰/۸۶۴	۰/۲۸۹	بندر امام خمینی (ره)	گل خورک
۰/۲	۱۲/۵	۰/۰۲۰	بندر آبادان	شوریده
۰/۲	۸/۲۳۵	۰/۰۲۰	بندرعباس	شوریده
۰/۰۵	۴۳/۷۵	۰/۰۰۵	رودخانه کارون	لوتک
۰/۰۶	۴۱/۱۷۶	۰/۰۰۶	رودخانه کارون	شلج
۰/۰۹	۲۵/۱۹۲	۰/۰۰۹	بهمنشیر	بیاہ
۰/۰۸	۳۰/۴۳۴	۰/۰۰۸	دز	بیاہ
۰/۰۸	۲۹/۱۶۶	۰/۰۰۸	کارون	بیاہ
۰/۰۶	۴۱/۱۷۶	۰/۰۰۶	کرخه	بیاہ

۰/۱۷	۱۴	۰/۰۱۷	بندر ماهشهر	شوریده
۰/۲۵	۱۰	۰/۰۲۵	بندر آبادان	شوریده
۰/۱۵	۱۶/۶۶۶	۰/۰۱۵	تالاب شادگان	شیربت
۰/۱۳	۱۸/۴۲۱	۰/۰۱۳	آزادگان اهواز	شیربت پرورشی
۲/۷۶	۰/۹۰۴	۰/۲۷۶	رودخانه دز	گطان
۴/۶۰	۰/۵۴۳	۰/۴۶۰	رودخانه کارون	گطان
۳/۲۱	۰/۷۷۷	۰/۳۲۱	رودخانه دز	شیربت
۲/۶۰	۰/۹۵۸	۰/۲۶۰	رودخانه کارون	شیربت
۰/۲۵	۹/۷۲۲	۰/۰۲۵	بندر بوشهر	کفال پشت سبز
۰/۲۲	۱۱/۲۹۰	۰/۰۲۲	بندر دیلم	کفال پشت سبز

جدول ۳: میزان برآورد خطر جیوه برای سلامت جمعیت کودکان انسانی مصرف کننده ماهیان

احتمال خطر پذیری	مقدار مجاز مصرف روزانه ماهی	میزان جذب روزانه	منطقه مطالعه	گونه ماهی
۲/۴۱	۱/۰۳۵	۰/۲۴۱	بندرعباس	کفشک زبان گاوی
۱/۲۰	۲/۰۷۱	۰/۱۲۰	بندرعباس	گل خورک
۱۱/۷۲	۰/۲۱۳	۱/۱۷۲	بندرامام خمینی	کفشک زبان گاوی
۱۳/۹۶	۰/۱۷۹	۱/۳۹۶	بندرامام خمینی	گل خورک
۰/۹۶	۲/۵۸۹	۰/۰۹۶	بندر آبادان	شوریده
۱	۲/۵	۰/۱۰۰	بندرعباس	شوریده
۰/۲۷	۹/۰۶۲	۰/۰۲۷	رودخانه کارون	لوتک
۰/۲۹	۸/۵۲۹	۰/۰۲۹	رودخانه کارون	شلج
۰/۴۶	۵/۳۷۰	۰/۰۴۶	بهمنشیر	بیاہ
۰/۳۹	۶/۳۰۴	۰/۰۳۹	دز	بیاہ
۰/۴۱	۶/۰۴۱	۰/۰۴۱	کارون	بیاہ
۰/۲۹	۸/۵۲۹	۰/۰۲۹	کرخه	بیاہ
۰/۸۶	۲/۹	۰/۰۸۶	بندر ماهشهر	شوریده
۱/۲۰	۲/۰۷۱	۰/۱۲۰	بندر آبادان	شوریده
۰/۷۲	۳/۴۵۲	۰/۰۷۲	تالاب شادگان	شیربت
۰/۶۵	۳/۸۱۵	۰/۰۶۵	آزادگان اهواز	شیربت پرورشی
۱۳/۳۴	۰/۱۸۰	۱/۳۳۴	رودخانه دز	گطان
۲۲/۲۲	۰/۱۱۲	۲/۲۲۲	رودخانه کارون	گطان
۱۵/۵۱	۰/۱۶۱	۱/۵۵۱	رودخانه دز	شیربت
۱۲/۵۸	۰/۱۹۸	۱/۲۵۸	رودخانه کارون	شیربت
۱/۲۴	۲/۰۱۳	۰/۱۲۴	بندر بوشهر	کفال پشت سبز
۱/۰۶	۲/۳۳۸	۰/۱۰۶	بندر دیلم	کفال پشت سبز

جدول ۴: مقایسه غلظت جیوه در عضله ماهیان با حد مجاز استانداردهای موجود در دنیا (میلی گرم بر کیلوگرم)

منبع	حداکثر میزان مجاز جیوه	استانداردهای جهانی
۳۳	۰/۱	سازمان بهداشت جهانی (WHO)
۳۴	۰/۲	سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)
۳۵	۰/۵	آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)
۳۶	۰/۵	وزارت کشاورزی و شیلات انگلستان (MAFF)
۳۷	۰/۵	سازمان غذا و کشاورزی جهانی (FAO)
۳۸	۰/۵	سازمان ملی استاندارد ایران
تحقیق حاضر	۰/۰۵-۱/۲۸۹	ماهیان مورد مطالعه
تحقیق حاضر	۲۷/۲۷ درصد	جیوه ماهیان بالاتر از استاندارد (درصد)
تحقیق حاضر	۷۲/۷۲ درصد	جیوه ماهیان پایین تر از استاندارد (درصد)

بحث و نتیجه گیری

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 (۳۹،۴۰،۴۱).

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 (۴۲،۴۳). معمولاً میزان جیوه در اعضای داخلی بدن ماهی کمی بیشتر از بافت عضله است (۴۴).

در این تحقیق احتمال خطرپذیری جیوه درمورد مصرف ماهیان شیرت، گطان، کفشک زبان گاوی و گل خورک برای بزرگسالان بالاتر از ۱ به دست آمد. از آن جایی که میزان شاخص خطر در ارتباط مستقیم با غلظت عناصر سنگین می باشد دلیل متفاوت بودن احتمال خطرپذیری در عناصر مختلف در فصول مختلف به میزان غلظت این عناصر در عضله ماهیان در فصول مختلف بر می گردد.

در ارزیابی خطر فلز جیوه در برخی گونه های تجاری خلیج فارس میزان مصرف ماهیان ۹۶-۱۵ گرم

در روز تعیین شد و دامنه میزان این فلز ۰/۴۰۲-۰/۰۴۹ میکروگرم در گرم و میانگین ۰/۱۳۳ میکروگرم در گرم گزارش شده است (۴۵).

میزان جیوه در عضله چهارگونه ماهی شوریده، کفشک گرد، کفشک تیزدندان و بیاه در سواحل استان خوزستان (خلیج فارس) پایین تر از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و کشاورزی جهانی و سازمان غذا و داروی آمریکا گزارش شده است (۴۶). اما در عضله ماهی بیاه^۱ خور موسی، میانگین غلظت جیوه کل در بافت ماهیچه بسیار بیشتر از حد استاندارد ارائه شده توسط سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و کشاورزی جهانی، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و سازمان غذا و داروی آمریکا بود.

یافته های این تحقیق نشان دهنده عدم قابلیت مصرف این ماهی در منطقه مورد مطالعه می باشد. (۴۷). میانگین غلظت جیوه در عضله ماهی بیاه آب شیرین^۳ ۰/۲۶۱ میکروگرم بر گرم وزن تر (۰/۷۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک) بود که این میزان پایین تر از حد استاندارد

1 - Iiza Persicus
1 - Iiza abu

آمریکا (۵۰، ۱۶ و ۱۰/۵ میکروگرم در روز) با در نظر گرفتن میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم برای یک انسان بزرگسال و کودکان در برخی موارد بالاتر بود.

سازمان حفاظت محیطزیست آمریکا به منظور تعیین سطوح ایمن تماس انسان با جیوه، دوز مرجع ۰/۰۰۰۱ میلی گرم در کیلوگرم در روز را برای متیل جیوه پیشنهاد کرد که این میزان یک محدوده تماس روزانه با جیوه است که افراد حساس را نیز در بر می گیرد، بدون اینکه احتمالاً اثر مضر محسوسی بر آنها در طول عمرشان به وجود آورد؛ بنابراین، وقتی از دیدگاه غیر سرطان‌زایی به جیوه نگریسته شود، از این میزان دوز مرجع برای محاسبات مربوط به ارزیابی خطر مصرف ماهی استفاده می‌شود (۱۶،۴۹).

ارزیابی توزیع و ریسک‌های بهداشتی فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در دو گونه ماهی کفال^۸ و گربه ماهی^۹ از رودخانه چبا در نیجریه نشان داد که قرار گرفتن در معرض این آلاینده‌ها از طریق مصرف ماهی - های آلوده باعث ایجاد اثرات نامطلوب سلامتی می‌شود. همچنین نشان می‌دهد که تجمع زیستی درازمدت آلاینده‌ها در بدن از طریق مصرف ماهی در رژیم غذایی موجب نگرانی‌های بهداشتی می‌شود. همچنین کبد گونه‌های مورد مطالعه به طور معنی‌داری افزایش میزان آلودگی‌ها را نسبت به عضله نشان می‌دهد. سطوح کادمیوم در هر دو گونه ماهی کمتر از میزان توصیه شده قابل مصرف روزانه بود، اما جیوه در سطح ۹۵ بالاتر از سطح توصیه شده گزارش شد (۵۰).

در یک پژوهش غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و جیوه در عضله ماهی کفال پوزه باریک و ارزیابی خطر ناشی از مصرف آن در آب‌های سواحل مازندران گزارش شد که میزان مجاز مصرف برای

تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و کشاورزی جهانی، آژانس حفاظت محیطزیست آمریکا و سازمان غذا و داروی آمریکا گزارش شده است. همچنین شاخص ریسک بیشتر از ۱ (۱/۱) بود که بر این اساس مصرف ماهی بیاه این منطقه خطرانی برای مصرف کنندگان 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 (۱۴).

میانگین غلظت جیوه در عضله میگوی پا سفید^{۱۰} میگوی سفید هندی^{۱۱} ماهی حلوا سیاه^{۱۲} خرچنگ دراز^{۱۳} 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 سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و کشاورزی جهانی و سازمان غذا و داروی آمریکا بود.

شاخص خطر برای همه گونه‌ها کمتر از ۱ به دست آمده است؛ بنابراین، مصرف این غذاهای دریایی خطر جدی برای سلامت مصرف کنندگان از نظر میزان جیوه محسوب نمی‌شود (۱۷). 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 مصرف کننده بستگی دارد (۱۶،۴۸).

در این تحقیق بر اساس محاسبات صورت گرفته، میزان جیوه‌ای که به صورت روزانه 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، آژانس حفاظت محیطزیست

1 - Liza falcipinnis
1 - Chrysichthys nigrodigitatus

1 - Lithopenaeus vannamei
1 - Fenneropenaeus indicus
18 - Parastromateus niger
19 - Astacus leptodactylus

غلظت فلزات سنگین و ارزیابی ریسک سلامت انسان برای سه گونه بیاہ (Liza abu)، شیربت (Barbus grypus) و کپور معمولی (Cyprinus carpio) رودخانه کرخه نشان داد شاخص خطر فلزات سنگین برای مصرف ماهیان مورد مطالعه کمتر از ۱ می‌باشد. مصرف گاه به گاه این ماهیان سبب ایجاد اثرات نامطلوب نمی‌شود. با این حال، شاخص‌های خطر برای ماهی کپور معمولی و بیاہ به ترتیب ۱/۷۵۱ و ۱/۲۱ بود که به این معنی است که مصرف مداوم و بیش از حد از این ماهیان می‌تواند منجر به اثرات جانبی غیر سرطانی مزمن شود (۱۱).

نتایج نشان می‌دهد که در برخی موارد میزان جیوه در عضله ماهیان بالاتر از آستانه مجاز استانداردهای جهانی بوده است. در این تحقیق احتمال خطرپذیری جیوه در مورد مصرف برخی ماهیان نظیر شیربت، گطان، کفشک زبان گاوی و گل خورک برای بزرگسالان و کودکان بالاتر از ۱ به دست آمد. بنابراین با توجه به نتایج باید تحقیقات تکمیلی در زمینه ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از فلز جیوه در ماهیان انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

این مقاله مروری حاصل پژوهش سال‌های گذشته نویسندگان می‌باشد که در مجلات معتبر چاپ شده‌اند. شایان ذکر است نویسندگان مقاله از معاونت پژوهشی وقت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز و دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان و تمامی اساتید و همکاران

حفظ سلامتی از لحاظ سرب و کادمیوم به ترتیب ۰/۵۹۱ و ۳۸/۸۸۹ گرم در روز و ۴/۱۷۹ و ۲۷۲/۲۲۳ گرم در هفته توصیه می‌شود، اما میزان مجاز مصرف برای جیوه از لحاظ حفظ سلامتی صفر است و برای مصرف در این خصوص توصیه نمی‌شود (۵۱).

همچنین ارزیابی خطر فلز جیوه ناشی از مصرف ماهی شانک زرد باله نشان داد میزان جیوه‌ای که از طریق مصرف ماهی شانک زرد باله جذب بدن انسان می‌شود، حدود ۰/۰۰۰۰۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز و ۰/۰۰۰۵۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در هفته برای یک فرد بالغ با وزن ۷۰ کیلوگرم است. همچنین میزان شاخص خطر ماهی شانک زرد باله ۰/۸۵ می‌باشد که کمتر از ۱ است.

تعیین حداکثر مصرف روزانه ماهی و با در نظر گرفتن میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم برای مصرف‌کننده، مقدار مجاز مصرف ماهی شانک زرد باله با میانگین غلظت ۰/۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر، ۲۹ گرم در روز و ۲۰۳ گرم در هفته می‌باشد (۳).

ارزیابی خطر غلظت جیوه در سه گونه ماهی دریاچه‌های اصلی در شمال می‌سی‌سی‌پی نشان داد که غلظت جیوه در سه گونه کراپ سفید^۲، گربه ماهی^۲ و باس دهان بزرگ^۳ نسبت به مطالعات ۱۰ سال گذشته کمتر شده است. غلظت جیوه در ماهیان دریاچه گرانا‌دا در مقایسه با دریاچه‌های Enid و Sardis بیشتر است و تحقیقات بیشتری برای شناسایی منابع بالقوه نقطه‌ای جیوه در این مناطق ضروری است (۱۲)؛ بنابراین، نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که می‌توان جیوه موجود در پساب شهری و پساب صنایع را کنترل کرد و مقادیر آن را در اکوسیستم‌های آبی کنترل نمود.

2 - Acanthopagrus latus
2 - Pomoxis annularis
2 - Ictalurus punctatus
2 - Micropterus salmoides

گرامی که در انجام مراحل پژوهش‌های مورد مطالعه همکاری بی‌دریغ داشتند، کمال تشکر را دارند.

References

- 1- Shahri E, Khorasani N, Noori Gh, Kord Mostafa Pour F, Velayatzadeh M. Risk assessment of some heavy metals in four species of fish from Oman Sea in spring. Iranian Journal of Research in Environmental Health. 2017; 3(1): 30-9. [In Persian].
- 2- Bellassoued K, Hamza A, Pelt J, Elfeki A. 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. Environ Monit Assess. 2013; 185: 1137-50.
- 3- Koshafar A, Velayatzadeh M. Risk assessment to consumers from mercury in *Acanthopagrus latus*. Journal of Food Hygiene. 2016; 6(23): 21-33. [In Persian].
- 4- Merian E. Metals and their compounds in the Environment. VCH. 1991.
- 5- Bahnasawy M, Khidr A, Dheina N. Assessment of heavy metal concentrations in water, plankton and fish of Lake Manzala, Egypt. Turkish Journal Zoology. 2011; 35(2): 271-80.
- 6- Askary Sary A, Velayatzadeh M, Mohammadi M. Mercury concentration in mudskipper (*Periophthalmus waltoni*) and flat fish (*Cynoglossus arel*) in Bandar-e-Emam and Bandar Abbas. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 2010; 4(2): 51-6. [In Persian].
- 7- Velayatzadeh M, Askary Sary A, Khodadadi M, Kazemian M, Beheshti M. The Survey and Comparison of Heavy Metals Hg, Cd and Pb in the Tissues of Liza Abu in the Karoon and Dez Rivers in Khoozestan Province. Journal of Environmental Science and Technology. 2014; 16(3): 51-61. [In Persian].
- 8- Askary Sary A, Velayatzadeh M. Heavy metals in aquatics. Ahvaz; Islamic Azad University Ahvaz Publication, 2014: 380. [In Persian].
- 9- Dogan-Saglamtimur N, Kumbur H. 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. 2010; 136(1): 55-70.
- 10- Coulibaly S, Celestin Atse B, Mathias Koffi K, Sylla S, Justin Konan K, Joel Kouassi N. 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. Bull Environ Contam Toxicol. 2012; 88: 571-6.
- 11- Janadeleh H, Kardani M. Heavy Metals Concentrations and Human Health Risk Assessment for Three Common Species of Fish from Karkheh River, Iran. Iranian Journal of Toxicology. 2016; 10(6): 31-7.
- 12- Wolff S, Brown G, Chen J, Meals K, Thornton C, Brewer S, et al. Mercury concentrations in fish from three major lakes in north Mississippi: Spatial and temporal differences and human health risk assessment. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A. 2016; 79(20): 894-904.
- 13- Khoshnod R, Khoshnod Z, Mokhlesi A, Afkhami M, Ehsan Pour M. The study of mercury pollution in liver and muscle of two species fishes from Persian Gulf. Aquatic and Fisheries Journal. 2010; 1(2): 33-9. [In Persian].
- 14- Cheraghi M, Spergham A, Javanmardi S. Determination of Mercury Concentration in Liza abu from Karoon River. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2013; 23(103): 105-13. [In Persian].
- 15- Mardoukhi S, Hosseini SV, Hosseini SM. Risk to consumers from mercury in croaker (*Otolithes ruber*), from the Mahshahr port. Journal of Fisheries Science and Technology. 2013; 2(3): 43-55. [In Persian].
- 16- Hosseini SM, Mir Ghafari N, Mahbobi Sophiani N, Hosseini SV. Risk assessment to consumers from mercury in *Rutilus frisii kutum* from Caspian Sea in Mazandaran Province. Fisheries Journal. 2011; 64(3): 243-57.

- 17- Ahmadi Kordestani Z, Hamidian A, Hosseini SV, Ashrafi S. Risk assessment of mercury due to consumption of edible aquatic species. *Journal of Marine Biology*. 2013; 5(17): 63-70. [in Persian].
- 18- Esmaili-Sari A, Abdollahzadeh E, Joorabian Shooshtari S, Ghasempouri SM. Fish consumption limit for mercury compounds. *Journal of Fasa University of Medical Sciences*. 2011; 1(2): 24-31. [In Persian].
- 19- Regional Organization for the Protection of the Marine Environment. Manual of oceanographic and pollutant analysis method. Third Edition. Kuwait: Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, 1999:1-100.
- 20- Eboh L, Mepba HD, Ekp MB. 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. *Journal of Food Chemistry*. 2006; 97(3): 490-7.
- 21- Ahmad AK, Shuhaimi-Othman M. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*. 2010; 10(2): 93-100.
- 22- United States Environmental protection Agency (USEPA). EPA Region III Risk-Based Concentration (RBC) Table 2008 Region III, 1650 Arch Street, Philadelphia, Pennsylvania. 2012.
- 23- Bogdanovic T, Ujevic I, Sedak M, Listes E, Simat V, Petricevic S, et al. As, Cd, Hg and Pb in four edible shellfish species from breeding and harvesting areas along the eastern Adriatic Coast, Croatia. *Food Chemistry*. 2014; 146: 197-203.
- 24- Iranian Fisheries Organization. Department of Statistics and Studies development Fisheries. Programmery office. Iranian Fisheries Organization yearly (2001-2011). Tehran. Iran. 2016; 64.
- 25- Askary Sary A, Javahery Baboli M, Mahjob S, Velayatzadeh M. 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*. 2012; 21(3): 99-106. [In Persian].
- 26- Velayatzadeh M, Tabibzadeh M. 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*. 2011; 3(1): 27-33.
- 27- Velayatzadeh M, Abdollahi S. 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*. 2010; 2(4): 65-72. [In Persian].
- 28- Askary Sary A, Velayatzadeh M, Beheshti M. Determination of heavy metals in *Liza abu* from Karkheh and Bahmanshir Rivers in Khoozestan from Iran. *Advances in Environmental Biology*. 2012; 6(2): 579-82.
- 29- Askary Sary A, Mohammadi M. Mercury Concentrations in Commercial Fish from Freshwater and Saltwater. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2011; 88(2): 162-5.
- 30- Taravati S, Askary Sary A, Javaheri Baboli. Determination of Lead, Mercury and Cadmium in Wild and Farmed *Barbus sharpeyi* from Shadegan Wetland and Azadegan Aquaculture Site, South of Iran. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2012; 89(1): 78-81.
- 31- Mohammadi M, Askary sary A, Khodadadi M. Determination of heavy metals in two barbs, *Barbus grypus* and *Barbus xanthopterus* in Karoon and Dez Rivers, Khoozestan, Iran. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2011; 87(2): 158-62.
- 32- Velayatzadeh M, Askary Sary A, Hoseinzadeh Sahafi H. 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*. 2014; 5(3): 227-34.

- 33- WHO. Review of potentially harmful substances - cadmium, lead and tin. WHO, Geneva. 1985. (Reports and Studies No. 22. MO /FAO /UNESCO /WMO /WHO /IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution).
- 34- Burger J, Gochfeld M. Heavy metals in commercial fish in New Jersey. *Environment Research*. 2005; 99: 403-12.
- 35- Nauen CE. Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products. United Nations Food and Agriculture Organization. 1983.
- 36- The center for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS). Monitoring and surveillance of Aquatic Environment Monitoring Report No. 51. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft. 1998; 116P.
- 37- Food and Agriculture Organization (FAO). Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. *FAO Fishery Circular*. 1983; 464: 5-10.
- 38- Davodi M, Eivaszadeh O, Soveisi MR, Karimi K. Measurement and Evaluation of Heavy Metals in Canned Tuna Collected from Various Sources in 1390. *Food Technology and Nutrition*. 2014; 4(11): 31-4.
- 39- Edlund C, Bjorkman L. Resistance of normal human microflora to Mercury and anti microbials after exposure to Mercury from dental amalgam fillings. *Clin Infect Dis*. 1996; 22(6): 944-50.
- 40- Pizzichini M, Fonzi M, Fonzi L, Sugherini L. Release of Mercury from dental amalgam and its influence on salivary antioxidant activity. *Sciences Total Environment*. 2002; 4(1-3):19-25.
- 41- Agusa T, Kunito T, Tanabe S, Pourkazemi M, Aubrey DG. Concentrations of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 2004; 49: 789-800.
- 42- Al-Yousuf MH, El-Shahawi MS, Al-Ghais SM. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *Sciences Total Environment*. 2000; 256:87-94.
- 43- Filazi A, Baskaya R, Kum C. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. *Journal of Human and Experimental Toxicology*. 2003; 22: 85-7.
- 44- Alonso ML, Montana FP, Miranda M, Castillo C, Hernandez J, Benedito J. 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 BioMetals*. 2004; 17: 389-97.
- 45- Raissy M, Ansari M. Health risk assessment of mercury and arsenic associated with consumption of fish from the Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2014; 186(2): 1235-40.
- 46- Hosseini M, Nabavi SMB, Nabavi SN, Adami Pour N. 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*. 2015; 187(5): 237.
- 47- Fatahi Pour S, Nabavi SMB, Nikpour Y, Rajabzadeh E. 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. 2014: 14. [In Persian].
- 48- Ruelas-Inzunza J, Meza-López G, Páez-Osuna F. Mercury in fish that are of dietary importance from the coasts of Sinaloa (SE Gulf of California). *Journal of Food Composition and Analysis*. 2008; 21:211-18.
- 49- Goldblum DK, Rak A, Ponnappalli MD, Clayton CJ. The Fort Totten mercury pollution risk assessment: A case history. *Journal of Hazardous Materials*. 2006; 136: 406-17.

50- Archibong IE, Okonkwo CJ, Wegwu MO. Okonkwo CJA. Distribution and Health Risk Assessment of Selected Endocrine Disrupting Chemicals in Two Fish Species Obtained from Choba River in Rivers State, Nigeria. *Bioengineering and Bioscience*. 2017; 5(4): 65-73.

51- Mehri Asiabar Z, Taghavi L, Valinassab T, Pourgholam R. Measuring Concentration of Heavy Metals (Pb, Cd, Hg) in Tissue of *Liza Saliens* and Risk Assessment Associated with its Use (Case Study: Coastal Waters of the Caspian Sea). *Journal of Environmental Science and Technology*. 2016; 18(2): 225-39. [In Persian].

Original paper

Health Risk Assessment of Mercury in the Edible Tissues of Some Fish in Southwest of Iran: A Review

Mohammad Velayatzadeh^{1*}, Abolfazl Askary Sary²

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

2- Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Corresponding Author: TeL: 09166165845 Email: mv.5908@gmail.com

Abstract

Background and Aim: Mercury is the most dangerous metal in the environment which accumulates in fish tissues as it enters aquatic ecosystems and eventually enters the human food chain. According to the carcinogenicity of mercury in humans, this review study aimed to assess the health risk of mercury in the edible tissue of some fish in southwest of Iran.

Material and Method: In this study, the information from the studies conducted by the authors of this paper, which have been done on the bioaccumulation of mercury in fish in recent years, were provided. The selection criteria for this study were the southwestern region of Iran, the articles' year of publication, the type of aquatic (fish), and the method of mercury measurement. The US Environmental Protection Agency's risk assessment guidelines were used to assess the daily intake and risk of metals for the health of the individuals consuming fish.

Results: According to the per capita consumption of fish in Iran, the amount of mercury that is absorbed through the consumption of the studied fish is about the body of adults (an adult weighing 70 kg) and children (a child weighing 14.5 kg), about 0.005-0.460 and 0.027-2.222 mg/Kg. Also, the probability of risk in adults was 0.05-4.60. In children, the risk of fish consumption was 0.27-22.22. The permissible amount of fish to be studied with an average concentration of 0.05-1.289 mg/Kg of mercury is 0.543-43.75 g/day. Also, the maximum daily consumption of fish for children was obtained with an average concentration of 0.05-1.289 mg/Kg of mercury, 0.112-9.062 g/day.

Conclusion: In this study, the health risk of mercury in the consumption of *Barbus grypus*, *Barbus xanthopterus*, and *Periophthalmus waltoni* was over 1 for both adult and child individuals. It is advisable to pay more attention to the consumption of these fish.

Keywords: Risk assessment, Mercury, Fish, Muscle