فصلنامه علمی
دورهٔ ۲، شمارهٔ۳، پاییز ۱۳۹۲، صفحه ٤٣ – ٥٥

ارزیابی خطر جیوه ناشی از مصرف ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در خلیج‌فارس: مطالعه موردی بندر ماهشهر

سحر مردوخی[۱]، سید ولی حسینی[۲] و سید مهدی حسینی*[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی، گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۲- استادیار، گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۳- دانشجوی دکتری، گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور

دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۱۱ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۸/۲۷

* نویسنده مسئول مقاله: hosseini.sayedmehdi@gmail.com

چکیده:

در پژوهش حاضر با اندازه‌گیری غلظت جیوهٔ کل با روش اسپکتروفتومتر جذب اتمی و بخار سرد، در نمونه‌های عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*)، خطر ناشی از مصرف این ماهی برای انسان ارزیابی شد. بدین منظور، ۳۰ عدد ماهی شوریده در اوزان بازاری از صید روزانهٔ آبزیان مذکور در بندر ماهشهر، به‌طور تصادفی انتخاب و مورد تجزیه قرار گرفتند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که میانگین غلظت جیوه در عضلهٔ ماهی شوریده ۰/۰۹±۰/۳٥٤ میکروگرم بر گرم وزن‌تر 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 (HQ) بیش‌تر از ۱ محاسبه گردید. همچنین، محاسبات نشان داد که جذب روزانه و هفتگی جیوه با توجه به میزان سرانهٔ مصرف هر ایرانی، کم‌تر از مقادیر راهنمای ارائه شده (PTDI و PTWI) از سوی WHO و USFDA و بیش‌تر از مقادیر ارائه شده از سوی USEPA است. بنابراین از منظر میزان جیوه، مصرف ماهی شوریدهٔ صید شده از منطقهٔ مورد مطالعه ممکن است خطرهایی برای سلامتی مصرف‌کنندگان آسیب‌پذیرتر مانند زنان باردار، جنین و کودکان به همراه داشته باشد، ولی سایر افراد جامعه می‌توانند حدود ۲۰ گرم در روز و ۱۳۸ گرم در هفته مصرف کنند.

کلید واژگان: بندر ماهشهر، جیوه، ماهی شوریده (*Otolithes ruber*)، ارزیابی خطر.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

مقدمه

همگام با افزایش تقاضا برای محصولات دریـایی، افـزایش روند آلودگی محیط های دریایی به شکلی جدی، احتمـال بروز مشـکلات کیفـی را در ایـن منـابع غـذایی ارزشـمند تشدید کرده است (Kojadinovic et al., 2006). در واقع از زمان وقوع حادثهٔ مینامانا در سال ۱۹۵٦، که منجر به شـیوع گستردهٔ بیماری و مرگ و میر ناشی از سمیت متیل جیـوه[1] بر اهالی منطقه شد، بررسی مقادیر جیوه در ماهیان از دیدگاه مصرف انسانی در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است (Kojadinovic et al., 2006). در این میان خلیج فارس که یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی بستهٔ جهان محسـوب می‌شود، تحـت تـأثیر افـزایش جمعیـت و صـنعتی شـدن کشورهای حاشیه خود قرار گرفته و موقعیت نگران‌کننده‌ای پیدا کرده است، زیرا به علت بسته بودن حوزهٔ آبـی خلـیج فارس، آلودگی‌های وارد شده در آن زمان ماند بالایی دارند و وارد بدن آبزیان می‌شوند (Pourang et al., 2005). در واقع حضور و تردد شناورهای مختلف تجاری، سیاحتی و نظامی و همچنین وجود آلاینده‌های صنعتی و کشاورزی در نـوار ساحلی، آب‌های خلیج فارس و دریای عمان حاوی مقادیر زیادی از آلاینده‌ها به خصوص فلزهای سـنگین شـده‌انـد. آلاینده‌های راه یافته سرانجام به رسوبات بستر وارد می‌شوند و پیچیدگی این زیستگاه را دسـتخوش تغییراتـی مـی‌کننـد (Agah et al., 2010).

اما در میان دو دسته کلی منشأ آلاینده‌ها در خلیج فارس (منشأ خشکی و آبی)، فاضلاب‌های حاصل از پتروشیمی، که حـاوی فلزهـای سـنگین بـه‌ویـژه جیـوه اسـت، از همـه خطرناک‌ترند و خطر آن برای عموم مردمی است که مـاهی یا غذای دریایی مصرف می‌کنند. پتروشیمی‌های منطقه ویژه اقتصادی ماهشهر تصفیه خانه فاضلاب دارند، اما متأسـفانه سیستم آنان کارایی لازم را ندارد و در نتیجه آلـودگی‌هـای گوناگونی وارد خور موسی می‌شود. مجتمع پتروشیمی بندر امام بعنوان بزرگ‌تـرین پتروشـیمی ایـران در منطقـه ویـژه اقتصادی ماهشهر و در کنارخورموسی در حال فعالیت است. این مجتمع دارای بخش‌ها و واحدهای مختلفی از قبیل خط واحد کلرآلکالی، کـه از جیـوه بعنـوان کاتـالیزور اسـتفاده مـی‌شـود، اسـت و طـی فراینـدهای گونـاگون شـیمیایی، موادآلاینده مختلفی را وارد محیط زیست پیرامون خود کرده و تأثیرهای متفاوتی را برجا می‌گذارد (Jafarzadeh et al., 2007). جیوه از خطرناک‌ترین فلزهـای سـنگین محسـوب می‌شود که در اشکال آلی و غیرآلی در محیط زیست وجود دارد. مطالعات نشان داده است که نـوع آلـی جیـوه (متیـل جیوه) به مراتـب از سـمیت و خصوصـیت تجمـع‌پـذیری زیستی[2] بالایی در طـول زنجیـرهٔ غـذایی برخـوردار اسـت (Esmaeili-Sari, 2008; Porcella, 1994). اصـولاً جیـوهٔ غیرآلی طی فرایند متیلاسیون[3] از طریق فرایندهای آنزیمی و به‌وسیله باکتری‌ها و دیگر میکروارگانیزم‌های موجود در آب و رسوبات به شکل آلی یعنی متیل‌جیـوه تبـدیل مـی‌شـود. متیل‌جیوه می‌تواند از راه جذب شدن به‌وسیله گیاهان آبزی، جلبک‌ها، موجودات ابتدای زنجیرهٔ غذایی وارد شبکهٔ غذایی ماهی شده و در آن تجمع یابد (Esmaeili-Sari, 2008).

بنابراین با وجود منفعـت‌هـایی کـه بـا مصـرف مـاهی حاصل می‌شود، امروزه به‌دلیل حضور آلاینـده‌هـا از جملـه جیوه در اکوسیسـتم‌هـای آبـی، مصـرف آن بـا یـک‌سـری خطرهایی مواجه است و این خطر در گروه‌های آسیب‌پذیر از جمله زنان باردار و کودکان بسیار حـائز اهمیـت اسـت؛ زیرا مصرف ماهی مهم‌ترین راهِ ورود جیوه به بـدن انسـان معرفی شده است (Human Health of Canada, 2007) که به‌دلیل نیمه‌عمر بیولوژیکی طولانی متیل جیوه، می‌تواند در

1.Methyl mercury

2.Biomagnification
3.Methylation

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

دراز مدت اثرهای نامطلوبی را بر بدن و سلامتی انسان، به ویژه بر سیستم عصبی که شامل اختلالات روانی، کم شدن شنوایی و بینایی، از دست دادن کنترل بدن و ضعف عمومی، حملهٔ عصبی، تأثیر بر جنین و غیره است، به‌همراه داشته باشد (Esmaeili-Sari, 2002).بنابراین باید خطرهای مصرف آن از طریق روش‌های علمی ارزیابی شود.

در این میان ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) که از جمله ماهیان اقتصادی و نریتیک خلیج فارس و دریای عمان با رژیم تغذیه‌ای بیش‌تر گوشتخواری است،احتمالاً در معرض انواع آلودگی‌های موجود در آب و رسوبات قرار دارد. از طرفی دیگر، نظر به این‌که بستر منابعِ آبی، عمده‌ترین پذیرندهٔ آلودگی است (Hosseini *et al*., 2011)، می‌توان در نظر گرفت که ماهی شوریده با آلودگی قابل ملاحظه‌ای در طی حیات خود مواجه باشد (Shahriari, 2005).

با این رویکرد و همچنین به‌دلیل ارزش اقتصادی و غذایی ماهی شوریده و درصد بالای صید آن‌ها به‌عنوان مهم‌ترین ماهی مورد پذیرش ساکنان سواحل خلیج فارس و دریای عمان به‌ویژه شهرستان بندر ماهشهر، گونه مذکور برای بررسی‌های مربوط به سنجش جیوه به‌منظور مطالعه برای کاهش خطرهای ناشی از مصرف آن‌ها انتخاب شد.

یکی دیگر از مهم‌ترین کاربردهای این پژوهش، آگاهی از میزان آلودگی به جیوه به‌عنوان مهم‌ترین فلز سنگین در آب‌های نواحی منطقه مورد مطالعه است. با نتایج به دست آمده می‌توان تمهیداتی اندیشید تا از ورود بیش‌تر آلاینده‌ها به محیط جلوگیری شود.

بررسی‌های کتابخانه‌ای نشان می‌دهد که مطالعات اندکی با هدف ارزیابی خطر مصرف ارگانیسم‌های آبی به‌ویژه ماهیان پرمصرف از نظر فلزهای سنگین (به‌خصوص جیوه) در خلیج فارس انجام شده است و بیش‌ترآن‌ها تنها به بررسی فلزهای سنگین در بافت‌های مختلف ماهی و همچنین ارتباط تجمع فلزها با شاخصه‌های بیومتری پرداخته‌اند (Hashim et al., 1996; Shahriari, 2005; Tarasoli et al., 2012; agah et al., 2020; Pourang, et al., 2005; Dobaradaran et al., 2010)

از طرفی دیگر، از مطالعات مشابهی که در دیگر اکوسیستم‌های آبی درخصوص ارزیابی خطر مصرف ماهی ناشی از جیوه پرداختند، می‌توان به مطالعات(Castilhos et al., 2006; Kojadinovic et al., 2006;Ruels-Inzuna et al., 2008; Gochfeld, 2003; Burger et al., 2007; Agusa et al., 2005; Turkmen et al., 2009; Hosseini et al., 2011) اشاره کرد. همچنین به تازگی حد مجاز مصرف ۲۱ گونه از ماهیان خلیج فارس، دریای خزر و تالاب انزلی از منظر جیوه گزارش شده است (Esmaeili-Sari, 2011).

پژوهش حاضر علاوه برحصول به اطلاعات پایه‌ای و ارزشمند در خصوص میزان جیوهٔ موجود در گونه مورد مطالعه، اطمینان و اعتماد لازم برای مصرف گونه مذکور فراهم می‌کند.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی خطر جیوه بر سلامتی انسان[1] در منطقهٔ مورد مطالعه، مراحل زیر طی شد (Hosseini *et al*., 2011):

۱-ارزیابی تماس[2]

مسیرهای تماس[3]

غلظت تماس[4]

۲- ارزیابی سمیت[5]

بررسی آثار سرطان‌زایی جیوه[6]

1.Human health risk assessment
2.Exposure assessment
3. Exposure pathways
4. Exposure concentraion
5. Toxicity assessment
6. Quantitative cancer endpoint

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

بررسی آثار غیرسرطان‌زایی جیوه[1]

۳- توصیف خطر[2]

از آنجا که مهم‌ترین و عمده‌ترین مسیر ورود جیوه به بدن انسان، مصرف ماهیان آلوده به جیوه است، بنابراین در گام اول در خصوص نمونه‌برداری از ماهی و تعیین میزان جیوه اقدام شد و میانگین غلظت جیوه در بافت ماهیان به‌عنوان غلظت تماس انتخاب شد.

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

بندر ماهشهر با طول جغرافیایی ٤٩ درجه و ١٣ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۳ دقیقه، در جنوب غربی ایران و جنوب استان خوزستان واقع است. از شمال به شهرستان‌های رامهرمز و اهواز، از مشرق به شهرستان بهبهان، از مغرب به شهرستان شادگان و از جنوب به خلیج فارس و خورموسی محدود است. این شهر به‌دلیل وضع طبیعی مناسب بندرگاهی و اجرای طرح‌های صدور فراورده‌های نفتی پالایشگاه آبادان و همچنین نزدیکی به بندرامام خمینی و مجتمع‌های پتروشیمی مجاور آن، به‌طور فزاینده‌ای به‌وسیله آلاینده‌هایی که از منابع مختلف انسانی (شامل پساب‌های صنعتی، پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری و روستایی) به آن وارد می‌شود، آلوده شده است.

نمونه‌برداری

به‌دلیل آن‌که در این پژوهش هدف تعیین خطر ناشی از مصرف ماهی شوریده برای مصرف‌کنندگان (افراد جامعه) بود، بنابراین تهیه نمونه‌ها از همان طریقی انجام گرفت که عموم مردم اقلام مورد نظر را تهیه می‌کنند. در واقع با توجه به این‌که عمدهٔ صید و عرضهٔ ماهیان مذکور به بازارهای محلی و کشوری در اوزان بازاری صورت می‌گیرد (Fisheries Statistical Yearbook, 2009)، بنابراین در این تحقیق از ماهیان در وزن بازاری استفاده شد و تعداد ۳۰ عدد ماهی شوریده با وزن تقریبی ۱۸±۳۸۰ گرم از بین ماهیان صید شده (صید روزانه) وآماده عرضه به بازارِ بندر ماهشهر واقع در استان خوزستان تهیه گردید. انتخابِ ماهیان به صورت تصادفی و از بین ماهیان سالم صید شده در زمان اجرای تحقیق انجام پذیرفت. نمونه‌های تهیه شده پس از شستشو در داخل جعبه‌های یونولیت حاوی یخ پودر شده (به‌صورت لایه‌های متناوبی از یخ و نمونه) نگهداری و در کم‌ترین زمان ممکن به آزمایشگاه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند.

در آزمایشگاه، عضله (عضلهٔ مابین بخش جلویی باله‌ی پشتی و خط جانبی) نمونه‌های ماهی جدا گردید. نمونه‌های تهیه شده پس از شستشو با آب مقطر و حذف آبچک، به‌وسیلهٔ سلفون به‌خوبی پیچیده شده و آنگاه تا زمان شروع آنالیز در فریزر و در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند.

اندازه‌گیری جیوه

تعداد کل سنجش‌های انجام شده برابر ۳۰ عدد بوده است. برای سنجش میزان جیوه از روش هضم اسیدی (هضم نمونه‌ها به کمک اسیدنیتریک غلیظ) و از روش بخار سرد دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی[3] (Perkin Elmer,USA) استفاده شد (Türkmen, 2009). طبق روش، برای هضم شیمیایی نمونه مقدار ۰/۵ گرم از نمونهٔ هموژن شده در داخل ارلن قرار داده شد ومقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه شد. برای تکمیل عمل هضم محلول برروی حمام آبی با درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تا نزدیک

1. Quantitative non-cancer endpoint
2. Risk characterization
3.Cold vapor-Atomic absorption spectrophotometry; CV-AAS

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

ارزیابی خطر جیوه ناشی از مصرف ماهی شوریده... ـــ

خشک‌شدن قرار داده شد. پس از سرد شدن به آن ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۱۰درصد اضافه شد و پس از عبور از کاغذ صافی (Watman 42)، به تمام نمونه‌ها، ۰/۵ میلی‌لیتر $SnCl_2$[1] ۰/۱ مولار (محلول احیاکننده) و آب مقطرِ دوبار تقطیر شده اضافه شد تا به حجم نهایی ۲۵ میلی‌لیتربرسد. نمونه‌های شاهد طبق مراحل شرح داده شده تهیه شدند. نمونه‌ها پس از آماده‌سازی، در طول موج ۲۵۳/۷ نانومتر قرائت گردیدند. همچنین از محلول‌های استاندارد ۱ تا ۱۰ میکروگرم در لیتر جیوه برای تنظیم و کالیبره کردن دستگاه استفاده شد. حد تشخیص[2] روش اندازه‌گیری جیوه برابر با ۰.۰۰۵ میکروگرم بر گرم جیوه بود. مواد مرجع استاندارد[3] مورد استفاده NRC-DORM-2[4] بوده است و میزان رکاوری برای تمامی نمونه‌ها در حدود ۱۰۲– ۹۳ درصد بود.

ارزیابی سمیت جیوه[5]

برای ارزیابی سمیت جیوه، در ابتدا لازم است نسبت متیل جیوه به کل جیوه در گونهٔ مورد مطالعه تعیین شود (گام دوم). نسبت متیل جیوه به کل جیوه در گونه‌های مختلف ماهیان و حتی در یک گونه نیز متفاوت است و از طرفی دیگر بررسی اشکال شیمیایی مختلف جیوه در ماهی نیز بسیار پرهزینه است. همچنین مطالعات نشان داده است که یک عاملِ تبدیل ثابت[6] برای تخمین درست سطوح متیل جیوه نسبت به کل جیوه موجود در ماهی نمی‌توان یافت. بنابراین در بحث ارزیابی خطر میزان کل جیوهٔ موجود در بافت ماهی، ۱۰۰ درصد متیل جیوه فرض می‌شود(Goldblum et al., 2006). همچنین جیوه به‌عنوان مادهٔ غیر سرطان‌زا انتخاب شد (Kojadinovic et al., 2006; Goldblum et al., 2006).

توصیف خطر[7]

در گام آخر با توجه به میزان جیوهٔ اندازه‌گیری شده و همچنین در نظر گرفتن سمیت جیوه و انتخاب جیوه به‌عنوان یک مادهٔ سمی غیرسرطان‌زا، شاخص خطر HQ[8] و و میزان مجاز مصرف ماهی محاسبه شد.

میزان جذب روزانه[9] و هفتگی[10] قابل قبول جیوه

میزان تماس روزانهٔ انسان به جیوه از طریق مصرف ماهیان آلوده را می‌توان با فرمول زیر محاسبه کرد (Agusa et al., 2005; Kojadinovic et al., 2006)

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

DI[11] = میزان جذب جیوه در بدن در روز از طریق مصرف ماهی (میکروگرم بر گرم)؛

C_m = میزان جیوه در ماهی (میکروگرم بر گرم)؛

IR[12] = میزان مصرف ماهی در منطقهٔ مورد مطالعه (گرم در روز)؛

BW = وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ)

بررسی شاخص خطر HQ

شاخص خطر HQ شامل نسبت تماس یک آلاینده[13] (دوز جذب روزانهٔ آلاینده) به دوز مرجع آن است که اگر از ۱ کم‌تر باشد، بیانگر آن است که مصرف ماهی اثر مضری بر سلامتی ندارد (Castilhos et al., 2006; Goldblum et al., 2006)

1.Tin(II) chloride
2.Detection limit
3. Standard reference material
4. Dogfish muscle; national Research council, Canada
5. Mercury toxicity assessment
6.Fixed conversion factor

7 Risk characterization
8. Hazard quotient
9. PTDI (Provisional permissible tolerable daily intake in µg/Day/kg body weight) or ADI
10. PTWI (Provisional permissible tolerable weekly intake in µg/week/kg body weight)
11. Daily Intake (Dietary mercury exposure)
12. Ingestion rate
13. Exposure level

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

$HQ = DI / RfD$

HQ = نسبت خطر (بدون واحد[1])؛

DI = میزان جذب جیوه در بدن در روز از طریق مصرف ماهی (میکروگرم بر گرم)؛

RFD = دوز مرجع (۰/۰۰۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم).

حد مجاز مصرف روزانهٔ ماهی[2]

مقدار مجاز مصرف روزانهٔ ماهی با توجه به میزان جیوهٔ اندازه‌گیری شده در بخش خوراکی آن (عضله) از طریق فرمول زیرکه از سوی USEPA پیشنهاد شده است، محاسبه گردید (**Esmaeili-Sari**، 2008؛ USEPA, 2000):

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

که در آن:

CR_{lim}[3]= حداکثر میزان مجاز مصرف در روز (کیلوگرم یا گرم در روز)؛

RFD[4]= دوز مرجع یا مجموع مجاز جذب روزانهٔ آلاینده که برای متیل جیوه برابر 1×10^{-4} میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز است.

BW[5]= وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ)

C_m[6] = میزان جیوه در ماهی (میکروگرم بر گرم یا میلی‌گرم بر کیلوگرم).

تجزیه آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ شماره ۱۶ با استفاده از برنامهٔ Excel انجام پذیرفت. ابتدا طبیعی بودن داده‌های به‌دست آمده با آزمون کُلموگرف-اسمیرنوف بررسی شد. پس از آن نتایج به‌دست آمده به کمک آزمون One Sample T Test با معیارهای استاندارد که از سوی سازمان‌های معتبر جهانی نظیر WHO پیشنهاد شده، مقایسه شدند. سطح معنادار بودن نیز $p<0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه جیوه در نمونه‌های عضلهٔ ماهی شوریده در منطقه مورد مطالعه نشان داد که میانگین میزان جیوه در عضلهٔ ماهی مذکور ۰/۰۹ ± ۰/۳۵٤ میکروگرم بر گرم وزن‌تر است که قابل مقایسه با مقادیر حد مجاز جیوه در عضلهٔ ماهیان است (جدول ۱).

سالنامهٔ آماری شیلات ایران اعلام داشته است که سرانهٔ مصرف ماهی در ایران حدود ۸۵۰۰ گرم در سال است (Fisheries Statistical Yearbook, 2009)، در این‌صورت مصرف روزانهٔ ماهی برای هر ایرانی حدود۲۳/۲۹ گرم است. به این ترتیب میزان جیوه‌ای که از طریق مصرف ماهی شوریده جذب بدن می‌شود، حدود ۰/۰۰۰۱۱۸ میکروگرم بر گرم در روز و ۰/۰۰۰۸۲٦ میکروگرم بر گرم در هفته، برای یک فرد بالغ با وزن ۷۰ کیلوگرم است. ولی طبق معمول میزان مصرف ماهی در ساکنان جنوبی ایران بالاتر از میزان اعلام شده به‌وسیله سالنامهٔ آماری شیلات ایران است. همچنین میزان HQ حدود ۱/۱۸ به‌دست آمد.

با توجه به فرمول تعیین حداکثر مجاز مصرف روزانهٔ ماهی و با در نظر گرفتن میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم برای مصرف‌کننده، مقدار مجاز مصرف ماهی شوریده با میانگین غلظت جیوه ۰/۳٥٤ میکروگرم بر گرم وزن‌تر، ۱۹/۷۷ گرم در روز و ۱۳۸/٤۱ گرم در هفته به‌دست آمد.

1. Unitless
2. Fish safety limits
3. Consumption rate limite (Maximum allowable fish consumption: consumption: kg or gr / day)
4. Reference dose
5. Body weight
6. Measured concentration

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

ارزیابی خطر جیوه ناشی از مصرف ماهی شوریده... ـــ_____مردوخی و همکاران

جدول ۱ مقادیر حد مجاز جیوه در عضلهٔ ماهیان در استانداردهای مختلف بر حسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر

استانداردها	WHO[1]	MAFF[2]	USEPA[3]	FDA[4]
جیوه	۰/۵	۰/۳	۰/۳	۱

1.World Health Organization; 2.Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (UK);
3. United States Environmental Protection Agency; 4. Food and Drug Administration (FDA)

بحث

به‌دلیل تأثیرهای متعدد و مضر جیوه بر سلامتی مصرف‌کننده، مطالعات متعددی در خصوص آن‌ها صورت گرفته است. تحقیقات نشان داده که مصرف آبزیان، یکی از عمده‌ترین مسیرهای ورود این عنصر خطرناک به بدن انسان‌ها است. همان‌طوری‌که از نتایج حاصل از پژوهش حاضر مشهود است، مقدار این عنصر در ماهی شوریده به‌نسبت بالاست که این وضعیت با توجه به جایگاه زیست ماهی شوریده (نزدیک بستر) و از آنجایی‌که رسوبات مهم‌ترین پذیرندهٔ فلزهای سنگین در منابع آبی هستند، قابل توجیه است (به‌جز مسائل مربوط به تفاوت‌های فیزیولوژیک). از طرفی دیگر، تفاوت‌های مشاهده شده بین مقدار جیوهٔ اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر با دیگر ماهیان مورد مطالعه در خلیج فارس می‌تواند به‌دلیل عواملی همچون گونه ماهی، مکان تغذیه، رفتار تغذیه‌ای و مهاجرتی آن‌ها، اندازه، جنسیت و سن ماهی، فصل نمونه‌برداری، محل نمونه‌برداری و یا روش تجزیه مربوط باشد (Hosseini et al., 2011).

به‌طور کلی ارتباط بین عوامل رشد با تجمع فلزها در ماهیان به عوامل متعددی از قبیل عملکرد ویژه فلز در بافت مورد نظر، روابط متقابل عوامل بیوشیمیایی بافت مورد نظر با عوامل زیستی، تأثیر افزایش رشد بافت (خاصیت رقیق‌کنندگی غلظت فلزها) و نرخ متابولیکی گونه مورد نظر، نیمه‌عمر فلزها و دسترسی به فلز در زیستگاه بستگی دارد (Langston et al., 1995). در پژوهش حاضر از ماهیان با اندازه‌های به‌نسبت یکسان که مصرف خوراکی دارند (اوزان بازاری) و بیش‌تر در بازارهای خطه جنوب ایران (به‌ویژه ماهشهر) یافت می‌شوند، استفاده شده و ارتباط بین عوامل رشد با تجمع جیوه در ماهی شوریده مورد توجه قرار نگرفت.

نتیجه به‌دست آمده از میانگین غلظت جیوه که ۰/۳۵٤ میکروگرم بر گرم وزن‌تر بوده به کمک آزمون One Sample T Test با استانداردهای اعلام شده به‌وسیله FDA، WHO، MAFF و USEPA، در خصوص حداکثر مقدار قابل پذیرش جیوه در ماهی که به‌ترتیب ۰/۱، ۰/۵، ۰/۳ و ۰/۳ میکروگرم بر گرم وزن‌تر است (Hosseini et al., 2011MAFF, 2000)، مقایسه شدند. نتایج به‌دست آمده بر طبق آزمون مذکور نشان داد که میزان جیوه موجود در بافت ماهی شوریده به‌طور معنادار کم‌تر از حداکثر مقدار مجاز بر اساس استانداردهای WHO و FDA و بیش‌تر از حداکثر مقدار مجاز بر اساس استاندارد USEPA و MAFF است (جدول ۱). طبق نتایج حاصل از میانگین غلظت جیوه در مقایسه با استانداردهای WHO و FDA، که کم‌تر از حداکثر مقدار مجاز بوده است، میزان آن در محیط از لحاظ آلودگی بی‌خطر تلقی می‌شود ولی در مقایسه با استاندارد MAFF و USEPA، که بیش‌تر از حداکثر مقدار مجاز بوده، ممکن است خطری جدی محسوب شود. بنابراین با توجه به خطرهای احتمالی ناشی از آلودگی و سمیت فوق‌العاده جیوه به‌خصوص برای زنان باردار و کودکان که تهدید مهمی به‌شمار می‌رود، نیازمند نظارت بیش‌تری است. بنابراین برای ارزیابی دقیق‌تر باید دیگر عوامل از جمله میزان جذب روزانه جیوه و شاخص خطر را هم بررسی کرد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

نتایج نشان می‌دهد که میزان جذب روزانه و هفتگی جیوه از طریق مصرف ماهی شوریده حدود ۰/۰۰۰۱۱۸ میکروگرم در گرم است که کم‌تر از جذب روزانه و هفتگی قابل تحمل (PTDI و PTWI) تعیین شده از سوی سازمان‌های WHO (۰/۰۰۰۷ میگروگرم در گرم در روز و ۰/۰۰٤۹ میگروگرم در گرم در هفته)، USFDA (۰/۰۰۰٤ میگروگرم در گرم در روز و ۰/۰۰۲۸ میگروگرم در گرم در هفته) و بیش‌تر از جذب روزانه و هفتگی قابل تحمل تعیین شده از سوی USEPA (۰/۰۰۰۱ میگروگرم در گرم در روز و ۰/۰۰۰۷ میگروگرم در گرم در هفته) است (Hosseini et al.,2011). لازم به ذکر است که در تعریف جذب روزانه و یا هفتگی قابل تحمل از سوی سازمان‌های مربوط این‌گونه بیان شد که با در نظر گرفتن میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم برای یک انسان بزرگ‌سال[1]، میزان جیوهٔ کلی که می‌تواند جذب بدن انسان شود و هیچ‌گونه اثر منفی در طی دورهٔ زندگی برای فرد ایجاد نکند (Kojadinovic et al., 2006; Goldblum et al., 2006;).

از طرفی دیگر HQ در بافت عضله ماهی شوریده بندر ماهشهر ۱/۱۸ بوده و قابل ذکر است که اگر نتیجه حاصل شده بیش‌تر از ۱ باشد (به بیان دیگر میزان جذب روزانه بیش‌تر از دوز مرجع باشد)، نشان‌دهنده آن است که مصرف آبزی اثر حاد مضری بر روی سلامتی انسان دارد (Hosseini et al., 2011).

بنابراین با توجه به نتایج فوق می‌توان بیان کرد که از آنجایی که زنان باردار و جنین، نوزادان شیرخوار و کودکان زیر ۱۰ سال به‌دلیل شرایط حساس خود، بیش‌تر تحت تأثیر آثار حاد جیوه قرار دارند (Kojadinovic et al.,2006)، مصرف ماهیان شوریده به‌هیچ وجه به آن‌ها توصیه نمی‌شود. در واقع متیل جیوه‌هایی که در بدن ماهیان تجمع یافته، به‌راحتی می‌تواند با مصرف ماهی جذب بدن خانم‌های باردار شده و منجر به مشکلاتی در توسعه سیستم عصبی جنین گردد؛ چون مقدار زیاد جیوه سبب آشفتگی‌های عصبی شده و اثر بازدارندگی بر رشد بدن و نیز آنزیم‌ها دارد. این علایم عصبی شامل عقب‌ماندگی ذهنی، مشکلات بینایی و شنوایی، عقب‌افتادگی رشد و تکامل، اختلالات تکلمی و حافظه‌ای است. از این‌رو، این امر می‌تواند تهدیدی جدی برای سلامت محیط زیست و موجودات منطقه محسوب شود (Esmaeili-Sari, 2011; Esmaeili-Sari, 2008).

هر چند متیل جیوه در بزرگسالان (با وزن ۷۰ کیلوگرم) نیز علاوه بر اختلالات عصبی، مشکلات قلبی عروقی را به‌دنبال دارد (Esmaeili-Sari, 2011)، ولی به‌دلیل حساسیت کم‌تر آن‌ها نسبت به زنان باردار و کودکان، می‌توانند با توجه به حد مجاز مصرف تعیین شده یعنی ۱۹/۷۷ گرم در روز و ۱۳۸/٤۱ گرم در هفته، مصرف کنند. بدیهی است که این میزان مصرف مطلوب، برای افراد با وزن بیش‌تر و کم‌تر از ۷۰ کیلوگرم نیز به‌ترتیب بیش‌تر و کم‌تر می‌شود. فرمول پیشنهادی این امکان را به ما می‌دهد تا در هر منطقه با توجه به غلظت آلاینده در ماهی و فراورده‌های دریایی با کاهش میزان مصرف آن، میزان ورود و جذب مادهٔ آلاینده به بدن را تا حد استاندارد کاهش داد. از مزیت دیگر این روش، عدم تأثیر فرهنگ و عادت‌های غذایی در تعیین استاندارد است (Esmaeili-Sari, 2002).

اگرچه غذا یکی از روش‌های بسیار مهم و عمده در جذب آلودگی در انسان است، ولی چون بر خلاف هوا و یا آب، در جوامع مختلف و یا حتی شهرها یکسان نیست (به‌علت سلیقهٔ متفاوت در افراد)، بنابراین میزان جذب آن تابعی از نحوهٔ تغذیه است. از آنجا که فرهنگ غذایی در ایران که از نظر وسعت بسیار گسترده و از نظر عادت‌های

1.Adult

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

غذایی بسیار متفاوت است، طبیعی است ارائهٔ یک الگوی مشخص برای میزان استاندارد در مواد غذایی امکان‌پذیر نبوده و اصولاً نمی‌تواند از اعتبار لازم برخوردار باشد. به همین دلیل در اغلب کشورهای جهان تفاوت‌هایی در تعیین میزان استاندارد آلاینده‌ها در مواد غذایی وجود دارد که بیش‌تر ناشی از عادت‌های غذایی و همچنین ویژگی‌های خاص مرتبط با اقلیم، صنعت و کشاورزی است. این شاخصه‌ها الزاماً منجر به تفاوت‌هایی در تعیین استاندارد شده است که حتی با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی نیز متفاوت است. در رابطه با فراورده‌های دریایی و آبزیان این تفاوت چشم‌گیرتر است. زیرا میزان مصرف ماهی در استان‌های مختلف بسیار متفاوت است و به همین دلیل نمی‌توان یک الگوی واحد برای کل جامعه در نظر گرفت. بنابراین معیار استاندارد با توجه به شاخصه‌هایی نظیر مصرف سرانه، سمیت مواد، ویژگی‌های مصرف‌کننده (زن- مرد-کودک) و پتانسیل جذب باید تعیین گردد (Esmaeili-Sari, 2002).

سرانه مصرف ماهی در ایران باوجود پایین بودن نسبی آن در مقایسه با میانگین جهانی از دامنهٔ نوسان زیادی در سطح کشور برخوردار است. به‌طوری‌که در استان‌های ساحلی شمال و جنوب کشور در خانواده‌هایی که شغل آنان ماهی‌گیری است، مصرف بالاتر از سرانهٔ جهانی و در برخی از استان‌ها و یا شهرها به یک بار مصرف و یا حتی کم‌تر از آن در سال نیز ممکن است برسد (FAO, 2009).

در ارزیابی خطر، میزان کل جیوهٔ موجود در بافت ماهی را ۱۰۰ درصد متیل جیوه فرض می‌کنند. زیرا از دیدگاه سلامت بشر، متیل جیوه نسبت به سایر اشکال شیمیایی جیوه از اهمیت زیادتری برخوردار است. متیل جیوه برخلاف اشکال عنصری و غیرآلی جیوه به‌طور کامل از مجرای معده‌ای- روده‌ای[1] جذب و وارد جریان خون شده و به همهٔ بافت‌ها توزیع می‌شود. همچنین از سد خونی- مغزی عبور کرده و موجب آسیب به سیستم عصبی مرکزی و محیطی می‌شود. در زنان باردار نیز متیل جیوه با گذشتن از راه جفت به جنین می‌رسد و موجب آثار جبران‌ناپذیری به جنین در حال رشد می‌شود (Human Health of Canada, 2007).

به همین دلیل سازمان دارو و غذای ایالات متحده به مادران و زنان بادار توصیه می‌کند که در این دوران کم‌تر از ماهی استفاده کنند و آن‌ها را از خوردن ٤ گونه کوسه ماهی[2]، شمشیر ماهی[3]، ماهی تن[4] و تایل فیش[5] منع کرده است (Burger et al., 2007) بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب آثار مزمن جیوه در مناطقی که مصرف بالای ماهی با میزان جیوهٔ پایین دارند، مشاهده می‌شود (Gochfeld, 2003).

از طرفی دیگر، در مطالعه مشابهی از سوی اسماعیلی ساری و همکاران (۲۰۱۱) که سعی در پوشش دادن مطالعاتی که در طی ٦ سال اخیر روی سطح جیوه در ۲۱ گونه از ماهیان خلیج فارس، دریای خزر و تالاب انزلی صورت پذیرفته، داشته است؛ ضمن بیان سطح جیوه، پیشنهادهایی دربارهٔ تعداد وعده‌های مصرفی از میزان مجاز مصرف ماهی در هر ماه به تفکیک گونه ارائه شد. با توجه به محاسبات صورت گرفته در این پژوهش، حدود ۵۰ درصد ماهیان که بیش‌تر از ماهیان با زنجیره غذایی کوتاه هستند را به‌راحتی می‌توان در طول سال مصرف کرد. اما دربارهٔ کفشک ماهی (*Euryglossa orientalis*) و کوسه ماهی (*Carcharhinus dussumieri*) صید شده از خلیج فارس باید ملاحظات ویژه‌ای در مصرف لحاظ گردد. همچنین این پژوهش بیان داشت که دربارهٔ میزان مصرف

1. Gastrointestinal tract
2. Shark
3. Swordfish
4. Mackerel king
5. Tile fish

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

زیاد ماهی در جامعه صیادی باید برنامه‌ریزی دقیقی صورت گیرد (Esmaeili-Sari, 2011).

در مطالعه مشابه دیگری که از سوی حسینی و همکاران دربارهٔ ارزیابی خطر مصرف ماهی سفید در سواحل جنوبی دریای خزر انجام گرفت، میانگین غلظت جیوه در عضلهٔ ماهی سفید ۰/۱۱۲ میکروگرم بر گرم وزن تر بود که این میزان پایین‌تر از حد استاندارد تعیین شده از سوی سازمان‌های معتبر جهانی مانند USEPA، WHO، FAO و FDA است. شاخص خطر (HQ) کم‌تر از ۱ (۰/۴۸) بود. همچنین، محاسبات نشان داد که جذب روزانه و هفتگی جیوه با توجه به میزان سرانهٔ مصرف هر ایرانی که از سوی FAO اعلام شده، پایین‌تر از مقادیر راهنمای ارائه شده (PTDI و PTWI) از سوی WHO، USEPA و JECFA است. 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 می‌شود (Hosseini, et al., 2011).

از طرفی دیگر در مطالعه‌ای که کاستیلوس[1] و همکاران (۲۰۰۶) برای ارزیابی خطر جیوه از مصرف ماهیان در دو منطقه‌ای تاتلو[2] و گالانگان[3] که در نزدیکی معدن طلا وجود داشتند، انجام دادند، نشان داده شد که شاخص HQ در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه در هر دو منطقه بیش‌تر از حد مجاز (۱) بودند؛ به استثنای یک ایستگاه در منطقه‌ی گالانگان که حدود ۰/۹ بود (به‌علت فاصله داشتن از معدن) که نشان‌دهندهٔ آلودگی بالای مناطق مذکور به‌علت کاربرد جیوه در استخراج طلاست. از این‌رو دربارهٔ مصرف ماهیان این منطقه هشدار جدی داده شد (Castilhos et al., 2006). میزان اثرهای مضری که با مصرف ماهیانی که HQ آن‌ها بالای ۱ است، به میزان مصرف ماهی، غلظت و نوع جیوه در ماهی، شرایط فیزیکی و سن مصرف کننده و... بستگی دارد (Ruels-Inzuna et al., 2008).

جمع‌بندی

طبق داده‌های به‌دست آمده میزان فلز جیوه در ماهیان شوریده به‌نسبت بالاست که نشان‌دهندهٔ میزان بالای جیوه در بندر ماهشهر و حضور فعال منابع ورود جیوه به این بندر مهم اقتصادی خلیج فارس است. در نتیجه لازم است با ایجاد و نظارت بر اعمال استانداردهای زیست محیطی، از ورود آلاینده‌های منتشره از نیروگاه‌ها و پساب‌های صنایع به محیط‌های آبی دریایی بدون تصفیه اولیه مناسب جلوگیری کرد.

همچنین میزان HQ بیش‌تر از ۱ بوده که بیان‌کننده این است که مصرف ماهی شوریده در بندر ماهشهر می‌تواند تهدیدی جدی برای سلامت مصرف‌کنندگان به‌ویژه زنان باردار و کودکان منطقه محسوب شود. اما با توجه فرمول‌های موجود، سایر افراد می‌توانند حدود ۱۹/۷۷ گرم در روز و ۱۳۸/۴۱ گرم در هفته مصرف کنند. بنابراین باید در دفعات مصرف این گونهٔ آبزی ارزشمند دقت لازم مبذول گردد تا از بروز خطرهای ناشی از ورود بیش از حد چنین فلزهای سنگینی به مصرف‌کننده جلوگیری شود.

لازم به ذکر است ارزیابی خطر ناشی از حضور دیگر عناصر سنگین و همچنین آلاینده‌های آلی در ماهی شوریده می‌تواند در تعیین دقیق‌تر حد مجاز مصرف این گونه استفاده شود.

مراجع:

Agah, H., Leermakers, M., Gao, Y., Fatemi, S. M. R., MohseniKatal, M., Baeyens, W. and Elskens, M. 2010. Mercury accumulation in fish species from the Persian Gulf and in human hair from fishermen, *Environmental Monitoring and Assessment*, 169: 203–216.

1.Castilhos
2.Tatelu
3.Galangan

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

ارزیابی خطر جیوه ناشی از مصرف ماهی شوریده... ـــ

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

pollution risk assessment: A case history, *Journal of Hazardous Materials*,136: 406–417.

Hashim A. A., Jalal, A., Ismail, M. M. and Dhabia, A. 1996. Heavy metals in the grouper fish *Epinephelus coioides* from the coast of Bahrain: an assessment of monthly and spatial trends, *International Journal of Environmental Studies*, 50: 237-246.

Hosseini, S. M., Mirghaffari, N., Mahboobi-Soofiani, N. and Hosseini, S. V. 2011. Risk assessment of mercury dye to consumption of kutum of the Caspian Sea (*Rutilus frisii kutum*) in Mazandaran Province. *Iranian Journal of Natural Resources*, 3: 243-257.

Jafarzadeh-Haghighifard, N. and Sabzalioo, S. 2007. Description of environmental framework in gas liquid separation unit, Imam Petrochemical Port, *Journal of Environment*, 44: 10-19.

Kojadinovic, J., Potier, M., Corre, M. L., Cosson, R. P. and 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.

Langston, W. J. and Spence, S. K. 1995. Biological factors involved in metal concentrations observed in aquatic organisms. In: (A. Tessier& D.R. Turner eds.), Metal speciation and bioavailability in aquatic systems. John Wiley, New York, USA.pp.407-478.

MAFF, 2000. Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1997. In: Aquatic Environment Monitoring Report No. 52. Center for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Lowestoft, UK, 92 p.

Porcella, D. 1994. Mercury in the environment: biogeochemistry. In: Watras, C.J., Huckabee, J.W. (Eds.), Mercury Pollution: Integration and Synthesis. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 3–19.

Pourang, N., Dennis, J. H. and Ghourchian, H. 2005. Distribution of heavy metals in Penaeussemisulcatus from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage, *Environmental Monitoring and Assessment*, 100: 71-88.

Ruelas-Inzunza, J., Meza-Lópeza G. and Páez-Osuna F. 2008. Mercury in fish that are of dietary importance from the coasts of Sinaloa (SE Gulf of

Agusa,T., Kunito,T., Iwata,H., Monirith, I., Tana, T.S., Subramanian A. and Tanabe Sh. 2005. Mercury contamination in human hair and fish from Cambodia: levels, specific accumulation and risk assessment, *Environmental Pollution*, 134: 79–86.

Bureau of Nutritional Sciences of Canada. 2007. Human health risk assessment of mercury in fish and health benefits of fish consumption. http://hc-sc.gc.ca/fn-n/pubs/mercur/merc_fish_poisson_e.html

Burger, J., Gochfeld, M., Jeitner, C., Burke, S., Stamm, T., Snigaroff, S., Snigaroff, D., Patrick, R. and Weston, J. 2007. Mercury levels and potential risk from subsistence foods from the Aleutians, *Science of the Total Environment*, 384: 93–105.

Castilhos, Z.C., Rodrigues-Filho, S., Rodrigues, A.P.C., Villas-Bôas, R.C., Siegel, S., Veiga, M.M. and 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.

Dobaradaran, S., Naddafi, K., Nazmara, S., Ghaedi, H. 2010. Heavy metals (Cd, Cu, Ni and Pb) content in two fish species of Persian Gulf in Bushehr Port, Iran, *African Journal of Biotechnology*, 9: 6191-6193.

Esmaeili-Sari, A., 2008. Mercury in the Environment.Nashr-e Novin press, Tehran. P?

Esmaeili-Sari, A. 2002. Pollution, health & environmental standards. Naghsh-e Mehr press, Tehran, 767 p.

Esmaeili-Sari, A., Abdollahzadeh, A., Joorabian-Shooshtari, Sh. and Ghasempoori, S. M., 2011. Fish consumption limit for mercury compounds, *Journal of Fasa University of Medical Sciences*/ Aug 2011, 1:82-89.

FAO (Food and Agriculture Organizations of United Nations). 2009. The state of world fisheries and aquaculture, Rome, Italy, 196 p.

Fisheries Statistical Yearbook. 2009. Department of Fisheries of Iran. 60 p.

Gochfeld, M. 2003. Cases of mercury exposure, bioavailability and absorption, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56: 174-179.

Goldblum, D. K., Rak, A., Ponnapalli M. D. and Clayton, C. J. 2006. The Fort Totten mercury

and its relationship with selenium content of muscle tissue in Chuck shark liver lobes. *Journal of Ecology*, 3: 37-46.

United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1997. Mercury Study Report to Congress, EPA-452/R-97-003, Office of Air Quality Planning and Standards and Office of Research and Development, 95 p.

United States Environmental Protection Agency. 2000. Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. Volume 2. Risk Assessment and Fish Consumption Limits; 3rd ed. Washington. Publication No. EPA 823-B-00-008, 383 p.

California), *Journal of Food Composition and Analysis,* 21: 211–218.

Shahriari, A. 2005. Determination of cadmium, chromium, lead and nickel in edible tissues of Tiger-Toothed Croaker and Russels snapper from Persian Gulf in 1382, *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*, 2: 65-67.

Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Töre Y. and Ates. A. 2009. Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean Seas, *Food Chemistry*, 113: 233–237.

Tarasoli, A., Esmaeili-Sari, A. and Valinasab, T. 2012.Determination of mercury bioaccumulation

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]

Risk to consumers from mercury in croaker (*Otolithes ruber*), from the Mahshahr port

Sahar Mardoukhi[1], Seyed Vali Hosseini[2] and Seyed Mehdi Hosseini[3*]

1- B.Sc Graduate, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj

2- Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj

3- Ph.D Student, Depart. of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor

Received: 02.08.2013 Accepted: 18.11.2013

*Corresponding author: hosseini.sayedmehdi@gmail.com

Abstract:

In this study, the human health risk of mercury due to consumption of croaker (*Otolithes ruber*) in Mahshahr, the Persian Gulf, , was evaluated using atomic absorbtion spectrophotometer)and cold vapor techniques to measure the mercury concentration in muscle samples of 30 fresh croakers . A. Result showed the average concentration of mercury in croaker muscle was 0.354±0.09 µg/ g of fresh wet weight, which was less than the allowable amount for human consumption determined by the international organizations such as USFDA and WHO, but more than the allowable amount for human consumption determined by MAFF and the USEPA. HQ Index was above 1 (1.18). In addition, the calculations indicated that daily and weekly mercury uptake for the Iranian consumers, according to Statistical Yearbook of Iran Fisheries organization (the amount consumed per capita), is lower than the guideline values (PTWI and PTDI) provided by WHO, USFDA and more than USEPA. Therefore, the consumption of the croaker might be associated with some threat to the consumer's health particularly pregnant women, fetuses and children from mercury but consumption permitted rate of 20gper dayand138 gper week is recommended for other people.

Keywords: Mahshahr port, Mercury, Croaker (*Otolithes ruber*), Risk assessment

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.3.7.5]