مجله علوم و فنون شیلات
دوره ۱۰ شماره ۴، پاییز ۱۴۰۰، صفحات ۴۸۳ تا ۴۹۴

ارزیابی خطر سلامت و تعیین حدود مصرف ماهیان کوتر ساده (*Sphyraena jelloo*)، گوارزیم دم رشته ای (*Nemipteru japonicus*) و کوپر (*Argyrops spinifer*) بر اساس میزان آهن، منگنز، و کبالت در خلیج فارس، بوشهر

عبدالعزیز خدمت کن[۱]، بهروز محمدزاده*[۱]، محمد قلی زاده[۱]، علی کاظمی[۲]
۱- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
۲- گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

نوع مقـاله
مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۷
تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰

***نویسنده مسول:**
Behrooz9@gmail.com

چکـــیده

با هدف ارزیابی خطر سلامت و تعیین حدود مجاز مصرف ماهیان کوپر (*Argyrops spinifer*)، کوترساده (*Sphyraena jelloo*) و گوارزیم دم رشته ای (*Nemipteru japonicus*) تعداد ۳۳ قطعه ماهی از اسکله صیادی جفره بوشهر صید شد. ماهیان پس از انتقال به آزمایشگاه، آماده سازی شدند و غلظت فلزات سنگین آهن، منگنز، و کبالت در عضله ماهیان توسط دستگاه طیف‌سنج جرمی – پلاسمای جفت شده القائی سنجش شد. غلظت فلزات در عضله ماهیان با استانداردهای بین المللی مقایسه شدند. به منظور ارزیابی خطر سلامت شاخص خطر و شاخص مجموع خطرات فلزات سنگین، و جهت تعیین حدود مجاز مصرف میزان جذب روزانه و هفتگی، حد مجاز مصرف روزانه و نرخ مجاز مصرف در دو گروه سنی بزرگسالان و کودکان برآورد شدند. بر اساس نتایج میزان منگنز در هر سه گونه (۳۶/۵۹ تا ۵۵/۴۸ میکروگرم در گرم) از استاندارد سازمان جهانی بهداشت و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا بیشتر بود. همچنین میزان کبالت در ماهیان کوپر و کوتر ساده (۶۶/۶۲ و ۰/۳۸ میکروگرم در گرم) از استاندارد سازمان جهانی بهداشت بیشتر بود. بر اساس شاخص خطر، مجموع خطرات فلزات سنگین، میزان جذب روزانه و هفتگی مصرف هیچ کدام از ماهیان از نظر هر سه فلز سنگین خطری برای سلامت مصرف کننده به همراه نداشت. افزون بر این بالاترین حدمجاز مصرف در بزرگسالان و کودکان در ماهی کوپر (۱۰/۱۲ و ۲/۱۷ کیلوگرم در روز،)، و کوتر ساده (۲۹/۳۶ و ۶/۲۹ کیلوگرم در روز) منگنز در و گوارزیم دم رشته ای (۱۸۴/۲۵ و ۳۹/۴۸ کیلوگرم در روز) کبالت تعیین گردید.

کـــلید واژه‌ها: فلزات سنگین، خلیج فارس، کوپر، کوتر ساده، گوارزیم دم رشته ای

مقدمه

ماهی دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشد و بسیاری از عناصر مورد نیاز بدن از جمله فسفر، کلسیم، انواع مواد معدنی و ویتامین‌ها را تامین می‌کند. همچنین منبع غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع به خصوص اسیدهای چرب امگا–۳ می‌باشد که برای سلامت قلب و بیماران قلبی– عروقی بسیار مفید می‌باشد. با این وجود همگام با افزایش تقاضا برای محصولات دریـایی، افـزایش روند آلودگی محیط‌های دریایی به شکلی جدی، احتمـال بروز مشـکلات کیفـی را در ایـن منـابع غـذایی ارزشـمند تشدید کرده است [۱]. فلزات سنگین به عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده‌های محیط‌های آبی در اثر فرآیندهای طبیعی و نیز به طور عمده در اثر فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند [۲]. پساب واحدهای صنعتی،

کشاورزی، سوخت‌های فسیلی، فرسایش زمین، فضولات انسانی منابع تشکیل دهنده فلزات سنگین در منابع آبی هستند [۳]. برخی از فلزات سنگین از جمله آهن و منگنز برای بدن انسان ضروری هستند، اما چنانچه مقادیر آن ها بیش از حد شود، سمیت آن ها بیشتر شده و مشکلاتی را برای انسان ایجاد می‌کنند [۴، ۵]. مهمترین عمل بیولوژیکی کبالت دخالت در ساخت کوآنزیم های وابسته به ویتامین B_{12} یا سیانوکبالامین می باشد و افزایش میزان آن در بدن سبب عوارضی همچون آسم، التهاب ریه شده و بر رشد جنین اثر سوء دارد و در اعمال فیزیولوژیکی فلزات کلسیم، منیزیم، منگنز و اعمال زیستی ساخت کوآنزیم های وابسته به ویتامین ها تداخل ایجاد می نماید [۶]. ماهی‌ها می توانند غلظت‌های بالایی از فلزات جذب شده از آب و مواد غذایی را در بافت‌های خود تجمع دهند [۷]. افزون بر این مصرف بلند مدت ماهی آلوده به فلزات سنگین توسط انسان منجر به تجمع فلزات سمی در اندام‌های مختلف شده که خطرات جدی برای سلامت انسان به دنبال دارد [۸]. به علت اهمیت آبزیان به ویژه ماهی‌ها در رژیم غذایی انسان، پایش آلاینده‌ها در محیط‌های آبی توسط این دسته از موجودات انجام می‌شود [۹]. خلیج فارس یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی بسته جهان محسوب می‌شود، تحت تاثیر افزایش جمعیت و صنعتی شدن کشورهای حاشیه خود قرار گرفته و موقعیت نگران کننده‌ای پیدا کرده است، زیرا به علت بسته بودن حوزه آبی خلیج فارس، آلودگی‌های وارد شده در آن زمان ماند بالایی دارند و وارد بدن آبزیان می‌شود [۱۰]. میزان فلز کبالت در بافت های ماهیچه و کبد کفشک ماهی (*Psettodes erumei*) در ۴ ایستگاه از آبهای استان بوشهر در خلیج فارس اندازه گیری شد، نتایج نشان داد که غلظت کبالت در ماهیچه به ترتیب ۴/۲۸ و ۰/۶۵ میکروگرم در گرم بود [۱۱]. حدود مجاز مصرف ماهیان زمین‌کن (*Platycephalus indicus*)، گیش پهن (*Carangoides talamparoides*) و بیاح (*Lize abu*) با توجه به میزان نیکل، منگنز، آهن، مس، و روی صید شده در جزیره شیف استان بوشهر تعیین گردید بر این اساس حد مجاز مصرف ماهی زمین کن برای فلزات نیکل، منگنز، روی، مس و آهن به ترتیب ۰/۲۱، ۵، ۰/۵۷، ۰/۲۳ و ۲ کیلوگرم در روز، برای ماهی گیش پهن این مقادیر به ترتیب ۰/۲۹، ۳، ۰/۶۶، ۰/۳۷ و ۱ کیلوگرم در روز، برای ماهی بیاح ۰/۲۰، ۲، ۰/۵۶، ۰/۷۶ و ۱ کیلوگرم در روز تعیین گردید. حداکثر و حداقل میزان دریافت روزانه و هفتگی برای آهن در ماهی بیاح و برای منگنز در ماهی زمین‌کن بدست آمد [۱۲]. میزان خطر فلزات منگنز، کادمیوم، روی، آهن و مس ناشی از مصرف ماهی حلواسفید و شوریده در جامعه شهری استان هرمزگان تخمین زده شد [۱۳]. بر اساس نتایج، برآورد میزان خظر (THQ) در تمام چهار گروه کم مصرف، با مصرف متوسط، با مصرف بالا و گروه با مصرف خیلی بالا، برای همه فلزات مورد بررسی در هر دو ماهی به میزان قابل توجهی پایین تر از ۱ بود و بر این اساس جوامع شهری استان هرمزگان با میزان مصرف های محاسبه شده در مطالعه مذکور، در معرض هیچ گونه خطری ناشی از تجمع فلزات سنگین مورد بررسی نمی باشند. خلیج فارس دارای ماهیان با ارزش اقتصادی بالایی است که ماهیان کوتر ساده (*Sphyraena jelloo*)، گوارزیم دم رشته ای (*Nemipteru japonicus*) و شانک قرمز (*Argyrops spinifer*) از جمله ماهیان تجاری و خوراکی ماهیان تجاری خلیج فارس محسوب شده و در مناطق مختلف از جمله هرمزگان و بوشهر صید می شوند. این ماهیان به دلیل طعم مناسب و قیمت نسبتا متعادل جزء ترجیحی غذایی مردم جنوب کشور می‌باشند [۱۴، ۱۵، ۱۶]. از آنجا که فلزات سنگین برخلاف ترکیبات آلی از طریق فرآیندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند، لذا پایش آنها مسأله مهمی برای متخصصان علوم تغذیه، پزشکی و محیط زیست می‌باشد [۱۷]. بر این اساس، هدف از مطالعه حاظر سنجش فلزات سنگین شامل آهن، منگنز، و کبالت در ماهیان کوتر، کوپر، و گوارزیم دم رشته ای و متعاقبا ارزیابی خطر سلامت ناشی از مصرف و همچنین و تعیین حدود مصرف مجاز این ماهیان ذکر شده از لحاظ فلزات آهن، منگنز و کبالت می باشد.

مواد و روش ها

نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها

نمونه برداری از ماهیان صید شده در اسکله جفره با مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه، ۴۹ دقیقه و ۲۰ ثانیه طول جغرافیایی و ۲۸ درجه، ۵۸ دقیقه و ۲۳ ثانیه عرض جغرافیایی در شمال غربی بوشهر در فصل پائیز ۱۳۹۸ بطور تصادفی و از بین ماهیان آماده عرضه به بازار انجام شد. بدین ترتیب

تعداد ۳۳ قطعه ماهی کوتر ساده (*Sphyraena jelloo*)، گوارزیم دم رشته ای (*Nemipteru japonicus*) و کوپر (*Argyrops spinifer*) انتخاب و بلافاصله در صیدگاه یخ گذاری شده و به سردخانه ۲۰- درجه سانتیگراد منتقل گردید. در آزمایشگاه، ماهیان در دمای ۲±۴ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۲ ساعت انجماد زادیی شدند و با آب شهر شستشو داده شدند، سپس طول استاندارد و وزن آنها اندازه گیری و ثبت گردید، در ادامه تخلیه شکمی، پوست گیری و شستشو داده شدند و با استفاده از تیغ استیل از عضله قسمت پشتی ماهی (زیر باله پشتی و بالای خط جانبی) به میزان ۱۰ گرم نمونه برداری انجام شد. نمونه ها کدگذاری شده و در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. سپس نمونه‌های خشک شده به روش مرطوب و با استفاده از اسید نیتریک ۶۵٪ زیر هود هضم شدند. محلول‌های حاصل از هضم با استفاده از کاغذ صافی صاف شده و با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شدند [۱۷]. سپس با استفاده از دستگاه طیف‌سنج جرمی – پلاسمای جفت شده القائی (ICP-MS) غلظت فلزات سنگین مدنظر شامل آهن، منگنز، و کبالت اندازه گیری گردید.

محاسبه شاخص خطر

شاخص خطر (Target Hazard Quotients, THQ) در واقع نسبت بین میزان در معرض قرارگیری فلزات و دز رفرنس آنها می باشد که برای بیان اثرات غیر سمی به کار می رود. اگر میزان این نرخ کم تر از یک باشد، نشان دهنده آن است ک هیچ گونه خطر قابل مشاهده ای وجود ندارد. اما اگر این نسبت برابر یا بزرگ تر از یک باشد خطراتی برای سلامتی مصرف کنندگان در پی خواهد داشت [۱۸]. این شاخص از رابطه (۱) محاسبه بدست آمد [۱۸].

رابطه (۱) $THQ = (EFr \times EDtot \times IFR \times C) / (RfDo \times BW_a \times ATn) \times 10^{-3}$ ، در این رابطه، THQ خارج قسمت خطر هدف، EFr بسامد در معرض قرارگیری (۳۶۵ روز در سال)، EDtot میزان در معرض قرار گیری (۷۲ سال)، FIR نرخ خوردن غذا (برای ماهی حدود ۳۳/۱۵ گرم در روز برابر آخرین سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۷)، C میزان فلز سنگین در ماهی مورد مطالعه (میکرو گرم در گرم)، RfDo دز رفرنس از راه دهان (میلی گرم بر کیلوگرم در روز)، BWa میانگین وزن افراد بالغ (۷۰ کیلوگرم، این عدد برای کودکان ۱۵ کیلوگرم در نظر گرفته شد [۱۹]، ATn زمان در معرض قرار گیری برای ترکیبات غیر سرطان زا (۳۶۵ روز در سال ضربدر تعداد سال های در معرض قرار گیری که حدود ۷۰ سال) است. در مطالعه حاضر به ترتیب دز رفرنس برای فلزات آهن، منگنز، و کبالت ۰/۷، ۰/۱۴، و ۰/۰۲ میکروگرم در گرم به ازای وزن بدن بود [۲۰]. گزارش شده است که قرار گرفتن در معرض چند آلاینده ممکن است اثرات افزایشی یا متقابل داشته باشد. بدین منظور اثرات تجمعی خطر فلزات مورد مطالعه یا شاخص خطر کل، از رابطه (۲) محاسبه شد [۱۹].

رابطه (۲) $TTHQ = THQ_{Co} + THQ_{Fe} + THQ_{Mn}$

تخمین میزان جذب روزانه و هفتگی

میزان جذب روزانه (Estimated Daily Intake, EDI) و هفتگی (Estimated Weekly Intake, EWI) فلزات توسط بدن در اثر مصرف ماهی بر اساس روش پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (United States Environmental Protection Agency, USEPA) و با استفاده از روابط (۳) و (۴) تخمین زده شد [۱۹].

رابطه (۳) $EDI = (C \times F_{IR}) / BW$

رابطه (۴) $EWI = (C \times FIRW) / BW$

در روابط (۳) و (۴) EDI میزان جذب روزانه فلزات توسط بدن، EWI میزان جذب هفتگی، C میزان غلظت تعیین شده فلزات در مواد غذایی مصرفی، FIR_D نرخ خوردن غذا بر حسب گرم در روز (برای ماهی حدود ۳۳/۱۵ گرم در روز برای هر فرد در نظر گرفته شد)، FIR_W نرخ خوردن غذا بر حسب گرم درهفته (میزان مصرف روزانه در عدد ۷ ضرب شد)، BW وزن بدن (برای افراد بالغ ۷۰ و کودکان ۱۵ کیلوگرم) می باشد.

حد مجاز مصرف ماهی

بر اساس روش توصیه شده آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا [۲۱]، حد قابل قبول مصرف ماهی بدون عوارض سزطان زایی ناشی از مصرف فلزات در یک دوره زمانی خاص بدست می آید، بدین منظور ابتدا ابتدا از رابطه (۵) میزان مجاز مصرف ماهی (Consumption Rate Limit, CR_{lim}) از رابطه ۵ بدست می آید. رابطه (۵) : $CR_{lim} = (RfD \times BW)/C_m$، در این رابطه CR_{lim} میزان مجاز مصرف در روز (کیلوگرم در روز)، RfD دوز مرجع یا مجموع جذب مجاز روزانه آلاینده، (بر حسب میلی گرم در کیلوگرم در روز)، BW وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ و ۱۵ کیلوگرم برای یک کودک)، C_m میانگین میزان فلز مدنظر در ماهی (میکروگرم در گرم). در ادامه با استفاده از رابطه (۶)، نرخ مجاز مصرف ماهی (Consumption Rate Limit meal month, CR_{mm}) بدست می آید. رابطه (۶) $CR_{mm} = CR_{lim} \times Tap / MS$، در این رابطه CR_{mm} نرح مجاز مصرف ماهی (تعداد وعده های مجاز در ماه)، CR_{lim} بیشینه مجاز مصرف ماهی (کیلوگرم در روز)، MS مقدار هر وعده (۰/۲۲۷ کیلوگرم)، Tap متوسط دوره زمانی (۳۰/۴۴ روز در ماه) می باشد. علاوه بر تعیین شاخص های ارزیابی سلامت ذکر شده، غلظت فلزات سنگین سنجش شده در ماهی کوتر ساده با استانداردهای بین المللی نیز مقایسه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج حاصل از این مطالعه با استفاده از نرم افزار آماری SPSS21 مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف بررسی می‌گردد. به منظور مقایسه غلظت فلزات سنجش شده گونه های مختلف با یکدیگر از آزمون تجزیه واریانس یکطرفه استفاده گردید. برای مقایسه میانگین های از آزمون چنددامنه ای دانکن استفاده شد.

نتایج

زیست سنجی و غلظت فلزات سنگین

میانگین طول استاندارد، وزن ماهیان و غلظت فلزات سنگین در ماهیان کوپر، کوتر، و گوارزیم دم رشته ای در جدول ۱ آورده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، تفاوت معنی داری بین غلظت آهن و منگنز در عضله سه گونه ماهی وجود نداشت ($p\geq0/05$)، در حالیکه میزان فلز کبالت در عضله ماهی کوپر بطور معنی داری بیشتر از دو گونه دیگر بود ($p\leq0/05$).

جدول ۱. میانگین طول استاندارد (سانتی متر)، وزن ماهیان (گرم) و غلظت فلزات سنگین (میکروگرم در گرم) در ماهیان کوپر، کوتر، و گوارزیم دم رشته ای. حروف کوچک متفاوت در هر ردیف، نشان دهنده اختلاف معنی دار ($p\leq0/05$) بین غلظت فلزات در عضله ماهیان مختلف می باشد.

نوع ماهی	طول استاندارد	وزن ماهی	آهن	منگنز	کبالت
کوپر	۱۸/۰۸ ± ۱/۰۸	۲۲۷/۳۱ ± ۳۲/۱۲	۴۰/۱۴ ± ۱۴/۰۷^a	۱/۰۸ ± ۰/۳۶^a	۶۶/۶۲ ± ۰/۸۰^a
کوتر	۳۸/۱۵ ± ۱/۱۸	۲۴۹/۵۸ ± ۵۷/۹۱	۳۶/۵۹ ± ۱۳/۰۶^a	۱/۰۹ ± ۰/۴۹^a	۰/۳۸ ± ۰/۲۷^b
گوارزیم دم رشته ای	۲۱/۵۵ ± ۱/۶۴	۴۳۸/۰۰ ± ۳۲/۶۸	۵۵/۴۸ ± ۴۰/۰۹^a	۱/۶۶ ± ۰/۸۶^a	۰/۰۰۸ ± ۰/۰۰۰۸^b

میزان شاخص خطر و مجموع خطرات فلزات سنگین

میزان شاخص خطر (THQ) و مجموع خطرات فلزات سنگین (TTHQ) در مصرف کنندگان (کودکان و بزرگسالان) در ماهیان مورد مطالعه (کوتر، کوپر و گوارزیم دم رشته ای) ناشی از فلزات سنگین آهن، منگنز و کبالت در جدول ۲ آورده شده است. در محاسبه شاخص خطر، مهمترین فرضیات در نظر گرفته شده عبارت بودند از الف) میزان فلز وارد شده، برابر با میزان جذب شده در بدن می باشد. ب) پخت و پز اثری را بر روی آلاینده ها ندارد. ج) متوسط عمر ایرانیان ۷۲ سال می باشد د) متوسط وزن افراد بالغ ۷۰ و کودکان ۱۵ کیلوگرم در نظر گرفته شد [۱۹]. همانطور مشاهده می شود در هر سه گونه ماهی مورد مطالعه و برای هر سه فلز آهن، منگنز، و کبالت، شاخص خطر کمتر از یک می باشد، که نشان دهنده عدم خطر برای سلامت مصرف کنندگان می باشد. افزون بر این شاخص مجموع خطرات فلزات سنگین آهن، منگنز، و کبالت نیز در هیچ کدام از گونه ها از یک بیشتر نمی باشد، که حاکی از عدم ایجاد خطر برای سلامتی مصرف کنندگان از این منظر می باشد.

جدول ۲. برآورد میزان خطر در مصرف کنندگان (THQ) و مجموع خطرات فلزات سنگین (TTHQ) در اثر مصرف ماهیان کوپر، کوتر و گوارزیم دم رشته ای ناشی از فلزات آهن، منگنز و کبالت در بزرگسالان و کودکان.

	فلز سنگین				
رده سنی	انواع ماهی	آهن	منگنز	کبالت	TTHQ
بزرگسالان	کوپر	۰/۰۲۷	۰/۰۰۴	۰/۱۵۷	۰/۱۸۸
	کوتر	۰/۰۲۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۳۸
	گوارزیم دم رشته ای	۰/۰۳۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۴۴
کودکان	کوپر	۰/۱۲۷	۰/۰۱۷	۰/۷۳۱	۰/۸۷۵
	کوتر	۰/۱۱۶	۰/۰۱۷	۰/۰۴۲	۰/۱۷۵
	گوارزیم دم رشته ای	۰/۱۷۵	۰/۰۲۶	۰/۰۰۱	۰/۲۰۲

جذب روزانه و هفتگی فلزات سنگین

براساس نتایج ارائه شده ر جدول ۳، میزان جذب روزانه (EDI) و میزان جذب هفتگی (EWI) برای فلزات آهن، منگنز، و کبالت در هر سه گونه کوپر، کوتر، و گوارزیم دم رشته ای به ترتیب کمتر از جذب مجاز قابل تحمل روزانه موقت (PTDI) و حد مجاز قابل تحمل موقت هفتگی (PTWI) در یک فرد بزرگسال بود. علاوه براین در هر سه گونه میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات سنگین بدین ترتیب بود : آهن > منگنز> کبالت.

جدول ۳ : تخمین جذب روزانه و هفتگی فلزات سنگین (آهن، منگنز، و کبالت) در اثر مصرف ماهیان کوپر، کوتر و گوارزیم دم رشته ای توسط مصرف کنندگان بزرگسال

نوع ماهی	فلز	PTWI[a]	PTWI[b]	PTDI[c]	EDI[d]	EWI[e]
کوپر	آهن	۵/۵۶	۳۹۲	۵۶	۱۹/۰۱	۱۳۳/۰۸
	منگنز	۰/۹۸	۶۸/۶	۹/۸	۰/۵۱	۳/۵۸
	کبالت	۱۰	۷۰۰	۱۰۰/۱	۳/۱۳	۲۱/۹۴
کوتر	آهن	۵/۵۶	۳۹۲	۵۶	۱۷/۳۳	۱۲۱/۲۹
	منگنز	۰/۹۸	۶۸/۶	۹/۸	۰/۵۲	۳/۶۲
	کبالت	۱۰	۷۰۰	۱۰۰/۱	۰/۱۸	۱/۲۵
گوارزیم دم رشته ای	آهن	۵/۵۶	۳۹۲	۵۶	۲۶/۲۷	۱۸۳/۹۲
	منگنز	۰/۹۸	۶۸/۶	۹/۸	۰/۷۹	۵/۵۱
	کبالت	۱۰	۷۰۰	۱۰۰/۱	۰/۰۰۴	۰/۰۲۶

a = میزان جذب مجاز قابل تحمل موقت هفتگی (PTWI)، برحسب میکروگرم در هفته به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن

b = میزان جذب مجاز قابل تحمل موقت هفتگی (PTWI) برای افراد بزرگسال با وزن متوسط ۷۰ کیلوگرم، برحسب میکروگرم در گرم در هفته برای یک فرد ۷۰ کیلوگرمی

c = میزان جذب مجاز قابل تحمل روزانه موقت (PTDI)، برحسب میکروگرم در روز برای یک فرد ۷۰ کیلوگرمی

d = تخمین جذب روزانه (EDI)، برحسب میکروگرم در روز برای یک فرد ۷۰ کیلوگرمی

e = تخمین جذب هفتگی (EWI)، برحسب میکروگرم در روز برای یک فرد ۷۰ کیلوگرمی

حد مجاز و نرخ مجاز مصرف ماهی

محاسبه حدمجاز مصرف ماهی (کیلوگرم در روز) و نرخ مجاز مصرف ماهی (تعداد وعده در ماه) برای ماهیان کوپر، کوتر، و گوارزیم دم رشته ای در افراد بزرگسال و کودک براساس غلظت فلزات سنگین آهن، منگنز و کبالت نشان داد که بالاترین حدمجاز مصرف ماهی در کوپر برای دو گروه سنی بزرگسالان و کودکان مربوط به فلز منگنز (۱۰/۱۲ کیلوگرم در روز)، و در کوتر و گوارزیم دم رشته ای برای بزرگسالان و کودکان مربوط به کبالت (به ترتیب ۲۹/۳۶ و ۱۸۴/۲۵ کیلوگرم در روز) بود. علاوه براین نرخ مجاز مصرف برای منگنز (۱۳۵۷/۲۳ وعده در ماه) در ماهی کوپر و در هردو گروه بزرگسالان و کودکان بیش از آهن و کبالت بود، در حالیکه بالاترین نرخ مجاز مصرف در بین فلزات مورد بررسی در ماهیان کوتر و گوارزیم دم رشته ای و در بزرگسالان و کودکان مربوط به فلز کبالت (به ترتیب ۳۹۳۶/۸۸ و ۲۴۷۰۷/۹۳ وعده در ماه) بود.

جدول ۴ میزان حدمجاز (کیلوگرم در روز) و نرخ مجاز مصرف (تعداد وعده در ماه) در ماهیان کوپر، کوتر، و گوارزیم دم رشته ای از لحاظ فلزات آهن، منگنز و کبالت.

		CR_{lim} (کیلوگرم در روز)		CR_{mm} (وعده در ماه)	
نوع ماهی	فلز سنگین	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان
کوپر	آهن	۱/۳۴	۰/۲۹	۱۷۹/۹۱	۳۸/۵۵
	منگنز	۱۰/۱۲	۲/۱۷	۱۳۵۷/۲۳	۲۹۰/۸۳
	کبالت	۰/۲۱	۰/۰۴۶	۲۸/۷۰	۶/۱۵
کوتر	آهن	۱/۴۶	۰/۳۱	۱۹۶/۷۵	۴۲/۱۷
	منگنز	۱۰/۶۳	۲/۲۸	۱۴۲۶/۲۳	۳۰۵/۶۲
	کبالت	۲۹/۳۶	۶/۲۹	۳۹۳۶/۸۸	۸۴۳/۶۲
گوارزیم دم رشته ای	آهن	۱/۳۵	۰/۲۹	۱۸۰/۸۵	۳۸/۷۵
	منگنز	۷/۶۵	۱/۶۴	۱۰۲۵/۲۱	۲۱۹/۸۴
	کبالت	۱۸۴/۲۵	۳۹/۴۸	۲۴۷۰۷/۹۳	۵۲۹۴/۵۶

مقایسه با استانداردهای بین المللی

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می شود، بالاترین غلظت فلزات در عضله هر ۳ گونه مربوط به آهن می باشد که به ترتیب در ماهیان کوپر، کوتر، و گوارزیم دم رشته ای برابر ۴۰/۱۴، ۳۶/۵۹ و ۵۵/۴۸ میکروگرم در گرم بود. میزان آهن در عضله هر سه گونه کمتر از میزان توصیه شده استاندارد توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت بود. میزان منگنز در عضله هر سه گونه بیش از میزان استانداردهای ارائه شده از سوی سازمان غذا و داروی آمریکا و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا بود. میزان فلز کبالت در ماهی کوپر و کوتر از استاندارد سازمان جهانی بهداشت بیشتر و از میزان استاندارد سازمان غذا و داروی آمریکا کمتر بود، در حالیکه در ماهی گوارزیم دم رشته ای میزان کبالت از هر دو استاندارد یاد شده کمتر بود.

بحث

میزان تجمع فلزات سنگین در بافت ماهی وابسته به عوامل زیادی از جمله میزان تجمع فلزات در آب، مدت زمان در معرض فلز قرار گرفتن، شوری، pH، سختی و درجه حرارت آب، جنسیت، اندازه، و بلوغ می باشد[۱۳]. مهمترین شکل تجمع آهن در بدن ماهی بصورت ترکیب با پروتئین ها، خصوصا هموگلوبین و میوگلوبین می باشد، و از آنجائیکه ماهی دارای مقدار خون کمی می باشد، تجمع آهن در ماهی به نسبت جانوران خونگرم کمتر می باشد [۲۲]. در مطالعه حاضر میزان تجمع آهن در هر سه گونه ماهی کوپر، کوتر و گوارزیم دم رشته ای نسبت به دو فلز منگنز و کبالت بالاتر بود و در بین گونه ها، بیشترین تجمع آهن مربوط به گوارزیم دم رشته ای و برابر ۵۵/۴۸ میکروگرم در گرم بافت بود. در ارزیابی خطر سلامت برخی فلزات سنگین در ماهی کوپر در جزیره شیف واقع در خلیج فارس در آبهای استان بوشهر، میزان تجمع فلزات آهن و منگنز به ترتیب ۷/۲۵ و ۰/۴۳ میکروگرم در گرم بافت عضله بود که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر میزان تجمع دو فلز پائین تر بود [۲۳]. با این وجود با محاسبه شاخص خطر در مطالعه حاضر مشخص گردید، که مصرف عضله ماهی کوپر از لحاظ دو فلز آهن و منگنز خطری را متوجه مصرف کننده نمی کند، چناچه میزان شاخص خطر برای این گونه از نظر آهن درهر دو گروه سنی بزرگسالان و کودکان به ترتیب برابر ۰/۰۲۷

جدول ۵. مقایسه غلظت فلزات آهن، منگنز، و کبالت (میکروگرم در گرم) در عضله ماهیان کوپر، کوتر، و گوارزیم دم رشته ای با استانداردهای جهانی (میکرو گرم در گرم).

نوع ماهی	فلزات	میانگین	بیشینه	کمینه	WHO	FDA	USEPA
کوپر	آهن	۴۰/۱۴ ± ۱۴/۰۷	۵۹/۰۵	۲۷/۵۸	۱۰۰	–	–
	منگنز	۱/۰۸ ± ۰/۳۷	۱/۵۶	۰/۵۹	۱	–	۰/۵
	کبالت	۶/۶۲ ± ۰/۸۰	۷/۵۶	۵/۶۸	۰/۰۴ –۰/۲۶	۱۷۰۰	–
کوتر	آهن	۳۶/۵۹ ± ۱۳/۰۶	۵۵/۰۵	۲۶/۱۷	۱۰۰	–	–
	منگنز	۱/۰۹ ± ۰/۴۹	۱/۷۸	۰/۵۸	۱	–	۰/۵
	کبالت	۰/۳۸ ± ۰/۲۷	۰/۷۴۶	۰/۰۱۱	۰/۰۴ –۰/۲۶	۱۷۰۰	
گوارزیم دم رشته ای	آهن	۵۵/۴۸ ± ۴۰/۰۹	۱۱۳/۷۱	۱۹/۷۶	۱۰۰	–	–
	منگنز	۱/۶۶ ± ۰/۸۶	۲/۸۳	۰/۶۴۳	۱	–	۰/۵
	کبالت	۰/۰۰۸[b] ± ۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۴ –۰/۲۶	۱۷۰۰	–

و ۰/۱۲۷ و برای منگنز به ترتیب ۰/۰۰۴ و ۰/۰۱۷ بود که مشابه شاخص خطر برآورده شده برای ماهی کوپر در جزیره شیف برای دو فلز آهن و منگنز کمتر از ۱ بود. گوارزیم دم رشته ای کف زی بوده و در عمق ۵–۸۰ متری آب زندگی کرده و توانایی تغذیه از نزدیک بستر را داشته و غالبا از ماهیان و سخت پوستان تغذیه می کند و گوشتخوار است [۲۴]، بنابراین از گونه هایی است که در بالای شبکه غذایی قرار می گیرد و تجمع زیستی فلزات سنگین در عضله این ماهی رخ می دهد، چنانچه میزان تجمع آهن و منگنز در عضله گوارزیم دم رشته ای بیش از عضله ماهیان کوپر و کوتر بود. میزان تجمع فلز کبالت و منگنز در ارزیابی خطر تجمع فلزات سنگین در میگوهای خلیج فارس، در گونه میگوی ببری سبز (*Penaeus semisulcaus*) در آبهای استان های بوشهر به ترتیب برابر۰/۴۰ و ۲۵/۴۳ میکروگرم در گرم بود، و میزان شاخص خطر محاسبه شده برای بزرگسالان و کودکان کمتر ۱ بود که حاکی عدم ایجاد خطر برای سلامتی مصرف کننده میگوها از لحاظ فلز کبالت بود [۲۵]. میزان تجمع کبالت در ماهیچه ماهی کفشک (*Psettodes erumei*) صید شده از مناطق مختلف استان بوشهر و در دامنه ۰/۲۳ تا ۰/۷۸ میکروگرم در گرم و در بافت ماهی صبور (*Tenualosa ilisha*) در دهانه اروند رود واقع در شمال غرب خلیج فارس برابر ۰/۸۶۷ میکروکرم در گرم گزارش شده است [۱۱، ۲۶] که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر مشابه مقادیر سنجش شده کبالت برای دو گونه کوتر و گوارزیم دم رشته ای است، در حالیکه در ماهی کوپر غلظت کبالت بطور معنی داری بیش از دو گونه کوتر و گوارزیم دم رشته ای و برابر ۶/۶۲ میکروگرم در گرم بود و در مقایسه با سایر مطالعات ذکر شده در رابطه تعیین میزان تجمع کبالت در آبزیان خلیج فارس مقدار بالاتری بود. کبالت قابلیت انحلال کمی در آب دارد [۲۷] و از اینرو در ماهیانی که وابسته به ستون آب می باشند، کمتر تجمع می یابد. افزون بر این کبالت از جمله فلزات سنگینی است که در آلودگی های نفتی وجود دارد به همراه مواد نفتی در رسوبات دریا ته نشین شده و از طریق کفزیان می تواند به ماهیان انتقال و متعاقبا تجمع یابد [۲۸]. کوپر یکی از ماهیان خوراکی و تجاری خلیج فارس است که کفزی بوده و در اعماق بیش از ۳۰ متر و در آبهای دور از ساحل زندگی می کند [۲۹] که می تواند دلیلی بر تجمع کبالت در عضله این گونه باشد. به منظور اعتبار بخشیدن به نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان غلظت فلزات در عضله ماهیان با استانداردهای مجاز تعیین شده از سوی سازمان های جهانی بهداشت، سازمان غذا و داروی آمریکا، و آژانش حفاظت محیط زیست آمریکا مقایسه گردید. بر این اساس در ماهی کوپر آهن کمتر از استاندارد سازمان جهانی بهداشت بود، درحالیکه میزان کبالت بیش از استاندارد این سازمان بود و از استاندارد سازمان غذا و داروی آمریکا کمتر بود. میزان منگنز در کوپر از هر دو استاندارد ارائه شده بیشتر بود. در

مورد ماهی کوتر نیز روند مشابه ماهی کوپر بود، در ماهی گوارزیم دم رشته ای میزان آهن کمتر از استاندارد سازمان جهانی بهداشت بود و منگنز نیز از هر دو استاندارد ارائه شده بیشتر بود، لیکن میزان کبالت از هر دو استاندارد ارائه شده کمتر بود. با وجود این که ماهی دارای فواید سلامتی متعددی است، لیکن با توجه به افزایش آلودگی محیط های آبی در سال های اخیر، ماهی در معرض انواع آلودگی ها قرار گرفته که می تواند سلامت عضله، به عنوان مهمترین بخش خوراکی ماهی را به خطر بیاندازند، و از سویی امکان انتقال آلودگی از طریق خوردن ماهی و بواسطه زنجیره غذایی به انسان وجود دارد، بنابراین پایش عضله ماهیان خوراکی تجاری از نظر میزان و تجمع فلزات سنگین و ارائه راهکاری جهت توازن بین منافع و مضرات مصرف ماهیان مهم می باشد [۳۰]. از اینرو سازمان های گوناگونی برای غلظت آلاینده ها در مواد غذایی و از جمله ماهی شاخص هایی همچون میزان جذب مجاز قابل تحمل روزانه و هفتگی، حد مجاز مصرف روزانه و نرخ مجاز ماهانه را تعیین نموده اند [۳۱]. میزان جذب روزانه و هفتگی مربوط به فلزات آهن و منگنز برای یک فرد بزرگسال در ماهی کوپر صید شده از جزیره شیف استان بوشهر به ترتیب ۲/۵۸ و ۱۸/۰۶ برای آهن و برای منگنز ۲/۰۵ و ۱۴/۳۵ بود [۲۳]، در حالیکه در مطالعه حاضر میزان جذب روزانه و هفتگی آهن در یک فرد بزرگسال به ترتیب ۱۹/۰۱ و ۱۳۳/۰۸ و برای منگنز به ترتیب ۰/۵۱ و ۳/۵۸ بود. درمطالعه حاضر علاوه بر ماهی کوپر در ماهیان کوتر و گوارزیم دم رشته ای نیز میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات آهن، منگنز و کبالت از میزان مجاز آنها بصورت روزانه و هفتگی ارائه شده از سوی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا کمتر بود. حدود مجاز مصرف ماهیان زمین کن (*Platycephalus indicus*)، گیش پهن (*Carangoides talamparoides*) و بیاح (*Liza abu*) صید شده از جزیره شیف استان بوشهر بر اساس میزان آهن و منگنز به ترتیب ۲ و ۵، ۱ و ۳، ۱و ۲ کیلوگرم در روز تعیین گردید [۱۳]. در مطالعه حاضر بالاترین حد مجاز مصرف ماهی که خطری برای سلامت مصرف کننده به همراه ندارد از لحاظ آهن، منگنز مربوط به ماهی کوتر به ترتیب ۱/۴۶ و ۱۰/۶۳ کیلوگرم در روز و برای کبالت مربوط به گوارزیم دم رشته ای و برابر ۱۸۴/۲۵ بود و متعاقبا بالاترین نرخ مجاز مصرف ماهی از لحاظ آهن و منگنز مربوط به ماهی کوتر به ترتیب ۴۲/۱۷ و ۳۰۵/۶۲ وعده در ماه برآورد شد و برای کبالت مربوط به گوارزیم دم رشته ای و برابر ۵۲۹۴/۵۶ وعده در ماه تعیین گردید.

نتیجه گیری

خلیج فارس، سومین خلیج بزرگ دنیاست و هر ساله ماهیان خوراکی در سواحل آن صید و به مصرف مردم می رسند. با توجه به اینکه این پهنه آبی در سال های اخیر در اثر فعالیت های صنعتی و کشاورزی متعدد در معرض آلودگی بویژه با فلزات سنگین قرار گرفته است، پایش و ارزیابی خطر سلامت ماهیان از نظر فلزات مختلف جهت تعیین حدود مجاز مصرف ضروری به نظر می رسد. در مطالعه حاضر سه گونه از ماهیان خوراکی و تجاری خلیج فارس ازنظر میزان فلزات آهن، منگنز و کبالت مورد ارزیابی خطر سلامت قرار گرفتند و حدود مجاز مصرف آنها تعیین گردید. بر اساس شاخص های محاسبه شده بدست آمده مصرف هر سه گونه کوپر، کوتر ساده، و گوارزیم دم رشته ای از نظر فلزات سنگین آهن، منگنز و کبالت سلامت مصرف کننده را به خطر نمی افتد. در بین فلزات، میزان آهن در هر سه گونه از استانداردهای ارائه شده کمتر بود، در حالیکه میزان منگنز در هر سه گونه بیش از استانداردهای ارائه شده بود. بالاترین حدمجاز مصرف محاسبه شده در بزرگسالان و کودکان در ماهی کوپر و کوتر ساده مربوط به منگنز در و گوارزیم دم رشته ای مربوط به کبالت بود.

تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع مالی: این پژوهش با حمایت های مالی دانشگاه گنبدکاووس صورت پذیرفته است.

منابع

1. Kojadinovic J, Poiter Corre M, Cosson R.P, Bustamante P. Mercury content in commercial pelagic fish and its risk assessment in the Western Indian Ocean. Science of the Total Environment. 2006; 366 (2-3):688-700.
2. Humtsoe N, Davoodi R, Kulkarni B.G, Chavan B. Effect of arsenic on the on the enzymes of the rohu carp, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822). the Raffles Bulletin of Zoology. 2007; 14:17-19.
3. Sekhar K.C, Chary N.S, Kamala C.T, Suman Raj D.S, Sreenivasa Rao A. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kolleru lake by edible fish. Environment International. 2004; 29 (7): 1001-1008.
4. Aleksandra M, Vladica S. Arsenic and other trace elements in five edible fish species in relation to fish size and weight and potential health risks for human consumption. Polish Journal of Environmental Studies. 2015; 1:199-206.
5. Qin D, Jiang H, Bai S, Tang S, Mou Z. Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish species from Northeast China. Food Control. 2015; 50: 1-8.
6. Saulea M, Stoica A.I, Baiulescu G.E, Marinescu D, Ionică M. Determination of cobalt in food samples. Revista de Chimie. 2004;55(5): 301-303.
7. Janadeleh H, Jahangiri S. Risk Assessment and heavy metal contamination in fish (*Otolithes ruber*) and sediments in Persian Gulf. Journal of Community Health Research. 2016; 5(3): 169-181.
8. Ullah A. A, Maksud M. A, Khan S. R, Lutfa, L.N, and Quraishi S.B. Dietary intake of heavy metals from eight highly consumed species of cultured fish and possible human health risk implications in Bangladesh. Toxicology Reports. 2017; 4:574-579.
9. Imanpour Namin J. Heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in tissue liver of *Esox lucius* and sediment from the Anzali international Lagoon-Iran. Caspian Journal of Environmental Sciences. 2011; 9(1): 1-8.
10. Pourang N, Nikouyan A, Dennis J.H. Trace element concentration in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment. 2005; 109: 293-316.
11. Hosseini M, Nabavi S.B, Golshani R, Nabavi S.N, Raeesi Sarasiab A. The heavy metal pollution (Cd, Co, Pb, Cu and Ni) in sediment, Liver and muscle tissues of flounder (*Psettodes erumei*) from Busheher Province, Persian Gulf. Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology). 2015. 28 (4): 441-449.
12. Mirmohammadvali S, Solgi E. Recommendation for permissible consumption limits of *Platycephalus indicus*, *talamparoides Carangoides*, and *Liza abu* according to the levels of Ni, Mn, Fe, Cu, and Zn. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2019; 27 (5) : 157-163.
13. Mortazavi M.S, Sharifian S, Aghajari N. Risk estimation of heavy metals from consumption of silver pomfret and tiger tooth croaker in Hormozagan Province. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2013; 22(2): 127-136.
14. Russell B, FAO Species Catalogue. Family Nemipteridae. An annotated and illustrated catalogue of Nemipteridae species known to date. FAO Fisheries Synopsis, 1990. 125: p. 125.
15. Taheri A, Ibrahimzadeh I, Zahedi M. Proximate Composition and Amino Acid Profile of Pickhandle Barracuda and Yellowtail Barracuda Fillet in Autumn and Spring. Fisheries Science and Technology. 2018; 7(1): 25-32.
16. Hamzeh S, Keivany Y, Mahboobi Soofiani N, Jamshid K.H. Reproductive Biology of Kingsoldier Bream (*Argyrops spinifer*) in the Persian Gulf. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2017; 26 (3) : 91-105.
17. Dadkhah P, Chamani A, Mortazavi S. The risk assessment of Lead, Cadmium and Zinc in the two edible fish species (*Carcharhinus limbatus*) and (*Epinephelus coioides*) of Persian Gulf in 2016. Journal of Research in Environmental Health. 2018; 4 (2): 85-93.

18. Chien C.L, Hung T.C, Choang K.Y, Yeh C.Y, Meng P.J, Shieh M.J, Han B.C. Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and as for fishermen in Taiwan. The Science of the Total Environment. 2002; 285: 177-185.
19. Rahmani J, Fakhri Y, Shahsavani A, Bahmani Z, Urbina M.A, Chirumbolo S, Keramati H, Moradi B, Bay A, Bjorklund G. A systematic review and meta-analysis of metal concentrations in canned tuna fish in Iran and human health risk assessment. Food and Chemical Toxicology. 2018; 118: 753-765.
20. USEPA (United States Environmental Protection Agency), 2012. EPA Region III Risk Based Concentration (RBC) Table 2008.
21. Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories, volume 2: Risk Assessment and Fish Consumption limites. Third Edition from November 2000. United States Environmental Protection Agency(USEPA). 2000. Available from : http://www.epa.gov/water sciemce/fish/guidance.html.
22. Askary sary A, Karimi V. Measument and comparative of Iron levels and hazard quotient (HQ) on muscle of farmed and marine fishes from Khuzestan, south west of Iran. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2016; 25 (5): 1-11.
23. Mirmohammadvali S, Solgi E. Food Risk of some heavy metals for adults and children via consumption of fish species: *Euryglossa orientalis*, *Argyrops spinifer* and *Sillago sihama*. International Journal of Aquatic Biology. 2018; 6 (5): 288-293.
24. Ramezanpour Bijaeiye M, Hosseini A, Oujifard A, Abbaszadeh A. Evaluation of some biological parameters of Threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) from the Persian Gulf (Bushehr province). Iranian Scientific Fisheries Journal. 2017; 26 (4): 37-47.
25. Heidarieh M, Maragheh M.G, Shamami M.A, Behgar M, Ziaei F, Akbari Z. Evaluate of heavy metal concentration in shrimp (*Penaeus semisulcatus*) and crab (*Portunus pelagicus*) with INAA method. Springer Plus.2013; 2(72)1-5.
26. Sadough Niri A, Nikpour Y, Rajabzadeh E, Mahboobi Soofiani N, Ahmadi R. Assessment Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Co, Ni) in Some Tissues of *Tenualosa Ilisha* from Northwest Persian Gulf and Their Relationship with Length and Weight. Journal of Aquatic Science. 2010; 1(1): 73-87.
27. Houtman J.P.W, Vander Hammer C.J.A. Physiological and biochemical aspects of heavy elements in our environment, proceedings of symposium, Delft University press. New York. 1975.
28. Khanipour A.A, Seifzadeh M, Lakzaei F. Determination of nickel and cobalt accumulation in edible tissues of silver carp fish caught from the Anzali wetland. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2015; 24 (1): 145-150.
29. Paighambari S.Y, Moghimi Tilami B, Pouladi M, Daliri M. Determination of density and distribution of commercial fishes (*Argyrops spinifer*, *Carangoides talamparoides*, *Saurida tumbil*) in Persian Gulf waters (Bushehr Province). Journal Applied Ichthyological Research. 2019; 7 (3) :59-76.
30. Sinka-Karimi M.H, Mansouri B, Donyavi R, Azadi N. Evaluation of Risk and Limits of White Fish, Mullet, and Carp Consumption in Terms of Lead Concentration at the Southeastern Coast of the Caspian Sea: A Systematic Review and Meta-analysis. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2017; 27 (147): 415-432.
31. Mansouri B, Maleki A, Davari B, Karimi J, Momeneh V. Bioaccumulation of Cadmium, Lead, Chromium, Copper, and Zinc in Freshwater Fish Species in Gharasou River in Kermanshah Province, Iran. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2016; 26 (137): 150-158.

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume10, Issue 4, Fall 2021
Pages: 483-494

Health Risk Assessment and Determination Consumption Limit of *Sphyraena jello*, *Nemipteru japonicus* and *Argyrops* spinifer according to content of Iron, Manganese and Cobalt in Persian Gulf, Bousher

Abdulaziz khedmatkon[1], Behrooz Mohammadzadeh[*1], Mohammad Gholizadeh[1], Ali Kazemi[2]

1-Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
2-Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran.

A B S T R A C T

To aim health risk assessment and determination of consumption rate limit of King soldier bream (*Argyrops* spinifer), Pickhandle Barracuda (*Sphyraena jello*), and Japanese threadfin bream (*Nemipteru japonicus*), 33 fish specimen was harvest from Jofre fishing area. After transport fish to the laboratory, was prepared and concentration of heavy metal iron, manganese, and cobalt was measured by Inductively coupled plasma - optical emission spectrometry, (ICP-OES). The Concentration of heavy metal in the muscle of fish compared with international standards. For health risk assessment Target Hazard Quotients (THQ) and Total Target Hazard Quotients (TTHQ), for determination of consumption rate limit estimated daily intake (EDI) and estimated weekly intake (EWI), Consumption Rate Limit (CR_{lim}) and Consumption Rate Limit meal month (CR_{mm}) in two groups include adults and children were calculated. The Results showed that manganese content in all three fish species (36.59 to 55.48 µgr/gr) more than the world health organization (WHO) and the United States Environmental Protection Agency (USEPA). Also Cobalt content in *Argyrops* spinifer and *Sphyraena jello* (66.62 and 0.38 µgr/gr) more than WHO. According to THQ, TTHQ, EDI, and EWI, the Consumption of none of the three fish species had not health risk for the consumer. Additional to the highest CR_{lim} in adults and children determinate as in *Argyrops* spinifer and *Sphyraena jello* was manganese, respectively (10.12 and 2.17 µgr/gr), (29.36 and 6.29 µgr/gr) and in *Nemipteru japonicus* (184.25 and 39.48 µgr/gr) Cobalt determinate.

KEYWORDS: Heavy metal, Persian Gulf, King soldier bream, Pickhandle Barracuda, Japanese threadfin bream

ARTICLE TYPE
Original Research

ARTICLE HISTORY
Received: 21 April 2021
Accepted: 22 November 2021
ePublished: 21 December 2021

* Corresponding Author:
Email address: Behrooz9@gmail.com
Tel: +(98)
© Published by Tarbiat Modares University
eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513