مجله علوم و فنون شیلات
نسخه ویژه خلیج فارس
دوره ۱۰، شماره ۲، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۱۰۴-۹۳

ارزیابی خطر فلزات سنگین در بافت عضله ماهی زمین کن دم نواری *Platycephalus indicus*, (Linnaeus, 1758) در بندر بوشهر، خلیج فارس

محمد قلی زاده*[۱] ، بهروز محمدزاده [۱]، علی کاظمی[۲]

۱ – گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

۲– گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

چکیده

ورود فلزات سنگین به محیط زیست به ویژه بوم‌سازگان آبی به علت ورود به زنجیره غذایی و به خطر افتادن سلامت انسان، یکی از نگرانی‌های جامعه است. ماهیان از جمله موجوداتی هستند که قابلیت تجمع زیستی فلزات را دارا هستند. هدف از این مطالعه، بررسی غلظت فلزات آلومینیوم، وانادیوم، قلع و کروم در بافت عضله ماهی زمین کن دم نواری و ارزیابی خطر احتمالی آن است. به همین منظور ۳۰ قطعه ماهی در تیر ۱۳۹۸ از بندر بوشهر، خلیج فارس صید شد. نمونه‌ها طبق روش استاندارد آزمایشگاهی آماده و به کمک دستگاه ICP-OES غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شدند. میزان غلظت عناصر در بافت عضله ماهی به منظور مصارف انسانی با استانداردهای جهانی مقایسه، همچنین برآورد میزان جذب روزانه، هفتگی در کودکان و بزرگسالان، حد مجاز مصرف برای آنان و شاخص‌های خطر مصرف این ماهی نسبت به بیماری‌های سرطان‌زایی محاسبه گردید. نتایج نشان داد که میانگین غلظت آلومینیوم (۱۰/۳±۲۳/۹)، وانادیوم (۰/۰۷±۰/۱۵)، قلع (۲/۲±۵/۴۱) و کروم (۰/۱۲±۰/۳۴) بر اساس میکروگرم بر گرم وزن تر در بافت عضله مشاهده شد. میزان جذب فلزات مورد مطالعه در بافت عضله ماهی به صورت Al>Sn>Cr>V بود. نتایج نشان داد که حد مجاز مصرف فلزات سنگین به استثناء آلومینیوم بقیه کمتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی بودند. محاسبه شاخص خطر نشان داد که آلومینیوم در هر دو گروه بزرگسالان و کودکان و کروم در کودکان مقادیر بیشتر از یک دارد، در همین راستا نظارت مستمر بر سطوح فلزات سنگین در ماهی های عرضه شده در بازار، جهت اطمینان از بالاترنبودن از حد مجاز استاندارد های جهانی ضروری به نظرمی رسد.

کلید واژه‌ها: فلزات سنگین، ماهی زمین کن دم‌نواری، عضله، بندر بوشهر، خلیج فارس

نوع مقاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۱۴

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۰/۳/۱۰

***نویسنده مسول:**

gholizadeh_m@gonbad.ac.ir

گلستان، گنبدکاووس، خیابان شهید فلاحی، انتهای بلوار بصیرت، دانشگاه گنبد کاووس

مقدمه

در دهه های اخیر، آلودگی آب های دریایی با طیف گسترده ای از آلاینده های زیست محیطی به یکی از اساسی ترین مشکلات جهان تبدیل شده است. بوم‌سازگان های آبی به طور گسترده ای در معرض آلودگی فلزات سنگین ناشی از فعالیت های صنعتی و انسانی قرار دارند[۱]. خلیج فارس یکی از بزرگترین خلیج های جهان به شمار می آید که به عنوان زیستگاه بسیاری از موجودات آبزی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مقدار کل صید در ایران، ۷۷۳/۱۹۸ تن در سال ۲۰۱۸ برآورد شده است که از این مقدار، ۷۳۱/۱۶۱ تن به آبهای جنوبی کشور تعلق دارد. ۶۰/۶۰۰ تن از میزان صید آبهای جنوب، مربوط به استان بوشهر در خلیج فارس است[۲]. در حال حاضر با رشد و توسعه صنعت شیلات و به خصوص بخش آبزی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

پروری ایران، میزان مصرف سرانه‌ی ماهی روبه افزایش است. همزمان با افزایش مصرف جهانی ماهی به دلیل مزایای تغذیه ای و درمانی آن، نگرانی در مورد آلودگی آن نیز افزایش یافته است، چرا که ماهی می تواند با طیف وسیعی از مواد شیمیایی پایدار در محیط زیست، از جمله فلزات سنگین آلوده شود[۳]. مطابق آمارهای موجود، مصرف آبزیان در ایران از کمتر از ۱ کیلوگرم در سال ۱۳۵۷ به ۱۲/۲ کیلوگرم در سال ۱۳۹۷ افزایش یافته است. بنابراین احتمال قرار گرفتن انسان در معرض مواد شیمیایی مضر مانند فلزات سنگین از طریق مصرف غذاهای دریایی اجتناب ناپذیر است[۴]. در طی چند دهه گذشته، روند روبه رشد فعالیت های مختلف در سواحل منطقه بوشهر، شمال شرقی خلیج فارس، باعث شده که این سواحل در معرض آلودگی های مختلف قرار بگیرد که از مهمترین این منابع آلودگی می توان وجود تعداد زیاد کارخانه پتروشیمی، به طور مستقیم و غیر مستقیم در معرض آلاینده‌های آلی و معدنی قرار می‌گیرد و همچنین این سواحل به دلیل فعالیت‌های متفاوت انسانی از جمله صنایع حمل و نقل دریایی، مزارع آبزی‌پروری و فاضلاب‌های شهری از جمله مناطق آلوده به فلزات سنگین در خلیج فارس به حساب می‌آید. تعدادی از مطالعات گذشته به آلودگی فلزات سنگین در موجودات آبزی خلیج فارس از جمله گونه های مختلف ماهی و میگو اشاره کرده است[۴، ۵]. در حال حاضر گونه های مختلف ماهی به عنوان شاخص های زیستی برای ارزیابی میزان آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم های آبی مورد استفاده قرار می گیرد. ماهیان به علت داشتن ویژگی های منحصر به فرد همچون، فراوانی و گستردگی مناسب، بسترزی و قرار گرفتن به میزان زیادی در زنجیره غذایی یکی از مهمترین آبزیانی است که برای ارزیابی کیفیت محیط زیست در اکوسیستم های آبی به کار می رود. از جمله گونه های شاخص جهت سنجش میزان آلودگی می توان به ماهی زمین کن دم نواری *platycephalus indicus* اشاره کرد. گونه *p. indicus* در مناطق شمالی خلیج فارس یافت می‌شود که با توجه به ذائقه مردم و بازارپسندی آن نقش مهمی در اقتصاد صیادی جنوب ایران دارد[۶] .فلزات سنگین، آلاینده های پایداری هستند و از پیامدهای پایدار آنها، بزرگنمایی زیستی در زنجیره‌ی غذایی است[۷]. مطالعات صورت گرفته نشان داده که این فلزات سمی در ارگانهای مختلف بدن تجمع پیدا کرده و نهایتا باعث نارسایی و خطراتی برای بدن انسان می شود[۸، ۹]. همچنین به دلیل اثرات سرطان‌زایی و نوروتوکسیک فلزات سنگین، حتی درمقادیر بسیار اندک، توجه ویژه‌ای در سراسر جهان به این مسئله معطوف گردیده است. امروزه جهت ارزیابی اثرات سرطان‌زایی، از شاخص خطر سرطان‌زایی (CR) استفاده می‌شود[۱۰]. جهت بررسی اثرات غیر سرطان زایی این فلزات، از چندین روش مانند شاخص مقدار مصرف روزانه (EDI) ، مقدار مصرف هفتگی (EWI) و نسبت خطر (THQ) استفاده می شود. ضرورت این مطالعه بررسی آلودگی ماهی زمین کن دم نواری در محدوده ساحلی استان بوشهر در سال ۱۳۹۸ به فلزات سنگین (آلومینیوم، وانادیوم، قلع و کروم) و ارزیابی خطر احتمالی آن است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، بندر بوشهر (25° 55′N، 50° 50′E) در استان بوشهر واقع در شمال غربی خلیج فارس است. مکان نمونه برداری از اهمیت فوق العاده ای در بخش نفت، گاز و پتروشیمی در سطح کشور، منطقه و جهان برخوردار است. نمونه برداری از ماهی زمین کن

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

در فصل تابستان سال ۱۳۹۸برای اندازه گیری میزان تجمع فلزات سنگین (آلومینیوم، وانادیوم، قلع و کروم) در بافت عضله ماهی انجام گرفت. نمونه های ماهی عمدتا از صیدهای استحصال شده به وسیله تور ترال و مشتاها تهیه گردید (۳۰ نمونه به صورت تصادفی جمع آوری شد). بلافاصله بعد از نمونه برداری، نمونه های ماهی با آب تمیز شسته شد، در کیسه های پلی اتیلن پیچیده شده و در باکس یخ به آزمایشگاه منتقل و در آزمایشگاه در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد تا زمان انجام عملیات آزمایشگاهی درحالت انجماد نگهداری می شود.

نمونه‌ها با آب شهر و آب مقطر شستشو داده شدند و طول کل با خط‌کش با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن با ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. پس از زیست سنجی، بافت عضله جدا و با آب مقطر شستشو شده و در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. به میزان ۳ گرم از نمونه بافت عضله ماهی پودر شده (وزن تر) را وزن کرده و در ارلن‌مایر ۵۰ میلی‌لیتر قرار داده شدند. مقدار ۴ میلی‌گرم اسیدنیتریک ۶۵ درصد را به نمونه اضافه گردید و نمونه‌ها در دمای اتاق، زیر هود به مدت حداقل ۱ ساعت قرار گرفت تا هضم اولیه صورت گیرد. بعد ۱/۵ میلی‌لیتر اسید پر کلریک ۷۰ درصد به نمونه‌ها اضافه شد. سپس نمونه‌ها بر روی حمام شن (Hot plate) در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت قرار داده شدند تا هضم کامل انجام شوند. پس از هضم، نمونه‌ها در هوای محیط قرار داده شد تا سرد شوند. در پایان با استفاده از آب دیونیزه نمونه‌ها را به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و سپس محلول‌های به حجم رسیده توسط کاغذ صافی واتمن (۴۰ میکرون) فیلتر شدند. بعد از آن نمونه‌ها در ظرف پلی اتیلنی درب‌دار و در محیط سرد یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند [۱۶]. برای سنجش میزان فلزات سنگین در عضله ماهی از دستگاه ICP-OES مدل Liberty RL استفاده شد.

پتانسیل خطر غیرسرطان‌زایی و سرطان‌زایی فلزات سنگین وارد شده به بدن انسان به دنبال مصرف ماهی، تخمین EDI، EWI و THQ و همچنین برآورد CR با استفاده از معادلات زیر، بر اساس میزان سرانه مصرف ملی (میانگین مصرف روزانه‌ی ماهی برای بزرگسالان) به مقدار ۳۱/۹۲ گرم (۱۲) به ازای هر نفر در روز، محاسبه شد[۱۱].

$$EDI=(C \times FIR_D)/BW$$

$$EWI=(C \times FIR_W)/BW$$

در این رابطه EDI میزان جذب روزانه فلزات توسط بدن از طریق مصرف ماهی (میکروگرم/کیلوگرم وزن بدن/روز)، EDI میزان جذب هفتگی فلزات توسط بدن از طریق مصرف ماهی (میکروگرم/کیلوگرم وزن بدن/روز)، C میزان غلظت تعیین شده فلز در بافت عضله ماهی مورد مصرفی (میکروگرم/گرم بر حسب وزن تر) و FIRD میزان مصرف ماهی در مناطق مورد مطالعه بر حسب گرم در روز و BW وزن بدن مصرف کننده (۷۰ کیلوگرم برای بزرگسالان و ۱۵ کیلوگرم برای کودکان) است.

شاخص خطر (THQ) در واقع نسبت بین میزان در معرض قرارگیری فلزات و دز رفرنس آنها است که برای بیان اثرات غیر سمی به کار می‌رود. اگر میزان این نرخ کم‌تر از یک باشد، نشان دهنده آن است که هیچ گونه ریسک قابل مشاهده‌ای وجود ندارد. اگر این نسبت برابر یا بزرگتر از یک

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

باشد خطراتی برای سلامتی مصرف کنندگان در پی خواهد داشت [۸]. در این رابطه EFr بسامد در معرض قرارگیری (۳۶۵ روز در سال)، EDtot میزان در معرض قرارگیری (۷۲ سال)، FIR نرخ خوردن غذا (برای ماهی حدود ۳۱/۹۲ گرم در روز برای هر فرد در نظر گرفته شد)، C میزان فلز سنگین در غذای مورد مطالعه (میلی‌گرم بر گرم)، RfDo دز رفرنس از راه دهان (میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز)، BWa میانگین وزن بدن مصرف کننده و ATN زمان در معرض قرارگیری برای ترکیبات غیر سرطان‌زا (۳۶۵ روز در سال ضربدر تعداد سال‌های در معرض قرارگیری، حدود ۷۲ سال) است[۱۲].

$$\text{THQ}=\frac{EFr\times EDtot\times FIR\times C}{(RfDo\times BWa\times ATN)}\times 10^{-3}$$

از آنجا که قرار گرفتن در معرض دو یا چند آلاینده ممکن است، سبب افزایش اثرات یا اثرات متقابل شود، در این مطالعه کل پتانسیل خطر غیر سرطانزا برای انسان با جمع مقادیر THQ فلزات به دست می آید. این THQ کل به عنوان شاخص خطر (HI) شاخص خطرپذیری کل (TTHQ) نامیده می شود. در این مطالعه THQ کل بر اساس معادله زیر محاسبه می شود:

$$\text{HI}=\sum THQ = THQ(Pb) + THQ(Ni) + THQ(Zn) + THQ(Cu) + THQ(As)$$

حد میزان مصرف روزانه (CRlim) ماهی، براساس اثر سرطان زای آلودگی‌ها، توسط معادله زیر محاسبه شده است:

$$\text{CR}_{\text{lim}}=\frac{(ARL\times W_{AB})}{CSF\times C_m}$$

براساس اثرات غیر سرطان زا از آلودگی ها، حداکثر میزان مصرف روزانه ماهی با استفاده از معادله زیر تعیین شد:

$$\text{CR}_{\text{lim}}=\frac{(RfD\times W_{AB})}{C_m}$$

جایی که CRlim حداکثر مصرف روزانه ماهی آلوده (kg/day) است، ARL حداکثر میزان خطر قابل قبول در طول زندگی را نشان می دهد (در مطالعه حاضر ، ۱۰–۵ استفاده شد (یو و همکاران ۲۰۱۴))، WAB میانگین وزن بدن مصرف کننده (kg) است، CSF عامل شیب سرطان را نشان می دهد. RfD دز رفرنس (mg /kg /day) است، و Cm غلظت فلز در قسمت خوراکی ماهی (mg / kg) است[۱۲]. برای ارزیابی خطر انباشت فلزات سنگین مورد نمونه‌برداری در بافت عضله ماهی زمین کن دم نواری، نتایج به دست آمده با استانداردهای ملی و استانداردهای بین‌المللی در این زمینه مقایسه شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در بافت عضله ماهی با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۲۶، و برای تجزیه تحلیل داده (بین عناصر در بین دو کلاسه وزنی و طولی با هم) از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه با سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

نتایج نشان داد که میانگین غلظت آلومینیوم (۱۰/۳±۲۳/۹)، وانادیوم (۰/۰۷±۰/۱۵)، قلع (۲/۲±۵/۴۱) و کروم (۰/۱۲±۰/۳۴) میکروگرم بر گرم در بافت عضله ماهی زمین کن دم نواری در بندر بوشهر مشاهده شد. نتایج زیست سنجی و میانگین میزان فلزات در بافت ماهی زمین کن دم نواری در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج بیشترین میزان غلظت عناصر در کلاسه طولی ۲۰–۲۵ سانتی‌متر و کلاسه وزنی۲۳۰–۱۶۰ گرم مشاهده شد. نتایج حاصل از تحلیل آزمون واریانس یک طرفه نشان داد که اختلاف معنی داری بین غلظت آلومینیوم، وانادیوم، قلع و کروم در بافت عضله ماهی زمین کن دم نواری در منطقه نمونه‌برداری وجود دارد ($P<0.05$).

جدول۱- نتایج حاصل از مقایسه فلزات سنگین (میکروگرم بر گرم) در بافت عضله ماهی زمین کن دم نواری

کلاسه طولی (سانتی‌متر)	تعداد (n)	حداقل	حداکثر
۱۵–۲۰	۱۷	۱۴/۵	۱۹/۶
۲۰–۲۵	۱۳	۲۰/۲	۲۱/۱
کلاسه وزنی (گرم)			
۹۰–۱۶۰	۱۱	۹۸/۹	۱۵۱/۷
۱۶۰–۲۳۰	۱۹	۱۷۱	۲۱۷/۵

میزان جذب بافت عضله ماهی زمین کن دم‌نواری، حد مجاز مصرف فلزات سنگین سازمان بهداشت جهانی (WHO, 1996)، دوز مرجع (میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز)، همچنین جذب روزانه (میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز) و هفتگی (میکروگرم بر گرم وزن بدن در هفته) فلزات سنگین در بدن بزرگسالان و کودکان و استاندارد حد حداکثر مجاز جذب هفتگی (میکروگرم بر گرم وزن بدن در ۷۰ کیلوگرم بر هفته) در جدول ۲ آورده شده است. غلظت فلزات سنگین ماهی زمین کن دم‌نواری نشان داد که میزان غلظت فلزات مورد مطالعه در بافت عضله متفاوت بود. بیشترین میزان در فلز آلومینیوم (۱۰/۳±۲۳/۹) و کمترین آن در فلز وانادیوم (۰/۰۷±۰/۱۵) بر اساس میکروگرم بر گرم وزن تر مشاهده شد. میزان جذب فلزات مورد مطالعه در بافت عضله ماهی به صورت Al>Sn>Cr>V بود. نتایج نشان داد که حد مجاز مصرف فلزات سنگین به استثناء آلومینیوم بقیه کمتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی بودند.

جدول ۲: میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات آلومینیوم، کروم، قلع، و وانادیوم در ماهی زمین کن دم نواری در منطقه بندر بوشهر. غلظت فلز (بر حسب میکروگرم در گرم)، دوز مرجع (میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز)، جذب روزانه (میکروگرم بر گرم در روز)، جذب هفتگی (میکروگرم بر گرم در هفته)، PTWI (استاندارد حد مجاز جذب هفتگی)، a) USEPA, 2011; b) USEPA, 2002; c) USEPA, 2000

	Al	Cr	Sn	V
میزان فلز (میکروگرم در گرم)	۲۳/۹±۱۰/۳ [a]	۰/۳۴±۰/۱۲ [b]	۵/۴۱±۲/۲ [c]	۰/۱۵±۰/۰۷ [b]
استاندارد WHO	۱	۱/۳	۲۵۰	۰/۵
دوز مرجع (میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز)	۱[a]	۰/۰۰۵ [b]	۰/۰۰۸۶ [c]	۰/۰۰۹ [a]
جذب روزانه بزرگسالان(میکروگرم بر گرم در روز)	۱۱/۳±۵/۲	۰/۱۶±۰/۰۹	۲/۵۶±۱/۳	۰/۰۷±۰/۰۳
جذب روزانه کودکان(میکروگرم بر گرم در روز)	۵۲/۸±۲۶/۳	۰/۷۶±۰/۴۳	۱۱/۹۵±۶/۷	۰/۳۴±۰/۱۲

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

	Al	Cr	Sn	V
جذب هفتگی بزرگسالان(میکروگرم بر گرم در هفته)	۷۹/۲±۴۰/۳	۱/۱۵±۰/۸	۱۷/۹۲±۸/۹	۰/۵۱±۰/۰۷
جذب هفتگی کودکان(میکروگرم بر گرم در هفته)	۳۶۹/۷۹±۱۸۹/۱	۵/۳۴±۲/۸	۸۳/۶۵±۴۸/۱	۲/۳±۰/۲
PTWI (استاندارد حد مجاز جذب هفتگی)	۷۰۰۰	۲۳/۳	۱۴۰۰۰	–

براساس نتایج حاصل از محاسبه‌ی میزان مصرف مجاز روزانه و نرخ مجاز در ماهی زمین کن دم‌نواری، که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد، مقادیر مصرف مجاز این ماهی برای فلز وانادیوم، در مقایسه با سایر فلزات مورد مطالعه بالاتر بود که میزان آن بر اساس مصرف عضله ماهی زمین کن دم‌نواری در بزرگسالان و کودکان به ترتیب ۹/۷۷ و ۲/۰۹ کیلوگرم در روز بدست آمد. بیشترین نرخ مجاز مصرف در بین فلزات مورد مطالعه نیز مربوط به وانادیوم و کمترین آن متعلق به آلومینیوم برای بزرگسالان می‌باشد.

جدول ۳: حد مجاز مصرف (کیلوگرم در روز) و نرخ مجاز مصرف (وعده در ماه) در ماهی زمین کن دم نواری، از لحاظ فلزات آلومینیوم، کروم، قلع، و وانادیوم. واحدها : حد مجاز مصرف، CRlim (کیلوگرم در روز) و نرخ مجاز مصرف، CRmm (وعده در ماه)

فلز	Al	Cr	Sn	V
حد مجاز مصرف بزرگسالان(کیلوگرم در روز)	۰/۰۰۱۵±۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۴±۰/۰۲	۸/۶۸±۴/۱	۹/۷۷±۳/۷
حد مجاز مصرف کودکان(کیلوگرم در روز)	۰/۰۰۰۳۱±۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۴±۰/۰۰۵	۱/۸۶±۰/۷	۲/۰۹±۰/۸
نرخ مجاز مصرف بزرگسالان(وعده در ماه)	۰/۰۰۰۳۱±۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۴±۰/۰۰۶	۱/۸۶±۳/۷	۲/۰۹±۱/۰۳
نرخ مجاز مصرف کودکان(وعده در ماه)	۰/۰۴۲±۰/۰۱	۱/۸۵±۰/۴	۲۴۹/۴۴±۳/۷	۲۸۰/۷۵±۱۲۲/۵

در جدول ۴ شاخص ریسک خطر نسبت به بیماریها در ماهی زمین کن دم نواری، از لحاظ فلزات آلومینیوم، کروم، قلع، و وانادیوم در گروه های بزرگسالان و کودکان مشاهده شد. محاسبه شاخص خطر نشان داد که آلومینیوم در هر دو گروه بزرگسالان و کودکان و کروم در کودکان مقادیر بیشتر از یک دارند و نشان دهنده آن است که مصرف ماهی زمین کن دم نواری اثر مضری برای مصرف‌کنندگان دارند. از طرفی میزان شاخص خطر برای فلزات قلع و وانادیوم در هر دو گروه سنی کمتر از یک بدست آمد. همچنین مقدار شاخص خطر کل در مطالعه حاضر در بزرگسالان (۲۸/۸۶) و کودکان (۱۳۴/۷) بیش از یک به دست آمد.

جدول ۴. شاخص ریسک خطر در ماهی زمین کن دم نواری، از لحاظ فلزات سنگین در مطالعه بندر بوشهر

فلز	Al	Cr	Sn	V	HI
شاخص خطر بزرگسالان	۲۸/۳	۰/۵۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۴	۲۸/۸۶
شاخص خطر کودکان	۱۳۲/۰۷	۲/۵۴	۰/۰۶	۰/۰۱۷	۱۳۴/۷

بحث

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

نمونه برداری از ماهی زمین کن دم‌نواری (۳۰ قطعه) در فصل تابستان سال ۱۳۹۸ از بندر بوشهر، خلیج فارس انجام گرفت. یکی از عوامل تاثیرگذار بر میزان تجمع فلزات سنگین در ماهیان فصل و تغییرات فصلی می باشد. در فصل تابستان با توجه به اینکه سرعت تجزیه بسیار بالاست معمولا موجودات آبزی پس از مرگ در کف تجزیه شده و باعث افزایش غلظت عناصر موجود در بدن خود شده و باعث افزایش عناصر سنگین در تابستان در آبزیان می گردد، همچنین به دلیل اینکه آب جابه جایی کمی دارد در تابستان روی موجودات کف زی و میان زی نیز تاثیرگذار است[۱۳].

نتایج حاصل از تحلیل آزمون واریانس یک طرفه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت عضله ماهی زمین کن دم‌نواری در منطقه نمونه‌برداری وجود دارد ($P<0.05$). وجود تفاوت معنی‌داری در بین میزان غلظت عناصر سنگین در گونه‌ها و مناطق مختلف می‌تواند به دلیل اعمال شرایط مدیریتی و زیست محیطی مختلف، تخلیه فاضلاب‌ها و فعالیت‌های آبزی‌پروری در مناطق مورد بررسی باشد[۱۴]. مطالعه Dural و همکاران (۲۰۰۷) [۱۵] نشان دادند که بین غلظت فلزات سنگین در بدن موجودات آبزی در مناطق مختلف (خلیج فارس، خلیج مصر، خلیج اسکندیون و تالاب‌های کالیفرنیا) به دلیل شرایط محیطی متفاوت مثل درجه حرارت، نور و وجود فعالیت های انسانی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در مطالعه حاضر، در مجموع ۳۰ قطعه ماهی طی فصل تابستان مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس اندازه‌گیری طول و وزن ماهیان، ۲ کلاسه (۱۵–۲۰ و ۲۰–۲۵ سانتی‌متر برای طول کل و ۹۰–۱۶۰ و ۱۶۰–۲۳۰ گرم برای وزن کل ماهی زمین کن دم‌نواری) انتخاب گردید. شهری و ولایت‌زاده (۱۳۹۶) [۱۶] مطالعه‌ای بر تاثیر فصول بر تجمع فلزات در عضله ماهی شانک زرد باله و زمین‌کن دم‌نواری در دریای عمان در ارتباط با طول و وزن کل از ۴۸ ماهی داشتند.

امروزه انسان از راه‌های مختلفی در معرض فلزات سنگین قرار می‌گیرد، اما مصرف ماهی به عنوان یکی از مسیرهای اصلی در جذب فلزات سنگین و دیگر آلاینده‌ها به حساب می‌آید[۱۷]. بدین جهت، در مطالعه حاضر بافت عضله به عنوان عضو خوراکی در تغذیه انسان مورد مطالعه قرار گرفت. انباشته شدن فلزات سنگین در بافت تحت تاثیر فاکتورهای متفاوتی مانند غلظت فلزات در آب، فعالیت متابولیک، زمان در معرض قرارگیری و فاکتورهای محیطی (ازجمله شوری و دمای آب) است[۱۸]. شرایط فیزیولوژی ماهی می‌تواند بر انباشت زیستی هر فلز سنگین موثر باشد [۱۹] و میزان تجمع فلزات سنگین مختلف در بافت‌ها به نقش فیزیولوژیک آن‌ها نیز بستگی دارد[۲۰]. سازمان‌های نظارتی در کل دنیا، به دلیل توانایی سمیت فلزات سنگین، محدوده قابل قبولی از آلاینده‌ها را در برخی مواد غذایی از جمله ماهی تعیین نموده است. مقایسه سطوح فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در عضله ماهی زمین کن دم‌نواری در این مطالعه با حداکثر محدوده مجاز پیشنهاد شده برای مصرف انسان توسط سازمان بهداشت جهانی در جدول ۲ محاسبه شده است. با اینکه غلظت فلزات سنگین وانادیوم و قلع در هر دو گروه سنی بر اساس وزن‌تر از محدوده مجاز پیشنهاد شده برای مصرف انسان توسط سازمان بهداشت جهانی کمتر بود اما به علت اینکه، غلظت بالای فلزات آلومینیوم در هردو گروه سنی و کروم در کودکان در بافت عضله ماهی زمین کن دم‌نواری نمونه‌برداری شده از بندر بوشهر، خلیج فارس، ممکن است به علت وجود فعالیت‌های استخراج و انتقال نفت، تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی از ساحل به دریا، تردد نفتکش‌ها و قایق‌های ماهیگیری و تجاری در بافت ماهی باشد. ماهی زمین کن دم‌نواری یک ماهی کفزی است بنابراین می‌تواند در معرض بالای این فلزات قرار گیرد[۲۱].

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

با وجود این که عضلات اولین محل برای انتقال زیستی و انباشت فلزات نیستند، اما از آنجایی که در زیستگاه‌های آبی آلوده غلظت فلزات در عضلات ماهی ممکن است از محدوده مجاز برای مصرف انسان بیشتر باشد بدین صورت ممکن است تهدیدی جدی برای سلامتی انسان باشند[۲۲]. فلزات سنگین آلومینیوم، کروم، قلع و وانادیوم به عنوان یک ماده ضروری برای بدن به حساب می‌آید اما ورود بیش از حد آن به بدن، ضرر دارد. با توجه به جدول ۲ فلزات مورد مطالعه بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی برای مصرف انسانی به استثناء آلومینیوم بقیه در محدوده مجاز هستند و بیانگر سلامتی نسبی ماهی زمین کن دم‌نواری نسبت به عناصر مورد بررسی است.

در جدول ۳ و ۴ حد مجاز مصرف، تعداد مجاز وعده در ماه و میزان ریسک خطر محاسبه شده است. نتایج نشان داد که حد مجاز مصرف فلزات سنگین کمتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی بود. محاسبه شاخص خطر نشان داد که برای دو فلز آلومینیوم و کروم مقادیر بیشتر از یک بود که نشان دهنده آن است که مصرف ماهی اثر مضری برای مصرف کنندگان دارد. نتایج شاخص خطر نشان دهنده نسبت دوز برآورد شده در معرض قرار گرفتن فلزات به دوز مرجع است. در مطالعه حاضر شاخص خطر برای فلزات مورد مطالعه کمتر از یک بود به استثناء آلومینیوم (برای بزرگسالان ۲۸/۳)، که دامنه آن برای فلز آلومینیوم در کودکان (۱۳۲/۰۷) تا وانادیوم در بزرگسالان (۰/۰۰۴) بود. چنین دستاوردهایی نشان می‌دهد که در ارزیابی ریسک خطر، مصرف ماهی زمین کن دم‌نواری به منزله احتیاط در مصرف برای مصرف کنندگان است. همچنین مقدار شاخص خطر کل در مطالعه حاضر در بزرگسالان (۲۸/۸۶) و کودکان (۱۳۴/۷) بیش از یک به دست آمد. نتایج این مطالعه در بررسی انباشت و خطر مصرف آلومینیوم و کروم در بافت خوراکی ماهی زمین‌کن دم‌نواری و همچنین وجود دیگر فلزات سنگین در این ماهی با نتایج دیگر مطالعات همخوانی دارد[۶، ۱۶].

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج، برآورد مصرف روزانه برای فلزات سنگین مورد مطالعه در مقایسه با میزان مصرف قابل تحمل روزانه در ماهی زمین‌کن دم‌نواری کمتر بود. ضریب شاخص خطر و ضریب شاخص خطر کل برای تمام فلزات سنگین به استثنای آلومینیوم در بافت های عضلانی ماهی تن کمتر از ۱ بود. بنابراین، احتیاط در مصرف این گونه برای سلامتی انسان ضروری است. همچنین بررسی ریسک خطر مصرف ماهی زمین کن دم‌نواری نمونه برداری شده از بندر بوشهر، خلیج فارس نشان می‌دهد که غلظت فلزات در این ماهی برای مصرف انسان در مقایسه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی در محدوده مرزی قابل قبول است. بنابراین، هر چند مصرف ماهی از لحاظ سلامتی برای مصرف کننده مخاطراتی شدید به دنبال نداشته باشد اما در مورد میزان مصرف آن‌ها توسط زنان باردار و کودکان باید ملاحظاتی را رعایت کرد زیرا جنین، نوزادان شیرخوار و کودکان زیر ۱۰ سال حساس‌ترند. در همین راستا با نظارت مستمر بر سطوح فلزات سنگین در ماهی های عرضه شده در بازار، جهت اطمینان از بالاترنبودن از حد مجاز استاندارد های جهانی ضروری به نظرمی رسد.

تشکر و قدردانی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

بدین وسیله از مسئول آزمایشگاه بوم‌شناختی دانشگاه گنبد کاووس جناب آقای ارسلان بهلکه که در انجام این تحقیق اینجانب را یاری نمودند، قدردانی می گردد.

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. Kamaruzzaman, B., et al., Spatial concentrations of lead and copper in bottom sediments of Langkawi Coastal Area, Malaysia. Research Journal of Environmental Sciences, 2011. 5(2): p. 179.

2. IFOSY, Fish consumption per capita in Iran Iranian Fisheries Organization Statistical Yearbook. 2018: p. 22-23. (in Persian)

3. Zhao, S., et al., Role of living environments in the accumulation characteristics of heavy metals in fishes and crabs in the Yangtze River Estuary, China. Marine pollution bulletin, 2012. 64(6): p. 1163-1171.

4. Adel, M., et al., Heavy metal concentrations in edible muscle of whitecheek shark, Carcharhinus dussumieri (elasmobranchii, chondrichthyes) from the Persian Gulf: a food safety issue. Food and chemical toxicology, 2016. 97: p. 135-140.

5. Keshavarzi, B., et al., Heavy metal contamination and health risk assessment in three commercial fish species in the Persian Gulf. Marine pollution bulletin, 2018. 129(1): p. 245-252.

6. Hashemi, S. and S. Taghavi Motlagh, Diet Composition of bartail flathead (Platycephalus indicus) in northwest of Persian Gulf. World Journal of Fish and Marine Sciences, 2013. 5(1): p. 35-41.

7. Ali, H. and E. Khan, Trophic transfer, bioaccumulation, and biomagnification of non-essential hazardous heavy metals and metalloids in food chains/webs—Concepts and implications for wildlife and human health. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 2019. 25(6): p. 1353-1376.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

8. Jaishankar, M., et al., Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. Interdisciplinary toxicology, 2014. 7(2): p. 60-72.

9. Mehmood, M.A., et al., Heavy metal contamination in two commercial fish species of a trans-Himalayan freshwater ecosystem. Environmental monitoring and assessment, 2019. 191(2): p. 104.

10. Yi, Y., et al., Health risk assessment of heavy metals in fish and accumulation patterns in food web in the upper Yangtze River, China. Ecotoxicology and environmental safety, 2017. 145: p. 295-302.

11. Yabanli, M., S. Tay, and D. Giannetto, Human health risk assessment from arsenic exposure after sea bream (Sparus aurata) consumption in Aegean Region, Turkey. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 2016. 19(2).

12. USEPA, Regional screening levels (RSLs) - generic tables [WWW document]. Risk Assess. URL. https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables, Accessed date: , 29 November 2019. 2019.

13. Derrag, Z., Y. Dali, and L. Mesli, Seasonal variations of heavy metals in Common Carp (Cyprinus Carpio L., 1758) collected from Sikkak Dam of Tlemcen (Algeria). International Journal of Engineering Research and Applications, 2014. 4(1): p. 1-8.

14. Gholizadeh, M. and R. Patimar, Ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments from the Gorgan Bay, Caspian Sea. Marine pollution bulletin, 2018. 137: p. 662-667.

15. Dural, M., M.Z.L. Göksu, and A.A. Özak, Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. Food chemistry, 2007. 102(1): p. 415-421.

16. Shahri, E. and M. Velayatzadeh, The Effect of Cold and Warm Seasons on Accumulation of Nickel, Cadmium and Lead in Muscle of Acanthopagrus latus and Platycephalus indicus from Oman Sea (Chabahar). Journal of Marine Science and Technology Research, 2017. 12(1): p. 10-21. (in Persian)

17. Solgi, E., Risk assessment of non-carcinogenic effects of lead, cadmium, and zinc in (Cyprinus carpio) from Zarivar wetland. Journal of Health in the Field, 2015. 2(4): p. 18-25. (in Persian)

18. Siraj, M., et al., A comparative study of bioaccumulation of heavy metals in two fresh water species, Aorichthys seenghala and Ompok bimaculatous at River Kabul, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 2014. 4(3): p. 40-54.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

19. Kotze, P., H. Du Preez, and J. Van Vuren, Bioaccumulation of copper and zinc in Oreochromis mossambicus and Clarias gariepinus, from the Olifants River, Mpumalanga, South Africa. WATER SA-PRETORIA-, 1999. 25: p. 99-110.

20. Lakshmanan, R., et al., Heavy metals accumulation in five commercially important fishes of Parangipettai, Southeast Coast of India. Advance Journal of Food Science and Technology, 2009. 1(1): p. 63-65.

21. Gholizadeh, M., B. Mohamadzadeh, and A. Kazemi, Determination of iron and nickel metals in the muscle of Terapon puta in the coastal waters of Bushehr, north of the Persian Gulf. Journal of Gorgan University of Medical Science, 2021. 23(1) (in Persian)

22. Norouzi M, Bagheri Tavani M. The Assessment of the Accumulation and Consumption Hazard of Five Heavy Metals in Eleven Species of Fish in Persian Gulf Waters (Bandar Mahshahr, Khuzestan Province). Journal of Fisheries Science and Technology. 2018.7(4):263-270.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]

Journal of Fisheries Science and Technology
Special issue on Persian Gulf ecosystem
Volume 10, Issue 2, Spring 2021
Pages: 93-104

Assessment of the Consumption Risk of Heavy Metals in *Platycephalus indicus*, Linnaeus, 1758 in the Bushehr port, Persian Gulf

Mohammad Gholizadeh[1] *, Behroz Mohammadzadeh[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

The entry of heavy metals into the environment, especially aquatic ecosystems, due to entering the food chain and endangering human health, is one of the concerns of society. Fish are among the organisms that have the ability to bioaccumulate these metals. The aim of this study was to investigate the concentrations of aluminum, vanadium, tin and chromium in the muscle tissue of tapeworm and assess its potential risk. For this purpose, 30 pieces of fish were caught in July 2017 from Bushehr port, Persian Gulf. Samples were prepared according to standard laboratory methods and the concentration of heavy metals was measured using ICP-OES. The concentration of elements in the muscle tissue of fish for human consumption was compared with international standards, as well as the estimated daily, weekly absorption in children and adults, their permissible consumption and risk indicators of consumption of this fish against carcinogenic diseases. The results showed that the mean concentrations of aluminum (23.9 ±10.3), vanadium (0.15 ±0.07), tin (5.41 ±2.2) and chromium (0.34 ±0.12), based on micrograms per gram, fresh weight was observed in muscle tissue. The absorption of the studied metals in the muscle tissue of fish was Al> Sn> Cr> V. The results showed that the permissible consumption of heavy metals with the exception of aluminum was lower than the standard of the World Health Organization. The calculation of the risk index showed that aluminum in both groups of adults and children and chromium in children have values of more than one, in this regard, with continuous monitoring of heavy metal surfaces in fish offered in the market, It seems necessary to ensure that it does not exceed the permissible level of global standards.

KEYWORDS: Heavy metals, *Platycephalus indicus*, muscle, Bushehr port, Persian Gulf.

ARTICLE TYPE
Original Research

ARTICLE HISTORY
Received: 20 January 2021
Accepted: 21 March 2021
ePublished: 22 May 2021

* Corresponding author:
Email address: gholizadeh_m@gonbad.ac.ir
Tel: +98
© Published by Tarbiat Modares University
eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.2.4]