بررسی میزان روی و کادمیوم در ماهی آترینا (*Atherina boyeri*) صید شده از تالاب بین‌المللی انزلی

- **محمدحسین سینکاکریمی:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
- **محمدحسین گرجیان‌عربی*:** مرکز پژوهشی حوضه اقلیمی خزر، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
- **محسن احمدپور:** مرکز پژوهشی حوضه اقلیمی خزر، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
- **مهدی حسن‌پور:** اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان گلستان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۸

چکیده

اگرچه فلزات سنگین به‌طور طبیعی به محیط‌های آبی وارد می‌شوند، اما سطح آن‌ها به‌وسیله فعالیت‌های انسانی افزایش می‌یابد. این آلاینده‌ها در موجودات آبزی تجمع می‌یابند و میزان آن‌ها طی زنجیره غذایی افزایش می‌یابد. وجود این آلاینده‌های فلزی در ماهی‌ها به‌علت مصرف غذایی آن‌ها برای انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این‌رو در این مطالعه تعداد ۳۰ قطعه ماهی آترینا از تالاب بین‌المللی انزلی در تابستان سال ۱۳۹۲ صید و میزان فلزات روی و کادمیوم در بافت عضله آن‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد. نتایج نشان داد که بین میانگین غلظت (میکروگرم برگرم وزن‌تر) فلزات کادمیوم (۰/۰۳۵±۰/۰۸) و روی (۱/۲٤±۹/۲۷) در بافت عضله ماهی آترینا اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<0/05$). میزان THQ برای هریک از فلزات و نیز TTHQ کم‌تر از یک به‌دست آمد که نشان از عدم وجودخطر برای‌مصرف‌کنندگان آن دارد. مقایسه میزان‌های به‌دست آمده روی و کادمیوم با استانداردهای بین‌المللی حاکی از آن بود که به‌طور کلی میزان این فلزات پایین‌تر از استانداردهای ارائه شده می‌باشد. میزان جذب روزانه و هفتگی روی و کادمیوم در اثر مصرف ماهی آترینا پایین‌تر از میزان توصیه شده توسط JECFA بود. افراد بالغ از نظر روی و کادمیوم به‌ترتیب ۲/۲۷ و ۰/۸ و افراد نابالغ به‌ترتیب ۰/٤۷ و ۰/۱٦ کیلوگرم در روز می‌توانند، بدون آن‌که برای سلامتی آن‌ها عوارض غیر سرطان‌زایی داشته باشد از ماهی آترینا استفاده کنند. به‌طورکلی به‌نظر می‌رسد میزان فلزات روی و کادمیوم در ماهی آتزینا در محدوده امن قرار دارد و نیز برای مصرف‌کنندگان آن خطری را ایجاد نمی‌کند.

کلمات کلیدی: ماهی آترینا، کادمیوم، روی، تالاب انزلی، فلزات سنگین

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: h.gorjian@umz.ac.ir

(DOI): 10.22034/aej.2020.113903

مقدمه

فلزات سنگین از ته‌نشست‌های اتمسفری، هوادیدگی، منابع انسانی و هم‌چنین انتشار صنعتی و معدن کاوی وارد اکوسیستم‌های آبی می‌شوند (Alam و همکاران، ۲۰۰۲). فلزات سنگین با توجه خصوصیاتی ازجمله ثبات شیمیایی، عدم تجزیه‌پذیری زیستی و قدرت تجمع پذیری در موجودات زنده، یکی از معضلات جدی سلامت موجودات و انسان‌ها به‌حساب می‌آیند (Assubaie، ۲۰۱۵؛ Rajai و همکاران، ۲۰۱۲). این فلزات حتی در غلظت‌های کم نیز می‌توانند وارد زنجیره غذایی شده، تجمع پیدا کرده و منجر به خطرات جدی برای محیط زیست و سلامت شوند (Tobin و Roux، ۱۹۹۸). از بین فلزات سنگین، کادمیوم به‌علت خاصیت سمی فراوان بسیار مورد توجه قرار گرفته است، به‌طوری که این فلز در میان ده نگرانی عمده آژانس ثبت بیماری‌ها و مواد سمی ایالات متحده آمریکا (ATSDR) قرار دارد (ATSDR، ۲۰۱۷). کادمیوم دارای ویژگی‌های مشابه‌ای با روی می‌باشد و اغلب همراه با سنگ معدن روی با نسبت‌های بالا یافت می‌شود. میزان مصرف این فلز طی سال‌های اخیر افزایش داشته است. کادمیوم در تعداد زیادی از فرآیندهای صنعتی ازجمله پوشش فولاد در صنایع آبکاری، به‌عنوان رنگ‌دانه در پلاستیک‌های رنگی و انواع رنگ‌ها و در باطری‌ها و رادیاتور خودروها کاربرد دارد (Scoullos و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sigel و همکاران، ۲۰۱۳؛ ICA، ۲۰۱۴). به‌طور طبیعی حدود نیمی از کادمیوم از طریق هوازدگی سنگ‌ها وارد رودخانه‌ها می‌شود. آتش‌سوزی جنگل‌ها و آتشفشان‌ها از دیگر منابع مهم منتشرکننده کادمیوم هستند (دهقانی، ۱۳۸۹). این عنصر عمدتاً از راه‌هایی مانند مصرف غذاهای دریایی که کادمیوم بالایی دارند، وارد بدن انسان شده و نهایتاً در اندام‌های بدن به‌خصوص کلیه‌ها تجمع می‌یابد. جاندارانی که در معرض این عنصر قرار می‌گیرند، دچار فشارخون بالا، بیماری‌های کبدی و صدمات مغزی و نخاعی می‌شوند (دهقانی، ۱۳۸۹). روی از جمله عناصر فراوان در پوسته زمین می‌باشد، که به‌طور طبیعی از طریق فرسایش، گرد و غبار، آتش‌سوزی جنگل‌ها به‌میزان زیادی وارد اکوسیستم‌های آبی می‌گردد (Moore و Ramoury، ۱۹۸۴). حدود ۵۰ درصد کاربرد صنعتی روی برای اهداف گالوانیزه کردن و باقی میزان آن برای سایر فرآیندها ازجمله آلیاژ برنج و یا سایر آلیاژهای مرتبط با روی، تایروسایل نقلیه موتوری و محصولات آرایشی می‌باشد (Alloway، ۲۰۱۲). روی در غلظت‌های پائین، از عناصر ضروری جهت متابولیسم موجودات زنده بوده اما در غلظت‌های بیش از حد مجاز، حیات موجودات آبزی را به‌مخاطره می‌اندازد. تالاب‌ها، اراضی حدواسط بین اکوسیستم‌های خشکی و آبی می‌باشند، که فراهم‌کننده کالاها و خدمات بسیاری از جمله کنترل سیل، حفظ کیفیت آب، زیستگاه حیات وحش و کنترل فرسایش خاک هستند (Sugumaran و همکاران، ۲۰۰۴). از جمله تالاب‌های مهم ایران تالاب بین‌المللی انزلی می‌باشد که در جنوب دریای خزر واقع شده و در ردیف تالاب‌های تحت کنوانسیون رامسر می‌باشد. این تالاب هم اکنون در لیست قرمز مونترو قرار دارد. از منابع عمده آلاینده تالاب انزلی می‌توان از شهرها، صنایع، فعالیت‌های تجاری، معادن، فعالیت‌های کشاورزی و آلودگی‌های بیمارستانی نام برد (جمالزاده، ۱۳۷۷). آلودگی این تالاب به آلاینده‌های مختلف از جمله فلزات سنگین منجر به آلودگی آبزیان آن ازجمله ماهیان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تامین پروتئین انسان‌ها شده است. فلزات سنگین موجود در ماهی‌ها از طریق زنجیره غذایی وارد بدن ساکنین منطقه می‌شود. با توجه به نیاز انسان به این منبع غذایی پایش مستمر سلامت آن‌ها اهمیت می‌یابد. ماهی آترینا ازجمله ماهی‌های تالاب انزلی می‌باشد که توسط ساکنین منطقه مورد مصرف قرار می‌گیرد. بنابراین این ماهی به‌عنوان یکی از راه‌های در معرض قرارگیری مصرف کنندگان آن به فلزات سنگین ازجمله کادمیوم و روی می‌باشد. با توجه به وجود فلزات سنگین در این ماهی و اهمیت این فلزات در تجمع زیستی در بدن مصرف‌کنندگان آن و ریسک غذایی ناشی از آن بررسی میزان فلزات در این ماهی ضروری به‌نظر می‌رسد. هم‌چنین نتایج حاصل از میزان فلزات در بدن این ماهی می‌تواند معیاری برای میزان سلامت این اکوسیستم آبی درنظر گرفته شود. از این‌رو هدف از مطالعه حاضر تعیین میزان فلزات کادمیوم و روی در بافت عضله ماهی آترینا (*Atherina boyeri*) در تالاب بین‌المللی انزلی، مقایسه آن با استانداردهای بین‌المللی و در نهایت ارزیابی خطر غذایی ناشی از مصرف آن برای مصرف‌کنندگان بوده است.

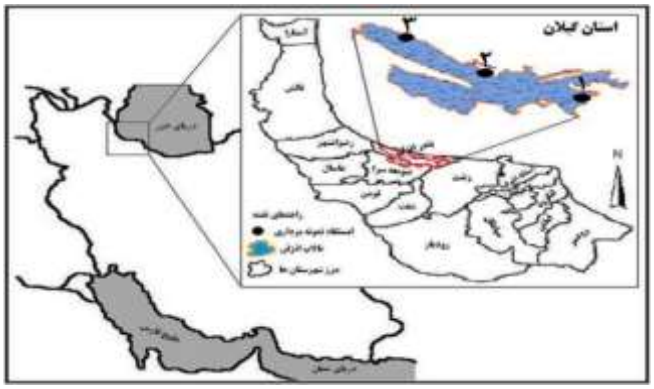
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: تالاب انزلی یکی از مهم‌ترین تالاب‌های ایران و جهان بوده که از نظر اقتصادی و محیط زیستی حائز اهمیت فراوانی است. این تالاب از پس‌روی آب دریای خزر به‌جا مانده و سطح آب آن در ارتباط مستقیم با دریای خزر می‌باشد. این تالاب دارای چهار حوضچه اصلی بوده و بیش از ۱۰ رودخانه پیش از ورود به دریا به آن منتهی می‌شوند. تالاب انزلی مکان زیست و پرورشگاه انواع ماهیان، پرندگان مهاجر و بومی، خزندگان، دوزیستان، حشرات، گیاهان و سایر موجودات آبزی می باشد (ولی‌پور و حقیقی، ۱۳۷۸).

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها: ماهی آترینا اصولاً آب‌های ساحلی و مصبی را ترجیح می‌دهد و در یک دامنه وسیع شوری از آب شیرین تا شوری بالا زندگی می‌کند (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). در فصل تابستان سال ۱۳۹۲ با مجوز رسمی از سازمان شیلات تعداد

(DOI): 10.22034/aej.2020.113903

۳۰ قطعه ماهی آترینا از تالاب بین‌المللی انزلی از ۳ ایستگاه به‌ترتیب با مختصات: "۳۷°۲۹'۵۶ شمالی و "۴۹°۱۹'۱۹ شرقی (ایستگاه یک)، "۳۷°۲۷'۰۱ شمالی و "۴۹°۲۴'۰۶ شرقی (ایستگاه دو)، "۳۷°۲۴'۵۵ شمالی و "۴۹°۲۷'۰۹ شرقی (ایستگاه سه) نمونه برداری شد. ماهی‌ها پس از صید، زیست‌سنجی شده و توسط ترازوی دیجیتال با دقت (۰/۰۱ گرم) وزن شدند. نمونه‌های ماهی قبل از کالبد شکافی با آب مقطر به‌خوبی شستشو داده شدند. سپس نمونه‌های بافت عضله به‌وسیله تیغه اسکالپل به‌دقت جدا وکدگذاری شدند و تا زمان شروع آنالیز در دمای منهای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مورد نگه‌داری قرار گرفتند.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی تالاب بین‌المللی انزلی و نقاط نمونه‌برداری

به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، میزان ۱ گرم از بافت عضله هر یک از ماهی‌ها به‌دقت وزن (وزن تر) شده و در ارلن مایر ۵۰ میلی لیتری قرار داده شدند. سپس میزان ۴/۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵ درصد) به هر نمونه اضافه گردید. نمونه‌ها در طول شب در آزمایشگاه قرار گرفتند، تا به آهستگی هضم شوند. روز بعد ۱/۵ میلی‌لیتر اسید پر کلریک (۷۲ درصد) به نمونه‌ها اضافه شد. سپس نمونه‌ها روی حمام شن در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۶ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً هضم شوند. پس از هضم، نمونه‌ها در هوای محیط قرار داده شد تا سرد شوند. در نهایت با استفاده از آب دیونیزه نمونه‌ها را به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و توسط کاغذ صافی واتمن (۰/۴۵ میکرو متر) فیلتر شدند (FAO، ۱۹۸۳). محلول استاندارد هر فلز از محلول ۱۰۰۰ppm آن فلز تهیه شد. میزان ریکاوری بین ۹۴ الی ۱۰۱ درصد به‌دست آمد. اندازه‌گیری غلظت فلزات مورد مطالعه با استفاده از دستگاه جذب اتمی Scientific Equipment GBS انجام شد.

THQ (Target Hazard Quotients): به‌منظور برآورد سیبل خطر هدف از روش پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا استفاده شد (USEPA، ۱۹۸۹). هم‌چنین مواردی که در ادامه آورده شده است به‌عنوان پیش‌فرض درنظر گرفته شد: میزان سرب وارد شده، برابر با میزان جذب شده آن در بدن می‌باشد (Cooper و همکاران، ۱۹۹۱)؛ پخت و پز اثری را بر آلاینده‌ها ندارد (MHMEI، ۲۰۱۵)؛ متوسط عمر و وزن افراد بالغ به‌ترتیب ۷۲ سال و ۷۰ کیلوگرم در نظر گرفته شد (JECFA، ۲۰۱۳). مدل به‌کار رفته به‌منظور برآورد THQ به شرحی که در ادامه آمده است، بود:

$$THQ = (EF \times ED \times MS \times C) / (R_fD_o \times BW \times AT) \times 10^{-3} \quad (۱)$$

در این مدل THQ برآورد سیبل خطر هدف، EF بسامد در معرض قرارگیری (۳۶۵ روز در سال)، ED میزان در معرض قرارگیری (۷۲ سال)، MS نرخ خوردن غذا (گرم در روز)، C میزان فلزات روی و کادمیوم در ماهی برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم، R_fD_o دز مرجع از راه دهان (به‌ترتیب ۰/۰۰۱ و ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز برای فلزات کادمیوم و روی (EPA، ۲۰۰۰)، BW میانگین وزن افراد بالغ (۷۰ کیلوگرم) (EPA، ۲۰۰۰)، AT زمان در معرض قرارگیری (۳۶۵ روز در سال × تعداد سال‌های در معرض قرار گیری (۷۲ سال) است.

تخمین جذب روزانه (EDI) و هفتگی (EWI) فلزات کادمیوم و روی توسط افراد مصرف‌کننده: با استفاده از رابطه‌های ۲ و ۳ میزان جذب روزانه و هفتگی سرب در اثر مصرف ماهی آترینا توسط افراد مصرف کننده به‌دست آمد. در مطالعه حاضر سرانه مصرف ماهی ۱۴ کیلوگرم در سال (۳۸ گرم در روز) درنظر گرفته شد (یعقوب‌زاده، ۱۳۹۲).

$$EDI = C \times MS_D / BW \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$EWI = C \times MS_W / BW \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه‌ها، EDI میزان جذب روزانه کادمیوم و روی توسط بدن، EWI میزان جذب هفتگی کادمیوم و روی توسط بدن، C غلظت به‌دست آمده فلزات کادمیوم و روی در ماهی آترینا، MS_D میزان مصرف ماهی برحسب گرم در روز، MS_W میزان مصرف ماهی برحسب گرم در هفته و BW وزن افراد مصرف کننده (۷۰ کیلوگرم برای افراد بالغ) می‌باشد.

تعیین حدمجاز مصرف ماهی آترینا: حد مجاز مصرف ماهی آترینا برحسب کیلوگرم در روز براساس روش پیشنهادی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و مطابق رابطه ۴ تعیین شد:

$$CR_{lim} = R_fD_o \times BW / C_m \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه CR_{lim} حد مجاز مصرف ماهی (کیلوگرم در روز)، R_fD_o دز مرجع (میکروگرم بر گرم وزن بدن در روز)، BW وزن افراد مصرف کننده (به‌ترتیب ۷۰ و ۱۴/۵ کیلوگرم برای افراد بالغ و کودکان) و C_m میزان فلزات کادمیوم و روی در بافت عضله ماهی (میکروگرم بر گرم) می‌باشد.

به منظور محاسبه تعداد وعده‌های مجاز مصرف ماهی آترینا در ماه از رابطه (۵) استفاده شد:

$$CR_{mm} = CR_{lim} \times T / MS \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این رابطه CR_{mm} حداکثر میزان مجاز مصرف ماهی آترینا (وعده در ماه)، CR_{lim} حد مجاز مصرف ماهی آترینا (کیلوگرم در روز)، MS

(DOI): 10.22034/aej.2020.113903

میزان مصرف ماهی در هر وعده (۰/۲۲۷ کیلوگرم) و T تعداد روزهای هر ماه (۳۰/۴۴ روز در ماه) می‌باشد (EPA، ۲۰۰۰).

آنالیزهای آماری: آنالیزهای آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) صورت پذیرفت. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها توزیع نرمال داشتند. بررسی اختلاف تجمع فلزات کادمیوم و روی با یکدیگر در بافت عضله مورد مطالعه با استفاده از آزمون تی تست (T-Test) صورت گرفت. بررسی همبستگی فلزات با یکدیگر نیز در بافت عضله با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون انجام پذیرفت.

نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهی آترینا در جدول ۱ ارائه شده است. طول کل (سانتی‌متر)، طول استاندارد (سانتی‌متر) و وزن (گرم) ماهی مورد مطالعه به‌ترتیب ۹/۱۴±۱/۰۳، ۷/۳۶±۱/۱ و ۸/۲۸±۰/۹۹ به‌دست آمد.

جدول ۱: نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهی آترینا

متغیر	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر
طول کل (سانتی‌متر)	۹/۱۴±۱/۰۳	۷/۱۵	۱۰/۵
طول استاندارد (سانتی‌متر)	۷/۳۶±۱/۱	۵/۲۷	۸/۸۰
وزن (گرم)	۸/۲۸±۰/۹۹	۶/۸۵	۹/۵

میانگین غلظت فلزات روی و کادمیوم در بافت عضله ماهی آترینا برحسب میکروگرم بر گرم وزن تر در جدول ۲ نشان داده شد. میانگین غلظت (میکروگرم بر گرم) فلز روی (۹/۲۷±۱/۲۴) در بافت عضله ماهی آترینا بیش‌تر از میانگین غلظت فلز کادمیوم (۰/۰۸۸±۰/۰۳۵) بود (جدول۲) ($p<0/05$). نتایج آزمون همبستگی پیرسون (جدول ۳) نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین غلظت روی و کادمیوم در بافت عضله ماهی مورد مطالعه وجود نداشت ($p>0/05$).

جدول ۲: میانگین غلظت روی و کادمیوم در بافت عضله ماهی آترینا بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر (میانگین± انحراف معیار)

تعداد	روی	کادمیوم
۳۰	۹/۲۷±۱/۲۴	۰/۰۸۸±۰/۰۳۵

جدول ۳: بررسی همبستگی بین فلزات روی و کادمیوم در بافت عضله ماهی آترینا

فلزات	r	p value
روی و کادمیوم	۰/۳۳۴	۰/۳۴۶

تخمین THQ برای فلزات روی و کادمیوم و هم‌چنین THQ کل، کم‌تر از یک به‌دست آمد (جدول ۴). به‌منظور ارزیابی پتانسیل خطر مصرف آترینا در تالاب بین‌المللی انزلی، محاسبات مربوط به‌میزان جذب روزانه و هفتگی برای انسان‌های بالغ و نیز افراد نابالغ محاسبه گردید و این میزان با میزان‌های استاندارد توصیه شده توسط کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروبار جهانی (JECFA)، مقایسه شد (جدول ۵). نتایج محاسبات تعیین حد مجاز مصرف ماهی آترینا از نظر فلزات روی و کادمیوم برای افراد بالغ و نابالغ و هم‌چنین نتایج نرخ مجاز و تعداد وعده‌های مجاز مصرف در جدول ۶ نشان داده شد.

جدول ۴: تخمینTHQ و TTHQ در اثر مصرف ماهی آترینا در تالاب بین‌المللی انزلی

	روی	کادمیوم	TTHQ
بزرگسالان	۰/۰۱۷	۰/۰۸	۰/۰۶۴
کودکان	۰/۰۴۸	۰/۲۳	۰/۳۱

جدول ۵: تخمین جذب روزانه و هفتگی فلزات کادمیوم و روی در اثر مصرف ماهی آترینا توسط مصرف‌کنندگان آن در تالاب انزلی

فلز	PTWI*	PTWIb	PTDIc	EDId	EWIe
کادمیوم	۷	۴۹۰	۷۰	۰/۰۴۸	۰/۳۳
روی	۷۰۰۰	۴۹۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۵/۰۳	۳۵/۲۲

* میزان جذب مجاز قابل تحمل موقت هفتگی (PTWI) بر حسب میکروگرم در هفته به‌ازای هرکیلوگرم از وزن بدن (JECFA 2013).

** میزان مصرف روزانه ماهی در حوزه جنوبی دریای مازندران توسط افراد مصرف کننده به‌ازای هر فرد ۳۸ گرم درنظر گرفته شد.

b= PTWI برای افرد بالغ با وزن متوسط ۷۰کیلوگرم، برحسب میکروگرم 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 بر حسب میکروگرم در روز برای فرد ۷۰ کیلوگرمی.

e= تخمین جذب هفتگی بر حسب میکروگرم در روز برای فرد ۷۰ کیلوگرمی.

جدول ۶ : میزان‌های حد مجاز و نرخ مجاز مصرف ماهی آترینا برای بزرگسالان و کودکان در تالاب انزلی

	CRlim (گرم در روز)		CRmm (وعده در ماه)	
فلزات	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان
کادمیوم	۰/۸۰	۰/۱۶	۱۰۷/۲۸	۲۲/۱
روی	۲/۲۷	۰/۴۷	۳۰۳/۷۸	۶۲/۹۳

بحث

آلودگی اکوسیستم‌های آبی به فلزات سنگین یکی از مشکلات عمده جهانی می‌باشد که با توجه به فعالیت‌های مختلف صنعتی و

(DOI): 10.22034/aej.2020.113903

کشاورزی در حال تشدید است. این فلزات به‌دلیل سمیت تهدیدی برای انسان و محیط زیست محسوب می‌شوند (Ceribasi و Yetis، ۲۰۰۱). دریای خزر با توجه به فرآیندهای تکنولوژیک صنایع فعال در پهنه‌های آبی و ساحلی، تخلیه آب توازن کشتی‌ها، عدم کنترل ورود پساب واحدهای صنعتی، کشاورزی و شهری و پیشروی غیراصولی خشکی در دریا در معرض آلودگی‌های مختلف می‌باشد (Amini Ranjbar و Sotodehnia، ۲۰۰۵). ماهی‌ها به‌عنوان یکی از موجودات زنده مهم این پهنه آبی در معرض این آلاینده‌های مختلف قرار می‌گیرند. هنگامی که ماهی‌ها در محیط آبی در معرض فلزات قرار می‌گیرند، آن‌ها را به‌طور مستقیم از طریق پوست و یا از طریق مصرف آب آلوده و مواد غذایی از محیط جذب می‌کنند (Nussey و همکاران، ۲۰۰۰). از آن‌جایی‌که محصولات دریایی ازجمله ماهی‌ها در سبد غذایی مردم نواحی ساحلی شمال کشور و نیز سایر مصرف‌کنندگان آن نقش با اهمیتی دارند، بنابراین تعیین و مقایسه میزان فلزات سنگین ازجمله روی و کادمیوم در این آبزیان با استانداردهای ملی و بین‌المللی مختلف اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. مقایسه میانگین غلظت فلزات روی و کادمیوم به‌دست آمده در ماهی آترینا در مطالعه حاضر با استانداردهای ملی و بین‌المللی موجود حاکی از آن بود که غلظت کادمیوم در این گونه از استاندارد تعیین شده توسط کشور استرالیا (NHMRC) تجاوز کرد اما از استانداردهای تعیین شده توسط سازمان‌های بهداشت جهانی و خواربار و کشاورزی ملل متحد، وزارت شیلات و کشاورزی، کشورهای انگلستان و نیوزلند پایین‌تر بود (جدول ۷). پایین‌تر از حد مجاز بودن غلظت فلزات در بافت عضله ماهی آترینا با توجه استانداردهای جهانی نشان از آلودگی کم این گونه از ماهی از نظر دو فلز روی و کادمیوم در تالاب بین‌المللی انزلی دارد (Roesijadi و Robinson، ۱۹۹۴)، که دلیل آن می‌تواند ناچیز بودن این فلز در منابع غذائی این ماهی و نیز عملکرد مکانیسم‌های تنظیمی باشد که در حذف یا خنثی سازی عناصر سنگین در بافت عضله مؤثر می‌باشند. نتایج مطالعات حاکی از آن است که در بافت‌های عضله و کبد ماهیان برخی مکانیسم‌های سلولی ازجمله پروتئین‌های متالوتیونین مسئول حذف‌و خنثی‌سازی عناصر سنگین و آثار سمی آن‌ها می‌باشند (Health، ۱۹۸۷). از آن‌جایی‌که آلاینده‌های محیط‌های آبی پس از ورود به بدن موجودات، از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل می‌شوند، بررسی میزان جذب و تجمع آن‌ها بسیار مهم‌می‌باشد(شریف‌فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴). به‌نظر می‌رسد مهم‌ترین راه ورود فلزات به بدن برای اکثر افراد از طریق تغذیه باشد و راه‌های دیگر ازجمله تماس پوستی نقش کم‌تری دارند (Loutfy و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین در مطالعه حاضر به‌علت نقش مهم بافت عضله ماهی در تغذیه انسان، میزان جذب آلاینده‌ها از طریق مصرف آن مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات روی و کادمیوم در مطالعه حاضر در اثر مصرف ماهی‌آترینا نشان داد که این میزان پایین‌تر از میزان جذب روزانه و هفتگی مجاز تعیین شده این فلزات توسط متخصصان افزودنی‌های مواد غذایی کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و سازمان خوار و بار جهانی (JECFA) بود (جدول ۵).

جدول۷: مقایسه غلظت آلاینده‌ها در بافت عضله ماهی آترینا (میکرو گرم بر گرم وزن تر) با برخی از استانداردهای موجود

استانداردها	روی	کادمیوم	منبع
WHO	۱۰۰۰	۰/۲	WHO، ۱۹۹۶
FAO	۵۰	۰/۳	FAO، ۱۹۸۳
U.K (MAFF)	۵۰	۰/۲	Maher، ۱۹۸۶
NHMRC	۱۵۰	۰/۰۵	Maher، ۱۹۸۶
New Zealand	۴۰	۱	Darmono و Denton، ۱۹۹۰
Australia	۱۰۰۰-۴۰	۰/۵-۵/۲	Radojevi و Bashkin، ۱۹۹۹
	۹/۲۷	۰/۰۸۸	مطالعه حاضر

در زمینه مطالعه حاضر سینکاکریمی و همکاران (۱۳۹۶) و یعقوب‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی میزان جذب فلزات سنگین در اثر مصرف ماهی توسط مصرف‌کنندگان آن در سواحل جنوبی دریای خزر به نتایج مشابه‌ای دست پیدا کردند. برآورد سیبل خطر هدف اغلب به‌منظور برآورد خطر ناشی از فلزات سنگین در اثر مصرف محصولات دریایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. این شاخص بیانگر نسبت بین میزان جذب آلاینده‌ها و دز مرجع مجاز آن‌ها می‌باشد که شدت خطر را نشان می‌دهد (Harmanescu و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه حاضر برآورد سیبل خطر هدف در اثر مصرف ماهی آترینا کم‌تر از یک به‌دست آمد که حاکی از آن است که میزان جذب فلزات روی و کادمیوم توسط افراد مصرف‌کننده در اثر مصرف ماهی آترینا کم‌تر از میزانی بوده است که‌برای‌سلامتی آن‌ها را تهدید کند(EPA، ۲۰۰۰). میزان مجاز مصرف روزانه (CR_{lim}) و تعداد وعده‌های مجاز مصرف (CR_{mm}) حداکثر میزانی است که یک فرد می‌تواندبدون آن‌که برای او خطری داشته باشد از یک فرآورده غذایی مصرف کند (EPA، ۲۰۰۰). مطالعه حاضر نشان داد که افراد بالغ و کودکان از نظر فلز روی به‌ترتیب ۲/۲۷ و ۰/۴۷ کیلوگرم در روز و از نظر فلز کادمیوم به‌ترتیب ۰/۸ و ۰/۱۶ کیلوگرم در روز، هم‌چنین افراد بالغ و کودکان از نظر فلز روی به‌ترتیب ۳۰۳/۲۸ و ۶۲/۹۳ وعده در ماه و از نظر فلز کادمیوم به‌ترتیب ۱۰۷/۲۸ و ۲۲/۱ وعده در ماه می‌توانند از ماهی آترینا استفاده کنند بدون آن‌که برای سلامتی آن‌ها خطری داشته باشد. مقایسه میزان فلزات روی و کادمیوم در ماهی آترینای مطالعه حاضر با سایر مطالعات انجام شده در تالاب انزلی نشان داد که میزان این

(DOI): 10.22034/aej.2020.113903

فلزات در ماهی آترینا پایین‌تر از میزان مشاهده شده در ماهی‌های کاراس،سیم،شاه‌کولی،اردک‌ماهی، کپورمعمولی، سوف‌حاجی طرخان، کپور علف‌خوار بود (جدول ۸). این تفاوت می‌تواند ناشی از تاثیر استراتژی تغذیه و سطح غذایی باشد. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که ماهیانی که در انتهای زنجیره غذایی قرار دارند نسبت به آن‌هایی که در سطوح پایین‌تری قرار دارند میزان بیش‌تری از فلزات سنگین را در خود تجمع می‌دهند، زیرا این ماهیان از جاندارانی که دارای میزان تجمع بیش‌تری از فلزات سنگین هستند تغذیه می‌کنند (جعفرزاده‌حقیقی و فرهنگ، ۱۳۸۵). هم‌چنین مطالعات مختلف نشان داده‌اند که ماهیانی که از کفزیان بستر تغذیه می‌کنند، می‌توانند میزان زیادی از فلزات را در خود تجمع دهند (امیدپور و همکاران، ۱۳۹۶).

جدول ۸: مقایسه نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر با سایر مطالعات صورت گرفته در تالاب انزلی

نوع ماهی	روی	کادمیوم	منبع
کاراس (*Carassius carassius*)	۱۰/۴۸*	۰/۱۷*	پناهنده و مروتی، ۱۳۹۷
سیم (*Abramis brama*)	۱۶/۷۱*	۰/۱۹*	پناهنده و مروتی، ۱۳۹۷
شاه کولی (*Chalcalburnus chalcoides*)	۱۱/۴۳*	۰/۱*	پناهنده و مروتی، ۱۳۹۷
کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)	۱۸/۳۱*	۰/۱۶*	پناهنده و مروتی، ۱۳۹۷
اردک ماهی (*Esox lucius*)	۲۶/۳۴*	۰/۲۳*	پناهنده و مروتی، ۱۳۹۷
سوف حاجی طرخان (*Perca fluviatilis*)	۱۷/۲۵	۰/۳۷	نوروزی، ۱۳۹۶
کاراس (*Carassius sauratus*)	۵۱/۵۱۶*	۰/۰۵۶*	خانی پور و همکاران، ۱۳۹۵
اردک ماهی (*Esox lucius*)	۲۲/۳۶*	۰/۰۷۶*	احمدی و همکاران، ۱۳۹۴
اردک ماهی (*Esox lucius*)	۹۰/۱۷	۰/۲۷	ابراهیمی سیریزی و همکاران، ۱۳۹۱
اردک ماهی (*Esox lucius*)	۵/۳۷	۰/۰۵۸	Adel و همکاران، ۲۰۱۶
اردک ماهی (*Esox lucius*)	---	۰/۲۳*	Mansouri و همکاران، ۲۰۱۳
کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)	---	۰/۱۶*	Mansouri و همکاران، ۲۰۱۳
شاه کولی(*Chaleaiburnus chaleoide*)	---	۰/۱۰*	Mansouri و همکاران، ۲۰۱۳
سیم (*Abramis brama*)	---	۰/۱۹*	Mansouri و همکاران، ۲۰۱۳
کاراس (*Carassius carassius*)	---	۰/۱۷*	Mansouri و همکاران، ۲۰۱۳
کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)	۴/۰۹*	۰/۰۵*	Baramaki Yazdi و همکاران، ۲۰۱۲
سوف حاجی طرخان (*Perca fluviatilis*)	۶/۹۰*	۰/۰۱*	Baramaki Yazdi و همکاران، ۲۰۱۲
کاراس (*Carassius gibelio*)	۲۰/۸*	۰/۲۵*	Ebrahimpour و همکاران، ۲۰۱۱
اردک ماهی (*Esox lucius*)	۲۴/۹۵*	۰/۲۱۵*	Ebrahimpour و همکاران، ۲۰۱۱
آترینا (*Atherina boyeri*)	**۹/۲۷**	**۰/۰۸۸**	**مطالعه حاضر**

*بر اساس میکروگرم بر گرم وزن خشک

به‌طور کلی در مطالعه حاضر میزان فلزات روی و کادمیوم در بافت عضله ماهی آترینا پایین‌تر از میزان‌های مجاز ارائه شده برای این فلزات بود که نشان از عدم وجود خطر از نظر این فلزات بود. مطابق نتایج مطالعه حاضر افراد بالغ و نابالغ از نظر فلزات روی و کادمیوم می‌توانند میزان زیادی از ماهی آترینا را مورد مصرف قرار دهند بدون آن‌که برای سلامتی آن‌ها مشکلاتی ایجاد شود. البته لازم به ذکر می‌باشد که این نتیجه‌گیری تنها براساس میزان فلزات روی و کادمیوم در ماهی آترینا مورد تخمین قرار گرفته است. از آن‌جایی‌که در این ماهی آلاینده‌های دیگر نیز وجود دارند و نیز افراد در طول روز مواد غذایی دیگری را نیز مورد استفاده قرار می‌دهند بنابراین باید در مصرف این ماهی جانب احتیاط بیش‌تری را رعایت نمود.

منابع

۱. **ابراهیمی‌سیریزی، ز.؛ ساکی‌زاده، م.؛ اسماعیلی‌ساری، ع.؛ بهرامی‌فر، ن.؛ قاسمپوری، س.م. و کیوان، ع.، ۱۳۹۱.** بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب بین‌المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. دوره ۲۲، شماره ۸۷، صفحات ۵۷ تا ۶۳.

(DOI): 10.22034/aej.2020.113903

۲. **امیدپور، آ.؛ عسکری‌ساری، ا. و جوادزاده‌پورشالکوهی، ن.، ۱۳۹۶.** تجمع فلزات نیکل و وانادیوم در عضله هشت گونه ماهی منطقه بحرکان بندر هندیجان (خلیج فارس). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۶، شماره ۴، صفحات ۱۶۱ تا ۱۷۲.

۳. **احمدی، م. ا.؛ خانی‌پور، ع.ا. و ابوالقاسمی، س.ج.، ۱۳۹۴.** اندازه‌گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین کادمیوم، نیکل و روی در بافت خوراکی عضله اردک ماهی (*Esox Lucius*) تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۴، شماره ۱، صفحات ۷۵ تا ۸۲.

۴. **پناهنده، م. و مروتی، م.، ۱۳۹۷.** بررسی خطر فلزات سنگین بر حیات اکوسیستم تالاب انزلی. مجله علمی پژوهشی زیست شناسی کاربردی. دوره ۳۱، شماره ۳، صفحات ۲۳ تا ۳۹.

۵. **جعفرزاده‌حقیقی، ن. و فرهنگ، م.، ۱۳۸۵.** آلودگی دریا (ترجمه). انتشارات آوای قلم. ۳۹۳ صفحه.

۶. **جمالزاد، ف.، ۱۳۷۷.** تعیین میزان حساسیت مناطق مختلف تالاب انزلی با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی(GIS). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران. ۵۲ صفحه.

۷. **خانی‌پور، ع.ا.؛ احمدی، م.؛ سیف‌زاده، م.؛ زارع‌گشتی، ق. و زلفی‌نژاد، ک.م.، ۱۳۹۵.** بررسی میزان تجمع فلزات سنگین کادمیوم، سرب و روی در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس (*Carassiu sauratus*) تالاب بین‌المللی بندرانزلی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. دوره ۱۳، شماره ۵۴، صفحات ۱۵۵ تا ۱۶۳.

۸. **دهقانی، ر.، ۱۳۸۹.** سم‌شناسی محیط. انتشارات تک درخت. ۲۱۸ صفحه.

۹. **سینکاکریمی، م.ح.؛ منصوری، ب.؛ دنیوی، ر. و آزادی، ن.ع.، ۱۳۹۶.** تعیین خطرات و حد مجاز مصرف ماهی‌های سفید، کفال و کپور از نظر فلز سرب در سواحل جنوبی دریای خزر: مطالعه مروری سیستماتیک و متاآنالیز. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. دوره ۲۷، شماره ۱۴۷، صفحات ۴۱۵ تا ۴۳۲.

۱۰. **شریف‌فاضلی، م.؛ ابطحی، ب. و صباغ‌کاشانی، آ.، ۱۳۸۴.** سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافت‌های ماهی کفال (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۴، شماره ۱، صفحات ۶۵ تا ۷۸.

۱۱. **عبدلی ا. و نادری، م.، ۱۳۸۷.** تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان. ۲۴۲صفحه.

۱۲. **ولی‌پور، ع.ر. و حقیقی، د.، ۱۳۷۸.** روند تغییرات صید ماهیان در تالاب انزلی در سال‌های ۱۳۷۱-۱۳۷۵. مجله علمی شیلات ایران. سال ۸، شماره ۴، صفحات ۷۳ تا ۸۷.

۱۳. **نوروزی، م.، ۱۳۹۶.** بررسی برخی فلزات سمی و ضروری در عضله، کبد و آبشش ماهی سوف‌حاجی‌طرخان (*Perca fluviatilis*) در تالاب انزلی. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب. سال ۹، شماره ۳۱، صفحات ۵۷ تا ۶۸.

۱۴. **یعقوب‌زاده، ی.؛ حسین‌نژاد، م.؛ اسدی، ش.گ. و پورعلی، م.، ۱۳۹۲.** بررسی غلظت سرب در ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) سواحل دریای خزر (مطالعه موردی: بندر انزلی و رودسر). مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. دوره ۲۳، شماره ۱۱۰، صفحات ۱۰۲ تا ۱۰۸.

۱۵. **Adel, M.; Dadar, M.; Fakhri, Y.; Oliveri Conti, G. and Ferrante, M., 2016.** Heavy metal concentration in muscle of pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) from Anzali international wetland, southwest of the Caspian Sea and their consumption risk assessment. Toxin reviews. Vol. 35, No. 3-4, pp: 217-223.

۱۶. **Alam, M.G.M.; Tanaka, A.; Allinson, G.; Laurenson, L.J.B. and Stagnitti, S., 2002.** A comparison of trace element concentrations in cultured and wild carp *(Cyprinus carpio)* of Lake Kasumigaura, Japan. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 53, No. 3, pp: 348–354.

۱۷. **Amini Ranjbar, G. and Sotoudehnia, F., 2005.** Investigation of heavy metals accumulation in muscle tissue of Mugil auratus in relation to standard length, weight, age and sex. Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol. 14, No. 3, pp: 1-18.

۱۸. **Assubaie, F.N., 2015.** Assessment of the levels of some heavy metals in water in Alahsa Oasis farms, Saudi Arabia, with analysis by atomic absorption spectrophotometry. Arabian Journal of Chemistry. Vol. 8, No. 2, pp: 240-245.

۱۹. **ATSDR. 2017.** Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Avialable at: https://www.atsdr.cdc.gov/spl/.

۲۰. **Cooper, C.B.; Doyle, M.E. and Kipp, K., 1991.** Risk of consumption of contaminated seafood, the Quincy Bay Case Study. Environmental Health Perspectives. Vol. 90, pp: 133-140.

۲۱. **Darmono, D. and Denton, G.R.W., 1990.** Heavy metal concentrations in the banana prawn, *Penaeus merguiensis*, and leader prawn, *P. monodon*, in the Townsville Region of Australia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 44, No. 3, pp: 479-486.

۲۲. **FAO. 1983.** Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. No. 464, pp: 5-100.

۲۳. **Harmanescu, M.; Alda, L.M.; Bordean, D.M.; Gogoasa, I. and Gergen, I., 2011.** Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area; a case study: Banat County, Romania. Chemistry Central Journal. Vol. 5, No. 64, pp: 1-10.

۲۴. **Heath, A.G., 1987.** Water pollution and fish physiology. 2nd Ed. CRC. Press. Boston, USA. 245 p.

۲۵. **JECFA. 2013.** Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.

۲۶. **Loutfy, N.; Fuerhacker, M.; Tundo, P.; Raccanelli, S.; El Dien, A.G. and Ahmed, M.T., 2006.** Dietary intake of dioxins and dioxin-like PCBs, due to the consumption of dairy products, fish/seafood and meat from Ismailia city, Egypt. Science of the Total Environment. Vol. 15, No. 1, pp: 1-8.

۲۷. **Maher, W.A., 1986.** Trace metal concentrations in marine organisms from St. Vincent Gulf, South Australia. Water Air Soil Pollut. Vol. 29, No. 1, pp: 77-84.

۲۸. **Mansouri, N.; Khorasani, N.; Monavari, S.M.; Karbasi, A. and Panahandeh, M., 2013.** Non-carcinogenic risk estimation of Cr, Cd, Pb in human to fish consumption from Anzali wetland. World Journal of Fish and Marine Sciences. Vol. 5, No. 6, pp: 603-610.

(DOI): 10.22034/aej.2020.113903

۲۹. **Moore, J.W. and Ramamoorthy, S., 1984.** Heavy metals in natural waters. Berlin Heidelberg New York: Springer Science and Business Media. 269 p.

۳۰. **Ministry of Health and Medical Education of Iran (MHMEI). [Online]. Average lifetime of Iranian; 2015.** Available from http://www.behdasht.gov.ir.

۳۱. **Nussey, G.; Vuren, J.V. and Preez, H., 2000.** Bioaccumulation of chromium, manganese, nickel and lead in the tissues of the moggel, *Labeo umbratus* (Cyprinidae), from Witbank Dam, Mpumalanga. Water SA. Vol. 26, No. 2, pp: 269-284.

۳۲. **Radojevi, M. and Bashkin, V.N., 1999.** Practical Environmental Analysis, the Royal Society of Chemistry. UK. 466 p.

۳۳. **Rajai, G.; Jahantigh, H.; Mir, A.; Motlagh, S.H. and Hasanpoor, M., 2012.** Assessment of Heavy Metals Concentration in Water Well of Sistan and Baluchestan in 1385. Majaleh daneshgahe Olum Pezeshki Mazandaran. Vol. 22, No. 90, pp: 105-12.

۳۴. **Rezaei, M., 2011.** Bioaccumulation of heavy metals in freshwater fish species, Anzali, Iran. Bulletin of environmental contamination and toxicology. Vol. 87, No. 4, pp: 386- 392.

۳۵. **Roesijadi, G. and Robinson, W.E., 1994.** Metal regulation in aquatic animals. Mechanism of uptake, accumultation, and release. London: Lewis publishers.

۳۶. **Scoullos, M.; Vonkeman, G.H.; Thornton, I. and Makuch, Z., 2012.** Mercury-Cadmium-Lead Handbook for Sustainable Heavy Metals Policy and Regulation. Springer Science & Business Media.

۳۷. **Siegel, A.H. and Sigel, R.K., 2013.** Cadmium: from toxicity to essentiality. Dordrecht: Springer.

۳۸. **Sugumaran, R.; Harken, J. and Gerjevic, J., 2004.** Using Remote Sensing Data to Study Wetland Dynamics in Iowa. Iowa Space Grant (Seed) Final Technical Report. Iowa Space Grant. Cedar Falls, Iowa, USA.

۳۹. **Tobin, J.M. and Roux, J.C., 1998.** Mucor biosorbent for chromium removal. Water Research. Vol. 32, No. 5, pp: 1407-1416.

۴۰. **USEPA. 1989.** Guidance manual for assessing human health risks from chemically contaminated, fish and shellfish. United State Environmental Protection Agency. EPA-503/8-89-002, US EPA Office of Marine and Estuarine Protection, Washington, DC.

۴۱. **U.S. Guidance for assessing chemical contaminant data for use advisories. 2000.** volume 2: Risk assessment and fish consumption limites. 3th ed. Washington, D.C: U.S. Enviromental Protection Agency. Available from: http://www.epa.gov/waterscience/fish/guidance.html.

۴۲. **World Health Organization. 1996.** Indicators for Assessing Vitamin a Deficiency and their Application inMonitoring and Evaluating Intervention Programs. Geneva: World Health Organization.

۴۳. **Yazdi, R.B.; Ebrahimpour, M.; Mansouri, B.; Rezaei, M.R. and Babaei, H., 2012.** Contamination of metals in tissues of *Ctenopharyngodon idella* and *Perca fluviatilis*, from Anzali Wetland, Iran. Bulletin of environmental contamination and toxicology. Vol. 89, No. 4, pp: 831-835.

(DOI): 10.22034/aej.2020.113903

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 3, Autumn 2020

A survey of cadmium and zinc in Sand smelt (*Atherina boyeri caspia*) from Anzali International Wetland

- **Mohammad Hossein Sinkakarimi:** Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran
- **Mohammad Hossein Gorjian Arabi*:** Research Center for the Caspian Region, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
- **Mohsen Ahmadpour:** Research Center for the Caspian Region, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
- **Mahdi Hassanpour:** Department of Environmental Protection, Golestan Province, Gorgan, Iran

Received: July 2019 Accepted: October 2019

Keyword: *Atherina boyeri*, Cadmium, Zinc, Anzali Wetland, Heavy Metals

Abstract

Although heavy metals naturally occur in the aquatic environment, but their level elevating by human activities. These contaminants concentrate in the aquatic organisms and their concentrations increase throughout the food chain. The presence of heavy metals in fish is important to humans because of food consumption. Therefore, in this study, 30 *Atherina boyeri* were collected from Anzali International Wetland in the summer of 2013 and the concentrations of zinc (Zn) and cadmium (Cd) in their muscle tissues were determined using atomic absorption spectrometry. The results showed there was a significant difference between the mean concentrations (µg/g) of Cd (0.08± 0.035) and Zn (9.27±1.24) in the muscle tissue of *A. boyeri* ($p<0.05$). Target hazard quotient levels for each metal as well as TTHQ were lower than one, indicating that consumers would not experience health risks. In general, comparing the concentrations of Zn and Cd with international standards indicated that the levels of these metals were lower than the standards. Daily and weekly intake of Zn and Cd by the consumption of *A. boyeri* were lower than the acceptable intake recommended by the JECFA. In stand of Zn and Cd, adults can consume 2.27 and 0.8 kg/day and children 0.47 and 0.16 kg/day, respectively, without causing any non-carcinogenic health effects. In general, there appears to be little risk of exposure to metals associated with the consumption of *A. boyeri* for consumers.

* Corresponding Author's email: h.gorjian@umz.ac.ir