ارزیابی ریسک سرطان‌زایی فلزات سنگین سرب و کادمیوم ناشی از مصرف ماهیان بنی (*Barbus sharpeyi*)، تیلاپیا (*Oreochromis aureus*) و حمری (*Carasobarbus luteus*) تالاب شادگان

سید ایاد محمدی [۱]
فاطمه کریمی اورگانی [۱*]
احمدسواری [۲]
سولماز دشتی [۱]
آزیتا کوشافر [۱]

۱. گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲. گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده‌ی علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

* **نویسنده مسئول مکاتبات**
fatemeh_karimi88@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۳۰

این مقاله برگرفته از رساله دکترا است.

چکیده

تالاب شادگان بر اثر فعالیت‌های انسانی پیرامون آن، همواره در معرض آلودگی با فلزات سنگین قرار دارد. هدف از این تحقیق که در سال ۱۴۰۰ انجام شد، ارزیابی ریسک سرطان‌زایی فلزات سنگین سرب و کادمیوم ناشی از مصرف ماهیان بنی، حمری و تیلاپیا در تالاب شادگان است. بدین منظور، از آب و رسوب نمونه‌برداری گردید و تعداد ۴۷ ماهی از ماهیان ذکر شده با همکاری صیادان محلی از آب تالاب صید شد. نمونه‌ها با روش‌های استاندارد به آزمایشگاه منتقل شده و غلظت فلزات در عضله‌ی ماهیان با روش جذب اتمی با دستگاه مدل Perkin Elmer 4100 اندازه‌گیری شد. بیشترین غلظت فلزات کادمیوم و سرب در هر سه نوع ماهی به ترتیب ۱/۰۳۳ و ۶/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که از استانداردهای جهانی بالاتر بوده است. فاکتور سرطان‌زایی (CR) برای فلز سرب در گستره ی $۳/۰۸ \times ۱۰^{-۶}$ تا $۴/۲۹ \times ۱۰^{-۶}$ وبرای فلز کادمیوم در گستره ی $۲/۵۸ \times ۱۰^{-۵}$ تا $۲/۹۴ \times ۱۰^{-۵}$ محاسبه گردید. همچنین فاکتور غیرسرطان‌زایی (THQ) برای فلز سرب در گستره‌ی ۰/۱۲۸ تا ۰/۱۴۴ و برای فلز کادمیوم در گستره‌ی ۰/۱۳۶ تا ۰/۱۵۵ محاسبه و هر دو فاکتور ذکر شده در حد استاندارد بود. بدین ترتیب، مصرف این ماهیان برای انسان از نظر سرطان‌زایی مشکلی ایجاد نمی‌کند. با توجه به نتایج حاصله، ورود این آلاینده‌ها به تالاب، باعث افزایش ریسک اکولوژیکی تالاب شده و باید ملاحظات محیطزیستی صحیح در تالاب شادگان همواره مد نظر قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک، فلزات سنگین، تالاب شادگان، سرطان‌زایی، آلودگی.

مقدمه

تالاب‌ها زیست‌بوم‌هایی هستند که امروزه با طیف وسیعی از استرس‌ها مانند تغییرات در رژیم هیدرولوژیکی، ورود رواناب‌های آلوده و تغییرات فیزیکی مانند تکه‌تکه شدن به‌وسیله‌ی جاده‌سازی مواجهند (Klemas, 2011). افزایش بی‌رویه‌ی جمعیت و توسعه‌ی کشاورزی، منجر به استفاده‌ی بی‌رویه‌ی کودها و سموم دفع آفات شده و در نتیجه، فاضلاب شهری و همچنین پساب کشاورزی متشکل از ترکیبات شیمیایی مختلف، به‌طور فزاینده‌ای وارد اکوسیستم‌های آبی می‌شوند (Pham *et al*., 2020). در حال حاضر، بسیاری از رودخانه‌ها و تالاب‌های ایران در معرض آلودگی‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌باشند که تجمع آلودگی فلزات سنگین ناشی از فاضلاب‌های شهری، پساب‌های کشاورزی و صنعتی در آب و رسوبات و آبزیان نیز گزارش شده است (Mortazavi *et al*., 2018). در محیط‌های آلوده به فلزات سنگین، عمدتاً فلزاتی از جمله کادمیوم، نیکل، سرب، جیوه، آرسنیک، روی و نیکل به‌عنوان آلاینده‌های معمول یافت می‌شوند و به دلیل پایداری و حضور طولانی مدت این فلزات در اکوسیستم‌های آبی، آلودگی فلزات سنگین در بین جوامع علمی و پژوهشگران اکولوژیک اهمیت بالایی دارد. در واقع، این فلزات در اکوسیستم‌های آبی، اختلالات بیولوژیک فراوانی به وجود خواهند آورد، در حالی که حذف شدن بخش کوچکی از این فلزات نیازمند مدت زمان بسیار طولانی می‌باشد (Nordberg *et al*., 2014). تجمع فلزات سنگین در طی زنجیره‌ی

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

غذایی می‌تواند در سرطان‌زایی، جهش‌زایی و تولد نوزادان ناقص‌الخلقه بسیار مؤثر باشد (Storelli, 2008). بر این اساس، بررسی و سنجش غلظت فلزات سنگین در زنجیره‌ی غذایی دریایی، به‌منظور جلوگیری از ایجاد صدمه به افراد بسیار ضروری است، و ارزیابی سلامت مواد غذایی آبی نظیر ماهیان و فرآورده‌های آن‌ها که با توجه به نتایج برآورد مصرف جهانی ماهی حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد کل تغذیه‌ی انسان را در بر دارد، بسیار ضروری است (Hauser *et al*., 2016). به این ترتیب، در مقابل مزیت‌های حضور ماهی و فرآورده‌های آنها در رژیم غذایی، امکان خطر در معرض قرارگیری آن با آلاینده‌های شیمیایی نظیر فلزات سنگین، باید در ارزیابی کیفی آنها در نظر گرفته شود (Graci *et al*., 2017). پژوهشگران متعددی نظیر ابراهیمی سیریزی و همکاران (Ebrahimi *et al*., 2012) با تعیین غلظت، انباشتگی و ارزیابی خطرات فلزات سنگین در بافت عضله‌ی اردک ماهی در تالاب انزلی؛ مرتضوی و همکاران (Mortazavi *et al*., 2016) با اندازه‌گیری غلظت فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در ۵۴ گونه از ماهیان موجود در بازارهای مصرفی ایران؛ یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2015) با تعیین غلظت فلزات سنگین و ارتباط آنها با ریسک سلامتی ماهیان وحشی صید شده از دریای جنوب چین؛ کوشافر و همکاران (Koshafar *et al*., 2020) ارزیابی فاکتورهای سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی فلزات سنگین در غالب ماهیان رودخانه‌ی بهمنشیر؛ شرفی و همکاران (Sharafi *et al*., 2021) ارزیابی خطر سرطان‌زایی فلزات سنگین ناشی از مصرف ماهی در شهر بندرعباس؛ به بررسی غلظت و ارزیابی خطر سمیت عناصر سنگین در ماهیان بوم‌سازگان‌های مختلف پرداخته‌اند. استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی یکی از ابزارهای مهم در مطالعات مدیریت محیط‌زیست و شناسایی و کاهش عوامل بالقوه آسیب‌رسان محیط‌زیستی در مناطق حساس مانند تالاب‌ها برای حصول به توسعه‌ی پایدار است (Rahimi *et al*., 2003). وجود گونه‌های بومی و غیربومی از ماهیان در این تالاب چون بنی و حمری و توان تولیدی بالای تالاب برای ۳ نوع ماهی بنی، حمری (به‌عنوان ماهی بومی) و تیلاپیا (به‌عنوان ماهی غیربومی یا مهاجم) در این تحقیق و بیشترین تغذیه‌ی ساکنان روستاهای مجاور تالاب از ماهیان ذکر شده و ورود آب رودخانه‌ی جراحی و پساب طرح نیشکر به تالاب، این ضرورت را ایجاد می‌کند که تالاب سالیانه مورد پایش فلزات سنگین و سموم دفع آفات نباتی قرار گیرد. تالاب بین‌المللی شادگان، به‌عنوان یکی از زیست‌بوم‌های حیاتی ایران، نقش کلیدی در معیشت جوامع محلی ایفا میکند که به‌طور گسترده به صید و مصرف ماهیان آن وابسته‌اند. با این حال این تالاب به دلیل دریافت مستمر پساب‌های آبزی‌پروری، کشاورزی و صنعتی به‌طور جدی درمعرض آلودگی فلزات سنگین خطرناکی چون سرب و کادمیوم قرار دارد که پتانسیل تجمع زیستی در زنجیره غذایی را دارند. اگرچه مطالعات پیشین به بررسی کلی این آلودگی‌ها در منطقه پرداخته‌اند، اما شکاف تحقیقاتی مشخصی د ر زمینه ارزیابی کمی ریسک سلامت ناشی ا ز مصرف گونه‌های خاص و پرمصرفی چون بنی (*Barbus sharpeyi*)، حمری (*Carasobarbus luteus*) و تیلاپیا آبی (*Oreochromis aureus*) برای مصرف‌کنندگان محلی وجود دارد. از این رو هدف اصلی این پژوهش تعیین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت عضله این سه گونه ماهی و ارزیابی دقیق ریسک سرطانزایی (CR) و غیرسرطانزایی (THQ) ناشی از مصرف آنها بود تا تصویری روشن از ایمنی این منبع غذایی مهم برای ساکنان منطقه ارائه دهد و داده های لازم برای مدیریت بهداشتی و محیطزیستی تالاب را فراهم آورد.

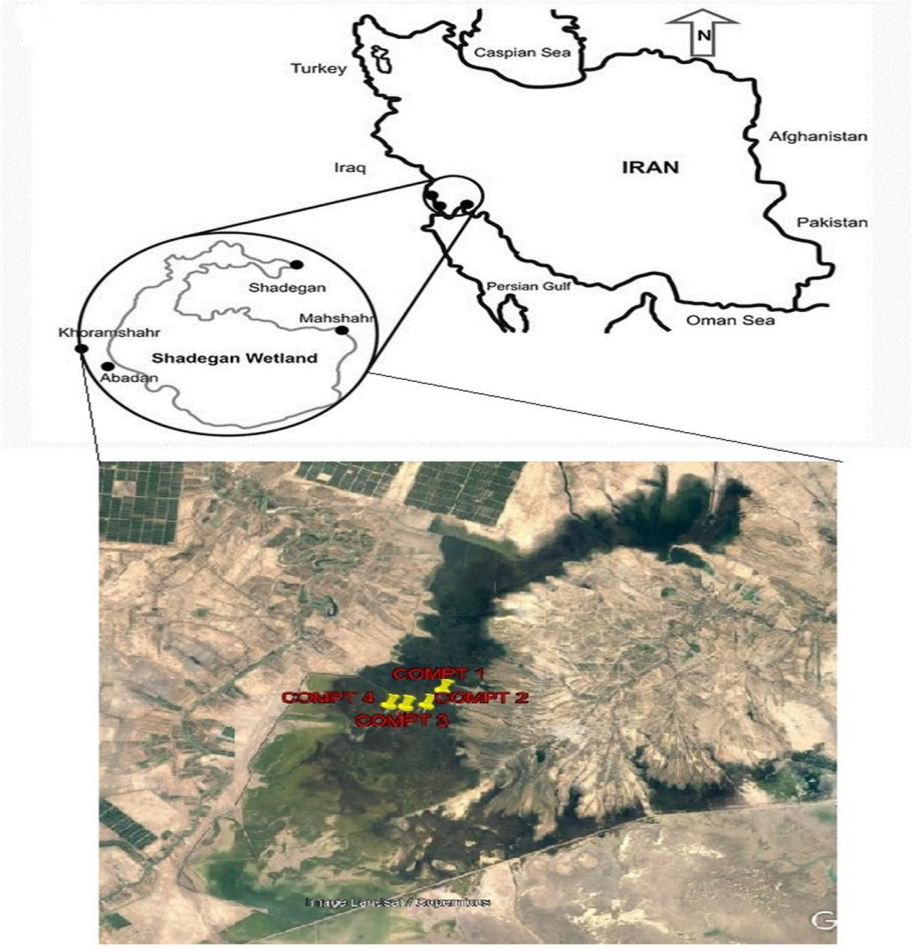
مواد و روش‌ها

تالاب شادگان در ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی در جنوب غربی ایران در استان خوزستان واقع شده و مطابق با کنوانسیون رامسر، به‌عنوان یک تالاب بین‌المللی در حدود ۴۰۰۰۰۰ هکتار وسعت دارد که در حدود ۲۹۶۰۰۰ هکتار آن در محدوده‌ی پناهگاه حیات‌وحش است. منابع کانونی آلودگی در این منطقه شامل کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها در محدوده‌ی توسعه‌ی نیشکر و اراضی کشاورزی در شمال غربی از آب شیرین تالاب و منابع بی‌کانون شامل مواد مخاطره‌آمیز ناشی از پالایشگاه‌ها و پتروشیمی آبادان، بندر امام و ماهشهر می‌باشد. تالاب شادگان دربرگیرنده‌ی اکوسیستم‌های متفاوتی چون آب‌های شیرین، شور و لب شور می‌باشد (Karimi *et al*., 2012).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

جدول ۱ : مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در تالاب شادگان و در دوره ی مطالعه

ایستگاه		مختصات جغرافیایی
۱	"۰۱ و'۳۳ و °۴۸ E	"۰۵ و'۴۱ و °۳۰ N
۲	"۰۹ و'۳۰ و °۴۸ E	"۰۶ و'۴۰ و °۳۰ N
۳	"۰۱ و'۳۱ و °۴۸ E	"۰۰ و'۴۰ و °۳۰ N
۴	"۰۵ و'۳۱ و °۴۸ E	"۰۵ و'۴۰ و °۳۰ N



شکل ۱ : نقشه موقعیت جغرافیایی تالاب شادگان و ایستگاه‌های نمونه برداری

ریسک اکولوژیکی فلزات سنگین سرب و کادمیوم در ۴ فضای سه بعدی (Compartment) از آب و رسوب و ماهیان تالاب اندازه‌گیری شد (اصطلاح فضای سه بعدی به دلیل نمونه‌برداری در تالاب که دارای طول، عرض و ارتفاع بوده و دارای حجم است، به کار برده شده است)، انتخاب فضای سه بعدی بر اساس جریان، شوری آب و توپوگرافی بستر و مصاحبه با ساکنان محلی روستای صراخیه صورت پذیرفت. اولین فضای سه بعدی ورود آب به مساحت اصلی تالاب و فضاهای سه بعدی دیگر در فاصله‌ی دورتر از خروجی‌ها و در محور طولی همدیگر قرار دارند که در شکل ۱ مشخص و مختصات آن‌ها در جدول ۱ آمده است. نمونه‌برداری از آب و رسوب و ماهی به‌صورت فصلی در تابستان و زمستان ۱۴۰۰ و در ۴ فضای سه بعدی مذکور جمع‌آوری شده و در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و در ظروف

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

عایق‌بندی شده در مدت زمان کمتر از ۴۸ ساعت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جمع‌آوری تمام نمونه‌ها بر اساس استانداردهای کنترل کیفیت (QC) و تضمین کیفیت (QA) صورت پذیرفت.

نمونه‌برداری فلزات سنگین هر کدام به تعداد ۳ تکرار از فضاهای سه بعدی تعیین شده از آب تالاب انجام گردید. برای نمونه‌برداری آب جهت سنجش فلزات از بطری‌های یک لیتری استفاده شد. نمونه‌های آب در بطری‌هایی که از قبل با محلول آب مقطر و اسید نیتریک ۲ درصد (ساخت شرکت مرک آلمان) شستشو داده شده بودند، ریخته و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌برداری رسوبات با استفاده از گرب (VAN VEEN) از ۳۰ سانتی‌متری بستر و در هر ایستگاه با ۳ تکرار انجام شد. نمونه‌های رسوب در بطری‌هایی که از قبل با محلول آب مقطر و اسید نیتریک ۱۰ درصد استریل شده بودند، به آزمایشگاه منتقل گردیدند. تعداد ۱۸ ماهی از نوع بنی، ۱۳ ماهی تیلاپیا (*Oreochromis aureus*) و ۱۶ ماهی حمری نیز با استفاده از تور ماهیگیری در فضاهای سه بعدی چهارگانه با همکاری صیادان محلی از گونه‌های مورد نیاز جهت انجام تحقیق جمع‌آوری گردیده و به‌وسیله‌ی جعبه‌های یونولیتی حاوی پودر یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه پس از سنجش وزن بافت عضله، نمونه‌ها جدا گردید و تا زمان آزمایش در فریزر نگهداری شدند. نمونه‌های آب به‌طور مستقیم درون دستگاه اتوسمپلر قرار داده شدند. نمونه‌های رسوبات و ماهی را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه‌ی سلسیوس قرار داده تا به وزن ثابت رسیدند و سپس از داخل آون خارج شدند.

برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شد (Naik *et al*., 2020). به این صورت که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و از سنگ جوش برای یکنواخت جوشیدن استفاده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخارات سفیدرنگ اسید به‌طور کامل محو شد. مخلوط سرد شده و در حالی‌که بالن چرخانده می‌شد ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن حدود ۱۰۰ دقیقه، محلول کاملاً شفافی به دست آمد. این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتر انتقال داده و به حجم رسانده شد (Koshafar *et al*., 2020).

سنجش فلزات سنگین مورد مطالعه به روش جذب اتمی و سیستم کوره‌ی گرافیتی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد. حد تشخیص فلزات توسط این دستگاه جذب اتمی به روش کوره در حد ppb بود که دارای دقت حدود ۱۰۰۰ برابر سیستم شعله می‌باشد. جهت اندازه‌گیری کادمیوم، سرب ابتدا به ۱۰ میلی‌لیتر محلول هضم شده‌ی نمونه‌ها، ۵ میلی‌لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵٪ اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها به هم زده شدند تا عناصر به صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها به هم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم منبع تولید اشعه‌ی کاتدی (EDL) دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی، منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و ماتریکس مدیفایر پالادیم توسط نرم‌افزار WinLab 32 رسم گردید و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده شده اندازه‌گیری شد (Koshafar *et al*., 2020).

از معادله‌ی (۱) برای محاسبه‌ی میانگین دُز مصرفی روزانه مصرف ماهی توسط مردم بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز (ADD) استفاده می‌شود (Song *et al*., 2015) که در آن غلظت فلز سنگین (C) بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم و میزان مصرف ماهی (IR) که برابر ۲۵/۲ گرم در روز و بسامد تکرار یا مواجهه (EF) که برابر ۳۶۵ روز در سال و دوره‌ی مواجهه (ED) که برای بزرگسالان برابر ۶۰ سال و وزن بدن (BW) برابر ۷۰ کیلوگرم و میانگین زمان مواجهه (AT) که برابر ۳۶۵ × ED قرار داده می‌شود (Kwaansa *et al*., 2018).

$$ADD = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT} \times 10^{-3} \quad (۱)$$

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

از معادله‌ی (۲) به‌منظور محاسبه‌ی خطر ابتلا به سرطان در طول دوره‌ی زندگی یا ریسک سرطان‌زایی (CR) از مقدار به دست آمده از معادله‌ی (۱) و مقدار فاکتور بالقوه‌ی ریسک (CSF) استفاده می‌شود که در این تحقیق برای سرب برابر ۰/۰۰۸۵ و برای کادمیوم برابر ۰/۳۸ در نظر گرفته شده است (Koshafar *et al*., 2020).

$$CR = ADD \times CSF \quad (۲)$$

از معادله‌ی (۳) به‌منظور محاسبه‌ی فاکتور غیرسرطان‌زایی (THQ) استفاده شده است (Zaho *et al*., 2016) که در آن مقدار به دست آمده از معادله‌ی (۱) و دُز مرجع فلزات سنگین (RfD) بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم روز قرار داده می‌شود که مقدار RfD برای سرب ۰/۰۰۳۵ و کادمیوم ۰/۰۰۰۵ می‌باشد (Islam *et al*., 2014).

$$THQ = \frac{ADD}{RfD} \quad (۳)$$

از آنجا که قرار گرفتن در معرض دو یا چند آلاینده ممکن است سبب افزایش اثرات یا اثرات متقابل شود، در این پژوهش مقدار شاخص خطر تجمعی غیرسرطان‌زایی با جمع کردن مقدار THQ هر فلز و به صورت HI به‌عنوان شاخص خطر غیرسرطان‌زایی کل و با توجه به معادله‌ی (۴) بیان می‌شود (Storelli., 2008).

$$\text{HI}= \sum_i^n THQ_i = THQ_{Pb} + THQ_{Cd} + \cdots \quad (۴)$$

۳- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS 27 و همچنین برای رسم جداول از نرم‌افزار Excel استفاده شده است. برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرونوف و جهت بررسی وجود همبستگی بین فلزات موجود در گونه‌های ماهیان و همبستگی بین فلزات موجود در آب و رسوب با فلزات موجود در ماهیان از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شده است.

نتایج

با توجه به نتایج حاصل از سنجش فلزات سنگین سرب و کادمیوم در آب و رسوب و ماهیان تالاب شادگان، محاسبات مربوط به فاکتورهای سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی برای ماهیان مورد نظر انجام گردید و حاصل آن‌ها در جداول ۲ تا ۵ درج گردیده است.

جدول ۲ : میانگین غلظت فلزات سنگین در آب تالاب شادگان بر حسب میلی گرم بر لیتر در دوره تحقیق

ایستگاه	فلز سنگین			
	سرب(Pb)		کادمیوم(Cd)	
	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان
۱	۰/۵۲۱۳	۰/۶۴۰۳	۰/۰۲۵	۰/۰۵۱۳
۲	۰/۵۸۵	۰/۶۷۲۷	۰/۰۴۴۳	۰/۰۶۲۳
۳	۰/۶۰۲۳	۰/۷۴۱۷	۰/۰۳۰۷	۰/۰۵۷۷
۴	۰/۶۲۱۳	۰/۷۹۲۰	۰/۰۴۶۳	۰/۰۶۰۷

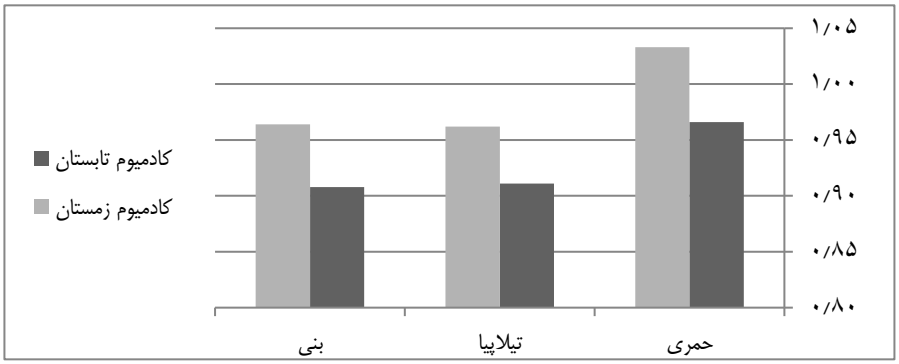
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

جدول ۳ : میانگین غلظت فلزات سنگین در رسوب تالاب شادگان بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در دوره تحقیق

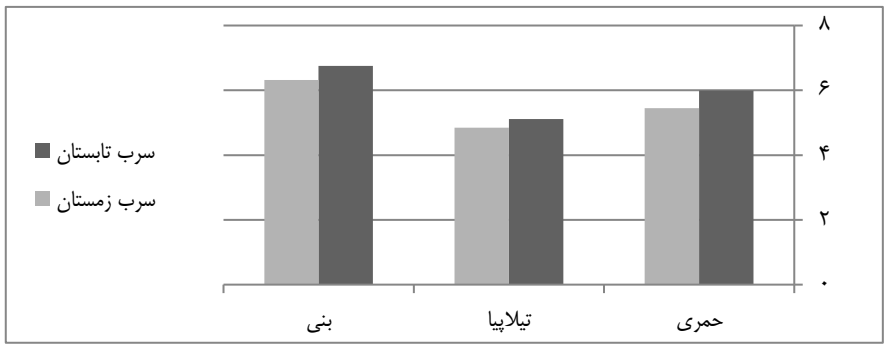
ایستگاه	فلز سنگین			
	سرب(Pb)		کادمیوم(Cd)	
	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان
۱	۲۹/۰۱۶۷	۲۹/۳۱۳۳	۲/۵۱۳۳	۲/۶۲۳۳
۲	۲۸/۱۸۶۷	۲۸/۴۰۳۳	۳/۷۸۶۷	۳/۹۲۳۳
۳	۲۶/۶۵	۲۶/۹۱۳۳	۳/۲۱۳۳	۳/۳۱
۴	۲۶/۵۰۳۳	۲۶/۳۵	۳/۸۷۳۳	۳/۹۵۳۳

جدول ۴ : میانگین غلظت فلزات سنگین درعضله ماهیان مورد نظر تالاب شادگان بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در دوره تحقیق

ماهی	فلز سنگین			
	سرب(Pb)		کادمیوم(Cd)	
	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان
حمری	۵/۹۹	۵/۴۵	۰/۹۹۶	۱/۰۳۳
تیلاپیا	۵/۱۱	۴/۸۵	۰/۹۱۱	۰/۹۶۲
بنی	۶/۷۵	۶/۳۲	۰/۹۰۸	۰/۹۶۴



شکل ۲ : غلظت کادمیوم در ماهیان تالاب شادگان در دو فصل تابستان و زمستان



شکل ۳ : غلظت سرب در ماهیان تالاب شادگان در دو فصل تابستان و زمستان

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

جدول ۵ : مقادیر پارامترهای سرطان زایی و غیرسرطان زایی فلزات سنگین ناشی از مصرف ماهیان تالاب شادگان

ماهی	فصل	فلز سنگین و فاکتورهای سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی				
		سرب(Pb)		کادمیوم(Cd)		شاخص خطر تجمعی غیرسرطان‌زایی
		CR	THQ	CR	THQ	HI
حمری	تابستان	$۳/۸۱ \times ۱۰^{-۶}$	۰/۱۲۸	$۲/۷۵ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۱۴۵	۰/۲۷۳
	زمستان	$۳/۴۷ \times ۱۰^{-۶}$	۰/۱۱۶	$۲/۹۴ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۱۵۵	۰/۲۷۱
تیلاپیا	تابستان	$۳/۲۵ \times ۱۰^{-۶}$	۰/۱۱	$۲/۵۹ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۱۳۶	۰/۲۴۶
	زمستان	$۳/۰۸ \times ۱۰^{-۶}$	۰/۱۰۴	$۲/۷۴ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۱۴۴	۰/۲۴۸
بنی	تابستان	$۴/۲۹ \times ۱۰^{-۶}$	۰/۱۴۴	$۲/۵۸ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۱۳۶	۰/۲۸
	زمستان	$۴/۰۲ \times ۱۰^{-۶}$	۰/۱۳۵	$۲/۷۴ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۱۴۴	۰/۲۷۹



شکل ۴ : مقادیر پارامترهای غیرسرطان زایی فلز کادمیوم در ۳ ماهی تالاب شادگان در دو فصل تابستان و زمستان



شکل ۵ : مقادیر پارامترهای غیرسرطان زایی فلز سرب در ۳ ماهی تالاب شادگان در دو فصل تابستان و زمستان

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

جدول ۶: نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین کادمیوم موجود در آب و رسوب و ماهی در دو فصل تابستان و زمستان

فصل	کادمیوم در	آب	رسوب	حمری	تیلاپیا	بنی
تابستان	آب	۱				
	رسوب	۱/۰۰۰**	۱			
	حمری	۰/۴۶۹	۰/۴۶۶	۱		
	تیلاپیا	۰/۵۹۱	۰/۵۸۹	۰/۹۹۰	۱	
	بنی	۰/۸۸۴	۰/۸۸۳	۰/۸۲۷	۰/۸۹۹	۱
زمستان	آب	۱				
	رسوب	۰/۹۲۵	۱			
	حمری	۰/۴۴۳	۰/۰۶۸	۱		
	تیلاپیا	۰/۸۳۵	۰/۵۶۲	۰/۸۶۳	۱	
	بنی	۰/۶۳۱	۰/۲۸۸	۰/۹۷۵	۰/۹۵۴	۱

** . correlation is signification at the 0.01 level (2- tailed)

جدول ۷: نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین سرب موجود در آب و رسوب و ماهی در دو فصل تابستان و زمستان

فصل	سرب در	آب	رسوب	حمری	تیلاپیا	بنی
تابستان	آب	۱				
	رسوب	۰/۸۹۱	۱			
	حمری	۰/۹۵۳	۰/۷۱۲	۱		
	تیلاپیا	۰/۴۷۶	۰/۸۲۴	۰/۱۸۹	۱	
	بنی	۰/۹۲۶	۰/۹۹۶	۰/۷۶۹	۰/۴۳۷	۱
زمستان	آب	۱				
	رسوب	۰/۹۸۶	۱			
	حمری	۰/۶۶۶	۰/۷۷۹	۱		
	تیلاپیا	۰/۸۷۰	۰/۹۳۹	۰/۹۴۷	۱	
	بنی	۰/۲۷۷	۰/۴۳۰	۰/۹۰۱	۰/۷۱۵	۱

جدول ۸ : مقایسه حد استانداردهای بین‌المللی فلزات سنگین در عضله ماهی و مطالعه حاضر و سایر مطالعات انجام شده بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

استانداردها	فلزات سنگین	
	سرب (Pb)	کادمیوم(Cd)
سازمان جهانی بهداشت (WHO)	۰/۵	۰/۲
سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)	۵	۱/۷
وزارت کشاورزی ،جنگلداری و شیلات ژاپن (MAFF)	۲	۰/۰۲
شورای ملی تحقیقات سلامت و پزشکی استرالیا(NHMRC)	۱/۵	۰/۰۵
سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO)	۰/۵	۰/۵

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

مطالعه و تحقیق حاضر	۴/۸۵ – ۶/۷۵	۰/۹۰۸ – ۱/۰۳۳
احمد و همکاران (۲۰۰۹)	۴/۲۵ – ۸/۱۷	۰/۶۱ – ۰/۷۱
آکوتو و همکاران (۲۰۱۴)	۴/۳۲ – ۱۰/۸۵	۰/۱۷ – ۰/۳۲
التریکی (۲۰۱۲)	۳/۲۴ – ۹/۱۷	۱/۱۷ – ۴/۲۵
ترکمِن و همکاران (۲۰۰۹)	۰/۰۹ - ۶/۹۵	۰/۰۱ – ۴/۱۶
منیر و همکاران (۲۰۱۶)	۲/۶۲۴ - ۵/۰۱۴	NA
حسینی و همکاران (۲۰۱۵)	۱/۳۲ - ۱/۵۳	۰/۲۶ - ۰/۴۵
آدگ بولا و همکاران (۲۰۲۱)	۱/۱۲ - ۹/۳۶	۰/۶۵ - ۴/۲
بستان زاده و همکاران (۲۰۲۰)	۱/۵۲ ± ۰/۰۸ - ۰/۰۰۸ ± ۰/۱۲	-
نیسی و همکاران (۲۰۲۴)	۱/۶۰	۰/۹۴
دهقان و همکاران (۲۰۱۹)	۰/۸۱ ± ۰/۶۶	۱/۳۵ ± ۰/۲۲
الطهیباوی و همکاران (۲۰۲۵)	-	۱۹/۵۹
یو جون ای و همکاران (۲۰۱۱)	۰/۰۰۹ - ۱۰/۱	۰/۰۰۴۷ - ۲

بحث و نتیجه‌گیری

آلودگی اکوسیستم‌های آبی به فلزات سنگین بسیار نگران‌کننده است (Adam *et al*., 2019). ماهی به‌عنوان یک منبع پروتئینی ارزشمند، نقش مهمی در سبد غذایی بسیاری از مردم دارد. یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های این منبع پروتئینی مهم، فلزات سنگین بوده که پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان به‌خصوص ماهی‌ها تجمع یافته و نهایتاً وارد زنجیره‌ی غذایی انسان می‌گردند. بنابراین، تأثیر تجمع فلزات سنگین بر زنجیره‌های غذایی ارگانیسم‌های آبزیان به دلیل ایجاد آسیب‌های اکولوژیکی، رفتاری، فیزیولوژیکی، متابولیکی ماهیان و در معرض خطر انداختن سلامت انسان‌ها، در سال‌های اخیر بیشترین توجه را به دنبال داشته است (Ishak *et al*., 2020; Sharifian *et al*., 2011).

کادمیوم و سرب از مهم‌ترین فلزات سنگین خطرناک برای انسان می‌باشند (Alizadeh *et al*., 2011). این فلزات می‌توانند منجر به اثرات سمی بلند مدت در سیستم‌های بیولوژیکی شده و در مقادیر ناچیز ممکن است از طریق زنجیره‌ی غذایی به سایر موجودات انتقال یابند (Liu *et al*., 2008; Sadeghi *et al*., 2008). بنابراین، اندازه‌گیری غلظت این فلزات جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط‌زیست دریایی حائز اهمیت است. در سال‌های اخیر، تعیین ریسک اهمیت زیادی پیدا کرده است، زیرا سطح مجاز آلاینده‌های توصیه شده توسط دستگاه‌های نظارتی مختلف همیشه نمی‌تواند خطر سلامت انسان را نشان دهد (Saha *et al*., 2016).

برای ارزیابی خطر بهداشتی، سطوح فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت خوراکی گونه‌های مورد مطالعه با حداکثر محدوده‌ی مجاز پیشنهاد شده برای مصرف انسان توسط بسیاری از سازمان‌های گوناگون در جدول ۸ درج گردید. با توجه به مقادیر به دست آمده از تجمع فلزات سنگین در گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق و مقایسه‌ی آن با استانداردهای جهانی، میزان سرب در مقایسه با آستانه‌ی استانداردهای جهانی WHO، NHMRC، MAFF، FDA و FAO بالاتر بوده و در مورد فلز سنگین کادمیوم و در مورد تمام ماهیان مورد نظر و از نظر مقادیر مجاز استانداردهای MAFF، NHMRC، FAO و WHO بالاتر بوده ولی از آستانه‌ی مجاز FDA کمتر بوده است. بستان زاده و همکاران در مطالعه‌ای بر ماهی‌های بنی هورالعظیم، غلظت فلز سرب در عضله‌ی ماهی بنی را در ۷ ایستگاه مقادیری در گستره ی ۰/۰۰۸ ± ۰/۱۲ تا ۰/۰۸ ± ۱/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری کرده که از میزان سرب ماهی بنی مطالعه‌ی حاضر کمتر بود (Bostanzadeh *et al*., 2020). نیسی و همکاران در مطالعه‌ای بر ماهیان رودخانه‌ی کارون، بیشترین غلظت فلز سرب و کادمیوم در عضله‌ی ماهی بنی را

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

به ترتیب ۱/۶۰ و ۰/۹۴ میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری کردند که از بیشترین غلظت سرب و کادمیوم ماهی بنی مطالعه‌ی حاضر کمتر است (Neisi *et al*., 2024). در مطالعه‌ی دهقان و همکارانش در شهرستان جیرفت، میزان تجمع فلزات سرب و کادمیوم در عضله‌ی ماهی تیلاپیا به ترتیب ۰/۶۶± ۰/۸۱ و ۰/۲۲± ۱/۳۵ میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری شده که غلظت سرب در این نوع ماهی از مطالعه‌ی حاضر کمتر و غلظت کادمیوم بیشتر است (Dehghan *et al*., 2019). در مطالعه‌ی الطهیباوی و همکارانش در تالاب‌های الحامار و الحویزه در جنوب عراق، بیشترین غلظت کادمیوم در ماهی حمری ۱۹/۵۹ میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری شده بود که از غلظت به دست آمده در مطالعه‌ی حاضر بیشتر است (Althahaibawi *et al*., 2025). عسکری ساری و همکاران در مطالعه‌ی میزان تجمع فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در ماهی بیاح رودخانه‌های کارون و بهمنشیر استان خوزستان، میانگین میزان کادمیوم در عضله‌ی ماهی مورد تحقیق در رودخانه‌ی بهمنشیر و کارون و دز را به ترتیب ۰/۴۳۴ و ۰/۴۹۴ و ۰/۳۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری کرده‌اند که از مقادیر به دست آمده در تحقیق حاضر کمتر است (Askary *et al*., 2011). در مطالعه‌ی مرتضوی و همکاران در ارزیابی ریسک رودخانه‌ی بشار یاسوج، غلظت فلز سنگین سرب بین ۵/۱۵ تا ۶/۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شده بود که با مقادیر به دست آمده‌ی تحقیق حاضر در مورد فلز سرب همخوانی دارد (Mortazavi *et al*., 2019). در مطالعه‌ی دیگری منصوری و همکاران در ارزیابی ریسک غذایی فلزات سنگین ناشی از مصرف ماهی کپور در تالاب زریوار، غلظت کادمیوم را ۲/۵۳ و سرب را ۲/۱۱ میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری کرده بود، در صورتی‌که در تحقیق حاضر غلظت فلز کادمیوم کمتر و غلظت سرب بالاتر از غلظت‌های ارائه شده در مطالعه‌ی منصوری و همکاران وی است (Mansouri *et al*., 2017). همچنین در مطالعه‌ی آکاتو و همکارانش، غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در ماهیان تالاب فوسوی کشور غنا به ترتیب ۰/۲۷۵ و ۶/۸۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شده بود که غلظت فلز کادمیوم و سرب در تحقیق حاضر بالاتر از غلظت‌های ارائه‌شده در مطالعه‌ی آکاتو و همکاران وی است (Akoto *et al*., 2014). و در مطالعه‌ی یوجون یی و همکاران بر ارزیابی ریسک فلزات سنگین رودخانه‌ی یانگ‌تسه چین، غلظت سرب در ماهیان بین ۰/۰۰۹ تا ۱۰/۱ و غلظت کادمیوم بین ۰/۰۰۴۷ تا ۲ اندازه‌گیری شده است که از غلظت‌های دو فلز کادمیوم و سرب تحقیق حاضر بیشتر است (Yang *et al*., 2011) و در مطالعه‌ی آدگ بولا و همکارانش بر ماهیان رودخانه‌ی اوگون و الیله‌ی نیجریه، غلظت سرب بین ۱/۱۲ تا ۹/۳۶ و غلظت کادمیوم بین ۰/۶۵ تا ۴/۲ اندازه‌گیری شده بود که از غلظت‌های دو فلز کادمیوم و سرب تحقیق حاضر بیشتر است (Adegbola *et al*., 2021).

در بررسی نتایج حاصل از مقادیر سرطان زایی CR و مقادیر غیرسرطان زایی THQ فلزات سنگین سرب و کادمیوم درمطالعه ی حاضر در محدوده ی غیر خطرناک قرار دارند . قابل توجه است که محدوده ی غیر خطرناک در رابطه با CR بین ۴-۱۰ تا ۶-۱۰ می باشد و در صورتی که THQ کمتر از ۱ باشد ماهی در معرض آلودگی نیست (Sharafi *et al*., 2021). در نتیجه می‌توان گفت که مصرف ماهیان مورد مطالعه عوارض نامطلوب بهداشتی و خطرناک برای مصرف‌کنندگان ایجاد نمی‌کنند. پریسا شرفی و همکاران در مطالعه‌ی ارزیابی سرطان‌زایی فلزات سنگین ناشی از مصرف ماهیان سطح‌زی مانند گاریز، شورت و حلوا سفید، ماهیان میان‌زی مانند شیر، کوتر و سرخو و کفزی شامل بیاح، زمین‌کن و کفشک در شهر بندرعباس، در این ماهی‌ها مقدار THQ برای دو فلز سرب و کادمیوم کمتر از یک بوده و مقدار CR برای هر دو نوع ماهی در محدوده‌ی استاندارد بوده و مصرف این ماهیان عوارض نامطلوبی برای مصرف‌کنندگان را بر نداشت که با مطالعه‌ی حاضر همخوانی دارد (Sharafi *et al*., 2021). در مطالعه‌ی آدگ بولا و همکارانش بر ماهیان رودخانه‌ی اوگون و الیله‌ی نیجریه، مقدار THQ کمتر از ۱ و مقدار CR در محدوده‌ی استاندارد محاسبه گردیده بود و با مطالعه‌ی حاضر همخوانی دارد (Adegbola *et al*., 2021). کوشافر و همکاران در مطالعه‌ی ارزیابی فاکتورهای سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی فلزات سنگین در عضله‌ی غالب ماهیان رودخانه‌ی بهمنشیر، در سه گونه ماهی مورد تحقیق، نسبت به سرب سرطان‌زایی داشته و در خصوص کادمیوم در هر سه گونه ماهی سرطان‌زایی مشاهده نگردیده است که با مطالعه‌ی حاضر در مورد سرب همخوانی نداشته و در مورد فلز کادمیوم همخوانی داشته است (Koshafar *et al*., 2020). در محاسبات آماری، برای توزیع نرمال داده‌ها از آزمون کولموگروف–اسمیرونوف استفاده گردید و ضریب همبستگی پیرسون بین غلظت کادمیوم ورودی به آب تالاب و کادمیوم موجود در رسوب تالاب و در فصل تابستان همبستگی معنادار مشاهده گردید ($P < 0/05$). بین سرب ورودی و سرب انباشته در رسوب در فصل تابستان با سرب موجود در هر سه نوع ماهی همبستگی معناداری

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

مشاهده گردید ($P < 0/05$). ولی بین سرب ورودی و سرب انباشته در رسوب با کادمیوم ورودی و کادمیوم انباشته در رسوب در فصل تابستان همبستگی معناداری مشاهده نگردید. در فصل زمستان بین کادمیوم ورودی به آب تالاب و کادمیوم انباشته در رسوب تالاب با کادمیوم هر سه نوع ماهی همبستگی معنادار مشاهده گردید ($P < 0/05$). و بین سرب ورودی به آب تالاب و سرب انباشته در رسوب با سرب موجود در هر سه نوع ماهی همبستگی معنادار مشاهده گردید ($P < 0/05$).

منابع

Adam MA, Maftuch M, Kilawati Y, Risjani Y. 2019. The effect of cadmium exposure on the cytoskeleton and morphology of the gill chloride cells in juvenile mosquito fish (Gambusia affinis). *Egypt J Aquat Res*. 2019; 45(4):337-43.

Adegbola IP, Aborisade BA, Adetutu A. 2021. Health risk assessment and heavy metal accumulation in fish species (*Clarias gariepinus* and *Sarotherodon melanotheron*) from industrially polluted Ogun and Eleyele Rivers, Nigeria. Toxicol Rep. 2021 Jul 14; 8:1445-1460.

Ahmed MK, Ahamed S, Rahman S, Haque MR, Islam MM. 2009. Heavy metals concentration in water, sediments and their bioaccumulation in some freshwater fishes and mussel in Dhaleshwari River, Bangladesh. Terr. Aquat. Environ. Toxicol. 3: 33–41(2009).

Akoto O, Bismark Eshun F, Darko G, Adei E.2014. Concentrations and health risk assessments of heavy metals in fish from the Fosu Lagoon. Int. J. Environ. Res. 8: 403–410 (2014)

Alizadeh E, Sharifian S.2011. Flour and fish oil production technology. Tehran: *Scientific Information Database*; 2011. [Persian]

Althahaibawi B, Younis KH, Al-Najare GA.2025. Study seasonal changes in concentration of some heavy metals in Carasobarbus luteus of southern Iraq marshes: hes. JWRG [Internet]. 2025 Mar. 23 [cited 2025 Sep. 19];4(1):160-8.

Alturiqi AS, Albedair LA. 2012. Evaluation of some heavy metals in certain fish, meat and meat products in Saudi Arabian markets. Egypt J.Aquat. Res. 38: 45–49 (2012)

Askary Sary A., Velayatzadeh M., Beheshti M., Khodadadi M.2022. The comparison of heavy metals Hg, Cd and Pb in the tissues of liza abu from karoon and bahmanshir rivers khozestan province. *Iranian scientific fisheries journal*. 2011 [cited 2022August03];20(2):131-140. [Persian]

Bostanzadeh Mohammad, Romiyani Laleh, Payandeh Khoshnaz, Sabzalipour Sima, Mohammadi Roozbehani maryam. 2020. Assessment of Heavy Metals Transition (Pb, Ni and Vanadium) In Hur Al-Azim Wetland Food Chain.Journal of Oceanography. 2020; 11(42):15-28.

Dehghan, R., Rafiepoor, A., Nejad Sajadi, S. H.2019. Concentration measurement of heavy metals mercury, lead and cadmium in fish muscle Tuna, Tap and tilapia in the city of Jiroft. Journal of Research in Environmental Health, 2019; 5(1): 21-30.

Ebrahimisirizi, Z., Sakizadeh, M., Sari, A.E., Bahramifar, N., Ghasempouri, S.M., Abbasi, K. 2012. Survey of heavy metals (Cd, Pb, Cu and Zn) Contamination in muscle tissue of *Esox luciusn* from Anzali International Wetland: Accumulation and risk assessment. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences (JMUMS)*. 22(87): 56-63. [Persian]

Graci, S., Collura, R., Cammilleri, G., Buscemi, M.D., Giangrosso, G., Principato, D., Gervasi, T., Cicero, N., Ferrantelli, V. 2017. Mercury accumulation in Mediterranean Fish and Cephalopods Species of Sicilian coasts: correlation between pollution and the presence of Anisakis parasites. *Natural Product Research*. 31(10): 1156-1162.

Hashemi, S.A. & Doustdar, M.2021. Investigating of the Shadegan Wetland Fish Species Changes in 3 recent decades, Journal of Animal Environmental Research, 2021; 13(1): 477-482. magiran.com/p2315729.

Hauser-Davis, R.A., Bordon, I.C., Oliveira, T.F., Ziolli, R.L. 2016. Metal bioaccumulation in edible target tissues of mullet (*Mugil liza*) from a tropical bay in Southeastern Brazil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 36: 38-43.

Heller, S. 2006. Managing industrial Risk-having a Tasted and Proven system to prevent and assess Risk. *Journal of Hazardous Materail*.Pp1-2.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

Hosseini M, Nabavi SM, Nabavi SN, Pour NA.2015. Heavy metals (Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Fe, and Hg) content in four fish commonly consumed in Iran: risk assessment for the consumers. Environ Monit Assess. 2015 May;187(5):237.

Ishak AR, Zuhdi MS, Aziz MY.2020. Determination of lead and cadmium in tilapia fish (Oreochromis niloticus) from selected areas in Kuala Lumpur. *Egypt J Aquat Res*. 2020; 46(3):221-5.

Karimi F, Moattar F, Farshchi P, Savari A, Parham H.ERA. 2012. Suitable Methode for Estimation of Ecological Effects of Pesticide Contamination on Aquatic Species.*Jornal of the Persian Golf*.2012;3(8):67-73. [Persian]

Kim, K.G., H., Lee, D.H., Lee .2011. Wetland Restoration to Enhance Biodiversity in Urban Areas-A Comparative Analysis. *Landscape Ecol Eng*. 7: 27-32.

Klemas, V.2011. Remote sensing of wetlands: case studies comparing practical techniques. *Journal of Coastal Research*. 27(3): 418-427.

Koshafar A, Savari A, Sakhaei N, Archangi B, Karimi Organi F. 2020. Evaluation of carcinogenicity and non-carcinogenicity of heavy metals in the dominant muscle of Bahmanshir River. *Jornal of ournal of animal environment*. 2020 [cited 2022August03];11(4):155-162. [Persian]

Kwaansa-Ansah EE, Nti SO, Opoku F.2018. Heavy metals concentration and human health risk assessment in seven commercial fish species from Asafo Market, Ghana. Food Sci Biotechnol. 2018 Oct 8;28(2):569-579.

Liu H, Li L, Yin C, Shan B.2008. Fraction distribution and risk assessment of heavy metals in sediments of Moshui Lake. *J Environ Sci (China)*. 2008; 20(4):390-7.

M.S. Islam, M.K. Ahmed, M. Habibullah-Al-Mamun, S. Masunaga.2014. Trace metals in soil and vegetables and associated health risk assessment, Environ. Monit.Assess. 186 (12) (2014) 8727e8739.

Mansouri B, Maleki A, Davari B, Azadi N, Pordel M A.2017. Food Risk Assessment of Heavy Metals in Consumption of Common Carp in Zarivar Wetland. J Mazandaran Univ Med Sci 2017; 26 (146) :201-205[Persian].

Mortazavi, A., Hatamikia, M., Bahmani, M., Hassanzadazar, H. 2016. Heavy metals (mercury, lead and cadmium) determination in 17 species of fish marketed in Khorramaba city, West of Iran. *Journal of Chemical Health Risks*. 6(1): 41-48. [Persian]

Mortazavi, S., Rahmani, J. And Chamani, A. 2018. Biomonitoring of Heavy Metals using Phragmites australis in Hashilan Wetland, Kermanshah. [Persian]

Mortazavi S, Hatami manesh M.2019. Accumulation and Health Risk Assessment of Heavy Metals (Pb, Cr, Cu and Zn) in (Ctenopharyngodon idella) and (Cyprinus carpio) from Bashar River Yasouj. J. Aqua. Eco 2019; 9 (3) :1-13. [Persian]

Munir, T., Saddique, M., Rehman, H.U., Ramazan, S., Azeem, T., & Ahmad, I. 2016. Heavy metal analysis in fishes and water of Changhoz dam district Karak, KPK, Pakistan. *Journal of entomology and zoology studies, 4*, 321-325.

Naik AP, Shyama SK, D'Costa AH.2020. Evaluation of genotoxicity, enzymatic alterations and cadmium accumulation in Mozambique tilapia Oreochromis mossambicus exposed to sub lethal concentrations of cadmium chloride. *JECE*. 2020; 2:126-31.

Neisi Y., Cheraghi M., Almasieh K.2024. Health evaluation of the Karoon river using freshwater fishes as biomonitor of heavy metals. Journal of Oceanography 2024; 15 (57) :71-85.

Nordberg, F.; Fowler, A. and Nordberg, M. 2014. *Handbook on the Toxicology of Metals, Academic Pressm*.pp 110.

Pham, N.M.; Huynh, T.L. and Nasir, M.A. 2020. Environmental consequences of population, affluence and technological progress for European countries: A Malthusian view. *Journal of Environmental Management*, Vol. 260, 110143.

Rahimi Bellucci, L. and Malek-Mohammadi, B. 2003. Risk Assessment of Shadegan International Wetland Based on Ecological Performance indicator. *Journal of Environmental Studies*, 1(1), 101-112. [Persian]

Sadeghi Rad M, Amini Ranjbar G, Arshadi ABuggy CJ, Tobin JM.2008. Seasonal and spatial distribution of metals in surface sediment of an urban estuary. *Environ Pollut*. 2008; 155(2):308-19. [Persian]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

Saha N, Mollah MZI, Alam MF, Safiur Rahman M. 2016. Seasonal investigation of heavy metals in marine fishes captured from the Bay of Bengaland the implications for human health risk assessment. *Food Control*. 2016; 70:110-8.

Sharafi P, Dindarloo K, Davoodi SH, Heidari M. 2021. Shamsedini M Evaluation of heavy metalscarcinogenosis due to fish consumption in Bandar Abbas City. Journal of Preventive Medicine. 2021; 8(2):4-15. [Persian]

Sharifian S, Mortazavi MS, Zakipour Rahimabadi E, Arshadi A.2011. Shelf-life determination of tiger-toothed Croaker (Otolithes ruber) during flake ice storage. ISFJ. 2011; 19(4):87-96. [Persian]

Song DP, Zhuang DF, Jiang D, Fu JY, Wang Q.2015. Integrated health risk assessment of heavy metals in Suxian County, South China. Int J Environ Res Public Health 12:7100–7117.

Storelli, M. 2008. Potential human health risks from metals (Hg, Cd, and Pb) and polychlorinated biphenyls (PCBs) via seafood consumption: estimation of target hazard quotients (THQs) and toxic equivalents (TEQs). *Food and Chemical Toxicology*. 46(8): 2782-2788.

Turkmen A, Turkmen M, Tepe Y, Akyurt I.2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. Food Chem. 91:167–172 (2005).

Yi Y, Yang Z, Zhang S. 2011. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin. Environ Pollut. 2011 Oct;159(10):2575-85.

Yang, G.G., Qin, L., Xue, H.W., Fei, Y.D., Zi, L, Y., Hong, H.H. 2015. Heavy metal concentrations in wild fishes captured from the South China Sea and associated health risks. *Marine Pollution Bulletin*. 96(1-2): 508-512.

Zhao R, Yan S, Liu M, Wang B, Hu D, Guo D, Wang J, Xu W, Fan C.2016. Seafood consumption among Chinese coastal residents and health risk assessment of heavy metals in seafood. Environ Sci Pollut Res Int. 2016 Aug;23(16):16834-44.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

Carcinogenic Risk Assessment of Heavy Metals Lead and Cadmium from the Consumption of *Barbus sharpeyi* (Bani), *Carasobarbus luteus* (Hamri), and *Tilapia* Fish in Shadegan Wetland

Seyed Ayad Mohammadi [1]
Fatemeh Karimi Organi [1*]
Ahmad Savari [2]
Soolmaz Dashti[1]
Azita Koushafar [1]

1. Department of Environment, Ahv.C., Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2. Department of Marine Biology, Faculty of Marine and Oceanic Sciences, University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran.

***Corresponding author:**
fatemeh_karimi88@iau.ac.ir

Received date: **June/17/2025**
Accepted date: **December/21/2025**

Abstract

Shadegan Wetland is constantly exposed to pollution by heavy metals due to surrounding human activities. The purpose of this research, conducted in 1400 (Solar Hijri calendar), was to assess the carcinogenic risks posed by heavy metals, lead (Pb) and cadmium (Cd), from the consumption of Bani, Hamri, and Tilapia fish in Shadegan Wetland. To this end, water and sediment samples were collected, and 47 fish of the mentioned species were caught with the cooperation of local fishermen. Samples were transferred to the laboratory using standard methods, and the concentration of metals in the fish muscle was measured by Atomic Absorption Spectroscopy (Perkin Elmer 4100). The highest concentrations of cadmium and lead in all three fish species were 1.033 mg/kg and 6.75 mg/kg, respectively, which exceeded international standards.

The Carcinogenicity Factor (CR) for lead was calculated in the range of 3.08×10^{-6} to 4.29×10^{-6}, and for cadmium, in the range of 2.58×10^{-5} to 2.94×10^{-5}. Additionally, the non-carcinogenic factor, the Target Hazard Quotient (THQ), was calculated for lead in the range of 0.128 to 0.144 and for cadmium in the range of 0.136 to 0.155. Both calculated factors were within the standard limit; therefore, the consumption of these fish does not pose a carcinogenic risk to humans. Therefore, the consumption of these fish does not pose a carcinogenic risk to humans. However, based on the obtained results, the entry of these pollutants into the wetland increases the ecological risk of the wetland, and proper environmental considerations must always be considered for the Shadegan Wetland.

Keywords: Risk assessment, heavy metals, Shadegan Wetland, carcinogenicity, pollution.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]