ORIGINAL ARTICLE

Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu and Zn) Contamination in Muscle tissue of Esox luciusn from Anzali International Wetland: Accumulation and Risk Assessment

Zohreh Ebrahimi Sirizi[1],
Mohamad Sakizadeh[2],
Abas Esmaili Sari[1],
Nader Bahramifar[3],
Seyed Mahmoud Ghasempouri[1],
Keyvan Abbasi[4]

[1] Department of Enviroment, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Nour, Iran
[2] Department of Enviroment, Tarbiat Dabir Shahid Rajaei University, Tehran, Iran
[3] Department of Chemistry, Payame Noor University, Sari, Iran
[4] Research Institute of Aquaculture of Anzali, Anzali, Iran

(Received October 4, 2011 ; Accepted Marce 10, 2012)

Abstract

Background and purpose: The pollution of aquatic ecosystems with heavy metals, have always been a major concern for aquatic organisms and human health. Contaminants such as heavy metals are accumulated along the food chain and then transmitted to human body. Levels of contaminants in fish are of particular interest because of the potential risk to humans. This study examined the levels of cadmium, lead, zinc and copper in muscle tissue of *Esox lucius* from the Anzali international wetland and then compared them with the standards established for human health.

Materials and methods: This research was done on 26 Pike perch (*Esox lucius*) obtained from Anzali wetland by multimesh gill nets in September 2010. The samples were digested by concentrated nitric acid, and then were analyzed for Pb in a graphite furnace atomic absorption spectrophotometer and for Cd, Cu, and Zn in a flame atomic absorption spectrophotometer.

Results: Mean concentration of Cd, Pb, Cu and Zn was 0.82 ± 0.06, 0.22 ± 0.02, 5.68 ± 0.31, 54.26 ± 0.87 (μg/g dry weight), respectively. The results showed no significant correlation between Pb, Cu and Zn concentrations with body weight and length but a significant negative correlation was observed between Cd concentration with body length ($r= -0.88$, $P<0.05$) and body weight ($r= -0.9$, $P<0.05$).

Conclusion: The levels of Zn, Cu and Pb were lower than the standard levels established by WHO, FAO, and EPA but levels of Cd exceeded the standards of WHO and EPA. These results can be a warning for consumers of these fish. According to the daily intake of heavy metals consuming this fish on weekly basis is not prohibited.

Key words: Anzali wetland, *Esox lucius*, heavy metals, muscle tissue

J Mazand Univ Med Sci 2012; 22(87): 57-63 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و دوم شماره ۸۷ فروردین سال ۱۳۹۱ (۶۳-۵۷)

بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب بین‌المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات

زهره ابراهیمی‌سیریزی[۱]
محمد ساکی‌زاده[۲]
عباس اسماعیلی‌ساری[۱]
نادر بهرامی‌فر[۳]
سیدمحمود قاسمپوری[۱]
کیوان عباسی[۴]

چکیده

سابقه و هدف: آلودگی اکوسیستم‌های آبی با فلزات سنگین یک نگرانی عمده برای موجودات وسلامتی انسان است. آلاینده‌هایی مانند فلزات سنگین در طول زنجیره غذایی تجمع می‌یابند و در انتها به بدن انسان منتقل می‌شوند. اندازه‌گیری آلاینده‌های مختلف در ماهی‌ها به علت مصرف خوراکی آن‌ها برای انسان می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. در مطالعه حاضر غلظت چهار فلز کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب انزلی مورد بررسی قرار گرفت و سپس این مقادیر با استانداردهای موجود در این زمینه مقایسه شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی ۲۶ اردک ماهی که توسط تور صیادی در شهریورماه ۱۳۸۹ صید شده بودند مورد بررسی قرار گرفتند. پس از هضم نمونه‌ها با اسید نیتریک غلیظ، سرب آن‌ها با استفاده از دستگاه کوره گرافیتی و کادمیوم، مس و روی آن‌ها با دستگاه جذب اتمی شعله اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: میانگین غلظت فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی به‌ترتیب ۰/۰۶ ± ۰/۸۲، ۰/۰۲ ± ۰/۲۲، ۰/۰۲ ± ۰/۲۲، ۰/۳۱ ± ۵/۶۸ و ۰/۸۷ ± ۵۴/۲۶ (میکروگرم وزن خشک) به‌دست آمد. آنالیز داده‌ها نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین غلظت فلزات سرب، مس و روی با طول و وزن نمونه‌ها دیده نشد اما یک همبستگی منفی معنی‌دار بین غلظت کادمیوم با طول($p<۰/۰۵$ و $r=-۰/۸۸$) و وزن($p<۰/۰۵$ و $r=-۰/۹$) نمونه‌ها مشاهده گردید.

استنتاج: میزان فلزات سرب، مس و روی زیر حد استانداردهای تعیین شده توسط سازمان‌های EPA, FAO و WHO به دست آمد اما غلظت کادمیوم بالاتر از استانداردهای EPA و WHO ارزیابی شد که این می‌تواند یک هشدار برای مصرف این ماهی در گروه‌های آسیب‌پذیر جامعه باشد. محاسبات میزان جذب روزانه نشان داد که مصرف یک وعده از این ماهی از نظر بهداشتی هیچ ممنوعیتی برای یک فرد بالغ ندارد.

واژه های کلیدی: تالاب انزلی، اردک‌ماهی، فلزات سنگین، بافت عضله

مقدمه

امروزه افزایش جمعیت و توسعه صنایع مختلف و گسترش مناطق کشاورزی باعث ورود حجم بالای آلاینده‌های مختلف به محیط‌های آبی گردیده است. ورود پساب‌های کشاورزی، شهری و صنعتی که حاوی آلاینده‌های گوناگون هستند می‌تواند باعث بروز مشکلات زیادی برای محیط‌های آبی گردد(۱). از میان

مولف مسئول: زهره ابراهیمی سیریزی- کرمان: زرند- سیریز- خیابان شهید هانی ابراهیمی- منزل حسین ابراهیمی E mail: zohrehebrahimi12@yahoo.com
۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۲. گروه محیط زیست، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران
۳. گروه شیمی، دانشگاه پیام نور ساری
۴. پژوهشکده آبزی پروری انزلی
تاریخ دریافت : ۹۰/۱۱/۲۳ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۹۰/۱۲/۶ تاریخ تصویب : ۹۰/۱۲/۲۷

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

مواد آلاینده وارد شده به اکوسیستم‌های آبی، فلزات سنگین به‌علت اثرات سمی و پتانسیل بالای تجمع زیستی در بسیاری از گونه‌های آبزی، قابل توجه هستند. آلودگی اکوسیستم‌های آبی به انواع آلاینده‌ها می‌تواند از طریق بررسی آب، رسوبات و موجودات آبزی مورد تأیید قرار گیرد. تجمع فلزات سنگین در هر یک از این اجزا می‌تواند منجر به تغییرات اکولوژی جدی شود(۲). از میان جانداران آبی، ماهی‌ها و پرندگان به علت قرار گرفتن در سطوح بالایی زنجیره غذایی و مصرف خوراکی آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برای پایش آلودگی‌های محیطی برخوردارند. تالاب انزلی در ساحل جنوبی دریای خزر، یکی از تالاب‌های با ارزش ثبت شده در کنوانسیون بین‌المللی رامسر است که آلودگی آن در دهه‌های اخیر، به یکی از دغدغه‌های اصلی مردم و مسئولان تبدیل شده است. این تالاب بستر زیست و تولید مثل بسیاری از آبزیان و پرندگان می‌باشد که ورود فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها از یک سو و ورود مواد مغذی و پدیده یوتریفیکاسیون از سویی دیگر باعث تهدید این محیط آبی کم نظیر و ساکنین آن شده است(۳).

از میان فلزات سنگین فلزاتی مانند سرب و کادمیوم زنوبیوتیک هستند به این مفهوم که این عناصر برای متابولیسم بدن مورد نیاز نیستند و حتی مقادیر کم آن‌ها نیز برای بدن مضر است. مهم‌ترین اثر سوء مصرف کادمیوم در انسان بیماری ایتاایتای است که اولین بار به علت مصرف برنج آلوده به این فلز در ژاپن گزارش شد. از دیگر اثرات سمی این فلز می‌توان به تخریب بافت کلیه اشاره کرد. از اثرات مخرب فلز سرب نیز می‌توان به آسیب جدی به سیستم عصبی مرکزی و محیطی اشاره نمود. اما دسته دیگر فلزات سنگین عناصری هستند که به مقدار کم برای بدن مورد نیازند و در واقع مقادیر بالاتر از حد استاندارد آن‌ها می‌تواند منجر به اثرات سوء گردد که مس و روی از این دسته می‌باشند(۴).

کادمیوم و سرب در صنایع مختلفی مانند صنایع باطری‌سازی، رنگ‌سازی، تهیه آلیاژهای فلزی و غیره استفاده می‌شوند. علاوه براین کودهای شیمیایی از جمله کودهای فسفاته حاوی کادمیوم هستند که می‌توانند از طریق زهاب‌های کشاورزی به داخل محیط‌های آبی راه یابند(۵).

به‌منظور مقایسه غلظت عناصر ضروری و زنوبیوتیک و همچنین به علت این‌که این چهار فلز منابع متنوعی برای ورود به محیط‌زیست دارند؛ در اکثر مطالعات پایش فلزات سنگین در محیط‌زیست این فلزات مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. به علت وجود فلزات سنگین در پساب‌های صنعتی و ورود این پساب‌ها به محیط‌های آبی، آبزیان از جمله موجوداتی هستند که پیوسته در معرض این آلاینده‌ها قرار می‌گیرند. به علت اهمیتی که آبزیان مخصوصاً ماهی‌ها در رژیم غذایی انسان دارند، بیشتر پایش‌هایی که بر روی آلاینده‌های موجود در محیط‌های آبی صورت می‌گیرد بر روی این دسته از موجودات انجام می‌شود. بسیاری از ماهیان تالاب انزلی مورد مصرف مردم قرار می‌گیرند که ورود مقدار زیاد آلاینده‌ها از طریق زنجیره غذایی به انسان، می‌تواند از نظر بهداشتی خطرآفرین باشد. یکی از گونه‌های بومی تالاب انزلی اردک ماهی است که به علت گوشت مطبوعی که دارد از دیرباز مورد توجه مردم محلی و صیادان قرار گرفته است. اردک ماهی شکارچی بسیارقویی است و از طیف بسیار وسیعی از طعمه‌ها استفاده می‌کند بنابراین این گونه در مقایسه با ماهی‌هایی که از موجودات کفزی تغذیه می‌کند پتانسیل بیشتری در تجمع آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین دارد(۶).

تاکنون چند مطالعه روی اندازه‌گیری فلزات سنگین در این گونه انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه صادقی راد اشاره کرد که فلزات سنگین سرب، کادمیوم و روی را در چند گونه خوراکی تالاب انزلی و از جمله اردک ماهی این تالاب بررسی نمودند نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، غلظت این سه فلز را کمتر از میزان استانداردهای موجود در این زمینه ارزیابی کرد. همچنین ایمانپور و همکاران نیز مطالعه‌ای را در زمینه غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس و روی در رسوب و بافت‌های مختلف ادرک ماهی تالاب انزلی انجام دادند که نتایج این تحقیق نیز غلظت این فلزات را

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

در اردک ماهی کمتر از میزان استانداردها ارزیابی کرد. اما چیزی که مطالعه حاضر را از سایر مطالعات انجام شده بر روی اردک ماهی تالاب انزلی متمایز می‌کند ارزیابی خطر مصرف این ماهی برای مصرف‌کنندگان می‌باشد که در واقع هدف اصلی این تحقیق می‌باشد. بنابراین اهدافی که در این تحقیق دنبال شد تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب انزلی و بررسی روابط بین طول، وزن، سن و جنس ماهی‌ها با مقدار فلزات تجمع یافته بود. همچنین هدف دیگر، مقایسه این غلظت‌ها با استانداردهای موجود و ارزیابی خطر مصرف این ماهی برای مصرف‌کنندگان با انجام محاسبات جذب روزانه و مقایسه آن با میزان دوز رفرنس بود.

مواد و روش ها

این مطالعه به صورت مقطعی انجام شد. منطقه مورد بررسی در این تحقیق تالاب بین‌المللی انزلی می‌باشد. این تالاب با مساحتی حدود ۲۱۸ کیلومتر مربع در ساحل جنوبی دریای خزر ۲۸ °۳۷ عرض شمالی و ۲۵ °۴۹ طول شرقی و در استان گیلان واقع شده است(۷).

به منظور بررسی غلظت چهار فلز سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس، در بافت عضله اردک‌ماهی این تالاب، تعداد ۲۶ نمونه (۱۲ نر و۱۴ ماده)، از این گونه به صورت کاملاً تصادفی در شهریور ماه ۱۳۸۹ توسط تور صیادی از منطقه گرفته شد و در کلمن‌های حاوی یخ به آزمایشگاه انتقال یافت. سپس مشخصات بیومتری آن‌ها شامل طول و وزن اندازه‌گیری شد و نمونه‌ها پس از تعیین سن و جنس تا انجام آزمایشات بعدی در سردخانه و در دمای $-20^{\circ}C$ نگهداری شدند. پس از بیرون آوردن نمونه‌ها از سردخانه، حدود ۵ گرم وزن تر از بافت عضله هر ماهی جدا شد و پس از توزین، به مدت ۷۲ ساعت در دستگاه فریز درایر قرار گرفت تا کاملاً خشک گردید. پس از خشک شدن، نمونه‌ها مجدداً توزین شدند و درصد رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها با استفاده از آسیاب برقی کاملاً نرم و یک‌دست شدند.

به منظور به حداقل رساندن خطا، قبل از شروع به کار تمامی ظروف مورد استفاده به مدت ۲۴ ساعت در اسید نیتریک رقیق (۱۰ درصد) قرار گرفتند و پس از آن با آب مقطر کاملاً شسته شدند.کلیه مواد آزمایشگاهی مورد نیاز نیز با درجه خلوص بالا از شرکت Merck آلمان تهیه گردید.

به‌منظور اندازه‌گیری فلزات سنگین در این مطالعه از روش Yap و همکاران استفاده شد. برای این منظور ۱ گرم وزن خشک از هر نمونه داخل لوله‌های مخصوص هضم ریخته شد و سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد به آن اضافه گردید؛ سپس نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۴۰ درجه و ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه در دستگاه مخصوص هضم قرار گرفتند. پس از آن نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شدند و با آب دیونیزه در بالن ژوژه‌های ۲۵ میلی‌لیتری به حجم رسیدند و تا زمان اندازه‌گیری در ظروف پلی‌اتیلنی نگهداری شدند(۸). همچنین به‌منظور ارزیابی خطا، نمونه شاهد نیز با هر سری از نمونه‌ها آماده‌سازی شد.

اندازه‌گیری فلزات روی، مس و کادمیوم با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله مدل 67OG و اندازه‌گیری فلز سرب نیز به علت این‌که غلظت آن در نمونه‌ها پایین بود و با دستگاه جذب اتمی شعله قابل اندازه‌گیری نبود با دستگاه جذب اتمی کوره مدل 67OG انجام شد. جهت آماده‌سازی دستگاه، پس از تنظیمات مربوط به لامپ، جهت کشیدن خط کالیبراسیون، از محلول‌های استاندارد با غلظت‌های مختلف که از محلول استاندارد مادر (Stock standard) با غلظت ppm ۱۰۰۰ تهیه شده بودند، استفاده شد. برای ارزیابی صحت داده‌ها نیز از مواد استاندارد SRM (Standard Reference Material) استفاده گردید. ریکاوری فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی به‌ترتیب، ۸۹/۳، ۹۳/۳، ۹۵ و ۹۲ درصد به‌دست آمد.

به منظور ارزیابی پتانسیل خطر مصرف این ماهی، محاسبات مربوط به میزان جذب روزانه (Daily intake) به

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

ازای مصرف یک وعده از این ماهی در هفته برای یک انسان بالغ ۷۰ کیلوگرمی محاسبه گردید و این میزان با مقدار دوز رفرنس (RfD) سازمان EPA مقایسه شد. در واقع میزان RfD برای یک آلاینده یک تخمین از مقدار در معرض قرارگیری روزانه آن آلاینده توسط جمعیت انسانی است به‌طوری که در طول حیات فرد هیچ اثر سوئی برجای نگذارد. میزان دریافت فلزات سمی توسط افراد بستگی کامل به میزان مصرف مواد غذایی حاوی این فلزات دارد. بر این اساس میزان مصرف این ماهی یک‌بار در هفته و مقدار هر وعده نیز هشت اونس معادل (۲۲۸g) برای یک فرد بالغ ۷۰ کیلوگرمی درنظر گرفته شد و براین اساس میزان جذب روزانه (Daily Intake) برای هر یک از فلزات محاسبه گردید(۹).

(۷۰kg) وزن شخص بالغ / (۳۰g/day) مصرف روزانه × (µg/g) غلظت فلز مورد نظر در ماهی= (µg/kg/day) جذب روزانه.

تمامی آنالیزهای آماری این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام گرفت. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk، جهت بررسی اختلاف معنی‌دار بین جنس‌های مختلف از آزمون Indeperident t-test و جهت بررسی اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های سنی مختلف از آزمون ANOVA استفاده شد و در صورت مشاهده اختلاف معنی‌دار در آزمون ANOVA، از آزمون Tukey استفاده گردید. برای مقایسه غلظت آلاینده‌ها با استاندارد نیز از آزمون One Sample t-test استفاده شد. همچنین برای بررسی ارتباط بین خصوصیات فیزیولوژیکی، سن و جنس گونه‌ها با میزان تجمع فلزات سنگین از آزمون همبستگی Spearman استفاده گردید.

یافته ها

جدول شماره ۱ نتایج داده‌های مربوط به بیومتری نمونه‌ها را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب انزلی نیز به تفکیک جنسی و سنی به ترتیب در جداول شماره ۲ و ۳ آورده شده است. میانگین غلظت کلی کادمیوم، سرب، مس و روی به‌ترتیب ۰/۸۲، ۰/۲۲، ۵/۶۸ و ۵۴/۲۶ (میکروگرم بر گرم) وزن خشک به‌دست آمد.

جدول شماره ۱: مشخصات بیومتری نمونه‌های اردک ماهی تالاب انزلی

متغیر	خطای معیار± میانگین	حداقل	حداکثر
طول کل (mm)	۳۸۵/۵ ± ۱۱/۸	۲۸۰	۵۲۷
وزن (g)	۴۳۳/۱ ±۴۱/۸	۱۵۰	۹۷۵

جدول شماره ۲: غلظت فلزات سنگین (µg/g) وزن خشک در گونه اردک ماهی تالاب انزلی به تفکیک جنسی

غلظت فلزات	کادمیوم خطای معیار± میانگین	سرب خطای معیار± میانگین	مس خطای معیار± میانگین	روی خطای معیار± میانگین
نر	۰/۸۳ ±۰/۱	۰/۲۱ ±۰/۰۴	۶/۰۳ ±۰/۴۸	۵۵/۳۳ ±۱/۲۱
ماده	۰/۸۱ ±۰/۰۷	۰/۲۲ ±۰/۰۲	۵/۳۸ ±۰/۳۹	۵۳/۳۳ ±۱/۲۳
کل	۰/۸۲ ±۰/۰۶	۰/۲۲ ±۰/۰۲	۵/۶۸ ±۰/۳۱	۵۴/۲۶ ±۰/۸۷

جدول شماره ۳: غلظت فلزات سنگین (µg/g) وزن خشک در گونه اردک ماهی تالاب انزلی به تفکیک سنی

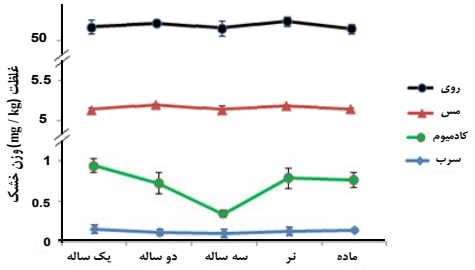
غلظت فلزات	کادمیوم خطای معیار± میانگین	سرب خطای معیار± میانگین	مس خطای معیار± میانگین	روی خطای معیار± میانگین
یک سال	۰/۹۵ ±۰/۰۷	۰/۲۳ ±۰/۰۴	۵/۲۴ ±۰/۳۹	۵۴/۰۴ ±۱/۶۱
دو سال	۰/۷۸ ±۰/۱۰	۰/۲۰ ±۰/۰۳	۶/۵۴ ±۰/۴۵	۵۴/۹۲ ±۰/۷۸
سه سال	۰/۴۸ ±۰/۰۴	۰/۱۹ ±۰/۰۴	۵/۲۷ ±۰/۹۸	۵۳/۴۶ ±۱/۸۴

نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تجمع این فلزات در جنس نر و ماده وجود ندارد. همچنین در مورد تجمع فلزات سرب، مس و روی نیز بین گروه‌های سنی مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما در مورد تجمع فلز کادمیوم اختلاف معنی‌داری بین گروه سنی یک و سه‌سال مشاهده گردید (p=۰/۰۱۵). نمودار شماره ۱ نتایج حاصل از اندازه‌گیری فلزات را به تفکیک سنی و جنسی در بافت عضله این‌گونه نشان می‌دهد.

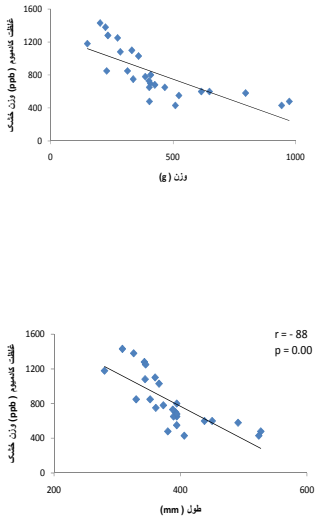
نمودار شماره ۲ نیز نتایج حاصل از تعیین همبستگی بین خصوصیات فیزیولوژیکی نمونه‌ها و میزان تجمع فلزات سنگین را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این تعیین همبستگی‌ها نشان داد که بین تجمع فلزات سرب، مس و

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

روی با طول و وزن نمونه‌ها هیچ همبستگی مشاهده نگردید اما یک همبستگی منفی قوی بین غلظت کادمیوم با طول ($p<۰/۰۵$، $r= -۰/۸۸$) و کادمیوم با وزن ($p<۰/۰۵$، $r= -۰/۹$) نمونه‌ها مشاهده شد.



نمودار شماره ۱: غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب انزلی به تفکیک سنی و جنسی



نمودار شماره۲: همبستگی بین غلظت کادمیوم با وزن و طول بدن اردک ماهی

به منظور ارزیابی خطر تجمع فلزات سنگین در این تحقیق، این مقادیر با استانداردهای موجود در این زمینه مقایسه شد. در مورد مقایسه غلظت فلزات سنگین با استانداردهای موجود هیچ منبع واحدی وجود ندارد و سازمان‌ها و دولت‌های مختلف، استانداردهای متنوعی برای غلظت این آلاینده‌ها در مواد غذایی تعیین کرده‌اند. اطلاعات در این زمینه به‌وسیله سازمان‌های مختلفی از جمله NHMRC, FAO, WHO, U.K (MAFF) و غیره جمع‌آوری می‌شود که چند مورد از این استانداردها در جدول شماره ۴ آورده شده است.

جدول شماره ۴: مقایسه غلظت آلاینده‌ها در بافت عضله ماهی (µg/g وزن تر) با استانداردهای موجود

منبع	روی	مس	سرب	کادمیوم	استانداردها
Biney and Ameyibor(1992); Madany et al. (1996)	۱۰۰	۱۰	۰/۳	۰/۲	WHO
Burger and Gochfeld (2005)	۵۰	۲۰	۲	۰/۳	FAO
Collings et al. (1996); Mormede and Davies (2001)	۵۰	۲۰	۲	۰/۲	U.K (MAFF)
Maher (1986); Darmono and Denton (1990)	۱۵۰	۱۰	۱/۵	۰/۰۵	NHMRC
	۹۰/۱۷	۸۷/۱	۰/۰۷	۰/۲۷	مطالعه حاضر (وزن تر)

نتایج این مقایسه نشان داد که غلظت فلزات سنگین سرب، مس و روی پایین‌تر از حد تمامی استانداردها بودند اما غلظت کادمیوم بالاتر از غلظت تعیین شده توسط سازمان WHO، NHMRC و U.K(MAFF) بود. همچنین مقایسه غلظت این فلز با استاندارد اتحادیه اروپا (۲۰۰ میکروگرم در کیلوگرم) نشان داد که میزان این آلاینده از حداکثر میزان قابل قبول این سازمان نیز بالاتر است.

همان‌طور که در جدول شماره ۵ آمده است مقادیر محاسبه شده برای میزان جذب روزانه پایین‌تر از دوز استاندارد سازمان EPA می‌باشد که این موضوع نشان می‌دهد مصرف یک وعده (معادل ۲۲۸ g) از این ماهی در هفته از نظر بهداشتی هیچ ممنوعیتی برای یک مصرف کننده بالغ ندارد.

جدول شماره ۵: محاسبات جذب روزانه(Daily intake) فلزات سنگین در ازای یک وعده مصرف این ماهی در هفته برای یک شخص ۷۰ کیلوگرمی

فلزات	غلظت فلزات در نمونه‌ها وزن تر (µg/g)	میزان فلزات (µg/g) در یک وعده غذایی معادل (۲۲۸ g)	میزان جذب روزانه (µg/kg/day)	دوز رفرنس (RfD) سازمان EPA (µg/kg/day)
کادمیوم	۰/۲۷	۶۲	۰/۱۲	۱
سرب	۰/۰۷	۱۶	NA	No RfD set
مس	۱/۸۶	۴۲/۴	۰/۸۶	۰.4
روی	۱۷/۶۳	۴۰۲۰	۸/۲۰	۰.3

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

بحث

آلودگی محیط‌های آبی به فلزات سنگین و پتانسیل تجمع زیستی این آلاینده‌ها به‌عنوان یک خطر جدی از مدت‌ها پیش مورد توجه قرار گرفته است. این آلاینده‌ها در محیط‌های آبی در بدن آبزیان تجمع می‌یابند و سپس از طریق زنجیره غذایی به بدن انسان منتقل می‌شوند(۱۰). به‌طورکلی تجمع فلزات سنگین در موجودات زنده وابسته با میزان جذب آن آلاینده و نرخ متابولیسم آن موجود نسبت به اندازه بدن کنترل می‌شود(۱۱،۱۲). در این مطالعه بین میزان تجمع فلز کادمیوم با طول و وزن نمونه‌هاهمبستگی منفی مشاهده شد. پازوکی و همکاران نیز بین غلظت کروم در عضله و طول کل ماهی کفال طلایی همبستگی منفی معنی‌دار پیدا کردند(۱۳). ایمانپور و همکاران، نیز بین غلظت سرب و وزن بدن‌اردک ماهی همبستگی منفی معنی‌دارپیدا نمودند(۶). همبستگی منفی بین فاکتورهای فیزیکی و میزان تجمع یک فلز به اثر رقیق‌سازی نسبی میزان چربی بافت‌ها مربوط می‌شود. این فرضیه همچنین با درصد پایین چربی بافت ماهی‌های جوان مورد تأیید قرار گرفت(۱۴،۱۵).

ترتیب فراوانی عناصر موجود درنمونه عضله اردک ماهی به صورت Zn>Cu>Cd>Pb بود که با نتایج خسروی و همکاران که بر روی تجمع فلزات سنگین در رسوبات این تالاب و همچنین با نتایج اشجع اردلان و همکاران که بر روی فلزات سنگین نوعی صدف در این تالاب همخوانی دارد(۳،۱۶).

جدول شماره ۶ خلاصه‌ای از مطالعاتی که تاکنون بر روی اردک ماهی تالاب انزلی صورت گرفته است را نشان می‌دهد. همان‌طور که از جدول پیداست غلظت تمامی فلزات این تحقیق بیشتر از نتایج ایمانپور و همکاران می‌باشد(۶). همچنین غلظت کادمیوم و روی این تحقیق بیشتر از نتایج صادقی‌راد به‌دست آمد(۷). که این نتایج احتمالاً به‌دلیل آلودگی روزافزون این تالاب نسبت به گذشته می‌باشد.

جدول شماره ۶: خلاصه‌ای از نتایج به‌دست آمده از مطالعات بر روی فلزات سنگین بر روی اردک‌ماهی تالاب انزلی

	کادمیوم	سرب	مس	روی	توضیحات	مرجع
اردک ماهی	۰/۰۳	۰/۷۳		۲۰/۰۸	وزن خشک (µg/g)	۷
اردک ماهی	۰/۰۰۴	۰/۱۳	۰/۲۱	۲/۵۵	وزن خشک (µg/g)	۶
مطالعه حاضر	۰/۸۲	۰/۲۲	۵/۶۸	۵۴/۲۶	وزن خشک (µg/g)	

در این مطالعه بافت عضله ماهی به سبب نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن مورد بررسی قرار گرفت. که بررسی‌ها نشان داد غلظت کادمیوم نمونه‌ها از برخی استانداردها فراتر است. بالاتر بودن میزان کادمیوم از برخی استانداردهای موجود می‌تواند به‌عنوان یک هشدار در نظر گرفته شود. غلظت نسبتاً بالای کادمیوم در نمونه‌ها را می‌توان به یکی از مهم‌ترین منابع آلوده کننده تالاب یعنی پساب‌های کشاورزی نسبت داد در واقع استفاده گسترده از کودهای فسفاته در امر کشاورزی طی سالیان اخیر می‌تواند نقش موثری در افزایش این آلاینده در آب، رسوبات و نهایتاً آبزیان این تالاب داشته باشد(۵).

با توجه به این‌که غلظت کادمیوم در این مطالعه بالاتر از چند مورد از استانداردهای بین‌المللی بود بنابراین ضرورت دارد بر منابع تولیدکننده این فلز در حوضه اطراف تالاب و رودخانه‌های ورودی آن نظارت بیشتری صورت گیرد. با توجه به این‌که یکی از منابع اصلی ورود این فلز به محیط‌های آبی پساب‌های کشاورزی حاوی کودهای فسفاته هستند بنابراین مدیریت مصرف این کودها می‌تواند نقش عمده‌ای در کنترل بار آلودگی وارد شده به تالاب داشته باشد. همچنین پایش دوره‌ای آلاینده‌های مختلف در تالاب می‌تواند گامی موثر در جهت آگاهی یافتن از وضعیت تالاب باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از سرکارخانم اعظم افشار نادری، مسئول محترم آزمایشگاه بیوشیمی دانشگاه تربیت مدرس که در انجام آنالیزها همکاری نمودند کمال تشکر و سپاس را دارند.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

References

1. Lamanso R, Cheung Y, Chan KM. Metal concentration in the tissues of rabbitfish collected from Tolo Harbour in Hong kong. Mar Pollut Bull 1991; 39: 123-134.
2. Altindağ A, Yiğit S. Assessment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beyşehir, Turkey. Chemosphere 2005; 60(4): 552-556.
3. Khosravi M, Bahramifar N, Ghasempouri M. Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Hg, Zn and Cu) Contamination in Sediment of Three Sites Anzali Wetland. Iran J Health & Environ 2011; 4(2): 223-232 (Persian).
4. Esmaili Sari A. Pollution Health and Environmental Standards. 1st ed. Tehran: Naghsh Mehr Publications; 2002 (Persian).
5. Rahimi E, Raeisi M. Determination of lead and cadmium residual in meat of fishes caught from Choghakhor Lagoon in Chaharmahal and Bakhtiary Province. Iranian J Vet Res 2009; 4(4(21)): 79-83 (Persian).
6. Imanpour Namin J, Mohammadi M, Heydari S, Monsef Rad F. Heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in tissue, liver of Esox lucius and sediment from the Anzali international lagoon-Iran. Caspian J Env Sci 2011; 9(1): 1-8.
7. Sadeghirad M. Heavy metal determination in fish species of Anzali lagoon. Iran J Fish Sci 1997; 5(4): 1-16 (Persian).
8. Yap CK, Hisyam MND, Edward FB, Cheng WH, Tan SG. Concentrations of Heavy Metal in Different Parts of the Gastropod, Faunus ater (Linnaeus), Collected from Intertidal Areas of Peninsular Malaysia. Pertanika J Trop Agric Sci 2010; 33(1): 45-60.
9. Burger J, Gochfeld M. Heavy metals in commercial fish in New Jersey. Environ Res 2005; 5(3): 1-10.
10. Fazeli MS, Abtahi B, Sabbagh Kashani A. Assessing Pb, Ni and Zn accumulation in the tissues of Liza aurata in the south Caspian Sea. Iran J Fish Sci 2005; 14(1): 65-78 (Persian).
11. Newman MC, Doubet DK. Size-dependence of mercury (II) accumulation kinetics in the mosquitofish, Gambusia affinis (Baird and Girard). Arch Environ Contam Toxicol 1989; 18(6): 819-825.
12. Fagerstrom T. Body weight, metabolic rate and tracesubstance turnover in animals. Oecologia (Berlin) 1977; 29: 99-104.
13. Pazooki J, Abtahi B, Rezaei F. Determination of heavy metals (Cd, Cr) in the muscle and skin of Liza aurata from the Caspian Sea (Bandar Anzali). Environm Sci 2009; 7(1): 21-31 (Persian).
14. Shulman GE. Life cycles of fish. 1st ed. New York: Wiley; 1974.
15. Weatherley AH, Gill HS. The Biology of Fish Growth. Orlando, FL: Academic Press; 1987.
16. Ashja Ardalan A, Khoshkhoo Zh, Rabbani M, Moini S.Comparative Study For Heavy Metal Concentration (Zn, Cu, Pb, Cd And Hg) In Water, Sediments And Soft Tissue Of Anzali Lagoon Anodont (Anodonta Cygnea) Sampled In Two Seasons, Autumn And Spring (2004-2005). Pajouhesh and Sazandegi 2007; 19(73): 103-113 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]