بررسی غلظت فلزات کادمیوم و کروم در بافت‌های مختلف خوتکا (*Anas crecca*)

غلامرضا بناگر[1*]
حسین علی پور[2]
مهدی حسن‌پور[3]

۱. گروه محیط زیست، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی بجنورد، ایران
۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران
۳. کارشناس ارشد محیط زیست، اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان، گرگان، ایران.

***مسئول مکاتبات**
gholam_banagar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۳۰
کد مقاله: ۱۳۹۶۰۴۰۴۳۰
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

هدف از این مطالعه تعیین غلظت فلزات کادمیوم و کروم در بافت‌های کبد، کلیه و عضله خوتکا *Anas crecca* (تعداد=۱۶) در تالاب فریدون‌کنار بود. این مطالعه بین ماه‌های آذر و دی ۱۳۹۴ انجام شد. عناصر کادمیوم و کروم با استفاده از دستگاه جذب اتمی کوره گرافیت ارزیابی و نتایج برحسب میلی-گرم بر کیلوگرم وزن تَر ارائه شد. غلظت فلزات بین بافت کبد، کلیه و عضله با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه به‌وسیله آزمون توکی مقایسه شد. بیشترین میانگین غلظت کادمیوم و کروم در کلیه به ترتیب با ۱/۴۵ و ۰/۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر مشاهده شد. کمترین میانگین غلظت کادمیوم و کروم در عضله به ترتیب با ۰/۰۵ و ۰/۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر اندازه‌گیری شد. تجمع کادمیوم و کروم در بافت‌های خوتکا از الگوی کلیه>کبد>عضله پیروی کرد. همه نتایج ازلحاظ آماری در سطح $P<۰/۰۰۱$ معنی‌دار بودند. نتایج نشان داد که همبستگی منفی ($r= -۰/۷۹۸$ ، $P<۰/۰۵$) بین وزن و کروم در عضله وجود داشت. در این مطالعه غلظت‌های کادمیوم و کروم در بافت‌های خوراکی خوتکا از حداکثر حد مجاز WHO کمتر بودند.

واژگان کلیدی: خوتکا، کادمیوم، کروم، تالاب فریدون‌کنار.

مقدمه

فلزات سنگین به‌واسطه چرخه‌های زمین‌شناسی و فعالیت‌های مختلف انسانی در همه‌جا حضور دارند. آن‌ها می‌توانند از طریق ذرات اتمسفر، زباله، نشت‌های تصادفی و غیره و با تجمع زیستی در بافت‌ها و بزرگ‌نمایی زیستی در زنجیره غذایی وارد اکوسیستم‌های خاکی و آبی شوند (Goyer, 1991). تأثیر فلزات سنگین بر روی محیط‌زیست می‌تواند یک تهدید جدی برای ثبات اکوسیستم‌ها و موجودات زنده باشد. حیوانات در بالای زنجیره غذایی ممکن است مقدار زیادی فلزات سنگین در بافت خود، با توجه به سن، اندازه و عادات تغذیه‌ای تجمع دهند. فلزات سنگین مانند آهن، مس، کروم و روی برای فعالیت‌های متابولیک ضروری هستند، اما در غلظت‌های بالا سمی می‌باشند، درحالی‌که فلزاتی مانند سرب و کادمیوم نقشی در ارگانیسم‌های زنده ندارند. غلظت سمی فلزات سنگین موجب اثرات تراتوژنیک، جهش‌زایی و سرطان‌زایی در ارگانیسم‌های زنده مانند، پرندگان می‌شوند. استفاده از پرندگان به‌عنوان پایشگر زیستی مفید هستند، چراکه فراوان‌اند، توزیع گسترده‌ای دارند، عمر بالایی دارند، به تغییرات محیط اتمسفر حساسیت دارند، در بالای زنجیره غذایی قرار دارند و برای پایش تجمع زیستی در بافت‌ها و اثرات کشندگی و زیر کشندگی مناسب هستند. فلزات سنگین در بخش‌های مختلف بدن ازجمله خون، کبد، کلیه، استخوان‌ها، پرها، موها و تخم‌ها در گونه‌های مختلف تجمع می‌یابند و با بسیاری از فرایندهای بیولوژیک در ارتباط هستند (Naccari *et al.*, 2009).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

سمیت کادمیوم به‌طور گسترده به‌عنوان عامل ایجاد بیماری‌های خطرناک شناخته‌شده است. اثرات سمی کادمیوم در پرندگان شامل کاهش تولید تخم، آسیب کلیوی، آسیب به بیضه‌ها و تغییر واکنش رفتاری است (Furness, 1996). کادمیوم در کبد و کلیه به‌راحتی تجمع یافته و با اسیدهای آمینه متالوتیونین پیوندهای قوی ایجاد کرده و توسط آن‌ها منتقل می‌شود (ثنایی، ۱۳۷۵). کروم به‌عنوان یک فلز سمی مطرح‌شده و از سوی دیگر به‌عنوان یک عنصر ضروری محسوب می‌گردد. کروم عنصری با ظرفیت‌های مختلف است که امروزه مدارک متعدد و معتبری دال بر سمیت ترکیبات شش ظرفیتی کروم در اختیار است (Michalak *et al*., 2007). مکانیزم اثرات کروم شش ظرفیتی به‌صورت تحریک پوست، غشای مخاطی و سرطان‌زایی به دلیل احیای آن به کروم سه‌ظرفیتی و تولید واسطه‌های بسیار فعال و واکنش‌دهنده و ایجاد ترکیبات و پیوندهای خاص با ماکرو مولکول‌های داخل سلولی گزارش‌شده است (Takahashi *et al*., 2005).

پژوهشگران درزمینه‌ی بررسی میزان فلزات سنگین در بافت‌های مختلف پرندگان در محیط‌های تالابی تاکنون مطالعات فراوانی انجام داده‌اند. احمدپور و همکاران (۱۳۹۱) مقادیر جیوه را در بافت‌های (کبد، کلیه و عضله سینه) چنگر و خوتکا در تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار موردبررسی قرار دادند. ایشان بیان داشتند که غلظت جیوه در چنگر و خوتکای تالاب فریدون‌کنار پایین‌تر از بیشترین حد مجاز مصرف جیوه در غذا توسط انسان بود. Mansouri و Majnoni (۲۰۱۴) به بررسی میزان فلزات کادمیوم، سرب، روی و مس در بافت‌های کبد، کلیه، عضله سینه‌ای و پر گونه‌های اردک سرسبز و چنگر در تالاب‌های زریوار و کانی‌برازان پرداختند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد میزان غلظت کادمیوم در بافت‌های هر دو گونه نسبت به سایر فلزات کمتر بود. Pereda-Solis و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی میزان فلزات آرسنیک، کادمیوم، سرب و روی در بافت کبد گونه‌های اردک سرسبز، خوتکای بال آبی، خوتکای بال سبز، گیلار و اردک اردهای در مکزیک پرداختند. Zamani و همکاران (۲۰۰۸) تحقیقی در مورد سطوح جیوه در کبد، کلیه و عضله ۶ قطعه از گونه خوتکا در تالاب شادگان انجام دادند که میزان غلظت جیوه در کبد نسبت به سایر بافت‌ها بیشتر بود.

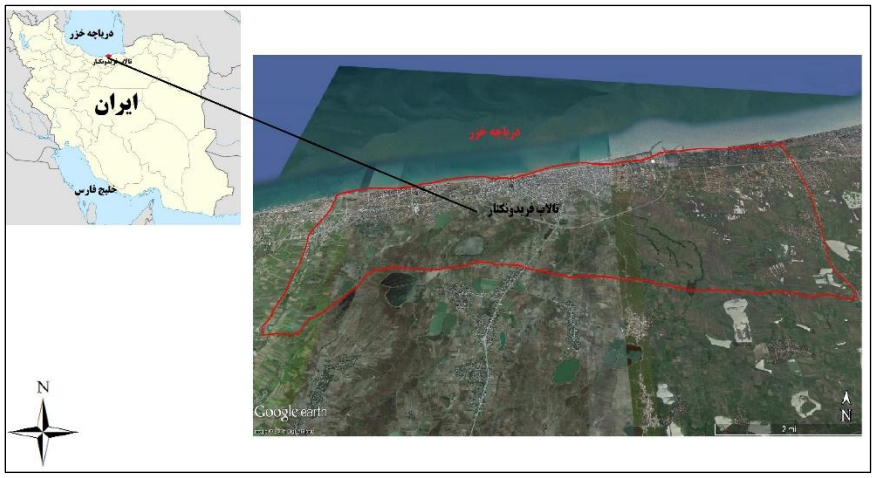
از بین تالاب‌های بین‌المللی شمال ایران که تاکنون در پیمان‌نامه کنوانسیون رامسر به ثبت رسیده، مجموعه تالاب فریدون‌کنار (شکل ۱) با برخورداری از تنوع زیستگاهی قابل‌توجه، نزدیکی به دریای خزر و محل زمستان گذرانی گونه‌های مختلف پرنده مانند، اردک سرسبز، درنای سیبری، اردک بلوطی، اردک نوک پهن، خوتکا، حواصیل و باکلان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (نقی نژاد و حسین زاده، ۱۳۹۳). خوتکا از راسته غازسانان، تیره مرغابیان و زیر تیره اردک‌ها می‌باشد. این پرنده ۳۶ سانتی‌متر طول دارد. از سایر اردک‌ها کوچک‌تر است. بسیار اجتماعی است و از روی آب تقریباً به‌صورت عمودی برمی‌خیزد. این پرنده در مناطق تالابی، برکه‌ها، باتلاق‌ها، مصب‌ها، دریاچه‌ها و سواحل دریا به سر می‌برد. در ایران، زمستان‌ها، به‌صورت مهاجر و به‌وفور دیده می‌شود (منصوری، ۱۳۸۷).

مطالعات انجام‌شده در خصوص پرندگان آبزی و کنار آبزی مهاجر نشان می‌دهد، به دلیل وابستگی زیاد این موجودات به اکوسیستم‌های تالابی، این پرندگان ازجمله شاخص‌های زیستی مهمی هستند که در تعیین و مشخص نمودن وضعیت محیط زیست و سلامت اکوسیستم‌های تالابی کاربرد بسیاری دارند (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۳). ازآنجاکه گونه‌های مختلف پرندگان دریایی در سایت‌های مختلف زمستان گذرانی یا استراحتگاه‌های بین‌راهی خود، از غذاهای مختلف با سطوح آلودگی متفاوت تغذیه می‌نمایند، ممکن است سطوح مختلفی از فلزات سنگین را در خود انباشته کنند (Kim and Koo, 2007). در سال‌های اخیر نگرانی در مورد آثار درازمدت فلزات سنگین به‌عنوان آلاینده‌های محیط زیست افزایش یافته است. پایش زیستی می‌تواند روش مطلوب و رضایتمندی برای اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین و در دسترس بودن زیستی آن‌ها باشد (Furness and Greenwood, 1993). هدف از مطالعه حاضر بررسی میزان تجمع فلزات کادمیوم و کروم در بافت‌های کلیه، کبد و عضله سینه خوتکا در تالاب فریدون‌کنار بوده است.

مواد و روش‌ها

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

اردک خوتکا طی فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۴ (آذر و دی) از تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار (دامگاه فریدون‌کنار، دامگاه ازباران و دامگاه سرخرود) جمع‌آوری شدند (شکل ۱). نمونه‌برداری به روش تصادفی و از طریق صید سنتی (دامگاه) و تور هوایی طی دو ماه انجام گردید. تعداد نمونه‌های خوتکا ۱۰ عدد بوده است. پرندگان پس از شکار کدگذاری و بعد زیست‌سنجی شدند (وزن، طول کل بدن، طول دو سر بال و طول بال). درنهایت بافت‌های کبد، کلیه و عضله سینه هر پرنده، کاملاً از بدن جدا شد و درون پلاستیک‌های عاری از آلودگی قرار گرفت و کدگذاری شد و تا زمان شروع آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (سینکا کریمی و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۱: تصویر تالاب فریدون‌کنار در سواحل جنوب دریاچه خزر سال ۱۳۹٤.

برای هضم شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم، مقدار ۲ گرم از هر یک از بافت‌های کلیه، کبد و عضله را به‌دقت وزن کرده و در ارلن مایر ۵۰ میلی‌لیتر قرار داده شدند. ۴/۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵ درصد) به هر نمونه اضافه گردید، نمونه‌ها در طول شب در آزمایشگاه قرار گرفتند (بدون حرارت دادن) تا به آهستگی هضم شوند. روز بعد ۱/۵ میلی‌لیتر اسید پر کلریک (۷۲ درصد) به نمونه‌ها اضافه شد. سپس نمونه‌ها بر روی حمام شن (Hot plate) در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً هضم شوند. پس از هضم، نمونه‌ها در هوای محیط قرار داده شد تا سرد شوند. در پایان با استفاده از آب دو بار تقطیر نمونه‌ها را به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و سپس نمونه‌ها با استفاده از فیلتر نیتروسلولزی ۰/۴۵ میکرومتر فیلتر شدند (Alipour *et al.*, 2013). پس از آماده‌سازی، میزان فلزات سنگین بافت‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی کوره گرافیت (Thermo model 97 GFS) اندازه‌گیری شدند. غلظت این فلزات در بافت‌های خوتکا در مطالعه حاضر برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر ارائه‌شده‌اند.

ابتدا تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال، توسط آزمون کلموگروف- اسمیرنوف موردبررسی قرار گرفتند. برای بررسی وجود تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده گردید. همچنین از آزمون تعقیبی توکی به‌منظور مقایسه میانگین-های فلزات در بافت‌های مختلف استفاده شد ($P<0/05$). برای بررسی همبستگی بین فلزات از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد ($P<0/05$). آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) صورت گرفت.

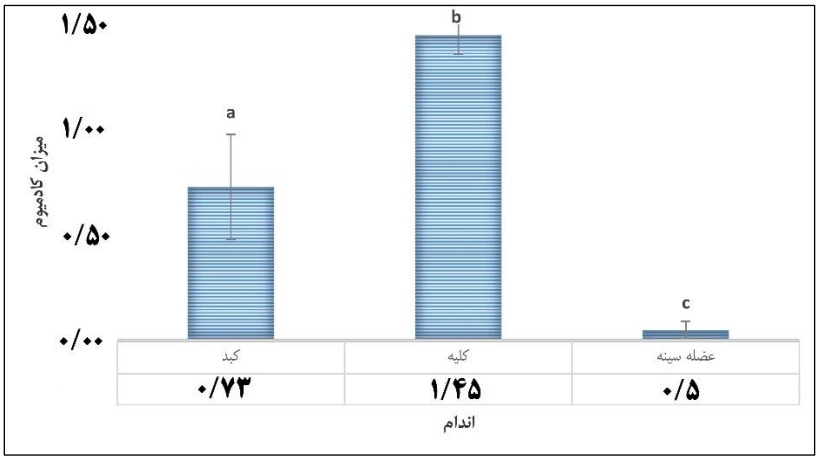
نتایج

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

میانگین وزن، طول کل، طول دو سر بال و طول بال خوتکا به ترتیب با ۳۴۱/۱ گرم، ۳۶/۹، ۵۵/۸ و ۱۸/۱۵ سانتی‌متر در جدول ۱ نشان داده‌شده است. میانگین غلظت فلزات کادمیوم و کروم در بافت‌های کبد، کلیه و عضله خوتکا در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده‌شده است. بیشترین میانگین غلظت کادمیوم و کروم در کلیه خوتکا به ترتیب با ۱/۴۵ و ۰/۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین میانگین غلظت کادمیوم و کروم در عضله خوتکا به ترتیب با ۰/۰۵ و ۰/۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده شد. روند تغییرات در بافت‌های خوتکا برای فلز کادمیوم و کروم به‌صورت زیر مشاهده شد: کلیه> کبد >عضله. به‌منظور بررسی اثر نوع بافت بر روی میزان تجمع فلزات، ابتدا تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال توسط آزمون کلموگروف- اسمیرنوف موردبررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمون تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال را نشان داد. سپس به‌منظور تعیین اختلاف غلظت بین اندام‌های مختلف از آزمون واریانس یک‌طرفه استفاده شد. بررسی آنالیز واریانس (ANOVA) مقادیر کادمیوم و کروم در بافت‌های مختلف نشان داد که بین بافت‌های مختلف خوتکا، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P=۰). بر اساس مقایسه‌ی داخل گروه‌ها با آماره Tukey بین بافت‌های کبد، کلیه و عضله خوتکا برای فلزات کادمیوم و کروم اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۰۱) (اشکال ۲ و ۳).

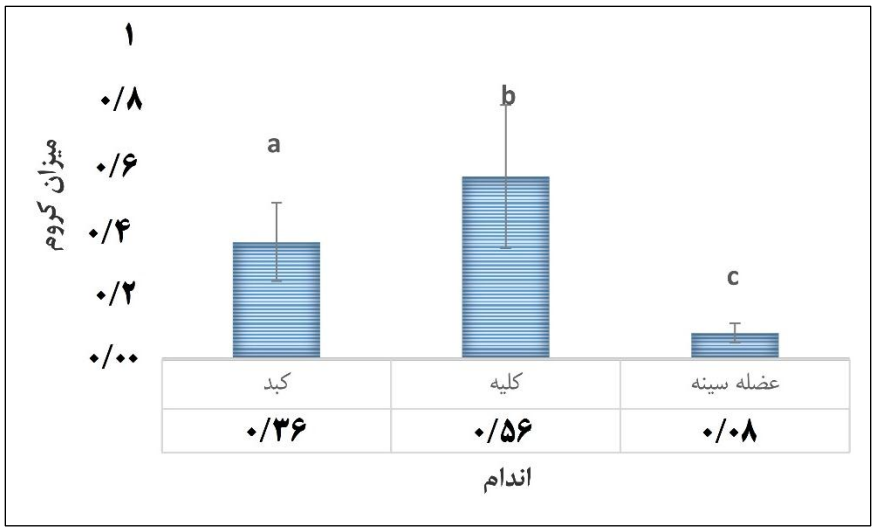
جدول ۱: نتایج آماری حاصل از زیست‌سنجی خوتکا (*Anas crecca*) در تالاب فریدون‌کنار سال ۱۳۹٤ (تعداد: ۱۰ عدد).

متغیر	انحراف استاندارد ±میانگین	حداقل- حداکثر
وزن (گرم)	۳۴۱/۱±۵۸/۶۹	۴۲۵-۲۷۵
طول کل (سانتی‌متر)	۳۶/۹±۲/۵۲	۴۰/۵-۳۲/۵
طول دو سر بال (سانتی‌متر)	۵۵/۸±۳/۴۲	۶۰-۵۰
طول بال (سانتی‌متر)	۱۸/۱۵±۰/۸۸	۱۹/۵-۱۷



شکل ۲: مقایسه غلظت فلز کادمیوم بین بافت‌های کبد، کلیه و عضله سینه خوتکا (*Anas crecca*) (P<۰/۰۰۱) در تالاب فریدون‌کنار سال ۱۳۹٤(تعداد:۱۰ عدد).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]



شکل ۳: مقایسه غلظت فلز کروم بین بافت‌های کبد، کلیه و عضله سینه خوتکا (*Anas crecca*) (P<۰/۰۰۱) در تالاب فریدون‌کنار سال ۱۳۹٤(تعداد:۱۰ عدد).

به‌منظور بررسی ارتباط بین وزن خوتکا و غلظت فلزات کادمیوم و کروم در بافت‌های کبد، کلیه و عضله سینه از آزمون همبستگی پیرسون استفاده گردید. جدول ۲ همبستگی بین وزن خوتکا را با غلظت فلزات کروم و کادمیوم در بافت‌های کبد، کلیه و عضله سینه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد فقط بین وزن و غلظت کروم در عضله خوتکا همبستگی وجود داشت (P<۰/۰۱).

جدول ۲: همبستگی پیرسون بین اندام‌ها برای هر فلز و وزن در خوتکا (*Anas crecca*) در تالاب فریدون‌کنار سال ۱۳۹٤.

فلز (بافت)	کادمیوم (کبد)	کادمیوم (کلیه)	کادمیوم (عضله)	کروم (کبد)	کروم (کلیه)	کروم (عضله)	وزن
کادمیوم (کبد)	۱						
کادمیوم (کلیه)	-۰/۳۰۷	۱					
کادمیوم (عضله)	-۰/۳۴۰	۰/۰۹۴	۱				
کروم (کبد)	-۰/۰۲۹	۰/۳۴۶	۰/۰۱۶	۱			
کروم (کلیه)	-۰/۴۹۷	۰/۲۲۶	۰/۳۴۷	-۰/۳۰۲	۱		
کروم (عضله)	۰/۳۰۳	-۰/۰۵۳	-۰/۴۰۸	۰/۰۵۹	-۰/۵۵۲	۱	
وزن	-۰/۲۹۱	-۰/۱۷۹	۰/۱۲۳	-۰/۱۴۱	۰/۵۵۶	۰/۷۹۸ **	۱

** تفاوت معنی‌داری در سطح (P<۰/۰۰۱).

بحث و نتیجه‌گیری

زمین‌های کشاورزی و آلاینده‌های مربوطه، تالاب فریدون‌کنار را مورد تهدید قرار داده است. افزایش مصرف کودهای شیمیایی فسفاته در مزارع سبب شده است که این سموم همراه پساب‌های کشاورزی وارد تالاب شوند. با مصرف کودهای فسفاته، سالانه مقادیر زیادی کادمیوم و همچنین برخی فلزات سنگین مانند کروم، نیکل و سرب به تالاب وارد تالاب شده و درنتیجه در بدن سایر ارگانیسم‌های زنده تجمع می‌یابند.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

کادمیوم عنصری سمی و غیرضروری است که از طریق دستگاه گوارش و ریه، در اندام‌ها جذب می‌شود. کادمیوم به شکل ترکیب با پروتئین‌ها به‌آسانی حمل شده و سرانجام در کبد و کلیه‌ها ذخیره می‌شود (Szymczyk and Zalewski, 2003). اغلب کبد و کلیه‌ها برای پایش مقادیر کادمیوم در پرندگان استفاده می‌شود (Beyer and Meador, 2011). در بررسی فلز کادمیوم در کبد، کلیه و عضله خوتکا مشخص شد غلظت کادمیوم در کلیه بالاتر از کبد و عضله بوده است. اندام حیاتی در مسمومیت کادمیوم کلیه می‌باشد (Nordberg, 1971). در معرض قرارگیری مستمر کادمیوم، حتی در مقادیر کم و پایین‌تر از حد مسموم‌کننده، موجب افزایش تدریجی میزان کادمیوم در قشر کلیه و پروتئین‌های متالوتیونین می‌شود. Kim و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرده‌اند که نسبت غلظت کادمیوم در کبد به کلیه اگر بیشتر از یک باشد گونه در تماس حاد کادمیوم در رژیم غذایی است و در غلظت پایین‌تر از یک، گونه در معرض سمیت مزمن و در سطح پایین تماس با فلز قرار گرفته است. در مطالعه حاضر نسبت غلظت کبد به کلیه برای خوتکا کمتر از یک بوده است (۰/۵) و نشان‌دهنده این مطلب می‌باشد که خوتکا در زیستگاه خود در معرض قرارگیری مزمن کادمیوم می‌باشد. مطالعات سینکاکریمی و همکاران (۱۳۹۴) در تالاب میانکاله و گمیشان بر روی اردک سرسبز و اردک سرحنایی نشان داد که نسبت غلظت کادمیوم در کبد سرسبز و کبد و کلیه اردک سرحنایی نیز کمتر از یک بوده است. این نسبت در مطالعه ایشان برای اردک سرسبز و اردک سرحنایی به ترتیب ۰/۵ و ۰/۷۱ بوده است. بررسی مطالعه Mansouri و Majnoni (۲۰۱۴) در تالاب زریوار و کانی‌برازان نشان داد نسبت کبد به کلیه غلظت کادمیوم در اردک سرسبز (۱/۸۴) و چنگر (۱/۲۳) بالاتر از ۱ بود. Kim و همکاران (2009) پیشنهاد کرده‌اند که تفاوت در غلظت آلودگی حاد و یا مزمن کادمیوم بین گونه‌ها و مکان‌های مختلف به میزان آلودگی در محیط زندگی و رژیم غذایی آن‌ها بستگی دارد. Scheuhammer (1987) بیان کرده است، میزان حد زمینه کادمیوم در کبد و کلیه پرندگان آبزی به ترتیب برابر با <۳ و <۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. در مطالعه حاضر غلظت کادمیوم در کبد و کلیه در خوتکا پایین‌تر از حد زمینه بوده است. همچنین در این مطالعه غلظت کادمیوم در عضله خوتکا کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده شد.

فلز کروم به‌عنوان یک فلز ریزمغذی شناخته‌شده است که نقش مهمی را در سیستم‌های بیولوژیک بازی می‌کند. البته اگر غلظت این فلز در اندام‌ها زیاد باشد باعث آسیب جدی در اندام‌ها می‌شود. در بررسی فلز کروم در کبد، کلیه و عضله خوتکا مشخص شد غلظت کروم در کلیه بالاتر از کبد و عضله می‌باشد. پایین‌ترین سطح اثر سوء مشاهده‌شده برای کروم در پرندگان ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین‌شده است (Liang *et al*., 2016) که نشان‌دهنده قرار گرفتن پرنده در معرض آلودگی است. در مطالعه حاضر غلظت کروم در کبد، کلیه و عضله در خوتکا پایین‌تر از این حد بوده است. سینکاکریمی و همکاران (۱۳۹۴) غلظت فلز کروم در اندام‌های کبد، کلیه و عضله اردک سرسبز را به ترتیب: ۰/۲۳، ۱/۳۱ و ۰/۰۳ و برای اردک سرحنایی به ترتیب: ۰/۵۱، ۰/۸ و ۰/۰۹ میکروگرم بر گرم وزن تَر گزارش دادند. در مقایسه بامطالعه حاضر غلظت کروم در اندام‌های کبد، کلیه و عضله در اردک سرحنایی و کلیه در اردک سرسبز بیشتر از اندام‌های خوتکا بود. حسن‌پور و همکاران (۱۳۹۰) در تالاب بین‌المللی میانکاله و گمیشان غلظت فلز کروم در اندام‌های کبد و کلیه پرنده چنگر را به ترتیب: ۰/۸۲ و ۰/۷۶ گزارش کردند که در مقایسه با غلظت کروم در کبد و کلیه خوتکا در مطالعه حاضر بیشتر است.

تجمع فلزات در بافت‌های مختلف پرندگان با توجه به زمان و مکان جغرافیایی می‌تواند متفاوت باشد. از مهم‌ترین تهدیدهای تالاب فریدون‌کنار ورود فاضلاب‌های صنعتی و زه آب‌های کشاورزی از طریق رودخانه‌ها است. رودخانه هراز و زه آب‌های مزارع برنج، جزء منابع تأمین آب تالاب فریدون‌کنار می‌باشند (بهروزی راد، ۱۳۸۷). مطالعات کرباسی و کلانتری (۱۳۸۶) و یعقوب زاده و صفری (۱۳۹۴) نشان داده است که فاضلاب‌های صنعتی، شهری، روستایی و پساب‌های کشاورزی از عوامل مهم آلودگی رودخانه هراز می‌باشند. همچنین مطالعات حلقه گذاری نشان می‌دهند که دسته‌های بزرگی از اردک‌ها مانند خوتکا که در ایران زمستان گذرانی می‌کنند، از گونه‌هایی هستند که مناطق نسل آوری آن‌ها در حوضه رودخانه‌های اُب و ایرتیش در سیبری غربی قرار دارد (مجنونیان و همکاران، ۱۳۸۴). ممکن است بخشی از فلزات تجمع یافته در اندام‌های این پرنده مربوط به آن مناطق یا در طول مسیر باشد (Temerev and Savkin, 2004). بر اساس استاندارد WHO (۱۹۸۹)

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

بیشترین حد مجاز کادمیوم و کروم به ترتیب ۱ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیان شده است. با مقایسه میزان غلظت فلزات کادمیوم و کروم در بافت‌های خوراکی خوتکا در این مطالعه می‌توان دریافت که این مقادیر نسبت به استانداردهای ذکرشده پایین‌تر است.

تفاوت در مقادیر تجمع فلزات سنگین در گونه‌های مختلف شاید با نحوه زندگی، زیستگاه، عادات تغذیه‌ای، سن و اندازه آن گونه و مقدار فلز موجود در آب و رسوبات مرتبط باشد. احتمالاً فاکتورهای زیستی و غیر زیستی که کنترل یک فلز خاص و تجمع زیستی آن را بر عهده دارند، در دسترسی زیستی فلزات تأثیر بگذارند. فلزات سنگین اهداف خود را بر اساس فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند. با توجه به اینکه بافت عضله از نظر متابولیکی بافت فعالی نیست، به همین دلیل معمولاً میزان تجمع فلزات سنگین در این بافت نسبت به سایر بافت‌ها مانند کبد و کلیه کمتر است. در این مطالعه نیز غلظت کادمیوم و کروم در عضله خوتکا نسبت به کبد و کلیه به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود ($P<۰/۰۰۱$). با توجه به اینکه پرنده خوتکا در فصل زمستان گذرانی تحرک کمتری دارد و بیشتر تغذیه می‌کند، احتمالاً بیشتر سموم جذب‌شده در اندام‌ها جهت دفع به سمت کبد هدایت می‌شوند، همچنین به علت تحرک کم پرنده و حضور بالای اکسیژن در بدن، غلظت کمتری از فلزات در عضله جذب می‌شود. وجود مقادیر بالای اکسیژن باعث اکسیداسیون فلزات شده و درنتیجه باعث کاهش غلظت فلز در بافت عضله می‌شود (اعظمی و همکاران، ۱۳۹۰).

به دلیل مصرف عضله و کبد خوتکا، این پرنده توسط شکارچیان شکار می‌شود و در دسترس عموم قرار می‌گیرد. لذا اطمینان از بهداشت و سلامت پرنده اهمیت زیادی دارد. مطالعه حاضر نشان داد، غلظت فلز کادمیوم و کروم در کبد و عضله خوتکا که قابلیت مصرف دارند، پایین‌تر از سطح اثر سوء مشاهده‌شده در پرندگان بود. هرچند باید بررسی‌های بیشتری درزمینه غلظت سایر فلزات در پرندگان، آب، رسوب و سایر ارگانیسم‌های موجود در منطقه انجام پذیرد. مطالعه حاضر نشان داد که غلظت فلزات کادمیوم و کروم در بافت‌های خوراکی خوتکا نسبت به استاندارد WHO کمتر بود.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد انجام‌گرفته است.

منابع

احمدپور، ا.، پورخباز، ع. و قاسم پوری، م.، ۱۳۹۱. تعیین تجمع جیوه در اندام‌های مختلف خوتکا (*Anas cerecca*) و چنگر (*Fulica atra*) در تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بیرجند، ۱۱۶ ص.

احمدپور، م.، احمدپور، م.، حسینی، س.ح.، هوشیار، ف.، حسن‌زاده حسین‌آبادی، ح. و سینکا کریمی، م. ن.، ۱۳۹۳. بررسی جایگاه حفاظتی تالاب بین‌المللی سرخرود با استفاده از وضعیت پرندگان، انطباق با معیارهای انتخاب IBA و کنوانسیون رامسر. اکوبیولوژی تالاب، ۶(۲۲): صفحات ۲۰-۵.

اعظمی، ج.، اسماعیلی ساری، ع. و بهرامی‌فر، ن.، ۱۳۹۰. اندازه‌گیری جیوه در بافت‌های مختلف چنگر، اردک سرسبز و باکلان بزرگ. سلامت و محیط ایران، ۴ (۴): صفحات ۴۸۲-۴۷۱.

بهروزی راد، ب.، ۱۳۸۷. تالاب‌های ایران. چاپ اول، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۷۹۸ ص.

ثنایی، غ.، ۱۳۷۵. سم‌شناسی صنعتی (جلد اول)، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۲۴۷-۱۷۳.

حسن‌پور، م.، پورخباز، ع.ر. و قربانی، ر.، ۱۳۹۰. اندازه‌گیری فلزات سنگین در آب، رسوب و پرنده وحشی چنگر در حاشیه جنوب شرقی دریای خزر. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۱ (۱): ۱۹۴-۱۸۴.

سینکا کریمی، م. ح.، پورخباز، ع. و حسن‌پور، م.، ۱۳۹٤. بررسی استفاده از آب و بافت پرندگان آبزی جهت سنجش آلودگی فلزی (مطالعه موردی: تالاب‌های بین‌المللی میانکاله و گمیشان). اکوبیولوژی تالاب، ۶(۲۳): ۲۸-۱۵.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

کرباسی، ع. و کلانتری، ف.، ۱۳۸٦. بررسی منابع آلاینده رودخانه هراز و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کنترل آن. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۹(۳) صفحات:۷۰-۶۱.

مجنونیان، ه.، کیابی، ب. و دانش، م.، ۱۳۸٤. جغرافیای جانوری ایران (جلد دوّم) (دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران). انتشارات دایره سبز، ۳۷۱ ص.

منصوری، ج.، ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پرندگان ایران. انتشارات نشر کتاب فرزانه، ۵۱۳ ص.

نقی نژاد، ع. و حسین زاده، ف.، ۱۳۹۳. بررسی تنوع گونه‌های گیاهی تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار مازندران. مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۷(۲): صفحات ۳۳۵-۳۲۰.

یعقوب زاده، ز. و صفری، ر.، ۱۳۹٤. بررسی میزان آلودگی میکروبی آب‌های سطحی رودخانه هراز. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۸(۱): صفحات ۱۴۴-۱۳۶.

Alipour, H., Pourkhabbaz, A. and Hassanpour, M., 2013. Assessing of heavy metal concentrations in the tissues of *Rutilus rutilus caspicus* and *Neogobius gorlap* from Miankaleh international wetland. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 91(5): 517-521.

Beyer, W. N. and Meador, J. P., 2011. Environmental contaminants in biota: interpreting tissue concentrations, 3rd edn. CRC Press, Taylor and Francis Group, 751 pp.

Furness, R.W. and Greenwood, J.J.D., 1993. Birds as monitors of environmental changes. Published by Chapman and Hall, 342 pp.

Furness, R. W., 1996. Cadmium in birds. In: Beyer, W. N. Heinz, G. H. Redmond- Norwood A.W (eds) Environmental contaminants in Wildlife, CRC Lewis, Boca Raton, FL, pp. 389-404.

Goyer, R. A., 1991. Toxic effects of metals. In: Amdur, M.O., Doull, J. and Klaassen, C.D (eds) Casarett and Doull's toxicology, 4th edn, Pergamon, New York, pp 652–661.

Kim, J. and Koo T.H., 2007. The use of feathers to monitor heavy metal contamination in Herons, Korea. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 53:435-441.

Kim, J., shin, J. U. and Koo, T. H., 2009. Heavy Metal Distribution in Some Wild Birds from Korea. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 56:317-324.

Liang, J., Liu, J., Yuan, X., Zeng, G., Yuan, Y., Wu, H. and Li, F., 2016. A method for heavy metal exposure risk assessment to migratory herbivorous birds and identification of priority pollutants/areas in wetlands. Environmental Science and Pollution Research, 23(12): 11806-11813.

Mansouri, B. and Majnoni, F., 2014. Comparison of the metal concentrations in organs of two bird species from western of Iran. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 92(4): 433-9.

Michalak, I., Zielinska, A., Chojnacka, K. and Matul, J. A., 2007. Biosorption of Cr (III) by microalgae and macroalgae: equilibrium of the process. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 2 (4): 284-290.

Naccari, C., Cristani, M., Cimino, F., Arcoraci, T. and Trombetta, D., 2009. Common buzzards (*Buteo buteo*) bio-indicators of heavy metals pollution in Sicily (Italy). Environment International, 35: 594-598.

Nordberg, G. F., 1971. Effects of acute and chronic cadmium exposure on the testicles of mice. Environmental and Physiology, 1: 171-187.

Pereda-Solis, M. E., Martinez-Guerrero, J. H. and Toca-Ramirez. J. A., 2012. Detection of zinc, lead, cadmium and arsenic in dabbling ducks from Durango, Mexico. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 7(8): 761-766.

Scheuhammer, A. M., 1987. The chronic toxicity aluminium, cadmium, mercury and lead in birds. A review Environmental Pollution, 46: 263-295.

Szymczyk, K. and Zalewski, K., 2003. Copper, zinc, lead and cadmium content in liver and muscles of mallards (*Anas Platyrhychnos*) and other hunting fowl species in Warmia and Mazury in 1999-2000. Polish Journal of Environmental Studies, 12 (3): 381-386.

Takahashi, Y., Konda, K., Ishikawa, S., Uchihara, H., Fujino, H., Sawada, N., Miyoshi, T., Sakiyama, S., Izumi, K. and Monden, Y., 2005. Microscopic analysis of the chromium content in the chromium-induced malignant and premalignant bronchial lesions of the rat. Environmental Research, 99(2): 267-272.

Temerev, S. V. and Savkin, V. M., 2004. Heavy metal as status indicator for the Ob River. Chemistry for Sustainable Development, 12: 553-564.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

WHO., 1989. Heavy metals-environmental aspects. Environment Health Criteria. No. 85. Geneva, Switzerland.

Zamani, R., Mahmoodi, A., Esmaili Sari, A., Ghasempouri, S. M., Mansoori, J. and Bahramifar, N., 2008. Mercury levels in liver, kidney and muscle of common teal (*Anas crecca*) from Shadegan Marshes, Southwest Iran. Podoces, 3(1/2): 97-131.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]