تجمع زیستی سرب و روی در بافت‌های کلیه، کبد و عضله اردک سرسبز (*Anas platyrhynchos*) در تالاب فریدون‌کنار

چکیده

هدف از این مطالعه تعیین غلظت سرب و روی در کلیه، کبد و عضله اردک سرسبز در تالاب فریدون‌کنار بود. این مطالعه بین ماه‌های آذر و دی ۱۳۹۴ انجام شد. تعیین غلظت سرب و روی در بافت-های اردک سرسبز (*Anas platyrhynchos*) با استفاده از دستگاه جذب اتمی کوره گرافیت (Thermo, Model 97GFS) انجام شد. میانگین غلظت سرب در کلیه، کبد و عضله به ترتیب، ۲/۹۵، ۱/۷۱ و ۰/۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. همچنین میانگین غلظت روی در کلیه، کبد و عضله اردک سرسبز به ترتیب، ۱۳/۸، ۲۰/۹۶ و ۸/۶۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده شد. تجمع سرب در بافت‌ها از الگوی زیر پیروی کرد: کلیه>کبد>عضله، درحالی‌که ترتیب روی به‌صورت کبد>کلیه>عضله بود. نتایج نشان داد که همبستگی مثبتی (r=۰/۶۸۸, P<۰/۰۵) بین کبد و عضله درروی وجود داشت. میزان روی در کلیه و عضله اردک سرسبز از حداکثر حد مجاز FAO/WHO کمتر بود، امّا غلظت روی در کبد اردک سرسبز از حداکثر حد مجاز FAO/WHO بالاتر بود. در این مطالعه، میانگین غلظت سرب در کلیه، کبد و عضله اردک سرسبز از FAO/WHO بیشتر بود. غلظت سرب گزارش‌شده در این مطالعه نگران‌کننده است و نیاز به مدیریت مناسب دارد.

واژگان کلیدی: فلز سنگین، تالاب فریدون‌کنار، اردک سرسبز.

غلامرضا بناگر[1*]

حسین علی پور[2]

مهدی حسن‌پور[3]

۱. گروه محیطزیست، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران

۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران

۳. کارشناس ارشد محیطزیست، اداره کل حفاظت محیطزیست استان گلستان، گرگان، ایران

***مسئول مکاتبات**

gholam_banagar@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹۵۰۴۰۳۸۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۲۰

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

مقدمه

افزایش جمعیت شهرها و روستاها، گسترش رو به رشد کارخانه‌های صنعتی، توسعه مناطق کشاورزی و به دنبال آن استفاده از کودهای شیمیایی موجب گردیده است تا مقادیر زیادی از فاضلاب‌های گوناگون وارد اکوسیستم‌های آبی مناطق ساحلی شوند که سواحل جنوبی دریاچه خزر نیز از این قاعده مستثنا نیست (علی پور و همکاران، ۱۳۹۲). اکوسیستم‌های آبی به آلاینده‌های فلزات سنگین بسیار حساس هستند و افزایش تدریجی مقادیر این فلزات که عمدتاً ناشی از منابع انسانی است، به نگرانی تبدیل‌شده است. فلزات پس از ورود به آب ممکن است رسوب کنند، یا در سطح مواد جامد جذب شوند، محلول یا معلق باقی بمانند و یا ممکن است توسط گونه‌های گیاهی و جانوری جذب شوند (Alipour *et al*., 2013).

فلزات سنگین با توجه به نقشی که در فرایندهای محیطزیست دارند به‌عنوان عناصر ریزمغذی (آهن، روی، مس، منگنز، کبالت و مولیبدنیوم) و یا عامل سمی (جیوه، نقره، کروم، کادمیوم، سرب و نیکل) موردتوجه می‌باشند (Anderson and Morel, 1978). بیشتر فلزات تمایل شدیدی به آمینواسیدها و گروه‌های سولفیدریل (SH) و پروتئین‌ها دارند و به این دلیل به‌عنوان سموم آنزیمی عمل می‌کنند (Mormede and Davies, 2001). فلزات سنگین در مقابل تجزیه مقاوم بوده و مدت زیادی در محیط باقی می‌مانند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). به‌عنوان‌مثال

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

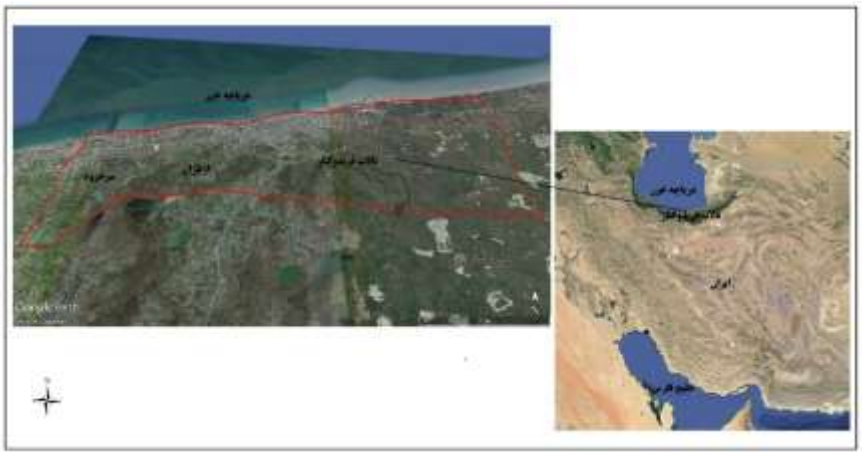
میزان نیمه‌عمر فلز سرب در خون ۳۶ روز، در بافت نرم ۴۰ روز و در استخوان حدود ۲۷ سال بیان‌شده است (WHO, 2000). همچنین مقدار نیمه‌عمر فلز روی در بدن حدود ۱ سال گزارش‌شده است (WHO, 1996).

پرندگان مانند سایر موجودات زنده توانایی تجمع فلزات سنگین، در اندام‌های خود رادارند. با توجه به اینکه بسیاری از پرندگان اکولوژی شناخته‌شده‌ای دارند و از سطوح بالای زنجیره غذایی، تغذیه می‌نمایند، درنتیجه قادرند اطلاعاتی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی فراهم نمایند. تعیین میزان فلزات سنگین در پرندگان ممکن است تصویر بهتری از خطراتی که متوجه انسان است را به نمایش بگذارد. از پرندگان به‌عنوان اخطاردهندگان اولیه برای بسیاری از آلاینده‌های زیستی استفاده می‌شده است. پرندگان ثابت کرده‌اند که اخطاردهندگان خوبی در خصوص آلودگی‌های محیط‌زیست خود هستند چراکه قابل‌رؤیت بوده، حساسیت پذیری آن‌ها نسبت به مواد سمی بالاست و در بالای زنجیره غذایی قرار دارند (Burger, 1993). این عناصر اثرات مختلفی مانند کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ‌ومیر در موجودات را باعث شده و به دنبال آن سبب زوال زیستی می‌گردند. نابودی یا کاهش گونه‌ای خاص سبب تغییر در اکوسیستم گشته و توازن آن‌ها را بَر هَم می‌زند (Mance, 1990). برخی از فرایندهای فیزیولوژیک و بیولوژیک ازجمله عادات غذایی، رشد و نمو، تولیدمثل، پوست‌اندازی و مهاجرت ممکن است تحت تأثیر غلظت فلزات و توزیع آن‌ها در بدن پرندگان قرار گیرند (Cheney *et al*., 1981).

نتایج مطالعات Johansen (۲۰۰۴) حاکی از آن است که عناصر سنگین می‌توانند روی تولیدمثل و سلامت عمومی پرندگان تأثیر بگذارند. Burger(۱۹۸۶) در پژوهش‌های خود اظهار داشت که سرب در بافت‌های پرندگان موجب کاهش وزن و کاهش تولیدمثل می‌شود. Bull و همکاران (۱۹۸۳) در تحقیقات خود اظهار داشتند که سرب مسئول رویداد مسمومیت حاد پرندگان دریایی بوده است و مرگ پرندگان آبزی که به دلیل خوردن طعمه آلوده به سرب مسموم شده بودند را گزارش کردند. Levengood و همکاران (۱۹۹۳) علائم بالینی مسمومیت روی در کبد اردک سرسبز با غلظت ۱۹۹۰–۴۷۳ میکروگرم وزن خشک را گزارش دادند؛ و همچنین،Sileo و همکاران (۲۰۰۳) مسمومیت روی در کبد پرندگان دریایی وحشی با غلظت ۲۹۰۰–۲۸۰ میکروگرم وزن خشک تشخیص دادند. احمد پور و همکاران (۱۳۹۱) مقادیر جیوه را در بافت‌های (کبد، کلیه و عضله سینه) چنگر و خوتکا در تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار موردبررسی قراردادند.

تالاب فریدون‌کنار در جنوب شرقی شهر فریدون‌کنار با مجموعه متنوعی از گیاهان و جانوران آبزی، نزدیکی به دریای خزر و محل زمستان گذرانی گونه‌های مختلف پرنده، یکی از غنی‌ترین اکوسیستم‌های تالابی شمال کشور می‌باشد. تالاب فریدون‌کنار بانام کامل آب بندان‌های فریدون‌کنار، ازباران و سرخرود با وسعتی معادل ۵۴۲۷ هکتار در محدوده جغرافیایی E ۳۳ '۵۲ °، N ۴۰ '۳۶ ° واقع‌شده است (شکل ۱). تالاب فریدون‌کنار به‌عنوان بیست و دومین تالاب در کنوانسیون رامسر به ثبت رسیده است. گونه‌های زیادی از پرندگان نظیر سرسبز، فیلوش، خوتکا، چنگر و غاز خاکستری و غیره زمستان‌ها را در این تالاب می‌گذرانند.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]



شکل ۱: نقشه تالاب فریدون‌کنار در سواحل جنوب دریاچه خزر سال ۱۳۹۴.

اردک سرسبز (*Anas platyrhynchos*) از راسته غازسانان و خانواده مرغابیان می‌باشد. این پرنده ۵۷ سانتی‌متر طول دارد و از اردک‌های نسبتاً بزرگ روی آب‌چر است. این پرنده عمدتاً در مناطق تالابی، نیزارها، سواحل دریا و مصب‌ها به سر برده و روی زمین، لابه‌لای علف‌ها یا در میان درختان آشیانه می‌سازد. اردک‌های سرسبز در ایران، زمستان‌ها، به‌وفور دیده می‌شوند اما به تعداد اندک تولیدمثل می‌کنند. این پرنده به‌واسطه گوشت مطبوعش به‌صورت بی‌رویه توسط شکارچیان شکار می‌شود (منصوری، ۱۳۸۷) و در دسترس عموم قرار می‌گیرد. اردک سرسبز پرنده‌ای عموماً مهاجر زمستانه است، امّا به‌صورت مهاجر تابستانه نیز دیده می‌شود. مطالعات حلقه گذاری نشان می‌دهند که دسته‌های بزرگی از اردک‌ها 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). هدف از مطالعه حاضر بررسی میزان تجمع فلزات سرب و روی در بافت‌های کلیه، کبد و عضله سینه اردک سرسبز در تالاب فریدون‌کنار بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور نمونه‌برداری، اردک‌های سرسبز طی فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۴ (آذر و دی) از تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار جمع‌آوری شدند. نمونه‌برداری به روش تصادفی و از طریق صید سنتی (دامگاه) و تور هوایی طی دو ماه انجام گردید. تعداد نمونه‌های سرسبز 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).

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

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

رسانده و سپس نمونه‌ها با استفاده از فیلتر نیترو سلولزی 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 اردک سرسبز 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<۰/۰۵). برای بررسی همبستگی بین فلزات از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد (P<۰/۰۵). آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) صورت گرفت.

نتایج

اطلاعات مربوط به زیست‌سنجی اردک سرسبز در جدول ۱ ارائه‌شده است. میانگین میزان فلزات سرب و روی در بافت‌های کبد، کلیه و عضله سرسبز در جدول ۲ نشان داده‌شده است. بیشترین میانگین سرب در کلیه سرسبز با ۲/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین میانگین سرب در عضله سرسبز با ۰/۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده شد. روند تغییرات در بافت‌های سرسبز برای فلز سرب به‌صورت زیر مشاهده شد: کلیه> کبد >عضله. بیشترین میانگین فلز روی در کبد سرسبز با ۲۰/۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین میانگین فلز روی در عضله سرسبز با ۸/۶۹ میلی-گرم بر کیلوگرم مشاهده شد. روند تغییرات در بافت‌های سرسبز برای فلز روی به‌صورت زیر ثبت شد: کبد > کلیه >عضله. در مقایسه بین فلز روی با سرب در بافت‌های کلیه، کبد و عضله، فلز روی بیشترین مقدار را در بافت‌های سرسبز نشان داد.

جدول ۱: نتایج آماری حاصل از زیست‌سنجی اردک‌های سرسبز در تالاب فریدون‌کنار سال ۱۳۹۴(n=۱۰).

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
وزن (گرم)	۱۳۰۲/۶	۱۰۰/۹۷	۱۱۵۰	۱۴۵۰
طول کل (سانتی‌متر)	۵۴/۹	۳/۷۱	۴۹	۶۰
طول دو سر بال (سانتی‌متر)	۷۷/۳۵	۵/۷۵	۶۶	۸۳/۵
طول بال (سانتی‌متر)	۲۶/۱۹	۲/۲۲	۲۱	۲۹

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 سرب و روی در بافت‌های مختلف نشان داد که بین بافت‌های مختلف سرسبز، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). بر اساس مقایسه‌ی داخل گروه‌ها با آماره توکی بین بافت‌های کبد، کلیه و عضله سرسبز برای فلزات سرب و روی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). بررسی همبستگی پیرسون بین بافت‌های مختلف سرسبز در جدول ۳ ارائه‌شده است. نتایج نشان داد فقط بین کلیه و عضله برای فلز روی همبستگی وجود داشت (P<۰/۰۵).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

جدول ۲: میانگین غلظت فلزات سنگین (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر) در بافت‌های کلیه، کبد و عضله سینه اردک سرسبز در تالاب فریدون‌کنار سال ۱۳۹۴(n=۱۰).

فلز	بافت	انحراف استاندارد ±میانگین	محدوده (کمترین-بیشترین)
سرب	کلیه	[a]۲/۹۵± ۰/۷۴	۴/۱۱-۲/۰۱
	کبد	[b]۱/۷۱±۰/۵۸	۲/۵۶-۰/۶۶
	عضله	[c]۰/۶۲± ۰/۲	۰/۹۱-۰/۳۶
روی	کلیه	[a]۱۳/۸±۳/۱۶	۱۷/۷۱-۸/۱۱
	کبد	[b]۲۰/۹۶± ۵/۵۷	۳۲/۱۱-۱۴/۵۶
	عضله	[c]۸/۶۹± ۲/۷۲	۱۳/۶۴-۴/۹

[a,b,c] اختلاف معنی‌داری بین بافت‌ها برای هر فلز.

جدول ۳: همبستگی پیرسون بین اندام‌ها برای هر فلز در سرسبز در تالاب فریدون‌کنار سال ۱۳۹۴.

	سرب (کلیه)	سرب (کبد)	سرب (عضله)	روی (کلیه)	روی (کبد)	روی (عضله)
سرب (کلیه)	۱					
سرب (کبد)	۰/۰۶۶	۱				
سرب (عضله)	-۰/۱۸۶	-۰/۳۹۱	۱			
روی (کلیه)	-۰/۲۱۰	۰/۲۰۶	۰/۶۰۲	۱		
روی (کبد)	۰/۵۴۶	۰/۳۶۸	۰/۰۶۰	۰/۱۷۸	۱	
روی (عضله)	-۰/۰۵۳	-۰/۱۶۰	۰/۱۲۸	۰/۶۸۸*	-۰/۲۶۴	۱

* تفاوت معنی‌داری در سطح P<۰/۰۵.

بحث و نتیجه‌گیری

سرب عنصری غیرضروری و بسیار سمی است و به‌عنوان یک سم غیراختصاصی مؤثر بر تمام سیستم‌های بدن عمل می‌کند و هیچ نیاز بیولوژیکی شناخته‌شده‌ای ندارد. سرب می‌تواند اثرات سمی طولانی‌مدت بر روی یک سری اندام‌ها و بافت‌ها داشته باشد (Beyer and Meador, 2011). در بررسی فلز سرب در کبد، کلیه و عضله اردک‌های سرسبز مشخص شد میزان سرب در کلیه بالاتر از کبد و عضله بوده است. میانگین غلظت سرب در کلیه و کبد به ترتیب تقریباً ۴/۵ و ۲/۵ برابر بیشتر نسبت به عضله بود. سرب عامل اصلی ایجاد مسمومیت در پرندگان شناخته‌شده است. احتمالاً در پرندگان آبزی رژیم غذایی به‌عنوان منبع مهمی از خوردن فلزات است. پرندگان در مدت تغذیه گلوله‌های سربی را به‌عنوان شن در سنگدان ذخیره می‌کنند و به‌مرور گلوله‌ها فرسایش یافته و از طریق دستگاه گوارش جذب می‌شوند. گونه‌هایی مانند اردک سرسبز که در آب‌های کم‌عمق از طریق زیرورو کردن گل‌ولای تغذیه می‌کنند، احتمال برخورد آن‌ها به گلوله نسبت به گونه‌هایی که از سطح تغذیه می‌کنند، بیشتر است (Eisler, 2000). منقار اردک‌های سرسبز در حدود ۳/۵ تا ۴/۵ سانتی‌متر است که می‌تواند تا عمق ۵ سانتی-متری رسوب یا خاک را کاوش کند. اردک سرسبز همه‌چیزخوار است و عمدتاً از شکم پایان، بی‌مهرگان، سخت‌پوستان، کرم‌ها، انواع بسیاری از دانه و ماده گیاهی و ریشه‌ها و غده تغذیه می‌کنند. از طرفی مطالعات میدانی و تحقیقاتی منطقه حاضر نشان می‌دهد که تالاب فریدون‌کنار تحت تأثیر آلودگی‌های انسانی از قبیل سرریز فاضلاب شهری، پساب کشاورزی و صنعتی، پوکه فشنگ و سرب ناشی از فعالیت شکارچیان و غیره

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

قرارگرفته است (احمد پور و همکاران، ۱۳۹۱). از طرفی، یکی دیگر از تهدیدهای تالاب 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 در مطالعه‌ای که Temerevو Savkin (۲۰۰۴) بر روی رودخانه‌های اُب و ایرتیش در منطقه سیبری غربی انجام دادند، به این نکته اشاره می‌کنند که مهم‌ترین عوامل انتشار فلزات سنگین در منطقه، آلودگی نفتی در مراکز تولید نفت و گاز و آلودگی‌های صنعتی می‌باشند.

میزان حد زمینه فلز سرب در پرندگان بالغ در محیط‌های غیر آلوده برای کلیه و کبد به ترتیب ۱۰-۱ و ۵-۰/۵ میکروگرم بر گرم می‌باشد. البته در محیط‌های آلوده پرندگان می‌توانند تا ۵۰ برابر این میزان در اندام کلیه و کبد خود جذب کنند (Scheuhammer, 1987). در سال ۱۹۷۹ در مصب مارسی ۲۴۰۰ پرنده مردند. بررسی‌ها نشان داد پرندگان مرده حاوی بیش از ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک سرب در کبدشان بودند (زاهد و محمدی دشتکی، ۱۳۷۹). در این مطالعه میزان فلز سرب در بافت‌های کبد، کلیه و عضله سرسبز کمتر از میزان حد زمینه بود. مقایسه نتایج پژوهش حاضر با بافت‌های کلیه، کبد و عضله در اردک سرسبز با سایر مناطق (جدول ۴) نشان می‌دهد که میزان غلظت فلز سرب در بافت‌های مختلف در اردک سرسبز دارای نوسان است. گزارش‌هایKalisińska و همکاران (۲۰۰۴)، Lucia و همکاران (۲۰۱۰) و سینکاکریمی و همکاران (۱۳۹۴) نشان می‌دهد که میزان غلظت سرب در بافت کلیه بیشتر از میزان غلظت سرب در کبد و عضله سرسبز است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. البته نتایج پژوهش Mansouri و Majnoni (۲۰۱۴) درباره میزان غلظت فلز سرب در بافت‌های مختلف سرسبز در تالاب زریوار نشان داد که میزان غلظت سرب در کبد بیشتر از کلیه و عضله می‌باشد که با نتیجه پژوهش حال حاضر متفاوت است.

میزان فلزات ضروری مانند روی در بافت‌های پرنده تنظیم‌کننده فعالیت‌های متابولیک هستند. فلز روی نقش مهمی در فرایندهای متابولیک، به‌خصوص در فعال‌سازی آنزیم‌ها و تنظیم بیان ژن بازی می‌کند (Ferreira, 2011). البته میزان بیش‌ازحد روی موجب مسمومیت می‌شود، همچنین در پرندگان آبزی بررسی‌ها نشان می‌دهد که به‌طور عمده کبد و پانکراس پرندگان تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Kalisińska *et al.*, 2007).

در بررسی فلز روی در کبد، کلیه و عضله اردک‌های سرسبز مشخص شد برخلاف فلز سرب که میزان آن در کلیه بیشتر از کبد بود، در مورد فلز روی این میزان در کبد بالاتر از کلیه و عضله نشان داده شد. میانگین غلظت فلز روی در کبد و کلیه به ترتیب تقریباً ۲/۵ و ۱/۵ برابر بیشتر نسبت به عضله بود. روی به‌عنوان تعامل کننده با بسیاری از مواد شیمیایی و تغییردهنده الگوی تجمع، سمیت و متابولیسم شناخته‌شده است (Eisler, 1986). میزان تجمع روی در مطالعه حاضر کمتر از میزان شناخته‌شده سمیت و مسمومیت با روی بوده است. Gasawayو Buss (۱۹۷۲) بیان کرده‌اند در پرندگان آبزی میزان ۳۹۶ میکروگرم بر گرم در کبد به‌عنوان حد مجاز غلظت روی می‌باشد. Levengood و همکاران (۱۹۹۹) در اردک‌های سرسبز با میزان تجمع ۱۵۶ الی ۶۵۶/۷ میکروگرم بر گرم روی در کبد علائم بالینی مسمومیت را مشاهده کرده‌اند همچنین،Sileo و همکاران (۲۰۰۳) مسمومیت روی در پرندگان آبزی با غلظت ۲۹۰۰-۲۸۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک در کبد تشخیص دادند. مطالعه حاضر نشان داد میانگین غلظت فلز روی در بافت‌های کلیه، کبد و عضله در اردک سرسبز در مقایسه با بافت‌های کلیه، کبد و عضله در اردک سرسبز در سایر مطالعات گزارش‌شده در جدول ۴ بسیار پایین‌تر بود، به جزء در موردمطالعه سینکاکریمی و همکاران (۱۳۹۴) که میزان فلز روی در بافت‌های اردک سرسبز در مطالعه ایشان نسبت به مطالعه حاضر پایین‌تر بود.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

جدول ۴: مقایسه غلظت فلزات سرب و روی در بافت‌های کلیه، کبد و عضله اردک سرسبز با سایر مناطق برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تَر.

منطقه موردمطالعه	گونه	فلز	کلیه	کبد	عضله	منابع
Zator (لهستان)	سرسبز	سرب	–	–	-	Binkowski *et al*., (2013)
		روی	۸۷/۵۷	۹۸/۴۸	۲۶/۹۶	
Warmia and Mazury (لهستان)	سرسبز	سرب	-	۱/۱۲	۰/۶۸	Szymczyk and Zalewski, (2003)
		روی	-	۱۲۱/۴۴	۵۲/۱۴	
Doñana National Park (اسپانیا)	سرسبز	سرب	-	۱/۰۵	-	Taggart *et al*., (2006)
		روی	-	۳۳۲	-	
Przytoczno (لهستان)	سرسبز	سرب	-	–	-	Bojar and Bojar, (2009)
		روی	۱۰۵	۱۴۸/۵	۱۱۱	
Szczecin (لهستان)	سرسبز	سرب	۴/۷۸	۱/۱۴	۵/۴۵	Kalisinska *et al*., (2004)
		روی	۱۱۴/۳۵	۱۹۸/۶	۶۱/۲۵	
Southwest Atlantic (فرانسه)	سرسبز	سرب	۱۷/۹۸	۳/۴۷	۰/۲۵	Lucia *et al*., (2010)
		روی	–	-	-	
Izumi coast (ژاپن)	سرسبز	سرب	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۰۲۸	Nam *et al*., (2005)
		روی	۱۱۳	۲۳۶	۳۵/۸	
تالاب میانکاله و گمیشان (ایران)	سرسبز	سرب	۰/۹۱	۰/۴۱	۰/۳۲	سینکاکریمی و همکاران (۱۳۹۴)
		روی	۳/۶۴	۵/۰۸	۲/۵۱	
تالاب زریوار (ایران)	سرسبز	سرب	۱/۸۳	۲/۲۰	۱/۰۸	Mansouri and Majnoni, (2014)
		روی	۳۸/۳۱	۶۴/۱۱	۲۰/۴۰	
تالاب فریدون‌کنار (ایران)	سرسبز	سرب	۲/۹۵	۱/۷۱	۰/۶۲	مطالعه حاضر
		روی	۱۳/۸	۲۰/۹۶	۸/۶۹	

مطالعات در زمینه اندازه‌گیری فلزات در بافت‌های پرندگان نشان داده که میزان انباشت فلزات معمولاً در کبد و کلیه نسبت به عضله بیشتر است؛ زیرا فلزات بیشتر بر اساس میزان فعالیت‌های متابولیک، اندام‌های هدف خود را برای تجمع انتخاب می‌کنند. بالا بودن میزان فلزات در کبد و کلیه می‌تواند به دلیل تمایل بالای فلزات به واکنش با کربوکسیلات اکسیژن، گروه آمینو، نیتروژن یا سولفور موجود در متالوتیونین در این بافت‌ها باشد. متالوتیونین ازجمله پروتئین‌هایی است که وزن مولکولی آن کم و در ساختمان درونی آن‌ها اسیدآمینه سیستئین وجود دارد که خاصیت ترکیب با فلزات را دارا می‌باشد. متالوتیونین در هسته و سیتوزول وجود دارد. پایین بودن میزان تجمع فلزات در بافت ماهیچه بیشتر به دلیل پایین بودن فعالیت‌های متابولیکی آن می‌باشد. مقادیر کم فلزات در عضله شاید به علت نتیجه غنای پروتئین‌های انقباضی باشد که دارای میل ترکیبی بالایی با کلسیم دارند، بنابراین میل ترکیبی کمی برای جذب فلزات سنگین با توجه به قوانین عمومی شیمی آلی دارند (Palaniappan and Karthikeyan, 2009).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

FAO/WHO (۲۰۱۵) متوسط مصرف روزانه فلز روی را برای افراد بزرگ‌سال حداکثر ۲۰ میلی‌گرم در روز بیان کرده است. با توجه به مطالعه حاضر میزان غلظت فلز روی در کلیه و عضله اردک سرسبز پایین‌تر از این میزان بود. البته مقدار غلظت فلز روی در کبد بالاتر از این میزان بود. در مورد فلز سرب FAO/WHO (۲۰۱۵) حداکثر میزان سرب در گوشت را ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیان داشته است که میزان غلظت سرب در کلیه، کبد و عضله سرسبز در مطالعه حاضر بیشتر از این میزان بود. البته باید این را در نظر داشت که میزان تجمع فلزات در بافت‌ها به میزان و تعداد دفعات مصرف بستگی دارد و ممکن است انسان روزانه از سایر فراورده‌های غذایی و آشامیدنی استفاده کند، بنابراین لازم است مصرف این ماده غذایی به‌خصوص در کودکان و گروه‌های حساس بااحتیاط صورت گیرد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق و با در نظر گرفتن جایگاه پرندگان در شبکه غذایی، نقش بسیار مهم آن‌ها در تداوم این تالاب، قرار داشتن برخی از آن‌ها در سبد غذایی مردم و سایر ارزش‌های محیط زیستی از یک‌سو و انجام فعالیت‌های کشاورزی، بخصوص کشت برنج در منطقه و وابستگی شدید مردم به زمین‌های کشاورزی از سوی دیگر، باعث افزایش شدید فلزات سنگین در بدن مردم و سایر موجودات منطقه می‌شود. همچنین در سال‌های اخیر به دلیل کشت دوباره برنج در زمین‌های تالاب فریدون‌کنار و استفاده بیش‌ازحد از کود و سموم ارگانوکلره و فسفره، حتی چند نوبت بیشتر از کشت اول، به نظر می‌رسد در این منطقه غلظت فلزات سنگین روزبه‌روز در حال افزایش باشد (احمد پور و همکاران، ۱۳۹۱). البته تجمع فلزات در بافت‌های مختلف پرندگان با توجه به زمان و مکان جغرافیایی می‌تواند متفاوت باشد. با توجه به اینکه اردک سرسبز به‌عنوان یک پرنده مهاجر شناخته‌شده است و از سیبری به سمت ایران مهاجرت می‌کند، ممکن است بخشی از فلزات تجمع یافته در اندام‌های این پرنده مربوط به آن مناطق یا در طول مسیر باشد.

یافته‌های این مطالعه نشان داد میزان تجمع فلزات سرب و روی در بافت‌های مختلف اردک سرسبز متفاوت بوده است. همچنین مقدار فلز سرب به‌عنوان یک فلز بالقوه سمی در مقابل فلز روی که یک عنصر ریزمغذی محسوب می‌شود، در بافت‌های کلیه، کبد و عضله کمتر بود. هرچند غلظت سرب گزارش‌شده در این مطالعه نگران‌کننده است و نیاز به مدیریت مناسب دارد.

سپاسگزاری

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

منابع

احمد پور، ا.، پورخباز، ع. و قاسمپوری، 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.

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

زاهد، م. و محمدی دشتکی، ز.، ۱۳۷۹. آلودگی دریا (ترجمه). چاپ اول. انتشارات نسق- انتشارات نقش مهر، ۲۴۸ ص.

سینکا کریمی، م. ح.، پورخباز، ع. و حسن‌پور، م.، ۱۳۹۴. بررسی استفاده از آب و بافت پرندگان آبزی جهت سنجش آلودگی فلزی (مطالعه موردی: تالاب‌های بین‌المللی میانکاله و گمیشان). اکو بیولوژی تالاب، ۶(۲۳): ۲۸-۱۵.

علی پور، ح.، پورخباز، ع. و حسن‌پور، م.، ۱۳۹۲. سنجش تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌های *Rutilus rutilus caspicus* و *Neogobius gorlap* در تالاب بین‌المللی میانکاله، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه بیرجند، ۸۸ ص.

کرباسی، ع. و کلانتری، ف.، ۱۳۸۶. بررسی منابع آلاینده رودخانه هراز و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کنترل آن. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۹(۳):۷۰-۶۱.

مجنونیان، ه.، کیابی، ب. و دانش، م.، ۱۳۸۴. جغرافیای جانوری ایران (جلد دوّم) (دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران). انتشارات دایره سبز، ۳۷۱ ص.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

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

یعقوب زاده، ز. و صفری، ر.، ۱۳۹۴. بررسی میزان آلودگی میکروبی آب‌های سطحی رودخانه هراز. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۸(۱): 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): 517-21.

Anderson, D. M. and Morel, F. M., 1978. Copper sensitivity of *Gonyaulax tamarensis*. Limnology and Oceanography, 23: 283- 295.

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

Binkowski, Ł.J., Stawarz, R.M., and Zakrzewski, M., 2013. Concentrations of cadmium, copper and zinc in tissues of mallard and coot from southern Poland. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 48(5): 410-5.

Bojar, H. and Bojar, I., 2009. Monitoring of contamination of the Lublin region wetlands using mallards (*Anas platyrhynchos*) as a vector of the contamination by various conditionally toxic elements. Annals of Animal Science, 9(2): 195–204.

Bull, K.R., Every, W.J., Freestone, P., Hall, J.R., Osborn, D., Cooke, A.S. and Stowe, T., 1983. Alkyl lead pollution and bird mortalities on the Mersey Estuary UK. Environmental Pollution. 31: 239-259.

Burger, T. T., Mirachi, R. E. and Lisano, M. E., 1986. Effects of lead shot ingestion of captive mourning dove survivability and reproduction. The Journal of Wildlife Management. 50: 1-8.

Burger, J., 1993. Metals in avian feathers: Bioindicators of environmental pollution. Environmental Toxicology, 5: 203-311.

Cheney, M. A., Hacker, C. S. and Schroder, G. D., 1981. Bioaccumulation of lead and cadmium in the Lousiana heron (*Hydranassa tricolor*) and the Cattle egret (*Bubulcus ibis*). Ecotoxicology and Environmental Safety, 5: 211-224.

Eisler, R., 1986. Chromium hazards to fish, wildlife, and invertebrates: A synoptic review. U.S. Fish and Wildlife. Service Biological Report. Contaminant Hazard Reviews, No. 6, pp. 60.

Eisler, R., 2000. Handbook of Chemical Risk Assessment: Health hazards to humans, plants, and animals. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 1821p.

FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization), 2015. Joint FAO/WHO food standards programme codex committee on contaminants in foods, Eighth Session. CF/9 INF/1, March 2015 pp 1–125. Available from: ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCCF/cccf9/cf09_INF1e.pdf

Ferreira, A. P., 2011. Assessment of heavy metals in *Egretta thula*: case study: Coroa Grande mangrove, Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 71(1): 77-82.

Gasaway, W. C. and Buss, I. O. 1972. Zinc toxicity in the mallard duck. The Journal of Wildlife Management, 36: 1107–1117.

Johansen, P., Asmund, G. and Riget, F., 2004. High human exposure to lead through consumption of birds hunted with lead shot. Environmental Pollution, 127: 125-129.

Kalisińska, E., Salicki, W., Mysłek, P., Kavetska, K. M. and Jackowski, A., 2004. Using the mallard to biomonitor heavy metal contamination of wetlands in north-western Poland. Science of the Total Environment, 29: 320 (2-3), 145-61.

Kalisińska, E., Salicki, W., Kavetska, K. M. and Ligocki, M., 2007. Trace metal concentrations are higher in cartilage than in bones of scaup and pochard wintering in Poland. Science of the Total Environment, 388(1-3): 90-103.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]

Levengood, J. M., Sanderson, G. C., Anderson, W. L., Foley, G. L., Skowron, L. M., Brown, P. W. and Seets, J.W., 1999. Acute toxicity of ingested zinc shot in game-farm mallards. Illinois Natural History Survey. 36: 1–36.

Lucia, M., André, J. M., Gontier, K., Diot, N., Veiga, J. and Davail, S., 2010. Trace element concentrations (mercury, cadmium, copper, zinc, lead, aluminium, nickel, arsenic, and selenium) in some aquatic birds of the southwest Atlantic coast of France. Archives of Environmental Contamination, 58(3): 844-53.

Mance, G., 1987. Pollution threat of heavy metals in aquatic environmental. First edition, Elsvier science publishers LTD, 372p.

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.

Mormede, S. and Davies I. M., 2001. Heavy metal concentrations in commercial deep-sea fish from the Rockall Trough. Continental Shelf Research. 21: 899-916.

Nam, D.H., Anan, Y., Ikemoto, T. and Tanabe, S., 2005. Multielemental accumulation and its intracellular distribution in tissues of some aquatic birds. Marine Pollution Bulletin. 50 (11): 1347–1362.

Palaniappan, P. L. R. M. and Karthikeyan, S., 2009. Bioaccumulation and depuration of chromium in the selected organs and whole body tissues of freshwater fish *Cirrhinus mrigala* individually and in binary solutions with nickel. Journal of Environmental Sciences, 21: 229-236.

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

Sileo, L., Beyer, W. N. and Mateo, R., 2003. Pancreatitis in wild zinc-poisoned waterfowl. Avian Pathology, 32: 655–660.

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.

Taggart, M. A., Figuerola, J., Green, A. J., Mateo, R., Deacon, C., Osborn, D. and Meharg, A.A., 2006. After the Aznalcollar mine spill: Arsenic, zinc, selenium, lead and copper levels in the livers and bones of five waterfowl species. Environmental Research, 100(3): 349-361.

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

WHO, 1996. Guidelines for drinking-water quality. 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information.

WHO, 2000. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, No. 91, Second edition, 273 pp.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-12]