بررسی میزان فلزات سنگین در پوسته‌ی تخم و پر تیهو (*Ammoperdix griseogularis*)، مطالعه موردی: محدوده تالاب‌های ولیعصر

چکیده

در میان آلاینده‌های محیطزیست، فلزات سنگین با توجه به منابع تولید متعدد و پایداری در محیطزیست به عنوان یک ریسک و خطر برای انسان و حیات وحش تلقی می‌شوند. بررسی پرندگان به عنوان شاخص آلودگی فلزات سنگین بسیار مفید است زیرا زیست‌شناسی پرندگان به خوبی شناخته شده است. همچنین آن‌ها از سطوح بالاتری در اکوسیستم‌ها تغذیه می‌کنند بنابراین می‌توانند اطلاعاتی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی را فراهم آورند. به همین منظور مطالعه حاضر طی فروردین ماه سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ با هدف اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیم، مس و روی) در بافت پر و پوسته‌ی تخم گونه‌ی تیهو در شهرستان پلدختر انجام شد. در ۱۶ مکان، نمونه‌های پر و در ۲۵ مکان نمونه‌های پوسته‌ی تخم از منطقه جنوب غربی شهرستان پلدختر با توجه به پراکنش تیهو در محدوده تالاب‌های ولیعصر در فروردین ماه ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ جمع‌آوری شدند. از روش هضم اسیدی جهت آماده‌سازی نمونه‌ها استفاده شد. ترتیب انباشت فلزات در اندام پر تیهو به صورت روی > مس > سرب > کادمیم و در پوسته‌ی تخم به صورت مس> سرب > روی > کادمیم به دست آمد. میانگین غلظت سرب و کادمیم در پر بالاتر از حد آستانه خطر مشاهده شد. بین غلظت فلز سرب در بافت پر و پوسته‌ی تخم تیهو در منطقه مورد مطالعه همبستگی مستقیم و معنی‌داری دیده شد. در بافت پر بیشترین میزان همبستگی بین فلزات مس و سرب و بین فلز روی و مس وجود داشت. در پوسته‌ی تخم بیشترین ارتباط بین فلزات مس و سرب و بین فلزات مس و روی و کمترین همبستگی بین کادمیم و سرب مشاهده گردید. بر اساس نتایج مقایسه میانگین فلزات سنگین، میزان فلزات اندازه‌گیری شده در پوسته تخم به‌طور معنی‌داری کمتر از میزان فلزات اندازه‌گیری شده در بافت پر بود، که نشان دهنده توانایی بالای پر به عنوان شاخص زیستی مناسب برای سنجش آلودگی فلزات سنگین می‌باشد. به‌طورکلی این مطالعه نشان می‌دهد که پرها و پوسته‌ی تخم تیهو می‌توانند به عنوان یک شاخص مفید برای آلودگی هوای محلی استفاده شوند.

واژگان کلیدی: مس، سرب، روی، کادمیوم، See-see Partridge ، شاخص‌های زیستی، پلدختر

مریم رشنونژاد[۱]
نسرین قرهی[۲*]
فاطمه احمدی‌پور[۳]
الهام قهساره اردستانی[۴]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.
۲ .دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.
۳ .مربی گروه ایمنی، بهداشت، محیط زیست، دانشگاه علمی کاربردی آریا گچ پلدختر، لرستان.
۴. دانشیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.

*** نویسنده مسئول مکاتبات**
nasrin.gharahi@sku.ac.ir
na_gharahi@yahoo.co.uk

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۸
این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشجو می‌باشد.

مقدمه

مطالعات نشان داده‌اند که در دو دهه‌ی گذشته، افزایش کارخانجات و فعالیت‌های کشاورزی و غیرصنعتی سبب فشارهای محیطزیستی فراوان شده است که تهدیدی برای خاک و رسوبات، اکوسیستم‌های آبی، آبزیان و بافت‌های گوناگون در پرندگان شده است (Pandiyan *et al.*, 2020). در میان آلاینده‌های محیط زیست، فلزات سنگین با توجه به منابع تولید متعدد و پایداری در محیطزیست به عنوان یک ریسک و خطر برای انسان و حیات وحش تلقی می‌شوند. عناصر سنگین اگر به مقادیر غیرطبیعی وارد بدن جاندار شوند سبب مشکلات قابل توجهی می‌شود که برای موجودات زنده ایجاد خطر می‌کنند (Kaur *et al.*, 2014). فلزات سنگین گروه اصلی آلاینده‌های معدنی هستند که می‌تواند هم منشا طبیعی و هم انسانی داشته باشد. فلزات سنگین از پوسته‌ی زمین سرچشمه می‌گیرند از این رو وقوع طبیعی آنها در خاک صرفاً محصول روند هوازدگی است. مساحت قابل توجهی از زمین‌ها به دلیل استفاده از لجن یا کمپوست شهری، سموم دفع آفات، کودها و انتشار زباله‌های شهری، پسماندهای زباله‌های شهری، پسماندهای معادن فلزی و صنایع ذوب آلوده به آن‌ها هستند. این فلزات

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

سنگین پایدار و تجمع‌پذیر هستند و به راحتی در محیط تجزیه نمی‌شوند یا به راحتی متابولیزه نمی‌شوند. چنین فلزاتی از طریق جذب در سطح تولیدکننده‌ی اولیه و سپس از طریق مصرف در زنجیره‌ی غذایی اکولوژیکی تجمع می‌کنند. غلظت‌های سمی فلزات سنگین سبب تأثیرات خطرناک جهش‌زایی و سرطان‌زایی در بدن موجودات زنده و همچنین سبب آشفتگی‌های فیزیولوژیکی و کاهش فعالیت تولیدمثلی می‌شود و این اثرات نیز موجب زوال زیستی می‌گردد. تاثیرات فلزات سنگین بر روی محیط‌زیست می‌تواند تهدیدی جدی برای پایداری اکوسیستم‌ها باشد. با گسترش حساسیت‌های عمومی راجع به آلودگی محیط‌زیست، نیاز فزاینده‌ای به ارزیابی، پایش و درمان آسیب‌های اکولوژیکی وجود دارد (Ashkoo *et al*., 2020). تجزیه و تحلیل خاک، آب و هوا به تنهایی، برای ارزیابی قابلیت دسترسی و پتانسیل سمیت آلاینده‌ها برای انسان و حیات وحش کافی نیست. لذا از گونه‌های حیات‌وحش به عنوان شاخص‌های زیستی سلامت محیط‌زیست و در پیش‌بینی پیامدهای بوم‌شناسی ناشی از ورود آلاینده‌ها به محیط‌زیست و نیز برای پایش بخش قابل دسترسی زیستی آلودگی فلزات سنگین و عواقب بالقوه خطرناک آن‌ها استفاده می‌شود. تجزیه و تحلیل آلاینده‌های محیط‌زیستی در موجودات زنده نتایج معتبرتری نسبت به تجزیه و تحلیل در محیط‌های غیرزنده به دست می‌دهد. این به دلیل این است که موجودات زنده اطلاعات دقیق‌تری را در مورد فراهمی زیستی و همچنین انتقال زیستی آلاینده‌ها به ما می‌دهند. در واقع شاخص‌های زیستی (bioindicators)، موجودات زنده یا جوامعی از موجودات زنده است که به تأثیرات محیطی با تغییر فرایندهای زیستی یا تغییر در ترکیبات شیمیایی خود واکنش نشان می‌دهند. گونه‌هایی که می‌توان به عنوان شاخص زیستی انتخاب کرد شامل پرندگان و پستانداران زمینی، دوزیستان، ماهی‌ها، پرندگان، پستانداران دریایی و خزندگان می‌باشد (اخوان قالی باف و همکاران، ۱۳۹۶). مطالعات اولیه پایش آلاینده‌ها سبب علاقمندی زیاد در استفاده از پرندگان به عنوان پایش الگوی جغرافیایی، تاریخی و جهانی آلودگی فلزات سنگین در محیط‌زیست شده است (Swaileh and Sansur, 2005). پرندگان با داشتن حساسیت زیاد نسبت به عوامل آلاینده انسانی، و به دلیل اینکه بیشتر آن‌ها در بالای زنجیره غذایی قرار می‌گیرند، اغلب به عنوان نشانگرهای زیستی آلودگی محیطی استفاده می‌شوند (Hamza *et al*, 2021). پرندگان علاوه بر اینکه قادر هستند شبکه‌های غذایی محلی را پایش کنند، همچنین در صورت مهاجرت می‌توانند برای مقایسه غلظت فلزات در مناطق مختلف نیز مورد استفاده قرار گیرند (Wei Zhang and Zhang Ma, 2011). تحقیقات بسیاری غلظت فلزات سنگین را در بافت‌های گوناگون و اندام‌های گونه‌های متفاوت، پرها، تخم‌ها، خون، پوسته‌ی تخم و نمونه‌های کبد و کلیه پرندگان مهاجر ارزیابی کرده است (Pandiyan, 2020). اما امروزه با توجه به اخلاق محیط‌زیستی، ابزارهای غیرکشنده پایش زیستی از قبیل آنالیز پرها، تخم‌ها، پوسته‌ی تخم و خون به عنوان یک شاخص زیستی برای ارزیابی آلودگی، بویژه فلزات سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hashmi *et al*., 2013; Pandiyan, 2020). مطالعات نشان داده است علاوه بر پر پرنده، تخم پرنده نیز در زمان تولید مثل می‌تواند حاوی مقادیری از انواع فلزات سنگین باشد (Mora, 2003). بنابراین، پر ریزی و تخم‌گذاری پرندگان به عنوان دو مکانیسم مهم میزان آلاینده‌های وارد شده به بدن پرنده را تعدیل می‌نمایند. گرچه پر ریزی ممکن است خطری برای پرنده در پی نداشته باشد، اما تخم‌گذاری سبب انتقال آلاینده به جنین شده و در آینده نسل پرنده را در معرض تهدید قرار خواهد داد (Burger and Gochfeldt, 2004). غلظت فلزات سنگین در پوسته‌ی تخم به مقدار غلظت فلزات سنگین در خون و اندام‌های گوناگون پرنده مربوط می‌باشد و می‌توان با بررسی و مطالعه آنها غلظت فلزات سنگین را در موقعیت و زمان‌های گوناگون مورد مطالعه قرار داد. همچنین استفاده از تخم پرنده موجب تلفات کم پرنده و مقدار فلز سنگین مورد مطالعه می‌شود (Ashkoo et al., 2020). پرهای پرنده را می‌توان یک ابزار غیر مخرب در مطالعات محیط‌زیستی در نظر گرفت و با پتانسیل بالایی که برای ارزیابی سلامت اکولوژیکی اکوسیستم محلی دارند، می‌توان به عنوان یک ابزار غیر مخرب زیست پایش استفاده شوند (Malik and Zeb, 2009). پر را به عنوان یک شاخص برای پایش به راحتی می‌توان به‌دست آورد و همچنین برای مدت زیادی در طبیعت قابل مشاهده هستند، بنابراین پر برای مطالعه طولانی مدت مفید است. همچنین تعداد زیادی از نمونه‌های پر پرندگان در طبیعت وجود دارد که با نمونه‌برداری آن‌ها، آسیب کمتری به جمعیت و تولید مثل پرندگان وارد می‌شود. غلظت فلزات سنگین در پر پرنده نشان‌دهنده تجمع آن‌ها از طریق رژیم غذایی و محیط زندگی آن پرنده است. پرهای پرندگان از نظر شیمیایی و فیزیکی پایدار هستند، در برابر حرارت و فرسودگی

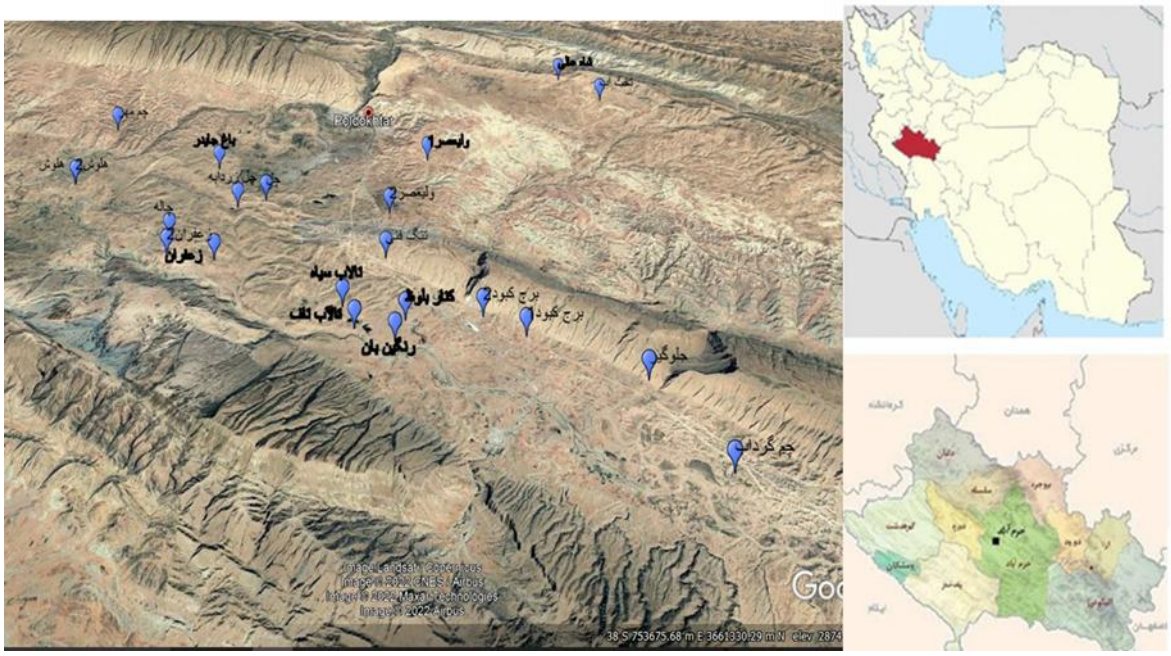
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

مقاوم بوده و بنابراین به راحتی در طول زمان ذخیره و نگه‌داری می‌شـــوند. بر خلاف خون، که منعکس کننده مواجهه‌ی کوتاه مدت پرنده با فلزات کمیاب است، سطوح فلزات کمیاب در پرها منعکس کننده مواجهه طولانی مدت است. زیرا تجمع فلزات کمیاب در طول رشد پر ادامه دارد، بنابراین، پرها به عنوان یک بایگانی برای ترکیبات تجمعی زیسـتی مبتنی بر مواد غذایی عمل می‌کنند. پوسـته‌ی تخم همچنین به‌طور گسـترده برای نظارت بر تجمع فلزات در پرندگان اسـتفاده شـده اسـت (Hamza *et al*., 2021). اسـتفاده از پر و پوسـته‌ی تخم به عنوان روش‌های غیر مخرب پایش زیسـتی بویژه در گونه‌های کمیاب و در معرض خطر انقراض بسـیار حائز اهمیت اسـت (Matache *et al*., 2016). با توجه به اهمیت تالاب ولیعصر در شهرستان پلدختر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های تیهو (See-see partridge)، دراین مطالعه جهت بررسی آلودگی شهر پلدختر، میزان فلزات سنگین در پوسته‌ی تخم و پر تیهو با نام علمی *Ammoperdix griseogular*is به‌عنوان شاخص زیستی استفاده شد. مهم‌ترین منابع آلاینده در این شهرستان آلودگی ناشی از ذرات معلق، صنایع کارخانه‌ای (بیشتر صنایع ساختمانی مانند کارخانه شن، ماسه، سیمان و گچ)، مراکز صنعتی و شهرک‌های صنعتی مجاور، چاه‌های نفت و گاز، قرار گرفتن در مسیر جاده‌های ترانزیتی که اغلب نفت و فراورده‌های پالایشگاه‌ها را منتقل می‌کنند و همچنین استفاده از انواع علف‌کش‌ها، سموم، آفت‌کش‌ها و هورمون‌ها در بخش کشاورزی می‌باشد که موجب افزایش احتمال بار آلودگی این منطقه گردیده است. بنابراین پایش زیستی برای آگاهی از سلامت محیط‌زیست منطقه مورد مطالعه امری واجب به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

شهرستان پلدختر در قسمت غرب شهرستان خرم‌آباد به فاصله حدود صد کیلومتری آن واقع شده است. این شهرستان در بین ۲۲ دقیقه و ۴۸ درجه تا ۲۵ دقیقه و ۴۷ درجه طول جغرافیایی و ۳۰ دقیقه و ۳۳ درجه تا ۳۷ دقیقه و ۳۲ درجه عرض جغرافیایی قرار گرفته است. از نظر آب و هوایی این شهرستان یک اقلیم نیمه‌خشک کوهستانی را داراست با زمستان سرد و مرطوب و و تابستان گرم و خشک (اقلیم مدیترانه‌ای) در میان رشته کوه‌های زاگراس قرار گرفته است (شهرداری پلدختر، ۱۴۰۰). تیهو از راسته‌ی ماکیان‌سانان و تیره‌ی قرقاولان بوده که زیستگاه طبیعی آن ترکیه، سوریه و عراق و ایران است. این پرنده معمولا تپه‌ها و کوهستان‌های خشک و نیمه‌خشک، مناطق باز سنگی و دامنه‌های صخره‌ای در ارتفاعات کم را به عنوان زیستگاه برمی‌گزیند و از دره‌های تنگ و عمیق، پرتگاه‌ها، کشتزارها و درختزارهای متراکم دوری می‌کند. پرنده‌ای اجتماعی است و اغلب در دسته‌های کوچک تا متوسط دیده می‌شود. اوایل صبح و هنگام غروب فعال‌تر است. جوجه‌آوری از اوخر فروردین و به طور منزوی، گاهی همراه با یک یا دو جفت دیگر، در شیب‌های صخره‌ای و شنی با پوشش گیاهی پراکنده آغاز می‌شود (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵). جمعیت جهانی گونه بین ۱۵۰۰۰ تا ۲۴۲۰۰۰ تخمین زده شده است. بر اساس معیارهای مورد نظر IUCN جمعیت گونه پایدار در نظر گرفته شده است. به طور معمول ۶ تا ۹ تخم می‌گذارد. لانه بر روی زمین در مکانی که توسط علف‌ها یا سنگ‌ها محافظت شده باشد ساخته می‌شود. این گونه از شاخه‌ها، برگ‌ها، دانه‌ها و توت‌ها و همچنین حشرات تغذیه می‌کند، معمولا ساکن است و مهاجرتی ندارد (Bird Life International, 2016). با توجه به پراکنش تیهو درمحدوده‌ی تالاب‌های ولیعصر در جنوب غربی شهرستان پلدختر، نمونه‌برداری از پوسته‌ی تخم و پر پرنده در منطقه به طور تصادفی و تقریبا از کل منطقه انجام شد. بدین منظور از ۲۵ مکان نمونه پوسته‌ی تخم و از ۱۶ مکان نمونه پر تیهو ازلانه‌های موجود نمونه‌برداری شد (شکل ۱). نمونه‌برداری از پوسته‌ی تخم و پر پرنده در فروردین ماه ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ صورت گرفته است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و پراکندگی نقاط نمونه‌برداری شده پوسته‌ی تخم و پر تیهو (*Ammoperdix griseogularis*) در منطقه مورد مطالعه (Google Earth Pro)

در ابتدا نمونه‌های پر و پوسته‌ی تخم سه بار با استون شسته شدند تا آلودگی خارجی (گل و لای، مدفوع، باقیمانده‌ی زرده و غیره) را به حداقل برساند. سپس با آب مقطر شستشو داده، پرها و پوسته‌های تخم با آب دیونیزه شسته شدند. سپس نمونه‌ها خشک و با استفاده از هاون چینی همگن شدند (Hamza *et al*., 2021). پس از خرد کردن نمونه‌های خشک شده به وسیله هاون چینی، از هر نمونه از پوسته‌ی تخم به میزان نیم گرم ماده‌ی خشک به کمک ترازوی دیجیتال با میزان دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین شده و فرآیند هضم شیمیایی با اضافه کردن اسید نیتریک و با استفاده از دستگاه هاضم در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت (Hajeb *et al*., 2009). سپس نمونه‌ها خنک شده و در مرحله بعد از کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون عبور داده شده و به بالن‌های درجه‌بندی شده انتقال داده شدند. با استفاده از آب دو بار تقطیر حجم نمونه‌ها به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. در نهایت نمونه‌ها به ظروف پلی اتیلنی منتقل و تا زمان انجام آنالیزها در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. برای آماده‌سازی نمونه‌های پر ابتدا جهت اندازه‌گیری غلظت آن‌ها، نیم گرم از هر یک از نمونه‌ها توزین شد و با افزودن ۷/۵ سی‌سی اسید نیتریک ۶۵ درصد و ۲ سی‌سی هیدروژن پراکسید، هضم نمونه‌ها در دمای حدود ۱۲۰ (۹۰ تا ۱۲۰) درجه‌ی سانتی‌گراد تا شفاف شدن کامل نمونه صورت گرفت. پس از سرد شدن نمونه‌ها، فیلتر کردن نمونه با کاغذ فیلتر ۴۲ میکرون انجام شد و نمونه‌ها با بالون ژوژه به حجم ۲۵ سی‌سی رسانده شدند. نمونه‌ها در نهایت به ظروف پلی‌اتیلنی منتقل و تا زمان شروع قرائت، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شدند. قرائت میزان فلزات در نمونه‌های محلول توسط دستگاه اسپکترومتری MP-AES 4100: Microwave atomic emission spectroscopy, Agilent, Australia انجام شد.

در ابتدا داده‌ها از نظر عدم وجود ناهمگنی مانند مقادیر پرت کنترل شدند. جهت آزمودن فرضیه صفر برابر بودن میانگین‌های پارامترهای مورد مطالعه آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و آنگاه به منظور مقایسه میانگین‌ها بین تیمارها، از آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل نتایج از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده گردید.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

نتایج

غلظت فلزات سنگین در پوسته‌ی تخم و پر پرنده‌ی تیهو (*Ammoperdix griseogularis*) میزان غلظت فلزات کادمیم (Cd)، مس (Cu)، سرب (Pb)، روی (Zn) در نمونه‌های بافت پر و پوسته‌ی تخم پرنده‌ی تیهو در جدول ۱ نشان داده شده است.

مطابق داده‌های بدست آمده (جدول ۱) بیشترین و کمترین غلظت فلز کادمیم در نمونه‌های پر پرنده تیهو به‌ترتیب ۰/۸ و ۳ میکروگرم بر گرم بود. دامنه تغییرات غلظت فلز مس در نمونه‌های پر پرنده‌ی تیهو ۷ تا ۱۳/۸ میکروگرم بر گرم بود. میانگین غلظت فلز سرب و روی در نمونه‌های پر پرنده تیهو در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب ۶/۹ ± ۵۵/۵ میکروگرم بر گرم و ۳۴ ± ۲۶/۱ میکروگرم بر گرم بود.

میانگین غلظت فلز سرب و روی در پوسته‌ی تخم تیهو به ترتیب ۳/۲۴ ± ۱/۱۹ و ۳/۰۵ ± ۱/۱۴ میکروگرم بر گرم بود. فلز مس با غلظت ۵/۳۶ ± ۱/۲۲ میکروگرم بر گرم از بیشترین مقدار برخوردار بود، در حالی که فلز کادمیم با غلظت ۰/۶ ± ۰/۶ میکروگرم بر گرم از پایین‌ترین مقدار برخوردار بود.

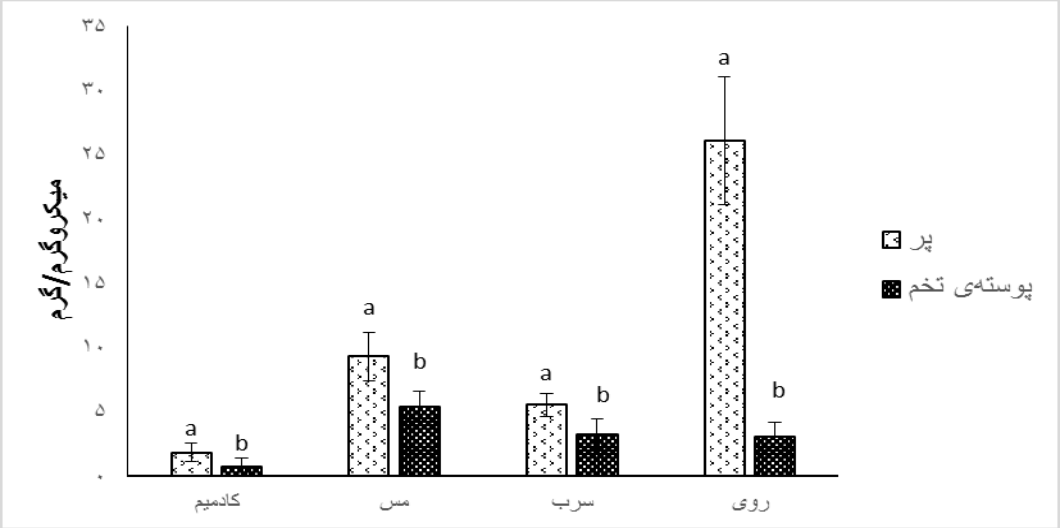
همانطور که در جدول۲ مشهود است مقایسه غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های پر تیهو به صورت روی > مس > سرب > کادمیم بود. بنابراین در بین فلزات مورد مطالعه، فلز روی بالاترین مقدار و فلز کادمیم کمترین مقدار را در نمونه‌های پر داشت. ترتیب غلظت فلزات در نمونه‌های بدست آمده از پوسته‌ی تخم به صورت مس > سرب > روی > کادمیم بود که در نمونه‌های پوسته‌ی تخم فلز مس بیشترین غلظت و فلز کادمیم کمترین غلظت را نشان دادند

جدول ۱: غلظت فلزات سنگین (میکروگرم بر گرم) در بافت پر و پوسته‌ی تخم تیهو (*Ammoperdix griseogularis*)

عنصر (میکروگرم بر گرم)	**تعداد نمونه**	**بیشینه**	**کمینه**	**میانگین**	**انحراف معیار**
بافت پر					
کادمیوم (Cd)	۱۶	۰/۸	۳	۱/۸۴	۰/۷۵
مس (Cu)	۱۶	۷/۰	۱۳/۸	۹/۳	۱/۹۴
سرب (Pb)	۱۶	۳/۷	۶/۹	۵/۵۵	۰/۹۲
روی (Zn)	۱۶	۱۸	۳۴	۲۶/۱	۵/۰۳
پوسته‌ی تخم					
کادمیوم (Cd)	۲۵	< ۰/۱۹	۲/۲	۰/۶۳	۰/۶
مس (Cu)	۲۵	۴	۸	۵/۳۵	۱/۲۲
سرب (Pb)	۲۵	۲	۶/۱	۳/۲۴	۱/۱۹
روی (Zn)	۲۵	۱/۹	۵/۲	۳/۰۵	۱/۱۴

مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در پوسته‌ی تخم و پر تیهو در شکل ۱ نشان داده شده است. غلظت کادمیم در بافت پر و پوسته‌ی تخم به ترتیب ۱/۸۴ و ۰/۶۳ میکروگرم بر گرم بود و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده شد ($P<0.05$). فلز مس با غلظت ۹/۳ میکروگرم بر گرم در بافت پر تیهو اختلاف معنی‌داری را با غلظت فلز مس در پوسته‌ی تخم (۵/۳۵، $P<0.5$) نشان داد. پوسته‌ی تخم با داشتن غلظت فلز سرب ۳/۲۴ میکروگرم بر گرم اختلاف معنی‌داری را با غلظت فلز سرب (۵۵/ میکروگرم بر گرم ۵) در بافت پر نشان داد ($P<0.05$). همچنین اختلاف معنی‌داری بین غلظت فلز روی در بافت پر و پوسته‌ی تخم مشاهده شد (شکل ۲). به طور کلی، مقایسه فلزات سنگین در بافت پر و پوسته‌ی تخم تیهو در منطقه مورد مطالعه نشان داد که بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0.05$). همچنین نتایج نشان داد که تمامی فلزات سنگین مورد مطالعه در بافت پر از غلظت بالاتری برخوردار بودند.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]



شکل ۲- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیم (Cd)، مس (Cu)، سرب (Pb)، روی (Zn) در بافت پر و پوسته‌ی تخم تیهو (*Ammoperdix griseogularis*) (حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار است، $p<0.05$).

نتایج در جدول (۲) نشان داد که بین غلظت فلز سرب در بافت پر و پوسته‌ی تخم تیهو در منطقه مورد مطالعه همبستگی مستقیم و معنی‌داری وجود دارد. در حالی که برای فلزات کادمیم، مس و روی چنین نتیجه‌ای یافت نشد.

جدول۲: همبستگی بین فلزات سنگین در بافت پر و پوسته‌ی تخم تیهو (*Ammoperdix griseogularis*)

عنصر	ضریب تعیین R^2	Sig. 2tailed
کادمیم	-۰/۰۲	۰/۶
مس	۰/۱	۰/۲۸
سرب	۰/۳	۰/۰۴۸
روی	-۰/۲	۰/۱۳

نتایج حاصل از همبستگی (ضریب تعیین R2) بین فلزات سنگین در بافت پر درجدول (۳) نشان داده شده است. بر اساس جدول ۳ در بافت پر بیشترین میزان همبستگی بین فلزات مس و سرب و بین فلز روی و مس وجود داشت. در مورد پوسته‌ی تخم بیشترین ارتباط بین فلزات مس و سرب با ضریب تعیین ۰/۶۹ و بین فلزات مس و روی با ضریب تعیین ۰/۵۸ و کمترین همبستگی بین کادمیم و سرب با ضریب تعیین ۰/۰۱۲۷ مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۳: ضریب تعیین R2 بین غلظت فلزات سنگین در بافت پر

عنصر	روی	مس	سرب	کادمیوم
روی	۱			
مس	۰/۳۴۵*	۱		
سرب	۰/۳۳۳	۰/۴۳۹*	۱	
کادمیوم	۰/۲۰۹	۰/۳۲۳	۰/۰۶۱	۱

*همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

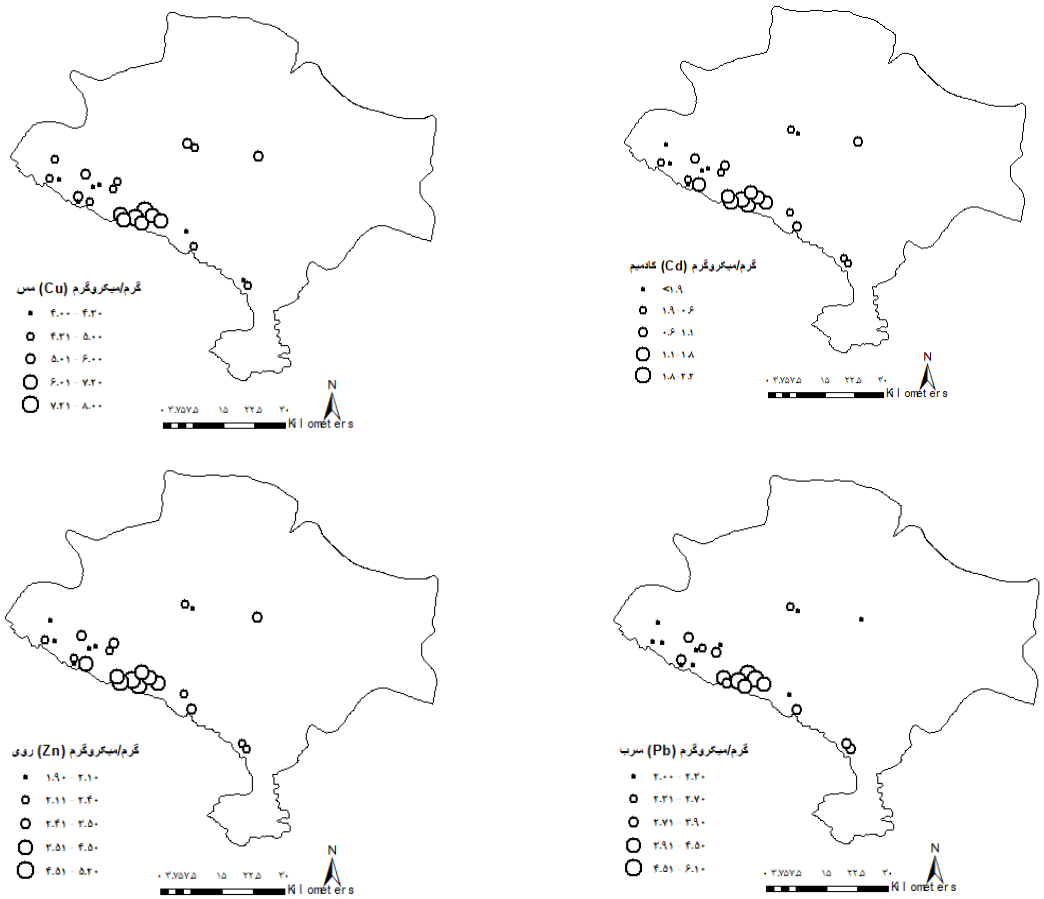
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

جدول ۴: ضریب تعیین R2 بین غلظت فلزات سنگین در پوسته‌ی تخم

عنصر	روی	مس	سرب	کادمیوم
روی	۱			
مس	۰/۵۸*	۱		
سرب	۰/۴۳۸۶	۰/۶۹۹۲*	۱	
کادمیوم	۰/۴۴۲۲	۰/۲۳۳۴	۰/۰۱۲۷	۱

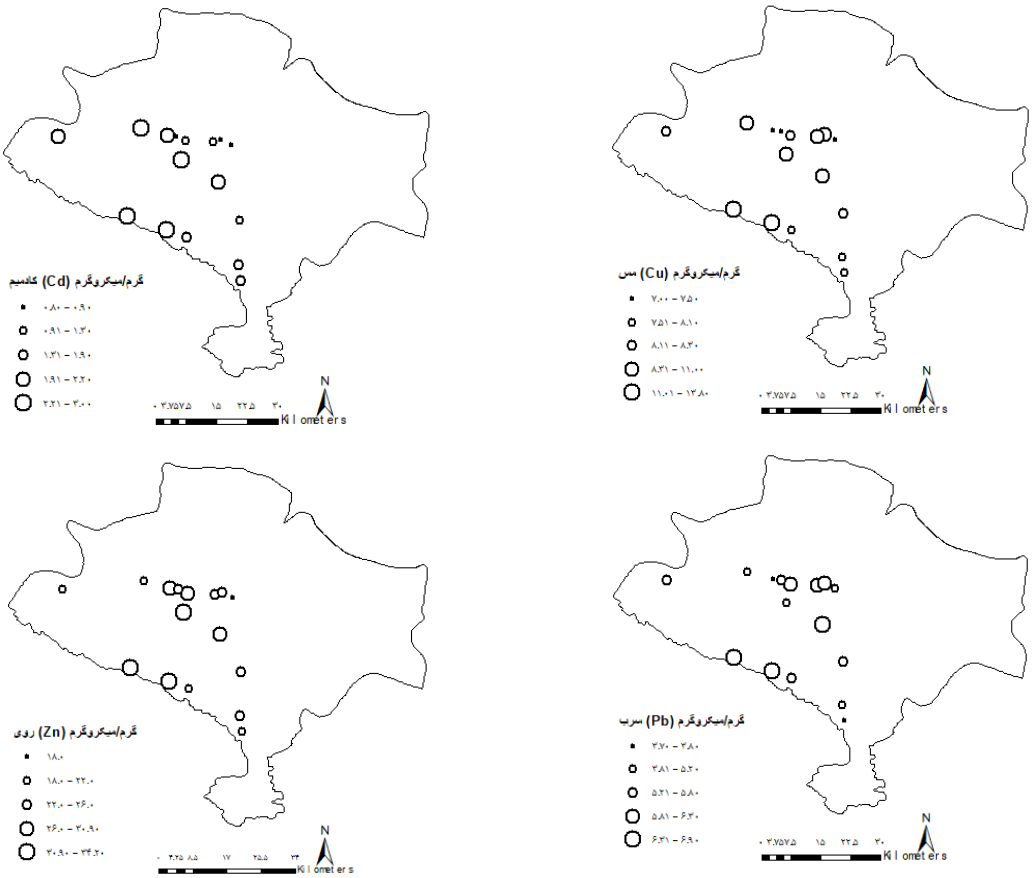
*همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

پراکندگی فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در نقاط نمونه‌برداری شده بافت پر و پوسته‌ی تخم تیهو در منطقه مورد مطالعه در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است. نتایج مطالعه پراکندگی مکانی آلاینده‌های کادمیم، مس، سرب و روی از طریق بافت پر و پوسته‌ی تخم در شهرستان پلدختر توانست به خوبی این اختلاف توزیع آلودگی در منطقه‌ی مورد مطالعه را نشان دهد. به طور کلی نتایج آنالیزهای آماری و نقشه‌ی پراکندگی فلزات سنگین کادمیم، سرب، مس و روی در نمونه‌های پوسته‌ی تخم نشان‌دهنده‌ی بیشترین غلظت فلزات سنگین در ناحیه جنوب غربی منطقه مورد مطالعه بود. نقشه پراکندگی فلزات سنگین کادمیم، سرب، مس و روی در نمونه‌های پر نشان دهنده‌ی روند مشخصی در منطقه‌ی مورد مطالعه نبود و همچنین روند تغییرات آلودگی پر به چهار فلز سنگین در منطقه مورد مطالعه یکسان بود.



شکل ۳- پراکندگی عنصر کادمیم، مس، سرب و روی در پوسته‌ی تخم تیهو (*Ammoperdix griseogularis*) در منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]



شکل ۴- پراکندگی عنصر کادمیم، مس، سرب و روی در بافت پر تیهو (*Ammoperdix griseogularis*) در منطقه مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق میزان غلظت فلزات سنگین کادمیم، مس، سرب و روی در پر و پوسته‌ی تخم تیهو در شهرستان پلدختر مورد مطالعه قرار گرفت. در ۱۶ مکان، نمونه‌های پر و در ۲۵ مکان نمونه‌ای پوسته تخم از منطقه جنوب غربی شهرستان پلدختر با توجه به پراکنش تیهو درمحدوده تالاب‌های ولیعصر جمع‌آوری شدند . میزان فلزات اندازه‌گیری شده در پوسته‌ی تخم به طور معنی‌داری کمتر از میزان فلزات اندازه‌گیری شده در بافت پر بود. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که فلز سرب در پرها می تواند تا حدی به دلیل آلودگی مستقیم خارجی روی سطح پر باشد (Burger, 1993; Dauwe *et al*., 2002; Nowrozi *et al*., 2012; Durkalec *et al*., 2022; García-Cegarra and Martínez-López, 2023) کادمیوم و سرب جزو عناصر غیر ضروری و بسیار سمی در محیطزیست هستند. حتی مقدار کم آن‌ها نیز مهم می‌باشد و باید از انتقال و انتشار آن‌ها در محیطزیست جلوگیری کرد. غلظت سرب بالاتر از حد آستانه خطر (۴ میکروگرم بر گرم) در پرها باعث اثرات کشنده و تولید مثلی و اختلال در رشد پرنده خواهد شد (Abdullah *et al*., 2014). در این مطالعه، غلظت سرب در پر با دامنه ۳/۷ تا ۶/۹ (میکروگرم بر گرم) و با میانگین ۵/۵۵ (میکروگرم بر گرم) بود. در این پژوهش، میانگین غلظت سرب بیش از ۴ میکروگرم بر گرم در پرهای تیهو بود اما، میزان فلز سرب اندازه‌گیری شده در این تحقیق کمتر از مطالعات دیگران بود. میانگین غلظت فلز سرب در این تحقیق ۵/۵۵ (میکروگرم بر گرم) اندازه‌گیری شد که نسبت به میانگین غلظت سرب (۱۹/۸۸ میکروگرم بر گرم) در پر قمری خانگی در یزد (اخوان قالی‌باف و همکاران، ۱۳۹۶)، غلظت سرب ۰/۶ تا ۲۰ (میکروگرم بر گرم) در پر کبوتر کره‌ی جنوبی (Nam *et al*.,

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

2004)، اسلواکی، برزیل و فرانسه (Franz *et al*., 2012) کمتر بود. میانگین غلظت فلز سرب در این تحقیق نسبت به میانگین غلظت سرب ۶/۸۸ (میکروگرم بر گرم) در پر پرندگان خشکی‌زی در خوزستان (اکاتی و همکاران، ۱۳۹۸) و میانگین غلظت سرب ۵/۴ (۲/۹-۱۲/۶ میکروگرم بر گرم) در پر تیهو در منطقه هرمود (Nowrozi *et al*., 2012) مشابه بود. میانگین غلظت بالای سرب از حد آستانه خطرناک در پرها در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که محیط آلوده به سرب است که می‌تواند ناشی از آلودگی‌های ذرات معلق، صنایع کارخانه‌ای (بیشتر صنایع ساختمانی مانند کارخانه شن، ماسه، سیمان و گچ)، مراکز صنعتی و شهرک‌های صنعتی مجاور، چاه‌های نفت و گاز، پالایشگاه‌ها، قرار گرفتن در مسیر جاده‌های ترانزیتی که اغلب نفت و فراورده‌های پالایشگاه‌ها را منتقل می‌کنند، باشد. مانند سایر مطالعات، (Hamidian *et al*., 2023) این تحقیق نشان می‌دهد که می‌توان از پرها برای نشان دادن آلودگی جوی محلی استفاده کرد. میانگین غلظت کادمیم در نمونه‌های پر در این مطالعه ۱/۸۴ (میکروگرم بر گرم) بود که پایین‌تر از حد استانه خطر (۲ میکروگرم بر گرم) برای پرندگان است. میانگین غلظت فلز کادمیم در این تحقیق نسبت به میانگین غلظت کادمیم ۱/۹ (۰/۸-۳/۲ میکروگرم بر گرم) در پر تیهو در منطقه هرمود (Nowrozi *et al*., 2012) مشابه بود. میانگین غلظت کادمیم (۵/۵۵ میکروگرم بر گرم) اندازه‌گیری شده در این مطالعه نسبت به میانگین غلظت کادمیم (۰/۸۷ میکروگرم بر گرم) در پر قمری خانگی در یزد (اخوان قالی‌باف و همکاران، ۱۳۹۶)، غلظت کادمیم ۳ (میکروگرم بر گرم) در پر کبوتر کره‌ی جنوبی (Nam et al., 2004) و غلظت کادمیم ۰/۲۵ (میکروگرم بر گرم) در پر پرندگان خشکی‌زی در خوزستان (اکاتی و همکاران، ۱۳۹۸) بیشتر بود. عنصر کادمیوم عنصری غیر ضروری است که اثرات متفاوتی روی میکروارگانیسم‌ها، جانوران و گیاهان دارد، هرچند پرندگان نسبت به اثرات سمی آن در مقایسه با سایر موجودات مقاوم‌تر خواهند بود. عناصر ضروری مانند مس و روی برای متابولیسم ضروری هستند، اما زمانی که غلظت آنها در ارگانیسم بیش از حد شود، می‌توانند اثرات نامطلوبی ایجاد کنند. میانگین غلظت مس و روی در نمونه‌های پر به ترتیب ۹/۳ و ۲۶/۱ (میکروگرم بر گرم) بود. غلظت مس اندازه‌گیری شده در پر در این مطالعه مشابه غلظت مس در پر پرنده تیهو (۹/۷ میکروگرم بر گرم)، در پر پرنده کبک (۹/۸ میکروگرم بر گرم) و در پر پرنده کبوتر سنگی (۱۰/۴ میکروگرم بر گرم) در منطقه هرمود (Nowrozi *et al*., 2012) بود. به طور کلی، پرندگان بخش کوچکی از مس و سایر فلزات را حفظ می‌کنند. اثرات کشنده مقادیر زیاد مس و روی بر پرندگان شامل تأخیر در رشد، نازک شدن پوسته‌ی تخم و تغییر در رفتار می‌باشد(Bryan and Langston,1992). پرندگان علاوه بر پر، قادر به دفع فلزات سنگین از راه تخم‌گذاری هستند (Burger and Gochfeldt, 2004). به همین دلیل همانطور که در بخش موارد و روش‌ها و نتایج به آن اشاره شد غلظت چهار فلز سنگین مورد مطالعه در پوسته‌ی تخم تیهو بررسی شد. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تمام فلزات سنگین در پر و پوسته‌ی تخم مشاهده شد و تمامی فلزات در پوسته‌ی تخم از غلظت کمتری نسبت به پر برخوردار بودند. همچنین نتایج نشان داد که به غیر از فلز سرب، بین فلزات مورد مطالعه در پر و پوسته‌ی تخم همبستگی مستقیم و معنی‌داری وجود ندارد. مطالعات در جانداران نشان داده است که فلز سرب قادر به تجمع در بافت‌های کلسیمی مانند صدف بی‌مهرگان، استخوان و پوسته‌های سخت‌پوستان است (Burger *et al*., 2009) و به این ترتیب فلزات سنگینی که در پوسته‌ی تخم ذخیره می‌شوند در بدن پرنده کاهش می‌یابد و به نسل بعدی انتقال نمی‌یابد و عملا از زنجیره غذایی حذف می‌شود. در مطالعه (Mora ,2003) و هاشمی و همکاران (۱۳۹۵) غلظت فلزات سنگین در پوسته‌ی تخم پرنده بالاتر از غلظت آن‌ها در محتویات داخل تخم است. در حالی که در مطالعه Burger و همکاران (۱۹۹۳) گزارش شده است که غلظت فلزات سنگین سرب، جیوه، سلنیوم و کروم در محتویات تخم بالاتر از غلظت آن‌ها در پوسته‌ی تخم است و غلظت کادمیم در پوسته‌ی تخم غلظت بالاتری را نسبت به محتویات تخم دارد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که غلظت فلزات سنگین در پر نسبت به پوسته‌ی تخم تیهو از مقدار بالاتری برخوردار است. نتایج بدست آمده با توجه به اینکه پرها دارای پروتئین سولفوردار هستند که این پروتئین سبب تجمع فلزات سنگین در این بافت می‌شوند (Burger *et al*., 2009; Yao *et al*., 2023)، قابل قبول است. تفاوت در تجمع فلزات بین پر و پوسته‌ی تخم در بسیاری از مطالعات گزارش شده است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. برای مثال Burger و همکاران (۱۹۹۳) بالاترین غلظت فلزات سنگین را در پر پرنده نسبت به تخم گزارش دادند. Metcheva و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که بالاترین غلظت فلزات سنگین در بافت پر پرندگان نسبت به تخم در جزیره Livingston است. مطالعات انجام شده بر روی

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

برخی پرندگان تالاب شادگان نشان داد که بالاترین غلظت جیوه در بافت پر تجمع دارد (Zamani-Ahmadmahmoodi *et al*., 2010). مطالعه غلظت جیوه در بافت‌های مختلف پرنده کاکایی پازرد در بندر ماهشهر و شادگان نشان داد که بالاترین سطح از فلز جیوه در بافت پر تجمع می‌یابد. باید توجه داشت که غلظت سرب بالاتر از حد آستانه خطر (۴ میکروگرم بر گرم) در پرندگان آثار مخرب و شدیدی بر فرایندهای تولید مثلی، عصبی و اختلال در رشد پرنده بر جای می‌گذارد. از آنجایی که فعالترین صنعت منطقه مورد مطالعه مراکز صنعتی و شهرک‌های صنعتی مجاور تالاب‌های ولیعصر، چاه‌های نفت و گاز و مینی پالایشگاه است، می‌تواند عاملی برای ورود سرب به بدن و به دنبال آن در تخم پرندگان منطقه باشد و صدمات جبران ناپذیری به ذخایر این موجودات وارد گردد. به‌طور کلی میزان فلزات اندازه‌گیری شده در پوسته‌ی تخم به‌طور معنی‌داری کمتر از میزان فلزات اندازه‌گیری شده در بافت پر بود، که نشان می‌دهد که پر پرنده محل بهتری برای دفع آلاینده‌ها است. سرب نیز به علت تمایل زیاد به کلسیم در پوسته‌ی تخم از مقدار بیشتری نسبت به کادمیم برخوردار بود. اگرچه فلزات روی و مس از غلظت بیشتری برخوردار بودند، اما نگرانی بیشتر مربوط به فلز سرب است. فلز سرب برای موجودات، غیرضروری محسوب شده و در غلظت‌های خیلی پایین نیز دارای اثرات سمی است. در این مطالعه میانگین غلظت سرب در پر بالاتر از حد استاندارد بود. پر تیهو می‌تواند اندام مناسب‌تری برای پایش زیستی سرب باشد و با توجه به فعالیت صنعتی و پتروشیمی در منطقه به نظر می‌رسد این موضوع نیازمند توجه بیشتر مسئولین و نظارت دقیق‌تر سازمان‌های مربوطه است.

منابع

اخوان قالیباف، ح.، ایران نژاد پاریزی، م. ح.، نژادکورکی، ف.، همامی، م. ر.، عظیم زاده، ح. م.، نماینده، م.ا.، طاهری، ا.، مختاری، م. ۱۳۹۶. مطالعه پهنه‌بندی آلودگی هوای شهر یزد به فلزات سنگین سرب و کادمیوم با استفاده از پر قمری خانگی به عنوان شاخص زیستی محیط زیست شهری. مجله طلوع بهداشت بهداشت، ۴(۱۶): صفحات ۱-۱۵.

اکاتی، ن.، ۱۳۹۸. بررسی میزان فلزات سنگین وکادمیوم در برخی پرندگان خوزستان. مجله پایداری، توسعه و محیط زیست، ۲(۳): صفحات۲۵-۳۴.

کابلی، م.، آبادیان، م.، توحیدی فر، م.، هاشمی، ع.، موسوی، ب.، روزلار، ک. ۱۳۹۵. اطلس پرندگان ایران. چاپ اول، انتشارات سازمان محیط زیست. صفحات ۵۷.

هاشمی، ا.، صفاهیه، ع.،منصوری، ع. ۱۳۹۵. ارزیابی فلزات سنگین در پر و تخم پرنده‌ی ماده‌ی کاکایی صورتی در خور موسی، اقیانوس‌شناسی، ۷(۲۸): صفحات ۹۱-۹۸.

Abdullah, M., Fasola, M., Muhammad, A., Malik, S. A., Bostan, N., Bokhari, H. and Eqani, M. A. S., 2015. Avian feathers as a non-destructive bio-monitoring tool of trace metals signatures: a case study from severely contaminated areas. Chemosphere, 119: 553-561.

Ashkoo, A., Amininasab, S M. and Zamani-Ahmadmahmoodid, R., 2020. Bioaccumulation of heavy metals in eggshell and egg content of seabirds: Lesser (Thalasseus bengalensis) and Greater Crested Tern (Thalasseus bergii). Marine Pollution Bulletin, 154: 111-126.

Bryan, G. W. and Langston, W. J., 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. Environmental pollution, 76(2): 89-131.

Burger, J., 1993. Metals in avian feathers: bioindicators of environmental pollution. Reviews in environmental toxicology, 5: 203-311.

Burger, J. and Gochfeld, M., 1995. Heavy Metal and Selenium Concentration in of Herring Gulls (Larus argentatus): Temporal Differences from 1989 to 1994. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 29: 192-197.

Burger, J. and Gochfeld, M., 2004. Marine birds as sentinels of environmental pollution. Ecolosystem Health, 1(3): 263-274.

Burger, J., Gochfeld, M., Jeitner, C., Burke, S., Volz, C. D., Snigaroff, R. and Shukla, S., 2009. Mercury and other metals in eggs and feathers of glaucous-winged gulls (Larus glaucescens) in the Aleutians. Environmental Monitoring and Assessment, 152(1): 179-194.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

Dauwe, T., Bervoets, L., Blust, R. and Eens, M., 2002. Tissue levels of lead in experimentally exposed zebra finches (Taeniopygia guttata) with particular attention on the use of feathers as biomonitors. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 42(1): 88-92.

Durkalec, M., Martínez-Haro, M., Nawrocka, A., Pareja-Carrera, J., Smits, E.G. and Mateo, R., 2022. Factors influencing lead, mercury and other trace element exposure in birds from metal mining areas. Environmental Research, 212: 113575.

García-Cegarra, A.M. and Martínez-López, E., 2023. Metal concentrations in feathers of red-legged cormorants (Phalacrocorax gaimardi) and sources of plastic in a nesting colony from northern Chile. Marine Pollution Bulletin 190: 114817.

Hajeb, P., Jinap, S., Ismail, A., Fatima, A.B., Jamilah, B. and Abdul Rahim, M., 2009. Assessment of mercury level in commonly consumed marine fishes in Malaysia. Food Control, 20: 79-84.

Hamidian, A.H., Saberi, S.M.J.A., Ashrafi, S. and Moghaddasi, L., 2023. Using house sparrow in biomonitoring lead in Tehran air pollution. Urban Ecosyst, 26(4): 1-9.

Hamza, A., Hisham, A. S., Suratman, S., Bidai, J. A. and Shazili, N. A. B. M., 2021. Trace elements in feathers and eggshells of two tropical seabirds from Malaysia. Marine Ornithology, 49: 335-341.

Hashim, M Z., Malik, R. N. and Shahbaz, M., 2013. Heavy metals in eggshells of cattle egret(Bubulcus ibis) and little egret (Egretta garzetta) from the Punjab province, Pakistan. Ecotoxicology and Environmental Safety, 89:158-165.

Kaur, N. and Hanju, C.K., 2014. Heavy metals concentration in excreta of free living wild birds as indicator of environmental contamination. Supplement on Toxicology. 8: 1089-1093.

Malik, R. N. and Zeb, N., 2009. Assessment of environmental contamination using feathers of Bubulcus ibis L., as a biomonitor of heavy metal pollution, Pakistan. Ecotoxicology, 18(5): 522-536.

Metcheva, R., Yurukova, L. and Teodorova, S. E., 2011. Biogenic and toxic elements in feathers, eggs, and excreta of Gentoo penguin (Pygoscelis papua ellsworthii) in the Antarctic. Environmental monitoring and assessment, 182(1): 571-585.

Mora, M. A., 2003. Heavy metals and metalloids in egg contents and eggshells of passerine birds from Arizona. Environmental Pollution, 125(3): 393-400.

Nam, D. H., Lee, D. P. and Koo, T. H., 2004. Monitoring for lead pollution using feathers of feral pigeons (Columba livia) from Korea. Environmental Monitoring and Assessment, 95(1): 13-22.

Nowrouzi, M., Mansouri, B., Hamidian, A H. and Ebrahimi Fakher Kardoni, T., 2012. Comparison of the Metal Concentrations in the Feathers of Three Bird Species from Southern Iran. Bull Environmental Contamination and Toxicology, 89(5): 1082–1086.

Pandiyan, J., Jagadheesan, R., Karthikeyan, G., Mahboob, Sh., Al-Ghanim, Kh A., Al-Misned, F., Ahmed, Z., Krishnappa, K., Elumalai, K. and Govindarajan, M., 2020. Probing of heavy metals in the feathere of shorebirds of Central Asian Flyway wintering grounds. Scientific reports, 10: 22118, 122-118.

Swaileh, K. M. and Sansur, R., 2005. Monitoring urban heavy metal pollution using the House Sparrow (Passer domesticus). Journal of Environmental Monitoring, 8(1): 209-13.

Wei Zhang, W. and zhang Ma, J., 2011. Waterbirds as bioindicators of wetland heavy metal pollution. Procedia Environmental Sciences, 10: 2769-2774.

Yao, T., Wang, G. and Li, C., 2023. Bird's blood and feathers as bioindicators for the oxidative stress induced by metal(loid)s in polymetallic contaminated areas. Ecological Indicators, 146:109909.

Zamani-Ahmadmahmoodi, R., Esmaili-Sari, A., Savabieasfahani, M., Ghasempouri, S. M. and Bahramifar, N., 2010. Mercury pollution in three species of waders from Shadegan wetlands at the head of the Persian Gulf. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 84(3): 326-330.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]

Study of heavy metal concentration in eggshell and feather of See-see Partridge (*Ammoperdix griseogularis*). case study: Valiasr wetlands

Maryam Rashnunejad[1]
Nasrin Gharahi[2*]
Fatemeh Ahmadipour[3]
Elham Ghehsareh ardestani[4]

1. M.Sc. student Faculty of Natural Resources and Earth Science Department of Environmental Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Associate professor Faculty of Natural Resources and Earth Science Department of Environmental Engineering, Shahrekord University, Shahrekord,
3. Lecturer Safety, Health, Environment Department Aria Gach Poldokhtar University of Applied Sciences, Lorestan, Iran
4. Associate professor Faculty of Natural Resources and Earth Science Department of Natural Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

[*]**Corresponding author:**
na_gharahi@yahoo.co.uk,
nasrin.gharahi@sku.ac.ir

Received date: March/05/2023

Reception date: May/08/2025

Abstract

The importance of biodiversity and the destructive effects of human activities have increased human attention to pollution compared to the past. Among environmental pollutants, heavy metals are considered as a risk and danger for humans and wildlife due to their multiple production sources and sustainability in the environment. Surveying birds as an indicator of heavy metal pollution is very useful because the biology of birds is well known, and they feed at higher levels in ecosystems, so they can provide information about the extent of pollution throughout the food web. For this purpose, the present study was conducted in March 2021 and 2022 with the aim of measuring the concentration of heavy metals (lead, cadmium, copper and zinc) in the feather tissue and eggshell of See-see Partridge species in Poldakhtar city. In 16 places, feather samples and in 25 places, eggshell samples were collected from the southwestern region of Poldakhter city, considering the distribution of the See-see Partridge bird in the Valiasr wetlands. The acid digestion method was used to prepare the samples. The obtained results were analyzed using Spss software. The order of accumulation of metals in the feather was found as zinc > copper > lead > cadmium and in the eggshell as copper > lead > zinc > cadmium. The average concentration of lead and cadmium in feathers was observed above the danger threshold. A direct and significant correlation was observed between the concentration of lead metal in the feather tissue and the eggshell of See-see Partridge bird in the studied area. While no such result was found for cadmium, copper, and zinc metals. In feather tissue, there was the highest correlation between copper and lead metals and between zinc and copper metals. In the eggshell, the highest correlation between copper and lead metals and between copper and zinc metals and the lowest correlation between cadmium and lead were observed. Based on the results of comparing the average of heavy metals, the number of metals measured in the eggshell was significantly lower than the number of metals measured in the feather tissue, which shows the high ability of feathers as a suitable biological indicator to measure heavy metal pollution.

Keywords: Copper, lead, zinc, cadmium, biological indicator, See-see Partridge, Poldakhtar

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-05-25]