

## غلظت آهن، سرب، روی، مس، منگنز در پر گنجشک خانگی (*Passer domesticus*): شیوه نمونه‌برداری غیر مخرب

- **زهرا باهنر:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
- **عیسی سلگی\*:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۸

### چکیده

استفاده از پرندگان، به‌ویژه گونه‌های مقیم به‌عنوان پایشگر آلودگی فلزات سنگین ابزاری سودمند است زیرا زیست‌شناسی پرندگان به‌خوبی شناخته شده است، به‌علاوه برخی از آن‌ها از سطوح غذایی بالاتری در اکوسیستم‌ها تغذیه می‌کنند. بنابراین می‌تواند اطلاعاتی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی فراهم آورند. این مطالعه در سال ۱۳۹۷ به‌منظور بررسی توزیع و غلظت فلزات سنگین (سرب، آهن، روی، مس، منگنز) در بافت پر گونه گنجشک خانگی در شهر دزفول انجام شد. تعداد ۶۰ قطعه گنجشک خانگی از منطقه شهری و ۱۰ قطعه از منطقه روستایی شهر دزفول به‌طور تصادفی در فصل بهار به‌کمک بومیان محلی جمع‌آوری شدند. ویژگی‌های زیست‌سنجی از قبیل طول بدن، طول بال، وزن و جنسیت نیز مورد بررسی قرار گرفت. از روش هضم اسیدی جهت آماده‌سازی نمونه‌های پر استفاده شد. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد آنالیز قرار گرفت. انباشت فلزات سنگین در مناطق شهری و روستایی در بافت پر به‌ترتیب به‌صورت  $Fe > Zn > Mn > Pb > Cu$  به‌دست آمد. براساس نتایج به‌دست آمده میانگین فلزات آهن، مس، روی و منگنز در مناطق شهری به‌ترتیب  $۱۰۶۱/۷۴$ ،  $۱/۹۵$  و  $۱۲۳/۷۴$  و  $۳۲/۴۱$  میلی‌گرم بر کیلوگرم و  $۲/۶۹$  میکروگرم بر کیلوگرم برای سرب به‌دست آمدند. هم‌چنین نتایج میانگین غلظت فلزات سنگین آهن، مس، روی و منگنز در بافت پر گنجشک خانگی مناطق روستایی نیز به‌ترتیب  $۹۰۰/۶۰$ ،  $۱/۶۲$ ،  $۱۰۰/۰۴$  و  $۲۳/۸۰$  میلی‌گرم بر کیلوگرم و  $۲/۷۵$  میکروگرم بر کیلوگرم برای سرب به‌دست آمد. هم‌چنین مقایسه میانگین فلزات سنگین حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری در سطح  $۰/۰۵$  فلز روی و منگنز بین مناطق روستایی و شهری در بافت پر بود.

**کلمات کلیدی:** فلزات سنگین، دزفول، گنجشک خانگی، تجمع زیستی

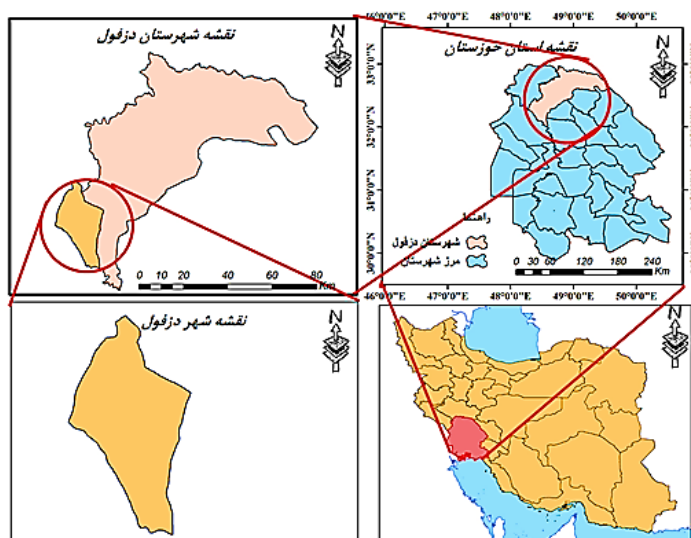


## مقدمه

آلودگی ناشی از فلزات سنگین، سبب تغییرات اساسی در اکوسیستم و نابودی بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری و غیرقابل استفاده شدن آب، هوا و خاک می‌شود. فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که باعث بزرگ‌نمایی زیستی در زنجیره غذایی می‌شوند که در نتیجه این فرآیند، مقدار آن‌ها در زنجیره غذایی افزایش می‌یابد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۲). آلودگی محیط‌زیست به فلزات سمی، ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، پساب‌های حاصل از استخراج معادن و صنایع مختلف از جمله رنگ‌سازی، دباغی، داروسازی و شیشه‌سازی است (Xia و همکاران، ۲۰۱۸). فلزات سنگین با توجه به منابع تولید متعدد و پایداری در محیط به‌عنوان بحران مهم محیط زیستی تلقی می‌شوند (Burger و همکاران، ۲۰۱۸). تجزیه و تحلیل آلاینده‌های محیط‌زیستی در موجودات زنده نتایج معتبرتری نسبت به تجزیه و تحلیل در محیط‌های غیرزنده به‌دست می‌دهد زیرا موجودات زنده اطلاعات دقیق‌تری را در مورد فراهمی زیستی و همچنین انتقال زیستی آلاینده‌ها ارائه می‌کنند (Sansur و Swaileh، ۲۰۰۶). پرندگان ممکن است از طریق تماس مستقیم یا استفاده از آب و غذای آلوده در معرض مواد شیمیایی گوناگونی نظیر فلزات سنگین قرار گیرند (Savinov و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین آلودگی پرندگان به فلزات پیش‌بینی کننده آلودگی در طول زنجیره غذایی است. فلزات سنگین می‌توانند به راحتی به مولکول پروتئین موجود در پر طی دوره کوتاه رشد پر، اتصال یابند، پر در این دوره، از طریق رگ‌های کوچک خونی با شاهرگ اصلی بدن در ارتباط است (Bounagua، ۲۰۱۴). پس از شکل‌گیری کامل پر، رگ‌های خونی موجود در آن تحلیل یافته در نتیجه از نظر فیزیولوژیک ارتباط پر با بدن پرنده قطع می‌شود ولی میزان فلزات سنگین موجود در آن به‌طور دائمی و همیشگی باقی می‌ماند (Jenni و همکاران، ۲۰۱۵) بنابراین پر در چند هفته اول شکل‌گیری، نشان‌دهنده میزان فلزات سنگین در خون و سایر بافت‌های داخلی بدن است (شیبانی‌فر و همکاران ۱۳۹۱). فلزات سنگین همیشه در ترکیب طبیعی محیط‌زیست وجود داشته‌اند و در شرایط طبیعی در غلظت‌های پایین یافت می‌شوند تاکنون مقادیر قابل توجهی از فلزات سنگین در اثر فعالیت‌های انسانی وارد محیط‌زیست شده است (رجایی و همکاران، ۱۳۹۱). سنجش فلزات سنگین در پرندگان می‌تواند تصویر بهتری از خطرات متوجه انسان را نسبت به اندازه‌گیری آن‌ها در محیط زیست فیزیکی، گیاهان و یا بی‌مهرگان نشان دهد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۵). استفاده از پر به‌منظور اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین، نسبت به سایر بافت‌های پرندگان چند مزیت دارد از جمله این که پرها به‌آسانی جمع‌آوری شده و نگهداری آن‌ها آسان است به‌دلیل این

که نیاز به نگهداری در دمای پایین ندارند (Movalli، ۲۰۰۰؛ Furness و همکاران، ۱۹۸۶). پر بافتی غیرمخرب است که حتی می‌توان آن را از پرنده زنده نیز به‌دست آورد که این خود خاصیت ویژه‌ای برای گونه‌های کمیاب است (Burger، ۱۹۹۴). هم‌چنین نمونه‌برداری از بافت پر، اطلاعات راجع به سری‌های زمانی گذشته را نیز ارائه می‌دهد و نیز می‌توان از گونه‌های در معرض خطر نیز نمونه‌برداری نموده و بدون آسیب آن‌ها را رها کرد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۵). در داخل کشور مطالعه‌ای روی گنجشک خانگی از نظر بررسی فلزات سنگین انجام نشده است لیکن در همین راستا مطالعات گوناگونی روی گونه‌های مختلف صورت گرفته است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. اکاتی و همکاران (۱۳۹۵) میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم در برخی پرندگان خوزستان با تاکید بر نوع زیستگاه (آبی و خاکی) را مورد مطالعه قرار دادند. براساس نتایج میزان سرب در پرندگان آبی به‌طور معنی‌داری بالاتر از پرندگان خشک‌زی بود. هر چند میزان کادمیوم در پرندگان آبی بیش‌تر بود، اما آنالیزهای آماری تفاوت معنی‌داری را در میزان کادمیوم در پرندگان آبی و خشک‌زی نشان نداد. هاشمی و همکاران (۱۳۹۴) غلظت فلزات سنگین جیوه، روی، مس، کادمیوم و سرب در بافت پر پرنده کاکایی صورتی در خور موسی را مورد مطالعه قرار دادند، به‌طور کلی به‌جز فلز سرب تمامی فلزات سنگین در بافت پر از غلظت بالاتری برخوردار بودند. Zolfaghari و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای میزان جیوه در پر ۱۷ گونه از پرندگان تاکسیدرمی شده را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که ماهی‌خواران دارای بیش‌ترین و گیاه‌خواران دارای کم‌ترین غلظت جیوه هستند. در خارج کشور پژوهش‌هایی در مورد بررسی غلظت فلزات سنگین در گونه گنجشک خانگی انجام شده است (Millaku و همکاران، ۲۰۱۴؛ Mustafa و همکاران، ۲۰۱۵؛ Sansur و Swaileh، ۲۰۰۶؛ Kekkonen و همکاران، ۲۰۱۱؛ Kaur و Kler، ۲۰۱۷؛ DHanju و Kaur، ۲۰۱۳؛ Kaur و همکاران، ۲۰۱۴). Mustafa و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای غلظت فلزات سنگین روی، سرب، مس، منگنز، کادمیوم و کبالت را در بافت‌های مختلف گنجشک خانگی (*Passer domesticus*) و گونه Black kite در پنجاب پاکستان مورد بررسی قرار دادند. غلظت فلزات مورد بررسی در Black kite نسبت به گنجشک خانگی (*Passer domesticus*) به‌طور معنی‌داری بالاتر به‌دست آمد. Baker و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی تجمع فلزات در گنجشک خانگی (*Passer domesticus*) در استان لیمپوپ، آفریقای جنوبی پرداختند. در این مجموعه پژوهش‌هایی که روی گونه گنجشک خانگی انجام شده است، غلظت فلزاتی مانند مس بین ۰/۹۸ تا ۷/۶، سرب بین ۰/۳۹ تا ۳/۸۷، روی بین ۵/۲ تا ۱۵۸ و منگنز بین ۰/۹۰ تا ۱۷/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم در بافت پر به‌دست آمده است. پرندگان





شکل ۱: محدوده مطالعاتی (شهر دزفول در ایران و استان خوزستان)

**روش نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها:** تعداد ۶۰ قطعه گنجشک خانگی در منطقه شهری و ۱۰ قطعه از مناطق روستایی به طور تصادفی در فصل بهار ۱۳۹۷ به کمک بومیان محلی جمع آوری شدند. نمونه های پرهای سینه ای درون کیسه های پلاستیکی عاری از آلودگی قرار گرفت. ابتدا نمونه های پر با استون و آب دوبار تقطیر شستشو شد تا از هر نوع آلودگی و چربی زدوده شوند. سپس نمونه ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. سپس نمونه های پر توسط قیچی به تکه های کوچک تر خرد تبدیل شدند. برای هضم، به میزان ۰/۵ گرم از نمونه های پر توسط ترازو وزن شد و به آن ۱۰ میلی لیتر اسیدنیتریک (۶۹ درصد) و ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک (۳۷ درصد) مرک آلمان اضافه شد و در حمام بن ماری به مدت یک ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد و به مدت سه ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد تا هضم شوند. نمونه های هضم شده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون عبور داده شد و حجم آن ها توسط آب مقطر به ۲۵ میلی لیتر رسانده شد (Burger و همکاران، ۲۰۰۹). غلظت فلزات محلول به دست آمده با استفاده از جذب اتمی به روش شعله اندازه گیری شد. شایان ذکر است جهت سنجش غلظت فلز سرب از روش کوره گرافیتی استفاده شد. برای اطمینان از دقت عملیات هضم و عدم تأثیر مواد مصرفی بر غلظت فلزات سنگین، در هر نوبت از عملیات هضم، یک نمونه شاهد نیز در نظر گرفته شد. حد تشخیص (LOD) برای فلزات آهن، منگنز، مس و روی به ترتیب ۰/۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم، ۰/۲۳، ۰/۶۸ و ۰/۴۸ میلی گرم بر کیلوگرم و برای سرب ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم بود.

به دلیل امکان تماس با آب و غذای آلوده، عادات تغذیه ای ویژه و شناخته شده بودن بیولوژی آن ها، شاخص زیستی مناسبی برای آلاینده های محیط هستند، از این رو بررسی فلزات سنگین در موجودات زنده از اهمیت به سزایی برخوردار است. بنابراین با توجه به این که گنجشک خانگی در مناطق شهری زندگی می کند و در معرض آلاینده های انسانی است و از طرفی نبود اطلاعات در مورد بیش تر گونه های خانواده سبک بالان در اثر آلودگی های محیطی، در همین راستا پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان فلزات سنگین آهن، سرب، روی، مس و منگنز با استفاده از پر گنجشک خانگی به عنوان شاخص زیستی آلودگی برای اندازه گیری و ارزیابی مقادیر فلزات سنگین برنامه ریزی شد. این پژوهش هم چنین به بررسی اثر جنسیت نیز در تجمع فلزات می پردازد.

## مواد و روش ها

**منطقه مطالعاتی:** در این پژوهش نمونه برداری از پر گونه گنجشک خانگی در شهر دزفول (شکل ۱) واقع در استان خوزستان صورت گرفت. شهرستان دزفول، از شهرستان های استان خوزستان در جنوب غربی ایران و سی امین شهر پرجمعیت کشور است که با مساحت نزدیک به ۴۷۶۲ کیلومتر مربع کنار رودخانه دز و در بخش های جلگه ای استان خوزستان واقع شده و با برشمردن بخش های روستایی آن دارای گستردگی برابر ۷۸۴۴ کیلومتر مربع است. این شهر در ارتفاع ۱۴۳ متری از سطح دریا و از شهرهای شمالی استان خوزستان است. این شهرستان از شمال به استان لرستان، از غرب به شهرستان اندیمشک از شرق به استان های چهارمحال بختیاری از جنوب شرقی به شهرستان مسجد سلیمان و از جنوب به شهرستان های شوشتر و گتوند و از جنوب غربی به شهرستان شوش محدود می شود. شهرستان دزفول مانند اکثر شهرهای خوزستان، دارای آب و هوای گرم و شرجی است و تابستانی گرم و زمستانی مدیترانه ای دارد. گرم ترین و سردترین ماه های سال این شهرستان به ترتیب تیر و دی می باشند. میانگین بارش سالانه باران، ۲۵۰ میلی متر و میانگین دما ۳ درجه سانتی گراد در زمستان و ۴۹ درجه سانتی گراد در تابستان است. بررسی یک دوره آماری آب و هوایی نشان دهنده آن است که حداقل درجه حرارت شهرستان دزفول ۱۹/۲ درجه سانتی گراد و حداکثر آن ۴۵/۶ درجه سانتی گراد می باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). جمعیت گنجشک در باغ ها و زمین های کشاورزی شهر دزفول زیاد است و از دیرباز، صید این پرند به عنوان یک منبع غذایی برای جوامع انسانی، در این منطقه رونق داشته است.



## نتایج

بر اساس نتایج به دست آمده کمترین و بیشترین فلزات سنگین در مناطق شهری به ترتیب مس و آهن و در مناطق روستایی به ترتیب فلزات سرب و آهن است (جدول ۱). طبق نتایج به دست آمده ترتیب انباشت فلزات سنگین در بافت پر گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری به صورت  $Fe > Zn > Mn > Pb > Cu$  به دست آمد. آهن و مس به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت را در بافت پر گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری دارا بودند.

**تحلیل آماری:** برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS ۲۵ و برای رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel استفاده می‌شود. نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد و به دلیل نرمال نبودن داده‌ها از آزمون‌های آماری غیرپارامتری مناسب استفاده شد. برای بررسی اختلاف بین مناطق روستایی و شهری و همچنین اختلاف بین نرها و ماده‌ها از نظر غلظت فلزات (تأثیر جنسیت در غلظت فلزات) آزمون من ویتنی یو به کار گرفته شد. برای بررسی همبستگی بین فلزات از آزمون اسپیرمن استفاده شد.

جدول ۱: پارامترهای آماری فلزات سنگین در بافت پر گنجشک خانگی

منطقه	فلزات (میلی گرم بر کیلوگرم)	تعداد	کم‌ترین	بیش‌ترین	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد
شهری	آهن	۶۰	۶۵۳/۵۰	۱۵۴۵/۰۰	۱۰۶۱/۷۴ $\pm$ ۱۸۴/۹۲
	مس	۶۰	۰/۰۷	۱۱/۳۹	۱/۹۵ $\pm$ ۲/۱۰
	روی	۶۰	۷۳/۲۵	۲۱۹/۰۵	۱۲۳/۷۴ $\pm$ ۲۷/۵۶
	منگنز	۶۰	۱۶/۲۱	۷۶/۲۵	۳۲/۴۱ $\pm$ ۱۰/۴۰
	سرب	۶۰	۰/۱۲	۷/۲۸	۲/۶۹ $\pm$ ۲/۰۰
روستایی	آهن	۱۰	۶۱۲/۵۰	۱۳۶۸/۰۰	۹۰۰/۶۰ $\pm$ ۲۸۵/۵۸
	مس	۱۰	۱/۶۲	۱/۶۲	۱/۶۲ $\pm$ ۰۰/۰۰
	روی	۱۰	۶۸/۵۰	۱۳۰/۳۰	۱۰۰/۰۴ $\pm$ ۱۷/۲۲
	منگنز	۱۰	۱۳/۴۵	۴۱/۸۳	۲۳/۸۰ $\pm$ ۱۱/۲۳
	سرب	۱۰	۱/۲۶	۲/۷۵	۲/۷۵ $\pm$ ۰/۴۹

معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ برخوردار است، اما فلز آهن، مس، روی و سرب از اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ برخوردار نیستند.

جدول ۲: نتایج همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در بافت پر

## گنجشک خانگی

فلزات	آهن	مس	روی	منگنز	سرب
آهن	۱				
مس	۰/۳۷*	۱			
روی	۰/۲۶	۰/۶۰**	۱		
منگنز	۰/۹۹**	۰/۳۴*	۰/۱۷**	۱	
سرب	-۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۳۶*	-۰/۱۱	۱

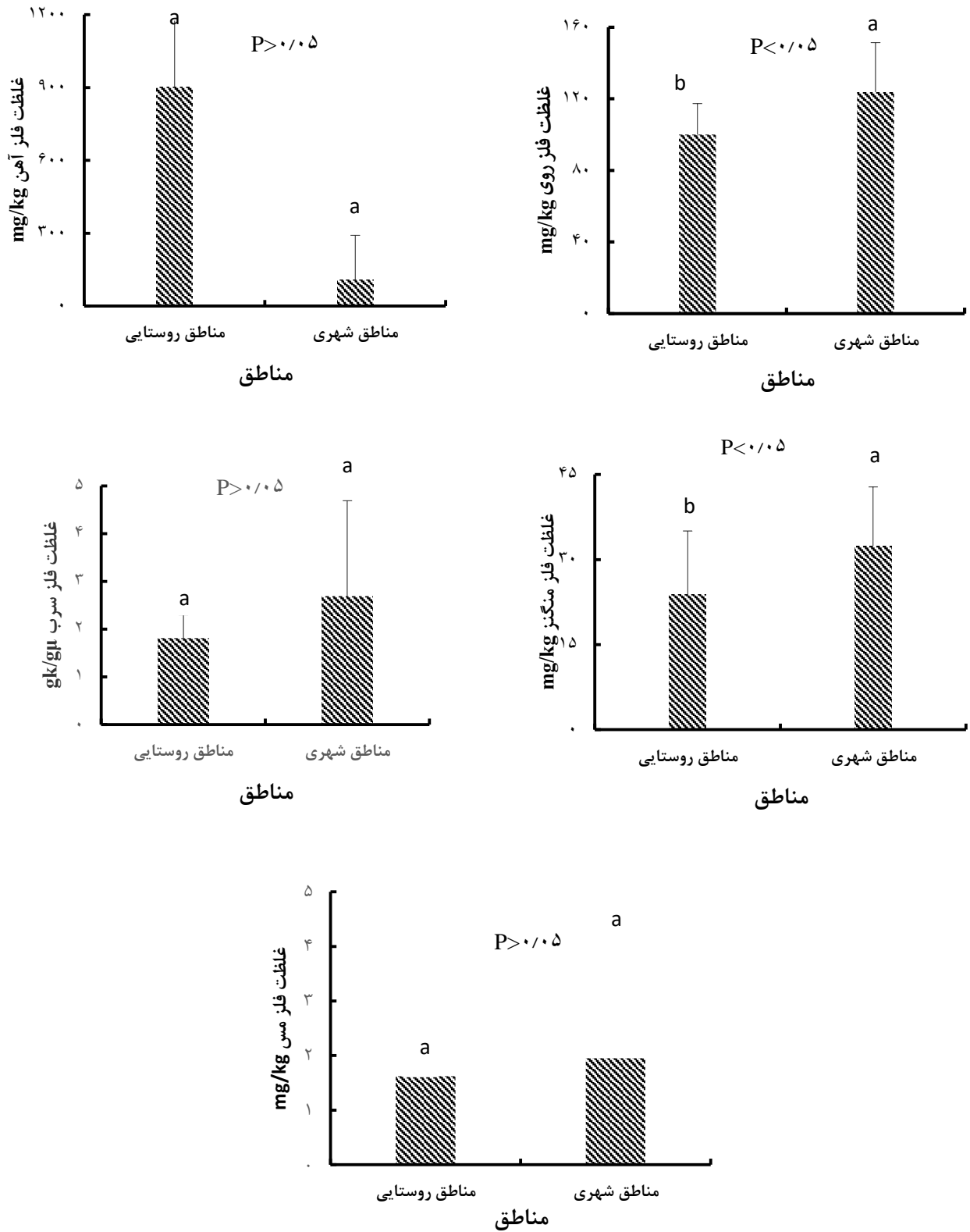
\*\* همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.

\* همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است در بافت پر بین فلز روی و مس، بین فلز منگنز و آهن و بین فلز منگنز و روی همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۱ و بین فلز سرب و روی همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. این همبستگی‌ها نشان از مشابه بودن عوامل حاکم بر رفتار شیمیایی این فلزات و یا منشأ مشترک این فلزات دارد.

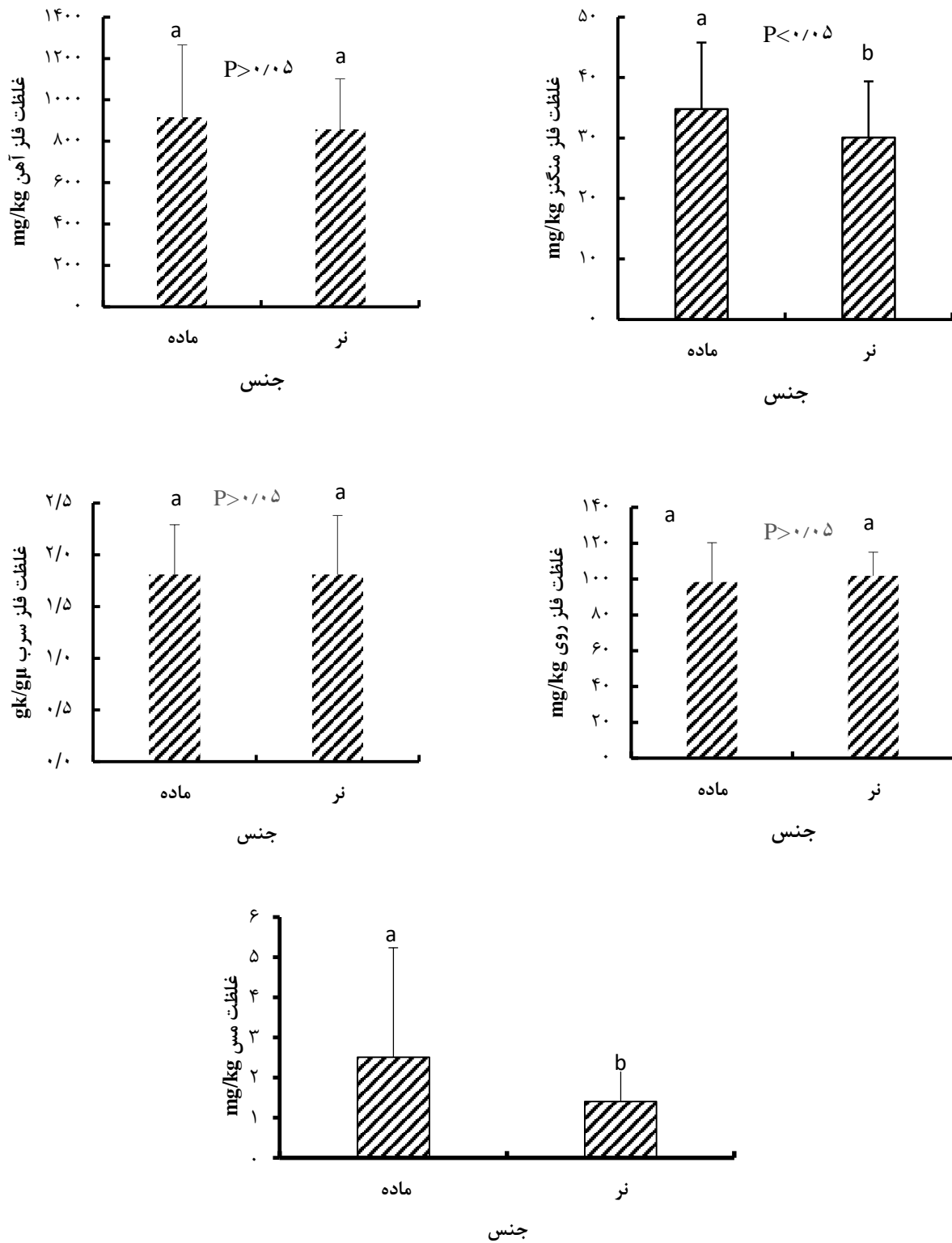
در گام بعدی به مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در مناطق شهری و روستایی پرداخته شد که نتایج حاصل در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس یافته‌ها فلز روی و منگنز بین مناطق روستایی و شهری در بافت پر از اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ برخوردار هستند، اما آهن، مس و سرب از اختلاف معنی‌داری برخوردار نیستند. بر اساس یافته‌ها فلز آهن، مس، روی، منگنز و سرب بین جنس نر و ماده در بافت پر در مناطق روستایی از اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ برخوردار نیستند (شکل ۳). در مورد مناطق شهری، فلز منگنز بین جنس نر و ماده در بافت پر از اختلاف





شکل ۲: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در مناطق روستایی و شهری گنجشک خانگی در بافت پر با استفاده از آزمون من ویتنی یو (حروف مشترک بیانگر عدم معنی داری است)





شکل ۳: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین بین جنس نر و ماده گنجشک خانگی در بافت پر با استفاده از آزمون من ویتنی یو (حروف مشترک بیانگر عدم معنی داری است)



## بحث

غذاهای مشابه اما با اندازه‌های مختلف و یا (۳) غذاهای مختلف دارای محتویات آلاینده متفاوت تغذیه کنند. هم‌چنین توانایی در حذف فلزات سنگین نیز تا حدودی وابسته به جنس است. ماده‌ها می‌توانند مقداری از فلزات بدن خود را از طریق تخم‌هایشان دفع کنند که این مسیر روشی مؤثر است که سبب می‌شود جنس ماده نسبت به نر میزان کم‌تری از فلزات را در بدن خود داشته باشند (Dauwe و همکاران، ۲۰۰۲؛ Burger و Gochfeld، ۱۹۹۲)، درحالی‌که چنین مسیری در نرها وجود ندارد. هم‌چنین تفاوت در تجمع فلزات بین دو جنس نر و ماده می‌تواند وابسته به فاکتورهای فیزیولوژیکی و یا اکولوژیکی هم باشد.

در نتایج پژوهش‌های هاشمی و همکاران (۱۳۹۴) در کاکایی صورتی و هم‌چنین Swaileh و Sansur (۲۰۰۶) اختلاف معنی‌داری در غلظت فلزات بین جنس نر و ماده مشاهده نشد. نتایج پژوهش منصور و همکاران (۲۰۱۱) روی اگرگت ساحلی در منطقه حفاظت شده حرا نشان داد که غلظت سرب بین دو جنس اختلاف معنی‌داری دارد به‌طوری‌که در جنس نر غلظت فلزات سنگین بیش‌تر از ماده است. نتایج حاصل از پژوهش Burger و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که غلظت کروم و منگنز در جنس نر کاکایی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از جنس ماده بود. همان‌طور که اشاره شد جنس ماده پرندگان می‌توانند فلزات سنگین را طی فرایند تخم‌گذاری از بدن دفع کنند این تنها راه دفع فلزات سنگین از بدن است (Burger، ۱۹۹۳). علاوه بر فرایند تخم‌گذاری، رژیم غذایی، آلودگی محل تولیدمثل پرنده و وضعیت مهاجرت می‌توانند در میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های پرندگان تأثیرگذار باشند. بنابراین بالا بودن غلظت فلزات سنگین در یک جنس تحت تأثیر یک عامل نیست (Kim و همکاران، ۲۰۰۹).

Baker (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی تجمع فلزات در بافت‌های مختلف گنجشک خانگی پرداختند که نتایج نشان داد به‌ترتیب غلظت فلزات سنگین در پره‌های عضلانی، پره‌های پروازی و بافت عضلانی از بیش‌ترین تا کم‌ترین مقدار را دارا بودند. در مطالعه‌ای که روی غلظت سرب در قسمت‌های مختلف پر قمری خانگی وحشی در سه منطقه مختلف در عربستان سعودی انجام شد، میانگین غلظت سرب در پر قمری خانگی ۱۸/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد که از مقادیر مطالعه حاضر بیش‌تر می‌باشد (Al-Mansour، ۲۰۰۴). میانگین غلظت فلزات روی و مس در پر اگرگت بزرگ در مطالعه شیبانی‌فر و همکاران (۱۳۹۱) به‌ترتیب برابر ۱۶۱/۷۱ و ۱۰/۲۱ میکروگرم بر گرم به‌دست آمد که در مقایسه با میانگین غلظت روی و مس در مطالعه حاضر بیش‌تر است. غلظت بالای عناصر نشان می‌دهد که این پرندگان در محیط زیست‌شان در معرض این فلزات

در بیش‌تر مطالعات نشان داده شده است که تجمع فلزات در پرها نسبت به سایر بافت‌ها بیش‌تر است که حاکی از شاخص بودن بافت پر برای مطالعه فلزات سنگین است. هم‌چنین میزان فلز سنگین موجود در پر، مقدار فلز سنگین موجود در خون را نیز نشان می‌دهد زیرا پرها به رگ‌های خونی متصل بوده و فلزات سنگین می‌توانند از طریق خون وارد پر شوند (حسین‌پورمحمدآبادی، ۱۳۹۳). در این پژوهش به‌منظور بررسی توانایی گنجشک خانگی در انعکاس تفاوت آلودگی محیطی فلزات، گنجشک خانگی هم از مناطق شهری و هم از مناطق روستایی جمع‌آوری شد. براساس نتایج، مقایسه میانگین فلزات سنگین، روی و منگنز در منطقه شهری و روستایی در بافت پر از اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ برخوردار هستند. نتایج مطالعه Kekkonen و همکاران (۲۰۱۱) که به مطالعه غلظت فلزات آهن، روی، مس، کادمیوم، سرب، آلومینیوم، کروم و منگنز در گنجشک خانگی پرداختند نشان داد که غلظت فلزات در نمونه‌های شهری نسبت به نواحی روستایی بالاتر بود. از دلایل احتمالی بالا بودن میزان غلظت فلزات سنگین در مناطق شهری می‌توان به منابعی چون ترافیک و فعالیت‌های صنعتی اشاره کرد. فرسایش لاستیک‌ها، پوشش ترمز، روغن و آب رادیاتور، رنگ، تخریب بدنه خودرو و حتی زیرساخت‌ها مانند روسازی (آسفالت) از عوامل ایجاد آلودگی در محیط‌های شهری هستند (Bounagua، ۲۰۱۴). در این مطالعه روی مقادیر بالایی داشت که دلیل اصلی آن این است که این فلز ضروری است و دارای نقش بیولوژیکی است. سطوح نسبتاً بالای سرب به‌عنوان یک آلاینده شهری است که نتیجه استفاده از بنزین سرب‌دار است. هم‌چنین سرب آلاینده‌ای است که در همه جا یافت می‌شود و از طریق تخلیه فاضلاب صنایع مختلفی نیز به محیط وارد می‌شود (Lakshmanan و همکاران، ۲۰۰۹). به‌طورکلی این نتایج نشان می‌دهند که می‌توان از گنجشک خانگی به‌عنوان بیواندیکاتور آلودگی فلزی در محیط شهری استفاده کرد. با این حال عادت غذایی متنوع این پرنده بایستی مورد توجه قرار گیرد به‌ویژه زمانی که قرار است در مورد نگرانی مرتبط با آلودگی فلزی برای سلامت انسان نتیجه‌گیری شود (Sansur و Swaileh، ۲۰۰۶).

در این مطالعه به بررسی اثر جنسیت هم بر تجمع فلزات سنگین در پر پرداخته شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بین دو جنس نر و ماده از نظر تجمع برخی فلزات تفاوت وجود دارد. غلظت مس و منگنز در دو گونه تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. Burger (۱۹۹۵) بیان می‌دارد که تفاوت‌هایی را در تجمع فلزات بین دو جنس می‌توان انتظار داشت در صورتی که دو جنس از: (۱) غذاهای مختلف، (۲)



و نتیجه گیری بهتر در جدول ۳ نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با مطالعات دیگر که در سایر نقاط مختلف جهان به بررسی فلزات مشابه در گنجشک خانگی پرداخته اند، مقایسه شده است. بر این اساس می توان گفت که سرب تقریباً قابل مقایسه و در محدوده نتایج سایر کشورها است، مس مقادیر کمتری دارد و روی و منگنز به نسبت مقادیر بیش تری دارند. Kim و همکاران (۲۰۰۹) تفاوت های محلی و گونه ای در آلودگی حاد یا مزمن به فلزات را به حضور فلزات در رژیم غذایی و آلودگی های محیطی نسبت داده اند.

قرار دارند. Mansouri و همکاران (۲۰۱۱) میانگین غلظت روی را در پر اگرت ساحلی در ذخیره گاه زیست کره حرا ۵۷/۴ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند که در مقایسه با سطوح روی اندازه گیری شده در مطالعه حاضر کم تر است. در مطالعه دیگری که در شهر یزد انجام گرفت نیز میانگین غلظت سرب در پر قمری خانگی ۱۹/۸۸ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد که نسبت به مقادیر سرب مطالعه حاضر بیش تر است که دلیل آن می تواند ناشی از آلودگی های جوی و اثرات فعالیت های صنعتی و انسانی باشد (قالی باف و همکاران، ۱۳۹۵). به منظور مقایسه

جدول ۳: مقایسه میانگین و انحراف معیار نتایج به دست آمده (میلی گرم بر کیلوگرم) از پژوهش حاضر با پژوهش های دیگران

منبع	Mn	Zn	Pb	Cu	شهر/کشور
Millaku و همکاران (۲۰۱۴)	-	۲۱/۰۱±۵/۸	۳/۸۷±۳/۰۸	۳/۸۵±۰/۹۲	Mitrovica and Drenas
Mustafa و همکاران (۲۰۱۵)	۰/۹۰±۰/۱۵	۶/۳۲±۱/۱۰	۳/۲۸±۰/۴۴	۰/۳۳±۰/۰۵	Punjab. Pakistan.
Sansur و Swaileh (۲۰۰۶)	-	۱۵۸±۲	۲/۱±۰/۳	۷/۶±۰/۰۲	West Bank
Kekkonen و همکاران (۲۰۱۱)	۱/۳۹±۰/۰۶	۲۱/۰۸±۰/۷۵	۰/۵۴±۰/۰۶	۴/۰۳±۰/۱۵	Finland
Kler و Kaur (۲۰۱۷)	۱۷/۹ ± ۱/۹۶	۱۴/۴۹ ± ۲/۲۷	-	۲/۲۶ ± ۱/۲۷	Ludhiana
DHanju و Kaur (۲۰۱۳)	۱۲/۸ ± ۳/۲	۱۹/۶۹ ± ۱/۱۳	۱/۲۱ ± ۳/۲۲	۳/۲ ± ۱/۱۷	Columba
Kaur و همکاران (۲۰۱۴)	۴/۵۵ ± ۲/۱	۵/۲ ± ۱/۷۶	۰/۳۹ ± ۱/۳۰	۰/۹۸ ± ۱/۶۵	Ludhiana
پژوهش حاضر	۳۲/۴۱±۱۰/۴۰	۱۲۳/۷۴±۲۷/۵۶	۲/۶۹±۲/۰۰	۱/۹۵±۲/۱۰	مناطق شهری دزفول/ ایران
پژوهش حاضر	۲۳/۸۰±۱۱/۲۳	۱۰۰/۰۴±۱۷/۲۲	۲/۷۵±۰/۴۹	۱/۶۲±۰	مناطق روستایی دزفول/ ایران

تنظیم فیزیولوژیکی فلز و ارتباط بین فلزات موجود در محیط و غلظت آن ها در بافت های گنجشک خانگی وجود دارد که باید قبل از توصیه این پرند به عنوان شاخص زیستی آلودگی فلزات در محیط شهری مورد بررسی قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه ملایر انجام شده است. بدین وسیله از دانشگاه ملایر جهت فراهم نمودن امکانات آزمایشگاهی برای اجرایی شدن این پژوهش تشکر و قدردانی می شود.

## منابع

- اکاتی، ن؛ اسماعیلی ساری، ع. و عین الهی پیر، ف.، ۱۳۹۵. بررسی میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم در برخی پرندگان خوزستان، مجله پایداری، توسعه و محیط زیست. دوره ۳، شماره ۱، صفحات ۲۵ تا ۳۳.
- حسین پورمحمدآبادی، ز؛ ملکیان، م. و میرغفاری، ن.، ۱۳۹۳. بررسی تجمع زیستی جیوه در پرندگان آبی و غیرآبی در

با توجه به این که آلودگی های خارجی در مورد بسیاری از عناصر ممکن است میزان غلظت فلزات را در پر پس از شکل گیری تغییر دهند، در نتیجه میزان فلزات سنگین در بخش هایی از پر که بیش تر در معرض آلودگی های خارجی هستند (به عنوان مثال آلودگی های موجود در هوا) افزایش می یابد. بنابراین بایستی تمامی فاکتورهایی که ممکن است روی میزان فلزات در پر که در نتیجه آلودگی های خارجی است در هنگام آنالیز نمونه ها مدنظر قرار گیرد. یکی از راه هایی که می تواند اثر آلودگی های خارجی را در پر پرندگان کاهش دهد، شستن پرها قبل از انجام آنالیز نمونه است. در این پژوهش، پرها شسته شده و سپس آنالیز گردیدند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که وجود این عناصر در پر پرندگان مورد مطالعه در نتیجه آلودگی های خارجی مانند هوا نبوده، بلکه در هنگام شکل گیری پر پرندگان در خون آن ها وجود داشته و به پر انتقال یافته اند. براساس نتایج به دست آمده میزان غلظت فلز روی و منگنز در مناطق شهری و روستایی دارای اختلاف معنی داری بود. این اختلاف در دو منطقه می تواند ناشی از فعالیت های صنعتی و انسانی و آلودگی بیش تر این مناطق را نشان دهد. نتایج به دست آمده از این پژوهش شواهدی در مورد پتانسیل گنجشک خانگی به عنوان بیواندیکاتور آلودگی فلزات سنگین در محیط های شهری را فراهم می آورد. با این حال، موارد دیگر مانند





۱۵. **Burger, J., 1993.** Metals in avian feathers: bioindicators of environmental pollution. *Reviews in Environmental Toxicology*. Vol. 5, pp: 203-311.
۱۶. **Burger, J.; Mizrahi, D.; Tsipoura, N.; Jeitner, C. and Gochfeld, M., 2018.** Mercury, lead, cadmium, cobalt, arsenic and selenium in the blood of semipalmated sandpipers (*Calidris pusilla*) from Suriname, South America: age-related differences in wintering site and comparisons with a stopover site in New Jersey, USA. *Toxics*. Vol. 6, No. 2, pp: 10-27.
۱۷. **Furness, R.W; Muirhead, S.J. and Woodburn M., 1986.** Using bird feathers to measure mercury in the environment: relationships between mercury content and moult. *Mar Pollut Bull*. Vol. 17, pp: 27-30.
۱۸. **Gochfeld, M., 1997.** Factors influencing susceptibility to metals. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 105, pp: 817-822.
۱۹. **Jenni, L.; Madry, M.M.; Kraemer, T.; Kupper, J.; Naegeli, H.; Jenny, H. and Jenny, D., 2015.** The frequency distribution of lead concentration in feathers, blood, bone, kidney and liver of golden eagles *Aquila chrysaetos*: insights into the modes of uptake. *Journal of Ornithology*. Vol. 156, No. 4, pp: 1095-1103.
۲۰. **Kaur Kler, T.; Vashishat, N. and Kumar, M., 2014.** Heavy metal contamination in excreta of avian species from Ludhiana district of Punjab. *International Journal of Advanced Research*. Vol. 2, pp: 873-879.
۲۱. **Kaur Pannu, K. and Kaur Kler, T., 2017.** Heavy metal contamination in excreta of house sparrow (*Passer domesticus*) from rural areas of Ludhiana. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. Vol. 6, pp: 77-81.
۲۲. **Kaur, N. and DHanju, C.K., 2013.** Heavy metals concentration in excreta of free living wild birds as indicator of environmental contamination. *Supplement on Toxicology*. Vol. 8, pp: 1089-1093.
۲۳. **Kekkonen, J.; Hanski, I.K.; Väisänen, R.A. and Brommer, J.E., 2011.** Levels of heavy metals in House Sparrows (*Passer domesticus*) from urban and rural habitats of southern Finland. *Ornis Fennica*. Vol. 89, pp: 91-98.
۲۴. **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*. Vol. 56, pp: 317-324.
۲۵. **Mansouri, B.; Babaei, H. and Hoshyari, E., 2011.** Heavy metal contamination in feathers of Western Reef Heron (*Egretta gularis*) and Siberian gull (*Larus heuglini*) from Hara biosphere reserve of Southern Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 184, No. 10, pp: 6139-6145.
۲۶. **Millaku, L.; Imeri, R. and Trebicka, A., 2014.** House sparrow (*Passer domesticus*) as bioindicator of heavy metals pollution. *European Journal of Experimental Biology*. Vol. 4 No. 6, pp: 77-80.
- استان اصفهان. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۶، شماره ۴، صفحات ۱۰۳ تا ۱۱۱.
۳. **رجایی، ق؛ حسن پور، م. و مهدی نژاد، م.ه.، ۱۳۹۱.** بررسی غلظت روی، سرب، کروم و کادمیوم در آب و رسوب خلیج گرگان و مصب رودخانه گرگان رود. *مجله تحقیقات نظام سلامت*. دوره ۵، صفحات ۷۴۸ تا ۷۵۶.
۴. **شیبانی فر، ف. و میرسنجری، م.، ۱۳۹۱.** اهمیت بررسی پرندگان در پایش زیستی آلودگی با فلزات سنگین. *ششمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران*.
۵. **صادقی، م؛ قاسمپوری، س.م. و بهرامی فر، ن.، ۱۳۹۵.** پایش زیستی غلظت فلز جیوه در جایگاه‌های ۱۶ گانه رویش پر مرغابی‌سانان وحشی ایران و بررسی سلامت غذایی آن‌ها به کمک سطح و استراتژی تغذیه. *فصلنامه محیط زیست جانوری*. دوره ۸، شماره ۲ صفحات ۶۵ تا ۷۲.
۶. **کریمی، آ؛ اسماعیلی ساری، ع. و یزدان داد، ح.، ۱۳۸۵.** بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم، کروم، مس، روی و آهن در برخی اندام‌های با کلان بزرگ. *محیط‌شناسی*. دوره ۳۳، شماره ۴۳، صفحات ۸۳ تا ۹۲.
۷. **مرادی، پ؛ حافظی، س. و ابراهیمیان، م.، ۱۳۹۲.** آلودگی دریایی به‌وسیله فلزات سنگین. *سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران*.
۸. **مرکز آمار ایران. ۱۳۹۰.** سالنامه آماری استان خوزستان. دفتر آمار و اطلاعات استانداری خوزستان.
۹. **هاشمی، ا؛ صفاهیه، ع. و نصوری، ع.، ۱۳۹۴.** ارزیابی فلزات سنگین در پر و تخم پرند ماده کاکایی صورتی در خورموسی. *اقیانوس‌شناسی*. سال ۷، شماره ۲۸، صفحات ۹۱ تا ۹۸.
۱۰. **Al-Mansour, M.I., 2004.** Using feathers as a biological indicator of lead environmental pollution. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. Vol. 7, No. 11, pp: 1884-1887.
۱۱. **Baker, N.J.; Dahms, S.; Gerber, R.; Maina, J. and Greenfield, R., 2017.** Metal accumulation in House Sparrow (*Passer domesticus*) from Thohoyandou, Limpopo province, South Africa. *African Zoology*. Vol. 52, No. 1, pp: 43-53.
۱۲. **Bounagua, M.; Bellaouchou, A.; Benabbou, A.; El Abidi, A.; Ben-aakam, R. and Fekhaoui, M., 2014.** Using blood's *Passer domesticus* as a possible bio-indicator of urban heavy metals pollution in Rabat-Salé (Morocco). *J. Mater. Environ. Sci*. Vol. 5, No. 3, pp: 937-944.
۱۳. **Burger J., 1994.** A risk assessment for lead in birds. *J. Toxicol. Environ. Health*. Vol. 45, pp: 369-396.
۱۴. **Burger, J.; Gochfeld, M.; Jeitner, C.; Burke, C.D.; Volz, R.; Snigaroff, D.; Snigaroff, T. 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*. Vol. 152, pp: 179-194.



۲۷. **Movalli, A., 2000.** Heavy metal and other residues in feathers of laggar falcon (*Falcobiarmicus juggar*) from six districts of Pakistan. Environmental Pollution. Vol. 109, pp: 267-275.
۲۸. **Mustafa, I.; Ghani, A.; Arif, N. and Asif, S., 2015.** Comparative Metal Profiles in Different Organs of House Sparrow (*Passer domesticus*) and Black Kite (*Milvus migrans*) in Sargodha District, Punjab. Pakistan. Pakistan J. Zool. Vol. 47, No. 4, pp: 1103-1108.
۲۹. **Swaileh, K.M. and Sansur, R., 2006.** Monitoring urban heavy metal pollution using the House Sparrow (*Passer domesticus*). Journal of Environmental Monitoring. Vol. 8, No. 1, pp: 209-213.
۳۰. **Xia, F.; Wang, T.; Luo, L.; Chen, H.; Dahlgren, R.A. and Huang, H., 2018.** Distribution and source analysis of heavy metal pollutants in sediments of a rapid developing urban river system. Chemosphere. Vol, 207, pp: 218-228.
۳۱. **Zolfaghari, G.; Esmaili-Sari, A.; Ghasempouri, S.M. and Hasanzadeh Kiabi, B., 2007.** Examination of mercury concentration in the feather of 18 species of birds in southwest Iran. Environmental Research. Vol. 104, pp: 258-265.



## Iron, Lead, Zinc, Copper, and Magnesium levels in the Feather of House Sparrow (*Passer domesticus*): Noninvasive Sampling Method

- **Zahra Bahonar:** Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran
- **Eisa Solgi\*:** Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

Received: December 2019

Accepted: March 2020

**Keyword:** Heavy metals, Dezful, *Passer domesticus*, Bioaccumulation

### Abstract

Investigating the birds as an indicator of heavy metal pollution is very useful because the biology of birds is well-known, also birds feed on the higher trophic in the ecosystems, so they can provide information about the extent of pollution in the entire food web. This research was done in 2018 to investigate the distribution of heavy metals (lead, iron, zinc, copper, manganese) in different tissues (kidney, liver, muscle, and feather) of *Passer domesticus* in Dezful city. A total of 60 domestic sparrows from the urban area and 10 from a rural area (Abolhassan village of Dezful city) were randomly collected in the spring with the help of local natives. Biometric characteristics such as body length, wing length, weight and gender were also studied. Acid digestion method was used to prepare the samples. The results were analyzed using SPSS software. The order of accumulation of heavy metals in the feather of *Passer domesticus* in rural and urban areas was: Fe > Zn > Mn > Pb > Cu. Based on the results, the average Fe, Cu, Zn and Mn in urban areas were 106.67, 1.95, 12.43, 32.41 mg/kg and 2.69 mg/kg for Pb respectively. Also, the average concentrations of heavy metals of Fe, Cu, Zn and Mn in the gentian organs of rural areas were 95.96, 1.26, 100.44, 23.88 mg/kg and 2.75 mg/kg for Pb respectively. Comparison between mean values of zinc and manganese in rural and urban areas were significantly at the level of 0.05.

---

\* Corresponding Author's email: e.solgi@malayeru.ac.ir

