(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467

غلظت آهن، سرب، روی، مس، منگنز در پر گنجشک خانگی (*Passer domesticus*): شیوه نمونه‌بردای غیرمخرب

- **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 ١٣٩٨ تاریخ پذیرش: اسفند ١٣٩٨

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 می‌توانند اطلاعاتی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی فراهم آورند. این مطالعه در سال ١٣٩٧ به‌منظور بررسی توزیع و غلظت فلزات سنگین (سرب، آهن، روی، مس، منگنز) در بافت پر گونه گنجشک خانگی در شهر دزفول انجام شد. تعداد ٦٠ قطعه گنجشک خانگی از منطقه شهری و ١٠ 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 ١٠٦١/٧٤، ١/٩٥، ١٢٣/٧٤ و ٣٢/٤١ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ٢/٦٩ 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 ٩٠٠/٦٠، ١/٦٢، ١٠٠/٠٤، ٢٣/٨٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ٢/٧٥ میکروگرم بر کیلوگرم برای سرب به‌دست آمد. هم‌چنین مقایسه میانگین فلزات سنگین حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری در سطح ٠/٠٥ فلز روی و منگنز بین مناطق روستایی و شهری در بافت پر بود.

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

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: e.solgi@malayeru.ac.ir

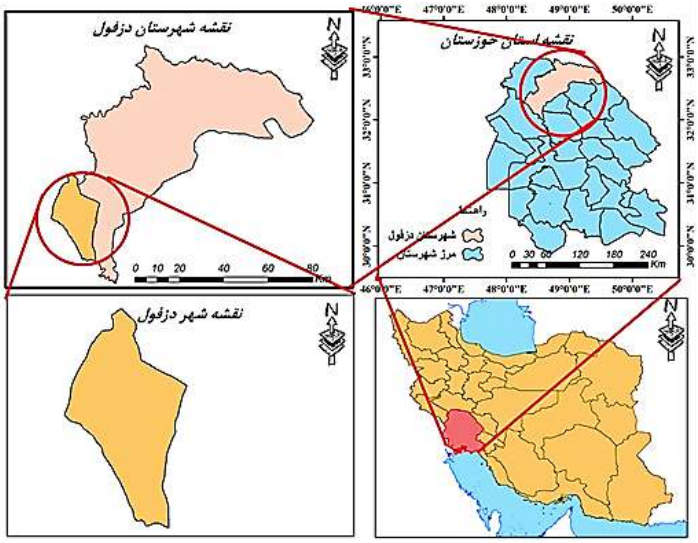
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467

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 ازجمله 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 درمحیط‌های غیرزنده به‌دست می‌دهد زیرا موجودات زنده اطلاعات دقیق‌تری را در مورد فراهمی زیستی و هم‌چنین انتقال زیستی آلاینده‌ها ارائه می‌کنند (Swaileh و Sansur ، ۲۰۰۶). پرندگان ممکن است از طریق تماس مستقیم یا استفاده از آب و غذای آلوده در معرض مواد شیمیایی‌گوناگونی 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 رگ‌های‌کوچک‌خونی 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 می‌مانند (Jenni و همکاران، ۲۰۱۵) بنابراین پر در چند هفته اول شکل‌گیری،نشان‌دهنده میزان فلزات سنگین در خون و سایربافت‌های داخلی بدن است (شیبانی‌فر و همکاران ۱۳۹۱). فلزات سنگین همیشه در ترکیب طبیعی محیط‌زیست وجود داشته‌اند و در شرایط طبیعی در غلظت‌های‌پایین یافت‌می‌شوند تاکنون‌مقادیر 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 لیکن‌در همین راستامطالعات‌گوناگونی روی‌گونه‌های 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 آبزی 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 گیاه‌خوارن 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؛ Swaileh و Sansur، ۲۰۰۶؛ Kekkonen و همکاران، ۲۰۱۱؛ Kaur و Kler، ۲۰۱۷؛ Kaur و DHanju، 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

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467

به‌دلیل امکان تماس با آب و غذای آلوده، عادات تغذیه‌ای ویژه و شناخته شده بودن بیولوژی آن‌ها، شاخص زیستی مناسبی برای آلاینده‌های محیط هستند، از این‌رو بررسی فلزات سنگین در موجودات زنده از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. بنابراین با توجه به این که گنجشک خانگی در مناطق شهری زندگی می‌کند و در معرض آلاینده‌های انسانی است و از طرفی نبود اطلاعات در مورد بیش‌تر گونه‌های خانواده سبک‌بالان در اثر آلودگی‌های محیطی، در همین راستا پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان فلزات سنگین آهن، سرب، روی، مس و منگنز با استفاده از پر گنجشک خانگی به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی برای اندازه‌گیری و ارزیابی مقادیر فلزات سنگین برنامه‌ریزی شد. این پژوهش هم‌چنین به بررسی اثر جنسیت نیز در تجمع فلزات می‌پردازد.



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

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی: در این پژوهش نمونه‌برداری از پر گونه گنجشک خانگی در شهر دزفول (شکل ۱) واقع در استان خوزستان صورت گرفت. شهرستان دزفول، از شهرستان‌های استان خوزستان در جنوب‌غربی ایران و سی‌امین شهر پرجمعیت کشور است که با مساحت‌نزدیک به ۴۷۶۲ کیلومترمربع کنار رودخانه دز و در بخش‌های جلگه‌ای استان خوزستان واقع شده و با برشمردن بخش‌های روستایی آن دارای گستردگی برابر ۷۸۴۴ کیلومترمربع 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 استان‌های چهارمحال بختیاری از جنوب‌شرقی به شهرستان مسجدسلیمان و از جنوب به شهرستان‌های شوشتر و گتوند و از جنوب‌غربی به شهرستان شوش محدود می‌شود. شهرستان دزفول مانند اکثر شهرهای خوزستان، دارای آب و هوای گرم و شرجی است و تابستانی گرم و زمستانی مدیترانه‌ای دارد. گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال این شهرستان به‌ترتیب تیر و دی می‌باشند. میانگین بارش سالانه باران، ۲۵۰ میلی‌متر و میانگین دما ۳ درجه سانتی‌گراد در زمستان و ۴۹ درجه سانتی‌گراد در تابستان است. بررسی یک دوره آماری آب و هوایی نشان‌دهنده آن است که حداقل درجه حرارت شهرستان دزفول ۱۹/۲ درجه سانتی‌گراد و حداکثر آن ۴۵/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). جمعیت گنجشک در باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی شهر دزفول‌زیاد است و از دیرباز، صید این پرنده به‌عنوان یک منبع غذایی برای جوامع انسانی، در این منطقه رونق داشته است.

روش نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها: تعداد ۶۰ قطعه گنجشک خانگی در منطقه شهری و ۱۰ قطعه از مناطق روستایی به‌طور تصادفی در فصل بهار ۱۳۹۷ به کمک بومیان محلی جمع‌آوری شدند. نمونه‌های پرهای سینه‌ای درون کیسه‌های پلاستیکی عاری از آلودگی قرار گرفت. ابتدا نمونه‌های پر با استون و آب دوبار تقطیر شستشو شد تا از هر نوع آلودگی و چربی زدوده شوند. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. سپس نمونه‌های پر توسط قیچی به تکه‌های کوچک‌تر خرد تبدیل شدند. برای هضم، به‌میزان ۰/۵ گرم از نمونه‌های پر توسط ترازو وزن شد و به آن ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک (۶۹ درصد) و ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک (۳۷ درصد) مرک آلمان اضافه شد و در حمام بن‌ماری به‌مدت یک ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت سه ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا هضم شوند. نمونه‌های هضم شده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون عبور داده شد و حجم آن‌ها توسط آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد (Burger و همکاران، ۲۰۰۹). غلظت فلزات محلول به‌دست آمده با استفاده از جذب اتمی به‌روش شعله اندازه‌گیری 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. حدتشخیص (LOD) برای فلزات آهن، منگنز، مس و روی به‌ترتیب ۰/۷۵ میلی‌گرم برکیلوگرم، ۰/۲۳، ۰/۶۸ و ۰/۴۸ میلی‌گرم برکیلوگرم و برای سرب ۱۰ میکروگرم برکیلوگرم بود.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467

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 به‌دلیل 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 ویتنی‌یو به‌کار گرفته شد. برای بررسی همبستگی بین فلزات از آزمون اسپیرمن استفاده شد.

نتایج

براساس نتایج به‌دست آمده کم‌ترین و بیش‌ترین فلزات سنگین در مناطق شهری به‌ترتیب مس و آهن و در مناطق روستایی به‌ترتیب فلزات سرب و آهن است (جدول ۱). طبق نتایج به‌دست آمده ترتیب انباشت فلزات سنگین در بافت پر گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری به‌صورت Fe > Zn > Mn >Pb > Cu به‌دست آمد. آهن و مس به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را در بافت پر گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری دارا بودند.

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

منطقه	فلزات (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	تعداد	کم‌ترین	بیش‌ترین	میانگین ± انحراف استاندارد
شهری	آهن	۶۰	۶۵۳/۵۰	۱۵۴۵/۰۰	۱۰۶۱/۷۴±۱۸۴/۹۲
	مس	۶۰	۰/۰۷	۱۱/۳۹	۱/۹۵±۲/۱۰
	روی	۶۰	۷۳/۲۵	۲۱۹/۰۵	۱۲۳/۷۴±۲۷/۵۶
	منگنز	۶۰	۱۶/۲۱	۷۶/۲۵	۳۲/۴۱±۱۰/۴۰
	سرب	۶۰	۰/۱۲	۷/۲۸	۲/۶۹±۲/۰۰
روستایی	آهن	۱۰	۶۱۲/۵۰	۱۳۶۸/۰۰	۹۰۰/۶۰±۲۸۵/۵۸
	مس	۱۰	۱/۶۲	۱/۶۲	۱/۶۲±۰۰۰/۰۰
	روی	۱۰	۶۸/۵۰	۱۳۰/۳۰	۱۰۰/۰۴±۱۷/۲۲
	منگنز	۱۰	۱۳/۴۵	۴۱/۸۳	۲۳/۸۰±۱۱/۲۳
	سرب	۱۰	۱/۲۶	۲/۷۵	۲/۷۵±۰/۴۹

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

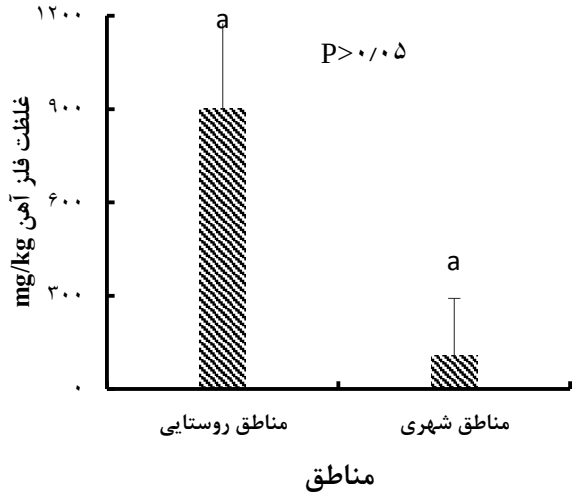
جدول ۲: نتایج همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در بافت پر گنجشک خانگی

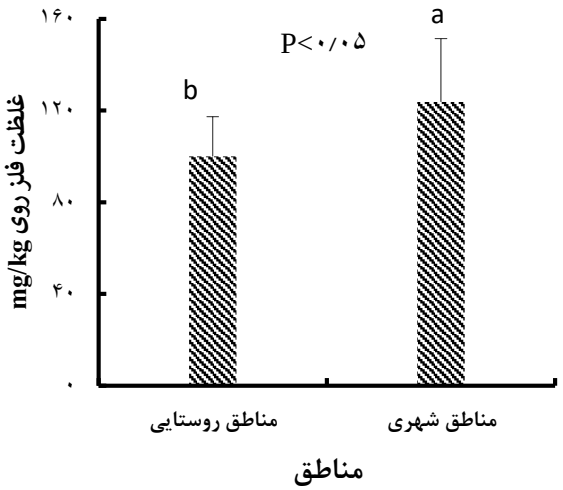
فلزات	آهن	مس	روی	منگنز	سرب
آهن	۱				
مس	۰/۳۷*	۱			
روی	۰/۲۶	۰/۶۰**	۱		
منگنز	۰/۹۹**	۰/۳۴*	۰/۱۷**	۱	
سرب	-۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۳۶*	-۰/۱۱	۱

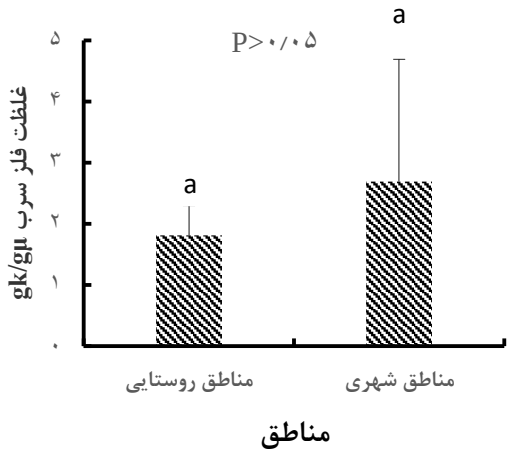
** همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.

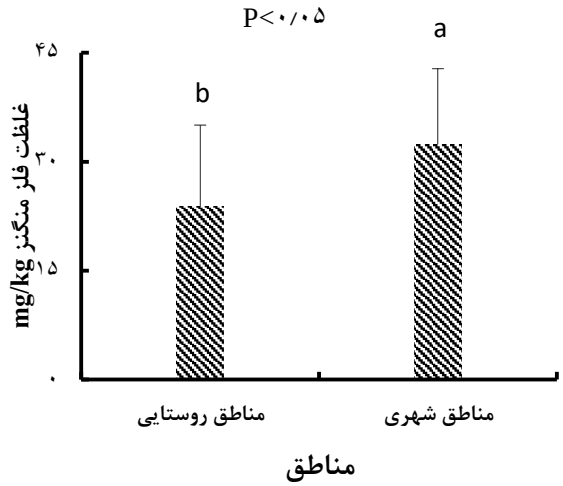
*همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

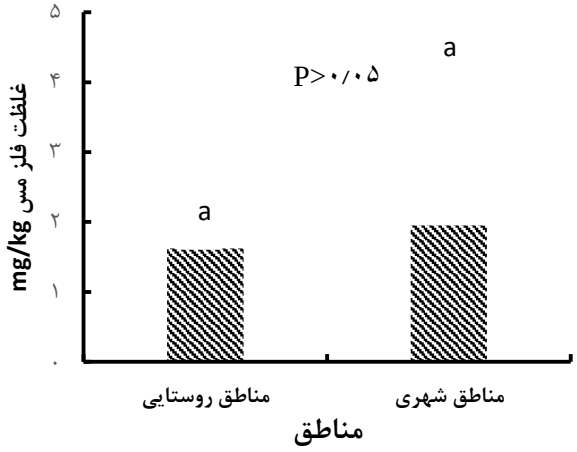
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467







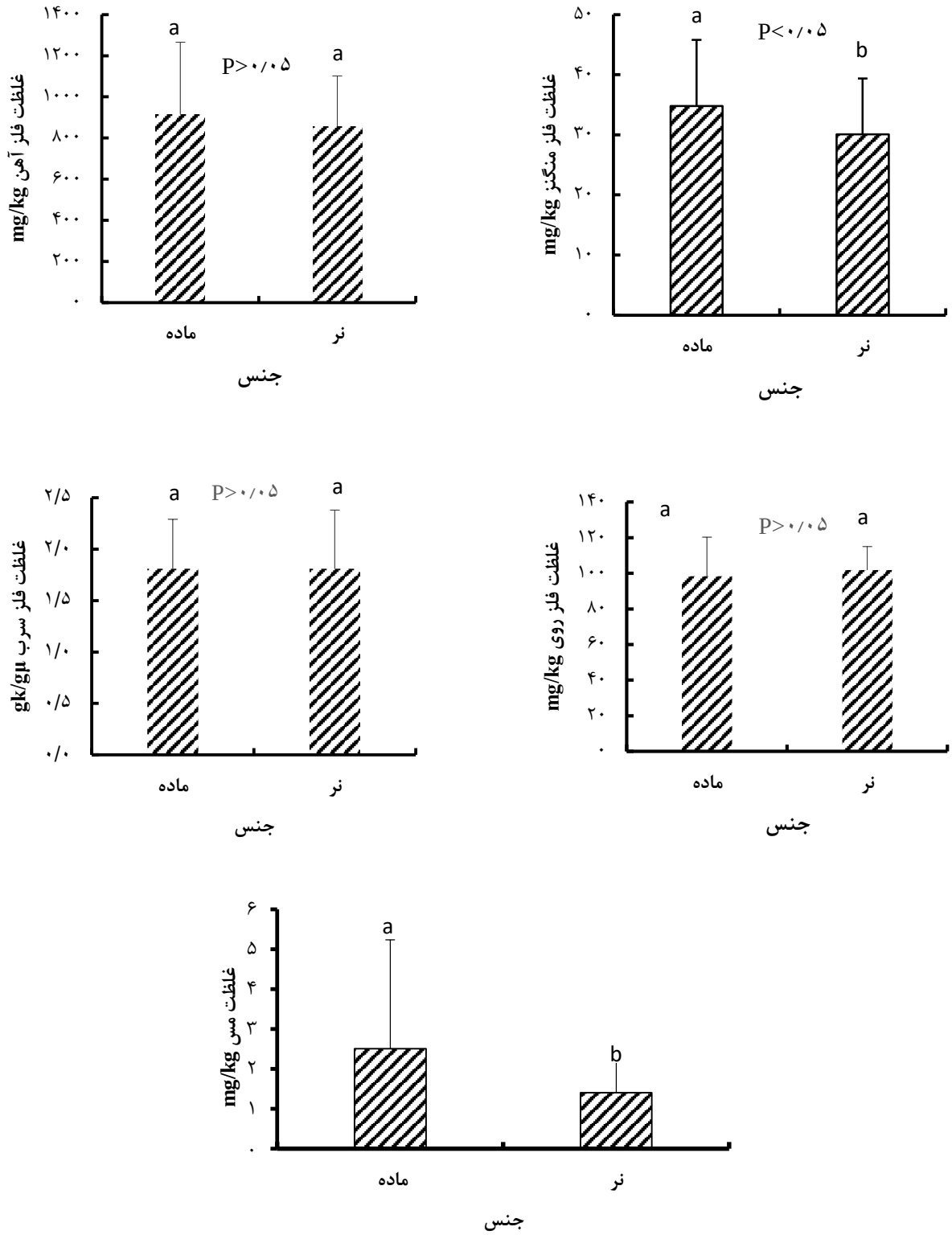




شکل ۲: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در مناطق روستایی و شهری گنجشک خانگی در بافت پر با استفاده از آزمون من‌ویتنی‌یو

(حروف مشترک بیانگر عدم معنی‌داری است)

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467



شکل ۳: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین بین جنس نر و ماده گنجشک خانگی در بافت پر با استفاده از آزمون من‌ویتنی‌یو

(حروف مشترک بیانگر عدم معنی‌داری است)

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467

بحث

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، ١٣٩٣). 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 ٠/٠٥ برخوردار هستند. نتایج مطالعه Kekkonen و همکاران (٢٠١١) 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، ٢٠١٤). 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، ٢٠٠٩). به‌طورکلی این نتایج نشان می‌دهند که می‌توان از گنجشک خانگی به‌عنوان بیواندیکاتور آلودگی فلزی در محیط شهری استفاده کرد. با این‌حال عادت غذایی متنوع این پرنده بایستی مورد توجه قرار گیرد به‌ویژه زمانی‌که قرار است در مورد نگرانی مرتبط با آلودگی فلزی برای سلامت انسان نتیجه‌گیری شود (Swaileh و Sansur ، ٢٠٠٦).

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 (١٩٩٥) بیان می‌دارد که تفاوت‌هایی را در تجمع فلزات بین دو جنس می‌توان انتظار داشت در صورتی که دو جنس از: (١) غذاهای مختلف، (٢) غذاهای مشابه اما با اندازه‌های مختلف و یا (٣) 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، ٢٠٠٢؛ Burger و Gochfeld، ١٩٩٢)، 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 (١٣٩۴) در کاکایی صورتی و هم‌چنین Swaileh و Sansur (٢٠٠۶) اختلاف معنی‌داری در غلظت فلزات بین جنس نر و ماده مشاهده نشد. نتایج پژوهش منصوری و همکاران (٢٠١١) روی اگرت 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 (٢٠٠٩) 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، ١٩٩٣). علاوه بر فرآیند 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، ٢٠٠٩).

Baker (٢٠١٧) در مطالعه‌ای به بررسی تجمع فلزات در بافت‌های مختلف گنجشک خانگی پرداختند که نتایج نشان داد به‌ترتیب غلظت فلزات سنگین در پرهای عضلاتی، پرهای 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 ١٨/٠٣ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد که از مقادیر مطالعه حاضر بیش‌تر می‌باشد (Al-Mansour، ٢٠٠۴). میانگین غلظت فلزات روی و مس در پر اگرت بزرگ در مطالعه شیبانی‌فر و همکاران (١٣٩١) به‌ترتیب برابر ١۶١/٧١ و ١٠/٢١ 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

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467

قرار دارند. Mansouri و همکاران (۲۰۱۱) میانگین غلظت روی را در پر اگرت ساحلی در ذخیره گاه زیستکره حرا ۵۷/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند که در مقایسه با سطوح روی اندازه‌گیری شده در مطالعه حاضر کم‌تر است. در مطالعه دیگری که در شهر یزد انجام گرفت نیز میانگین غلظت سرب در پر قمری خانگی ۱۹/۸۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد که نسبت به مقادیر سرب مطالعه‌حاضر بیش‌تر است که دلیل آن می‌تواند ناشی از آلودگی‌های جوی و اثرات فعالیت‌های صنعتی و انسانی باشد (قالی‌باف و همکاران، ۱۳۹۵). به‌منظور مقایسه و نتیجه‌گیری بهتر در جدول ۳ نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر با مطالعات دیگر که در سایر نقاط مختلف جهان به بررسی فلزات مشابه در گنجشگ خانگی پرداخته‌اند، مقایسه شده است. بر این اساس می‌توان گفت که سرب تقریباً قابل مقایسه و در محدوده نتایج سایر کشورها است، مس مقادیر کم‌تری دارد و روی و منگنز به نسبت مقادیر بیش‌تری دارند. Kim و همکاران (۲۰۰۹) تفاوت‌های محلی و گونه‌ای در آلودگی حاد یا مزمن به فلزات را به حضور فلزات در رژیم غذایی و آلودگی‌های محیطی نسبت داده‌اند.

جدول ۳: مقایسه میانگین و انحراف معیار نتایج به‌دست آمده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) از پژوهش حاضر با پژوهش‌های دیگران

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

با توجه به این‌که آلودگی‌های خارجی در مورد بسیاری از عناصر ممکن است میزان غلظت فلزات را در پر پس از شکل‌گیری تغییر دهند، در نتیجه میزان فلزات سنگین در بخش‌هایی از پر که بیش‌تر در معرض آلودگی‌های خارجی هستند (به‌عنوان مثال آلودگی‌های موجود در هوا) افزایش می‌یابد. بنابراین بایستی تمامی فاکتورهایی که ممکن است روی میزان فلزات در پر که در نتیجه آلودگی‌های خارجی است در هنگام آنالیز نمونه‌ها مدنظر قرار گیرد. یکی از راه‌هایی که می‌تواند اثر آلودگی‌های 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 می‌توان نتیجه گرفت که وجود این عناصر در پر پرندگان مورد مطالعه در نتیجه آلودگی‌های خارجی مانند هوا نبوده، بلکه در هنگام شکل‌گیری پر پرندگان در خون آن‌ها وجود داشته و به پر انتقال یافته‌اند. براساس نتایج به‌دست آمده میزان غلظت فلز روی و منگنز در مناطق شهری و روستایی دارای اختلاف معنی‌داری بود. این اختلاف در دو منطقه می‌تواند ناشی از فعالیت‌های صنعتی و انسانی و آلودگی بیش‌تر این مناطق را نشان دهد. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش شواهدی در مورد پتانسیل گنجشک خانگی به‌عنوان بیواندیکاتور آلودگی فلزات سنگین در محیط‌های شهری را فراهم می آورد. با این‌حال، موارد دیگر مانند تنظیم فیزیولوژیکی فلز و ارتباط بین فلزات موجود در محیط و غلظت آن‌ها در بافت‌های گنجشک خانگی وجود دارد که باید قبل از توصیه این پرنده به‌عنوان 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 می‌شود.

منابع

۱. **اکاتی، ن.؛ اسماعیلی‌ساری، ع. و عین‌الهی‌پیر، ف.، ۱۳۹۵.** بررسی میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم در برخی پرندگان خوزستان، مجله پایداری، توسعه و محیط زیست. دوره ۳، شماره ۱، صفحات۲۵ تا ۳۳.

۲. **حسین‌پورمحمدآبادی، ز.؛ ملکیان، م. و میرغفاری، ن.، ۱۳۹۳.** بررسی تجمع زیستی جیوه در پرندگان آبزی و غیرآبزی در

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467

استان اصفهان. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۶، شماره ۴، صفحات ۱۰۳ تا ۱۱۱.

۳. **رجایی، ق.؛ حسن‌پور، م. و مهدی‌نژاد، 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. **شیبانی‌فر، 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 بهرامی‌فر، 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.؛ اسماعیلی‌ساری، ع. و یزدان‌داد، 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 پرنده 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: 18841887.

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 Zology. 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 assessmentfor 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.

۱۵. **Burger, J., 1993.** Metals in avian feathers: bioandicators 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 mercuryin 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.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467

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.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125467

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 4, Winter 2020

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