Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره شش، شهریور ماه ۹۹

بررسی غلظت فلزات کمیاب در پرهای قمری خانگی (*Streptopelia senegalensis*) به منظور پایش آلودگی در مرکز ایران (مطالعه موردی: شهر یزد)

حسان اخوان‌قالی‌باف [۱*]

hesanakhavan@gmail.com

محمدحسین ایران‌نژاد پاریزی [۲]

فرهاد نژادکورکی [۳]

محمودرضا همامی [۴]

حمیدرضا عظیم زاده [۵]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۲۱ **تاریخ پذیرش:** ۹۶/۰۳/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: پرها به‌عنوان روشی عالی برای پایش فلزات کمیاب در محیط‌زیست از دهه ۱۹۶۰ تا هم‌اکنون استفاده‌شده‌اند. هدف از این تحقیق استفاده از پرهای قمری خانگی (*Streptopelia senegalensis*) به‌عنوان شاخص آلودگی محیط‌زیست شهری می‌باشد.

روش بررسی: غلظت فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی در ۵۸ نمونه‌ی پر قمری خانگی از ۱۹ منطقه‌ی مختلف در محدوده‌ی شهرستان یزد مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری غلظت فلزات کمیاب به روش هضم شیمیایی و از دستگاه جذب اتمی استفاده شد. جهت بررسی شاخص عدم تقارن سطح دو بال از روش توزین با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده گردید.

یافته‌ها: میانگین غلظت فلزات کمیاب برای سرب $\mu g\ g^{-1}$ ۱/۲۷ ± ۲۰/۱۳، کادمیوم $\mu g\ g^{-1}$ ۰/۰۴ ±۰/۸۵، مس $\mu g\ g^{-1}$ ۰/۲۸ ±۱۵/۵۶ و برای روی $\mu g\ g^{-1}$ ۸/۷۷ ± ۲۰۹/۷۲ بدست آمد. غلظت فلزات کمیاب (سرب، کادمیوم و روی) در مناطق مختلف با توجه به ناهمگنی محیط‌زیست شهری از نظر ساختارها و فعالیت‌های انسانی در مقیاس محلی دارای اختلاف معنی‌دار بود. در این پژوهش همبستگی بین فلزات سرب و کادمیوم با فلز روی مشاهده گردید.

۱- کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه یزد، یزد، ایران * (مسؤول مکاتبات).

۲ - استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۳ - دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه یزد و عضو مرکز تحقیقات علوم و فناوری‌های محیط‌زیست دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.

۴ - دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

۵ - دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری: الگوی همبستگی عناصر در پر می‌تواند درنتیجه‌ی ارتباط غلظت این عناصر در محیط‌زیست و نوعی بازخور مثبت به‌منظور حفاظت در برابر آلودگی سرب و کادمیوم باشد. نتایج نشان‌دهنده‌ی جذب قابل‌توجه فلزات کمیاب ناشی از فعالیت‌های انسانی توسط پر قمری خانگی و کارایی استفاده از پر قمری خانگی به‌عنوان شاخص آلودگی فلزات کمیاب در محیط‌زیست شهری بوده است.

واژه‌های کلیدی: فلزات کمیاب، پر قمری خانگی، محیط‌زیست شهری، یزد.

www.SID.ir

Ar

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.6, August, 2020

Trace Metals Concentration Study in Feathers of Laughing Dove (*Streptopelia senegalensis*) for Pollution Monitoring in Central Iran (Case Study: Yazd City)

Hesan Akhavan Ghalibaf[1*]

hesanakhavan@gmail.com

Mohamad Hosein Irannezhad Parizi[2]

Farhad Nejadkoorki[3]

Mahmoud Reza Hemami[4]

Hamid Reza Azimzadeh[5]

Accepted: 2017.06.14 Received:2017.04.10

Abstract

Background and Purpose: Feathers as an excellent way to monitor trace metals in the environment from the 1960s have already been used. The aim of this study is using feather of laughing dove (*Streptopelia senegalensis*) as an indicator of urban environmental pollution**.**

Materials and Methods: The concentration of Cadmium, Lead, Copper and Zinc were evaluated from 58 laughing dove's feather samples from 19 different locations within the city of Yazd. Chemical digestion and atomic absorption spectrometer was used for measuring the concentration of trace metal. Weighing method by 0.001 g accuracy digital scale were used to study the index of two wing asymmetry.

Results: Mean concentration of Lead, Cadmium, Copper and Zinc were 20.13 ± 1.27 μg g^{-1}, 0.85± 0.04 μg g^{-1}, 15.56 ± 0.28 μg g^{-1} and 209.72 ± 8.77 μg g^{-1}. Due to heterogeneity of human activity and structure in urban environment the concentration of trace metals (lead, cadmium and zinc) showed significant differences in different local scale regions. In this study correlation was observed between Lead and Cadmium with Zinc.

Discussion and Conclusions: Correlation pattern could simply result from correlated concentrations of these metals in the environment and could be a kind of positive feedback protection against Lead and Cadmium pollution. The results showed considerable trace metals absorption by laughing dove's feather that caused by human activity and efficiency of laughing dove's feather as an indicators of trace metal pollution in urban environment.

Key words: Trace Metals, Laughing Dove Feather, Urban Environment, Yazd.

1 - M.Sc., Environmental Engineering, Department of Natural Resources and Environment, Yazd University, Yazd, Iran *(Corresponding Author)

2 - Assistant Professor, Department of Natural Resources and Environmental, Yazd University, Yazd, Iran

3- Associate Professor, Department of Natural Resources and Environmental, Yazd University and Member of Environment Science and Technology Research Center of Shahid Sadoughi University of Medical Science, Yazd, Iran

4 - Associate Professor, Department of Natural Resources, University of Technnology, Isfehan, Iran

5 - Associate Professor, Department of Natural Resources and Environmental, Yazd University, Yazd, Iran

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شهرنشینی و استفاده از سوخت‌های فسیلی توسط وسایل نقلیه و صنایع سبب ورود فلزات کمیاب به محیط‌زیست گردیده است (۱ و ۲). استفاده از شاخص‌های زیستی[1] ازجمله روش‌های معتبر برای بررسی آلاینده‌های بالقوه در محیط‌زیست می‌باشد (۳). در دهه‌های اخیر تلاش برای پایش محیط‌زیست با استفاده از بررسی موجودات زنده و اکوسیستم‌ها افزایش‌یافته است (۴). در پرندگان فلزات کمیاب با شکل‌های مختلف بیولوژیکی مانند مقدار سرب، نیکل، روی و مس در پر (۵) ، تأثیر روی، مس، کادمیوم و سرب بر تنوع ژنتیکی (۶)، تأثیر سرب، کادمیوم و جیوه بر موفقیت جوجه‌کشی (۷ و ۸)، درجه‌ی آلودگی سرب در بافت استخوان (۹)، تأثیر کادمیوم و سرب بر پاسخ ایمنی هومورال[2] (۱۰) و تأثیر جیوه بر رفتار جوجه‌کشی، کم‌تحرکی و عدم تقارن سطح بال (۸) در ارتباط است. فلزات جذب‌شده از محیط در بدن پرندگان ذخیره و یا دفع می‌گردد (۱۱). دفع فلزات ممکن است از طریق تخم‌های پرنده نیز صورت پذیرد (۱۲ و ۱۳). سنجش فلزات کمیاب ذخیره شده در بدن پرندگان تصویر بهتری را از خطرات آلاینده‌ها برای انسان، نسبت به اندازه‌گیری در محیط‌زیست فیزیکی، گیاهان یا بی‌مهرگان نشان می‌دهد (۱۴). پرندگان منابع مختلفی از آب و غذای حاوی فلزات کمیاب را در محدوده‌ای گسترده از زیستگاه خود مورد استفاده قرار می‌دهند. سطح عناصر تجمعی در اندام پرندگان مانند پر می‌تواند نشان‌دهنده‌ی سطح عناصر در محیط‌زیست باشد (۱۵). از دهه ۱۹۶۰ پرها به دلیل تلفات کم پرنده و فراهم شدن مقدار فلز مؤثر قابل‌مطالعه به‌عنوان روشی عالی برای پایش فلزات کمیاب استفاده‌شده‌اند (۴ و ۱۶). مطالعات متعدد در ایران و جهان با تمرکز بر اندام‌های داخلی مانند جگر، استخوان، مغز و اندام‌های دیگر برای شناسایی آلاینده‌های محیطی انجام‌گرفته است (۱۴، ۲۱-۱۶). استفاده از اندام‌های داخلی معمولاً نیاز به گرفتن پرنده و به خطر افتادن بقای آن‌ها می‌شود (۱۵). استفاده از پر موجود زنده به دلیل غیر مخرب بودن کاربرد ویژه دارد (۲۲ و ۲۳). میزان فلزات در پر دارای دو منبع اصلی می‌باشد: درونی؛ که در دوران شکل‌گیری و از طریق غذا در ساختار پر جای گرفته است. بیرونی؛ که از طریق تماس مستقیم بین پر و محیط‌زیست در پرتجمع می‌یابد (۲۴). مطالعات نشان‌دهنده‌ی ارتباط سطح فلزات کمیاب در پر با سطوح فلزات کمیاب در اندام‌های دیگر پرندگان بوده است (۱۷). پرها به عنوان شاخص مناسب برای نشان دادن بار آلودگی بدن می‌باشند (۲۵ و ۲۶). مطالعات نشان‌دهنده‌ی مناسب بودن استفاده از گونه‌های خانواده‌ی قمریان به‌عنوان شاخص زیستی بررسی فلزات کمیاب در محیط‌زیست شهری می‌باشد (۱۵، ۱۶، ۲۷، ۲۸). مطالعات اکولوژیکی نشان دادند، عواملی مانند قلمروی مشخص، دفاع از قلمرو، داشتن جایگاه آوازخوانی و دفاع از آن در برابر رقبا، جوجه آوری، جابه‌جایی در نزدیکی منابع آب و غذا سبب می‌گردد تا به‌طور معمول این خانواده از پرندگان به خصوص در محیط‌های شهری و انسانی دارای جابه‌جایی محدود باشند (۲۹ و ۳۰). نتایج مطالعات انجام‌گرفته توسط فرانتز و همکاران در سال ۲۰۱۲ در شهر پاریس نشان داد، در فواصل کم‌تر از ۸۰۰ متر غلظت فلزات کمیاب در پر کبوتر وحشی دارای اختلاف معنی‌دار بوده‌است که بیان‌گر جابه‌جایی محدود این‌گونه از قمریان در محیط شهری با توجه به الگوی آلودگی بوده است (۲۷). ویژگی‌های بیولوژیکی و اکولوژیکی مانند کم‌تحرکی در مواقع معمول، رژیم غذایی ثابت، نزدیکی گستره ی خانگی به سکونت‌گاه‌های انسانی، سوخت و ساز بالای بدن و گردش مواد و تنفس بالا، این خانواده از پرندگان را به شاخص‌های زیستی مناسب برای بررسی و پایش محیط‌زیست شهری و صنعتی تبدیل کرده است (۱۶). در مطالعه حاضر از پر قمری خانگی (*Streptopelia senegalensis*) به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی استفاده شد. این‌گونه در شهر یزد و اکثر شهرهای ایران که با مشکلات آلودگی شهری روبرو

1- Bioindicator
2- Humoral Immune Response

www.SID.ir

Archive of SID

هستند، بومی و عمومی می‌باشد و گستره‌ی خانگی و قلمروهایی محدود در محیط‌های انسانی را برای زندگی انتخاب می‌کند.

هدف از این پژوهش بررسی مقدار جذب عناصر کمیاب سرب، کادمیوم، مس و روی در پر قمری خانگی به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی فلزات کمیاب در شهرستان یزد، بررسی همبستگی غلظت فلزات کمیاب در پر قمری خانگی و تأثیر غلظت فلزات کمیاب بر شاخص مورفولوژیکی عدم تقارن سطح بال می‌باشد. این پژوهش می‌تواند ما را در فهم پیامدهای محیط‌زیستی فعالیت‌های انسانی در محیط‌زیست شهری و تأثیرات خطرناک آلودگی بر سلامت ارگانیسم‌های زنده‌ی محیط‌زیست مانند قمری خانگی که دارای مشترکات زیستی زیادی با دیگرگونه‌های زنده ازجمله انسان است، یاری کند.

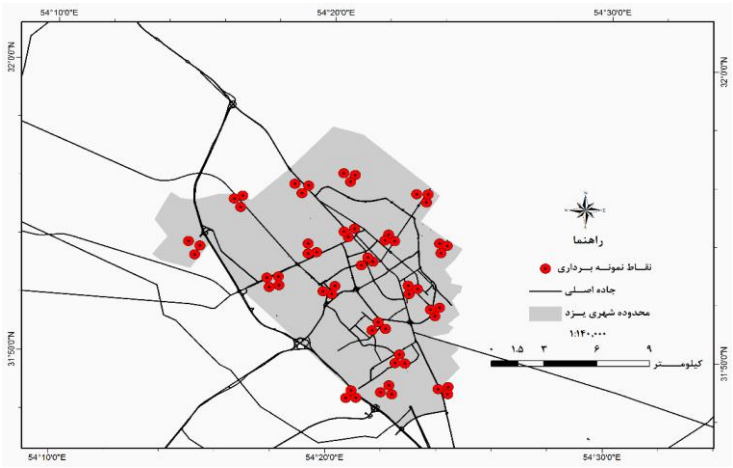
روش بررسی

این پژوهش یک مطالعه‌ی توصیفی مقطعی می‌باشد. محدوده‌ی شهری شهرستان یزد به‌عنوان منطقه‌ی مورد مطالعه انتخاب شد. این شهر در دشتی صنعتی به نام دشت یزد - اردکان قرارگرفته است. محدوده‌ی مطالعه در تمام سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی در گروه آب و هوایی خشک و یا گرم و خشک قرار می‌گیرد. بررسی گلبادهای میانگین نشان‌دهنده‌ی غالب بودن بادهای غربی و شمال غربی در محدوده‌ی مطالعه می‌باشد (۳۱). مهم‌ترین منابع آلاینده در این شهرستان آلودگی ناشی از انتقال جوی به واسطه‌ی بادهای غالب، ریزش ریزگردها، توسعه شهرک‌های صنعتی مجاور، نیروگاه‌های تولید برق، کوره‌های اجرپزی و فعالیت‌های شهری می‌باشد.

نمونه برداری به صورت تصادفی در مناطقی که امکان نمونه برداری از پر قمری خانگی (*Streptopelia senegalensis*) در محدوده شهری شهر یزد وجود داشت، انجام گرفت. از شاه‌پرهای متناظر بال و دم‌پرهای ۵۸ قمری خانگی بالغ از ۱۹ منطقه‌ی مختلف در سطح شهرستان یزد در طی فصل پاییز نمونه‌برداری شد (شکل ۱). در فصل پاییز به علت رشد کامل پرها، حداکثر مقدار فلز کمیاب جذب شده در ساختار پر از زمان پرریزی در اواخر فصل زمستان و اوایل فصل بهار تا زمان نمونه برداری قابل اندازه گیری می‌باشد. در این پژوهش به منظور محاسبه دقت مورد نیاز نمونه برداری از رابطه‌ی کوکران (۱) استفاده گردیده بود (۳۲).

$$n = (z_{1-\alpha/2} \times \sigma)^2 / d^2 \qquad (۱)$$

در این رابطه $z_{1-\alpha/2}$ مقداری از جدول نرمال توضیح استاندارد در سطح ۹۵ درصد، σ انحراف معیار غلظت فلز کمیاب و d خطای مجاز یا همان دقت مورد نیاز برای نمونه‌ها می‌باشد. خطای مجاز نمونه برداری محاسبه شده برای همه نمونه‌ها در چهار فلز سرب، کادمیوم، مس و روی مقدار قابل قبول کم‌تر از ۸ درصد بدست آمد.



شکل ۱- نقشه منطقه موردمطالعه، نقاط نمونه‌برداری و راه‌های اصلی.

Figure 1- Study area map, sampling points and main roads.

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌های پر سه مرتبه در آب دیونیزه و استون شسته شده و به مدت ۲۴ ساعت در آون ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد خشک شدند (۱۷). میزان ۱ گرم از نمونه‌ی پر با استفاده از ۱۵ میلی‌لیتر نیتریک اسید در طول یک‌شب در ظروف دربسته آزمایشگاهی هضم شد و ظروف حاوی نمونه در حمام بن ماری با بخار ۱۰۰ درجه حرارت دید، میزان ۵ میلی‌لیتر آب‌اکسیژنه به نمونه اضافه شد و مراحل قبل تکرار گردید، نمونه‌های هضم شده از صافی عبور داده‌شده و به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد (۳۳). در آخر محلول صاف‌شده در ظروف پلی‌اتیلن نگهداری گردید. برای اندازه‌گیری غلظت فلزات کمیاب از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای مدل Analytik Jena-35 ساخت کشور آلمان با محدوده‌ی طول‌موج بین ۱۸۵ تا ۹۰۰ نانومتر استفاده شد. برای بررسی دقت داده‌ها هر نمونه چهار بار به دستگاه تزریق شده بود و مقدار غلظت‌های با انحراف معیار نسبی (RSD[1]) کم‌تر از ۵٪ ثبت گردید. شاخص‌های عملیاتی طیف‌سنج جذب اتمی (AAS[2]) طبق توصیه‌ی کارخانه‌ی سازنده تنظیم گردید (جدول ۱).

جدول ۱- شرایط دستگاه برای اندازه‌گیری عناصر کادمیوم، سرب، روی و مس.

Table 1- Device conditions for the measurement of cadmium, lead, zinc and copper.

عنصر	طول‌موج (nm)	عرض شکافت (nm)	جریان (mA)	روش
کادمیوم	۲۲۸/۸	۱/۲	۳	AAS
سرب	۲۸۳/۳	۱/۲	۳	AAS
روی	۲۱۳/۹	۰/۵	۴	AAS
مس	۳۲۴/۸	۱/۲	۳	AAS

برای کاهش اریبی و خطای آزمایش علاوه بر استفاده از آب دیونیزه، دستگاه با مقادیر خیلی پایین کالیبره شد و پس از هر ۱۰ نمونه، یک نمونه‌ی شاهد استاندارد اندازه‌گیری گردید. برای تهیه‌ی محلول استاندارد، محدوده‌ی عناصر در بافت پر با استفاده از پیش نمونه‌ها به دست آمد و استانداردهای مناسب بر اساس نمونه‌ها و محدوده‌ی خطی اندازه‌گیری دستگاه تهیه گردید. فاکتور حد تشخیص روش (LOD[3]) برای فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی در روش شعله به ترتیب ۰/۱۸، ۱/۱۲، ۰/۱۷ و ۰/۰۷ میکروگرم بر گرم بود. میزان حد تعیین مقدار (LOQ[4]) برای فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی در روش شعله به ترتیب برابر با ۰/۵۶، ۳/۴۱، ۰/۵۴ و ۰/۲۱ میکروگرم بر گرم بود. داده‌های قرائت‌شده از دستگاه با استفاده از رابطه‌ی (۲) در واحد ppm محاسبه شد.

$$M = C.V / W \qquad (۲)$$

C = غلظت به‌دست‌آمده از دستگاه.

V = حجم نهایی نمونه (در این تحقیق ۲۵ میلی‌لیتر بوده است).

W = مقدار ماده‌ی خشک برای هضم برحسب گرم (در این تحقیق ۱ گرم بوده است).

M = غلظت نهایی نمونه برحسب ppm به ازای یک گرم وزن خشک.

1- Relative standard deviation
2-Atomic absorption spectrometry
3- Limit of detection
4- Limit of quantification

www.SID.ir

Archive of SID

آنالیزهای آماری بر روی نتایج غلظت سرب، کادمیوم، مس و روی نمونه‌های پر قمری خانگی به‌دست‌آمده از مناطق مختلف در محدوده‌ی شهرستان یزد با استفاده از نرم‌افزار (SPSS Version 16) انجام گرفت. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها، برای مقایسه‌ی میزان غلظت فلزات کمیاب سرب، کادمیوم، مس و روی در مناطق مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده شده‌است. جهت بررسی همبستگی بین غلظت فلزات از آزمون پیرسون و جهت بررسی همبستگی بین غلظت فلزات سمی سرب و کادمیوم با غلظت فلزات ضروری روی و مس از آزمون کوواریانس استفاده گردید.

در این مطالعه تأثیر آلودگی فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی بر عدم تقارن در سطح دو بال قمری خانگی در شهرستان یزد مورد بررسی قرار گرفت. تغییرات عدم تقارن (FA[1]) شاخصی است که نمایان‌گر برآیند کیفیت رشد و استرس محیط زیستی مانند آلودگی به فلزات کمیاب (۳۴) و انتخاب جنسی و طبیعی پرندگان می‌باشد (۳۵). بالا بردن دقت و کم کردن دخالت انسانی در به حداقل رساندن خطای مورفومتریک و فهم عدم تقارن اهمیت زیادی دارد (۳۶). با توجه به معایب روش دستی ازجمله خطای فردی از روش توزین استفاده شد. در روش توزین با استفاده از ترازوی دیجیتالی دومین پر از شاه‌پرهای ثانویه در دو بال جدا شد. جهت استانداردسازی اندازه‌گیری جرم پر، محور پر درجایی که ساقه بیرونی به پهنه‌ی پر متصل می‌شود، با تیغ استریل جدا گردید. اندازه‌گیری با یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم در دانشگاه یزد انجام گرفت. برای مشخص کردن عدم تقارن سطح بال چپ و راست از تفاوت بین جرم شاه‌پرهای دوم ثانویه بال‌های چپ و راست استفاده شد. از مزایای این روش تکرارپذیری و حذف بخش زیادی از خطاهای انسانی و دست‌یابی به نتایج مورد اعتماد می‌باشد (۸).

یافته‌ها

در چهار فلز کمیاب مطالعه شده در پر قمری خانگی به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی در محیط‌زیست شهری غلظت میانگین در همه نمونه‌ها $\mu g\ g^{-1}$ ۱/۲۷ ± ۲۰/۱۳ برای سرب، $\mu g\ g^{-1}$ ۰/۸۵ ±۰/۰۴ برای کادمیوم، $\mu g\ g^{-1}$ ۱۵/۵۶ ±۰/۲۸ برای مس و برای روی در مناطق مختلف نمونه‌برداری دارای میانگین $\mu g\ g^{-1}$ ۸/۷۷ ± ۲۰۹/۷۲ بود. نتایج بررسی اختلاف غلظت عناصر در مناطق مختلف شهر یزد نشان‌دهنده‌ی اختلاف غلظت عناصر سرب (sig = ۰/۰۰۱)، کادمیوم (sig = ۰/۰۲) و روی (sig = ۰/۰۰۲) در مناطق نمونه‌برداری بوده‌است. در فلز ضروری مس در مناطق مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

1- Fluctuating asymmetry

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس مقدار غلظت فلزات کمیاب ($\mu g\ g^{-1}$) در پر قمری خانگی در محدوده‌های مطالعه در شهرستان یزد، ** نشان‌دهنده‌ی سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و * به معنای سطح معنی‌داری ۰/۰۵ می‌باشد.

Table 2- Trace metal concentration ($\mu g\ g^{-1}$) Analysis of variance results in laughing dove's feather in Study areas of Yazd city, ** showed 0.01 significance level and * mean 0.05 significance level.

عنصر	منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
سرب	مناطق موردبررسی	۵۶۲/۵۳۲	۱۸	۳۱/۲۵۲	۳/۴۹۵**	۰/۰۰۱
	خطا	۳۴۸/۷۱۳	۳۹	۸/۹۴۱		
کادمیوم	مناطق موردبررسی	۰/۶۵۵	۱۸	۰/۰۳۶	۲/۱۹۷*	۰/۰۲
	خطا	۰/۶۴۶	۳۹	۰/۰۱۷		
مس	مناطق موردبررسی	۲۸/۲۸۸	۱۸	۱/۵۷۲	۱/۱۵۲	۰/۳۴۵
	خطا	۵۳/۲۱۶	۳۹	۱/۳۶۵		
روی	مناطق موردبررسی	۲۷۶۳۴/۰۷۷	۱۸	۱۵۳۵/۲۲۷	۲/۹۹۷**	۰/۰۰۲
	خطا	۱۹۹۷۵/۲۵۹	۳۹	۵۱۲/۱۸۶		

آزمون پیرسون همبستگی معنی‌داری را با حدود اطمینان ۹۹ درصد بین عناصر روی و سرب نشان داد (Sig=۰/۰۰۵) (جدول ۳). در عناصر دیگر همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون برای غلظت فلزات کمیاب در پر قمری خانگی به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی در شهرستان یزد، ** نشان‌دهنده‌ی سطح معنی‌داری ۰/۰۱ می‌باشد.

Table 3- Pearson correlation coefficient for trace metals concentration in laughing dove's feather as an indicator of pollution in Yazd city, ** showed 0.01 significance level.

	کادمیوم	سرب	مس	روی
کادمیوم	۱	-	-	-
سرب	-۰/۰۹۱	۱	-	-
مس	-۰/۰۱۹	۰/۰۹۱	۱	-
روی	-۰/۰۴۵	۰/۳۶۴**	۰/۰۳۴	۱

در آزمون کوواریانس غلظت روی و مس به‌طور جداگانه به‌عنوان متغیر وابسته و غلظت سرب و کادمیوم به‌عنوان عوامل مؤثر بر غلظت این دو عنصر کمیاب در نظر گرفته شد. با توجه به جدول کوواریانس همبستگی بین غلظت سرب با حدود اطمینان ۹۹ درصد و کادمیوم با حدود اطمینان ۹۵ درصد با غلظت فلز روی معنی‌دار گردید (جدول ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی تأثیر فلزات سمی سرب و کادمیوم بر غلظت فلز کمیاب روی، ** نشان‌دهنده‌ی سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و * به معنای سطح معنی‌داری ۰/۰۵ می‌باشد.

Table 4- Analysis of covariance results to determine the effect of lead and cadmium toxic metals on the concentration of the zinc trace metal, ** showed 0.01 significance level and * mean 0.05 significance level.

		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig	R^2
روی	کادمیوم	۲۴۰۹/۶۹۲	۱	۲۴۰۹/۶۹۲	۶/۱۳۹*	۰/۰۱۸	۰/۷۰۳
	سرب	۳۳۶۹/۳۴۶	۱	۳۳۶۹/۳۴۶	۸/۵۸۳**	۰/۰۰۶	
	مس	۵۵۵/۸۰۲	۱	۵۵۵/۸۰۲	۱/۴۱۶	۰/۲۴۲	
	منطقه نمونه‌برداری	۲۷۱۷۷/۸۴۱	۱۸	۱۵۰۹/۸۸۰	۳/۸۴۶**	۰/۰۰۰	
	خطا	۱۴۱۳۱/۶۹۰	۳۶	۳۹۲/۵۴۷	-	-	
	کل	۲۵۸۳۰۶۷/۰۹۰	۵۸		-	-	

نتایج اندازه‌گیری‌های جرم شاه‌پرهای دوم ثانویه در دو بال قمری خانگی در شهرستان یزد به عنوان متغیر وابسته و میزان فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی به‌عنوان متغیر مستقل با استفاده از آزمون رگرسیون لجستیک نشان داد که بین عدم تقارن در پر قمری خانگی و مقدار فلزات مورد بررسی ارتباط معنی‌داری وجود نداشته است (جدول ۵).

جدول ۵- مدل رگرسیون لجستیک مربوط به تأثیر غلظت فلزات کمیاب برعدم تقارن سطح بال.

Table 5- Logistic regression model for trace metals concentration effect on wings asymmetry.

	مربع کای	درجه آزادی	Sig
گام	۵/۷۰۳	۴	۰/۲۲۰
بلوک	۵/۷۰۳	۴	۰/۲۲۰
مدل	۵/۷۰۳	۴	۰/۲۲۰

نتایج نشان داد که مقدار آلایندگی به فلزات‌کمیاب اندازه‌گیری شده نمی‌تواند عامل عدم تقارن سطح بال قمری خانگی در شهرستان یزد باشد.

بحث و نتیجه گیری

چهار فلز کمیاب (سرب، کادمیوم، مس و روی) پرهای ۵۸ قمری خانگی از ۱۹ منطقه‌ی مختلف در سطح شهرستان یزد در طی فصل پاییز مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات غلظت فلزات کمیاب پر پرندگان در جهان به دهه ۱۹۶۰ (۱۲) و خانواده‌ی قمریان در اروپا به دهه ۱۹۷۰ (۳۷) بازمی‌گردد که تا هم‌اکنون این مطالعات ادامه داشته است. میانگین غلظت سرب در مطالعه حاضر بین $\mu g\ g^{-1}$ ۱۵/۶۸ تا ۲۵/۲۷ اندازه‌گیری شد که در مقایسه با $\mu g\ g^{-1}$ ۰/۶ تا ۲۰/۰ در میانگین غلظت سرب در پر کبوتر کره، فلسطین اشغالی، اسلواکی، برزیل و فرانسه بیش‌تر بود. مقدار سرب در این مطالعه بالاتر از حد آستانه ($\mu g\ g^{-1}$ ۴) در پرندگان بود که

www.SID.ir

Archive of SID

منجر به مشکلات تولیدمثل و اختلال در رشد پرندگان می‌شود (۳۸). میانگین غلظت کادمیوم در نتایج این مطالعه بین $\mu g\ g^{-1}$ ۰/۶۸ تا ۱/۰۱ اندازه‌گیری شد درحالی‌که غلظت کادمیوم در پر کبوتر فلسطین اشغالی، برزیل و فرانسه بین $\mu g\ g^{-1}$ ۰/۰۴ تا ۳ عنوان‌شده است. غلظت کادمیوم در این مطالعه پایین‌تر از حد آستانه خطر ($\mu g\ g^{-1}$ ۲) برای پرندگان بود (۳۸). میانگین غلظت مس در مطالعه‌ی حاضر بین $\mu g\ g^{-1}$ ۱۴/۲۵ تا ۱۶/۷۳ به دست آمد که در مقایسه با میانگین مطالعات کشورهای فلسطین اشغالی، برزیل و فرانسه با غلظت $\mu g\ g^{-1}$ ۸ تا ۱۶در سطح بالاتری قرار دارد. با وجود نیاز محدود بدن به فلز مس، در غلظت‌های زیاد باعث زیان‌های جدی به تولیدمثل، دستگاه تنفسی، دستگاه گوارش، خون، کبد، غدد درون‌ریز و همچنین سبب بروز سرطان می‌شود. حد مجاز مس در اجزای مختلف محیط‌زیست عبارت‌اند از: $mg\ L^{-1}$ ۱/۳ آب‌آشامیدنی، $mg\ m^{-3}$ ۰/۱ در دود و $mg\ m^{-3}$ ۱ در غبار می‌باشد (۳۸). غلظت روی در مطالعه‌ی شاخص پر در شهرستان یزد میانگینی بین $\mu g\ g^{-1}$ ۱۷۲/۲۳ تا ۲۴۹/۵۲ داشت، مطالعات مشابه در فلسطین اشغالی، برزیل و فرانسه، میانگین غلظتی بین $\mu g\ g^{-1}$ ۹۰ تا ۳۰۰ در پر کبوتر را نشان داد (۱۵، ۱۶، ۲۶، ۲۷، ۳۹). تاکنون اثرات غلظت بالای روی در سیستم‌های بیولوژیکی به طور کامل شناخته نشده است (۳۸). در مطالعه‌ی Al-Mansour و همکارانش در سال ۲۰۰۴ که بر روی غلظت سرب در قسمت‌های مختلف پر قمری خانگی در سه منطقه‌ی مختلف در عربستان سعودی انجام شد، میانگین غلظت سرب در پر کامل قمری خانگی بین $\mu g\ g^{-1}$ ۲/۲ تا ۱۸/۰۳ به دست آمد که کم‌تر از غلظت سرب به‌دست‌آمده از قمری خانگی در محدوده‌ی شهرستان یزد می‌باشد (۴۰).

نتایج نشان‌دهنده‌ی اختلاف مقدار غلظت سرب، کادمیوم و روی تجمعی در پر قمری خانگی در نقاط مختلف شهر یزد بود. به‌طور خاص غلظت فلز سرب در بین فلزات مورد مطالعه دارای بیش‌ترین اختلاف در مقیاس محلی بود که می‌تواند در نتیجه‌ی منابع متعدد آلودگی سرب در سطح محلی باشد. نتایج اندازه‌گیری غلظت فلزات کمیاب در نمونه‌های واقع در مناطق متراکم از نظر جاده‌ها، ساختمان‌ها و عبور و مرور وسایل نقلیه، به طور مثال دو منطقه‌ی نمونه برداری با فاصله ۱۴۳۵ متر در بافت متراکم و تاریخی و دیگری در مجاورت میدان پرتردد و اصلی شهر یزد اختلاف معنی‌داری را در غلظت فلزات کمیاب مطالعه شده در پر قمری خانگی نشان داد. نتایج مطالعات Frantz و همکاران در سال ۲۰۱۲ بر روی کبوتر نیمه وحشی در شهر پاریس نیز نشان‌دهنده‌ی اختلاف آلودگی فلزات کمیاب در فواصل کم‌تر از ۸۰۰ متر بوده است (۲۷). اختلاف آلودگی در مناطق نمونه‌برداری در شهر یزد نشان داد توزیع آلودگی فلزات کمیاب در شهر یزد ناهمگن بوده‌است. همچنین مطالعات Azimi و همکاران در سال ۲۰۰۵ نشان‌دهنده‌ی ناهمگن بودن آلودگی فلزات کمیاب در سطح شهرها و در مقیاس محدود بوده است (۴۱).

درحالی‌که فلز مس با دیگر فلزات در پر همبستگی نداشت، در بررسی همبستگی بین غلظت عناصر در پر قمری خانگی با آزمون پیرسون بین غلظت روی و سرب همبستگی معنی‌داری ($sig = ۰/۰۰۵$) مشاهده شد. آزمون کوواریانس علاوه بر نشان دادن همبستگی بین روی و سرب ($sig = ۰/۰۰۶$)، نشان‌دهنده‌ی همبستگی روی و کادمیوم ($sig = ۰/۰۱۸$) بود. این الگوی ساده از ارتباط بین غلظت فلزات کمیاب می‌تواند نشان‌دهنده‌ی همبستگی غلظت این عناصر در محیط‌زیست باشد. همچنین افزایش میزان جذب روی در مناطق آلوده به سرب و کادمیوم را می‌توان یک واکنش محافظتی بدن پرنده در برابر اثرات سمی این دو فلز دانست (۲۷، ۴۴-۴۲). نتایج مطالعه‌ی Frantz و همکاران در سال ۲۰۱۲ در شهر پاریس نشان‌دهنده‌ی همبستگی قوی بین روی و دو فلز سرب و کادمیوم بود که مشابه نتایج مطالعه‌ی حاضر در شهر یزد بوده است (۲۷).

در استفاده از پرندگان به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی در مقیاس‌های محلی توجه به قلمرو و گستره‌ی خانگی پرنده حایز اهمیت می‌باشد. با وجود توانایی طی کردن مسافت طولانی توسط قمری‌ها غالب مطالعات محدود بودن گستره‌ی جابه‌جایی گونه‌های مطالعه شده‌ی قمری‌ها در محیط‌های شهری را نشان

www.SID.ir

Archive of SID

دادند (۳۰، ۴۷-۴۵). در مشاهدات صورت گرفته در طول مطالعه‌ی حاضر، با توجه به منابع آب و غذایی محدود در شهرستان یزد، به‌ویژه در پارک‌ها و مناطق کشاورزی کوچک داخل و حاشیه‌ی شهر جابه‌جایی قمری‌های خانگی محدود و فعالیت روزانه‌ی این‌گونه، بیش‌تر در اطراف لانه و مکان تغذیه‌ی پرنده متمرکز بود. تحقیقات نشان داده است که محیط‌زیست شهری به فراوانی و راحت‌تر منابع غذایی انسانی در قالب غذای پرندگان و آب را به‌صورت رواناب شهری در اختیار پرنده قرار می‌دهد. مناطق شهری با فراهم کردن زیستگاه‌های متنوع، منابع آب و غذا و مکان‌های زادآوری، نیازهای پرنده را در مقیاس محدود فراهم می‌کنند. بنابراین هر دو جنس نر و ماده می‌تواند آب و غذا را در مناطق مشابه و گستره‌ی خانگی محدود پیدا کنند (۲۹). این مطالعه نشان داد که از قمری خانگی می‌توان به‌عنوان شاخص زیستی در محیط‌زیست شهری و در مقیاس محدود استفاده کرد. این نتایج مشابه نتایج مطالعات، Nam و همکاران (۲۰۰۴)، Nam و Lee (۲۰۰۶)، Brait و Antoniosi Filho (۲۰۱۱) و Frantz و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشد (۷، ۱۶، ۲۷، ۲۸). نتایجی از این دست امکان استفاده از قمری خانگی به‌عنوان شاخص زیستی برای سنجش آلودگی فلزات کمیاب سرب، کادمیوم، مس و روی در سطح شهرستان یزد را تأیید می‌کند.

استفاده از شاخص زیستی پر قمری خانگی توانست به افزایش دانش ما در ارتباط با برآیند جذب فلزات کمیاب محیطی در ارگانیسم‌های زنده و همبستگی این عناصر در محیط‌زیست شهری کمک کند. نتایج این پژوهش به‌روشنی نشان داد که ارگانیسم‌های زنده مانند قمری خانگی در محیط‌زیست شهری یزد در معرض آلودگی فلزات کمیاب ناشی از فعالیت‌های انسانی قرار دارند. رشد شهرنشینی و فعالیت‌های انسانی سبب آلودگی محیط‌زیست از منابع متعدد شده است. با این‌حال شناخت در مورد محیط‌زیست شهری بسیار اندک است. مطالعات این‌چنین در مورد آلایندگی فلزات کمیاب در ارگانیسم‌های زنده به عنوان شاخص‌های زیستی محیط‌زیست می‌تواند به ما در درک پیامدهای محیط زیستی پروژه‌های شهرسازی کمک کند و نشان‌دهنده‌ی اثرات خطرناک آلودگی بر سلامتی انسان، طبیعت و حفاظت از تنوع زیستی محلی باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه یزد با عنوان قمری خانگی به‌عنوان شاخص زیستی برای پهنه‌بندی آلودگی محیط‌زیستی سرب و کادمیوم با کد ۲۲۰۰۹۷۱ استخراج‌شده است. شایان‌ذکر است بخشی از پژوهش حاضر توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد (کد طرح ۲۷۷۶) موردحمایت قرارگرفته است. بدین‌وسیله از کلیه‌ی اساتید و کارشناسان محترمی که اینجانب را در انجام پژوهش یاری نمودند، کمال تقدیر و سپاس را دارم.

منابع

1. Swaileh, K. M., & Sansur, R., 2006. Monitoring urban heavy metal pollution using the House Sparrow (*Passer domesticus*). Journal of Environmental Monitoring, Vol. 8, pp. 209–213.

2. Roux K.E, Marra P.P., 2007. The presence and impact of environmental lead in passerine birds along an urban to rural land use gradient. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 53, pp. 261–268.

3. Loranger, S., Demers, G., Kennedy, G., Forget, E. and Zayed, J., 1994. The Pigeons (*Columba livia*) as a monitor for manganese contamination from motor vehicles. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 27, pp. 311–317.

4. Burger, J. and Gochfeld, M., 2000. Metal levels in feathers of 12 species of seabirds from Midway Atoll in the northern Pacific Ocean. Science of the

www.SID.ir

Archive of SID

Total Environment, Vol. 257, pp. 37–52.

5. Eeva, T., Lehikoinen, E., Ronka, M., 1998. Air pollution fades the plumage of the Great Tit. Functional. Ecology, Vol. 12, pp. 607-612.

6. Eeva, T., Belskii, E., Kuranov, B., 2006. Environmental pollution affects genetic diversity in wild bird populations. Mutation Research, Vol. 608, pp.8-15.

7. Nam, D.H., Lee, D.P., 2006. Monitoring for Pb and Cd pollution using feral pigeons in rural, urban, and industrial environments of Korea. Science of the Total Environment, Vol. 357, pp. 288-295.

8. Evers, D. C., Savoy, L. J., DeSorbo, C. R., Yates, D. E., Hanson, W., Taylor, K. M., Siegel, L. S., Cooley Jr, J. H., Bank, M. S., Major, A., Munney, K., Mower, B. F., Vogel, H. S., Schoch, N., Pokras, M., Goodale, M. W., Fair, J., 2008. Adverse effects from environmental mercury loads on breeding common loons. Ecotoxicology, Vol. 17, pp. 69-81.

9. Gangoso, L., Alvarez-Lloret, P.A., Rodriguez-Navarro, A.A.B., Mateo, R., Hiraldo, F., Donazar, J.A., 2009. Long-term effects of lead poisoning on bone mineralization in vultures exposed to ammunition sources. Environmental Pollution, Vol. 157, pp. 569-574.

10. Snoeijs, T., Dauwe, T., Pinxten, R., Vandesande, F., Eens, M., 2004. Heavy metal exposure affects the humoral immune response in a free-living small songbird, the Great Tit (*Parus major*). Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 46, pp. 399-404.

11. Dauwe, T., Bervoets, L., Blust, R., Pinxten, R., & Eens, M., 2000. Can excrement and feathers of nestling songbirds be used as biomonitors for heavy metal pollution? Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 39, pp. 541–546.

12. Burger, J., & Gochfeld, M., 1993. Lead and cadmium accumulation in eggs and fledgling seabirds in the New York bight. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 12, pp. 261–267.

13. Dauwe, T., Bervoets, L., Blust, R., Pinxten, R., & Eens, M., 1999. Are eggshells and egg contents of grat and blue tit suitable as indicators of heavy metal pollution? Belgian Journal of Zoollogy, Vol. 129, pp. 439–447.

14. Karimi A., 2007. Determine the accumulation of heavy metals Cadmium, Chromium, Copper, Zinc and Iron, in organs of the Great Cormorant, Phalacrocorax carbo in Anzali wetland. Journal of Environmental Studies, Vol. 33, pp. 83-92. [In Persian]

15. Adout, A., Hawlena, D., Maman, R., Paz-Tal, O., Karpas, Z., 2007. Determination of trace elements in pigeon and raven feathers by ICPMS. International Journal of Mass Spectrometry, Vol. 267, pp.109-116.

16. 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, Vol. 95, pp. 13-22.

17. Dauwe, T., Lieven, B., Ellen, J., Rianne, P., Ronny, B., Marcel, E., 2002. Great and blue tit feathers as biomonitors for heavy metal pollution.

www.SID.ir

Archive of SID

Ecological Indicators, Vol. 1, pp.227-234.

18. Ekati, N., Esmaeli, S. A., Einollahi, P. F., 2016. Investigation of heavy metals (lead and cadmium) in some birds of Khuzestan. Journal of Sustainability, Development & Environment, Vol. 1, pp. 25-33. [In Persian]

19. Tsipoura, N., Burger, J., Feltes, R., Yacabicci, Janet., Mizrahi, D., Jeitner, C., Gochfeld, M., 2008. Metal concentrations in three species of passerine birds breeding in the Hackensack Meadowlands of New Jersey. Environmental Research, Vol. 107, pp. 218-228.

20. Sinkakarimi, M. H., Pourkhabaz, A., Hasanpour, M., 2015. Study of using water and waterfowl organs for evaluation of metal pollution (case study: Miankaleh and Gomishan international wetlands). Wetland Ecobiology, Vol. 7, pp. 15-28. [In Persian]

21. Zolfaghari, Gh., Esmaili-Sari, A. Ghasempouri, S.M., Baydokhti, R.R., Hassanzade Kiabi, H., 2009. A multispecies-monitoring study about bioaccumulation of mercury in Iranian birds (Khuzestan to Persian Gulf): Effect of taxonomic affiliation and trophic level. Environmental Research, Vol. 109, pp. 830-836.

22. Yousoghnia, H., 2015. Determination of heavy metals concentration in feathers of black kite (Milvus migrans) in north of Iran [master's thesis]. Behbahan: Khatam University of Technology. [In Persian]

23. Zarrintab, M., Mirzaei, R., Mostafaei, G., Dehghani, R., Akbari, H., 2016. Concentrations of metals in feathers of Magpie (*Pica pica*) from aran-o-bidgol city in central iran. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, vol. 96, pp. 465–471.

24. Brait, C. H. H., Antoniosi Filho, N. R., & Furtado, M. M., 2009. Utilization of wild animal hair for the environmental monitoring of Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb and Zn. Quimica Nova, Vol. 32, pp. 1384–1388.

25. Tamrat, T., Sithole, B., Ramjugernath, D., Chunilall, V., 2017. Valorisation of chicken feathers: Characterisation of physical properties and morphological structure. Journal of Cleaner Production, Vol. 149, pp. 349–365.

26. Frantz, A., Federici, P., Legoupi, J., Jacquin, L., Gasparini, J., 2016. Sex-associated differences in trace metals concentrations in and on the plumage of a common urban bird species. Ecotoxicology, Vol. 1, pp. 9-22.

27. Frantz, A. Pottier, M. A. Karimi, B. Corbel, H. Aubry, E. Haussy, C. Gasparini, J. Castrec-Rouelle, M., 2012. Contrasting levels of heavy metals in the feathers of urban pigeons from close habitats suggest limited movements at a restricted scale. Environmental Pollution, Vol. 168, pp. 23-28.

28. Brait, C.H.H., Antoniosi Filho, N.R., 2011. Use of feathers of Feral Pigeons (*Columba livia*) as a technique for metal quantification and environmental monitoring. Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 179, pp. 457-467.

29. Small, M.F., Baccus, J.T., 2010. Home ranges of two populations of urban-nesting White-winged Doves

www.SID.ir

Archive of SID

(*Zenaida asiatica*) in Texas. The Southwestern Naturalist, Vol. 55, pp. 29-34.

30. Jackson, L. Basket, T. S., 1964. Perch-cooing and other aspects of breeding behavior of Mourning Doves. The Journal of Wildlife Management, Vol. 28, p. 293-307.

31. Mobin, M., 2002. The final report of studies plan, the first stage of Yazd agriculture and irrigation separation of waste water treatment Lands, Yazd province department of Water and Waste water. Arid Regions Research Institute of Yazd University. [In Persian]

32. Taleshi, M. S. A., Nejadkoorki, F., Azimzadeh, H. R., Namayandeh, S. M., Namayandeh, M. S., Ghaneian, M. T., 2015. Health Scope, Vol. 4, pp. 1-5.

33. Metcheva, R., Yurukova, L., Teodorova, S., Nikolova, E., 2006. The penguin feathers as bioindicator of Antarctica environmental state. Science of Total Environment, Vol. 362, pp. 259-265.

34. Lens, L., van Dongen, S., Wilder, C., Brooks, T. & Matthysen, E., 1999. Fluctuating asymmetry increases with habitat disturbance in seven bird species of fragmented afrotropical forest. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Vol. 266, pp.1241–1246.

35. Clarke, G. M., 1998. Developmental stability and fitness: the evidence is not quite so clear. American Naturalist, Vol. 152, pp. 762–766.

36. Helm B, Albrecht H., 2000. Human handedness causes directional asymmetry in avian wing length measurements. Animal Behaviour, Vol. 60, pp. 899–902.

37. Jenkins, C., 1975. Utilisation du Pigeon biset (*Columba livia* GM) comme temoin de la pollution atmospherique par le plomb. Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Academie des Sciences de Paris, Vol. 281, pp. 1187-1189.

38. Abdullah, M., Fasola, M., Muhammad, A., Ahmad Malik, S., Boston, N., Bokhari, H., Kamran, M. A., Shafqat, M. N., Alamdar, A., Khan, M., Ali, N., Eqani, S. A. M. A. S., 2014. Avian feathers as a non-destructive bio-monitoring tool of trace metals signatures: A case study from severely contaminated areas. Chemosphere, Vol. 119, pp. 553-561.

39. Janiga, M., Mankovska, B., Bobalova, M., Durkcova, G., 1990. Significance of concentrations of lead, cadmium, and iron in the plumage of the feral Pigeon. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 19, pp. 892-897.

40. Al-Mansour, M.I., 2004. Using feathers as a biological indicator of lead environmental pollution. Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol. 7, p. 1884–1887.

41. Azimi, S., Rocher, R., Muller, M., Moilleron, R., Thévenot, D.R., 2005. Sources, distribution and variability of hydrocarbons and metals in atmospheric deposition in an urban area (Paris, France). Science of the Total Environment, Vol. 337, pp. 223-239.

42. Saxena, D.K., Murthy, R.C., Singh, C., Chandra, S.V., 1989. Zinc protects testicular injury induced by concurrent exposure to cadmium and

www.SID.ir

Archive of SID

lead in rats. Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology, Vol. 64, pp. 317-329.

43. Said, L., Banni, M., Kerkeni, A., Said, K., Messaoudi, I., 2010. Influence of combined treatment with zinc and selenium on cadmium induced testicular pathophysiology in rat. Food and Chemical Toxicology, Vol. 48, pp. 2759-2765.

44. Hill, M.K., 2010. Understanding Environmental Pollution, third ed. Cambridge University Press.

45. Sayre, M. W. Basket, T. S. Sadler, K. C., 1980. Radiotelemetry studies of the Mourning Dove in Missouri. Jefferson City: Missouri Department of Conservation. Ser. 9.

46. Little, R.M. 1994. Marked dietary differences between sympatric feral rock doves and rock pigeons. South African Journal of Zoology, Vol. 29, pp. 33-35.

47. Sol, D., Senar, J.C., 1995. Urban pigeon populations: stability, home range, and the effect of removing individuals. Canadian Journal of Zoology, Vol. 73, pp. 1154-1160.

www.SID.ir