13 (3) 69-80, Autumn 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

## Original Research Paper

# Measuring Heavy Metals in the Feather of a *Columba livia* and Food Consumed (mature wheat grain and Germinated Wheat) in Zinc Industrial Zone of Zanjan

***Fariba Asgari [1], Nooshin Sajjadi [1*], Mojgan Zaeimdar [1], Mostafa Sadeghi [2], Mahnaz Mirza Ebrahim Tehrani [1]***

*[1] Department of Environmental Science, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
*[2] Department of Animal Sciences, Faculty of Agricultural Science and Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran*

**Key Words**
Heavy metals
*Columba livia*
Wheat
Food
Zanjan

**Abstract**

**Introduction:** Along with the entry of heavy metal contaminants into the environment and the food chain, it is important to investigate the extent of heavy metal contamination in food and consumer organisms.

**Materials & Methods:** The current research studied the amount of accumulation of heavy metals lead, zinc, cadmium in the food of Columba livia (mature wheat grain, germinated wheat) as well as the amount of mentioned elements in the feather of *Columba livia* in Zinc Industrial Zone of Zanjan. To this end, 80 wheat samples (Years2019-2020), 160 feathers of Columba livia (Year 2020) were collected. Heavy metals were measured using Atomic absorption device. To statistically analyze the data, SAS 9.1 software was utilized.

**Result:** The mean of lead, zinc, cadmium concentration in the mature wheat grain was respectively, 1.31, 46.04, 0.05 ppm, it was 3.35, 52.17, 0.14 ppm in the germinated wheat. The results indicated that the amount of lead, zinc, cadmium in mature wheat was more than germinated wheat and a significant relationship could be observed among them. The mean of lead, zinc, cadmium concentration in the dead male dove was respectively, 17.12, 319.25, 1.73 (µg/g); it was 14.82, 301.06, 1.36 in alive male dove; it was 17.44, 378.75, 1.92 (µg/g) in the dead female dove; it was 15.14, 307.65, 1.47 (µg/g) in alive female dove. This showed that the mean of these elements: dead female >dead male >alive female > alive male.

**Conclusion:** The final conclusion represented that the amount of heavy metals in the dead samples was more than alive samples and it was more in females than males. Moreover, there was a statistically significant relationship between bird`s gender and its being dead or alive.

* Corresponding Author's email: n_sajjadi@iau-tnb.ac.ir
Received: 8 July 2020; Reviewed: 4 September 2020; Revised: 16 October 2020; Accepted: 17 November 2020
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.248850.2352

**مقاله پژوهشی**

# سنجش فلزات سنگین در پر کبوتر چاهی (*Columba livia*) و غذای مصرفی (گندم رسیده و گندم جوانه زده) در شهرک صنعتی روی زنجان

*فریبا عسگری[۱]، نوشین سجادی[۱*]، مژگان زعیم‌دار[۱]، مصطفی صادقی[۲]، مهناز میرزا ابراهیم‌طهرانی[۱]*

[۱] گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم و فنون دریا، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

**کلمات کلیدی**

فلزات سنگین
کبوتر چاهی
گندم
غذا
زنجان

## چکیده

**مقدمه:** با ورود آلودگی‌های فلزات سنگین به محیط زیست و زنجیره غذایی، بررسی میزان آلودگی فلزات سنگین در مواد غذایی و موجودات مصرف کننده حائز اهمیت است.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش میزان تجمع فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در غذای کبوتر چاهی (دانه گندم رسیده، گندم جوانه زده) در زمین‌های مجاور شهرک تخصصی روی زنجان و میزان عناصر مذکور در پر کبوتر چاهی داخل شهرک صنعتی روی زنجان مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد ۸۰ نمونه گندم (سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸) و ۱۶۰ نمونه پرکبوتر چاهی (سال۱۳۹۹) جمع آوری گردید. فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی GBC مدل avanta اندازه‌گیری شد. برای آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS ۹/۱ استفاده شد.

**نتایج:** میانگین غلظت سرب، روی و کادمیوم در دانه گندم رسیده به‌ترتیب ۱/۳۱، ٤٦/٠٤، ۰/۰۵ پی‌پی‌ام، در گندم جوانه زده ۳/۳۵، ۵۲/۱۷، ۰/۱٤ پی‌پی‌ام می باشد. نتایج نشان می‌دهد که میزان سرب، روی و کادمیوم در گندم‌های رسیده بیش‌تر از جوانه زده است و رابطه معنی‌دار آماری بین آن‌ها برقرار است. میانگین غلظت سرب، روی وکادمیوم درکبوتر نر مرده به‌ترتیب ۱۷/۱۲، ۳۱۹/۲۵، ۱/۹۲ میکروگرم بر گرم و در کبوتر نر زنده ۱٤/۸۲، ۳۰۱/۰٦، ۱/۳٦ میکروگرم بر گرم و در کبوتر ماده مرده ۱۷/٤٤، ۳۷۸/۷۵، ۱/۹۲میکروگرم بر گرم و درکبوتر ماده زنده ۱۵/۱٤، ۳۰۷/٦۵، ۱/٤۷ میکروگرم بر گرم محاسبه گردید که نشان می‌دهد میانگین غلظت این عناصر در کبوتر ماده مرده > کبوتر نر مرده > کبوتر ماده زنده > کبوتر نر زنده است.

**نتیجه‌گیری و بحث:** نتیجه‌گیری کلی نشان می‌دهد میزان عناصر سنگین در نمونه‌های مرده بیش‌تر از زنده‌ها و در جنس ماده بیش‌تر از نرها می‌باشد. رابطه معنی‌دار آماری بین جنسیت و زنده و مرده بودن پرنده برقرار است.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: n_sajjadi@iau-tnb.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۸ تیر ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱٤ شهریور ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۲۵ مهر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲۷ آبان ۱۳۹۹
(DOI):.10.22034/AEJ.2020.248850.2352

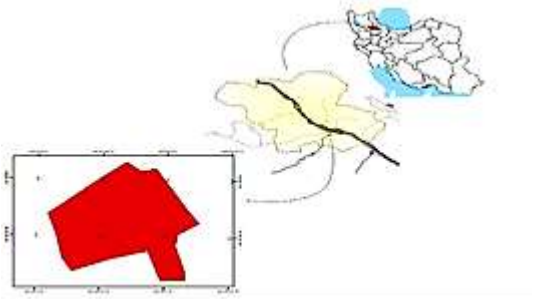
## مقدمه

فلزات سنگین همیشه در ترکیب طبیعی محیط زیست وجود داشته‌اند و در شرایط طبیعی در غلظت‌های پایین یافت می‌شوند. تاکنون مقادیر قابل توجهی از فلزات سنگین در اثر فعالیت‌های انسانی وارد محیط زیست شده است (Wang و Xu، ۲۰۱۷). فلزات سنگین با آلودگی مناطق وسیع‌در سراسر جهان، حتی در غلظت‌های کم واکنش پذیر و سمی هستند و خطرات جدی برای سلامتی انسان و اکوسیستم ایجاد می‌کنند (Sánchez، ۲۰۰۸؛ Wuana و Okieimen، ۲۰۱۱). انسان ممکن است با فعالیت‌هایی مانند معدن، ذوب، حمل و نقل، عملیات نظامی و تولید صنعتی و هم‌چنین استفاده از سموم دفع فلز و کودهای کشاورزی، آلودگی فلزات سنگین را ارتقا بخشد (Chaffai و Koyama، ۲۰۱۱؛ Pilon-Smits، ۲۰۰۵؛ Boyd، ۲۰۰۴). از این‌رو آلودگی محیطی به فلزات سنگین در درازای سال‌های اخیر به یک مشکل محیط زیستی در سراسر جهان تبدیل شده است (Agarwal و Agarwal، ۲۰۱۴).قابلیت تجمع‌زیستی و پایداری طولانی‌مدت عناصر سنگین در محیط زیست، حتی در مقدارکم برای موجودات زنده سمی بوده و در بدن تجزیه نمی‌شوند (Velimirovic و Kalicanin، ۲۰۱۳). از این‌رو تاثیر فلزات سنگین بر روی محیط زیست می‌تواند یک تهدید جدی برای ثبات اکوسیستم‌ها و موجودات زنده باشد (Naccari و همکاران، ۲۰۰۹).جذب فلزات سنگین از اراضی آلوده به‌وسیله گیاهان و به‌ویژه محصولات کشاورزی یکی از مهم‌ترین راه‌های ورود این عناصر به زنجیره غذایی انسان و حیوان است (Salehipour و همکاران، ۲۰۱۵؛ Qian و همکاران، ۲۰۱۰).ورود فلزات‌سنگین به زنجیره غذایی و رسیدن به‌غلظت‌های بحرانی اثرات زیان‌بار متابولیکی و فیزیولوژیکی در موجودات زنده به‌جای می‌گذارد (Alloway، ۲۰۱۱). گندم یکی از محصولات اصلی و یک جزء جدایی ناپذیر رژیم غذایی است که به وسیله فراهم کردن مواد معدنی، پروتئین‌ها، مواد معدنی و عناصر ریز مغذی در رشد انسان نقش حیاتی ایفا می‌کند (Anita و همکاران، ۲۰۱۰). پایش زیستی روش علمی برای ارزیابی محیط زیست است که در آن از موجود زنده به‌منزله شاخص زیستی استفاده می‌شود (Abdenndher و همکاران، ۲۰۱۱). انتخاب اجزای اکولوژیکی نظیر پرندگان می‌توانند به‌عنوان یک شاخص زیستی به‌کار روند (Savinov و همکاران، ۲۰۰۳).حیوانات در بالای زنجیره‌غذایی ممکن است مقدار زیادی فلزات سنگین در بافت خود با توجه به سن، اندازه و عادات غذایی تجمع دهند (Naccari و همکاران، ۲۰۰۹). پرندگان از عناصر عمده اغلب اکوسیستم‌های جهان هستند (انصاری، ۱۳۹۹ به نقل از Bird Life International، ۲۰۱۶).کبوتر چاهی با نام‌علمی *Columba livia* و اسم انگلیسی Rock Dove (English name updates، ۲۰۱۱) پرنده‌ای است که در جمعیت‌های با تراکم بالا زندگی می‌کند (Archie و Theis، ۲۰۱۱). ارتباط مثبتی بین تراکم جمعیت انسانی و کبوتر وجود دارد (Perea و Gutiérre، ۲۰۱۶). در دسترس بودن غذا می‌تواند وضعیت جمعیت گونه‌های پرنده را تحت تاثیر قراردهد ( Gutierrez Galan و همکاران، ۲۰۱۷). از نظر طبقه‌بندی IUCN جزو رده (کم‌تر نگرانی) از لحاظ حفاظت قرار دارد (Bird Life International، ۲۰۱۶). شهرک صنعتی روی زنجان واقع در ۶ کیلومتری شهر زنجان قرار دارد و واحدهای تولیدکننده شمش روی و فرآورده‌های آن در این مکان مشغول به فعالیت هستند. مشاهدات نشان می‌دهد تعداد زیادی کبوتر چاهی شهرک روی، را به‌عنوان زیستگاه خود انتخاب نموده‌اند و از زمین‌های مجاور شهرک که به کشت گندم دیم اختصاص دارد، به علت دسترسی راحت به غذا، تغذیه می‌کنند. شواهد حاکی از مرگ و میر زیاد این گونه در داخل شهرک روی می‌باشد و تحقیق در مورد علت‌یابی آن است. بدین‌منظور هدف، سنجش عناصر سرب، روی و کادمیوم در پر کبوتر چاهی برای اولین بار در ایران در جنس نر و ماده و گونه زنده و مرده داخل شهرک صنعتی روی زنجان بوده است تا از این طریق بتوان به رابطه معنی‌دار آماری بین میزان عناصر مذکور با جنسیت و میزان مرگ و میر گونه پی برد. هم‌چنین هدف دیگر، سنجش میزان عناصر سرب، روی و کادمیوم در غذای مصرفی پرنده (گندم جوانه‌زده و گندم سیده) و به‌دست آوردن رابطه معنی‌دار آماری بین عناصر مذکور در گندم رسیده و جوانه زده می‌باشد که از این طریق می‌توان به آلودگی غذای مصرفی پرنده نیز پی برد. هم‌چنین با وجود روش‌های متداول و متنوع موجود برای هضم شیمیایی و انجام آزمایشات مقدماتی با چندین روش مرسوم از قبیل (Gupta، ۲۰۱۸؛ Bala و همکاران، ۲۰۱۷؛ Monzalvo و همکاران، ۲۰۱۶؛ Longtong و همکاران، ۲۰۱۶؛ Burger و همکاران، ۲۰۱۵؛ Markowski و همکاران، ۲۰۱۳؛ Frantz و همکاران، ۲۰۱۲؛ Begum و Sehrin،۲۰۱۳؛ Henrique و همکاران، ۲۰۱۱؛ Dong، ۲۰۰۴). هدف دیگر، معرفی روش جدیدی با تغییر در میزان و نوع مواد شیمیایی، برای‌هضم‌و انحلال کامل پرنسبت به‌روش‌های دیگر پیشنهاد می‌گردد که‌خود می‌تواند به‌عنوان قدمی نو در این زمینه و استفاده در تحقیقات بعدی موثر واقع گردد.

## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** شهرک تخصصی روی زنجان (جهت نمونه‌برداری از کبوتر چاهی) و زمین‌های مجاور شهرک به شعاع ۲ کیلومتر (که به کشت گندم اختصاص دارد) جهت نمونه‌برداری از غذای پرنده (گندم رسیده و گندم جوانه زده) می‌باشد. شهرک صنعتی روی زنجان واقع‌در ۶ کیلومتری جنوب‌غربی شهر زنجان به‌طرف بیجار قرار گرفته است. این شهرک در مختصات جغرافیائی ˝۲۶ ´۳۶ °۳۶ الی

۳۶˚۳۷´۰۱ً عرض شمالی و۴۲ً۴۸˚۲۳´ الی ً۳۳´۲۵˚۴۸ طول شرقی و فاصله ۶/۸ کیلومتری رودخانه زنجان رود و ۱/۶ کیلومتری روستای اژدهاتو می‌باشد. از نظر توپوگرافی این شهرک صنعتی در دشت واقع شده است. وسعت این شهرک صنعتی در حدود ۲۳۰ هکتار می‌باشد که واحدهای تولیدکننده شمش روی و فرآورده‌های آن در این مکان مشغول به فعالیت هستند.



**شکل ۱: موقعیت شهرک روی زنجان، ایران**

**شکل ۲: موقعیت محل نمونه‌برداری گندم رسیده و جوانه زده در زمین‌های مجاور شهرک روی زنجان**

**نمونه‌برداری، آماده‌سازی و آنالیز پرکبوترچاهی:** این مطالعه، یک مطالعه توصیفی- تحلیلی است. در این تحقیق پس از بررسی منطقه و انجام آزمایش مقدماتی در مورد تعیین حجم جامعه آماری، در کل تعداد۱۶۰ نمونه آماری شامل (۸۰ نمونه نر: شامل ۴۰ نر مرده-۴۰ نر زنده) و (۸۰ نمونه ماده شامل: ۴۰ ماده مرده-۴۰ ماده زنده) از اردیبهشت تا مرداد سال ۱۳۹۸ به‌روش تصادفی ساده و از طریق نمونه‌برداری به‌صورت دستی از پرندگان موجود در سوله‌های واقع در سطح شهرک صنعتی روی، انجام پذیرفت تا کم‌ترین آسیب به پرنده وارد گردد. نمونه‌های پر از قسمت‌های (بال راست، بال چپ، دم و سینه) پرنده به نسبت مساوی جمع‌آوری و پرنده‌های زنده، رهاسازی گردید. نمونه‌های پر پس از کدگذاری و انتقال به آزمایشگاه، در مرحله اول آماده‌سازی برای زدودن هرگونه چربی، انگل و میکروارگانیزم‌های احتمالی با الکل و سپس با آب مقطر شسته شد.

**جدول ۱: مختصات جغرافیایی محل‌های نمونه‌برداری گندم رسیده و گندم جوانه زده بر حسب UTM**

| ردیف | نقطه | عرض شمالی | طول شرقی | زون |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | G | ۴۰۵۶۳۵۴ | ۲۶۹۰۳۸ | ۳۹s |
| ۲ | G | ۴۰۵۶۳۳۹ | ۲۶۹۱۷۸ | ۳۹s |
| ۳ | G | ۴۰۵۵۵۳۵ | ۲۶۹۲۴۶ | ۳۹s |
| ۴ | G | ۴۰۵۵۳۲۸ | ۲۶۹۰۱۳ | ۳۹s |
| ۵ | H | ۴۰۵۵۸۶۷ | ۲۶۹۶۵۰ | ۳۹s |
| ۶ | H | ۴۰۵۵۸۹۴ | ۲۶۹۷۲۵ | ۳۹s |
| ۷ | H | ۴۰۵۵۴۰۵ | ۲۶۹۸۱۲ | ۳۹s |
| ۸ | H | ۴۰۵۵۴۰۳ | ۲۶۹۷۴۱ | ۳۹s |
| ۹ | C | ۴۰۵۷۳۳۲ | ۲۶۹۳۹۳ | ۳۹s |
| ۱۰ | C | ۴۰۵۷۳۳۱ | ۲۶۹۳۳۲ | ۳۹s |
| ۱۱ | C | ۴۰۵۷۷۵۲ | ۲۶۹۴۱۲ | ۳۹s |
| ۱۲ | C | ۴۰۵۷۷۲۹ | ۲۶۹۳۱۷ | ۳۹s |
| ۱۳ | D | ۴۰۵۸۰۶۸ | ۲۶۹۸۱۶ | ۳۹s |
| ۱۴ | D | ۴۰۵۸۰۹۶ | ۲۶۹۹۱۷ | ۳۹s |
| ۱۵ | D | ۴۰۵۷۸۷۶ | ۲۶۹۹۶۰ | ۳۹s |
| ۱۶ | D | ۴۰۵۷۸۴۷ | ۲۶۹۸۵۸ | ۳۹s |
| ۱۷ | F | ۴۰۵۵۹۲۲ | ۲۶۸۶۷۶ | ۳۹s |
| ۱۸ | F | ۴۰۵۵۸۵۲ | ۲۶۹۰۱۷ | ۳۹s |
| ۱۹ | F | ۴۰۵۵۲۹۴ | ۲۶۸۹۷۵ | ۳۹s |
| ۲۰ | F | ۴۰۵۵۲۸۰ | ۲۶۸۷۳۳ | ۳۹s |
| ۲۱ | K | ۴۰۵۵۲۷۱ | ۲۶۹۸۹۷ | ۳۹s |
| ۲۲ | K | ۴۰۵۵۲۳۰ | ۲۷۰۲۵۳ | ۳۹s |
| ۲۳ | K | ۴۰۵۴۹۴۱ | ۲۶۹۹۵۳ | ۳۹s |
| ۲۴ | K | ۴۰۵۴۹۵۷ | ۲۷۰۲۲۹ | ۳۹s |
| ۲۵ | L | ۴۰۵۵۷۷۷ | ۲۷۰۸۴۵ | ۳۹s |
| ۲۶ | L | ۴۰۵۵۸۵۸ | ۲۷۱۱۵۵ | ۳۹s |
| ۲۷ | L | ۴۰۵۵۲۱۲ | ۲۷۱۱۹۸ | ۳۹s |
| ۲۸ | L | ۴۰۵۵۱۱۲ | ۲۷۰۸۶۶ | ۳۹s |
| ۲۹ | A | ۴۰۵۸۲۴۳ | ۲۶۹۱۶۶ | ۳۹s |
| ۳۰ | A | ۴۰۵۸۳۰۱ | ۲۶۹۴۵۱ | ۳۹s |
| ۳۱ | A | ۴۰۵۷۹۱۶ | ۲۶۹۴۸۵ | ۳۹s |
| ۳۲ | A | ۴۰۵۷۹۰۳ | ۲۶۹۲۲۵ | ۳۹s |
| ۳۳ | B | ۴۰۵۸۳۲۲ | ۲۶۹۷۲۵ | ۳۹s |
| ۳۴ | B | ۴۰۵۸۶۹۶ | ۲۶۹۷۴۳ | ۳۹s |
| ۳۵ | B | ۴۰۵۸۶۹۲ | ۲۶۹۸۵۸ | ۳۹s |
| ۳۶ | B | ۴۰۵۸۳۳۷ | ۲۶۹۸۳۶ | ۳۹s |
| ۳۷ | E | ۴۰۵۵۷۰۹ | ۲۶۸۲۳۴ | ۳۹s |
| ۳۸ | E | ۴۰۵۵۹۳۸ | ۲۶۸۵۰۱ | ۳۹s |
| ۳۹ | E | ۴۰۵۵۵۳۸ | ۲۶۸۲۶۱ | ۳۹s |
| ۴۰ | E | ۴۰۵۵۴۷۰ | ۲۶۸۵۳۲ | ۳۹s |

سپس برای زدودن هر گونه آلودگی خارجی سه بار به‌طور متناوب با استون و آب مقطر شستشو داده شد (Burger و Gochfeld، ۲۰۰۷). بعد از خشک شدن پرها در آون در دمای ۶۵ درجه و به‌مدت ۲۴ ساعت، نمونه‌ها با قیچی خرد و به‌میزان یک گرم از نمونه موجود توزین گردید و سپس جهت تبدیل نمونه‌های جامد به محلول، از روش هضم شیمیایی استفاده شد. بدین‌منظور در مرحله هضم به هر کدام از نمونه‌ها (یک گرم توزین شده) ۱۵ میلی‌لیتر اسیدنیتریک اضافه گردید و یک شب در آن حالت باقی ماند. سپس کم‌کم ۳ میلی لیتر آب اکسیژنه به نمونه اضافه گردید و هم زده شد. پس از این که کف ایجاد شده فروکش کرد،۲ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک به نمونه اضافه گردید و در حمام بن‌ماری به‌مدت ۲ ساعت قرار داده شد. پس از خنک‌شدن نمونه، در مرحله بعد نمونه‌ها به‌وسیله کاغذواتمن صاف شد و حجم محلول صاف شده توسط آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. برای اطمینان از دقت عملیات هضم و عدم تاثیر مواد مصرفی بر غلظت عناصر سنگین، در هر نوبت از عملیات هضم یک نمونه شاهد نیز درنظر گرفته شد. نمونه‌ها در این شرایط آماده تزریق به دستگاه جذب اتمی بود برای اندازه‌گیری فلزات از دستگاه جذب اتمیGBC مدل avanta ساخت استرالیا با دقت۱ پی‌پی‌بی استفاده گردید. برای ایجاد شعله در اندازه‌گیری فلزات از مخلوط استیلن- هوا استفاده می‌شود. داده‌های قرائت شده از دستگاه جذب اتمیک با استفاده از فرمول ۱ بر حسب پی‌پی‌ام محاسبه گردید:

فرمول(۱): $M = C.V / W$

C= غلظت به‌دست آمده از دستگاه، V= حجم نهایی نمونه (در این تحقیق ۲۵ میلی‌لیتر بوده است)، W= مقدار ماده خشک برای هضم بر حسب گرم (در این تحقیق ۱ گرم بوده است)، M= غلظت نهایی نمونه بر حسب پی‌پی‌ام به‌ازای یک گرم وزن خشک (اخوان‌قالی‌باف و همکاران، ۱۳۹۹).

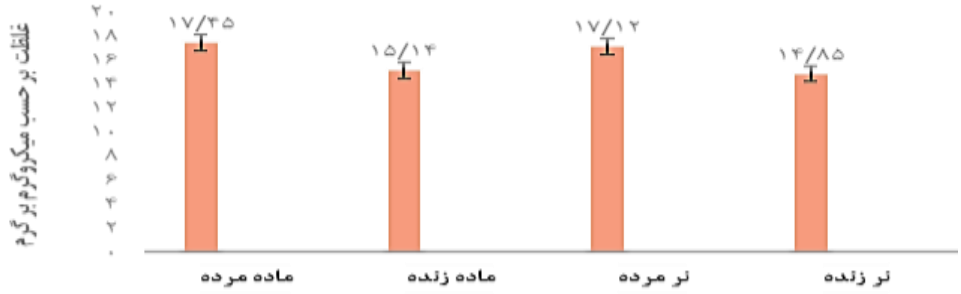
**نمونه‌برداری، آماده‌سازی و آنالیز غذای مصرفی کبوتر (گندم جوانه زده و دانه گندم رسیده):** جهت نمونه‌برداری از غذای پرنده، زمین‌های زراعی مجاور شهرک صنعتی روی زنجان که به کشت گندم به‌صورت دیم اختصاص دارند، مورد مطالعه قرار گرفت. برای هر قطعه زمین ۴ نمونه از چهار گوشه هر قطعه زمین جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری، بسته‌بندی، کدگزاری شد و نقاط Gps آن نیز ثبت گردید و برای تجزیه و تحلیل فلزات سنگین به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا نمونه‌ها شسته شد، سپس دو بار با آب مقطر آب‌کشی و بعد از خشک شدن نمونه‌ها در آون در دمای ۸۰ درجه و به‌مدت ۲۴ ساعت، نمونه‌ها خشک و توسط آسیاب کاملاً پودر گردید. سپس جهت تبدیل نمونه‌های جامد به محلول، از روش هضم‌شیمیایی استفاده شد. بدین‌منظور در مرحله هضم به هر کدام از نمونه‌ها (یک گرم توزین شده) ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک اضافه گردید و یک‌شب در آن حالت باقی‌ماند. سپس ۲ میلی لیتر اسیدکلریدریک به نمونه اضافه و هم زده شد. سپس۱۳میلی‌لیتر اسیدسولفوریک به نمونه اضافه گردید و در حمام بن‌ماری به‌مدت ۲ ساعت قرار داده شد. پس از خنک شدن نمونه، در مرحله بعد نمونه‌ها به‌وسیله کاغذواتمن صاف و حجم محلول صاف شده توسط آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. نمونه‌ها در این شرایط آماده تزریق به دستگاه جذب اتمی شد.

**آنالیزهای آماری:** برای آنالیز واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SAS (Statistical Analysis System) ۹/۱ و رویه آماری Proc Glm (Procedure General Linear Model) استفاده شد. بدیهی است قبل از آنالیز فرض‌های آماری واریانس، نرمال بودن توزیع داده‌ها انجام شد. برای آنالیز همبستگی هم از رویه Proc Corr ( Procedure Correlation) در این آزمون استفاده گردید ($P\leq ۰/۰۱$،سطح اطمینان ۹۹٪) به‌عنوان تفاوت معنی‌داری درنظر گرفته شد.

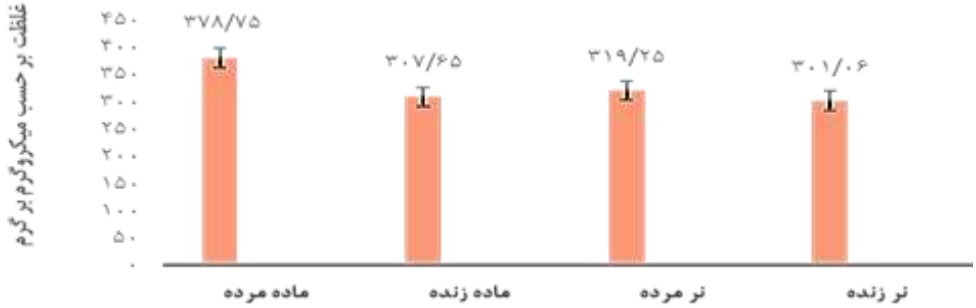
## نتایج

**میانگین غلظت عناصر سرب، روی و کادمیوم در پر کبوتر چاهی:** میانگین غلظت عنصر سرب در کبوتر ماده مرده، ماده زنده، نر مرده، نر زنده به‌ترتیب ۱۷/۴۵، ۱۵/۱۴، ۱۷/۱۲، ۱۴/۸۵ بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک که در شکل ۱ مشخص گردید. نتایج گویای این است که میزان عنصر سرب در جنس ماده بیش‌تر از نرها و در گونه مرده بیش‌تر از زنده می‌باشد. میانگین غلظت عنصر روی در کبوتر ماده مرده، ماده زنده، نر مرده، نر زنده به‌ترتیب ۳۷۸/۷۵، ۳۰۷/۶۵، ۳۱۹/۲۵، ۳۰۱/۰۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک در شکل ۲ مشخص گردید. نتایج گویای این است که میزان عنصر روی در جنس ماده بیش‌تر از نرها و در گونه مرده بیش‌تر از زنده می‌باشد. میانگین‌غلظت عنصر کادمیوم در کبوتر ماده مرده، ماده زنده، نر مرده، نر زنده به‌ترتیب ۱/۹۲، ۱/۴۷، ۱/۷۳، ۱/۳۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک در شکل ۳ مشخص گردید. نتایج گویای این است که میزان عنصر کادمیوم در جنس ماده بیش‌تر از نرها و در گونه مرده بیش‌تر از زنده می‌باشد.

**میانگین غلظت‌عنصر سرب، روی، کادمیوم در گندم جوانه زده و گندم رسیده:** در این مطالعه میانگین غلظت عناصر سرب، روی و کادمیوم درگندم جوانه زده به‌ترتیب ۳/۳۵، ۵۲/۱۷، ۰/۱۴ بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک و در گندم رسیده به‌ترتیب ۱/۳۱، ۴۶/۰۴، ۰/۰۵ بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک مشخص گردید. در واقع عناصر سنگین در گندم جوانه زده بیش‌تر از گندم رسیده بود.




**شکل ۱: نمودار میانگین غلظت عنصر سرب در پر کبوتر چاهی (ماده مرده، ماده زنده، نر مرده، نر زنده)**




**شکل ۲: نمودار میانگین غلظت عنصر روی در پر کبوتر چاهی (ماده مرده، ماده زنده، نر مرده، نر زنده)**

**شکل ۳: نمودار میانگین غلظت عنصر کادمیوم در پر کبوتر چاهی (ماده مرده، ماده زنده، نر مرده، نر زنده)**

**نتایج آنالیز آماری:** نتایج آنالیز آماری عناصر سرب، روی و کادمیوم در نمونه‌های گندم رسیده، گندم جوانه زده در جدول ۲ نشان می‌دهد که رابطه معنی‌دار آماری بین عنصر کادمیوم گندم رسیده و کادمیوم گندم جوانه زده، بین عنصر روی گندم رسیده و روی گندم جوانه زده، بین عنصر سرب گندم رسیده و سرب گندم جوانه زده برقرار است. نتایج آنالیز آماری نمونه‌های کبوتر چاهی شهرک روی زنجان به تفکیک جنسیت در جدول ۳ نشان می دهد رابطه معنی‌دار آماری بین عنصر کادمیوم در جنس نر مرده- نر زنده و هم‌چنین ماده مرده- ماده زنده،بین عنصر روی درجنس نر مرده- نر زنده و هم‌چنین ماده مرده- ماده زنده، بین عنصر سرب در جنس نر مرده- نر زنده و هم‌چنین‌ماده مرده- ماده زنده برقراراست.نتایج آنالیزآماری نمونه‌های کبوترچاهی شهرک روی زنجان به تفکیک زنده و مرده بودن گونه در جدول ۴ نشان می‌دهد که رابطه معنی‌دار آماری بین عنصر کادمیوم در ماده زنده- نر زنده و هم‌چنین ماده مرده- نر مرده، بین عنصر روی درجنس ماده زنده- نر زنده وهم‌چنین ماده مرده- نر مرده، بین عنصر سرب در جنس ماده زنده- نر زنده و هم‌چنین ماده مرده- نر مرده برقرار است. نتایج آنالیز نمونه‌های کبوتر چاهی شهرک روی زنجان با بررسی هم‌زمان دو پارامتر جنسیت و مرده و زنده بودن گونه در جدول ۵ نشان‌می‌دهد که رابطه معنی‌دار آماری بین عنصر کادمیوم در نرهای زنده و مرده و ماده زنده و مرده برقرار است. رابطه معنی‌دار آماری بین‌عنصر سرب در نرهای زنده و مرده و ماده زنده و مرده برقرار است. رابطه‌معنی‌دار آماری بین‌عنصر روی درنرهای زنده و مرده و ماده زنده و مرده برقرار است.

**جدول ۲: آنالیز آماری عناصر سرب، روی و کادمیوم در نمونه‌های گندم رسیده، گندم جوانه زده**

| | کادمیوم گندم رسیده | کادمیوم گندم جوانه زده | روی گندم رسیده | روی گندم جوانه زده | سرب گندم رسیده | سرب گندم جوانه زده |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کادمیوم گندم رسیده | ۱ | ۰/۸۸۶۹۱<br><۰/۰۰۰۱ | ۰/۲۸۸۶۷<br>۰/۰۷۰۸ | ۰/۲۹۲۷۸<br>۰/۰۶۶۷ | ۰/۱۸۸۶۸<br>۰/۲۴۳۶ | ۰/۳۱۵۹۳<br>۰/۰۴۷۰ |
| کادمیوم گندم جوانه زده | ۰/۸۸۶۹۱<br><۰/۰۰۰۱ | ۱ | ۰/۴۹۴۷۳<br>۰/۰۰۱۲ | ۰/۴۶۶۴۳<br>۰/۰۰۲۴ | ۰/۱۹۷۵۸<br>۰/۲۲۱۷ | ۰/۲۵۰۷۱<br>۰/۱۱۸۷ |
| روی گندم رسیده | ۰/۲۸۸۶۷<br>۰/۰۷۰۸ | ۰/۴۹۴۷۳<br>۰/۰۰۱۲ | ۱ | ۰/۹۸۳۲۷<br><۰/۰۰۰۱ | ۰/۷۷۱۸۳<br><۰/۰۰۰۱ | ۰/۷۴۶۶۳<br><۰/۰۰۰۱ |
| روی گندم جوانه زده | ۰/۲۹۲۷۸<br>۰/۰۶۶۷ | ۰/۴۶۶۴۳<br>۰/۰۰۲۴ | ۰/۹۸۳۲۷<br><۰/۰۰۰۱ | ۱ | ۰/۷۷۷۰۵<br><۰/۰۰۰۱ | ۰/۷۸۴۹۷<br><۰/۰۰۰۱ |
| سرب گندم رسیده | ۰/۱۸۸۶۸<br>۰/۲۴۳۶ | ۰/۱۹۷۵۸<br>۰/۲۲۱۷ | ۰/۷۷۱۸۳<br><۰/۰۰۰۱ | ۰/۷۷۷۰۵<br><۰/۰۰۰۱ | ۱ | ۰/۹۳۲۰۶<br><۰/۰۰۰۱ |
| سرب گندم جوانه زده | ۰/۳۱۵۹۳<br>۰/۰۴۷۰ | ۰/۲۵۰۷۱<br>۰/۱۱۸۷ | ۰/۷۴۶۶۳<br><۰/۰۰۰۱ | ۰/۷۸۴۹۷<br><۰/۰۰۰۱ | ۰/۹۳۲۰۶<br><۰/۰۰۰۱ | ۱ |

مقدار P≤۰/۰۱، سطح اطمینان ۹۹٪ برای معنی‌دار بودن نمونه‌ها درنظر گرفته شد.

**جدول ۳: آنالیز نمونه‌های کبوتر چاهی شهرک روی زنجان به تفکیک جنسیت مقدار**

| جنسیت گونه | تعداد | عنصر | میانگین | Pr > \|t\| |
|---|---|---|---|---|
| نر مرده- نر زنده | ۸۰ | کادمیوم | ۱/۵۵۰۴۲۵۰۰ | <۰/۰۰۰۱ |
| ماده مرده-ماده زنده | ۸۰ | | ۱/۷۰۲۴۲۵۰۰ | <۰/۰۰۰۱ |
| نر مرده- نر زنده | ۸۰ | روی | ۳۱۰/۱۵۶۲۱۳ | <۰/۰۰۰۱ |
| ماده مرده-ماده زنده | ۸۰ | | ۳۴۳/۱۵۶۴۶۳ | <۰/۰۰۰۱ |
| نر مرده- نر زنده | ۸۰ | سرب | ۱۵/۹۸۸۷۱۲۵ | <۰/۰۰۰۱ |
| ماده مرده-ماده زنده | ۸۰ | | ۱۶/۳۰۰۱۶۲۵ | <۰/۰۰۰۱ |

P≤۰/۰۱، سطح اطمینان ۹۹٪ برای معنی‌دار بودن نمونه‌ها درنظر گرفته شد.

**جدول ۴: آنالیز نمونه‌های کبوتر چاهی شهرک روی زنجان به تفکیک زنده و مرده بودن گونه مقدار**

| زنده و مرده بودن گونه | تعداد | عنصر | میانگین | Pr > \|t\| |
|---|---|---|---|---|
| نر زنده-ماده زنده | ۸۰ | کادمیوم | ۱/۴۲۱۷۱۲۵۰ | <۰/۰۰۰۱ |
| نر مرده-ماده مرده | ۸۰ | | ۱/۸۳۱۱۳۷۵۰ | <۰/۰۰۰۱ |
| نر زنده-ماده زنده | ۸۰ | روی | ۳۰۴/۳۱۲۴۵۰ | <۰/۰۰۰۱ |
| نر مرده-ماده مرده | ۸۰ | | ۳۴۹/۰۰۰۲۲۵ | <۰/۰۰۰۱ |
| نر زنده-ماده زنده | ۸۰ | سرب | ۱۴/۹۹۸۶۱۲۵ | <۰/۰۰۰۱ |
| نر مرده-ماده مرده | ۸۰ | | ۱۷/۲۹۰۲۶۲۵ | <۰/۰۰۰۱ |

P≤۰/۰۱، سطح اطمینان ۹۹٪ برای معنی‌دار بودن نمونه‌ها درنظر گرفته شد.

**جدول ۵: آنالیز نمونه‌های کبوتر چاهی شهرک تخصصی روی زنجان تجمیع دو پارامتر جنسیت و مرده و زنده بودن**

| متغیر | تعداد | میانگین | انحراف معیار | t value | Pr > \|t\| |
|---|---|---|---|---|---|
| کادمیوم نر زنده | ۴۰ | ۱/۳۶۵۹ | ۰/۱۰۸۶ | ۶۰/۹۳ | <۰/۰۰۰۱ |
| کادمیوم نر مرده | ۴۰ | ۱/۷۳۵ | ۰/۰۵۷۱ | ۱۲۸/۵۱ | <۰/۰۰۰۱ |
| کادمیوم ماده زنده | ۴۰ | ۱/۴۷۷۶ | ۰/۱۰۸۹ | ۵۸/۲۴ | <۰/۰۰۰۱ |
| کادمیوم ماده مرده | ۴۰ | ۱/۹۲۷۳ | ۰/۱۴۲۵ | ۴۳/۳۸ | <۰/۰۰۰۱ |
| سرب نر زنده | ۴۰ | ۱۴/۸۵۲ | ۰/۱۳۵۷ | ۶۵۴/۷۹ | <۰/۰۰۰۱ |
| سرب نر مرده | ۴۰ | ۱۷/۱۲۵ | ۰/۱۶۵۷ | ۵۷۰/۶۱ | <۰/۰۰۰۱ |
| سرب ماده زنده | ۴۰ | ۱۵/۱۴۵ | ۰/۲۱۵۷ | ۴۰۲/۳۴ | <۰/۰۰۰۱ |
| سرب ماده مرده | ۴۰ | ۱۷/۴۴۵ | ۰/۲۵۵۷ | ۳۵۷/۴۷ | <۰/۰۰۰۱ |
| روی نر زنده | ۴۰ | ۳۰۱/۰۶ | ۳/۴۹۲۶ | ۴۸۲/۷۱ | <۰/۰۰۰۱ |
| روی نر مرده | ۴۰ | ۳۱۹/۲۵ | ۳/۷۲۴۷ | ۴۴۴/۴۵ | <۰/۰۰۰۱ |
| روی ماده زنده | ۴۰ | ۳۰۷/۵۶ | ۲/۵۱۴۵ | ۶۶۱/۶۷ | <۰/۰۰۰۱ |
| روی ماده مرده | ۴۰ | ۳۷۸/۷۵ | ۲۴/۴۱۱ | ۶۷/۱۲ | <۰/۰۰۰۱ |

P≤۰/۰۱، سطح اطمینان ۹۹٪ برای معنی‌دار بودن نمونه‌ها درنظر گرفته شد.

**جدول ۶: میانگین غلظت عناصر سرب، روی، کادمیوم در گندم و مقایسه با استانداردها**

| کادمیوم | روی | سرب | استانداردها |
|---|---|---|---|
| ۱/۵ میلی‌گرم بر گرم | - | - | (۱) PFA |
| ۰/۰۳ میلی‌گرم بر گرم | - | ۰/۱۵ میلی‌گرم بر گرم | شاخص استاندارد ملی ایران (۲) |
| ۰/۲ میلی‌گرم بر گرم | - | - | استاندارد Codex (۳) |
| ۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم | ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم | ۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم | (۴) WHO |
| - | ۵۰ میلی‌گرم برکیلوگرم | - | (۵) National environmental protection agency of China |
| ۱/۴۷ میکروگرم بر گرم | ۳۰۷/۶۵ میکروگرم بر گرم | ۱۵/۱۴ میکروگرم بر گرم | تحقیق حاضر: گندم رسیده |
| ۰/۱۴ میکروگرم بر گرم | ۵۲/۱۷ میکروگرم بر گرم | ۳/۳۵ میکروگرم بر گرم | تحقیق حاضر: گندم جوانه زده |

(۱) Sharma و Prasad، ۲۰۱۰ ؛ (۲) موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۹؛ (۳) هاشمی‌نسب و شهبازی، ۱۳۹۷؛ (۴) JECFA ، ۲۰۰۳؛ (۵) National environmental protection agency of China، ۲۰۰۱.

## بحث

در تحقیق موجود میانگین غلظت عنصر کادمیوم در گندم رسیده ۱/۴۷ و میانگین غلظت عنصر کادمیوم در گندم جوانه زده ۰/۱۴ میکروگرم‌برگرم‌حاصل گردید. کادمیوم درگیاهان‌باعث‌ایجاد مشکلاتی در رشد گیاه می‌شود. ازجمله آسیب رساندن به اندام فتوسنتز کننده و کاهش مقدار کلروفیل، کاهش رشد و مرگ گیاه را به‌دنبال دارد (Sarma، ۲۰۱۱). PFA حد مجاز کادمیوم در گیاهان را ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Sharma و Prasad، ۲۰۱۰) اعلام نموده است. برخی پژوهشگران مقدار مجاز کادمیوم در گیاهان خوراکی را بین ۰/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم تا ۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم (بر اساس وزن خشک) و (Bhaia و Choudri، ۱۹۹۱) یا برخی دیگر ۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Scheffer و Schachtschabel، ۱۹۸۹) گزارش کرده‌اند. هم‌چنین در پژوهشی که به‌منظور بررسی غلظت فلز کادمیوم در گندم تولیدی شهر بوشهر انجام یافت، میانگین غلظت این عنصر در نمونه‌های گندم کم‌تر از حد مجاز بود (Dobaradaran و همکاران، ۲۰۱۳). در تحقیق موجود میانگین غلظت عنصر سرب در گندم رسیده ۱۵/۱۴و میانگین غلظت عنصر سرب در گندم جوانه زده ۳/۳۵ میکروگرم بر گرم حاصل گردید. سرب در خاک چندان محلول نیست با این‌حال عمدتاً توسط ریشه‌های مویین جذب می‌گردد ولی در بعضی از مطالعات، جذب سرب از راه اندام‌های‌هوایی گیاهان بسیار چشم‌گیر بوده‌است (Pendias و Kabata Pendias، ۱۹۹۲؛ Ward، ۱۹۷۷).بعضی‌ازمحققان حدمجاز قابل قبول سرب در گیاهان را ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Allen، ۱۹۸۹) و PFA حدمجاز سرب‌در سبزیجات‌را ۲/۵، CODEX ۰/۳ میلی‌گرم‌بر کیلوگرم اعلام نموده است (Sharma و Prasad، ۲۰۱۰). غلظت سرب در گیاهان در حدود ۰/۰۱ تا ۳/۸۵ میکروگرم درگرم ماده خشک گیاهی گزارش شده‌است. ازطرفی گیاه‌حداقل مقدار کادمیوم (حدود ۰/۰۳ میکروگرم درگرم) را از خاک جذب شده است (Oyedele و همکاران، ۱۹۹۵). در

تحقیق موجود میانگین غلظت عنصر روی در گندم رسیده ۳۰۷/۶۵و میانگین غلظت عنصر روی در گندم جوانه زده ۵۲/۱۷ میکروگرم بر گرم حاصل گردید.

عنصرروی به‌عنوان یکی از عناصر و ترکیبات حیاتی و الزامی برای گندم شناخته شده است (Malakouti و Davoodi، ۲۰۰۴). حدّ نرمال فلز روی در گیاهان ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم براساس‌وزن خشک گیاه(Anonymous، ۲۰۰۱)و غلظت‌های ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در گیاهان آلی منجر به سمّیت می‌شود (Sauerbeck، ۱۹۸۲). درحالی‌که مقدار بحرانی سمّیت فلز روی را در گیاهان ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است. حد مجاز روی در گیاهان را ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Onder و همکاران، ۲۰۰۷) و حدّ مجاز روی در گیاه را بین ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Anonymous، ۲۰۰۵ ) گزارش شده است. میانگین غلظت روی در گندم در سه استان فارس، قم و اصفهان ۳۱/۶ با حداقل ۱۱/۷و حداکثر ۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (Karami و همکاران، ۲۰۰۹). غلظت روی در دانه گندم ۲۴/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Jia و همکاران، ۲۰۱۰) بین۱۲ تا ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Huang و همکاران، ۲۰۰۸). دامنه روی در گندم نان را بین ۱۳/۵ تا ۵۰/۸ با میانگین ۳۸/۲میلی‌گرم برکیلوگرم (Zhao و همکاران، ۲۰۰۹) گزارش شده است. میزان روی در منطقه اطراف فولاد مبارکه برای یونجه، گوجه فرنگی، گندم، جو و ریحان به ترتیب ۳۶/۲۳،۷/۵۴،۳/۴۹۳،۴/۳۵،۳ میلی‌گرم برکیلوگرم وزن خشک گزارش شده است (Hoodaji و Jalalian، ۲۰۰۴). در تحقیقی بر روی سبزیجات برگی زنجان نشان داده شده است که بالاترین و پایین‌ترین غلظت عناصر سنگین گیاهی به‌ترتیب مربوط به عناصر روی و کادمیوم می‌باشد (Tabandeh و Taheri، ۲۰۱۶). غلظت حد مجاز روی برای غلات در کشور چین ۵۰ ( National environmental protection agency of China، ۲۰۰۱) و ۱۶ (FAO/WHO، ۱۹۹۹) میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است.میانگین غلظت عناصر روی، سرب، کادمیوم در نمونه‌های گندم بر حسب میلی‌گرم درکیلوگرم برابر با۱/۳۴± ۴/۹۳، ۰/۱۷ ±۰/۱۶، ۰/۹۲±۰/۵۵ و میانگین غلظت‌عناصر روی، سرب و مس کم‌تر و میانگین غلظت عنصر کادمیوم بیش‌تر از حد مجاز WHO است (Kianpour و Ardakani، ۲۰۱۷).

تاکنون حدود استاندارد فلزات سنگین در اندام‌های مختلف پرندگان بیان نشده است ولی میزان سنجش را می‌توان با تحقیقات دیگر مورد مقایسه قرار داد. در تحقیق موجود، میانگین غلظت کلی عناصر سرب، روی و کادمیوم در گونه‌های موجود در شهرک تخصصی روی زنجان (تجمیع جنسیت‌های نر و ماده و زنده و مرده گونه) و حصول میانگین نهایی در عنصر سرب ۱۶/۱۴۱۷۵ و میزان عنصر روی ۳۲۶/۶۷۸۶۲۵ و میزان عنصر کادمیوم ۱/۶۲۶۱۲۴ میکروگرم بر گرم حاصل گردید.

درتحقیق Janssen و همکاران (۲۰۰۱) میزان سرب ۳۱/۲±۲۳۰ میکروگرم بر گرم در پرهای دم چرخ ریسک بزرگ (*Parus major*) و در مطالعه Eens و همکاران (۱۹۹۹) میزان سرب در پرهای دم چرخ ریسک سر آبی و چرخ ریسک بزرگ (*blue and geat tit*) به‌ترتیب ۱۵/۲±۶۴۰ میکروگرم بر گرم و ۱/۸±۱۶/۰۳ میکروگرم بر گرم حاصل گردید. مطالعه تحقیقات نشان داده است که میانگین غلظت سرب در پر کبوتر فرانسه، کره، فلسطین اشغالی، اسلواکی، برزیل بین ۵-۰ میانگین غلظت روی در کبوتر فرانسه، فلسطین اشغالی و برزیل بین ۳۰۰-۹۰ و میانگن غلظت کادمیوم در کبوتر فرانسه، فلسطین اشغالی و برزیل بین ۳-۰/۰۴ میکروگرم بر گرم‌بود (Frantz و همکاران، ۲۰۱۲؛ Janiga و همکاران، ۱۹۹۰؛ Nam و همکاران، ۲۰۰۴؛ Adout و همکاران، ۲۰۰۷؛ Brait و Filho، ۲۰۱۱). در تحقیقی که بر روی Common buzzard در شمال ایتالیا انجام داده شد، غلظت میانه سرب وکادمیوم در پر پرندگان به‌ترتیب ۱/۴۸ و ۰/۰۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک به‌دست آمد (Battaglia و همکاران، ۲۰۰۵ ). در تحقیقی که بر روی قمری خانگی انجام گردید میانگین غلظت سرب در پر ۱۹/۸۸±۰/۰۱ و برای کادمیوم ۰/۸۷±۰/۰۳ میکروگرم برگرم بیان شد (Akhavan Ghalibaf و همکاران، ۲۰۱۷). میزان سرب برای پر چلچله (*Hirundo rustica*) که از نزدیک منطقه آلوده و درکنار یک بزرگراه درMary land ایالات‌متحده جمع‌آوری شده‌بودند،درمحدوده ۸۲- ۴۳ میکروگرم بر گرم به‌دست آمد (Grue و دیگران، ۱۹۸۴). در مطالعه Sheibanifar و همکاران (۲۰۱۶) میانگین غلظت سرب در پر اگرت بزرگ ۰/۷۸، روی ۱۶۸/۹۶ و کادمیوم ۰/۰۲۵ میکروگرم بر گرم به دست آمد. در تحقیق بر روی *E.gularis* و *L.heuglini* غلظت کادمیوم به‌ترتیب ۱/۱۶ و ۱/۳۷ میکروگرم بر گرم و غلظت سرب به‌ترتیب ۷/۰۴ و ۵/۴۸ میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری شد (Mansouri و همکاران، ۲۰۱۱).در تحقیق‌موجود میانگین‌غلظت عناصر سرب، روی و کادمیوم (تجمیع بین مرده و زنده ها) عبارتند از: میزان عنصر سرب در جنس ماده ۱۶/۳ و در جنس نر ۱۵/۹۸۸۵ و میانگین عنصر روی در جنس ماده ۳۴۳/۲۰۱ و در جنس نر ۳۱۰/۱۵۶۲۵ و میانگین غلظت عنصر کادمیوم در جنس ماده ۱/۷۰۲۲۵ و در جنس نر۱/۵۵ میکروگرم بر گرم حاصل شد.

تحقیقات انجام شده روی پرندگان نشان‌دهنده متفاوت بودن میزان عناصر کم‌مقدار در جنسیت‌ها بوده است.به‌طور مثال در تحقیق بر روی اگرت کوچک و پرستوی دریایی معمولی، تفاوت معنی‌داری در مقادیر جیوه بین جنس نر و ماده وجود داشت (طیبی و جهانگیری، ۱۳۹۹). هم‌چنین در تحقیق بر روی Black ducks سطح فلزات در

نرها نسبت به ماده‌ها بالاتر بود. در Scaup، مقادیر سرب در ماده‌ها به‌طور معنی‌داری بالاتر از نرها بودند (Gochfeld و Burger، ۱۹۸۷). در تحقیقی که بر روی چنگر (*Fulica atra*) انجام گردید میانگین غلظت سرب در نرها بیش‌تر از ماده‌ها (Hassanpour و همکاران، ۲۰۱۲). با تحقیق بر روی *Larus genei* میانگین غلظت سرب و کادمیوم در پرنده نر و میزان روی در پرنده ماده بیش‌تربود (Hashemi و همکاران، ۲۰۱۶). در تحقیقی که بر روی اگرت بزرگ ( *Egretta alba*) انجام شده نتایج نشان داده است که در میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در بافت پر بین جنسیت نر و ماده اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (Sheibanifar و همکاران، ۲۰۱۶). درصورتی‌که در تحقیق بر روی Great tits تفاوت قابل توجهی بین سطوح Cd، Pb در جنس نر و ماده وجود نداشت. غلظت Zn در نرها نسبت به ماده‌ها بیش‌تر بود (Dauwe و همکاران، ۲۰۰۲).

در این تحقیق سه عنصر کادمیوم، سرب و روی در پرهای ۱۶۰ کبوتر چاهی و ۸۰ نمونه گندم رسیده و گندم جوانه زده مشاهده می‌شود. تاکنون غلظت عناصر کم مقدار در پرهای گونه کبوتر چاهی در ایران مورد ارزیابی قرار نگرفته است، درحالی‌که تاریخچه بررسی غلظت فلزات در استخوان‌های کبوتر پاریس و خون آن در سال ۱۹۷۵ و سایر تحقیقات در کشورهای اروپایی به چند دهه می‌رسد. در تحقیق حاضر سنجش غلظت عناصر سرب، روی و کادمیوم در غذای مصرفی کبوتر (گندم رسیده و گندم جوانه زده) حاکی از آن بود که میزان عناصر سرب، روی و کادمیوم در گندم رسیده بیش‌تر از گندم جوانه زده است و رابطه معنی‌دار آماری بین عناصر سرب، روی،کادمیوم در گندم‌های رسیده و گندم‌های جوانه زده برقرار است.

هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که میزان سه عنصر سرب، روی و کادمیوم در کبوتر ماده مرده >کبوتر نر مرده>کبوتر ماده زنده>کبوتر نر زنده می‌باشد. این بدان معنی است که میزان عناصر سنگین در نمونه‌های مرده بیش‌تر از زنده‌ها و هم‌چنین میزان همان عناصر در جنس ماده بیش‌تر از نرها است. هم‌چنین رابطه معنی‌دار آماری بین جنسیت (نر – ماده) و زنده و مرده بودن پرنده و عناصر سرب، روی و کادمیوم برقرار است.در واقع مطالعه تحقیق حاضر و تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که تجمع فلزات در بافت‌های مختلف پرندگان با توجه به جنسیت پرنده، مرده و زنده بودن آن، نوع گونه، زمان و مکان جغرافیایی، کاربری محل و ..... می‌تواند متفاوت باشد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که فلزات سنگین به‌دلیل منابع بی‌شمار، پراکندگی و ورود آن‌ها به زنجیره غذایی موجودات، با وجود کاستن از انتشار آن‌ها، هم‌چنان یک موضوع مهم محیط زیستی می‌باشد. از این‌رو موارد ذیل جهت حفظ محیط‌زیست و گونه‌های موجود و رسیدن به توسعه پایدار در منطقه پیشنهاد می‌گردند:

توجیه مدیران و تصمیم‌گیران به مبانی محیط‌زیست منطقه و برگزاری کلاس‌های آموزشی و فرهنگ‌سازی در زمینه مسایل محیط زیست برای کارگران و مدیران کارخانه‌های مستقر در شهرک صنعتی روی، عدم‌صدور مجوزهای محیط‌زیستی جدیدبرای انجام‌فعالیت‌های تولیدی روی و فرآورده‌های آن درشهرک‌صنعتی روی و پایش‌مستمر واحدهای صنعتی به‌منظور اجرای اصولی فعالیت‌های تولیدی مطابق با قوانین و ضوابط محیط‌زیست توسط اداره‌محیط‌زیست، موظف‌نمودن واحدهای صنعتی مستقر در شهرک روی به تکمیل و ارسال فرم خود اظهاری طی بازه زمانی معین به اداره محیط زیست، اخطار و تعطیلی واحدهای صنعتی غیر مجاز و آلاینده محیط زیست طبق نظر کارشناسی محیط زیست‌برای حفظ محیط‌زیست منطقه و گونه‌های موجود، انجام‌طرح‌های توجیهی-تفصیلی منطقه توسط ارگان‌های ذیربط به‌منظور برنامه‌ریزی و تدابیر مدیریتی مناسب‌جهت برقراری محیط‌زیست پایدار در منطقه، استفاده از تشکل‌های مردم نهاد و طرفداران محیط زیست به‌منظور حفظ محیط زیست منطقه، احیا گونه‌های جانوری و گیاهی موجود با توجه به شرایط موجود، آموزش مردم محلی در مورد اثرات زیان‌بار محصولات کشت‌شده حاوی فلزات‌سنگین در زمین‌های مجاور شهرک صنعتی و راه‌های کنترل و کاهش آن، درنظر گرفتن‌ظرفیت برد منطقه جهت‌جایگزینی کاشت‌محصولاتی با میزان‌جذب‌پایین‌ترفلزات سنگین در منطقه.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله‌از جناب آقای مهندس میثم پاشایی به‌دلیل راهنمایی‌های تخصصی و دلسوزانه‌شان کمال تشکر را دارد.

## منابع


۱. **اخوان‌قالی‌باف،ح.؛ ایران‌نژادپاریزی، م.ح.؛ نژادکورکی، ف.؛ همامی، م.ر.؛ عظیم‌زاده، ح.ر.؛ نماینده، م.؛ طاهری، ا.ع. و مختاری، م.، ۱۳۹۶.** مطالعه پهنه‌بندی آلودگی هوای شهر یزد به فلزات سنگین سرب و کادمیوم با استفاده از پرقمری خانگی به عنوان شاخص زیستی محیط زیست شهری، یزد. ماهنامه علمی پژوهشی دانشکده بهداشت، سال ۱۶، شماره ۴، صفحات ۶۹ تا ۷۴.

۲. **انصاری، ا.، ۱۳۹۹.** ارزیابی زیستگاه لانه گزینی کبوتر جنگلی (*Columba palumbus*) در منطقه شراء خنداب، استان مرکزی. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۲، شماره ۲، صفحات ۶۷ تا ۷۴.

۳. **طیبی، م. و جهانگیری، ص.، ۱۳۹۹.** تجمع زیستی فلز جیوه بافت‌های کلیه، کبد، عضله و پر پرندگان در خور موسی (مطالعه موردی:اگرت کوچک (*Egretta garzetta*) و پرستوی دریایی معمولی

(*Sterna hirundo*). فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۲، شماره ۲، صفحات ۷۵ تا ۸۲.

۴. **موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۹.** استاندارد ملی ایران، خوراک انسان-دام، یشینه رواداری فلزات سنگین. چاپ اول، ۱۲۹۶۸.

۵. **هاشمی‌نسب، ک،س.؛ شهبازی، ک. و بازرگان، ک.، ۱۳۹۷.** طرح گزارش بررسی اجمالی غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم و نیز غلظت روی در گندم تولیدی کشور، استان البرز. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

**6.** **Allen, S.E., 1989.** Chemical Analysis of Ecological Materials. John Wiley and Sons Ltd Blackwell Science Ltd, Oxford, UK. 380 p.

**7.** **Anonymous. 2005.** Roadside soil and plant pollution, Metal trace elements (ETM). Service D'Études Techniques des Routeset Autoroutes. France.

**8.** **Anonymous. 2001.** Zinc, Environmental Health Criteria (Zinc EHC). International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva. Switzerland.

**9.** **Agarwal, A. and Agarwal, M., 2014.** Effect of heavy metals on aquatic life in Gangan River at Moradabad, Uttar Pradesh, India. International Journal of Advanced Research. Vol. 2, No. 3, pp: 250-254.

**10.** **Almansour, 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.

**11.** **Alloway, B.J., 2001.** Heavy Metal in Soil. New York: John Wiley and sons.

**12.** **Anita, S.; Rajesh, K.S.; Madhoolika, A. and Fiona, M.M., 2010.** "Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India", Food Chem. Toxicol. Vol. 48, pp: 611-619.

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

**14.** **Begum, A. and Sehrin, S., 2013.** Levels of Heavy Metals in Different Tissues of Pigeon (*Columba livia*) of Bangladesh for Safety Assessment for Human Consumption. Bangladesh Pharmaceutical Journal. Vol. 16, No. 1, pp: 81-87.

**15.** **Burger, J. and Gochfeld, M., 2007.** Mercury, arsenic, cadmium, chromium, lead, and selenium in feathers of pigeon guillemots (*Cepphus columba*) from Prince William Sound and the Aleutian Islands of Alaska. Science of the Total Environment. Vol. 387, pp: 175-184.

**16.** **Brait, C.H.H. and Antoniosi Filho, N.R.F., 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.

**17.** **Burger, J.; Tsipoura, N.; Lawrence, J.N.; Gochfeld, M.; Amanda, D. and Mizrahi, D., 2015.** Mercury, Lead, Cadmium, Arsenic, Chromium and Selenium in Feathers of Shorebirds during Migrating through Delaware Bay, New Jersey: Comparing the 1990s and 2011/2012. Vol. 3, pp: 63-74.

**18.** **Bala, M.; Sharma, A. and Sharma, G., 2017.** Blue Rock Pigeon (*Columba livia*) as Bioindicator of Heavy Metal Pollution in Industrial Ambient Air.International Journal of Innovative Research in Science. Engineering and Technology. Vol. 6, No. 9, pp: 18634-18639.

**19.** **Battaglia, A.; Ghidini, S.; Campanini, G. and Spaggiari, R., 2005.** Heavy metal contamination in little owl (*Athene noctua*) and common buzzard (*Buteo buteo*) from northern Italy. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 60, pp: 61-66.

**20.** **Bhatia, I. and Choudri, G.N., 1991.** Impact of Automobile Effusion on Plant and Soil. International Journal of Ecology and Environmental Sciences. Vol. 17, pp: 121-127.

**21.** **Boyd, R.S., 2004.** Ecology of metal hyperaccumulation. New Phytologist. Vol. 162, pp: 563-567.

**22.** **Chaffai, R. and Koyama, H., 2011.** Heavy metal tolerance in Arabidopsis thaliana. Advances in Botanical Research. Vol. 60, pp: 1-49.

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

**24.** **Dobaradaran, S.; Afrasyabi, E.; Sobhani, T. and Khorsand, M., 2013.** Investigation of Cd, Co and Cu in cultivated wheat and consumed rice in Bushehr City. 16th National Conference on Environmental Health, Tabriz, Iran. (In Persian)

**25.** **Dauwe, T.; Bervoets, L.; Ellen J.; Rianne, P.; Ronny, B. and Marcel, E., 2002.** Great and Blue Tit feathers as biomonitors for heavy metal pollution. Ecological Indicators. Vol. 1, No. 4, pp: 227-234.

**26.** **Ensley, B.D., 2000.** Rationale for use of phytoremediation. In I. Raskin and B. D. Ensley (Eds.), Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment. New York: Wiley. pp: 3- 13.

**27.** **Eens, M.; Pinxten, R.; Veheyen, R.F.; Blust, R. and Bervoets, L., 1999.** Great and blue tits as indicator of heavy metal contamination in the terrestrial ecosystems. Ecotoxicology of the Environment Safty. Vol. 44, pp: 81-85.

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

**29.** **Furness, R.W., 1993.** Birds as monitors of pollutants. In: Furness, R.W.; Greenwood, J.J.D.; Furness, R.W. and

Pigeon. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 19, No. 6, pp: 892-897.

44. **Kianpour, S. and Sobhan Ardakani, S., 2017.** Investigating the concentration of lead, zinc and cadmium in consumed wheat and bread in Hamedan. JFH, Period. Vol. 7, No 4, pp: 28.
45. **Kabata-Pendias, A. and H. Pendias., 1992.** Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, FL.
46. **Kalicanin, B. and Velimirovic, D., 2013.** The content of lead in herbal drugs and tea samples. Central European Journal of Biology. Vol. 8, No. 2, pp: 178-185.
47. **Karami, M.; Afyuni M.; Rezainejad, Y. and Schulin, R., 2009.** Heavy metal uptake by wheat from a sewage sludgeamended calcareous soil. Nutr Cycl Agroecosyst. Vol. 83, pp: 51-61.
48. **Longtong, G.; Turshak, A. and Chaskda, A., 2016.** Avian feathers as bioindicator of heavy metal pollution in urban degraded woodland. Ewemen Journal of Analytical & Environmental Chemistry. Vol. 2, No. 2, pp: 84-88.
49. **Monzalvo- Santos,K.; Alfaro-De la Torre, M.C.; Chapa Vargas, L.; Castro-Larragoitia, J. and Rodríguez Estrella, R., 2016.** Arsenic and lead contamination in soil and in feathers of three resident passerine species in a semi-arid mining region of the Mexican plateau.J Environ Sci Health ATox Hazard Subst Environ Eng. Vol. 51, No. 10, pp: 825-832.
50. **Malakouti, M.J. and Davoodi, M.H., 2004.** Zinc in Agriculture, The Forgotten Element in the Life Cycle of Plants, Animals and Humans. Sana Publications, Tehran. 220 p.
51. **Markowski, M.; Kalinski, A.; Skwarska, J.; Wawrzyniak, J. and Bańbura, M., 2013.** Avian feathers as bioindicators of the exposure to heavy metal contamination of food. Bull Environ Contam Toxicol. Vol. 91, pp: 302-305.
52. **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.Environ Monit Assess. Vol. 184, No. 10, pp: 6139-6145.
53. **National environmental protection agency of China. 2001.** Safety quality standard for non-environmental pollution vegetable (GB/T 18407.1-2001).
54. **Naccari, C.; Cristani, M.; Cimino, F.; Arcoraci, T. and Trombetta, D., 2009.** Common buzzards (Buteobuteo) bio-indicators of heavy metals pollution in Sicily (Italy). Environment International. Vol. 35, pp: 594-598.
55. **Nam, D.H.; Lee, D.P and Koo, T.H., 2004.** Monitoring for lead pollution using feathers of Feral Pi gen for lead pollution using feathers of Feral Pigen (*Columba livia*) from Korea. Environ Monit Assess. Vol. 95, No. 1-3, pp:13-22.
56. **Oyedele, D.J.; Obioh, I.B.; Adejumo, J.A.; Oiuwole, A.F.; Aina, P.O. and Aubiojo, O.I., 1995.** Lead contamination of soils and Vegetation in the Vicinity of a Greenwood, J.J.D. editors. Birds as monitors of environmental change. London: Chapman and Hall. pp: 86-143.
30. **Grue, C.E.; O'Shea, T.J. and Hoffman, D.J., 1984.** Lead concentrations and reproduction in highway-nesting barn Swallows. Vol. 86, pp: 383-389.
31. **Gupta, V., 2018.** Feathers of feral pigeons (*Columbia livia*) as bioindicator for heavy metals pollution in Jaipur, India. Indian Journal of Ecology. Vol. 45, No. 2, pp: 393-396.
32. **Gochfeld, M. and Burger, J., 1987.** Heavy metal concentrations in the liver of three duck species: Influence of species and sex. Environmental Pollution. Vol. 45, No. 1, pp: 1-15.
33. **Gutierrez, G.A.; Alonso, G.C. and Maroto, D.M.J., 2017.** Composicion de la dieta de la paloma torcaz Columba palumbus en el sur mediterraneo de ESPANA. Ardeola. Vol. 64, No. 1, pp: 17-30.
34. **JECFA. 2003.** Summary and conclusions of the 61st Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. JECFA/61/Sc: Rome, Italy.
35. **Hashemi, E.; Safahieh, A. and Mansouri, A., 2016.** Evaluating heavy metals in the feather and egg of female (*Larus genei*) bird in Khourmousa. Oceanography, 7th year, No 28.
36. **Hassanpour, M.; Pourkhabbaz, A. and Rajaie, Q., 2012.** Determining the toxicity of the lead, chromium and iron in the birds food texture in Gomishan international pond. Journal of livestock research, 1st vol. No 1. (In Persian)
37. **Huang, M.; Zhou, S.; Sun B. and Zhao, Q., 2008.** Heavy metals in wheat grain: assessment of potential health risk for inhabitants in Kunshan, China. Science of the Total Environment. Vol. 405, pp: 54-61.
38. **Hoodaji, M. and Jalalian, A., 2004.** Distribution of Fe, Zn and pb in Soil and Crops in the Mobarakeh Steel Plant Region. Journal of Environmental Studied. Vol. 36, pp: 15-26. (In Persian)
39. **Jarup, L., 2003.** Hazards of heavy metal contamination. British Medical Bulletin. Vol. 68, pp: 167-182.
40. **Jia, L.; Wang, W.; Li, Y. and Yang, L., 2010.** Heavy metals in soil and crops of an intensively Farmed area: A case study in Yucheng city, Shandong province, China. International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 7, pp: 395-412.
41. **Joint FAO/WHO. 1999.** Export committee on food additives. Summary and conclusions, 53rd meeting. Rome: Joint FAO/WHO.Technical Report.
42. **Janssen, E.; Dauwe, T.; Bervoets, L. and Eens, M., 2001.** Heavy metals and selenium in feathers of great tits (*Parus major*) a long a pollution gradient. Environmental Toxicology and Chemestery. Vol. 20, pp: 2815-2820.
43. **Janiga, M.; Mankovska, B.; Bobalova, M. and Durkcova, G., 1990.** Significance of concentrations of Lead, Cadmium, and Iron in the plumage of the Feral

lead smelter in Nigeria. Science of The Total Environment. Vol. 17, No. 32, pp: 189-195.

**57.** **Onder, S.; Dursan, S.; Gezgin, S. and; Demirbas, A., 2007.** Determination of heavy metal pollution in grass and soil of citer center green areas (Konya, Turkey). Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 16, pp: 145-154.

**58.** **Pilon-Smits, E., 2005.** Phytoremediation. Annual Review of Plant Biology. Vol. 56, pp: 15-39.

**59.** **Perea, R. and Gutiérre, G., 2016.** Introducing cultivated trees into the wild: Wood pigeons as dispersers of domestic olive seeds. Acta ecologica. Vol. 71, pp: 73-79.

**60.** **Qian, Y.Z.; Chen, C.; Zhang, Q.; Li, Y.; Chen, Z. and Li, M., 2010.** Concentration of cadmium, lead, mercury and arsenic in Chinese market milled rice and associated population health risk. Food Control. Vol. 21, pp: 1757-1763.

**61.** **Sheibanifar, F.; Mortazavi, S. and Mir Senjari, M.M., 2016.** Investigating the amount of heavy metal accumulation (lead, zinc, copper and cadmium) in (*Egretta alba*) texture in Hara Biosphere reserve in winter. JMST. Vol. 15, No. 1, pp: 65-73.

**62.** **Sauerbeck, D., 1982.**Which heavy metal contents in plants may not be exceeded in order to adversely affect chtigungen growth? In German. Avoid. Peterbilt. Researchers Sh. Vol. 39, pp: 108-129.

**63.** **Savinov, V.M.; Gabrielsen, G.W. and Savinova, T.N., 2003.** Cadmium, zinc, copper, arsenic, selenium and mercury in seabirds from the Barents Sea; levels, inter-sp ecific and geographical differences. Sci. Total. Environ. Vol. 306, pp: 133-158.

**64.** **Salehipour, M.; Ghorbani, H.; Kheirabadi, H. and Afyuni. M., 2015.** Health risks from heavy metals via consumption of cereals and vegetables in Isfahan Province, Iran. Human and Ecological Risk Assessment: An International. Vol. 21, No. 7, pp: 1920-1935.

**65.** **Sarma, H., 2011.** Metal hyperaccumulation in plants: A Review Focusing on phytoremediation technology, Journal of Environmental Science and Technology. Vol. 4, No. 2, pp: 118-138.

**66.** **Sharma, S. and Prasad, F.M., 2010.** Accumulation of Lead and Cadmium in soil and vegetable crops along major highways in Agra (India). Electronic J. Chem. Vol. 7, No. 4, pp: 1174-1183.

**67.** **Scheffer, F. and Schachtschabel, P., 1989.** Lehrbuch der Bodenkunde. 12. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart.

**68.** **Tabandeh, L. and Taheri, M., 2016.** Evalutaing the pollution and relationship between the concentration of heavy metals in the soil and leaf vegetables of Zanjan province. SR journal. Vol. 30, No 1, pp: 141-152. (In Persian)

**69.** **Xu, X. and Wang, W.X., 2017.** Mercury exposure and source tracking in distinct marine-caged fish farm in southern China. Environmental Pollution. Vol. 220, pp: 1138-1146.

**70.** **Wuana, R.A. and Okieimen, F.E., 2011.** Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. ISRN Ecology. pp: 1-20.

**71.** **Ward, N.I.; Brooks, R.R.; Roberts, E. and Boswell, C.R., 1977.** Heavy-metal pollution from automotive emissions and its effect on roadside soils and pasture species in New Zealand. Environ. Sci. Technol. Vol. 11, No. 9, pp: 917-920.

**72.** **Zhao, F.J.; Su, Y.H.; Dunham, S.J.; Rakszegi, M.; Bedo, Z.; McGrath, S.P. and Shewry, P.R., 2009.** Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. Journal of Cereal Science. Vol. 49, pp: 290-295.