Food Hygiene, Vol. 11, No. 41, Spring 2021

"Research article" **DOI: 10.30495/JFH.2021.1930907.1313**

Risk assessment of heavy metals via consumption of house sparrow by Dezful natives

Solgi, E.[1*], Bahonar, Z.[2]

1. Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran
2. M.Sc Student of Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

Corresponding authors: e.solgi@malayeru.ac.ir
(Received: 2021/5/17 Accepted: 2021/8/15)

Abstract

Exposure to heavy metals through the consumption of birds may lead to health hazards for individuals, especially in areas with agricultural and industrial activities. Therefore, the present study was conducted to assess the risk posed by the iron, zinc, copper, manganese, and lead contaminations in the muscle tissue of domestic sparrow (*Passer domesticus*) in Dezful urban and rural areas. For this, 60 sparrows from urban areas and 10 sparrows from rural areas were collected. The concentrations of iron, zinc, copper, manganese and lead metals were determined by acid digestion and atomic absorption spectroscopy. According to the results, daily and weekly intake of iron, copper, zinc, manganese and lead via consumption of house sparrow was less than the standard recommended by the Joint Committee of the World Health Organization and the FAO. The Target Hazard Quotients (THQ) of the metals tested was less than 1, which indicates the absence of a health hazard. In the rural areas, the THQ value for Fe, Cu, Zn, Mn, and Pb were 0.0154, 0.0004, 0.003, 0.0001, and 0.000065, respectively. In the urban areas, the THQ value was 0.01, 0.00069, 0.004, 0.0003, and 0.000046, respectively. It seems that the consumption of house sparrows in the present time does not pose health risks to the consumers.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Risk Assessment, House Sparrow, Heavy Metals, Dezful

«مقاله پژوهشی» DOI: 10.30495/JFH.2021.1930907.1313

ارزیابی خطر فلزات سنگین ناشی از مصرف گنجشک خانگی توسط بومیان دزفول

عیسی سلگی[1*]، زهرا باهنر[2]

۱. دانشیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
۲. کارشناسی ارشد آلودگی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات: e.solgi@malayeru.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۲/۲۷ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۵/۲۴)

چکیده

قرار گرفتن در معرض فلزات سنگین از طریق مصرف پرندگان ممکن است منجر به خطر سلامتی برای افراد به‌ویژه در مناطقی که فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی وجود دارد، شود. از این‌رو پژوهش حاضر با هدف بررسی غلظت عناصر آهن، روی، مس، منگنز و سرب در بافت عضله گنجشک خانگی و ارزیابی خطر مصرف آن در مناطق شهری و روستایی شهرستان دزفول پرداخته است. تعداد ۶۰ قطعه گنجشک خانگی از مناطق شهری و ۱۰ قطعه گنجشک از مناطق روستایی شهر دزفول جمع‌آوری شد. در نهایت میزان فلزات آهن، روی، مس، منگنز و سرب با استفاده از دستگاه جذب اتمی و به‌روش هضم اسیدی تعیین شد. طبق یافته‌های مطالعه، میزان‌های جذب روزانه و هفتگی فلزات آهن، مس، روی، منگنز و سرب در اثر مصرف گنجشک خانگی کمتر از میزان استاندارد توصیه‌شده توسط کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و فائو بود. میزان THQ (Target Hazard Quotients) تک‌تک فلزات در این مطالعه کم‌تر از یک به‌دست آمد که نشان‌دهنده عدم وجود هرگونه خطر غذایی در اثر مصرف گونه مورد بررسی با نرخ کنونی می‌باشد. در مناطق روستایی میزان THQ فلزات آهن، مس، روی، منگنز و سرب به ترتیب برابر ۰/۰۱۵۴، ۰/۰۰۰۴، ۰/۰۰۳، ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۰۰۶۵ و در مناطق شهری میزان THQ فلزات آهن، مس، روی، منگنز و سرب به ترتیب برابر ۰/۰۱، ۰/۰۰۰۶۹، ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۰۳، ۰/۰۰۰۰۴۶ به‌دست آمد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، ظر می‌رسد مصرف گنجشک خانگی در حال حاضر خطرات بهداشتی برای سلامت مصرف‌کنندگان آن ندارد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی خطر، گنجشک، فلزات سنگین، دزفول

مقدمه

فلـزات سـنگین بـه‌عنوان آلاینـده‌هـای محیط‌زیسـتی مهم‌ترین عام گزارش‌های ارائـه شـده از سـوی سـازمان بهداشـت جهـانی حـاکی از آن اسـت کـه یک‌چهـارم بیماری‌های آینده بشر بـه‌دلیـل در معـرض قـرارگیـری طولـانی‌مـدت بـا آلـودگی‌هـای محـیط زیسـتی اسـت (UNEP, 2008). ازجمله ایـن آلاینـده‌هـا مـی‌تـوان بـه فلزات سنگین اشاره کرد. فلزات سـنگین وارد شـده بـه محیط‌زیست می‌تواند باعث آسیب به تنوع زیستی دریـا و اکوسیستم‌ها شـده و سـبب خطـرات بهداشـتی بـرای انسان می‌شوند (Zazouli *et al*., 2010). فلزات سـنگین همچنین سلامت مواد غذایی را به خطر می‌اندازند (Liu *et al*., 2015). با توجه بـه پایـداری فلـزات سـنگین در محیط‌زیست و قـدرت تجمـع زیسـتی آن‌هـا در بافـت موجودات زنده، حتی مقـادیر کـم فلـزات سـنگین هـم سبب سمیت در بدن موجودات شده و به‌راحتی تجزیـه نمی‌شوند (Ullah *et al*.,2017). افزون بر ایـن مصـرف بلندمدت مواد غذایی آلوده به فلزات سـنگین منجـر بـه تجمع فلزات سمی در اندام‌های مختلـف مـی‌شـود کـه منجر به خطرات جدی بـرای سـلامت انسـان مـی‌شـود (Zazouli *et al*., 2010). پایش زیستی مـی‌توانـد روش مطلوب و رضایت‌مندی برای اندازه‌گیری میـزان فلـزات سنگین و در دسترس بودن زیستی آن‌ها باشد. استفاده از پرندگان به‌عنوان شاخص زیستی برای سنجش آلـودگی محیط‌زیست از دهه ۱۹۶۰ آغاز شد، زمـانی کـه شـواهد بسیار نشان داد که پرندگان نسبت به تغییراتی که توسـط بشر در محیط‌زیسـت ایجـاد مـی‌شـود، بسـیار حسـاس هستند. برخی از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیولـوژیکی ازجمله عادات غذایی، رشد و نمو، تولیدمثل و مهاجرت ممکن است در غلظت فلـزات و توزیـع آن‌هـا در بـدن پرنـدگان اثـر بگـذارد (Sinka Karimi *et al*., 2015). پرندگان با داشتن ویژگی‌هایی چون توانـایی زنـدگی در محـیط‌هـای مختلـف، امکـان اسـتفاده از مـواد غـذایی گوناگون و امکان مشاهده آسان، از شاخص‌های مناسب در محیط‌های شهری بـه شـمار مـی‌رونـد و مـی‌تواننـد سطوح بالایی از فلزات را درون بافت‌های خـود تجمـع دهند (Hosseinpour and Malekian, 2014). همچنین فلزات سنگین وارد سطوح مختلف زنجیره غذایی شـده و از این طریق به بـدن انسـان وارد مـی‌شـوند و اثـرات جدی بر سلامت انسان ایجاد می‌کننـد؛ بنـابراین بررسـی فلزات سنگین در موجـودات زنـده از اهمیـت بسـزایی برخوردار است. پرندگان به‌دلیل امکان تمـاس بـا آب و غـذای آلـوده، عـادات تغذیـه‌ای ویـژه و بیولـوژی شناخته‌شـده آن‌هـا، شـاخص زیسـتی مناسـبی بـرای آلاینده‌های محیط می‌باشند.

تعیین مقدار این فلزات و ارائه راهکار جهت مصـرف مواد غذایی حاوی این فلزات از اهمیت بالایی برخوردار اسـت (Ariayee *et al*.,2015). از جملـه روش‌هـای حصول امنیت مواد غذایی تعیـین شـاخص‌های خطـر و حد مجاز مصرف (ارزیابی ریسک مصرف) آن‌هـا اسـت که توسط سازمان‌های گوناگونی، مانند سـازمان جهـانی بهداشـت، اتحادیـه اروپـا (EuropeanUnion: EU)، سـازمان خواربـار کشـاورزی ملـل متحـد (Food and Agriculture Organization: FAO)، آژانـس حفاظـت محیط‌زیست آمریکـا (Agency: US, EPA Protection The United States Environmental) ارائه شده اسـت (Maleki *et al*., 2015). خطـر ناشـی از مصـرف مـواد غذایی را می‌تـوان بـا اسـتفاده از مـدل THQ (Target

Hazard Quotients) مورد ارزیابی قرارداد. THQ درواقع بیانگر نسبت بین میزان در معرض قرارگیری مواد و دز رفرنس آن‌ها می‌باشد که برای بیان اثرات غیر سرطان‌زایی به‌کار می‌رود. اگر میزان THQ کمتر از یک باشد، بیانگر عدم وجود خطر خواهد بود، در صورتی‌که این نسبت برابر یک یا بزرگ‌تر از یک باشد خطراتی را برای مصرف‌کنندگان در پی خواهد داشت. با ارزیابی ریسک مصرف مواد غذایی می‌توان میزان خطر بالقوه ناشی از مصرف هریک از گونه‌های غذایی را بررسی کرد (Mansouri *et al.*, 2016). شهر دزفول، از شهرستان‌های استان خوزستان در جنوب غربی ایران و سی‌امین شهر پرجمعیت کشور است که با مساحت نزدیک به ٤٧٦٢ کیلومتر مربع در بخش‌های جلگه‌ای استان خوزستان واقع شده است. این شهرستان از شمال به استان لرستان، از غرب به شهرستان اندیمشک از شرق به استان‌های چهار محال بختیاری از جنوب شرقی به شهرستان مسجد سلیمان و از جنوب به شهرستان‌های شوشتر و گتوند و از جنوب غربی به شهرستان شوش محدود می‌شود. جمعیت گنجشک در باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی شهرستان دزفول، زیاد است و از دیرباز، صید این پرنده به‌عنوان یک منبع غذایی برای جوامع انسانی، در این منطقه رونق داشته است.

تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با ارزیابی خطر مصرف گنجشک خانگی از نظر فلزات سنگین در شهر دزفول و دیگر شهرهای ایران انجام نشده است. بنابراین مطالعه حاضر روی گونه پرنده خشک زی و در جنوب ایران انجام‌شده است. هدف از انجام این پژوهش به‌دست آوردن میزان غلظت فلزات سنگین در بافت عضله گنجشک خانگی شهر خوزستان و تعیین ریسک مصرف گنجشک خانگی از نظر غلظت فلزات سنگین آهن، مس، روی، منگنز و سرب بود.

مواد و روش

- گونه مورد مطالعه

گنجشک خانگی آشناترین پرنده در میان پرندگان شهری است، بومی اروپا، آسیا و آفریقای شمالی است، بیشترین پراکنش را در سطح زمین داراست. در اغلب اکوسیستم‌های سیاره زمین به‌صورت گله‌های بزرگ درآمده است به همین دلیل در معرض فشارهای محیط زیستی متفاوتی قرار دارد و روند تغییرات جمعیتی و تکاملی متفاوتی را در نقاط مختلف دنیا طی می‌کند (Mansouri *etal.*, 2011).

- نمونه‌برداری گنجشک خانگی

نمونه‌های موردمطالعه گنجشک خانگی به تعداد ۷۰ قطعه از دو منطقه شهری و روستایی شهر دزفول به‌صورت تصادفی توسط بومیان محلی صید و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های بافت عضله سینه‌ای پس از جداسازی در فریزر و دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد.

- هضم اسیدی عضله

در مطالعه حاضر، نمونه‌های بافت عضله به‌صورت جداگانه در آون با دمای ٦٠ درجه سلسیوس به‌مدت ٢٤ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند سپس عضله‌های خشک‌شده با هاون چینی به‌صورت پودر درآمدند. برای هضم، به یک گرم از نمونه‌های عضله، ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک و ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک اضافه شد. سپس در حمام بن ماری به‌مدت یک ساعت در دمای ٤٠ درجه سلسیوس و به‌مدت ۳ ساعت در

دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند، نمونه‌های هضم شده از کاغذ صافی واتمن ٤٢ میکرون عبور داده شد و حجم آن‌ها توسط آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس غلظت فلزات آهن، مس، روی و منگنز در محلول آماده‌سازی شده، با استفاده از دستگاه جذب اتمی به روش شعله (مدل contra700) و سنجش فلز سرب به روش کوره گرافیتی تعیین شد.

- محاسبه میزان فلزات آهن، مس، روی، منگنز و سرب بر اساس وزن تر

بر اساس مطالعات انجام‌شده، حدود ۷۰ درصد عضله پرندگان را رطوبت تشکیل می‌دهد؛ بنابراین با ضرب نمودن فاکتور تصحیح ۰/۳ در مقدار فلزات آهن، مس، روی، منگنز و سرب در بافت عضله مطالعه مورد نظر که بر اساس وزن خشک گزارش‌شده بود، مقدار این فلزات بر اساس وزن تر به‌دست آمد (*et al.*, 2008 Eagles-Smith). در مطالعه حاضر با توجه به اینکه رفرنس خاصی برای سرانه مصرف گنجشک خانگی وجود ندارد برای محاسبه میزان مصرف از تناسب زیر استفاده می‌شود. معمولاً صیادان به‌طور متوسط و بسته به مکان قرار گرفتن دام، روزانه حدود ۱۰۰ قطعه گنجشک صید می‌کنند. فصل صید ۳ ماه از سال و در فصل بهار می‌باشد. در مطالعه حاضر وزن هر قطعه گنجشک خانگی صیدشده ۲۲ گرم می‌باشد. تعداد افراد هر خانواده صیاد ۵ نفر در نظر گرفته شد. صیاد در هر هفته ۱ روز و در هرروز ۱۰۰ قطعه گنجشک را صید می‌کند. به‌این‌ترتیب هر فرد در هر خانواده صیاد به‌طور میانگین سالانه حدوداً ١٤/٤٦ گرم در روز از عضله پرنده صیدشده را تغذیه می‌کند.

- ارزیابی پتانسیل خطر مصرف و تخمین جذب روزانه و هفتگی

میزان جذب روزانه فلزات موردبررسی در اثر مصرف گنجشک خانگی توسط بومیان منطقه با استفاده از رابطه زیر موردبررسی قرار گرفت:

$$EDI = (Cm \times IR)/BW \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$EWI = (Cm \times MS_W)/BW \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این رابطه EDI (Estimation Daily intake) میزان جذب فلز در بدن در روز از طریق مصرف گنجشک (میکروگرم بر کیلوگرم در روز،Cm: میانگین میزان تعیین‌شده فلزات در عضله گنجشک برحسب میکروگرم در گرم، IR میزان مصرف گنجشک در منطقه مورد مطالعه (١٤/٤٦ گرم در روز)، وزن بدن افراد مصرف‌کننده (۷۰ کیلوگرم برای بزرگ‌سالان) می‌باشد. همچنین EWI (Estimation Weekly intake) میزان جذب هفتگی از حاصل‌ضرب میزان جذب روزانه فلز در تعداد روزهای هفته محاسبه شد.

- THQ (Target Hazard Quotients)

برای محاسبه THQ از روش پیشنهادی آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا استفاده‌شده است (2000 , USEPA). برای این منظور مواردی که در ادامه آورده شده است به‌عنوان پیش‌فرض در نظر گرفته شد: میزان فلزات واردشده، برابر میزان جذب‌شده آن‌ها در بدن می‌باشد (USEPA ,1989). پخت‌وپز اثری روی آلاینده‌ها ندارد (Harmanescu *et al.*, 2011) THQ در واقع نسبت بین میزان در معرض قرارگیری فلزات و دز مرجع آن‌ها می‌باشد که برای بیان اثرات غیر سرطان‌زایی به کار

می‌رود. این میزان علاوه بر نشان دادن خطر، شدت آن را نیز پیش‌بینی می‌کند (Cooper *etal.*,1991). خطرات مصرف گنجشک توسط بومیان منطقه بر اساس THQ مطابق رابطه زیر محاسبه شد:

رابطه (۳) $$THQ = \frac{EFr \times EDtot \times FIR \times C}{RFDo \times BWa \times ATn} \times 10^{-3}$$

در این مدل THQ خارج قسمت خطر هدف، EFr بسامد در معرض قرارگیری (۳۶۵ روز در سال)، ED_{tot} میزان در معرض قرارگیری (۷۲ سال)، FIR نرخ مصرف (برای گنجشک ۱٤/٤٦ گرم در روز در نظر گرفته شد)، C میزان فلز سنگین در عضله گنجشک خانگی (میلی‌گرم برگرم)، Rf_{Do} دز رفرنس از راه دهان (میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز)، BW_a میانگین وزن افراد بالغ (۷۰ کیلوگرم)، ATN زمان در معرض قرارگیری برای ترکیبات غیر سرطان‌زا (۳٦۵ روز در سال × تعداد سال‌های در معرض قرارگیری، حدود ۷۲ سال) است. در این مطالعه THQ کل هم محاسبه‌شده است (***etal.,*** Chien 2002):

رابطه (۴) Total THQ (TTHQ) = THQ (toxicant 1) + THQ (toxicant 2) + … … + THQ (toxicant n)

-تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۵ و برای رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف – اسمیرنوف و آزمون شاپیروویلک بررسی شد و به‌دلیل نرمال نبودن داده‌ها از آزمون‌های آماری غیرپارامتریک استفاده شد.

یافته‌ها

غلظت فلزات سنگین آهن، مس، روی، منگنز و سرب در اندام عضله گنجشک خانگی مناطق روستایی در جدول (۱) نشان داده شده است. بر این اساس کمترین، بیشترین و میانگین، ۳۳/۳۲، ۳۵ /۱۰۳، ۸۵/ ۷۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای آهن و ۰/٦۵، ۲/۹۳، ۲/۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای مس و۸/۹۲، ۱٤/۲۲،۳۰/۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای روی و۰/۳۰، ۱/۸۸، ۰/۸۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای منگنز و ۰/۱۹، ۰/۰،۳۱/٤۳ میکروگرم بر کیلوگرم برای سرب به‌دست آمد.

همچنین نتایج پارامترهای آماری غلظت فلزات سنگین آهن، مس، روی، منگنز و سرب در اندام عضله گنجشک خانگی مناطق شهری در جدول (۱) نشان‌داده‌شده است. بر این اساس کمترین، بیشترین و میانگین، ٦۵/۹۱، ۱۲۵/۰۳، ۹۳/۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای آهن و ۲/۱۱، ۷/۱۱، ۲۵/ ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای مس و ۱۱/۰۸، ۲۷/٤۱، ۲۱/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای روی و ۰/٦۱، ۳/۲٦، ۱/٤۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای منگنز وND، ۰/۵٦، ۱/٤۵ میکروگرم بر کیلوگرم برای سرب به‌دست آمد. ترتیب انباشت آهن، مس، روی، منگنز و سرب جدول (۱) در اندام عضله گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری به‌صورت آهن>روی>مس>منگنز>سرب به‌دست آمد. آهن و سرب به‌ترتیب بیشترین و کمترین غلظت را در اندام

عضله گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری دارا بودند. بر اساس یافته‌های این تحقیق فلز آهن، مس، روی، منگنز و سرب بین مناطق روستایی و شهری در اندام عضله از اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ برخوردار هستند.

جدول (۱)- غلظت فلزات آهن (میانگین± انحراف استاندارد)، مس، روی، منگنز و سرب (میلی‌گرم /کیلوگرم وزن تر) در بافت عضله گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری دزفول

منطقه	فلزات	تعداد	کمترین	بیشترین	غلظت
روستا	آهن	۱۰	۳۳/۳۲	۱۰۳/۳۵	۷۲/۸۵±۲۰/۱۷
	مس	۱۰	۰/٦٥	۲/۹۳	۲/۱۳±۰/۷٤
	روی	۱۰	۸/۹۲	۲۲/۹۰	۱٤/۳۰±٤/٦۹
	منگنز	۱۰	۰/۳۰	۱/۸۸	۰/۸۳±۰/٤۸
	سرب*	۱۰	۰/۱۹	۰/٤۳	۰/۳۱±۰/۷۸
شهر	آهن	٥۹	٦٥/۹۱	۱۲٥/۰۳	۹۳/۱۷±۱۲/۸۱
	مس	٥۹	۲/۱۱	۷/۱۱	۳/۲٥±۰/۸٥
	روی	٥۹	۱۱/۰۸	۲۷/٤۱	۲۱/۰۷±۲/۷۰
	منگنز	٥۹	۰/٦۱	۳/۲٦	۱/٤٥±۰/۳۹
	سرب*	٥۸	ND	۰/٥٦	۰/۲۲±۰/۱۱

*واحد سرب میکروگرم بر کیلوگرم است.

جدول (۲)- تخمین جذب روزانه و هفتگی فلزات آهن، روی، سرب، مس و منگنز در اثر مصرف گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری دزفول

مناطق	فلز	PTDI*	PTWI[a]	EDI	EWI
	آهن	۸۰۰	۵۶۰۰۰	۱۵/۰٤	۱۰۵/۲۸
	روی	۱۰۰۰	۷۰۰۰۰	۲/۹۵	۲۰/٦۵
روستا	سرب	۳/٦	۲۵۰	۰/۰٦	۰/٤۵
	مس	۵۰۰	۳۵۰۰۰	۰/٤٤	۳/۰۷
	منگنز	۱٤۰	۹۸۰	۰/۱۷	۱/۱۲
	آهن	۸۰۰	۵٦۰۰۰	۱۹/۲٤	۱۳٤/٦۸
	روی	۱۰۰۰	۷۰۰۰۰	٤/۳۵	۳۰/٤۵
شهر	سرب	۳/٦	۲۵۰	۰/۰٤	۰/۳۱
	مس	۵۰۰	۳۵۰۰۰	۰/٦۷	٤/۷۰
	منگنز	۱٤۰	۹۸۰	۰/۲۳	۲/۰۹

* میزان جذب مجاز قابل‌تحمل موقت روزانه (PTDI، برحسب میکروگرم در روزبه ازای هر کیلوگرم از وزن بدن (FAO/WHO)؛ a: میزان جذب مجاز قابل‌تحمل موقت هفتگی (PTWI، برحسب میکروگرم در روز برای یک فرد ۷۰ کیلوگرمی).

جدول (۳)- تخمین **THQ** و **TTHQ** در اثر مصرف گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری خوزستان

فلز	THQ					TTHQ
	آهن	مس	روی	منگنز	سرب	
روستایی	۰/۰۱۵٤	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰٦۵	۰/۰۱
شهری	۰/۰۱	۰/۰۰۰٦۹	۰/۰۰٤	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰٤٦	۰/۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

در جدول شماره (۱) آهن و سرب به‌ترتیب بیشترین و کمترین غلظت را در اندام عضله گنجشک خانگی در مناطق روستایی و شهری دارا بودند. تجمع فلزات در بافت‌های مختلف پرندگان با توجه به مکان و زمان جغرافیایی می‌تواند متفاوت باشد. فاضلاب‌های صنعتی، شهری، روستایی و پساب‌های کشاورزی از عوامل مهم آلودگی در پرندگان است (Karbasi and Kalantri, 2007). از دلایل احتمالی بالا بودن میزان غلظت فلزات سنگین در مناطق شهری می‌توان ترافیک جاده‌ای، فعالیت‌های صنعتی، فعالیت‌های انسانی و توسعه و استقرار صنایع را نام برد. کمترین میزان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله پرندگان یافت می‌گردد، یکی از دلایل پایین بودن میزان فلزات سنگین در بافت عضله، ترقیق فلزات سنگین در عضله‌های در حال رشد است. در جدول (۲) میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات آهن، مس، روی، منگنز و سرب برای یک انسان بالغ ۷۰ کیلوگرمی به‌منظور ارزیابی ریسک مصرف بافت عضله مصرفی در شهر دزفول نشان داده‌شده است. جدول شماره (۳) میزان شاخص THQ برای فلزات آهن، مس، روی، منگنز و سرب را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که این شاخص برای تمامی فلزات کمتر از ۱

به‌دست‌آمده است. در مطالعه حاضر پایین بودن میزان تجمع فلزات در بافت عضله بیشتر به دلیل پایین بودن فعالیت‌های متابولیکی آن است. مقادیر کم فلزات در عضله شاید به علت نتیجه غنای پروتئین‌های انقباضی باشد که میل ترکیبی بالایی با کلسیم دارند، بنابراین میل ترکیبی کمی برای جذب فلزات سنگین با توجه به قوانین عمومی شیمی آلی دارند (Palaniaappan and Karthikeyan, 2009). فاکتورهای زیستی و غیر زیستی که کنترل یک فلز خاص و تجمع آن را بر عهده دارند، در دسترسی زیستی فلزات تأثیر می‌گذارند.

یک جنبه مهم در پایش سلامت انسان‌ها ازنظر ترکیبات مضری که در محیط اطراف آن‌ها وجود دارد، پایش این ترکیبات در محصولات غذایی می‌باشد (Sinkakarimi *et al*., 2014). میزان‌های جذب روزانه و هفتگی فلزات آهن، مس، روی، منگنز و سرب در اثر مصرف گنجشک خانگی کمتر از میزان استاندارد توصیه‌شده توسط کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و فائو بوده است. ازاین‌رو به نظر می‌رسد مصرف بافت عضله خطری را متوجه مصرف‌کنندگان آن در شهر دزفول نمی‌کند. وجود میزان کمتری از پروتئین‌های متصل‌شونده به فلزات به نام متالوتیونین در بافت عضله می‌تواند دلیل مهمی برای تجمع کمتر فلزات در این بافت باشد (Mahmoud and Abdel-Mohsein, 2015). میزان جذب روزانه آلاینده‌ها در اثر مصرف غذا ارتباط مستقیم با میزان فلزات موجود در آن ماده غذایی و همچنین میزان مصرف آن ماده غذایی دارد. در میان مسیرهای ورود فلزات به بدن انسان، غذا مهم‌ترین راه ورود آلاینده‌ها به بدن می‌باشد؛ بنابراین مطالعه مواد غذایی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. با در نظر گرفتن میانگین وزن ۷۰ کیلوگرم برای یک انسان بزرگ‌سال، میزان فلزاتی که به‌صورت روزانه و هفتگی جذب بدن انسان می‌شود، از آستانه مجاز جذب روزانه قابل‌تحمل تعیین‌شده به‌وسیله استانداردهای جهانی، پایین‌تر بود؛ بنابراین می‌توان گفت مصرف روزانه و هفتگی گونه موردمطالعه، برای مردم دزفول مشکلی ایجاد نمی‌کند. خطر ناشی از فلزات سنگین در اثر مصرف مواد غذایی اغلب به‌وسیله THQ تخمین زده می‌شود (*et al*., Wang 2013). اگر میزان این نرخ کم‌تر از یک باشد، نشان‌دهنده آن است که ریسک قابل‌مشاهده‌ای وجود ندارد؛ اما اگر این نسبت برابر یا بزرگ‌تر از یک باشد خطراتی برای سلامتی مصرف‌کنندگان در پی خواهد داشت. میزان THQ تک‌تک فلزات در این مطالعه کم‌تر از یک به‌دست آمد که نشان‌دهنده عدم وجود هرگونه خطر غذایی در اثر مصرف گونه موردبررسی با نرخ کنونی می‌باشد. به‌طورکلی تجمع فلزات سنگین در موجودات زنده وابسته به میزان جذب آن آلاینده و نرخ متابولیسم آن موجود نسبت به‌اندازه بدن کنترل می‌شود (Fagerstrom,1977; Newman and Doubet, 1989). در مطالعه‌ای تخمین THQ برای فلزات روی و سرب در اثر مصرف بافت‌های عضله‌ای مرغ‌های مصرفی شهر سنندج کمتر از یک به دست آمد که بیانگر آن بود که میزان جذب روزانه و هفتگی این فلزات توسط افراد مصرف‌کننده در شهر سنندج پایین‌تر از میزانی بود که توسط کمیته مشترک سازمان بهداشت جهانی و فائو ارائه‌شده است، بنابراین مصرف این بافت خطری را متوجه مصرف‌کنندگان آن نمی‌کند که بامطالعه حاضر مطابقت دارد (Sinkakarimi *et al*., 2017). یک جنبه مهم در ارزیابی خطرات برای سلامتی انسان توسط مواد

شیمیایی که ذاتاً مضر هستند و در غذا وجود دارند، دانستن میزان جذب این مواد شیمیایی مضر توسط بدن و نگه‌داشتن آن در یک حاشیه امن می‌باشد. نتایج حاصل از مطالعات دیگر نشان داده‌اند که میزان جذب روزانه فلزات موردمطالعه کمتر از حد مجاز سازمان‌های فائو و بهداشت جهانی (FAO/WHO, 2004) در اثر مصرف اردک سرسبز می‌باشد. همچنین میزان THQ برای هریک از فلزات کمتر از یک به دست آمد که می‌تواند نشان‌دهنده این مطلب باشد که مصرف اردک سرسبز به ازای هر فلز، برای مصرف‌کنندگان آن در این مناطق خطرات آشکاری را ندارد؛ که بامطالعه حاضر مطابقت دارد بیش از ۹۰ درصد فلزات از طریق غذا وارد بدن انسان می‌شوند (Goyer and Clarkson 2001; Bin, *et al*., 2001). در مطالعه حاضر تنها میزان ورود فلزات به بدن را در اثر مصرف یک نوع ماده غذایی در نظر گرفته شد، اما ازآنجایی‌که افراد در طول روز از چندین ماده غذایی استفاده می‌کنند، نیاز می‌باشد که مطالعات روی مواد دیگر نیز صورت گیرد. یافته‌های مطالعه‌ای دیگر در هند روی مرغ (Giri and Singh, 2019) نشان داد که میزان جذب روزانه و هفتگی کمتر از میزان مجاز توسط سازمان‌های بهداشت جهانی و فائو و همچنین میزان THQ کمتر از یک به‌دست آمد که بامطالعه حاضر مطابقت دارد. میزان موقت جذب قابل‌قبول به میزان مصرف، دوره مصرف و میزان آلاینده‌ها در ماده غذایی بستگی دارد. باید توجه داشت انسان‌ها در طول زندگی روزانه خود از مواد غذایی دیگری نیز استفاده می‌کنند و همچنین از مسیرهای دیگری هم در معرض فلزات سنگین قرار می‌گیرند؛ بنابراین بررسی میزان جذب فلزات از دیگر مسیرها ضروری می‌باشد، میزان‌های مصرف مجاز یادشده تنها ازنظر فلزات موردبررسی می‌باشد و طبیعی است که در مصرف یک فرآورده غذایی پارامترهای متعدد دیگری نیز نقش دارند که در نظر گرفتن تمامی آن‌ها اهمیت زیادی دارد.

ارزیابی خطر سلامتی فلزات سنگین در بافت عضله گنجشک خانگی نشان داد که غلظت فلزات سنگین در بافت عضله این‌گونه در حال حاضر برای مصرف انسان قابل‌قبول است. خطرپذیری بیماری‌های غیر سرطان‌زا برای فلزات آهن، مس، روی، منگنز و سرب موردمطالعه مربوط گنجشک خانگی کمتر از یک بود. بنابراین، خطر جدی برای مصرف‌کنندگان وجود ندارد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اغلام ندارند.

منابع

- Ariayee, M., Azadi, N., Majnoni, F., and Mansouri, B. (2015). Comparison of metal concentrations in organs of two fish species from the Zabol Chahnimeh reservoirs, Iran. Bull Environ Contam Toxicol, 94(6): 715-721.
- Bin, C., Xiaoru, W. and Lee, F. S.C. (2001). Pyrolysis coupled with atomic absorption spectrometry for the determination of mercury in Chinese medical materials. Analytica Chimica Acta, 447(1-2): 161-169.

- Chien, L.C., Hung, T.C., Choang, K.Y., Yeh, C.Y., Meng, P.J., Shieh, M.J. (2002). Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and As for fishermen in Taiwan. Sci Total Environ, 285(1-3): 177-85.
- Cooper, C.B., Doyle, M.E., and Kipp, K. (1991). Risk of consumption of contaminated seafood, the Quincy Bay Case Study. Environ Health Perspect, 90: 133-140.
- Eagles-Smith, C.A., Ackerman, J.T., Adelsbach, T.L., Takekawa, J.Y., Miles, A.K.,and Keister, R.A. (2008). Mercury correlations among six tissues for four waterbird species breeding in San Francisco Bay, California, USA. Environ Toxicol Chem, 27(10): 2136–2153.
- Fagerstrom, T. (1977). Body weight, metabolic rate and tracesubstance turnover in animals. Oecologia (Berlin), 29(2): 99-104.
- FAO/WHO (2004). Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 1956-2003), ILSI Press International Life Sciences Institute.
- Gholizadeh, A., Ardalan, M., Mohammadi, M.T., Hosseini, H.M., and Karimian, N. (2009). Solubility Test in Some Phosphate Rocks and their Potential for Direct Appication in Soil. World Appl. Sci, 6(2): 182-190. [In Persian]
- Giri, S.and Singh, A. K. (2019). Heavy metals in eggs and chicken and the associated human health risk assessment in the mining areas of Singhbhum copper belt, India. Archives of environmental & occupational health,74(4): 161-170.
- Goyer, R. A. and Clarkson, T. W. (2001). Toxic effects of metals. In: Amdur MO, Doull J, Klaassen CD, Editors. Toxicology the Basic Science of Poisons, 6 ed. USA: McGraw-Hill Press,p. 623-680.
- Harmanescu, M., Alda, L.M., Bordean, D.M., Gogoasa, I., and Gergen, I. (2011). Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area; a case study: Banat County, Romania. Chem Central J, 5(64): 1-10.
- Hosseinpour, Z., Malekian, M. (2014). Investigating mercury contamination in some of the wild birds in Isfahan city and Zayandehroud River. Veterinary Journal, (106): 10-17. [In Persian]
- Karbasi, A. and Kalantri, F. (2007). Investigating the pollution sources of Haraz River and providing management tactics to control it. Environmental Science and Technology, 9(3): 61-70. [In Persian]
- Liu, J.L., Xu, X.R., Ding, Z.H., Peng, J. X., Jin, M.H., and Wang, Y.S. (2015). Heavy metals in wild marine fish from South China Sea: levels, tissue-and species-specific accumulation and potential risk to humans. Ecotoxicology, 24(7-8): 1583-1592.
- Mahmoud, MAM. and Abdel-Mohsein, H.S. (2015). Health risk assessment of heavy metals for Egyptian population via consumption of poultry edibles. Adv Anim Vet Sci, 3(1): 58-70.
- Maleki, A., Azadi, N., Mansouri, B., Majnoni, F., Rezaei, Z., and Gharibi, F. (2015). Health risk assessment of trace elements in two fish species from the Sanandaj Gheshlagh Reservoir, Iran. Toxicol Environ Health Sci, 7(1): 43-49.
- Mansouri, B., Maleki, A., Davari, B., Karimi. J., and Momeneh, V. (2016). Bioaccumulation of Cadmium, Lead, Chromium, Copper, and Zinc in Freshwater Fish Species in Gharasou River in Kermanshah Province, Iran. J Mazand Univ Med Sci, 26(137): 150-158 (Persian).
- 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.
- Newman, M.C. and Doubet, D.K. (1989). Size-dependence of mercury (II) accumulation kinetics in the mosquitofish, Gambusia affinis (Baird and Girard). Arch Environ Contam Toxicol, 18(6): 819-825.
- Palaniaappan, P.L.R.M. and Karthikeyan, S. (2009). Bioaccumulation and depuration of chromium in the selected organs and whole body tissues of freshwater fish Cirrhinus marigala individually and in binary solutions with nickel. Journal Environmental Science, 21(2): 229-236.