Archive of SID

مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال چهارم، شماره دوم، پیاپی چهاردهم، پاییز ۱۳۹۴ (۶۸-۶۳)

مقایسه غلظت جیوه در پر توکای سیاه (*Turdus merula*) و توکای باغی (*Turdus philomelos*) در جنگل‌های خانیکان

کبری ایاسه[1*]، رسول زمانی‌احمدمحمودی[2]، فاطمه شهبازی[3]، حمید سودائی‌زاده[4]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی
۲. استادیار گروه شیلات و محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
٤. استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/٤/۲۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹٤/۸/۲۵)

چکیده

مطالعات نشان داده است که پرندگان به سبب قرار داشتن در سطوح تغذیه‌ای بالا در اکوسیستم و همچنین حساسیت‌پذیری بالای آنها به مواد سمی، شاخص مفیدی برای بررسی آلودگی جیوه هستند. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی غلظت جیوه در نمونه پر دو گونه‌ی توکای سیاه و توکای باغی در جنگل‌های خانیکان به عنوان شاخصی از آلودگی جیوه می‌باشد. بدین منظور ۳۷ نمونه متعلق به دو گونه مورد نظر از جنگل‌های خانیکان واقع در قسمت جنوبی شهرهای نوشهر و چالوس جمع‌آوری شد. نمونه‌های پر در آزمایشگاه جداسازی شدند. میزان جیوه توسط دستگاه Mercury Analyzer AMA 254 تعیین شد. تحلیل آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه، غلظت جیوه در پرهای دوگونه‌ی توکای باغی (µg/g ۰/۹۸) و توکای سیاه (۰/۹٤µg/g) بسیار پایین‌تر از حد استاندارد (µg/g ۵) بود و همچنین از نظر غلظت جیوه تفاوتی بین دو گونه وجود نداشت. نتایج نشان دهنده‌ی آلودگی کم محیط زندگی پرندگان مورد مطالعه از نظر آلودگی به عنصر جیوه می‌باشد. با توجه به مسئله‌ی بزرگنمایی زیستی جیوه می‌توان نتیجه گرفت که به علت عادت تغذیه‌ای دانه‌خواری توکای سیاه و توکای باغی، مقادیر کمی از جیوه در پر این پرندگان تجمع یافته است.

واژه‌های کلیدی: جیوه، فلزات سنگین، توکای باغی، توکای سیاه، جنگل‌های خانیکان.

Comparison of mercury concentration in feather of *Turdus merula* and *Turdus philomelos* in Khanikan forests

Kobra Ayase[1*], Rasool Zamani-Ahmadmahmoodi[2], Fatemeh Shabazi[3], Hamid Soudaeizadeh[4]

1. M.Sc. Student, Environmental Science, Faculty of Natural Resources & Desert Studies, Yazd University
2. Assistant Professor, Department of Fisheries and Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Science, P.O. Box 115, Shahrekord University
3. M.Sc. Student, Environmental Science, Faculty of Natural Resources & Desert Studies, Yazd University
4. Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University

(Received: Jul. 18, 2015 - Accepted: Nov. 16, 2015)

Abstract

Studies have shown that birds due to being in the high trophic levels on the ecosystems, and also high sensitivity to toxic substances are a useful indicator for the evaluation of mercury pollution. The objective of the present study was to evaluate mercury level in the feathers of *Turdus philomelos* and *Turdus merula* in khanikan forests as an indicator of mercury contamination. To attain this aim, 37 samples belonging to two species were collected from khanikan forests, located in southern part of Noushahr and Chalous cities. Feather samples were removed in the lab. Level of mercury was determined by Mercury Analyzer AMA 254. Statistical analyses were performed using SPSS software. According to the results of this study, mercury levels in feathers of *Turdus philomelos* (0.98 µg/g) and *Turdus merula* (0.94 µg/g) was too lower than standard limit (5 µg/g) , and also there was no significant difference between two species in terms of mercury level. These results showed that habitat of these species were not heavily polluted by mercury. According to biomagnification of mercury in trophic levels, can be concluded that because of seed eating habits of *Turdus philomelos* and *Turdus merula* , low levels of mercury accumulated in feathers of these species

Keywords: Mercury, *Turdus philomelos*, *Turdus merula*, Khanikan Forests

* نویسنده مسئول: E-mail: kobraayaseh@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فلزات‌سنگین از جمله آلاینده‌های زیست‌محیطی هستند که مواجهه انسان با آنها از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمومیت‌های مزمن و در بعضی موارد خطرناکی را در انسان ایجاد نماید. از جمله می‌توان به فلزاتی نظیر سرب، کادمیوم، جیوه، نیکل و روی در انواع نان وعناصر سرب، کادمیوم، جیوه، آلومینیوم، آرسنیک، روی، مس و آهن در انواع نمک اشاره کرد. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، از منابع طبیعی و انسان‌ساخت وارد محیط‌زیست می‌شوند (Esmaeili Sari *et al*., 2007).

فلزات سنگین ابتدا توسط فیتوپلانکتون‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و دیگر ارگانیسم‌های کوچک جذب شده و در مرحله بعد وارد بدن موجودات بزرگتر از جمله انسان شده و اثرات زیان‌آور متعددی را به دنبال دارند. غلظت مواد سمی تجمع یافته، به طور پیوسته زیاد شده و ممکن است بیشترین فراوانی را در یک بافت ویژه داشته باشند. تجمع مواد سمی در زنجیره غذایی، باعث افزایش غلظت آنها در جانوران سطوح بالای زنجیره‌ی غذایی شده و مشکلات زیست‌محیطی متعددی را ایجاد می‌کنند (Esmaeili Sari *et al*., 2007).

بزرگنمایی فلزات‌سنگین در بافت‌های موجودات زنده توجه بسیاری را به خود جلب کرده است، زیرا این بزرگنمایی اثرات کشنده‌ای دارد (Zamani-Ahmadmahmoodi, 2008). یکی از این فلزات جیوه است. به ویژه در اکوسیستم‌های آبی، جایی که طی فرآیند انتقال‌زیستی متیلاسیون صورت می‌گیرد، تجمع این عنصر در بیوتا می‌تواند نگران‌کننده باشد (Bryan, 1979; Lindqvist, 1991).

جیوه موجود در محیط‌زیست ناشی از دو فرآیند طبیعی و مصنوعی است. چرخه طبیعی جیوه شامل شکستن سنگ‌ها و کانی‌ها، فرآیند تبخیر و انتقال اتمسفری بوده که اقیانوس‌ها هم نقش مهمی در این چرخه جهانی ایفا می‌کنند (Fitzgerald, 1989). جیوه مصنوعی در صنایع مختلف به سه شکل فلز، ترکیبات آلی و ترکیبات معدنی استفاده می‌شود و از طریق قارچ‌کش‌ها، وسایل‌الکتریکی و دیگر صنایع وارد محیط می‌شود. در نتیجه‌ی این فرآیندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی، جیوه در تمام محیط زیست، هوا، آب و خاک یافت می‌شود (Dabiri, 2008).

سمیت بالای جیوه و افزایش این فلز در محیط زیست لزوم پایش مکانی و زمانی جیوه را ایجاد می‌کند (Ochoa-acun *et al*., 2002, Scheuhammer, 1989). بررسی میزان تجمع جیوه در بافت‌های مختلف جاندارانی که در یک اکوسیستم زندگی می‌کنند راهکاری مناسب جهت پایش مکانی جیوه در اکوسیستم مربوطه می‌باشد. در این بین به دلیل شناخت کافی از اکولوژی و بیولوژی بسیاری از پرندگان، استفاده از این موجودات به عنوان شاخص‌های آلودگی فلزات‌سنگین می‌تواند نتایج مفیدی در پی داشته باشد (Burger & Gochfeld, 1994; Walsh, 1990). پرندگان از سطوح غذایی بالاتر در اکوسیستم‌ها تغذیه می‌کنند و در نتیجه می‌توانند اطلاعات کافی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی فراهم کنند. سنجش فلزات‌سنگین موجود در پرندگان می‌تواند تصویر بهتری از خطرهای متوجه انسان را نسبت به اندازه‌گیری آنها در محیط‌زیست فیزیکی، گیاهان یا بی‌مهرگان نشان دهد (Bryan, 1979).

سال‌های بسیاری است که از پرندگان به عنوان اخطاردهنده‌های اولیه برای بسیاری از آلاینده‌های زیست‌محیطی، نظیر DDT، آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین استفاده می‌شود. پرندگان نشان داده‌اند شاخص زیستی بسیار مفیدی هستند، زیرا قابل رؤیت بوده، حساسیت‌پذیری آنها به مواد سمی زیاد است و در بالای زنجیره‌غذایی قرار داشته و بنابراین جزء اخطارهای اولیه هستند (Bryan, 1979).

از بین بافت‌های مختلف پرندگان، پر برای

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی اکولوژیکی و میزان آلودگی اکوسیستم به عناصر سنگین از جمله جیوه مفید است. تجزیه و تحلیل پر می‌تواند امکان بررسی آلودگی در گذشته را فراهم کند. انتخاب پر برای مطالعه، مورد توجه خاصی قرار گرفته است، زیرا یک نمونه‌گیری غیر مخرب به شمار رفته و اجازه کسب اطلاعات بیشتری را می‌دهد (Zolfaghari *et al*., 2005).

در مورد غلظت جیوه در پر پرندگان ایران اطلاعات بسیار کمی در دسترس است و این تحقیق، اولین مطالعه بر روی غلظت جیوه در پر دو گونه (توکای سیاه و توکای باغی) به حساب می‌آید.

از جمله تحقیقاتی که در این زمینه صورت گرفته است می‌توان به مطالعه ذوالفقاری و همکاران در سال ۲۰۰۵ اشاره نمود. این محققین غلظت جیوه در پر ۳۷ گونه از پرندگان ایران را بررسی نموده و تأثیر سطح تغذیه، استراتژی تغذیه و جایگاه رده‌بندی را بر روی آنها ارزیابی نمودند. نتیجه تحقیق بیانگر آن است که غلظت جیوه پر در بین تیره‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد (Zolfaghari *et al*., 2005).

Burger در بازه زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۱ غلظت جیوه و برخی فلزات سنگین را در پر اگرت بزرگ در خلیج بارنگات واقع در New Jersey مورد مطالعه قرار داد. بدین منظور نمونه‌های پر از کلونی‌های آشیانه‌ای جمع‌آوری گردید. نتایج این تحقیق نشانگر تغییرات سالانه قابل توجهی از غلظت جیوه در پر اگرت بزرگ بود. اگرچه غلظت جیوه از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۸ کاهش یافت (کاهش از ۶/۴۳µg/g به µg/g ۱/۰۴۲) اما هیچ‌گونه الگویی در زمینه کاهش غلظت جیوه قبل از سال ۲۰۰۳ وجود نداشت و غلظت جیوه در سال ۲۰۱۱ به µg/g ۲/۶۱ رسید. غلظت جیوه و سایر فلزات سنگین در بخش شمالی خلیج بالاتر بود. عدم کاهش زمانی غلظت جیوه در پر اگرت بزرگ و بالا بودن غلظت این فلز در برخی از سال‌ها سبب نگرانی‌هایی در ارتباط با ایجاد عوارض جانبی (µg/g ۵ برای پر) بود (Burger.2013).

Cristol *et al.* (2012) غلظت جیوه را در نمونه‌های پر یک گونه عقاب (*bald eagles*) در خلیج چساپیک در ایالات متحده امریکا مورد تحقیق قرار دادند. پرهای جمع آوری شده از ۸۳ لانه عقاب بالغ نشان داد که غلظت جیوه در جمعیت عقاب در شمال آمریکا پایین‌تر است. پس از آن ۲۰ پر از ۲۰ عقاب سالم برای محاسبه حدود اطمینان غلظت جیوه در پر عقابهای آشیانه‌نشین مورد استفاده قرار گرفت و نتایج مقایسه نشان داد که تعدادی از عقابهای خلیج چساپیک در غلظت بالای جیوه مظنون به ایجاد عوارض تولیدمثلی و بقا در پرندگان هستند (Cristol *et al*., 2012).

هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی غلظت جیوه در پر دو گونه پرنده توکای سیاه و توکای باغی و ارائه اطلاعات پایه در این زمینه و مقایسه نتایج به‌دست آمده با نتایج سایر محققین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از سری جنگل خانیکان می‌باشد. این جنگل سری سوم از حوضه آبخیز کرکرود محسوب می‌شود. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۵۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۱۴۰۰ متر می‌باشد. جنگل‌های ناحیه مورد بررسی بین عرض جغرافیایی″۱۵ ´۳۳ °۳۶ تا ″۳۶ ´۴۵ °۳۷ شمالی و طول جغرافیایی″۴۵ ´۲۳ °۵۱ تا ″۴۵ ′۲۷ °۵۱ شرقی واقع‌اند. این جنگل در بخش‌های شرقی و غربی رودخانه کرکرود واقع شده و این رودخانه بزرگ از وسط جنگل‌های مزبور گذشته و به دریای خزر می‌ریزد. جنگل‌های خانیکان با مساحت ۲۸۰۷ هکتار واقع در قسمت جنوبی شهرستان‌های نوشهر و چالوس می‌باشد (شکل۱).

جمع‌آوری نمونه‌ها

در بهمن ماه سال ۱۳۸۵ تعدادی پرنده متعلق به دو

www.SID.ir

Archive of SID

گونه توکای سیاه (۱۱ عدد) و توکای باغی (۲۶ عدد) از جنگل‌های خانیکان واقع در قسمت جنوبی شهرهای نوشهر و چالوس جمع‌آوری شدند. نمونه‌های توکای سیاه و توکای باغی توسط شکارچیان محلی شکار شدند. معمولاً در فصل زمستان به دلیل کمبود غذا پرندگان به محل‌های زندگی انسان‌ها نزدیک می شوند و همین امر باعث سهولت شکار آنها می‌شود. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، نمونه‌هایی از پر این پرندگان جداسازی شده و به منظور زدودن آلودگی‌های خارجی با آب مقطر و استون به طور متناوب شسته شده (Burger & Gochfeld, 2000) و با قیچی خرد شدند. در ادامه به میزان ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه به وسیله ترازوی دیجیتالی وزن شده و در ظرف نیکلی دستگاه قرار داده شد، سپس میزان غلظت جیوه بر حسب میکروگرم بر گرم توسط دستگاه Mercury Analyzer AMA 254 تعیین گردید (Houserova *et al*., 2007).

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان مازندران و شمال ایران

سنجش جیوه با دستگاه آنالیزکننده جیوه

دستگاه آنالیز پیشرفته جیوه (Advanced MercuryAnalyzer) مدل ۲۵۴ ساخت شرکت LECO آمریکا با استاندارد ASTM, D-6722 برای اندازه‌گیری سریع جیوه در نمونه‌های جامد و مایع طراحی شده است.

تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به نرمال بودن داده‌ها، داده‌های حاصل از این آزمایش توسط آزمون t مستقل تجزیه گردیدند. تجزیه و تحلیل نتایج به وسیله نرم‌افزار SPSS انجام گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج

بر اساس نتایج حاصل از جدول ۱ میانگین غلظت جیوه در پر توکای سیاه و توکای باغی ۰/۹۴ و ۰/۹۸ میکروگرم بر گرم به دست آمد که با توجه به نتایج حاصل از آزمون t (جدول ۱) از نظر آماری با هم تفاوتی ندارند (p value ≥ ۰/۰۵).

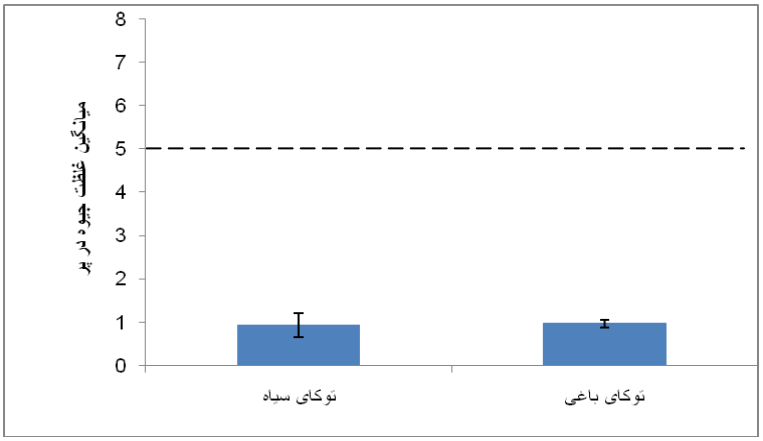
شکل ۲ میزان تجمع جیوه را در پر دو گونه توکای باغی و توکای سیاه در جنگل‌های خانیکان در مقایسه با استاندارد نشان می‌دهد. بر اساس یافته‌های این تحقیق میانگین غلظت جیوه در بافت پر هر دو پرنده از میزان غلظت استاندارد به‌طور قابل توجهی کمتر است. نتیجه حاصل نشان‌دهنده آلودگی کم

www.SID.ir

Archive of SID

محیط زندگی پرندگان از نظر عنصر جیوه می‌باشد.

مقایسه غلظت جیوه در پر توکای سیاه و باغی با گونه‌های دیگر در سایر نقاط جهان در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است. نتایج بیانگر آن است که در سه گونه *Bickndll's thrush* *Blackpoll warbler* و *White-throated sparrow* میانگین غلظت جیوه کمتر از گونه‌های توکای باغی و سیاه است. اما طبق شکل ۶ میانگین غلظت جیوه در گونه *Yellow-rumpedwarbler* بیشتر از دو گونه توکای باغی و سیاه است.

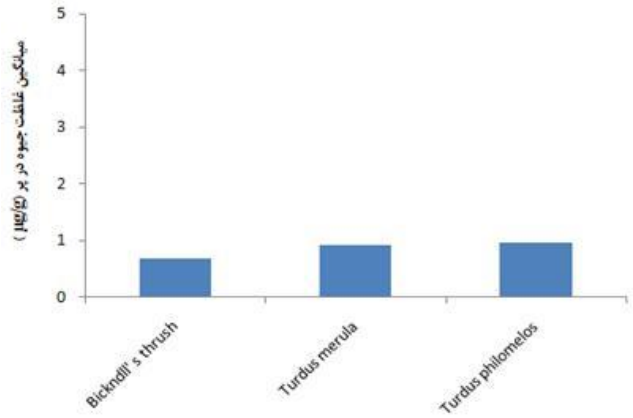


شکل۲. میانگین غلظت جیوه در پر دو گونه توکای سیاه و باغی در جنگل‌های خانیکان بر حسب میکروگرم بر گرم و مقایسه آن با میزان استاندارد

جدول ۱. غلظت جیوه (g/gμ) در پر دو گونه پرنده توکای باغی و توکای سیاه

گونه مورد نظر	میانگین غلظت جیوه در پر	اشتباه معیار
توکای باغی	۰/۹۸a	۰/۰۸۸
توکای سیاه	۰/۹۴a	۰/۲۸۱

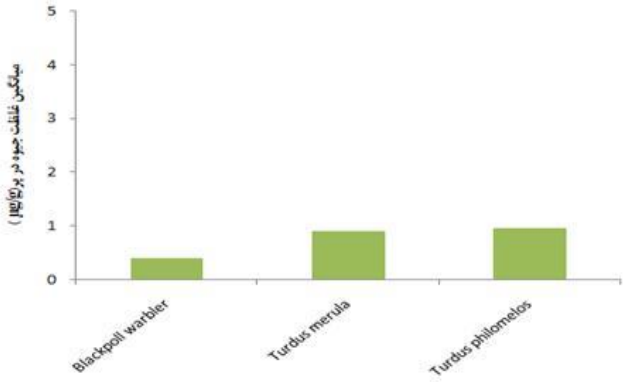
حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف میانگین جیوه در پر دو پرنده مورد بررسی می‌باشد.



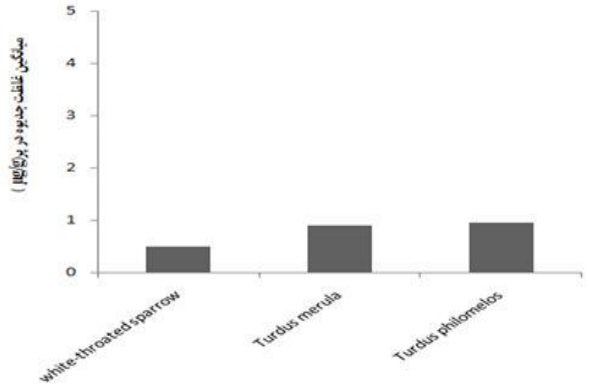
شکل ۳. مقایسه غلظت جیوه در پرتوکای سیاه و باغی با گونه *Bickndll's thrush*

www.SID.ir

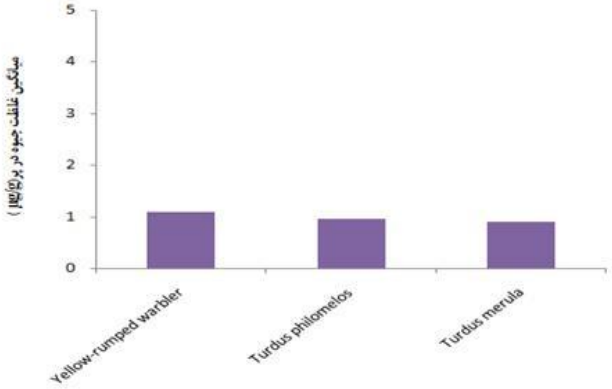
Archive of SID



شکل ٤. مقایسه غلظت جیوه در پر توکای سیاه و باغی با گونه *Blackpoll warble*



شکل ٥. مقایسه غلظت جیوه در پرتوکای سیاه و باغی با گونه *White-throated sparrow*



شکل ٦. مقایسه غلظت جیوه در پرتوکای سیاه و باغی با گونه *Yellow-rumped warbler*

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی میزان تجمع جیوه در بافت‌های مختلف جاندارانی که در یک اکوسیستم زندگی می‌کنند راهکاری مناسب جهت پایش مکانی جیوه در اکوسیستم مربوطه می‌باشد. در این بین استفاده از پرندگان به عنوان شاخص‌های آلودگی فلزات‌سنگین می‌تواند نتایج مفیدی در پی داشته باشد. پرندگان فلزات را از طریق رشد پرها دفع می‌کنند. تجمع فلزات در پرها نسبت به سایر بافت‌ها بیشتر است. مطالعات نشان داده است که تقریباً ۵۶ درصد (Honda *et al*., 1986) تا ۸۵ درصد (Braune & Gaskin, 1987) جیوه در پرها موجود می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

هدف از این مطالعه بررسی غلظت جیوه در پر دو گونه پرنده توکای سیاه و توکای باغی و مقایسه آن با غلظت استاندارد جیوه برای پرنده‌ها و همچنین مقایسه نتایج به‌دست‌آمده با نتایج برخی از محققین می‌باشد. نتایج به‌دست آمده بیانگر آن است که غلظت جیوه در پرهای پرندگان مورد مطالعه از میزان استاندارد به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر می‌باشد.

در این رابطه Zolfaghari *et al.* (2005) غلظت جیوه را در پر ۳۷ گونه از پرندگان بررسی کردند. بر طبق موقعیت تغذیه، ماهیخواران بالاترین مقادیر جیوه و بی‌مهره‌خواران کمترین مقدار جیوه را داشتند. توکاییان مقدار متوسطی از جیوه را دارا بودند و میزان جیوه در پر گونه‌ی توکای سیاه به طور متوسط ۱/۰۸ میکروگرم بر گرم گزارش شد. در واقع در مطالعه این محققان، غلظت جیوه در پرندگان دریایی بیش از ۷ برابر این غلظت در توکاییان بوده است. در حالی که در مطالعه حاضر میانگین غلظت جیوه در پر توکای سیاه ۰/۹۱ میکروگرم بر گرم بود. با توجه به مسئله بزرگنمایی زیستی فلزات سنگین و با توجه به جایگاه این گونه‌ها در زنجیره غذایی می‌توان نتیجه گرفت که چون عادت تغذیه‌ای این پرندگان دانه‌خواری است پس در سطوح پایین زنجیره قرار گرفته و مقدار کمتری از فلزات سنگین از جمله جیوه در بدن آنها انباشته می‌شود.

بر طبق مطالعات صورت گرفته پیشین، غلظت جیوه در پرندگان ماهیخوار بیش از ۸۵ درصد کل وزن بدن (Wiener & Spry, 1996)، در پرندگان حشره خوار به طور میانگین ۶۵ درصد کل وزن بدن (Pennuto *et al.*, 2005)، در ریزه خواران (۲۵–۲۰ درصد) کل وزن بدن و بالاترین سطح غلظت جیوه در حشرات شکارچی مانند سنجاقک ۹۵ درصد وزن کل بدن می‌باشد (Tremblay *et al.*, 1996; Tremblay & Lucotte, 1997).

در مطالعه دیگری که بر روی ۴ گونه حشره‌خوار در جنگل‌های Montane آمریکا صورت گرفت این نتیجه به دست آمد که قابلیت دسترسی به متیل‌جیوه در پرندگان وابسته به زنجیره‌های غذایی خشکی منجر به تجمع زیستی جیوه در آنها شده است. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین غلظت جیوه موجود در بافت خون و پر این پرندگان مشاهده نشد که این را می‌توان به تفاوت در فاکتورهای مداخله‌گری از جمله جنس، سن، فصل، رژیم غذایی و مکانیسم تخم‌گذاری نسبت داد. در این تحقیق غلظت جیوه در جنس ماده کمتر از نرها و در بالغین بیشتر از جوانترها بود. همچنین غلظت جیوه در فصل زمستان و در مناطق زمستان‌گذرانی بیشتر از مناطق تولیدمثلی بود (Rimmer *et al.*, 2005). نتایج تحقیق حاضر همچنین نشان داد که غلظت جیوه در توکای سیاه و توکای باغی از ۴ گونه از گنجشک‌سانان بیشتر بود. این تفاوت می‌تواند به دلیل تغییرات رژیم غذایی، تفاوت‌های درون‌گونه‌ای مانند سن و جنس یا آلودگی بیشتر محیط زندگی دو گونه توکا به این عنصر باشد. ایسلر در سال ۱۹۸۷ بیان کرد که در اکثر پرندگان غلظت جیوه برابر ۵µg/g، آثار شدیدی بر فرآیندهای تولیدمثلی دارد و سبب ایجاد اختلالات رفتاری شدیدی می‌شود (Eisler, 1987). به طور کلی نتایج این تحقیق بیانگر کمتر بودن غلظت جیوه در بافت دو گونه پرنده مورد بررسی در مقایسه با غلظت استاندارد بود. با این‌حال بالاتر بودن غلظت جیوه در پر دو گونه توکای سیاه و توکای باغی با وجود دانه‌خوار بودنشان در مقایسه با سایر گونه‌های بررسی شده نشان‌دهنده ضرورت پایش بیشتر زیستگاه این دو گونه می‌باشد.

REFERENCES

Braune, BM.; Gaskin, DE.; (1987). Mercury levels in Bonaparte's Gull (*Larus philadelphia*) during autumn molt in the Quoddy region, New Brunswick, Canada. Journal of Archives of Environmental

www.SID.ir

Archive of SID

Contamination and Toxicology; 16: 539-49.

Bryan, GW.; (1979). Bioaccumulation of marine pollutants. Journal of Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences; 286: 483-505.

Burger, J.; Gochfeld, M.; (1994). Behavioral impairment of lead in jeceted young herring gulls in nature. Fundamental and Applied Toxicology; 23: 553-61.

Burger, J.; Gochfeld, M.; (2000), Metal level in feather of 12species of seabird from Midway atoll in the Northern PacificOcean. . Journal of Science of the Total Environment; 257: 37-52.

Burger, J.; (2013). Temporal trends (1989-2011) in levels of mercury and other heavy metals in feathers of fledgling great egrets nesting in Barnegat Bay, NJ. Journal of Environmental Research; 122: 11-17.

Cristol, DA.; Mojica, EK.; Varian-Ramos, CA.; Watts, BD.; (2012). Molted feathers indicate low mercury in bald eagles of the Chesapeake Bay, USA. Journal of Ecological Indicators; 18: 20-24.

Dabiri, M.; (2008). Environmental pollution (air, water, soil, noise). Etehad publications. Six edition.

Eisler, R.; (1987). Mercury hazards to fish wildlife and invertebrates: a synoptic review, US fish and wildlife service biological report1; 1: 85-86.

Esmaeili Sari, A.; Nouri Sari, H.; Esmaeili Sari, A.; (2007). Mercury in the environment. Bazargan Publications. Rasht: Volume 1. First edition.

Fitzgerald, W.; (1989). Atmospheric and oceanic cyclingof mercury in: Riley, J., Chester, R. (Eds),Chemical oceanography academic press, Newyork; 151-86.

Honda, K.; Min, BY.; Tatsukawa, R.; (1986). Distribution of heavy metals and their age-related changes in the eastern great white egret, *Egretta alba modesta*, in Korea. Journal of Archives of Environmental Contamination and Toxicology; 15: 185-97.

Houserova, P.; Kuban, V.; Kracmar, S.; Sitko, J.; (2007). Total mercury and mercury species in birds and fish in an aquatiecosystemin the Czech Republic. Journal of Environment Pollution; 145: 185-94.

Lindqvist, O.; (1991). Mercury in the Swedish environment, recent research on causes, consequences and corrective methods. Journal of Water, Air & Soil Pollution; 55: 1-261.

Ochoa-acun, H.; Sepulveda, MS.; Gross, TS.; (2002). Mercury infeathers from Chilean birds: influenceof location, feedingstrategy, and taxonomicaffiliation. Journal of Marine pollution bulletin; 44: 340-49.

Pennuto, CM.; Lane, O.; (2005). Evers DC, Taylor RJ, Loukmas J. Mercury in the northern crayfish, Orconectesvirilis (Hagen), in New England. Journal of Ecotoxicology; 14: 149-62.

Rimmer, CC.; McFarland, KP.; Evers, DC.; Miller, EK.; Aubry, Y.; Busby, D. *et al*.; (2005). Mercury Concentrations in Bicknell's Thrush and Other Insectivorous Passerines in Montane Forests of Northeastern North America., Journal of Ecotoxicology; 14: 223-40.

Scheuhammer, AM.; (1987). The chronic toxicity ofaluminum, cadmium, mercury and lead in birds. Journal of Environmental Pollution; 46: 263-95.

Tremblay, A.; Lucotte, M.; Rheault, I.; (1996). Methyl mercury in benthic food web of two hydroelectric reservoirs and a natural lake of northern Quebec (Canada). Journal of Water, Air & Soil Pollution; 91: 255-69.

Tremblay, A.; Lucotte, M.; (1997). Accumulation of total and methyl

www.SID.ir

Archive of SID

mercury in insect larvae of hydroelectric reservoirs. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences; 54: 832-41.

Walsh, PM.; (1990). The use of seabirds as monitors of heavy metals in the marin environment. In: Furness RW, Rainbow PS (eds) Heavy metals in the marine environment. Jornal of BocaRaton, Florida; 183-204.

Wiener, JG.; Spry, DJ.; (1996). Toxicological significance of mercury in freshwater fish. In W.N. Beyer, G.H. Heinz and A.W. Redon (eds). Environmental contaminants in wildlife interpretin Tissue concentrations. Journal of Boca Raton, Florida; 299-343

Zamani-AhmadMahmoodi, R.; (2008). The effects of Diet, foraging location and sexuality on mercury accumulation in the tissue some birds of Shadegan wetland, Khouzestan. M.Sc. degree thesis; Tarbiat Modares University.

Zolfaghari, Gh.; EsmailiSari, A.; Ghasempouri, SM.; HasanZade Giabi, B.; (2005). An investigation on mercury concentration in 37 species of Iranian birds: The effects of feeding level, Feeding strategy, Classification status. Journal of Iran Marine Science.

www.SID.ir