Archive of SID

پایش زیستی غلظت فلز جیوه در جایگاه‌های ۱۶ گانه رویش پر مرغابی‌سانان وحشی ایران و بررسی سلامت غذایی آن‌ها به کمک سطح و استراتژی تغذیه

- **مهدی صادقی:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، صندوق‌پستی: ٤٦٤١٤- ٣٦٥
- **سیدمحمود قاسمپوری*:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، صندوق‌پستی: ٤٦٤١٤- ٣٦٥
- **نادر بهرامی‌فر:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، صندوق‌پستی: ٤٦٤١٤- ٣٦٥

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۳

چکیده

فلزات سنگین عناصری هستند که در همه جا یافت می‌شوند، ثبات بالایی دارند، غیرقابل تخریب زیستی هستند و هم‌چنین نیمه‌عمر بیولوژیکی بالایی دارند. از بین فلزات سنگین، جیوه سمی‌ترین عنصر غیرضروری می‌باشد و اصلی‌ترین نگرانی را در رابطه با تاثیرات مضر زیست محیطی دارد. هم‌چنین باعث اثرات سوء در پرندگان و کاهش جمعیت آن‌ها می‌شوند. پس نیاز است که یک اکوسیستم مورد ارزیابی قرار بگیرد. هدف از پژوهش حاضر این است که سطوح مختلف جیوه را در انواع مختلف پر در چهار گونه از مرغابی‌سانان تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار که شامل غاز خاکستری (*Anser anser*)، خوتکا (*Anas crecca*)، فیلوش (*Anas acuta*) و اردک سرسبز (*Anas platyrhynchos*) می‌باشند مورد بررسی قرار گیرد و تفاوت‌های این چهار گونه را به لحاظ سطوح و استراتژی تغذیه‌ای و جایگاه رده‌بندی بررسی شود. در این پژوهش قرائت فلز جیوه توسط دستگاه پیشرفته اندازه‌گیری ترکیبات جیوه انجام شد. نتایج نشان داد که بین چهار گونه مورد بررسی به‌لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در میانگین مقدار جیوه وجود دارد (P<۰/۰۰۱). فیلوش و خوتکا با بیش از ۹۰۸ و غاز خاکستری وحشی با ۳۱۰ نانوگرم بر گرم وزن خشک، کم‌ترین میانگین کلی تجمع جیوه را نشان داد. به‌عنوان نتیجه دیگر، غلظت جیوه در تمامی گونه‌های مورد بررسی از حداکثر میزان مجاز توصیه شده توسط سازمان‌های بین‌المللی کم‌تر است که البته این میزان می‌تواند در آستانه یک زنگ خطر باشد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، مرغابی‌سانان، فریدون‌کنار، جیوه، سطح تغذیه‌ای، غلظت مجاز

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ghasempm@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فلزات سنگین عناصری هستند که در همه جا هستند، ثبات بالایی دارند، غیرقابل تخریب زیستی هستند و هم‌چنین نیمه‌عمر بیولوژیکی بالایی دارند و می‌توانند به دو دسته فلزات ضروری و غیرضروری تقسیم شوند (Ullah و همکاران، ۲۰۱۴). عامل انتشار فلزات سنگین به دو صورت طبیعی مانند چرخه‌های زمین‌شناسی و عوامل انسانی در محیط زیست می‌باشد (Abbasi و همکاران، ۲۰۱۵).البته حضور طبیعی این فلزات در محیط در اثر فرایندهای طبیعی، پایین می‌باشد ولی این‌ها در وسعت‌های زیادی توسط مواردی چون فرایندهای صنعتی، زائدات آلی، فضولات، سوخت، حمل و نقل، تولید رنگدانه‌ها، داروها، مواد شیمیایی، پلاستیک‌ها، باتری‌ها و تخلیه فاضلاب‌های تصفیه نشده بخش صنعت وارد محیط می‌شوند (Nighat و همکاران، ۲۰۱۳). از بین فلزات سنگین جیوه سمی‌ترین عنصر غیرضروری می‌باشد و اصلی‌ترین نگرانی را در رابطه با تاثیرات مضر زیست محیطی دارد (Zamani-Ahmadmahmoodi و همکاران، ۲۰۰۹). آلودگی جهانی جیوه یک مشکل زیست محیطی در حال گسترده می‌باشد (Zamani-Ahmadmahmoodi و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین این نوع آلودگی‌ها در محیط‌های آبی و دریایی به یک نگرانی تبدیل شده است چرا که این‌ها قابلیت تجمع در زنجیره غذایی را دارند (Mansouri و همکاران، ۲۰۱۳) و در سطوح غذایی از یک سطح به سطح بالاتر دچار بزرگ‌نمایی زیستی می‌شوند (Ahmadpour و همکاران، ۲۰۱۳). تغلیظ زیستی، انباشتگی زیستی و بزرگ‌نمایی زیستی در بیوتای دریایی فرایندهای فعالی هستند که به مشخصات شیمیایی (آب دوست بودن، چربی دوست بودن و مقاومت تجزیه پذیری)،فاکتورهای زیست‌محیطی (شوری، درجه حرارت و غلظت)، فاکتورهای زیستی (استراتژی تغذیه، سطح تغذیه موجود، غلظت چربی و متابولیسم)، و دسترسی زیستی (ورود، انتقال و تجزیه آلاینده‌ها) بستگی دارند (Rocque و همکاران،۲۰۰۴). غلظت‌های بالای جیوه تاثیرات مضری در سلامتی پرندگان از جمله سمیت بافتی و تولیدمثل دارد (Martinez و همکاران، ۲۰۱۲). هم‌چنین غلظت‌های بالای جیوه و سایر فلزات سنگین موجب نازک شدن پوسته تخم پرندگان، کاهش نرخ باروری، از بین رفتن یا کاهش سیستم ایمنی بدن، کاهش رشد و وزن، افزایش ناقص‌الخلقگی و در نهایت کاهش جمعیت پرندگان می‌شود (Nighat و همکاران، ۲۰۱۳).از لطمات انسانی می‌توان به مرگ و میر ناشی از مسمومیت جیوه در دهه‌های اخیر اشاره کرد، ۲ مورد در ژاپن، ۴ مورد در عراق، کانادا، گواتمالا و غنا تاکنون بیش از ۱۰۰۰ مورد مرگ ناشی از مسمومیت را تجربه کرده‌اند (Esmaili-Sari، ۱۳۸۱).

پس نیاز است که یک اکوسیستم به‌لحاظ این نوع آلودگی‌ها مورد ارزیابی قرار بگیرد. تجمع فلزات از جمله جیوه در یک اکوسیستم زنده و پویا به عوامل مختلفی چون سطح تغذیه یا تروفی، رژیم غذایی، سن، جنس و بسیاری از پارامترهای داخلی و خارجی وابسته است (Abbasi و همکاران، ۲۰۱۵). در ارزیابی تغییرات اکولوژیکی، اندازه‌گیری همه عملکردها، ویژگی‌ها و ارزش‌های اکوسیستم غیرممکن است (Zolfaghari و همکاران، ۲۰۰۷). این‌گونه مطالعات در جهت‌ارزیابی یک اکوسیستم بیش‌تر در جانوران انجام می‌شود و جانوران نسبت به گیاهان بهتر هستند چرا که جانوران تحرک دارند و مطالعه روی آن‌ها منعکس‌کننده مطالعه روی بخش وسیع‌تری از منطقه است و اطلاعات بیش‌تری از منطقه را در اختیار قرار می‌دهند (Dmowski و Golimowski، ۱۹۹۳). از بین جانداران، توجه محققین بیش‌تر متوجه پرندگان می‌باشد. دلیل این امر به‌خاطر این است که شناسایی و تشخیص آن‌ها راحت‌تر است، فراوان‌تر هستند، طول عمر بیش‌تری دارند و محدوده وسیع‌تری را اشغال می‌کنند (Zamani-Ahmadmahmoodi و همکاران، ۲۰۱۰). توجه به این نکته ضروری است که استفاده از پرندگان به‌عنوان شاخص‌های زیستی آلودگی محیط زیست از دهه ۱۹۶۰ شروع شد که این توانایی آن‌ها در شاخص زیستی بر می‌گردد به موقعیتی که در زنجیره غذایی دارند (Abdullah و همکاران، ۲۰۱۵). در بین اندام‌های مختلف پرندگان، از پرها در جهت پایش‌گری زیستی آلودگی‌های محیط زیست استفاده می‌شود. چرا که اخیراً به‌خاطر بحث‌های اخلاقی، محققین به سراغ روش‌های موسوم به غیرمخرب رفته‌اند که در آن از بافت‌های موسوم به بافت غیرتهاجمی استفاده می‌شود. به‌جای کشتن پرندگان زنده می‌توان از بافت‌های غیرتهاجمی مثل تخم‌ها و پرها استفاده کرد که در بین این‌ها پرها به‌خاطر مزیت‌های فراوانی هم‌چون سهولت در جمع‌آوری، ذخیره، حمل و نقل و قابلیت تکرارپذیری نمونه‌برداری از پر بدون این‌که تاثیر جدی در بقاء پرنده داشته باشد در اولویت هستند(Abbasi و همکاران، ۲۰۱۵). هم‌چنین نمونه‌برداری از پر، اطلاعات مربوط به سری‌های زمانی گذشته را نیز ارائه می‌دهند. ضمناً می‌توان از گونه‌های در معرض خطر نیز نمونه‌برداری کرد و بدون آسیب آن‌ها را رها کرد (Pon و همکاران، ۲۰۱۲).

بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که تجمع فلزات از جمله جیوه در پرندگان به‌خاطر عادات تغذیه‌ای مختلف، استراتژی‌های تغذیه‌ای و سطوح تغذیه‌ای در زنجیره غذایی متفاوت

www.SID.ir

Archive of SID

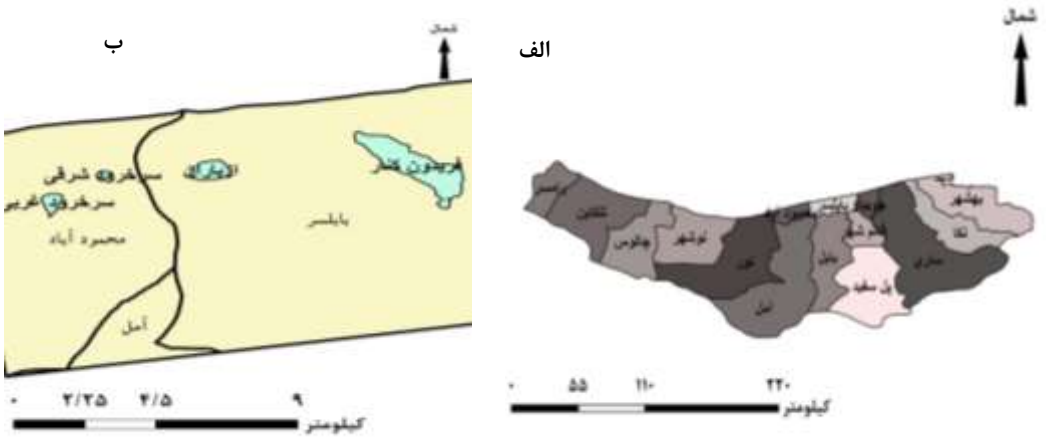
است.

به‌طوری‌که پرندگانی که در بالای زنجیره غذایی هستند تجمع بیش‌تری از فلزات را نسبت به آن‌هایی که در رده‌های پایین زنجیره غذایی هستند دارند. بنابراین سطوح تجمع فلزات سنگین در گونه‌های شاخص ممکن است با تغییر در سن و موقعیت تغذیه‌ای آن‌ها تغییر یابد (Abbasi و همکاران، ۲۰۱۵).

هدف از پژوهش حاضر این است که سطوح مختلف جیوه را در انواع مختلف پر، شامل پرهای سینه‌ای، شاه‌پرهای بال و سگمنت‌های مختلف شاه‌پرهای دم در چهار گونه از مرغابی‌سانان زمستان‌گذران واقع در تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار که شامل غاز خاکستری (*Anser anser*)، خوتکا (*Anas crecca*)، فیلوش (*Anas acuta*) و اردک سرسبز (*Anas platyrhynchos*) می‌باشند مورد بررسی قرار گیرد و تفاوت‌های این چهار گونه به‌لحاظ سطوح و استراتژی تغذیه‌ای و جایگاه رده‌بندی بررسی شود. هم‌چنین حداکثر میزان مجاز مصرف خوراکی این گونه‌ها و هم‌چنین تعداد وعده‌های مجاز نیز برای این‌ها محاسبه خواهد شد.

مواد و روش‌ها

تالاب فریدون‌کنار با وسعت حدود ۵۴۲۵ هکتار، بیست و دومین تالاب بین‌المللی ایران و دومین تالاب بزرگ استان مازندران است که در کنوانسیون رامسر به ثبت رسیده است. این تالاب در جنوب دریای مازندران قرار دارد و شامل چهار دامگاه فریدون کنار، ازباران، سرخرود شرقی و غربی است که در زمستان پرندگان زیادی به این تالاب مهاجرت می‌کنند (Daryaei و همکاران، ۲۰۱۴).



شکل ۱: الف- نقشه استان مازندران، ب- محل تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار و دامگاه‌های اطراف آن (دامگاه‌های فریدون‌کنار، ازباران، سرخرود شرقی و غربی)

موقعیت جغرافیایی این تالاب در ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و ۵۲ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی است. به‌طورکلی یک سوم پرندگان ایران از این تالاب استفاده می‌کنند. در این منطقه کشاورزان به‌علت استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها به‌خصوص قارچ‌کش‌ها، مواد سمی و فلزات سنگین زیادی را وارد این منطقه می‌کنند (Ahmadpour و همکاران، ۲۰۱۳).

جمع‌آوری نمونه‌ها: کار جمع‌آوری نمونه‌های پر مورد نظر از غاز خاکستری، خوتکا، فیلوش و اردک سرسبز از آذر ماه تا اسفند ماه سال ۱۳۹۳ در منطقه تالاب بین‌المللی فریدون‌کنار انجام شد. نمونه‌های پر از محل پرریزی آن‌ها جمع‌آوری شد که این نمونه‌ها مربوط به پرهای سینه‌ای می‌باشد. بخش دیگر نمونه‌های پر نیز از پرندگان آسیب‌دیده و هم‌چنین کشته شده توسط شکارچیان گرفته شد. این نمونه‌ها پس از جمع‌آوری و کدگذاری به آزمایشگاه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس منتقل شد.

نمونه‌ها ابتدا توسط آب معمولی شسته شدند. سپس سه بار به‌صورت متوالی با استون و آب یون‌زدایی شده شست و شو داده

www.SID.ir

Archive of SID

شدند که این عمل موجب می‌شود آلودگی خارجی از بین برود. پس از آن نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته شدند تا کاملاً خشک شوند (Dauwe و همکاران، ۲۰۰۳). پس از آن عملیات خرد کردن نمونه‌های پر در دو مرحله انجام پذیرفت. ابتدا نمونه‌ها توسط آسیاب مدل AKI A11 basis با بدنه داخلی از نوع فولاد ضدزنگ خرد و شکسته شدند. در مرحله دوم نمونه‌های خرد شده از مرحله قبل درون بشر قرار داده شد و توسط قیچی از جنس فولاد ضدزنگ به‌صورت تقریباً پودر و همگن در آمدند. استفاده از آسیاب به این علت بود که نمونه‌های پر نرم‌تر شوند تا بتوان راحت‌تر با قیچی آن‌ها را به قطعات بسیار ریز در آورد. سبکی نمونه‌های پر باعث می‌شد که در آسیاب کاملاً ریز و همگن نشوند و این امر لزوم استفاده از قیچی و کار مکانیکی را دوچندان می‌کرد. پس از آن‌که نمونه‌های پر به‌صورت کاملاً پودر در آمدند به‌صورت کاملاً در بسته تا زمان انجام آنالیز در دمای اتاق نگه‌داری شد. ۲۴ ساعت قبل از انجام آنالیز نمونه‌ها در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

آنالیز داده‌ها و تعیین مقدار جیوه با استفاده از دستگاه پیشرفته اندازه‌گیری ترکیبات جیوه (AMA ۲۵٤ Advanced Mercury Analyzer) ساخت شرکت لیکو (Leco) آمریکا بر اساس روش استاندارد ASTM D-۶۷۲۲ انجام شد. این دستگاه یک طیف‌سنج جذب اتمی منحصر به‌فرد است که یک لوله احتراق از ابتدا تا انتهای دستگاه طراحی شده است و آنالیز را در طی ۳ مرحله تجزیه، جمع‌آوری و آشکارسازی به‌انجام می‌رساند. به‌منظور ارزیابی کار و صحت تجزیه و تحلیل غلظت کل جیوه توسط دستگاه ۳ نوع ماده استاندارد مرجع (Standard Reference Material) به نام‌های SRM ۱۶۳۳ b، SRM ۲۷۰۹ و SRM ۲۷۱۱ در ۷ تکرار استفاده شد. با این روش بازیابی دستگاه بین ۹۴/۸ تا ۱۰۵ است. حد تشخیص روش نیز ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک می‌باشد (Zamani-Ahmadmahmoodi و همکاران، ۲۰۰۹) که جدول ۱ نتایج ارزیابی کیفیت و بازیابی دستگاه را نشان می‌دهد.

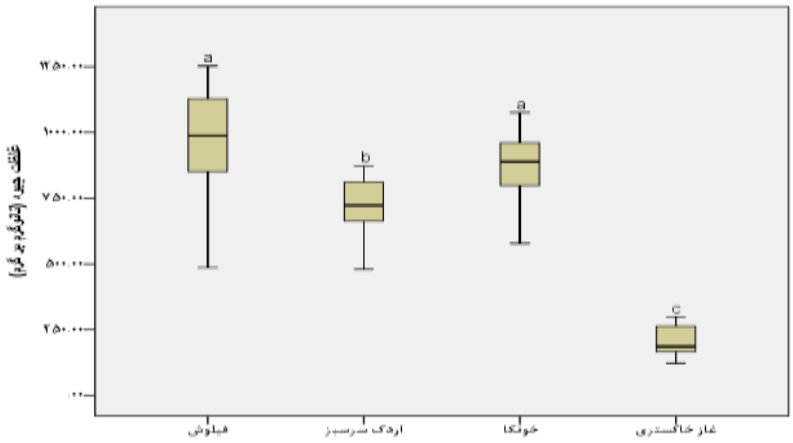
جدول ۱: نتایج ارزیابی کیفیت و بازیابی در اندازه‌گیری غلظت جیوه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

ماده استاندارد مرجع	تکرار	مقدار تایید شده	درصد بازیابی
۱۶۳۳ b	۷	۰/۱۴۱	۹۴/۸
۲۷۰۹	۷	۱/۴۰۰	۱۰۵
۲۷۱۱	۷	۶/۲۵۰	۱۰۳

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) انجام گرفت. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد (Rajaei و همکاران، ۲۰۱۰). برای بررسی تفاوت غلظت فلز جیوه در بین قطعات مختلف پر از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و به‌دنبال آن آزمون‌های توکی و دانکن استفاده شد (Frias و همکاران، ۲۰۱۲).

نتایج

جدول ۲ نتایج مربوط به میانگین غلظت جیوه را در انواع مختلف پر در چهار گونه از مرغابی‌سانان مورد مطالعه نشان می‌دهد. همچنین جدول ۳ نیز نتایج حاصل از آزمون توکی و دانکن را که به منظور بررسی تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ها انجام شد نشان می‌دهد. تصویر ۲ نیز نمودار جعبه‌ای مربوط به میانگین کلی غلظت جیوه در انواع مختلف پر در هر گونه به همراه گروهی که هر گونه در آن قرار گرفته است نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمودار جعبه‌ای میانگین غلظت جیوه در چهار گونه مورد بررسی بر اساس آزمون دانکن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: میانگین مقادیر مختلف غلظت جیوه در پر سینه‌ای، شاه‌پر بال و قسمت‌های مختلف شاهپر دم بر حسب نانوگرم بر گرم

نوع پر	میانگین جیوه در فیلوش	میانگین جیوه در خوتکا	میانگین جیوه در اردک سرسبز	مقدار جیوه در غاز خاکستری
پرایمری اول	۱۰۴۱/۵۰±۳۷/۸۰	۷۶۵/۵۰±۷۶/۲۰	۸۷۲/۹۳±۱۰۹/۲۵	۲۹۲/۱۴±۱۰۴/۳۲
پرایمری دوم	۱۰۲۷/۷۸±۶۲/۸۴	۸۰۱/۱۵±۸۵/۵۵	۷۰۰/۲۰±۴۳/۰۵	۱۸۳/۸۱±۴۱/۵۵
پرایمری سوم	۱۱۹۷/۹۷±۷۳/۹۱	۷۹۸/۷۱±۸۱/۹۸	۸۲۶/۲۰±۸۳/۸۰	۲۶۳/۳۷±۹۲/۸۳
پرایمری چهارم	۱۱۲۸/۸۲±۵۲/۹۹	۷۴۶/۷۴±۹۳/۳۴	۷۴۵/۷۹±۶۵/۸۱	۱۶۷/۳۰±۳۲/۱۲
پرایمری پنجم	۱۰۴۸/۱۳±۷۸/۴۴	۸۸۹/۰۰±۱۰۲/۴۰	۸۰۹/۱۸±۱۰۱/۷۰	۱۸۲/۵۳±۴۰/۶۳
پرایمری ششم	۸۴۶/۴۵±۷۱/۱۵	۹۸۹/۶۷±۱۵۳/۶۱	۶۹۶/۹۰±۶۶/۰۲	۱۹۱/۴۸±۴۸/۵۰
پرایمری هفتم	۹۶۲/۴۴±۹۹/۴۳	۹۳۷/۷۵±۱۱۱/۰۶	۷۸۰/۵۵±۹۵/۰۸	۱۳۷/۱۲±۲۳/۱۵
پرایمری هشتم	۹۰۱/۴۸±۷۲/۹۹	۸۵۳/۱۴±۱۱۸/۶۹	۷۶۵/۳۹±۴۴/۸۰	۱۴۴/۰۷±۱۹/۱۳
پرایمری نهم	۸۵۷/۰۱±۷۳/۴۵	۹۷۹/۲۹±۱۲۴/۸۵	۶۸۱/۹۰±۸۴/۱۰	۱۲۲/۶۹±۱۰/۴۸
پرایمری دهم	۹۳۴/۲۶±۸۱/۱۲	۱۳۷۹/۶۵±۳۱۵/۸۰	۶۵۶/۳۴±۶۹/۴۴	۱۸۶/۸۰±۴۶/۸۷
سگمنت اول	۱۰۱۴/۶۹±۹۷/۲۳	۱۰۷۵/۳۱±۳۰/۳۴	۸۱۳/۳۳±۶۴/۲۶	۶۱۷/۶۲±۱۵۰/۷۷
سگمنت دوم	۱۱۳۶/۷۵±۹۷/۰۰	۹۶۰/۳۲±۴۹/۱۲	۶۷۱/۷۰±۴۳/۵۶	۴۴۰/۱۰±۱۲۱/۷۱
سگمنت سوم	۱۲۵۲/۳۰±۱۱۸/۴۳	۱۳۷۶/۶۶±۵۲/۷۸	۸۳۵/۸۳±۶۶/۱۲	۱۲۲۱/۳۸±۴۴۹/۱۲
سگمنت چهارم	۷۱۹/۲۷±۶۶/۲۰	۹۲۸/۵۷±۴۵/۶۵	۵۵۴/۰۹±۴۹/۳۴	۲۶۷/۸۹±۱۱۵/۱۶
سگمنت پنجم	۶۹۲/۳۸±۳۹/۵۷	۵۷۸/۹۴±۳۴/۸۵	۵۰۹/۴۱±۳۱/۵۷	۳۰۰/۹۸±۱۰۸/۰۲
پر سینه‌ای	۴۸۶/۷۷±۱۷/۱۱	۴۶۸/۱۳±۲۶/۸۵	۴۷۹/۵۴±۲۷/۱۳	۲۵۶/۰۴±۷۹/۰۰

جدول ۳: نتایج آزمون توکی و دانکن مربوط به میانگین غلظت جیوه در در انواع مختلف پر بر حسب نانوگرم بر گرم

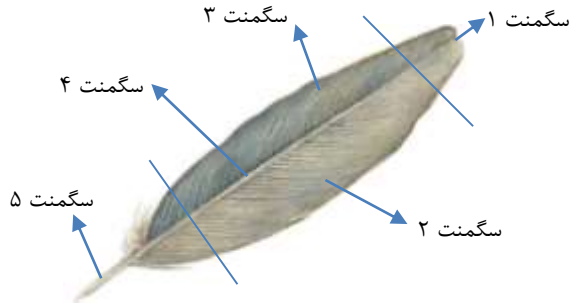
آزمون	گونه‌ها	تعداد	گروه‌ها (α =۰/۰۵)		
			گروه اول	گروه دوم	گروه سوم
توکی	غاز خاکستری	۱۶	۳۱۰/۹۵۷۵		
	اردک سرسبز	۱۶		۷۱۲/۴۵۵	
	خوتکا	۱۶		۹۰۸/۰۳۳۱	۹۰۸/۰۳۳۱
	فیلوش	۱۶			۹۵۹/۲۵
	سطح معنی‌داری (Sig)		۱/۰	۰/۰۶۲	۰/۹۰۹
دانکن	غاز خاکستری	۱۶	۳۱۰/۹۵۷۵		
	اردک سرسبز	۱۶		۷۱۲/۴۵۵	
	خوتکا	۱۶			۹۰۸/۰۳۳۱
	فیلوش	۱۶			۹۵۹/۲۵
	سطح معنی‌داری (Sig)		۱/۰	۱/۰	۰/۵۰۷

بحث

در پژوهش حاضر مقدار جیوه در ۸ نمونه از غاز خاکستری، ۲۰ نمونه از خوتکا، ۱۶ نمونه از اردک سرسبز و ۲۰ نمونه از فیلوش مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت. پرها نشان‌گرهای مفیدی هستند چرا که پرندگان فلزات سنگین را از بدن خود به پرها انتقال می‌دهند و بین مقدار فلزات سنگین در پرها و بدن آن‌ها تناسب وجود دارد (Barbieri و همکاران، ۲۰۱۰). در این پژوهش علاوه بر پرهای سینه‌ای، ۱۰ شاهپر اولیه بال که ترتیب آن‌ها از داخلی‌ترین پر بال (P1) تا بیرونی‌ترین پر بال (P10) می‌باشد نیز مورد آنالیز قرار گرفت. هم‌چنین قطعات مختلف پرهای دم نیز علاوه بر شاهپرهای اولیه پرواز و پرهای سینه‌ای بررسی شد. بخش‌های مختلف شاهپرهای دم به قطعات ۵گانه ناحیه‌بندی شد. بخش ابتدایی پر، پهنه داخلی، پهنه خارجی، ساقه وسط پر (تا جایی‌که رشد پرها ادامه دارد) و انتهای پر، به‌ترتیب از قطعه ۱ تا ۵ نام‌گذاری می‌شود (Dauwe و همکاران، ۲۰۰۳). شکل ۳ محل قطعه‌ها یا سگمنت‌های مختلف پر را نشان می‌دهد. تعداد کل افراد مورد بررسی با توجه به تکرار انجام شده، ۶۴ عدد و تعداد کل نمونه‌های مورد آنالیز نیز ۱۰۲۴ عدد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: قطعات (سگمنت‌های ۵گانه) استفاده شده در این مطالعه

به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها نیز از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار بودند (P>۰/۱). نتایج همگنی واریانس‌ها براساس آزمون لون (Leven) نیز همگن بودن را تایید کرد (P >۰/۴). بر این اساس نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه به‌منظور بررسی وجود تفاوت بین میانگین غلظت جیوه در گونه‌های مختلف نیز نشان داد که بین چهار گونه مورد بررسی تفاوت معنی‌داری به‌لحاظ آماری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). با توجه به این موضوع، برای بررسی این‌که بین کدام دو گونه تفاوت معنی‌داری وجود دارد از آزمون توکی و دانکن استفاده شد. براساس جدول ۳ که نتایج آزمون توکی و دانکن را نشان می‌دهد، مشخص شد که با توجه به آزمون توکی فیلوش با بیش‌ترین میانگین غلظت جیوه در یک گروه جدا، خوتکا در گروه مشترک a, b ، اردک سرسبز در گروه b و غاز خاکستری با کم‌ترین میانگین غلظت جیوه در گروه c قرار گرفت. براساس آزمون دانکن نیز فیلوش و خوتکا با هم در یک گروه جدا (a)، اردک سرسبز در گروه b و غاز خاکستری در گروه c قرار گرفتند. به‌طورکلی بیش‌ترین میانگین غلظت جیوه در فیلوش بود و بعد از آن به‌ترتیب در گونه‌های خوتکا با اختلاف ناچیز نسبت به فیلوش، اردک سرسبز و غاز خاکستری بود. با توجه به این‌که جداسازی بین گونه‌های مورد نظر براساس آزمون دانکن بهتر انجام شد، در اینجا از نتایج این آزمون استفاده شد. شکل ۲ نیز نمودار جعبه‌ای مربوط به میانگین غلظت جیوه در انواع مختلف پر در چهار گونه مورد بررسی نشان می‌دهد که در این نمودار، گروه‌های حاصل از نتایج آزمون دانکن مشخص شده است. میانگین کلی غلظت جیوه در فیلوش، خوتکا، اردک سرسبز و غاز خاکستری به‌ترتیب ۹۵۹/۲۵، ۹۰۸/۰۳۳۱، ۷۱۲/۴۵۵ و ۳۱۰/۹۵۷۵ نانوگرم بر گرم وزن خشک می‌باشد. به‌طورکلی برای جذب فلزات در پر ها سه مسیر مشخص وجود دارد: جذب از طریق غذا، آلودگی از طریق خودآرایی یا پرآرایی کردن و آلودگی از طریق ارتباط مستقیم با محیط شامل آب، هوا و خاک. بنابراین وجود مقادیر مختلف جیوه در پرندگان مورد نظر نشان‌دهنده این است که این پرندگان سطوح تغذیه‌ای متفاوتی را دارند (Goede و De Bruin، ۱۹۸۴). سطوح مختلف فلزات از جمله جیوه در پرها منعکس‌کننده نوع تغذیه گونه‌های مختلف است. بنابراین دلیل این امر که بین این گونه‌ها به‌لحاظ غلظت‌های جیوه تفاوت وجود دارد می‌تواند به‌خاطر تفاوت در نوع رژیم غذایی این‌ها باشد. با توجه به این‌که این گونه‌ها مهاجر می‌باشند بررسی تغییرات مکانی تغییرات جیوه در این قبیل پرندگان، مواجهه آن‌ها را با آلودگی ناشی از زیستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد، پس این گونه‌ها پایش‌کننده‌های زیست‌محیطی جهانی آلاینده‌های سمی هستند. در مورد تفاوت‌های گونه‌ای و جایگاه رده‌بندی در ارتباط با مقدار جیوه عوامل مختلفی دخیل می‌باشند. این عوامل می‌تواند مربوط به نحوه پرریزی آن‌ها باشد. گونه‌هایی که پرریزی آن‌ها به‌طور کامل انجام می‌شود مقادیر جیوه در آن‌ها کم‌تر می‌باشد چرا که مقدار بیش‌تری از جیوه را از طریق عمل پرریزی دفع کرده‌اند (Thampson و Furness، ۱۹۸۹). علاوه بر آن تغییراتی که به لحاظ غلظت جیوه بین گونه-های مختلف وجود دارد می‌تواند با مهاجرت پرنده و میزان چربی ارتباط داشته باشد. همان‌گونه که ذکر شد مقادیر فلزات سنگین ازجمله جیوه از یک سطح تغذیه‌ای به سطحی بالاتر دچار بزرگ-نمایی زیستی می‌شود و در گونه‌های واقع در سطح تغذیه‌ای بالاتر مقادیر جیوه بیش‌تری تجمع می‌یابد. نتایج این تحقیق به‌خوبی این ادعا را اثبات می‌کند. به‌عنوان مثال در غاز خاکستری که گونه‌ای گیاه‌خوار است و در سطوح پایین تغذیه‌ای واقع شده‌است مقادیر کم‌تری جیوه تجمع یافته است. به‌لحاظ استراتژی تغذیه‌ای نیز مطالعات نشان می‌دهد که گونه‌هایی که استراتژی تغذیه‌ای دریایی دارند مقادیر جیوه بالاتری دارند. غلظت جیوه در پرندگانی که در زنجیره‌های غذایی آبی هستند غلظت جیوه بالاتر می‌باشد (Lodenius و Solonen، ۲۰۱۳). یکی از دلایل می‌تواند به این خاطر باشد که آلاینده‌ها پتانسیل بیش‌تری در حرکت خود در محیط‌های آبی دارند و بنابراین پرندگان دریایی و آبی در مواجهه با دامنه وسیع‌تری از آلودگی‌ها هستند (Burger، ۲۰۱۳). جیوه یک فلز سنگین مهم می‌باشد که در پرندگان اغلب از طریق رژیم غذایی وارد بدن آن‌ها می‌شود در حالی‌که جذب بقیه فلزات سنگین مانند کادمیوم و سرب براساس آلودگی‌های بیرونی و بستگی به مواجهه پر پرنده با این فلزات می‌باشد. هم‌چنین بیش‌تر غلظت جیوه وارد پرها می‌شود. پرها در طول شکل‌گیری به سلول‌های خونی متصل هستند و توسط جریان خون متیل جیوه به ساختار کراتینی پر منتقل می‌شود. زمانی‌که شکل‌گیری پر به پایان می‌رسد این ارتباط بین خون و پر قطع می‌شود

www.SID.ir

Archive of SID

پس غلظت موجود در پرها نمایانگر غلظت موجود در بدن در طول شکل گیری پر می‌باشد (Martinez و همکاران، ۲۰۱۲). میزان جیوه در گونه‌های مختلف کم‌تر تحت تاثیر تفاوت‌های دورن گونه‌ای و بین گونه‌ای (جایگاه رده‌بندی) می‌باشد (Becker و همکاران، ۱۹۹۳). همه گونه‌های مورد مطالعه از انواع گونه‌های آبزی می‌باشند و سکونت آن‌ها در تالاب‌ها می‌باشد. لذا تفاوت بین مقادیر جیوه در گونه‌های مختلف نمی‌تواند به‌خاطر مکان غذایابیِ مشترک و مشابه باشد زیرا در بین مرغابی‌های وحشی ایران، فیلوش، سرسبز و خوتکا از استراتژی تغذیه یکسان در همان تالاب‌ها برخوردارند. بنابراین مهم‌ترین عامل وجود مقادیر متفاوت جیوه در این گونه‌ها عامل تغذیه می‌باشد. مقادیر ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک جیوه در پر منجر به اثرات ناسازگار و مضری در پرنده می‌شود (Zamani-Ahmadmahmoodi و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به این نکته، مقادیر میانگین کلی جیوه در پر در گونه‌های غاز خاکستری، خوتکا، فیلوش و اردک سرسبز به‌ترتیب ۳۱۰/۹۵۷۵، ۹۰۸/۰۳۳۱، ۹۵۹/۲۵ و ۷۱۲/۴۵۵ نانوگرم بر گرم وزن خشک می‌باشد که مقایسه این مقادیر با مقدار ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک جیوه در پر نشان می‌دهد در هیچ‌کدام از گونه‌ها مقدار جیوه از این حد فراتر نیست و این اثرات مضر و ناسازگار را در بر ندارد. چرا که اثرات ناسازگاری چون کاهش باروری، اندازه کوچک منقار و تخم‌ها، کاهش نرخ جوجه‌آوری، کاهش زنده ماندن جوجه‌ها و کاهش موفقیت تولیدمثلی را منجر می‌شود (Malekian و Hosseinpour-Mohammadabadi، ۲۰۱۵).

با توجه به این‌که ۴ گونه مورد بررسی شامل غاز خاکستری، خوتکا، فیلوش و اردک سرسبز توسط شکارچیان شکار شده و مورد مصرف مردم محلی و یا دیگران قرار می‌گیرد بنابراین بدین منظور مقدار میانگین کلی جیوه در این ۴ گونه با استانداردهای ارائه شده مقایسه‌ای انجام شد تا حداکثر حد مجاز مصرف غذاهای دریایی و حداکثر مصرف غذاهای دریایی به‌صورت وعده در هر ماه به‌دست آید. بین مقدار جیوه در بدن با مقدار آن در پرها تناسب وجود دارد (Burger، ۲۰۱۳؛ Lodenius و Solonen، ۲۰۱۳؛ Barbieri و همکاران ، ۲۰۱۰). در برخی منابع گزارش شده است که حدود ۹۳٪ جیوه کل بدن در پر و بال دیده می‌شود (Zamani-Ahmadmahmoodi و همکاران، ۲۰۱۴؛ Bruane و Gaskin، ۱۹۸۷). در برخی از منابع نیز تعداد قابل توجهی از محققین گزارش کرده‌اند که مقدار کل جیوه در پر و بال معادل ۷۰٪ کل جیوه در بدن است (Frias و همکاران، ۲۰۱۲؛ Ochoa-Acuna و همکاران، ۲۰۰۲؛ Honda و همکاران، ۱۹۸۵). با توجه به این دو مقدار حداکثر میزان مجاز غذاهای دریایی با استفاده رابطه ۱ محاسبه می‌شود: $CR = \frac{RFD \times BW}{C}$

(رابطه ۱: محاسبه حداکثر میزان مجاز غذاهای دریایی) که در این رابطه CR حداکثر حد مجاز مصرف غذاهای دریایی (کیلوگرم در روز)، RFD دز رفرنس (۰/۰۰۰۱ میکروگرم بر گرم در روز)، BW وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای بزرگ‌سالان) و C غلظت جیوه در بدن پرنده (میکروگرم بر گرم) است (Jewett و همکاران، ۲۰۰۳).

هم‌چنین جهت محاسبه تعداد وعده‌های مجاز مصرف غذاهای دریایی در هر ماه از رابطه ۲ استفاده شد: $CRmm = \frac{CR \times T}{MS}$

(رابطه ۲: محاسبه تعداد وعده‌های مجاز مصرف غذاهای دریایی) که در این رابطه CRmm حداکثر مصرف غذاهای دریایی به‌صورت وعده در هر ماه، CR مقدار به‌دست آمده از رابطه ۱، T تعداد روزهای هر ماه (۳۰ روز در هر ماه) و MS میزان مصرف غذاهای دریایی در هر وعده غذایی (برای بزرگ‌سالان ۰/۲۲۷ کیلوگرم) است.

با توجه به این‌که ۷۰ درصد جیوه بدن در پرها تجمع می‌یابد، براساس رابطه ۱ حداکثر مجاز مصرف غاز خاکستری، خوتکا، فیلوش و اردک سرسبز به‌ترتیب ۰/۰۳۲۱، ۰/۰۱۱۰، ۰/۰۱۰۴ و ۰/۰۱۴۰ کیلوگرم در روز می‌باشد. بنابراین حداکثر میزان مصرف این گونه‌ها طبق رابطه ۲ به‌ترتیب ۴/۲۵، ۱/۴۵، ۱/۳۷، ۱/۸۵ وعده در هر ماه برای غاز خاکستری، خوتکا، فیلوش و اردک سرسبز می‌باشد. اگر مقدار جیوه پر، ۹۳ درصد نسبت به مقدار جیوه در بدن پرنده در نظر گرفته شود، حداکثر مجاز مصرف غاز خاکستری، خوتکا، فیلوش و اردک سرسبز به‌ترتیب ۰/۰۲۴۲، ۰/۰۰۸۲، ۰/۰۰۷۸ و ۰/۰۱۰۵ کیلوگرم در روز و تعداد وعده در هر ماه نیز به‌ترتیب ۳/۱۹، ۱/۰۹، ۱/۰۳ و ۱/۳۹ می‌باشد. با توجه به این‌که حداکثر وعده‌های مجاز این پرندگان برای هر نفر در هر ماه، ۴/۶۳ وعده می‌باشد، غلظت جیوه در تمامی گونه‌های مورد بررسی از بیش‌ترین حد مجاز توصیه شده توسط سازمان‌های بین‌المللی کم‌تر می‌باشد. بیش‌ترین حد مجاز برای جیوه براساس استاندارد NSW (New South Wales)، یک میکروگرم بر گرم وزن تر و براساس استاندارد FAO (Burger و Gochfeld، ۲۰۰۵) و سازمان بهداشت جهانی، ۰/۵ میکروگرم بر گرم وزن تر گزارش گردیده است (WHO، ۱۹۸۹). این میزان حداکثر وعده‌های مجاز غذایی برای کودکان با میانگین وزن ۱۴/۵ کیلوگرم نیز با احتساب این‌که ۷۰٪ کل بار جیوه در بدن پرنده در پر و بال تجمع می‌یابد برای غاز خاکستری، خوتکا، فیلوش و اردک سرسبز به‌ترتیب ۰/۸۸، ۰/۳۰۱، ۰/۲۸۵ و ۰/۳۸۴ وعده در هر ماه و با توجه به منابع دیگر که ۹۳٪ کل بار جیوه در بدن پرنده در پر و بال تجمع

www.SID.ir

Archive of SID

پیدا می‌کند به‌ترتیب ۰/۶۶۲، ۰/۲۲۶، ۰/۲۱۴ و ۰/۲۸۹ وعده در هر ماه می‌باشد. اگرچه محدودیت بین ۱ الی ۴ وعده در ماه برای یک بزرگسال گزارش شد که از میزان وعده مجاز کم‌تر است ولی باید توجه داشت که این میزان در آستانه یک زنگ خطر می‌باشد و باید مورد توجه جدی قرار گیرد.

منابع

1. **Abbasi, N.A.; Jaspers, V.L.B.; Chaudhry, M.J.I.; Ali, S. and Malik, R.N., 2015.** Influence of taxa, trophic level, and location on bioaccumulation of toxic metals in bird's feathers: A preliminary biomonitoring study using multiple bird species from Pakistan. Chemosphere. Vol. 120, pp: 527-37.
2. **Abdullah, M.; Fasola, M.; Muhammad, A.; Malik, S.A.; Bostan, N. and Bokhari, H., 2015.** Avian feathers as a non-destructive bio-monitoring tool of trace metals signatures: A case study from severely contaminated areas. Chemosphere. Vol. 119, pp: 553-61.
3. **Ahmadpour, M.; Hoseini, S.H.; Ahmadpour, M.; Mashrofeh, A.; SinkaKarimi, M.H. and Ghasempouri, S.M., 2013.** Assessment of Mercury Concentration in Feathers of Six Species of Waterbirds in Southern Caspian Sea Wetlands. Journal homepage: www wesca net. Vol. 2.
4. **Barbieri, E.; De Andrade, P.E.; Filippini, A.; Dos Santos, I.S. and Garcia, C.A.B., 2010.** Assessment of trace metal concentration in feathers of seabird (*Larus dominicanus*) sampled in the Florianópolis, SC, Brazilian coast. Environmental monitoring and assessment. Vol. 169, pp: 631-8.
5. **Becker P.H.; Furness R.; Henning D., 1993.** The value of chick feathers to assess spatial and interspecific variation in the mercury contamination of seabirds. Environmental Monitoring and Assessment. pp. 255-262.
6. **Becker, P.H.; González-Solís, J.; Behrends, B. and Croxall, J., 2002.** Feather mercury levels in seabirds at South Georgia: Influences of trophic position, sex and age. Marine Ecology Progress. Vol. 243, pp: 261-269.
7. **Braune, B. and Gaskin, D., 1987.** Mercury levels in Bonaparte's gulls (*Larus Philadelphia*) during autumn molt in the Quoddy region, New Brunswick, Canada. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 16, pp: 539-49.
8. **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. Environmental research. Vol. 122, pp: 11-17.
9. **Burger, J. and Gochfeld, M., 2005.** Heavy metals in commercial fish in New Jersey. Environ Res. Vol. 99, pp: 403-412.
10. **Daryaei, N.; Mirdamadi, M.; Hosseini, J.F.; Soureh, S.R. and Arjomandi, R., 2014.** Development of Economic, Social and Environmental Sustainability Indicators of Fereydoon Kenar International Wetland Site by using Delphi Method. Vol. 2, pp: 504-524.
11. **Dauwe, T.; Bervoets, L.; Pinxten, R.; Blust, R. and Eens, M., 2003.** Variation of heavy metals within and among feathers of birds of prey: effects of molt and external contamination. Environmental Pollution. Vol. 4, pp. 429-436.
12. **Dmowski, K. and Golimowski, J., 1993.** Feathers of the magpie (*Pica pica*) as a bioindicator material for heavy metal pollution assessment. Science of the total environment. Vol. 139, pp: 251-258.
13. **Esmaili-Sari, A., 1381.** Pollution, Health and Environmental Standards. Naghshe Mehr. 769 P. (In Persian).
14. **Frias, J.E.; Gil, M.N.; Esteves, J.L.; Borboroglu, P.G.; Kane O.J. and Smith, J.R., 2012.** Mercury levels in feathers of Magellanic penguins. Marine pollution bulletin. Vol. 3, pp: 1265-1269.
15. **Goede, A.A. and De Bruin, M., 1984.** The use of bird feather parts as a monitor for metal pollution. Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical. Vol. 3, pp: 281-298.
16. **Honda, K.; Min, B. and Tatsukawa, R., 1985.** Heavy metal distribution in organs and tissues of the eastern great white egret *Egretta alba* modesta. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 35, pp: 781-789.
17. **Jewett, S.C.; Zhang, X.; Naidu, A.S.; Kelley, J.J.; Dasher, D. and Duffy, L.K., 2003.** Comparison of mercury and methylmercury in northern pike and Arctic grayling from western Alaska rivers. Chemosphere. Vol. 50, pp: 383-392.
18. **Lodenius, M. and Solonen, T., 2013.** The use of feathers of birds of prey as indicators of metal pollution. Ecotoxicology. Vol. 22, pp: 1319-1334.
19. **Malekian, M. and Hosseinpour-Mohamadabadi, Z., 2015.** Mercury Levels in Common (*Actitis hypoleucos*) and Green (*Tringa ochropus*) Sandpipers from West-Central Iran. Bulletin of environmental contamination and toxicology. Vol. 94, pp: 564-569.
20. **Mansouri, B.; Babaei, H. and Hoshyari, E., 2012.** Heavy metal contamination in feathers of Western Reef Heron (*Egretta gularis*) and Siberian gull (*Larus heuglini*) from Hara biosphere reserve of Southern Iran. Environmental monitoring and assessment. Vol. 184, pp: 6139-6145.
21. **Martínez, A.; Crespo, D.; Fernández, J.Á.; Aboal, J.R. and Carballeira, A., 2012.** Selection of flight feathers from *Buteo buteo* and *Accipiter gentilis* for use in biomonitoring heavy metal contamination. Science of the Total Environment. Vol. 425, pp: 254-261.
22. **Nighat, S.; Iqbal, S.; Nadeem, M.S.; Mahmood, T. and Shah, S.I., 2013.** Estimation of heavy metal residues from the feathers of Falconidae, Accipitridae, and Strigidae in Punjab, Pakistan. Turkish Journal of Zoology. Vol. 37, pp: 488-500.
23. **Ochoa-Acuna, H.; Sepúlveda, M. and Gross, T., 2002.** Mercury in feathers from Chilean birds: influence of location, feeding strategy, and taxonomic affiliation. Marine pollution bulletin. Vol. 21, pp: 340-5.
24. **Pon, J.P.S.; Beltrame, O.; Marcovecchio, J.; Favero, M. and Gandini, P., 2012.** Assessment of trace metal concentrations in feathers of White-chinned Petrels, *Procellaria aequinoctialis*, from the Patagonian shelf. Environment and Pollution. Vol. 4, 29 p.
25. **Rajaei, F.; Sari, A.E.; Bahramifar, N. and Ghasempouri, S.M., 2010.** Mercury concentration in 3 species of gulls, *Larus ridibundus*, *Larus minutus*, *Larus canus*, from South Coast of the Caspian Sea, Iran. Bulletin of environmental contamination and toxicology. Vol. 57, pp: 716-719.
26. **Rocque, D.A. and Winker, K., 2004.** Biomonitoring of contaminants in birds from two trophic levels in the North Pacific. Environmental toxicology and chemistry. Vol. 23, pp: 759-766.
27. **Thompson, D.R. and Furness, R.W., 1989.** The chemical form of mercury stored in South Atlantic seabirds. Environmental Pollution. Vol. 60, pp: 305-317.
28. **Ullah, K.; Hashmi, M.Z. and Malik, R.N., 2014.** Heavy-metal levels in feathers of cattle egret and their surrounding environment: a case of the Punjab Province, Pakistan. Archives of environmental contamination and toxicology. Vol. 66, pp: 139-153.
29. **WHO, 1989.** Mercury: environmental aspects. 257 p.
30. **Zamani-Ahmadmahmoodi, R.; Alahverdi, M. and Mirzaei, R., 2014.** Mercury Concentrations in Common Tern *Sterna hirundo* and Slender-billed Gull *Larus genei* from the Shadegan Marshes of Iran, in North-western Corner of the Persian Gulf. Biological trace element research. Vol. 159, pp: 161-166.
31. **Zamani-Ahmadmahmoodi, R.; Esmaili-Sari, A.; Ghasempouri, S.M. and Savabieasfahani, M., 2009.** Mercury levels in selected tissues of three kingfisher species; *Ceryle rudis*, *Alcedo atthis*, and *Halcyon smyrnensi*, from Shadegan Marshes of Iran. Ecotoxicology. Vol. 18, pp: 319-324.
32. **Zamani-Ahmadmahmoodi, R.; Esmaili-Sari, A.; Savabieasfahani, M. and Bahramifar, N., 2010.** Cattle egret (*Bubulcus ibis*) and little egret (*Egretta garzetta*) as monitors of mercury contamination in Shadegan Wetlands of south-western Iran. Environmental monitoring and assessment. Vol. 166, pp: 371-377.
33. **Zolfaghari, G.; Esmaili-Sari, A.; Ghasempouri, S.M. and Kiabi, B.H., 2007.** Examination of mercury concentration in the feathers of 18 species of birds in southwest Iran. Environmental research. Vol. 104, pp: 258-265.

www.SID.ir