

## بررسی میزان تجمع زیستی جیوه در عقاب طلایی (*Aquila chrysaetos*)، کبک معمولی (*Perdrix chukar*) و باکلان بزرگ (*Phalacrocorax carbo*) با تکیه بر اکولوژی تغذیه

• علی قرائی (نویسنده مسئول)

کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس

• عباس اسماعیلی ساری

استاد گروه محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس

• سید محمود قاسمپوری

استادیار گروه محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: تیرماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۳

Email: a\_gharaei\_32@yahoo.com

### چکیده

جیوه عنصری سمی و خطرناک برای موجودات زنده محسوب می‌شود. فلزی است که بدن به آن نیاز نداشته، ورود و جذب آن در بدن باعث مشکلات فراوان می‌شود. با صنعتی شدن کشورها این عنصر وارد طبیعت می‌شود و با عبور از زنجیره غذایی در بدن موجودات تجمع یافته، باعث بروز بزرگنمایی زیستی می‌شود. لذا پایش زمانی و مکانی آن ضرورت دارد. یکی از بهترین روش‌های پایش جیوه پایش زیستی می‌باشد. در بین این گونه‌ها روش‌های آن‌هایی که باعث از بین رفتن موجود نمی‌شود اولویت دارد. لذا استفاده از پر به دلیل غیر مخرب بودنش از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در مطالعه حاضر از سه گونه باکلان بزرگ، عقاب طلایی و کبک معمولی، که از نظر تغذیه و سطح مهاجرت با هم هیچ قرابتی ندارند مورد بررسی قرار گرفت. از پرها نمونه برداری شد. مشخص گردید که بیشترین میزان غلظت تجمع زیستی جیوه در مقایسه بین گونه‌ها مربوط به باکلان با میانگین ۲۷۱۰ ppb و کمترین مقدار آن مربوط به کبک با میانگین ۱۲۰ ppb می‌باشد.

کلمات کلیدی: جیوه، پایش زیستی، باکلان بزرگ، عقاب طلایی، کبک

• Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 108 pp: 15-19

Survey of mercury bioaccumulation in Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*), Chukar Partridge (*Perdix chukar*) and Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*), related to feed ecology

By: Gharaei, A. (Corresponding Author), MSc Expert of Enviroment Biology, Modares Tarbiat University. Esmaeli Sari, A. Professor of Enviroment Biology, Modares Tarbiat University. Ghasempouri, S. M., Associate Professor of Modares Tarbiat University.

Received: June 2013 Accepted: April 2014

Email: a\_gharaei\_32@yahoo.com

Mercury is a toxic and dangerous element for living organisms. Our bodies do not need mercury and its entrance and absorption in the body can cause many problems. Following industrialization of countries, it enters the nature and accumulates in the organisms body through the food chain which causes biological magnification. Therefore time and place monitoring of mercury is necessary. Biological monitoring is one of the best methods for mercury monitoring. Among these, methods which do not kill the organism have priority. Therefore, using feather, due to its non-destructive character is especially important. In the present study, three species including common cormorant, golden eagle, common chuker, which do not have any relationship regarding the feeding and migration, were studied. The results showed that the highest and lowest mercury concentrations were calculated in cormorant (with average 2710 ppb) and chuker (with average 120 ppb), respectively.

Key words: Mercury, Biomonitoring, *Phalacrocorax carbo*, *Aquila chrysaetos*, *Perdix chukar*

#### مقدمه

در بین عناصر موجود در جدول تناوبی برخی از آنان اصلاً برای بدن ضرورت نداشته و ورود آن‌ها به بدن موجود زنده منجر به آسیب‌های مختلف می‌شود. جیوه یکی از این نمونه‌ها می‌باشد که به سه شکل معدنی، عنصری و آلی (اغلب به صورت متیل)، در طبیعت وجود دارد، که هر سه شکل آن می‌تواند اثرات نامطلوبی بر سلامتی آبزیان، پرندگان و به تبع آن انسان داشته باشد. سمیت بالای جیوه و افزایش این فلز در محیط زیست لزوم پایش مکانی و زمانی این عنصر را ایجاد می‌کند. انتخاب گونه‌های زیستی نظیر پرندگان می‌تواند انتخاب مناسبی برای پایش آلودگی‌های محیط زیستی از جمله جیوه باشند. زیرا پرندگان از طریق مصرف آب و غذای آلوده در معرض مواد شیمیایی گوناگون نظیر جیوه قرار می‌گیرند و همچنین اکولوژی، فیزیولوژی و رفتار آن‌ها به خوبی قابل مطالعه و مشاهده بوده و به تغییرات محیط زیست حساس می‌باشند (Veerle et al., 2004).

تاکنون روش‌های متنوعی برای پایش زیستی عناصر سنگین پیشنهاد شده است. از روش‌های موجود آن‌هایی که روی سنجش و پایش بر مبنای موجود زنده تاکید می‌ورزند به عنوان پایشگرهای زیستی (Biomonitor) شناخته می‌شوند که با توجه به رویکردشان به موجود زنده از جایگاه خاصی برخوردار هستند. برای مثال برای تعیین غلظت جیوه در بدن پرندگان به طور کلی از بافت‌های پر، کبد، کلیه و عضله استفاده می‌شود که برای اغلب بافت‌ها نیاز کشتن پرنده است (Thompson et al., 1998). با توجه به اهمیت حفاظتی موجودات زنده، در میان روش‌های گوناگون پایش زیستی نیز اولویت‌هایی وجود دارد که در بین آن‌ها آزمایش‌های غیر مخرب روی پر در پرندگان اهمیت به سزایی یافته است (Chyla et al., 1999). قدیمی‌ترین مطالعه که روی پرها در پرندگان صورت گرفت سعی داشت

تاریخچه‌ای از وضعیت آلودگی در دوره زمانی ۱۰۰ ساله را از روی نمونه‌های تاکسیدرمی شده ارائه دهد (Berg et al., 1996).

اولین بار ارتباط بین پر ریزی و میزان جیوه موجود در آن در پرندگان دریایی سواحل اسکاتلند مطالعه شد. محققان از میانگین غلظت جیوه در پرهای مختلفی از بدن با طول عمر بین ۶ الی ۱۰ ماه که در مرحله پرریزی دچار ریزش شده بودند استفاده کرده و دریافتند آن دسته از پرهایی که در پروبال پرنده از دوره ریزش کوتاه‌تری برخوردارند دارای مقادیر بالاتری از جیوه هستند (Furness et al., 1986).

احتمالاً بیشترین غلظت جیوه در بدن پرندگان در پر و بال (Plumage) آنها می‌باشد (Bearhop et al., 2000).

در مطالعه‌ای که برای بررسی میزان غلظت جیوه در پرهای پرندگان بر اساس سن (جوجه و بالغ) در دریاچه‌های بزرگ شمال امریکا صورت گرفت به محل و خاستگاه نمونه پرها اشاره‌ای نگردید (Hughes et al., 1997).

در مطالعه‌ای توسط (Appelquist & Drabaek, 1985). بر روی پنگون‌ها در گرینلند و ایسلند، با بررسی نمونه‌های موجود در موزه، تغییرات ۱۵۰ ساله‌ی میزان غلظت جیوه مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه بر روی سنین تروفه‌ها نیز تاکید شده است.

پرندگان جیوه را از غذایشان جذب می‌کنند و مقدار زیادی از این جیوه در طی رشد پر وارد پروبالشان می‌شود. از آنجایی که رشد پرها در بیشتر پرندگان در یک دوره کوتاهی از طول سال اتفاق می‌افتد، احتمالاً سطوح جیوه در بافت‌های بدن مابین پرریزی‌ها تغییر می‌یابد. در عین حال پرندگان می‌بایست برای دفع جیوه به طور متناوب روش‌های دیگری همچون دفع از طریق کلیه‌ها را استفاده کنند. تعداد بی شماری از پژوهشگران میزان جیوه در پر پرندگان را برای ارائه میزان آلودگی جیوه در محیط زیست استفاده

و تالاب فریدونکنار)، برای کبک استان خراسان شمالی و برای عقاب طلایی نمونه گیری از سراسر کشور به عمل آمد.

### آنالیز عناصر مورد مطالعه

اندازه گیری جیوه توسط دستگاه آنالیز پیشرفته ی جیوه، مدل AMA254 ساخت شرکت آمریکایی LECO، بر اساس روش ASTM 6722-D استاندارد انجام شد. جهت انجام آزمایش ها نمونه پرها را خرد کرده به میزان ۱۰۰-۵۰ میلی گرم از هر نمونه در ظرف نیکلی دستگاه قرار داده شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات جمع آوری شده از پرسش نامه ها کد بندی شده و سپس با استفاده از نرم افزار آماری SPSS Ver: ۱۷ و Excel ۲۰۰۷ آنالیز گردیدند. برای بررسی نرمال بودن آنها، از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. از آنجا که نرمال بودن آمارها توسط آزمون مذکور به تأیید رسید، آنالیزهای آماری با استفاده از آزمون توکی جهت بررسی معنی دار بودن اختلاف بین غلظت جیوه در پرندگان مورد مطالعه استفاده گردید. لازم به ذکر است در تمامی آزمون ها  $P < 0/05$  و به عنوان اختلاف معنی داری در نظر گرفته شد.

### نتایج

بر اساس نتایج بیشترین میانگین غلظت جیوه در سه گونه متفاوت از سه رژیم غذایی کاملاً متمایز که به صورت هدف دار برای مطالعه تغییر میزان تجمع زیستی جیوه انتخاب شدند، باکلان بیشترین میزان جیوه و در رتبه بعد عقاب طلایی و سپس کبک قرار گرفت.

همان گونه که در جدول ۳-۱ و ۳-۲ مشاهده می شود، بیشترین میانگین غلظت تجمع زیستی جیوه در باکلان می باشد، عقاب طلایی و کبک به ترتیب در رتبه بعدی قرار دارند.

نتایج حاصله نشان می دهد که میزان تجمع بالای جیوه در باکلان احتمالاً به این علت است که جیوه بیشتر در اکوسیستم آبی تجمع دارد. در دو گونه دیگر انتظار بر این است، عقاب طلایی که در بالای زنجیره غذایی قرار دارد، میزان جیوه تجمع یافته آن دارای اختلاف معنی داری با کبک که در پایین

جدول ۳-۱- میانگین غلظت جیوه در پراکنده های مورد مطالعه

گونه	میانگین (ppb)	کمینه (ppb)	بیشینه (ppb)
کبک معمولی	۱۲۰	۸۳	۱۶۵
عقاب طلایی	۱۶۷	۷۹	۳۷۰
باکلان بزرگ	۲۷۱۰	۵۵۳	۵۶۶۱

زنجیره غذایی قرار دارد، داشته باشد. نتایج نشان داد این اختلاف معنی دار نیست. لذا احتمالاً میزان جیوه در مواد مورد تغذیه کبک بیشتر بوده و اثر تغذیه بر تجمع زیستی جیوه بیشتر از اثر بزرگنمایی زیستی آن می باشد. اختلاف بین گونه های معلول چندین عامل از قبیل تحلیل های ذیل می باشد.

برخی از دلایل تفاوت میزان جیوه در گونه های مختلف ممکن است به دلیل سطوح مختلف تغذیه، فصل مهاجرت یا زمان نمونه برداری باشد

نموده اند (Borg, 1958; Furness & Hultton, 1980; Applequist et al., 1985; Berg et al., 1966).

تجمع جیوه ممکن است در سراسر زنجیره ی غذایی اتفاق بیفتد، و پرندگان در سطوح غذایی بالاتر، تجمع غلظت جیوه بیشتری را نسبت به کلیه ی حیوانات در سطوح پایین تر نشان دهند. پرها، عموماً محتوی غلظت جیوه بیشتری نسبت به سایر اندام های بدن هستند (Muirhead, 1975; et al., 1975; Westermark (1985). معمولاً غلظت جیوه کل بدن و یا کل پرها ی بدن (پروبال) مورد بررسی قرار می گیرد. اگر چه تعدادی از پژوهش ها، غلظت فلزات مختلف را بین قسمت های گوناگون هر پر بررسی کرده است (Berg et al., 1966; Goede & de Bruin, 1984).

اغلب اوقات بیان می شود سطوح جیوه در پرها انعکاس غلظت جیوه در

خون در زمان رشد پرها است

(Johnels & Westermark, 1969; Westermark et al., 1975; Lindberg & Odsjo, 1983; Solonen & Lodenius, 1984).

جیوه در رژیم غذایی در زمان رشد پر را انعکاس می دهد

(Johnels et al., 1968; Johnels & Westermark, 1969; Jensen et al., 1972; Buhler & Norheim, 1981; Lindberg & Mearns, 1982; Solonen & Lodenius, 1984)

در ایران، در خصوص مطالعه میزان تجمع جیوه در پر پرندگان پژوهش های بسیاری صورت پذیرفته که می توان به مطالعه (Zolfaghari et al., 2007)، اشاره کرد. در مطالعه مذکور، ۷۷ گونه از پرند های تاکسیدرمی شده موزه دانشگاه تربیت مدرس مورد بررسی قرار گرفت و اختلاف معنی داری در میزان غلظت جیوه شاهپره های اولیه و شاهپره های دمی ۷ گونه از پرندگان بررسی شد.

هدف از این بررسی تعیین میزان تجمع زیستی جیوه در عقاب طلایی (*Aquila chrysaetos*) کبک معمولی (*Perdrix chukar*) و باکلان بزرگ (*Phalacrocorax carbo*) با تکیه بر اکولوژی تغذیه می باشد.

### مواد و روش ها

#### جمع آوری و آماده سازی مقدماتی نمونه ها

جهت انجام مطالعات، از نمونه پرها ی سه گونه پرند شامل کبک، عقاب طلایی، باکلان که به ترتیب در سه سطح غذایی دانه خوار، گوشت خوار و ماهی خوار قرار دارند، استفاده شد. تلاش شد نمونه برداری از پرندگان آسیب دیده، در حال مداوا و یا از طریق زنده گیری انجام شود. از هر گونه حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۵ قطعه نمونه گیری (۴ نمونه از کبک و عقاب و ۵ نمونه از باکلان، با توجه به محدودیت ها آنالیز گردید) پر صورت پذیرفت. نمونه ها به وسیله پاکت های کاغذی (جهت جلوگیری از فساد نمونه ها) به تفکیک گونه پرند کد گذاری و یادداشت برداری شده و سپس به آزمایشگاه منتقل شد. جهت زدودن آلودگی های خارجی نمونه پرها ی پرندگان با آب فاقد یون و استن سه بار به طور متناوب شسته و در آزمایشگاه خشک شد. نمونه برداری از کبک و باکلان در فصل شکار پرندگان در سال ۱۳۹۰ و عقاب طلایی در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام گرفت.

#### منطقه مورد مطالعه

موقعیت جغرافیایی نمونه برداری برای باکلان، شمال کشور (تالاب میانکاله

(Kim et al., 1996).

گونه‌های در رژیم و عادات غذایی پرندگان جهت تفسیر سطوح جیوه مهم است (Honda et al., 1990).

گوشت‌خواران و همه چیز خواران به طور کلی غلظت بیشتری از جیوه را نسبت به موجودات با سطح غذایی پایین‌تر نشان می‌دهند. همچنین پرندگان صیاد که از ماهیان بزرگ‌تر استفاده می‌کنند غلظت جیوه بالاتری دارند (Braune et al., 2005; Houserova et al., 2005). برای مثال گونه آلباتروس که عمدتاً از ماهی تغذیه می‌نمود غلظت جیوه بالاتری از گونه دیگر آلباتروس که از کریل استفاده می‌کرد را نشان داد (Lock et al., 1992). همچنین گونه‌های پرندگان دریایی که به طور غالب از خرچنگ تغذیه می‌کردند غلظت جیوه کمتری از گونه‌هایی که اسکونید، ماهی و حیوانات مرده استفاده می‌کردند را نشان دادند. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۴) غلظت جیوه را روی ۳۷ گونه از پرندگان مختلف استان خورستان تا خلیج فارس با توجه به سطح تغذیه، استراتژی تغذیه و جایگاه رده بندی مورد بررسی قرار دادند.

براساس نتایج، به دست آمده در تحقیقات آنها، مقادیر جیوه پر در محدوده‌ی بین ۰/۰۷۳ میلی گرم بر کیلوگرم تا ۴/۴۸ میلی گرم بر کیلوگرم قرار داشت و غلظت جیوه در بین تیره‌های مختلف تفاوت معنی داری را نشان داد. بالاترین غلظت به پلیکان سفید (پلیکانیان) پس از آن پرستوی دریایی (کاکاییان) و لک لک سیاه (لک لکیان) مربوط بود. همچنین بین گروه‌های مختلف سطوح تغذیه تفاوت معنی داری وجود داشت ( $P < 0/001$ ). بر طبق موقعیت جغرافیایی، ماهی خواران (۲/۸۹ میلی گرم بر کیلوگرم)، سپس خرچنگ و ماهی خواران (۱/۹۳ میلی گرم بر کیلوگرم) بالاترین مقادیر جیوه و بی مهره خواران کم‌ترین مقادیر جیوه را داشتند (۰/۸۵ میلی گرم بر کیلوگرم) و بین استراتژی تغذیه و غلظت‌های جیوه پر تفاوت معنی داری وجود داشت ( $P < 0/001$ ).

از بررسی میزان جیوه پر در پرندگان مطالعه شده اختلاف معنی داری در سطح ۱۰۰ درصد بین میزان جیوه باکلان با عقاب طلایی و کبک مشاهده می‌شود. در بین عقاب طلایی و کبک میزان غلظت جیوه در پر عقاب بالاتر از کبک معمولی می‌باشد. پرندگان شکاری دارای محدوده‌ی تأثیر بسیار وسیع تغذیه‌ای هستند. پرندگان شکاری که از مهره داران و بالای زنجیره‌ی غذایی استفاده می‌کنند نسبت به پرندگان شکاری دیگر غلظت بیشتری از جیوه را نشان داده‌اند این خود دلیلی بر پدیده‌ی بزرگنمایی زیستی است که از سطوح تغذیه پایین زنجیره به سمت سطوح بالای زنجیره‌ی غذایی

شکل عنصری جیوه فرار است و می‌تواند در فواصل زیادی از اتمسفر جابجا و در نهایت بعد از اکسیداسیون در نقطه‌ای بسیار دورتر از نقطه مبدأ رسوب کند (Buger & Gochfeld, 1993). عرض‌های بالاتر آلودگی‌ها را از عرض‌های پایین‌تر که نواحی گرم‌تری هستند، از طریق رسوب اتمسفری دریافت می‌کنند. (Nriagu., 1979). گونه‌هایی همچون باکلان که در عرض‌های بالاتر زندگی می‌کنند غلظت‌های جیوه بیشتری را نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه در نتیجه رسوب اتمسفری نشان خواهند داد.

پرریزی فرآیندی است که پره‌های پرنده می‌تواند بار جیوه بدن را کاهش دهد. دفع جیوه در این فرآیند اغلب متیل جیوه می‌باشد. (Honda et al., 1986). اکثر مطالعات نشان داده‌اند گونه‌هایی که درجه متیلاسیون بالاتر دارند از الگوی پرریزی آهسته‌تری تبعیت می‌کنند. این نشان می‌دهد در پرندگان دریایی که به وسیله پرریزی و مکانیسم دمتیلاسیون کنترل جیوه انجام می‌دهند، در صورتی که میزان جیوه بدن افزایش یابد به دلیل اختلاف در الگوی پرریزی و فرآیند دمتیلاسیون امکان شرایط بحرانی برای پرنده بیشتر می‌شود.

فلزات سنگین در ارگان‌های زنده توسط میزان ورود و جذب به بدن، مکانیسم دفع و خروج، نرخ متابولیسم گونه و فرآیند سم زدایی کنترل می‌شود (Newman & Doubet, 1989). اختلاف در نرخ متابولیسم گونه‌ها جهت تشریح تغییرات جیوه ضروری است (Braune et al., 2007). مطالعه نرخ متابولیسم در پرندگان مختلف کنیا نشان داد که نرخ متابولیسم در پرندگان مقیم از پرندگان مهاجر کمتر است. همچنین تحقیقات (McNab, 2003) دلالت بر آن دارد که پرندگان در عرض‌های پایین‌تر به انرژی زیادی برای فعالیت و گرمایش بدن نیاز ندارند. لذا نرخ متابولیسم آن‌ها نسبت به گونه‌های عرض‌های بالاتر پایین است. بنابر این می‌توان نتیجه گرفت نرخ متابولیسم باکلان بزرگ که گونه مهاجر از عرض‌های بالاتر است نسبت به عقاب طلایی و کبک معمولی که مهاجرت طولانی ندارند و در عرض‌های پایین‌تر نسبت به باکلان بزرگ سیری می‌کنند. بیشتر است.

مصرف غذا عامل اصلی ورود جیوه به بدن موجودات محسوب می‌شود. جیوه با ورود به بدن موجودات و در زنجیره‌ی غذایی تغلیظ می‌یابد. و به طور بالقوه سبب تأثیرات مخرب می‌شود. از طرفی سن، جنس و محل نمونه‌برداری می‌تواند تأثیر گذار باشد (Kim et al., 1998). اختلاف بین

جدول ۳-۲- بررسی اختلاف معنی داری غلظت تجمع زیستی ۳ گونه پرنده مورد مطالعه

	(I) VAR	(J) VAR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Confidence Interval %۹۵	
						Upper Bound	Upper Bound
Tukey HSD	کبک	عقاب	- ۲۳,۸۶۷۵	۵۸۹,۸۰۴۸۹	.۹۹۹	- ۱۶۴۰,۶۹۶۸	۱۵۹۲,۹۶۱۸
		باکلان	- ۲۲۲۲,۷۶۹۰(*)	۵۵۹,۵۳۸۰۵	.۰۰۷	- ۳۷۵۶,۶۲۷۹	- ۶۸۸,۹۱۰۱
	عقاب	کبک	۲۳,۸۶۷۵	۵۸۹,۸۰۴۸۹	.۹۹۹	- ۱۵۹۲,۹۶۱۸	۱۶۴۰,۶۹۶۸
		باکلان	- ۲۱۹۸,۹۰۱۵(*)	۵۵۹,۵۳۸۰۵	.۰۰۷	- ۳۷۲۲,۷۶۰۴	- ۶۶۵,۰۴۲۶
	باکلان	کبک	۲۲۲۲,۷۶۹۰(*)	۵۵۹,۵۳۸۰۵	.۰۰۷	۶۸۸,۹۱۰۱	۳۷۵۶,۶۲۷۹
		عقاب	۲۱۹۸,۹۰۱۵(*)	۵۵۹,۵۳۸۰۵	.۰۰۷	۶۶۵,۰۴۲۶	۳۷۲۲,۷۶۰۴

8 - Buhler, U. Norheim, G. (1981). The mercury content in feathers of the Sparrow hawk *Accipiter nisus* in Norway, *Fauna norv. Set. C, Cinclus*, Vol, 5. pp: 43-46.

9 - Chyla, A., Lorenz, K., Chyla, M. A., (1999). Mercury level in feathers of sparrows from industrial and nonindustrial areas of Lower Silesia, Poland: toward a non-destructive bioindicator of environmental pollution. *Environmental Protection Engineering*, Vol. 25: 71-76.

10 - Furness, R.W. Hutton, M. (1980). Pollutant levels in the Great Skua *Cathameta skua*. *Environ. Pollut.*, Vol, 19. pp: 261-268.

11 - Furness, R.W. Muirhead, S. J. Woodburn, M. (1986). Using Bird Feathers to Measure Mercury in the Environment: Relationships between Mercury Content and Moults. *Mar.Pollut. Bull.*, Vol, 17, No, 1. pp: 27-30.

12 - Goede, A.A. de Bruin, M. (1984). The use of bird feather parts as a monitor for metal pollution. *Mar.Pollut. Bull.*, Vol, 8. pp: 281-298.

13 - Grandjean, P. (1976). Possible effect of lead on egg-shell thickness in kestrels 1874-1974. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, Vol, 16. pp: 101-106.

14 - Honda, K. Nasu, T. Tatsukawa, R. (1986). seasonal changes in mercury accumulation in the Black-eared Kite, *Milvus migrans lineatus*. *Environmental pollution*, Vol, 42. pp: 325-334.

15 - Honda, K. Marcovecchio, J.E. Kan, S. Tatsukawa, R. Ogi, H. (1990). Metal concentrations in pelagic seabirds from the north Pacific Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol, 19. pp: 704-711.

16 - Houserova, P. Kuban, V. Kracmar, S. Sitko, J. (2005). Total mercury and mercury species in birds and fish in an aquatic ecosystem in the Czech Republic. *Environmental pollution*, Vol, 145. pp: 185-94.

17 - Hughes, K.D. Ewins, P.J. Clark, K.E. (1997). A Comparison of mercury levels in feathers and eggs of Osprey (*Pandion haliaetus*) in the North American Great Lakes. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*, Vol, 33. pp: 441-452.

18 - Jensen, S. Johnels, A. G. Olsson, M. Westermark T. (1972). The avifauna of Sweden as indicators of environmental contamination with mercury and chlorinated hydrocarbons, *Proc. XV Int. Ornithol Congr. Leiden*. pp: 455-465.

19 - Johnels, A. G. Olsson, M. Westermark, T. (1968). *Esox lucius* and some other organisms as indicators of mercury contamination in Swedish lakes and rivers. *Bull. Off. int. epizootics*, Vol, 69. pp: 1439-1452.

20 - Johnels, A.G. Westermark, T. (1969). Mercury contamination of the environment in Sweden. In *Chemical Fallout*. (M. W. Miller

افزایش می‌یابد (Grandjean., 1976). میزان جیوه تجمع یافته در پر عقاب طلایی و کبک به صورت معنی داری از یکدیگر تفاوت نداشته که این امر احتمالاً با تغذیه این دو گونه ارتباط دارد به این صورت که کبک‌ها بیشتر از زمین‌های کشاورزی تغذیه نموده‌اند و تحت تأثیر سموم و سایر آلودگی‌های انسانی قرار گرفته، حال آنکه عقاب طلایی به دلیل گستردگی رژیم غذایی از موجوداتی که میزان جیوه کمتری داشته‌اند، استفاده نموده‌اند.

### تشکر و قدردانی

ضمن تشکر و قدردانی از خداوند یکتا به خاطر کلیه نعماتی که به اینجانب عطا نموده است از کلیه دوستانی که اینجانب را در تهیه این مقاله یاری نموده‌اند به خصوص جناب آقای علی وحدانی، مجتبی هادوی فر و وحید آقاداتی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

### منابع مورد استفاده

۱ - ذوالفقاری ق.، اسماعیلی ساری ع.، قاسم پوری س. م.، حسن زاده کیایی ب.، ۱۳۸۴: بررسی غلظت جیوه در پر ۳۷ گونه از پرندگان ایران: تأثیر استراتژی تغذیه، سطح تغذیه، جایگاه رده بندی. *مجله علوم دریایی ایران*، جلد ۴ (۳ و ۴): ۱-۱۱.

2 - Applequist, H. Drabaek, I. Asbirk, S. (1985). Variation in mercury content of guillemot feathers over 150 years. *Mar.Pollut. Bull.*, vol, 16. pp: 244-248.

3 - Bearhop, S. Waldron, S. Thompson, D. Furness R. (2000). Bio-amplification of Mercury in Great Skua *Catharacta skua* Chicks: The Influence of Trophic Status as Determined by Stable Isotope Signatures of Blood and Feathers. *Mar.Pollut. Bull.*, Vol, 40. pp: 181-185.

3 - Berg, W. JohneLS, A. Sjostrand, B. We5termark, T. (1966). Mercury content in feathers of Swedish birds from the past 100 years. *Oikos, Copenhagen*, Vol, 17. pp: 71-83.

4 - Borg, K. (1958). In *Proceedings of the Eight Nordiska Veterinarmotet, Helsingfors*, P. 394.

5 - Braune, B. M. Mallory, M.L. Gilchrist, H.G. Letcher, R.J. Drouillard, K G. (2007). Levels and trend of organochlorines and brominated flame retardants in Ivory Gull egg from the Canadian Arctic 1976-2004. *Science of the Total Environment*, Vol, 378. pp: 403-417.

6 - Braune, B. M. Outridge, P. M. Fisk, A.t. Muir, D.C.G. Helm, P.A. Hobbs, K. et al. (2005). Persistent organic pollutants and mercury in marine biota of the Canadian Arctic: an overview of spatial and temporal trends. *Science of the Total Environment*, Vol, 351. pp: 4-56.

7 - Buger, J. Gochfeld, D. (1993). Heavy Metal and Selenium Levels in feathers of young egrets and herons from Hong Kong and Szechuan, China. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*, Vol, 25. pp: 322-327.



& G. G. Berg, eds.) Thomas, Springfield.

21 - Kim, E.Y. Goto, R. Tanabe, S. Tanaka, H. Tutsukawa, R. (1998). Distribution of 14 elements in tissues and organs of oceanic seabirds. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Vol, 35. pp: 638-645.

22 - Kim, E. Murakami, T. Saeki, K. Tatsukawa, R. (1996). Mercury Level and its Chemical Form in Tissues and Organs of Seabirds. Environmental Contamination and Toxicology, Vol, 30. pp: 259-266.

23 - Lindberg, P. Mearns, R. (1982). Occurrence of mercury in feathers from Scottish Peregrines (Falco peregrinus). Bull. Environ. Contain. Toxicol, Vol, 28. pp: 181-185.

24 - Lindberg, P. Odsjo, T. (1983). Mercury levels in feathers of Peregrine Falcon Falco peregrinus compared with total mercury content in some of its prey species in Sweden. Environmental pollution, Vol, 5. pp: 297-318.

25 - Lock, J.W. Thompson, D.R. Furness, R.W. Bartle, J.A. (1992). Metal concentrations in seabirds of the New Zealand region. Environmental pollution, Vol, 27. pp: 259-300.

26 - McNab, B. K. (2003). Ecology shapes bird bioenergetics. Nature, Vol, 426967. pp: 620-621.

27 - Muirhead, S.J. (1985). Accumulation, storage and elimination of pollutants by great skuas Cathamcta skua and concentrations of metal in pelagic Atlantic seabirds. Unpubl. Ph.D. thesis, University of Glasgow.

Newman, M.C. Doubet, D.K. (1989). Size-dependence of mercury (II) accumulation Kinetics in the mosquitofish, *Gambusia affinis* (Baird and Girard). Arch. Environ. Contam. Toxicol. Vol 18(6), pp: 819-25.

28 - Nriagu, J.O. (1979). Global inventory of natural and anthropogenic emissions of trace metals to the atmosphere. Nature, Vol 279, pp: 409 – 411.

Solonen, T. Lodenius, M. (1984). Mercury in Finnish Sparrowhawks Accipiter nisus. Ornis Fenn, Vol, 61. pp: 58-63.

29 - Thompsona, D.R. Bearhopa, S. Speakmanb, J.R. Furness, R.W. (1998). Feathers as a means of monitoring mercury in seabirds: insights from stable isotope analysis. Environmental Pollution, Vol, 101. pp: 193-200.

30 - Veerle, J. Dauwe, T. Rianne, P. Lieven, B. Ronny, B. Marcel, E. (2004). The Importance of Exogenous Contamination on Heavy Metal Levels in Bird Feathers. A Field Experiment with Free living great tits, Parus major. Environmental. Monitoring, Vol, 6. pp: 356-360.

31 - Westermarck, T. Odsjo, T. Johnels, A.G. (1975). Mercury content of bird feathers before and after Swedish ban on alkyl mercury in agriculture. Ambio, Vol, 4. pp: 87-92.

32 - Zolfaghari, G.h. Esmaili-Sari, A. Ghasempouri, S.M. Faghizadeh, S. (2007). Evaluation of environmental and occupational exposure to mercury among Iranian dentists. Science of the Total Environment, vol, 381. pp: 59-67.

