نشریه دامپزشکی
در
پژوهش و سازندگی شماره ۱۰۸ پاییز ۱۳۹۴
DOI:10.22034/vj.2015.101785

بررسی میزان تجمیع 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 1392 تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه 1393
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 زنجیره‌ی 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 گونه روش‌ها 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 ppb ۲۷۱۰ و کمترین مقدار آن مربوط به کبک با میانگین ppb ۱۲۰ می باشد.

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 average120 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 معدني،عنصری وآلی)اغلب به صورت متیل(، در طبیعت وجود دارد،که هر سه شکل آن می تواند اثرات نامطلوبي بر سلامتي آبزیان، پرندگان و به تبع آن انسان داشته باشد. سمیت بالاي جیوه و افزایش این فلز در محیط زیست لزوم پایش مکاني و زماني این عنصر را ایجاب می‌کند. انتخاب گونه‌های زیستي نظیر پرندگان می‌تواند انتخاب مناسبي براي پایش آلودگی‌های محیط زیستي از جمله جیوه باشند. زیرا پرندگان از طریق مصرف آب و غذاي آلوده در معرض مواد شیمیایي گوناگون نظیر جیوه قرار می‌گیرند و همچنین اکولوژي، فیزیولوژي و رفتار آنها به خوبي 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 پایش گره‌ای زیستی (Biomonitor) شناخته می‌شوند که با توجه به رویکردشان به موجود زنده از جایگاه خاصی برخوردار هستند. برای مثال براي تعیین غلظت جیوه در بدن پرندگان به طور کلي از بافت‌های پر، کبد، کلیه و عضله استفاده می شود که برای اغلب بافتها نیاز کشتن پرنده است (Thompsona et al., 1998). با توجه به اهمیت حفاظتی موجودات زنده، در میان روش‌های گوناگون پایش زیستی نیز اولویت‌هایي 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 100ساله 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 6 الی 10 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 پنگوئنها در گرینلند و ایسلند، با بررسي نمونه‌های موجود در موزه، تغییرات 150 ساله‌ی میزان غلظت جیوه مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه بر روی سنین تروفه ها 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، احتمال سطوح جیوه در بافت‌های بدن مابین پرریزی ها تغییر می یابد. در عین حال پرندگان می‌بایست برای دفع جیوه به طور متناوب روش‌های دیگری همچون دفع از طریق کلیه ها را استفاده کنند. تعداد بی شماری از پژوهشگران میزان جیوه در پر پرندگان را برای ارائه میزان آلودگی جیوه در محیط زیست استفاده

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

تجمع جیوه ممکن است در سراسر زنجیره‌ی غذایی اتفاق بیفتد، و پرندگان در سطوح غذایی بالاتر، تجمع غلظت جیوه بیشتری را نسبت به کلیه‌ی حیوانات در سطوح پایین‌تر نشان دهند. پرها، عموماً محتوی غلظت جیوه بیشتری نسبت به سایر اندام‌های بدن هستند (Westermark et al., 1975; Muirhead, 1985). معمولاً غلظت جیوه کل بدن و یا کل پرهای بدن(پروبال) مورد بررسي قرار می‌گیرد. اگر چه تعدادی از پژوهش ها، غلظت فلزات مختلف را بین قسمت‌های گوناگون هر پر بررسی کرده است (Berg et al., 1966; Goede & de Bruin, 1984).

اغلب اوقات بیان می‌شود 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). این امر، در حقیقت، غلظت جیوه در رژیم غذایی در زمان رشد پر را انعکاس می‌دهد (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 می‌توان به مطالعه (Zolfaghari et al., 2007)، اشاره کرد. در مطالعه مذکور، 77 گونه از پرنده‌های تاکسیدرمی شده موزه دانشگاه تربیت مدرس مورد بررسي قرار گرفت و اختلاف معنی داری در میزان غلظت جیوه شاه‌پرهای اولیه و شاه‌پرهای دمی7 گونه از پرندگان بررسی شد.

هدف از این بررسي تعیین میزان تجمع زیستي جیوه در عقاب طلایي *(Aquila chrysaetos)* کبک معمولي *(Perdrix chukar)* و باکلان بزرگ *(Phalacrocorax carbo)* با تکیه بر اکولوژي تغذیه مي باشد.

مواد و روش ها

جمع آوری و آماده‌سازی مقدماتی نمونه‌ها

جهت انجام مطالعات، از نمونه پرهای سه گونه پرنده شامل کبک، عقاب طلايي، باکلان که به ترتیب در سه سطح غذايي دانه خوار، گوشتخوارو ماهی خوار قرار دارند، استفاده شد. تلاش شد نمونه برداري از پرندگان آسیب دیده، در حال مداوا و یا از طریق زنده گيري انجام شود. از هر گونه حداقل 10 و حداکثر 15 قطعه نمونه گيري (4 نمونه از کبک و عقاب و 5 نمونه از باکلان، با توجه به محدودیت ها آنالیز گردید) پر صورت پذیرفت. نمونه‌ها به وسیله پاکت‌های کاغذی (جهت جلوگیری از تماس نمونه‌ها) به تفکیک گونه پرنده کد گذاري و یادداشت برداری شده و سپس به آزمایشگاه منتقل شد. جهت زدودن آلودگی‌های خارجی نمونه پرهای 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 1390 و عقاب طلایی در سال1390 و1391 انجام گرفت.

منطقه مورد مطالعه

موقعیت جغرافیایی نمونه برداری برای باکلان، شمال کشور (تالاب میانکاله و تالاب فریدونکنار)، برای کبک استان خراسان شمالی و برای عقاب طلایی نمونه گیری از سراسر کشور به عمل آمد.

آنالیز عناصر مورد مطالعه

اندازه‌گیری جیوه توسط دستگاه آنالیز پیشرفته‌ی جیوه، مدل AMA254 ساخت شرکت آمریکایی LECO، بر اساس روش 6722-D استاندارد ASTM انجام شد. جهت انجام آزمایش ها نمونه پرها را خرد کرده به میزان 100-50 ميلي گرم از هر نمونه در ظرف نیکلی دستگاه قرار داده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات جمع‌آوری شده از پرسشنامه‌ها کد بندی شده و سپس با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS Ver: 17 و Excel 2007 آنالیز گردیدند. برای بررسی نرمال بودن آن‌ها، از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. از آنجا که نرمال بودن آماره‌ها 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 آزمون‌ها $P < 0/05$ و به عنوان اختلاف معنی‌داری در نظر گرفته شد.

نتایج

براساس نتایج بیشترین میانگین غلظت جیوه در سه گونه متفاوت از سه رژیم غذایی کاملاً متمایز که به صورت هدف دار برای مطالعه تعیین 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 3-1 و 3-2 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 احتمال به این علت است که جیوه بیشتر در اکوسیستم آبی تجمع دارد. در دوگونه 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 پرگونه های مورد مطالعه

گونه	میانگین (ppb)	کمینه (ppb)	بیشینه (ppb)
کبک معمولی	120	83	165
عقاب طلایی	167	79	370
باکلان بزرگ	2710	553	5661

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 گونه‌های معمول چندین عامل از قبیل تحلیل‌های ذیل می‌باشد.

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

. (Kim et al., 1996)

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 باکلن که در عرض‌های بالاتر زندگی می‌کنند غلظت‌های جیوه بیشتری را نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه در نتیجه رسوب اتمسفری نشان خواهند داد.

پرریزی فرآیندي است که پرهاي 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 متیلسیون بالاتر دارند از الگوي پر ریزي آهسته‌تری تبعیت می‌کنند. این نشان می‌دهد در پرندگان دریاي که به وسیله پرریزی و مکانیسم دمتیلسیون کنترل جیوه انجام می‌دهند، در صورتي که میزان جیوه بدن افزایش یابد به دلیل اختلاف در الگوي پرریزي و فرآیند دمتیلسیون امکان شرایط بحراني براي پرنده بیشتر می‌شود.

فلزات سنگین در ارگانیسم‌های زنده توسط میزان ورود و جذب به بدن، مکانیسم دفع و خروج، نرخ متابولیسم گونه و فرآیند سم زدایي کنترل می‌شود (Newman & Doubet, 1989). اختلاف در نرخ متابولیسم گونه‌ها جهت تشریح تغییرات جیوه ضروري 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 انرژي زيادي براي فعالیت و گرمایش بدن نیاز ندارند. لذا نرخ متابولیسم آنها نسبت به گونه‌هاي عرض‌های بالاتر پایین است. بنابر این می‌توان نتیجه گرفت نرخ متابولیسم باکلن بزرگ که گونه مهاجر از عرض‌های بالاتر است نسبت به عقاب طلايي و کبک معمولي که مهاجرت طولي ندارند و در عرض‌های پایین‌تر نسبت به باکلن بزرگ سپري 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 گونه‌ای 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 دریای که به طور غالب از خرچنگ تغذیه می‌کردند غلظت جیوه کمتری از گونه‌هایی که اسکوئید، ماهی و حیوانات مرده استفاده می کردند را نشان دادند. ذوالفقاری و همکاران)1384(غلظت جیوه را روی 37 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 0/073میلی گرم بر کیلوگرم تا 4/48 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 اک اک سیاه)اک اکیان(مربوط بود.همچنین بین گروه‌های مختلف سطوح تغذیه تفاوت معنی داری وجود داشت (P<0/001).

بر طبق موقعیت جغرافیایی، ماهی خواران)2/89 میلی گرم بر کیلوگرم(، سپس خرچنگ و ماهی خواران)1/93 میلی گرم بر کیلوگرم(بالاترین مقادیر جیوه و بی مهره خواران کمترین مقادیر جیوه را داشتند)0/85 میلی گرم بر کیلوگرم(و بین استراتژی تغذیه و غلظت‌های جیوه پر تفاوت معنی داری وجود داشت (P<0/001).

از بررسي میزان جیوه پر در پرندگان مطالعه شده اختلاف معنيداري در سطح 100درصد بین میزان جیوه باکلن با عقاب طلايي و کبک مشاهده می‌شود. در بین عقاب طلايي و کبک میزان غلظت جیوه در پر عقاب بالاتر از کبک معمولي می باشد. 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

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	- 23.8675	589.80489	.999	- 1640.6968	1592.9618
		باکلن	- 2222.7690)*(	559.53805	.007	- 3756.6279	- 688.9101
	عقاب	کبک	23.8675	589.80489	.999	- 1592.9618	1640.6968
		باکلن	- 2198.9015)*(	559.53805	.007	- 3732.7604	- 665.0426
	باکلن	کبک	2222.7690)*(	559.53805	.007	688.9101	3756.6279
		عقاب	2198.9015)*(	559.53805	.007	665.0426	3732.7604

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 نموده اند به خصوص جناب آقای علی وحدانی، مجتبی هادوی فر و وحید آقادادشی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع مورد استفاده

1 - ذوالفقاری ق.، اسماعیلی ساری ع.، قاسم پوری س. م.، حسن زاده کیابی ب.، 1384: بررسی غلظت جیوه در پر 37 گونه از پرندگان ایران: نیاز استراتژی تغذیه، سطح تغذیه، جایگاه رده بندی. مجله علوم دریایی ایران، جلد 4 (3 و 4):1-11.

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). Bioamplif cation of Mercury in Great Skua Catharacta skua Chicks: The Inf uence 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 f ame 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.

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 Engeneering, Vol. 25: 71-76.

10 - Furness, R.W. Hutton, M. (1980). Pollutant levels in the Great Skua Cathamcta 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 Moult. 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 eag-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. Marcoveccchio, J.E. Kan, S. Tatsukawa, R. Ogi, H. (1990). Metal concentrations in pelagic seabirds from the north pacif c 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 f sh 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 LakesArch. 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. epizooties,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

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

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 mosquitofsh, *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 eamissions 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 majer. Environmental. Monitoring, Vol, 6. pp: 356-360.

31 - Westermark, 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. Faghihzadeh, S. (2007). Evaluation of environmental and occupational exposure to mercury among Iranian dentists. Science of the Total Environment, vol, 381. pp: 59-67.