

تعیین سمیت سرب، کروم و آهن در بافت خوراکی پرنده چنگر در تالاب بین‌المللی گمیشان

مهدی حسن پور^{۱*}، علیرضا پورخباز^۲، قاسم رجائی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۷

۱- کارشناس ارشد محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست

۲- استادیار گروه محیط زیست دانشگاه بیرجند

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه بیرجند

*مسئول مکاتبات: مهدی حسن پور Mehdi.hassanpour@yahoo.com

چکیده

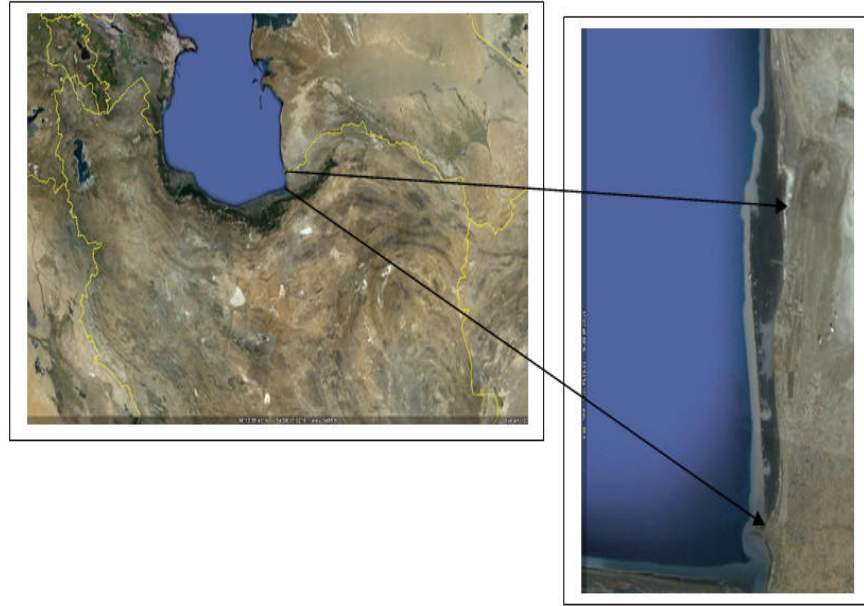
چنگر (*Fulica atra*) یک گونه از پرندگان آبی قابل شکار است که مورد توجه شکارچیان و جوامع بومی و محلی حاشیه تالابهای شمال ایران قرار دارد. در این تحقیق، تعداد ۳۰ قطعه پرنده چنگر (۱۵ نر و ۱۵ ماده) از تالاب بین‌المللی گمیشان در جنوب شرقی سواحل دریای خزر در زمستان ۱۳۸۸ نمونه‌برداری و سپس میزان فلزات سرب، کروم و آهن در بافت عضله سینه آنها با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین فلز سرب در جنس نر و ماده به ترتیب $1/24 \pm 0/3$ و $1/12 \pm 0/3$ ، کروم $0/15 \pm 0/08$ و $0/14 \pm 0/07$ و میانگین غلظت آهن $55/5 \pm 18/4$ و $54/5 \pm 19/04$ میکروگرم بر گرم وزن تر بود و بین دو جنس اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید ($P > 0/05$). بیشترین غلظت فلزات سنگین سرب، کروم و آهن در جنس نر و ماده به ترتیب $1/89$ ، $0/33$ و $99/8$ میکروگرم بر گرم وزن تر اندازه‌گیری گردید. بین این سه عنصر در بافت عضله همبستگی پائینی وجود داشت. نتایج این تحقیق با استاندارد پیشنهادی از سوی دیگر محققین مقایسه شد. مشخص گردید که غلظت‌های عنصر سرب، کروم و آهن در بافت عضله سینه چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان پایین‌تر از حد سمی بود.

واژگان کلیدی: آهن، دریای خزر، چنگر، سرب، کروم

امروزه بحث آلودگی ناشی از فلزات سنگین به دلیل تجمع زیستی که در اکوسیستم‌های آبی دارند یک نگرانی عمده برای جوامع انسانی تلقی می‌گردد (برگر و گوچفلد، ۲۰۰۰). چرا که فلزات سنگین بر خلاف بیشتر آلاینده‌های آلی معمولاً توسط تجزیه‌کنندگان زیستی تجزیه نمی‌شوند. ورود فلزات سنگین به اکوسیستم‌های آبی از طرق طبیعی و غیر طبیعی است. پوسته زمین حاوی مقادیر زیادی از این عناصر است و از طرفی فعالیت‌های بشری از قبیل صنعت، کشاورزی، فاضلابها و روانابهای سطحی شهرها قادرند مقادیر زیادی از این فلزات را وارد محیط زیست نمایند (فورستر و ویتمان، ۱۹۸۳). پرندگان در پایش سلامت زیستگاه‌ها مورد توجه محققان زیادی قرار گرفته است و دلیل آن این است که توزیع گسترده و جایگاه بالائی در زنجیره غذایی دارند (کیم و همکاران، ۲۰۰۷؛ موالی، ۲۰۰۰). تجمع و نگهداری سطوح بالای فلزات در بافتهای پرندگان به اثبات رسیده است (اسچیوهومر، ۱۹۸۷). فرآیندهای فیزیولوژیکی و زیستی متعددی از قبیل عادات غذایی، رشد و نمو، بلوغ، مرحله تولید مثل، پرریزی و مهاجرت در پرندگان تحت تأثیر آلودگی ناشی از فلزات سنگین قرار می‌گیرد (هندا و همکاران، ۱۹۸۶). آلاینده‌های فلزات سنگین اثرات جبران‌ناپذیری بر تعادل اکولوژیکی اکوسیستم‌ها وارد می‌کند و از طرفی با آلوده نمودن موجودات قادرند بیماری‌ها و یا فلزات سمی را به مردمی که از آنها مصرف می‌کنند انتقال دهند. سرب به عنوان عنصر سمی غیر ضروری در سرتاسر اکوسیستم‌ها شایع است و پراکندگی زیادی دارد (اسچیوهومر، ۱۹۸۷). فلز سمی سرب هم در محیط طبیعی و هم محیط آزمایشگاهی می‌تواند اثرات مضری بر روی سیستم‌های فیزیولوژیکی گوناگون به انضمام سیستم‌های غدد درون ریز در پرندگان داشته باشند (مارتین و همکاران، ۲۰۰۳). سرب موجود در بنزین، فاضلاب خروجی صنایع، پسماندها، گلوله‌های سربی شکارچیان و شناورهای سربی ماهیگیران از جمله منابع آلاینده سرب تلقی می‌شود که پرندگان را تحت تأثیر قرار داده است (اسچیوهومر و نوریس، ۱۹۹۶). آهن به عنوان یک فلز سنگین در زمره میکرونوترینت‌های زیستی ضروری است که برای رشد و نمو بسیاری از موجودات لازم است. تجمع این میکرونوترینت در بافتهای مختلف بدن پرندگان در غلظت‌های بالاتر از حد مجاز می‌تواند سمی باشد و سلامت عمومی آنها را به خطر بیندازد (سوندا، ۱۹۸۹). چنگر (*Fulica atra*) یک گونه از پرندگان بومی آبی تالاب بین‌المللی گمیشان است که پس از شکار شدن توسط جوامع بومی و حاشیه نشین این تالاب مورد تغذیه قرار می‌گیرد. هدف از این مطالعه ۱- تعیین غلظت‌های فلزات سرب، کروم و آهن در بافت خوراکی عضله سینه پرندۀ آبی چنگر در تالاب بین‌المللی گمیشان ۲- تعیین همبستگی بین غلظت‌های فلزات سرب و آهن در بافت خوراکی عضله سینه و ۳- مقایسه غلظتهای این عناصر با مقادیر استانداردهای جهانی بود.

مواد و روش‌ها

تالاب بین‌المللی گمیشان با موقعیت جغرافیائی $54^{\circ} 58' 53''$ و حداقل $34^{\circ} 54' 53''$ طول شرقی و حداکثر $2^{\circ} 37'$ و حداقل $09^{\circ} 37'$ عرض شمالی در شمال ایران و جنوب شرقی دریای خزر واقع شده است. مساحت کل این تالاب حدود ۲۰۰۰۰ هکتار بوده و عمده جریانات آبی که تغذیه کننده تالاب می‌باشد، دریای خزر است که با نوسانات این دریا آب از آبراه‌های متصل به دریا سرریز کرده و این تالاب را تغذیه می‌کند. این تالاب با دریای خزر ارتباط تنگاتنگی دارد. در حقیقت باریکه کوچک و نواری شکلی از شن‌زارهای ساحلی، تالاب بین‌المللی گمیشان را از دریا جدا می‌سازد. نيزارهای انبوهی این مرزبندی را تا حدودی وسیع‌تر و عریض‌تر نموده است و در چندین نقطه کانال ورودی و تبادل آب دریا به تالاب وجود دارد. رودخانه اترک تعیین کننده مرز شمالی تالاب است که در خاک ترکمنستان قرار دارد و مرز جنوبی این تالاب نیز به رودخانه حفاظت شده گرگانرود منتهی می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت تالاب بین‌المللی گمیشان

این تالاب تحت پوشش کنوانسیون رامسر بوده و به دلیل داشتن شرایط اکولوژیکی ویژه، دارای تنوع زیستی بالایی است و زیستگاه شمار زیادی از موجودات زنده از جمله گیاهان آبی و حاشیه‌ای، دوزیستان، ماهیان، خزندگان، پرندگان بومی و مهاجر و پستانداران می‌باشد و این امر آن را به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین تالاب‌های بین‌المللی کشور مبدل ساخته است. بر اساس تقسیمات یونسکو و فائو آب و هوای این منطقه، مدیترانه‌ای گرم با تابستان‌های خشک و گرم و زمستان‌های ملایم است. ارقام تبخیر سالیانه حدود ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ میلی‌متر در سال بوده و دمای منطقه گاهی به صفر درجه می‌رسد. حداکثر دمای سالیانه نیز حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است (مهرداد، ۱۳۷۸). در این تحقیق، تعداد ۳۰ قطعه پرنده چنگر (۱۵ قطعه نر و ۱۵ قطعه ماده) با مجوز رسمی از سازمان حفاظت محیط زیست ایران از تالاب بین‌المللی گمیشان به طور تصادفی طی زمستان ۱۳۸۸ تهیه شد (شکل ۲).



شکل ۲- پرنده چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان

تعیین سمیت سرب، کروم و آهن در بافت خوراکی پرنده چنگر در تالاب بین‌المللی گمیشان

پرندگان درون پلاستیک‌های تمیز قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها بعد از زیست‌سنجی، کالبدشکافی شدند و بافت عضله سینه آنها به دقت خارج و درون کیسه‌های پلاستیکی عاری از آلودگی قرار گرفته و تا زمان آماده‌سازی در دمای منفی ۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. نحوه انجام آزمایش به شرح روش پیشنهادی کتاب (AOAC، ۲۰۰۰) بوده که برای آنالیز مواد غذایی به منظور تعیین عناصر جزئی توصیه شده است. آماده‌سازی نمونه‌ها، به روش خاکستر خشک^۲ انجام گرفت. در ابتدا ۵ گرم از هر بافت (عضله سینه) را با کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن کرده و در داخل فور در حرارت بین ۸۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته تا رطوبت آن کاهش یابد. هر نمونه انتخابی را درون بوته چینی قرار داده و به مدت ۲-۱ ساعت در درجه حرارت ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون گذاشته تا رطوبت خود را کاملاً^۱ از دست داده و خشک شدند. نمونه‌ها به کوره سرد منتقل و درجه حرارت به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. مدت زمان قرار دادن بوته چینی در داخل کوره ۲۴ ساعت بود. سپس ۴ میلی لیتر اسید نیتریک و ۱۰ میلی لیتر اسید کلریک در فرآیندهای جداگانه به نمونه‌های خاکستر اضافه و سپس روی صفحه داغ^۳ قرار داده تا هضم اسیدی کامل گردد. محلول‌ها را پس از سرد کردن به حجم ۱۰ سی سی رسانده، از کاغذ صافی عبور و سپس توسط بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری با HCL ۱ نرمال به حجم رسانده شدند. سرانجام، محلول‌های موجود در بالن ژوژه را در بطری‌های پلاستیکی دربدار ریخته و کدگذاری شدند. برای اندازه‌گیری میزان فلزات سرب و آهن از دستگاه جذب اتمی مدل (Thermo Model ۹۷GFS) استفاده گردید. غلظت‌های این فلزات در بافت عضله سینه چنگر بر حسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر ارزیابی شد.

برای محاسبه مقدار فلز مورد نظر در نمونه‌ها بر حسب ppm از فرمول زیر استفاده گردید (کورپوریشن، ۱۹۹۲).

$$M = \frac{C \times V}{W}$$

M: مقدار فلز موجود در نمونه بر حسب ppm.

C: غلظت فلز مورد نظر در نمونه بر حسب میلی‌گرم در لیتر که با استفاده از دستگاه جذب اتمی از منحنی کالیبراسیون یا روش افزایش استاندارد بدست می‌آید.

V: حجم نهایی نمونه بر حسب میلی‌لیتر

W: وزن نمونه جهت آماده‌سازی بر حسب گرم

در این پژوهش، مقایسه داده‌های مربوط به بافت عضله سینه پرنده چنگر نر و ماده با استفاده از آزمون t استیودنت در سطح معنی‌دار $\alpha = 0/05$ و همبستگی میان غلظت این دو فلز در بافت عضله سینه با استفاده از همبستگی پیرسون انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از بسته نرم افزاری SPSS ۱۷ انجام گرفت.

1- ASSOCIATED OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY, 2000
2 - DRYING ASHING
3 - HOT PLATE

نتایج

نتایج حاصله از زیست سنجی پرنده چنگر در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج حاصل از زیست سنجی چنگر (تعداد = ۳۰)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
طول کل (سانتی متر)	۴۲/۰۷	۲/۰۴	۳۹	۴۶
طول بال (سانتی متر)	۲۰/۶۷	۱/۲۱	۱۸/۵	۲۵
طول دم (سانتی متر)	۶/۰۲	۰/۵۷	۴/۸	۷/۱
طول تارسوس (سانتی متر)	۶/۹۰	۰/۳۵	۶/۲	۷/۸
طول منقار (سانتی متر)	۲/۴۰	۰/۱۳	۲/۱	۲/۷
وزن (گرم)	۶۹۹/۵۰	۱۲۵/۴۳	۴۵۰	۹۲۵

در بافت عضله سینه چنگرهای نر و ماده میانگین غلظت سرب به ترتیب $۰/۳ \pm ۱/۲۴$ و $۰/۳ \pm ۱/۱۲$ ، میانگین غلظت کروم $۰/۱۵ \pm ۰/۰۸$ و $۰/۱۴ \pm ۰/۰۷$ و میانگین غلظت آهن نیز به ترتیب $۱۸/۴ \pm ۵۵/۵$ و $۱۹/۰۴ \pm ۵۴/۵$ به دست آمد. بیشترین غلظت به دست آمده سرب، کروم و آهن در عضله سینه چنگرها به ترتیب $(۰/۳۳, ۱/۸۹)$ و $۹۹/۸$ میکروگرم بر گرم وزن تر) و کمترین غلظت این فلزات به ترتیب $(۰/۶۷, ۰/۰۲)$ و $۲۹/۳۳$ میکروگرم بر گرم وزن تر) بود (جدول ۲).

جدول ۲- غلظت سرب، کروم و آهن در بافت عضله سینه چنگر در تالاب بین‌المللی گمیشان (میکروگرم بر گرم وزن تر)

عنصر	نر (۱۵ عدد)	ماده (۱۵ عدد)	P	دامنه	ضریب تغییرات
سرب	$۱/۲۴ \pm ۰/۰۳$	$۱/۱۲ \pm ۱/۳$	۰/۳	$۰/۶۷ - ۱/۸۹$	۲۶
کروم	$۰/۱۵ \pm ۰/۰۸$	$۰/۱۴ \pm ۰/۰۷$	۰/۶	$۰/۰۲ - ۰/۳$	۴۹
آهن	$۵۵/۵ \pm ۱۸/۴$	$۵۴/۵ \pm ۱۹/۴$	۰/۸	$۲۹/۳ - ۹۹/۸$	۳۳

نتایج نشان داد که بین مقادیر سرب، کروم و آهن در عضله سینه چنگر جنس نر با ماده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > ۰/۰۵$) (جدول ۲).

در بررسی همبستگی میان عناصر سرب، کروم و آهن (جدول ۳) در عضله سینه پرنده چنگر، بین هریک از فلزات همبستگی پائینی وجود داشت.

تعیین سمیت سرب، کروم و آهن در بافت خوراکی پرنده چنگر در تالاب بین‌المللی گمیشان

جدول ۳- ضریب همبستگی بین پارامترها در نمونه‌های عضله سینه پرنده چنگر

تعداد نمونه = ۳۰	سرب	کروم	آهن
سرب	۱	۰/۱۵	۰/۱۳
کروم		۱	-۰/۲۴
آهن			۱

بحث

میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، کروم و آهن در نمونه‌های عضله سینه ۳۰ قطعه پرنده وحشی چنگر (صرفنظر از جنسیت) در تالاب بین‌المللی گمیشان با استانداردهای ارائه شده جهانی مقایسه شد. نتایج نشان داد که مقادیر اندازه‌گیری شده این فلزات سنگین زیر حد استانداردهای توصیه شده است (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین کل غلظت عناصر سنگین سرب و آهن در بافت عضله سینه چنگر با استانداردهای جهانی بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر (ppm)

عنصر	استاندارد پیشنهادی پرندگان دریایی	پرنده چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان
سرب	<۲ (کلارک و اسپجیوهومر، ۲۰۰۳)	۱/۱۸
کروم	۱ (کالو، ۱۹۹۸)	۰/۱۵
آهن	۵۰۰-۱۰۰ (کالو، ۱۹۹۸)	۵۴/۹۷

نتایج نشان داد که غلظت فلز آهن در بافت عضله سینه پرندگان نر و ماده به مراتب بیشتر از فلز سرب و کروم است. عنصر سرب یکی از عناصر سمی و سنگین تلقی شده و تاکنون هیچ گونه عملکرد زیستی برای آن گزارش نشده است. از طرفی فلز آهن یک ریز مغذی ضروری بوده و در تعدادی از پروتئین‌های مهم زیستی از قبیل هموگلوبین‌ها و سیتوکروم‌ها وجود دارد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). ضریب تغییرات (CV%)، بیانگر تغییرات میانگین غلظت فلزات در بافت‌های مختلف پرنده است. این شاخص می‌تواند توانایی پرنده را در تنظیم سطح غلظت عناصر در اندامها یا بافت‌های ویژه آشکار نماید. درصد بالای ضریب تغییرات نشان از توانایی تنظیم ناکافی بدن نسبت به سطح عناصر بوده و سبب اثرات کلیوی و کبدی به دلیل افزایش باند شدن فلزات در این اندامها می‌گردد (وان ادن، ۲۰۰۳ آ) در مطالعه حاضر درصد تغییرات میانگین فلزات سرب و آهن در عضله سینه پرنده چنگر کمتر از ۴۹٪ بود (جدول ۲).

در تحلیل همبستگی فلزات مورد مطالعه در عضله سینه پرنده چنگر، بین فلز ضروری آهن با فلز غیر ضروری سرب و همچنین فلز سرب با کروم همبستگی مثبت و پائینی وجود داشت. به طور کلی، همبستگی بین فلزات اغلب به دلیل فعالیت‌های مشابه متابولیکی شامل اتصال فلز - پروتئین مانند متالوتیونین‌ها است (پرز لویز و همکاران، ۲۰۰۸). تحقیقات متعدد نشان داده است که اگر متابولیسم فلزات ضروری مشابه فلزات غیر ضروری باشد اثرات متقابلی بین آنها رخ می‌دهد. ارتباط بین سرب و کادمیوم با غلظت روی در بافت‌های یک گونه کبوترسان (*Columba livia*) و گونه‌های جغد و پرندگان دریایی در شمال شرقی سبیری گزارش شده است (نیم و لی، ۲۰۰۶؛ کیم و همکاران، ۲۰۰۸). فلز سرب پاسخگوی سمیت حاد پرندگان ساحلی می‌باشد (بول و همکاران، ۱۹۸۳). غلظت سرب نرمال در بافت‌های پرنده ۲

میکروگرم بر گرم وزن تر گزارش شده است (کلارک و اسپوهورمر، ۲۰۰۳). تاثیر زیستگاه و رژیم غذایی در میزان تجمع فلزات در بافتهای پرندگان مطالعه شده است (وان ادن، ۲۰۰۳ ب؛ هرناوندز و همکاران، ۱۹۹۹). از طرفی تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد که تالاب بین‌المللی گمیشان تحت تاثیر آلودگی‌های ناشی از فاضلاب شهری و رواناب‌های سطحی، عبور و مرور قایق‌های موتوری در فصول صید ماهیان، پوک‌ه فشنگ و سرب ناشی از فعالیت شکارچیان پرندگان آبی، آفت‌کش‌ها شامل ترکیبات فلزی و کودهای شیمیایی حاوی سرب در صنایع کشاورزی و فاضلاب صنایع مختلف قرار گرفته است (طبری و همکاران، ۲۰۱۰؛ سعد و همکاران ۱۹۹۴). چنگر به عنوان یک گونه از پرندگان آبی این تالاب به احتمال قوی در معرض سمیت حاد فلزات به ویژه سرب ناشی از فعالیت‌های انسان ساخت قرار گرفته است. رسوبات در بیشتر موارد مخزن اصلی فلزات بوده و بیش از ۹۹ درصد از مقادیر فلزات سیستم‌های آبی در رسوب نگهداری می‌شوند (اودیت، ۱۹۹۹). از طرفی، چنگر از بنتوزها (موجودات کفزی) و بی‌مهرگان آبی موجود در بستر رسوب که میزان فراوانی از فلزات را در خود دارد تغذیه می‌کنند. به نظر می‌رسد که غذا و محدوده جغرافیایی عامل انباشت این فلزات در بافت‌های عضله سینه چنگر بوده باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصله نشان داد که در زمان انجام این تحقیق غلظت فلزات سرب، کروم و آهن در بافت عضله سینه پرنده چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان پایین تر از حد سمی می‌باشد.

منابع

- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست، انتشارات نقش مهر. صص ۴۰ و ۹۳.
- مهرداد، م.، ۱۳۷۸. انجام بررسی‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی درباره تالاب گمیشان و تاثیرات مثبت و یا منفی مردم بر آن، ضمن ارائه شیوه‌های کاربری منطقی از این تالاب. پایان‌نامه کارشناسی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال. صص ۳۲-۴ و ۹۶-۶۵.
- AOAC, 2000. 17th Ed W. Hurwitz, Association of Official Analytical Chemists.
- Bull, K.R., Every, W.J., Freestone, P., Hall, J.R., Osborn, D., Cooke, A.S., and Stowe, T., 1983. Alkyl lead pollution and bird mortalities on the Mersey Estuary UK. Environ pollut. 31:239-259.
- Burger, J., and Gochfeld, M., 2000. Metals in Laysan Albatrosses from Midway Atoll. Arch Environ Contam Toxicol. 38: 254-259.
- Calow, P., 1998. Handbook of ecotoxicology. Imprint: oxford, Blackwell.
- Clark, A.J., and Scheuhammer, A.M., 2003. Lead poisoning in up-land-foraging Birds of Prey in Canada. Ecotoxicology. 12:23-30.
- Corporation, S., 1993. Atomic Absorption. First Edition. Tokyo, Japan. p 670.
- Forstner, U. and Wittmann, G.T.W., 1983. Metal pollution in the aquatic environment. Springer-Verlag, Berlin, pp. 30-61.
- Hernandez, L.M., Gomara, B., Fernandez, M., Jimenez, B., Gonzalez, M.J., Baos, R., Hiraldo, F., Ferrer, M., Benito, V., Suner, M.A., Devesa, V., Munoz, O., and Montoro, R., 1999. Accumulation of heavy metals and As in wetland birds in the area around Donana National Park affected by the Aznalcollar toxic spill. Sci. Tot. Environ. 242: 293-308.
- Honda, K., Min, B.Y., Tatsukawa, R., 1986. Organ and tissue distribution of heavy metals, and age-related changes in the Eastern Great White Egret *Egretta alba modesta* in the Korea. Arch Environ Contam Toxicol. 15: 185-197.
- Kim, J., Lee, H., and Koo, T., 2008. Heavy metal concentrations in three owl species from Korea. Ecotoxicology. 17:21-28.
- Kim, J., Park, S., and Koo, T., 2007. Lead and cadmium concentrations in shorebirds from the Yeongjong Island, Korea Environ Monit Assess. 134: 355-361.
- Martin, M.B., Reiter, R., Pham, T., Avellanet, Y.R., Camara, J., Lahm, M., Pentecost, E., Pratap, K., Gilmore, B.A., Divekar, S., Dagata, R.S., Bull, J.L., and Stocia, A., 2003. Estrogen-like activity of metals in MCF-7 breast cancer cells. Endocrinology. 144: 2425-2436.
- Movalli, P.A., 2000. Heavy metal and other residues in feathers of laggar falcon *Falco biarmicus* jagger from six districts of Pakistan. Environ. Pollut. 109: 267-275.
- Nam, D-H., and Lee, D-P., 2006. Reproductive effects of heavy metal accumulation on breeding feral pigeons (*Columba livia*). Sci Total Environ. 366: 682-687.
- Odiete, W.O., 1999. Environmental Physiology of animals and pollution Diversified resources Ltd Lagos. Pp. 261.
- Perez-Lopez, M., Hermoso, D.E., Mendoza, M., Lopez Beceiro, A., and Rodriguez, F. S., 2008. Heavy metal (Cd, Pb, Zn) and metalloid (As) content in raptor species from Galicia (NW Spain). Ecotoxicology and Environmental Safety. 70: 154-162.
- Saad, M.A.H., Amuzu, A.T., Biney, C., Calamar, D., Imerbore, A.M., and Naeve Ochumba, P.B.O., 1994. Domestic and industrial organic loads. In the review of pollution in the African aquatic environment. CIFA Technical 25: 23-31.
- Scheuhammer, A.M., and Norris, S.L., 1996. The ecotoxicology of lead shot and lead fishing weights. Ecotoxicology. 5: 279-295.
- Scheuhammer, A.M. 1987., The chronic toxicity aluminium, cadmium, mercury and lead in birds: a review. Environ Pollut. 46:263-295.
- Sunda, W.G., 1989. Trace metal interactions with marine phyto-plankton. Biology of Oceanography. 6: 411-442.

- Tabari, S., Saeedi Saravi, S. S., Bandany, GH. A., Dehghan, A., and Shokrzadeh, M., 2010. Heavy metal (Zn, Pb, Cd, and Cr) in fish, water and sediments sampled from Southeast Caspian Sea in Iran. *Toxicology and Industrial Health*. 26 (10): 694-656.
- Van Eeden, P.H., 2003 a. Metal concentrations in selected organs and tissues of five Red-knobbed Coot (*Fulica cristata*) populations. *Water SA* Vol. 29 No 3.
- Van Eeden, P.H., 2003 b. Seasonal change in metal concentrations in selected tissues of the Red-knobbed Coot, *Fulica cristata*, from a metal-polluted wetland. *Water SA*. 29: 91-99.