پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و یکم ویژه نامه ۱ اسفند سال ۱۳۹۰ (۱۹۴-۱۸۴)

اندازه گیری فلزات سنگین در آب، رسوب و پرنده وحشی چنگر در حاشیه جنوب شرقی دریای خزر

مهدی حسن پور[۱]
علی رضا پورخباز[۲]
رسول قربانی[۳]

چکیده

سابقه و هدف: چنگر اوراسیاسی (Common coot) یک پرنده آبزی و بومی ایران می‌باشد و پیش‌بینی می‌شود که شاخص خوبی برای فلزات در تالاب‌های شمال ایران باشد. این فرضیه بر روی نمونه‌های آب، رسوب و ۳۰ قطعه چنگر انجام گرفت. هدف از این تحقیق دسترسی به تعیین غلظت عناصر سنگین سرب، کادمیوم، کروم و روی در آب، رسوبات سطحی و بافت های کبد و کلیه پرنده چنگر بود.

مواد و روش‌ها: نمونه‌های آب توسط بطری روتنر و نمونه‌های رسوبات سطحی به‌وسیله اکمن گراب در ۶ ایستگاه تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان تهیه شد. نمونه‌های پرنده در زمستان ۱۳۸۸ جمع‌آوری شدند. غلظت فلزات مورد مطالعه در بافت های چنگر، آب و رسوب با استفاده از دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی و شعله قرائت گردید.

یافته‌ها : بیشترین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های آب متعلق به سرب (۰/۰۲ ± ۰/۱۵۴) و نمونه‌های رسوبات متعلق به روی (۰/۴۲ mg/L ± ۲/۰۴) است. در بررسی رابطه بین مقادیر فلزات در ستون آب و رسوبات مشخص گردید که همبستگی بالا و معنی داری در سطح ۰/۰۱ بین آن‌ها وجود دارد. غلظت‌های سرب، کادمیوم و روی در آب و رسوبات در حد استاندارد توصیه شده بود. اما غلظت کروم در آب بالاتر از مقدار استاندارد قابل تحمل بود. بیشترین غلظت کادمیوم و سرب در کبد (۹/۲،۱/۲) و در کلیه (µg/g ۲/۱، ۸/۹) نمونه‌های چنگر نشان داد. در بین فلزات بیشترین غلظت متعلق به فلز روی با مقدار g/g ۲ ۷/۲۴ ± ۱۴/۹۴ در کبد و کمترین غلظت متعلق به فلز کروم با مقدار µg/g ۰/۵۶ ± ۰/۷۶ درکلیه‌ها بود. نتایج آماری ثابت نمود که بین مقادیر سرب، کادمیوم، کروم و روی در هر یک از بافت‌های کبد و کلیه چنگر نر با ماده اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. همچنین بین مقادیر عناصر در کبد و کلیه چنگرها (بدون در نظر گرفتن جنسیت) اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.

استنتاج: نتایج نشان می‌دهد که غلظت عنصر سرب در بافت‌های کبد و کلیه پرنده چنگر در حد معرض تماس و کادمیوم در زیر حد سمی می‌باشد. سایر عناصر نیز بسیار پایین تر از حد سمی است

واژه‌های کلیدی: تالاب، چنگر، فلزات سنگین، رسوب، آب، دریای خزر

مقدمه

آلودگی ناشی از فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی و محیط‌های زیست دریایی به دلیل انباشت زیستی آن‌ها توسط انسان یک نگرانی عمده است(۱). فلزات سنگین به‌طور طبیعی از طریق هوازدگی پوسته زمین و

مولف مسئول: علی رضا پورخباز– بیرجند: دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی، گروه محیط زیست E-mail: Apourkhabbaz@yahoo.com
۱. دانشجو کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲. گروه محیط، دانشکده کشاورزی، زیست دانشگاه بیرجند
۳. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت : ۹۰/۶/۲۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۹۰/۹/۶ تاریخ تصویب : ۹۰/۱۱/۱۲

Archive of SID
www.SID.ir

نهشت‌های اتمسفری وارد محیط‌های زیست دریایی می‌شوند. علاوه بر این بیش از گذشت چندین دهه استفاده فزاینده فلزات در فعالیت‌های انسانی در بخش صنعت و کشاورزی و همچنین دفع فاضلاب‌ها، روان آب‌های سطحی شهرهای بزرگ و کوچک مقادیر زیادی از این عناصر را در چندین برابر حد مجاز پایداری وارد اکوسیستم‌های آبی نموده و این آلاینده در بستر رسوب می‌نمایند(۲). از آن جایی که رسوبات و آب در سیستم‌های آبی به آلاینده‌های فلزات سنگین خیلی حساسند و افزایش تدریجی آن‌ها در محیط زیست دریایی خطر جدی و مسأله مهمی محسوب می‌شود، لذا رسوبات برای پالایش آلاینده‌ها اندیکاتور حساسی هستند. در واقع رسوبات تاریخچه تغییرات کیفی سیستم‌های آبی را نمایان می‌کنند(۳). آلاینده‌های فلزات سنگین ممکن است اثرات مخربی بر تعادل اکولوژیکی دریافت‌کنندگان محیط و تنوع زیستی موجودات زنده آبزی داشته باشند. موجودات زنده دریایی فلزات را در غلظت‌هایی چند برابر میزان موجود در آب انباشت کرده و سبب بزرگ‌نمایی زیستی در موجودات می‌گردند. لذا آلوده شدن آن‌ها قادر است بیماری‌ها و یا فلزات سمی را به مردمی که از آن‌ها مصرف می‌کند انتقال دهد(۴). ترجیحاً انتخاب مؤلفه‌های بیولوژیکی از جمله پرندگان دریایی به دلیل توزیع گسترده‌شان و جایگاه بالایی که در زنجیره غذایی دارند می‌توانند به‌عنوان بایوانديکاتورها در پایش سلامتی اکوسیستم‌ها سودمند باشد وتغییرات آینده محیط زیست را پیشگویی کنند(۵،۶). پرندگان می‌توانند سطوح بالایی از فلزات را درون بافت‌های خود از جمله کبد و کلیه نگهداری کنند(۸،۷). در پرندگان فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیولوژیکی متعددی ممکن است تحت تأثیر آلودگی ناشی از فلزات سنگین قرار گیرد.

سرب و کادمیوم به‌عنوان فلزات سنگین آلاینده‌ای شایعی هستند که در سرتاسر اکوسیستم‌ها پراکنده شده‌اند. این دو عنصر هرچند که طبیعتاً در محیط‌های زیست دریایی حضور دارند اما جزء عناصر غیر ضروری می‌باشند که ظهور آن‌ها در رژیم غذایی می‌تواند برای مصرف‌کنندگان پرندگان دریایی سمی باشد(۷). فلزات سمی سرب و کادمیوم می‌توانند اثرات مضری بر روی سیستم‌های فیزیولوژیکی گوناگون به انضمام سیستم‌های غدد درون ریز در پرندگان هم در محیط طبیعی و آزمایشگاهی داشته باشند(۹). پرندگان درمعرض بسیاری از منابع آلاینده سرب قرار دارند از قبیل سرب موجود دربنزین، فاضلاب خروجی صنایع، پسماندها، گلوله‌های سربی شکارچیان و شناورهای سربی ماهیگیران(۱۰). کادمیوم به دلیل سمیت بالا و پایداری آن در غذا و در محیط زیست به‌عنوان یکی از خطرناکترین فلزات سنگین‌توصیف شده است. مطالعات متعددی غلظت‌های بالای کادمیوم را در بافت‌های برخی از پرندگان دریایی در مناطق مختلف جهان گزارش داده‌اند(۱۳-۱۱). اثرات سمی کادمیوم در پرندگان شامل کاهش تخم، آسیب کلیوی، آسیب بیضه‌ای و تغییر در پاسخ رفتاری است. فلزات سنگینی چون روی و کروم میکرونوترینت‌های ضروری هستند که برای رشد بسیاری از موجودات می‌باشند، اما در صورتی که بیش از غلظت‌های مجاز در بافت‌های پرندگان وحشی تجمع یابند سمی تلقی می‌شوند(۱۵،۱۴).

تالاب بین‌المللی گمیشان در موقعیت ۵۳ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و خلیج گرگان (پناهگاه حیات وحش میانکاله) نیز در موقعیت ۵۴ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی و۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه عرض شمالی در شمال ایران و جنوب شرقی دریای خزر واقع شده‌اند که از طریق ۳ رودخانه بزرگ اترک، گرگان رود و قره‌سو پذیرنده نهایی آلاینده‌های متعدد با منشاء طبیعی و انسان ساخت می‌باشند. این تالاب‌ها تحت پوشش کنوانسیون رامسر بوده و به دلیل داشتن شرایط اکولوژیکی ویژه، هرساله در فصول پاییز و زمستان میزبان شمار زیادی از انواع پرندگان آبزی و کنار آبزی زمستان گذار از جمله

Archive of SID
www.SID.ir

چنگر نیز می‌باشد. چنگر یک گونه از پرندگان بومی و مهاجر آبزی است که در زیستگاه‌های زمستان‌گذرانی خود پس از شکار شدن توسط جوامع بومی و حاشیه نشین این تالاب‌ها مورد تغذیه قرار می‌گیرد. هدف از این مطالعه تعیین ۱- غلظت‌های فلزات سنگین سرب کادمیوم، کروم و روی در ستون آب، رسوبات سطحی و بافت‌های کبد و کلیه پرنده آبزی چنگر (Common coot) در تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان(پناهگاه حیات وحش میانکاله) و مقایسه آن با استانداردهای توصیه شده و ۲- همبستگی بین غلظت‌های فلزات سنگین در ستون آب، رسوبات سطحی و ارتباط فلزات در هر بافت می‌باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق تعداد ۶ ایستگاه نمونه‌برداری براساس مکان تجمع پرندگان، مصب‌ها، مکان رویش گیاهان آبزی و حاشیه‌ی و محل ورود فاضلاب‌های ناشی از منابع مختلف آلاینده در جنوب شرقی دریای خزر (تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان) در زمستان ۱۳۸۸ انتخاب شد (تصویر شماره ۱). مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های انتخاب شده در جدول شماره ۱ آورده شده است.

تصویر شماره ۱: ایستگاه‌های نمونه برداری در جنوب شرقی دریای خزر

جدول شماره ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های انتخاب شد

ایستگاه	(E) طول شرقی	(N) عرض شمالی
۱	°۵۴ ،۰ ،۲	°۳۷ ،۹ ،۱۱
۲	°۵۳ ،۵۵ ،۵۵	°۳۷ ،۱۸ ،۴۱
۳	°۵۴ ،۰ ،۵۲	°۳۷ ،۴ ،۳۰
۴	°۵۴ ،۰ ،۱۱	°۳۶ ،۵۸ ،۴۵
۵	°۵۴ ،۱ ،۵۹	°۳۶ ،۴۹ ،۴۰
۶	°۵۳ ،۵۷ ،۱۷	°۳۶ ،۵۲ ،۴۷

نمونه‌برداری آب

درهر ایستگاه مورد مطالعه با استفاده از بطری روتنر نمونه‌های آب به میزان یک لیتر از سطح، عمق میانی و نزدیک بستر برای ۳ زمان (۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۴ بعد از ظهر) تهیه و جداگانه با هم ترکیب شدند. نمونه‌ها پس از عبور از کاغذ واتمن ۴۲، PH آن‌ها توسط اسید نیتریک ۱۰ در صد در حد۲ تنظیم و تا زمان آزمایش درون بطری‌های پلاستیکی و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند(۱۶).

نمونه‌برداری رسوب

نمونه‌های رسوب به‌وسیله اکمن گراب (Ekman grab) با سطح دهانه ۲۲۵ سانتی‌متر در ۶ ایستگاه تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان از ۲۰ سانتی‌متری سطح بستر تهیه شد. در محل هر ایستگاه ۳ نمونه از نقاط مختلف تهیه و جداگانه ادغام و سپس مقدار یک کیلوگرم آن درون بطری‌های پلاستیکی تمیز قرار گرفت و پس از ثبت مشخصات در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. مقدار ۵ گرم از رسوب خشک شده را توزین و در کوره با دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت نیم ساعت حرارت داده شد، سپس مقداری اسید کلریدریک (۱:۱) به آن افزوده و در بن ماری در حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار گرفت. بعد از صاف کردن، محتویات روی کاغذ صافی را طی سه مرحله تحت اثر اسید کلریدریک و اسید فلئوریک قرار داده و بعد در بن‌ماری تحت حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در پایان نمونه‌ها بعد از عبور از

Archive of SID

www.SID.ir

صافی با آب دو بار تقطیر به حجم ۵۰ سی‌سی رسانده و توسط دستگاه جذب اتمی میزان غلظت فلزات مورد نظر سنجیده شد(۱۷).

نمونه‌برداری چنگر

تعداد ۳۰ قطعه چنگر (۱۵ نر و ۱۵ماده) با مجوز رسمی از سازمان حفاظت محیط زیست ایران از تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان به طور تصادفی در ماه‌های دی و بهمن ۱۳۸۸ شکار گردیدند. پرنده‌ها درون پلاستیک‌های تمیز قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. بعد از بیومتری و وزن سنجی و ثبت مشخصات (جدول شماره ۲)، نمونه‌ها کالبد شکافی شد و بافت‌های کبد و کلیه آن‌ها به دقت خارج و درون کیسه‌های پلاستیکی عاری از آلودگی قرار گرفته و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آماده‌سازی نمونه‌ها، به روش خاکستر خشک (Dry ash) انجام گرفت. ابتدا مقدار ۵ گرم از بافت‌های تر کبد و کلیه هر چنگر را با کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن کرده، رطوبت آن به‌وسیله فور در حرارت بین ۸۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد گرفته شد. نمونه بافت درون بوته چینی قرار داده و به مدت ۲-۱ ساعت در درجه حرارت ۱۳۵ درجه‌سانتی گراد در داخل آون گذاشته تا خشک شود و رطوبت خود را کاملاً از دست دهد. بعد از قرار دادن نمونه‌ها در داخل بوته چینی آنرا روی اجاق سوزانده تا دودهای حاصله خارج شوند (در هنگام سوزاندن از شعله ور شدن نمون‌ها در داخل بوته چینی جلوگیری شود). بوته چینی را به کوره سرد منتقل کرده و درجه حرارت را به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد بالا می‌بریم (دمای بالاتر از ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد را کوره گرم گویند).

نمونه‌های خاکستر شده را از کوره خارج و پس از سرد شدن به منظور عاری نمودن از کربن، به آن‌ها ۲ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه نموده و بر روی صفحه داغ (Hot plate) با درجه حرارت ملایم اسید را تبخیر کرده تا اسید غلیان نکند. نمونه‌ها باید عاری از کربن و کاملاً سفید شوند. به نمونه‌های سفید شده ۱۰ میلی لیتر HCL یک نرمال اضافه کرده و روی صفحه داغ با درجه حرارت پایین به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده تا خاکستر در اسید حل شود. محلول را پس از سرد کردن به بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری با HCL یک نرمال به حجم رسانیم. سرانجام محلول‌های موجود در بالن ژوژه در بطری‌های پلاستیکی درب‌دار ریخته، کدگذاری می‌گردد(۱۸). در نهایت نمونه‌ها برای سنجش با دستگاه جذب اتمی آماده شدند. محلول استاندارد هر فلز از محلول ppm ۱۰۰۰ تهیه شد. غلظت فلزات مورد مطالعه در نمونه‌های آب و رسوبات سطحی توسط دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی مدل Thermo Model ۹۷GFS و غلظت‌های این عناصر در بافت‌های کبد و کلیه چنگر به روش جذب اتمی شعله ارزیابی شد. غلظت‌های همه فلزات سنگین در بافت چنگر بر اساس وزن تر و بر حسب میکروگرم بر گرم ارزیابی شد.

جدول شماره۲: نتایج آماری حاصل از زیست سنجی چنگر) (Fulica atra) (n=30)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
وزن(گرم)	۶۹۹/۵۰	۱۲۵/۴۳	۴۵۰	۹۲۵
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

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده با استفاده از آزمون واریانس یک‌طرفه (ANOVA One-Way) صورت گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌دار $\alpha=$ ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS (version17) استفاده گردید. نتایج آماری که p آن‌ها کمتر از ۰/۰۵ است ($p<$۰/۰۵) به عنوان معیار قابل قبول اختلاف در نظر گرفته شده است. همبستگی میان غلظت عناصر در هر بافت(کبد و کلیه) و

Archive of SID
www.SID.ir

بین رسوب و آب با استفاده از همبستگی پیرسون انجام گردید.

یافته ها

فلزات سنگین در آب

نتایج سطوح غلظت‌های فلزات سنگین درنمونه‌های آب در جدول شماره ۳ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرب بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین را در نمونه‌های آب داشت. میانگین سرب در نمونه‌های آب تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان ۲۷/۷ ± ۱۵۴/۹ µg/L بود. کمترین میانگین غلظت فلزات سنگین نیز متعلق به عنصر کروم (۲۸۰/۱ ± ۷۳/۹ µg/L)، و میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های آب ایستگاه‌های مختلف به‌ترتیب کروم < روی < کادمیوم < سرب بود.

جدول شماره۳: میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات سرب، کادمیوم، کروم و روی در نمونه های آب و رسوبات تالاب گمیشان و خلیج گرگان (میکروگرم بر گرم)

آب(n=18)				
فلز	Pb	Cd	Cr	Zn
میانگین	۰/۱۵۴± ۰/۰۲	۰/۱۰۱ ± ۰/۰۱۷	۰/۰۷۳± ۰/۰۲۸	۰/۰۹۳ ± ۰/۰۴
حداقل	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۳
حداکثر	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۶
رسوبات سطحی(n=18)				
فلز	Pb	Cd	Cr	Zn
میانگین	۱/۸۸ ± ۰/۵۶	۰/۱۴۱± ۰/۰۲۲	۰/۴۶ ± ۰/۰۹۵	۲/۰۴± ۰/۴۲
حداقل	۱/۲۲	۰/۱۱	۰/۳۳	۱/۵۹
حداکثر	۲/۷۷	۰/۱۹	۰/۶۱	۲/۸۷

فلزات سنگین رسوبات سطحی

نتایج داده‌های فلزات سنگین در رسوبات نشان می‌دهد که روی بیشترین مقدار (۰/۴۲±۲/۰۴ µg/g) در ایستگاه‌های مورد مطالعه داشت (جدول شماره ۳). کمترین میانگین غلظت فلزات در رسوبات نمونه متعلق به عنصر کادمیوم با مقدار ۰/۰۲۲ ±۰/۱۴۱ µg/g بود. ترتیب میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های رسوبات کادمیوم < کروم < سرب < روی می‌باشد.

نتایج حاصله نشان می‌دهد که میانگین فلز سرب، کادمیوم، روی و کروم در رسوبات سطحی تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان حدود ۱۲/۲، ۱/۴، ۲۱/۹ و ۶/۳ برابر نسبت به آب در همان ایستگاه‌ها بیشتر بود. به‌عبارت دیگر غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم و روی در رسوبات تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان روی غلظت آن‌ها در آب مناطق تأثیرگذار است.

مطالعه رابطه بین مقادیر فلزات مورد مطالعه در آب و رسوبات مشخص گردید که همبستگی بالا و معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ برای فلزات سرب (r= ۰/۹۴ و p= ۰/۰۰)، کادمیوم (r = ۰/ ۷۱، p= ۰/۰۰۱)، روی (r= ۰/۹۴، p= ۰/۰۰) و کروم (r= ۰/۸۷، p = ۰/۰۰) بین آب و رسوبات در هر دو منطقه گمیشان و خلیج گرگان وجود دارد.

فلزات سنگین در بافت‌های گونه چنگر(Fulica atra)

نتایج حاصل از زیست سنجی نمونه‌های چنگر در جدول شماره ۲ آورده شده است. میانگین وزنی نمونه‌های چنگر ۶۹۹/۵۰ گرم و طول کل آن‌ها برابر ۴۲/۰۷ سانتیمتر اندازگیری گردید. میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم و روی در بافت‌های کبد و کلیه چنگر (جدول شماره ۴) به ترتیب از ۹/۲-۹/۰، ۲/۲-۲/۱، ۰/۸-۰/۷ و ۱۴/۹-۱۳/۳ متغیر بود. بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین در کبد و کلیه چنگر متعلق به فلز روی (۳۰/۱۶، ۲۶/۸) و کمترین غلظت مربوط به فلز کروم(۲/۰۴، ۲/۰۱) است. میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های کبد و کلیه چنگر به ترتیب کروم < کادمیوم < سرب < روی می‌باشد. هر چند میزان عناصر در بافت کبد نسبت به کلیه بیشتر بود اما دادها نشان می‌دهد که بین مقادیر سرب، کادمیوم، کروم و روی در کبد و کلیه جنس نر با ماده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵). همچنین بین مقادیر این عناصر در کبد و کلیه‌های پرنده چنگر (بدون در نظر

Archive of SID

www.SID.ir

گرفتن جنسیت) اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید ($p>0/05$).

جدول شماره ٤: میانگین، حداقل و حداکثر عناصر سرب، کادمیوم، کروم و روی در بافت‌های چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان (میکروگرم بر گرم وزن تر)

نمونه		Pb	Cd	Cr	Zn
کبد	نر	۱/۶۶± ۹/۰۱	۰/۲۶ ± ۲/۱۸	۰/۴۵± ۰/۸۵	۷/۶ ± ۱۶/۹
	ماده	۱/۸۵± ۹/۳۴	۰/۲۹ ± ۲/۲۶	۰/۵۹± ۰/۷۹	۶/۵۲ ± ۱۲/۹۹
	کل	۱/۴۱± ۹/۱۷	/۲۷ ± ۲/۲۲	۰/۵۲± ۰/۸۲	۷/۲۴ ± ۱۴/۹۴
	CV%	۱۵	۱۲	۶۳	۴۸
	حداقل	۵/۴۶	۱/۷۵	۰/۰۴	۴/۲۵
	حداکثر	۱۲/۰۵	۲/۸۲	۲/۰۴	۳۰/۱۶
کلیه	نر	۱/۴۴± ۹/۳۴	۰/۳۱± ۲/۱۹	۰/۵۲± ۰/۷۹	۶/۳۶± ۱۴/۵۶
	ماده	۱/۸۷± ۸/۵۹	۰/۴۱± ۲/۰۲	۰/۶± ۰/۷۲	۶/۰۵± ۱۲/۱۷
	کل	۱/۶۸ ± ۸/۹۷	۰/۳۷± ۲/۱۱	۰/۵۶±۰/۷۶	۶/۲۲± ۱۳/۳۷
	CV%	۱۸	۱۴	۷۱	۴۶
	حداقل	۵/۹۸	۱/۱۱	۰/۰۲	۷/۴۰
	حداکثر	۱۳/۰۲	۲/۸۵	۲/۰۱	۲۶/۸۲

بحث

مقایسه غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم و روی در نمونه‌های آب و رسوبات سطحی ایستگاه‌های مختلف تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان با استانداردهای ارائه شده جهانی مشخص نمود که مقادیر اندازه‌گیری شده سرب، روی و کادمیوم در نمونه‌های آب زیر حد استانداردهای توصیه شده است (استاندارد برای سرب و روی حدود ۰/۲-۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر و برای کادمیوم ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر). اما مقادیر عنصر کروم از استاندارد قابل تحمل (۰/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر) بالاتر بود(۱۹). البته نتایج حاکی از آن است که غلظت‌های فلزات مورد مطالعه در رسوبات تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان به مراتب پایین‌تر از مقادیر بیان شده در رسوبات جهانی و پوسته زمین (برای سرب ۱۹ µg/g و برای کادمیوم ۰/۲ µg/g) می‌باشد(۲۱،۲۰). همچنان که اشاره گردید در مورد تمام فلزات همبستگی بالایی بین آب و رسوب منطقه وجود دارد. دلیل آن این است که سوسپانسیون رسوبات در پیکره آبی سبب افزایش غلظت فلزات در آب می‌گردد. رسوبات در بیشتر موارد مخزن اصلی فلزات بوده و بیش از ۹۹ درصد از مقادیر فلزات سیستم‌های آبی در رسوب نگهداری می‌شوند(۲). از آن‌جایی‌که بین لایه سطحی رسوبات و آب یک تبادل شیمیایی وجود دارد و از طرفی جریانات آبی این قابلیت را ایجاد کرده تا این فلزات به‌صورت همگن در محیط آبی وارد شوند بنابراین می‌تواند خطری جدی برای موجودات دریایی و به دنبال آن سلامت مصرف‌کنندگان منطقه داشته باشد.

Ferns and Anderson توضیح دادند که بین غلظت فلزات موجود در پرندگان با فلزاتی که در رسوب یافت می‌شوند ارتباط وجود دارد(۲۳). مسیر انتقال از آب و رسوب به جانوران آبزی به طور آشکاری پیچیده است و بستگی به مدت زمان تماس نیز دارد(۶). تجمع زیستی فلز سمی سرب در گونه چنگر نشان می‌دهد که هر دو بافت کبد و کلیه حدود ۵۸/۸ برابر میانگین غلظت سرب در محیط آبی می‌باشد. همچنین این مقدار برای فلز سمی کادمیوم در بافت کبد و کلیه چنگر حدود ۲۱/۴ برابر نسبت به آب بود. تجمع زیستی فلز روی و کروم در بافت های کبد و کلیه چنگر به ترتیب حدود ۱۵۲/۲ و ۱۰/۸ برابر بیشتر نسبت به محیط آبی پیرامون بود، اما از آنجایی‌که اطلاعات کمی در مورد توانایی چنگر در جمع نمودن فلزات از محیط آبی موجود است، بنابراین تحقیقات بیشتری در مورد غلظت عناصر در مواد غذایی و توده چربی پرنده آبزی ضروری به نظر می‌رسد.

چهار فلز مورد مطالعه در این تحقیق نشان می‌دهد که غلظت کروم کمترین مقدار و فلز روی بیشترین سطح در هر دو بافت کلیه و کبد در مقایسه با سایر فلزات غیر ضروری را دارد. ترتیب میزان فلزات در اندام‌های پرنده چنگر و همچنین در جنس نر و ماده بدین شکل می‌باشند؛ کروم < کادمیوم < سرب < روی البته اختلاف معنی‌داری بین بافت‌ها و جنس پرنده چنگر برای هر فلز یافت نگردید.

ضریب تغییرات (CV%)، تغییرات میانگین غلظت

Archive of SID
www.SID.ir

فلزات را در بافت‌های پرنده نشان می‌دهد که 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 را می‌دهد و سبب اثرات کلیوی و کبدی به‌دلیل افزایش باند شدن فلزات در این اندام‌ها می‌گردد(۲۴). در مطالعه حاضر درصد تغییرات میانگین فلزات غیر ضروری سرب و کادمیوم در هر دو بافت کبد و کلیه پرنده چنگر کمتر از ۱۸ درصد می‌باشد که ممکن است ناشی از توانایی چنگر در تنظیم فلزات در اندام‌های بدن ازطریق معاملات متابولیکی باشد ویا اینکه تغییرات فلزات در طبیعت بسیار گسترده نبوده است.

در تحلیل همبستگی عناصر مختلف در کبد و کلیه چنگر، بین فلزات غیر ضروری کادمیوم سرب همبستگی معتدل مثبت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. همچنین زمانی اثرات متقابل بین فلزات ضروری و غیر ضروری اتفاق می‌افتد که متابولیسم فلزات سمی شبیه فلزات ضروری باشد. برای مثال در این مطالعه گاهی اوقات ارتباط مثبتی بین روی با کادمیوم و سرب در بافت‌های چنگر مشاهده شد. این ارتباط بین سرب و کادمیوم با غلظت روی در بافت‌های (Columba livia) (۲۵) و گونه‌های جغد و پرندگان دریایی در شمال شرقی سیبری(۱۱،۲۶) نیز گزارش شده است. به طور کلی همبستگی بین فلزات اغلب به دلیل فعالیت‌های مشابه متابولیکی شامل اتصال فلز- پروتئین مانند متالوتیونین‌ها است(۲۷). ارتباط غلظت کادمیوم با مقدار روی و متالوتیونین بافت‌ها در بسیاری از پرندگان گزارش شده است(۸،۲۸). به نظر می‌رسد که این اثرات متقابل پرندگان وحشی رااز جذب کادمیوم محافظت نماید(۲۹).

غلظت سرب در کبد گونه چنگر آمریکایی (F.americana) و چنگر آفریقایی (Fulica cristata) به ترتیب(۳-۱) و در کلیه(۲،۳) میکرو گرم بر گرم وزن تر ثبت شده است(۳۰،۲۴). Bull و همکاران گزارش دادند که فلز سرب پاسخ‌گوی سمیت حاد پرندگان ساحلی می‌باشد و آن‌ها غلظت سرب را در کبد و کلیه پرنده alpina Calidris به‌ترتیب ۹ و ۷ (وزن تر) میکروگرم بر گرم اندازه گیری کردند که نشان از مریضی پرندگان می‌داد(۳۱). در سال ۲۰۰۳ Scheuhammer and Clark غلظت سرب نرمال در کبد را ۲ میکروگرم بر گرم وزن تر گزارش کرد، در حالی‌که غلظت بین ۱۰-۲ را مرتبط به تماس آلودگی سرب (در حد سطح تماس یا در حد سمی) دانست و غلظت بیشتر از ۱۰ میکروگرم بر گرم وزن‌تر را سمیت شدید مشخص نمود(۳۲). همچنین Jager و همکاران گزارش کردند که آلودگی محیط مسئول غلظت ۳/۵ (وزن‌تر) میکروگرم برگرم یا ۱۰ µg/g وزن خشک در بافت کلیه پرنده، می‌باشد(۴). در این مطالعه میزان سرب در کبد و کلیه چنگر ایرانی به ترتیب ۹/۱ و ۸/۹ میکروگرم بر گرم وزن تر بر آورد شد که بین ۳ تا ۵ مرتبه از مطالعات Van Eeden و Bagley and Lock بالاتر و تقریبا شبیه مطالعات Bull و همکارانش می‌باشد(۲۴،۳۰،۳۱). همچنین میزان غلظت سرب در اندام‌های گونه چنگر (Fulica atra) از پرندگانی که توسط Kim و همکاران در سال ۲۰۰۷ تحقیق نمودند بسیار بالاتر بود(۶).

کادمیوم مانند سرب یک عنصر غیر ضروری است و ممکن است اثرات شدیدی بر موجودات زنده (میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و جانوران) داشته باشد، اگرچه به نظر می‌رسد که پستانداران و پرندگان نسبت به اثرات سمی فلز، مقاومت بیشتری نشان می‌دهند.

Scheuhammer، Kim و همکارانش گزارش دادند که نسبت غلظت کادمیوم در کبد به کلیه اگر بیشتر از ۱ µg/g باشد گونه در تماس حاد کادمیوم در رژیم غذایی است و در غلظت کمتر از ۱ پرنده در معرض سمیت مزمن و در سطح پایین مقدار فلز قرار گرفته است(۷،۱۲). این تحقیق نشان می‌دهد که مقدار سمیت عنصر تقریباً برابر یک است. بنابراین گونه چنگر دریای خزر در معرض هر دو سمیت حاد و مزمن کادمیوم در رژیم غذایی خود قرار داشته است. White

Archive of SID

www.SID.ir

و همکاران در سال ۱۹۸۶ یک مطالعه فشرده سه ساله‌ای را در مورد غلظت فلزات در بافت‌های مختلف چنگر آمریکایی انجام دادند. در منطقه شاهد، غلظت عنصر کادمیوم در کبد ۰/۶ میکروگرم بر گرم وزن تر و بیشترین غلظت عنصر در منطقه آلوده ۲ میکروگرم بر گرم گزارش دادند(۱۳). این داده‌ها قابل مقایسه با مطالعات چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان (۲/۲µg/g) است. سطح غلظت کادمیوم در چنگر دریای خزر در مقایسه با گونه‌های پرنده کره‌جنوبی حدود ۴ مرتبه بالاتر می‌باشد. Carpene و همکاران غلظت فلز کادمیوم در بافت کلیه گونه چنگر(Fulica atra) را در اروپا از مناطق نامعلوم ۰/۴ میکروگرم بر گرم بر آورد نمود(۳۳). Kreuzer and Wissmath در کشور آلمان غلظت سرب و کادمیوم را در کبد ۸ گونه چنگر اروپایی (۱، ۰/۲) ودر کلیه (۰/۱،۲) میکروگرم برگرم وزن ترگزارش کردند(۳۴). همچنین Scheuhamme در سال ۱۹۸۷ اثرات سمی کادمیوم بر روی انسان و سایر پستانداران را زمانی‌که غلظت عنصر به µg/g ۱۰۰وزن‌تر در کلیه برسد برآورد نمود(۷).

بر اساس گزارشات Clark and Scheuhammer و سایر مطالعات پیشین، غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد و کلیه چنگر ایرانی زیر حد پایه می‌باشد(۳۲). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در بافت‌های چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان غلظت کادمیوم برای مصرف کنندگان در حد خطرناک نبوده اما در معرض آلودگی پایین سمیت مزمن و حاد قرار داشته است.

فلز روی به‌عنوان عنصری که با بسیاری از مواد شیمیایی تعامل داشته و موجب تغییراتی در سوخت و ساز، سمیت و تجمع می‌شود شناخته شده است. سطح بحرانی سمیت روی در پرندگان µg/g ۱۲۰۰(۱۴) و µg/g ۵۰ (۱۵) تخمین زده شده است. تحقیقات در مورد فلز کروم در پرندگان گزارش نشده بود یا این‌که یافت نگردید اما Calow در سال ۱۹۹۸ حد استاندارد این فلز را µg/g ۱ گزارش نمود(۱۵). در هر صورت غلظت هر دو عنصر روی و کروم در بافت‌های چنگر تالاب بین‌لمللی گمیشان و خلیج گرگان از حد سمیت و گزارشات قبلی بسیار پایین‌تر است.

احتمالاً در پرندگان آبزی رژیم غذایی به‌عنوان منبع مهمی از خوردن فلزات است. ضمناً اثرات غذایی بزرگتر از اثرات محدوده جغرافیایی می‌باشد(۲۴). تحقیقات زیادی نشان دادند که سطح زنجیره غذایی مرتبط به زیستگاه و رژیم غذایی در تجمع فلزات در بافت‌های پرندگان نقش عمده‌ای را بازی می‌کند (۳۶،۳۵). از طرفی مطالعات میدانی و تحقیقاتی منطقه حاضر نشان می‌دهد که تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان تحت تأثیر آلودگی‌های انسانی از قبیل سرریز فاضلاب شهری، کشاورزی و صنعتی، پوکه فشنگ و سرب ناشی از فعالیت شکارچیان و غیره قرار گرفته است(۳۷). بنابراین گونه چنگر انتخاب شده از این منطقه به احتمال قوی در معرض سمیت حاد فلزات به ویژه سرب ناشی از فعالیت‌های انسان ساخت قرار گرفته‌اند. نتایج مشابهی نیز به‌وسیله Scheuhammer، Clark and Scheuhammer و Anderson گزارش شده است(۷،۳۲،۳۸). از طرفی چنگر از گیاهان آبزی بنتوزها (موجودات کفزی) و بی‌مهرگان آبزی موجود در بستر رسوب که میزان فراوانی از فلزات را در خود دارند تغذیه می‌کند به نظر می‌رسد که همه این دلایل، قابل قبول باشد که ترجیحاً تشابه نوع غذا در هر دو تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان عامل انباشت برخی فلزات در بافت‌های پرنده چنگر نسبت به محدوده جغرافیایی است.

بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تجمع فلزات در بافت‌های پرندگان بیشتر از محیط اطرف است هر چند که اثرات جغرافیایی را نمی‌توان نادیده گرفت. قسمتی از نتایج این مطالعه می‌تواند پایش زیست محیطی جنوب‌شرقی دریای خزر و اثرات فلزات در این محدوده جغرافیایی را از طریق پرنده چنگر بررسی نماید. اما به

Archive of SID
www.SID.ir

دلیل مطالعات بسیار اندکی که از دریای خزر به ویژه تالاب بین‌المللی گمیشان، خلیج گرگان و گونه پرنده چنگر وجود دارد به‌طور قطعیت نمی‌توان اشاره نمود که فلزات ناشی از فاضلاب‌های صنایع، کشاورزی و خانگی و سایر فعالیت‌های انسانی برروی موجودات آبزی اثرات بالقوه‌ای دارند.

در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری کرد که غلظت عنصر سرب در بافت‌های کبد و کلیه پرنده چنگر تالاب بین‌المللی گمیشان و خلیج گرگان نشان می‌دهد پرنده چنگر در معرض تماس با آلودگی بوده، به‌عبارت دیگر میزان این عنصر در حد ایجاد سمیت در پرنده است در حالی‌که غلظت عنصر کادمیوم در زیر حد سمیت در بافت‌های این پرنده می‌باشد. سایر عناصر نیز بسیار پایین‌تر از حد سمیت ارزیابی شدند. ضمناً جنسیت در میزان فلزات در اندام‌های پرنده نقشی نداشت. به طور کلی می‌توان بیان نمود که سطح فلزات در میان انواع پرندگان متفاوت است و بستگی به اکولوژی غذایی، زمان تماس با محیط و همچنین خصوصیات بیوشیمی و فیزیولوژیکی پرنده دارد(۳۹).

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات سازمان حفاظت محیط زیست و اداره کل محیط زیست استان گلستان به دلیل همکاری در جمع‌آوری نمونه‌ها قدردانی می‌شود.این مقاله کار پژوهشی از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه بیرجند به انجام رسیده است.

References

1. Burger J, Gochfeld M. Metals in Laysan Albatrosses from Midway Atoll. Arch Environ Contam Toxicol 2000; 38(2): 254-259.
2. Forstner U, Wittmann GTW. Metal pollution in the aquatic environment. Berlin: Springer-Verlag; 1983. p 30-61.
3. Karbassi AR, Nabi-Bidhendi GR, Bayati I. Environmental geochemistry of heavy metals in a sediment core off Bushehr, Persian Gulf. Iran. J Environ Health Sci Eng 2005; 2(4): 255-260.
4. Jager LP, Rijnierse FVJ, Esselink H, Baars AJ. Biomonitoring with the buzzard Buteo buteo in the Netherlands: heavy metals and sources of variation. J Ornithol 1996; 137(3): 295-318.
5. Movalli PA. Heavy metal and other residues in feathers of laggar falcon Falco biarmicus jugger from six districts of Pakistan. Environ Pollut 2000; 109(2): 267-275
6. Kim J, Park S, Koo T. Lead and cadmium concentrations in shorebirds from the Yeongjong Island, Korea. Environ Monit Assess 2007; 134(1-3): 355-361.
7. Scheuhammer AM. The chronic toxicity aluminium, cadmium, mercury and lead in birds: a review. Environ Pollut 1987; 46(4): 263-295.
8. Elliot JE, Scheuhammer AM, Leighton FA, Pearce PA. Heavy metals and metallothionein concentrations in Atlantic Canadian seabirds. Arch Environ Contam Toxicol 1992; 22(1): 63-73.
9. Martin MB, Reiter R, Pham T, Avellanet YR, Camara J, Lahm M, et al. Estogen-like activity of metals in Mcf-7 breast cancer cells. Endocrinology 2003; 144(6): 2425-2436.
10. Scheuhammer AM, Norris SL. The ecotoxicology of lead shot and lead fishing weights. Ecotoxicology 1996; 5(5): 279-295.
11. Kim J, Lee H, Koo T. Heavy-metal concentrations in three owl species from Korea. Ecotoxicology 2008; 17(1): 21-28.

Archive of SID
www.SID.ir

12. Kim J, Shin J, Koo T. Heavy Metal Distribution in Some Wild Birds from Korea. Arch Environ Contam Toxicol 2009; 56(2): 317-324.
13. White DH, King KA, Mithell CA, Mulhern BM. Trace elements in sediments, water and American Coots (Fulica americana) at a coal-fired power plant in Texas, 1979-1982. Bull Environ Contam Toxicol 1986; 36(3): 376-383.
14. Gasaway WC, Buss IO. Zinc toxicity in the mallad duck. J Wildl Manage 1972; 36: 1107-1117.
15. Calow P. Handbook of ecotoxicology Imprint: oxford, Blackwell 1998.
16. Beltrame MO, De Marco SG, Marcovecchio JE. Dissolved and particulate heavy metals distribution in coastal lagoons. A case study from Mar Chiquita Lagoon, Argentina Estuarine. Coast Shelf Sci 2009; 85(1): 45-56.
17. American Public Health Association Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. Centennial Edition (2005). In: Eaton AD, Clesceri LS, Rice EW, Greenberg AE, Franson MAH (eds) American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environmental Federation Publishers, Washington, DC.
18. Horwitz W, Latimer G. Official method of analysis of AOAC international 18th ED Revision 4. 2011
19. Linneman L, Anderson A, Nilson KO, Lind L, Kjelstorm T, Friberg L. Nutrient Source. Arch Environ Health 1973; 27(1): 45-53.
20. Rabani M, JafarAbadi Ashtiani A, Sharif MA. The measurment of pollutant level due to heavy metals (Ni, Pb, Hg) on sediments of Gulf Persian. Ekteshaf and Production 2008; 51: 57-53 (Persien).
21. Karbasi A, Baiyati A. Distribution of heavy metals on sediments in Zariver lake by natural resources and man made. J Environ studies 2007; 47(34): 31-36 (Persien).
22. Odiete WO. Environmental Physiology of animals and pollution Diversified resources Ltd Lagos; 1999 p 261.
23. Ferns PN, Anderson JI. Cadmium in the diet and body tissues of Dunlins, Calidris alpina, from the Bristol Channel, UK. Environ Pollut 1994; 86(2): 225-231.
24. Van Eeden PH. Metal concentrations in selected organs and tissues of five Red-knobbed Coot (Fulica cristata) populations. Water SA 2003; 29(3) 313-322.
25. Nam DH, Lee DP. Reproductive effects of heavy metal accumulation on breeding feral pigeons (Columba livia). Sci Total Environ 2006; 366(2-3): 682-687.
26. Kim EY, Ichihashi H, Saeki K, Atrashkevich G, Tanabe S, Tatsukawa R. Metal accumulation in tissues of seabirds from Chaun, Northeast Sibaria, Russia. Environ Pollut 1996; 92(3): 247-252.
27. Perez-Lopez M, Hermosode Mendoza M, Lopez Beceiro A, Rodriguez FS. Heavy metal (Cd, Pb, Zn) and metalloid (As) content in raptor species from Galicia (NW Spain). Ecotoxicol Environ Saf 2008; 70(1): 154-162.
28. Cosson RR. Relationship between heavy metal and metallothionein-like protein levels in the liver and kidney two birds: the greater flamingo and the little egret. Comp Biochem Physiol 1989; 94(1): 243-248.
29. Hutton M, Goodman GT. Metal contamination of feral pigeons from London area: Part I.

Archive of SID
www.SID.ir

Tissue accumulation of lead, cadmium and zinc. Environ Pollut 1980; 22(3): 207-217.
30. Bagley GE, Locke LN. The occurrence of Pb in tissues of wild birds. Bull Environ Contam Toxicol 1967; 2: 297-305.
31. Bull KR, Every WJ, Freestone P, Hall JR, Osborn D. Alkyl Pb pollution and bird mortalities on the Mersey Estuary. UK. 1979-1981. Environ Pollut Ser A 1983; 31(4): 239-259.
32. Clark AJ, Scheuhammer AM. Lead poisoning in up-land-foraging birds of prey in Canada. Ecotoxicology 2003; 12: 23-30.
33. Carpene E, Fedrizzi G, Cortesi P, Cattani O. Heavy metals (Zn, Cu, Cd) in fish and aquatic birds. Ital. J Biochem 1990; 39: 133A-134A.
34. Kreuzer W, Wissmath P. Gehalte an schwermetallen (Cd, blei, quecksilber) in einigen wildlebenden wasservogelarten. In: Wildlife Diseases, Proc. Third Int. Wildl. Dis. Conf. 1975, Plenum Press, New York. In German 1976; 301-315.
35. Van Eeden PH. Seasonal change in metal concentrations in selected tissues of the Red-knobbed Coot, Fulica cristata, from a metal-polluted wetland. Water SA 2003; 29(1): 91-99.
36. Hernandez LM, Gomara B, Fernandez M, Jimenez B, Gonzalez MJ, Baos R, et al. Accumulation of heavy metals and As in wetland birds in the area around Doñana National Park affected by the Aznalcollar toxic spill. Sci Total Environ 1999; 242(1-3): 293-308.
37. Tabari S, Saeedi Saravi SS, Bandani GH, Dehghan A, Shokrzade M. Heavy metals Zn, Pb, Cd and Cr) in fish, Water and sediment sampled from Southern Caspian Sea, Iran. Toxicol Ind Health 2010; 26(10) 649-656.
38. Anderson WL. Pb poisoning in waterfowl at Rice Lake, Illinois J Wildl Manage 1975; 39(2): 264-270.
39. Savinov VM, Gabrielsen GW, Savinova TN. Cadmium, zinc, copper, arsenic, selenium and mercury in seabirds from the Barents Sea: levels, inter-specific and geographical differences. Sci Total Environ 2003; 306(1-3): 133-158.

Archive of SID

www.SID.ir