

بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم، کروم، مس، روی و آهن در *Phalacrocorax carbo* برخی اندام های باکلان بزرگ در تالاب انزلی

آزاده کریمی^{۱*}، حسین یزدان داد^۲، عباس اسماعیلی^۳

۱- کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۳- دانشیار و مدیر گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

تاریخ تصویب ۸۵/۰۷/۱۹ تاریخ دریافت ۸۴/۰۸/۲۳

چکیده

نگرانی در مورد آثار دراز مدت فلزات سنگین به عنوان آلاینده‌های زیست محیطی افزایش یافته است و مشخص شده که پایش زیستی می‌تواند روش مطلوب و رضایت‌مندی برای اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین و در دسترس بودن زیستی آنها باشد. به دلیل پیچیدگی‌های شناسایی آثار زیستی در زیستگاه، اندازه‌گیری مقادیر آلاینده منطقی‌تر است. بیان شده است که پرندگان به سبب قرار داشتن در سطح تغذیه ای بالا در اکوسیستم و همچنین حساسیت پذیری بالای آنها به مواد سمی، شاخص های مفیدی برای آلودگی فلزات سنگین هستند. به همین علت تحقیق حاضر که از لحاظ طبقه بندی مطالعات سم شناسی در مرحله بررسی قرار می‌گیرد، به اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین Cd, Cr, Cu, Zn و Fe موجود در اندام‌های کبد، کلیه و عضله گونه ماهیخوار باکلان بزرگ *Phalacrocorax carbo* در تالاب انزلی در سال ۱۳۸۲ پرداخت. نتایج آزمون‌های آماری نشان داد که غلظت Cd موجود در کبد افراد بالغ به طور معنی‌داری از افراد نابالغ بالاتر بود ($\alpha=0/05$) که می‌تواند به در معرض قرارگیری مزمن پرند با غلظت کم و طولانی مدت این عنصر مربوط شود. میزان Zn و Fe موجود در عضله ماده در سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ و Cr موجود در کلیه جنس نر در سطح اطمینان ۹۹٪ بالاتر است. همچنین مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد نظر در هر سه اندام با مقادیر ارائه شده جهانی برای پرندگان آبی نشان می‌دهد که میزان Cd و Cr از مقادیر ارائه شده کمتر است، با وجود این، بالا بودن این عناصر در برخی نمونه‌ها نشان می‌دهد که پرندگان در محیط زیستشان در معرض این فلزات قرار دارند. میزان Cu, Fe, Zn در برخی اندام‌ها بالاتر از مقادیر ارائه شده است. به طور کلی فعالیت‌های مختلف انسانی در قسمت‌های اطراف تالاب و ورود فاضلاب‌های گوناگون را می‌توان منبع اصلی آلودگی و عامل مؤثر بر افزایش این فلزات دانست. بنابراین مسیریابی منابع آلاینده در محدوده این زیستگاه از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج تحقیق حاضر می‌تواند در پایش مستمر فلزات سنگین در باکلان بزرگ تالاب انزلی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: عناصر سنگین - آلودگی - باکلان بزرگ - تالاب انزلی.

سر آغاز

اکوسیستم‌ها، موجبات گسترش طرح‌های پایش زیستی با هدف اندازه‌گیری سطوح آلاینده‌ها در ارگان‌های مختلف را فراهم کرده است که در آنها گونه‌های شاخص به منظور برآورد سطوح این آلاینده‌ها در قسمت‌های مختلف اکوسیستم استفاده می‌شوند (Eens et al, 1999). پرندگان به عنوان شاخص‌های آلودگی فلزات سنگین بسیار مفیدند. اکولوژی بسیاری از پرندگان کاملاً شناخته شده است. آنها از سطوح تروپی بالاتر در اکوسیستم‌ها تغذیه می‌کنند و در نتیجه می‌توانند

در سال‌های اخیر نگرانی در مورد آثار دراز مدت فلزات سنگین به عنوان آلاینده‌های زیست محیطی افزایش یافته است. Philips (1980), Schubert (1985) و Thompson (1990) بیان کردند که پایش زیستی می‌تواند روش مطلوب و رضایت‌مندی برای اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین و در دسترس بودن زیستی آنها باشد (Furness & Greenwood, 1995). Burger در سال ۱۹۹۶ بیان کرد که شناسایی اهمیت و آثار فلزات سنگین در زنجیره غذایی و

-شناسایی و جمع آوری آسان؛

-اندازه مناسب؛

-تشخیص راحت سن .

تعداد گونه‌های پرنده‌ای که حداکثر شرایط فوق را داشته باشند، چندان زیاد نیست. در واقع هدف از محدود کردن انتخاب گونه با شرایط ویژه فوق این بود که گونه مورد نظر بتواند حداکثر بازتاب میزان فلزات سنگین در زیستگاه را نشان دهد. با توجه به مجموع شرایط فوق، باکلان بزرگ *Phalacrocorax carbo* به عنوان گونه مناسب انتخاب شد. باکلان‌های بزرگ در سراسر دنیا (اروپا، آسیا و اقیانوسیه و شمال آفریقا) زندگی می‌کنند (Frederick vanTets, 1985). این گونه می‌تواند شاخص جهانی زیست محیطی بالقوه‌ای برای آلاینده‌های سمی باشد.

باکلان بزرگ (شکل شماره ۱) از گونه‌های وابسته به اکوسیستم آبی است که با توجه به جمعیت وافر، پراکنش وسیع، موقعیت ویژه ماهی خوری و تقابل با اهداف آبی پروری همواره مورد توجه محققان بوده است. همچنین این گونه در بسیاری از زیستگاه‌های شمالی کشور زادآوری می‌کند و به عنوان گونه‌ای مقیم محسوب می‌شود. هر چند تشخیص اینکه نمونه‌های جمع آوری شده در همان‌جا به دنیا آمده اند یا از زیستگاه‌های دیگر به منطقه مهاجرت کرده اند، در عمل بسیار دشوار است و نیاز به مطالعه و بررسی دارد.

شکل شماره (۱): گونه باکلان بزرگ (*Phalacrocorax carbo*)



اطلاعاتی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی فراهم کنند. سنجش فلزات سنگین موجود در پرندگان ممکن است تصویر بهتری از خطرهای متوجه انسان را نسبت به اندازه گیری آنها در محیط زیست فیزیکی، گیاهان، یا بی مهرگان نشان دهد. سالهای بسیاری، پرندگان به عنوان اخطار دهندگان اولیه برای بسیاری از آلاینده‌های زیست محیطی، نظیر DDT، آفت کش‌ها و فلزات سنگین استفاده شده‌اند. پرندگان نشان داده‌اند که بویژه شاخص زیستی بسیار مفیدی هستند، زیرا قابل رؤیت بوده، حساسیت پذیری آنها به مواد سمی زیاد است و در بالای زنجیره غذایی قرار دارند و بنابراین جزء اخطارهای اولیه‌اند (Burger, 1993).

در مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در کشور، هر یک از عوامل آب، رسوبات بستر و آبزیان به عنوان عاملی به منظور بررسی وضعیت و نوع آلاینده‌های موجود در تالاب انزلی مورد مطالعه قرار گرفته اند، ولی تاکنون مطالعه‌ای روی پرندگان این تالاب صورت نگرفته است. وضعیت و موقعیت پرندگان گوشتخوار در سطح تغذیه‌ای بالا و طول عمر زیاد آنها به این مفهوم است که این پرندگان بیشتر تحت تأثیر تغییرات در قسمت‌های مختلف اکوسیستم در طول دوره‌های زمانی مختلف هستند (Furness & Greenwood, 1995)؛ و همچنین سطح تغذیه‌ای به عنوان عامل کلیدی در تعیین فلزات سنگین مطرح است (Hernandez, 1998). تجمع عناصر در بدن این گونه‌ها می‌تواند منعکس کننده در معرض قرار گرفتن آنها توسط این فلزات در زیستگاه مورد نظر باشد. چون تالاب انزلی یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های پرندگان است و صد ها هزار پرنده آبی و کنار آبی بومی، زمستان گذران و جوجه آور را در خود جای می‌دهد، این مطالعه به بررسی میزان عناصر سنگین مورد نظر در بالای زنجیره غذایی (جانور گوشتخوار) پرداخت که تا به حال در کشور مورد توجه قرار نگرفته است.

انتخاب گونه پرنده مناسب

برای این بررسی یکی از نکات مهم، انتخاب گونه مناسب بود. نکاتی که در انتخاب گونه پرنده مناسب باید مورد توجه قرار می‌گرفت، عبارتند از:

-حداکثر وابستگی زیستگاهی و تغذیه‌ای را به تالاب داشته باشد؛

-در تمام طول سال در منطقه حضور داشته باشد؛

-ترجیحاً گوشتخوار باشد و از آبزیان تالاب تغذیه کند؛

-جمعیت آن مناسب و جزء پرندگان مجاز برای شکار باشد؛

تقسیم بندی مطالعات سم شناسی

بر اساس نظر Holdgate (1979) مطالعات سم شناسی، اکولوژیکی از سه طریق امکان پذیر است: -بررسی: مجموعه ای از مشاهدات، یا اندازه گیری ها که موقعیت را در زمانی خاص ارزیابی خواهد کرد. -تحت نظر قرار دادن^۲: تکرار بررسی که تغییرات را متناسب با زمان نشان می دهد.

-پایش مستمر^۳: بر مشاهدات، یا اندازه گیری های مکرر دلالت می کند و این نکته را کنترل می کند که آیا مطالعه انجام شده با سطح استاندارد ارائه شده مطابقت دارد یا خیر؟

منطقه مورد مطالعه

تالاب انزلی مجموعه ای است از تالاب های طبیعی آب شیرین که به وسیله رودخانه های حوزه آبخیز آن همانند سیاه درویشان، هندخاله و پسیخان تغذیه می شود.

این تالاب با مساحتی کمتر از یکصد کیلومتر مربع در $28^{\circ} 37'$ عرض شمالی و $49^{\circ} 25'$ طول شرقی در جنوب غربی دریای خزر در استان گیلان واقع شده است که از جانب شمال به دریای خزر، از شرق به روستای پیر بازار، از غرب به کپورچال و آبکنار و از طرف جنوب به صومعه سرا و قسمتی از شهرستان رشت محدود می شود. از نظر زمین شناسی، تالاب انزلی در اواخر پلیوسن و به احتمالی هولوسن تشکیل شده است. چهار بخش مشخص این تالاب عبارتند از: بخش مرکزی، بخش شرقی، بخش جنوبی (سیاه کشیم) و بخش غربی.

حوزه آبریز تالاب انزلی در منطقه دشت گیلان قرار دارد و دارای بارندگی در حدود ۸۰۰ میلی لیتر با تغییرات سالانه کم و دامنه نوسانات حرارتی به نسبت ثابت می باشد. تنوع گونه های جانوری شامل آبیان، پرندگان، خزندگان، دوزیستان و پستانداران حاشیه تالاب نشانه اهمیت تالاب انزلی است (منوری، ۱۳۶۹). از جمله ارزش های این تالاب، ایجاد فضایی مناسب برای پرندگان آبی است که برای تغذیه، استراحت، پناه و برخی برای جوجه آوری به این زیستگاه وسیع روی می آورند. فعالیت های مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی در حاشیه و رودخانه های منتهی به تالاب، عدم وجود سیستم تصفیه فاضلاب و همچنین ورود مستقیم پساب های کشاورزی حاوی کودها و سموم کشاورزی از مهم ترین عواملی است که باعث شده است تا میزان زیادی از آلاینده های مختلف از جمله عناصر سنگین وارد این اکوسیستم آبی شده و حیات آن را با خطرهایی بیشمار روبه رو سازد. فاضلاب های روستایی و همچنین فاضلاب شهر رشت به طور

مستقیم به وسیله شبکه فاضلاب به رودخانه زرجوب و گوهر رود در بندر انزلی و در نهایت به تالاب انزلی هدایت می شوند. فاضلاب های غازیان و انزلی و کارخانه پارس خزر از نمونه های دیگر عوامل آلوده کننده این زیستگاه محسوب می شوند.

مواد و روش ها

در این تحقیق پس از بررسی های مقدماتی در مورد تالاب، نمونه گیری از بخش های مختلف آن در طی ماه های آذر و دی سال ۱۳۸۲ انجام شد. نمونه گیری به روش تصادفی و از طریق شکار صورت گرفت. نمونه ها بعد از جمع آوری، کدگذاری شده و سپس توزین و ریخت سنجی شدند. برای توزین نمونه های پرند از ترازوی الکترونیکی با دقت ۱ گرم استفاده شد. ریخت سنجی شامل عوامل طول کل بدن، طول دو سر بال، عرض بال، طول دم، طول تارس، طول منقار، طول انگشت ۱ و ۴ بود که برای اندازه گیری طول منقار، انگشت ۱ و ۴ از ریزسنج رقمی با حساسیت ۰/۰۱ میلی متر استفاده گردید. سپس با خارج کردن بافت های کبد، کلیه و بخشی از عضله سینه ای، نمونه ها در اتوکلاو با دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از خشک کردن، نمونه ها در ظروف پلی اتیلنی با در فراخ تا زمان هضم شیمیایی نگهداری شد.

پس از خرد کردن نمونه های خشک شده به وسیله هاون چینی، از هر نمونه به میزان ۱ گرم ماده خشک در بشر های پلی اتیلنی قرار گرفت. سپس به میزان ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵٪ به آن اضافه گردید (Method 7000, 1983). بشر های پلی اتیلنی را در حمام بن ماری با درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد تا زمانی که نمونه ها حالت ژله ای پیدا کردند. سپس با اضافه کردن ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک به هر نمونه، محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی، قیف پلی اتیلنی و بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری صاف شده و در نهایت با اسید نیتریک ۴٪ به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانیده شد (Roger, 1994). علاوه بر نمونه های هضم شده، در هر مجموعه ۸ تایی در حمام بن ماری ۱ نمونه شاهد نیز در کنار سایر نمونه ها همانند نمونه های مورد بررسی تهیه شد.

برای اندازه گیری میزان فلزات مورد نظر، از دستگاه جذب اتمی فیلیپس مدل PU 9400 استفاده شد. ابتدا به منظور تهیه استاندارد ها و محدوده غلظت هر یک از عناصر مورد بحث، آنالیز مقدماتی انجام و استاندارد های مورد نیاز برای هر عنصر تهیه شد (Van loon, 1980). برای ایجاد شعله در اندازه گیری فلزات از مخلوط استیلن-هوا استفاده شد.

معمولاً پرندگان بالغ در مقایسه با افراد نابالغ مقادیر بالاتری از فلزات سنگین را در کلیه ها و کبد نشان داده اند (Kalisinska, 2003). به طوری که به نظر می رسد سطوح Cd در کلیه با افزایش سن در برخی گونه‌ها افزایش می‌یابد. در حالی که این مسئله ممکن است در مورد برخی گونه‌ها صدق نکند (Furness & Hutton, 1979, Hutton, 1981). در مورد باکلان تالاب انزلی نیز نتایج آزمون من ویتنی u نشان داد که میانگین غلظت Cd موجود در کبد افراد بالغ به طور معنی داری از افراد نابالغ بالاتر است. میزان Cd کلیه در بالغین بالاتر است، هر چند این تفاوت از لحاظ آماری معنی دار نیست. نتایج در جدول شماره (۴) ارائه شده است.

جدول شماره (۲): نتایج آزمون Wilcoxon به منظور بررسی

اختلاف میزان تجمع عناصر در هر دو اندام:

		مقدار P
آزمون ویلکاکسن		
Fe	کبد- کلیه	./۰۰۰ **
	کلیه- عضله	./۰۰۲ **
	کبد- عضله	./۰۰۰ **
Zn	کبد- کلیه	./۰۰۰ **
	کلیه- عضله	./۰۰۰ **
	کبد- عضله	./۰۵۸ +
Cu	کبد- کلیه	./۰۰۰ **
	کلیه- عضله	./۰۰۰ **
	کبد- عضله	./۰۰۰ **
Cd	کبد- کلیه	./۰۰۰ **
	کلیه- عضله	./۰۰۰ **
	کبد- عضله	./۰۰۱ **

** P < ۰/۰۱ سطح اطمینان ۹۹٪

+ P < ۰/۱ سطح اطمینان ۹۰٪

نتایج خام به دست آمده از دستگاه جذب اتمی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$M \text{ CV} / W$$

که اجزای آن عبارتند از:

$$C = \text{غلظت به دست آمده از دستگاه؛}$$

$$V = \text{حجم نهایی نمونه (۲۵ میلی لیتر)؛}$$

$$W = \text{مقدار ماده خشک مصرف شده برای هضم بر حسب (۱ گرم)؛}$$

$$M = \text{غلظت نهایی نمونه بر حسب p.p.m به ازای یک گرم}$$

وزن خشک.

نتایج

میانگین میزان فلزات سنگین (برحسب میکروگرم بر گرم) در بافت‌های کبد، کلیه و عضله مربوط به ۲۲ نمونه باکلان بزرگ تالاب انزلی به صورت زیر است (جدول شماره ۱).

جدول شماره (۱): میانگین میزان فلزات سنگین در اندام های

نمونه های باکلان بزرگ تالاب انزلی (برحسب $\mu\text{g/g}$):

	Zn	Cu	Fe	Cd	Cr
کبد	۱۳۲/۹۵	۲۱/۶۵	۱۱۲۰/۴۵	۰/۳۰۶	—
کلیه	۷۵/۰۰	۸/۱۸	۴۷۰/۴۵	۰/۷۰۴	۰/۹۰۹
عضله	۶۸/۱۸	۶۷/۲۷	۳۶۷/۰۴	۰/۰۴۵	۰/۱۱۳

با استفاده از آزمون Friedman، اختلاف تجمع عناصر در کبد، کلیه و عضله باکلان بزرگ مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاکی از آن است که میزان غلظت عناصر در سه اندام کبد، کلیه و عضله به طور معنی داری متفاوت است. از آزمون Wilcoxon به منظور بررسی اختلاف تجمع عناصر در هر دو اندام استفاده شد که بجز تجمع روی موجود در کبد و عضله، اختلاف میزان عناصر در هر دو اندام معنی دار بود (جدول شماره ۲).

تفاوت مقادیر فلزات سنگین بین جنس‌ها در مقایسه با تفاوت‌های زیاد فلزات بین نمونه‌های مختلف بسیار اندک است. با وجود این، Evans و Moon در سال ۱۹۸۱ سطوح بالاتری از Cd را در جنس ماده نوعی تلیله بیان کردند. Gochfeld و Burger در سال ۱۹۸۷ تفاوت‌های مطلوبی را در سطوح فلزات مختلف بین اردک‌های نر و ماده پیدا کردند. در این تحقیق نیز نتایج آزمون من ویتنی u به منظور مقایسه اختلاف غلظت عناصر در بین دو جنس نشان داد که Zn و Fe موجود در عضله ماده‌ها Cr موجود در کلیه جنس نر به طور معنی داری بالاتر بوده است که نتایج آن در جدول شماره (۳) نشان داده شده است.

جدول شماره (۴): نتایج آزمون Mann Whitney U به منظور بررسی اختلاف غلظت عناصر سنگین بین افراد بالغ و نابالغ در باکلان بزرگ

سن		تعداد	مقدار P
Fe کبد	بالغ	۱۱	۰/۹۴۹
	نابالغ	۱۱	
Cd کبد	بالغ	۱۱	۰/۰۱۳*
	نابالغ	۱۱	
Cr کبد	بالغ	۱۱	۰/۱۵۱
	نابالغ	۱۱	
Cu کبد	بالغ	۱۱	۰/۶۹۹
	نابالغ	۱۱	
Zn کبد	بالغ	۱۱	۰/۳۶۵
	نابالغ	۱۱	
Fe کلیه	بالغ	۱۱	۰/۸۴۷
	نابالغ	۱۱	
Cd کلیه	بالغ	۱۱	۰/۳۴۳
	نابالغ	۱۱	
Cr کلیه	بالغ	۱۱	۰/۱۵۱
	نابالغ	۱۱	
Cu کلیه	بالغ	۱۱	۰/۲۷۰
	نابالغ	۱۱	
Zn کلیه	بالغ	۱۱	۰/۷۴۸
	نابالغ	۱۱	
Fe عضله	بالغ	۱۱	۰/۷۹۷
	نابالغ	۱۱	
Cd عضله	بالغ	۱۱	۱/۰۰۰
	نابالغ	۱۱	
Cr عضله	بالغ	۱۱	۰/۷۴۸
	نابالغ	۱۱	
Cu عضله	بالغ	۱۱	۰/۳۳۲
	نابالغ	۱۱	
Zn عضله	بالغ	۱۱	۰/۴۷۸
	نابالغ	۱۱	

سطح اطمینان $P < ۰.۰۵$

۹۵٪ دارای همبستگی منفی اند. در عضله نیز میزان Fe-Zn و Fe-Cu در سطح ۹۹٪ Zn-Cd و ۹۵٪ Zn-Cu در سطح ۹۰٪ دارای همبستگی مثبت هستند. غلظت عناصر Fe-Zn در کلیه در سطح ۹۰٪ همبستگی مثبت نشان داد.

جدول شماره (۳): نتایج آزمون Mann Whitney U به منظور بررسی اختلاف غلظت عناصر سنگین بین دو جنس نر و ماده در باکلان بزرگ

جنس		تعداد	مقدار P
Fe کبد	نر	۱۲	۰/۰۸۰ ⁺
	ماده	۱۰	
Cd کبد	نر	۱۲	۰/۲۲۸
	ماده	۱۰	
Cr کبد	نر	۱۲	۰/۹۷۴
	ماده	۱۰	
Cu کبد	نر	۱۲	۰/۶۷۴
	ماده	۱۰	
Zn کبد	نر	۱۲	۰/۱۵۹
	ماده	۱۰	
Fe کلیه	نر	۱۲	۰/۵۸۲
	ماده	۱۰	
Cd کلیه	نر	۱۲	۰/۲۲۸
	ماده	۱۰	
Cr کلیه	نر	۱۲	۰/۰۰۵ ^{**}
	ماده	۱۰	
Cu کلیه	نر	۱۲	۰/۵۸۲
	ماده	۱۰	
Zn کلیه	نر	۱۲	۰/۷۷۱
	ماده	۱۰	
Fe عضله	نر	۱۲	۰/۰۰۱ ^{**}
	ماده	۱۰	
Cd عضله	نر	۱۲	۰/۸۲۱
	ماده	۱۰	
Cr عضله	نر	۱۲	۰/۷۲۲
	ماده	۱۰	
Cu عضله	نر	۱۲	۰/۱۲۳
	ماده	۱۰	
Zn عضله	نر	۱۲	۰/۰۲۵ [*]
	ماده	۱۰	

$P < ۰.۰۵$ سطح اطمینان ۹۵٪

$P < ۰/۱$ + سطح اطمینان ۹۰٪

سطح اطمینان $P < ۰.۰۱$ * ۹۹٪

- تحلیل همبستگی همبستگی عناصر مختلف را در هر کدام از اندامها به این صورت بیان کرد که در کبد میزان Fe-Zn و Fe-Cu و Cu-Zn در سطح ۹۹٪ دارای همبستگی مثبت و Cr-Cu در سطح

در سطح ۰.۹۵٪ همبستگی متوسطی وجود داشت و غلظت سایر عناصر هیچ گونه همبستگی با وزن نمونه‌ها نشان ندادند که نتایج در جدول شماره (۵) ارائه شده است.

همچنین در مورد میزان عنصر Zn بین کبد- عضله و کلیه- عضله، در مورد Fe بین کلیه- عضله و در مورد Cd بین کبد-کلیه، همبستگی معنی دار وجود داشت با توجه به روش آماری رگرسیون برای به دست آوردن همبستگی، فقط بین میانگین غلظت روی با وزن نمونه های باکلان

جدول شماره (۵): نتایج آزمون رگرسیون به منظور بررسی رابطه غلظت عناصر سنگین در اندام های مختلف با وزن نمونه های باکلان

بزرگ

وزن کل		آزمون رگرسیون		وزن کل		آزمون رگرسیون	
آهن کبد	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی
	دار	معنی	دار	معنی	دار	معنی	دار
-۰/۵۲۵		-۰/۳۲۵		-۰/۲۴۲۵		-۰/۷۸۲۷	
مس کبد	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی
	دار	معنی	دار	معنی	دار	معنی	دار
-۰/۱۱۲۳		-۰/۳۱۰		۰/۰۰۰۰۴۶۱		۰/۷۵۹	
روی کبد	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی
	دار	معنی	دار	معنی	دار	معنی	دار
-۰/۰۹۱۳۰		۰/۰۱۵*		-۰/۰۰۸۵۶۹		-۰/۰۷۸۵۹	
کادمیوم کبد	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی
	دار	معنی	دار	معنی	دار	معنی	دار
-۰/۰۰۰۲۳۲۲		۰/۳۸۷		۰/۰۰۰۵۲۶۶		۰/۶۸۷	
کروم کبد	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی	رگرسیون	خطی
	دار	معنی	دار	معنی	دار	معنی	دار
-۰/۰۰۰۶۲۸۸		۰/۵۳۴		-۰/۰۰۱۱۹۵		-۰/۰۱۹۸۶	

فلز در باکلان بزرگ نزدیک به سطوحی که بتوانند افزایش آثار سمی را در پرندۀ مورد نظر نشان دهند، نبوده است. با وجود این، غلظت این دو عنصر در برخی نمونه‌ها بالا بوده که نشان می‌دهد این پرندگان در محیط زیستیشان در معرض این فلزات قرار دارند. همچنین مقایسه میانگین غلظت Zn, Cu, Fe در اندام‌های باکلان بزرگ تالاب انزلی با مقادیر ارائه شده نشان می‌دهد که در مورد Fe میانگین غلظت در کبد، Cu در کبد و عضله و Zn در هر سه اندام بالاتر بوده است. به طور کلی فعالیت های مختلف انسانی و توسعه و استقرار صنایع مختلف

* ۰/۰۵ < P سطح اطمینان ۹۵

بحث و نتیجه گیری

مقایسه میانگین غلظت این عناصر در هر سه اندام با مقادیر ارائه شده برای پرندگان آبی بر اساس نظر Bryan (1984) و Eisle (1981) و Furness & Rainbow (1990) (جدول شماره ۶) نشان می‌دهد که میزان Cr و Cd در هر سه اندام از مقادیر بیان شده (کادمیوم: $\mu\text{g/g}$ ۳-۶) و کروم: $\mu\text{g/g}$ < ۱) کمتر بوده است (Calow, 1998) البته تاکنون حدود استاندارد فلزات سنگین در اندام‌های مختلف پرندگان بیان نشده است، اما همین مقایسه شاید نشان دهد که سطوح این دو

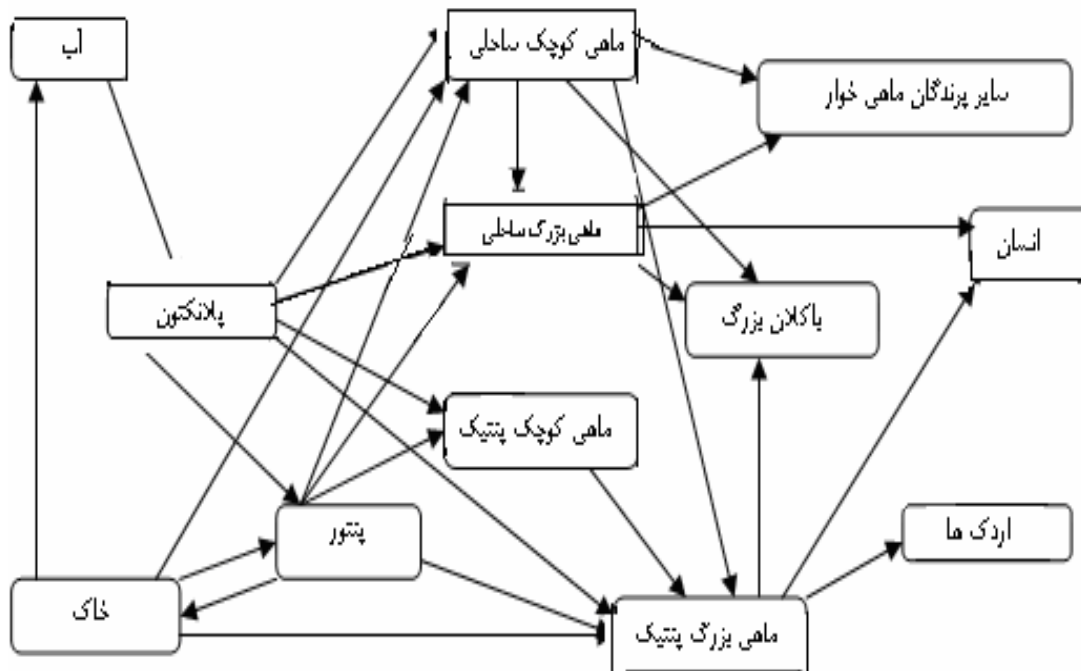
در برخی قسمت های اطراف تالاب را می توان منبع اصلی آلودگی و عامل مؤثر بر افزایش این فلزات دانست

جدول شماره (۶): مقایسه میانگین غلظت عناصر سنگین در باکلان بزرگ تالاب انزلی با استانداردهای ارائه شده

عنصر	● آب شیرین	● آب دریا	■ ماهیان	● پستانداران		■ پرندگان دریازی	باکلان بزرگ تالاب انزلی		
				استخوان	عضله		کبد	کلیه	عضله
Cd	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	- ۰/۰۳ ۴/۲	۱/۸	۰/۱-۳/۲	۰/۳-۶	۰/۳۰۶	۰/۷۰۴	۰/۰۴۵
Cr	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۰/۲-۰/۸	-۳۳ ۰/۱	<۰/۰۰۲-۰/۸۴	<۱	۰/۵۶۸	۰/۹۰۹	۰/۱۱۳
Cu	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۲-۴۲	۱-۲۶	۱۰	۱۰-۲۰	۲۱/۵۶	۸/۱۸	۶۷/۲۷
Fe	۰/۵	۰/۰۰۲	۵-۲۰	۳-۳۸۰	۱۸۰	-۵۰ ۱۰۰	۱۱۲۰/۴۵	۴۷۰/۴۵	۳۶۷/۰۴
Zn	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۱۰-۱۰۰	۷۵-۱۷۰	۲۴۰	۵۰	۱۳۲/۹۵	۷۵/۰۰	۶۸/۱۸

Calow, 1998 ■ Bowen, 1979 ● .

نمودار شماره (۱): نمونه ای از اجزای یک اکوسیستم آبی (برگرفته از Moriarty (1983) با تغییرات جزئی).



-بررسی آلودگی فلزات سنگین در گونه های دیگر پرند مقيم در تالاب انزلی.

-حلقه گذاری جوجه باکلان های تازه به دنيا آمده در اطراف تالاب ونمونه گیری از افراد حلقه گذاری شده برای مطالعات سم شناسی.

-جمع آوری بهنگام داده های رژیم غذایی برای جانوران بالای هرم غذایی در تالاب انزلی از جمله باکلان بزرگ.

-تحقیقات منسجم به منظور شناسایی آثار بیولوژیکی و ژنتیکی فلزات سنگین در جمعیت باکلان تالاب انزلی.

-تلاش برای پیش بینی مسيرهای آلاینده در اکوسیستم تالاب انزلی و تعیین منابع آلاینده.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از جناب آقای دکتر بهرام حسن زاده کیابی به دلیل ارائه نظرهای ارزشمندشان در مراحل مختلف این تحقیق تشکر و قدردانی می شود.

یادداشت ها

- 1-Survey
- 2-Surveillance
- 3-Monitoring
- 4-Correlation Analysis

منابع مورد استفاده

منوری، م. ۱۳۶۹. بررسی اکولوژیک تالاب انزلی. نشر گیلان، ۱۰۵ص.

Bowen, H.J.M.1979. Environmental chemistry of the elements. Academic Press, London, N.2. Toronto, 333p.

Bryan, G.W. 1984. Pollution due to heavy metals and their compounds. In: Marine Ecology (Ed.O.Kinne), John Wiley & Sons, chi Chester. 1289-1431pp.

دانستن مقادیر آلاینده در موجود زنده ارزشمند است. مجموعه داده های زیاد روی گونه های منفرد ممکن است پایه ای باشد برای ایجاد استانداردهای معین و مفید برای ارزیابی اهمیت غلظت فلزی موجود در بدن پرند، همچنین محیط زیستی که پرند در آن در حال زندگی است (Kalisinska et al, 2003). اما متغیرهای گوناگونی وجود دارند که می توانند بر رابطه دوز ماده آلاینده- واکنش موجود تأثیر بگذارند. عواملی از قبیل سن، جنس، رژیم غذایی موجود، ترکیب شیمیایی فلزات سنگین، فیزیولوژی جذب و دفع عناصر در بدن گونه، کارکرد این عناصر در اندام های مختلف، منابع تولید این فلزات در اطراف زیستگاه و در این مطالعه تأثیر عوامل دیگر در میزان انباشت فلزات در اندام های کبد، کلیه و عضله گونه باکلان به دلیل نیاز به مطالعات بیشتر لحاظ نشده است. نمودار بالا نمونه ای از اجزای یک اکوسیستم آبی است که همگی در انتقال آلاینده مؤثرند. در واقع به جنبش عنصر آلاینده در شبکه غذایی اشاره می کند که ضرایب انتقال نیز در سطوح مختلف زنجیره های غذایی متفاوت است

بر اساس نظر Rudd و Craig (1974) پایش مستمر مقادیر آلاینده در تعداد گونه و شناسایی آثار آن، نیاز به درک محدوده وسیعی از عوامل فیزیکی و شیمیایی تا اکولوژیکی، همچون شناسایی تأثیر روابط متقابل گونه با سایر اجزای اکوسیستم، تعیین نرخ های انتقال آلاینده در سطوح مختلف، اندازه گیری درصد هضم آن دارد که درصد مقاومت گونه ها در سطوح مختلف را توصیف می کند (Moriarty, 983). در نهایت می توان بیان کرد که ارزیابی و سنجش مقادیر فلزات سنگین مورد نظر در گونه باکلان بزرگ تالاب انزلی این نتیجه را به دست داد که میزان Cd و Cr کمتر از مقادیر ارائه شده است، ولی در برخی از موارد نمونه ها در معرض شدید این عناصر قرار داشتند.

تجمع بسیار زیاد سه عنصر ضروری Cu, Zn, Fe و نسبت به مقادیر ارائه شده را می توان ناشی از ورود فاضلاب های مختلف حاصل از فعالیت های انسانی به محدوده تالاب دانست و همان طور که بیان شد مسیریابی منابع آلاینده تحقیقات بیشتری را می طلبد.

نتایج بیان شده در این تحقیق می تواند در پایش مداوم فلزات در باکلان بزرگ تالاب انزلی مورد استفاده قرار گیرد.

پیشنهاد ها

-استفاده از اندام های دیگر نظیر پر، استخوان و تخم به منظور بررسی مقادیر فلزات سنگین.

- Gochfeld, M., et al. 1996. Heavy metal in laughing gulls: gender, age and tissue differences. *Environ Toxicology chem.*, 15: 2275-2283.
- Gochfeld, M., and Burger, J. 1987. Heavy metal concentrations in the liver of three duck species. Influence of species and sex. *Environ. Pollut.* 45, 1-15
- Hernandez, L.M., et al. 1998. Accumulation of heavy metals and As in wetland birds in the area around Donana National Park affected by the Aznalcollar toxic spill. *Journal of the Total Environment*, 242: 293-308.
- Holdgate, M.W. 1979. A perspective of Environmental Pollution. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hutton, M. 1981. Accumulation of heavy metals and Selenium in three seabird species from the United Kingdom. *Environmental Pollution. Ser.A*, vol 26: 45-129.
- Kalisinska, E., et al. 2003. Using the Mallard to biomonitor heavy metal contamination of wetlands in north-western Poland. *The Science of Total Environment*.
- Maedgen, J.L., Hacher C.S., Schroder G.D. And Weir, F.W. 1982. Bioaccumulation of lead and cadmium in the royal tern and sandwich tern. *Arch Environ contam toxicol*, 11: 99-102.
- Method 7000. 1983. U.S. Environment Protection Agency, Methods for chemical Analysis of water and waste, EPA 600/4-79-0201.
- Moriarty, F. 1983. *Ecotoxicology, the Study of Pollutants in Ecosystems*. Academic Press, INC, 233 P.
- Philips, D.J.H. 1980. *Quantitative Aquatic Biological Indicators: Their use to Monitor Trace Metal and Organochlorine Pollution*, Applied Sci. Publicans., London
- Roger, N.R., and John, D.B. 1994. *Environmental Analysis*, John Wiley and Sons, N.Y. 263 P.
- Burger, J. 1993. Metals in avian feathers: Bioindicators of environmental pollution. *Rev. Environ. Toxicol*, 5: 203-311.
- Burger, J. 1996. Heavy metal and selenium levels in feathers of Franklin's gulls in interior North America. *Auk* 113, 399-407.
- Calow, P. 1998. *Handbook of ecotoxicology*. Imprint: oxford, Blackwell.
- Craig, R.B. and Rudd, R.L. 1974. The ecosystem approach to toxic chemicals in the biosphere. In "Survival in Toxic Environments." (M.A.G. Khan, and J.P. Bederka, Eds), 1-24, Academic Press, New York.
- Debacker, V., et al. 1997. Ecotoxicological and pathological studies of common guillemots *Uria eagle* beached on the Belgian coast during six successive wintering periods. (1989-1990 to 1994-1995). *Dis Aquat organ*, 29: 159-168
- Eens, M., et al. 1999. Great and Blue Tits as indicators of Heavy metal contamination in terrestrial Ecosystems. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 44: 81-85.
- Eisler, R. 1981. *Trace Metal Concentration in Marine Organisms*. Pergamon Press, Oxford.
- Frederick van Tets, G. 1985. Cormorant. In: Campbell, B., Lack, E. (Eds), *A Dictionary of Birds*. T&A Dpoyser, Carlton. pp.110.
- Furness, R.W., Greenwood, J.J.D. 1995. Birds as monitors of environmental changes. *British Trust for ornithology*, thetford, Norfolk, UK. 342 P.
- Furness, R.W., Hutton, M. 1979. Pollutant levels in the great Skua. *Environmental Pollution. Vol: 19*, 261-268.
- Furness, R.W. & Rainbow, P.S. 1990. *Heavy metals in the Marine Environment*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Schubert, R. 1985. Bioindikation in Terrestrischen okosystemen, G.Fischer Verlag, Stuttgart.

Thompson, D.R. 1990. Metal levels in marine vertebrates, in heavy metals in the Marine Environment (Eds R. W. Furness and P.S. Rainbow), CRC Press, New York, PP.143-82.

Van.Loan, J.C. 1980. Analytic Atomic Absorption Spectroscopy. Academic. Press. N.Y. 355p