



ع. س. م. ح.

علوم محیطی سال نهم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۰
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.9, No.2, Winter 2012

۸۹-۱۰۰

بررسی تجمع فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در برخی اندام‌های کاکایی سیبری (*Larus heuglini*) در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا

ابراهیم هوشیاری^۱، علیرضاپورخباز^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲- استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۴

A Study of Heavy Metal (Pb, Zn, Cd) Accumulation in Different Tissues of Sebria Gull (*Larus heuglini*) from Hara Biosphere Reserve

Ebrahiem Hoshiari¹ and Alireza Pourkhabbaz^{2*}

1- MSc. Student, Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand

2- Assistant Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand

Abstract

Waterbirds are exposed to many contaminants. Heavy metals such as lead and cadmium are known as the most important toxic pollutants in an aquatic ecosystem. Poisonous elements had never been reported in larus birds (*Larus heuglini*) of the Iranian Mangrove Biosphere Reserve. The aim of this investigation was to measure levels of metal concentration in liver, kidney and muscle tissues of larus in the Mangrove Biosphere Reserve. To this end, fifteen birds were collected on November 2010. The results indicated that the average lead, cadmium and zinc levels were highest in kidney and lowest in muscle. There was no significant difference in tissue concentrations of Cd and Pb between males and females. In the present study, levels of Cd and Pb in tissues showed no change with age. However, the concentrations of trace elements in *Larus heuglini* were generally comparable to values reported in other studies. The results of the investigation do not show an excessive exposure to cadmium, whereas some interesting data have emerged in the case of lead. The concentration of the latter in the liver and the kidney of larus seem to suggest the possibility of recent exposure.

Keywords: Metals, Mangrove Biosphere, Ecosystem, *Larus heuglini*.

چکیده

فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌های سمی در اکوسیستم‌های آبی بوده که پرندگان آبی موجود در این زیستگاه‌ها در معرض بسیاری از این آلاینده‌ها قرار می‌گیرند. سمیت این فلزات روی کاکایی سیبری در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا تاکنون در ایران گزارش نشده است. هدف از تحقیق حاضر اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم و روی در اندام‌های کلیه، کبد و عضله گونه کاکایی سیبری (*Larus heuglini*) در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا می‌باشد. تعداد ۱۵ پرنده کاکایی سیبری از این ذخیره‌گاه در آبان ماه ۱۳۸۹ جمع‌آوری شدند. نتایج نشان می‌دهد که میزان عناصر در کلیه بیشترین و در ماهیچه کم‌ترین غلظت را دارا بود. غلظت فلزات سنگین در بین بافت‌های مختلف به لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($p < 0/05$) در صورتیکه در میانگین غلظت عناصر بین پرندگان بالغ با نابالغ اختلاف آماری مشاهده نگردید. نتایج این تحقیقات قرارگیری شدید پرنده به فلزات کادمیوم و روی را نشان نمی‌دهد، در حالی که در برخی داده‌ها در مورد فلز سرب این حقیقت وجود داشت. به نظر می‌رسد غلظت عنصر سرب در کلیه و کبد کاکایی سیبری، احتمالاً در معرض تماس به آلودگی در زمان نزدیک بوده است.

واژه‌های کلیدی: فلزات، ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا، اکوسیستم، کاکایی سیبری.

* Corresponding author. E-mail Address: Apourkhabbaz@yahoo.com

مقدمه

اهمیت زیستگاه‌های آبی، به عنوان اکوسیستم‌های غیرقابل جایگزین برای زیست‌مندان وابسته به آن‌ها و نگهداری تنوع زیستی بسیاری از گونه‌های ارزشمند جانوری و گیاهی، قابل توجه است (Collwell and Dodd, 1995; Ballan *et al.*, 2002). در این بین تالاب‌ها جایگاه بسیار مناسبی جهت تداوم زندگی موجودات و منابع غذایی جانوران به شمار رفته و از این نظر که مواد غذایی را تهیه و در اختیار مصرف‌کنندگان آن‌ها قرار می‌دهند دارای اهمیت فراوانی هستند (Nourozi asl, 1998). گرچه طبیعت در مقابل آلاینده‌های مختلف از قابلیت و توان خودپالایی معینی برخوردار است، اما کثرت و فزونی مواد آلاینده در اغلب حالات این خاصیت بهینه سازی را از آن سلب می‌کند و سبب تغییرات اساسی در اکوسیستم و نابودی بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری و غیر قابل استفاده شدن آب، خاک و هوا می‌شود (Mohammadi and Samaei, 2006).

در سال‌های اخیر نگرانی در مورد آثار دراز مدت فلزات سنگین به عنوان آلاینده‌های زیست‌محیطی در اکوسیستم‌های آبی افزایش یافته است (Karimi *et al.*, 2008). برای حفظ محیط‌زیست و کنترل آلودگی باید اطلاع دقیقی از میزان آلودگی‌ها بخصوص فلزات سنگین و پراکنش آن‌ها در محیط‌هایی همچون تالاب‌ها داشته باشیم. فلزات سنگین شامل دو دسته عناصر ضروری و غیر ضروری هستند که در بوم‌شناسی قابل توجه‌اند، از این رو این عناصر پایداری بالایی داشته و توانایی ایجاد سمیت در موجودات زنده را دارند (Storelli *et al.*, 2005). پایداری فلزات سنگین

سبب پراکنش زیادشان در زنجیره غذایی موجودات شده به نحوی که مقدار آن‌ها در زنجیره غذایی می‌تواند چندین برابر مقدار آن‌ها در آب باشد (Khodabandeh, 2001). از جمله فلزات سنگینی که خطرناک‌انداز سرب و کادمیوم می‌توان نام برد (Boyed, 1990). سرب در پرندگان سبب کاهش وزن و تولید مثل می‌شود (Burger *et al.*, 1986)؛ و زن و تولید مثل می‌شود (Kim *et al.*, 2008)، در حالی که اثرات سمی کادمیوم در پرندگان شامل کاهش تولید تخم، آسیب کلیوی، آسیب به بیضه و تغییر واکنش رفتاری است (Furness and Greenwood, 1995). Burger (1996) بیان کرد که شناسایی، اهمیت و آثار فلزات سنگین در زنجیره غذایی و اکوسیستم‌ها، موجبات گسترش طرح‌های پایش زیستی با هدف اندازه‌گیری سطوح آلاینده‌ها در ارگانسیم‌های مختلف را فراهم نموده است، بنابر این از گونه‌های شاخص در قسمت‌های مختلف اکوسیستم به منظور برآورد سطوح این آلاینده‌ها استفاده می‌شوند. پرندگان به عنوان شاخص‌های آلودگی فلزات سنگین بسیار کارآمد هستند، زیرا قابل رؤیت بوده و حساسیت‌پذیری آن‌ها به مواد سمی زیاد است. آن‌ها از سطوح تروفی بالاتر در اکوسیستم‌ها تغذیه می‌کنند و در نتیجه می‌توانند جزو مخاطرات اولیه بوده (Burger, 1993) و اطلاعاتی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی فراهم کنند (Karimi *et al.*, 2008). سنجش فلزات سنگین موجود در پرندگان ممکن است تصویر بهتری از خطرهای متوجه انسان را نسبت به اندازه‌گیری آنها در محیط زیست فیزیکی، گیاهان یا بی‌مهرگان نشان دهد.

هدف از این مطالعه تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در اندام های کبد، کلیه و عضله کاکایی سبیری در ذخیره گاه زیست کره حرا می باشد. همچنین مقایسه بین پرندگان نر و ماده و بالغ و نابالغ از حیث جذب فلزات در اندام های مختلف، از اهداف عمده دیگر این مطالعه است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

ذخیره گاه حرا تنها منطقه حفاظت شده از جنگل های مانگرو در حاشیه شمالی خلیج فارس و دریای عمان بوده که بیشترین تراکم پوشش را نیز در همین منطقه دارد. این ذخیره گاه بین طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و ۲۶ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۲۶ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و در فاصله بین جزیره قشم، بزرگترین جزیره ایران در خلیج فارس و ساحل سرزمینی ایران قرار دارد.

ذخیره گاه زیست کره حرا یکی از زیستگاه های عالی و تیپیک در ایران به ویژه از نظر زیستگاه پرندگان می باشد و صدها هزار پرند آبی و کنار آبی بومی، زمستان گذران و جوجه آور را در خود جای می دهد. این اکوسیستم متاسفانه تحت تاثیر مسائلی همچون روند رو به رشد صنایع بزرگ در منطقه هرمزگان و بدنبال آن ورود فاضلاب ها و پساب های صنعتی و شهری قرار گرفته که سبب آلودگی و آسیب رساندن به ذخایر و منابع آبی موجود شده است. از این رو نیازمند پایش های مداوم و دقیق تر در رابطه با آلاینده ها به ویژه فلزات سنگین با استفاده از پرندگان به عنوان شاخص زیستی می باشند. یکی از این پرندگان کاکایی سبیری بوده که به دلایل زیر در این تحقیق انتخاب شده است:

- حداکثر وابستگی زیستگاهی و تغذیه ای
- حضور در تمام طول سال در منطقه
- جمعیت مناسب و جزء پرندگان مجاز برای شکار
- شناسایی و جمع آوری آسان
- اندازه مناسب؛
- تشخیص راحت سن.



شکل ۱- گونه کاکایی سبیری (*Larus heuglini*)

جمع آوری نمونه‌ها

تعداد ۱۵ پرنده (نر و ماده و بالغ و نابالغ) متعلق به گونه کاکایی سبیری^۱ با مجوز رسمی از سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران از ذخیره گاه زیست کره حرا در آبان ماه ۱۳۸۹ جمع آوری شدند. نمونه‌ها بعد از جمع آوری، به آزمایشگاه منتقل و پس از کدگذاری، توزین و ریخت سنجی گردیدند (جدول ۱).

برای توزین نمونه‌ها از ترازوی الکترونیکی بادقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. ریخت‌سنجی شامل عوامل طول کل بدن و طول دوسریال بود. کالبد شکافی نمونه‌های پرنده کاکایی جهت تعیین جنسیت آنها با توجه به اندام‌های تولید مثلی صورت گرفت. اندام‌های تولید مثلی در نر یک جفت بیضه و مجاری دفران و در پرنده ماده تخمدان و لوله تخم بر می‌باشد (Aliabadian *et al.*, 2008). بافت‌های کبد، کلیه و عضله سینه پرنده جداسازی و پس از گذراندن دوره انجماد (۲۰- درجه سانتی‌گراد) توسط دستگاه آن^۲ (در دمای ۶۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت) خشک شدند (Barbieri *et al.*, 2007). نمونه‌های خشک شده (کبد، کلیه و عضله) بوسیله هاون چینی کاملاً پودر گشتند. سپس میزان ۱ گرم نمونه پودر شده را

در داخل ارلن مایر ۵۰ سی‌سی ریخته و با نسبت ۱ به ۲ اسیدنیتریک و اسیدپرکلریک به آنها اضافه گردید (FAO, 1996):

ابتدا ۱۰ سی‌سی اسید نیتریک ۶۵٪ به داخل هریک از ارلن مایرها حاوی نمونه‌ها اضافه گردید و دهانه آنها با پارافیلیم کاملاً بسته شد. تمام نمونه‌ها به مدت یک شب در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد (Taggart *et al.*, 2009). در روز دوم به هریک از نمونه ۵ سی‌سی اسیدپرکلریک ۷۲٪ اضافه و بر روی صفحه داغ در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا زمانی که نمونه‌ها حالت شفاف پیدا کنند. علاوه بر نمونه‌های هضم شده، در هر مجموعه ۱۵ تایی صفحه داغ ۳ نمونه شاهد نیز در کنار سایر نمونه‌ها همانند نمونه‌های مورد بررسی جهت صحت سنجی دستگاه جذب اتمی و درجه خلوص اسیدهای مورد استفاده، تهیه گردید. بعد از اتمام کامل هضم شیمیایی، نمونه‌های هضم شده بوسیله پمپ و کیوم از فیلترنیتروسولوزی (قطر ۰/۴۵ میکرون) عبور داده و با آب دوبار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. نمونه‌ها جهت تعیین غلظت عناصر، تزریق به دستگاه جذب اتمی (SHIMADZU AA/680) گردیدند.

جدول ۱- تعیین وزن و مشخصات پرنده کاکایی بر اساس سن و جنس

| سن و جنسیت | تعداد | وزن (g) | | | طول بدن (cm) | | | طول بال (cm) | | |
|-------------|-------|---------|--------|---------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| | | حداقل | حداکثر | میانگین | حداقل | حداکثر | میانگین | حداقل | حداکثر | میانگین |
| بالغ-ماده | ۶ | ۸۰۰ | ۱۲۰۰ | ۱۰۳۳/۳ | ۵۲ | ۵۹ | ۵۵/۵ | ۱۲۴ | ۱۳۵ | ۱۲۹/۶ |
| بالغ-نر | ۳ | ۸۰۰ | ۱۳۰۰ | ۱۱۰۰ | ۵۲ | ۵۸ | ۵۴/۶ | ۱۲۴ | ۱۳۰ | ۱۲۷ |
| نابالغ-ماده | ۳ | ۳۰۰ | ۱۱۰۰ | ۵۶۶/۶ | ۴۱ | ۵۲ | ۴۵/۶ | ۹۲ | ۱۲۶ | ۱۰۴/۶۶ |
| نابالغ-نر | ۳ | ۶۰۰ | ۱۱۰۰ | ۸۶۶/۶ | ۴۵ | ۵۳ | ۴۹ | ۱۰۰ | ۱۲۴ | ۱۱۵/۳۳ |

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) انجام شد. از آزمون تعقیبی توکی کرامر بمنظور مقایسه میانگین‌های سرب، روی و کادمیوم در بافت‌های مختلف استفاده گردید. بررسی اختلاف غلظت عناصر مورد بررسی بین جنس‌ها و سنین مختلف از آزمون تی تست (T-test) و به منظور بررسی همبستگی‌ها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. لازم به ذکر است که آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۶) صورت گرفت.

نتایج

میانگین میزان فلزات سنگین (میکروگرم بر گرم) در بافت‌های کبد، کلیه و عضله سینه ۱۵ نمونه کاکایی سبیری تالاب حرا در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج نشان می‌دهد که غلظت روی در کلیه نسبت به کبد و عضله بیشتر است، این حقیقت در مورد فلزات سرب و کادمیوم نیز صدق می‌کند. به عبارت دیگر غلظت عناصر در کلیه نسبت به کبد حدود ۱.۵-۲ برابر و نسبت به عضله ۲-۳ برابر بیشتر می‌باشد. با استفاده از آزمون تعقیبی توکی محل اختلافات میزان عناصر در سه بافت مشخص و نتایج نشان داد که میزان غلظت عناصر در سه اندام کبد، کلیه و عضله سینه بطور معنی‌داری متفاوت از یکدیگر بودند (ANOVA, $P < 0/05$). جدول ۳ نشان می‌دهد که غلظت فلز کادمیوم در بافت کلیه و فلز روی در بافت عضله سینه با دوباقت دیگر به طور آماری متفاوت است در حالی که این اختلاف برای سرب در هر سه بافت وجود داشت ($P < 0/05$).

جدول ۲- میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف کاکایی سبیری (میکروگرم بر گرم)

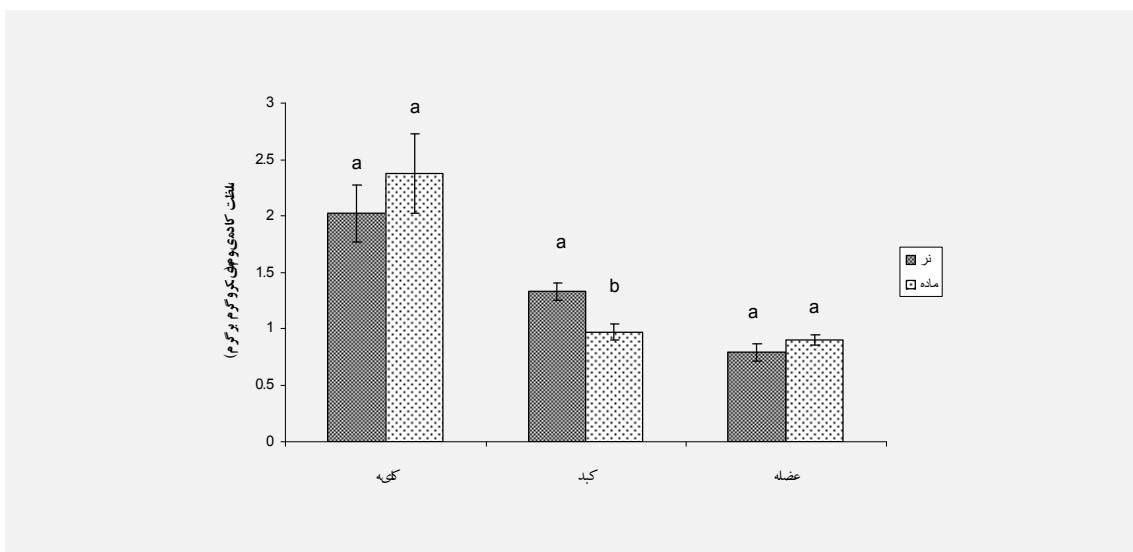
| بافت | فاکتور | روی | سرب | کادمیوم |
|------|----------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| کبد | انحراف معیار \pm میانگین | ۶۸/۳۴ \pm ۸/۰۴ | ۵/۱۱ \pm ۰/۲۴ | ۱/۱۵ \pm ۰/۰۷ |
| | حداکثر - حداقل | ۳۵/۰۷-۱۴۷/۹۵ | ۴/۱۰-۶/۶۰ | ۱/۱۰-۳/۴۰ |
| کلیه | انحراف معیار \pm میانگین | ۹۱/۰۴ \pm ۱۰/۶۸ | ۸/۸۷ \pm ۰/۷۳ | ۲/۲۰ \pm ۰/۲۱ |
| | حداکثر - حداقل | ۲۸/۸۰-۱۵۸/۱۱ | ۵/۵۳-۱۳/۲۳ | ۰/۷۳-۱/۶۳ |
| عضله | انحراف معیار \pm میانگین | ۴۴/۳۴ \pm ۶/۶۹ | ۳/۴۳ \pm ۰/۱۸۰ | ۰/۸۵ \pm ۰/۰۴۷۸ |
| | حداکثر - حداقل | ۱۲/۴۷-۱۰۳/۱۹ | ۲/۷۸-۴/۴۷ | ۰/۵۷-۱/۱۳ |

جدول ۳- نتایج آزمون واریانس به منظور بررسی اختلاف غلظت عناصر در هر دو اندام

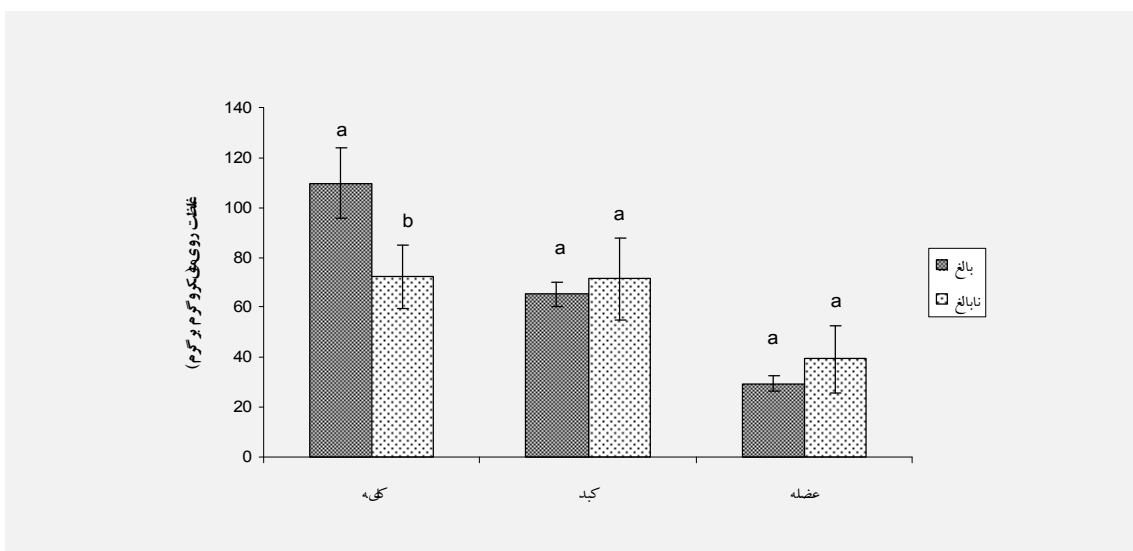
| فلز | بافت | مقدار P |
|---------|-------------|---------|
| روی | عضله - کبد | ۰/۰۲۴ |
| | عضله - کلیه | ۰/۰۰۰ |
| | کبد - کلیه | ۰/۱۶۷ |
| سرب | عضله - کبد | ۰/۰۳۹ |
| | عضله - کلیه | ۰/۰۰۰ |
| | کبد - کلیه | ۰/۰۰۰ |
| کادمیوم | عضله - کبد | ۰/۲۵۹ |
| | عضله - کلیه | ۰/۰۰۰ |
| | کبد - کلیه | ۰/۰۰۰ |

با استفاده از آزمون تی-تست مقایسه میانگین غلظت عناصر در دوجنس نر و ماده پرنده کاکایی محاسبه شده است. براساس این نتایج غلظت فلز کادمیوم در بافت کبد در دوجنس نر و ماده باهم تفاوت معنی داری داشتند ($P < 0/05$) (نمودار ۱)، اما برای دو عنصر روی و سرب جنسیت پرنده تاثیری روی تجمع عناصر در بافت‌ها نشان ندادند.

آزمون تی-تست اختلاف بین دو رده سنی بالغ و نابالغ را مورد بررسی قرار داد که فقط در غلظت روی موجود در کلیه بین دو رده سنی بالغ و نابالغ تفاوت معنی داری وجود داشت و در این بافت غلظت روی در پرندگان بالغ بیشتر از نابالغین بود (شکل ۲) در حالی که اختلاف غلظت عناصر سرب و کادمیوم بین دو رده سنی از نظر آماری اهمیت نداشت.



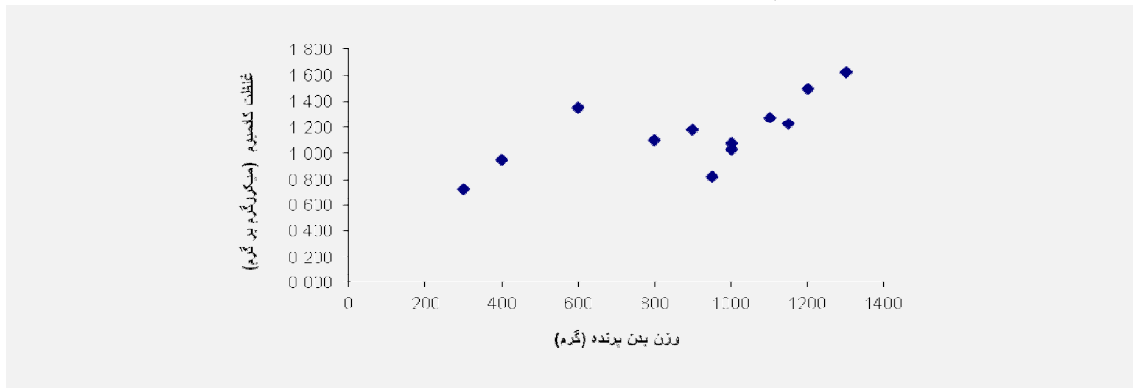
شکل ۱- مقایسه غلظت کادمیوم در دوجنس نر و ماده کاکایی سبیری ($p < 0/05$)



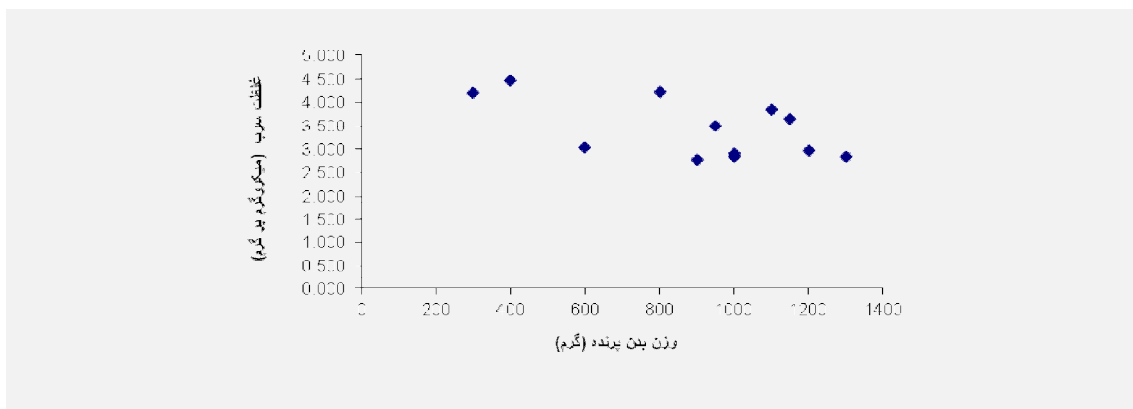
شکل ۲- مقایسه غلظت روی در پرندگان بالغ و نابالغ کاکایی سبیری ($p < 0/05$ ، تی-تست)

نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان می دهد که بین میزان تجمع فلزات در بافت با وزن پرنده کاکایی سبیری همبستگی معنی داری وجود دارد. این ارتباط برای فلز روی و سرب به ترتیب در بافت کلیه و عضله ($r=0.59, P<0/05$) و کادمیوم در بافت کبد ($r=0.66, P<0/05$) می باشد (شکل ۳-۵) Karimi و همکاران (2008) نیز در مطالعات خود بر روی باکلان بزرگ تالاب انزلی همبستگی معنی داری بین غلظت عنصر در بدن با وزن پرندهگان یافتند.

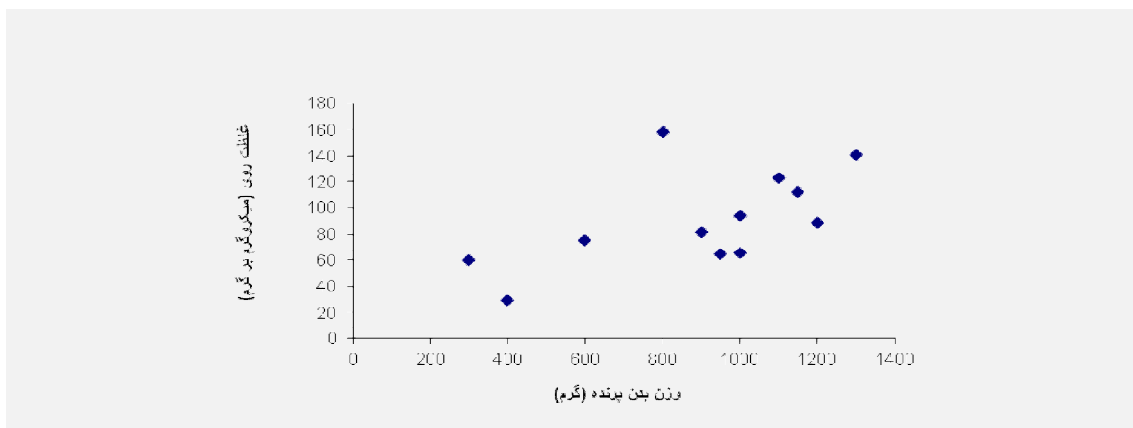
نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان می دهد که بین میزان تجمع فلزات در بافت با وزن پرنده کاکایی سبیری همبستگی معنی داری وجود دارد. این ارتباط برای فلز روی و سرب به ترتیب در بافت کلیه و عضله ($r=0.59, P<0/05$) و کادمیوم در بافت کبد ($r=0.66, P<0/05$) می باشد (شکل ۳-۵) Karimi و همکاران (2008) نیز در مطالعات خود بر روی باکلان بزرگ تالاب انزلی همبستگی معنی داری بین غلظت عنصر در بدن با وزن پرندهگان یافتند.



شکل ۳- رابطه بین وزن پرندهگان و غلظت کادمیوم در کبد کاکایی سبیری ($r=0/66$ و $P<0/05$)



شکل ۴- رابطه بین وزن پرندهگان و غلظت سرب در عضله کاکایی سبیری ($r=0/59$, $P<0/05$)



شکل ۵- رابطه بین وزن پرندهگان و غلظت روی در کلیه کاکایی سبیری ($r=0/59$, $P<0/05$)

بحث

در این مطالعه، بافت کلیه بیشترین غلظت عناصر سرب، کادمیوم و روی را نسبت به سایر بافت ها نشان می دهد، که این حقیقت همچنین در سایر مطالعات و در دیگر گونه های پرندگان وحشی (Kim et al., 2007; Kalisinska, 2003; Thompson, 1990 and Nicholson, 1981) گزارش شده است. غلظت فلز روی در مطالعه حاضر در بافت کبد پایین تر از برخی پرندگان در کره جنوبی ($126-87.1 \mu\text{g/g}$) (Kim et al., 2009) و کانادا ($120 \mu\text{g/g}$) (Elliott and Scheuhammer, 1997) می باشد. با توجه به ضرورت عناصر مانند روی در پرندگان وحشی، سطح سمیت بحرانی این فلز $1200 \mu\text{g/g}$ گزارش شده است (Gasaway and Buss 1972). Takekawa همکاران (2002) نیز یک ارتباط منفی بین غلظت روی و وزن بدن (body mass) پیدا نمودند. به هر حال میزان روی در پرندۀ کاکایی ایران با سطح سمیت عنصر در گونه فاصله زیادی دارد. بنا بر این نتیجه گیری می شود که مقدار عنصر ضروری روی در حد نرمال در پرندۀ کاکایی بوده و بوسیله یک مکانیسم هموستاتیکی طبیعی در بدن کنترل می شود (Kim et al., 2009). مطالعات پیشین نشان دادند که غلظت سرب کبد در صورت کمتر از ۲ و اغلب $1 \mu\text{g/g DW}$ نمی تواند سمی و سبب مرگ پرندۀ شود (Battaglia et al., 2005). چنین مقدارهایی حاکی از تماس نرمال به منشأ زمینی می باشد که نمی تواند اثرات شدید روی عملکرد سیستم بیولوژیکی داشته باشد. غلظت های عنصر سرب بین ۶ و $20 \mu\text{g/g DW}$ در پرندۀ نشان از تماس بیشتر به مواد آلاینده نسبت به سطح طبیعی عناصر دارد و در نتیجه

علائم سمی خارجی بروز می نماید. غلظت های بالاتر ($>20 \mu\text{g/g DW}$) به دلیل در معرض قرارگیری شدید آلودگی (خوردن گلوله های سربی)، فوراً روی زندگی موجود تاثیر می گذارد (Battaglia Pain et al, 1994) (Jager et al, 2005). همکاران (1996) گزارش دادند که میزان $10 \mu\text{g/g DW}$ سرب در کلیه به دلایل آلودگی زیست محیطی نیز می باشد. غلظت سرب در کبد و کلیه پرندۀ کاکایی به ترتیب ۵.۱ و ۸.۹ میکروگرم بر گرم می باشد و کم ترین میزان تجمع این فلز در بافت عضله سینه ($3/43$) یافت گردید، که با مطالعات پیشین (Kim et al., 2007 and 2009) مطابقت دارد. یکی از دلایل پایین تر بودن میزان فلزات سنگین در بافت عضله در مقایسه با سایر بافت ها، ترقیق غلظت فلزات سنگین در عضله های در حال رشد است (Lewis and Furness, 1991). مطالعات نشان می دهد در درجه اول غلظت سرب در کبد و کلیه، می تواند شاخص هایی از تماس های اخیر با منابع آلودگی باشد، در حالی که غلظت عنصر در استخوان انعکاس در معرض قرارگیری مزمن است. با توجه به اینکه اختلاف معنی داری در غلظت عنصر سرب بین پرندۀ بالغ و نای بالغ در بافت ها یافت نگردید، بنابراین غلظت بالای فلزات در بافت های کاکایی احتمالاً به دلیل تماس کوتاه مدت با منبع آلودگی در ذخیره گاه زیست کره حرا است. به هر حال بسیار مشکل است که منبع اصلی عنصر سرب را تعیین نمود زمانی که این مقدار در کبد بسیار پایین تر از تماس آلودگی حاد پرندۀ می باشد. به طور کلی در مقایسه با استانداردهای ارائه شده توسط Clark and Scheuhammer (2003) غلظت فلز

سرب در هر سه بافت کلیه، کبد و عضله سینه پایین تر از حد سمیت بود.

کادمیوم مانند سرب یک عنصر غیر ضروری است و ممکن است اثرات شدیدی بر موجودات زنده (میکروارگانسیم‌ها، گیاهان و جانوران) داشته باشد، اگرچه به نظر می‌رسد که پستانداران و پرندگان نسبت به اثرات سمی فلز، بیشتر مقاومت نشان می‌دهند. غلظت‌های فلز کادمیوم عمدتاً در کلیه و کبد بسیار پایین تر از مغز و استخوان ثبت شده است (Garcia-Fernandez *et al.*, 1996) و از طرفی بالاترین غلظت‌های کادمیوم در پرندگان در بافت کلیه و کمتر در کبد و خیلی پایین تر در عضله گزارش شده است (Thompson, 1990 and Nicholson, 1981). البته Kim و همکاران (2009) گزارش دادند که ارگان هدف در سمیت مزمن کادمیوم بافت کلیه است، اما در معرض قرارگیری مداوم حتی در مقدار پایین تر از حد زیر کشندگی، سبب افزایش متوالی این عنصر در قشر کلیه و بدنبال آن باعث افزایش متالوتیونین‌های کلیه می‌شود (Elliot *et al.*, 1992; Scheuhammer, 1987). قرار گرفتن در معرض سمیت حاد کادمیوم سبب تجمع این عنصر در بافت‌های نرم دیگر مانند کبد نیز می‌گردد. مطالعه حاضر تایید می‌کند که میزان عنصر کادمیوم در بافت ماهیچه پایین ترین (۰.۸) و در کلیه بیشترین (۲.۲) است. غلظت کادمیوم در کبد معمولاً بین ۱/۲ تا ۱/۱۰ مقدار در کلیه در همان پرندگان می‌باشد (Thompson, 1990; Lee *et al.*, 1992; Lock *et al.*, 1987) که با نتایج پرنده کاکایی سبیری منطقه حفاظت شده حرا مطابقت دارد. (Scheuhammer 1987) تاکید کرد گرچه

میزان کادمیوم در کلیه بیشتر از کبد است، اما جهت پایش بیولوژیکی فلز کادمیوم از بافت کبد باید استفاده شود، زیرا تجمع عنصر در کبد نصف میزان موجود در کل بدن است. (Scheuhammer 1987) همچنین پیشنهاد کرد که غلظت بالای ۳ در کبد و ۸ $\mu\text{g/g}$ در کلیه ممکن است ناشی از افزایش تماس آلودگی زیست محیطی باشد. گونه کاکایی در این مطالعه نشان می‌دهد که غلظت کادمیوم ۳ مرتبه در کبد و ۴ مرتبه در کلیه از حد سمیت پایین تر است، به عبارت دیگر در تماس با آلودگی شدید قرار نداشته‌اند.

(Scheuhammer و Kim 1987) و همکاران (2009) گزارش دادند که نسبت غلظت کادمیوم در کبد به کلیه اگر >1 باشد گونه در تماس حاد کادمیوم در رژیم غذایی است و در غلظت >1 پرنده در معرض سمیت مزمن و در سطح پایین تماس با مقدار فلز قرار گرفته است. محاسبه این نسبت برای پرنده کاکایی سبیری در تحقیق حاضر نشان می‌دهد که مقدار سمیت مزمن عنصر تقریباً برابر ۰.۵ است. بنابراین گونه کاکایی ذخیره گاه زیست کره حرا در معرض سمیت شدید کادمیوم در رژیم غذایی خود قرار نداشته است.

با افزایش سن پرنده کاکایی افزایش غلظت کادمیوم در بافت‌ها تغییرات معناداری پیدا نمودند که با مطالعات برخی گونه‌ها در سایر نقاط پیروی می‌نماید (Furness & Hutton, 1979; Hutton, 1981).

در پایان می‌توان نتیجه گیری نمود که شرایط آلودگی برای فلز کادمیوم در منطقه مورد مطالعه در حد سمی نبوده است، اما برای فلز سرب، پرنده کاکایی در معرض آلودگی کم در زمان نزدیک

- Environment Safety, 60: 61–66 (doi: 10.1016/j.ecoenv.2003.12.019).
- Boyd, C.E. (1990). Water quality in Ponds for Aquaculture. USA: Birmingham Publishing .
- Burger, T.T., R.E. Mirachi and M.E. Lisano (1986). Effects of lead shot ingestion of captive mourning dove survivability and reproduction. Journal Wild Management, 50: 1–8
- Burger, J. (1993). Metals in avian feathers: Bioindicators of environmental pollution. Environmental Toxicology, 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
- Clark, A.J. and A.M. Scheuhammer (2003). Lead poisoning in up-land-foraging birds of prey in Canada. Ecotoxicology, 12: 23–30.
- Collwell M.A. and A. Dodd (1995). Water birds communities and habitat relationship in coastal pastures of northern California. Journal Biological Conservation, 21: 75–84
- Elliot, J.E., A.M. Scheuhammer, F.A. Leighton and P. Pearce (1992). Heavy metals and metallothionein concentrations in Atlantic Canadian seabirds. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 22: 63–73.
- Elliott, J.E. and A.M. Scheuhammer (1997). Heavy metal and metallothionein concentrations in seabirds from the Pacific

(recent exposure) قرار داشته است. از آنجاییکه زیستگاه مطالعه حاضر اهمیت بیولوژیکی دارد، بنابراین پرنده کاکایی جهت پایش بسیار مفید بوده و می تواند به عنوان پایش های سطح آلودگی در منطقه انتخاب شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه بیرجند و با همکاری اداره کل حفاظت و محیط زیست هرمزگان به انجام رسیده است.

پی نوشت ها

- 1- *Larus heuglini*
- 2- Oven

منابع

- Aliabadian, M., A.A. Bagherian and A.A. Barzgari (2008). Birds. Mashhad: Sokhangostar publishing.
- Ballan, L., M. Ghasaian, G. Adamin and S. Klemjir (2002). Change in the water birds community of the lake seven lake Gilliarea. Journal Biological Conservation, 106: 157–163.
- Barbieri, E., C.A.B. Garcia, E.D.A. Passos, K.A.S. Aragao and J.D.P. Hora Alves (2007). Heavy metal Concentration in tissues of *Puffinus gravis* sampled on the Brazilian Coast. Revista Brasileira de Ornitologia, 15(1): 69-72.
- Battaglia, A., S. Ghidini, G. Campanini and R. Spaggiari (2005). Heavy metal contamination in little owl (*Athene noctuna*) and common buzzard (*Buteo buteo*) from Northern Italy. Ecotoxicology

- tissues from Anzali wetland. *Environmental studies*, 43:83-92
- Khodabandeh, S. (2001). Accumulation of heavy metals in sediment and aquaculture from Caspean Sea. *Water and Wastewater*, 29:19-42
- Kim, J., S.K. Park and T. Koo (2007). Lead and cadmium concentrations in shorebirds. *Environmental Monitoring and Assessment*, 134:355–361
- Kim, J., H. Lee and T. Koo (2008). Heavy-metal concentrations in three owl species from Korea. *Ecotoxicology*, 17: 21–28
- Kim, J, H.S. Lee and T. Koo (2009). Heavy metal concentrations in three shorebird species from Okgu Mudflat, Gunsan, Korea. *Ecotoxicology*, 18: 61-68
- Lee, D.P., K. Honda and R. Tatsukawa (1987). Comparison of tissue distributions of heavy metals in birds in Japan and in Korea. *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology*, 19: 103–116
- Lewis, S.A. and R.W. Furness (1991). Mercury Accumulation and Excretion in Laboratory Reared Black-Headed Gull *Larus ridibundus* Chicks. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 21: 316-320
- Lock, J.W., D.R. Thompson, R.W. Furness and J.A. Bartle (1992). Metal concentrations in seabirds of the New Zealand region. *Environmental Pollution*, 75: 289–300
- Mohammadi, M. and M. Samaei (2006). The study of cadmium and lead level on water, coast of Canada. *Marin Pollution Bulletin*, 34:794–801.
- FAO (1996). *Manual of methods in aquatic environment research*, Part 1, Rome, 223 pp.
- Furness, R.W. and M. Hutton (1979). Pollutant levels in the great Skua. *Environmental Pollution*, 19: 261-268
- Furness, R.W. and J.J.D. Greenwood (1995). Birds as monitors of environmental changes. British Trust for ornithology, UK: Norfolk publishing.
- Garcia-Fernandez, A.J., J.A. Sanchez-Garcia, M. Gomez-Zapata and A. Luna (1996). Distribution of cadmium in blood and tissues of wild birds. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 30: 252–258.
- Gasaway, W.C. and I.O. Buss (1972). Zinc toxicity in the mallard duck. *Journal of Wildlife Management*, 36:1107–1117
- Hutton, M. (1981). Accumulation of heavy metals and Selenium in three seabird species from the United Kingdom. *Environmental Pollution Ser.A*, 26: 45-129.
- Kalisinska E., W. Salicki, P. Myslek, K.M. Kavetska and A. Jackowski (2003). Using the Mallard to biomonitor heavy metal contamination of wetlands in north-western Poland. *The Science of Total Environment*, 27:54-67
- Karimi, A., H. Yazdan Dad and A. Esmaeili (2008). The study of heavy metals (Cd, Cr, Cu, Zn and Fe) accumulation in Baclan

Takekawa, J.Y., S.E. Wainwright-De La Cruz, R.L. Hothem and J. Yee (2002). Relating body condition to inorganic contaminant concentrations of diving ducks wintering in coastal California. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 42:60–70

Thompson, D.R. (1990). Metal levels in marine vertebrates. In: Furness, R.W., Rainbow, P.S. (Eds.), *Heavy Metals in the Marine Environment*. USA: CRC Press, Boca Raton.



sediment and muscle tissue from Ghare Chay River. *Iranian Journal Marine Science*, 4: 53-58

Nicholson, J.K. (1981). The comparative distribution of zinc, cadmium and mercury in selected tissues of the herring gull (*Larus argentatus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 68: 91–94.

Nowrouzi, R. (1998). The study of heavy metal from Anzali wetland by using Atomic absorption spectroscopy and Chromatography. Msc thesis, Tarbiat Modares University.

Pain, D.J., J. Sears and I. Newton (1994). Lead concentrations in birds of prey in Britain. *Environmental Pollution*, 87: 173–180.

Scheuhammer, A.M. (1987). The chronic toxicity aluminium, cadmium, mercury and lead in birds: a review. *Environmental Pollution*, 46: 263–295.

Storelli, M., A. Storelli, C. Marano, R. Bruno and G.O. Marcotrigiano (2005). Trace elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) From The eastern Mediteran Sea: over view and Evaluation. *Environmental Pollution*, 135: 163-170.

Taggart, M.A., A.J. Green, R. Mateo, F. Svanberg, L. Hillstrom and A.A. Meharg (2009). Metal levels in the bones and livers of globally threatened marbled teal and white-headed duck from El Hondo, Spain. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72: 1–9.