

بررسی میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم در برخی پرندگان خوزستان

نرجس اکاتی^{۱*}

Narjes_okati@yahoo.com

عباس اسماعیلی ساری^۲

فاطمه عین الهی پیر^۳

چکیده

با توجه به افزایش نگرانی‌ها در مورد آثار دراز مدت فلزات سنگین به عنوان آلاینده‌های زیست محیطی، مطالعات نشان داده که پایش زیستی می‌تواند روش مطلوب و رضایت‌مندی برای اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین باشد. پر می‌تواند نقش ذخیره و حذف فلزات سنگین را ایفا نماید. در این پژوهش میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در پر پرندگان منطقه جنوب غرب ایران با تاکید بر تاثیر نوع زیستگاه (آبی و خشکی) پرندگان مورد مطالعه قرار گرفت. پرهای دم ۲۹ پرنده متعلق به ۸ گونه (۴ گونه آبی و ۴ گونه خشکی زی) جمع‌آوری شدند. در این مطالعه فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی فیلیپس مدل Pu 940 اندازه‌گیری شدند. میانگین غلظت Pb در پر پرندگان بر حسب ($\mu\text{g/g}$) بین $18/23 \pm 1/03$ (اردک بلوطی) و $3/33 \pm 1/31$ (زنبورخوار سبز) و هم‌چنین میانگین کادمیوم بین $1/71 \pm 0/06$ (اردک سر سبز) و $0/06 \pm 0/03$ (زنبورخوار سبز) به‌دست آمد. برای بررسی اثر نوع زیستگاه بر میزان سرب و کادمیوم در پر، پرندگان در دو گروه (پرندگان آبی و خشکی زی) مورد مطالعه قرار گرفتند. میانگین غلظت سرب در پرندگان آبی $(\mu\text{g/g})$ $11/94 \pm 4/95$ و برای پرندگان خشکی زی $(\mu\text{g/g})$ $6/81 \pm 1/03$ به‌دست آمد. میزان سرب در پرندگان آبی به طور معناداری بالاتر از پرندگان خشکی بود. میانگین غلظت کادمیوم در پرندگان آبی $(\mu\text{g/g})$ $1/08 \pm 0/73$ و برای پرندگان خشکی زی $(\mu\text{g/g})$ $0/25 \pm 0/19$ به‌دست آمد. هر چند میزان کادمیوم در پرندگان آبی بیش‌تر بود، اما آنالیزهای آماری تفاوت معناداری را در میزان کادمیوم در پرندگان آبی و خشکی نشان ندادند.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، پر، زیستگاه، پرندگان، خوزستان.

۱- عضو هیات علمی گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل، ایران *مسئول مکاتبات.

۲- استاد گروه محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، نور، ایران.

۳- عضو هیات علمی گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل، ایران.

زمینه و هدف

فلزات سنگین همیشه در ترکیب طبیعی محیط-زیست وجود داشته‌اند و در شرایط طبیعی در غلظت‌های پایین یافت می‌شوند. تاکنون مقادیر قابل توجهی از فلزات سنگین در اثر فعالیت‌های انسانی وارد محیط‌زیست شده است (۱). در ارزیابی تغییرات یک اکوسیستم، بررسی همه اجزا و روابط موجود در آن ناممکن است. در نتیجه انتخاب اجزای اکولوژیکی نظیر پرندگان می‌تواند به عنوان یک شاخص زیستی به کار روند. پرندگان ممکن است از طریق تماس مستقیم یا استفاده از آب و غذای آلوده، در معرض مواد شیمیایی گوناگون نظیر فلزات سنگین قرار گیرند (۲). استفاده از پرندگان به عنوان پایش‌کننده‌های زیستی به چند دلیل مناسب می‌باشد: اکولوژی بسیاری از پرندگان به طور کامل شناخته شده است، آن‌ها نسبت به تغییرات محیط-زیست حساس هستند، از سطوح بالا در اکوسیستم تغذیه می‌کنند و در نتیجه می‌توانند اطلاعاتی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی فراهم کنند. سنجش فلزات سنگین در پرندگان می‌تواند تصویر بهتری از خطرات متوجه انسان را نسبت به اندازه‌گیری آن‌ها در محیط‌زیست فیزیکی، گیاهان و یا بی مهرگان نشان دهد (۳). استفاده از پر برای اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین نسبت به سایر بافت‌های پرندگان چند مزیت دارد: پرها به آسانی جمع‌آوری می‌شوند و نگهداری آن‌ها آسان است زیرا نیاز به نگهداری در دمای پایین را ندارند (۴ و ۵). پر بافتی غیر مخرب است و به علاوه می‌توان آن را از پرنده زنده به‌دست آورد که این خود خاصیت ویژه‌ای برای گونه‌های کمیاب است (۶). پر می‌تواند نقش ذخیره و حذف فلزات سنگین را ایفا نماید. مقدار فلز سنگین موجود در پر، میزان فلز موجود در خون پرنده را هنگام شکل‌گیری و رشد پر نشان می‌دهد (۷). چون پرهای دم بزرگ هستند و

به آسانی شناسایی می‌شوند و جمع‌آوری آن‌ها راحت‌تر است نسبت به سایر پرها بیش‌تر استفاده می‌شوند.

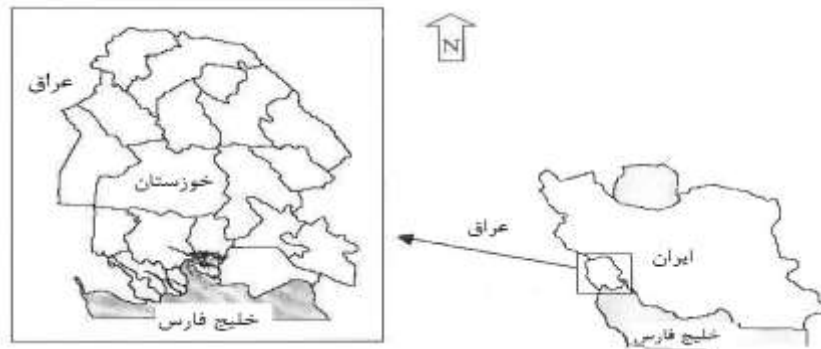
در مطالعه Zolfaghari و همکاران (۸) میزان جیوه در پر ۳۷ گونه از پرندگان جنوب غربی ایران مورد بررسی قرار گرفت و تفاوت معنی‌دار آماری در میزان جیوه پر در ارتباط با سطوح تغذیه دیدست آمد. میزان جیوه در ماهی‌خواران بیش‌تر از خرچنگ‌خواران و بی‌مهره‌خواران به‌دست آمد. هم-چنین میزان جیوه در پرندگان دریایی به طور معناداری بیش‌تر از سایر پرندگان بود.

کریمی و همکاران (۹) فلزات سنگین Fe, Cu, Zn, Cr و Cd را در اندام‌های کبد، کلیه و عضله‌گونه گوشت‌خوار باکلان بزرگ (*Phalacrocorax carbo*) تالاب انزلی اندازه‌گیری نمودند. میزان Cd در کبد پرندگان بالغ به طور معناداری بیش‌تر از پرندگان نابالغ بود. Fe و Zn در عضله باکلان ماده بیش‌تر از نر بود. میزان این عناصر کم‌تر از حدی بود که بتواند اثرات سمی بر روی پرندگان داشته باشد.

با توجه به این‌که پالایشگاه‌های متعدد و کارخانه پتروشیمی بندر امام از منابع آلاینده در جنوب غربی ایران می‌باشند، هدف از انجام این پژوهش بررسی میزان فلزات سنگین Pb و Cd در پرندگان مناطق جنوب غربی ایران می‌باشد. هم‌چنین رابطه نوع زیستگاه (آبی و خشکی) پرندگان با میزان تجمع این فلزات در پر مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

روش بررسی

در طول خرداد تا تیر ۸۷، پرهای دم ۲۹ پرنده متعلق به ۸ گونه جمع‌آوری شدند. پرندگان از منطقه جنوب غرب ایران (به طور عمده خوزستان) صید شده بودند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت مکان جمع آوری نمونه‌های پرندگان

V: حجم نهایی نمونه (در این تحقیق ۲۵ میلی لیتر بوده است)
 W: مقدار ماده خشک برای هضم بر حسب گرم (در این تحقیق ۱ گرم بوده است)
 M: غلظت نهایی نمونه بر حسب ppm به ازای ۱ گرم وزن خشک

آنالیزهای آماری توسط نرم افزار SPSS (Version 11.5) انجام شد. داده‌ها از لحاظ نرمال بودن با استفاده از آزمون Kolmogrov-Smirnov مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند. با استفاده از روش‌های آنالیز واریانس اثر سطوح تغذیه و نوع زیستگاه روی میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم پر پرندگان توسط آزمون Tukey مورد بررسی قرار گرفت. $P \leq 0.05$ به عنوان تفاوت معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه میزان Pb و Cd در پره‌های دم ۸ گونه (۲۹ پرنده) مورد مطالعه قرار گرفت. لیست پرندگان مورد مطالعه و اطلاعات آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است. پرندگان بر اساس کتاب راهنمای صحرایی پرندگان ایران (۱۲) و بر طبق نظر Scott (۱۳) طبقه‌بندی شدند.

پره‌های دم از هر پرنده جداسازی گردید. نمونه‌های پر ابتدا با استن شسته شدند و در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی-گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا خشک شوند (۱۰). سپس نمونه‌ها خرد شدند و به میزان یک گرم از هر نمونه پر توسط ترازو وزن شد و به آن ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک و ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک اضافه شد و روی حمام آبی به مدت ۲ ساعت قرار داده شد تا هضم شوند، به طوری که در پایان مرحله هضم مایع زرد رنگی به دست می‌آید. نمونه‌های هضم شده از کاغذ صافی عبور داده شد و حجم آن توسط آب مقطر به ۲۵ میلی لیتر رسانده شد (۱۱). نمونه‌ها در این شرایط آماده تزریق به دستگاه جذب اتمی بود. از هر گونه پرنده حداقل ۳ نمونه مورد آنالیز قرار گرفت. برای اندازه-گیری فلزات از دستگاه جذب اتمی فیلیپس مدل Pu 9400 استفاده گردید. در گام نخست لازم بود محدوده غلظت هر یک از عناصر مورد نظر تعیین شود که با انجام آنالیز مقدماتی محدوده مورد نظر مشخص گردید. سپس استانداردهای مورد نیاز هر عنصر تهیه شد. داده‌های به دست آمده از دستگاه جذب اتمی، در فرمول (۱) قرار داده شد تا غلظت نمونه بر حسب ppm محاسبه شود.

$$M = CV/W \quad (1)$$

C: غلظت بدست آمده از دستگاه

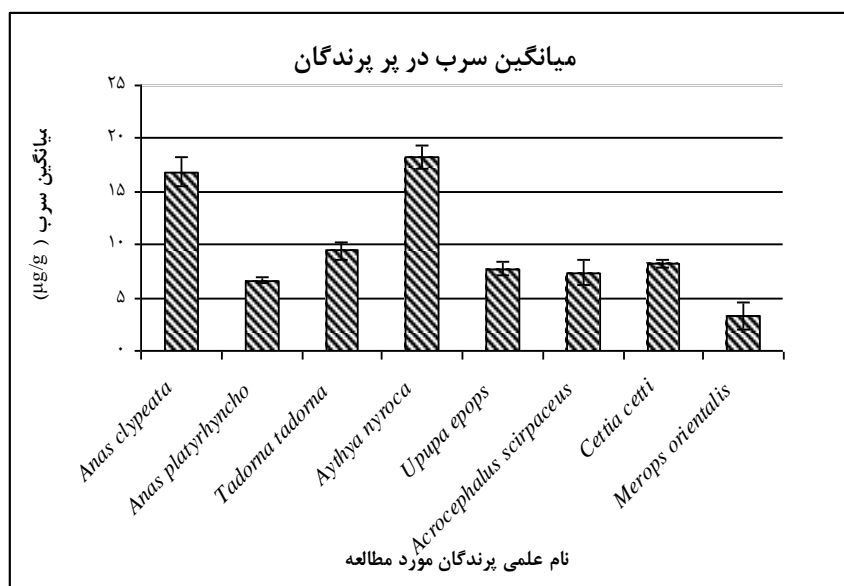
جدول ۱- اطلاعات مربوط به پرندگان مورد مطالعه

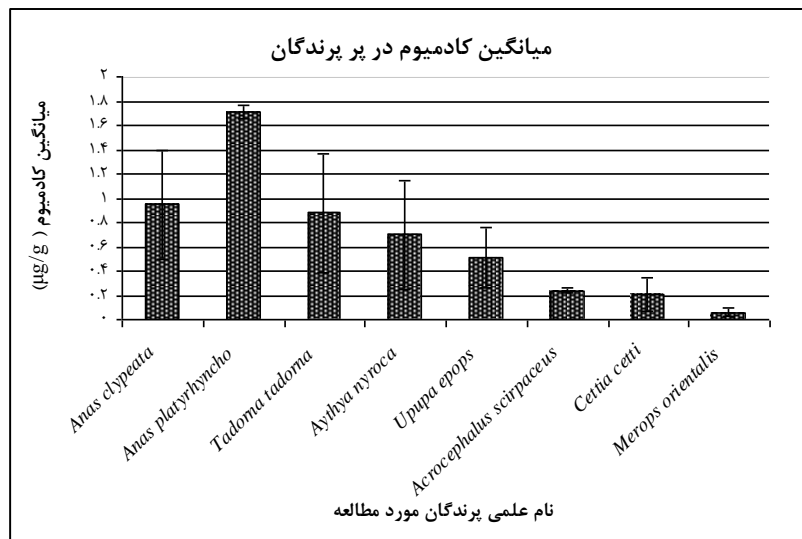
نام گونه	نام علمی	تعداد	سطح تغذیه *	زیستگاه
اردک سرسبز	<i>Anas platyrhynchos</i>	۵	گیاه خوار	آبی
اردک نوک پهن	<i>Anas clepeata</i>	۴	گیاه خوار	آبی
تنجه	<i>Tadorna tadorna</i>	۴	گیاه خوار	آبی
اردک بلوطی	<i>Aythya nyroca</i>	۳	گیاه خوار	آبی
هدهد	<i>Upupa epops</i>	۳	بی مهره خوار	خشکی
سسک دم پهن	<i>Cettia cetti</i>	۴	بی مهره خوار	خشکی
سسک نیزار	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	۳	بی مهره خوار	خشکی
زنبور خوار سبز	<i>Merops orientalis</i>	۳	بی مهره خوار	خشکی

*Handbook of the Birds of Europe, the Middle East, and North Africa

کادمیوم در پر پرندگان بین $1/71 \pm 0/106$ ($\mu\text{g/g}$) (اردک سر سبز) و $0/06 \pm 0/03$ ($\mu\text{g/g}$) (زنبور خوار سبز) به دست آمد (شکل ۳).

میانگین غلظت Pb در پرندگان بین $3/33 \pm 1/31$ ($\mu\text{g/g}$) (اردک بلوطی) و $18/23 \pm 1/03$ ($\mu\text{g/g}$) (زنبور خوار سبز) به دست آمد (شکل ۲). همچنین میانگین

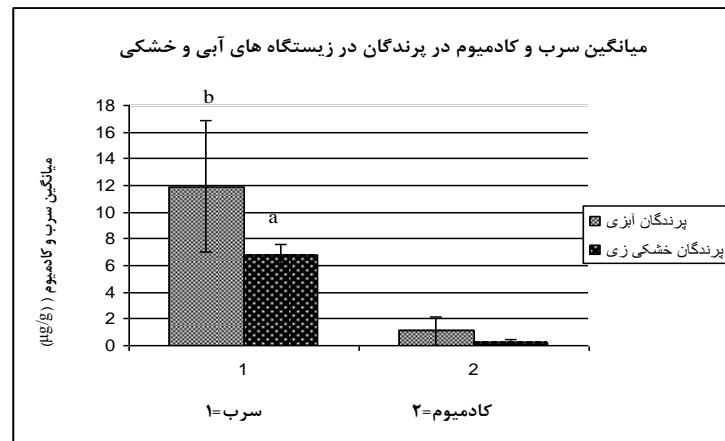
شکل ۲- میزان غلظت Pb ($\mu\text{g/g}$) در پر پرندگان مورد مطالعه



شکل ۳- میزان غلظت Cd (µg/g) در پر پرندگان مورد مطالعه

میزان سرب به طور معناداری در پرندگان آبی بالاتر از پرندگان خشکی به دست آمد. میانگین غلظت کادمیوم در پرندگان آبی (µg/g) $1/08 \pm 0/73$ و برای پرندگان خشکی زی (µg/g) $0/25 \pm 0/19$ به دست آمد. هر چند میزان کادمیوم در پرندگان آبی بیشتر بود، اما آنالیزهای آماری تفاوت معناداری را در میزان کادمیوم در پرندگان آبی و خشکی نشان ندادند (شکل ۴).

برای بررسی اثر نوع زیستگاه بر میزان سرب موجود در پر، پرندگان به ۲ دسته پرندگان آبی و خشکی زی تقسیم شدند که شامل ۱۶ پرنده آبی و ۱۳ پرنده خشکی زی بودند. میانگین غلظت سرب در پرندگان آبی (µg/g) $11/94 \pm 4/95$ و برای پرندگان خشکی زی (µg/g) $6/81 \pm 1/03$ به دست آمد. تفاوت معنادار آماری بین میزان سرب در پرندگان آبی و خشکی وجود داشت و



شکل ۴- میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در زیستگاه های مختلف

بحث و نتیجه گیری

اهمیت غلظت فلزی موجود در بدن پرنده و همچنین محیط-زیستی که پرنده در آن در حال زندگی است (۱۴). در این پژوهش میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در پر

دانستن مقادیر آلاینده در یک موجود ارزشمند است. مجموعه داده های زیاد روی گونه های منفرد ممکن است پایه ای باشد برای ایجاد استانداردهای معین مفید برای ارزیابی

پس از شکل‌گیری تغییر دهند، در نتیجه میزان فلزات سنگین در بخش‌هایی از پر که بیش‌تر در معرض آلودگی‌های خارجی هستند (به عنوان مثال آلودگی‌های موجود در هوا) افزایش می‌یابد. بنابراین بایستی تمام فاکتورهایی که ممکن است روی میزان فلزات در پر که در نتیجه آلودگی‌های خارجی است در هنگام آنالیز نمونه‌ها مد نظر قرار گیرد (۲۲). یکی از راه‌هایی که می‌تواند اثر آلودگی‌های خارجی را در پر پرندگان کاهش دهد، شستن پرها قبل از انجام آنالیز نمونه است (۲۰). در مطالعه ما پرها شسته شده و سپس آنالیز گردیدند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که وجود این عناصر در پر پرندگان مورد مطالعه در نتیجه آلودگی‌های خارجی مانند هوا نبوده، بلکه در هنگام شکل‌گیری پر پرندگان در خون آن‌ها وجود داشته و به پر انتقال یافته‌اند. با توجه به این‌که میزان فلزات سنگین در خون پرندگان نشان دهنده آلودگی در رژیم غذایی آن‌ها است، می‌توان نتیجه گرفت که در این مطالعه پرندگان آبی از پرندگان خشکی‌زی بوده‌اند و دلیل آن احتمالاً آلودگی‌های بیش‌تر در محیط آبی نسبت به محیط خشکی می‌باشد (۲۳).

تاکنون حدود استاندارد معتبری برای میزان سرب و کادمیوم در پر پرندگان اعلام نشده است. مقایسه میانگین غلظت کادمیوم به‌دست آمده در پر پرندگان با مقادیر استاندارد ارایه شده برای اندام‌های داخلی (کبد، کلیه و عضله) پرندگان آبی ($6-0.3 \mu\text{g/g}$) که توسط Calow طبق نظرات Furness و Rainbo می‌باشد، نشان می‌دهد که مقدار این عنصر در برخی پرندگان آبی بالاتر است اما در مورد پرندگان خشکی‌زی مورد مطالعه کم‌تر از استاندارد ذکر شده برای اندام‌های داخلی است (۲۴ و ۲۵). با توجه به این‌که مطالعات زیادی درباره انتقال آلاینده‌ها در زنجیره‌های غذایی در محیط آبی انجام گرفته است، به عنوان مثال در مورد عقاب دریایی که وجود فلزات سنگین در محیط آبی باعث افزایش غلظت فلزات سنگین در بدن پرنده شده و به دنبال آن کاهش زادآوری و مرگ و میر آن‌ها بوده است (۲۶). وجود

پرندگان با تاکید بر تاثیر نوع زیستگاه (آبی و خشکی) پرندگان مورد مطالعه قرار گرفت. پرهای دم ۲۹ پرنده متعلق به ۸ گونه (۴ گونه آبی و ۴ گونه خشکی‌زی) از منطقه جنوب غرب ایران جمع‌آوری شدند. میزان فلزات اندازه‌گیری شده در پر پرندگان کم‌تر از مطالعات دیگران بود. به عنوان مثال میزان بالای سرب ($230 \pm 31.2 \mu\text{g/g}$)، در پرهای دم چرخ ریسک بزرگ (*Parus major*) که از نزدیک یک کارخانه متالورژی نزدیک شهر Antwerpen (Belgium) توسط Janssen و همکاران به‌دست آمد (۱۵). در مطالعه Eens و همکاران، میزان Pb در پرهای دم چرخ ریسک سر آبی و چرخ ریسک بزرگ blue and geat tit به ترتیب $15.2 \pm 6.4 \mu\text{g/g}$ و $16.03 \pm 1.8 \mu\text{g/g}$ بود (۱۶). Grue و همکاران میزان سرب را برای چلچله *Hirundo rustica* که از نزدیک منطقه آلوده و در کنار یک بزرگراه در Mary land ایالات متحده جمع‌آوری شده بودند، در محدوده $82-43 \mu\text{g/g}$ به‌دست آوردند (۱۷). سرب یکی از عناصر بسیار سمی است که می‌تواند باعث مرگ و میر پرندگان، اثرات مزمن و یا اثرات منفی بر زادآوری پرندگان گردد که بستگی به مقدار آن دارد (۱۸-۲۰). Batagli و همکاران در مطالعه ای که روی Common buzzard در شمال ایتالیا انجام دادند، غلظت میانه سرب و کادمیوم را در پر پرندگان به ترتیب $1/48$ و 0.060 (mg/kg dw) بدست آوردند (۱۰). آن‌ها بیان نمودند که کادمیوم در محیط زیست به طور عمده منشا انسانی دارد. نیمه عمر آن در پرندگان زیاد است و با افزایش سن پرندگان غلظت آن افزایش می‌یابد.

کادمیوم عنصری غیر ضروری است که می‌تواند اثرات گوناگونی را روی میکرو ارگانیسم‌ها، گیاهان و جانوران ایجاد نماید هر چند به نظر می‌رسد که پستانداران و پرندگان نسبت به اثرات سمی آن‌ها در مقایسه با سایر موجودات مقاوم‌ترند (۲۱).

با توجه به اینکه آلودگی‌های خارجی در مورد بسیاری از عناصر ممکن است میزان غلظت فلزات را در پر

the Total Environment, Vol. 306, pp.133–58.

- 3- Furness, R.W., 1993. Birds as monitors of pollutants. In: Furness, R.W., Greenwood, J.J.D., Furness, R.W., Greenwood, J.J.D., editors. Birds as monitors of environmental change. London: Chapman & Hall, pp. 86-143.
- 4- Movalli, A., 2000. Heavy metal and other residues in feathers of laggar falcon (*Falco biarmicus juggar*) from six districts of Pakistan. Environmental Pollution, Vol. 109, pp. 267–275.
- 5- Furness, R.W., Muirhead, S.J., Woodburn, M., 1986. Using bird feathers to measure mercury in the environment: relationships between mercury content and moult. Marine Pollution Bulletin, Vol. 17, pp. 27–30.
- 5- Burger, J., 1994. A risk assessment for lead in birds. Journal of Toxicology Environmental Health, Vol. 45, pp. 369–396.
- 6- Burger, J., 1993. Metals in avian feathers: bio indicators of environmental pollution. Review of the Environmental Toxicology, Vol. 5, pp. 203–311.
- 7- Zolfaghari, G., Esmaili-sari, A., Ghasempouri, S.M., Kiabi, B.H., 2006. Examination of mercury concentration in the feather of 18 species of birds in southwest Iran. Environmental. Research, Vol. 104, pp. 258-265.

۸- کریمی آزاده، اسماعیلی ساری عباس، یزدان داد حسین. بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم، کروم، مس، روی و آهن در برخی اندام های باکلان

آلودگی در محیط آبی در این منطقه می تواند باعث افزایش غلظت این عناصر در پرندگان آبی باشد.

از آنجایی که عناصر سرب و کادمیوم جزو عناصر غیر ضروری و سمی برای موجودات زنده می باشند، حتی مقادیر کم آنها نیز مهم می باشد و بایستی از انتشار آنها در محیط جلوگیری نمود. به طور کلی فعالیت های انسانی و توسعه و استقرار صنایع پتروشیمی در سواحل جنوب ایران را می توان منبع اصلی آلودگی و عامل مؤثر بر افزایش این فلزات به خصوص در محیط های آبی دانست. دانستن مقادیر آلاینده ها در پرندگان و موجودات زنده ارزشمند است اما متغیرهای گوناگونی وجود دارند که می توانند بر رابطه میزان ماده آلاینده- واکنش موجود زنده تاثیر گذارند. فاکتورهایی از قبیل سن، جنس، رژیم غذایی، ترکیب فلزات سنگین، فیزیولوژی جذب و دفع عناصر در بدن موجود زنده، کارکرد این عناصر در اندام های مختلف، منابع تولید این فلزات در محیط و...

در پایان پیشنهاد می شود که مطالعات مشابه در مورد سایر زیستگاه ها در مناطق آلوده و برای گونه های مختلف انجام شود و میزان فلزات سنگین در اندام های مختلف پرندگان اندازه گیری گردد.

منابع

- 1- Gerbersmann, C., Heisterkamp, M., Adams, F.C., Broekaert, J.A.C., 1997. Two methods for the speciation analysis of mercury in fish involving microwave-assisted digestion and gas chromatographyatomic emission spectrometry. Anal. Chim. Acta, Vol. 350, pp.273–285.
- 2- Savinov, V.M., Gabrielsen, G.W., Savinova, T.N., 2003. Cadmium, zinc, copper, arsenic, selenium and mercury in seabirds from the Barents Sea: levels, inter-specific and geographical differences. Science of

- 15- Eens, M., Pinxten, R., Veheyen, R.F., Blust, R., Bervoets, L., 1999. Great and blue tits as indicator of heavy metal contamination in the terrestrial ecosystems. *Ecotoxicology of the Environment Safty*, Vol. 44, pp. 81–85.
- 16- Grue, C.E., O’Shea, T.J., Hoffman, D.J., 1984. Lead concentrations and reproduction in highway-nesting barn Swallows. *Condor*, Vol. 86, pp. 383–389.
- 17- Mateo, R., Belliure, J., Dolz, C., Aguilar Serrano, J.M., Guitart, R., 1998. High prevalences of lead poisoning in wintering waterfowl in Spain. *Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 35, pp. 342–347.
- 18- Ochiai, K., Jin, K., Itakura, C., Goryo, M., Yamashita, K., Mizuno, N., Fuginaga, T., Tsuzuki, T., 1992. Pathological study of lead poisoning in whooper swans (*Cygnus cygnus*) in Japan. *Avian Dis*, Vol. 36, pp. 313–323.
- 19- Burger, J., 1995. A risk assessment for lead in birds. *Toxicology of the Environmental Health*, Vol. 45, pp. 369–396.
- 20- Eisler, R., 1985. Cadmium hazards to fish, wildlife, and invertebrates. A synoptic review. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report. Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland.
- 21- Dauwe, T., Bervoets, L., Pinxten, R., Blust, R., Eens, M., 2003. Variation of heavy metals within and among feathers of birds of prey: effects of molt and external contamination. *Environmental Pollution*, Vol. 124, pp. 429–436.
- بزرگ (Phalacrocorax carbo) مجله محیط شناسی، ۱۳۸۶، دوره ۳۳، شماره ۴۳.
- 9- Battaglia, A., Ghidini, S., Campanini, G., Spaggiari, R., 2005. Heavy metal contamination in little owl (*Athene noctua*) and common buzzard (*Buteo buteo*) from northern Italy. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 60, pp. 61–66.
- 10- ASTM Standard C33, 2003, "Specification for Concrete Aggregates," ASTM International, West Conshohocken, PA, DOI: 10.1520/C0033-03, see information in: www.astm.org
- ۱۱- منصوری جمشید، راهنمای صحرایی پرندگان ایران، چاپ اول، انتشارات ذهن آویز، ۱۳۷۹، ص ۴۸۹.
- 12- Scott, D.A., 2007. A review of the status of the breeding water birds in Iran in the 1970s. *Poduces West Central Asian Ornithol Journal*, Vol. 2, pp.1–21.
- 13- Kalisinska, E., Slicki, W. Myslek, P., Kavetska, K.M. and Jackowski, A., 2003. Using the Mallard to biomonitor heavy metal contamination of wetlands in north-western Poland. *Science of the Total Environment*, Vol. 242, pp. 293-308.
- 14- Janssen, E., Dauwe, T., Bervoets, L., Eens, M., 2001. Heavy metals and selenium in feathers of great tits (*Parus major*) a long a pollution gradient. *Environmental Toxicology and Chemestery*, Vol. 20, pp. 2815-2820.

- 22- Dauwe, T., Bervoets, L., Blust, R., Pinxten, R., Eens, M., 2000. Can excrement and feathers of nestling songbirds be used as biomonitors for heavy metal pollution? *Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 39, pp. 541–546.
- 23- Calow, P., 1998. *Handbook of ecotoxicology*. Imprint: Oxford, Blackwell.
- 24- Furness, R.W., Rainbow, P.S., 1990. *Heavy metals in the Marine Environment*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- 25- Palma, L., Beja, P., Tavares, P.C., Monteiro, L.R., 2005. Spatial variation of mercury levels in nesting Bonelli's eagles from Southwest Portugal: effects of diet composition and prey contamination. *Environmental Pollution*, Vol. 134, pp. 549–557.