

# بررسی تجمع فلزات سنگین در اندام‌های حواصیل خاکستری (*Ardea cinerea*) (تالاب آبشینه همدان)

علیرضا محمدی، دانشجوی دکتری تنوع زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران.  
نگار گل‌زاده\*، دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی‌های محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران.  
قربانعلی محمدپور، دکتری آلودگی‌های محیط زیست، مدیر کل اداره حفاظت محیط زیست استان زنجان، ایران.

E-mail\*: negar\_g2004@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۲۷ - پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۱

## چکیده

نگرانی در مورد اثرات 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 جهت پیچیدگی‌های شناسایی اثرات زیستی در زیستگاه اندازه‌گیری مقادیر آلاینده منطقی‌تر است. بیان شده است که پرندگان به جهت قرار داشتن در سطح تغذیه‌ای بالا در اکوسیستم و همچنین حساسیت پذیری بالای آنها به مواد سمی، شاخص‌های مفیدی برای آلودگی فلزات سنگین می‌باشند. به همین جهت تحقیق حاضر که از لحاظ طبقه بندی مطالعات سم شناسی در مرحله بررسی (Survey) قرار می‌گیرد، به اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین *Cr* و *Cu, Zn, Fe, Cd* موجود در اندام‌های کبد، کلیه و عضله گونه حواصیل خاکستری در تالاب آبشینه در سال ۱۳۹۲ 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 *Fe* و *Zn* موجود در عضله ماده در سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ و *Cr* موجود در کلیه جنس نر در سطح اطمینان ۹۹٪ بالاتر بود. همچنین مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد نظر در هر سه اندام با مقادیر پیشنهاد شده جهانی برای پرندگان آبزی نشان می‌دهد که میزان *Cr* و *Cd* از مقادیر ارائه شده کمتر بود، با این وجود بالا بودن غلظت این عناصر در برخی نمونه‌ها نشان می‌دهد که این پرندگان در محیط زیستشان در معرض این فلزات قرار دارند. میزان *Fe, Zn* و *Cu* در برخی اندام‌ها بالاتر از مقادیر ارائه شده بود. 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 مسیر یابی منابع آلاینده در محدوده این زیستگاه از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر می‌تواند در پایش مستمر فلزات سنگین در حواصیل خاکستری تالاب آبشینه مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: عناصر سنگین، آلودگی، حواصیل خاکستری، تالاب آبشینه.

## ۱- مقدمه

سنگین و در دسترس بودن زیستی آنها باشد (Greenwood, 1993).

شناسایی رویداد، اهمیت و اثرات فلزات سنگین در زنجیره غذایی و اکوسیستم‌ها، موجبات گسترش طرح‌های

در سال‌های اخیر نگرانی در مورد اثرات دراز مدت فلزات سنگین به عنوان آلاینده‌های زیست محیطی افزایش یافته است (Philips, 1980). پایش زیستی می‌تواند روش مطلوب و رضایت‌مندی برای اندازه‌گیری میزان فلزات

عناصر در بدن این گونه می تواند منعکس کننده در معرض قرار گرفتن آنها توسط این فلزات در زیستگاه مورد نظر باشد. حواصل خاکستری در سراسر دنیا شامل اروپا، آسیا و اقیانوسیه و شمال آفریقا زندگی می کنند (Frederickvan tets, 1985). این گونه می تواند شاخص جهانی زیست محیطی بالقوه ای برای آلاینده های سمی باشند.

همان طور که بیان شد چون تالاب آبشینه یکی از مهمترین زیستگاه های پرندگان می باشد و چندین هزار پرند آبی و کنار آبی بومی، زمستان گذران و جوجه آور را در خود جای می دهد، 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.

#### ۱-۱- انتخاب گونه پرند مناسب

برای این بررسی یکی از نکات مهم، انتخاب گونه مناسب بود. نکاتی که در انتخاب گونه پرند مناسب باید مورد توجه قرار می گرفت عبارتند از: ۱- حداکثر وابستگی زیستگاهی و تغذیه ای را به تالاب داشته باشد. ۲- در تمام طول سال در منطقه حضور داشته باشند. ۳- ترجیحاً گوشتخوار باشد و از آبیان تالاب تغذیه کند. ۴- جمعیت آن مناسب و جزو پرندگان مجاز برای شکار باشد. ۵- شناسایی و جمع آوری آسان. ۶- اندازه مناسب. و ۷- تشخیص راحت سن.

تعداد گونه های پرند ای که بیشتر شرایط فوق را داشته باشند، چندان زیاد نیست. در واقع هدف از محدود نمودن انتخاب گونه با شرایط ویژه فوق این بود که گونه مورد نظر بتواند بیشترین بازتاب میزان فلزات سنگین در زیستگاه را نشان دهد. با توجه به مجموع شرایط فوق حواصل خاکستری به عنوان گونه مناسب انتخاب شد.

پرند ای آپچر از خانواده حوصلیلیان و از راسته لک لک سانان و بومی نواحی معتدل اروپا، آسیا و همچنین بخش هایی از آفریقا و در تابستان می توان آن را حتی

پایش زیستی را با هدف اندازه گیری سطوح آلاینده ها در ارگانیک های مختلف فراهم کرده است که در آنها گونه های شاخص به منظور برآورد سطوح این آلاینده ها در قسمت های مختلف اکوسیستم به کار می روند (Eens et al., 1999). پرندگان به عنوان شاخص های آلودگی فلزات سنگین بسیار مفید هستند. اکولوژی بسیاری از پرندگان کاملاً شناخته شده است. آنها از سطوح تروفی بالاتر در اکوسیستم ها تغذیه می کنند و در نتیجه می توانند اطلاعاتی در مورد وسعت آلودگی در تمام شبکه غذایی فراهم کنند. سنجش فلزات سنگین موجود در پرندگان ممکن است تصویر بهتری از خطرات متوجه انسان را نسبت به اندازه گیری آنها در محیط زیست فیزیکی، گیاهان و یا بی مهرگان نشان دهند. سال های بسیاری، پرندگان به عنوان اخطار دهندگان اولیه برای بسیاری از آلاینده های زیست محیطی مانند DDT، آفت کش ها و فلزات سنگین به کار رفته اند. پرندگان نشان داده اند که به ویژه شاخص زیستی بسیار مفیدی هستند، چرا که قابل رؤیت بوده، حساسیت پذیری آنها به مواد سمی زیاد است و در بالای زنجیره غذایی قرار دارند و بنابراین جزو اخطارهای اولیه هستند (Burger, 1993). مطالعات سم شناسی اکولوژیکی از سه طریق امکان پذیر است:

الف- بررسی؛ ب- تحت نظر قرار دادن؛ ج- پایش مستمر. به خاطر پیچیدگی های شناسایی اثرات زیستی در زیستگاه، اندازه گیری آلاینده منطقی تر است (Moriarty, 1983).

تاکنون مطالعه ای روی پرندگان این تالاب صورت نگرفته است. وضعیت و موقعیت پرندگان گوشتخوار در سطح تغذیه ای بالا و طول عمر زیاد آنها به این مفهوم است که این پرندگان بیشتر تحت تأثیر تغییرات در قسمت های مختلف اکوسیستم در طول دوره های زمانی مختلف هستند (Furness & Greenwood, 1995) و همچنین سطح تغذیه ای به عنوان فاکتور کلیدی در تعیین فلزات سنگین مطرح می باشد (Hernandez, 1998). تجمع

این پرنده در کرانه‌های دریاها، تالاب‌ها و رودخانه‌ها زندگی می‌کند و در ایران به تعداد فراوان وجود دارد. حواصلی خاکستری از گونه‌های وابسته به اکوسیستم آبی است که با توجه به جمعیت زیاد، 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 و غربی کشور زادآوری می‌کند.

موقعیت صیادی حواصلی‌ها در بالای چرخه اکوسیستم‌های آبی، آنها را به تغییرات محیطی حساس کرده است. لذا این گونه می‌تواند به‌عنوان وسیله‌ای برای بررسی تغییرات در کیفیت اکوسیستم‌های آبی مورد استفاده قرار گیرد (Van Eden et al, 1995). بنابراین با در نظر گرفتن تنها ماهیخوار بودن این گونه و مقیم بودن آن (زادآور و زمستان گذران) در تالاب آبشینه به‌عنوان گونه مناسبی برای نشان دادن وضعیت عناصر سنگین (Zn, Cu, Cr, Cd, Fe) مورد بررسی قرار گرفت.

#### ۱-۲- منطقه مورد مطالعه

تالاب آبشینه با ۸۵ هکتار در ۱۵ کیلومتری شهر همدان قرار دارد. تالاب آبشینه از تاریخ (۹۰/۱۱/۱۵) به مدت ۵ سال به‌عنوان منطقه شکار ممنوع اعلام گردید. آبشینه در مرکز دهستان سنگستان در ۱۰ کیلومتری بخش مرکزی شهرستان همدان در استان همدان قرار دارد. تالاب آبشینه دریاچه پشت سد آبشینه است که بر روی روخانه آبشینه نصب شده است. سد آبشینه خاکی و دارای هسته رسی است. آبشینه دارای باغات و جنگل‌های فراوانی است و در ارتفاع ۱۹۰۰ متری قرار گرفته است.

رود آبشینه یا رود یلفان همچون بسیاری از رودخانه‌هایی همدان، از چشمه‌سارهای الوند کوه در ۲ کیلومتری جنوب شرقی شهر همدان سرچشمه می‌گیرد و حوضه آبرگیر کوچکی متشکل از چندین جریان سطحی کوچک را در طول دامنه شرقی این کوه شامل می‌گردد. این رود با مسیر عمومی شمالی و گذشتن از غرب آبدی آبشینه، برخی

در داخل مدار قطب شمال و حاشیه سواحل نروژ نیز مشاهده کرد. با این حال حواصلی‌های خاکستری مناطق سردسیر در فصل زمستان دست به مهاجرت می‌زنند. این پرنده در ایران نیز در زمستان از پراکنندگی نسبتاً زیادی برخوردار بوده و به تعداد زیادی زاد ولد می‌کند. واصلی خاکستری پرنده‌ای بزرگ جثه به وزن ۱ تا ۲ کیلوگرم است و قامتی بین ۹۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر دارد و فاصله بین دو سر بال‌هایش به ۱۷۵ تا ۱۹۵ سانتی‌متر می‌رسد. بیشتر پره‌های قسمت فوقانی بدن خاکستری و در پایین سفید رنگ است و پرندگان بالغ سری سفید با نوار چشمی پهن سیاه و کاکلی باریک و بلند دارند. رنگ پره‌های سر پرندگان نابالغ خاکستری کمرنگ است. نوار چشمی پهنی به رنگ سیاه تا انتهای کاکل و پس سر پرنده امتداد دارد. منقار حواصلی خاکستری دراز، قدرتمند و خنجری شکل بوده و رنگی زرد متمایل به صورتی دارد که در فصل جفتگیری در پرندگان بالغ روشنتر می‌شود. پاهای پرنده به رنگ زرد صورتی مایل به قهوه‌ای است و در بهار به رنگ قرمز در می‌آید. در جلوی گردن دو ردیف خط‌چین سیاه وجود دارد که تا ابتدای شکم ادامه می‌یابند. حواصلی خاکستری به هنگام پرواز سرش را عقب و بین شانه‌ها نگاه داشته و گردنش حالتی شبیه به S می‌یابد. پاها نیز به هنگام پرواز کشیده است و بال‌زدن‌ها به آهستگی انجام می‌گیرد.

حواصلی خاکستری در آب‌های کم‌عمق به شکار ماهی، قورباغه و حشرات می‌پردازد. در عین حال ممکن است پستانداران کوچک، خزندگان، جوجه‌ها و پرندگان کوچکی همچون پاشلک، مرغ باران و جوجه اردک را نیز شکار کند. حواصلی خاکستری بیشتر به‌هنگام شکار بی‌حرکت می‌ایستد و یا قربانیش را به آهستگی تعقیب می‌کند. حواصلی‌های خاکستری به‌طور دسته‌جمعی و بر روی درختانی که نزدیک علفزارهای پرآب، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و یا ساحل دریا هستند لانه می‌سازند؛ هر چند آنان در نزارها نیز معمولاً آشیان می‌کنند. لانه حواصلی خاکستری بزرگ بوده و از چوب ساخته می‌شود.

با درب فراخ تا زمان هضم شیمیایی نگهداری شد. ابتدا نمونه‌های خشک شده را به وسیله هاون چینی خرد کرده، از هر نمونه به میزان ۱ گرم ماده خشک توزین کرده و در بشرهای پلی اتیلنی قرار می‌دهیم. سپس به میزان ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵٪ به آن اضافه گردید (7000 Method). بشرهای پلی اتیلنی را در حمام بن ماری با درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده تا زمانی که نمونه‌ها حالت ژله‌ای پیدا کنند. در این زمان به هر نمونه به میزان ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک اضافه شد. سپس محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی، قیف پلی اتیلنی و بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری صاف کرده و در نهایت با اسید نیتریک ۴٪ به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانیده شد (Roger, 1994).

علاوه بر نمونه‌های هضم شده، در هر سری ۸ تایی در حمام بن ماری ۱ نمونه شاهد نیز در کنار سایر نمونه‌ها همانند نمونه‌های مورد بررسی تهیه گردید.

برای اندازه گیری میزان فلزات مورد نظر از دستگاه جذب اتمی فیلیپس مدل PU 9400 استفاده گردید. در گام نخست برای تهیه استانداردهای لازم بود که محدوده غلظت هر یک از عناصر مورد بحث تعیین شود. با انجام آنالیز مقدماتی محدوده مورد نظر مشخص گردید. آنگاه با استفاده از ساختار نمونه‌ها سعی شد استانداردهای مورد نیاز برای هر عنصر تهیه شود (Van loon, 1980). برای ایجاد شعله در اندازه گیری فلزات از مخلوط استیلن- هوا استفاده شد.

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

$$M = CV / W$$

که اجزای آن عبارتند از:

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

$$V = \text{حجم نهایی نمونه (در این بررسی ۲۵ میلی لیتر بوده است)؛}$$

$$W = \text{مقدار ماده خشک مصرف شده برای هضم بر حسب گرم (در این بررسی ۲ گرم بوده است)؛}$$

روستاهای دهستان سنگستان از بخش مرکزی شهرستان همدان، از جمله آبشینه، سنگستان، شورین، کنجینه، یگانه و یلفان را آبیاری می‌کند. این رودخانه را ضمناً شاخه‌ای فرعی از رود قره‌چای که قره‌سو، قره‌رود، قوری‌چای و سیاه‌رود نیز خوانده می‌شود، دانسته‌اند. پیش از احداث سد یلفان، پساب این رودخانه، به ویژه به هنگام ترسالی، به حوضه دریاچه نمک قم می‌ریخت.

حیات وحش تالاب آبشینه شامل: چنگر، پلیکان، درنا، کشین بزرگ و کوچک، فلامینگو، چوپیا، نوک خنجری، اگرگ بزرگ، حواصیل‌های خاکستری و ارغوانی، سنقر تالابی، گلاریول و پرستو دریایی نوک کاکابی از پرندگانی هستند که در فصل بهار به این تالاب مهاجرت می‌کنند. این پرندگان که از کشورهای آفریقایی به استان همدان وارد می‌شوند تا اواخر مهر در تالاب آبشینه زمستان‌گذرانی می‌کنند. مراقبت ویژه زیست محیطی و آبرزی بودن این پرندگان، تالاب آبشینه را به بهترین زیستگاه برای برخی پرندگان و جانداران تبدیل کرده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق پس از بررسی‌های مقدماتی در مورد تالاب، نمونه‌گیری از بخش‌های مختلف آن در طی ماه‌های آذر و دی سال ۱۳۸۲ انجام شد. نمونه‌گیری به روش تصادفی و از طریق شکار صورت گرفت. نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری، کدگذاری شده و سپس توزین و ریخت‌سنجی گردیدند. برای توزین نمونه‌های پرنده از ترازوی الکترونیکی با دقت ۱ گرم استفاده شد. ریخت‌سنجی شامل فاکتورهای طول کل بدن، طول دو سر بال، عرض بال، طول دم، طول تارس، طول منقار، طول انگشت ۱ و ۴ بود که برای اندازه‌گیری طول منقار، انگشت ۱ و ۴ از ریزسنج رقومی با حساسیت ۰/۰۱ میلی متر استفاده گردید. سپس با خارج کردن بافت‌های کبد، کلیه و بخشی از عضله سینه‌ای، نمونه‌ها در اتوکلاو با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از خشک کردن، نمونه‌ها در ظروف پلی اتیلنی

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 ماده، Cr موجود در کلیه جنس نر به طور معنی داری بالاتر بوده است که نتایج آن در جدول شماره (۲) آمده است.

جدول ۲. نتایج آزمون Mann Whitney U به منظور بررسی

اختلاف غلظت عناصر سنگین بین دو جنس نر و ماده در

حواصیل خاکستری

جنس		تعداد	میانگین رتبه	مقدار P
Fe کبد	نر	۱۲	۱۳/۷۵	۰/۰۸۰
	ماده	۱۰	۸/۸۰	
Cd کبد	نر	۱۲	۱۳/۰۸	۰/۲۲۸
	ماده	۱۰	۹/۶۰	
Cr کبد	نر	۱۲	۱۱/۴۲	۰/۹۷۴
	ماده	۱۰	۱۱/۶۰	
Cu کبد	نر	۱۲	۱۲/۰۸	۰/۶۷۴
	ماده	۱۰	۱۰/۸۰	
Zn کبد	نر	۱۲	۱۳/۲۹	۰/۱۵۹
	ماده	۱۰	۹/۳۵	
Fe کلیه	نر	۱۲	۱۲/۲۱	۰/۵۸۲
	ماده	۱۰	۱۰/۶۵	
Cd کلیه	نر	۱۲	۱۳/۰۸	۰/۲۲۸
	ماده	۱۰	۹/۶۰	
Cr کلیه	نر	۱۲	۱۴/۰۰	۰/۰۰۵ *
	ماده	۱۰	۸/۵۰	
Cu کلیه	نر	۱۲	۱۰/۷۵	۰/۵۸۲
	ماده	۱۰	۱۲/۴۰	
Zn کلیه	نر	۱۲	۱۱/۱۳	۰/۷۷۱
	ماده	۱۰	۱۱/۹۵	
Fe عضله	نر	۱۲	۷/۶۳	۰/۰۰۱ **
	ماده	۱۰	۱۶/۱۵	
Cd عضله	نر	۱۲	۱۱/۱۷	۰/۸۲۱
	ماده	۱۰	۱۱/۹۰	
Cr عضله	نر	۱۲	۱۱/۰۰	۰/۷۲۲
	ماده	۱۰	۱۲/۱۰	
Cu عضله	نر	۱۲	۹/۵۰	۰/۱۲۳
	ماده	۱۰	۱۳/۹۰	
Zn عضله	نر	۱۲	۸/۶۷	۰/۰۲۵ **
	ماده	۱۰	۱۴/۹۰	

$M =$  غلظت نهایی نمونه برحسب p.p.m به ازای یک گرم وزن خشک مورد محاسبه قرار گرفت.

### ۳- نتایج

با استفاده از آزمون Friedman اختلاف تجمع عناصر در کبد، کلیه و عضله حواصیل خاکستری 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 مختلف است. از آزمون Wilcoxon به منظور بررسی اختلاف تجمع عناصر در هر دو اندام استفاده شد که به غیر از تجمع روی موجود در کبد و عضله، اختلاف میزان عناصر در هر دو اندام معنی دار بود.

جدول ۱. نتایج آزمون Wilcoxon به منظور بررسی اختلاف میزان تجمع عناصر در هر دو اندام

آزمون ویلکاکسن	میانگین رتبه		مقدار P	
	رتبه‌های منفی	رتبه‌های مثبت		
Fe	کبد- کلیه	۱۲/۵۰	۱/۵۰	۰/۰۰۰ **
	کلیه- عضله	۱۱/۰۲	۱۶/۵۲	۰/۰۰۲ **
	کبد- عضله	۱۱/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰۰ **
Zn	کبد- کلیه	۹/۸۸	۳/۰۰	۰/۰۰۰ **
	کلیه- عضله	۱۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۰ **
	کبد- عضله	۵/۵۰	۵/۵۰	۰/۰۵۸
Cu	کبد- کلیه	۳/۰۰	۹/۳۸	۰/۰۰۰ **
	کلیه- عضله	۱۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰۰ **
	کبد- عضله	۱۰/۸۷	۳/۵۰	۰/۰۰۰ **
Cd	کبد- کلیه	۱۱/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۰ **
	کلیه- عضله	۰/۰۰	۱۰/۰۰	۰/۰۰۰ **
	کبد- عضله	۱۱/۹۲	۵/۵۰	۰/۰۰۱ **

\*\*  $P < ۰/۰۱$  سطح اطمینان ۰/۹۹

تفاوت مقادیر فلزات سنگین بین جنس‌ها در مقایسه با تفاوت‌های زیاد فلزات بین نمونه‌های مختلف بسیار اندک است. با این وجود، Evans و Moon در سال ۱۹۸۱ سطوح بالاتری از Cd را در جنس ماده بیان کردند. (Gochfeld و Burger (1987) تفاوت‌های مطلوبی را در

- تحلیل همبستگی (Correlation Analysis) همبستگی عناصر مختلف را در هر کدام از اندام‌ها به این صورت بیان کرد که در کبد میزان Fe-Cu و Fe-Zn و Cu-Zn در سطح ۹۹٪ دارای همبستگی مثبت و Cr-Cu در سطح ۹۵٪ دارای همبستگی منفی می‌باشند. در عضله نیز میزان Fe-Cu و Fe-Zn در سطح ۹۹٪ و Zn-Cd در سطح ۹۵٪ دارای همبستگی مثبت می‌باشند و غلظت عناصر در کلیه هیچگونه همبستگی معنی داری را نشان نداد. 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، تنها بین میانگین غلظت روی با وزن نمونه‌های حواصیل‌ها در سطح ۹۵٪ همبستگی متوسطی وجود داشت و غلظت سایر عناصر هیچ گونه همبستگی با وزن نمونه‌ها نشان ندادند که نتایج در جدول شماره (۴) ارائه شده است.

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه میانگین غلظت این عناصر در هر سه اندام با مقادیر ارائه شده برای پرندگان آبی بر اساس Eisler (1984), Bryan (1981) و Furness & Rainbow (1990) (جدول شماره ۵) نشان می‌دهد که میزان Cr و Cd در هر سه اندام از مقادیر بیان شده (کادمیوم:  $6-0.3 \mu\text{g/g}$ ) و (کروم:  $1 \mu\text{g/g}$ ) 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 فلز در حواصیل خاکستری نزدیک به سطوحی که بتواند افزایش اثرات سمی را در پرندۀ مورد نظر نشان دهند، نبوده است. با این وجود، غلظت این دو عنصر در برخی نمونه‌ها بالا بوده که نشان می‌دهد این پرندگان در محیط زیستشان در معرض این فلزات قرار دارند. همچنین مقایسه میانگین غلظت Zn, Cu, Fe در اندام‌های حواصیل خاکستری تالاب آبشینه با

معمولاً پرندگان بالغ مقادیر بالاتری از فلزات سنگین را در کلیه‌ها و کبد در مقایسه با افراد نابالغ نشان داده‌اند (Kalisinska, 2003). به طوری که به نظر می‌رسد 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 (Hutton, 1981). در مورد حواصیل خاکستری تالاب آبشینه 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 بود. میزان Cd کلیه در بالغین بالاتر بود، هر چند که این تفاوت از لحاظ آماری معنی دار نبود. نتایج در جدول شماره (۳) ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون Mann Whitney U به منظور بررسی اختلاف غلظت عناصر سنگین بین افراد بالغ و نابالغ در حواصیل خاکستری

سن		تعداد	میانگین رتبه	P مقدار
Fe کبد	بالغ	۱۱	۱۱/۳۶	۰/۹۴۹
	نابالغ	۱۱	۱۱/۶۴	
Cd کبد	بالغ	۱۱	۸/۱۴	* ۰/۰۱۳
	نابالغ	۱۱	۱۴/۸۶	
Cr کبد	بالغ	۱۱	۹/۵۰	۰/۱۵۱
	نابالغ	۱۱	۱۳/۵۰	
Cu کبد	بالغ	۱۱	۱۰/۹۵	۰/۶۹۹
	نابالغ	۱۱	۱۲/۰۵	
Zn کبد	بالغ	۱۱	۱۰/۲۳	۰/۳۶۵
	نابالغ	۱۱	۱۲/۷۷	
Fe کلیه	بالغ	۱۱	۱۱/۸۲	۰/۸۴۷
	نابالغ	۱۱	۱۱/۱۸	
Cd کلیه	بالغ	۱۱	۹/۸۶	۰/۲۴۳
	نابالغ	۱۱	۱۳/۱۴	
Cr کلیه	بالغ	۱۱	۹/۴۵	۰/۱۵۱
	نابالغ	۱۱	۱۳/۵۵	
Cu کلیه	بالغ	۱۱	۱۳/۰۵	۰/۲۷۰
	نابالغ	۱۱	۹/۹۵	
Zn کلیه	بالغ	۱۱	۱۱/۹۵	۰/۷۴۸
	نابالغ	۱۱	۱۱/۰۵	
Fe عضله	بالغ	۱۱	۱۱/۱۴	۰/۷۹۷
	نابالغ	۱۱	۱۱/۸۶	
Cd عضله	بالغ	۱۱	۱۱/۵۰	۱/۰۰۰
	نابالغ	۱۱	۱۱/۵۰	
Cr عضله	بالغ	۱۱	۱۱/۰۰	۰/۷۴۸
	نابالغ	۱۱	۱۲/۰۰	
Cu عضله	بالغ	۱۱	۱۲/۸۶	۰/۳۳۲
	نابالغ	۱۱	۱۰/۱۴	
Zn عضله	بالغ	۱۱	۱۰/۴۵	۰/۴۷۸
	نابالغ	۱۱	۱۲/۵۵	

آلاینده- واکنش موجود تأثیر بگذارند. فاکتورهایی از قبیل سن، جنس، رژیم غذایی موجود، ترکیب شیمیایی فلزات سنگین، فیزیولوژی جذب و دفع عناصر در بدن گونه، کارکرد این عناصر در اندام‌های مختلف، منابع تولید این فلزات در اطراف زیستگاه. در این مطالعه به جز تحت کنترل درآوردن عوامل سن، جنس و رژیم غذایی، تأثیر فاکتورهای دیگر در میزان انباشت فلزات در اندام‌های کبد، کلیه و عضله گونه حواصیل به دلیل نیاز به مطالعات بیشتر لحاظ نشده است. نمودار زیر نمونه‌ای از اجزای یک اکوسیستم آبی است که همگی در انتقال آلاینده مؤثر هستند. در واقع به جنبش عنصر آلاینده در شبکه غذایی اشاره می‌کند که ضرایب انتقال نیز در سطوح مختلف زنجیره‌های غذایی متفاوت است.

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 فعالیت‌های مختلف انسانی و توسعه و استقرار صنایع مختلف در برخی قسمت‌های اطراف تالاب را می‌توان منبع اصلی آلودگی و عامل مؤثر بر افزایش این فلزات دانست. دانستن مقادیر آلاینده در یک موجود ارزشمند است. مجموعه داده‌های زیاد روی گونه‌های منفرد ممکن است پایه‌ای باشد برای ایجاد استانداردهای معین مفید برای ارزیابی اهمیت غلظت فلزی موجود در بدن پرنده، همچنین محیط زیستی که پرنده در آن در حال زندگی است (Kalisinska et al., 2003). اما متغیرهای گوناگونی وجود دارند که می‌توانند بر رابطه دوز ماده

جدول ۴. نتایج آزمون رگرسیون به منظور بررسی رابطه غلظت عناصر سنگین در اندام‌های مختلف با وزن

نمونه‌های حواصیل خاکستری

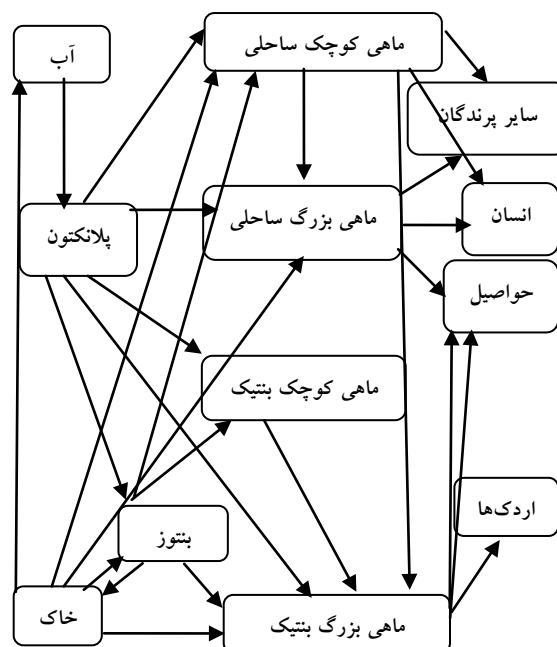
آزمون رگرسیون		وزن کل	آزمون رگرسیون		وزن کل	آزمون رگرسیون		وزن کل
آهن کبد	رگرسیون خطی	-۰/۵۲۵	آهن کلیه	رگرسیون خطی	-۰/۰۲۴۲۵	آهن عضله	رگرسیون خطی	۰/۰۷۸۲۷
	سطح معنی دار	۰/۳۲۵		سطح معنی دار	۰/۸۳۰		سطح معنی دار	۰/۷۵۹
مس کبد	رگرسیون خطی	-۰/۰۱۱۲۳	مس کلیه	رگرسیون خطی	۰/۰۰۰۰۶۶۱	مس عضله	رگرسیون خطی	-۰/۰۷۸۵۹
	سطح معنی دار	۰/۳۱۰		سطح معنی دار	۰/۹۶۵		سطح معنی دار	۰/۶۸۷
روی کبد	رگرسیون خطی	-۰/۰۹۱۳۰	روی کلیه	رگرسیون خطی	-۰/۰۰۸۵۶۹	روی عضله	رگرسیون خطی	-۰/۰۱۹۸۶
	سطح معنی دار	۰/۰۱۵*		سطح معنی دار	۰/۵۸۳		سطح معنی دار	۰/۲۰۲
کادمیوم کبد	رگرسیون خطی	-۰/۰۰۰۲۳۲۲	کادمیوم کلیه	رگرسیون خطی	۰/۰۰۰۵۲۶۶	کادمیوم عضله	رگرسیون خطی	-۰/۰۰۰۰۷۶۲
	سطح معنی دار	۰/۳۸۷		سطح معنی دار	۰/۳۵۳		سطح معنی دار	۰/۳۰۸
کروم کبد	رگرسیون خطی	-۰/۰۰۰۶۲۸۸	کروم کلیه	رگرسیون خطی	-۰/۰۰۱۱۹۵	کروم عضله	رگرسیون خطی	-۰/۰۰۰۱۰۶۶
	سطح معنی دار	۰/۵۳۴		سطح معنی دار	۰/۳۸۷		سطح معنی دار	۰/۷۹۵

جدول ۵. مقایسه میانگین غلظت عناصر سنگین در حواصیل خاکستری تالاب آبشینه با استانداردهای ارائه شده

عنصر	● آب شیرین	● آب دریا	■ ماهیان	● پستانداران		■ پرندگان دریازی	باکالان بزرگ تالاب انزلی		
				استخوان	عضله		کبد	کلیه	عضله
Cd	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۴/۲-۰/۰۳	۱/۸	۰/۱-۳/۲	۰/۳-۶	۰/۳۰۶	۰/۷۰۴	۰/۰۴۵
Cr	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۰/۲-۰/۸	۰/۱-۳۳	<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	۱۰۰-۵۰۰	۱۱۲۰/۴۵	۴۷۰/۴۵	۳۶۷/۰۴
Zn	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۱۰-۱۰۰	۷۵-۱۷۰	۲۴۰	۵۰	۱۳۲/۹۵	۷۵/۰۰	۶۸/۱۸

#### ۴-۱- پیشنهادات

۱- تحقیقات منسجم و به هنگام به منظور تشکیل بانک اطلاعاتی در مورد میزان تجمع فلزات سنگین در اجزای مختلف اکوسیستم تالاب آبشینه همچون آب، رسوب، ماهیان و پرندگان در طول دوره آماری به منظور ارزیابی و مونیتورینگ مقادیر آلاینده. ۲- کاربرد اندام‌های دیگر نظیر پر، استخوان و تخم به منظور بررسی مقادیر فلزات سنگین. ۳- تحقیقات مشابه به منظور ارزیابی مقادیر فلزات سنگین در افراد جمعیت‌های دیگر گونه حواصیل در کشور و مقایسه آن با افراد جمعیت این گونه در تالاب آبشینه. ۴- تحقیقات طولانی مدت میدانی و آزمایشگاهی به منظور شناسایی اثرات فلزات سنگین بر جمعیت گونه حواصیل. ۵- مطالعات ژنتیکی جمعیت حواصیل خاکستری تالاب آبشینه به منظور شناسایی اثرات زیستی فلزات سنگین. ۶- تحقیقات منسجم به منظور شناسایی اثرات فلزات سنگین همچون تغییر در ساختار یا عملکرد افراد و یا تغییر در اندازه و ساختار جمعیت. ۷- تلاش برای پیش بینی مسیرهای آلاینده در اکوسیستم تالاب آبشینه و اینکه چه گونه‌هایی در چه موقعیت‌هایی احتمالاً به‌طور بالقوه در معرض این آلاینده قرار دارند. ۸- ایجاد سیستم‌های مناسب تصفیه برای فاضلاب‌های شهری و صنعتی و کشاورزی و اعمال مدیریت بهینه به منظور جلوگیری از ورود هر نوع آلاینده به تالاب آبشینه. ۹- برقراری تشکیلات منسجم همراه با قوانین مناسب و ضمانت اجرایی در جهت اجرای مقررات پیشگیری از آلودگی‌های مختلف ساحلی و ارزیابی فعالیت‌های مختلف انسانی در محدوده تالاب آبشینه و رودخانه‌های ورودی به آن. ۱۰- آموزش زیست محیطی برای کلیه ساکنین منطقه، اعم از صنعتگران، کشاورزان و شهروندان. ۱۱- افزایش تعداد گونه‌ها و افراد یک گونه مورد آزمایش. ۱۲- جمع آوری به هنگام داده‌های رژیم غذایی برای جانوران بالای هرم غذایی در تالاب انزلی از جمله حواصیل خاکستری. ۱۳- حلقه گذاری جوجه با کلان‌های تازه به دنیا آمده در اطراف تالاب و نمونه گیری



نمودار ۱. نمونه‌ای از اجزای یک اکوسیستم آبی (برگرفته از Moriarty (1983) با تغییرات جزئی)

بر اساس Craig و Rudd (1974) پایش مستمر مقادیر آلاینده در افراد گونه و شناسایی اثرات آن، نیاز به درک محدوده وسیعی از فاکتورها از فیزیکی و شیمیایی تا اکولوژیکی، همچون شناسایی تأثیر روابط متقابل گونه با سایر اجزای اکوسیستم، تعیین نرخ‌های انتقال آلاینده در سطوح مختلف، اندازه گیری درصد هضم آن و درصد مقاومت گونه‌ها در سطوح مختلف را توصیف می‌کند (Moriarty, 1983).

در نهایت می‌توان بیان کرد که ارزیابی و سنجش مقادیر فلزات سنگین مورد نظر در گونه حواصیل خاکستری تالاب آبشینه اجازه این نتیجه گیری را داد که میزان Cd و Cr کمتر از مقادیر ارائه شده بود ولی در برخی از موارد نمونه‌ها در معرض شدید این عناصر قرار داشتند. تجمع بسیار زیاد سه عنصر ضروری Cu, Zn, Fe نسبت به مقادیر ارائه شده را می‌توان ناشی از ورود فاضلاب‌های مختلف حاصل از فعالیت‌های انسانی به محدوده تالاب دانست و همان‌طور که بیان شد مسیریابی منابع آلاینده تحقیقات بیشتری را می‌طلبد. نتایج بیان شده در این تحقیق می‌تواند در پایش مداوم فلزات حواصیل خاکستری تالاب آبشینه مورد استفاده گیرد.



of Birds. T&A Dpoyser, Carlton", pp.110.

-Furness, Rose (1995) "Birds as monitors of environmental changes", British Trust for ornithology, thetford, Norfolk, UK. 342 P.

-Furness, Raha (1979) "Pollutant levels in the great Skua. Environmental Pollution", Vol: 19, 261-268.

- Hernandez, Linda (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.

-Hutton, Math (1981) "Accumulation of heavy metals and Selenium in three seabird species from the United Kingdom", Environmental Pollution. Ser.A, vol 26: 45-129.

-Kalisinska, Elizabet (2003) "Using the Mallard to biomonitor heavy metal contamination of wetlands in north-western Poland", The Science of Total Environment.

-Method 7000 (1983) "U.S.Environment Protection Agency, Methods for chemical Analysis of water and waste", EPA 600/4-79-0201.

از افراد حلقه گذاری شده برای مطالعات سم شناسی.

## ۵- منابع

- منوری، مسعود (۱۳۶۹) "بررسی اکولوژیک تالاب انزلی"، نشر گیلان، ۱۰۵ ص.

-Bowen, Hiro (1979) "Environmental chemistry of the elements", Academic Press, London, N.2. Toronto, 333p.

-Burger, Jak (1993) "Metals in avian feathers: Bioindicators of environmental pollution", Rev. Environ, Toxicol, 5: 203-311.

-Calow, Piter (1998) "Handbook of ecotoxicology", Imprint: oxford, Blackwell.

-Eens, Mikaeil (1999) "Great and Blue Tits as indicators of Heavy metal contamination in terrestrial Ecosystems", Ecotoxicology and Environmental safety, 44: 81-85.

-Frederick van (1985) "Cormorant. In: Dictionary

