اگرت ساحلی (*Egretta gularis*) به عنوان شاخص زیستی آلودگی جیوه در تالاب بین المللی حرا – خلیج فارس

- **یوسف مجیدی***: دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۳۵٦
- **نادر بهرامی‌فر**: گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، ساری
- **سید محمود قاسمپوری**: دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۳۵٦

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۰

چکیده

جیوه و ترکیبات آلی آن سمی‌ترین ماده برای اکوسیستم‌های آبی هستند. در این مطالعه به منظور امکان‌سنجی استفاده از پرهای اگرت ساحلی بعنوان شاخص زیستی آلودگی جیوه در تالاب بین‌المللی حرا، تجمع جیوه کل در بافت‌های پر بدن و شاهپر این گونه بررسی شد. علاوه بر این تاثیر پارامترهای ریخت‌شناسی و جنسیت نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. اندازه‌گیری جیوه کل با استفاده از دستگاه AMA 254 و مطابق با روش EPA ۷٤۷۳ انجام گرفت. نتایج نشان داد غلظت‌های جیوه در پرهای بدن و شاهپر بترتیب ۰/۵۹±۱/٤۵ و ۰/٦۲±۱/۲۵ میلی‌گرم برکیلوگرم وزن خشک بود. همچنین بین غلظت‌های جیوه کل در پرهای بدن و شاهپرها اختلاف معنی داری وجود نداشت (P> ۰/۰۵). نتایج این تحقیق نشان داد که پارامترهای ریخت‌شناسی (وزن، طول کل، طول دو سر بال) و جنسیت، تاثیری بر تجمع جیوه کل در پرندگان ندارند. همچنین سطوح جیوه در بافت‌های پر این گونه زیر سطح آستانه اثرگذاری ۵-۱۵ کیلوگرم بر میلی‌گرم بود و متعاقب آن آلودگی جیوه در حال حاضر در تالاب بین‌المللی حرا خطرناک محسوب نمی‌شود. در نهایت پیشنهاد می‌شود که اگرت ساحلی می‌تواند گونه مناسبی برای پایش آلودگی جیوه در این منطقه باشد.

کلمات کلیدی: جیوه، پر، شاخص زیستی، تالاب بین‌المللی حرا

مقدمه

جیوه عنصری است که وجود آن در بدن هیچ نقش مفیدی ندارد و بطور کلی به هر شکلی که در بدن یافت شود، قادر است اثرات نامطلوبی بر سلامت موجودات زنده داشته باشد. این عنصر می‌تواند طی فرآیند متیلاسیون و انتقال زیستی در جانوران تجمع پیدا کند، همچنین تمایل بسیار زیاد جیوه آلی به گروه‌های سولفیدریل پروتئین باعث شده است تا این فلز به سرعت در زنجیره غذایی انتقال یافته و در بافت‌های موجودات تجمع یابد (۲۰ و ۲۵). پایش زیستی توسط پرندگان بطور چشمگیر و موفقیت‌آمیزی در سطح جهان توسط برنامه‌های پایش انجام شده است. پرندگان دریایی تغییرات ناچیز جیوه در محیط زیست را بهتر از انسانها و مهره‌داران خونسرد یا دیگر موجودات نشان می‌دهند. بطور مثال استفاده موفقیت‌آمیز

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: yousefmajidi@yahoo.com

پرندگان بعنوان شاخص‌های کیفی و کمی آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین تجمعی می‌باشد. پرندگان مهاجر می‌توانند برای ارزیابی در معرض قرارگیری جیوه در مناطق دور از هم مورد استفاده قرار گیرند در حالیکه گونه‌های مقیم می‌توانند سطوح محلی آلودگی را نشان دهند (۶).

ثابت شده است که پرندگان صیاد بطور عمده جیوه را به شکل جیوه آلی در بدن ذخیره می‌کنند (۱۲). هر چند پرندگان می‌توانند مقدار زیادی از جیوه را از طریق مدفوع، غدد نمکی و فرآیند پر ریزی از بدن دفع کنند؛ اما باز هم مقداری زیادی از این عنصر مضر می‌تواند در بدن آنها باقی بماند (۱۴). مکانیسم اثر جیوه بر پرندگان شامل: موارد مهمی چون تاثیرات عصبی (متیل جیوه در ابتدا روی سیستم عصبی مرکزی مانند مخ و مخچه تاثیر می‌گذارد)، تاثیرات آنزیمی (متیل جیوه باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های AchE, BCE, Glutathione و chE می‌شود)، تاثیر روی سیستم ایمنی (متیل جیوه باعث از بین رفتن گلبولهای سفید و تضعیف سیستم ایمنی بدن می‌شود) و تاثیرات ژنتیکی (متیل جیوه باعث ایجاد صدمات کروموزمی می‌شود) می‌باشد (۲۹). دینامیک جیوه در پرندگان دریایی بعنوان یک مدل چند فاکتوره بررسی می‌شود که شامل تغذیه، هضم، جذب روده‌ای، انتقال در خون، تجمع در بافتهای داخلی (مانند کبد، کلیه، عضله) با توزیع مجدد به پر و بال در طول رشد پر و دفع از طریق تخم‌ها و فضولات می‌باشد. پر و بال پرندگان معمولا هر ساله بعد از زادآوری تجدید می‌شود سپس اکثر جیوه تجمع یافته بر اثر تغذیه در بافت‌های داخلی، در طول این دوره به درون پرهای در حال رشد حرکت می‌کند و در اثر این فرآیند غلظت جیوه در بافت‌های داخلی ممکن است به نصف کاهش یابد (۱۶). پرها یک بافت مناسب برای ارزیابی غلظت جیوه در طولانی مدت در پرندگان می‌باشند و بطور گسترده بعنوان شاخص در معرض قرارگیری جیوه توسط پرندگان استفاده شده است (۳ و ۳۳). می‌توان از پرها بعنوان شاخص‌های غیرمخرب برای ارزیابی در معرض قرارگیری گونه‌های در معرض خطر و تهدید شده استفاده کرد. استفاده از پرها به جای بافت‌های داخلی این امکان را می‌دهد که نمونه‌گیری از افراد مشابه در طول سال تکرار شود. پرها اصلی‌ترین مسیر پالایش متیل جیوه می‌باشند و همبستگی بالایی بین تجمع جیوه در پرها و دیگر بافتها وجود دارد (۲۴). حواصیل‌ها و اگرت‌ها ماهی‌خوار و صیاد می‌باشند و در بالای زنجیره غذایی قرار دارند و بطور گسترده از آنها بعنوان شاخص آلودگی جیوه در اکوسیستم‌های تالابی استفاده می‌شود (۹). مطالعات زیادی روی استفاده از پرهای اگرتها بعنوان شاخص زیستی آلودگی جیوه در جهان انجام شده است (۷، ۸، ۱۹، ۲۲، ۲۳، ۳۰ و ۳۱).

اگرت ساحلی شاخص خوبی برای پایش آلودگی جیوه در تالاب بین‌المللی حرا می‌باشد زیرا در این زیستگاه مشخص مقیم است، دارای کلونی‌های زادآوری در سرتاسر سال می‌باشد و عادات غذایی، تحرکات فصلی و پر ریزی (molting) دارد. بطور کامل شناخته شده است، نسبتاً فراوان و قابل دسترسی است، ماهی‌خوار می‌باشد و در راس هرم غذایی قرار دارد و در دامنه وسیعی از زیستگاه در جستجوی غذا هستند (۵).

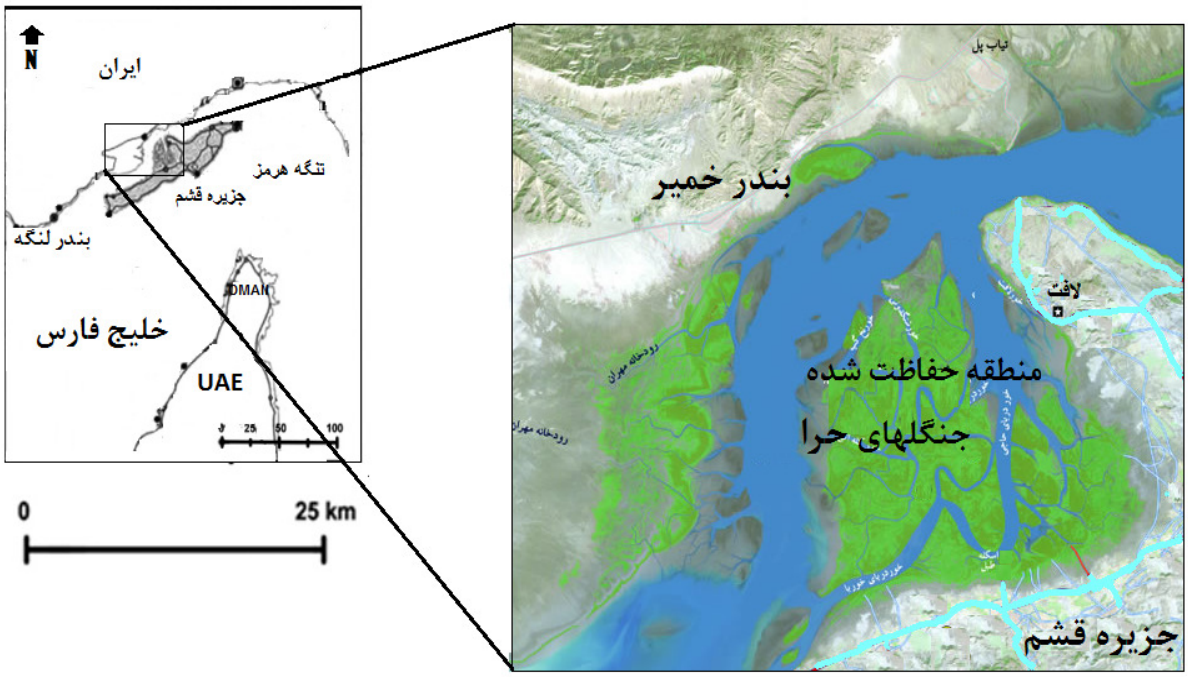
هدف از این مطالعه بررسی تجمع جیوه کل در پرهای بدن و شاهپرهای اگرت ساحلی به منظور فهم دینامیک جیوه و ارزیابی اثرات مخرب جیوه روی این پرنده و بررسی تاثیر جنسیت و پارامترهای ریخت‌شناسی از قبیل وزن، طول و طول دو سربال بر میزان تجمع جیوه کل در این پرندگان می‌باشد و همچنین معرفی اگرت ساحلی بعنوان شاخص زیستی و پایشگر آلودگی جیوه در تالاب بین‌المللی حرا می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه حفاظت شده جنگل‌های حرای قشم با مساحت ۸۶۵۲۰ هکتار منطقه حفاظتی و ۱۰۰۰۰۰هکتار منطقه تالابی در تنگه خوران بین جزیره قشم و بندر خمیر با مشخصات جغرافیایی ′۵۹ °۲۶- ′۴۰ °۲۶ شمالی ′۵۲ °۵۵- ′۲۱ °۵۵ شرقی در خلیج فارس قرار دارد. تالاب بین‌المللی حرا جزء مناطق حفاظت شده سازمان حفاظت محیط‌زیست محسوب می‌شود (۱). کل منطقه در سال ۱۳۵۴ بعنوان تالاب با اهمیت بین‌المللی توسط کنوانسیون رامسر و یک سال بعد بعنوان ذخیره‌گاه زیست کره توسط پروژه انسان و کره مسکون یونسکو (MAB) تعیین گردید. این تالاب همچنین بعنوان یکی از مکان‌های مهم پرندگان (IBA) توسط سازمان بین‌المللی حیات پرندگان معرفی شده است. فعالیت‌های صنعتی، معدن‌کاری، نیروگاهها، آلودگیهای ناشی از تخلیه فاضلاب و آلودگیهای نفتی از جمله منابع آلودگی جیوه در این منطقه می‌باشند.

نمونه‌هایی از پرندگان مورد نظر در تالاب بین‌المللی حرا با مجوز سازمان حفاظت محیط‌زیست و هماهنگی محیط‌بانان و شکارچیان بومی در روزهای مجاز بصورت تصادفی از منطقه

جمع‌آوری گردیدند و سپس به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در آنجا مراحل زیست‌سنجی، توزین و تعیین جنسیت انجام گرفت. سپس پرهای بدن و شاهپر هر ۱۵ پرنده جدا و داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار داده و درون یخ خشک گذاشته شدند. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها برای تعیین غلظت جیوه، ابتدا با آب مقطر تمیز و سپس با استون شستشو داده شدند و سپس به مدت ۲۴ ساعت درون آون با دمای ۴۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. پس از خشک شدن، نمونه‌ها کاملاً پودر و همگن شدند و سپس به میزان ۰/۰۳ تا ۰/۰۵ گرم به دستگاه آنالیز جیوه پیشرفته (AMA254) داده شدند. برای احراز دقت کافی از هر نمونه سه اندازه‌گیری تکراری انجام گرفت که در آنالیز آماری از میانگین نتایج استفاده شد. حد تشخیص این دستگاه ۰/۰۱ نانوگرم جیوه کل می‌باشد. دستگاه AMA 254 با تکنیک احتراق مستقیم دارای یک کوره احتراق است که نمونه‌ها را در یک محیط غنی از اکسیژن تجزیه می‌کند و عناصر مزاحم دیگر را از بین می‌برد. یک آمالگاماتور تمام جیوه را از گازهای متصاعد شده جمع‌آوری می‌کند و سپس با افزایش دما تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد جیوه واجذب شده و توسط اسپکترومتر جذب اتمی اندازه‌گیری می‌شود. سیستم آشکارسازی جیوه در این دستگاه براساس اسپکترومتر جذب اتمی استاندارد در طول موج ۲۵۳/۷ نانومتر می‌باشد و در نهایت داده‌ها براساس میکروگرم در کیلوگرم توسط نرم‌افزار Quick Silver آنالیز می شوند (۱۳).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه، تالاب بین‌المللی حرا، استان هرمزگان

برای آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. برای اطمینان از نرمال بودن توزیع دادها آزمون نرمالیتی کلموگراف- اسمیرنوف استفاده شد. همچنین برای اختلاف معنی‌داری بین جیوه کل در بافت‌ها از آزمون t جفتی استفاده گردید. آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی میزان ارتباط بین پارامترهای بیولوژیکی با غلظت جیوه در بافت‌ها استفاده شد و از آزمون t مستقل برای مقایسه غلظت جیوه در بافت‌های نر و ماده استفاده شد. در این مطالعه غلظت‌ها براساس میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده‌اند و همچنین مقایسه نتایج با درصد اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی پارامترهای ریخت‌شناسی (وزن، طول و طول دو سر بال) در ۱۵ عدد اگرت ساحلی جمع‌آوری

شده از تالاب بین‌المللی حرا در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین وزن و طول کل در دو جنس نر و ماده وجود دارد (P≤ ۰/۰۵). اما در طول دو سر بال بین جنسها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P ≥ ۰/۰۵).

میانگین، انحراف معیار و دامنه تغییرات داده‌های مربوط به جیوه کل در گونه مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده میانگین‌های غلظت جیوه کل در بافت پر بدن ۱/۴۳ بالاتر از شاهپر ۱/۲۵ بودند. بررسی اختلاف معنی‌دار بین غلظت جیوه پر بدن و بال با استفاده از آزمون t جفتی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین بافتها از لحاظ تجمع جیوه وجود ندارد (P ≥ ۰/۰۵).

نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای تعیین ارتباط سطوح جیوه کل در بافتها نشان داد که در اگرت ساحلی همبستگی مثبت معنی‌داری بین پر بدن با شاهپر وجود دارد (r =۰/۸۳) (نمودار ۱).

نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که در این گونه همبستگی منفی و ناچیزی بین غلظت جیوه کل در بافت‌های مورد مطالعه و اندازه بدن وجود دارد (P >۰/۰۵) (جدول ۳).

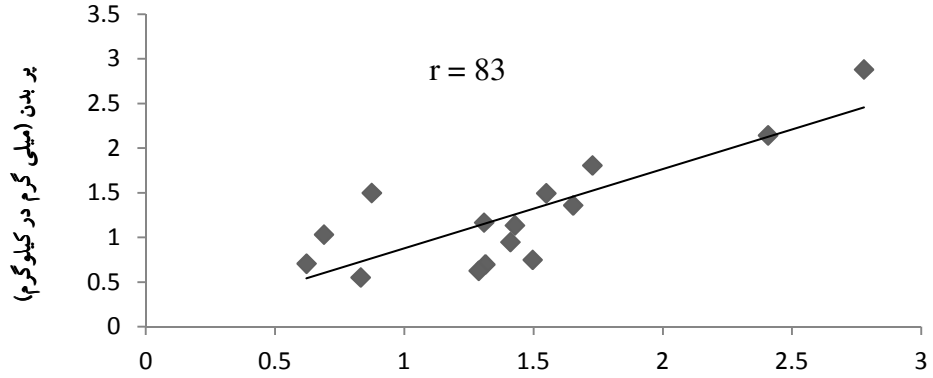
نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه جیوه کل در دو جنس نر و ماده مورد مطالعه نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین جنس‌ها از لحاظ تجمع جیوه در بافت‌های مختلف وجود ندارد (P>۰/۰۵) (جدول ۴).

جدول ۱: خصوصیات ریخت‌سنجی اگرت ساحلی

جنس	تعداد	وزن (گرم) میانگین (± انحراف معیار)	طول کل (سانتیمتر) میانگین (± انحراف معیار)	طول دو سر بال (سانتیمتر) میانگین (± انحراف معیار)
نر	۹	۸۲۷/۸۷ ±۱۱۲/۱۱	۷۱/۳۳ ± ۳/۱۶	۱۰۳/۶۷ ± ۸/۷۳
ماده	۶	۶۷۵ ±۱۲۹/۴۹	۶۳/۳۳ ± ۵/۷۵	۹۹/۵۰± ۷/۷۶
دامنه	۱۵	۱۰۰۰-۵۰۰	۷۶-۵۶	۱۱۳-۸۵

جدول ۲: میزان جیوه کل در اندام‌های مورد مطالعه برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک

بافت	تعداد	میانگین (± انحراف معیار) (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک)	حداقل– حداکثر (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک)
پر بدن	۱۵	۱/۴۳±۰/۵۹	۰/۶۲–۲/۷۸
شاهپر	۱۵	۱/۲۵ ±۰/۶۲	۰/۵۵ –۲/۸۸



نمودار ۱: رابطه میزان غلظت جیوه در بافت پر بدن با شاهپر اگرت ساحلی

جدول ۳: ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای ریخت‌شناسی و سطوح جیوه در بافتها (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک)

بافت	وزن	طول کل بدن	طول دو سر بال
پر بدن	-۰/۰۸۷	-۰/۰۰۸	۰/۰٦۵
شاهپر	-۰/۲٦۵	- ۰/۱۱٤	- ۰/۰۳۵

جدول ٤: غلظت جیوه کل (میلی‌گرم در کیلوگرم) در بافت‌های نر و ماده اگرت ساحلی

گونه	تعداد	بافت	میانگین	انحراف معیار
اگرت ساحلی نر	۹	پر بدن	۱/۳۲	۰/۷٦
اگرت ساحلی نر	۹	شاهپر	۱/۱۵	۰/٤۳
اگرت ساحلی ماده	٦	پر بدن	۱/٦٤	۰/۵۹
اگرت ساحلی ماده	٦	شاهپر	۱/۰۸	۰/٤۳

بحث

بررسی دو نوع پر در اگرت ساحلی نشان داد که غلظت جیوه در پرهای بدن بالاتر از شاهپرها بودند اگرچه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین همبستگی مثبت بالایی بین آنها وجود داشت. محققین اظهار داشتند که بطور کلی پرهای بدن شاخص بسیار خوبی از محتوای جیوه در کل بدن و سایر اندامها می‌باشند. زیرا پرهای بدن توالی‌های پریزی را مشابه با پرهای بال نشان نمی‌دهند. علاوه بر این، تغییرات کمتری را نسبت به پرهای شاهپر و پرهای دمی نشان می‌دهند (۱۶).

مطالعات نشان داده است که غلظت جیوه در پرها بیش از ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم حاکی از رژیم غذایی با بیش از ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد و این غلظت‌ها نشان می‌دهند که یک تالاب در معرض آلودگی شدید جیوه می‌باشد و زیستگاهی بسیار خطرناک برای پرندگان است (۲۶). Burger و Gochfeld (۱۹۹۷) گزارش کردند که غلظت جیوه در پرها تا حد زیادی به میزان آلودگی جیوه در زیستگاه اصلی پیش از مهاجرت بستگی دارد (۹). نتیجه‌گیری می‌شود که غلظت جیوه در اگرت ساحلی بطور نزدیکی آلودگی جیوه را در تالاب بین‌المللی حرا منعکس می‌کند.

اگرچه حساسیت به سمیت متیل جیوه در گونه‌های مختلف متفاوت است، اما بطور کلی غلظت‌های جیوه بین ۵ تا ۱۵

میلی‌گرم بر کیلوگرم در پرها با اثرات مخرب بر رشد و تولید مثل پرندگان همراه است (۱۸، ۲۷ و ۲۸). همچنین Zillioux و همکاران (۱۹۹۳) سطح آستانه اثرگذاری سمیت جیوه در پرندگان را ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم غلظت جیوه در کبد معرفی کرده‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در این تحقیق سطوح جیوه در پر زیر سطح آستانه تاثیرگذاری مخرب بر فعالیت‌های رفتاری و تولید مثلی پرندگان بوده است.

در تحقیق حاضر با افزایش اندازه پارامترهای ریخت‌شناسی (وزن، طول و طول دو سر بال)، میزان غلظت جیوه کل در بافت‌ها کاهش می‌یابد. البته باید در نظر داشت که در پرندگان برخلاف ماهیان بدلیل متوقف شدن رشد پس از بلوغ، وزن و طول تابع سن نمی‌باشد. همبستگی منفی بین غلظت فلزات و اندازه بدن بوسیله تغییرات نرخ غذایابی با مراحل رشد افراد تعیین می‌شود (۱۵). این بدین معناست که با افزایش اندازه بدن تحرک و نرخ متابولیسم کاهش و به احتمال زیاد نرخ غذایابی با توسعه و رشد افراد کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه در پرندگان اکثر ورودی آلودگی نیز عمدتا از طریق تغذیه اتفاق می‌افتد همین امر احتمالاً باعث ایجاد روندی معکوس در اندازه بدن و غلظت جیوه در پرندگان باشد.

مقایسه جیوه کل در دو جنس نر و ماده اگرت ساحلی نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین دو جنس وجود ندارد. مطالعات اندکی برای تعیین اختلاف‌ها در سطوح جیوه کل بین جنس نر و ماده پرندگان صورت گرفته است که می‌تواند ناشی از عدم تعیین جنسیت پرندگان توسط محققین یا اینکه تعداد نمونه‌ها در مطالعات پرندگان بسیار کم بوده که مانع از انجام این کار شده و نمی‌توان به نتایج صحیحی از لحاظ آماری دست یافت (۲). مطالعه غلظت جیوه در حواصیل آبی نشان داد که جنس نر غلظت‌های بالاتری نسبت به حواصیل ماده داشت (۲۱). Burger و همکاران (۱۹۹۲) اختلاف معنی‌داری را از لحاظ تجمع جیوه در بافت‌های نر و ماده اسکایمر سیاه پیدا نکردند. همچنین اختلاف معنی‌داری بین دو جنس در کاکایی فرانکلین پیدا نشد (۱۰). بررسی توزیع فلزات کمیاب در بافت‌های کاکایی دم سیاه در ژاپن نشان داد که جیوه، کادمیوم، سرب به مقدار بسیار ناچیز به تخمها انتقال می‌یابند (۴). خارج شدن مقداری جیوه از طریق تخم‌گذاری بوسیله پرندگان ماده به خوبی اثبات شده است (۱۱). با این وجود Furness و Greenwood (۱۹۹۳) دریافتند اگر چه پرندگان ماده می‌توانند جیوه را از طریق تخمریزی از بدن خارج کنند اما مقدار جیوه‌ای را که آنها از دست می‌دهند معمولاً در مقایسه با مقدار جیوه‌ای که در طول دوره پرریزی وارد پرها می‌شود بسیار ناچیز است.

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تجمع زیستی جیوه در اکوسیستم تالاب بین‌المللی حرا در حال حاضر خطرناک محسوب نمی‌شود. با توجه به اهمیت خاص پرندگان ماهیخوار بالای زنجیره غذایی برای پایش آلودگی جیوه در اکوسیستم‌های آبی می‌توان از اگرت ساحلی با توجه به مقیم بودن، فراوانی و زادآوری آن در تالاب بین‌المللی حرا بعنوان شاخص زیستی و پایشگر آلودگی جیوه استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات آقایان امیر مجیدی، علی حسن‌نژاد و جابر اعظمی برای همکاری صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین یادآور می‌شود که تمام مراحل آزمایشگاهی این تحقیق و هزینه انجام آن در دانشگاه تربیت مدرس صورت گرفته است.

منابع

۱-دانه‌کار، ا.، ۱۳۸۱. روابط متقابل درختان حرا و حیوانات وابسته به آن در جنگلهای مانگرو منطقه قشم و بندر خمیر (ذخیره‌گاه زیست کره حرا). پایان‌نامه دکتری در رشته جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور. ۱۳۱ صفحه.

2-Ackerman, J.T.; Eagles-Smith, C.A.; Takekawa, J.Y; Adelsbach, T.L. and Bluso, J. D., 2008. Mercury concentrations in blood and feathers of prebreeding forster's terns in relation space use of San Francisco Bay, California, USA. Habitats Environ. Toxicol., 27:897-908.

3-Appelquist, H.; Asbirk, S. and Drabaek, I., 1984. Mercury monitoring: Mercury stability in bird feathers. Mar. Pollut. Bull., Vol. 15, No. 1, pp.22-4.

4-Asunaga, G.E.Y.; Unito, T.A.K.; Anabe, S.H.T.; Gi, H.A.O. and Hibata, Y.A.S., 2005. Body distribution of trace elements in black-tailed gulls from Rishiri Island. Japan: Age- dependent

accumulation and transfer to feathers and eggs. Environ. Tox., 24:2107-2120.

5-Behrouzi-Rad, B. and Tayfeh, F.H., 2008. Nest counts for Western reef heron, *Egretta gularis* and four sterna species (repressa, anaethetus, bergii, bengalensis) on Nakhiloo Island in the Persian Gulf from 2005 to 2007. Podoces, 3:45-52.

6-Becker, P.H., 2003. Biomonitoring with birds. Trace metals and other contaminants in the environment. 6:677-736.

7-Boncompagni, E.; Muhammad, A.; Jabeen, R.; Orvini, E.; Gandini, C. and Sanpera, C., 2003. Egrets as monitors of trace-metal contamination in wetlands of Pakistan. Arch. Environ.Con. Tox., Vol. 45, No. 3, pp.399-406.

8-Bostan, N.; Ashraf, M.; Mumtaz, A.S. and Ahmad, I., 2007. Diagnosis of heavy metal contamination in agro- ecology of Gujranwala, Pakistan using cattle egret (Bubulcus ibis) as bioindicator. Ecotoxicology, Vol. 16, No. 2, pp. 247-51.

9-Burger, J. and Gochfeld, M., 1997. Heavy metal and selenium concentrations in feathers of egrets from Bali and Sulawesi, Indonesia. Arch. Environ. Con. Tox., Vol. 32, No. 2, pp.217-21.

10-Burger, J.; Cooper, K.; Saliva, J.; Gochfeld, D.; Lipsky, D. and Gochfeld, M., 1992. Mercury bioaccumulation in organisms from three Puerto Rican estuaries. Environ. Monit. Assess., 22:181-197.

11-Burger, J ., 2002. Food chain differences affect heavy metals in bird eggs in Barnegat Bay, New Jersey. Environ. Res., 90:33-39.

12-Campbell, L.M.; Norstrom, R.J.; Hobson, K.A.; Muir, D.C.G.; Backus, S. and Fisk AT., 2005. Mercury and other trace elements in a pelagic Arctic marine food web (Northwater Polynya, Baffin Bay). Sci. Total Environ., 351:247-63.

13-Cizdziel, J.V.; Hinners, T.A. and Heithmar, E.M., 2002. Determination of total mercury in fish tissues using combustion atomic absorption spectrometry with gold amalgamation. Water, Air Soil. Poll., Vol. 135, No. 1, pp.355-70.

14-Ek, K.H.; Morrison, G.M.; Lindberg, P. and Rauch, S., 2004. Comparative tissue distribution of metals in birds in Sweden using ICP-MS and laser ablation ICP-MS. Arch. Environ.Con. Tox.,, Vol. 47, No. 2, pp.259-69.

15-Farkas, A.; Salánki, J. and Specziár, A., 2003. Age-and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low-contaminated site. Water Res. Vol. 37, No. 5, pp.959-64.

16-Furness, R.W. and Camphuysen, K.C.J., 1997. Seabirds as monitors of the marine environment. ICES J. Mar. Sci., Vol. 54, No. 4, pp.726-37.

17-Furness, R.W. and Greenwood, J.D., 1993. Birds as monitors of environmental change. Chapman and Hall, pp.102–120.

18-Gochfeld, M., 1980. Tissue distribution of mercury in normal and abnormal young common terns. Marine Pollu. Bull., Vol. 11, No. 12, pp.362-6.

19-Goutner, V.; Furness, R. and Papakostas. G., 2001. Mercury in feathers of Squacco Heron (*Ardeola ralloides*) chicks in relation to age, hatching order, growth, and sampling dates. Environ. Pollut., Vol. 111, No. 1, pp.15-107.

20-Hall, B.; Aiken, G.; Krabbenhoft, D.; Marvin, D.; Pasquale, M. and Swarzenski, C., 2008. Wetlands as principal zones of methylmercury production in southern

Louisiana and the Gulf of Mexico region. Environ. Pollut., Vol. 154, No. 1, pp.124-34.

21-Hoffman, R.D. and Curnow, R., 1979. Mercury in herons, egrets and their foods. J. Wildlife Manag., 43:85-93.

22-Honda, K.; Min, B.Y. and Tatsukawa. R.D., 1986. istribution of heavy metals and their age-related changes in the eastern great white egret, Egretta alba modesta, in Korea. Arch. Environ. Con. Tox., Vol. 15, No. 2, pp.185-97.

23-Kim, J. and Koo, T.H., 2007. The use of feathers to monitor heavy metal contamination in herons, Korea. Arch. Environ. Con. Tox., Vol. 53, No. 3, pp.435-41.

24-Kojadinovic, J.; Bustamante, P.; Churlaud, C.; Cosson, R.P. and Le, Corre. M., 2007. Mercury in seabird feathers: Insight on dietary habits and evidence for exposure levels in the western Indian Ocean. Sci. Total Environ., Vol. 384, No. 1-3, pp.194-204.

25-Ochoa-Acuna, H.; Sepulveda, M .And Gross, T., 2002. Mercury in feathers from Chilean birds: influence of location, feeding strategy, and taxonomic affiliation. Mar. Pollut. Bull., Vol. 44, No. 4, pp.340-345.

26-Scheuhammer, A., 1991. Effects of acidification on the availability of toxic metals and calcium to wild birds and mammals. Environ. Pollut., Vol. 7, No. 2-4, pp.329-375.

27-Spalding, M., 1991. Effects of parasitism and disease on the nesting success of colonial wading birds (Ciconiiformes) in southern Florida: Florida Game and Fresh Water Fish Commission.

28-Wiener, J.G.; Krabbenhoft, D.P.; Heinz, G.H. and Scheuhammer, A.M., 2002. Ecotoxicology of Mercury. Handbook of Ecotoxicology. 2nd edition. pp.407-61.

29-Wolfe, M.F.; Schwarzbach, S. and Sulaiman, R.A., 1998. Effects of mercury on wildlife: A comprehensive review. Environ. Toxicol. Chem., Vol. 17, No. 2, pp. 146-160.

30-Zamani-Ahmadmahmoodi, R.; Esmaili-Sari, A.; Ghasempouri, S.M. and Savabieasfahani, M., 2009. Mercury in Wetland Birds of Iran and Iraq: Contrasting resident moorhen, *Gallinula chloropus*, and Migratory common teal, *Anas crecca*, life strategies. Bull. Environ. Toxicol., Vol. 82, No. 4, pp.450-453.

31-Zhang, Y.; Ruan, L.; Fasola, M.; Boncompagni, E.; Dong, Y. and Dai, N, 2006. Little Egrets (Egretta garzetta) and trace-metal contamination in wetlands of China. Environ. Monit. Assess., Vol. 118, No. 1, pp.355-68.

32-Zillioux, E.; Porcella, D. and Benoit, J., 1993. Mercury cycling and effects in freshwater wetland ecosystems. Environ. Toxicol. Chem., Vol. 12, No.12, pp.2245-264.

33- Zolfaghari, G.; Esmaili-Sari, A.; Ghasempouri, M.; Rajabi Baydokhti, R. and Hassanzade Kiabi, B., 2009. A multispecies-monitoring study about bioaccumulation of mercury in Iranian birds (Khuzestan to Persian Gulf): Effect of taxonomic affiliation and trophic level. Environ. Res., 109:830-836.