محیط‌شناسی، دورهٔ ٤١، شمارهٔ ١، بهار ١٣٩٤، صفحهٔ ٤٨-٣٩

تجمع جیوه در کاکایی پازرد (*Larus cachinnans*) در بندر ماهشهر و منطقهٔ شادگان

اسحاق هاشمی[1]*، علیرضا صفاهیه[2]، محمدعلی سالاری علی‌آبادی[3]، کمال غانمی[4]

۱. کارشناسی ارشد زیست شناسی دریا گرایش آلودگی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

۲. استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکدهٔ علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

a.safahieh@kmsu.ac.ir

۳. استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکدهٔ علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

salari1346@yahoo.com

٤. استادیار گروه شیمی دریا، دانشکدهٔ علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

kamalghanemi@ yahoo.com

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۷/۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۸/۲٤

چکیده

احداث صنایع در سواحل بندر ماهشهر می‌تواند به ورود انواع آلاینده‌ها به خصوص جیوه به دریا منجر شود. به منظور آگاهی از میزان این آلاینده‌ها و وضعیت سلامت محیط‌زیست، پایش زیستی امری ضروری است. پرندهٔ کاکایی پازرد (*Larus cachinnans*) به علت قرارداشتن در بالای زنجیرهٔ غذایی، دسترسی آسان و فراوانی، موجود مناسبی برای پایش زیستی جیوه در منطقه است. به منظور مطالعهٔ تجمع جیوه در بافت‌های مختلف کاکایی پازرد، ۱۸ نمونه پرنده به طور تصادفی از دو ایستگاه ماهشهر و شادکان شکار شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر زیست‌سنجی و بافت‌های مختلف آن‌ها شامل پر، کبد، کلیه، ماهیچه، استخوان، پوست و قلب جدا شدند. پس از خشک‌کردن و هضم نمونه‌ها غلظت جیوهٔ آن‌ها به وسیلهٔ دستگاه جذب اتمی با روش بخار سرد اندازه‌گیری شد. بالاترین غلظت جیوه در هر دو جنس ماده و نر پرندهٔ کاکایی پازرد در بافت پر (۹/۷۰±۱/۱۶$\mu g/g$) در پرندهٔ ماده و ۸/۲۷±۰/۳۲$\mu g/g$ در پرندهٔ نر) مشاهده شد. کمترین غلظت جیوه در هر دو جنس ماده و نر در بافت قلب (۰/۴۲±۰/۰۳$\mu g/g$ در پرندهٔ ماده و ۰/۴۳±۰/۰۱$\mu g/g$ در پرندهٔ نر) مشاهده شد. بین پرندگان ماهشهر و شادگان اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت جیوه مشاهده نشد. بین محتوای جیوه در پر و کبد با وزن کاکایی پازرد همبستگی مستقیم و معنی‌داری مشاهده شد ($P<0/05$). نتایج مبین آن است که کاکایی پازرد گونهٔ مناسبی برای پایش زیستی جیوه در بندر ماهشهر و شادگان است و بافت پر این پرنده مناسب‌ترین بافت قابل استفاده در پایش جیوه است. همچنین، مقایسهٔ نتایج این مطالعه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی نشان داد که میزان جیوه در اندام‌های مختلف پرندهٔ کاکایی پازرد بالاتر از استانداردهای مذکور است. با توجه به فعالیت وسیع پتروشیمی در منطقه به نظر می‌رسد نظارت دقیق‌تری بر دفع پساب این صنعت لازم باشد.

کلیدواژه

آلودگی جیوه، پایش زیستی، کاکایی پازرد، ماهشهر.

۱. سرآغاز

رشد روزافزون صنایع در سواحل و حاشیهٔ دریاها، به تولید و رهاسازی انواع آلاینده‌ها به اکوسیستم دریا منجر شده که این امر توجه بسیاری از محققان و متخصصان محیط‌زیست را به خود جلب کرده است. به منظور آگاهی از میزان ورود آلاینده‌ها به اکوسیستم دریا و وضعیت سلامت

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۸۳۹۳۰۰۱

Email: eshagh.hashemi@gmail.com

محیط‌زیست انجام بیومانیتورینگ یا پایش زیستی امری ضروری است.

پایش زیستی روش علمی برای ارزیابی محیط‌زیست است که در آن از موجود زنده به‌منزلهٔ شاخص (بیواندیکاتور) یا پایشگر (بیومانیتور) استفاده می‌شود. در این مطالعات از بافت‌های مختلف موجودات زنده نمونه‌برداری شده است و ضمن آنالیز آلاینده‌ها در بافت‌های موجود، نتایج با مقادیر یافت‌شده در اجزای غیرزندهٔ اکوسیستم مقایسه می‌شود (Abdenndher et al., 2011). بیواندیکاتورها برای تعیین کیفیت عوامل زیست‌محیطی انسان‌ساز به کار می‌روند، در حالی که بیومانیتورها بیشتر برای تعیین کمیت آلاینده‌ها استفاده می‌شوند. این روش کارایی بی‌نظیری در سنجش آلودگی‌های زیست‌محیطی به ویژه آلودگی فلزات سنگین در محیط‌های آبی دارد (Zhou et al., 2008). با توجه به اینکه پرندگان از سطوح بالای زنجیرهٔ غذایی تغذیه می‌کنند، اکولوژی اغلب آن‌ها شناخته شده است، از فراوانی و گستردگی نسبتاً بالایی برخوردارند و عمر طولانی بالا می‌تواند شاخص مناسبی برای انجام بیومانیتورینگ باشد (Barbieri et al., 2010; Burger et al., 2009).

کاکایی پازرد از جمله پرندگان دریایی است که در سراسر دنیا شامل اروپا، افریقا، آسیا و اقیانوسیه یافت می‌شود و دارای رژیم غذایی ماهی‌خواری نیز است (Gibbins et al., 2010; Branco et al., 2009; Rasmussen et al., 2005). پرندهٔ کاکایی پازرد در ایران از پراکنش خوبی برخوردار است، تعداد زیادی از آن‌ها در خور موسی واقع در استان خوزستان زندگی می‌کنند و محل مناسبی برای تغذیه و تولیدمثل آنان به شمار می‌رود (منصوری، ۱۳۸۷). این منطقه به علت مجاورت با تأسیسات نفتی و پتروشیمی پذیرای پساب صنایع مختلف از جمله پتروشیمی بندر امام و ماهشهر است و احتمال می‌رود که پساب آن‌ها حاوی آلاینده‌ای مختلف از جمله جیوه باشد. جیوه از مهم‌ترین آلاینده‌های آبی به شمار می‌رود که بر خلاف مواد زائد آلی، تجزیه نمی‌شود یا به کندی تجزیه می‌شود، بنابراین می‌توان آن را به‌منزلهٔ افزودنی پایدار به محیط‌های آبی محسوب کرد (Caeiro et al., 2005). متیل جیوه به علت میل ترکیبی زیاد به چربی‌ها و وابستگی بالای آن به گروه‌های سولفید ریل پروتئین به سرعت در زنجیرهٔ غذایی انتقال می‌یابد و در موجودات انباشته می‌شود (Ochoa et al., 2002). در مناطقی که ماهی و دیگر محصولات دریایی غذای افراد را تشکیل می‌دهند شکل آلی جیوه یکی از منابع اصلی تجمع زیستی جیوه در بافت‌های مختلف انسان است (Gomez-Ariza et al., 2005). بنابراین، گونهٔ کاکایی پازرد می‌تواند گونهٔ مناسبی برای پایش زیستی به منظور بررسی آلودگی به خصوص جیوه در این منطقه باشد. هدف از این پژوهش، مطالعهٔ تجمع جیوه در بافت‌های مختلف کاکایی پازرد به منظور آگاهی از میزان جیوهٔ انتقال‌یافته به سطوح بالای زنجیرهٔ غذایی در منطقهٔ بندر ماهشهر و شادگان است.

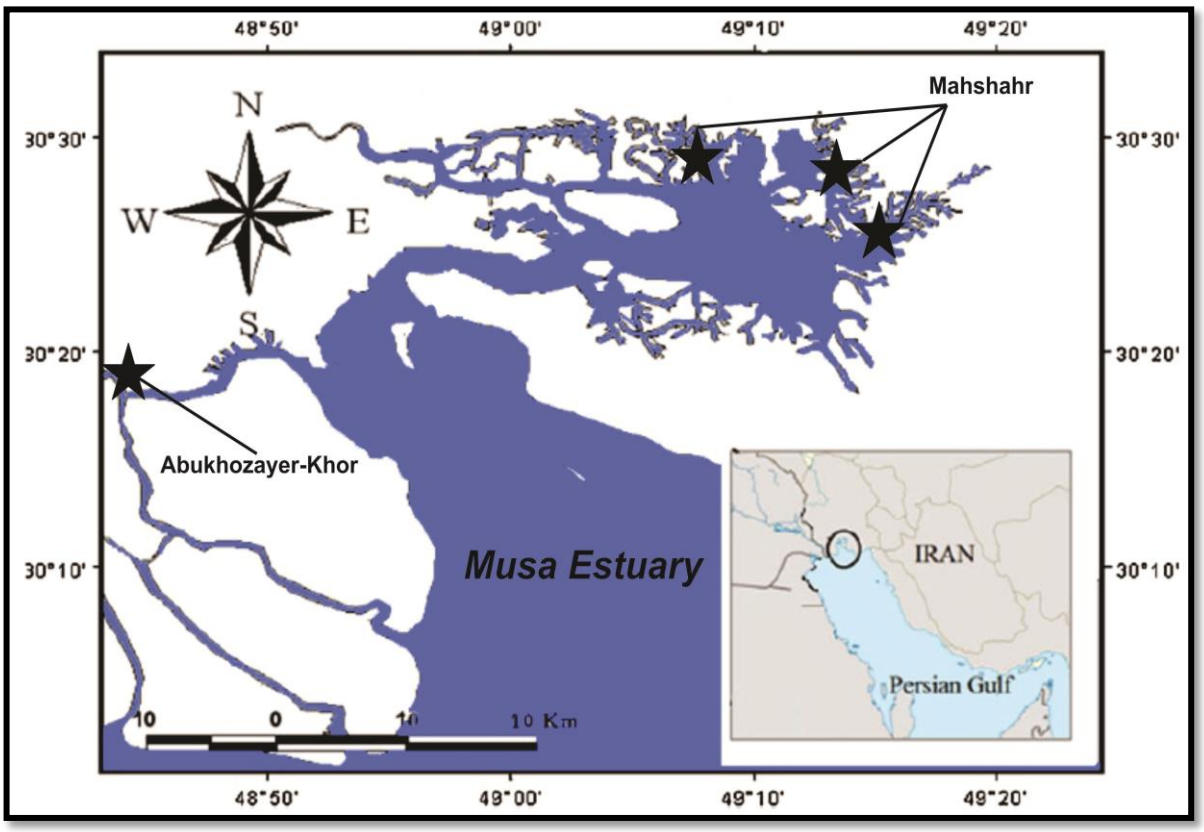
۲. مواد و روش بررسی

۱.۲. منطقهٔ مورد مطالعه

در این مطالعه دو ناحیه در خوریات منطقهٔ ماهشهر انتخاب شدند که مختصات جغرافیایی آن‌ها بین ۴۹ درجه و ۲۰ دقیقهٔ شرقی و ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۳۲ دقیقهٔ شمالی است. ناحیهٔ اول شامل خورهای مجیدیه، غزاله و پتروشیمی است که در نزدیکی بندر ماهشهر و ناحیهٔ دوم خور ابوخضیر که در مجاورت تالاب شادگان قرار دارند (شکل ۱).

۲.۲. نمونه‌برداری

جمع‌آوری نمونه‌ها، در پاییز ۱۳۹۱ صورت گرفت. در مجموع از هر دو ناحیه، ۱۸ عدد کاکایی پازرد با استفاده از تفنگ شکار شد. نمونه‌ها پس از شکار به آزمایشگاه دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل شدند و مراحل زیست‌سنجی و تشریح برای تعیین جنسیت و جداسازی بافت‌ها، انجام شد.



شکل ۱. موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه

از ناحیهٔ بندر ماهشهر ۱۰ پرنده که شامل ۶ پرندهٔ ماده و ۴ پرندهٔ نر و در ناحیهٔ شادگان خور ابوخضیر ۸ پرنده که شامل ۴ پرندهٔ ماده و ۴ پرندهٔ نر بودند شکار شد. در آزمایشگاه بافت‌های مورد نیاز پرندگان شامل پر، کبد، کلیه، ماهیچه، استخوان، پوست و قلب جدا و تا زمان آنالیز در فریزر ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد پایه نگهداری شدند.

۳.۲. آماده‌سازی نمونه‌ها

قبل از هضم‌کردن ابتدا نمونه‌های بافت از فریزر خارج شدند و در دمای آزمایشگاه یخ آن‌ها ذوب شد. سپس، برای خشک‌کردن، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت داخل آون با دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند تا به وزن ثابت برسند (Arcos et al., 2002; Saeki et al., 2000). تمامی وسایل استفاده‌شده و شیشه‌آلات به مدت ۲۴ ساعت در اسید نیتریک ۵ درصد برای اسیدشویی قرار داده و با آب دو بار تقطیر شستشو شدند (Shi et al., 2005).

۴.۲. هضم نمونه‌ها

حدود یک گرم از هر بافت آماده‌سازی‌شده از طریق ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد و به لوله‌های شیشه‌ای انتقال یافت. سپس، ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد تهیه‌شده از کارخانهٔ مرک آلمان به آن‌ها افزوده شد. همزمان ۱۵ میلی‌لیتر پتاسیم پرمنگنات ۵ درصد برای تسهیل اکسیداسیون نمونه‌ها اضافه شد (Vera et al., 2008; Saeki et al., 2000). نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت روی هات پلیت با دمای ۹۰ درجه قرار داده شدند. پس از عملیات هضم، نمونه‌ها از کاغذ صافی ۴۲ میکرون عبور داده شده و در نهایت با آب دو بار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شدند. نمونه‌های هضم‌شده به ظرف

واکنش که حاوی ۵ میلی‌لیتر محلول کلرید قلع ۱۰ درصد بود اضافه و پس از واکنش کامل، بخارهای جیوهٔ تولیدشده از طریق گاز نیتروژن با سرعت جریان ۱۰۰ mL/min از محلول خارج و به سمت سل اندازه‌گیری هدایت شدند. میزان جذب جیوه از طریق دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی مدل Unicam ساخت انگلستان در طول موج ۲۵۳/۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در شرایط بهینهٔ توصیه‌شدهٔ کارخانهٔ سازنده انجام شد (Goutner et al., 2000).

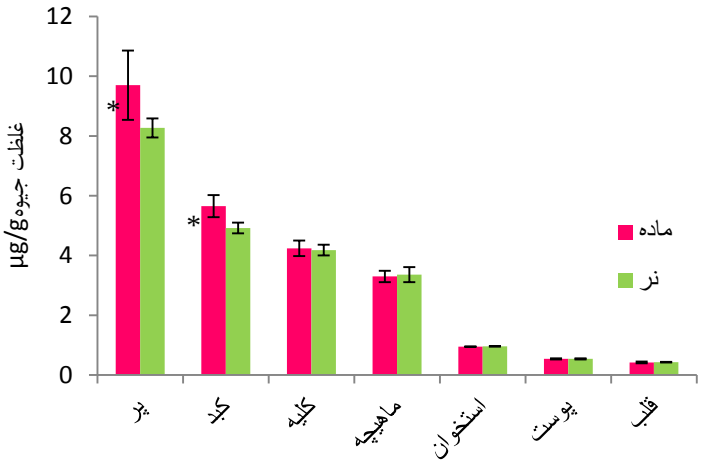
۵.۲. پردازش داده‌ها

به منظور پردازش داده‌ها از نرم‌افزار spss 16 استفاده شد. از آزمون t-test و One-Way ANOVA (پس از آزمون Tukey) به منظور اختلاف معناداری محتوای جیوه در جنس‌های مختلف پرندگان و بافت‌های مورد نظر و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳. نتایج

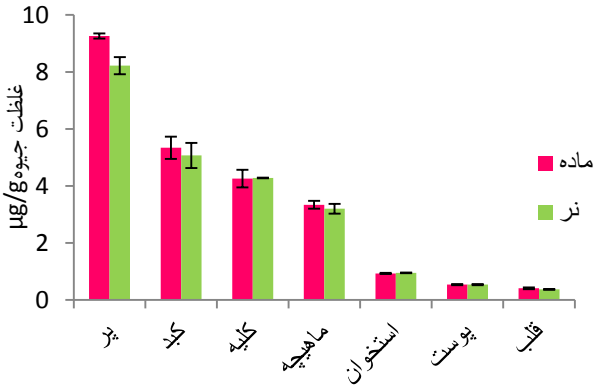
میانگین غلظت جیوه در بافت‌های مختلف کاکایی پازرد نر و ماده در ایستگاه ماهشهر در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین میزان جیوه در هر دو جنس در بافت پر (۹/۷۰±۱/۱۶µg/g) در پرندهٔ ماده و ۸/۲۷±۰/۳۲µg/g در پرندهٔ نر) مشاهده شد. حال آنکه کمترین غلظت جیوه در بافت قلب (۰/۴۲±۰/۰۳µg/g) در پرندهٔ ماده و ۰/۴۳±۰/۰۱µg/g در پرندهٔ نر) مشاهده شد.

مقایسهٔ غلظت جیوه بین جنس‌های نر و ماده نشان داد که در بافت‌های پر و کبد میزان جیوه در پرندگان ماده به شکل معنی‌داری از میزان آن در پرندگان نر بالاتر است (P<0.05, t-test). هرچند در سایر بافت‌ها اختلاف معنی‌داری بین جنس‌های نر و ماده مشاهده نشد. مقایسهٔ آماری نشان داد که بین محتوای جیوه در بافت‌های مختلف پرندگان ماده در ایستگاه ماهشهر اختلاف معناداری وجود دارد (P<0.05, ANOVA). حال آنکه بین بافت‌های استخوان، پوست و قلب اختلاف معناداری مشاهده نشد (P>0.05). در پرندهٔ نر نیز همانند پرندهٔ ماده بود با این تفاوت که بین بافت استخوان و پوست، بافت قلب و پوست، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد حال آنکه بین بافت استخوان و قلب اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در ایستگاه ابوخضیر نیز همانند ایستگاه ماهشهر شکل ۳، بین بافت‌ها اختلاف معناداری مشاهده شد (P<0.05). بیشترین غلظت جیوه در بافت پر (۹/۲۶±۰/۰۹µg/g در پرندهٔ ماده و ۸/۴۲±۰/۳µg/g در پرندهٔ نر) و کمترین در بافت قلب (۰/۴۱±۰/۰۳µg/g در پرندهٔ ماده و ۰/۳۷±۰/۰۱µg/g در پرندهٔ نر) مشاهده شد.

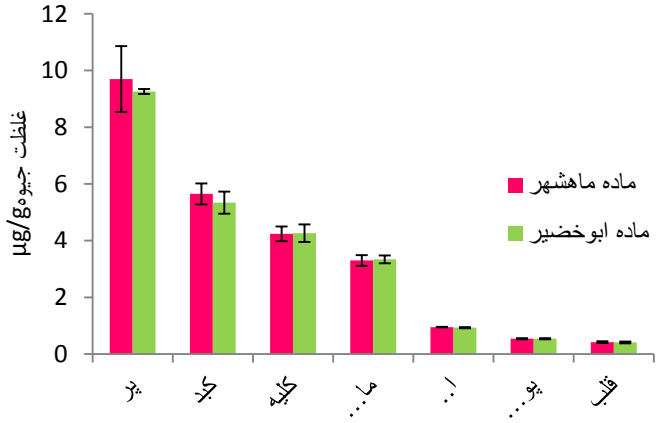


شکل ۲. مقایسهٔ غلظت جیوه (µg/g) در بافت‌های مختلف پرندهٔ کاکایی پازرد از نظر جنسیت در ایستگاه ماهشهر (علامت ستاره بیانگر اختلاف معنی‌دار بین جنس‌های مختلف است)

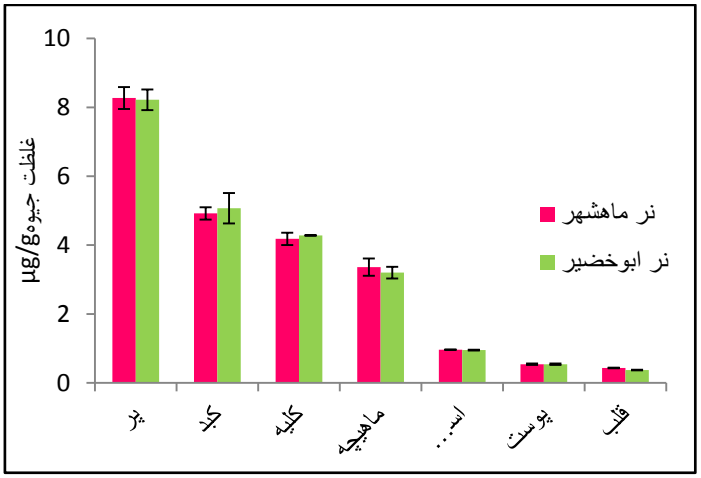
برخلاف ایستگاه ماهشهر بین هیچ‌کدام از بافت‌ها در پرنده‌های نر و ماده اختلاف معناداری مشاهده نشد. مقایسهٔ نتایج آماری نشان داد که به جز محتوای جیوه در استخوان و پوست، پوست و قلب بین دیگر بافت‌های پرندگان ماده و نر در ایستگاه ابوخضیر اختلاف معناداری وجود دارد ($P<0.05$). مقایسهٔ نتایج آماری بین بافت‌های جنس ماده در ایستگاه ماهشهر و ایستگاه ابوخضیر، بیانگر آن بود که میزان جیوه در همهٔ بافت‌های پرندگان دو ایستگاه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۴).



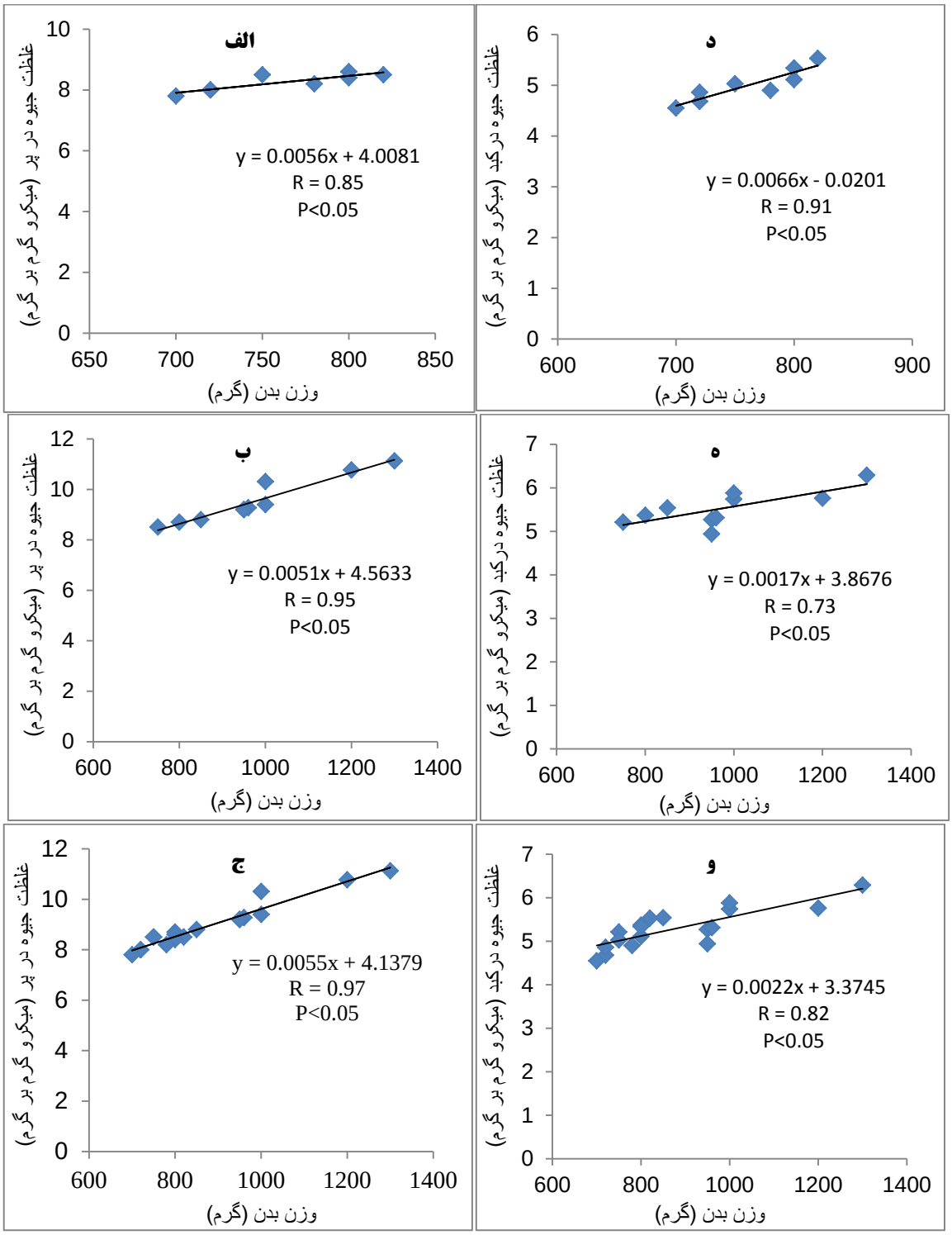
شکل ۳. مقایسهٔ غلظت جیوه (µg/g) در بافت‌های مختلف پرندهٔ کاکایی پازرد از نظر جنسیت در ایستگاه ابوخضیر



شکل ۴. مقایسهٔ غلظت جیوه (µg/g) در دو ایستگاه ماهشهر و ابوخضیردر جنس پرندهٔ ماده و کاکایی پازرد



شکل ۵. مقایسهٔ غلظت جیوه (µg/g) در دو ایستگاه ماهشهر و ابوخضیر در جنس پرندهٔ نر کاکایی پازرد



شکل ۶. همبستگی میان بافت‌های پر (الف: جنس نر؛ ب:جنس ماده؛ ج: جنس نر و ماده) و کبد (د: جنس نر؛ ه: جنس ماده؛ و: جنس نر و ماده) با وزن پرندگان

برخلاف پرندگان ماده نتایج آماری از مقایسهٔ بین بافت‌های مختلف جنس نر در ایستگاه ماهشهر و بافت‌های مشابه در پرندگان نر ایستگاه ابوخضیر، بیانگر آن بود که بین دو ایستگاه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (t-test، P>0.05) (شکل ۵).

نتایج همچنین نشان داد که بین محتوای جیوه در

بافت‌های پر و کبد پرندگان نر و ماده با وزن همبستگی مستقیم معنی‌داری وجود دارد ($P<0.05$). این همبستگی در شکل ۶ نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل ۶ ملاحظه می‌شود میزان این همبستگی برای پر در هر دو جنس بیش از بافت کبد است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

پرندگان شکاری که از ماهیان تغذیه می‌کنند در معرض خطر آثار کشنده و نیمه‌کشندهٔ ناشی از مسمومیت جیوه‌اند. ارزیابی این آثار و خطرهای تهدیدکننده بسیار مشکل است، زیرا دستیابی زیستی جیوه بر حسب سن، گونهٔ خورده‌شده و موقعیت جغرافیایی تفاوت می‌کند. کاکایی دریایی پازرد به علت دریازی‌بودن و سیستم تغذیه‌ای دریایی بیشتر در معرض جیوه قرار می‌گیرد و در بافت‌های مختلف آن تجمع می‌یابد (Braune, 1987). نتایج این مطالعه نشان داد که در هر دو جنس نر و ماده غلظت جیوه در بافت پر از مقدار بیشتری نسبت به سایر بافت‌ها برخوردار بود. مطالعات صورت‌گرفته روی گونهٔ *Himantopus himantous*، *Hoplopterus indicus* و *Vanellus leucurus* در تالاب شادگان نیز مبین این بوده است که بالاترین غلظت جیوه در بافت پر تجمع می‌یابد (Zamani-Ahmadmahmoodi et al., 2010).

Burger و همکاران در سال ۲۰۰۸ در منطقهٔ آلوتیانز با مطالعه روی کاکایی دریایی *Larus glaucescens* بیشترین غلظت جیوه را در بافت پر مشاهده کردند. علاوه بر آن، مطالعات متعدد دیگری روی پرندگان مختلف از جمله عقاب دریایی (*Pandion haliaetus*) در خلیج فلوریدا (Lounsbury-Billie et al., 2008)، پرستوی دریایی معمولی (*Sterna hirundo*) و مرغابی معمولی (*Somateria mollissima*) در کانادا (Bond et al., 2009) نشان داده شد که پر پرندگان مهم‌ترین بافت ذخیرهٔ جیوه در آنان است. Burger و همکاران در سال ۲۰۰۹ غلظت بالایی از جیوه در بافت پر کاکایی دریایی گونهٔ *larus glaucescens* یافتند. پس از پر، بافت‌های کبد و کلیه از بیشترین میزان جیوه برخوردار بودند. بالابودن میزان جیوه در این بافت ها می تواند به عملکرد فیزیولوژیک اندام‌های مذکور و نقش آن‌ها در دفع آلاینده‌ها از جمله جیوه باشد.

Zammani-Ahmadmahmoodi و همکاران در سال ۲۰۱۰ بعد از بافت پر بیشترین غلظت جیوه را در بافت کبد و کلیه مشاهده کردند. به طور کلی، الگوی تجمع جیوه در بافت‌های مختلف پرندهٔ کاکایی پازرد در هر دو ناحیهٔ ماهشهر و شادگان به ترتیب زیر است.

قلب ≥ پوست ≥ استخوان < ماهیچه < کلیه < کبد < پر برای جنس ماده

قلب ≥ پوست- استخوان < ماهیچه < کلیه < کبد < پر برای جنس نر

به طور کلی، اختلاف معناداری بین میانگین غلظت جیوه در پرندگان ماده و نر در دو ناحیه مشاهده نشد (شکل ۵). Burger و همکاران در سال ۱۹۹۳ در مطالعهٔ تجمع جیوه در مرغ ماهی‌خوار نشان دادند که بین محتوای جیوه در پرندگان نر و ماده تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. این یافته می تواند مبین آن باشد که پرندگان در این منطقه از منابع مشترکی تغذیه می‌کنند.

در جدول ۱ غلظت جیوه در بافت‌های مختلف پرندهٔ کاکایی پازرد در منطقهٔ ماهشهر با سایر پرندگان دریایی مربوط به دیگر مناطق یا سایر نقاط جهان مقایسه شده است.

همان‌گونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود در بیشتر مطالعات صورت‌گرفته از جمله مطالعهٔ حاضر بیشترین میزان جیوه در بافت پر ذخیره شده است که این مطلب در خصوص کاکایی پازرد نیز صدق می‌کند. Barbieri و همکاران در سال ۲۰۱۰ در مطالعهٔ کاکایی دریایی (*Larus dominicanus*) به این نتیجه رسیدند که بخش زیادی از محتوای فلزی بدن پرنده در پر ذخیره می‌شود. همچنین، نتایج نشان داد که بین غلظت جیوه در پر با وزن کاکایی پازرد از همبستگی مستقیم و معنی‌داری برخوردار است.

جدول ۱. مقایسهٔ غلظت جیوه (µg/g) در کاکایی پازرد با سایر گونه‌های مطالعه‌شده در نقاط مختلف جهان

نام علمی پرنده	پر	کبد	کلیه	ماهیچه	مکان	منبع
Larus cachinnans	۷/۳۸	۲/۵۵	۲/۰۵	-	دریای مدیترانه	Arcos et al., 2002
Larus audouinii	۷/۸۷	۶/۵۳	۳/۵۱	-	دریای مدیترانه	Arcos et al., 2002
Himantopus himantous	۶/۶۰	۳/۵۰	۴/۵۰	۱/۲۰	تالاب شادگان	Zamani et al., 2010
Anas crecca	-	۴/۳۴	۳/۴۱	۱/۴۴	تالاب شادگان	Zamani et al., 2008
larus glaucescens	۳/۸۰	-	-	-	جزیرهٔ آلوتیانز	Burger et al., 2009
Somateria mollissima	۰/۸۴۰	-	-	-	جزیرهٔ آلوتیانز	Burger et al., 2009
Fratercula cirrhata	۲/۵۰	-	-	-	جزیرهٔ آلوتیانز	Burger et al., 2009
Cepphus columba	۷/۱۰	-	-	-	جزیرهٔ آلوتیانز	Burger et al., 2009
Phalacrocorax carbo	۴/۴۴	۸/۳۲	۹/۲۵	۲/۰۶	دریای خزر	Mazloomi et al., 2008
Larus cachinnans	۹/۲۶	۵/۳۴	۴/۲۶	۳/۳۴	خور موسی	مطالعهٔ حاضر

Montorie و همکاران در سال ۱۹۹۸ همبستگی بالایی بین غلظت جیوه در رژیم غذایی و بافت پر و همبستگی معنی‌دار و مستقیم غلظت جیوه در پر با وزن در پرندهٔ پرستوی دریایی (*Sterna hirundo*) در منطقهٔ آزورس مشاهده کردند. از سوی دیگر، این محققان بر این باورند که نسبت فلزات سنگین پر به محتوای فلزات سنگین بدن در پرندگان کاکایی ثابت است که این یافته با پیداکردن همبستگی‌های مستقیم و معنی‌دار در این مطالعه تطابق دارد. همبستگی بین جیوه در رژیم غذایی از یک سو و سایر ویژگی‌ها نظیر زیادبودن نسبت فلز ذخیره‌شده در مقایسه با کل محتوای فلز موجود در پرنده، در دسترس‌بودن، آسان‌بودن نمونه‌گیری پر و بی‌نیازبودن از کشتن پرنده برای نمونه‌برداری و پایش زیستی این اندام را به بافتی مناسب برای پایش زیستی فلزات سنگین از جمله جیوه تبدیل می‌کند. حد مجاز جیوهٔ اعلام‌شده بر حسب جیوهٔ کل، از سوی سازمان بهداشت جهانی و سازمان غذا و کشاورزی برای موجودات زنده ۰/۵ میکروگرم بر گرم و برای استاندارد آژانس محافظت از محیط‌زیست ۰/۳ میکروگرم بر گرم وزن بدن است (Jewett and Duffy, 2007; WHO, 1972). این در حالی است که غلظت جیوه در اندام‌های این پرنده نسبت به حد مجاز توصیه‌شده از سوی سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و کشاورزی و آژانس حفاظت از محیط‌زیست بسیار بیشتر است. Eisler و همکاران در سال ۲۰۰۴ بیان کردند چنانچه غلظت جیوهٔ در پر از (µg/g)۵ بیشتر باشد می‌تواند در بسیاری از پرندگان آثار مخرب و شدیدی در فرایندهای تولیدمثلی، عصبی و رفتاری بر جای گذارد. از آنجا که فعال‌ترین صنعت منطقهٔ مورد مطالعه پتروشیمی است به نظر می‌رسد می‌تواند عاملی برای ورود جیوه به اکوسیستم دریا تلقی شود که این افزایش جیوه در بدن پرندگان منطقه در حال حاضر صدمات جبران‌ناپذیری به ذخایر این موجودات وارد می‌کند. این موضوع توجه مسئولان و نظارت دقیق‌تر ارگان‌های ذی‌ربط را می‌طلبد.

۵. نتیجه‌گیری

در این پژوهش مشاهده شد که مقدار قابل توجهی جیوه در بافت‌های مختلف پرندهٔ کاکایی پازرد تجمع یافته که دلیلی بر آلودگی در منطقهٔ ماهشهر و شادگان است. بین جنس‌های ماده و نر پرندهٔ کاکایی پازرد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بافت پر بیشترین مقدار جیوه را در خود

ذخیره می‌کند، اگرچه همبستگی مستقیم بین غلظت جیوه در تمامی بافت‌های مورد مطالعه با وزن بدن وجود دارد، به نظر می‌رسد پر اندام مناسب‌تری برای پایش زیستی جیوه باشد. همچنین، مقایسهٔ نتایج این مطالعه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و کشاورزی و آژانس حفاظت محیط‌زیست نشان داد که میزان جیوه در اندام‌های مختلف پرندهٔ کاکایی پازرد بالاتر از استانداردهای مذکور است. با توجه به فعالیت وسیع پتروشیمی در منطقه به نظر می‌رسد نظارت دقیق‌تری بر دفع پساب این صنعت لازم باشد.

منابع

منصوری، ج. ۱۳۸۷. راهنمای پرندگان ایران، چاپ اول، انتشارات کتاب فرزانه، تهران.

Abdennadher, A., Ramírez, F. Romdhane, M. S. Ruiz, X. Jover, L. and Sanpera, C. 2011. Little Egret (Egretta garzetta) as a bioindicator of trace element pollution in Tunisian aquatic ecosystems. Environmental monitoring and assessment, 175:677-684.

Arcos, J., Ruiz, X. Bearhop, S. and Furness, R. 2002. Mercury levels in seabirds and their fish prey at the Ebro Delta (NW Mediterranean): the role of trawler discards as a source of contamination. Marine Ecology Progress Series, 232:281-290.

Barbieri, E., Passos, E. A. Filippini, A. dos Santos, I. S. and Garcia, C. A. B. 2010. Assessment of trace metal concentration in feathers of seabird (Larus dominicanus) sampled in the Florianópolis, SC, Brazilian coast. *Environmental monitoring and assessment*, 169:631-638.

Bond, A. L., and . Diamond, A. W2009. Mercury concentrations in seabird tissues from Machias Seal Island, New Brunswick, Canada. Science of the Total Environment, 407:4340-4347.

Branco, J., Fracasso, H. A. A. and Barbieri, E. 2009. Breeding biology of the kelp gull (Larus dominicanus) at Santa Catarina coast, Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 20:409-419.

Braune, B. M., and D. Gaskin, E. 1987. Mercury levels in Bonaparte's gulls (Larus philadelphia) during autumn molt in the Quoddy region, New Brunswick, Canada. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 16:539-549.

Burger, J. 1993. Metals in avian feathers: bioindicators of environmental pollution. Rev Environ Toxicol, 5:203-311.

Burger, J., Gochfeld, M. Jeitner, C. Burke, S. D. Volz, C. Snigaroff, R. Snigaroff, D. Shukla, T. and Shukla, S. 2009. Mercury and other metals in eggs and feathers of glaucous-winged gulls (Larus glaucescens) in the Aleutians. *Environmental monitoring and assessment*, 152:179-194.

Burger, J., . Gochfeld, M. . Jeitner, C. Snigaroff, D Snigaroff, R. . Stamm, T and Volz, C. 2008. Assessment of metals in down feathers of female common eiders and their eggs from the Aleutians: arsenic, cadmium, chromium, lead, manganese, mercury, and selenium. *Environmental monitoring and assessment*, 143:247-256.

Caeiro, S., Costa, M.H. Ramos, T.B. Fernandes, F. Silveira, I., Coimbra, A. Medeiros, G. Painho, M. 2005. Assessing heavy metal contaminants in Sado estuary sediment, an index analysis approach. Ecol. Indicators 5, 151-169.

Eisler, R. 2004. Mercury hazards from gold mining to humans, plants, and animals, *Reviews of environmental contamination and toxicology*, pp. 139-198. Springer.

Gibbins, C., B. Small, J. and Sweeney, J. 2010. Identification of Caspian Gull. *British Birds*, 103:142-183.

Gomez-Ariza, J. L., Lorenzo, F. and García-Barrera, T. 2005. Comparative study of atomic fluorescence spectroscopy and inductively coupled plasma mass spectrometry for mercury and arsenic multispeciation. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 382:485-492.

Goutner, V., Furness, R. and Papakonstantinou, K. 2000. Mercury in feathers of audouin's gull (Larus audouinii) chicks from northeastern Mediterranean colonies. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 39:200-204.

Jewett SC, Duffy, LK 2007. Mercury in fishes of Alaska, with emphasis on subsistence species. *Sci Total Environ*; 387:3-27.

Lounsbury-Billie, M. Rand, J., G. M. . Cai, Yand Bass Jr, O. L. 2008. Metal concentrations in osprey (Pandion haliaetus) populations in the Florida Bay estuary. *Ecotoxicology*, 17:616-622.

Mazloomi, S., Esmaeili, A. Ghasempoori, S. M. and Omidi, A. 2008. Mercury distribution in liver, kidney, muscle and

feathers of Caspian Sea common cormorant (Phalacrocorax carbo). *Res J Environ Sci*, 2:433-437.

Monteiro, L.R., Granadeiro, j.p., Furness, R.W. 1998. Rrlationship between mercury levele and diet in Azores seabirds. Mar. Ecol. Prog. Ser. 166, 259-265.

Ochoa-Acuña, H., Sepúlveda, M. and Gross, T. 2002. Mercury in feathers from Chilean birds: influence of location, feeding strategy, and taxonomic affiliation. *Marine pollution bulletin*, 44:340-345.

Rasmussen, P. C., Anderton, J. C. and . Arlott, N. 2005. *Birds of south Asia: the Ripley guide*. Smithsonian Institution Washington, DC, USA and Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Saeki, K., Okabe,Y. Kim,E.-Y. Tanabe, S. Fukuda, M. and Tatsukawa, R. 2000. Mercury and cadmium in common cormorants (Phalacrocorax carbo). *Environmental pollution*, 108:249-255.

Shi, j., Liang, L. jiang, G. and jin, X. 2005. The speciation and bioavailability of mercury in sediment of Haihe River, China, Environ. Internat. 31, 357-365.

Vera, Y. M. Carvalho, R. JZ. Castilhos, C. and . Kurtz, M. J. R. 2008. Mercury Bioaccumulation in the Brazilian Amazonian Tucunares (Cichla sp., Cichlidae, Perciformes)(doi: 10.4136/ambi-agua. 49). *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 3:19-27.

World Health Organization.1972. Evaluation of mercury, lead, cadmium and the food additives amaranth, diethylpyrocarbonate and octyl gallate.

Zamani-Ahmadmahmoodi, R., . Esmaili-Sari, A Savabieasfahani, M. Ghasempouri, S. M. and Bahramifar, N. 2010. Mercury Pollution in Three Species of Waders from Shadegan Wetlands at the Head of the Persian Gulf. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 84:326-330.

Zamani-Ahmadmahmoodi, R., . Esmaili-Sari, A Savabieasfahani, M. Ghasempouri, S. M. and Bahramifar, N. 2008. Mercury levels in liver, kidney and muscle of Common Teal Anas crecca from Shadegan Marshes, Southwest Iran. Podoces, 3:97-131.

Zhou, Q., Zhang, J. Shi, J. Fu, J. and Jiang, G. 2008. Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Analytica chimica acta*, 606:135-150.