Archive of SID

بررسی میزان آلودگی لاک‌پشت منقار عقابی (*Eretmochelys imbricata*) به فلزات سنگین (سرب و کادمیوم) در جزیره کیش

- **عاطفه چمنی***: گروه محیط زیست، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
- **محدثه کاظمی**: گروه محیط زیست، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
- **حامد محمدی**: اداره محیط زیست، سازمان منطقه آزاد کیش، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹٦

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی میزان آلودگی لاک‌پشت منقار عقابی به فلزات سنگین سرب و کادمیوم در جزیره کیش است. بدین منظور در خرداد ۱۳۹۵، ۲۰ نمونه نابالغ، ۲۰ پوسته تخم و ٤ جنین از لانه‌های ناموفق گونه در سایت حفاظت شده جزیره کیش، به‌همراه ۱۷ نمونه رسوب، نمونه‌برداری و پس از عصاره‌گیری به‌روش هضم مرطوب، غلظت سرب و کادمیوم آن توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. میانگین غلظت سرب در نمونه نابالغ، جنین و پوسته تخم به‌ترتیب ۰/٦۷±۷/٤٤، ۱/۳٤±۱۱/۱٤ و ۳/۳۳±۱۲/۲۲و میانگین غلظت کادمیوم به‌ترتیب ۰/۱٤± ۰/٤٤، ۰/۵۲± ۰/۸٤ و ۰/٤۹± ۰/۸۷ میلی‌گرم بر گیلوگرم به‌دست آمد. براساس آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون LSD، میانگین غلظت سرب در جنین و پوسته تخم تفاوت معنی‌دار ندارد ولی از نمونه‌های نابالغ بیش‌تر است. براساس آزمون کروسکال والیس، میانگین غلظت کادمیوم بین سه گروه مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد. براساس آزمون تحلیل دوجمله‌ای، میانگین غلظت کادمیوم در پوسته تخم از سطح ۲-۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم که می‌تواند باعث ایجاد مشکلات منفی بیولوژیکی و تولیدمثلی گردد پایین‌تر می‌باشد. از طرفی براساس آزمون تی، میانگین غلظت سرب در پوسته تخم از سطح ٤/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم که می‌تواند باعث بروز صدمات جبران ناپذیر گردد، بالاتر گزارش گردید. میانگین غلظت سرب و کادمیوم در رسوبات منطقه به‌ترتیب ۷/۹۵±٦۵/٦۹ و ۰/۷۵±۸۲/ ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد که براساس آزمون تحلیل دوجمله‌ای، بالاتر از میزان استاندارد رسوب است.

کلمات کلیدی: *Eretmochelys imbricata*، لاک‌پشت منقار عقابی، سرب، کادمیوم، جزیره کیش

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: atefehchamani@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در دهه‌های اخیر، توسعه شهرنشینی و گسترش صنایع مختلف در حاشیه سواحل، مقادیر زیادی از فلزات سنگین را به بوم سامانه‌های دریایی وارد کرده است (صفاهیه و همکاران، ۱۳۹۰). استخراج و حمل و نقل نفت نیز، اقیانوس‌ها و دریاها را در معرض خطرات جدی قرار داده است (بنایی و رعیت‌پیشه، ۱۳۸۵). در این میان، خلیج فارس که ازجمله مهم‌ترین راه‌های ارتباطی جهان در رابطه با بهره‌برداری و انتقال نفت به‌حساب می‌آید و سواحل و جزایر آن همواره در معرض ورود آلاینده‌های مختلف ناشی از فعالیت‌های انسانی و نقل و انتقالات نفتی قرار گرفته‌اند (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۱؛ میرزا و همکاران، ۱۳۹۰). نفتکش‌های نسل جدید دارای سیستم‌های محبوس‌کننده آب توازن یا سیستم‌های دو جداره هستند که آب توازن خود را بین دو جدار نگه‌داری می‌کنند. بنابراین میزان تخلیه آب توازن در خلیج فارس از سال ۲۰۰۰ به بعد، کاهش چشمگیری یافته است. اما اکتشاف، استخراج و انتقال مواد نفتی و فعالیت صنایع مستقر در سواحل خلیج فارس، علاوه بر آلودگی مستقیم، به‌علت دارا بودن مقادیر زیادی فلزات سنگین ازجمله سرب و کادمیوم، موجب آلودگی شیمیایی خلیج و به‌مخاطره افتادن حیات آبزیان شده است (Al-Yousf و همکاران، ۲۰۰۰؛ حسینی و عبدی‌بسطامی، ۱۳۹۱). در سواحل شمالی خلیج فارس ازجمله جزیره کیش، دو عامل اصلی جریان‌های دریایی و جهت وزش بادهای غالب منطقه، سبب جابجایی آلاینده‌ها می‌شوند (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۱). افزایش بخار در تابستان و عدم تغییر در میزان ورود مواد زائد ناشی از کارخانجات، فاضلاب‌های شهری و صنعتی و پساب‌های ناشی از فعالیت‌های نفتی سبب افزایش میزان آلودگی‌ها ازجمله فلزات سنگین می‌گردد و نسبت به فصل زمستان، افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهد. از طرفی پیش‌بینی می‌شود منطقه حفاظت‌شده لاک‌پشت منقار عقابی در جنوب‌شرق جزیره بهدلیل نزدیکی به محل قدیمی دفن زباله و احتمال نشت شیرابه، آلوده به فلزات سنگین مختلف باشد. لاک‌پشت‌ها به‌دلیل چرخه زندگی پیچیده‌ای که در محیط‌های آبی و خشکی دارند، شاخص زیستی بسیار ایده‌آلی بوده و به‌خوبی استرس و تغییرات محیطی را نشان می‌دهند (رحمانی‌یگانه و رجب‌پور، ۱۳۹۳). لاک‌پشت‌های دریایی به دلیل تغذیه از سطوح مختلف زنجیره غذایی اکوسیستم‌های دریایی و عمر طولانی می‌توانند اطلاعات مفیدی در مورد آلودگی در سطوح مختلف زنجیره غذایی ارائه دهند (Barbieri، ۲۰۰۹). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که لاک‌پشت‌ها می‌توانند فلزات سنگین را با غلظت زیاد تجمع داده (رحمانی‌یگانه و رجب‌پور، ۱۳۹۳) و نسبت به اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی، تصویر بهتری از آلودگی‌های موجود در اکوسیستم‌های آبی ارائه دهند (Anan و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات متعددی میزان تاثیر مستقیم نفت خام روی لاک‌پشت منقار عقابی را بررسی نموده است که نشان‌دهنده آسیب‌پذیری این گونه در تمامی رده‌های سنی از آلاینده‌های دریا می‌باشد (پاشایی و همکاران، ۱۳۹۳). رحمانی‌یگانه و رجب‌پور (۱۳۹۱)، تجمع زیستی فلزات سنگین ازجمله سرب و وانادیوم در اندام‌های مختلف لاک‌پشت برکه‌ای خزری را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که از بین اندام‌های مورد بررسی، دو بافت کبد و کلیه بیش‌تر از سایر بافت‌ها محل تجمع فلزات سنگین هستند. احسان‌پور و همکاران (۱۳۹۲) نیز برخی از پارامترهای یونی و هورمونی سرم خون لاک‌پشت منقار عقابی را خارج از فصل تخم‌گذاری در جزیره قشم بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ارتباط معنی‌داری بین اغلب فاکتورهای یونی و هورمونی با پارامترهای زیست‌سنجی (وزن، طول و عرض کاراپاس) وجود دارد. سعیدپور و همکاران (۱۳۹۲)، صفات زیستی لاک‌پشت‌های دریایی در جزیره هرمز و هنگام را بررسی و به این نتیجه رسیدند که لاکپشت‌های منقار عقابی که در خلیج فارس تخم‌گذاری می‌کنند، از متوسط وزن و طول کم‌تری نسبت به متوسط جهانی برخوردارند و هم‌چنین تعداد تخم کم‌تری نیز می‌گذارند ولی لاک‌پشت‌های شرق خلیج فارس از غرب خلیج فارس بزرگ‌ترند و تخم‌های بیش‌تری نیز می‌گذارند. زارع و رحیمی (۱۳۸۸)، عوامل تهدیدکننده حیات لاک‌پشت‌های دریایی در برخی جزایر شمالی خلیج فارس را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تغییر شکل و تخریب زیستگاه‌ها، توسعه تجاری سواحل و مسکونی کردن آن‌ها، گرفتار شدن در تورهای ماهیگیری، شکار شدن توسط انسان‌ها و شکار شدن تخم‌ها و نوزادان از مهم‌ترین عوامل تهدید جمعیت لاکپشت‌های دریایی در این مناطق می‌باشند. این عوامل می‌توانند میزان مؤفقیت تخم‌ها را تا حدود زیادی کاهش دهند. Gustavo و همکاران (۲۰۱۵)، غلظت عناصر سنگین در کبد، کلیه و استخوان لاک‌پشت منقار عقابی و لاک‌پشت سبز را در سواحل برزیل اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد غلظت کادمیوم، مس، نیکل و روی در کبد و کلیه لاک‌پشت‌های نابالغ بیش‌تر از بالغ است. Bishop و همکاران (۱۹۹۸)، آلودگی‌های زیست‌محیطی و اختلالات رشد و نمو در تخم و جوجه لاک‌پشت خوراکی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش تماس تخم با هیدروکربن‌های آروماتیک پلی‌کلرینه، نرخ رشد به‌صورت غیرطبیعی افزایش قابل توجهی خواهد داشت. لاک‌پشت منقار عقابی (شکل ۱)، به خانواده Chelonidae تعلق دارد و براساس طبقه‌بندی IUCN (International Union for Conservation of Nature)، جزء گونه‌های به‌شدت در معرض انقراض (Critically Endangered=CR) است. همه‌چیزخوار است (سعیدپور و همکاران، ۱۳۹۲؛ فیروز، ۱۳۸۷) ولی ۹۵٪ رژیم غذایی آن‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

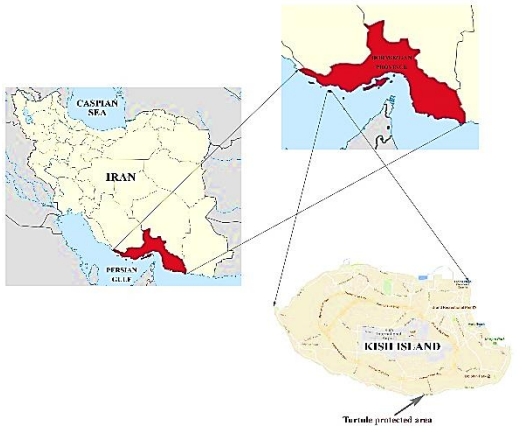
را گونه‌های مختلف اسفنج و ۵٪ را طیف متنوعی از بی‌مهرگان کفزی، جلبک‌ها و گیاهان دریایی تشکیل می‌دهد (کریمی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۸).

شکل۱: لاک‌پشت منقار عقابی نابالغ (عکاس: حامد محمدی)

با شروع ماه‌های گرم، لاک‌پشت‌ها عموماً در شب و هنگام مد کامل به ساحل می‌آیند و در صورت مناسب بودن ساحل ماسه‌ای از نظر درجه حرارت (بین ۲۶ تا ۳۲ درجه) و رطوبت، آماده تخم‌گذاری می‌شوند (سعیدپور و همکاران، ۱۳۹۲). تخم‌گذاری هر ۲ تا ۳ سال یک‌بار صورت می‌گیرد (لقمانی، ۱۳۸۹). در انتخاب مکان آشیانه‌گذاری بسیار دقیق است و مکانی مناسب را برای لانه‌گزینی انتخاب می‌کند (Wood و Bjorndal، ۲۰۰۱؛ Beggs و همکاران، ۲۰۰۷؛ Kamel و Mrosovsky، ۲۰۰۵). هر ساله حدود هزار لاک‌پشت ماده در سواحل شمالی و جنوبی خلیج فارس تخم‌گذاری می‌کنند که بیش‌ترین تعداد در قسمت‌های شمالی و در سواحل و جزایر ایران از تنگه هرمز تا سواحل شرقی استان بوشهر و جزایر هرمز، فارو، شیدور، لاوان، هنگام، کیش، قشم، تهمادون، ام الگرم و نخیلو تخم‌گذاری و لانه‌گذاری می‌کنند (Askari Hesni و همکاران، ۲۰۱۵). در سواحل جزیره کیش، لاک‌پشت‌های منقار عقابی از فروردین تا خرداد ماه در حال زادآوری هستند (کریمی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۸). در حال حاضر جمعیت لاک‌پشت منقار عقابی به‌دلایل عدیده‌ای ازجمله صید و شکار و آلودگی سواحل و دریا، با کاهش قابل ملاحظه‌ای روبرو شده است (صفری، ۱۳۹۳؛ کریمی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۸). هدف از این تحقیق بررسی میزان آلودگی پوسته تخم، نمونه نابالغ و جنین لاک‌پشت منقار عقابی هم‌چنین رسوبات محل لانه‌سازی آن‌ها در سایت حفاظت‌شده لاک‌پشت منقار عقابی در جزیره کیش به سرب و کادمیوم است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری به‌صورت دستی در منطقه حفاظت‌شده لاک‌پشت منقار عقابی در جنوب‌شرق جزیره کیش (شکل ۲)، از خرداد تا تیرماه ۱۳۹۵ انجام گرفت و ۲۰ نمونه نمونه نابالغ مرده، ۴ نمونه جنین و ۲۰ نمونه پوسته تخم و در مجموع ۴۴ نمونه جمع‌آوری شد. نمونه‌های رسوب نیز از عمق ۲۰ سانتی‌متری (Frameschi و همکاران، ۲۰۱۵)، به‌صورت دستی برداشت شده و در مجموع، ۱۷ نمونه رسوب به آزمایشگاه منتقل شدند.



شکل۲: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

نمونه‌برداری در لانه‌های ناموفق این گونه و بعد از پایان دوره تفریخ انجام گرفت تا آسیبی به جمعیت گونه نزند. به‌علت مستقر بودن در منطقه مطالعه، نمونه‌ها با فاصله زمانی بسیار کوتاه بعد از مرگ، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شدند. هر نمونه پس از توزین به‌مدت ۳۰ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. سپس با هاون عقیقی، نرم و هموژنیزه (همگن) شده و در ادامه مطابق دستورالعمل مرجع (AOAC) به‌روش مرطوب هضم شدند. بدین‌منظور، ۲ گرم ماده خشک از هر نمونه با ۲۰ میلی‌متر محلول اسیدنیتریک مرک ۶۵٪ و ۲ میلی‌لیتر آب اکسیژنه مخلوط گردید. به‌منظور مخلوط شدن بهتر، نمونه‌ها به‌مدت ۱شب (۱۲ساعت) زیر هود قرار گرفت و سپس ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه واقعی در هات پلیت گرما داده شد. محلول شفاف پس از سرد شدن آماده فیلتر کردن است. پس از خنک شدن ظرف، محلول آماده‌سازی شده در بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری با آب مقطر دو بار تقطیر و با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شده و به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد (AOAC، ۱۹۸۰). عملیات هضم مرطوب نمونه‌های جنین و پوسته تخم نیز همانند روند عصاره‌گیری نمونه‌های نمونه نابالغ، انجام شد با این تفاوت که وزن بعضی از نمونه‌ها کم‌تر از ۰/۵ گرم بوده و در نتیجه به حجم ۱۰ میلی‌متر رسانده شد. یک گرم از رسوب خشک را در ارلن ۱۰۰ میلی‌لیتر ریخته و ۲۵ سی‌سی اسیدنیتریک ۶۵ درصد غلیظ اضافه کرده و در زیر هود با دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. سپس با تغییر رنگ محلول به شیری رنگ، هضم صورت گرفت. محلول از کاغذ صافی عبور داده شده و به حجم ۲۵

www.SID.ir

Archive of SID

سی‌سی رسانده شد (AOAC، ۱۹۸۰). غلظت سرب و کادمیوم موجود کلیه نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی شعله گرافیتی مدل Furnace AAS Model 67OG اندازه‌گیری شد. میزان ریکاوری نتایج بین ۹۶٪ تا ۱۰۱ ٪ به‌دست آمد. بدین‌ترتیب که سه نمونه آلوده شده (spike شده) در سه سطح آلودگی مختلف در سه روز متوالی مورد هضم قرار گرفته و درصد ریکاوری محاسبه گردید. سپس غلظت نهایی سرب و کادمیوم در هر نمونه از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$M = CV / W$$

C= غلظت به‌دست آمده از دستگاه، V= حجم نهایی نمونه (۲۵ میلی‌لیتر در این مطالعه)، W= مقدار ماده خشک مصرف شده بر حسب گرم، M= غلظت نهایی نمونه بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

به‌منظور مقایسه غلظت سرب و کادمیوم نمونه‌ها با استاندارد سازمان بهداشت جهانی، هم‌چنین بررسی نرمالیته داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار SPSS ver.24 استفاده گردید. ابتدا براساس آزمون شاپیرو ویلک نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. هم‌چنین با توجه به تبعیت داده‌های غلظت سرب از توزیع نرمال، از آزمون t به‌منظور مقایسه میانگین غلظت سرب با حدود آستانه معرفی شده در مطالعات مشابه استفاده شد. از طرفی با توجه به عدم توزیع نرمال داده‌های کادمیوم، آزمون توزیع دوجمله‌ای به‌منظور مقایسه با حدود آستانه مورد استفاده قرار گرفت. از آنالیز واریانس یک‌طرفه برای مقایسه غلظت سرب و از آزمون کروسکال والیس برای مقایسه غلظت کادمیوم بین پوسته تخم، جنین و نمونه‌های نابالغ استفاده گردید.

نتایج

میانگین و انحراف معیار غلظت سرب و کادمیوم در نمونه نابالغ، جنین و پوسته تخم در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد غلظت سرب و کادمیوم در نمونه نابالغ، جنین و پوسته تخم

		تعداد	میانگین بر حسب میلی‌گرم بر لیتر و انحراف استاندارد
نمونه نابالغ	سرب	۲۰	۰/۶۷±۷/۴۴
	کادمیوم	۲۰	۰/۱۴±۰/۴۴
جنین	سرب	۴	۱/۳۴±۱۱/۱۴
	کادمیوم	۴	۰/۵۲±۰/۸۴
پوسته تخم	سرب	۲۰	۳/۳۳±۱۲/۲۲
	کادمیوم	۲۰	۰/۴۹±۰/۸۷

میانگین غلظت سرب در نمونه نابالغ، جنین و پوسته تخم به‌ترتیب ۰/۶۷±۷/۴۴، ۱/۳۴±۱۱/۱۴ و ۳/۳۳±۱۲/۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و میانگین غلظت کادمیوم در نمونه نابالغ، جنین و پوسته تخم به‌ترتیب ۰/۱۴±۰/۴۴، ۰/۵۲±۰/۸۴ و ۰/۴۹±۰/۸۷ میلی‌گرم بر گیلوگرم به‌دست آمد. براساس نتایج آزمون کولموگراف اسمیرنف، داده‌های غلظت سرب، از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. نتایج آزمون لوین برای همگنی واریانس‌ها هم‌فرض همگنی را تایید می‌کند (Pvalue=۰/۳۳۴). بنابراین از آنالیز واریانس یک‌طرفه برای مقایسه بین غلظت سرب بین پوسته تخم، جنین و نمونه‌های نابالغ استفاده گردید. نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA=Analysis of Variance) و آزمون LSD، (جدول ۲) در سطح ۹۵ درصد، نشان می‌دهد میانگین غلظت سرب در نمونه‌های نابالغ کم‌تر از جنین و پوسته تخم است ولی بین میانگین غلظت سرب در جنین و پوسته تخم تفاوت معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۲: آزمون مقایسه میانگین(LSD) برای مقایسه غلظت سرب بین جنین، نمونه نابالغ و پوسته تخم

	ایستگاه	Pvalue
نابالغ	جنین	*۰/۰۲۳
	پوسته	*۰/۰۰۰
جنین	نابالغ	*۰/۰۲۳
	پوسته	۰/۴۸۸

* سطح اطمینان ۹۵ درصد (P<۰/۰۵)

با توجه به این‌که داده‌های مربوط به غلظت کادمیوم دارای توزیع نرمال نمی‌باشند، از آزمون کروسکال والیس برای مقایسه بین غلظت کادمیوم بین جنین، نمونه نابالغ و پوسته تخم استفاده گردید و با توجه به این‌که آماره آزمون کروسکال والیس در مورد فلز کادمیوم بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است (Pvalue=۰/۲۵۷)، میانگین غلظت کادمیوم بین سه گروه مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد. از آزمون تی تک نمونه ای (One sample t test) به‌منظور مقایسه غلظت سرب پوسته تخم با میزان ۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم استفاده گردید. این میزان، در اکثر مطالعات به‌عنوان سطحی از غلظت که می‌تواند باعث بروز صدمات جبران‌ناپذیر در پوسته تخم گردد، معرفی شده است (Tsipoura و همکاران، ۲۰۱۱). براساس نتایج (جدول ۳)، میانگین غلظت سرب در نمونه‌های مورد مطالعه از میزان بیان شده بیش‌تر است که نشان‌دهنده آلودگی قابل ملاحظه پوسته تخم این گونه به شدت در معرض خطر انقراض به سرب می‌باشد. برای مقایسه مقدار کادمیوم در پوسته تخم، جنین و نمونه‌های نابالغ مرده، با مقدار آستانه معرفی شده در مطالعات موجود (Eisler، ۱۹۸۸)، از آزمون ناپارامتری تحلیل دوجمله‌ای استفاده گردید. نتایج آزمون تحلیل دو جمله‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۴) نشان می‌دهد میزان غلظت کادمیوم در کلیه نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از این میزان است. این مقدار، استاندارد معرفی شده از جانب هیچ ارگانی نیست ولی سطحی از غلظت آلاینده است که مشکلات بیولوژیکی و تولیدمثلی ایجاد می‌کند. البته در صورت مصرف تخم لاک‌پشت به‌وسیله مردم محلی، میانگین غلظت کادمیوم از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization یا WHO) برای مصرف انسانی (۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بالاتر است.

جدول ۳: مقایسه میانگین غلظت سرب با حدود آستانه معرفی شده در مطالعات مشابه

	t	df	P value
نمونه نابالغ	۹/۹۷۲	۱۹	*۰/۰۰۰
جنین	۱۴/۳۴۲	۳	*۰/۰۰۱
پوسته تخم	۸/۱۲۴	۱۹	*۰/۰۰۰

* سطح اطمینان۹۵درصد (P<۰/۰۵)

جدول ۴: آزمون تحلیل دو جمله‌ای برای مقایسه میانگین غلظت کادمیوم با میزان آستانه (۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم)

		طبقه	تعداد	P value
جنین	گروه یک	=<۲	۴	۰/۱۲۵
	کل		۴	
نابالغ	گروه یک	=<۲	۲۰	*۰۰۰/۰
	کل		۲۰	
پوسته	گروه یک	=<۲	۲۰	*۰۰۰/۰
	کل		۲۰	

* سطح اطمینان۹۵درصد (P<۰/۰۵)

میانگین غلظت سرب و کادمیوم در رسوبات منطقه به‌ترتیب ۷/۹۵±۶۵/۶۹ و ۰/۷۵±۲/۸۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. طبق نتایج آزمون کولموگراف اسمیرنف، سطح معنی‌داری برای داده‌های غلظت کادمیوم و سرب رسوب کم‌تر از ۰/۰۵ است در نتیجه داده‌های آن‌ها از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند و از آزمون‌های ناپارامتری برای تجزیه تحلیل این داده‌ها استفاده گردید. نتایج آزمون تحلیل دوجمله‌ای (P<۰/۰۵) نشان می‌دهد میزان غلظت سرب و کادمیوم در ۸۹ درصد نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری بالاتر از میزان استاندارد کیفیت رسوب کانادا (ISQGs) (برای سرب و کادمیوم رسوب به‌ترتیب ۳۵ و ۰/۶ میلی‌گرم‌بر کیلوگرم)است و نشان‌دهنده آلودگی قابل ملاحظه رسوبات این منطقه به سرب و کادمیوم است.

بحث

میانگین غلظت کادمیوم در تخم، جنین و نمونه نابالغ لاک‌پشت منقار عقابی، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارد. میانگین غلظت کادمیوم در پوسته تخم از سطح (۲-۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) که می‌تواند باعث ایجاد مشکلات منفی بیولوژیکی و تولیدمثلی گردد (Eisler، ۱۹۸۸) کم‌تر است. هم‌چنین میزان کادمیوم در جنین و نمونه نابالغ از سطح ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم که براساس مطالعات موجود (Eisler، ۱۹۸۵)، نشان‌دهنده آلودگی به کادمیوم است، کم‌تر می‌باشد. میانگین غلظت سرب در پوسته تخم از سطح (۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم)به‌طور معنی‌داری بیش‌تر است. این میزان در اکثر مطالعات به‌عنوان سطحی از غلظت که می‌تواند باعث بروز صدمات جبران‌ناپذیر در پوسته تخم گردد معرفی شده است (Tsipoura و همکاران، ۲۰۱۱) و میزان استاندارد اعلام شده از جانب هیچ ارگانی نیست. میانگین غلظت سرب در پوسته تخم و جنین لاک‌پشت منقار عقابی در این مطالعه نسبت به نمونه نابالغ آن بیش‌تر است. این مسأله نشان‌دهنده جذب بالاتر سرب در پوسته تخم و جنین می‌باشد. دلیل احتمالی این تفاوت در این است که سرب موجود در پوسته تخم می‌تواند از محیط اطراف نیز جذب شده باشد. از سوی دیگر حیوان ماده قادر است مقداری از فلزات سنگین بدن خود را به تخم‌های خود انتقال داده و از این طریق غلظت این فلزات را در بدن خود کاهش و در جنین افزایش دهد(Burger و همکاران، ۲۰۰۹). این میزان از غلظت می‌تواند باعث کاهش درصد موفقیت تخم‌گشایی و بروز صدمات جبران‌ناپذیر گردد (مقیمی و همکاران، ۱۳۸۹). ضخامت پوسته تخم و غلظت سرب رابطه برعکس دارد. سرب باعث نازکی پوسته تخم و شکستگی آن شده در نتیجه نرخ تولد کاهش می‌یابد. سرب موجود در محیط پیرامون بر پوسته تخم و میزان آنتی‌اکسیدان موجود در تخم که برای رشد و نمو جنین تأثیر زیادی دارد، تأثیر منفی می‌گذارد و باعث رسوب آنتی‌اکسیدان می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها مواد مغذی هستند که می‌توانند از تخریب جلوگیری کنند (Hargitai و همکاران، ۲۰۱۶). دما، غلظت آلاینده در محیط و زمان تماس با آلاینده‌ها از مهم‌ترین پارامترهایی است که در فرآیند جذب تأثیر می‌گذارد (Abdel-khalk و همکاران، ۲۰۱۷). توزیع فلزات بین بافت‌های مختلف آبزیان بستگی به رژیم غذایی، نوع آبزی، سن، غلظت فلزات در آب و رسوب، نوع فلز، فصل صید، نوع بافت و میزان چربی بافت‌ها دارد. عوامل زیادی از جمله زیستگاه، رژیم غذایی، جنسیت، طول بدن، سن و نوع بافت در تجمع فلزات سنگین در موجودات زنده مؤثر هستند (Mendil و همکاران، ۲۰۱۰؛ Agah و همکاران، ۲۰۰۹). گونه مورد نظر یک گونه همه‌چیزخوار است (سعیدپور و همکاران، ۱۳۹۲؛ فیروز، ۱۳۸۷)، پس

www.SID.ir

Archive of SID

آلودگی‌ها بیش‌تر از گونه‌هایی که حداقل از یک نوع غذا استفاده می‌کنند به آن منتقل می‌شود. مطالعات نشان داده است حضور قابل ملاحظه فلزات سنگین در تخم نشان‌دهنده این است که مادر حداقل دو هفته در معرض فلز سنگین قرار گرفته است و هم‌چنین بیان کننده حضور فلز سنگین در نزدیکی محل جوجه‌آوری و در معرض قرارگیری والدین در طی زمان است(Mendil و همکاران، ۲۰۱۰).بدین‌ترتیب با توجه‌به این‌که لاک‌پشت‌های ماده در ساحل و در عمق رسوبات منطقه آشیانه‌گذاری و سپس تخم‌گذاری می کنند، می‌توان آلودگی محرز و شدید تخم‌ها را به آلودگی رسوبات منطقه نیز نسبت داد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از سازمان منطقه آزاد کیش به‌دلیل مساعدت در اجرای این نمونه‌برداری قدردانی می‌شود. این مقاله، کار پژوهشی از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد در گروه محیط زیست دانشگاه آزاد اصفهان (خوراسگان) است.

منابع

۱. **احسان‌پور، م.؛ احمدی، م.ر.؛ بحری، ا.ه. و افخمی، م.، ۱۳۹۲.** بررسی برخی پارامترهای یونی و هورمونی سرم خون لاک‌پشت عقابی (*Eretmochelys imbricate*) خارج از فصل تخم‌گذاری در جزیره قشم (خلیج فارس). فصلنامه علمی-پژوهشی آبزیان و شیلات. دوره ۳، شماره ۱۲، صفحات ۱ تا ۸.

۲. **احسانی، ج.؛ رومیانی، ل. و قبطانی، ع.، ۱۳۹۴.** بررسی میزان تجمع زیستی فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم و سرب) در پوست و عضله میگوی سفید بحرکان، شمال‌غرب خلیج فارس. مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۴، شماره ۲، صفحات ۹۵ تا ۸۵.

۳. **بنایی، م. و رعیت‌پیشه، م.، ۱۳۸۵.** اکولوژی دریا (اکوسیستم‌های دریایی و اقیانوس). انتشارات نقش مهر. ۲۶۸ صفحه.

۴. **پاشایی، ر.؛ قلی‌زاده، م. و جدیری‌ایران، ک.، ۱۳۹۳.** بررسی موارد نشت نفت در زیست بوم خلیج فارس و تأثیرات آن بر گونه‌های جانوری و طبیعی منطقه. اولین همایش ملی بهداشت محیط، سلامت و محیط زیست پایدار، دانشکده شهید مفتح همدان.

۵. **حبیبی، س.؛ صفاهیه، ع.ر. و پاشازانوسی، ح.، ۱۳۹۱.** تعیین سطح ناپاکی رسوبات ساحلی استان بوشهر نسبت به فلزات سنگین (Ni، Pb، Cu و Cd). مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۱، شماره ۴، صفحات ۹۵ تا ۸۴.

۶. **حسینی، م. و عبدی‌بسطامی، ا.، ۱۳۹۱.** غلظت فلزات سنگین (Ni، Pb، Cu و Cd) در خرچنگ شناگر آبی (*Portunus pelagicus*) و رسوبات زیستگاه آن در آب‌های ساحل بوشهر. هفدهمین کنفرانس سراسری و پنجمین کنفرانس بین‌المللی زیست‌شناسی ایران، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۷. **رحمانی‌یگانه، ف. و رجب‌پور، م.، ۱۳۹۳.** تجمع زیستی فلزات سنگین سرب و وانادیوم در اندام‌های مختلف لاک‌پشت برکه‌ای خزری (*Mauremys caspica*). اولین همایش الکترونیکی یافته‌های نوین در محیط زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی، پژوهشکده انرژی‌های نو و محیط زیست دانشگاه تهران.

۸. **زارع، ر.ا. و رحیمی، ر.ا.، ۱۳۸۸.** بررسی عوامل تهدیدکننده حیات لاک‌پشت‌های دریایی در برخی از جزایر شمالی خلیج فارس. همایش بین‌المللی خلیج فارس، بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر.

۹. **سعیدپور، ب.؛ سواری، ا. و احمدی، م ر.، ۱۳۹۲.** بررسی برخی صفات زیستی لاک‌پشت‌های دریایی در جزیره هرمز و هنگام. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۶۱، صفحات ۸۰ تا ۷۶.

۱۰. **صفاهیه، ع.؛ فرهاد، م.؛ نبوی، م.؛ غانمی، ک.؛ موحدی‌نیا، ع. و داراب‌پور، م.، ۱۳۹۰.** تجمع فلزات سنگین Pb، Cu، V و Ni در رسوب و دوکفه‌ای (*Crassostera Gigas*) در بندر امام خمینی. نشریه اقیانوس شناسی. دوره۲، صفحات ۵۹-۴۵.

۱۱. **صفری، م.، ۱۳۹۳.** سواحل خلیج فارس مامنی برای لاک‌پشتان منقار عقابی. وب سایت کویرهای ایران.

۱۲. **فیروز، ا.، ۱۳۸۷.** حیات وحش ایران. مرکز نشر دانشگاهی. ۹۵۶ صفحه.

۱۳. **کریمی‌نیا، ط.؛ امامی، ف. و چنگیزی، ع.، ۱۳۸۸.** بررسی تنوع گونه و موقعیت حفاظتی لاک‌پشت‌های دریایی خلیج فارس. همایش بین‌المللی خلیج فارس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر.

۱۴. **لقمانی، م.، سواری، ا.؛ مبارکی، ا. و صادقی، پ.، ۱۳۸۹.** بررسی لانه‌گزینی لاک‌پشت عقابی (*Eretmochelys imbricate*) در سواحل جزیره هرمز. مجله زیست‌شناسی ایران. دوره ۲۰۱۱، شماره ۲، صفحات ۸۹۲-۸۸۴.

۱۵. **مرتضوی، ث.؛ اسماعیلی‌ساری، ع. و ریاحی‌بختیاری، ع.، ۱۳۸۱.** سنجش میزان روی، سرب و کادمیوم در صدف خوراکی صخره‌ها در سواحل استان هرمزگان. مجله علوم دریایی ایران. دوره ۲، شماره ۱، صفحات ۷۶-۶۷.

۱۶. **مقیمی، م.؛ نقاش، ح.؛ آله‌خورشید، م.؛ چوی، ر. و قاسمی، ص.، ۱۳۸۹.** بررسی زیستگاه و خصوصیات زیست‌سنجی لاک‌پشت گونه نوک عقابی *Eretmochelys imbricate* در تالاب‌های ساحلی خلیج فارس، جزیره نخیلو استان بوشهر. مجله اکوبیولوژی تالاب. دوره ۲، شماره ۳، صفحات ۲۵-۱۴.

۱۷. **میرزا، ر.؛ دادالهی، س.؛ صفاهیه، ع.؛ محمدی، م.؛ سواری، ا. و عابدی، ا.، ۱۳۹۰.** هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) در رسوبات و صدف صخره‌ای (*Saccostrea cucullata*) در منطقه

www.SID.ir

Archive of SID

بین جزر و مدی سواحل استان بوشهر (خلیج فارس). نشریه اقیانوس شناسی. دوره ۲، شماره ۵، صفحات ۱۹-۱۱.

۱۸. **Abdel-khalk, M.; Abdel Rahman, M. and Francis, A., ۲۰۱۷.** Exploring the adsorption behavior of cationic and anionic dyes on industrial waste shells of egg. Journal of Environmental Chemical Engineering. Vol. 5, No. 1, pp: 319-327.

۱۹. **Agah, H.; Leermakers, M.; Marc Elskens, S. and Fatemi, M., 2009.** Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessmen. Vol. 157, pp: 499-514.

۲۰. **Al-Yousf, M.H.; El-shahawi, M.S. and Al-Ghais, S.M., 2000.** Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body Length and sex. Science of the Total Environment. Vol. 256, pp: 87-94.

۲۱. **Anan, Y.; Takashi, K.; Watanabe, I.; Sakai, H.; Tanabe, H., 2001.**Trace element accumulation in Hawksbill turtles (*Eretmochels imbricat*) and green turtles (*Chelonia mydas*) from Yaeyama Islands, Japan. Environmental Toxicology and Chemistry. Vol. 20, No. 12, pp: 2802-2814.

۲۲. **AOAC. 1980.** Official methods of analysis, Association of official analytical chemists, INC, Arlington, Virginia, USA.

۲۳. **Askari Hesni, M.; Tabib, M. and Hadi Ramaki, A., 2016.** Nesting ecology and reproductive biology of the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, at Kish Island, Persian Gulf. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Vol. 96, No. 7, pp: 1373-1378.

۲۴. **Barbieri, E.; 2009.** Concentration of heavy metals in tissues of green turles (*Chelonia mydas*) sampled in the Cananeia estuary, Brazil. Brazilian Journal of Oceanography. Vol. 57, No. 3, pp: 243-248.

۲۵. **Beggs, J.A.; Horrocks, J.A. and Krueger, B.H., 2007.** Increase in hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) nesting in Barbados, West Indies. Endangered Species Research. Vol. 3, pp: 159-168.

۲۶. **Bishop, C.H.; Pettit, P.; Kennedy, S.; Stegeman, J.; Norstrom, R. and Brooks, R., 1998.** Environmental contamination and developmental abnormalities in eggs and hatchlings of the common snapping turtle (*Chelydra serpentine serpentine*) from the Great Lakes StLawrence River basin. Environmental Pollutant. Vol. 101, No. 1, pp: ۱۴۳-۵۶.

۲۷. **Burger, J.; Gochfeld, M.; Jeitner, C.; Burke, S.; Volz, C. and singaroff, D., 2009.** Mercury and other metal in egg and feathers of glaucous winged gulls (*larus gloucescens*) in the Aleutians, Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 152, pp: 179-194.

۲۸. **Eisler, R., 1985.** Cadmium hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Contaminant Hazard Reviews Report No. 2. US Fish and Wildlife Service, Patuxent Wildlife Research Center Laurel, MD.

۲۹. **Eisler, R., 1988.** Arsenic hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. U.S. Fish and Wildlife Service Biology Report. Vol. 85, pp: 1-12.

۳۰. **Frameschi, I.F.; Andrade, L.S.; Fransozo, V.; Fernandes-Goes, L.C.; Furlan, M. and Fransozo, A., 2016.** Ecological distribution of the hermit crab *Dardanus insignis* in shallow waters of the tropical-subtropical transition zone on the Brazilian coast. Marine biodiversity. Vol. 46, No. 2, pp: 389-397.

۳۱. **Hargitai, R.; Nagy, G.; Nyri, Z., 2016.** Effects of breeding habitat (*woodland versus urban*) andmetal pollution on the egg characteristics of great tits. Science of The Total Environment. Vol. 544, pp: 31-38.

۳۲. **IUCN. 2015.** The IUCN Red List of Threatened Species. http://www.iucnredlist.org.

۳۳. **Gustavo, T.T.; Barbosa, I.; Pires, T.; Rostan, G.; Goldberg, D.; Pinto, L.; Korn, M. and Franke, C., 2015.** Trace elements distribution in hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) and green turtle (*Chelonia mydas*) tissues on the northern coast of Bahia, Brazil. Marine Pollution Bulletin. Vol. 94, No. 2015, pp: 284-289.

www.SID.ir

Archive of SID

۳۴. **Kamel, S.J. and Mrosovsky, N., 2005.** Repeatability of nesting preferences in the hawksbill sea turtle, *Eretmochelys imbricata*, and their fitness consequences. Animal Behaviour. Vol. 70, pp: 819-828.

۳۵. **Mendil, D.; Unal, O.F.; Tuzen, M. and Soylak, M., 2010.** Determinaition of trace metals in different fish species and sediment from the River Yesilirmark in Tokat, Turkey. Food and Chemical Toxicology. Vol. 48, pp: 1383-1392.

۳۶. **Tsipoura, N.; Burger, J.; Newhouse, M.; Jeitner, Ch.; Gochfeld, M. and Mizrahi, D., 2011.** Lead, mercury, cadmium, chromium, and arsenic levels in eggs, feathers, and tissues of Canada geese of the New Jersey Meadowlands, Environmental Research. Vol. 111, pp: 775-784.

۳۷. **Wood, D.W. and Bjorndal, K.A., 2001.** Relation temperature, moisture, salting and slope to nest site selection in loggerhead sea turtles. Copeia. Vol. 16, pp: 119-128.

www.SID.ir