

پرنندگان آبزی نشانگرهای زیستی برای میزان آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های تالابی

مقاله ترجمه شده

سید محمد جواد عبدالله صابری، بهنام رحمانی

دانشجویان کارشناسی محیط زیست دانشکده

منابع طبیعی دانشگاه تهران

نظر می‌رسد پایش بیولوژیکی راهی مناسب برای تعیین میزان فلزات سنگین و قابلیت دسترسی زیستی است. جمعیت پرنندگان آبزی می‌توانند به عنوان گونه‌های دیده‌بان برای مشکلات طبیعی و سم‌شناسی در محیط زیست به کار روند. به عنوان بخش‌های مختلف پرنندگان می‌توان آن‌ها را برای بررسی آلودگی فلزات سنگین سیستم‌های تالاب مورد استفاده قرار داد. در ادامه به مزایا و معایب آن‌ها و همچنین پرنندگان آبزی به عنوان پایشگر تغییرات کیفیت تالاب بحث خواهد شد.

همزمان با فرآیندهای توسعه شهرنشینی و صنعتی، اکوسیستم‌های تالابی به علت تغییرات طبیعی و مصنوعی از طریق فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و انرژی تحت تاثیر قرار می‌گیرند. با ادامه این روند وضعیت آلودگی فلزات سنگین به طور فزاینده‌ای جدی‌تر می‌شود، پرنندگان آبزی که زندگی وابسته به تالاب را دارند، در معرض خطر مرگ و میر قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه تعیین کیفیت محیطی با استفاده از بررسی غلظت فلزات در بسیاری از ارگانسیم‌ها هزینه‌بر و وقت‌گیر است، بنابراین باید گونه‌های شاخص و بافت‌های شاخص برای این کار انتخاب شوند. به

اثر فلزات سنگین بر روی پرندگان آبی

پرندگان آبی در مواجهه با غلظت بالایی برخی از فلزات سنگین دچار اختلال سلامتی و مرگ و میر می‌شوند. در پرندگان عواقب احتمالی قرار گرفتن در معرض غلظت‌های پایین‌تر از فلزات سنگین برای افراد می‌تواند اختلال در تولید مثل، افزایش حساسیت به بیماری و تغییرات رفتاری باشد. در سطح جمعیتی، آلودگی آب باعث ایجاد آسیب شدیدی شود به طور مثال کاهش چشمگیری و حتی ناپدید شدن جمعیت می‌شود و پس از آن تغییر در توزیع آن‌ها مشاهده می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که فلزات سنگین می‌توانند بر تولید مثل و سلامت فیزیکی برخی پرندگان تاثیر بگذارند. آلودگی‌های فلزات سنگینی مانند کادمیوم، جیوه و سلنیوم با کاهش رشد و وزن بدن، بر پرندگان تاثیر می‌گذارند. فلزات سنگین تخم‌های پرندگان آبی را تحت تاثیر قرار داده و در رشد زودرس و بقایای جوجه‌ها تاثیر می‌گذارد. تاثیرات کروم، سرب و کادمیوم بر روی جنین‌زایی و موفقیت جوجه‌زایی و قابلیت حیات اردک وحشی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج نشان داده است که هریک از فلزات سنگین اثرات نامطلوب بر رشد جنین، جوجه‌گیری و بقای مرغابی‌ها می‌گذارد.

پرندگان آبی به عنوان شناساگر آلودگی فلزات سنگین در سیستم تالاب

بافت داخلی و خون به عنوان واحد نظارت

بافت‌های داخلی به ویژه بافت‌های نرم در بسیاری از تحقیقات به کار می‌رود: یک یا چند نوع بافت عضلانی کبد، کلیه، طحال، قلب، ریه و همچنین چربی خون، مغز و استخوان معمولاً برای بررسی غلظت فلزات سنگین در محیط استفاده می‌شوند. تفاوت محتوا و غلظت یک عنصر فلزی در بافت‌های مختلف یک گونه وجود دارد بنابراین برای اندازه‌گیری بافت‌های مختلف ارزیابی سطح جمعیت ضروری است. مقادیر متوسط THG در عضلات، مغز و استخوان پرندگان آبی غرب آلاسکا مورد بررسی قرار گرفت و در گونه‌های مورد مطالعه اثرات نامطلوب تولید مثل یا رفتاری در پرندگان مشاهده نشد. Goodale (۲۰۰۸) جیوه را در چندین پرنده با استفاده از تخم و خون مورد مطالعه قرار داده و نشان داد که بعضی از آن‌ها نشان دهنده اثرات زیستی خلیج Main هستند. Cid (۲۰۰۹) سرب و کادمیوم را در استخوان، عضله سینه‌ای، کبد، گناد و مغز سه گونه پرنده نماینده اکوسیستم Embalse La Florid اندازه‌گیری کردند.

از چگونگی عوامل استرس‌زا در محیط نیز هستند. به طور فزاینده‌ای شناخت سرنوشت و تاثیر مواد شیمیایی برای ارزیابی سلامت اکوسیستم‌ها و همچنین فراهم کردن هشدار اولیه جهت نشان دادن اثرات نامطلوب احتمالی ضروری است. پایشگرهای زیستی معمولاً برای نظارت فیزیکی موثر انتخاب می‌شوند، اما ممکن است در بعضی موارد تنها ابزار قابل دسترسی برای نظارت را ارائه دهند. به نظر می‌رسد پرندگان در بسیاری از موارد نسبت به سایر مهره‌داران حساسیت بیشتری نسبت به آلاینده‌های محیطی دارند. بخصوص جمعیت پرندگان آبی می‌تواند به عنوان گونه‌های نگهدارنده برای مشکلات طبیعی و سم‌شناسی انسان در محیط زیست در نظر گرفته شوند. به عنوان مثال از سال ۱۹۷۱ از ماهی قزل آلا (Lanus argentatus) به عنوان یک نوع دیده‌بان برای نظارت بر سطح جیوه در اکوسیستم‌های دریاچه‌های بزرگ استفاده شد.

افزایش چشم‌گیر فعالیت‌های صنعتی و شهری در اواخر قرن نوزدهم منجر به آلودگی زیست‌محیطی گسترده در سراسر جهان شد. از طرفی آلودگی فلزات سنگین نگرانی بزرگی در سطح جهانی، منطقه‌ای و محلی در جهت تاثیر بر یکپارچگی عملکردی و ساختاری یک اکوسیستم به شمار می‌رود. آلودگی فلزات سنگین در تالاب نه تنها باعث کاهش کیفیت آب (که تاثیر مستقیم منفی بر روی هیدروفیت‌ها و حیوانات دارد) می‌شود، بلکه باعث کاهش در آستانه تحمل بسیاری از گونه‌های پرندگان می‌شود، که در نهایت منجر به کاهش تنوع زیستی در تالاب‌ها می‌شود. ارگانیک‌هایی که در سیستم‌های تالابی زندگی می‌کنند می‌توانند از طریق تجمع زیستی میزان مواد آلی و معدنی را در طول زمان همزمان با رشد خود افزایش دهند. حفاظت از اکوسیستم‌های پاک که می‌توانند رفاه موجودات زنده از جمله انسان‌ها را فراهم نمایند، نه تنها نیازمند برنامه‌ریزی و مدیریت زیست‌محیطی بوده، بلکه نیازمند آگاهی

تخم به عنوان واحد نظارت

تخم پرندگان آبزی برای تعیین غلظت فلزات سنگین به عنوان پایشگر زیستی استفاده می‌شود. روندهای زمانی- فضایی آن به گونه‌ای است که می‌تواند برای مدت طولانی در مقایسه با بافت‌های نرم و ناهنجاری‌ها ذخیره شود. تغییر در آلودگی با توجه به سطح غذایی متناوب و متفاوت شناخته شده است. علاوه بر این، تغییرات میزان آلودگی در گونه بر اساس محتوای متفاوت چربی، سن و ... در بزرگسالان مشاهده می‌شود. در تخم پرندگان دریایی جنبه‌های مهم برای پرندگان خشکی‌زی اهمیت کمتری برای نظارت بر آلودگی دریایی دارند. سطوح فلزات سنگین در تخم اغلب می‌تواند به عنوان یک شاخص از قرار گرفتن در معرض و اثرات بالقوه این نوع از آلودگی‌ها استفاده شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تعداد زیادی از عناصر معدنی در پوسته تخم جمع می‌شود که اثر بالقوه در ساختار و عملکرد پوسته تخم دارد. دائو (۲۰۰۴) به این توجه کرده بود که تخم‌های مربوط به دو منطقه بسیار آلوده به طور مشخصی اسپرماتوزوآ کمتری در لایه پری ویتالین دارند. پریرا (۲۰۰۹) تخم (*Gannet Morus bassanus*) را در منطقه بس راک (دریای شمالی) و آیلسا کریگ (شرق آتلانتیک) برای جیوه در محتوی بررسی کرد و متوجه تنوع فضایی در غلظت مطلق و روند زمانی جیوه در تخم *Gannet* شد.

پر به عنوان واحد پایشی

اغلب موارد استفاده از پر به عنوان ابزار غیرمخرب برای ارزیابی آلودگی فلزات سنگین توصیه می‌شود. مزایای متعددی برای پر به عنوان شاخصی برای پایش وجود دارد: اولاً آن‌ها را براحتی می‌توان به دست آورد و برای مدت طولانی در طبیعت قابل مشاهده هستند، بنابراین پر برای مطالعه طولانی مدت مفید است. دوماً وقتی که تعداد زیادی از نمونه‌ها مورد نیاز است، آسیب بسیار کمتری به بقای جمعیت و تولید مثل پرندگان وارد می‌کند. با این حال عوامل متعددی وجود دارد که استفاده از پر را جهت پایش کیفیت آب مورد بحث قرار می‌دهد: نتایج می‌تواند تحت تاثیر انواع مختلف پر و بخش‌های مختلف بدن در کنار تغییرات معمول موجود در سایر واحدهای پایشی باشد. (Gue, 2001) سطح و توزیع جیوه در

پره‌های پرندگان را مورد بررسی قرار داد و دریافت که توزیع جیوه در انواع مختلف پر و قسمت‌های مختلف برای یک پر متفاوت است. کرک برای تحقیقات فلزات سنگین بیشتر استفاده می‌شود. (Burger & Gochfeld, 2000) پره‌های جوجه‌های آلباتروس از Midway Atoll را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که هر دو گونه دارای سطح بالاتری در کرک‌های پایین نسبت به کرک‌های بالا هستند. Malik و Zeb (۲۰۰۹) غلظت چندین فلز سنگین را در پره‌های مرغ ماهی‌خوار (*Bubulcus ibis*) از سه کلنی جوجه‌آوری در پاکستان تجزیه و تحلیل کردند و نتایج نشان داد که پره‌های مرغ ماهی‌خوار می‌تواند به عنوان یک آگاهی دهنده زیستی آلودگی فلزات محلی باشد.

جوجه پرندگان به عنوان واحد نظارت

در مقایسه با پرندگان بالغ جوجه‌های پرندگان می‌توانند سطح آلودگی‌های محلی را بهتر نشان دهند، علاوه بر این بدست آوردن آن‌ها راحت‌تر است زیرا قابلیت مبارزه آن‌ها به طور کامل توسعه نیافته است. مشکل استفاده از جوجه پرندگان به عنوان واحد پایش عدم قطعیت در تخمین سن آنها می‌باشد. (Wemel, 1996) پنج عنصر را در بافت‌های نرو و پره‌های کاکایی صخره‌نشین پا سیاه از جزیره هلگولند، دریای شمال مورد بررسی قرار داد، نتایج آن‌ها نشان داد که توزیع بافت فلزات در تمام طبقات سنی مشابه بوده و نشان داد که جوجه‌های قدیمی‌تر (۲۶ روزه) نسبت به آلودگی جیوه و کادمیوم قابل اعتمادتر هستند. با این حال، توزیع عناصر ممکن است تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر دفع، درجات مختلف رشد بافت یا آلودگی فلزات غذای خورده شده قرار گیرد.

مزایا و معایب پرندگان به عنوان ناظر زیستی

در اینجا بخشی از مزایا و معایب استفاده از پرندگان به عنوان پایشگر زیستی ذکر می‌شود. پرندگان شاید به عنوان پایش هر نوع عنصر آلاینده‌ای که از طریق زنجیره تجمع می‌یابند، مناسب باشند، اما آن‌ها می‌توانند به بسیاری از عوامل متنوع تاثیر گذار بر زنجیره غذایی حساس باشند.

مزایا: پرندگان فراوان هستند، بطور گسترده‌ای توزیع شده‌اند. پرندگان نه تنها می‌توانند

شبکه‌های غذایی محلی را پایش کنند، بلکه اگر مهاجرت کنند، می‌توانند برای مقایسه در معرض مناطق مختلف قرار گیرند. یکی از دلایل قانع کننده برای استفاده از پرندگان به عنوان پایشگر زیستی کاملاً عملی است. بدین گونه آن‌ها به آسانی مورد مطالعه قرار می‌گیرند و مقدار زیادی از داده‌ها برای جمع‌آوری پرندگان، جمع‌آوری شده است. پرندگان ساحلی شاخص‌های زیستی خوبی هستند زیرا آن‌ها اثرات زیست‌محیطی فعلی را نشان می‌دهند و به سرعت نسبت به آلودگی پاسخ می‌دهند.

معایب: در پرندگان مهاجر، قرار گرفتن در معرض آلاینده‌ها در طول یک سال به واسطه الگوهای مهاجرت آن‌ها مشخص می‌شود که می‌توانند در بین تمام نیم کره‌ها به عنوان پرنده‌های بین مناطق جوجه‌آوری و زمین‌های زمستان‌گذرانی مهاجرت کنند. ترکیب غذا ممکن است در محدوده جوجه‌آوری گونه‌های مختلف پرندگان متفاوت باشد و طعمه ممکن است به صورت متفاوتی آلوده باشد، به عنوان مثال در سطح تغذیه، انتخاب‌های رژیم غذایی ممکن است به تغییرات مکانی سطوح آلاینده‌های موجود در پرندگان کمک کند. بنابراین عادت‌های مهاجرت می‌توانند پرندگان را به عنوان پایشگر زیستی زیاد مناسب نبینند، زیرا افراد می‌توانند در مسیر مهاجرت به اندازه نامعلوم متفاوت باشند و برای تعیین مقیاس فضایی که آن‌ها نشان می‌دهند دشوار باشد. یک مشکل مشابه میانگیری شدن ممکن است در سطوح رفتاری و فیزیولوژیکی باشد، که ممکن است پرندگان را ناظر خوبی نسبت به حیوانات کوچک‌تر نشان ندهند. به عنوان مثال، پرندگان قادر به تنظیم غلظت بافتی بسیاری از فلزات هستند و ذخایر چربی به مقدار بیستری نسبت به بی‌مهرگان می‌توانند داشته باشند و بنابراین پرندگان ممکن است کمتر به تنش‌های محیطی عکس‌العمل نشان دهند.

علاوه بر تفاوت‌های موجود در پرندگان آبزی مانند جنسیت، سن، بافت‌ها و گونه‌ها ایجاد یک استاندارد سازگار برای ارزیابی محیط‌زیست را دشوار سازد. (Burger, 2007) ۴۳ مطالعه در مورد فلزات در مهره داران را بررسی کرد و دریافت که جنس مونث در ۳۰ مورد بالاتر بودند که اختلاف معنی‌داری وجود داشت (و مردان تنها در ۱۴ مورد بالاتر بودند). با این وجود جنس مونث اغلب

دارای سطوح بالاتری هستند، و این نشان می‌دهد که مکانیزم دفع در تخم و پوسته تخم به همان اندازه موثر نبوده و با جذب بیشتر است. Wemel دریافت که برخی از فلزات سنگین در بافت‌های نرم و پره‌های جوجه‌های کاکایی صخره نشین پا سیاه تعداد کمتری بوده و با افزایش سن آن‌ها افزایش یافته است. اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در پرندگان مفید است، اما در بسیاری از موارد ممکن است کافی نباشد، زیرا استرس ناشی از قرار گرفتن در معرض فلزات سنگین می‌تواند به طور مستقیم و غیر مستقیم باشد (به عنوان مثال مقدار غذایی کاهش می‌یابد).

خلاصه

اطلاعات کافی برای نتیجه‌گیری وجود دارد که اهمیت و تاثیر حضور آلودگی‌های فلزات سنگین در محیط تالاب بر بقا و تولید مثل پرندگان آبزی، به عنوان مثال بر نازک شدن پوسته تخم، نرخ جوجه‌آوری پایین و نرخ مرگ و میر بالاتر، تاثیر داشته است. محتویات فلزات سنگین مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته و همچنین روند دوره‌های زمانی و مکانی آن‌ها در گونه‌های مختلف با واحدهای نظارت مجزا در بسیاری از کشورهای جهان توسعه یافته است. با این حال، هنوز استاندارد برای تایید آستانه هر فلز سنگین مناسب برای اکثر پرندگان آبزی وجود ندارد. بیشتر گزارشات مربوط به غلظت فلزات سنگین در اثر اثرات نامطلوب در آزمایشگاه استخراج می‌شود. آسیب فلزات سنگین به پرندگان آبزی اغلب با سایر آلودگی‌ها دیگر در طبیعت همراه است، تعیین این که آیا تغییرات رفتاری یا فیزیولوژیکی پرندگان در سیستم‌های تالاب ناشی از فلزات سنگین و نوع فلزات سنگین است، دشوار است. علاوه بر این، عوامل موثر بر غلظت فلزات سنگین بسیار زیاد است، لازم است یک معیار ارزیابی سطح آلودگی ناشی از واحدهای مختلف پایش ایجاد شود. پرندگان آبزی به عنوان پایشگر زیست محیطی آلودگی فلزات سنگین تالاب ارزشمند می‌باشند، بیشتر مطالعات غلظت فلزات سنگین تاکنون در یک مقیاس فضایی کوچک توسعه یافته است و تحقیقات در مورد کل سیستم‌های تالاب جهانی هنوز وجود ندارد ارزیابی خطر محیطی در مقیاس وسیع نمی‌تواند برای عدم وجود این داده‌ها انجام شود.