سنجش غلظت سرب و آهن در آب، رسوب و گونه گاماروس (*Pontogammarus maeoticus*) در تالاب بین‌المللی گمیشان

سیده نرگس آقاجری [۱]
مهدی حسن‌پور [۲*]
رسول قربانی [۳]
علیرضا پورخباز [۴]
۱. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، کارشناس ارشد اکولوژی، ایران.
۲. سازمان حفاظت محیطزیست، کارشناس ارشد آلودگی محیطزیست، ایران.
۳. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشیار گروه شیلات، ایران.
۴. دانشگاه بیرجند، استادیار گروه محیطزیست، ایران.
* **نویسنده مسئول مکاتبات**
Mehdi.hassanpour@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۲۵
کد مقاله: ۱۳۹۱۳۱۰۰۷
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی می‌باشد.

چکیده

انتخاب مؤلفه‌های بیولوژیکی به عنوان بایواندیکاتور در پایش سلامتی اکوسیستم‌ها سودمند بوده و تغییرات آینده محیطزیست را نشان می‌دهد. پیشرفت شاخص‌های زیستی آشکارگر برای ارزیابی خطرات ناشی از فلزات سنگین در اکوسیستم‌های تالابی مهم و ضروری بوده و به عنوان سیستم‌های اخطاردهنده برای آلودگی محیطزیست تلقی می‌شوند. موجودات آبزی قادرند از منابع تغذیه‌ای گوناگون، غلظت‌های چند برابر فلزات در آب را در بدن خود انباشت نمایند. سخت‌پوستان عالی به عنوان حلقه‌ای از زنجیره غذایی اکوسیستم‌های تالابی به دلیل جذب و تجمع فلزات سنگین در بدن خود می‌توانند نشانگر افزایش نسبی این آلاینده‌ها در محیطزیست خود باشند. در زمستان ۱۳۸۹ با استفاده از گراب اکمن تعداد ۴۲ قطعه گاماروس در نقاط مختلف تالاب بین‌المللی گمیشان نمونه‌برداری شد. همچنین از ستون آب و رسوبات سطحی ۳ ایستگاه نیز نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌های آب، رسوبات سطحی و گاماروس (*Pontogammarus maeoticus*) به ترتیب به روش‌های Water sampling، Standard methods و ASTM آماده‌سازی شد. سپس با استفاده از دستگاه جذب اتمی غلظت دو فلز سنگین سرب و آهن در تمامی نمونه‌ها قرائت شد. نتایج نشان داد که بیشترین غلظت فلزات سرب و آهن در بدن گاماروس به ترتیب ۱/۵۵ و ۱۲/۱۸ میکروگرم بر گرم وزن بود. آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین فلز غیرضروری سرب و فلز ضروری آهن در بدن میگو همبستگی مثبت، پایین و غیر معنی‌داری وجود داشت ($r=۰/۳۸$، $p= ۰/۲$). از طرفی میانگین غلظت فلزات سرب و آهن در ستون آب به ترتیب ۰/۰۱ ± ۰/۱۶ و ۰/۱۵ ± ۰/۲۸ و در رسوبات سطحی نیز به ترتیب ۰/۸۱ ± ۲/۲۲ و ۰/۵۴ ± ۳/۶۱ قسمت در میلیون به دست آمد. بین غلظت‌های سرب و آهن در ستون آب و رسوبات سطحی همبستگی مثبت و بالایی وجود داشت. به طور کلی میانگین غلظت سرب و آهن در بدن گاماروس، آب و رسوبات سطحی محل نمونه‌برداری در تالاب بین‌المللی گمیشان پایین‌تر از حد سمی بود.

واژگان کلیدی: آب، پایش زیستی، تالاب بین‌المللی گمیشان، رسوب، فلزات سنگین، گاماروس.

مقدمه

فعالیت‌های صنعتی، استفاده از سموم دفع آفات و کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی، فاضلاب‌ها و رواناب‌های شهرهای کوچک و بزرگ، نهشت‌های اتمسفری، فرسایش و هوازدگی پوسته زمین سبب ورود فلزات سنگین به درون اکوسیستم‌های تالابی می‌گردند (Burger and Gochfeld, 2000). فلزات سنگین بر خلاف آلاینده‌های آلی تجزیه نمی‌شوند و از پایداری بالایی برخوردارند و پس از ورود به تالاب‌ها در پیکره آبی و رسوبات قرار می‌گیرند. این عناصر به مرور از رسوبات جدا شده و از طرق مختلف وارد بدن موجودات آبزی خواهند شد (Ochieng *et al.*, 2007). فلزات سنگین موجبات بی‌ثبات کردن اکوسیستم‌ها را فراهم کرده و از طرفی انباشت زیستی آنها در موجودات زنده دریایی تهدیدی جدی برای سلامت عمومی است (Farombi *et al.*, 2007). فلزات سنگین بر روی سیستم فیزیولوژی، غدد درون‌ریز، عادات غذایی، رشد و نمو، بلوغ، مرحله تولیدمثل، پوست‌اندازی و مهاجرت موجودات زنده اثرات منفی می‌گذارند (Martin *et al.*, 2003). اطلاعات در مورد آلودگی محیطزیست و ارزیابی خطر استفاده از جانوران را به عنوان شاخص

Archive of SID
www.SID.ir

زیستی قادر ساخته است (NRC, 2003). رسوبات و مؤلفه‌های بیولوژیکی در پایش زیستی اکوسیستم‌ها نقش مهمی را ایفا کرده و می‌توان از طریق آنها خطرات ناشی از فلزات سنگین را ارزیابی نمود (Movalli, 2000). تحقیقات نشان داده است که میکروارگانیزم‌ها، میکروفلورا، جلبک‌ها و موجودات آبزی قادرند از منابع تغذیه‌ای گوناگون، غلظت‌هایی چند برابر میزان فلزات در پیکره آبی را در بدن خود تجمع زیستی نمایند (Forstner and Wittmann, 2000؛ Olaifa *et al*., 2004). تعیین مقادیر فلزات سنگین در موجودات زنده، محیط‌های آبی و رسوبات پیوسته توسط محققین انجام شده است. در سال ۱۳۸۴ غلظت فلزات سنگین روی، مس، آهن، کروم و سرب در رسوبات سطحی سواحل بندرعباس مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق غلظت فلز سرب و آهن در رسوبات پایین‌تر از مقادیر استاندارد جهانی بود (خراسانی و همکاران، ۱۳۸۴). در سال ۱۳۸۷ اثرات سرب بر آب، رسوب و جوامع ماکروبنتیک خور زنگی در خلیج‌فارس مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان سرب موجود در رسوبات نواحی نزدیک به تخلیه پساب نسبت به ایستگاه‌های دورتر از این نواحی بالاتر بود. همچنین فراوانی کف زیان نزدیک به محل تخلیه پساب بسیار پایین بود (منوچهری و همکاران، ۱۳۸۷). در سال ۱۳۸۹ میزان تجمع برخی فلزات سنگین از جمله سرب و آهن در بافت نرم و پوسته دو کفه‌ای *Amiantis umbonella* در ساحل بندرعباس بررسی شد. نتایج بیان داشت که غلظت‌های فلزات سنگین در قسمت‌های مختلف دو کفه‌ای بیشتر از آب و رسوبات بوده و این عناصر تجمع زیستی داشتند (پاشایی راد و همکاران، ۱۳۸۹). فلز سرب برای رشد ضروری نیست و در میزان کم نیز سمیت بالایی دارد؛ اما آهن از جمله میکرونوترینتهای بیولوژیکی ضروری است که برای رشد بسیاری از موجودات آبزی لازم است ولی در غلظت‌های بالاتر از حد مجاز می‌تواند سمی باشد (Turner and Millward, 1993؛ Censi *et al*., 2006). تالاب بین‌المللی گمیشان با وسعت ۲۰۰۰۰ هکتار در جنوب شرقی دریای خزر و در موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این تالاب از جمله محیط‌های آبی است که تا قبل از سال ۱۳۵۶ رو به خشک شدن بوده و حتی نامی از این تالاب وسیع و با اهمیت در لیست تالاب‌های کشور وجود نداشته است. بعد از این سال و تحت تأثیر فعالیت‌هایی که در دریای خزر صورت گرفت، به مرور حیات خود را بازیافت و امروزه به دلیل داشتن زیستمندانی از قبیل گیاهان آبزی و حاشیه‌ای، بی‌مهرگان آبزی، دوزیستان، ماهیان، خزندگان، پرندگان بومی و مهاجر و پستانداران به عنوان یکی از بزرگترین و مهمترین تالاب‌های بین‌المللی کشور محسوب می‌شود. آب این تالاب از سه منبع دریای خزر، رودخانه گرگانرود و رودخانه اترک تأمین می‌شود (مهرجو، ۱۳۷۱؛ مهرداد، ۱۳۷۸). تحقیقات بر روی خصوصیات فیزیکو شیمیایی آب تالاب بین‌المللی گمیشان نشان داد که افزایش فعالیت‌های کشاورزی و کاربرد انواع سموم شیمیایی، ورود فاضلاب‌های شهری و پساب صنعتی خطراتی جدی را متوجه این اکوسیستم آبی نموده است (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸). سخت‌پوستان خانواده گاماریده به اختصار گاماروس خوانده می‌شوند و در زیر رده سخت‌پوستان عالی (Malacostraca) قرار دارند. گونه *Pontogammarus maeoticus* (شکل ۱) پراکنش وسیعی در نواحی ساحلی دریای خزر دارد و از منابع مهم غذایی برای ماهیان و پرندگان آبزی است (حبیبی، ۱۳۵۳؛ جابر، ۱۳۷۶). اهداف این تحقیق پایش میزان تجمع زیستی فلزات سنگین سرب و آهن در گاماروس (سخت‌پوست عالی)، ستون آب و رسوبات سطحی تالاب بین‌المللی گمیشان، تعیین همبستگی فلزات مورد مطالعه در بدن گاماروس و بین آب و رسوبات و مقایسه مقادیر به دست آمده با استانداردهای جهانی بود.

شکل ۱: گونه گاماروس تالاب بین‌المللی گمیشان (*Pontogammarus maeoticus*)

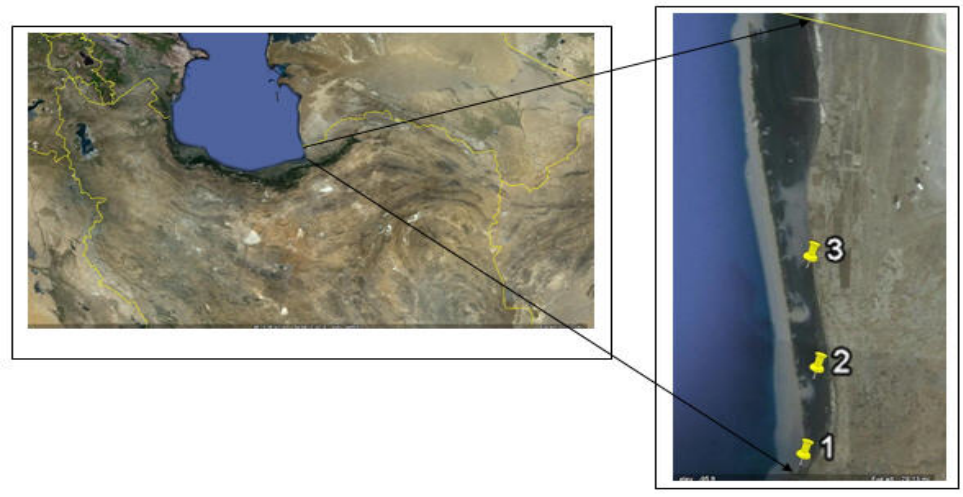
Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

تعداد ۴۲ قطعه گاماروس با استفاده گراب اکمن از تالاب گمیشان به طریق تصادفی نمونه‌برداری شد (شکل ۲، نقشه تالاب و جدول ۱، موقعیت جغرافیایی ایستگاه ها را نشان می دهد). گاماروس‌ها با آب مقطر شستشو شده و درون پلاستیک‌های تمیز قرار گرفته و سپس به آزمایشگاه منتقل و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه نگهداری شدند. نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو قرار داده شده تا به طور کامل خشک شوند. نمونه‌های خشک شده توسط هاون پودر و سپس الک شدند. مقدار یک گرم از ماده خشک شده را درون ظروف پلاستیکی ریخته و روی حمام آبی با دمای داخلی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا عمل هضم شیمیایی انجام شود. به ترتیب با ۵ میلی‌لیتر اسید فلوئوریک، ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک و ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک عملیات هضم شیمیایی نمونه‌ها انجام گرفت. نمونه‌های هضم شده را از کاغذ صافی عبور داده و توسط اسید نیتریک ۰/۰۴ به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شدند (ASTM, 1990). سرانجام محلول‌های موجود در بالن ژوژه را در بطری‌های پلاستیکی درب دار ریخته و کد گذاری شدند. به جهت تهیه نمونه آب و رسوبات سطحی در هر ایستگاه با استفاده از بطری روتنر مقدار یک لیتر آب از سطح، عمق میانی و نزدیک بستر برای ۲ زمان (۸ صبح و ۴ بعدازظهر) تهیه و جداگانه باهم ترکیب شدند (۳ تکرار در هر ایستگاه). پی اچ نمونه‌ها توسط اسید نیتریک ۱۰ درصد در حد ۵/۴ تنظیم و پس از عبور از کاغذ واتمن ۴۲ میکرون درون بطری‌های پلاستیکی و در دمای ۳- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Nielsen and Nielsen, 2007). همچنین مقدار یک کیلوگرم رسوب به وسیله گراب اکمن با سطح دهانه ۲۲۵ سانتی‌متر در ۳ ایستگاه از ۲۰ سانتی-متری سطح بستر تهیه شد (۳ تکرار در هر ایستگاه). در محل هر ایستگاه ۳ نمونه از نقاط مختلف تهیه و جداگانه ادغام و سپس درون بطری‌های پلاستیکی تمیز قرار گرفت. پس از ثبت مشخصات در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. مقدار ۵ گرم از رسوب خشک شده را توزین و در کوره با دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت نیم ساعت حرارت داده شد. سپس مقداری اسید کلریدریک (۱:۱) به آن افزوده و در بن‌ماری در حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار گرفت. بعد از صاف کردن، محتویات روی کاغذ صافی را طی سه مرحله تحت اثر اسید کلریدریک و اسید فلوریک قرار داده و بعد در بن‌ماری تحت حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در پایان نمونه‌ها بعد از عبور از صافی با آب غیر یونیزه توسط بالن ژوژه به حجم ۵۰ سی‌سی رسیدند (Arnold, 2005).

برای اندازه‌گیری غلظت فلزات سرب و آهن نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی مدل (Thermo Model ۹۷ GFS) استفاده شد. محلول استاندارد هر فلز از محلول ppm ۱۰۰۰ آن فلز تهیه شد. سرب و آهن در نمونه‌های آب و رسوبات سطحی به روش کوره گرافیتی و غلظت‌های این عناصر در گاماروس به روش جذب اتمی شعله ارزیابی شد. صحت سنجی دستگاه نیز ۹۵-۹۰ درصد اندازه‌گیری شد. تحلیل آماری داده‌ها از طریق آزمون دانکن و با استفاده از بسته نرم‌افزاری SPSS 16 اجرا گردید.



شکل ۲: ایستگاه‌های نمونه‌برداری در تالاب بین‌المللی گمیشان

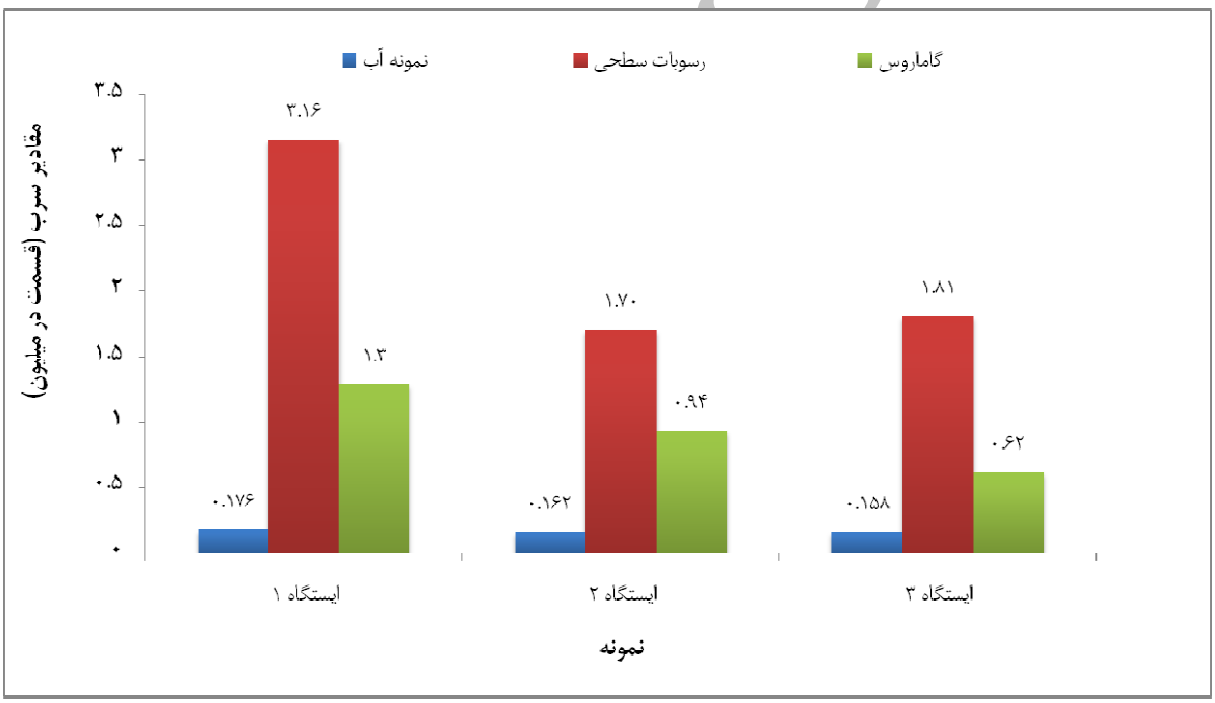
www.SID.ir

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های انتخاب شده

ایستگاه	طول شرقی	عرض شمالی
ایستگاه ۱ (مصب رودخانه گرگانرود)	" ۵۳°,۵۹ '۳۵	" ۳۶°,۵۸ '۵۵
ایستگاه ۲ (بین کانال آلاگل و مصب گرگانرود)	" ۵۴°,۱ '۴۴	" ۳۷°,۳ '۳۴
ایستگاه ۳ (کانال آلاگل)	" ۵۴°,۰ '۲	" ۳۷°,۹ '۱۱

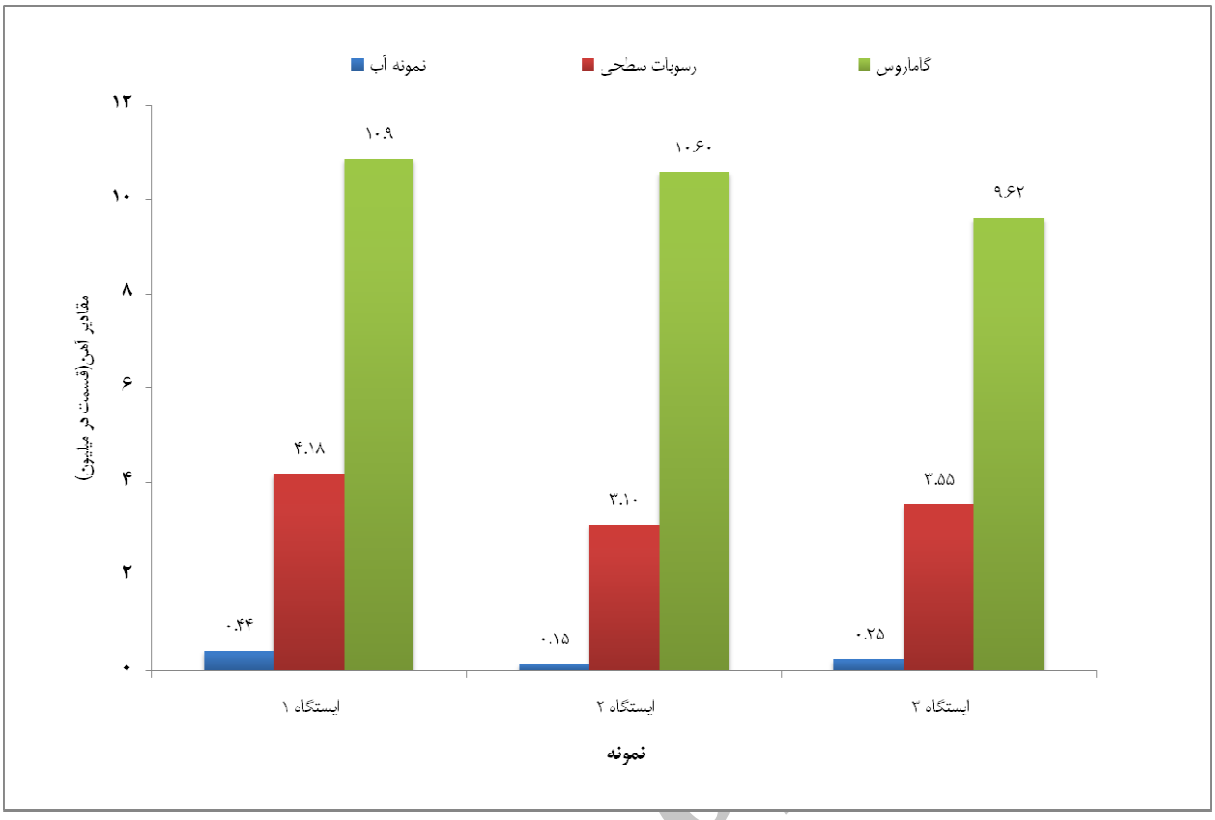
نتایج

شکل‌های ۳ و ۴ به ترتیب میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و آهن را در ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس ۳ ایستگاه در تالاب بین‌المللی گمیشان ارائه داده‌اند. نتایج نشان داد که در غلظت فلزات سنگین بین آب، رسوبات سطحی و گاماروس تفاوت زیادی وجود دارد. تجمع سرب از الگوی رسوبات سطحی>گاماروس>آب و تجمع آهن از الگوی گاماروس>رسوبات سطحی>آب پیروی کرده است. همانطور که شکل ۴ نشان داده است به نظر می‌رسد که موجودات زنده تمایل بیشتری برای بالا بردن غلظت فلزات ضروری در بدن خود دارند.



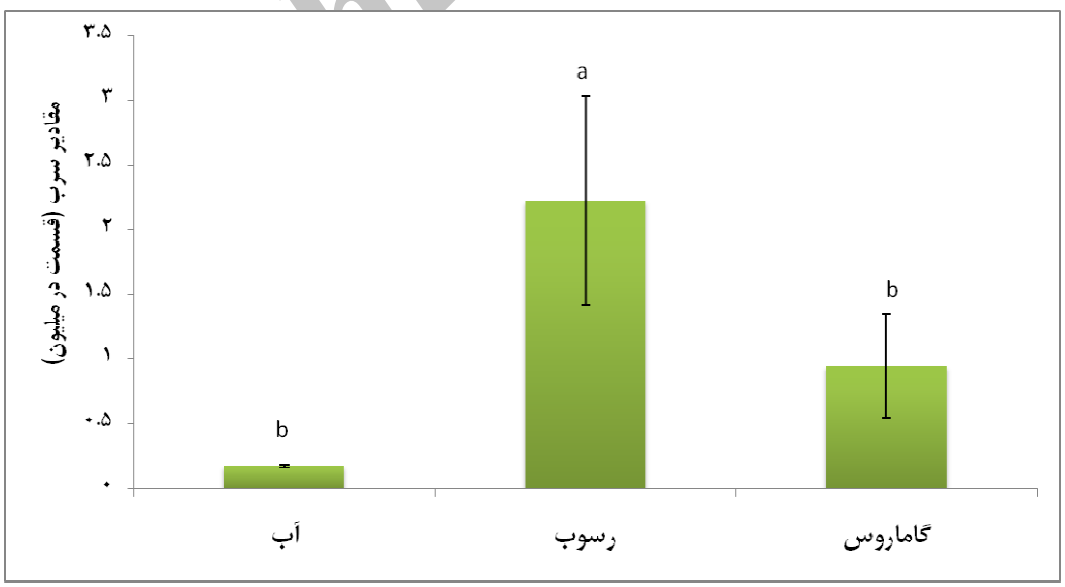
شکل ۳: میانگین غلظت سرب در ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس

www.SID.ir



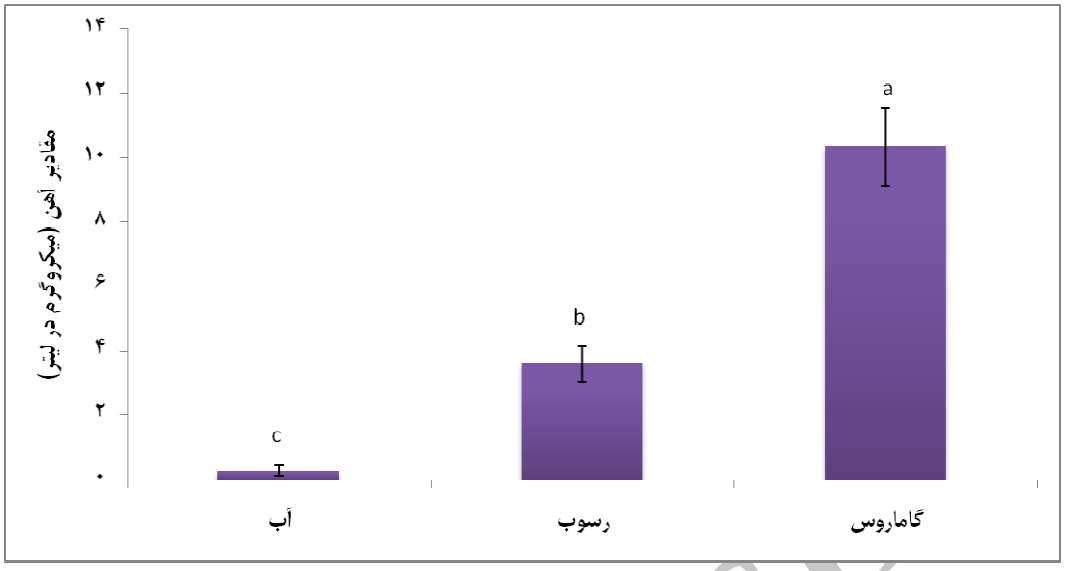
شکل ۴: میانگین غلظت آهن در ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس

آزمون‌های آماری در قالب شکل‌های ۵ و ۶ نشان داد که بین میانگین غلظت‌های فلز سرب در رسوبات با آب و گاماروس اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین بین میانگین غلظت‌های فلز آهن در گاماروس، ستون آب و رسوبات سطحی اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p < ۰/۰۵$).



شکل ۵: مقایسه میانگین غلظت سرب در آب، رسوب و گاماروس ($p < ۰/۰۵$)

www.SID.ir



شکل ۶: مقایسه میانگین غلظت آهن در آب، رسوب و گاماروس (p < ۰/۰۵)

بحث و نتیجه‌گیری

فلزات سنگین رها شده از بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و شهری از طریق کانال‌های آب‌رسانی، رودخانه‌ها و رواناب‌های سطحی حوزه‌های رودخانه اترک و گرگانرود وارد تالاب بین‌المللی گمیشان شده و در پیکره آب و رسوبات بستر جای می‌گیرند (Saad *et al.*, 1994؛ Tabari *et al.*, 2010). در بین ۳ ایستگاه مورد مطالعه بیشترین میانگین غلظت فلز سنگین سرب در ستون آب و رسوبات سطحی (به ترتیب ۱۷۶ و ۳/۱۶ قسمت در میلیون) و بیشترین میانگین غلظت فلز آهن در نمونه‌های آب و رسوبات سطحی (به ترتیب ۰/۴۴ و ۴/۱۸ قسمت در میلیون) مربوط به ایستگاه ۱ بود (شکل‌های ۳ و ۴). بالا بودن میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و آهن در ستون آب و رسوبات سطحی ایستگاه ۱ نسبت به سایر ایستگاه‌ها می‌تواند به این دلیل باشد که این ایستگاه مصب رودخانه گرگانرود بوده و مصب‌ها به طور طبیعی دریافت بیشتری از آلاینده‌های فلزات سنگین را از منابع طبیعی و انسان ساخت دارند. بیشترین میانگین غلظت فلزات سرب و آهن در ستون آب و رسوبات سطحی این تحقیق از مقادیر استاندارد این فلزات در آب و رسوبات کمتر بود. استاندارد برای غلظت سرب در آب و رسوبات جهانی به ترتیب ۰/۲-۰/۱ و ۱۹ و برای آهن ۰/۵ و ۳/۹۷ قسمت در میلیون می‌باشد (Tabari *et al.*, 2010؛ ربانی و همکاران، ۱۳۸۵). لذا به طور کلی نتایج نشان داد که میانگین غلظت سرب و آهن در ستون آب و رسوبات سطحی در هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه آلودگی به حساب نمی‌آید.

میانگین غلظت سرب و آهن در بدن گاماروس تالاب بین‌الملل به ترتیب ۰/۴ ± ۰/۹ و ۱/۲ ± ۱۰/۴ میکروگرم بر گرم وزن‌تر به دست آمد. بیشترین غلظت قرائت‌شده سرب و آهن توسط دستگاه جذب اتمی در بدن گاماروس به ترتیب (۱/۵۵ و ۱۲/۱۸ میکروگرم بر گرم وزن‌تر) و کمترین غلظت این فلزات به ترتیب (۰/۴۲ و ۹/۰۱ میکروگرم بر گرم وزن‌تر) بود. با توجه به نرمال بودن داده‌ها (n=۴۲) از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که بین فلز غیرضروری سرب و فلز ضروری آهن در بدن میگو همبستگی مثبت، پایین و غیر معنی‌داری وجود داشت (r=۰/۳۸، p=۰/۲). ضمن مقایسه میانگین کل غلظت فلز سرب در نمونه ستون آب، رسوبات سطحی و گاماروس تالاب بین‌المللی گمیشان مشاهده شد که مقادیر میانگین فلز سرب، در رسوبات سطحی ۲/۳ برابر گاماروس و ۱۳/۹ برابر ستون آب بود. از طرفی میانگین کل غلظت فلز آهن در بدن گاماروس نیز ۳/۸ برابر رسوبات سطحی و ۳۷ برابر ستون آب به دست آمد. چنین رابطه‌ای در بسیاری از مطالعات گزارش شده است (Anderson et al., 1978; burrows and Whitton, 1983; Barak and Mason, 1989). به طور کلی میزان فلزات سرب و آهن در ستون آب پایین بوده است که دلیل اولیه و ابتدایی آن می‌تواند این

Archive of SID

www.SID.ir

بوده باشد که فلزات در رسوبات ته نشین شده‌اند و همچنین توسط گیاهان و حتی جانوران آب‌زی جذب شده‌اند (Yi *et al.,* 2008). سوسپانسیون رسوبات در ستون آب سبب افزایش غلظت فلزات در آب می‌شود و از طرفی رسوبات در بیشتر موارد مخزن اصلی فلزات بوده و بیش از ۹۹ درصد از مقادیر فلزات سیستم‌های آبی در رسوب نگهداری می‌شوند (Odiete, 1999). انباشت زیستی (Bioaccumulation) نیز زمانی اتفاق می‌افتد که آلاینده‌ها از محیط آب و رسوبات وارد بدن موجودات زنده شوند. این در حالی است که اکثر موجودات زنده قادر به جذب و تغلیظ آلاینده‌ها در بدن خود می‌باشند موجودات بنتیک (کفزی) به عنوان یکی از حلقه‌های زنجیره غذایی قادرند میزان زیادی از فلزات را از آب جذب و به سطوح غذایی بالاتر انتقال دهند (پورنگ، ۱۳۷۲). نتایج نشان داد که گاماروس به عنوان یک موجود سخت‌پوست بستر زی توانسته است غلظت‌هایی از فلزات سرب و آهن را در بدن خود انباشت نماید؛ اما تجمع زیستی فلز سرب در بدن گاماروس به مراتب کمتر از فلز آهن بود. تاکنون هیچ کارکرد زیست شناختی برای فلز سرب شناخته نشده است. بالا بودن غلظت فلز آهن نسبت به فلز سرب در بدن گاماروس ممکن است به این دلیل باشد که فلز آهن در زمره میکرونوتریتهای بیولوژیکی است و در فرآیندهای متابولیکی سهیم است. میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و آهن در نمونه‌های گاماروس تالاب بین‌المللی گمیشان با استانداردهای ارائه شده جهانی مقایسه شد. این مقایسه نشان داد که میانگین غلظت‌های سرب و آهن به دست آمده در نمونه‌های گاماروس در حدی نیست که آسیب جدی به سیستم‌های بیولوژیکی گاماروس وارد نماید؛ و همواره در زمان انجام این تحقیق پایین‌تر از استانداردهای ارائه شده است. استاندارد سرب و آهن در بدن گاماروس به ترتیب ۱- ۰/۵ و ۲۰- ۵ قسمت در میلیون می‌باشد (Bowen, 1979). به طور کلی بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها نتیجه می‌گیریم که در زمان انجام این تحقیق منطقه مورد مطالعه عاری از آلودگی توسط فلزات سرب و آهن است. ولی با توجه به روند افزایش فعالیت‌های انسانی در حوزه آبخیز دریای خزر و ورود آلاینده‌های مختلف به اکوسیستم‌های تالابی وابسته به آن، اقداماتی از قبیل احداث تصفیه خانه‌های فاضلاب ها و پساب‌ها در مراکز صنعتی، ممنوعیت استفاده از گلوله‌های سربی برای شکار پرندگان تالابی و پایش مستمر آلودگی فلزات سنگین در این اکوسیستم تالابی و موجودات زنده آن به طور سالیانه پیشنهاد می‌شود. به طور کلی راه حل کلیدی برای جلوگیری از آلودگی زنجیره غذایی و منابع غذایی در این منطقه، کنترل منابع آلاینده آب و رسوبات می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله، مراتب تقدیر و تشکر خود را از سازمان حفاظت محیطزیست و اداره کل حفاظت محیطزیست استان گلستان به عمل می‌آورند.

منابع

پاشایی راد، ش.، سعیدی، ه.، ابطحی، ب. و کیابی، ب.، ۱۳۸۹. بررسی میزان تجمع برخی فلزات سنگین در بافت نرم و پوسته دو کفه‌ای خوراکی *Amiantis umbonella* در ساحل بندرعباس، خلیج‌فارس، فصلنامه محیطزیست جانوری، سال دوم، شماره ۲، ۲۲- ۹.

پورنگ، ن.، ۱۳۷۲. بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف بدن دو گونه از ماهیان غالب تالاب انزلی با توجه به جایگاه تقریبی آنها در زنجیره غذایی و شرایط زیست‌محیطی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

جابر، ل.، ۱۳۷۶. بررسی مقدماتی بیولوژی آمفی پودهای خزر. منطقه نور و سواحل همجوار. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس، ص ۱۲۳.

حبیبی، ط.، ۱۳۵۳. جانورشناسی عمومی، بندپایان، جلد ۳، دانشگاه تهران.

خراسانی، ن.، شایگان، ج. و کریمی شهری، ن.، ۱۳۸۴. بررسی غلظت فلزات سنگین (روی، مس، آهن، کروم و سرب) در رسوبات سطحی سواحل بندرعباس، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۴، ۸۶۱-۸۶۹.

ربانی، م.، جعفرآبادی آشتیانی، ا. و مهرداد شریف، ا.، ۱۳۸۵. اندازه‌گیری میزان آلودگی ناشی از فلزات سنگین نیکل، سرب و جیوه در رسوبات خلیج‌فارس، منطقه عملیاتی عسلویه، نشریه اکتشاف و تولید، شماره ۵۱، ۵۵-۵۳.

کیابی، ب.، قائمی، ر. و عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. اکوسیستم‌های تالابی و رودخانه‌ای استان گلستان، جلد اول، انتشارات سازمان حفاظت محیطزیست. ۱۷۴ صفحه.

مهرجو، ع.، ۱۳۷۱. مطالعه تنوع و تراکم پراکنش پرندگان مهاجر در تالاب گمیشان. پایان‌نامه کارشناسی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

Archive of SID

www.SID.ir

مهرداد، م.، ۱۳۷۸. انجام بررسی‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی درباره تالاب گمیشان و تاثیرات مثبت و یا منفی مردم بر آن، ضمن ارائه شیوه‌های کاربری منطقی از این تالاب. پایان‌نامه کارشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال. ص‌ص ۳۲-۴و ۹۶-۶۵.

منوچهری، ح.، نیکویان، ع.، ولی نسب، ت.، نژادبهاری، ف.، ماجدی، م.، چنگیزی، ر. و جعفریان مقدم، ا.، ۱۳۸۷. بررسی اثرات سرب و کادمیوم بر آب، رسوب و جوامع ماکروبنتیک خور زنگی (از انشعابات خور موسی در خلیج‌فارس)، مجله شیلات، سال دوم، شماره دوم.

Anderson, R.V., Vinikour, W.S. and Brower, J.E., 1978. The distribution of Cd, Cu, Pb, and Zn in the biota of two freshwater sites with different trace metal inputs. Holarc Ecology. 13, 377-384.

Arnold E., Lenore S. and Andrew D., 2005. Standard Methods for the Examination of Water & Waste water. Centennial Edition. 21 edition.

ASTM., 1990. Guide for collection, storage, characterization and manipulation of sediments for toxicological testing, American Society for testing materials PHUSAC.

Barak, N.A.E. and Mason, C.F., 1989. Heavy metal in water, sediment and invertebrates from rivers in eastern England. Chemosph. 19,1709-1714.

Bowen H.J.M., 1979. Environmental chemistry of the elements, Academic Press. London. N.2. Toronto.

Burger, J. and Gochfeld, M., 2000. Metals in Laysan Albatrosses from Midway Atoll. Arch Environ Contam Toxicol. 38, 254–259.

Burrows, I.G. and Whitton, B.A., 1983. Heavy metal in water, sediments and invertebrates from a metal contaminated river free of organic pollution. Hydrobiologia. 106, 263-273.

Censi, P., Spoto, S.E., Saiano, F., Sprovieri, M., Mazzola, S., Nardone, G., Di Geronimo, S.I., Punturo, R. and Ottonello, D., 2006. Heavy metals in coastal watersystems, A case study from the northwestern Gulf of Thailand. Chemosphere. 64, 1167–1176.

Farombi, E.O., Adelowo, O.A., Ajimoko, Y.R., 2007. Biomarkers of oxidative stress and heavy metal levels as indicators of environmental pollution in African Cat fish (Clarias gariepinus) from Nigeria ogun river. Int, J, Environ, Res, Public Health. 4 (2):158-165.

Forstner U.G., and Wittmann T.W., 1983. Metal pollution in the aquatic environment. Springer-Verlag. Berlin.

Martin, M.B., Reiter, R., Pham, T., Avellanet, Y.R., Camara, J., Lahm, M., Pentecost, E., Pratap, K., Gilmore, B.A., Divekar, S., Dagata, R.S., Bull, J.L. and Stocia, A., 2003. Estogen-like activity of metals in Mcf-7 breast cancer cells. Endocrinology. 144, 2425-2436.

Movalli, P.A., 2000. Heavy metal and other residues in feathers of laggar falcon Falco biarmicus jugger from six districts of Pakistan. Environ Pollut. 109, 267–275.

Nielsen D. and Nielsen G., 2007. The essential handbook of ground-water sampling, By - CRC Press/Taylor and Francis.

NRC (National Research Council)., 1991. Animals and sentinels of environmental health hazards, National Academic Press, Washington, DC.

Ochieng, E.Z., Lalah, J.O. and Wandiga, S.O., 2007. Analysis of heavy metals in water and surface sediment in five Rift Valley Lakes in Kenya for assessment of recent increase in anthropogenic activities. Bull Environ Contam Toxicol. 79, 570–576.

Odiete W.O., 1999. Environmental Physiology of animals and pollution Diversified resources. Ltd Lagos.

Olaifa, F.E., Olaifa, A.K., Adelaja, A.A. and Owolabi, A.G., 2004. Heavy metal contamination of Clarias gariepinus from alake and fish farm in Ibadan. Nigeria. African Journal of Biomedical Research. 7, 145–148.

Saad, M.A.H., Amuzu, A.T., Biney, C., Calamar, D., Imerbore, A.M., Naeve Ochumba, P.B.O., 1994. Domestic and industrial organic loads, In the review of pollution in the African aquatic environment. CIFA Technical. 25, 23-31.

Tabari, S., Saeedi Saravi, S.S., Bandani, G.H., Dehghan, A. and Shokrzade, M., 2010. Heavy metals (Zn, Pb, Cd and Cr) in fish, Water and sediment sampled from Southern Caspian Sea, Iran. Technology and Industrial Health. 26(10): 649-656.

Turner, A. and Millward, G.E., 1993. Partitioning of trace metals in a macrotidal estuary, Implications for contaminant transport models, Estuarine. Coastal and Shelf Science. 39, 45–58.

Yi, Y.J., Wang, Z.Y., Zhang, K. and Yu, G.A., 2008. Sediment pollution and its effect on fish through food chain in the Yangtze River. International Journal of Sediment Research. 23, 338-347.

Archive of SID

www.SID.ir