

بررسی آلودگی فلزات سنگین (Cu و Zn، Hg، Pb، Cd) در رسوب سه بخش تالاب انزلی

معصومه خسروی^۱، نادر بهرامی فر^۲، سید محمود قاسمپوری^۳

نویسنده مسئول: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه محیط زیست m_khosravi2177@yahoo.com

دریافت: ۸۹/۱۱/۲۸ پذیرش: ۹۰/۰۳/۱۱

چکیده

زمینه و هدف: تالاب انزلی یکی از بوم سازگان مهم آبی در ایران است که در جنوب غربی دریای خزر قرار داشته و زیستگاه ماهیان، آبزیان و پرندگان با ارزشی است که از ابعاد اکولوژیک و اقتصادی درخور توجه اند. این تحقیق به پایش آلودگی برخی از فلزات سنگین در رسوب سطحی تالاب انزلی می پردازد.

روش بررسی: نمونه های رسوب از سه بخش شرقی، غربی و مرکزی تالاب جمع آوری شدند. در هر بخش سه ایستگاه انتخاب شد و در هر ایستگاه سه تکرار نمونه برداری انجام شد.

یافته ها: نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین غلظت در منطقه شرقی تالاب مشاهده شد. میانگین غلظت فلزات سنگین در رسوب تالاب به ترتیب برای کادمیوم ۱۵۷/۰۲۳، سرب ۳/۶۴۶، جیوه ۳۰/۶۹۲ نانوگرم بر گرم وزن خشک و فلز روی ۱۸۶/۹۵۳، مس ۴۴/۴۵۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک در منطقه شرق تالاب، به دست آمد. در این بررسی ترتیب غلظت فلزات مورد بررسی در نمونه های رسوب در هر سه منطقه به صورت زیر $Zn > Cu > Hg > Cd > Pb$ به دست آمد.

نتیجه گیری: بیشترین غلظت فلزات در تمام نمونه در بخش شرقی تالاب بیانگر این است بیشترین آلودگی در بخش شرقی تالاب وجود دارد و این ناحیه متاثر از فعالیت های متنوع انسانی است.

واژگان کلیدی: آلودگی، فلزات سنگین، رسوب، تالاب انزلی

۱- کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دکترای شیمی تجزیه، دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- کارشناس ارشد محیط زیست، مربی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

توسعه صنایع و افزایش بی رویه جمعیت شهرها، روستاها و در پی آن توسعه مناطق کشاورزی، استفاده از کودها و سموم دفع آفات موجب می گردد تا میزان زیادی فاضلاب شهری، کشاورزی و صنعتی و همچنین پساب های کشاورزی که دارای ترکیبات شیمیایی مختلف مخصوصا عناصر سنگین است وارد اکوسیستم های آبی گردد (۱). آلودگی اکوسیستم های آبی به فلزات سنگین می تواند از طریق بررسی آب مورد تایید قرار گیرد. تجمع بالای فلزات سنگین در آب می تواند منجر به تغییرات اکولوژی جدی شود (۲). از میان مواد آلاینده وارد شده به محیط آبی، فلزات سنگین به علت اثرات سمی و پتانسیل تجمع زیستی در بسیاری از گونه های آبی قابل توجه هستند (۳). آلودگی اکوسیستم های آبی به فلزات سنگین می تواند از طریق بررسی آب، رسوب و موجودات زنده مورد تایید قرار گیرد. تجمع بالای فلزات سنگین در این اجزا می تواند منجر به تغییرات اکولوژی جدی شود (۲). رسوبات، مخزنی جهت تجمع فلزات سنگین به شمار می روند به گونه ای که این فلزات ممکن است از جایی که منشا می گیرند در رسوبات ذخیره شوند و از این طریق به زنجیره غذایی راه یابند (۴). تالاب انزلی نیز تحت تاثیر افزایش جمعیت و صنعتی شدن شهرهای حاشیه خود قرار گرفته و موقعیت نگران کننده ای از لحاظ میزان آلاینده پیدا نموده است. آلودگی های انسانی و غیرانسانی وارد شده به اکوسیستم های آبی نهایتا منجر به افزایش میزان آلاینده های آلی و معدنی و به ویژه فلزات سنگین در آب و رسوبات به تبع آن در آبزیان خواهد شد. تالاب انزلی نیز از این قاعده مستثنی نبوده و بدلیل عدم وجود سیستم تصفیه فاضلاب های شهری، صنعتی و همچنین ورود مستقیم پساب های کشاورزی حاوی کودها و سموم کشاورزی، در معرض خطر بوده و میزان تجمع آلاینده های مختلف در آب، می تواند بالا باشد. لذا، از یک سو، عناصر سنگین و سمی، تهدید جدی برای حیات تالاب به حساب می آید و از سوی دیگر مواد مغذی ورودی به تالاب باعث رویش بیش از حد

گیاهان آبی شده و مشکل یوتروفیکاسیون را ایجاد نموده اند. این تحقیق ما به بررسی میزان فلزات سنگین در نمونه های رسوب سه بخش تالاب انزلی پرداختیم. با توجه به جایگاه خاص تالاب انزلی در دنیا و ایران و به دلیل آلودگی بیش از حد (که موجب شده که این تالاب در لیست تالاب های مونتره قرار گیرد)، اهداف اصلی این بررسی عبارتند از: ۱- اندازه گیری آلودگی فلزات سنگین (Cd, Pb, Hg, Zn و Cu) در رسوب سه بخش تالاب جهت مقایسه میزان آلودگی آن با سایر تحقیقات مشابه ۲- به دست آوردن داده هایی که سایر محققین در آینده مبتنی بر آن بتوانند میزان تغییرات وارد شده به تالاب را از نظر افزایش میزان آلودگی تخمین بزنند. به علاوه، این تحقیق می تواند جهت بررسی و پایش زیست محیطی تالاب از نظر آلودگی فلزات سنگین مفید واقع شود.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه برداری

تالاب انزلی جزو ۲۲ تالاب بین المللی ایران است که تحت پوشش کنوانسیون رامسر قرار دارد. این تالاب از مهم ترین زایشگاه های جنوبی دریای خزر و بزرگ ترین حوضه آب شیرین در جنوب دریای خزر محسوب می گردد (۵). تنوع گونه های جانوری شامل آبزیان، پرندگان، خزندگان، دوزیستان و پستانداران حاشیه تالاب نشانه اهمیت تالاب انزلی است. پس از بررسی کامل منطقه مورد مطالعه از روی نقشه های موجود برای انتخاب محل نکاتی از قبیل پوشش گیاهی قسمت های مختلف تالاب، نوع آلودگی، سهولت دسترسی و پارامترهای دیگر ارزیابی شد. با بازدیدهای مکرر از منطقه، سه بخش شرق، مرکز و غرب تالاب انتخاب شد. در بخش شرقی به علت پراکندگی و گسترش صنایع و فعالیت های کشاورزی، مواد آلاینده زیادی وارد تالاب می شود و در وضعیت بحرانی قرار دارد. بخش مرکزی متأثر از پساب های کشاورزی و پساب های پراکنده شهری و روستایی است و حد واسط دو بخش قبلی است که به دلیل تردد قایق ها دچار صدمات محیط

سرب و کادمیوم نمونه‌ها از دستگاه طیفسنجی جذب اتمی مجهز به کوره گرافیکی GBC مدل SensAA استفاده شد. نمونه‌ها را با کمک دستگاه جذب اتمی Philips مدل 9400 PU آنالیز نموده و غلظت دو فلز روی و مس موجود در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. ضمناً برای هر گروه از نمونه‌ها، یک نمونه شاهد تهیه و همراه با دیگر نمونه‌ها آنالیز شدند (۷). برای آماده‌سازی نمونه‌های رسوب جهت آنالیز جیوه، فقط لازم بود که نمونه‌های رسوب را در دستگاه فریزدرایر خشک کنیم، سپس آنها را با کمک هاون چینی خوب آسیاب کنیم. در شکل ۱ موقعیت رودخانه‌های ورودی به تالاب و ایستگاه‌های نمونه برداری ارایه شده است.

حد تشخیص (LOD) Limit Of Detection، درصد بازیابی و درصد خطای نسبی (Relative Standard Deviation) (RSD) هر یک از عناصر محاسبه گردید، مقادیر محاسبه شده در جدول ۱ گزارش شده است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS 11.5 انجام شد.

بحث

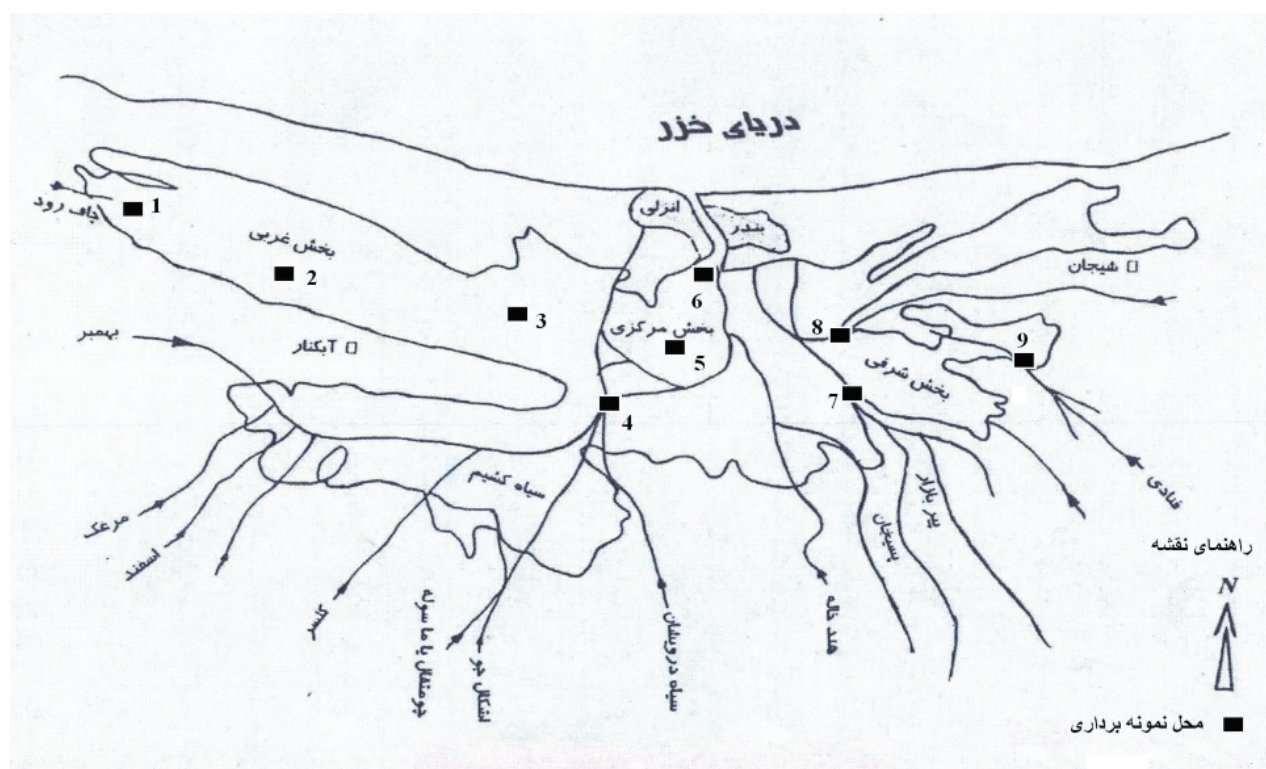
نتایج آزمون‌های آماری انجام گرفته در جدول ۲ و ۳ ارایه گردیده است. نتایج به دست آمده، اختلاف معناداری را میان میزان آلودگی فلزات سنگین در منطقه شرقی با دو منطقه دیگر را نشان می‌دهد، در حالی که این اختلاف میان دو منطقه مرکزی و غربی معنی‌دار نبود (شکل ۲).

در میان مناطق مورد بررسی منطقه شرقی تالاب بیشترین غلظت فلزات را داشت، منطقه مرکزی و غربی تالاب بعد از منطقه شرقی تالاب در رده دوم و سوم قرار گرفتند (شکل ۲). سرتاج و همکاران (۱۳۸۴) در طی یک بررسی از آلودگی برخی از فلزات سنگین در نمونه رسوب تالاب انزلی، به این نتیجه رسیدند که منطقه شرقی تالاب نسبت به منطقه غربی تالاب آلوده‌تر است که با نتایج به دست آمده در این بررسی همخوانی دارد. در مطالعه حاضر نیز میزان آلودگی فلزات مورد بررسی نیز در منطقه شرق تالاب نسبت به دو منطقه مرکز

زیستی جدی شده است، بخش غربی تالاب تنها بخشی است که فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی پراکنش چندانی ندارند. در نهایت در طی فروردین ۱۳۸۷ از روی نقشه‌های موجود، محل‌های مناسب نمونه برداری در سه بخش تالاب انزلی به طور تصادفی انتخاب شد. پس از مشخص شدن نواحی مورد مطالعه ایستگاه‌های نمونه برداری روی نقشه مشخص شد. موقعیت و مختصات این ایستگاه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. سپس با استفاده از سیستم مکان‌یابی ماهواره‌ای جغرافیایی GPS نقاط مشخص شده در داخل تالاب علامت‌گذاری شد. تعداد ایستگاه‌های نمونه برداری ۹ نقطه انتخاب شد که در هر نقطه ۳ تکرار داشتیم. لازم به ذکر است که به علت محدودیت‌های موجود در طی تحقیق حداقل تعداد ایستگاه در هر منطقه که از نظر آماری معنادار باشد در نظر گرفته شد. همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود ایستگاه‌های ۱، ۴، ۷، ۸ و ۹ در نزدیکی ورود برخی از رودخانه‌ها به تالاب انتخاب شده‌اند در حالی که سایر ایستگاه‌ها در داخل تالاب انتخاب شدند. میانگین عمق آب در محل‌های نمونه‌گیری ۲ متر بود. به منظور نمونه برداری رسوبات بستر (۵-۱ سانتی متر) از وین گرب با سطح دهانه ۲۵۵ استفاده شد. پس از هر بار گسیل وین گرب به بستر تالاب و بالا آوردن آن محتویات آن را به آرامی دورن ظرف پلاستیکی عاری از هر گونه آلودگی تخلیه گردید. از هر ایستگاه حدود ۵۰۰ گرم از رسوبات سطحی برداشت شد. رسوبات درون ظروف شیشه‌ای به آزمایشگاه منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (۶) تا انجام آزمایشات نگه‌داری شدند. ابتدا نمونه‌های رسوب جمع‌آوری شده در دستگاه فریزدرایر به مدت ۲۴ ساعت کاملاً خشک شدند، سپس نمونه‌ها با استفاده از الک‌های استاندارد دانه بندی شده و ذرات کمتر از ۶۳ میکرون آنها برای آزمایش‌های شیمیایی جدا گردید. برای اندازه‌گیری کمی فلزات سنگین در نمونه‌های رسوب از روش هضم تر استفاده شد و برای انتخاب اسید و مواد لازم برای استخراج و عصاره‌گیری فلزات از ترکیب اسیدهای نیتریک، فلئوریدریک و کلریدریک استفاده شد. برای آنالیز دو فلز

صنعتی، کشاورزی پراکنش چندانی ندارند. سه بخش مورد مطالعه از نظر خصوصیات زمین شناسی شبیه هم بوده، پس به عنوان یک نتیجه گیری کلی می توان گفت که تجمع زیادی از صنایع در منطقه شرقی و ورود فاضلاب های شهری به این ناحیه از دلایل اصلی بالا بودن میزان آلودگی فلزات سنگین در منطقه شرتالاب نسبت به دو منطقه دیگر است که یک تهدید خاص برای حیات تالاب محسوب می شود.

و غرب نیز بیشتر بود از دلایلی که می توان برای این نتایج بیان کرد این است که در بخش شرقی به علت پراکندگی و گسترش صنایع و فعالیت های کشاورزی، مواد آلاینده زیادی وارد تالاب می شود و در وضعیت بحرانی قرار دارد بخش مرکزی متأثر از پساب های کشاورزی و پساب های پراکنده شهری و روستایی است و حد واسط دو بخش قبلی است که به دلیل تردد قایق ها دچار صدمات زیست محیطی جدی شده است. بخش غربی تالاب تنها بخشی است که فعالیت های



شکل ۱: عمده رودخانه های ورودی به تالاب انزلی و محل نمونه برداری در تالاب

جدول ۱: حد تشخیص، درصد بازیابی، شرایط لامپ و طول موج هریک از عناصر در نمونه های رسوب

نمونه	عنصر	طول موج (nm)	حد تشخیص (µg/g)	درصد بازیابی	درصد خطای نسبی
رسوب	Cd	۲۲۸/۸	۰/۰۰۰۶۱	۹۹	۲/۵۷
	Pb	۲۸۳/۳	۰/۰۰۵	۹۷	۸/۴۹۷
	Hg	۲۵۴	۰/۰۱	۹۶	۷/۹۸
	Zn	۲۱۳/۹	۰/۱۷۹۴	۱۰۰	۰/۵۶
	CU	۳۲۴/۸	۰/۰۸۵۱	۹۳	۳/۱۴۶

جدول ۲: نتایج آنالیز واریانس یک طرفه میزان فلزات سنگین در رسوب سه بخش مورد مطالعه تالاب انزلی

نمونه	عنصر	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	a	سطح معنی داری	همگنی واریانس
۱)	Pb	بین گروه‌ها	۱۱۸۹۶۳/۸۳۳	۲	۵۹۴۸۱/۹۱	۱۱/۲۵۵	۰/۰۰۰**	غیر همگن
		داخل گروه‌ها	۱۲۶۸۴۱/۱۵	۲۴	۵۲۸۵/۰۴			
		کل	۲۴۵۸۰۴/۹۹	۲۶				
۲)	Cu	بین گروه‌ها	۲۶۶۱/۸۹۳	۲	۱۳۳۰/۹۴۶	۱۸/۲۳۸	۰/۰۰۰**	همگن
		داخل گروه‌ها	۲۷۷۳/۱۶۴	۳۸	۷۲/۹۷۸			
		کل	۵۴۳۵/۰۵۷	۴۰				

** تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۹۹٪

جدول ۳: نتایج آزمون‌های غیر پارامتریک میزان فلزات سنگین در رسوبات سه بخش مورد مطالعه تالاب انزلی

عنصر	درجه آزادی	نتایج آزمون کروسکال والیس		نتایج آزمون من ویت نی یو		Cd	Pb	Zn
		Chi-Square	سطح معنی داری	سطح معنی داری	سطح معنی داری			
			سطح معنی داری	سطح معنی داری	سطح معنی داری			
			a, b	a, c	b, c			
	۲	۷/۹۱	۰/۰۱۹	۰/۰۹۴	۰/۱۰۴			
	۲	۶/۹۲۲	۰/۰۳۱	۰/۹۴۳	۰/۰۱۴			
	۲	۲۷/۶۶۱	۰/۰۰۰	۰/۲۵۹	۰/۰۰۰			

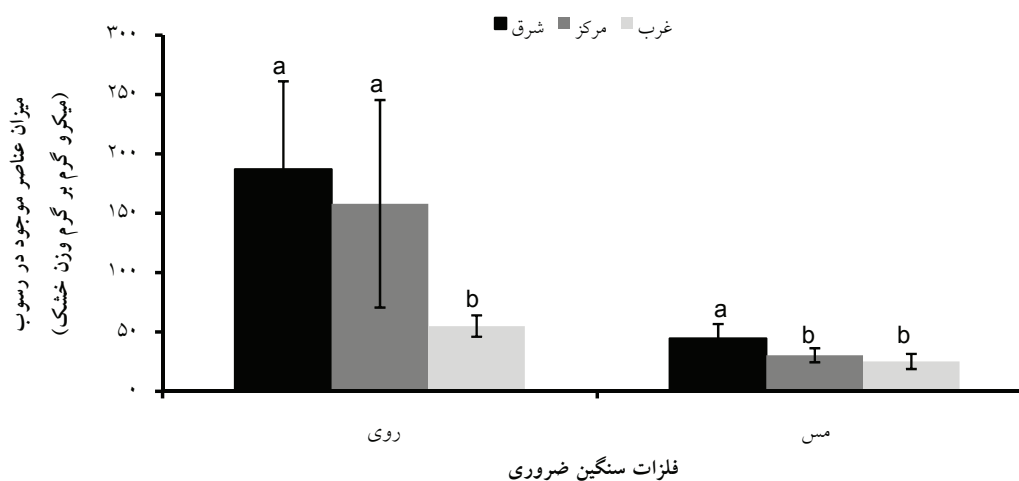
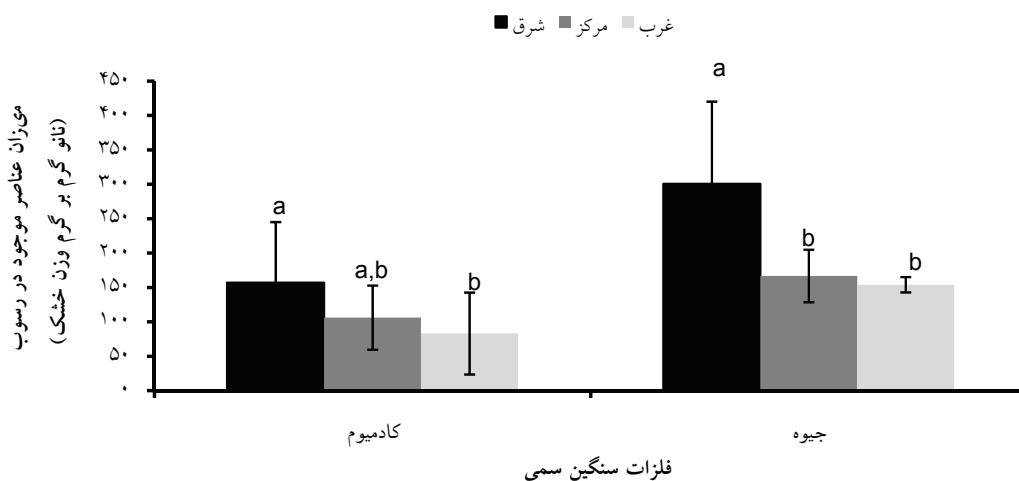
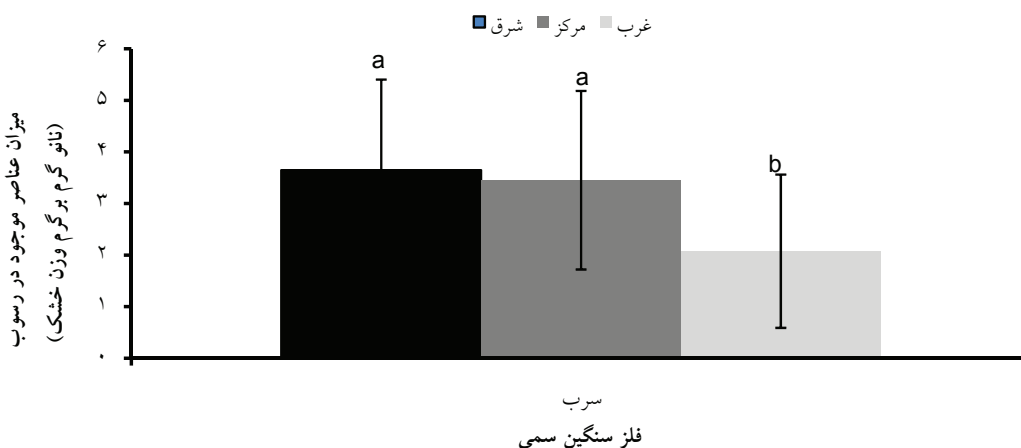
a نمونه‌های رسوب بخش شرقی تالاب انزلی

b نمونه‌های رسوب بخش مرکزی تالاب انزلی

c نمونه‌های رسوب بخش غربی تالاب انزلی

نشان می‌دهد به این نتیجه می‌رسیم که غلظت عناصر مورد بررسی در نمونه‌های رسوب تالاب انزلی نسبت به دریاچه Ataturk بیش تر بوده و این می‌تواند هشدار برای توجه بیشتر به حفاظت و پایش زیست محیطی این تالاب با ارزش باشد (۸). Usero و همکاران (۲۰۰۳) میانگین عناصر سرب، کادمیوم، جیوه، روی و مس را نمونه رسوب ۱۹، ۲۸۵، ۱/۶، ۳۴۵۰ و ۷۵۷ میلی گرم بر کیلو گرم وزن خشک گزارش نمودند که از نتایج به دست آمده در تالاب انزلی بیشتر بود (۹). Demirak و همکاران (۲۰۰۶) میانگین فلزات کادمیوم، سرب، روی و مس را به ترتیب ۰/۰۸۳۶، ۰/۰۰۸، ۰/۰۸۳۶، ۰/۰۸۳۶ نانو گرم بر گرم وزن خشک، ۳۷ و ۱۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آوردند.

میانگین فلزات سنگین در رسوبات سه منطقه شرق، مرکز و غرب تالاب به ترتیب سرب (۳/۶۴۶، ۳/۴۵۴ و ۲/۰۷۷ نانو گرم بر گرم وزن خشک)، کادمیوم (۱۵۷/۰۲۳، ۱۵۷/۱۸۹ و ۸۳/۰۸۹ نانو گرم بر گرم وزن خشک)، جیوه (۳۰۰/۶۹۲، ۳۰۰/۶۹۰ و ۱۶۶/۶۹۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک)، روی (۱۵۳/۹۴۳، ۱۵۷/۹۷۱ و ۵۴/۹۲۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و مس (۴۴/۴۵۲، ۳۰/۴۰۴ و ۲۵/۱۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک) به دست آمد. Karadede و Unlu (۲۰۰۰) میانگین فلزات سرب، کادمیوم، جیوه، روی و مس را در رسوبات دریاچه Ataturk به ترتیب Nd، Nd، Nd، ۶۰/۷۹، ۱۴/۵۷ و ۱۴/۵۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آوردند، همان گونه که مقایسه داده‌های موجود



شکل ۲: میانگین فلزات سنگین در نمونه های رسوب سه منطقه شرق، مرکز و غرب تالاب انزلی

نمود (جدول ۵).

نتایج تحقیقاتی که قبلا در این منطقه انجام شده است، حاکی از آن است که خصوصیات زمین شناختی تالاب انزلی در سه منطقه مورد بررسی با هم تفاوتی نداشته، لذا خصوصیات زمین شناختی تالاب در میزان فلزات اندازه گیری شده تاثیر چندانی نداشته است (۱۴).

نتیجه گیری

با انجام آزمایشات و تجزیه و تحلیل آماری نتایج به این نتیجه رسیدیم که در این تالاب آلودگی فلزات سنگین وجود داشته، هر چند که مقایسه با استانداردهای جهانی نشان داد که آلودگی این تالاب به فلزات سنگین کمتر از حد استاندارد بوده، اما چنانچه این روند ادامه یابد در آینده ای نه چندان دور حیات این تالاب با ارزش به خطر نابودی خواهد افتاد. در این تالاب ما شاهد یک تغییرات تدریجی مکانی آلودگی فلزات سنگین در نمونه ها بودیم به گونه ای که آلودگی فلزات سنگین در این تالاب از شرق به غرب یک تغییر نزولی داشت. این تغییرات می تواند بیانگر تاثیر صنایع بخش شرقی تالاب بر آلودگی فلزات سنگین باشد. پس با توجه به نتایج به دست آمده باید راه کارهای مناسبی را جهت کاهش ورود آلاینده ها به این تالاب در نظر بگیریم، سپس در کنار این راه کار سعی در تعدیل آلاینده های که قبلا به تالاب وارد شده اند را در پیش گیریم.

Guentzel و همکاران (۲۰۰۷) محدودهای در حدود ۲۷/۵ - ۹۰/۵ نانوگرم بر گرم وزن خشک را برای غلظت جیوه در رسوب گزارش نمودند که با نتایج تحقیق حاضر هم خوانی نداشته و کمتر از مقادیر به دست آمده برای تالاب انزلی است (۱۱ و ۱۰). ترتیب عناصر موجود در نمونه رسوب تالاب انزلی به صورت $Zn > Cu > Hg > Cd > Pb$ بود. Doong و همکارانش (۲۰۰۸) ترتیب فلزات سنگین را در نمونه های رسوب به ترتیب زیر گزارش نمودند: $Zn > Pb > Cr > Cu > Cd$ همانگونه که مشاهده می شود در نتایج حاصل نیز فلز روی بیشترین غلظت را داشته و فلز مس نسبت به فلز کادمیوم غلظت بیشتری داشت. Altındağ و Yigiti (۲۰۰۵) ترتیب تجمع فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، جیوه و کروم) را در نمونه رسوب به صورت $Pb > Cd > Cr > Hg$ در دریاچه Beyşehir گزارش نمودند (۱۲ و ۲). در جدول ۴ مقایسه ای میان نتایج به دست آمده در تالاب انزلی با سایر مناطق آورده شده است.

جهت مقایسه غلظت عناصر مذکور با استاندارد کانادا برای فلزات در رسوب (CCME، 1999) از آزمون آماری One - Sample T Test استفاده شد (۱۳)، نتایج این آزمون نشان داد که فلزات سرب، کادمیوم، جیوه و مس در سطح احتمال ۰/۰۰۱ درصد با غلظت این استاندارد تفاوت معنی داری داشت و به جز فلز مس برای سایر فلزات کمتر از استاندارد بودند در حالی که غلظت فلز روی با وجود این که نسبت از استاندارد بیشتر بود اما این اختلاف از نظر آماری معنی دار

جدول ۴: مقایسه غلظت عناصر مورد بررسی در نمونه رسوب تالاب انزلی با سایر مناطق

مس	روی	سرب	کادمیوم	جیوه	
(میکروگرم بر گرم)	(میکروگرم بر گرم)	(نانوگرم بر گرم)	(نانوگرم بر گرم)	(نانوگرم بر گرم)	
۴۴/۴۵۲	۱۸۶/۹۵۳	۳/۶۴۶	۱۵۷/۰۲۳	۳۰۰/۶۲۹	شرق
۳۰/۴۰۴	۱۵۷/۹۷۱	۳/۴۵۴	۱۰۶/۱۸۹	۱۶۶/۶۹	مرکز
۲۵/۱۵	۵۴/۹۲۸	۲/۰۷۷	۸۳/۰۸۹	۱۵۳/۹۴۳	غرب
-	۷۱	۱۶۰۰۰	۲۱۰	۱۲۰-۱۱۰۰	RamMohan و Jonathan (۲۰۰۳)
-	-	۲۶۰۰۰	۱۰۰۰	۹۰۰	Mondal و همکاران (۲۰۰۱)
۱۲-۸۰	۵۲-۱۹۲	-	۱۷۰۰-۱۱۰۰۰	۲۴۰-۱۹۳۰	Govindasamy و همکاران (۱۹۹۷)

جدول ۵: نتایج آزمون مقایسه غلظت عناصر در نمونه رسوب با سطح استاندارد

فلز	استاندارد کانادا برای فلزات در رسوب وزن خشک (µg/g)	P	
سرب	۳۰/۲	۰/۰۰۰	کمتر از حد استاندارد
کادمیوم	۰/۷	۰/۰۰۰	کمتر از حد استاندارد
جیوه	۰/۱۳	۰/۰۰۰	کمتر از حد استاندارد
مس	۱۸/۷	۰/۰۰۰	بیش از حد استاندارد
روی	۱۲۴	۰/۵۵۸	بیش از حد استاندارد

منابع

- Lamanso R, Cheung Y, Chan KM. Metal concentration in the tissues of rabbitfish collected from Tolo Harbour in Hong kong. Marine Pollution Bulletin. 1991;39:123-34.
- Altındağ A, Yiğiti S. Assessment of heavy metals concentrations in the food web of lake Beyşehir, Turkey. Chemosphere. 2005;60:522-56.
- Blevins RD, Pancorbo OC. Metal concentration in muscle of fish from aquatic system in east Tennessee, U.S.A, water. Water Research. 1986;120:132-45.
- Malakootian M, Yaghmaeian K, Meserghani M, Mahvi AH, Danesh Pajouh M. Determination of Pb, Cd, Cr and Ni concentration in imported Indian rice to Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2011;4(1):77-84.
- Khoshnamvand M, Kaboodvandpour S, Ghiasi F. A Survey on accumulated mercury in different tissues of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) from Sanandaj Gheshlagh Dam. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(3):291-98.
- França S, Vinagre C, Caçador I, Cabral N. Heavy metal concentration in sediment, benthic invertebrates and fish in three salt marsh areas subjected to different pollution loads in the Tagus Estuary (Portugal). Marine pollution Bulletin. 2005;50:993-1018.
- Sartaj M, Dehkordi F, filizadeh E. An investigation of the evolution of distribution and accumulation of heavy metals (Cr, Ni, Cu, Cd, Zn and Pb) in Anzali Wetland's sediments. Journal of Iranian Natural Source. 2005; 3: 623-33 (in Persian).
- Cardwell AJ, Hawker DW, Greenway M. Metal accumulation in aquatic macrophytes from southeast Queensland, Australia. Chemosphere. 2002;48:653-63.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). Annual book of ASTM Standards. USA: ASTM; 2000.
- Karadede H, Unlu E. Concentration of some heavy metal in water, sediment and fish species from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Chemosphere. 2000;41:1371-76.

9. Usero J, Izquierdo C, Morillo J, Gracia I. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International*. 2003;29:949-56.
10. Demirak A, Yilmaz F, Tuna AL, Ozdemir N. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. *Chemosphere*. 2006;63:1451-58.
11. Guentzel JL, Portilla E, Keith KM, Edward KO. Mercury transport and bioaccumulation in riverbank communities of the Alvarado Lagoon System, Veracruz State, Mexico. *Science of the Total Environment*. 2007;388:316-24.
12. Doong R, Lee S, Lee C, Sun Y, Wub S. Characterization and composition of heavy metals and persistent organic pollutants in water and estuarine sediments from Gao-ping River, Taiwan. *Marine Pollution Bulletin*. 2008;57:846-57.
13. Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. Canadian environmental quality guidelines. Winnipeg. 1999.
14. Jahangir D, Keshavarzan zadeh Z. Report of surveys the satin of geomorphology and natural traits from Anzali Wetland. Geological Survey of Iran. 2005 (in Persian).

Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Hg, Zn and Cu) Contamination in Sediment of Three Sites Anzali Wetland

***khosravi M .¹, Bahramifar N .², Ghasempouri M¹**

¹Department of Environment, Faculty of Natural Source, Tarbiat Modares University

²Department of Chemical and Process Engineering, Associate Professor, Faculty of Natural Source, Tarbiat Modares University

Received; 7 February 2011 Accepted; 1 January 2011

ABSTRACT

Background and Objectives: Anzali Wetland is one of the most important aquatic ecosystems of Iran which is located in south-west of the Caspian sea. This Wetland provides a suitable and non-market price habitat for valuable fish and aquatic animals which have an important role in the life cycle of this ecosystem. This study reports the results of some heavy metals contamination monitoring in superficial water of the Anzali Wetland, Iran.

Materials and Methods: The samples were collected from three sites (east, center and west) of Anzali Wetland, in each site three stations existed and each sample replicated three times.

Results: The results showed high heavy metal levels in eastern site of wetland, where there were high levels of contamination. The mean of heavy metals concentration in sediment from Anzali Wetland were in order as Cd 157.023, Pb 3.646 and Hg 300.692 ng /g dried weight, Zn 186.953 and Cu 44.452 mg /g dried weight in eastern site. The concentration levels of heavy metals in three sites were in order as follows: Zn > Cu > Hg > Cd > Pb.

Conclusion: Concentrations of heavy metals in eastern zone reflected metal loadings from anthropogenic sources located at and in the vicinity of the sampling sites.

Key words: Pollution, Heavy metals, Water, Anzali, Wetland

***Corresponding Author:** *m_khosravi2177@yahoo.com*

Tel: +98 9376085441 **Fax:**