بررسی غلظت فلزات سنگین در رسوبات سطحی با اندازه های متفاوت (مطالعه موردی: تالاب‌انزلی)

چکیده

تالاب‌انزلی بین دو بدنه آب شور و شیرین واقع شده و به عنوان یک تالاب مهم بین‌المللی در کنوانسیون رامسر در سال ۱۹۷۵ ثبت گردید. هدف از این مطالعه بررسی غلظت فلزات سنگین (Cd ,Cu ,Cr ,Pb و Zn) در رسوبات سطحی تالاب‌انزلی می‌باشد. برای این منظور نمونه‌برداری رسوبات در مرداد ماه ۱۳۸۸ از ۶ ایستگاه توسط دستگاه نمونه بردار گرب صورت پذیرفت. سپس از هر نمونه دانه‌های با ابعاد ۰/۰۶۳، ۰/۲۵، ۱ و ۲ میلی‌متری انتخاب گردید تا اثر ریزدانه‌ها بر تجمع عناصر سنگین بررسی گردد. هضم رسوبات توسط اسیدنیتریک و اسیدکلریدریک بر روی حمام‌شن صورت پذیرفت. نتایج نشان داد غلظت فلزات مس و کادمیوم رسوبات تالاب در مقایسه با مقادیر پوسته زمین و رسوبات جهانی بالاتر می‌باشد. بر اساس شاخص انباشت ژئوشیمیایی نیز آلودگی تالاب به عنصر کادمیوم تائید شده است. هچنین نتایج همبستگی بین فلزات مورد مطالعه با طبقات دانه‌بندی شده رسوبات نشان داده که ابعاد ریزدانه‌های رسوبات؛ بجز در ذرات ۰/۰۶۳ میلی‌متری؛ تأثیر قابل‌توجهی بر توزیع مکانی فلزات سنگین در منطقه نداشته است.

واژگان کلیدی: رسوبات سطحی، انباشت‌ژئوشیمیایی، فلز سنگین، تالاب‌انزلی.

طاهره خزایی[1*]
علیرضا پورخباز[2]
۱. دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی، دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، بیرجند، ایران.
۲. دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی، عضو هیات علمی گروه محیط زیست، دانشگاه غیر انتفاعی هرمزان بیرجند، ایران.
* **نویسنده مسئول مکاتبات**
Tkhazaei685@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۱۳
کد مقاله: ۱۳۹۱۱۹۹۲

مقدمه

برای حفظ محیطزیست و کنترل آلودگی بایستی اطلاعات دقیقی از میزان آلودگی‌ها بخصوص فلزات سنگین و پراکنش آن‌ها در محیط‌هایی همچون تالاب‌ها وجود داشته باشد (نوروز اصل، ۱۳۷۲). بالاترین تمرکز آلودگی‌های وارد شده به رودخانه‌ها و مناطق دریایی در رسوبات وجود دارد. در واقع حضور رسوبات در بستر و ستون آب، به دلیل تمایل یون‌های فلزی برای جذب شدن توسط ذرات رسوب، نقش مهمی در انتقال و سرنوشت یون‌های فلزات سنگین در رودخانه‌ها، تالاب‌ها، دریاها و غیره ایفا می‌کند (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۷). رسوبات به عنوان مخزن مواد آلاینده در محیط‌های آبی بوده و به همین دلیل جهت استفاده بهتر و تعیین بار آلودگی محیط‌های آبی در بیشتر مطالعات تاکید شده‌اند (Salomons, 1984; Sobczyński, 2001; Eggleton, 2004; Ying Wang, 2011). بیش از ۹۰ درصد فلزات سنگین وارد شده به اکوسیستم‌های آبی به ذرات معلق متصل شده و یا در رسوبات تجمع پیدا می‌کنند، که این تجمع ناشی از ورود پساب کارخانجات صنعتی، کشاورزی، خانگی و همچنین ته نشست اتمسفری می‌باشد، بنابراین رسوبات نقش مهمی در ارزیابی آلودگی فلزات ایفا می‌کنند (Wei Luo *et al.,* 2010). بطور نسبی کلیه آلودگی‌های تجمع یافته در رسوبات، بجز فلزات سمی بر اثر واکنش‌هایی به تدریج تجزیه شده و از بین می‌روند و تنها عناصر سنگین هستند که در رسوبات تجمع یافته و تقریباً در محیط باقی می‌مانند. از طرفی فلزات در فازهای مختلف کانی‌شناسی در رسوب توزیع گشته و بدین ترتیب تحرک و قابلیت دسترسی زیستی آنها می‌تواند به اشکال مختلف ذرات رسوب بستگی داشته باشد (Gismera *et al.,* 2004). تالاب‌انزلی به دلیل شرایط خاص اکولوژیک، اقتصادی، اجتماعی و تنوع گونه‌ای جانوری و گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به عبارت دیگر این تالاب جایگاه بسیار مناسبی جهت تداوم زندگی وحوش و منابع تغذیه جانوران محسوب می‌گردد. علاوه بر این، ارزش‌های ویژه تالاب در افزایش مواد گیاهی و همچنین در تکثیر ماهیان دریای خزر می‌باشد (تیزکار، ۱۳۷۹). امروزه پراکندگی و گسترش صنایع و فعالیت‌های کشاورزی در اطراف تالاب‌انزلی، ورود رودخانه پیربازار؛ که آلودگی آن بدلیل ورود پساب‌های کارخانجات مختلف می‌باشد، باعث گردیده میزان زیادی از آلاینده‌های مختلف از جمله فلزات سنگین وارد تالاب و سپس دریای خزر گشته و تهدیدی جدی برای شبکه‌های مختلف غذایی هم در این تالاب و حیات در دریای خزر

Archive of SID

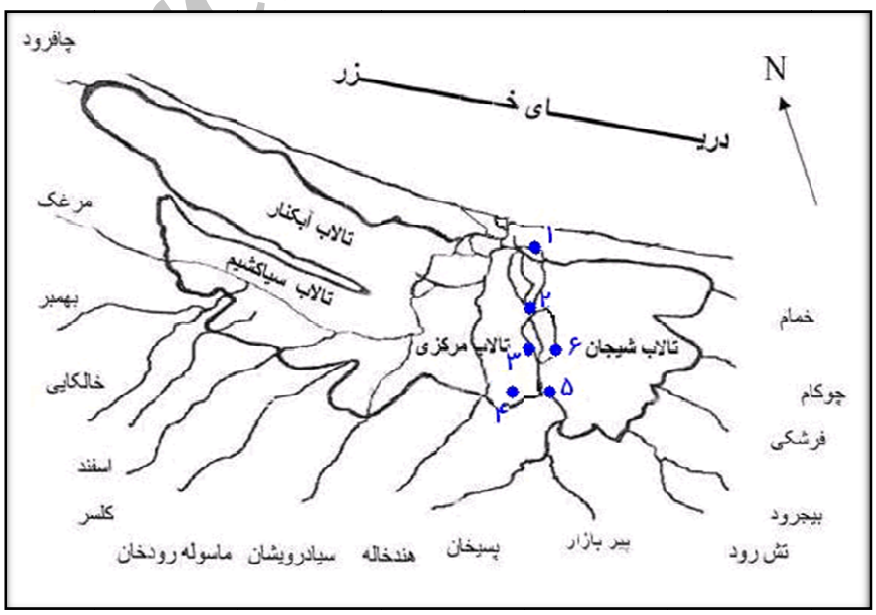
www.SID.ir

محسوب گردد (پایدار، ۱۳۸۰؛ اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۸۵). در این مطالعه ضروری به نظر می‌رسد تا میزان تجمع عناصر سنگین نظیر سرب، روی، کادمیوم، مس و کروم در نمونه‌های رسوبات سطحی تالاب‌انزلی اندازه‌گیری شده و اثر دانه‌بندی ذرات رسوب بر غلظت این عناصر مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد تا خطر سمیتی اکولوژیکی این نواحی ارزیابی گردد.

مواد و روش ها

تالاب‌انزلی در جنوب‌غربی دریای خزر در کنار دلتای رودخانه سپیدرود واقع شده و در محدوده‌ی بین ′۴۶ °۴۸ تا ′۴۳ °۴۹ طول جغرافیایی و همچنین ′۵۴ °۳۶ تا ′۳۴ °۳۷ عرض جغرافیایی قرار گرفته است (Sharifi, 1990). مساحت این تالاب حدود ۲۱۸ کیلومترمربع و مساحت حوزه‌ی آبریز آن ۳۷۴ هزار هکتار می‌باشد (نظامی بلوچی و همکاران، ۱۳۸۵).

تالاب‌انزلی از نظر زمین‌شناسی در اواخر پلیوسن و به احتمالی هولوسن تشکیل شده است (کریمی و همکاران، ۱۳۸۶). میزان بارش سالانه این حوزه حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر با متوسط رطوبت نسبی سالانه ۸۱ درصد می‌باشد و به همین دلیل تغییرات حرارتی شبانه روز در آن زیاد نمی‌باشد (تیزکار، ۱۳۷۹). عمده رودخانه‌های ورودی به تالاب از کوه‌های تالش یا طوالش سرچشمه گرفته‌اند. رودخانه‌های ورودی به تالاب شامل: پیربازار، رمضان‌بکنده، قنادی، لَه‌کا، بیجرود، نوخاله، هندخاله، سیاه‌درویشان، گازرودبار، نرگستان، چومثقال، کلسر، شیجان، اسپند، مرغک‌خالکایی، بهمبر، شیله‌سر و رودخانه‌های خروجی شامل انزلی و غازیان می‌باشند (نظامی‌بلوچی و همکاران، ۱۳۸۵). در این تحقیق پس از مطالعات میدانی در تیر ماه ۱۳۸۸ تعداد ۶ ایستگاه برای نمونه برداری انتخاب شده و موقعیت جغرافیایی هر ایستگاه توسط دستگاه GPS ثبت گردید (شکل۱). ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس منابع آلاینده تالاب و نیز رودخانه‌های ورودی به آن انتخاب گردید. بطور کلی قسمت اعظم انواع آلودگی های کشاورزی (سموم و کود های شیمیایی)، شهری، صنعتی و اجسام سنگین (قطعات فلزی و لاستیکی) توسط رودخانه های ورودی که از مناطق شهری و روستایی عبور می نمایند وارد مرداب انزلی می گردند. رودخانه هایی که از مناطق شهری و صنعتی عبور می کنند، نظیر پیربازار سهم بسزایی در حمل بار فاضلابی چندگانه فوق دارند. همچنین تعدادی از زهکش هایی که از شرق وارد مرداب می شوند مواد سمی(آفت کش ها و علف کش ها) و کود های شیمیایی را در بارندگی ها از سطح مزارع شسته و به مرداب حمل می نمایند (منوری، ۱۳۶۹).



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

www.SID.ir

برای نمونه‌برداری رسوب از هر ایستگاه ۳ نمونه(تکرار)؛هر تکرار شامل سه تا پنج ترکیب نمونه رسوب برداشتی توسط دستگاه نمونه گیر می باشد؛ از عمق ۰-۲۰ سانتی متر رسوبات سطحی تالاب‌انزلی در مرداد ماه ۱۳۸۸ توسط دستگاه نمونه‌گیر گرب مدل (ون وین) جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها در داخل پلاستیک قرار گرفته و به آزمایشگاه انتقال یافت. پس از خشک شدن نمونه ها در دمای اتاق و هوای آزاد توسط هاون کوبیده و کاملاً نرم گردید و سپس از الک عبور داده شد. قبل از انجام هر یک از مراحل فوق، تمام تجهیزات و وسایل مورد استفاده در اسید نیتریک ۱۰ درصد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شده تا از هرگونه آلودگی جلوگیری گردد. آنالیز غلظت کل فلزات سنگین مورد مطالعه با ۴ دانه‌بندی مختلف ۰/۰۶۳ ، ۰/۲۵، ۱ و ۲ میلی‌متر صورت پذیرفت. ابتدا رسوبات از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شده، سپس چندگرم از آن را برداشته و باقیمانده با الک ۱ میلی‌متری الک گردید، مقداری از رسوب ۱ میلی‌متری را نیز برداشته و بقیه به همان ترتیب از الک‌های با مش ۶۰ و ۲۳۰ عبور داده شده و از هر دانه‌بندی مقدار یک گرم نمونه درون ارلن ریخته شد. سپس به نسبت یک به سه اسید نیتریک ۶۵ درصد و اسید کلریدریک ۳۷ درصد تهیه گردید و به نمونه‌های رسوب اضافه گردید. نمونه‌ها به مدت ۶ ساعت در حمام‌شن (Sandbath) با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده تا خشک گردیده و شیری رنگ شود. در صورتی‌که قبل از زمان مقرر نمونه‌ها آماده نشده باشند از ترکیب اسید فوق چند میلی‌لیتر دیگر به رسوب اضافه شده است.

در گام بعدی اسیدپرکلریک ($HCLO_4$) ۷۰-۷۲ درصد روی نمونه‌ها ریخته، بعد از اینکه تنها حدود ۱ میلی‌لیتر از اسید پرکلریک در نمونه باقی ماند آنرا از روی حمام‌شن برداشته و حجم نمونه توسط آب مقطر به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شده است. در نهایت نمونه‌ها از فیلتر (سایز ۰/۴۵ میکرومتر) عبور داده و برای اندازه‌گیری میزان فلزسنگین درون باکس‌ها قرار گرفتند سپس شماره نمونه‌ها بر روی باکس یادداشت گردید (Ebrahimpour and Mushrifah, 2008; Huang and Jin, 2008). اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، کروم، مس و روی) در نمونه‌های رسوب در مراحل مختلف بوسیله دستگاه جذب اتمی شعله (Flame) مدل (AAS) (کمپانی ترمو انگلستان) صورت پذیرفت. پس از به دست آوردن غلظت فلزات سنگین در ایستگاه ها، آنالیز آماری بوسیله نرم‌افزارهای SPSS18 و Macro صورت گرفت.

جهت تعیین سطح آلودگی رسوب به فلزات سنگین از شاخص انباشت‌ژئوشیمیایی استفاده گردید. شاخص انباشت‌ژئوشیمیایی درجه آلودگی رسوبات به عناصر سنگین را در ۷ کلاس، از مقدار انباشتگی فلزات در رسوبات منطقه از رده کاملاً غیرآلوده تا آلودگی بسیار شدید، مورد ارزیابی قرار می‌دهد که توسط مولر (۱۹۷۹)ارائه گردیده است (Muller, 1979) (جدول۱). طبق فرمول معرفی شده، می‌توان نسبت به محاسبه این شاخص به شکل زیر اقدام کرد:

$$\mathrm{Igeo} = \log_2\left[\frac{Cn}{(1.5 * Bn_y)}\right]$$

Igeo: شاخص انباشت‌ژئوشیمیایی فلز در رسوبات

Cn: غلظت فلز سنگین و سمی در رسوبات ریز با قطر کمتر از ۰/۰۶۳ میلی متر

Bn: غلظت زمینه‌ای عنصر (*Background Value*)

ضریب ۱/۵ به علت گوناگونی اطلاعات پیشینه ناشی از متغییرهای سنگ‌شناسی بیان می‌گردد (کرباسی و همکاران، ۱۳۸۹.، سعیدی و همکاران، ۱۳۸۹).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: راهنمای برآورد شدت آلودگی در رسوبات از شاخص Igeo

وضعیت آلودگی رسوب	رده *Igeo*	عدد بدست آمده برای *Igeo*
آلودگی بسیار شدید	۶	>۵
آلودگی شدید تا بسیار شدید	۵	>۴-۵
آلودگی شدید	۴	>۳-۴
آلودگی متوسط تا شدید	۳	>۲-۳
آلودگی متوسط	۲	>۱-۲
غیر آلوده تا آلودگی متوسط	۱	>۰-۱
کاملاً غیر آلوده	۰	< ۰

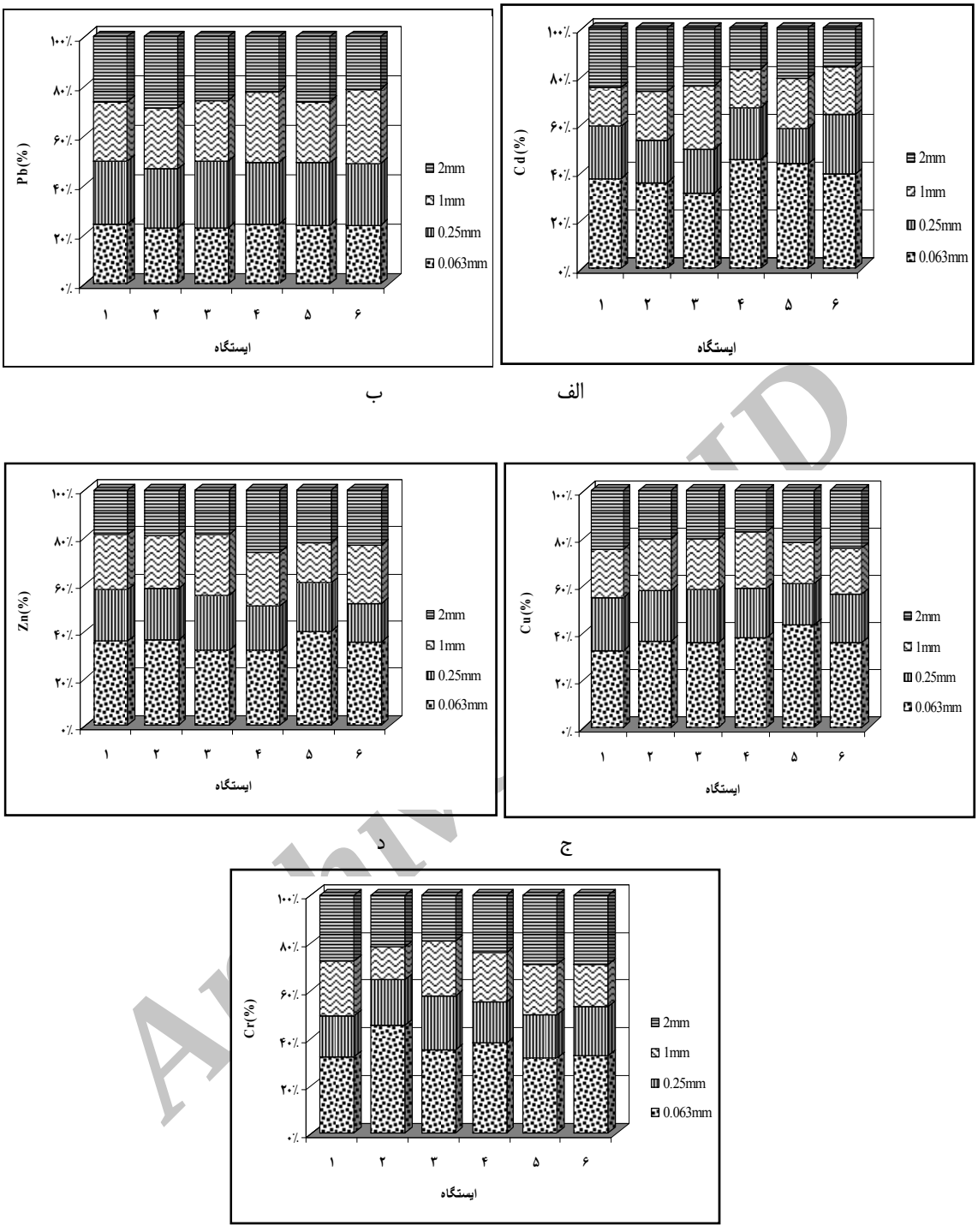
نتایج

درصد تجمع غلظت کل فلزات سنگین مورد مطالعه در دانه‌بندی ۰/۰۶۳، ۰/۲۵، ۱ و ۲ میلی متر رسوبات سطحی تالاب‌انزلی اندازه‌گیری گردید (شکل ۲). بایستی توجه داشت که جداسازی این ۴ ریزدانه از نمونه‌های رسوبات، جهت دستیابی به این مطلب بوده که اندازه ذرات رسوب چه تأثیری بر افزایش غلظت کل فلز سنگین می‌گذارد.

نتایج نشان داد بیشترین درصد فلزات کادمیوم و سرب بترتیب در ایستگاه‌های شماره ۴ (۴۳/۴ درصد) و ۶ (۳۰/۷ درصد) و مربوط به ذرات ۰/۰۶۳ میلی متر می‌باشد درحالی‌که کمترین میزان درصد فلزات کادمیوم و سرب در دانه‌بندی یک میلی‌متری رسوبات (کادمیوم به میزان ۱۴/۶ درصد و در ایستگاه ۵ و سرب به میزان ۲۱/۲ درصد در ایستگاه ۶) مشاهده گردید. طبق آنچه از شکل۲ (ج) برمی‌آید بالاترین و پایین‌ترین درصد فلز مس مربوط به ایستگاه ۵ بوده و به ترتیب در ذرات ۰/۰۶۳ میلی‌متری (۴۳/۱٪) و ۰/۲۵ میلی‌متری (۱۷/۴٪) رسوبات می‌باشد. حداکثر درصد فلز روی در ذرات ۰/۰۶۳ میلی‌متری ایستگاه ۵ بدست آمده که مقدار آن ۴۰/۰۲ درصد می باشد در حالیکه حداقل درصد این عنصر ۱۶/۳ درصد بوده و در دانه‌بندی‌های ۰/۲۵ میلی‌متری ایستگاه ۶ مشخص گردیده است. کمترین و بیشترین درصد عنصر کروم در ذرات ۰/۰۶۳ و ۱ میلی‌متری ایستگاه ۲ موجود است که مقدار آن به ترتیب ۴۲/۳ و ۱۳/۸ درصد محاسبه گشته است (شکل ۲ ه).

Archive of SID

www.SID.ir



الف ب

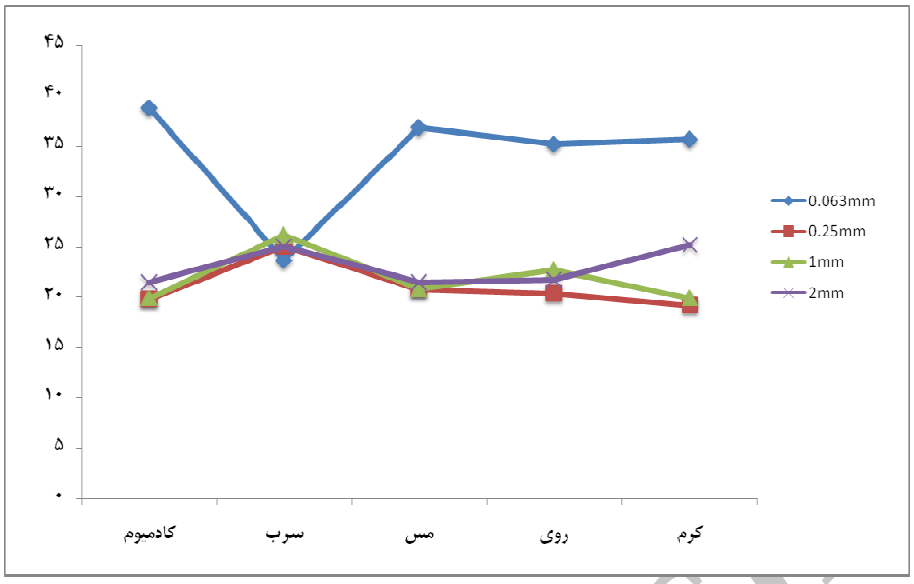
ج د

ه

شکل ۲: درصد فلزات سنگین موجود در ریزدانه های مختلف در ایستگاه های مورد مطالعه تالاب انزلی (سال ۱۳۸۸)؛ الف: کادمیوم، ب: سرب، ج: مس، د: روی، ه: کروم

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳: مقایسه درصد فلزات سنگین در ۴ ریزدانه مختلف تالاب انزلی (سال ۱۳۸۸)

جدول ۲: شدت آلودگی(Igeo) فلزات سنگین در رسوبات سطحی تالاب انزلی (سال ۱۳۸۸)

ایستگاه	کروم	روی	مس	سرب	کادمیوم
۱	-۵/۵۰	-۰/۳۶	-۰/۴۷	-۱/۵۷	۲/۶۲
۲	-۵/۱۸	-۰/۳۷	-۰/۱۸	-۱/۵۷	۲/۸۲
۳	-۵/۶۸	-۰/۴۴	-۰/۲۴	-۱/۵۲	۲/۶۲
۴	-۵/۲۰	-۰/۴۶	-۰/۲۸	-۱/۵۴	۳/۰۱
۵	-۵/۴۳	-۰/۱۱	۰/۰۶	-۱/۳۷	۳/۱۹
۶	-۵/۴۵	-۰/۲۲	-۰/۲۷	-۱/۴۲	۳/۰۴
میانگین	-۵/۴۰	-۰/۳۳	-۰/۲۳	-۱/۵۰	۲/۸۸

بحث و نتیجه گیری

رسوبات محل تجمع بسیاری از مواد فیزیکی و زیستی‌اند و طیف گسترده از مواد شیمیایی را در خود نگهداری می‌کنند. آنچه سبب اهمیت بررسی مواد متشکله رسوبات می‌شود این است که بسیاری از گونه‌های زنده بخش اعظم دوره زندگی خود را در محیط رسوبی یا روی آن می‌گذرانند از اینرو مواد موجود در رسوبات از طریق چرخه زیستی وارد بدن موجودات دیگر و همچنین انسان می‌شود به همین دلیل در بیشتر مطالعات تاکید شده‌اند (Adams, 1992). بر اساس نتایج غلظت کروم در مجموع ۶ ایستگاه مطالعاتی در مقایسه با رسوبات جهانی و پوسته زمین بسیار کمتر بوده و می‌توان گفت که رسوبات سطحی منطقه مورد مطالعه نسبت به این فلز آلودگی خاصی ندارد. غلظت متوسط عنصر روی از استاندارد پوسته زمین بیشتر می‌باشد. دلیل این امر می‌تواند تردد خودروها در نزدیکی این منطقه و همچنین تردد قایق‌های تفریحی و کشتی‌های تجاری به بندرانزلی و آب‌های محدوده آن باشد. از طرفی چون مقدار عنصر روی بصورت طبیعی در پوسته زمین زیاد بوده نسبت به دیگر عناصر غلظت بالاتری را به خود اختصاص می‌دهد (پایدار، ۱۳۸۰). علی‌رغم نزدیک بودن

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت فلز روی به استاندارد رسوبات جهانی، با توجه به نیاز موجودات زنده در فعالیت‌های متابولیسمی، خطر آن در مقایسه با سایر عناصر سنگین بسیار کمتر است و کمبود این عنصر در ایران گزارش شده است (عبادتی و همکاران، ۱۳۸۴). مس با وجود اینکه جزء فلزات ضروری برای ارگانیسم‌های زنده محسوب می‌گردد اما غلظت بالای آن برای سلامت اکوسیستم مخاطره انگیز است؛ غلظت مس در مجموع ایستگاه‌های مورد بررسی از استاندارد پوسته زمین بیشتر می‌باشد. از دلایل این امر می‌توان به فرسایش و رسوب‌زایی سنگ‌های تشکیل‌دهنده کوه‌های تالش و البرز اشاره کرد که بطور طبیعی غنی از عناصری چون مس هستند و این عنصر زمین منشاء را به رسوبات شرق تالاب‌انزلی وارد می‌کنند. اما مقدار مس نسبت به رسوبات جهانی قدری نگران‌کننده به نظر می‌رسد چراکه غلظت آن حدود دو برابر استاندارد جهانی می‌باشد. علاوه بر این فلز سمی مس در پساب‌های شهری و کشاورزی نیز یافت می‌گردد (خراسانی و همکاران، ۱۳۸۴). طبق اظهارات محققین این بخش تالاب‌انزلی همواره پذیرای قسمت اعظمی از پساب‌های کشاورزی و صنایع اطراف آن می‌باشد (پایدار، ۱۳۸۰). میزان عناصر روی و مس در این تحقیق نسبت به مطالعات مشابهی که در سواحل بندرعباس (کریمی‌شهری، ۱۳۸۲) صورت پذیرفته بسیار بالاتر می‌باشد.

بر اساس نتایج بدست آمده (جدول ۳) غلظت بالای کادمیوم رسوبات در مقایسه با پوسته زمین قابل‌ملاحظه بوده اما اطلاعاتی درباره میزان استاندارد این عنصر در رسوبات جهانی در دست نمی‌باشد. در کل بایستی توجه داشت که تمرکز بالای این فلز سمی در این بخش از تالاب را می‌توان به مهمترین منابع آلاینده تالاب، یعنی پساب فاضلاب‌های کشاورزی ناشی از کوددهی بیش از حد مزارع مشرف به تالاب و همچنین رودخانه‌های عبوری از شهرک صنعتی رشت، فومن و شالیزارها ارتباط دارد که حاوی مقادیر بالای کادمیوم می‌باشند (اردبیلی و همکاران، ۱۳۸۵؛ بابایی و همکاران، ۱۳۸۸). قابل ذکر است که مطالعات پایدار (۱۳۸۰) غلظت کادمیوم در بخش شرقی تالاب را بالاتر از میزان این عنصر در مطالعه حاضر اعلام داشته است. مقدار سرب نیز در مجموع ۶ ایستگاه مورد مطالعه پایین‌تر از استانداردهای موجود بوده و تقریباً غلظت آن نگران کننده نمی‌باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین تالاب انزلی در مجموع ایستگاه‌ها با رسوبات جهانی و پوسته زمین

ایستگاه	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr
۱	۱/۸۵	۷/۰۹	۵۳/۹۸	۸۷/۴۲	۳/۳۲
۲	۲/۱۲	۷/۰۶	۶۶/۳۹	۸۷/۰۱	۴/۱۵
۳	۱/۸۴	۷/۳۲	۶۳/۷۱	۸۲/۹۲	۲/۹۳
۴	۲/۴۱	۷/۲۱	۶۱/۶۳	۸۱/۵۹	۴/۰۹
۵	۲/۷۴	۸/۱۴	۷۸/۴۱	۱۰۴/۴	۳/۴۹
۶	۲/۴۷	۷/۸۳	۶۲/۰۲	۹۶/۷۶	۳/۴۴
میانگین غلظت فلزات	۲/۲۲±۰/۴	۷/۴۳±۰/۴	۶۴/۳±۸/۰۳	۹۰±۸/۸	۳/۵۵±۰/۴۷
پوسته زمین*	۰/۲	۱۴	۵۰	۷۵	۱۰۰
رسوبات جهانی*	–	۱۹	۳۳	۹۵	۷۰

* (پایدار، ۱۳۸۰)، (رضائی، ۱۳۸۲)، (کرباسی و بیاتی، ۱۳۸۷)، (ربانی، ۱۳۸۷)، (سعیدی، ۱۳۸۹).

شکل ۳ بیانگر مقایسه درصد فلزات سنگین موجود در ریزدانه‌های مورد بررسی می‌باشد. مطابق نتایج مشاهده گردید که تجمع عناصر سنگین مورد مطالعه در ریزدانه های ۰/۰۶۳ میلی‌متری نسبت به ذرات ۰/۲۵، ۱ و ۲ میلی متر بالاتر می باشد. در بسیاری از مطالعات پیشین

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین بیشترین میزان فلزات سنگین در دانه‌بندی‌های رسوب کوچکتر از ۰/۰۶۳ میلی متری مشاهده شده است (Che *et al.,* 2003; Avila-Perez *et al.,* 2002).

در سایر دانه‌بندی‌های ۰/۲۵، ۱ و ۲ میلی متر، ابعاد ریزدانه‌های رسوبات تأثیر قابل توجهی بر توزیع مکانی فلزات سنگین در منطقه نداشته است. طی مطالعاتی که محققین در سواحل دریای خزر انجام دادند یکی از دلایل مهم این رخداد را عدم وجود دانه‌های بسیارریز در رسوبات مورد مطالعه بیان کردند (پری زنگنه و لاکان، ۱۳۸۶).

بر اساس نتایج بدست آمده از جدول ۲ که بیانگر شدت آلودگی(I_{geo}) فلزات سنگین در رسوبات سطحی می باشد غلظت فلز سرب رسوبات سطحی تالاب‌انزلی در سطح غیرآلوده برآورد گردید (سطح صفر). همچنین بر اساس شاخص مذکور فلز کادمیوم بیشترین تحرک را در رسوبات ایستگاه‌های مورد مطالعه دارا بوده و در درجه آلودگی متوسط تا خیلی شدید قرار گرفت. به عبارت دیگر عنصر سمی کادمیوم در ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ دارای حداقل I_{geo} (۲/۶۲) و در سطح ۳ و در ایستگاه‌های ۴، ۵ و ۶ این شاخص از ۳/۰۱ تا ۳/۱۹ در سطح ۴ (سطح آلودگی خیلی شدید) متغیر بود (جدول ۳). محاسبه شاخص آلودگی انباشت‌ژئوشیمیایی رسوبات نسبت به فلزات مس، روی و کروم در تمامی ایستگاه‌های تالاب‌انزلی نشان‌دهنده سطح غیر آلوده منطقه نسبت به عناصر مذکور می‌باشد به‌استثنای فلز مس که در ایستگاه ۵ در سطح ۱، طبقه‌بندی مولر قرار گرفت (جدول ۲).

بر اساس دستورالعمل کیفی رسوب (Sediment Qaulity Guidlines) تعریف شده توسط *USEPA*، فلز کادمیوم در رده آلودگی شدید رده‌بندی نمی‌شود و فقط دارای اثرات کمی روی موجودات زنده می‌باشد. سایر عناصر روی، کروم و سرب در این دستورالعمل در طبقه غیر آلوده قرار می‌گیرند که دارای اثرات مضر روی بیوتای اکوسیستم نمی‌باشند. در هر حال زمانیکه ترکیبات شیمیایی برای فلزات در رسوب اتفاق می‌افتد دستور العمل کیفی رسوب نمی‌تواند صحت داشته باشد (Giesy, 1990).

به طور کلی داده‌های بدست‌آمده از مطالعه حاضر حاکی از میزان بالای مس و کادمیوم رسوبات منطقه مورد مطالعه در مقایسه با مقادیر پوسته زمین و رسوبات جهانی می‌باشد. البته شاخص انباشت‌ژئوشیمیایی، تنها آلودگی تالاب به عنصر سمی کادمیوم را تائید می‌کند. با توجه به اینکه شاخص مذکور، شدت آلودگی عناصر را بر اساس غلظت زمینه‌ای آن‌ها بدست می‌آورد لذا دلیل عدم آلودگی ناحیه به مس را می‌توان حضور زیاد این فلز بطور طبیعی در پوسته زمین دانست.

در پایان توصیه می گردد تا با ایجاد سیستم های مناسب تصفیه برای فاضلاب های شهری، صنعتی و کشاورزی و نیز اعمال مدیریت بهینه، از ورود هر نوع آلاینده به تالاب انزلی جلوگیری بعمل آید. همچنین تصویب، رعایت و اجرای قوانین و مقررات مربوطه، هر گونه فعالیت انسانی در محدوده تالاب و رودخانه های ورودی به آن مورد نظارت قرار گیرد تا بر سلامت حیات این اکوسیستم ارزشمند و نهایتاً انسان، اطمینان حاصل گردد. آموزش های زیست محیطی برای ساکنین منطقه؛ اعم از کشاورزان، صنعتگران و شهروندان در اولویت برنامه ریزی قرار گیرد.

بدون شک حفظ ارزش های زیست محیطی و تنوع در تالاب، مستلزم مدیریت ویژه بوده و در این رهگذر هرگونه اقدام در راستای بازسازی شرایط اکولوژیکی آن، بدون توجه به مدیریت حوزه آبخیز بی نتیجه خواهد ماند.

سپاسگزاری

با تشکر فراوان از زنده‌یاد محمدابراهیم پورکاسمانی که در انجام مراحل این تحقیق یاریمان کردند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اردبیلی، ل.، رفیعی، ب.، خداپرست شریفی، س.ح.، محسنی، ح. ۱۳۸۵. بررسی توزیع عناصر Pb، Cd، Cu و Zn در رسوبات سطحی تالاب انزلی. دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.

اشجع اردلان، آ.، خوش خو، ژ.، ربانی، م.، معینی، س.، ۱۳۸۵. مقایسه میزان فلزات سنگین(Cd، Hg، Zn، Cu و Pb) در آب، رسوبات و بافت نرم دوکفه ای آنودونت تالاب انزلی در دو فصل پاییز و تابستان(۱۳۸۳-۱۳۸۴). مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۷۳: ۱۰۳-۱۱۳.

بابائی، ه.، خداپرست، س.ح. ۱۳۸۸. ارزیابی آلودگی آب¬های سطحی با تاکید بر پساب واحدهای صنعتی(استان گیلان). دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران. دانشکده علوم پزشکی شهید بهشتی. صفحات ۱۲۲۲-۱۲۳۳.

پایدار، م.، ۱۳۸۰. تأثیر آلودگی عناصر سنگین در تالاب انزلی بر عضله و پوسته شاه میگو(*Astacus Leptodactyus*). دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی.

پری زنگنه، ع.، لاکان، ک.، ۱۳۸۶. بررسی غلظت فلزات سنگین در رسوبات سطحی سواحل دریای خزر در ایران. مجله آب و فاضلاب، ۶۳: ۲-۱۲.

تیزکار، م.، ۱۳۷۹. تعیین حداقل میزان کشنده درجنت آنیونی خطی بر روی دو گونه ماهیان استخوانی تالاب انزلی، سیم و سفید. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم محیطزیست دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات تهران، ص ص. ۳۰-۲۵.

ربانی، م.، جعفرآبادی آشتیانی، ا.، مهرداد شریف، ا.ع.، ۱۳۸۷. اندازه گیری میزان آلودگی ناشی از فلزات سنگین نیکل، سرب و جیوه در رسوبات خلیج فارس/ منطقه عملیاتی عسلویه. اکتشاف و تولید، ۵۱: ۵۳-۵۷.

رضائی، غ. ر.، ۱۳۸۲. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات سطحی خورخوران و محدوده منطقه حفاظت شده حرا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تهران. ص ص. ۱-۱۷۰.

سعیدی، م.، عباسی، ع.، جمشیدی، ا. ۱۳۸۹. ارزیابی آلودگی فلزات سنگین و آلاینده های نفتی در رسوبات سطحی جنوب شرقی دریای خزر با استفاده از شاخص های موجود. مجله محیط شناسی. صفحات ۳۸-۲۱.

عبادتی، ف.، اسماعیلی ساری، ع.، ریاحی بختیاری، ع.، ۱۳۸۴. میزان و نحوه تغییرات فلزات سنگین در اندام های گیاهان آبزی و رسوبات تالاب میانکاله. مجله محیط شناسی، ۳۷: ۵۳-۵۷.

کرباسی، ع.، و بیاتی، آ.، ۱۳۸۷. سهم منابع طبیعی و انسان ساخت در توزیع عناصر سنگین در رسوب مغزی در دریاچه زریوار. مجله محیط شناسی، سال۳۴، ۴۷: ۳۱-۳۶.

کرباسی، ع.، نبی بیدهندی، غ.، غضبان، ف.، کوکبی حبیب زاده، ش. ۱۳۸۹. تفکیک شیمیایی عناصر و بررسی شدت آلودگی در رسوبات رودخانه سیاهرود. مجله محیط شناسی. جلد ۵۳. صفحات ۲۰-۱۱.

کریمی، آ.، یزدان داد، ح.، اسماعیلی، ع.، ۱۳۸۶. بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم، کروم، مس، روی و آهن در برخی اندام های باکلان بزرگ درتالاب انزلی. مجله محیط شناسی، ۴۳: ۸۳-۹۲.

کریمی شهری، ن.، ۱۳۸۲. بررسی غلظت فلزات سنگین(روی، مس، آهن، کروم و سرب) در رسوبات سطحی سواحل بندر عباس. پایانامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی کرج.

منوری، م.، ۱۳۶۹. بررسی اکولوژیک تالاب انزلی. نشر گیلان. ص ۱۰۵.

مهدوی، ع.، امید، م. ح.، گنجعلی، م. ر.، ۱۳۸۷. مطالعه آزمایشگاهی جذب و انتقال کادمیوم در حضور بار بستر. مجله محیط شناسی، ۴۸: ۱-۱۲.

نظامی بلوچی، ش.، خارا، ح.، جمال زاده فلاح، ف.، اکبرزاده، ا.، ۱۳۸۵. مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب تالاب انزلی و رودخانه های ورودی و خروجی آن. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۳: ۷۶-۸۳.

نوروز اصل، ر.، ۱۳۷۲. مطالعه فلزات سنگین در تالاب انزلی به روش اسپکتروسکوپی جذب اتمی و کروماتوگرافی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

Adams W. J., Kimerle R. A., Barnett J. W.(Jr). 1992. Sediment quality and aquatic life assessment, Envirn, Su: Technol; 26(10): 1865-1875.

Avila-Perez, P., Garcia-Aragon, J.A., Diaz-Delgado, C., Tejeda-Vega, S., and Reyes-Gutierrez, R. 2002. "Heavy metal distribution in bottom sediments of a Mexican reservoir." J. Aquatic Ecosystem Health & Management, 5 (2), 205-216.

Che, Y., He, Q., and Lin, W-Q. 2003. "The distributions of particulate heavy metals and its indication to the transfer of sediments in the Changjiang estuary and Hangzhou Bay China." J. Marine Pollution Bulletin, 46, 123-131.

Ebrahimpour, M., and Mushrifah, I., 2008. Heavy metal concentrations in water and sediments in Tasik Chini a freshwater lake, Malaysia. Environmental Monitoring and Assessment. 141: 297-307.

Eggleton. J., Thomas. K.V. 2004. A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. Environ Int. vol. 30, pp. 973-980

Archive of SID

www.SID.ir

Giesy. J.P., Hoke. R.A. 1990. Freshwater sediment quality criteria: Toxicity bioassessment. In Sediment Chemistry and toxicity of in-place pollutants, ed. R. Baudo, J.P. Giesy, and M. Muntao, p. 391. Ann Arbor: Lewis Publishers.

Gismera, M. J., Lacal, J., Silva, P.,Garcia, R., Sevilla,M. T.,& Procópio, J. R. 2004. Study of metal fractionation in river sediments. A comparison between kinetic and sequential extraction procedures. Environmental Pollution. Vol. 127, pp. 175–182.

Huang, S.W., and Jin, J.Y., 2008. Status of heavy metals in agricultural soils as affected by different patterns of land use. Environmental Monitoring and Assessment. 139: 317-327.

Muller. G. 1979. Scwermetalle in den Sedimenten des Rheins Veranderungen seit. Umschau. Vol. 79, pp. 778-783.

Sharifi, M. 1990. Assessment of surface water quality by an index system in Anzali basin. IAHS Publ. Vol 197, pp:163-171.

Salomons. W., Forstner. U. 1984. Metals in the Hydrocycle. Springer, Berlin, pp. 349.

Sobczyński. T., Siepak. J.2001. Speciation of Heavy Metals in Bottom Sediments of Lakes in the Area of Wielkopolski National Park Polish . Environmental Studies. Vol. 10, pp.463-474.

Wei Luo, Yonglong Lu, Tieyu Wang, Wenyou Hu, Wentao Jiao, Jonathan E. Naile, Jong Seong Khim, John P. 2010 . Giesy Ecological risk assessment of arsenic and metals in sediments of coastal areas of northern Bohai and Yellow Seas, China .AMBIO. Vol 39 , pp. 367–375

Ying Wang Zhifeng Yang Zhenyao Shen., Zhenwu Tang Junfeng Niu. 2011. Fan Gao Assessment of heavy metals in sediments from a typical catchment of the Yangtze River, China. Environ Monit Assess .vol. 172, pp.407–417.

Archive of SID

www.SID.ir