

بررسی وضعیت آلودگی فلزات سنگین در رسوبات تالاب صالحیه کرج

مهديه نوروزی، علی محمدی، آزیتا بهبهانی نیا و فرزام بابایی

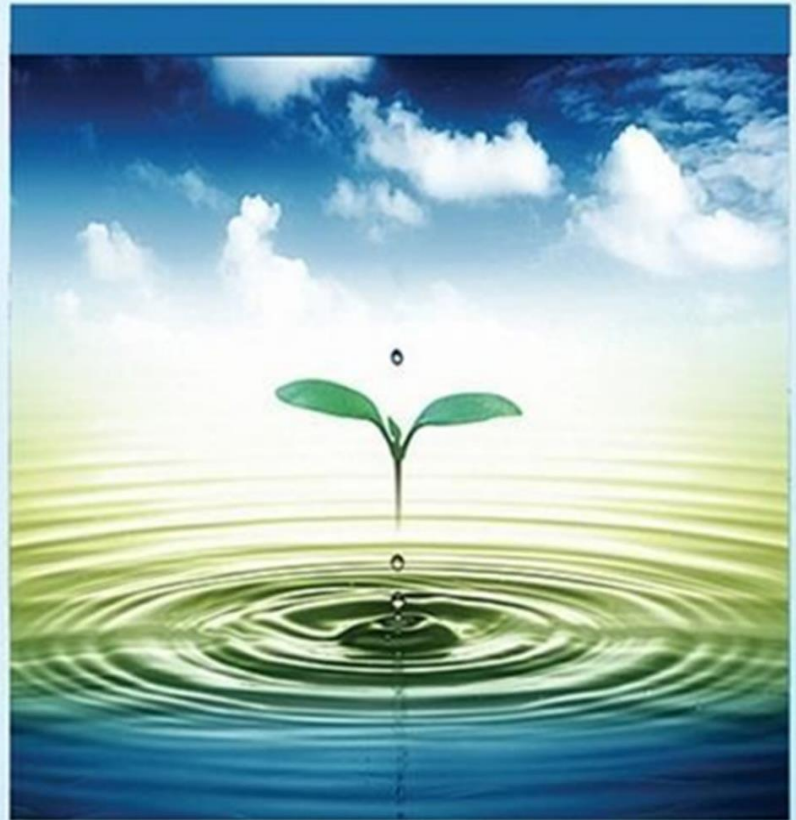
دوره ۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۵۸-۵۰

Vol. 7(1), Spring 2021, 50-58

DOI: 10.22034/jewe.2020.254598.1450

**Investigation of Heavy Metal Pollution in The  
Sediments of Salehieh Wetland, Karaj, Iran**

Noroozi, M., Mohammadai, A., Behbahaninia, A.  
and Babaei, F.



[www.jewe.ir](http://www.jewe.ir)

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

نوروزی م، محمدی ع، بهبهانی نیا آ. و بابایی ف. (۱۴۰۰). بررسی وضعیت آلودگی فلزات سنگین در رسوبات تالاب صالحیه کرج. محیط زیست و مهندسی آب، دوره ۷، شماره ۱، صفحات: ۵۸-۵۰.

**Citing this paper:** Noroozi, M., Mohammadi, A., Behbahaninia, A. and Babaei, F. (2021). Investigation of heavy metal pollution in the sediments of Salehieh Wetland, Karaj, Iran. Environ. Water Eng., 7(1), 50-58. DOI: 10.22034/jewe.2020.254598.1450.

## مقاله پژوهشی

## بررسی وضعیت آلودگی فلزات سنگین در رسوبات تالاب صالحیه کرج

مهديه نوروزی<sup>۱</sup>، علی محمدی<sup>۲</sup>، آرزینا بهبهانی نیا<sup>۳\*</sup> و فرزام بابایی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران  
<sup>۲</sup>استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران  
<sup>۳</sup>استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، رودهن، ایران

\*نویسنده مسئول: [behbahani@riau.ac.ir](mailto:behbahani@riau.ac.ir)

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۹/۰۹/۱۰]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۹/۰۹/۰۵]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۸/۰۵]

## چکیده

با ورود پساب‌های مختلف به بوم‌سازگان آبی نظیر تالاب‌ها، آلاینده‌های حاوی فلزات سنگین در رسوبات ته‌نشین می‌شوند. هدف این پژوهش تعیین میزان آلودگی رسوبات سطحی تالاب صالحیه کرج استان البرز به فلزات سنگین بود. بدین منظور از رسوبات ۶ ایستگاه در امتداد تالاب در اردیبهشت ۱۳۹۹ نمونه‌برداری شد. پس از آماده‌سازی و هضم شیمیایی نمونه‌ها، غلظت فلزات سنگین به وسیله دستگاه جذب اتمی شعله تعیین شد. میانگین غلظت همراه با انحراف معیار سرب، کادمیم، نیکل و کروم در رسوبات بستر تالاب به ترتیب  $14/11 \pm 1/52 \mu\text{g/g}$ ،  $1/14 \pm 0/17$ ،  $19/87 \pm 2/67$  و  $64/1 \pm 7/03$  و الگوی تجمع فلزات سنگین  $\text{Cr} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cd}$  به دست آمد. بیش‌ترین غلظت فلزات در ایستگاه شماره ۱ مشاهده شد. مقایسه غلظت فلزات با مقادیر استانداردهای بین‌المللی نشان داد که میانگین غلظت سرب  $14/11$ ، کادمیم  $1/14$  و کروم  $64/1 \mu\text{g/g}$  از استانداردهای LAL که به ترتیب برای سرب ۲، کادمیم  $0/04$  و کروم  $26 \mu\text{g/g}$  تعیین شده است، بیش‌تر بود. میانگین نیکل  $19/87$  از استاندارد HAL که برای نیکل  $15/9 \mu\text{g/g}$  تعیین شده است، بیش‌تر بود. میزان کادمیم و کروم از استانداردهای ISQGs که برای کادمیم  $0/7$  و کروم  $43 \mu\text{g/g}$  تعیین شده است، نیز بیش‌تر به دست آمد. بنابراین، افزایش غلظت این فلزات به‌ویژه کادمیم و کروم در صورت عدم نظارت و کنترل بر تخلیه پساب از شهرک صنعتی مجاور تالاب، می‌تواند منجر به تهدیدی برای سلامت بوم‌سازگان و منطقه باشد.

واژه‌های کلیدی: پساب؛ تالاب صالحیه؛ رسوبات سطحی؛ فلزات سنگین.

## ۱- مقدمه

تالاب‌ها، بوم‌سازگان آبی هستند که دارای ارزش اقتصادی، اجتماعی، علمی، تفریحی و تفریحی می‌باشند و بهبوددهنده کیفیت محیط‌زیست و زیستگاه جانوران و گیاهان آب‌زی بوده و حافظ یک‌سوم گونه‌های جانوری در معرض تهدید و انقراض در جهان می‌باشند (Behroozirad 2018). از این‌رو حفظ، نگهداری و بهره‌برداری درست و معقول از آن‌ها جهت پایداری محیط، مسئله‌ای الزامی است. آلودگی بوم‌سازگان‌های آبی، به‌ویژه تالاب‌ها، به‌عنوان یک مشکل محیط‌زیستی مهم در سرتاسر دنیا تبدیل شده است. به خاطر حساسیت زیاد بوم‌سازگان‌های آبی به آلاینده‌ها، این زیستگاه‌ها نسبت به دیگر زیستگاه‌ها استعداد بیش‌تری برای اثرات آلودگی دارند (Morrissey et al. 2003). آلاینده‌های وارده به محیط‌زیست‌های آبی شامل گستره وسیعی از انواع مواد با ویژگی‌های متفاوت می‌باشند که از جمله می‌توان به فلزات سنگین، هیدروکربن‌های نفتی، آفت‌کش‌ها، مواد آلی ناشی از فاضلاب‌های خانگی، صنعتی، معادن و کشاورزی اشاره نمود. یکی از آلاینده‌های مهم و خطرناک محیط‌زیستی در بوم‌سازگان‌های آبی، عناصر سنگین هستند که از طریق رواناب‌ها، رودخانه‌ها و کانال‌های پساب و فاضلاب وارد تالاب‌ها و محیط‌های آبی می‌شوند و سبب ایجاد مشکلات جدی برای موجودات آبی و انسان‌ها می‌گردند (Cundy et al. 2003). غلظت فلزات در رسوبات می‌تواند با غلظت‌های فلزی بالای ثبت‌شده در موجودات زنده پیوند داشته باشد (Pempkowiak et al. 1999) همچنین فلزات در دسترس زیستی موجود در رسوبات ممکن است بر توزیع و موقعیت اجتماعات کف‌زی تأثیر داشته باشد (Kress et al. 2004). پژوهش‌های اخیر تأثیرات این آلودگی‌ها را بر روی جانوران کف‌زی تأیید کرده است (Hatje et al. 2006). طوری‌که مکان‌هایی با داشتن رسوبات آلوده همیشه یک خطر حقیقی را برای موجودات زنده در سایر زیستگاه‌ها فراهم می‌کند. فلزات سنگین به‌شدت با ذرات واکنش می‌دهند. بنابراین، ماندگاری و سرنوشت فلزات محلول وابسته به واکنش با ذرات معلق آلی و غیر آلی می‌باشد. غلظت کل بسیاری از فلزات سنگین در آب به‌صورت ترکیبات کیلایه شده در فرم‌های غیر آلی و آلی می‌باشد (Bagherzadeh 2014). نتایج پژوهشی

در زمینه توزیع و منشأ یابی فلز سنگین سرب در رسوبات رودخانه‌های چالوس، بابل رود و گرگان رود در حوضه جنوبی دریای خزر، نشان داد که میانگین غلظت سرب در رسوب سطحی رودخانه‌های چالوس، بابل رود و گرگان رود به‌ترتیب  $13/81$ ،  $15/30$  و  $17/68$   $\mu\text{g/g}$  وزن خشک بود. بر این اساس رودخانه گرگان رود آلوده‌ترین رودخانه و رودخانه چالوس، کم‌ترین آلودگی را به فلز سرب نشان داد (Azimi et al. 2019). در پژوهش دیگری، رسوبات تالاب پریشان به فلزات سنگین مس، آهن، منگنز و روی با استفاده از شاخص غنی‌سازی، شاخص انباشت ژئوشیمیایی، درجه آلودگی و شاخص جامع فاکتور آلودگی بررسی شد. نتایج پژوهش نشان داد منطقه موردبررسی کم‌ترین ریسک آلودگی را نسبت به فلزات سنگین دارد و عناصر منگنز، مس، آهن و روی منشأ زمین‌شناسی و کشاورزی دارند (Elmizadeh et al. 2017). پراکنش فلزات سنگین در سواحل سیسنگان نشان داد که فلز وانادیوم بیش‌ترین تجمع و فلز جیوه کم‌ترین تجمع را در رسوبات سطحی سواحل سیسنگان دارا بود (Bagheri 2015). در پژوهشی جهت تعیین غلظت فلزات سنگین در رسوبات تالاب ناصری، درجه آلودگی رسوبات نسبت به فلزات سنگین در رده آلودگی کم به‌دست آمد و خطرات بوم‌شناسی فلزات سنگین در رده کم‌خطر مشخص شد (Velayatzadeh and Koshafar 2019).

(Khosravi et al. 2011) در پژوهشی دریافتند که بیش‌ترین غلظت فلزات سنگین موردبررسی در منطقه شرقی تالاب انزلی مشاهده شده و این ناحیه متأثر از فعالیت‌های مختلف صنعتی بود. ارزیابی خطر و منشأ فلزات سنگین در رسوبات سطحی رودخانه مهمی در جنوب چین که منبع مهم آب آشامیدنی برای استان هومان چین است، نشان داد، مس، نیکل، سرب و روی از فاضلاب‌های صنعتی و فعالیت‌های ذوب معدن ناشی می‌شوند، درحالی‌که Cr، Co و Ni از منابع طبیعی به‌دست می‌آیند. تحلیل افزونگی  $RDA^1$  نشان داد که محتوای ماده آلی و اندازه ذرات رسوب تأثیر زیادی در انباشتگی فلزات سنگین دارد (Liu et al. 2017). در پژوهشی دیگر بررسی تجمع فلز سرب در رسوبات بستر و نوعی سرخس آبی نشان داد که هر چقدر

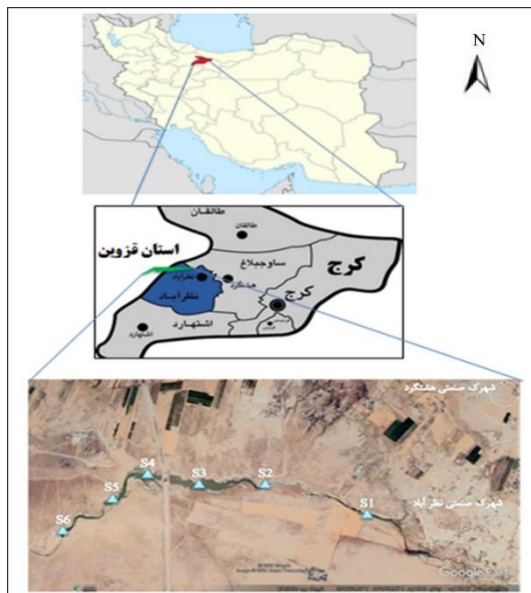
<sup>1</sup>Redundancy Analysis

به شهرک صنعتی می‌باشد. مختصات طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول (۱) مشخص شده است. در شکل (۱) نقشه منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱- مختصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری در تالاب صالحیه

Table 1 Coordinates of sampling stations in Salehieh wetland

Station	Longitude	Latitude
S1	35.944097	50.496474
S2	35.948197	50.483513
S3	35.947780	50.472270
S4	35.949343	50.464502
S5	35.945626	50.459781
S6	35.941178	50.453044



شکل ۱- موقعیت تالاب صالحیه در استان البرز و قزوین و نقشه ایستگاه‌های مورد مطالعه

Fig. 1 Location of Salehieh wetland in Alborz and Qazvin provinces and map of studied stations

نمونه‌های رسوب با سه تکرار، از لایه سطحی ۵-۰ cm با استفاده از یک بیلچه پلاستیکی برداشت و در ظروف پلی‌اتیلنی و درون یخدان محتوی یخ جهت انتقال به آزمایشگاه قرار داده شدند. حدود ۲۰ g از نمونه‌های رسوب درون پتری‌دیش‌های کدگذاری شده در خشک‌کننده انجمادی به مدت ۴۸ hr تا ثابت شدن وزنشان خشک شدند. پس از خشک‌کردن رسوبات، در هاون چینی پودر شدند و

میزان سرب موجود در رسوبات بیشتر باشد، درصد جوانه زدن سرخس آبی کاهش بیش‌تری می‌یابد (Cassanego et al. 2015).

خوشبختانه با بارندگی‌های فراوان امسال (۱۳۹۹)، سال گذشته وضعیت آبیگری تالاب صالحیه بسیار مناسب و موجب زیبایی بیش‌تر این بوم‌سازگان ارزشمند شده است. متأسفانه، در حال حاضر پساب شهرک‌های صنعتی اطراف تالاب همچون شهرک‌های صنعتی هشتگرد، سپهر و نظرآباد بدون تصفیه وارد تالاب شده و منجر به آلودگی تالاب به آلاینده‌های سمی و خطرناک همچون فلزات سنگین می‌گردد. هدف از این پژوهش تعیین وضعیت آلودگی رسوبات سطحی تالاب صالحیه به فلزات سمی سرب، کادمیوم، کروم و نیکل و مقایسه آن با استانداردهای جهانی بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

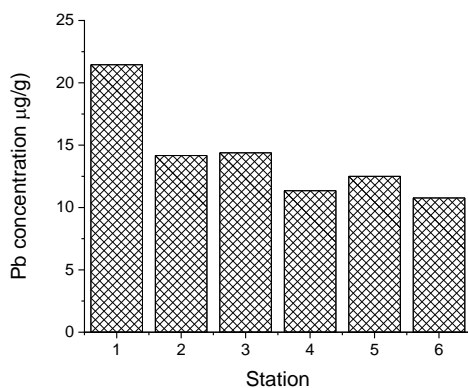
### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

تالاب صالحیه در استان البرز با وسعت ۱۰۰۰۰ ha که بخشی از آن در استان قزوین واقع شده است. این تالاب در پایین‌دست روستای صالحیه جای دارد. صالحیه روستایی در جنوب غربی شهرستان نظرآباد و در پیرامون دشت قزوین، میان شهر آبیک و فرودگاه مهرآباد است. دشت صالحیه ۳۱۰۰۰ ha پهنا نمکی و دشتی دارد که ۲۰۰۰ ha آن زیر پوشش آبیگری می‌رود. عمق آب تالاب صالحیه بیش از ۱/۵ m می‌باشد.

### ۲-۲- نمونه‌برداری و تعیین غلظت فلزات سنگین

عملیات نمونه‌برداری بر اساس روش استاندارد ملی ایران (INSO 2013) در اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ از تعداد ۶ ایستگاه مورد مطالعه با ۳ بار تکرار انجام شد. انتخاب ایستگاه‌ها به صورتی بود که اولاً تا جای ممکن کل محدوده تالاب را پوشش دهد و ثانیاً سعی شد از مناطق نزدیک به محل تخلیه فاضلاب‌های شهرک‌های صنعتی مجاور تالاب که عمدتاً صنایع لبنی و غذایی، باتری‌سازی و چرم‌سازی می‌باشند نیز نمونه‌برداری صورت پذیرد تا اثر پساب‌های ورودی بر غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه، بررسی شود. ایستگاه اول در نزدیکی شهرک صنعتی نظرآباد قرار گرفته است. ایستگاه‌های بعدی به ترتیب با فاصله از این ایستگاه در نظر گرفته شد. نحوه انتخاب ایستگاه‌ها بر اساس قابلیت دسترسی آن‌ها و نزدیکی

سرب با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه بین ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که به طور کلی اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها از نظر محتوی سرب در رسوبات وجود دارد ( $P < 0.05$ )، طوری که ایستگاه ۱ با اختلاف زیادی دارای غلظت بالاتری از فلز سرب نسبت به سایر ایستگاه‌ها بوده و ایستگاه‌های دیگر اختلاف غلظت کم‌تری نسبت به این فلز دارا می‌باشند. ایستگاه‌های ۲ و ۳ و ایستگاه‌های ۴ و ۶ اختلاف معنی‌داری از لحاظ غلظت سرب در رسوبات خود نشان ندادند شکل (۲) نشان می‌دهد ترتیب غلظت سرب در ایستگاه‌های مختلف بدین صورت بود: ایستگاه ۶  $\geq$  ایستگاه ۴  $>$  ایستگاه ۵  $>$  ایستگاه ۲  $\geq$  ایستگاه ۳  $>$  ایستگاه ۱.



شکل ۲ مقایسه غلظت فلز سرب در رسوبات تالاب صالحیه

Fig. 2 Comparison of lead metal concentrations in Salehieh wetland sediments (µg/g)

میانگین غلظت فلز کادمیوم در رسوبات تالاب صالحیه µg/g ۱۷/۱۰ ± ۱۱/۱۴ وزن خشک با دامنه ۰/۹ تا ۱/۶۸ µg/g مشاهده شد. مقایسه آماری مقادیر کادمیوم بین ایستگاه‌های مختلف تالاب نشان داد که به طور کلی اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها از نظر محتوی کادمیوم رسوب وجود دارد. حداکثر میزان کادمیوم در رسوبات ایستگاه ۱ با میانگین ۱/۶۸ و حداقل ۳۰/۹ µg/g وزن خشک در ایستگاه ۳ مشاهده شد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه همچنین نشان داد که غلظت کادمیوم در رسوبات ایستگاه‌های ۲، ۵ و ۶ و همچنین ایستگاه‌های ۳ و ۴ اختلاف معنی‌داری ندارند. شکل (۳) نشان می‌دهد ترتیب غلظت کادمیوم در ایستگاه‌های مختلف بدین صورت بود: ایستگاه ۳  $\geq$  ایستگاه ۴  $>$  ایستگاه ۵  $\geq$  ایستگاه ۶  $>$  ایستگاه ۲  $>$  ایستگاه ۱.

به منظور همگن کردن آن‌ها با استفاده از الک µ ۶۳ به صورت همسان درآمدند (Abraham 2008). برای هضم شیمیایی نمونه‌های رسوب، ۱ g از نمونه خشک همگن‌شده را درون ارلن ریخته و ۸ ml نیتریک اسید (HNO<sub>3</sub>) غلیظ را به آرامی به آن اضافه کرده و در ادامه ۲ ml پرکلریدریک اسید (HClO<sub>4</sub>) را با احتیاط به نمونه‌ها افزوده تا نمونه‌ها هضم شوند. پس از گذشت حداقل یک‌شب (۱۲ h) به منظور انجام عمل هضم مقدماتی در دمای اتاق، نمونه‌ها برای هضم کامل روی دستگاه هضم در دمای ۱۴۰ °C به مدت ۵ hr قرار گرفتند. پس از اتمام عمل هضم، نمونه‌ها از روی هیتر برداشته و به نمونه‌ها ۱۰ ml نیتریک اسید ۱۰٪ اضافه شد. آنگاه، نمونه‌ها به بالن حجمی ۲۵ ml انتقال و به منظور جدا کردن ذرات معلق به وسیله صافی واتمن شماره ۴۲ صاف گردیدند و با آب دو بار تقطیر به حجم رسانده شدند (Bryan 2000). سنجش غلظت فلزات سرب، کادمیوم، کروم و نیکل موجود در نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی مدل GBC-Savanta صورت گرفت. برای درجه‌بندی دستگاه از محلول شاهد و محلول‌های استاندارد دستگاه با رنگ‌های بی‌رنگ تا آبی پررنگ استفاده شد و منحنی درجه‌بندی رسم شد. محاسبه غلظت نهایی فلزات با استفاده از رابطه (۱) بر حسب µg/g در وزن خشک محاسبه گردید:

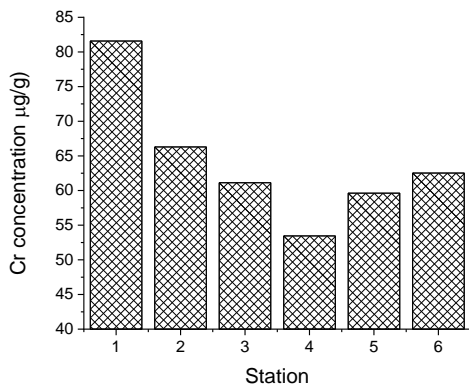
$$M = C.V.D/W \quad (1)$$

که،  $M$  = میزان غلظت فلز موجود در نمونه بر حسب µg/g وزن خشک،  $C$  = مقدار فلز مورد نظر در محلول استخراجی بر حسب  $V \text{ mg/l}$  = حجم نهایی نمونه،  $D$  = فاکتور رقیق‌سازی (غیر رقیق‌شده = ۱)،  $W$  = وزن نمونه خشک‌شده جهت هضم بر حسب g. با قرار دادن اعداد به دست آمده از دستگاه جذب اتمی در رابطه (۱)، غلظت نهایی فلز مورد نظر به دست آمد.

### ۳- یافته‌ها و بحث

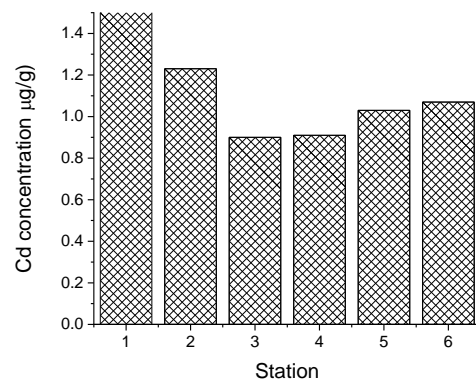
میانگین فلز سرب در رسوبات تالاب صالحیه µg/g ۱۵۲/۱ ± ۱۴/۱۱ وزن خشک با دامنه ۱۰/۷۷ تا ۲۱/۴۵ µg/g اندازه‌گیری شد. بیش‌ترین میزان سرب در ایستگاه ۱ و کم‌ترین مقدار در ایستگاه ۶ به دست آمد. مقایسه آماری مقادیر

۱ با غلظت ۸۱/۵۸ بیشترین آلودگی و ایستگاه ۴ با غلظت  $۵۳/۴۵ \mu\text{g/g}$  کمترین میزان آلودگی به فلز کروم را نشان دادند. نتایج آماری حاصل از آنالیز واریانس یکطرفه نشان داد که غلظت کروم در ایستگاه‌های ۲، ۳، ۵ و ۶ اختلاف معنی‌داری ندارند. شکل (۵) نشان می‌دهد ترتیب غلظت کروم در ایستگاه‌های مختلف بدین صورت بود: ایستگاه  $۴ >$  ایستگاه  $۵ \geq$  ایستگاه  $۳ \geq$  ایستگاه  $۶ \geq$  ایستگاه  $۲ >$  ایستگاه ۱.



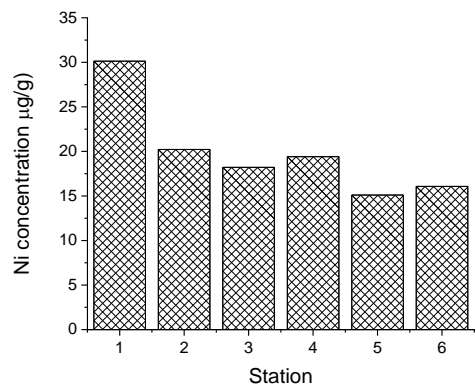
شکل ۵ مقایسه غلظت فلز کروم در رسوبات تالاب صالحیه  
Fig. 5 Concentration of chromium metal in Salehieh wetland sediments

ایستگاه شماره ۱ نزدیک‌ترین ایستگاه به شهرک صنعتی نظرآباد کرج نسبت به ایستگاه‌های دیگر است؛ بنابراین ورود پساب‌های شهرک صنعتی به تالاب منجر به آلودگی بالای رسوبات این ایستگاه شده است و از آنجایی که ایستگاه‌های دیگر فاصله زیادی با ایستگاه شماره ۱ دارند، پدیده رقیق-شدن پساب و فرآیند خودپالایی تالاب، منجر به کاهش غلظت سرب در سایر ایستگاه‌ها شده است. با توجه به وجود اختلاف معنی‌دار بین غلظت فلزات سرب، کادمیوم، نیکل و کروم در هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که منابع آلودگی این فلزات در منطقه به صورت نقطه‌ای می‌باشند. وجود این اختلافات می‌تواند بر اثر مجاورت با شهرک صنعتی و ریزش مواد مختلف به تالاب اعم از پساب‌های صنعتی و خانگی باشد به طوری که در نتایج آنالیز فلزات سنگین در رسوبات تالاب مشخص است که با فاصله گرفتن از شهرک صنعتی از میزان آلودگی فلزات در رسوبات کاسته می‌شود.



شکل ۳ مقایسه غلظت فلز کادمیوم در رسوبات تالاب صالحیه  
Fig. 3 Comparison of cadmium metal concentrations in Salehieh wetland sediments (µg/g)

میزان فلز نیکل در رسوبات منطقه  $۱۹/۸۷ \pm ۲/۶۷ \mu\text{g/g}$  وزن خشک با دامنه  $۱۵/۱۸$  تا  $۳۰/۱۳ \mu\text{g/g}$  می‌باشد. حداکثر میزان نیکل در رسوبات ایستگاه ۱ با میانگین  $\mu\text{g/g}$   $۳۰/۱۳$  وزن خشک اندازه‌گیری شد. درحالی‌که کمترین میزان نیکل در رسوبات ایستگاه ۵ و ۶ به ترتیب  $۱۵/۱۸$  و  $۱۶/۰۷ \mu\text{g/g}$  بود که اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. ایستگاه‌های ۲، ۳ و ۴ نیز به لحاظ غلظت نیکل در رسوبات اختلاف معنی‌داری باهم نشان ندادند. شکل (۴) نشان می‌دهد ترتیب غلظت نیکل در ایستگاه‌های مختلف بدین صورت بود: ایستگاه  $۵ \geq$  ایستگاه  $۶ >$  ایستگاه  $۳ \geq$  ایستگاه  $۲ \geq$  ایستگاه  $۴ >$  ایستگاه ۱.



شکل ۴ مقایسه غلظت فلز نیکل در رسوبات تالاب صالحیه  
Fig. 4 Comparison of nickel metal concentrations in Salehieh wetland sediments (µg/g)

میانگین غلظت فلز کروم در رسوبات تالاب صالحیه  $\mu\text{g/g}$   $۶۴/۱ \pm ۷/۰۳$  وزن خشک اندازه‌گیری شد. رسوبات ایستگاه

جدول ۲- مقایسه مقادیر فلزات سنگین در رسوبات تالاب صالحیه با مقادیر استاندارد بر اساس کیفیت رسوب NOAA و محیط زیست کانادا و USEPA ( $\mu\text{g/g}$  وزن خشک)

Table 2 Comparison of heavy metals in Salehieh wetland sediments with standard values based on NOAA sediment quality and Canadian and USEPA ( $\mu\text{g/g}$  dry weight)

Heavy metal	NOAA		CCME <sup>1</sup>		USEPA <sup>2</sup>		Salehieh Wetland
	ERM	ERL	PEL	ISQGs	HAL	LAL	
Pb	218	46.7	112	30.2	2	218	14.11
Cd	9.6	1.20	1.20	0.70	0.04	9.6	1.14
Ni	51.6	20.9	35.9	--	--	15.9	19.87
Cr	370	81	111	43	26	110	64.1

<sup>1</sup>Canadian Council of Ministers of the Environment; <sup>2</sup>United State Environmental Protection Agency

در رسوبات تالاب صالحیه از بیشترین حد اثر بیش تر به- دست آمد. میانگین میزان فلز نیکل به جز از سطح LAL در استاندارد USEPA, 1999 از سایر سطوح کمتر بود. لذا، فلز نیکل نمی تواند خطر خاصی بر روی سلامتی بوم سازگان و منطقه و پرندگان تالاب داشته باشند. میزان فلزات کادمیوم و کروم از مقادیر ISQGs و HAL بیش تر و از سطوح سایر استانداردها کمتر بودند؛ بنابراین افزایش فلزات سرب، کادمیم و کروم در صورت عدم نظارت و کنترل بر تخلیه پساب از شهرک صنعتی مجاور تالاب می تواند منجر به تهدیدی برای سلامت بوم سازگان و منطقه باشد.

میانگین غلظت فلزات سرب، کادمیم و کروم در غرب تالاب انزلی (Panahandeh 2016) به ترتیب ۱۲/۱۴، ۱/۴۴ و ۶/۱۲  $\mu\text{g/g}$  و در تالاب میقان (Ghadimi 2020) به ترتیب ۱۳ و ۰/۲۱ و کروم ۵۳ و برای نیکل ۴۳ و در تالاب صالحیه این مقادیر به ترتیب ۱۴/۱۱، ۱/۱۴، ۶۴/۱ و ۸۷/۹۱  $\mu\text{g/g}$  به دست آمد که غلظت سرب در تالاب صالحیه بیش تر از تالاب انزلی و کمتر از میقان و غلظت کادمیم در تالاب صالحیه از تالاب انزلی کمتر و از میقان بیش تر به دست آمد. مقدار کروم در تالاب صالحیه در مقایسه با تالاب انزلی و میقان بیش تر مشاهده شد. در مورد نیکل نیز در تالاب صالحیه مقدار آن بیش تر از تالاب میقان به دست آمد. Ghazban and Khosheghbal (2011) با مطالعه غلظت کروم در رسوبات تالاب انزلی بیشترین میزان کروم را در بخش مرکزی تالاب با غلظت  $106 \mu\text{g/g}$  گزارش نمودند که نسبت به رسوبات تالاب صالحیه بیش تر است. در تالاب صالحیه میانگین فلز کروم در رسوبات منطقه  $7/03 \pm \mu\text{g/g}$  توالی ۶۴/۱ وزن خشک با دامنه ۵۳/۴۵ تا ۸۱/۵۸ بود. توالی غلظت فلزات سنگین در رسوبات تالاب صالحیه کرج

در جدول (۲) نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سرب، کادمیوم، نیکل و کروم در رسوبات تالاب صالحیه کرج با برخی از رهنمودهای کیفیت رسوب در جهان از جمله با استانداردهای کیفیت رسوب آمریکا (NOAA)<sup>۱</sup> و استاندارد کیفیت رسوب کانادا (ISQGs)<sup>۲</sup> و مقادیر PEL<sup>۳</sup> (سطوحی که موجب اثرات زیان آور می شود) که توسط محیط زیست کانادا تعیین گردیده است و استاندارد تعیین شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، مقایسه شد. یکی از استانداردهای کیفیت رسوب در پایش تالابها و محیطهای دریایی، NOAA است. در کیفیت رسوب NOAA دو خطر برای آلودگی فلزات سنگین در رسوبات بیان شده است که به صورت ERL<sup>۴</sup> (حدی که کم تر از ۱۰٪ جوامع بیولوژیک در خطرند) ERM<sup>۵</sup> (حدی که کم تر از ۵۰٪ جوامع بیولوژیک در خطرند)، ارائه شده است (Long et al. 2000). در استاندارد تعیین شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، مقادیر LAL<sup>۶</sup> به مقادیری اشاره دارد که اثر خاصی بر موجودات ندارد. مقادیر HAL<sup>۷</sup> تقریباً شبیه به مقادیر ERM می باشد (USEPA, 1999). مقایسه غلظت فلزات مورد مطالعه در تالاب صالحیه با مقادیر استانداردهای بین المللی شامل استاندارد NOAA، استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و استاندارد ISQGs نشان داد که میزان سرب در رسوبات تالاب صالحیه به جز از HAL، از سطوح سایر استانداردها کمتر می باشد، و بنابراین میانگین غلظت سرب

<sup>1</sup>National Oceanic and Atmospheric Administration

<sup>2</sup>Canadian interim marine sediment quality

<sup>3</sup>Probable Effects level

<sup>4</sup>Effects Range Low

<sup>5</sup>Effects Range Medium

<sup>6</sup>Lowest Alert Level

<sup>7</sup>Highest Alert Level



در مجاورت تالاب و به‌ویژه ایستگاه شماره ۱ باعث افزایش غلظت فلزات سنگین در رسوبات شد.

۳- مقایسه نتایج پژوهش با استانداردهای بین‌المللی نشان داد، غلظت سرب در رسوبات تالاب صالحیه به جز از بیش‌ترین سطح اثر (HAL)، از سطوح سایر استانداردها کم‌تر بود. همچنین غلظت فلز نیکل به جز از سطح استاندارد LAL از سایر سطوح کم‌تر بود. درحالی‌که میزان فلزات کادمیوم و کروم از مقادیر ISQGs و HAL بیش‌تر و از سطوح سایر استانداردها کم‌تر بود.

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که میزان عناصر مورد مطالعه در رسوبات تالاب صالحیه، در حد خطرناک و بحرانی نیستند اما جهت پیشگیری از آلودگی فلزات سمی و پایدار محیط‌زیست، با مدیریت کارآمد و پایش‌های محیط‌زیستی از بوم‌سازگان ارزشمند تنها تالاب استان البرز حفاظت شود.

#### دسترسی به داده‌ها

تمامی داده‌های به‌دست آمده در این پژوهش در متن مقاله نوشته شده است.

#### References

- Abraham G. M. and Parker R. J. (2008). Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. *J. Environ. Monit. Assess.* 136, 227–238.
- Azimi A., Riahi Bakhtiari A. and Paesae M. (2019). Distribution and origin of heavy metal lead in the sediments of Chalous, Babolrood and Gorganrood rivers. *J. Environ. Sci.* 3, 32–43 [In Persian].
- Bagheri H., Azimi A. (2015). Study of heavy metal distribution in surface sediments of Sisangan-South Caspian Sea coasts. *J. Ocean.*, 6(21), 27–36 [In Persian].
- Behroozirad B. (2018). Environmental indexes of wetlands. *Narin Resane.* 145pp [In Persian].
- Bagherzadeh Karimi M. (2014). Wetland management. *Nik Andisheh Amozegar.* 168 pp
- Bryan G. W. (2000). Pollution due to heavy metals and their compounds, in: O. Kinne, ed., *Marine Ecology*, Wiley, London and New York, pp. 1289–1431.
- Cassanogoa M. B. B., Silveirab T. and Droste A. (2015). Tolerância e acumulação de chumbo em esporófitos jovens de *Regnellidium diphyllum* Lindm. (Marsileaceae). *Brazil. J. Biol.*, 75(2). 447–482.
- Cundy A. B., Croudace, I. W., Cearreta A. and Irabien, M. J. (2003). Reconstructing historical trends in metal input in heavily-disturbed, contaminated estuaries: studies from Bilbao, Southampton Water and Sicily. *Appl. Geochem.*, 18, 311–325.
- Cready S. Birch G. F. and Long E. R. (2006). Metallic and organic contaminants in sediments of Sydney Harbour, Australia and vicinity - A chemical dataset for evaluating sediment quality guidelines. *Environ. Int.*, 32, 455 – 465.

به‌صورت Cr>Ni>Pb>Cd به‌دست آمد. توالی به‌دست‌آمده در این بررسی با مطالعات انجام‌شده در مناطق تالابی دیگر توسط پژوهش‌گران دیگر (Rajaei et al. 2012; Karimi et al. 2015) و همچنین با مطالعات انجام‌شده در سایر نقاط دنیا (de Astudillo et al. 2005; Cready et al. 2006) مطابقت داشت.

#### ۴- نتیجه‌گیری

۱- بیش‌ترین میزان سرب، کادمیوم، نیکل و کروم به‌ترتیب  $1.45/21, 1/68, 3/13$  و  $58/81$  در رسوبات ایستگاه ۱ مشاهده شد. این ایستگاه نزدیک‌ترین ایستگاه به شهرک صنعتی نظرآباد کرج، نسبت به ایستگاه‌های دیگر است بنابراین ورود پساب‌های شهرک صنعتی به تالاب منجر به آلودگی بالای رسوبات این ایستگاه شده است و از آنجایی‌که ایستگاه‌های دیگر فاصله زیادی با ایستگاه شماره ۱ دارند پدیده رقیق شدن پساب و فرآیند خودپالایی تالاب، احتمالاً منجر به کاهش غلظت سرب در سایر ایستگاه‌ها شد.

۲- توالی غلظت فلزات سنگین در رسوبات تالاب صالحیه به‌صورت Cr > Ni > Pb > Cd بود. تخلیه فاضلاب‌های صنعتی حاوی مواد روغنی و نفتی از شهرک صنعتی نظرآباد





- De Astudillo L. R., Yen I.C., Berkele I. (2005). Heavy metals in sediments, mussels and oysters from Trinidad and Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 53, 41–53.
- Elmizadeh H., Farhadi S. and Razmi M. (2017). Estimates of heavy metals pollution in parishan wetland sediments using pollution indices. *Environ. Sci.*, 15(1), 61-76 [In Persian].
- Ghadimi . (2020) Evaluation of heavy metal pollution in Mighan wetland sediments using pollution indexes. *Strati. Sediment. Res.* 36(1), 21-38 [In Persian].
- Hatje V., Barros F., Figueiredo D. G., Santos V. L. C. S. and Peso-Aguiar M. C. (2006). Trace metal contamination and benthic assemblages in Subaé estuarine system, Brazil. *Marine Pollut. Bull.*, 52, 982–987.
- Ghazban F. and Khosheghbal M. (2011). Investigation of the origin of heavy metal pollution in Anzali wetland sediments (Northern Iran). *J. Environ. stud.*, 37 (57), 56-45 [In Persian].
- Karimi M (2012). Geochemical distribution and pollution rate of heavy metals (Pb, Zn, Ni, Cr & As) in Kor river sediments (south of marvdasht). *J. Geotec. Appl. Geol.*, 8(2), 133-45 [In Persian].
- khosravi M., Bahramifar N. and Ghasempour M. (2011). Survey of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Zn and Cu) contamination in sediment of three sites Anzali Wetland. *Iran. J. Health Environ.*, 4 (2), 223-232 [In Persian].
- Kress N., Herut B. and Galil, B. S. (2004). Sewage sludge impact on sediment quality and benthic assemblages off the Mediterranean coast of Israel—a long-term study. *Marine Environ. Res.*, 57, 213–233.
- Liu J., Xu Y. and Cheng Y. (2017) Occurrence and risk assessment of heavy metals in sediments of the Xiangjiang River, China. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 24, 2711–2723
- Long E. R., Mac Donald D. D., Severn C. G. and Hong C. B. (2000). Classifying probabilities of acute toxicity in marine sediments with empirically derived sediment quality guidelines. *Environ. Toxi. Chem.* 19,2 598–601.
- Mirhadi B.(2013). Sampling of rivers and dam reservoir sediments guidance field. Iranian national standardization organization.1<sup>st</sup>. Edition.
- Morrisey D. J., Turner S. J., Mills G. N., Williamson R. B. and Wise B. E. (2003). Factor affecting the distribution of benthic macrofauna in estuaries contaminated by urban runoff. *Marine Environ. Res.*, 55(2), 113-136.
- Pnahandeh M. Moravati M. and Javan S. (2016). Investigation and comparison of annual concentration of heavy metals in anzali wetland sediments, Eighth Conference on Modern Research in Science and Technology, Kerman [In Persian].
- Pempkowiak J., Sikora A., Biernacka E. (1999). Speciation of heavy metals in marine sediments vs their bioaccumulation by mussels. *Chemosphere* 39, 313–321.
- USEPA. (1999). Technical Guidance for Screening Contaminated Sediments. New York State Department of Environmental Conservation. 32p.
- Velayatzadeh M. and Koshafar A. (2019). Pollution assessment some of heavy metals in water and surface sediments of Nasserri wetland. *Sci. J. Health Res.*, 16(2),157-168. [In Persian].



## Research Paper

# Investigation of Heavy Metal Pollution in The Sediments of Salehieh Wetland, Karaj, Iran

Mahdieh Noroozi<sup>1</sup>, Ali Mohammadi<sup>2</sup>, Azita Behbahaninia<sup>3\*</sup>, Farzam Babae<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M. Sc. Alumni, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Assist. Professor, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Asisst. professor, Department of Environment, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Roudehen Branch, Roudehen, Iran

\*Corresponding author: [behbahani@riau.ac.ir](mailto:behbahani@riau.ac.ir)

**Received:** October 26, 2020

**Revised:** November 25, 2020

**Accepted:** November 30, 2020

### Abstract

With the entry of various effluents into aquatic ecosystems such as wetlands, pollutants containing heavy metals are deposited in the sediments. The aim of this study was to determine the level of heavy metal contamination of surface sediments in Salehieh Wetland, Karaj, Alborz Province. For this purpose, samples were taken from the sediments of six stations along with the wetland in May 2020. After preparation and chemical digestion of the samples, the concentration of heavy metals was determined by the flame atomic absorption instrument. Mean concentrations with standard deviation of lead, cadmium, nickel and chromium in wetland bed sediments were  $14.11 \pm 1.52$ ,  $1.14 \pm 0.17$ ,  $19.87 \pm 2.67$  and  $64.1 \pm 7.03$   $\mu\text{g/g}$ , respectively and the accumulation pattern of heavy metals obtained was  $\text{Cr} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cd}$ . The highest concentration of metals was observed in station number 1. Comparison of metal concentrations with the values of international standards showed that the mean concentrations of lead 14.11, cadmium 1.14 and chromium 64.1  $\mu\text{g/g}$  were higher than LAL standards for lead (2), cadmium (0.04) and chromium (26  $\mu\text{g/g}$ ), respectively. The mean concentration of nickel was 19.87  $\mu\text{g/g}$ , which is more than the HAL standard (15.9  $\mu\text{g/g}$ ). The amount of cadmium and chromium was higher than the ISQGS standards (0.7 and 43  $\mu\text{g/g}$  for cadmium and chromium respectively). Therefore, increasing the concentration of these metals, especially cadmium and chromium, if not monitoring and controlling the discharge of effluent from the industrial town adjacent to the wetland, can lead to a threat to the health of ecosystems and the region.

**Keywords:** Effluent; Heavy Metal; Surface Sediments; Salehieh Wetland.