



Gonbad Kavous University  
Journal of New Approaches in  
Water Engineering and Environment  
Volume 1, Issue 2

## **Study the concentration of heavy metals in the North Yaran oilfield sediments in the Hur Al-Azim wetland, Khuzestan**

**Farideh Sawaedi <sup>1</sup>. Mahboobeh Cheraghi <sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>MSc student, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

<sup>2</sup>Assistant professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Received: 23.10.2022; Accepted: 21.01.2023

### **Abstract**

Sediments are the main absorbers of metal pollutants. Therefore, it is essential to study them. In this paper, 72 samples of surface sediments from six stations were selected using Grab sampler in the summer of 2015 to determine the concentration of heavy elements such as cadmium, nickel, lead, and vanadium in the surface sediments of the North Yaran oilfield in Hur Al-Azim wetland. An atomic absorption device was used to determine the concentration of heavy elements, and SPSS and EXCEL software were used for statistical data processing. According to the results, the average concentration of cadmium, lead, vanadium, and nickel was 1.4, 48.87, 32.65, and 87.33 mg/L, respectively. Sediment quality standards in the United States (NOAA) and in Canada (ISQGs) were used to compare these values with the allowable contamination levels of elements in sediment. According to the results, the average concentration of cadmium and lead in the present study was higher than the standard indicators of ERL and TEL and lower than the standard indicators of ERM and PEL. Average concentration of nickel was higher than these standard indicators. The results showed that nickel has more pollution than other metals, consistent with other research conducted in the region. Based on results, the amount of pollution of heavy metals studied in this research was not dangerous and critical. Still, it is necessary to prevent the increase in metallic toxicity in the region's environment by adopting preventive approaches.

**Keywords:** Heavy metals, Environmental pollution, North Yaran oil field, Hur Al-Azim

---

\* Correspondence author, Email: mahboobeh\_cheraghi\_env@yahoo.com



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست"

دوره اول، شماره دوم

<http://Nawee.gonbad.ac.ir>

## بررسی غلظت فلزات سنگین در رسوبات میدان نفتی یاران شمالی تالاب هورالعظیم، خوزستان

فریده سواعدی<sup>۱</sup>، محبوبه چراغی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

<sup>۲</sup> استادیار گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰

### چکیده

بررسی رسوبات به عنوان اصلی ترین جاذب آلاینده های فلزی، دارای اهمیت بسیاری است. در این پژوهش با هدف تعیین غلظت عناصر سنگین (کادمیم، نیکل، سرب و وانادیوم) در رسوبات سطحی میدان نفتی یاران شمالی در تالاب هورالعظیم، تعداد ۷۲ نمونه رسوب سطحی از ۶ ایستگاه، با نمونه بردار گرپ در تابستان سال ۱۳۹۵ برداشته شد. جهت تعیین غلظت عناصر سنگین از دستگاه جذب اتمی و برای پردازش آماری داده ها از نرم افزارهای SPSS و EXCEL استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت عناصر کادمیم، سرب و وانادیوم و نیکل به ترتیب ۱/۴، ۴۸/۸۷، ۳۲/۶۵ و ۸۷/۳۳ میلی گرم بر لیتر بود. برای مقایسه با حد مجاز آلودگی عناصر در رسوب، از استانداردهای کیفیت رسوب آمریکا (NOAA) و کانادا (ISQGs) استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت عناصر کادمیم و سرب در مطالعه حاضر نسبت به شاخص های استاندارد ERL و TEL بیشتر و از شاخص های ERM و PEL کمتر است و میانگین غلظت نیکل نسبت به این استانداردها بیشتر است. نتایج نشان می دهد که فلز نیکل در مقایسه با دیگر فلزات آلاینده ای بیشتری دارد و این در مطالعات دیگری که در منطقه انجام شده مطابقت دارد. نتایج نشان می دهد که میزان آلاینده ای فلزات سنگین مورد مطالعه در پژوهش حاضر در حد خطرناک و بحرانی نیست اما ضروری است با اتخاذ رویکردهای پیشگیرانه، از بالا رفتن سمیت فلزات در محیط زیست منطقه جلوگیری کرد.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، آلاینده محیط زیست، میدان نفتی یاران شمالی

---

\*نویسنده مسئول ، Email:mahboobeh\_cheraghi\_env@yahoo.com

## مقدمه

فلزات سنگین به دلیل سمیت و قابلیت بزرگنمایی زیستی به عنوان آلوده‌کننده‌های اصلی محیط‌زیست شناخته می‌شوند (Jooybari et al., 2022). از این رو به دلیل اثرات نامطلوب این عناصر بر سلامت انسان و محیط‌زیست، محققان زیادی در مطالعات خود، غلظت فلزات سنگین را در اجزای مختلف محیط‌زیست مورد بررسی قرار داده‌اند (Siyahati Ardakani et al., 2019. Seiedi et al., 2022).

فلزات سنگین معمولاً در مقابل تصفیه شیمیایی مقاوم هستند و در سه مخزن رسوب، آب و موجودات زنده انباشته می‌شوند که در میان این مخازن، رسوبات ظرفیت ذخیره-سازی بالاتری دارند (Kazemi Darsanaki and Sadat Naeemi, 2022).

رسوبات دائماً آلاینده‌ها را جذب کرده و در نتیجه به-مراتب آلودگی بیشتری نسبت به ستون آب دارند (Zicker, 2022). علاوه بر این، ذرات معلق موجود در ستون آب قبل از اینکه بر روی رسوبات قبلی ته‌نشین شوند، آلاینده‌های موجود در ستون آب را جذب می‌کنند، از اینرو آلودگی‌های بیشتری در رسوبات تجمع می‌یابد (Zhang et al., 2015). فلزات سنگین در فرم‌های شیمیایی مختلفی (آلی، معدنی و پایدار) در رسوبات وجود دارند، که این فرم‌های مختلف خود موجب تحرک، دستیابی زیستی و پتانسیل سمیت متفاوتی برای آنها شده است (Haghshenas et al., 2017). از آنجایی که فلزات سنگین در خاک و رسوبات تجمع پیدا می‌کنند، ردیاب‌های بسیار مناسبی برای نمایش میزان آلودگی محیط هستند (Abyat et al., 2020). اگرچه ورود عناصر سمی به محیط‌زیست اجتناب‌ناپذیر است، با این حال با مدیریت منابع ورود آلاینده‌ها، می‌توان تا اندازه‌ای اثرات آلودگی این فلزات را به حداقل رساند (Kheiri Soltan Ahmadi et al., 2022).

بررسی توزیع میزان فلزات در رسوبات سطحی محیط-های آبی آلوده، روش مناسبی در شناسایی و ارزیابی آلودگی در محیط‌های یاد شده به‌شمار می‌رود (Hatefi et al., 2015). اندازه‌گیری غلظت عناصر سنگین می‌تواند تصویر واقعی از آلودگی‌های یک محیط را فراهم سازد (Kazemi Darsanaki and Sadat Naeemi, 2022).

فلز نیکل در زمره عناصر کم مصرف و ضروری برای بقای حیات به‌شمار می‌رود و فلزات سرب و کادمیم عناصر سمی و غیرضروری هستند. حضور کمترین غلظت از عناصر غیرضروری و افزایش بیش از حد مجاز نیکل در محیط باعث ایجاد عارضه و سمیت می‌شود (Rosselli et al., 2006). کادمیم یکی از عناصر کمیاب در اکوسفر است که عمدتاً به-صورت یکنواخت در پوسته زمین با متوسط غلظت ۱/۵ - ۰/۲ میلی گرم بر لیتر وجود دارد. کادمیم یکی از مهم‌ترین آلاینده‌ها برای آبریان و انسان‌ها است که به دلیل داشتن کاربردهای وسیع و مختلف در صنایع و فعالیت‌های انسانی از مهم‌ترین منابع آلاینده محیط محسوب می‌شود (Farasati et al., 2016). غلظت سرب در رسوبات منابع دریایی مختلف بسیار متغیر بوده و فعالیت‌های انسانی یکی از مهم‌ترین منابع انتشار این عنصر است (Yousif et al., 2021).

غلظت بالایی از فلزات سنگین به‌ویژه در رسوبات، نشانگر خوبی از آلودگی انسانی است. زیرا غلظت زمینه طبیعی به‌عنوان غلظت طبیعی فلزات در خاک بدون دخالت انسان تعریف می‌شود و میانگین غلظت فلزات در غلظتی بالاتر از مقدار غلظت زمینه نشان‌دهنده منابع ورودی انسانی در منطقه است (Jooybari et al., 2022).

اطلاع از میزان فلزات سنگین موجود در محیط می‌تواند به اتخاذ یک تصمیم مدیریتی مناسب برای کاهش فلزات سنگین کمک کند (Abyat et al., 2022).

نظر به مطالبی که بیان شد و با توجه به اینکه فلزات وانادیوم، کادمیم، سرب و نیکل از مهم‌ترین فلزات سنگین در مناطق نفتی هستند، در مطالعه حاضر غلظت این فلزات سنگین در رسوبات میدان نفتی یاران شمالی تالاب هورالعظیم خوزستان بررسی و با استانداردهای جهانی مقایسه شدند.

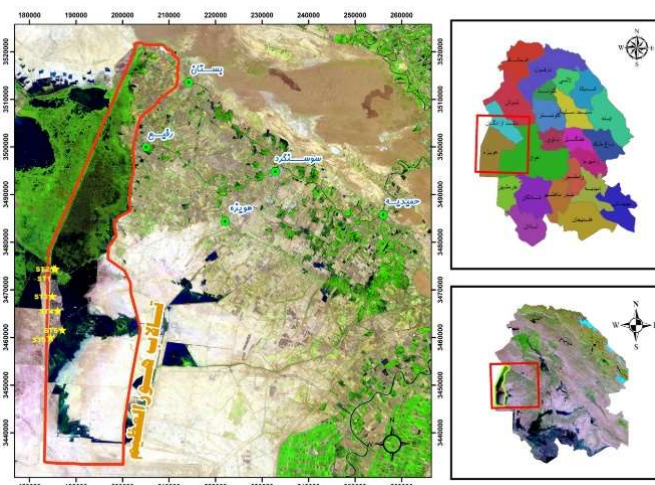
## مواد و روش‌ها

## میدان نفتی یاران شمالی

حوزه تالابی هورالعظیم به پنج حوضچه تقسیم می‌شود که طرح توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی در حوضچه‌های ۱ و ۲ و آزادگان جنوبی در حوضچه‌های ۳، ۴ و ۵ واقع شده است، میدان نفتی یاران شمالی در نوار مرزی ایران و عراق

گرفته است و فاصله چاه‌هایی که برای تولید در این میدان حفاری شده است نزدیک به مرز است (شکل ۱).

در حوضچه شماره ۴ و یاران جنوبی در حوضچه شماره ۵ مشغول فعالیت هستند. میدان یاران شمالی در نقطه صفر مرزی بین میدان آزادگان ایران و میدان مجنون عراق قرار



شکل ۱ نقاط نمونه‌برداری در منطقه

غلظت عناصر سنگین از دستگاه جذب اتمی استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی شد. داده‌ها نرمال بود، لذا از آزمون آماری مقایسه میانگین ANOVA استفاده شد. مقایسه با استانداردها یکی از اولین کارهایی است که برای تخمین وجود یا عدم وجود آلودگی در منطقه مورد مطالعه صورت می‌گیرد. هدف از تعیین استانداردهای کیفیت رسوبات، محافظت از محیط‌های آبی و تعیین سطح سلامت رسوب از نظر آلاینده‌ها است. به‌منظور تعیین میزان آلودگی رسوبات سطحی منطقه مورد مطالعه نسبت به فلزات سرب، نیکل، کادمیم و وانادیوم مقدار میانگین غلظت آنها با استانداردهای استاندارد کیفیت رسوب آمریکا (NOAA)، استاندارد کیفیت رسوب کانادا (ISQGs) مقایسه شد. این استانداردها برای ارزیابی درجه آلودگی و بررسی میزان تاثیر آلاینده‌ها بر روی موجودات زنده مورد استفاده قرار می‌گیرند. در استاندارد کیفیت رسوب آمریکا دو سطح خطر برای آلودگی فلزات در رسوبات بیان شده است که به‌صورت حدی که کمتر از ۲۰ درصد جوامع بیولوژیک در خطرند (ERL) و حدی که کمتر از ۵۰ درصد جوامع بیولوژیک در خطرند (ERM) ارایه شده است. در استاندارد کیفیت رسوب کانادا نیز دو سطح خطر برای آلودگی فلزات

## روش کار

برای دستیابی به اهداف مطالعه، ۶ نقطه نمونه‌برداری انتخاب شد و در هر ایستگاه ۳ نمونه برداشته شد. حجم نمونه‌های رسوب (۶ ایستگاه در ۳ تکرار با ۴ فلز سرب، کادمیم، نیکل و وانادیوم) در مجموع ۷۲ نمونه رسوب جمع‌آوری شد. غلظت فلزات اندازه‌گیری شد. مراحل آماده‌سازی برای تجزیه کامل نمونه و روش انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و قرائت اعداد مطابق با استانداردهای جهانی انجام شد (Karbasi et al., 2008, Payandeh and Velayatzadeh., 2019).

برای آماده‌سازی نمونه‌های رسوب جهت آنالیز، نمونه رسوب هر ایستگاه را در ظروف مخصوص جهت خشک کردن آنها قرار داده شدند، عمل خشک کردن رسوب در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه آون انجام شد. سپس نمونه‌های خشک شده با هاون پودر و از الک ۶۳ میکرون عبور داده شدند و برای توزین نمونه‌های پودر شده از ترازوی با دقت ۴ رقم اعشار استفاده شد و خلل و فرج کاغذ مورد استفاده برای وزن کردن با همان رسوب مورد آزمایش و از طریق مالش گرفته شود (کاغذ کالک). سپس نمونه رسوب آماده هضم و قرائت شدند. جهت تعیین

در رسوبات مطرح شده که به صورت سطوحی که باعث اثرات زیان‌آور می‌شود (PEL) و حد اثر آستانه (TEL) است. در جدول ۱ میانگین غلظت فلزات (میلی گرم بر لیتر) آورده شده است.

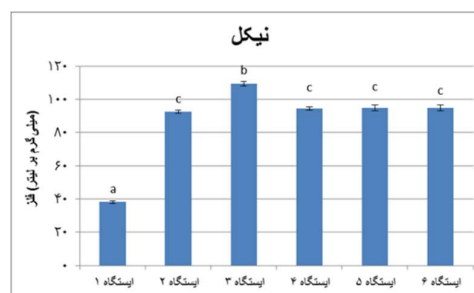
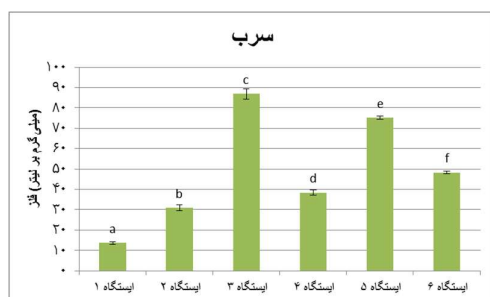
**نتایج و بحث**

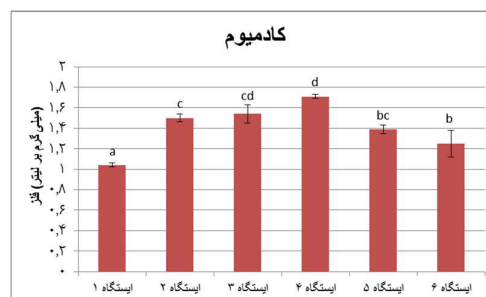
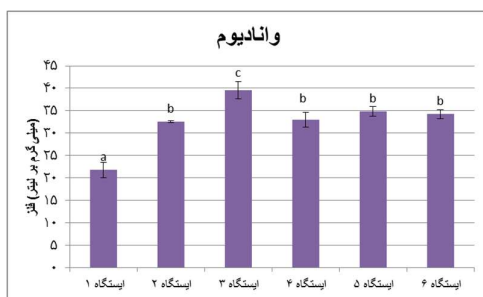
جدول ۱- متوسط غلظت فلزات سنگین (میلی گرم بر لیتر) در رسوبات میدان نفتی باران شمالی (تالاب هورالعظیم)

ایستگاه	نیکل	سرب	کادمیم	وانادیوم
ایستگاه ۱	۳۸/۱۰	۱۳/۶۴	۱/۰۴	۲۱/۷۹
ایستگاه ۲	۹۲/۳۹	۳۰/۹۵	۱/۵۰	۳۲/۵۲
ایستگاه ۳	۱۰۹/۴۹	۸۶/۹۱	۱/۵۴	۳۹/۵۳
ایستگاه ۴	۹۴/۳۸	۳۸/۳۸	۱/۷۱	۳۳/۰۳
ایستگاه ۵	۹۴/۸۷	۷۵/۱۵	۱/۳۹	۳۴/۷۸
ایستگاه ۶	۹۴/۷۹	۴۸/۲۲	۱/۲۵	۳۴/۲۳
میانگین	۸۷/۳۳	۴۸/۸۷	۱/۴۰	۳۲/۶۵

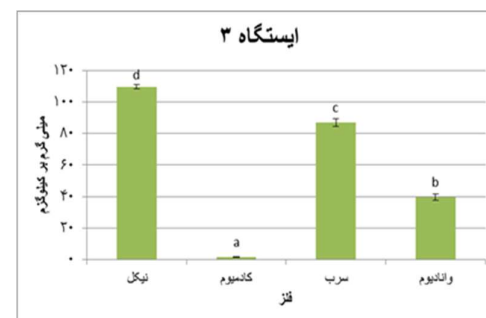
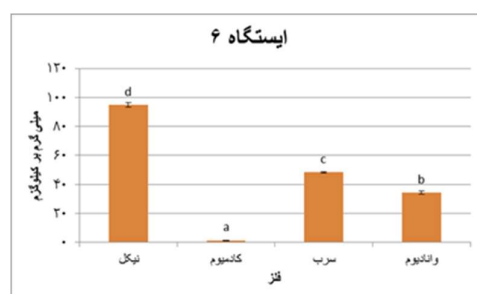
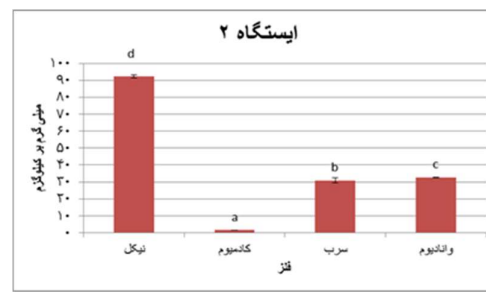
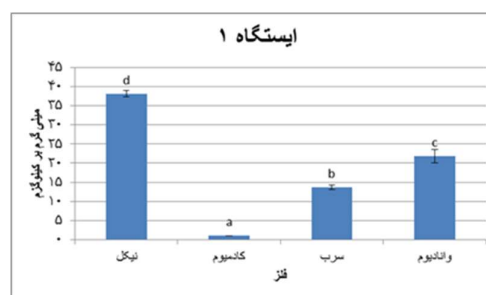
مقدار فلز سرب در ایستگاه ۳ ( $۸۶/۹۱ \pm ۲/۵۰$ ) میلی گرم بر لیتر) و ایستگاه ۱ ( $۱۳/۰ \pm ۶۴/۵۶$ ) میلی گرم بر لیتر) کمترین مقدار را داشت (شکل ۲). بالاترین مقدار فلز وانادیوم در ایستگاه ۳ ( $۵۳ \pm ۱/۹۶$ ) میلی گرم بر لیتر) و ایستگاه ۱ ( $۲۱/۱ \pm ۷۹/۷۱$ ) میلی گرم بر لیتر) کمترین مقدار را داشت (شکل ۲). در شکل ۳ غلظت فلزات در هر یک از ایستگاه‌ها نشان داده شده است. در شکل‌های ۲ و ۳ حروف غیرمشابه به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح  $0.05$  است ( $P < 0.05$ ).

غلظت فلزات در ایستگاه‌های مختلف، متفاوت بود. در شکل ۱ نتایج مقایسه میانگین آماری غلظت فلزات نشان داده شده است. بالاترین مقدار فلز نیکل در ایستگاه ۳ ( $۱۰۹/۱ \pm ۴۹/۳۳$ ) میلی گرم بر لیتر) و کمترین مقدار در ایستگاه ۱ ( $۳۸/۱۰ \pm ۰/۸۷$ ) میلی گرم بر لیتر) بود (شکل ۲). بالاترین مقدار فلز کادمیم در ایستگاه ۳ ( $۱۰۹/۴۹ \pm ۱/۳۳$ ) میلی گرم بر لیتر) و کمترین مقدار در ایستگاه ۱ ( $۳۸/۰ \pm ۱۰/۸۷$ ) میلی گرم بر لیتر) بود (شکل ۲). بالاترین





شکل ۲- میانگین غلظت فلزات در رسوبات ایستگاه‌های مورد بررسی در میدان یاران شمالی (تالاب هورالعظیم)



شکل ۳- مقایسه میانگین غلظت فلزات در ۶ ایستگاه نمونه‌برداری

غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و وانادیوم بررسی شد. نتایج نشان داد که در رسوبات، عنصر نیکل با میانگین کل  $28/56 \pm 9/18$  میلی گرم بر لیتر بالاترین غلظت و وانادیوم و سرب به ترتیب با  $52/1 \pm 8/0$  و  $0/71 \pm 7/0$  میلی گرم بر - کیلوگرم بود. در مطالعه Abyat et al., 2022 که فلزات

غلظت فلزات در مطالعه حاضر بیشتر از نتایج مطالعه Bostanzadeh et al., 2020 و Abyat et al., 2022 بود. با توجه به وسعت تالاب هورالعظیم، دو مطالعه فوق‌الذکر در بخش‌های دیگر تالاب (خارج از محدوده مطالعه حاضر) انجام شده است. در مطالعه Bostanzadeh et al., 2020

سنگین را در رسوبات تالاب هورالعظیم با شاخص‌های آلودگی بررسی کردند، نشان داده شد که عناصر کادمیم و نیکل و کروم تا حدی بالاتر از حد مجاز هستند که علت آن را می‌توان ورود پساب کارخانجات، تأسیسات نفتی و هم-چنین کودهای شیمیایی دانست. در جدول ۲ مقایسه غلظت عناصر سنگین در رسوبات میدان یاران شمالی تالاب هورالعظیم در مطالعه حاضر با مقادیر استاندارد براساس راهنمای کیفیت رسوب آمریکا و کانادا نشان داده شده است. غلظت عنصر نیکل در مطالعه حاضر نسبت به مقادیر استاندارد ERL، TEL، ERM، PEL بیشتر بود و میانگین غلظت کادمیم و سرب نسبت به مقادیر استاندارد ERL و TEL بیشتر و از مقادیر استاندارد ERM و PEL کمتر بود.

جدول ۲ -مقایسه غلظت عناصر سنگین در رسوبات میدان نفتی یاران شمالی تالاب هورالعظیم با مقادیر استاندارد براساس راهنمای کیفیت رسوب آمریکا و کانادا (میلی گرم برلیتر)

عناوین	کادمیم	نیکل	سرب	وانادیوم
ERL استاندارد کیفیت رسوب آمریکا (NOAA)	۱/۲	۲۰/۹	۸	-
ERM	۹/۶	۵۱/۶	۲۱۸	-
TEL استاندارد کیفیت رسوب کانادا (ISQGs)	۰/۶	۱۶	۳۵	-
PEL	۳/۵	۷۵	۹۱/۳	-
میانگین غلظت عناصر مطالعه حاضر	۸۷/۳۳	۴۸/۸۷	۳۲/۶۵	-

این فلزات در شیل و پوسته زمین بود. ایشان بیان داشتند که این فلزات بیشتر منشأ طبیعی و زمین‌شناسی از رسوبات بستر تالاب و خاک‌های اطراف دارند. نتایج این دو مطالعه و بررسی مطالعات دیگر در محیط‌های آبی خلیج فارس، می‌توان بیان داشت که چون مقدار زمینه فلزات در منطقه تعیین نشده است، ضروری است که در مطالعات جامعی حد زمینه فلزات تعیین شود تا بر آن اساس بتوان در پژوهش‌های میدانی منابع آلاینده و منشأ انتشار آلاینده‌ها را در منطقه به‌درستی بررسی نمود.

مقایسه میزان فلزات کادمیم، سرب و مس در رسوبات سطحی سواحل جزرومدی بندر دیلم خلیج فارس با استانداردهای جهانی در مطالعه Seiedi et al., 2022 نشان داد که غلظت فلز مس و سرب از غلظت استانداردهای جهانی کمتر است ولی میزان این فلزات بیشتر از استاندارد USEPA بوده است. و میزان کادمیم از میزان استانداردهای USEPA، کیفیت رسوب آمریکا NOAA و کیفیت رسوب کانادا ISQGS بیشتر بوده است. در مطالعه Payandeh and Velayatzadeh., 2019 که غلظت فلزات سنگین را در رسوبات تالاب ناصری در اهواز بررسی کردند میانگین غلظت فلزات روی، آهن، منگنز، نیکل، وانادیوم و مس در رسوبات سطحی تالاب ناصری پایینتر از میانگین

## نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در رسوبات میدان نفتی باران شمالی در تالاب هورالعظیم غلظت میانگین عناصر نیکل، سرب و کادمیم بالاتر از مقادیر این عناصر در پوسته زمین است. عنصر نیکل بیشترین غلظت را در رسوبات منطقه در مقایسه با دیگر فلزات مورد مطالعه دارد. مقایسه غلظت عناصر سنگین به دست آمده از رسوبات ایستگاه‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر با استانداردهای مختلف کیفیت رسوب در جهان نشان داد که میانگین غلظت عناصر کادمیم و سرب نسبت به شاخص‌های استاندارد ERL و TEL بیشتر و از شاخص‌های استاندارد ERM و PEL کمتر است. ولی میانگین غلظت عنصر نیکل در مطالعه حاضر نسبت به شاخص‌های استاندارد آمریکا (NOAA) و کانادا (ISQGs) بیشتر است که نشان‌دهنده آلودگی منطقه مورد مطالعه به این عنصر است.

آلودگی خاک ناشی از صنعت حفاری می‌تواند غلظت-های عناصر فلزی در خاک را به حد سمی برساند. ترکیبات

معدنی حاوی کادمیم بسیار سمی و ترکیبات شامل سرب و نیکل و وانادیوم سمیت متوسط دارند. به‌کارگیری این مواد در صنعت حفاری از عوامل موثر در بروز آلودگی محیط ناشی از کاربرد اینگونه ترکیبات به‌شمار می‌آید. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که اگرچه میزان این عناصر در رسوبات منطقه در حد خطرناک نیست اما بایستی پیش از آن که به تهدید جدی برای سلامت محیط‌زیست و موجودات منطقه تبدیل شوند، با اقدامات پیش‌گیرانه، مدیریت و نظارت صحیح از افزایش این آلاینده‌ها جلوگیری نمود. کاهش و کنترل ورود پساب‌های زمین‌های کشاورزی بالادست به منطقه، استفاده از تکنولوژی‌های نوین برای کنترل و مدیریت پسماندهای حفاری و و پساب‌های تاسیسات نفتی از جمله این اقدامات کنترلی هستند. پیشنهاد می‌شود که در مطالعات جامعی غلظت زمینه فلزات در منطقه تعیین شود تا برآن اساس بتوان نسبت به بررسی آلودگی فلزات با استفاده از شاخص‌های ژئوشیمیایی اقدام نمود.



## منابع

- Abyat H., Ansari M R., Rang Zan N., Abyat A. 2020. Assessment of Heavy Metals in Hooralazim Wetland Sediments by Calculation of Pollution Index. Iranian Journal of soil and water research, 51(10), pp2469-248(In Persian)
- Bostanzadeh M., Romayani L., Payandeh K., Sabzalipour S., Mohammadi Roozbehani M. 2020. Assessment of Heavy Metals Transition (Pb, Ni and Vanadium) In Hur Al-Azim Wetland Food Chain. 11 (42) , pp15-28. (In Persian)
- Farasati M., Haghighi S., Boroun S. 2016. Cd removal from aqueous solution using agricultural wastes. Desalination and Water Treatment, 57(24), pp 11162-11172
- Haghshenas A., Mirzaei M., Hatami-manesh M., Mir Sanjari MM., Hossein Khezri P. 2017. Measurement and Evaluation of Ecological Risk of Heavy Metals in Surface Sediments of Pars Special Economic Energy Zone. Iran South Med, 20 (5), pp 448-469 (In Persian).
- Hatefi R., Khazari M., Khodayi K., Shahsavari A., A. Madbari S., Asadian F. 2015. Assessment of contamination and ecological risk of heavy metals in surface soils around granitoids in Ahar region - East Azerbaijan. Earth science research, 7(2),26: pp1-20 (In Persian).
- Jooybari Sa., Peyrowan H., Rezaee P., Gholami H. 2022. Investigation and analysis of heavy metal concentrations and sediment pollution indices in Hendijan dust hotspot, Khuzestan Province. Watershed Engineering and Management, 14(3), pp 312-331. (In Persian)
- Karbassi AR., Monavari S M., Nabi Bidhendi G R., Nouri J., Nematpour K. 2008. Metal pollution assessment of sediment and water in the Shur River. Environenta Monitoring and Assessment, 147(1-3), PP107-116.
- Kazemi Darsanaki R., Sadat Naemi A. 2022. Heavy Metal Contamination in Water and Sediments of Persian Gulf Coasts: Narrative Review. J Mar Med; 4(4), pp198-205 (In Persian).
- Kheiri Soltan Ahmadi R., Nazarnejad H., Asadzadeh F. 2022. The evaluation of heavy metals pollution in the surface sediments of Mahabadchai River. Iranian Journal of Research in Environmental Health. 8(1), pp 46-58 (In Persian).
- Payandeh K., Velayatzadeh M. 2019. Determining of the heavy metals cobalt, chromium, manganese, selenium and molybdenum in sediments of Hooralazim wetland in Khuzestan province using pollution indices. Journal: Journal of wetland ecobiology, 11(40), pp 83-96 (In Persian).
- Rast Manesh., Zarasvandi A., Toulabi M. 2021. Investigation of enrichment, toxicity, and ecological risk of heavy metals in Bahmanshir River surface sediments. Journal of Irrigation Sciences and Engineering (JISE) (In Persian).
- Rosselli W., Rossi M., Sasu I. 2006. Cd, Cu and Zn contents in the leaves of Taraxacum officinale. Snow Landsc Res, 80 (3), pp 361-366.
- Seiedi J., Masavi Dehmordi L., Khaki E. 2022. Survey of Heavy Metals (Cd, Pb and Cu) pollution in Sediment of Deilam Port in Persian Gulf. Journal of Environmental Science and Technology (JEST), 23(12), 115, pp201-210 (In Persian).
- Siyahati Ardakani G., Mirsanjari M., Azimzadeh H., Solgi E. 2019. Ecological Risk Assessment of Heavy Metals in Topsoil Around Major Industries of Ardakan City. TB; 17 (6), pp95-110 (In Persian).
- Yousif R., Choudhary M., Ahmed S., Ahmed Q. 2021. Bioaccumulation of heavy metals in fish and other aquatic organisms from Karachi Coast, Pakistan. Nusantara Bioscience. 20;13(1) (In Persian).
- Zhang L., Liao Q., Shao S. 2015. Heavy metal pollution, fractionation, and potential ecological risks in sediments from Lake Chaohu (Eastern China) and the surrounding rivers. Int J Environ Res Public Health 12(11), pp14115-31.
- Zicker F. 2022. Science and Global Health. Novelty in Clinical Medicine. 1(3), pp 119-120.