**مقاله پژوهشی**

**علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره دوازده، اسفند ماه ۱۴۰۰(۲۱۰-۲۰۱)**

# بررسی غلظت فلزات سنگین (Cd, Pb و Cu) در رسوبات سطحی سواحل جزر ومدی بندر دیلم - خلیج فارس

**جواد سیدی** [1*]

j.seiedi@modares.ac.ir

**لاله موسوی ده موردی** [2]

**اسحاق خاکی** [1]

**تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۲** **تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۸**

**چکیده**

**زمینه و هدف:** بررسی غلظت فلزات سنگین (Cd, Pb,Cu) در رسوبات سواحل جزرومدی بندر دیلم و ارزیابی خطرات زیست محیطی این آلودگی‌ها با توجه به موقعیت این بندر و ارتباط مستقیم مردم این بندر با دریا بسیار مهم است.

**روش بررسی:** در این مطالعه از رسوبات سطحی ۵ ایستگاه در بندر دیلم در پاییز ۱۳۹۳ نمونه برداری شد. پس از خشک کردن و هضم اسیدی نمونه‌ها توسط اسید نیتریک و اسید پرکلریک ، میزان غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی (AAS) اندازه گیری شد.

**یافته ها:** نتایج این مطالعه نشان داده که دامنه سطوح فلزات سنگین در رسوبات ایستگاه‌های مختلف بر اساس میکروگرم بر گرم وزن خشک۶/۴۰-۲/۱ مس، ۲۱/۱۸-۱۰/۴ سرب و ۲/۸-۱/۱کادمیوم است. در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه ایستگاه پارک ساحلی کمترین آلودگی به فلزات مورد مطالعه را داشته است. ایستگاه بندر امام حسن و بندر لیلتین بیشترین میزان آلودگی به این فلزات را دارا بودند.

**بحث و نتیجه گیری:** مقایسه میزان این فلزات با استانداردهای جهانی نشان داد که غلظت فلز مس و سرب ازغلظت استانداردهای جهانی کمتر است ولی میزان این فلزات بیشتر از استاندارد USEPA بوده است. و میزان کادمیوم از میزان استاندرادهای USEPA، کیفیت رسوب آمریکا(NOAA) و کیفیت رسوب کانادا(ISQGS) بیشتر بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** فلزات سنگین، رسوبات جزری مدی، بندر دیلم، خلیج فارس.

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان. بهبهان، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان. بهبهان، ایران.

*J. Env. Sci. Tech., Vol 23, No.12, March, 2022*

# Survey of Heavy Metals (Cd, Pb and Cu) pollution in Sediment of Deilam Port in Persian Gulf

**S.Javad Seiedi[1 *]**
*j.seiedi@modares.ac.ir*
**Laleh Mosavi Dehmordi[2]**
**Eshagh Khaki[1]**

Admission Date:April 27, 2016 Date Received: June 2, 2015

**Abstract**

**Background and Objective:** Evaluation of pollution in the port of Deylam and assessment Risks of environmental pollution Taking the position of the port and And direct contact People with the sea ,this port is very important.

**Material and Methodology:** In this study sediments samples were collected from 5 stations along coast. After drying and digesting of samples in Nitric acid and Perchloric acid, concentrations of heavy metals were measured by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

**Finding:** The results of this study have shown that the levels of heavy metals in sediments of stations based on micrograms per gram dry weight of 2/1-6/40 **Cu**, 10/4-21/18Pb-1/1-2/8for Cd. between stations surveyed in the study In seaside Park station had the lowest pollution by metals. Bandar Imam hasan and Bandar Lyltyn Stations had the highest rate of pollution of these metals.

**Discussion and Conclusion:** Comparison rate of these metals with international standards showed that the concentration of Cu and Pb concentrations is below international standards, but the amount of these metals was higher than USEPA standards. And the amount of cadmium is more from the standard USEPA, sediment quality US (NOAA) and sediment quality in Canada (ISQGS).

**Keywords:** Heavy Metals, sediments, Deilam Port, Persian Gulf.

1- Bachelor student of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran. * **(***Corresponding author***)**
2- Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

**مقدمه**

رسوبات طی سال‌های متوالی در اثر فرآیند رسوب‌گذاری رفته رفته بر روی هم انباشته شده و در نهایت می‌توانند به عنوان شاخص میزان آلودگی‌ها در نظر گرفته شوند. مقدار فلزات سنگین در لایه‌ها و طبقات مختلف رسوبات نمایانگر میزان این فلزات و مقدار آلودگی اکوسیستم در زمان رسوبگذاری آن لایه-ها است. فعالیت‌های انسانی نقش به سزایی در افزایش غلظت فلزات سنگین در رسوبات ساحلی دارند(۱،۲). به طوری که همواره در مناطقی که فعالیت‌های صنعتی و شهری در سطح بالایی قرار دارد، غلظت‌های بسیار زیاد این آلاینده‌ها در رسوبات این مناطق مشاهده می شود(۳،۴). وجود آلودگی فلزات سنگین در رسوبات منجر به مشکلات محیطی جدی می گردد (۲). غلظت فلزات سنگین در رسوبات با غلظت‌های این فلزات در بدن موجودات زنده ساکن در آن‌ها همبستگی دارد(۵). به‌طوری که مکانهایی با داشتن رسوبات آلوده همیشه یک خطر حقیقی را برای موجودات زنده در آن زیستگاه‌ها ایجاد می کنند(۴). فلزات از طریق آب دریا،ذرات معلق،رسوبات دریایی و از طریق زنجیره غذایی در موجودات تجمع می‌یابند(۶). فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند، لذا می‌توانند به واسطه ی بزرگ نمایی زیستی به رده‌های بالاتر زنجیره غذایی انتقال یابند (۵،۷). در ارزیابی شرایط آلودگی محیط‌های دریایی، آنالیز رسوبات نقش مهمی را ایفا می‌نماید. امروزه آلودگی رسوبات به عنوان یکی از وخیم‌ترین مشکلات اکوسیستم مصبی مطرح شده است .در سراسر جهان، آلودگی فلزات سنگین در رسوبات در نزدیکی بندرهای شهری و صنعتی گزارش گردیده است(۸،۹).

یکی از پر کاربردترین استانداردهای کیفیت رسوب در پایش مصبها و محیط‌های دریایی، استاندارد کیفیت رسوب آمریکا(در کیفیت رسوب) است (۱۰). در کیفیت رسوب NOAA[1] دو خطر برای آلودگی فلزات در رسوبات بیان شده است که به صورت ERL[2] حدی که کمتر از 10 درصد جوامع بیولوژیک در خطرند و ERM[3] حدی که کمتر از ۵۰ درصد جوامع بیولوژیک در خطرند، ارائه شده است. دراستاندارد تعیین شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، مقادیر LAL[4] به مقادیری اشاره دارد که اثر خاصی بر موجودات ندارد و مقادیر HAL [5] تقریبا شبیه به مقادیر ERM است (۱۱).

بندر دیلم از بندرهای بزرگ و پررونق استان بوشهر می باشد که در شمالی‌ترین قسمت این استان واقع گردیده است، این بندر بواسطه وجود صنایع نفتی در اطراف خود طی سالیان اخیر از بندرهای پرتردد کشور می‌باشد. از مهمترین صنایع پتروشیمی و نفتی در اطراف این بندر می توان میدان نفتی نوروز، سروش، بهرگانسر، تلمبه خانه گوره، کارخانه گاز ان جی ال ۱۳۰۰ را نام برد. این صنایع می توانند سبب تخلیه انواع آلودگی‌ها در این منطقه گردند.

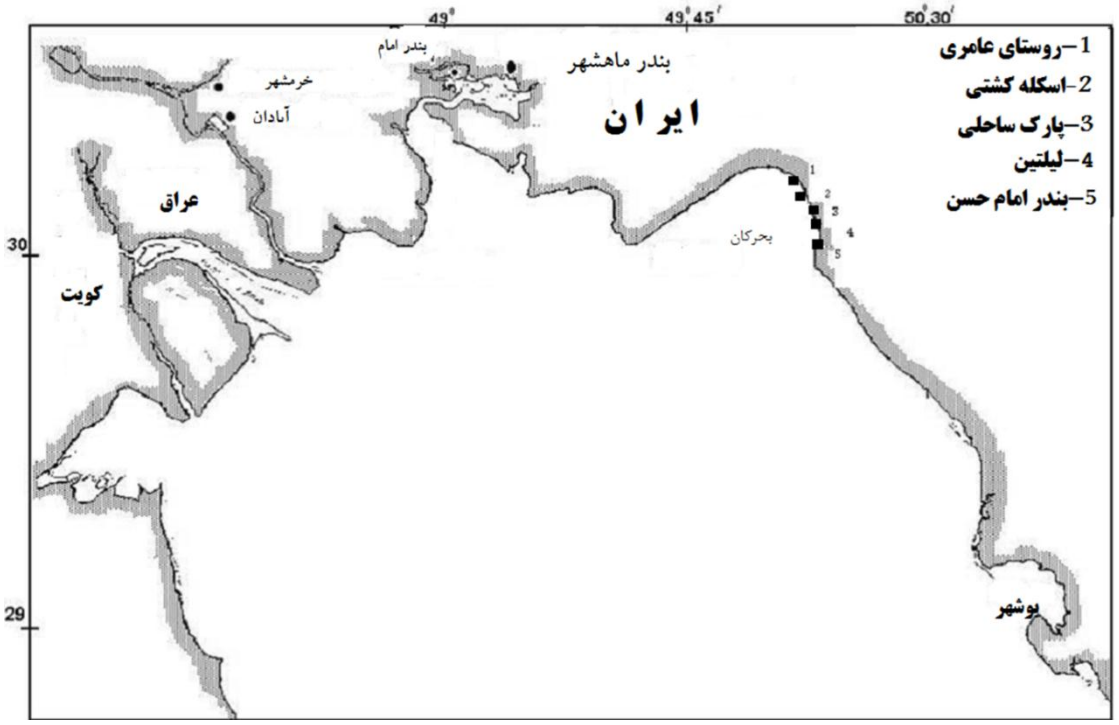
هدف از این مطالعه بررسی میزان آلودگی فلزات سنگین کادمیوم، سرب و مس در رسوبات سطحی سواحل جزر و مدی بندر دیلم و مقایسه نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات کادمیوم، سرب و مس در رسوبات بندر دیلم با برخی از استانداردهای کیفیت رسوب در جهان از جمله با استانداردهای کیفیت رسوب آمریکا(NOAA) و استاندارد کیفیت رسوب کانادا(ISQGS [6]) و مقادیر PEL[7] (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، است.

**مواد و روش‌ها**

در این تحقیق از رسوبات سطحی ۵ ایستگاه (امام حسن، لیلتین، پارک ساحلی, اسکله کشتی سازی و روستای عامری) از سواحل جزر و مدی در بندر دیلم با کاربری های مختلف در پاییز ۱۳۹۳ نمونه برداری شد. نقشه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه‌ها در منطقه در شکل ۱ و مختصات جغرافیایی

1- National Oceanic and Atmospheric Administration
2- Effect RangLow
3- Effect Range Medium
4- Lowest alert level
5- Highest Alert Level
6- Canadian interim marine sediment quality
7- Probable Effects level

ایستگاهها در جدول شماره ۱ ارایه شده اند. از هر ایستگاه ۳ نمونه ترکیبی از رسوبات سطحی برداشته و درون ظروف پلی اتیلنی ریخته شد و سپس درون یخدان محتوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند (۱۲). در آزمایشگاه نمونه‌ها تا زمان شروع سنجش فلزات سنگین در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند(۱۳). برای خشک کردن نمونه‌ها, رسوبات به مدت ۴۸ ساعت در فریز درایر قرار داده شدند، سپس به منظور یکدست کردن نمونه‌ها، رسوبات خشک شده با استفاده از الک ۶۳ میکرون الک شده و داخل هاون کوبیده شدند (۱۴). جهت سنجش فلزات کادمیوم، سرب و مس یک گرم از رسوب الک شده را با افزودن ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ (۶۵ درصد) و اسید پرکلریک (۶۰ درصد) به نسبت ۱:۴ و قرار دادن بر روی دستگاه هضم، به مدت یک ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد و ۴ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد هضم نموده و پس از سرد شدن نمونه‌ها و رقیق کردن با آب دیونایز و عبور دادن از کاغذ صافی واتمن ۴۲ به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شدند. در نهایت غلظت عناصر مورد مطالعه با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله سنجش گردید(۱۵).




**شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاهها**

Figure 1. The map of the studied area and the location of the stations

**جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه**

Table 1. Geographical coordinates of the studied stations

| ایستگاه | نام ایستگاه | عرض جغرافیای | طول جغرافیای |
|---|---|---|---|
| ۱ | عامری | ۲۹° ۴۹′ ۳۶" | ۵۰° ۱۵ ′۱۵" |
| ۲ | امام حسن | ۲۹ °۵۲′ ۵۲" | ۵۰° ۱۲ ′۲۸" |
| ۳ | لیلتین | ۳۰° ۰۲′ ۵۷" | ۵۰° ۰۸′ ۴۲" |
| ۴ | پارک ساحلی | ۳۰ °۰۳ ′۳۰" | ۵۰° ۰۸′ ۲۱" |
| ۵ | کشتی سازی | ۳۰° ۰۴ ′۰۶" | ۵۰° ۰۸ ′۳۰" |

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. به منظور تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک (Shapiro-Wilk) و همگنی واریانس ها از آزمون لون (Leven test) استفاده شد. بعد از بررسی نرمال بودن داده ها و همگنی واریانس ها, از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) آزمون دانکن برای مقایسه بین ایستگاه‌ها و از آزمون تی تک نمونه‌ای (One sample t Test ) برای مقایسه مقادیر ایستگاه‌های مختلف با استانداردهای بین المللی استفاده شد.

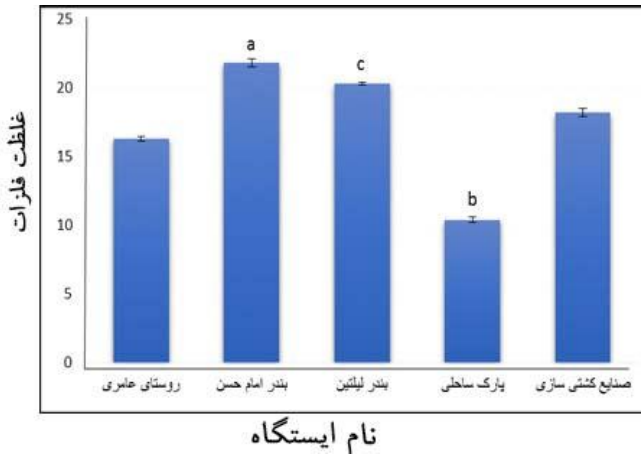
**نتایج**

نتایج حاصل از آنالیز فلزات سنگین شامل کادمیوم، سرب، روی و مس در رسوبات در جدول۳ نشان داده شده است. غلظت سرب در رسوبات بندر دیلم در دامنه حداقل ۱۰/۴±۰/۲۲ در ایستگاه پارک ساحلی تا ۲۱/۸ ±۰/۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک در ایستگاه بندر امام حسین اندازه گیری شد (نمودار شماره۱). غلظت کادمیوم منطقه در دامنه حداقل۱/۱±۰/۱۲ در ایستگاه پارک ساحلی تا ۲/۸±۰/۱۶میکروگرم بر گرم وزن خشک در ایستگاه بندر لیلتین اندازه گیری شد (نمودار شماره ۲). غلطت فلز مس در ایستگاه‌های مورد مطالعه در دامنه حداقل۲/۱±۰/۱۲در ایستگاه پارک ساحلی تا ۶/۴۰±۰/۹ میکروگرم بر گرم وزن خشک در ایستگاه بندر امام حسین به دست آمد (نمودار شماره۳). مقادیر اندازه گیری شده فلزات کادمیوم، مس و سرب در رسوبات ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ به نمایش درآمده است.

**جدول۲-میانگین غلظت فلزات کادمیوم، سرب و مس بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در رسوبات سطحی ایستگاه-های مورد مطالعه**

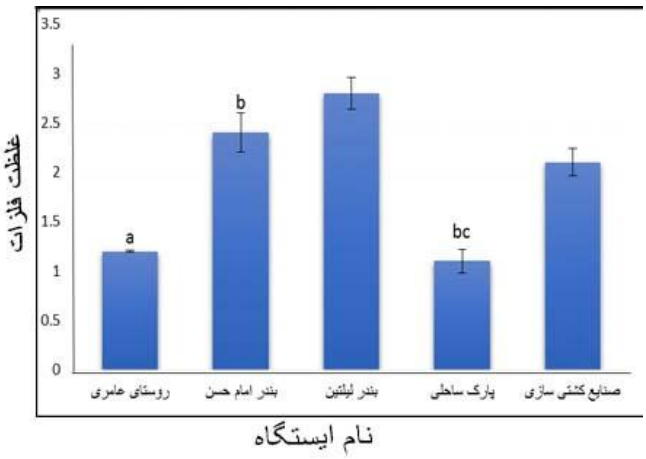
Table 2. The average concentration of cd, pb and cu metals in terms of micrograms per gram of dry weight in the surface sediments of the studied stations

| ایستگاه / فلز | سرب | کادمیوم | مس |
|---|---|---|---|
| روستای عامری | ۱۶/۳±۰/۱۶ | ۱/۲±۰/۰۱ | ۴/۵±۰/۱۴ |
| بندر امام حسن | ۲۱/۸±۰/۳ | ۲/۴±۰/۲ | ۶/۴۰±۰/۹ |
| خور لیلتین | ۲۰/۳±۰/۱۰ | ۲/۸±۰/۱۶ | ۵/۴±۰/۱ |
| پارک ساحلی | ۱۰/۴±۰/۲۲ | ۱/۱±۰/۱۲ | ۲/۱±۰/۱۲ |
| صنایع کشتی سازی | ۱۸/۱۸±-۰/۳ | ۲/۱±۰/۱۴ | ۳/۹±۰/۱۶ |
| میانگین و انحراف معیار | ۱۷/۳۹± ۱/۴ | ۱/۹±۰/۱۳ | ۴/۴۶±۰/۱۸ |



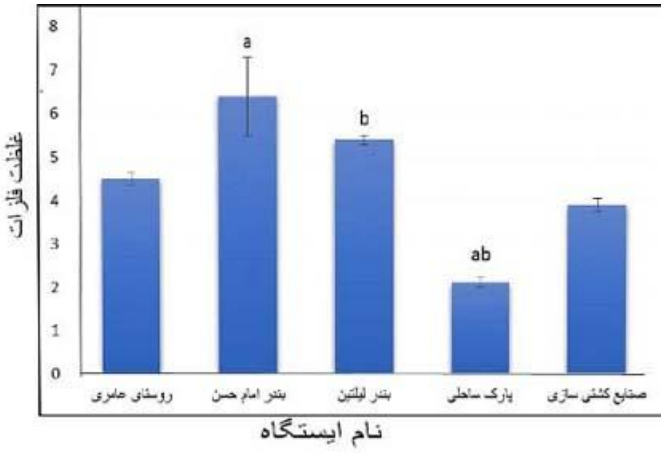

**نمودار ۱- میانگین غلظت سرب در رسوبات سطحی ایستگاه‌ها**

Diagram 1. The average concentration of pb in the surface sediments of the stations




**نمودار ۲- میانگین غلظت کادمیوم دررسوبات سطحی ایستگاه‌ها**

Diagram 2.The average concentration of cd in the surface sediments of the stations




**نمودار ۳- میانگین غلظت مس در رسوبات سطحی ایستگاه‌ها**

Diagram 3. The average concentration of cu in the surface sediments of the stations

**بحث و نتیجه گیری**

نتایج این تحقیق نشان داد که بندر امام حسن و لیلتین آلوده ترین ایستگاه‌ها می‌باشند. وجود اختلافات معنی دار بین مقادیر فلزات سنگین اندازه گیری شده در بین ایستگاه‌های مختلف گویای این مطلب است که منابع آلودگی در این بندر به صورت نقطه‌ای است .وجود این اختلافات بر اثر مجاورت با صنایع مختلف واقع در محدوده بندر به خصوص صنایع پتروشیمی، فراوانی حمل و نقل کشتی‌ها در اسکله‌های مختلف، مجاورت با محل تعمیر و نگهداری کشتی‌ها و نیز تخلیه و بارگیری انواع مواد سوختی، کالاهای نفتی، مواد معدنی، غذایی و غیره و ریزش مواد آلاینده در اسکله‌های مختلف است. میزان سرب در ایستگاه‌ها بندر امام حسن و لیلتین به ترتیب ۰/۳±۲۱/۸ و ۰/۱۰±۲۰/۳ بوده است. این ایستگاه‌ها در مجاورت آلودگی نفتی هستند، بازدید بصری این ایستگاه‌ها آلودگی نفتی واضح و لکه‌های نفتی را به وضوح نشان می دهد. حبیبی و همکاران در سال ۱۳۹۱ مقدار سه فلز کادمیوم مس و سرب را در ایستگاه خور لیلتین به ترتیب۰/۹۲ ، ۱۳/۳۶، ۱۱/۱۴ و در بندر امام حسن به ترتیب ۰/۸۲، ۶/۱۳ و ۸/۵۶ گزارش کردند(۱۶)

مقایسه این مقادیر با داده‌های فعلی گویای این مطلب می‌باشد که میزان الودگی رو به افزایش است و مقدار این فلزات تقریبا دو برابر شده است.خراسانی و همکاران در سال ۱۳۸۴، میانگین غلظت سرب در رسوبات یک ایستگاه از سواحل استان هرمزگان را حدود ۱۰/۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک، ارزیابی نمودند که دلیل آن راحمل ونقل مواد معدنی (سرب و روی) معرفی کردند. ریاحی و مرتضوی در سال ۱۳۸۶ ، غلظت سرب در رسوبات جزیره هندورابی را بین ۱/۶۰ تا ۶/۶۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش نمودند(۱۷). میانگین مس نیز در رسوبات منطقه ۰/۱۸±۴/۴۶ میکروگرم بر گرم تعیین شد.عنصر مس در ترکیب رنگ‌هایی که برای کشتی‌ها و شناورها استفاده می‌شود به دریا وارد می‌شود. خراسانی و همکاران در سال ۱۳۸۴ میانگین غلظت مس در رسوبات سواحل استان هرمزگان را حدود ۴۸/۴۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک، اندازه گیری نمودند(۱۸). De Mora و همکاران در سال ۲۰۰۴ غلظت مس را در رسوبات سواحل امارات، قطر و عمان را در محدوده ۲/۵ تا ۴/۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش کردند.(۱۹) البته این محققین غلظت مس در رسوبات سواحل بحرین را حدود ۱۵/۴۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک برآورد نمودند.

میانگین غلظت کادمیوم در رسوبات ساحلی جزرو مدی بندردیلم۰/۱۳±۱/۹ بود ایستگاه پارک ساحلی کمترین میزان هر سه فلز را در این مطالعه داشته است. این ایستگاه از منابع آلوده کننده نفتی به دور است بنابراین کمتر تحت تاثیر خروجی‌های آلوده کننده است. از طرف دیگر تردد کشتی‌ها نیز در ایستگاه بسیار پایین است . لذا به نظر می‌رسد مجموع این عوامل باعث عدم آلوده بودن رسوبات این ایستگاه است.

**جدول ۳- مقایسه غلظت فلزات اندازه گیری شده (میکروگرم بر گرم وزن خشک)**

**در رسوبات منطقه با رسوبات سایر نقاط جهان**

Table 3. Comparison of measured metal concentrations (micrograms per gram of dry weight) in the sediments of the region with the sediments of other parts of the world

| منطقه | کادمیوم | مس | سرب | منبع |
|---|---|---|---|---|
| رسوبات جهانی(میزان مرجع) | ۰/۴۲ | ۳۳ | ۱۹ | ۱۶ |
| خوریات ماهشهر | ۰/۶ | ۲۷/۰۱ | ۴۴/۶۶ | ۱۱ |
| دریای خزر – ایران | ۰/۱-۰/۲ | ۱۳/۲-۵۰/۹ | ۱۱/۳-۲۴/۶ | ۸ |
| دریای خزر – روسیه | - | ۲/۵۴-۲۱/۹ | ۲/۷۷-۵۲/۹ | ۸ |
| دریای خزر – آذربایجان | ۰/۱-۰/۲ | ۱۴/۵-۵۷/۶ | ۱۲/۲-۲۸/۶ | ۱۸ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| خلیج فارس – قطر | ۰/۰۳-۰/۰۹ | ۱/۲۲-۸/۱۷ | ۰/۴۳-۳/۸۸ | ۱۸ |
| خلیج فارس – امارات | ۰/۰۲-۰/۱۱ | ۰/۶۴-۳/۵۶ | ۰/۶۹-۵/۸۸ | ۱۲ |
| خلیج فارس – بحرین | ۰/۰۴-۰/۱۸ | ۲/۳۸-۴۸/۳ | ۰/۶۷-۹۹ | ۱۲ |
| خلیج فارس – عمان | ۰/۱۴-۰/۲۱ | ۰/۶۲-۶/۶۶ | ۰/۲۵-۱/۸۲ | ۱۲ |
| محدوده دریایی راپمی | ۰/۱-۰/۷ | - | ۴/۳-۱۴/۵ | ۲۵ |
| خلیج ازمیر | ۰/۰۳ | ۱۷ | ۸/۵ | ۲ |
| خلیج سانفرانسیسکو -کالیفرنیا | - | ۴۱/۴ | ۵/۲ | ۱۵ |
| بندر سیدنی – استرالیا | ۳/۱ | ۳۶۰ | ۲۰۰ | ۲۹ |
| مصب ساوانا–آمریکا | ND-۱/۲ | ۰/۴۱-۰/۹۵ | - | ۱۸ |
| شمال غرب خلیج فارس- بندر امام خمینی | ۰/۱۸ | ۱۷/۳۴ | ۵/۶۳ | ۴ |
| بندر دیلم | ۱/۹ | ۴/۴۶ | ۱۷/۳۹ | مطالعه حاضر |

دهقان در سال ۱۳۸۶غلظت کادمیوم را در رسوبات خوریات ماهشهر ۰/۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک تعیین نمود(۲۰). عبداللهی در سال ۱۳۸۸ با مطالعه غلظت کادمیوم در رسوبات منطقه بندر امام خمینی میزان کادمیوم را در رسوبات این منطقه زیر حد تشخیص دستگاه گزارش نمود(۲۱). میزان فلز کادمیوم در تمامی ایستگاه‌ها بالاتر از استاندارد جهانی است. بنابراین رسوبات منطقه از نظر کادمیوم دارای آلودگی زیادی است. مقایسه غلظت این فلز با دیگر نقاط جهان نشان داده است که غلظت این فلز فقط از بندر سیدنی کمتر است و از بقیه نقاط جهان بیشتر است. بررسی میزان سرب نیز نشان داد که نسبت به نقاط مورد مقایسه میزان سرب در مطالعه حاضر بیشتر است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان فلز سرب در بندر امام حسن وخورلیلتین بالاتر از میزان استاندارد جهانی است. مقایسه میزان مس در منطقه با مناطق مورد بررسی نیز نشان داد که غلظت مس در منطقه کمتر از میزان مس در خلیج ازمیر، بندر سیدنی و خلیج سانفرانسیسکو، دریای خزر- آذربایجان- ایران و خوریات ماهشهر است. در جدول ۴ نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات کادمیوم، سرب و مس در رسوبات بندر دیلم با برخی از استانداردهای کیفیت رسوب در جهان از جمله با استانداردهای کیفیت رسوب آمریکا(NOAA) و استاندارد کیفیت رسوب کانادا(ISQGS) و مقادیر PEL (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 شده است. مقایسه میزان اندازه گیری شده فلز کادمیوم در رسوبات بندر دیلم با استانداردهای کیفیت رسوب نشان داد که غلظت این فلز در رسوبات منطقه مورد مطالعه از سطوح استانداردهای کیفیت رسوب آمریکا (NOAA) (ERM) استاندارد کیفیت رسوب کانادا (PEL) و USEPA(HAL) کمتر و از استاندارد کیفیت رسوب کانادا (ISQGS) و USEPA(LAL) بیشتر است. همچنین مقایسه میزان اندازه گیری شده فلز سرب و مس در رسوبات بندر دیلم با استانداردهای کیفیت رسوب نشان داد که غلظت این فلزات در رسوبات منطقه مورد مطالعه از USEPA(LAL) بیشتر و از بقیه استانداردهای جهانی کمتر است.

**جدول ۴- مقایسه مقادیر فلزات اندازه گیری شده در رسوبات بندر دیلم با مقادیر استاندارد براساس کیفیت رسوب NOAA و محیط زیست کانادا و USEPA**

Table 4. Comparison of the amount of metals measured in the sediments of Dilam port with the standard values based on the sediment quality of NOAA and Environment Canada and USEPA

| فلز | کیفیت رسوب آمریکا(NOAA) | | محیط زیست کانادا(CCME[2] 1999 ,) | | USEPA[1] 1999 , | | رسوبات بندر دیلم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ERM | ERL | PEL | ISQGS | LAL | HAL | |
| مس | ۲۷۰ | ۳۴ | ۱۰۸ | ۱۸/۷ | ۲ | ۲۷۰ | ۴/۴۶(۲/۱-۶/۴۰) |
| سرب | ۲۱۸ | ۴۶/۷ | ۱۱۲ | ۳۰/۲ | ۲ | ۲۱۸ | ۱۷/۳۹(۱۰/۴-۲۱/۱۸) |
| کادمیوم | ۹/۶ | ۱/۲۰ | ۴/۲۰ | ۰/۷ | ۰/۰۴ | ۹/۶ | ۱/۹(۱/۱-۲/۸) |

1- United State Environmental Protection Agnecy

2- Canadian Council of Ministers of the Environment


their bioaccumulation by mussels. Journal of Chemosphere, Vol. 39, pp.313–321.

6. Povlesen, E, Alshabrawy, M.M., Shindy, M.A., AbuEl- Seoud, A. 2003. Heavy metals and hazardousorganic pollutants in sediments and mussels in the Gulf of Suez, 1999 and 2001, 4th International Conference and Exhibition for Environmental Technologies: Environment, Cairo International Conference Center, pp.184-200.
7. De Astudillo, L. R., Yen, I.C, Berkele, I. 2005. Heavy metals in sediments, mussels and oysters from Trinidad and Venezuela. Revista de Biologia Tropical journal, Vol. 53, pp.41–53.
8. Caplat, C., Texier, H., Barillier, D., Lelievre, C. 2005. Related metal bioaccumulation in oysters. Marine Pollution Bulletin, Vol. 58, pp. 832-840.
9. Long, E.R, MacDonald, D.D., Severn, C.G., Hong, C.B. 2000. Classifying probabilities of acute toxicity in marine sediments with empirically derived sediment quality guidelines.


**References**


1. Bryan, G.W. 2000.Pollution due to heavy metals and theircompounds, in: O. Kinne, ed., Journal of Marine Ecology, Vol. 4, pp. 1289–1431.
2. Aksu, A.E, Ysar, D., Uslu, O. 1997.Assessment of Marine Pollution in Izmir Bay: Heavy Metal and Organic Componund Concentratione in Surfical sediments. Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, Vol. 22, pp. 387-415.
3. Birch, G.F.1996. Sediment-bound metallic contaminants in Sydney's estuaries andadjacent offshore, Australia. Estuarine Coastal and Shelf Science, Vol. 42, pp.31–44.
4. Dias, J.F, Fernandez, W.S, Boufleur, LA, dos Santos, C.E.I., Amaral, L., Yoneama, M.L. 2009. Biomonitoring study of seasonal anthropogenic influence at the Itamambuca beach (SP, Brazil), Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Vol. 267, pp.1960–1964.
5. Pempkowiak, J., Sikor,a A., Biernacka, E.1999. Speciation of heavy metals in marine sediments vs.

Environmental Toxicolgical Chemistry, Vol. 19, pp.598– 601.

10. Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L., Calder, F.D.1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management journal, Vol. 19, pp. 81– 97.
11. USEPA.1999. Technical Guiddance for Screening contaminated Sediments.2 rd ed. New York State Department of Environmental Conservation.
12. American Society for Testing and Materials (ASTM). 1991. Standard guide for collection, storage, characterization and manipulation of sediments for toxicological testing. Philadelphia press.
13. Chouvelon, T., Warnau, M., Churlaud, C., Bustamante, P. 2009. Hg oncentrations and related risk assessment in coral reef crustaceans, molluscs and fish from New Caledonia. Environmental Pollution, Vol. 11, pp. 331–340.
14. Shi, J., Liang, L., Jiang, G., Jin, X. 2005. The speciation and bioavailability of mercury in sediments of Haihe River, China, Environment International, Vol. 31, pp. 357–365.
15. Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G., Omar, H. 2002. Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel Perna viridis from the west coast of Peninsular Malaysia. Journal of Environment International, Vol. 28, pp.117–128.
16. Habibi, S., Safaheie, A. pashazanoosi, H., 2013. detemine level of pollution Bushehr surficial sediment of heavy metals (Cu,Pb,Ni,Cd). Marine science of technology, Vol. 2, pp.12-23.(In Persian)
17. Riahi Bakhtiari, E., Mortazavi, S. 2006. A survey of Pb and Cd in shells of *Pinctada radiate* in Hendorabi. Journal of Aquatics, Vol. 74, pp.110-117. (In Persian)
18. Khorasani, N., Shaigan, J., Karimi, N., 2005. A survey of Zn, Cu, Fe, Cr and Pb in sediments of Bandar Abass, Journal of Iranian Natural Resource. Vol. 58, pp. 869-861. (In Persian)
19. De Mora, S., Fowler, S.W., Wyse, E., Azemard, S. 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Persian Gulf and Gulf of Oman. Marine Pollution Bulletin, Vol. 49, pp.410–424.
20. Dehghan Mdiseh, S. 2006. Identification of sensitive zone in Mahshahr creeks with ecological and biologiucal indices. Marine biology, university of Khoramshahr. (In Persian)
21. Abdolahi, A., 2007. Effect of industrial petroleum in natural resources. Farzaneh press. Tehran. 1 rd ed. (In Persian)
22. CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1999. Canadian environmental Quality Guideline. Canada press. 345p.