علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیستم، شماره سه ، پاییز ۹۷

بررسی میزان آلودگی خاک به فلزات سنگین نیکل و کادمیوم و ارائه راهکار مدیریتی در مکان دفن کنده های حفاری دشت آزادگان استان خوزستان

محمد سعید صارمپور*
sarempoursaeed@gmail.com
آزیتا بهبهانی نیا[۲]
هادی زارعی محمودآبادی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱ **تاریخ پذیرش:۹۵/۱۰/۱**

چکیده

زمینه و هدف: بروز آلودگی های زیست محیطی ناشی از پسماندهای نفتی، به عنوان یکی از دغدغه های اصلی صنعت حفاری بوده است. با گسترده شدن حجم فعالیتهای اکتشافی و تولیدی، بروز آلودگی نیز افزونی یافته و همواره این صنعت را با چالش های عظیم زیست محیطی مواجه ساخته است. هدف از اجرای این تحقیق بررسی میزان فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در ایستگاههای محل تخلیه کنده-های حفاری واقع در منطقه دشت آزادگان در استان خوزستان، و در محدوده تالاب هورالعظیم انجام شده است.

روش بررسی: نمونه برداری خاک از ۱۳ مکان متفاوت در محل تخلیه کنده های حفاری واقع در منطقه دشت آزادگان در استان خوزستان به منظور بررسی میزان آلودگی خاک به فلزات سنگین نیکل و کادمیوم برداشت شده است. ایستگاه A-1 به عنوان ایستگاه شاهد در نظر گرفته شده است. مابقی ۱۲ ایستگاه تحت عنوان(B2-M3) بوده که به منظور اندازه گیری میزان فلزات سنگین در عمق های متفاوت ،دو نمونه از هر ایستگاه برداشت شده است. در این تحقیق روش Simple Random Cluster Sampling & Stratification Sampling در مساحت ۱۰۰*۱۰۰ متر مربعی مورد بررسی قرار گرفت. پس از آماده سازی، نمونه ها یک به یک با دستگاه جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفت.

یافته ها: نتایج نشان می دهد غلظت کادمیوم در خاک از مقادیر ناچیز تا ۳,۱ mg/kg متغیر بوده، که پایین تر از میزان استاندارد می باشد. همچنین غلظت نیکل در نمونه ها از ۰,۰۸ mg/kg تا ۲۰۰ mg/kg متغیر است. بر اساس نتایج ، غلظت فلزات سنگین پایین تر از محدوده سمیت برای خاک می باشد. همچنین انحراف چشمگیری در مقایسه با استانداردهای EPA، WHO و محدوده پاکسازی اروپا وجود ندارد. در بررسی نیکل خاک سطحی، مشخص گردید که میزان این فلز در این سطح در حد مقادیر قابل اغماض می باشد. غلظت

۱-کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی -محیط زیست گرایش آلودگی های محیط زیست- دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد یزد*(مسوول مکاتبات).
۲- استادیار و مدیر گروه محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن
۳- استادیار و مدیر گروه محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد یزد

کادمیوم در نمونه های بررسی شده در حد استاندارد و سطوح قابل قبول می باشد. بر اساس نتایج غلظت نیکل تنها در دو مورد در عمق ۴۰ سانتی متری بالاتر از آستانه می باشد. غلظت نیکل تنها در ۲ ایستگاه K-11 و H-8 بترتیب برابر باmg/kg ۱۷۲ و mg/kg ۲۰۰ می باشد. اگر چه هیچگونه نگرانی حائز اهمیت زیست محیطی در ارتباط با این فلزات سنگین وجود ندارد؛ لیکن Land spreading به عنوان گزینه برتر مدیریت منطقه انتخاب گردید.

نتیجه گیری: پس از انجام آزمایشات، اگر چه هیچگونه نگرانی حائز اهمیت زیست محیطی در ارتباط با این فلزات سنگین وجود ندارد؛ لیکن روش Land spreading به عنوان گزینه برتر مدیریت منطقه انتخاب گردید.

واژه های کلیدی : کنده های حفاری، نیکل، کادمیوم، فلزات سنگین .

J.Env. Sci. Tech., Vol 20, No.3, Autumn, 2018

Evaluating soil contamination with heavy metals (nickel and cadmium) and developing a management strategy in a drilling cutting dump site in Azadegan Plain, Khuzestan province

Mohammadsaeed Sarempour[1*]
sarempoursaeed@gmail.com
Azita Behbahaninia[2]
Hadi Zareimahmoodabadi[3]

Admission Date:December 21, 2016 Date Received: May 21, 2016

Abstract

Background and Objective: The environmental pollution caused by oil waste is one of the main concerns in drilling industry. Contamination has increased with the expansion of exploration and production activities, which has imposed enormous environmental challenges to the drilling industry. This study has been carried out to determine the concentration of nickel and cadmium in a drilling cutting dump site in Azadegan plain in Khuzestan province.

Method: Soil samples were obtained from 13 sampling points in drill cutting dump site in Azadegan Plain, Khuzestan province to investigate soil pollution with nickel and cadmium. A-1 was selected as a background station. The rest of 12 stations were named as sample points (B2-M13) and 2 samples were obtained for each station in order to determine the concentrations of heavy metals in different depths. In this study, the Simple Random Cluster Sampling and Stratification Sampling methods were used in an area of 100*100 m^2. After preparation, samples were analyzed by atomic absorption spectroscopy.

Findings: The results showed that the concentration of cadmium in the soil varied from trace amount to 3.1 mg/kg, which was below the standard limit. Moreover, the concentration of nickel varied from 0.08 to 200 mg/kg. According to the results, the concentrations of heavy metals were lower than the toxicity limits for heavy metals in natural soil. Also there was no significant deviation from EPA, WHO standards and Europe action level for soil. Nickel concentration is negligible in all surface samples. Cadmium concentrations in all samples were below the standard limits. Nickel concentration was found to be over the threshold only in two sample points in depth of 40 cm. Nickel concentrations in K-11 and H-8 were 172 mg/kg and 200 mg/kg respectively. Although there is no sever environmental concerns related to these heavy metals in dumping site, land spreading was suggested as the best alternative for managing the area.

Discussion and Conclusions: After performing the experiments, no significant environmental concerns associated with heavy metals was seen. However, land spreading method was chosen as the best method for environmental management in the area.

Keywords: Cutting drilling, Nickel, Cadmium, Heavy metals.

1-M.Sc. Natural Resources Engineering-Environmental, Environmental Pollution, Islamic Azad University, Meybod Branch
2- Assistant Professor, Department of Environment, Islamic Azad University, Roudehen Branch
3- Assistant Professor, Department of Environment, Islamic Azad University, Meybod Branch

مقدمه

در صنایع نفت بالادستی، حفاری مهم ترین عملیاتی است که می تواند تاثیر بسزایی در بروز آلودگی های محیط زیست داشته باشد. حفاری عمدتا تا دستیابی به لایه دارای پتانسیل تولید نفت که گاها تا ۵۰۰۰ متر می باشد ادامه می یابد. با ارزش‌ترین ماده مورد استفاده در حفاری، گل (سیال) حفاری است که به سبب افزایش روانکاری و تسهیل گردش مته حفاری در سازند و نیز کنترل فشار مخزن و جلوگیری از فوران چاه مورد استفاده قرار می گیرد. ماحصل انجام عملیات حفاری تولید پسماندهای حفاری است؛ که از اصلی ترین موارد حائز اهمیت در بروز آلودگی های سوء زیست محیطی می باشد(۱).

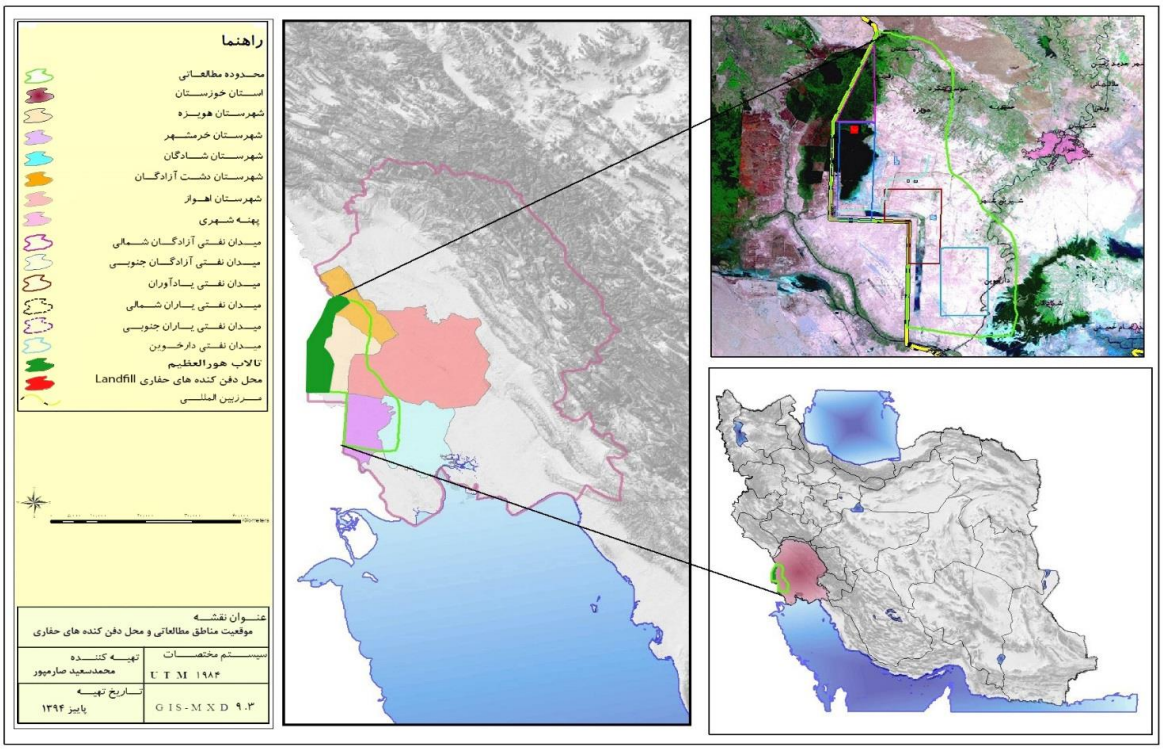
امروزه یکی از فاکتورهای شناسایی و تشخیص آلودگی در کنده های حفاری، فلزات سنگین به ویژه نیکل و کادمیوم می باشد؛ که به سبب سمیت و پراکندگی در سیال حفاری و کنده ها حائز اهمیت می باشند. وجود فلزات سنگین در کنده های حفاری می تواند به دلایل مختلفی صورت پذیرد. برخی از این فلزات سنگین در قالب نمک های و یا ترکیبات فلزات آلی به سیال حفاری اضافه می شوند. برخی از این فلزات سنگین ناخالصی هایی هستند که در مواد اولیه تولید گل از جمله بنتونیت و باریت وجود دارند. باریت از جمله افزودنی های گل حفاری است که در گل های پایه روغنی (OBM) و پایه آبی (WBM)کاربرد دارد. علاوه بر این موارد که سبب افزایش فلزات سنگین در کنده های حفاری خواهند شد، نوع سازند مخازن هیدروکربوری نیز بدلیل امکان جایگزین شدن فلزات سنگین در شبکه بلور سازندها، بر افزایش غلظت برخی فلزات سنگین، تاثیر گذار خواهد بود. به عنوان مثال عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب در سازندهای آهک و شیل امکان جایگزینی در ساختار زمین شناسی مخزن را خواهند داشت. از دیگر منابع وجود آلودگی فلزات سنگین در کنده های حفاری، وجود مواد هیدروکربونی می باشد. نفت خام به دلیل دارا بودن فلزات سنگین از جمله نیکل و کادمیوم از جمله موارد و علل وجود فلزات سنگین در کنده ی حفاری می باشد(۲). فلزات سنگین از هر منبع در کنده های حفاری می توانند موجبات بروز آلودگی خاک در محل تخلیه کنده ها را فراهم آورند. اما شناسایی میزان غلظت فلزات سنگین در ارائه برنامه های مدیریت و اصلاح خاک حائز اهمیت خواهد بود(۳).

با توجه به این که در منطقه دشت آزادگان، حجم کنده های حاصل از حفاری بیش از ۵۰ دکل در این مکان تخلیه شده است؛ هدف اصلی تحقیق، بررسی میزان آلودگی خاک به فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در مکان دفن کنده های حفاری در محل تخلیه کنده های حفاری دشت آزادگان استان خوزستان می باشد. از آنجایی که سیالات حفاری مورد استفاده ذاتا و یا با افزایش مواد شیمیایی حاوی فلزات سنگین، می توانند به عنوان منبع ورود آلودگی فلزات سنگین به خاک گردند(۴). تخلیه کنده های حفاری در خاک، سبب افزایش غلظت فلزات سنگین خاک می گردد. به علاوه مخازن نفت دارای خصوصیت ژئوشیمیایی متفاوتی بوده و می توانند به طور طبیعی، دارای مقادیری از فلزات سنگین باشند. بنابراین وجود نیکل و کادمیوم موجود در کنده های حفاری ناشی از منابع مختلف طبیعی و یا انسان ساخت، در صورت بالاتر بودن نسبت به استانداردهای زیست محیطی، مستلزم ارائه برنامه مدیریت و اصلاح خاک در محل تخلیه کنده های حفاری در دشت آزادگان، خواهد بود.

روش بررسی

این تحقیق به منظور بررسی میزان فلزات سنگین نیکل و کادمیوم در ایستگاههای محل تخلیه کنده های حفاری واقع در منطقه دشت آزادگان در استان خوزستان، انجام شده است. ابزار گرد آوری اطلاعات در این تحقیق مطالعات کتابخانه ای، بازدید میدانی، استفاده از نرم افزار GIS برای شناسایی موقعیت دقیق محل تخلیه کنده ها، انتخاب تست متدهای استاندارد، انجام آنالیز آزمایشگاهی بوده است. نمونه های خاک از ۱۳ مکان نمونه برداری برداشت شده است. با توجه به عدم تخلیه پسماند در نقطه شمالغرب منطقه، این منطقه به عنوان نقطه شاهد و بمنظور بررسی وضعیت اولیه خاک ایستگاه A-1 به عنوان ایستگاه شاهد در نظر گرفته شده است. مابقی ۱۲ ایستگاه تحت عنوان(B2-M3) بوده که به منظور اندازه گیری میزان فلزات سنگین در عمق های متفاوت ،دو نمونه از هر ایستگاه برداشت

شده است. در این تحقیق روش Simple Random Cluster Sampling & Stratification Sampling در مساحت ۱۰۰*۱۰۰ متر مربعی مورد بررسی قرار گرفت. کوادرات های انتخابی برای انجام نمونه برداری، به ابعاد ۲۵*۲۵ متر مربع متناسب با محل تخلیه هر دکل در نظر گرفته شده است. علیرغم یکنواختی در بافت دارای وضعیت غیرهمگن (Heterogeneous)بوده است و با توجه به امکان تفاوت در میزان فلزات سنگین در سطح و بخش های عمیق تر متدولوژی انتخابی برای ترسیم پلان نمونه برداری Simple Random Cluster Sampling & Stratification Sampling بوده است. محل هر نمونه با توجه به دستگاه موقعیت باب جهانی GPS و بر اساس یک شبکه بندی منظم به صورت systematic unaligned grid مشخص گردید.

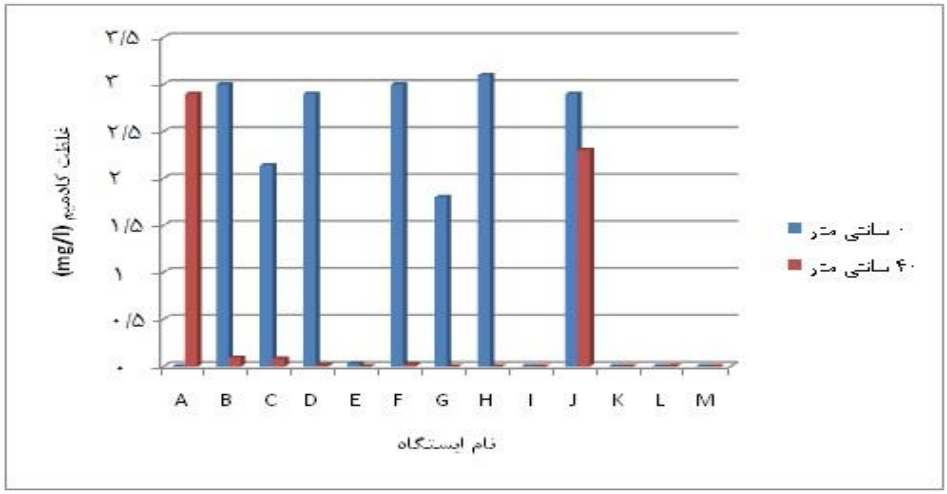


نقشه موقعیت مناطق مطالعاتی و محل دفن کنده های حفاری

Location map of the study areas and landfill drilling cuttings

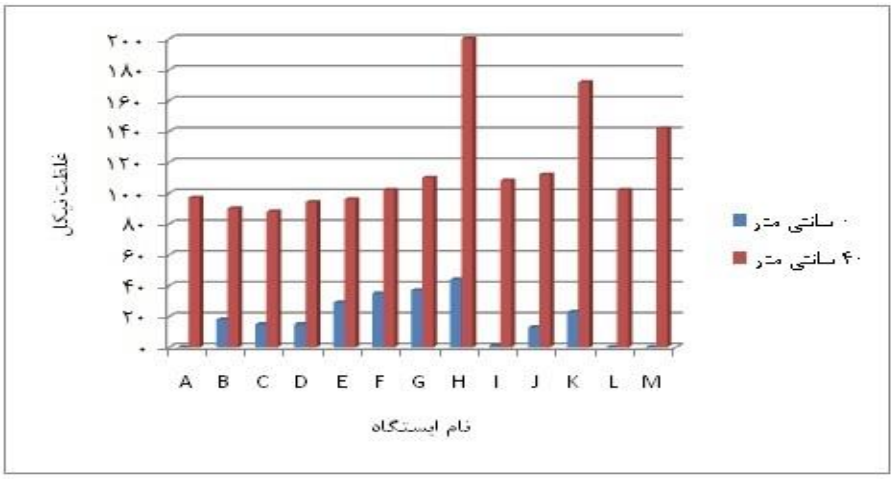
به منظور آنالیز نمونه ها، روش EPA- 3035B مورد استفاده قرار گرفت(۵). به منظور هضم نمونه ها۱ گرم وزن خشک نمونه در ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک غلیظ و اسید نیتریک به غلظت ۳ به ۱ طور مستمر در آن اضافه گردید. در مرحله بعد، مواد حاصل از فرایند هضم اسیدی به مدت ۳ ساعت برای تقلیل حجم حرارت داده شد و تا ۱۰۰ میلی لیتر رقیق شده و به حجم رسانده شد. سپس نمونه هضم شده با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به دوفاز آب و فلزات سنگین جداسازی گردید. پس از آماده سازی، نمونه ها یک به یک با دستگاه جذب اتمی Perkin Elmer 2380 مورد سنجش قرار گرفت(۶). برای تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده ابتدا در سطح توصیفی با استفاده از شاخص های آماری به توصیف میزان غلظت عناصر سنگین نیکل و کادمیوم در مناطق مختلف پرداخته می شود و سپس در سطح استنباطی بر اساس آزمون-های آماری به رد یا قبول فرضیه های مطرح شده پرداخته می-شود(۷). در آمار تحلیلی این تحقیق برای آزمودن معناداری روابط و بررسی فرضیات پژوهش با توجه به کمی بودن متغیرهای مورد اندازه گیری در این تحقیق، آزمون T مستقل برای انجام مطالعات آماری این تحقیق انتخاب شده است. در این بخش به منظور مقایسه نتایج اندازه گیری غلظت فلزات

سنگین در ایستگاه های مختلف از آزمون واریانس تک متغیره (One-way ANOVA)استفاده شده است. به منظور بررسی دقیق تر و مقایسه زوجی در ایستگاه ها، با استفاده از نرم افزار، آزمون تعقیبی (post-hoc) و یا به عبارتی آزمون LSD مورد استفاده قرار گرفت(۸).



نمودار ۱- مقایسه میزان نیکل در ایستگاه های مختلف در عمق صفر و ۴۰ سانتی متر بر اساس میلی گرم بر لیتر

Figure 1. Comparison of nickel in various stations at the depth of 40 cm based on milligrams per liter



نمودار ۲- مقایسه میزان کادمیم در ایستگاه های مختلف در عمق صفر و ۴۰ سانتی متر بر اساس میلی گرم بر لیتر

Figure 2. Comparison of cadmium in different stations at the depth of 40 cm based on milligrams per liter

در بررسی شاخص های آمار توصیفی برای مولفه های مورد بررسی در ایستگاه ها و نمونه های خاک مشخص گردید میانگین غلظت نیکل در سیزده ایستگاه مورد بررسی در سطح (عمق صفر سانتی متر) ۱۷/۷۱ میلی گرم بر لیتر و در عمق ۴۰ سانتی متر ۱۱۶/۳۸ میلی گرم بر لیتر می باشد. همچنین میانگین غلظت کادمیم در سطح صفر سانتی متر برابر با ۱/۴۵ و در عمق ۴۰سانتی متر برابر با ۰/۴۱۶ می باشد. همچنین با استفاده از نرم افزار SPSS به منظور مقایسه نتایج اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در ایستگاه های مختلف از آزمون واریانس تک متغیره (One-way ANOVA) استفاده شده است. با توجه به این که معنـاداری به دست آمده برای هر دو گروه بزرگ تر از سطح معناداری استاندارد ($p>0/05$) می باشد، لذا

می توان نتیجه گرفت که تفاوت معناداری بین میزان غلظت نیکل و کادمیم در ایستگاه های مختلف وجود ندارد. به منظور بررسی دقیق تر و مقایسه دو به دوی ایستگاه ها، نتایج آزمون تعقیبی (post-hoc) و یا به عبارتی آزمون LSD نیز مورد بررسی قرار گرفت؛ و مشخص گردید بین میزان غلظت عناصر سنگین در بررسی آماری زوجی ایستگاه ها، تفاوت معناداری وجود ندارد.

جدول ۱- شاخص های آمار توصیفی برای مولفه های مورد بررسی

Table 1. Descriptive statistics for the variables examined

عمق		تعداد ایستگاه	دامنه	مینیمم	ماکزیمم	میانگین	انحراف معیار	واریانس
0 سانتی متر	Ni (mg/l) (نیکل)	۱۳	۴۳/۹۲	۰/۰۸	۴۴	۱۷/۷۱۲۳۱	۱۵/۱۸۱۰۹۲	۲۳۰/۴۶۶
	Cd (mg/l) (کادمیوم)	۱۳	۳/۰۹۹	۰/۰۰۱	۳/۱	۱/۴۵۱۹۲	۱/۴۳۸۹۰۷	۲/۰۷
	Valid N (listwise)	۱۳						
40 سانتی متر	Ni (mg/l) (نیکل)	۱۳	۱۱۲	۸۸	۲۰۰	۱۱۶/۳۸۴۶۲	۳۴/۲۵۲۸۳۱	۱۱۷۳/۲۵۶
	Cd (mg/l) (کادمیوم)	۱۳	۲/۸۹۹	۰/۰۰۱	۲/۹	۰/۴۱۶	۰/۹۷۷۴۶۶	۰/۹۵۵
	Valid N (listwise)	۱۳						

یافته ها

در مقایسه نتایج با استانداردها با استفاده از One sample t-test مشخص گردید؛ بر اساس نتایج، غلظت فلزات سنگین پایین تر از محدوده سمیت برای خاک می باشد. همچنین انحراف چشمگیری در مقایسه با استانداردهای EPA، WHO و محدوده پاکسازی اروپا وجود ندارد. در بررسی نیکل خاک سطحی، مشخص گردید که میزان این فلز در این سطح در حد مقادیر قابل اغماض می باشد. غلظت کادمیوم در نمونه های بررسی شده در حد استاندارد و سطوح قابل قبول می باشد. بر اساس نتایج غلظت نیکل تنها در دو مورد در عمق ۴۰ سانتی متری بالاتر از آستانه می باشد. غلظت نیکل تنها در ۲ ایستگاه K-11 و H-8 بترتیب برابر با ۱۷۲ mg/l و ۲۰۰ mg/l می-باشد.

بحث و نتیجه گیری

سیالات حفاری مورد استفاده مانند بنتونیت ذاتا و یا با افزایش مواد شیمیایی حاوی فلزات سنگین، می توانند به عنوان منبع ورود آلودگی فلزات سنگین به خاک گردند. چرا که در نمونه‌های خالص، کاستیک و رس دارای مقدیر متنابهی نیکل و باریت حاوی کادمیوم به میزان ۵/۵ mg/l می باشد. لذا استفاده از افزودنی های شیمیایی در تولید سیال حفاری، نقش بسزایی در افزایش فلزات سنگین مورد بررسی در این تحقیق خواهد داشت.

با توجه به بررسی انجام شده و در مقایسه غلظت های اندازه-گیری شده نیکل و کادمیوم در ۱۳ نمونه برداشت شده، مشخص می گردد؛ کنده حفاری می تواند تا حدودی منتج به افزایش نیکل در خاک محل تخلیه گردد؛ لیکن تاثیر چندانی بر افزایش غلظت کادمیوم نخواهد داشت. همچنین بر اساس مقایسه نتایج اندازه گیری ها با استانداردهای مختلف مشخص گردید غلظت فلزات سنگین در کنده های حفاری بیش از حد مجاز و به منزله آلودگی خاک در محل تخلیه کنده ها در دشت آزادگان تلقی نمی شود.چنانچه مقدار استاندارد EPA به عنوان

پایه زیست محیطی در نظر گرفته شود؛ غلظت نیکل تنها در دو مورد در عمق ۴۰ سانتی متری اندکی بالاتر از حد مجاز می-باشد و کادمیوم در مقایسه با استاندارد EPA در محدوده مجاز می باشد.

با توجه به ماهیت شیمیایی گل تخلیه شده در محل، پایین بودن غلظت فلزات سنگین در نمونه های مورد بررسی و یا ناچیز بودن مقادیر آن، و با در نظر گرفتن خصوصیات توپوگرافی منطقه و شیب زیر ۵٪، عدم وجود جریان در حال حاضر و عمق ۲/۳ متری و بیشتر آب های زیر زمینی در منطقه، در فاز اول پیشنهاد می شود در راستای ایجاد یکنواختی، سطح خاک تسطیح گردد. سپس از آنجایی که بر اساس معیارهای فنی به هنگام اختلاط خاک، نسبت ۳:۱ در نظر گرفته می شود؛ لذا تا عمق ۴۰cm خاک مورد اختلاط قرار گیرد؛ به نحوی که عمق ۴۰ با اختلاط با ۳۰ سانتی متر بالایی مخلوط شود. در راستای حفاظت حیات تالاب و کاهش آلودگی بصری در محدوده تالاب هورالعظیم، گزینه پخش کنده ها بر روی سطح زمین و تسطیح و انجام برنامه مراقبتی به مدت ۶ ماه به منظور آماده سازی خاک برای کاشت گیاهان بومی و تالابی منطقه توصیه می شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می دانند که مراتب تشکر و قدردانی را از زحمت های بی دریغ سرکار خانم دکتر الهام اردلانی رئیس محترم HSE شرکت مهندسی و توسعه نفت، به دلیل حمایت های علمی در تهیه این مقاله را به عمل آورند.

Reference

1. H. Zareimahmoodabadi Environmental impacts of drilling mud on drilling operations in oil wells , 2012(in persian)
2. H.Zareimahmoodabadi Soil pollution caused by oil well drilling operations - National Conference on Civil and Development – Tehran – 2011(in persian)
3. S.Afzali The Role of Heavy Metals on Human Health - Safety Conduct and Technical Inspection – Tehran - 2010(in persian)
4. V.Kananiershadi Environmental Impact Assessment of Drilling Wastes - Second International Symposium on Environmental Engineering – Tehran- 2009(in persian)
5. S.Aghaziaratifarahani Investigate the most suitable method for cleaning drilling mud from oil and managing waste from drilling - Conference on Environmental Planning and Management – Tehran - 2012(in persian)
6. M.M.Mortazayinejad Investigating the Effects of Contamination of Toxic Materials and Heavy Metals on the Shores of the Kharg Island - International Conference on Environmental Planning and Management – Tehran - 2013(in persian)
7. PerkinElmerCo Perkin Elmer 2380 Atomic Absorption Spectrometer – 2008
8. M.Iheoma O.Adekunle, O.Agustine Emerging trend in Natural Resources Utilization for bioremediation of Oil-Based drilling waste (Journal) - Nigeria : Department of environmental management and toxicology, 2013.