مستخرج از پایان نامه

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۶۳، زمستان ۱۴۰۱ (۲۵۴- ۲۴۱)

پهنه بندی غلظت آلاینده های کروم ونیکل در اراضی شهرک صنعتی با تاکید بر پساب فرایند صنعت آبکاری (مطالعه موردی : صنایع آبکاری شهرک صنعتی صفا دشت کرج)

فریده همراز [۱]

آزیتا بهبهانی نیا *

az.behbahaninia@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۶ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۲**

چکیده

زمینه و هدف : در اثر توسعه صنایع و ورود پساب کارخانجات صنعتی به محیط، اکوسیستم اطراف کارخانه‌ها، خاک و آب‌های سطحی و زیرزمینی، در خطر آلودگی می‌باشند. در این پژوهش به بررسی تاثیر پساب رهاسازی شده صنعت آبکاری در شهرک صنعتی صفادشت کرج بر غلظت فلزات سنگین خاک منطقه، در فصل بهار و تابستان پرداخته شد.

روش بررسی : نمونه برداری از خاک از فاصله ۷۰، ۱۲۰، ۲۲۰، ۳۲۰ و ۴۳۰ متری از اطراف مجتمع صنعتی در مسیر رها سازی پساب، انجام شد. از روش هضم تر و دستگاه جذب اتمی شعله، جهت سنجش میزان کروم و نیکل در نمونه ها استفاده شد.

یافته ها : نتایج میانگین عناصر نمونه های خاک در فصل بهار ۱/۱۵ تا ۲/۱۲ برای کروم و ۱/۰۷ تا ۱/۷۳ میکروگرم بر گرم برای نیکل و در فصل تابستان ۱/۳۹ تا ۳/۴۶ برای کروم و ۱/۸۳ تا ۳/۱۳ میکروگرم بر گرم برای نیکل به دست آمد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج مقایسه میزان عناصر کروم و نیکل خاک در فصل بهار و تابستان با استانداردهای جهانی نشان می دهد، در تمام ایستگاه ها در هر دو فصل میزان عناصر کروم و نیکل کمتر از حد استانداردهای جهانی می باشد. نتایج پهنه بندی نشان می دهد که با افزایش فاصله از محل رها سازی پساب به محیط در فاصله ۴۳۰ متر، غلظت عناصر در نمونه ها بیشتر شده است. علت آن می تواند رهاسازی پساب و شسته شدن آن بوسیله رواناب ها در طول فصول از اطراف مجتمع صنعتی به فواصل دورتر باشد.

واژه‌های کلیدی: کروم، نیکل، آلودگی خاک، پساب صنعتی، صنعت آبکاری.

۱- کارشناس ارشد گروه علوم محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران .

۲- دانشیار گروه محیط زیست واحد رودهن، دانشکده کشاورزی و علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران. *(مسوول مکاتبات)

Human and Environment, No. 63, Winter 2023

Zoning the concentration of chromium and nickel contaminants in the industrial lands with emphasis on wastewater treatment process (Case study: Safa Dashte industrial city of Karaj)

Farideh Hamraz[1]
Azita Behbahaninia [2 *]
az.behbahaninia@iau.ac.ir

Admission Date:July 24, 2019 Date Received: February 25, 2019

Abstract

Background and Objective: As a result of the development of industries and the entry of waste water from industrial factories into the environment, the ecosystem around the factories and surface and underground waters are in danger of pollution. In this research, the effect of released wastewater plating industry in Safadasht Industrial Park of Karaj on the concentration of heavy metals in the area was studied in spring and summer.

Material and Methodology: Sampling was carried out at a distance of 70, 120, 220, 320 and 430 meters from the industrial complex around the discharge path. The method of digestion and atomic absorption of flame was used to measure chromium and nickel content in samples.

Findings: The average results of soil samples were 1.15 to 2.12 for chromium and 1.07 to 1.73 for nickel in spring and 1.39 to 3.46 for chromium and 1.83 to 3.13 for µg / g for nickel in summer.

Discussion and Conclusion: The results of the comparison of the levels of chromium and nickel in the soil in spring and summer, according to global standards, show that at all stations in both seasons the amount of chromium and nickel is lower than global standards. The zoning results show that the concentration of the elements in the samples increased with increasing distance from the wastewater to the environment at a distance of 430 meters. The reason for this can be the release of wastewater and its washed off by runoff during seasons from the industrial complex around the distances.

Key words: nickel, chromium, soil pollution, industrial wastewater, plating industry.

1- M.Sc., Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resource and the Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2- Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Agriculture and base science, Islamic Azad University, Roudehen Branch, Roudehen, Iran. *(*Corresponding Author*)

مقدمه

امروزه در اثر توسعه صنایع و ورود پساب کارخانجات صنعتی به محیط، اکوسیستم اطراف کارخانه‌ها و آب‌های سطحی و زیرزمینی، در خطر آلودگی می‌باشند که این امر هم در کوتاه مدت و هم در درازمدت اثرات زیانباری به روی موجودات زنده خاک و همچنین گیاهان و جانوران این مناطق، از خود بر جای می‌گذارد (۱و۲). در میان آلاینده‌های محیطی، فلزات سنگین بدلیل غیرقابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی که بر موجودات زنده در غلظت‌های مختلف دارند، از اهمیت خاصی برخوردارند، این عناصر به دلیل تحرک کم در خاک انباشته می‌شوند. انباشت این عناصر در خاک در نهایت باعث ورود آن‌ها به چرخهٔ غذایی و تهدید سلامت انسان و سایر موجودات زنده می‌شود. فلزات سنگین پس از ورود به بدن، معمولا از بدن دفع نمی شوند و در بافت‌هایی مثل چربی، استخوان‌ها و مفاصل رسوب کرده و انباشته می‌گردند که همین امر سبب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می‌شوند. فلزات سنگین همچنین جایگزین دیگر املاح و مواد معدنی مورد نیاز در بدن می‌گردند(۳). منشأ بسیاری از آلودگی‌های خاک، پساب و پسماندهای کارخانجات صنعتی و کارگاه‌هاست. افزایش این مواد به خاک می‌تواند دامنه‌ای وسیع از آلودگی‌های متفاوت فیزیکی، شیمیایی و زیستی را به همراه داشته باشد(۴). پساب صنایع آبکاری و واحدهای وابسته به آن، پساب‌های اسیدی و قلیایی که در اثر جرمگیری و شست‌وشوی سطوح فلزاتی که روی آن‌ها عمل آبکاری انجام می‌گیرد شامل مقادیری از کروم و نیکل هستند که ممکن است همراه مقداری مواد سمی از وان‌های ذخیره، هنگام تخلیه به خاکهای اطراف نفوذ نماید(۵). اساسی‌ترین چالش‌ها در رابطه با کاربرد فلزات از جمله کروم و نیکل، عدم متابولیزه شدن آن‌ها در بدن می‌باشد، که این می‌تواند عامل بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن باشد (۶). واحدهای آبکاری بدلیل وجود چاه جذبی و بدلیل مملو شدن از لجن رسوبات فلزی و تخلیه وان‌ها بدلیل انباشتگی، احتمال ریزش و نشت به پیرامون و از جمله به خاک منطقه داشته، لذا در صورت آزادسازی در محیط زیست، زمینه آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی را فراهم می‌کند(۷). این صنعت بعنوان یک فرآیند تکمیلی با بسیاری از صنایع به ویژه صنایع فلزی در ارتباط بوده و مکمل تولیدات آن‌هاست (۸).گسترش روز افزون صنعت الکترونیک مرهون این صنعت است. بعنوان مثال در تولیدات اتومبیل پیش از ۳۵۰۰ قطعه مستقیم با آب‌کاری ارتباط داشته و یا در هواپیمایی ایرباس بیش از دو میلیون قطعه از روش‌های آب‌کاری تولید یا پوشش داده شده‌اند(۹). گسترش روز افزون صنعت الکترونیک مرهون صنعت آب‌کاری است. در ساخت بردهای الکترونیکی و مدارهای چاپی کاربرد دارد، به طوریکه این صنعت را فناوری توانمندسازی می‌نامند (۱۰). قرارگیری صنعت آبکاری در شهرک صنعتی صفا دشت کرج و فعال بودن آن ، پتانسیل آلودگی خاک و پیامد آن، آلوده شدن آب‌های زیرزمینی را دارد. هدف از این پژوهش بررسی غلظت کروم و نیکل در پساب صنعت آبکاری واقع در شهرک صنعتی صفادشت کرج و تعیین غلظت کروم و نیکل در خاک پیرامون و پهنه‌بندی خاک در شهرک یاد شده می‌باشد. با تعیین و پایش نقاط دارای پتانسیل آلودگی در فرآیند تولید می‌توان راهکارهای زیست محیطی جهت کاهش آلودگی منطقه ارائه نمود.

مواد و روشها

شهرک صنعتی صفا دشت کرج در ۲۰ کیلومتری شهرستان کرج از استان البرز واقع شده است. بخش صفادشت شامل شهرک صنعتی با ۶۰۰ کارخانه و کارگاه صنعتی ،۳۰ واحد کشاورزی ،۵۰ واحد دامداری و مرغداری و ۵ هزار هکتار اراضی کشاورزی و ۸۵۰ هکتار باغ می شود.نمونه برداری از خاک از فاصله ۷۰، ۱۲۰، ۲۲۰، ۳۲۰ و ۴۳۰ متری از محله تصفیه خانه پساب مجتمع صنعتی در دو فصل بهار و تابستان سال ۱۳۹۷ انجام شد. نمونه های خاک در داخل زیپ کیف های پلاستکی ریخته شد و سپس به آزمایشگاه جهت سنجش میزان فلزات سنگین ارسال شد. نمونه های پساب نیز از محل تصفیه خانه در بطری های شیشه ای تیره ریخته شد و در یخدان یخ در دمای پایین بلافاصله جهت سنجش میزان فلزات کروم و نیکل ارسال شد. از روش هضم تر جهت سنجش میزان کروم و نیکل در نمونه های خاک استفاده شد. جهت هضم نمونه‌های خاک، ابتدا نمونه‌های خاک در دمای

۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردیدند. سپس حدود ۱ گرم از هر نمونه خشک شده خاک، ترکیبی از ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک (۶۹ درصد) و اسید پرکلریدریک (۶۰ درصد) به نسبت ۴:۱ بر روی دستگاه هضم کننده ابتدا در دمای پایین (۸۰ درجه) به مدت ۱ ساعت و سپس در دمای ۱۶۰ درجه به مدت ۴ ساعت هضم گردید. سپس به طور ساده، نمونه‌های هضم شده با حجم مشخصی آب دوبار تقطیر شده (DDW) رقیق شدند، بعد از آن نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن 42 فیلتر شده و محلول صاف شده در ظرفهای پلاستیکی مخصوص نگهداری شد. (۱۱). برای اندازه گیری مقدار عناصر مورد مطالعه از دستگاه جذب اتمی با مشخصات مدل شیمادزو (ساخت ژاپن) استفاده گردید. و در نهایت غلظت فلزات سنگین با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$M\left(\frac{\mu g}{g}\right) = \frac{(C \times V)}{w} \times A$$

که M غلظت نهایی عناصر و فلزات سنگین نمونه براساس µg/g، C غلظت بدست آمده از دستگاه برحسب µg/l، V حجم نهایی نمونه بر حسب میلی لیتر (۲۵ میلی لیتر)، w وزن نمونه اولیه برای هضم اسیدی (g) و A ضریب رقت است.

در این پژوهش با استفاده از دستگاه GPS موقعیت مکانی ایستگاه های نمونه برداری تعیین شد. موقعیت مکانی ایستگاه-های جمع آوری نمونه به ترتیب در فواصل ۷۰، ۱۲۰، ۲۲۰، ۳۲۰ و ۴۳۰ متر مشخص گردید و سپس نقاط مورد نظر به محیط نرم افزار Arc Gis نسخه ۱۰,۴ برده شده و در محیط این نرم افزار به تهیه نقشه توزیع مکانی عناصر نیکل و کروم در دو فصل بهار و تابستان پرداخته شد. تمامی داده‌های موجود با استفاده از نرم افزار SPSS 16 و Excell 2007 مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک (Shapiro-wilk) و آزمون همگنی واریانس‌ها با آزمون لون (Levene test) بررسی و مشخص شد که داده‌های بدست آمده توزیع نرمال دارند و واریانس گروه‌ها همگن می‌باشد. برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین غلظت فلزات مورد مطالعه در ایستگاه های مختلف از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و آزمون دانکن (Duncan) استفاده گردید. مقایسه میزان فلزات مورد مطالعه در دو فصل تابستان و بهار با استفاده از آزمون T-test انجام گردید. جهت مقایسه غلظت فلزات در نمونه پساب خروجی و خاک با مقادیر استاندارد از آزمون t تک نمونه (One Sample t test) استفاده شد.

یافته ها

میانگین و انحراف معیار میزان عناصر کروم و نیکل براساس میکروگرم بر گرم از نمونه های خاک اطراف مجتمع صنعتی در فصل بهار و تابستان در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. نمونه ها از فاصله ۷۰ (A)، ۱۲۰ (B)، ۲۲۰(C)، ۳۲۰(D) و ۴۳۰(E) متر از اطراف مجتمع در مسیر رها سازی پساب برداشت شده است.

جدول۱- میانگین و انحراف معیار میزان عناصر کروم و نیکل در خاک در فصل بهار

Table 1. The mean and standard deviation of chromium and nickel elements in the soil in spring

کد ایستگاه	فاصله ایستگاه	کروم (میکروگرم بر گرم)	نیکل (میکروگرم بر گرم)
A	۷۰	۱/۱۵ ± ۰/۰۱	۱/۰۷ ± ۰/۰۵
B	۱۲۰	۱/۵۸ ± ۰/۱۰	۱/۳۴ ± ۰/۰۸
C	۲۲۰	۱/۵۹ ± ۰/۲۱	۱/۷۱ ± ۰/۱۱
D	۳۲۰	۱/۶۲ ± ۰/۰۸	۱/۱۹ ± ۰/۰۴
E	۴۳۰	۲/۱۲ ± ۰/۶۷	۱/۷۳ ± ۰/۰۹

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار میزان عناصر کروم و نیکل در خاک در فصل تابستان

Table 2. The mean and standard deviation of chromium and nickel elements in the soil in summer

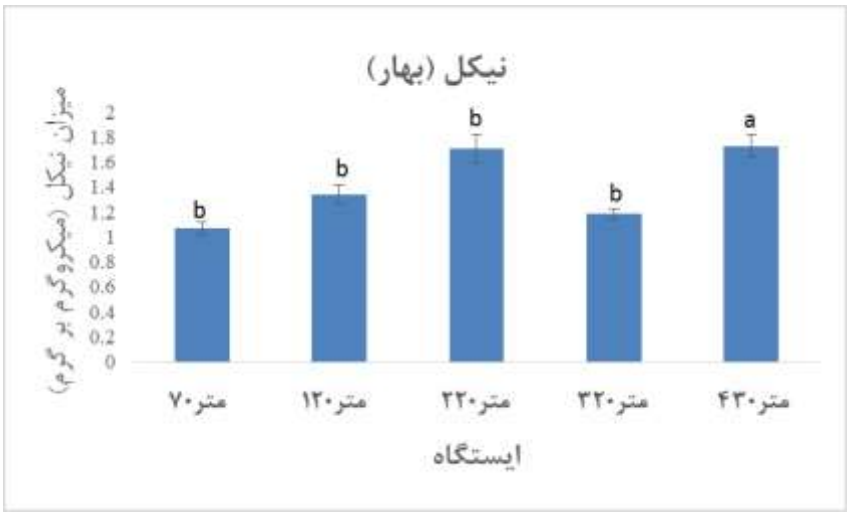
کد ایستگاه	فاصله ایستگاه	کروم (میکروگرم بر گرم)	نیکل (میکروگرم بر گرم)
A	۷۰	۱/۳۹ ± ۰/۱۲	۱/۸۳ ± ۰/۰۸
B	۱۲۰	۳/۳۱ ± ۰/۴۴	۲/۸۳ ± ۰/۴۱
C	۲۲۰	۲/۱۲ ± ۰/۱۳	۲/۳۰ ± ۰/۰۷
D	۳۲۰	۱/۹۷ ± ۰/۱۱	۲/۰۰ ± ۰/۱۲
E	۴۳۰	۳/۴۶ ± ۰/۲۳	۳/۱۳ ± ۰/۲۳

نتایج مقایسه میانگین کروم با آزمون دانکن در نمونه های خاک در فصل بهار در نمودار ۱ آورده شده است. همانطور که نتایج آزمون دانکن برای عنصر کروم در فصل بهار نشان می دهد بین میزان کروم در ایستگاه های نمونه برداری شده اختلاف معنی دار مشاهده نشد، ولی بطور کلی بیشتر میزان کروم اندازه گیری شده در ایستگاه ۴۳۰ متر اندازه گیری شد و مقدار کروم از زیاد به کم به ترتیب ۴۳۰>۳۲۰>۲۲۰>۱۲۰>۷۰ متر اندازه گیری شد. در نمودارهای زیر حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است و حروف متضاد نشان دهنده اختلاف معنی دار است.

نمودار ۱- مقایسه میزان کروم در نمونه های خاک اطراف مجتمع صنعتی در فصل بهار

Figure 1. The comparison of chromium in the soil samples around the industrial complex in spring

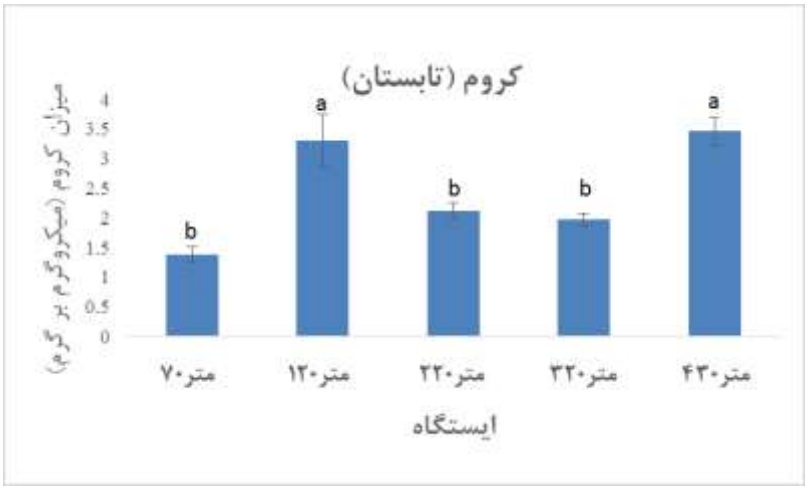
نتایج مقایسه میانگین نیکل با آزمون دانکن در نمونه های خاک در فصل بهار در نمودار ۲ آورده شده است. همانطور که نتایج آزمون دانکن برای عنصر نیکل در فصل بهار نشان می دهد بین ایستگاه های ۷۰، ۱۲۰، ۲۲۰ و ۳۲۰ اختلاف معنی دار مشاهده نشد و بین این ایستگاه ها با ایستگاه ۴۳۰ متر اختلاف معنی دار مشاهده شد. بیشترین میزان نیکل اندازه گیری شده در ایستگاه ۴۳۰ متر اندازه گیری شد و بطور کلی مقدار نیکل از زیاد به کم به ترتیب ۴۳۰>۲۲۰>۱۲۰>۳۲۰>۷۰ متر اندازه گیری شد.



نمودار ۲- مقایسه میزان نیکل در نمونه های خاک اطراف مجتمع صنعتی در فصل بهار

Figure 2. The comparison of nickel in the soil samples around the industrial complex in spring

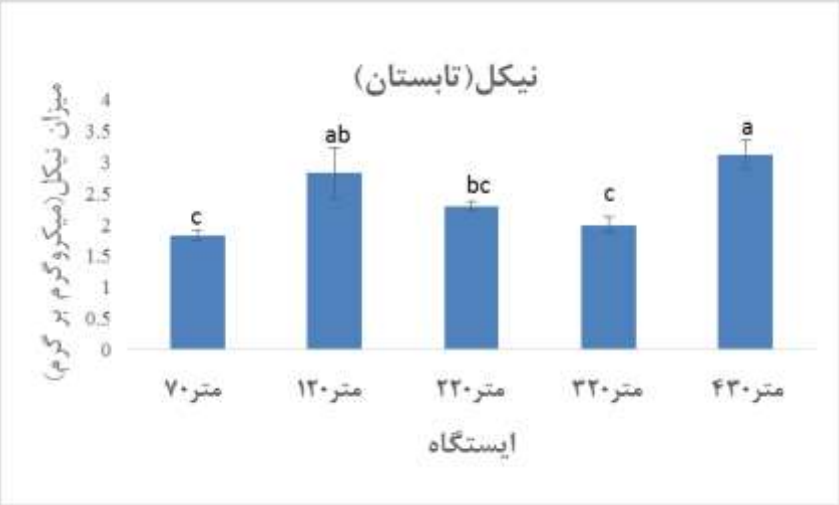
نتایج مقایسه میانگین کروم با آزمون دانکن در نمونه های خاک در فصل تابستان در نمودار ۳ آورده شده است. همانطور که نتایج آزمون دانکن برای عنصر کروم در فصل تابستان نشان می دهد بین میزان کروم در ایستگاه های نمونه برداری شده اختلاف معنی دار مشاهده شد، و بین ایستگاه های ۱۲۰ و ۴۳۰ اختلاف معنی دار مشاهده نشد و این ایستگاه با ایستگاه های دیگر اختلاف معنی دار داشتند. بیشترین میزان کروم اندازه گیری شده در ایستگاه ۴۳۰ و ۱۲۰ متر اندازه گیری شد و بطور کلی مقدار کروم از زیاد به کم به ترتیب ۴۳۰>۱۲۰>۲۲۰>۳۲۰>۷۰ متر اندازه گیری شد.



نمودار۳- مقایسه میزان کروم در نمونه های خاک اطراف مجتمع صنعتی در فصل تابستان

Figure 3. The Comparison of chromium in the soil samples around the industrial complex in summer

نتایج مقایسه میانگین نیکل با آزمون دانکن در نمونه های خاک در فصل تابستان در نمودار ۴ آورده شده است. همانطور که نتایج آزمون دانکن برای عنصر نیکل در فصل تابستان نشان می دهد بین میزان نیکل در ایستگاه های نمونه برداری شده اختلاف معنی دار مشاهده شد، و بین ایستگاه های ۱۲۰ و ۴۳۰ اختلاف معنی دار مشاهده نشد و این ایستگاه با ایستگاه های دیگر اختلاف معنی دار داشتند. بیشترین میزان نیکل اندازه گیری شده در ایستگاه ۴۳۰ و ۱۲۰ متر اندازه گیری شد و بطور کلی مقدار نیکل از زیاد به کم به ترتیب ۴۳۰>۱۲۰>۲۲۰>۳۲۰>۷۰ متر اندازه گیری شد.



نمودار ۴- مقایسه میزان نیکل در نمونه های خاک اطراف مجتمع صنعتی در فصل تابستان

Figure 4. The comparison of nickel in the soil samples around the industrial complex in the summer

نتایج مقایسه میزان عناصر کروم و نیکل با استانداردهای جهانی سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (US EPA) برای خاک، کروم ۴۰ میکرو گرم بر گرم و نیکل ۱۰۰ میکروگرم برگرم و اتحادیه اروپا (EU) کروم ۷۰ میکرو گرم بر گرم و نیکل ۷۰ میکروگرم برگرم نشان می دهد میزان این عناصر در هر دو فصل بهار و تابستان با استاندردهای جهانی اختلاف معنی دار دارد و کمتر از حد مجاز می باشد(نمودار ۶،۵).

نمودار ۵- مقایسه میانگین کروم در ایستگاه های مختلف در فصل تابستان با استانداردهای جهانی

Figure 5. The comparison of average chrome in different stations in the summer with global standards

پراکندگی غلظت فلزات سنگین در تابستان در شکلهای پهنه بندی ۹و۱۰ نشان داده شده است شده است.نقشه ۹راکندگی میزان آلودگی غلظت کروم در فصل تابستان را نشان می دهد و همانطور که نتایج در این نقشه نشان می دهد میزان آلودگی در فاصله ۴۳۰ متر بیشتر از سایر نقاط می باشد.

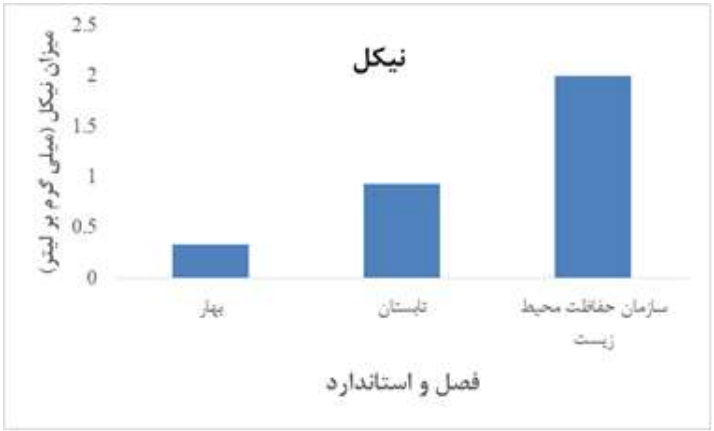
نمودار۶- مقایسه میانگین نیکل در ایستگاه های مختلف در فصل تابستان با استانداردهای جهانی

Figure 6. The comparison of average nickel in different stations in the summer with global standards

میانگین نتایج غلظت فلزات سنگین در پساب در بهار و تابستان و مقایسه آن با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست در نمودارهای ۷و۸ مشخص شده است .

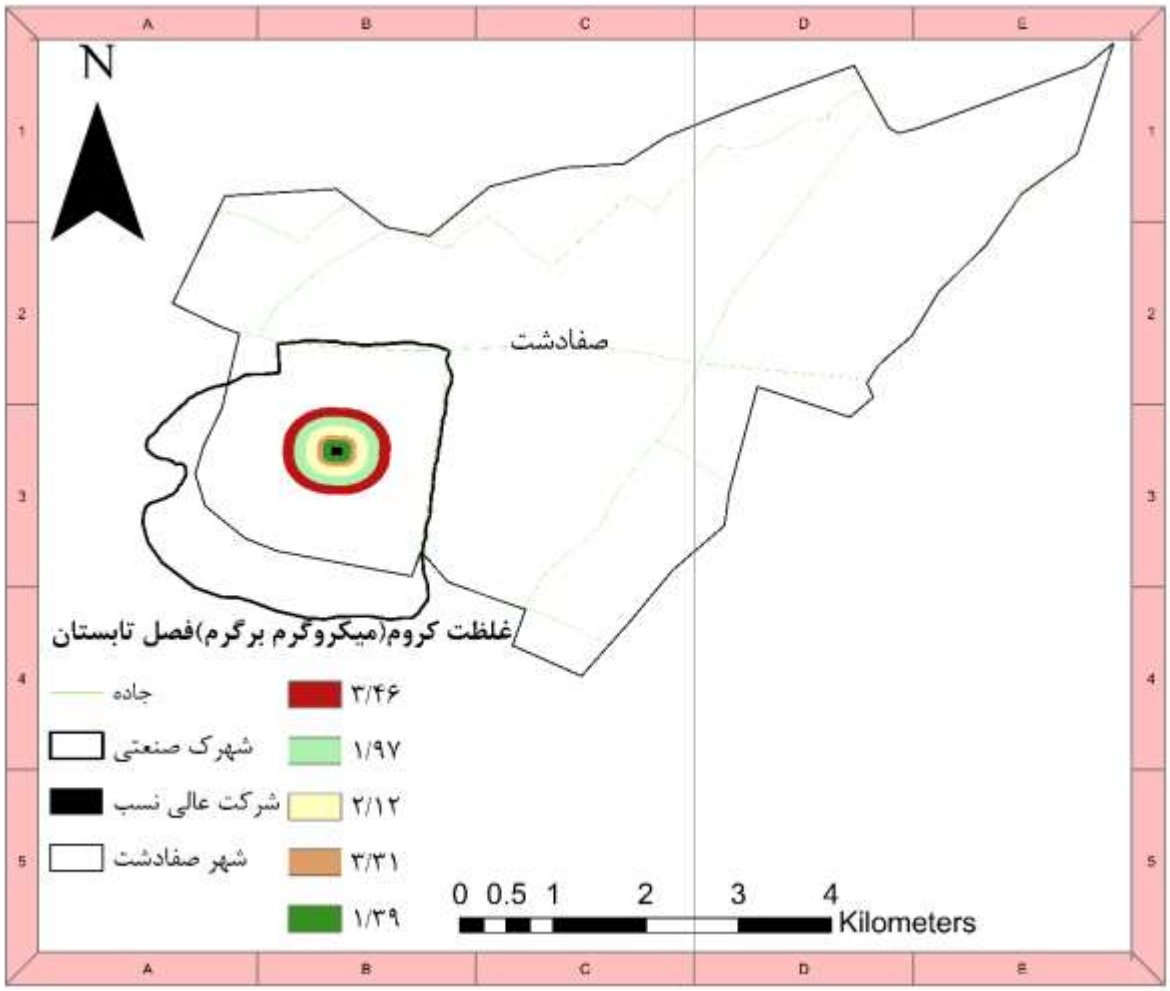
نمودار ۷- مقایسه میزان کروم در نمونه های پساب در فصل تابستان و بهار با استاندارد خروجی سازمان محیط زیست

Figure7. The comparison of chromium in the wastewater samples in summer and spring with the output standard of the environmental organization



نمودار ۸- مقایسه میزان نیکل در نمونه های پساب در فصل تابستان و بهار با استاندارد خروجی سازمان محیط زیست

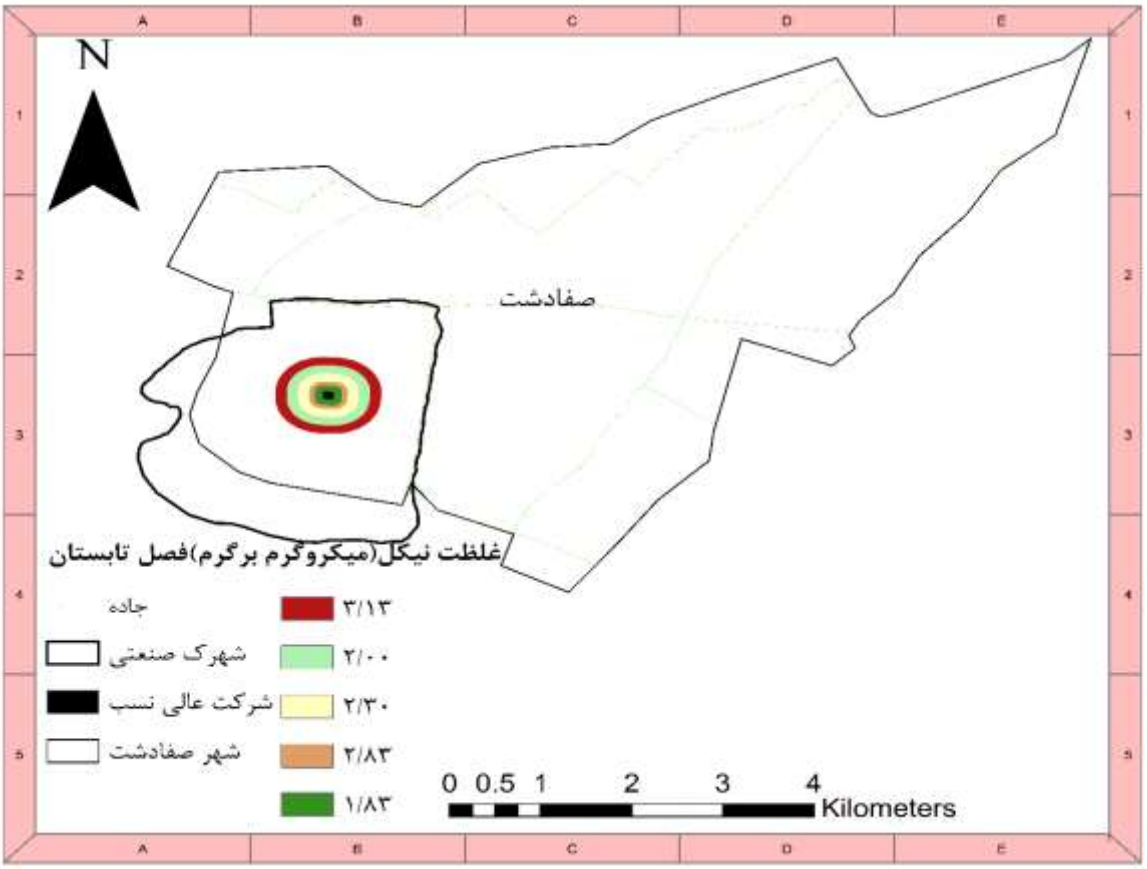
Figure 8. The comparison of nickel in the wastewater samples in summer and spring with the output standard of the environmental organization



شکل ۹- میزان آلاینده کروم در فواصل مختلف خاک اطراف مجتمع صنعتی در فصل تابستان

Figure 9. The amount of chromium pollutant in different distances of the soil around the industrial complex in the summer season

نقشه ۱۰ پراکندگی میزان آلاینده نیکل در فصل تابستان در فواصل مختلف نمونه برداری از خاک اطراف مجتمع صنعتی را نشان می دهد و همانطور که نتایج در این نقشه نشان می دهد میزان آلودگی در فاصله ۴۳۰ متر بیشتر از سایر نقاط می باشد.



شکل ۱۰- میزان آلاینده نیکل در فواصل مختلف خاک اطراف مجتمع صنعتی در فصل تابستان

Figure 10. The amount of nickel pollutant in different distances of the soil around the industrial complex in the summer season

بحث و نتیجه گیری

نتایج میانگین و انحراف معیار میزان عناصر کروم و نیکل از نمونه های جمع آوری شده از خاک اطراف مجتمع صنعتی واقع در شهرک صنعتی صفا دشت کرج در فواصل مختلف از محل خروجی پساب در فصل بهار بین ۱/۱۵ تا ۲/۱۲ میکروگرم بر گرم برای کروم و ۱/۰۷ تا ۱/۷۳ میکروگرم بر گرم برای نیکل اندازه گیری شد. و در فصل تابستان بین ۱/۳۹ تا ۳/۴۶ میکروگرم بر گرم برای کروم و ۱/۸۳ تا ۳/۱۳ میکروگرم بر گرم برای نیکل اندازه گیری شد. نتایج آزمون دانکن برای دو عنصر کروم و نیکل در فصل بهار و تابستان نشان می دهد بطور کلی میزان کروم و نیکل در هر دو فصل در خاک اطراف منطقه افزایش پیدا کرده است. و در ایستگاه ۴۳۰ متر (E) بطور کلی میزان بیشتری از عناصر در هر دو فصل اندازه گیری شده است. که علت آن می تواند رهاسازی پساب و شسته شدن آن بوسیله رواناب ها در طول فصول از اطراف مجتمع صنعتی به فواصل دورتر از مجتمع باشد. و همچنین نتایج نشان می دهد که میزان عناصر مورد بررسی در فصل تابستان بیشتر از فصل بهار اندازه گیری شد که علت آن می تواند کاهش میزان بارندگی در فصل تابستان و افزایش غلظت این آلاینده ها در خاک منطقه شود ولی در فصل بهار به علت بارندگی بیشتر در فصل زمستان و بهار آلاینده های از خاک های سطحی شسته شوند و میزان آلودگی کمتر از فصل تابستان گزارش شد. نتایج مقایسه میزان عناصر کروم و نیکل در خاک در فصل بهار و تابستان با استانداردهای جهانی (استانداردهای جهانی سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (US EPA) کروم ۴۰ میکرو گرم بر گرم و نیکل ۱۰۰ میکروگرم برگرم و اتحادیه

اروپا (EU) کروم ۷۰ میکرو گرم بر گرم و نیکل ۷۰ میکروگرم برگرم) نشان می دهد در تمام ایستگاه های در هر دوفصل میزان میزان عناصر کروم و نیکل کمتر از حد استانداردهای جهانی می باشد. نتایج آزمون تی تست نشان می دهد بین میزان عناصر کروم و نیکل در فصل بهار و تابستان اختلاف معنی دار در نمونه های پساب دارد. و میزان این عناصر در فصل تابستان بیشتر از فصل بهار اندازه گیری شد. دلیل آن می تواند به علت تبخیر بیشتر و دمای هوا در فصل تابستان نسبت به فصل بهار باشد و باعث افزایش میزان این آلاینده ها در خاک در فصل تابستان بیشتر از فصل بهار شود. همچنین مقایسه میزان کروم و نیکل در پساب خروجی مجتمع صنعتی با حد استاندارد خروجی سازمان محیط زیست (کروم ۱ میلی گرم بر لیتر و نیکل ۲ میلی گرم بر لیتر) نشان داد که میزان کروم در فصل تابستان بیشتر از حد استاندارد خروجی سازمان محیط زیست می باشد و در فصل بهار کمتر از حد مجاز می باشد. میزان نیکل در هر دو فصل بهار و تابستان کمتر از حد استاندارد خروجی سازمان محیط زیست می باشد. افشاری و همکاران (۱۳۹۴) ارزیابی خطرپذیری آلودگی عناصر سنگین در خاک ها در اطراف شهر و مناطق صنعتی زنجان پرداختند. میانگین غلظت کل به ترتیب برای سرب ۷/۱۰۵ ، نیکل ۷/۴۷ و کروم کل ۷/۲۱ میلی-گرم برکیلوگرم خاک به دست آمد(۱۲). میزان کروم و نیکل در نمونه های خاک اطراف شهر و مناطق صنعتی زنجان در مقایسه با مقدار این عناصر در این تحقیق بیشتر می باشد. خاک می تواند به عنوان یک فیلتر طبیعی عمل نموده و با جذب فلزات سنگین از پساب، به استخراج فلزات سنگین کمک کند (۱۳). مطالعات بسیاری نشان می دهد که خاک های مناطق شهری و صنعتی به دنبال فعالیت های بشر مثل ساخت و ساز ، مناطق صنعتی، تخلیه پساب و ترافیک توسط مقادیر بالایی از فلزات سنگین آلوده شده اند (۱۴). ایوبی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تغییرات برخی فلزات سنگین دراجزاء مختلف ذرات خاک در خاک های سطحی منطقه‌ی صنعتی فولاد مبارکه اصفهان پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که در ذرات ریز خاک عنصر آهن دارای حداکثر غلظت بود و در ذرات درشت‌تر، عنصر منگنز حداکثر غلظت را داشت. بیشترین میانگین فاکتور آلودگی مربوط به عنصر آهن در کل خاک و پس از آن در اجزای خاک با اندازه ذرات ۳۰۰-۱۵۰ میکرون و کمترین میانگین فاکتور آلودگی مربوط به عنصر سرب در اجزای خاک با اندازه ذرات ۳۰۰-۱۵۰ میکرون بود.(۱۵). نصرآزادانی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی ارزیابی تاثیر یک نمونه پساب صنعتی بر آلودگی خاک با فلزات سنگین پرداختند نتایج انها نشان داد که غلظت فلزات سنگین در مقایسه با استانداردهای جهانی اروپا و امریکا ، بیانگر آلودگی خاک با فلزات و بیشتر بودن غلظت فلزات در نمونه های خاک نسبت به استانداردها بود که این تحقیق بر خلاف نتایج تحقیق حاضر به دست آمده است (16). مظفری و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی آلودگی زیست محیطی ناشی از فلزات سنگین کادمیوم، سرب و جیوه در شش ناحیه صنعتی مهم استان کرمان (شامل: کارخانه لاستیک بارز، کارخانه سیمان، مجتمع مس سرچشمه، صنایع مس باهنر، منطقه صنعتی شماره ۱ و منطقه صنعتی خضرا) پرداختند. نتایج نشان داد که میزان اسیدیته خاک و پساب صنعتی در منطقه مجتمع مس سرچشمه نسبت به سایر نواحی و شاهد کاهش معنی داری داشت. میزان سرب نیز در نمونه های خاک و گیاه مناطق صنعتی شماره ۱ و مس باهنر (حدود 750 میلی گرم در کیلو گرم در خاک) نسبت به سایر مناطق و شاهد در سطح بالاتری قرار داشت. در مناطق مس سرچشمه، مس باهنر و کارخانه لاستیک غلظت عناصر کادمیوم و جیوه نمونه ها (خاک و گیاه) نسبت به سایر مناطق و شاهد افزایش معنی داری نشان داد. به طور کلی غلظت این عناصر سنگین در بیشتر نمونه های سه منطقه اخیر نسبت به شاهد و استانداردهای EPA افزایش معنی داری داشت که نشان دهنده وجود آلودگی نسبی این عناصر در این مناطق می باشد. (17). پورنیا و همکاران در سال ۱۳۹۴ به بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاک های سطحی اطراف شهرک صنعتی شماره ۲ اهواز پرداختند. نتایج آنها نشان داد که بیشترین تجمع فلزات کبالت، نیکل، و سرب در مناطق شرقی و بیشترین تجمع فلزات کروم، مس و روی در مناطق غربی شهرک صنعتی شماره ۲ اهواز می باشد که علت آن استقرار و تمرکز اغلب صنایع در این مناطق و وجود جاده اهواز-اندیمشک در بخش شرقی و تاثیر

بادهای غالب شمال غرب –جنوب شرق است که باعث دورنمودن آلاینده ها از این مناطق می شود. پورنیا و همکاران (۱۳۹۴) در مقایسه میزان آلاینده های فلزی در خاک های اطراف شهرک صنعتی شماره ۲ اهواز با استانداردهای جهانی میزان آلاینده های فلزی کبالت، کروم، مس، نیکل، سرب و روی را بیشتر از حد استاندارد جهانی گزارش کردند که نتایج آنها با تحقیق جاری که کمتر از استانداردها به دست آمد متفاوت است (۱۸). داریوسی و همکاران به بررسی تاثیر میزان فاصله از منبع آلودگی بر غلظت فلزات سنگین در خاک اطراف کارخانه سیمان شهرستان نکا پرداختند نتایج آنها نشان داد که غلظت اکثر فلزات اندازه گیری شده بالاتر از استانداردهای جهانی بوده و این نمایانگر میزان آلایندگی این کارخانه می باشد. (۱۹). میرازیی و همکاران به الگوی پراکنش و پهنه بندی برخی از فلزات سنگین در خاک سطحی استان گلستان پرداختند. بدین منظور، از سراسر استان گلستان 346 نمونه خاک سطحی جمع آوری شد. سپس بر اساس غلظت پایه و معادلات موجود، خطر تجمعی عناصر برای هر نقطه نمونه برداری مشخص گردید. سپس با استفاده از روش کرجینگ معمولی، الگوی مکانی خطر بوم شناختی عناصر را مشخص کردند. که در این میان غلظت عنصر نیکل در منطقه مورد مطالعه ۳۴/۸۸ میلی گرم بر کیلوگرم اندازه گیری شد که این میزان از مقدار اندازه گیری شده در خاک منطقه مورد مطالعه در این تحقیق در هر دو فصل بهار و تابستان بیشتر است (میرزایی و همکاران ۱۳۹۳). ورود پساب‌های سمی تخلیه شده کارگاه آب-کاری باعث آلودگی شیمیایی، میکروبی آب دریاچه‌ها، اقیانوس‌ها، رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی و خاک می گردد. (رضابیگی و همکاران ۱۳۸۵). پساب‌های آب‌کاری با ایجاد آلودگی در خاک و آب، به صورت مستقیم و غیر مستقیم سلامت انسان را به خطر می‌اندازد.پسابهای آبکاری باعث آلودگی آبهای زیرزمینی ناشی از تخلیه پساب خام، آلودگی آب و خاک ناشی از فلزات سنگین، آلودگی هوا ناشی از انتشارات بخارات سمی می شوند (میرباقری ۱۳۸۹) .بنابراین با توجه به نتایج اگرچه میانگین غلظت فلزات سنگین از استانداردهای جهانی برای خاک کمتر است ولی رهاسازی پساب در اطراف شهرک صنعتی می تواند سبب افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک منطقه شود و با توجه به اینکه در مجتمع صنعتی و اطراف آن پوشش گیاهی وجود دارد احتمال انتقال فلزات از طریق خاک به زنجیره غذایی هست و تصفیه کامل پساب و کانال سازی جهت جلوگیری از رها شدن پساب در منطقه برای شهرک صنعتی پیشنهاد می شود .

References

1. Cachada A., Rocha-Santos T., Duarte A. C. (2018). Soil and Pollution: An Introduction to the Main Issues. In Soil Pollution.1-28
2. Sari G. L., Trihadiningrum Y., Ni'matuzahroh N. (2018). Petroleum Hydrocarbon Pollution in Soil and Surface Water by Public Oil Fields in Wonocolo Sub-district, Indonesia. Journal of Ecological Engineering, 19(2): 184-193
3. Romero-Baena A. J., González I. Galán E. (2018). Soil pollution by mining activities in Andalusia (South Spain)—the role of Mineralogy and Geochemistry in three case studies. Journal of Soils and Sediments, 18(6), 2231-2247.
4. Elbana T., Gaber H. M., Kishk F. M. (2018). Soil Chemical Pollution and Sustainable Agriculture. The Soils of Egypt. Springer, Cham. 187-200.
5. Krishna A. K., Mohan K. R. (2016). Distribution, correlation, ecological and health risk assessment of heavy metal contamination in surface soils around an industrial area, Hyderabad, India. Environmental Earth Sciences, 75(5): 411.
6. Rezabeighi A., Mirhosseini M., Jafarzadegan M., Najafi M. (2013) Environmental pollution in the electroplating process and its reduction strategies, the first specialized conference on environmental

engineering, Tehran University, Faculty of Environment (In Persian)

7. Farazmand A., Urmieh H., Tashayouie H. (2014). Investigating pollution caused by effluents containing heavy metals from electroplating units and workshops in Isfahan province. Journal of Water and Wastewater, 16(3), 69-76. (In Persian)
8. Hojati S., Landi A. (2015). Kinetics and thermodynamics of zinc separation from a sample of electroplating industry effluent using zeolite Firuzkoh. Journal of Environmental Studies. 40:4:901-912(In Persian)
9. Zhou S., Zhou C., Wang W., Tang Y., Chen J., Yan B., Zhao Y. (2013). Experimental study on the elimination of over-plating problems in industrial manufacturing of large-area acidic-textured laser-doped multi-crystalline solar cells. Solar Energy Materials and Solar Cells, 108, 44-49.
10. Park J. A., Kang J. K., Lee S. C., Kim S. B. (2017). Electrospun poly (acrylic acid)/poly (vinyl alcohol) nanofibrous adsorbents for Cu (II) removal from industrial plating wastewater. RSC Advances, *7*(29), 18075-18084.
11. Yap CK, 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. Environment International, 28: 117–126.
12. Afshari A., Khademi H., Ayoubi S. (2015). Risk Assessment of Heavy Metals Contamination in Soils and Selected Crops in Zanjan Urban and Industrial Regions. Water and Soil, 29(1): 151-163. (In Persian)
13. Abedi M, Najafi, P. (2003). Reuse of treated wastewater in agriculture. Publications of Iran's National Irrigation and Drainage Committee. First Edition. (In Persian)
14. Wingenfelder U., B. Nowak., G. Furrer and R. Schulin. (2005). Adsorbtion of Pb and Cd by amine-modified zeolite. Water Res, 39: 3287-3297.
15. Ayobi S, Soltan Z, Khademi H, (2018). Variability of some heavy metal concentration in various physical fractions of soil surface of Foold-e-Mobarakeh steel company, Isfahan. (2018). Journal of Soil Management and Sustainable Production, 6(4): 119-130. (In Persian)
16. Nasrazadani, A., Hoodaji, M. (2014). Evaluation of the Effect of an Industrial Wastewater Sample on Heavy Metals Contaminated Soil. Journal of Environmental Science and Technology, 16(1): 437-450. (In Persian)
17. Mozafari H, Manouchehri Kalantari K, Salari K, and Turkzadeh M. 2016. Survey of environmental pollution caused by heavy metals cadmium, lead and mercury in industrial areas (case study: some industrial areas of Kerman province)." Environmental science and technology. 9(3): 217-227. (In Persian)
18. Pournia M., Moosavi, M. H., Jassemi, Z. (2015). Survey of Heavy Metals Pollution in Surface Soils Around the Industrial Town of Ahvaz 2. Journal of Environmental Science and Technology. 17(4): 23-32. (In Persian)
19. Darivasi, S., Saeb, K., Mollashahi, M. (2015). Effects of Distance from Pollutant Sources on Heavy Metal Concentrations around Neka cement Factory Soil. Journal of Environmental

Science and Technology. 17(4): 33-44. (In Persian)

20. Seifi, Y., Mirzaei, R. (2017). Comparison of Spatial Interpolation Methods to Mapp Heavy Metals Concentrations in Surface Soil of Aran-O-Bidgol City. Journal of Environmental Science and Technology, 19(1): 131-147. (In Persian)
21. Mirbagheri, S. A., Shams, A., Hashemi, S. H., Shams, H. Removal of Nickel (II) from Electroplating Wastewater through Reverse Osmosis Method. Journal of Environmental Science and Technology, 2010; 12(1): 1-12. (In Persian)