مجله محیط زیست و مهندسی آب
شاپک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

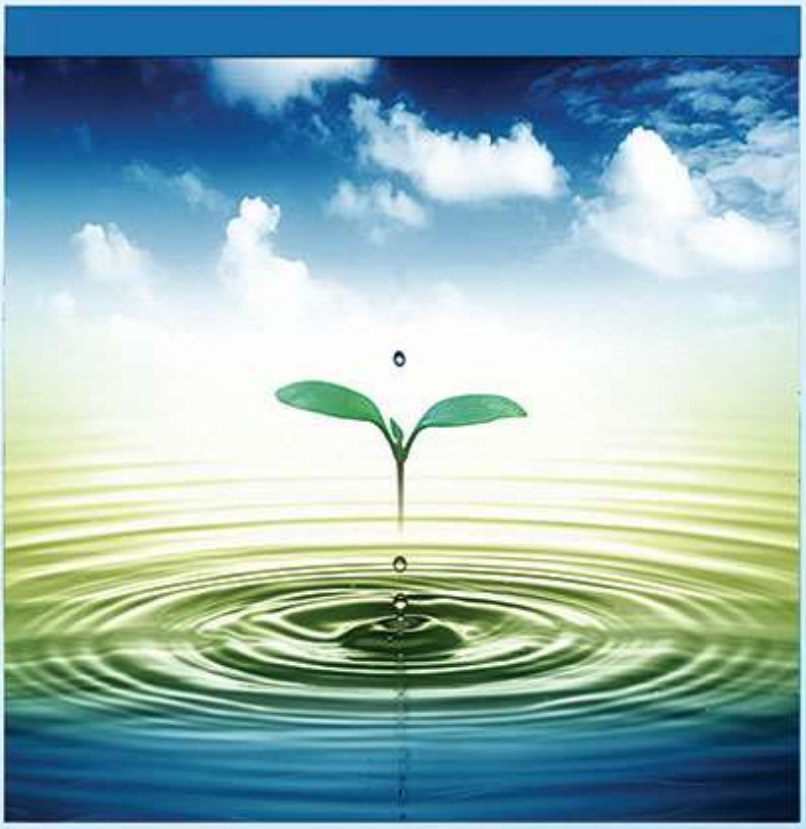
Journal of Environment and Water Engineernig
ISSN: 2476-3683

بررسی آلودگی خاک به فلزات سنگین با استفاده از شاخص فاکتور آلودگی در محل دفن زباله شهری زاهدان

فاطمه بزی، محمدرضا رضایی و محمدحسین صیادی اناری

دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۸۰ - ۱۷۰

Vol. 3(2), Summer 2017, 170 - 180



Assessing Soil Pollution with Heavy using Contamination Factor Index Metals at Zahedan Municipal Landfill

Bazzi F., Rezaei M. R. and Sayadi Anari M. H.

www.jewe.ir

OPEN ACCESS

نحوه ارجاع به این مقاله: بزی ف.، رضایی م. ر. و صیادی اناری م. ح. (۱۳۹۶). بررسی آلودگی خاک به فلزات سنگین با استفاده از شاخص فاکتور آلودگی در محل دفن زباله شهری زاهدان. محیط‌زیست و مهندسی آب، جلد۳، شماره ۲، صفحات: ۱۸۰ - ۱۷۰.

How to cite this paper: Bazzi F., Rezaei M. R. and Sayadi Anari M. H. (2017). Assessing soil pollution with heavy metals using contamination factor index at Zahedan Municipal Landfill. J. Environ. Water Eng., 3(2), 170 -180.

بررسی آلودگی خاک به فلزات سنگین با استفاده از شاخص فاکتور آلودگی در محل دفن زباله شهری زاهدان

فاطمه بزی[۱*]، محمدرضا رضایی[۲] و محمدحسین صیادی اناری[۳]

[۱]کارشناسی ارشد، گروه مهندسی منابع طبیعی- محیطزیست - آلودگی محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

[۲]استادیار، گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

[۳]دانشیار، گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

[*]نویسنده مسئول: **fatemebazzi@yahoo.com**

تاریخ دریافت: [۱۳۹۶/۰۲/۲۲] **تاریخ پذیرش: [۱۳۹۶/۰۳/۱۵]**

چکیده

زباله یکی از مهم‌ترین منابع آلوده‌سازی خاک محسوب می‌شود. آلاینده‌های شیمیایی خاک ازجمله فلزات سنگین نگرانی‌های عمیقی را در جهان ایجاد کرده‌اند. فلزات سنگین به‌طور طبیعی در همه خاک‌ها وجود دارند. حال‌آنکه آلودگی خاک به دلیل فعالیت‌های بشر روبه افزایش است. انباشت این فلزات در خاک در نهایت باعث ورود آن‌ها به چرخه غذایی و تهدید سلامت انسان و سایر موجودات می‌شود. در این تحقیق آلودگی خاک مکان دفن زباله شهر زاهدان به فلزات سنگین با استفاده از شاخص آلودگی موردبررسی قرار گرفت. تعداد ۲۰ نمونه خاک شامل ۱۰ نمونه خاک سطحی (تا عمق ۳۰ سانتیمتری) و ۱۰ نمونه خاک عمقی (از عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری) از محل دفن زباله برداشت شدند. برای تعیین غلظت عناصر از دستگاه جذب اتمی استفاده و برای تجزیه‌وتحلیل از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت کروم، کادمیوم، سرب و آرسنیک در خاک سطحی به ترتیب ۱۵۲/۴۸، ۰/۲۱۳، ۵۴/۴۹۹ و ۰/۳۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و در خاک عمقی به ترتیب ۱۷۷/۱۴، ۰/۲۵۲، ۴۹/۳۶۵، ۰/۴۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. بر اساس شاخص آلودگی بیشتر ایستگاه‌ها در طبقه آلودگی کم تا متوسط (۱ $\leq$ CF< ۳ و CF>۱) قرارگرفته‌اند.

کلیدواژه‌ها: فلزات سنگین؛ دفن زباله؛ فاکتور آلودگی؛ زاهدان.

۱- مقدمه

زباله یکی از مهم‌ترین منابع آلوده‌سازی خاک محسوب می‌شود (Dabiri 2007). ازجمله آلاینده‌های شیمیایی خاک می‌توان به فلزات سنگین اشاره نمود (Salimi and Monavari 2013). آلودگی خاک به فلزات سنگین، فلزاتی که جرم مخصوص آن‌ها بیش از ۶ است (Sayadi et al. 2015)، یکی از معضلات زیست‌محیطی عصر حاضر است (Cunningham et al. 1975). خاک یکی از مهم‌ترین مکان‌هایی است که فلزات سنگین به میزان فراوانی در آن یافت می‌شوند (Sayadi and Rezaei 2017). افزایش بی‌رویه جمعیت در شهرها باعث تولید انواع زباله‌های شهری شده است (Abdoli 2011). مدیریت مواد زائد جامد شهری به‌عنوان جزئی از مدیریت شهری و به لحاظ ارتباط آن با توسعه شهری و به دنبال آن توسعه پایدار شهری دارای اهمیت فراوانی است. به دلیل سوء مدیریت این سیستم، مشکلات فراوانی گریبان‌گیر شهرهای بزرگ و کوچک در کشورهای درحال‌توسعه شده است (Omrani 1999). درنتیجه آنچه امروز تبدیل به یک دغدغه در محیط‌زیست شهری گردیده چگونگی دفع و معدوم‌سازی زباله‌های شهری است (Abdoli 2011). مراکز دفن زباله، محل نهایی جهت انبار زباله‌های تجزیه‌پذیر یا بی‌استفاده بخصوص برای زباله‌های جامد شهری است (Daniel 1993). دفن در لندفیل متداول‌ترین روش کنترل مواد زائد جامد شهری می‌باشد (Yesilnacar and Cetin 2005). محل دفن نباید تأثیرات سوء اکولوژیکی و بیولوژیکی بر محیط اطراف لندفیل داشته باشد (Siddiqui 1996). قرار گرفتن در معرض سرب، کادمیوم و آرسنیک تهدید اصلی برای سلامت انسان می‌باشد (Ghaleno et al. 2015). فلزات سنگین به دلیل سمیت و ماندگاری در محیط‌زیست در میان خطرناک‌ترین گروه از آلاینده‌های انسان‌ساخت طبقه‌بندی می‌شود (Boamponsem et al. 2010; Csavina et al. 2012). آرسنیک و کروم در انواع رنگدانه‌ها که بخش اصلی زباله‌های هر سایت دفن زباله را تشکیل می‌دهند وجود دارند (Salimi and Monavari 2013). کادمیوم باعث ضایعات کلیوی، افزایش فشارخون، جهش‌زایی و سرطان‌زایی شده و سرب نیز به سیستم‌های خون‌ساز، عصبی و کلیوی آسیب می‌رساند (Nazemi et al. 2011). Bouzayani et al. (2014) به بررسی غلظت فلزات سنگین در خاک لندفیل شهر تونس در کشور تونس پرداختند. آن‌ها ۲۰ نمونه از خاک منطقه را برداشت و مورد آنالیز قراردادند. نتایج نشان داد که بیشترین غلظت مربوط به فلزات نیکل و کرم و کمترین غلظت نیز مربوط به عناصر سرب و مس بود. همچنین لایه خاک رس منطقه مانع رسیدن فلزات به عمق می‌باشد.

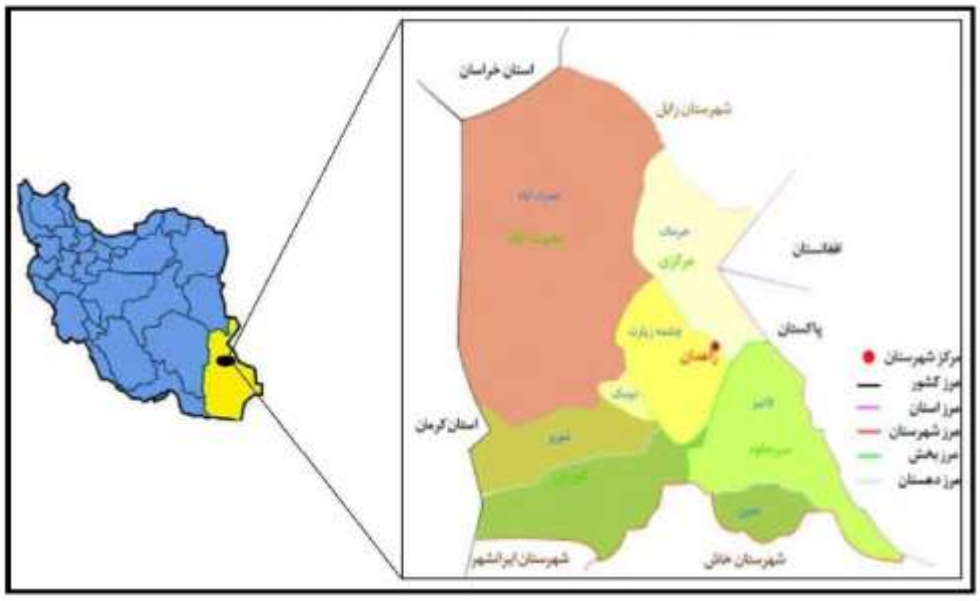
Azim Zadeh and Khademi (2014) تخمین غلظت زمینه برای ارزیابی آلودگی برخی فلزات سنگین در خاک‌های سطحی بخشی از استان مازندران را موردمطالعه قراردادند. بدین منظور ۲۵۶ نمونه مرکب از عمق ۱۰ سانتیمتری خاک سطحی بر اساس روش نظام‌مند آشیانه‌ای برداشته شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها و هضم استفاده از نمونه‌های خاک عرصه‌های طبیعی، غلظت طبیعی مس، روی، نیکل، سرب و کادمیوم به ترتیب ۲۸/۳، ۴۰/۲، ۴۵/۷، ۳۴/۲ و ۰/۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم برآورد شد. با استفاده از این میزان نقشه‌های پراکنش فاکتور آلودگی و شاخص بار آلودگی با نقشه‌های زمین‌شناختی و موقعیت شهرها مشخص گردید که غلظت سرب، روی و مس تحت تأثیر فعالیت‌های شهری و کادمیوم و نیکل بیشتر تحت کنترل عوامل طبیعی مانند مواد مادری و نیز فعالیت‌های کشاورزی هستند. همچنین با توجه به کلاس‌های ارزیابی فاکتور آلودگی، غالب نمونه‌ها دارای آلودگی متوسط به فلزات سنگین بودند. Barzin et al. (2014) بررسی آلودگی برخی فلزات سنگین خاک‌های سطحی استان همدان را با استفاده از شاخص‌های آلودگی موردبررسی قراردادند. این مطالعه باهدف بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های سطحی استان همدان صورت گرفت. تعداد ۲۸۶ نمونه مرکب خاک سطحی از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری از کل استان جمع‌آوری شد. بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها، مقدار کل روی، سرب، مس و نیکل در نمونه‌های خاک توسط اسید نیتریک عصاره‌گیری شد. مقادیر فاکتور آلودگی نشان داد که کلاس آلودگی متوسط دارای بیشترین مقدار فراوانی در نمونه‌های برداشت‌شده می‌باشد و عنصر سرب دارای کلاس آلودگی زیاد (۰/۰۷ درصد) است. در این مطالعه تلاش شد آلودگی به فلزات سنگین کروم، کادمیوم، سرب و آرسنیک در خاک سطحی و عمقی مکان دفن زباله شهر زاهدان مورد ارزیابی قرار گیرد. ازاین‌رو هدف از این تحقیق مقایسه غلظت فلزات

سنگین کروم، کادمیوم، سرب و آرسنیک در خاک سطحی و عمقی محل دفن زباله شهر زاهدان با استفاده از شاخص فاکتور آلودگی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی منطقه موردنظر

شهر زاهدان واقع در استان سیستان و بلوچستان با جمعیت ۵۶۰۷۲۵ نفر و تعداد خانوار ۱۳۱۰۰۲ می‌باشد. شهر زاهدان با وسعتی حدود ۱۸۷۵۰۲ کیلومترمربع دارای ۴ بخش مرکزی، نصرت‌آباد، کورین و میرجاوه می‌باشد. مساحت شهر زاهدان ۵۸۶۴ کیلومترمربع و در موقعیت جغرافیایی ۶۰ درجه و ۵۱ دقیقه و ۲۵ ثانیه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه و ۴۵ ثانیه عرض شمالی و ارتفاع شهر از سطح دریا ۱۳۷۸ متر است (Jalilvand et al. 2014). در شکل (۱) موقعیت شهر زاهدان آورده شده است.



شکل ۱- موقعیت شهر زاهدان

مکان دفن زباله شهری زاهدان در موقعیت جغرافیایی ۵۸ درجه و ۱۱ دقیقه و ۱۴ ثانیه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۲۳ دقیقه و ۴۱ ثانیه عرض شمالی در کیلومتر ۱۳ جاده میرجاوه واقع‌شده است. جهت وزش باد غالب به‌صورت غربی – شرقی می‌باشد. سرانه زباله شهر زاهدان به ازای هر نفر به‌طور متوسط ۵۵۰ گرم در روز است که در مناطق مختلف از ۴۵۰ تا ۷۵۰ گرم می‌رسد (Jalilvand et al. 2014). در شکل (۲) مکان دفن زباله شهر زاهدان نشان داده شده است.

شکل ۲- محل دفن زباله شهر زاهدان

۲-۲- ایستگاه‌های نمونه‌برداری و برداشت نمونه از خاک

به‌منظور انجام پژوهش ابتدا از طریق مشاهده به بررسی وضعیت کنونی محل دفن زباله پرداخته و سپس تعداد ۱۰ ایستگاه به روش نمونه‌برداری تصادفی بر اساس محدوده مکان و مناطق پخش زباله در مکان دفن زباله شهر زاهدان برای نمونه‌برداری‌های خاک سطحی و عمقی تعیین شد. از هر ناحیه تعداد ۳ نمونه تهیه گردید. سپس این نمونه‌ها باهم مخلوط و یک نمونه مرکب به دست آمد. نمونه‌های خاک سطحی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری و خاک عمقی از عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری سطح برداشت گردید. لازم به ذکر است که محل دقیق هر یک از نمونه‌ها توسط دستگاه GPS ثبت گردید. در شکل (۳) موقعیت نقاط نمونه‌برداری آورده شده است.

شکل ۳- موقعیت نقاط نمونه‌برداری

۲-۳- روش آماده‌سازی نمونه‌ها

جهت آماده‌سازی نمونه‌ها برای هضم، ابتدا نمونه‌های خاک به‌منظور خشک شدن به درون آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. پس از خشک شدن نمونه‌ها، از هرکدام از آن‌ها یک گرم خاک کوبیده و الک شد. سپس از الک ۰/۰۶۳ میلی‌متر (۲۳۰ مش) عبور داده و در ارلن‌های ۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد. سپس ۱۶ میلی‌لیتر اسید (ترکیب ۴ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد و ۱۲ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۳۷ درصد) به هریک از ارلن‌ها افزوده شد، ارلن‌ها به مدت ۶ تا ۷ ساعت در حمام شن با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرارگرفتند تا هضم اسیدی صورت گرفته و محلولی شیری‌رنگ به دست آمد. بعد از زمان لازم به هریک از ارلن‌ها ۴ میلی‌لیتر اسید پرکلریک ۷۰ تا ۷۲ درصد افزوده گردید. بعد از تبخیر ۳ میلی‌لیتر اسید (به‌طوری‌که ۱ میلی‌لیتر محلول باقی بماند) نمونه‌ها از روی حمام شن برداشته و با آب دو بار تقطیر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد (Ebrahimpour and Mushrifah 2008). سپس با استفاده از قیف پلاستیکی و کاغذ صافی واتمن صاف گردیدند. در این تحقیق برای اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین سرب، کروم، کادمیوم و آرسنیک از دستگاه جذب اتمی ContrAA 700 ساخت شرکت آنالیتیک جنا[1] و برای تجزیه‌وتحلیل نتایج حاصله از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده گردید.

۲-۴- فاکتور آلودگی

به‌منظور تعیین آلایندگی خاک به عناصر سنگین از شاخص فاکتور آلودگی[2] (CF) استفاده گردید. بر اساس این فاکتور می‌توان مقدار عناصر را نسبت به محیط طبیعی خود سنجید و میزان آلودگی خاک را تعیین کرد. فاکتور آلودگی طبق رابطه (۱) برای تمام عناصر موردبررسی محاسبه شد:

$$CF_{metal} = \frac{C_{metal}}{C_{background}} \quad (۱)$$

در این رابطه CF_{metal}، نسبت غلظت هر فلز (C_{metal}) به مقدار غلظت زمینه طبیعی آن ($C_{background}$) می‌باشد. غلظت ماده مرجع، میانگین جهانی غلظت عناصر موجود در پوسته زمین می‌باشد (Azimzadeh and Khademi 2014). در این مطالعه از طبقه‌بندی هاکنسون برای فاکتور آلودگی جدول (۱) جهت ارزیابی آلایندگی فلزات سنگین استفاده شد (Hakanson 1980).

جدول ۱- ارزیابی آلودگی فلزات سنگین بر اساس فاکتور آلودگی

دامنه تغییرات فاکتور آلودگی	شدت آلودگی
$CF < ۱$	آلودگی کم
$۱ \leq CF < ۳$	آلودگی متوسط
$۳ \leq CF < ۶$	آلودگی زیاد
$۶ \leq CF$	آلودگی بسیار زیاد

۳- یافته‌ها و بحث

نتایج آزمون کولموگروف – اسمیرنوف مطابق جدول (۲) نشان داد که غلظت فلزات کروم، کادمیوم، سرب و آرسنیک در منطقه از توزیع نرمال برخوردار است.

[1] Analytik Jena
[2] Contamination factor

پجدول ۲- توزیع غلظت فلزات سنگین در خاک منطقه مورد آزمون (کولموگروف – اسمیرنوف)

پارامترها	کروم سطحی	کروم عمقی	سرب سطحی	سرب عمقی	کادمیوم سطحی	کادمیوم عمقی	آرسنیک سطحی	آرسنیک عمقی
کولموگروف – اسمیرنوف	۰/۹۰۱	۰/۸۱۲	۰/۴۱۶	۰/۹۸۸	۰/۲۹۸	۰/۳۹۸	۰/۲۹۴	۰/۹۳۷
میزان p-value در آزمون tیک نمونه‌ای	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

توصیف آماری غلظت فلزات سنگین در جدول (۳) نشان داده شده است. میانگین غلظت کروم، کادمیوم، سرب و آرسنیک در خاک سطحی به ترتیب ۱۵۲/۴۸، ۰/۲۱۳، ۵۴/۴۹۹ و ۰/۳۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و در خاک عمقی به ترتیب ۱۷۷/۱۴، ۰/۲۵۲، ۴۹/۳۶۵، ۰/۴۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. طبق نتایج جدول (۳) بیشترین غلظت کروم در خاک سطحی در ایستگاه شماره ۶ و در خاک عمقی در ایستگاه شماره ۱ مشاهده شد. بیشترین غلظت کادمیوم در خاک سطحی در ایستگاه شماره ۲ و در خاک عمقی در ایستگاه شماره ۶، بیشترین غلظت سرب در خاک سطحی و عمقی در ایستگاه شماره ۲ و بیشترین غلظت آرسنیک در ایستگاه شماره ۵ و در خاک عمقی در ایستگاه شماره ۹ به‌دست‌آمده است. جهت تعیین میزان آلایندگی خاک به فلزات سنگین بایستی میزان غلظت عناصر در منطقه با یک استاندارد شناخته‌شده مقایسه گردد. بهترین نوع مقایسه، مقایسه با استانداردهای موجود برای همان منطقه می‌باشد (Shahbazi 2013). نتایج آمار توصیفی غلظت فلزات سنگین در ایستگاه‌های موردمطالعه در جدول (۳) نشان داده‌شده است.

جدول ۳- آمار توصیفی مربوط به غلظت فلزات سنگین در ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری

فاکتورهای	موقعیت	میانگین	میانه	انحراف	چولگی	کشیدگی	ماکزیمم	مینیمم
کروم	سطحی	۱۵۲/۴۸	۱۴۶/۹۰	۲۴/۵۲	۰/۶۴۵	-۰/۸۴۳	۱۹۵/۱۰۰	۱۲۲/۷۵۰
(mg/kg)	عمقی	۱۷۷/۱۴	۱۸۵/۷۷	۳۰/۹۳	-۰/۲۰۰	-۱/۶۸۳	۲۱۹/۸۰۰	۱۳۳/۵۰۰
کادمیوم	سطحی	۰/۲۱۳	۰/۲۱۵	۰/۱۵۸	۰/۲۱۲	-۱/۲۵۶	۰/۴۷۸	۰/۰۱۰
(mg/kg)	عمقی	۰/۲۵۲	۰/۲۲۳	۰/۲۵۹	۱/۳۷۵	۲/۳۵۹	۰/۸۵	۰/۰۰۹
سرب	سطحی	۵۴/۴۹۹	۳۷/۷۷۲	۴۶/۴۸۸	۰/۹۳۲	-۰/۴۳۹	۱۴۱/۳۵۰	۶/۶۵۰
(mg/kg)	عمقی	۴۹/۳۶۵	۴۲/۷۱۲	۳۳/۰۱۶	۰/۲۱۳	-۱/۵۱۱	۹۶/۸۰۰	۸/۱۴۵
آرسنیک	سطحی	۰/۳۴۴	۰/۳۱۷	۰/۱۱۸	۲/۳۹۵	۶/۵۶۰	۰/۶۵۹	۰/۲۴۳
(mg/kg)	عمقی	۰/۴۱۴	۰/۴۱۲	۰/۰۹۴	۰/۱۷۲	-۱/۰۳۲	۰/۵۵۶	۰/۲۷۱

با استفاده از روابط همبستگی در نرم‌افزار SPSS، همبستگی بین عناصر به دست آمد. نتایج به‌دست‌آمده از همبستگی عناصر در جدول (۴) نشان داده شده است. جدول (۴) نشان می دهد که سرب سطحی و سرب عمقی همبستگی قوی در سطح ۹۹ درصد

دارند که این همبستگی قوی نشان‌دهنده منبع آلایندگی مشترک بین این فلزات در سطح خاک می‌باشد. هم‌چنین سرب عمقی و کادمیوم سطحی نیز در سطح ۹۵ درصد همبستگی قوی دارند. حال آنکه برای بقیه فلزات تفاوت معناداری وجود ندارد.

جدول ۴- مقادیر ضریب همبستگی عناصر

فاکتور	کروم	کروم	کادمیوم	کادمیوم	سرب	سرب	آرسنیک	آرسنیک
کروم	۱							
کروم عمقی	۰/۵۲۳	۱						
کادمیوم	۰/۰۳۶	۰/۰۸۰	۱					
کادمیوم	۰/۴۵۲	۰/۵۴۳	۰/۱۳۰	۱				
سرب	۰/۲۲۲	۰/۳۹۲	۰/۵۵۷	۰/۲۴۱	۱			
سرب عمقی	۰/۰۳۱	۰/۴۲۹	۰/۶۸۴*	۰/۱۲۵	۰/۸۲۴**	۱		
آرسنیک	۰/۱۵۸	-۰/۴۷۹	-۰/۵۷۰	-۰/۲۶۳	-۰/۵۲۰	۰/۵۹۰-	۱	
آرسنیک	-۰/۳۷۸	۰/۰۲۵	-۰/۱۶۱	-۰/۲۴۱	-۰/۰۲۲	۰/۱۴۰-	۰/۳۴۰-	۱

*P<۰/۰۵

**P<۰/۰۱

در جدول (۵) شدت آلودگی خاک بر اساس فاکتور آلودگی آورده شده است. مقدار فاکتور آلودگی در منطقه موردمطالعه برای فلز کروم در خاک سطحی و عمقی نشان داد که تمامی نمونه‌ها در طبقه آلودگی متوسط قرار دارند. برای فلز کادمیوم ۶۰ درصد نمونه‌ها در طبقه آلودگی کم و ۴۰ درصد در طبقه آلودگی متوسط قرار دارد. در خاک عمقی ۴۰ درصد در طبقه آلودگی کم، ۵۰ درصد در طبقه آلودگی متوسط و ۱۰ درصد در طبقه آلودگی زیاد قرار دارد. مقدار فاکتور آلودگی در منطقه موردمطالعه برای فلز سرب نشان داد که در خاک سطحی ۲۰ درصد نمونه‌ها در طبقه آلودگی کم، ۳۰ در صد نمونه‌ها در طبقه آلودگی متوسط، ۳۰ درصد نمونه‌ها در طبقه آلودگی زیاد و ۲۰ درصد نمونه‌ها در طبقه آلودگی بسیار زیاد قرار دارد. در خاک عمقی برای فلز سرب ۲۰ درصد نمونه‌ها در طبقه آلودگی کم، ۱۰ درصد نمونه‌ها در طبقه آلودگی متوسط و ۳۰ درصد در طبقه آلودگی زیاد و ۴۰ درصد نمونه‌ها در طبقه آلودگی بسیار زیاد قرار می‌گیرد. برای فلز آرسنیک تمامی نمونه‌ها در خاک سطحی و عمقی در طبقه آلودگی کم قرار دارد.

جدول ۵- مقادیر فاکتور آلودگی

شماره ایستگاه		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
کروم	سطحی	۱/۴۷۵	۱/۸۳	۱/۷۶۲	۱/۳۸۶	۱/۵۳۸	۱/۹۵۱	۱/۲۲۷	۱/۲۸	۱/۳۳۵	۱/۴۶۳
	عمقی	۲/۱۹۸	۱/۹۳۱	۲/۰۶۵	۱/۵۰۹	۱/۳۳۵	۲/۰۰۵	۱/۵۰۶	۱/۳۹۸	۱/۹۸۱	۱/۷۸۴
کادمیوم	سطحی	۰/۵۷	۲/۳۹	۰/۴	۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۷	۰/۱۵	۱/۵۴	۱/۴۹	۱/۸
	عمقی	۱/۸۷	۱/۰۶	۰/۲۹	۰/۰۸۵	۰/۰۴۵	۴/۲۵	۰/۱۳۵	۱/۱۷۵	۱/۹۵	۱/۷۵
سرب	سطحی	۸/۹۸۴	۱۱/۳۰۸	۲/۴۵۲	۲/۱۵۶	۰/۵۳۲	۳/۴۸۵	۰/۵۷۸	۷/۹۳۶	۳/۶۱۶	۲/۵۴۹
	عمقی	۷/۳۳۲	۷/۷۴۴	۳/۰۵۹	۲/۹	۰/۶۵۱	۱/۲۹۷	۰/۹۵۱	۵/۳۴	۳/۷۷	۶/۴۴
آرسنیک	سطحی	۰/۱۴۹	۰/۱۶۳	۰/۱۸۸	۰/۱۶۲	۰/۳۶۶	۰/۲۰۶	۰/۲۰۴	۰/۱۵	۰/۱۳۵	۰/۱۸۸
	عمقی	۰/۲۲۸	۰/۱۸۱	۰/۲۹۲	۰/۲۳۴	۰/۲۰۵	۰/۱۸۵	۰/۲۲۸	۰/۲۸۷	۰/۳۰۸	۰/۱۵۰

بررسی شاخص‌های آلودگی نتایج متفاوتی را از لحاظ آلودگی در منطقه مطالعه شده نشان داد. ازنظر شاخص آلودگی برای فلز کروم در خاک سطحی و عمقی نشان داد که تمامی نمونه‌ها در طبقه آلودگی متوسط قرار دارند. برای فلز آرسنیک تمامی نمونه‌ها در خاک سطحی و عمقی در طبقه آلودگی کم قرار دارد. برای فلز کادمیوم در خاک سطحی و عمقی ۴۰ درصد در طبقه آلودگی

بسیار زیاد قرار دارد. مقدار فاکتور آلودگی در منطقه موردمطالعه برای فلز سرب نشان داد که در خاک سطحی ۳۰ درصد نمونه‌ها در طبقه آلودگی بسیار زیاد و در خاک عمقی ۴۰ درصد نمونه‌ها در طبقه آلودگی بسیار زیاد قرار می‌گیرد.
نتایج Rastmanesh et al. (2010) در منطقه مس سرچشمه نشان داد که سرب، کادمیوم، مولیبدن و مس بیشترین آلودگی را بر اساس فاکتور آلودگی در خاک‌های سطحی دارند. Khorasanipour et al. (2011) طی مطالعه‌ای به بررسی وضعیت عناصر سنگین سمناک در منطقه مس سرچشمه با استفاده از شاخص فاکتور آلودگی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که سمی‌ترین عنصر مولیبدن و کم خطرناک‌ترین عنصر کروم است. بیش از ۵۰٪ غلظت آرسنیک در محدوده کلاس آلودگی متوسط می‌باشد. ۱۳٪ و ۳۴٪ از غلظت آرسنیک به ترتیب در محدوده آلودگی متوسط تا شدید و آلودگی شدید به بالاتر قرارگرفته است. در مورد غلظت سرب، حدود ۲۷٪ آن در محدوده کلاس بدون آلودگی تا آلودگی متوسط و حدود ۳۱٪ و ۱۳٪ غلظت سرب در محدوده آلودگی متوسط و آلودگی متوسط تا شدید قرارگرفته است.

۴- نتیجه‌گیری

در محل دفن زباله‌های شهری و بهداشتی آگاهی از کیفیت خاک به‌منظور برآورد اثرات آن‌ها بر کیفیت خاک و محیط‌های اطراف بسیار ضروری و با اهمیت است. با انجام آزمایش‌ها و تجزیه‌وتحلیل آماری می‌توان نتیجه گرفت که در خاک محل دفن زباله شهر زاهدان آلودگی فلزات سنگین ناشی از زباله‌های شهری وجود دارد. فراوانی کادمیوم در خاک این منطقه در مقایسه با پوسته زمین بیشتر می‌باشد که بیانگر ورود این فلز براثر فعالیت‌های انسانی می‌باشد. یکی از منابع انسانی در این زمینه می‌تواند مکان دفن زباله باشد که سبب افزایش غلظت کادمیوم در خاک می‌گردد، غلظت این فلز در مقایسه با سایر مطالعات بیشتر بوده است. فراوانی سرب در خاک این منطقه در مقایسه با پوسته زمین بیشتر می‌باشد که بیانگر ورود این فلز براثر فعالیت‌های انسانی و وجود مکان دفن زباله می‌باشد که سبب افزایش غلظت سرب می‌گردد. فراوانی فلز کروم در خاک این منطقه در مقایسه با پوسته زمین نیز بیشتر می‌باشد. فراوانی فلز آرسنیک در خاک این منطقه در مقایسه با پوسته زمین در سطح کمتری مشاهده شد.

References

Abdoli M. A. (2011). Solid waste management (3 volumes), Center for the Study of Urban Planning Ministry, Municipalities Nations publication, 156 pages [In Persian].

Azim zadeh B. and Khademi H. (2014). Estimate to assess contamination concentrations of some heavy metals in soil surface areas of the province Mazandaran. J. Soil Water (Agri. Sci. Technol.), 27(3), 548-559 [In Persian].

Barzin M., Kheir Abadi H. and Afyuni M. (2014). Some heavy metal contamination of surface soils of Hamadan Province Using indicators of pollution. J. Sci. Technol. Agri. Nat. Resour. Water Soil Sci., 9(72), 69-79 [In Persian].

Boamponsem L. K., Adam., J. I., Dampare., S. B., Nyarko B. J. B. and Essumang D. K. (2010). Assessment of atmospheric heavy metal deposition in the Tarkwa gold mining area of Ghana using epiphytic lichens. Nucl. Instrum. Methods, 268, 1492–1501.

Bouzayani F., Aydi. And A. Abichout T. (2014). Soil contamination by heavy metals in landfill: measurements from an unlined leachate storage basin. Environ. Monit. Assess., 186(8), 5033-5040.

Csavina J., Field J. T., Mark P., Gao S., Landazuri A., Betterton E. A. and Sáez A. E. (2012). A review on the importance of metals and metalloids in atmospheric dust and aerosol from mining operations. Sci. Total Environ., 433, 58–73.

Cunningham J. D., Keeney D. R. and Ryan J. A. (1975). Phytotoxicity and uptake of metals added to soils as inorganic salts or in sewage sludge. J. Environ. Qual., 4, 460-463.

Dabiri M. (2007). Environmental Pollution. Etehad Pub., Tehran, Iran [In Persian].

Daniel D. E., (1993). Geotechnical Practices for Waste Disposal. Chapman and Hall, USA.

Ebrahimpour M. and Mushrifah I. (2008). Heavy metal concentrations in water and sediments in Tasik Chini a freshwater lake, Malaysia. Environ. Monit. Assess. 141, 297-307.

Ghaleno O. R., Sayadi M. H., and Rezaei M. R. (2015). Potential ecological risk assessment of heavy metals in sediments of water reservoir case study: Chah Nimeh of Sistan. Proc. Int. Acad. Ecol. Environ. Sci., 5(4), 89-96.

Hakanson L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. Water Res., 14, 975-1001.

Jalilvand R., Solouki H. R. and Hafezi moghadas N. Suitability landfill using Oleckno index (Case Study: Zahedan), National conference on protection planning, protection of the environment and sustainable development, Hamadan, 2014 [In Persian].

Khorasanipour M., Tangestani M. H. and Naseh R. (2011). Application of multivariate statistical methods to indicate the origin and geochemical behavior of potentially hazardous elements in sediment around the Sarcheshmeh copper mine, SE Iran. Environ. Earth Sci., 66, 589-605 [In Persian].

Nazemi S., Asgari A. and Raei M. (2011). Study of heavy metals in vegetables farmed countryside anymore. Health Environ., 3(2), 202-195 [In Persian].

Omrani Q. A. (1999). Solid waste management, collection and transportation, landfill and compost, Volume I, Islamic Azad University Publishers, Tehran, Iran [In Persian].

Rastmanesh F., Moore F., Kharratikopaei M., Keshavarzi B. and Behrouz M. (2010). Heavy metal enrichment of soil in Sarcheshmeh copper complex, Kerman, Iran. Environ. Earth Sci., 62(2), 329-336 [In Persian].

Salimi S. and Monavari S. M. (2013). Evaluation of soil pollution in Isfahan landfill, the Sixteenth Congress of Geology of Iran, Shiraz, Iran [In Persian].

Sayadi M. H., Rezaei A. and Sayyed M. R. G. (2017). Grain size fraction of heavy metals in soil and their relationship with land use. Proc. Int. Acad. Ecol. Environ. Sci., 7(1), 1-11.

Sayadi M. H., Rezaei M. R. and Rezaei A. (2015). Sediment toxicity and ecological risk of trace metals from streams surrounding a municipal solid waste landfill. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 94(5), 559-563 [In Persian].

Seura-Munoz S. I, Takayanagui A. M, Trevilato T. M., Santos C. B. and Hering S. E. (2004). Trace metal distribution in surface soil in the area of a municipal solid waste landfill and a medical waste incinerator. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 72(1), 157- 164.

Shahbazi A., Saffanian A. R., Mir ghaffari N. A. and Eain ghalaei M. R. (2013). Contamination of soil heavy metals using the pollution factor indices, the ground accumulation and pollution factor comprehensive index (Case study: city Nahavand). Environ. Develop., 3(5), 31- 38 [In Persian].

Siddiqui M., Everett J. and Vieux B. (1996). Landfill siting using geographic information systems: A demonstration. J. Environ. Eng., 122(6), 515–523 [In Persian].

Yesilnacar M. I. and Cetin H. (2005). Site selection for hazardous wastes: A case study from the GAP area, Turkey. Eng. Geol., 81, 371–388.

Assessing Soil Pollution with Heavy Metals using Contamination Factor Index at Zahedan Municipal Landfill

Fatemeh Bazzi [1]*, Mohammad Reza Rezaei[2] and Mohammad Hossein Sayadi Anari[3]

[1] M.Sc., Department of Natural Resources Environment- Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Birjand University, Birjand, Iran

[2] Associate Prof., Department of Environment, Faculty of Faculty of Natural Resources and Environment, Birjand University, Birjand, Iran

[3] Associate Prof., Department of Environment, Faculty of Faculty of Natural Resources and Environment, Birjand University, Birjand, Iran

***Corresponding author:** fatemebazzi@yahoo.com

Received: May 12, 2017 Accepted**:** June 5, 2017

Abstract

Solid waste is one of the most important sources of soil contamination. Soil chemical contaminants such as heavy metals have created deep concern throughout the world. Heavy metals are naturally present in all soils, but soil contamination due to human activities is increasing. The accumulation of these metals in the soil eventually results in their entry into the food cycle and threaten human health and other living beings. In this study, the soil pollution of Zahedan city landfill by heavy metals was studied using contamination factor index. A total of 20 soil samples, 10 topsoil samples (up to 30 cm) and 10 depth soil samples (from a depth of 30 to 60 cm) were collected from landfill and processed for determination of element concentrations by Atomic Absorption Spectrometry and for statistical analysis, the SPSS software version 23 was used. The results showed that mean concentrations of chromium, cadmium, lead, and arsenic in topsoil were 152.48, 0.213, 54.499, and 0.344 mg/kg respectively while these concentrations for deep soil were 177.14, 0.252, 49.365, 0.414 mg/kg respectively. The contamination factor index confirmed that most of sample stations were in class of low (CF <1 and $1 \leq$ CF< 3) to moderate pollution.

Keywords: Heavy Metals; Waste Disposal; Contamination Factor; Zahedan.