

مطالعه فلزات سنگین در گرد و غبار راسب‌شونده و خاک عمقی (۱۰-۲۵ سانتی‌متر) دفن‌گاه زباله شهرستان خاش

زهرا میرکازهی^{۱*}، محمدرضا رضایی^۱

^{۱*} - گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۸

چکیده

این مطالعه، به منظور بررسی و مقایسه وضعیت آلودگی گرد و غبار راسب‌شونده و خاک عمقی (۱۰-۲۵ سانتی‌متر) به فلزات سنگین کادمیوم، سرب و روی در جهت وزش باد غالب (شمال‌غرب-جنوب‌شرق) محل دفن زباله شهر خاش اجرا شد. ابتدا از طریق مشاهده به بررسی وضعیت کنونی محل دفن زباله پرداخته و سپس نمونه‌ها از ۱۰ ایستگاه در منطقه مورد مطالعه در دی ماه ۱۳۹۲ تهیه گردید. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. مقادیر شاخص زمین انباشتگی، CF و ریسک اکولوژیکی با استفاده از فرمول محاسبه گردیدند. میانگین غلظت کادمیوم، سرب و روی در گرد و غبار راسب‌شونده به ترتیب ۳/۲۸، ۸۳/۱، ۱۱۹۰/۶۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در خاک عمقی به ترتیب ۳/۹۸، ۱۱۴/۲۱ و ۱۸۸۵/۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم شد. شاخص I_{geo} در رده آلودگی متوسط تا شدید، فاکتور آلودگی درجه آلودگی خیلی قوی و ریسک اکولوژیکی در رده قابل توجه اندازه‌گیری شد. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد ایستگاه شاهد ۱ تقریباً بدون آلودگی و سایر ایستگاه‌ها آلودگی قوی از نظر عناصر سنگین روی، سرب و کادمیوم داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: فاکتور آلودگی، خاک عمقی، ریسک اکولوژیکی، فلزات سنگین، خاش

مقدمه

امروزه یکی از مهم‌ترین بلاهای زیست‌محیطی، پدیده گرد و غبار است که به عنوان یک معضل منطقه‌ای و بین‌المللی از آن نام می‌برند (Garrison *et al.*, 2003; Griffin & Kellogg, 2004). گرد و غبار با منشاء طبیعی قادرند حجم زیادی از مواد و فلزات سنگین را با خود حمل کنند (Revel-Rolland, 2006). افزایش انتشار گرد و غبار حاوی فلزات سنگین تهدید جدی برای سلامتی انسان (نادریزاده و همکاران، ۱۳۹۵) و یکی از آلاینده‌های مهم در محیط‌زیست طبیعی هستند (Pekey, 2006). فلزات سنگین کادمیوم، سرب و روی به دلیل اهمیت آن‌ها و تأثیر آن‌ها بر انسان و محیط‌زیست بخش اعظم مطالعات مرتبط با فلزات سنگین در گرد و غبار را به خود اختصاص داده‌اند (Sezgin *et al.*, 2004)، به طوری که مطالعه نادریزاده و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد غلظت سرب، مس و روی در گرد و غبار اتمسفری منطقه شهری بوشهر، منطقه صنعتی عسلویه و ترانکست بین دو شهر تحت تأثیر فعالیت‌های صنعتی و ترافیک است. هم‌چنین آن‌ها بیان داشتند بیشترین غنی‌شدگی مربوط به فلز سرب است که در هر سه منطقه در کلاس غنی‌شدگی زیاد قرار دارد. در مطالعه‌ای دیگر، رجبی و سوری (۱۳۹۴) عنوان کردند از نظر شاخص I_{geo} سطوح آلودگی نقره و مس بیش از آرسنیک و روی در گرد و غبار سه ایستگاه سنج، خرم‌آباد و اندیمشک بوده است. فرهمند کیا و همکاران (۱۳۸۸) بررسی فلزات سنگین در ذرات راسب‌شونده از هوای شهر زنجان را انجام دادند. مقایسه مقادیر در نواحی مختلف نشان داد که منابع صنعتی منتشرکننده فلزات سنگین نقش مستقیمی در ترسیب فلزات سنگین ریزش‌های جوی خشک و تر دارد. ناواس و ماچین (۲۰۰۲) در منطقه آراگون واقع در شمال شرقی اسپانیا ۹ نوع خاک را نمونه‌برداری کرده و مورد مطالعه قرار دادند. نقشه‌سازی این نقاط با استفاده تکنیک کریجینگ معمولی انجام شد. نتایج نشان داد نوع خاک و لیتولوژی مهم‌ترین عوامل مؤثر

بر غلظت فلزات سنگین منطقه مورد مطالعه بوده است. شهبازی و همکاران (۱۳۹۱) غلظت عناصر سنگین (Cr، Ni، Cu و Zn) در خاک شهرستان نهاوند واقع در استان همدان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد که غلظت کروم در منطقه مورد مطالعه بیش‌تر از حداکثر غلظت قابل قبول برای کشورهای لهستان، استرالیا و کانادا می‌باشد. میزان شاخص زمین‌انباشتگی برای همه فلزات بین ۰ تا ۱ به دست آمد، در نتیجه غلظت فلزات در خاک به منشأ طبیعی آن‌ها ارتباط داده شد. بزی و همکاران (۱۳۹۶) بررسی آلودگی خاک به فلزات سنگین با استفاده از شاخص فاکتور آلودگی در محل دفن زباله شهری زاهدان را انجام دادند که بر اساس شاخص آلودگی بیش‌تر ایستگاه‌ها در طبقه آلودگی کم تا متوسط قرار گرفته‌اند. با توجه به اهمیت و تأثیر فلزات سنگین بر سلامت انسان و محیط‌زیست و نیز با توجه به این‌که، شهرستان خاش همیشه با پدیده گرد و غبار و معضلات آن مواجه بوده است، بنابراین نیاز به بررسی میزان فلزات سنگین در گرد و غبار و شاخص آلودگی آن‌ها در منطقه لازم و ضروری است. از این‌رو، این مطالعه به بررسی و مقایسه وضعیت آلودگی گرد و غبار راسب‌شونده و خاک عمقی (۲۵-۱۰ سانتی‌متر) به فلزات سنگین کادمیوم، سرب و روی در جهت وزش باد غالب (شمال‌غرب- جنوب‌شرق) محل دفن زباله شهر خاش پرداخته است.

مواد و روش‌ها

شهرستان خاش با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۱۲ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۳ دقیقه‌ی شمالی و ارتفاع ۱۳۹۴ متر از سطح دریاهای آزاد در جنوب شرقی ایران واقع شده است (شکل ۱). نمونه‌برداری از خاک مکان دفن زباله شهرستان خاش در دی‌ماه ۱۳۹۲ انجام گرفت.



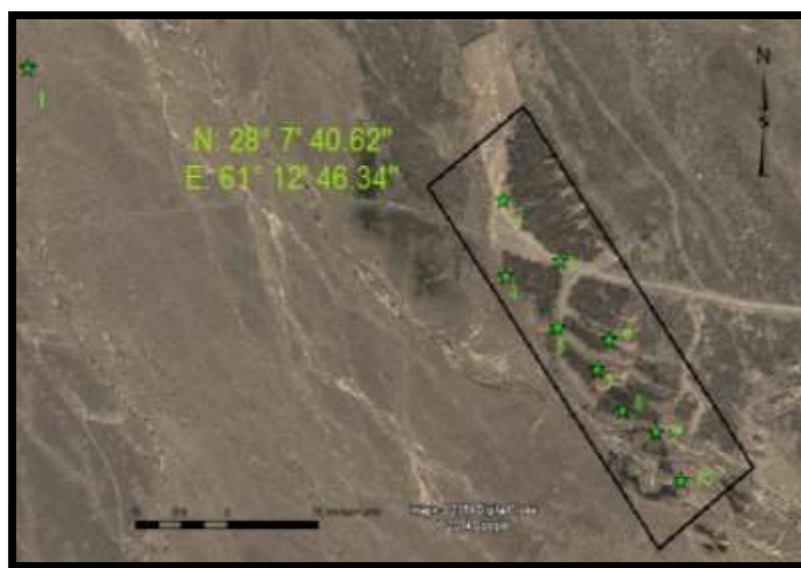
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان خاش

(که توسط یک ورقه پلاستیکی با مش 2×2 پوشانده شده است) جهت جمع‌آوری گرد و غبار فرونشستی استفاده شد. نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی نگهداری و به آزمایشگاه منتقل شدند و در دمای اتاق و هوای آزاد خشک گردیدند. مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی در جدول ۱ آمده و موقعیت آن‌ها نیز در شکل ۲ نمایش داده شده است.

ابتدا از طریق مشاهده به بررسی وضعیت کنونی محل دفن زباله پرداخته و سپس بر اساس روش نمونه‌برداری تصادفی (Random) تعداد ۱۰ ایستگاه بر اساس رودخانه‌های ورودی و مناطق پخش زباله در مکان دفن زباله شهر خاش برای نمونه‌برداری نمونه‌های گرد و غبار و خاک عمقی (۲۵-۱۰ سانتی‌متر) تعیین و از هر ناحیه ۲ تا ۳ نمونه (به فاصله ۵۰-۱۰۰ متر با وزن تقریبی ۵۰ گرم) تهیه و با هم مخلوط گردید. تله‌های رسوبگیر

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	" ۱۹/۹۳ ۱۲' ۶۱ °	" ۴۳/۱۹ ۷' ۲۸ °
۲	" ۴۶/۶۰ ۱۲' ۶۱ °	" ۳۷/۷۲ ۷' ۲۸ °
۳	" ۴۸/۹۵ ۱۲' ۶۱ °	" ۳۵/۶۹ ۷' ۲۸ °
۴	" ۴۶/۲۳ ۱۲' ۶۱ °	" ۳۵/۱۰ ۷' ۲۸ °
۵	" ۴۸/۹۳ ۱۲' ۶۱ °	" ۳۳/۱۲ ۷' ۲۸ °
۶	" ۵۱/۵۵ ۱۲' ۶۱ °	" ۳۲/۵۹ ۷' ۲۸ °
۷	" ۵۰/۹۰ ۱۲' ۶۱ °	" ۳۱/۴۸ ۷' ۲۸ °
۸	" ۵۲/۱۲ ۱۲' ۶۱ °	" ۳۰/۰۱ ۷' ۲۸ °
۹	" ۵۳/۷۸ ۱۲' ۶۱ °	" ۲۹/۲۳ ۷' ۲۸ °
۱۰	" ۵۴/۹۵ ۱۲' ۶۱ °	" ۲۷/۵۰ ۷' ۲۸ °



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

آلودگی خاک به فلزات سنگین از فاکتور آلودگی، شاخص زمین‌انباشتگی و ریسک اکولوژیکی استفاده شد. برای محاسبه شاخص‌های یاد شده نیاز به مقدار زمینه عناصر است. غلظت زمینه فلزات سنگین بر اساس مطالعات گذشته در نظر گرفته می‌شود. در برخی از مطالعات نیز از غلظت فلزات سنگین در پوسته زمینه و میانگین شیل استفاده می‌شود (Turkian & Wedepohl, 1961). با توجه به این‌که اندازه‌گیری میزان عناصر سنگین در خاک محل دفن شهرستان خاش برای اولین بار مورد مطالعه قرار گرفته است و به دلیل نبود اطلاعات، از مقدار زمینه در شیل استفاده گردید. شاخص انباشت ژئوشیمیایی (Geochemical accumulation index) به‌عنوان یکی از روش‌های متداول برای ارزیابی میزان انباشت فلزات سنگین در خاک و رسوبات بالاتر از مقادیر پایه یا زمینه‌ای آن در منطقه می‌باشد. این شاخص برای هر یک از ایستگاه‌ها برآورد گردیده و مورد تحلیل و آنالیز قرار گرفته است. I_{geo} در سال ۱۹۷۹ توسط مولر ارائه شده و درجه آلودگی فلزات سنگین را در غالب ۷ کلاس، براساس مقادیر کمی برآورد شده در رسوب و خاک منطقه ارزیابی می‌نماید (جدول ۲).

نمونه‌های خشک شده با هاون سنگی خرد و پس از نرم‌شدن از الک ۰/۰۶۳ میلی‌متر (۲۳۰ مش) عبور داده شدند. هضم اسیدی با افزودن ۱۶ سی‌سی اسید (ترکیب ۴ سی‌سی اسید نیتریک ۶۵ درصد و ۱۲ سی‌سی اسید کلریدریک ۳۷ درصد) به یک گرم نمونه انجام گردید. برای کامل شدن هضم اسیدی نمونه‌ها به مدت ۶ تا ۷ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حمام شن قرار گرفتند تا محلولی شیری رنگ به دست آید. بعد از زمان لازم به هر یک از ارلن‌ها ۴ سی‌سی اسید پرکلریک ($HClO_4$) ۷۲-۷۰ درصد افزوده گردید. بعد از تبخیر ۳ سی‌سی اسید (به طوری که ۱ سی‌سی محلول باقی بماند) حرارت قطع و حجم نمونه‌ها توسط آب دیونیزه به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس هر نمونه فیلتر و به باکس‌های مخصوص منتقل شد (Ebrahimpour & Mushrifah, 2008, El-Rjoob *et al.*, 2008). فلزات سنگین مورد مطالعه با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Analytik Jena, Contr AA ۷۰۰) اندازه‌گیری شد. نرم افزار SPSS ۱۶ و Excel جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. جهت تعیین همبستگی بین فلزات، pH و مواد آلی در ایستگاه‌های مختلف از ضریب همبستگی پیرسون و جهت بررسی سنجش میزان

براساس معادله (۱) می‌توان شاخص انباشت ژئوشیمیایی را به شکل زیر محاسبه نمود:

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{Cn}{1.5Bn} \right) \quad (1)$$

Bn غلظت زمینه‌ای فلز سنگین (بدون آلودگی) / Cn غلظت فلز سنگین و سمی در گرد و غبار ($> 63 \mu m$). عامل ۱/۵ به علت گوناگونی اطلاعات پیشینه ناشی از متغیرهای سنگ‌شناسی تعیین می‌گردد (Muller, 1969). برای ارزیابی خطر آلودگی از فاکتور آلودگی (Contamination factor) طبق معادله (۲) از تقسیم مجموع غلظت فلزات سنگین بر مجموع غلظت زمینه محاسبه گردیده است:

$$CF = \frac{[C] \text{ heavy metal}}{[C] \text{ background}} \quad (2)$$

سطوح آلودگی براساس شدت آلودگی طبق جدول (۲) بین ۱ الی ۶ کلاس تقسیم‌بندی می‌شود (Thomilson)

$$Er = Tr \times CF \quad (3)$$

$$RI = \sum_{i=1}^m Er \quad (4)$$

CF: فاکتور آلودگی / Er: ریسک اکولوژیکی هر عنصر / Tr: فاکتور سمیت فلزات سنگین و RI: ریسک اکولوژیکی مجموع عناصر را نشان می‌دهد. هاکانسون میزان Tr را فاکتور سمیت فلزات سنگین نامید و به ترتیب مقادیر ۳۰، ۵ و ۱ را برای فلزات سنگین کادمیوم، سرب و روی ارائه داده است. جدول ۲ رده‌بندی RI را نشان می‌دهد (Hakanson, 1980).

جدول ۲- طبقات شاخص زمین انباشتگی، مقادیر فاکتور آلودگی و مقادیر ریسک اکولوژیکی

طبقات شاخص زمین انباشتگی		طبقة بندی مقادیر فاکتور آلودگی		طبقة بندی مقادیر ریسک اکولوژیکی	
درجه آلودگی	I_{geo}	درجه آلودگی	CF	RI	رده RI
غیرآلوده	> 0	بدون آلودگی	۰	$RI < 150$	کم
غیرآلوده تا کمی آلوده	$0 - 1$	بدون آلودگی تا آلودگی متوسط	۱	$150 \leq RI < 300$	متوسط
کمی آلوده	$1 - 2$	آلودگی متوسط	۲	$300 \leq RI < 600$	قابل توجه
کمی آلوده تا خیلی آلوده	$2 - 3$	آلودگی متوسط تا قوی	۳	$RI \geq 600$	خیلی زیاد
خیلی آلوده	$3 - 4$	آلودگی قوی	۴		
خیلی آلوده تا شدید آلوده	$4 - 5$	آلودگی قوی تا خیلی قوی	۵		
شدیداً آلوده	$5 <$	آلودگی خیلی قوی	۶		

(۲۵- ۱۰ سانتی‌متر) را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

نتایج

جدول ۳ میانگین غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه، مواد آلی و pH گرد و غبار راسب‌شونده و خاک عمقی

جدول ۳- میزان فلزات سنگین، pH و مواد آلی در گرد و غبار و خاک عمقی مکان دفن زباله خاش (mg/kg)

خاک عمقی					گرد و غبار					
مواد آلی	pH	روی	سرب	کادمیوم	مواد آلی	pH	روی	سرب	کادمیوم	ایستگاه
۳/۹۷	۸/۱۵	۱۴۰/۷۵	۱۱/۳۸	۰/۲۹	۳/۷۳	۷/۸۸	۱۳۰/۲۵	۷/۶۵	۱/۴	۱
۳/۹۷	۸/۲	۹۴۲/۵	۹۰/۱	۳	۳/۴۵	۸/۱	۸۵۳/۷۵	۶۳/۸۲	۲/۶۲	۲
۳/۶۷	۸/۳	۱۶۷۰	۱۰۱/۹۲	۳/۵۷	۳/۹۵	۷/۸۷	۷۵۶/۲۵	۶۸/۹۷	۴/۲	۳
۳/۶۹	۸/۲۳	۱۴۰۱/۲۵	۹۷/۴۷	۳/۸۵	۴/۲۶	۸/۰۲	۸۷۳/۷۵	۸۰/۹	۳/۱	۴
۴/۰۱	۸/۵	۱۸۵۳/۷۵	۱۲۱/۹	۳/۵۷	۷/۴۹	۸/۲۳	۹۰۵	۹۱/۱۲	۳/۱۷	۵
۴/۳	۸/۲	۲۱۶۰	۱۲۷	۴/۳۷	۶/۶۸	۸/۱	۱۰۲۷/۵	۱۱۸/۶۵	۸/۴۲	۶
۴/۲۶	۷/۹	۲۱۵۸/۷۵	۱۲۰/۵۵	۴/۱۵	۶/۶۸	۷/۹	۱۶۹۵	۱۰۰/۷۷	۳/۲۷	۷
۶/۴۲	۸/۱	۳۱۱۳/۷۵	۱۶۱/۵	۶/۵	۷/۷۸	۸/۱۱	۱۲۸۸/۷۵	۱۰۶/۰۲	۱/۷۲	۸
۶/۴۹	۸/۱۲	۲۹۲۷/۵	۱۴۸/۱۵	۵/۵۵	۷/۵۵	۸/۰۱	۲۴۴۶/۲۵	۱۰۰/۵۲	۲/۳۵	۹
۷/۰۳	۸/۰۸	۲۴۸۵	۱۶۲/۱۲	۴/۹۵	۷/۴۴	۷/۷۴	۱۹۳۰	۹۲/۵۵	۲/۵۵	۱۰
۴/۷۸	۸/۱۷	۱۸۸۵/۳۲	۱۱۴/۲۱	۳/۹۸	۵/۹۰	۷/۹۹	۱۱۹۰/۶۵	۸۳/۱	۳/۲۸	میانگین
۷/۰۳	۸/۲۳	۳۱۱۳/۷۵	۱۶۲/۱۲	۶/۵	۷/۷۸	۸/۲۳	۲۴۴۶/۲۵	۱۱۸/۶۵	۸/۴۲	حداکثر
۳/۶۷	۷/۰۹	۱۴۰/۷۵	۱۱/۳۸	۰/۲۹	۳/۴۵	۷/۷۴	۱۳۰/۲۵	۷/۶۵	۱/۴	حداقل

است. میان درصد ماده آلی و pH همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. ارتباط میان pH و غلظت کل فلزات سرب، کادمیوم و روی معنی‌دار نمی‌باشد. در نتیجه تغییرات pH تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر تجمع فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در عمق خاک نخواهد داشت. جدول ۴ شاخص انباشت ژئوشیمیایی، فاکتور آلودگی و ریسک اکولوژیکی فلزات سنگین مورد مطالعه در گرد و غبار و خاک عمقی را نشان می‌دهد. ضریب آلودگی بسیار شدید میانگین ایستگاه‌ها به دلیل تخلیه پسماندهای ویژه، پزشکی و صنعتی در این مکان‌ها می‌باشد.

با بررسی غلظت فلزات سنگین در گرد و غبار و خاک عمقی مشاهده گردید میزان کادمیوم، سرب و روی در عمق خاک از گرد و غبار بیشتر بوده است. با استفاده از روابط همبستگی پیرسون در نرم افزار SPSS، همبستگی بین عناصر ایستگاه‌های مختلف در گرد و غبار و خاک عمقی (۲۵- ۱۰ سانتی‌متر) بدست آمد. فلز کادمیوم با ضریب همبستگی متوسط به بالا ($r=0/67$ در سطح ۰/۹۵) در کنار سرب قرار گرفته است؛ بنابراین از منشاء یکسانی برخوردار می‌باشند. فلز روی و سرب با ضریب همبستگی بالا ($r=0/87$ در سطح ۰/۹۵) در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. همبستگی فلز کادمیوم و روی با ضریب همبستگی متوسط ($r=0/45$ در سطح ۰/۹۹) معنی‌دار بوده

جدول ۴- شاخص انباشت ژئوشیمیایی، فاکتور آلودگی و ریسک اکولوژیکی

شاخص انباشت ژئوشیمیایی فلزات سنگین												
ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	میانگین	
Zn	گردوغبار	۰/۱۲	۲/۵۸	۲/۴	۲/۶۱	۲/۶۶	۲/۸۵	۳/۵۷	۳/۱۷	۴/۱	۳/۷۵	۲/۷۶
	خاک عمقی	۰/۰۱	۲/۷۲	۳/۵۵	۳/۲۹	۳/۷	۳/۹۲	۳/۹۲	۴/۴۴	۴/۳۶	۴/۱۲	۳/۴
Cd	گردوغبار	۱/۶۳	۲/۵۴	۳/۲۲	۲/۷۸	۲/۸۱	۴/۲۲	۲/۸۶	۱/۹۳	۲/۳۸	۲/۵	۲/۶۹
	خاک عمقی	۰/۰۶	۲/۷۳	۲/۹۸	۳/۰۹	۲/۹۸	۳/۲۸	۳/۲	۳/۸۵	۳/۶۲	۳/۴۵	۲/۸۶
Pb	گردوغبار	-۱/۹۷	۱/۰۸	۱/۲	۱/۴۳	۱/۶	۱/۹۸	۱/۷۴	۱/۸۲	۱/۷۴	۱/۶۲	۱/۲۲
	خاک عمقی	-۱/۳۹	۱/۵۸	۱/۷۶	۱/۷	۲/۰۲	۲/۰۸	۲/۰	۲/۴۲	۲/۳	۲/۴۳	۱/۶۹
فاکتور آلودگی فلزات سنگین مورد مطالعه												
ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	میانگین	
Zn	گردوغبار	۱/۳۷	۸/۹۸	۷/۹۶	۹/۱۹	۹/۵۲	۱۰/۸۱	۱۷/۸۴	۱۳/۵۶	۲۵/۷۵	۲۰/۳۱	۱۲/۵۳
	خاک عمقی	۱/۴۸	۹/۹۲	۱۷/۵۷	۱۴/۷۵	۱۹/۵۱	۲۲/۷۳	۲۲/۷۲	۳۲/۷۷	۳۰/۸۱	۲۶/۱۵	۱۹/۸۴
	گردوغبار	۴/۶۶	۸/۷۵	۱۴	۱۰/۳۳	۱۰/۵۸	۲۸/۰۸	۱۰/۹۱	۵/۷۵	۷/۸۳	۸/۵	۱۰/۹۴
	خاک عمقی	۰/۹۸	۱۰	۱۱/۹۱	۱۲/۸۳	۱۱/۹۱	۱۴/۵۸	۱۳/۸۳	۲۱/۶۶	۱۸/۵	۱۶/۵	۱۳/۲۷
	گردوغبار	۰/۳۸	۳/۱۹	۳/۴۴	۴/۰۴	۴/۵۵	۵/۹۳	۵/۰۳	۵/۳	۵/۰۲	۴/۶۲	۴/۱۵
	خاک عمقی	۰/۵۶	۴/۵	۵/۰۹	۴/۸۷	۶/۰۹	۶/۳۵	۶/۰۲	۸/۰۷	۷/۴	۸/۱	۵/۷۱
Er میانگین												
Cd Zn Pb												
گرد و غبار						۲۰/۷۷	۱/۳۷	۳۲۸/۲۵	۳۵۰/۹	قابل توجه		
خاک عمقی						۲۸/۵۵	۱/۴۸	۳۹۸/۲	۴۲۸/۲۳	قابل توجه		

بحث

غبار و خاک عمقی مکان دفن زباله، سایر نقاط جهان و پوسته زمین نشان می‌دهد.

جدول ۵ مقایسه غلظت متوسط فلزات سنگین در گرد و

جدول ۵- مقایسه فلزات سنگین در گرد و غبار و خاک عمیقی مکان دفن زباله و سایر نقاط جهان (mg/kg)

میانگین عناصر	روی	سرب	کادمیوم	منبع
گرد و غبار مطالعه حاضر	۱۱۹۰/۶۵	۸۳/۱	۳/۲۸	-
خاک عمقی مطالعه حاضر	۱۸۸۵/۳۲	۱۱۴/۲۱	۳/۹۸	-
گرد و خاک کرمان	۱۲۰	۷۷	۰/۳۱	حمزه و همکاران، ۱۳۸۶
میانگین غلظت در خاک	۹۰	۳۵	۰/۳۵	مارتین و ویتفیلد، ۱۹۸۳
بلژیک	۳۶	۱۵	۰/۲	کارلون، ۲۰۰۷

تقریباً بدون آلودگی و سایر ایستگاه‌ها آلودگی قوی از نظر عناصر سنگین روی، سرب و کادمیوم داشته‌اند.

منابع

۱. یزی، 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. مجله محیط زیست و مهندسی آب. دوره ۳، شماره ۲، صفحات ۱۷۰ تا ۱۸۰.
۲. حمزه، م.ع.؛ میرزائی، م. و مظفری، ح.، ۱۳۸۶. بررسی تغییرات غلظت سرب، روی، مس و کادمیوم در محیط‌زیست شهری کرمان. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. دوره ۱۱، شماره ۳، صفحات ۱۷ تا ۲۱.
۳. رجبی، م. و سوری، ب.، ۱۳۹۴. ارزیابی مقادیر فلزات سنگین در ذرات گرد و غبار باریده بر شهرهای سنندج، خرم‌آباد و اندیمشک در غرب ایران ۱۳۹۲-۱۳۹۱. مجله سلامت و محیط. دوره ۸، شماره ۱، صفحات ۱۱ تا ۲۲.
۴. شهبازی، ع.؛ سفینیان، ع.ر.؛ میرغفاری، ن.ا. و عین‌قلایی، م.ر.، ۱۳۹۱. بررسی آلودگی فلزات سنگین خاک با استفاده از شاخص‌های فاکتور آلودگی، زمین‌انباشتگی و شاخص جامع فاکتور آلودگی (مطالعه موردی: شهرستان نهاوند). محیط زیست و توسعه. سال ۳، شماره ۵، صفحات ۳۱ تا ۳۸.
۵. فرهنگ‌نیا، ز.؛ مهراسبی، م.ر.؛ سخاوتجو، م.ص.؛ حسنعلی‌زاده‌مظهر، ا.ش. و رمضان‌زاده، ز.، ۱۳۸۸. بررسی فلزات سنگین در ذرات راسب‌شونده از هوای شهر زنجان. مجله سلامت و محیط، فصلنامه انجمن علمی بهداشت محیط ایران. دوره ۲، شماره ۴، صفحات ۲۴۰ تا ۲۴۹.
۶. نادری‌زاده، ز.؛ ایوبی، ش. و خادمی، ح.، ۱۳۹۵. ارزیابی غلظت و میزان آلودگی فلزات

زیاد بودن میزان روی، کادمیوم و سرب بیانگر وضعیت خطرناک و نگران‌کننده این عناصر می‌باشد. آلودگی به کادمیوم و سرب در نمونه‌ها دور از ذهن نیست زیرا که بیش‌تر منابع سرب و کادمیوم در مکان‌های دفن زباله را پسماندهای خطرناک و صنعتی (باتری‌ها، جوهر، رنگ‌ها، روغن‌های جلا، آسترها، مواد نفتی و بنزینی و روغن موتورها) تشکیل می‌دهند. نگرانی باتری‌های دور انداخته شده به لندفیل‌ها در این است که این باتری‌ها حاوی جیوه، کادمیوم، لیتیوم، نیکل، روی و سایر فلزات سنگین هستند که موجب آلوده کردن پسماندهای جامد شهری در لندفیل‌ها می‌شود و بارها در سطح جهان اثرات مضر این مواد بر روی انسان‌ها و حیات وحش دیده شده است. بالا بودن میانگین غلظت روی را می‌توان به مهم‌ترین منبع آلاینده یعنی زباله‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی، فرسایش سنگ‌های حاوی روی و نیز زیاد بودن این فلز در پوسته زمین ارتباط داد. سرب، روی و کادمیوم فراهمی زیستی بالایی داشته ($CF > 1$) و می‌تواند حیات موجودات زنده را تهدید نمایند. فلزات سرب، کادمیوم و روی در نمونه‌های خاک در ایستگاه ۱ کم‌ترین خطر را برای محیط‌زیست به همراه دارند، در نتیجه خطرات زیست‌محیطی عمده و قابل توجه‌ای برای اکوسیستم‌ها و موجودات زنده به دنبال نخواهند داشت و خطر آلودگی آن‌ها در این ایستگاه بسیار کم می‌باشد. در مجموع شاخص انباشت ژئوشیمیایی (I_{geo}) برای فلزات مورد مطالعه در گرد و غبار و در خاک عمقی گویای محیطی آلوده می‌باشد. با استفاده از فرمول‌های ۴ و ۵ مقادیر Er و RI محاسبه شد. نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد فلزات سنگین سرب، کادمیوم و روی با ریسک اکولوژیکی رده قابل توجه خطرهای بهداشتی جدی دارند و می‌توانند با گذشت زمان و عدم کنترل بهداشتی دفن زباله، خطرات بهداشتی و سلامتی جدی‌تری ایجاد کنند.

میانگین غلظت فلزات سنگین مورد بررسی در گرد و غبار و خاک عمقی به ترتیب $Zn > Pb > Cd$ بوده است. غلظت فلزات سنگین در مکان دفن زباله از حدود استاندارد بالاتر بوده و در نتیجه برای روستائینی که در جهت وزش باد غالب منطقه قرار دارند، بسیار زیان‌آور و دارای اثرات بهداشتی مضر می‌باشد. نتایج آنالیز دانه‌ها نشان داد ایستگاه شاهد ۱

- Trace elements in seawater Plenum, New York. pp: 265-296.
14. **Muller, G., 1969;** Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Journal of Geology*. Vol. 2, No. 3, pp: 108-118.
 15. **Navas, A. and Machin, J., 2002.** Spatial distribution of heavy metals and arsenic in soils of Aragon (northeast Spain): controlling factors and environmental implications. *Applied Geochemistry*. Vol. 17, pp: 961-973.
 16. **Pekey, H., 2006.** Heavy metal pollution assessment in sediments of Izmit Bay, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 123, pp: 219-231.
 17. **Revel-Rolland, M.; De Deckker, P.; Delmonte, B.; Hesse, P.P.; Magee, J.W. and Basile-Doelsch, I., 2006.** Eastern Australia: A possible source of dust in East Antarctica interglacial ice. *Earth and Planetary Science Letters*. Vol. 249, No. 1-2, pp: 1-13.
 18. **Sezgin, N.; Ozcan, H.K.; Demir, G.; Nemlioglu, S. and Bayat, C., 2004.** Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway. *Environment International*. Vol. 29, pp: 979-985.
 19. **Thomilson, D.C.; Wilson, D.J.; Harris, C.R. and Jeffrey, D.W., 1980.** Problem in heavy metals in estuaries and the formation of pollution index. *Journal of Earth & Environmental Sciences*. Vol. 33, No. 1-4, pp: 566-575.
 20. **Turkian, K.K. and Wedepohl, K.H., 1961.** Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. *Journal of Geological Society of America Bulletin*. 72:175-192.
- سنگین در گرد و غبار اتمسفری مناطق شهری و صنعتی استان بوشهر. محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی. دوره ۶۹، شماره ۲، صفحات ۵۳۱ تا ۵۴۸.
7. **Carlson, C., 2007.** Derivation Methods of Soil Screening Values in Europe: A Review and Evaluation of National Procedures Towards Harmonization. European Commission, Joint Research Centre, Ispra, Lombardy, Italy.
 8. **Ebrahimpour, M. and Mushrifah, I., 2008;** Heavy metal concentrations (Cd, Cu and Pb) in five aquatic plant species in Tasik Chini, Malaysia. *Journal of Environmental Geology*. Vol. 54, pp: 689-698.
 9. **El-Rjoob, A.W.; Massadeh, A. and Omari, M., 2008;** Evaluation of Pb, Cu, Zn, Cd, Ni and Fe levels in *Rosmarinus officinalis labiatae* (Rosemary) Medicinal plants and soils in selected zones in Jordan *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 140, pp: 61-68.
 10. **Garrison, V.H.; Shinn, E.A.; Foreman, W.T.; Griffin, D.W.; Holmes, C.W. and Kellogg, C.A., 2003.** African and Asian dust: From desert soils to coral reefs. *BioScience*. Vol. 53, No. 5, pp: 469-480.
 11. **Griffin, D. and Kellogg, C., 2004.** Dust storms and their impact on ocean and human health: Dust in earth's atmosphere. *EcoHealth*. Vol. 1, No. 3, pp: 284-295.
 12. **Hakanson, L., 1980.** An ecological risk index for aquatic pollution control. *Journal of A sedimentological approach*. *Water Research*. Vol. 14, pp: 975-1001.
 13. **Martin, J.M. and Whitfield, M., 1983.** The significance of the river input of chemical elements to the ocean. In: Wong CS, Boyle E, Bruland KW, Burton JD, Goldberg ED (eds)

The Study of Heavy Metals Deposited Dust Binding and Soil Deep (10-25 Cm) Khash City Landfill

Zahra Mirkazehi^{1*}, Mohammad Reza Rezaei¹

^{1*} - Environment Department, Graduate Faculty of Environment, University of Birjand, Birjand, Iran

Abstract

The aim of this study was to investigate the contamination of deposited dust binding and soil deep (10-25 cm) to heavy metals cadmium, lead and zinc in the prevailing wind direction (North West – South East) Khash city's land fill. First, by observing the status of the current landfill deals and Dust samples of 10 stations in the study area was prepared in January 2013. After preparation of the samples, the concentrations of heavy metals using atomic absorption were measured. I_{geo} , CF and ecological risk calculate dosing the formula were determined. The average concentration of cadmium, lead and zinc, respectively, 3.28, 83.1, 1190.65 mg/kg and in soil deep 3.98, 114.21 and 1885.32 mg/kg respectively was achieved. The I_{geo} index was classified as moderate to severe pollution, pollution factor of very high degree of pollution and ecological risk was significant. The results of data analysis and estimate that 1 almost no pollution control stations and other stations strong have pollution of heavy metals zinc, lead and cadmium.

Key words: Ecological Risk, Heavy Metals, Surface Soil, Contamination Factor, Khash City.