BRIEF REPORT

Heavy Metal Concentrations in Industrial Area Soils and Landfill Site, Ghaemshahar, Iran

Zahra Soleimannejad[1],
Ahmad Abdolzadeh[2],
Hamid Reza Sadeghipour[3]

[1] PhD Student in Plant Physiology, Faculty of Science, Golestan University, Gorgan, Iran
[2] Professor, Department of Biology, Faculty of Science, Golestan University, Gorgan, Iran
[3] Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Science, Golestan University, Gorgan, Iran

(Received October 12, 2015 ; Accepted January 10, 2016)

Abstract

Background and purpose: Irrational discharge of toxic waste in environment leads to contamination of water, soil and agricultural fields. The aim of this study was to evaluate the contamination levels of cadmium, zinc, copper, lead, arsenic, and iron in the soil of two landfill area in Ghaemshahr, Mazandaran province.

Materials and methods: Soil sampling was carried out in a waste burying area and around Tabarestan steel factory in Ghaemshahr from 0 to 20 cm depth of soil in December 2014. The concentrations of heavy metals in soil samples were assayed after drying and acid digestion according to the No. 8523 method of Iran national standards using the atomic absorption spectrophotometer.

Results: Comparison of heavy metals concentration indicated that the arsenic levels in both areas and the copper in waste discharging area were higher than the standard levels. Evaluation of contamination index showed that zinc contamination was high and copper and arsenic contaminations were moderate in landfill area. Also, arsenic and zinc contaminations were moderate in the soil around the Tabarestan steel factory.

Conclusion: The concentrations of zinc, copper and arsenic in studied areas were higher than standard levels. Moreover, possible harmful effects of heavy metals accumulation in nature and biological systems calls for appropriate planning for toxic waste discharge in these areas.

Keywords: soil, landfill, heavy metals, Tabarestan steel

J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26(136): 196-201 (Persian).

گزارش کوتاه

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و ششم شماره ۱۳۶ اردیبهشت سال ۱۳۹۵ (۲۰۱-۱۹۶)

بررسی میزان فلزات سنگین خاک منطقه صنعتی و محل دفن زباله شهرستان قائم‌شهر

زهرا سلیمان‌نژاد[۱]
احمد عبدل‌زاده[۲]
حمیدرضا صادقی‌پور[۳]

چکیده

سابقه و هدف: تخلیه بی‌ملاحظه ضایعات سمی در محیط زیست باعث آلودگی آب، خاک و مزارع کشاورزی گردیده است. هدف از این مطالعه تعیین میزان آلودگی کادمیم، روی، مس، سرب، آرسنیک و آهن در خاک دو منطقه تخلیه ضایعات شهرستان قائم‌شهر در استان مازندران می‌باشد.

مواد و روش‌ها: نمونه‌گیری از خاک در آذرماه سال ۱۳۹۳ در دو منطقه محل دفن زباله و فولاد طبرستان در شهرستان قائم‌شهر از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری انجام گرفت. غلظت فلزات سنگین نمونه‌ها پس از خشک نمودن خاک و هضم اسیدی طبق روش شماره ۸۵۲۳ استاندارد ملی ایران با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: مقادیر میانگین فلزات در مناطق مورد بررسی در مقایسه با مقادیر زمینه نشان داد که میانگین روی و آرسنیک در هر دو منطقه و میانگین مس در محل دفن زباله بالاتر از حد زمینه می‌باشد. بررسی شاخص آلودگی نشان داد که در محل دفن زباله، روی دارای شدت آلودگی قابل توجه و آرسنیک و مس دارای آلودگی متوسط است. همچنین در فولاد طبرستان نیز آرسنیک و روی شدت آلودگی متوسط داشتند.

استنتاج: با توجه به غلظت بالای روی، مس و آرسنیک در مناطق مورد مطالعه نسبت به مقادیر استاندارد و اثرات زیانبار تجمع فلزات سنگین در طبیعت و سیستم‌های بیولوژیکی، برنامه‌ریزی مناسب برای دفع زباله و ضایعات این دو منطقه ضروری است.

واژه‌های کلیدی: خاک، دفن زباله، فلزات سنگین، فولاد طبرستان

مقدمه

یکی از چالش‌های اساسی در زمینه محیط زیست، افزایش تدریجی غلظت فلزات سنگین می‌باشد. این‌گونه فلزات با توجه به داشتن اثرات بالقوه سیتوتوکسیک، کارسینوژنیک و موتاژنیک بر انسان و سایر موجودات زنده حیات آن‌ها را با خطرات جدی مواجه ساخته است.

از سوی دیگر تخلیه پساب‌های صنعتی و کشاورزی همراه با دفع لجن و زباله، سبب تغییرات شگرفی در کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک‌های این مناطق گردیده است. از جمله مکان‌هایی که فلزات سنگین به میزان چندین برابر مقدار معمول در خاک

مولف مسئول: احمد عبدل‌زاده– گرگان: دانشگاه گلستان، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

E-mail: ah_ab99@yahoo.com

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران
۲. استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران
۳. دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

☜ تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۷/۲۰ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۴/۸/۲۴ تاریخ تصویب : ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

یافت می‌شوند، خاک مکان‌های دفن زباله‌ها است. لذا پایش مداوم فلزات سنگین در مکان‌های دفن زباله به جهت ارزیابی اثرات محیط زیستی و کاهش اثرات آن‌ها، ضروری است. هر چند مطالعات اندکی در ایران در این رابطه انجام شده(۱)، ولی نتایج مطالعات نشان می‌دهند که فلزات سنگین مس، روی، کروم و سرب از سایر فلزات در محل‌های دفن به مقدار بیشتری یافت می‌شوند(۲). با توجه به این‌که زباله شهرستان قائم‌شهر سال‌هاست که در کنار رودخانه تلار و در مجاورت منطقه مسکونی به‌صورت غیر بهداشتی دفن می‌شود و شیرآبه آن که مملو از مواد آلاینده است، مستقیماً به رودخانه تلار سرازیر می‌شود. لذا مطالعه حاضر با هدف تعیین غلظت برخی فلزات سنگین و ارزیابی برخی شاخص‌های آلودگی، وجود یا عدم وجود آلایندگی خاک محل دفن زباله و فولاد طبرستان در شهرستان قائم‌شهر انجام گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و آنالیز خاک: نمونه‌گیری در آذرماه سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. ۶ نمونه خاک مرکب (در هر موقعیت ۵ زیر نمونه جمع‌آوری و مخلوط شد تا یک نمونه مرکب به‌دست آید) به‌صورت تصادفی از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری زمین از دو منطقه برداشته شد. نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در داخل آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد کاملاً خشک شدند. سپس هضم اسیدی هر نمونه طبق روش شماره ۸۵۲۳ استاندارد ملی ایران انجام و غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

شاخص زمین‌انباشتگی (I_{geo})

شاخص زمین‌انباشتگی از طریق فرمول ۱ محاسبه شد:

$$I_{geo} = log_2 \left({C_n}/{1.5B_n} \right) \qquad (۱)$$

براساس این رابطه I_{geo} شاخص انباشتگی، C_n غلظت اندازه‌گیری شده فلز سنگین در نمونه خاک و B_n غلظت زمینه فلز مورد نظر در پوسته زمین می‌باشد(۲). مقادیر زمینه فلزات مورد نظر توسط Beyer، Kabata-Pendias و Pendias، Atanassov (۶-۴) ارائه گردید.

شاخص آلودگی

ضریب آلودگی از طریق فرمول ۲ به‌دست می‌آید(۷).

$$C_f = \frac{C_o}{C_n} \qquad (۲)$$

در این رابطه، C_f برابر با ضریب آلودگی، C_o، غلظت فلز در خاک و C_n، غلظت همان فلز در نمونه زمینه می‌باشد.

شاخص ارزیابی ریسک اکولوژیک

برای ارزیابی ریسک اکولوژیکی فلزات سنگین از فرمول ۳ استفاده گردید(۸).

$$E_r = T_r \times C_f \qquad (۳)$$

$$RI = \sum_{i=1}^{m} E_r$$

در معادله(۳)، E_r ریسک اکولوژیکی هر عنصر و RI ریسک اکولوژیکی مجموع عناصر را نشان می‌دهد. براساس نظر Hakanson (۸)، T_r به‌صورت ضریب سمیت تعریف شده که مقادیر آن برای فلزات Cd، Zn، Cu، Pb و As به ترتیب ۳۰، ۱، ۵، ۵ و ۱۰ بیان شده است.

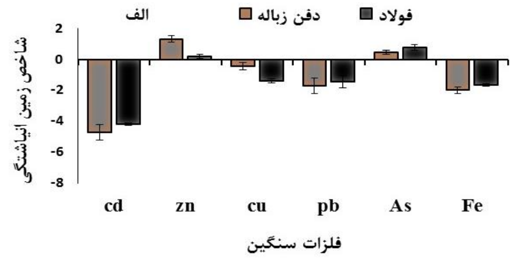
تجزیه و تحلیل آماری: برای رسم نمودارها و محاسبه داده‌ها از نرم‌افزار Excel و SAS استفاده شد. کلیه داده‌ها با تجزیه واریانس یک عاملی تجزیه گردیدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت.

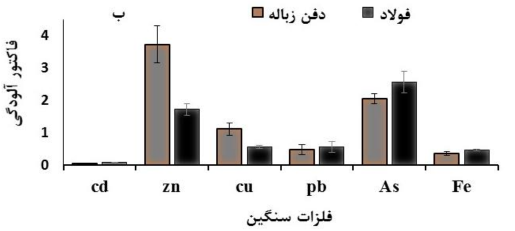
یافته‌ها

مقایسه میانگین مقادیر فلزات سنگین با مقادیر زمینه نشان داد که میانگین روی و آرسنیک در هر دو منطقه و میانگین مس در محل دفن زباله بالاتر از حد زمینه می‌باشد، ولی غلظت کادمیم، سرب و آهن در این مناطق به حد زمینه نمی‌رسد (جدول شماره ۱).

شاخص‌های مورد استفاده برای تخمین آلودگی

بررسی شاخص زمین‌انباشتگی نشان می‌دهد که طبق تقسیم‌بندی Muller (۹) در محل دفن زباله، روی با داشتن درجه آلودگی بیش‌تر از یک، کمی آلوده می‌باشد، هم‌چنین آرسنیک در محل دفن زباله و روی و آرسنیک در منطقه فولاد طبرستان با درجه آلودگی کم‌تر از یک، غیر آلوده تا کمی آلوده می‌باشند. در حالی‌که سایر فلزات در دو منطقه مورد بررسی با داشتن درجه آلودگی صفر و مقادیر زمین انباشتگی کم‌تر از صفر، غیر آلوده محسوب می‌شوند (تصویر شماره ۱).





تصویر شماره ۱: میانگین شاخص زمین‌انباشتگی (الف) و فاکتور آلودگی (ب) فلزات سنگین در مناطق مورد مطالعه. میله‌ها نشان دهنده خطای استاندارد است.

شاخص آلودگی مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد که در محل دفن زباله روی دارای شدت آلودگی قابل توجه، مس و آرسنیک دارای آلودگی متوسط می‌باشند. هم‌چنین در منطقه فولاد طبرستان، آرسنیک و روی دارای شدت آلودگی متوسط بوده، در حالی‌که سایر فلزات با دارا بودن میانگین فاکتور آلودگی کم‌تر از یک، دارای آلودگی اندک می‌باشند.

نتایج مرتبط با ریسک اکولوژیکی مناطق مورد بررسی نشان داد که، خاک هر دو منطقه با داشتن ریسک اکولوژیک کم‌تر از ۱۵۰، دارای وضعیت ریسک اکولوژیکی پایین می‌باشد.

بحث

مقدار میانگین روی و آرسنیک در هر دو منطقه و میانگین مس در محل دفن زباله بالاتر از حد زمینه می‌باشد، ولی غلظت کادمیم، سرب و آهن در این مناطق به حد زمینه نمی‌رسد. افزایش غلظت روی در محل دفن زباله با نتایج Lam و همکاران(۱۰) مطابقت دارد. در محل دفن زباله براساس مقادیر ضریب آلودگی، فلز روی دارای آلودگی قابل توجه و آرسنیک و مس دارای آلودگی متوسط و در محل فولاد طبرستان نیز آرسنیک و روی دارای آلودگی متوسط بودند که با توجه به ترکیبات سازنده زباله‌ها و فعالیت صنعتی در این مناطق امری قابل انتظار است. افزون بر این، مناطق مورد مطالعه از نظر کیفیت زیست محیطی، براساس درجه آلودگی تصحیح شده در زمره مناطقی با وضعیت آلودگی بسیار پایین قرار گرفته و هم‌چنین دارای وضعیت ریسک اکولوژیکی پایین می‌باشند. مقایسه مقادیر متوسط فلزات سنگین مناطق مورد نظر با خاک سطحی برخی از کشورها نشان می‌دهد که مقدار روی، مس و آرسنیک در هر دو منطقه از خاک اغلب کشورهای موجود در جدول شماره ۲ غنی‌تر است. برعکس از نظر مقدار کادمیم، خاک همه کشورهای موجود در جدول نسبت به مناطق مورد مطالعه غنی‌تر است.

جدول شماره ۱: مقدار (میانگین ± انحراف معیار) غلظت فلزات سنگین در خاک مناطق مورد مطالعه $(P \leq ۰/۰۵)$

نمونه خاک	غلظت فلزات (mg/kg)					
	Fe	As	Pb	Cu	Zn	Cd
محل دفن زباله	۱۵۲۰۰±۱۴۲۹/۴۵^{c}	۴۱/۳۴±۱/۹۱^{b}	۲۴/۱۰±۴/۸۰^{b}	۵۶/۱۷±۵/۷۳^{a}	۳۲۸/۸۰±۲۹/۵۵^{a}	۰/۰۶±۰/۰۱^{b}
فولاد طبرستان	۱۸۸۰۰±۶۵۵/۷۴^{b}	۵۱/۵۱±۳/۹۲^{a}	۲۸/۴۸±۴/۷۵^{b}	۲۸/۶۰±۱/۵۹^{b}	۱۵۲/۳۳±۹/۲۳^{b}	۰/۰۸±۰/۰۰^{b}
مقادیر زمینه	۴۰۰۰۰	۲۰	۵۰	۵۰	۸۸	۱

جدول شماره ۲: مقادیر متوسط برخی از فلزات سنگین در واحد وزن خشک به ppm در خاک‌های سطحی برخی از کشورها (۵).

نوع فلز	آمریکا	انگلستان	ایتالیا	کانادا	لهستان	ژاپن	روسیه
Cd	<۱	۱	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱
Zn	۷۴	۸۰	۶۸	۵۷	۴۷	۸۶	۷۸
Cu	۲۶	۲۳	۲۴	۲۲	۸	۳۴	۲۸
Pb	۲۶	۲۹	۲۶	۲۰	۱۸	–	–
As	۷	۱۶	۴۱	۶	–	۱۱	–

Xiaoli و همکاران(۱۱) بیان کردند که با گذشت زمان و افزایش سن دفن مواد زاید، تجمع فلزات سنگین حاصل از تجزیه آن‌ها در محیط خاک به میزان فراوانی افزایش می‌یابد. براساس مطالعات صورت گرفته تغییرات مقادیر فلزات سنگین در خاک‌های محل دفن زباله‌ها تا حدود زیادی به فعالیت‌های انسانی و عملکرد آن مکان، حجم زباله‌های تولیدی و ترکیبات اصلی سازنده آن‌ها بستگی دارد(۱۰). لذا می‌توان بیان داشت که با توجه به غلظت بالای روی، مس و آرسنیک در این مناطق در مقایسه با پوسته زمین و هم‌چنین با توجه به اثر تجمعی عناصر فلزی به علت نیمه عمر بالای آن‌ها در طبیعت و سیستم‌های بیولوژیکی، برنامه‌ریزی جامع توسط متولیان امر ضروری است. لذا پیشنهاد می‌گردد که اندازه‌گیری دوره‌ای میزان فلزات در خاک و محصولات زراعی این مناطق از جمله برنج کشت شده در فاصله کم‌تر از ۵۰۰ متری محل دفن زباله، ایجاد پایگاه و بانک اطلاعاتی مرتبط با این موضوع در سطح منطقه و کشور(۱۲)، دفن بهداشتی و بازیافت زباله برای کاهش خطرات ناشی از آن‌ها و کشت گیاهان انباشت‌گر این فلزات در مناطق مورد نظر جهت گیاه‌پالایی صورت پذیرد.

سپاسگزاری

این تحقیق مرتبط با بخشی از رساله دکتری زهرا سلیمان‌نژاد در دانشگاه گلستان می‌باشد، لذا از معاونت پژوهشی دانشگاه برای فراهم آوردن بودجه پژوهشی سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Hatami Manesh M, Mirzaei M, Gholamali Fard M, Riyahi Bakhtiyari AR, Sadeghi M. Evaluation of copper, zinc, and chromium concentration in landfill soil and hospital waste ash of Shahrekord municipal solid waste landfill. J Health and Environ 2015; 8(1): 57-66 (Persian).
2. Bayat B. Comparative study of adsorption properties of Turkish fly ashes: I. The case of nickel (II), copper (II) and zinc (II). J Hazard Mater 2002; 95(3): 251-273.
3. Kartal S, Aydin Z, Takalioglu S. Fractionation of metals in street sediment samples by using the BCR sequential extraction procedure and multivariate statistical elucidation of the data. J Hazard Mater 2006; 132(1): 80-89.
4. Beyer WN. Evaluating soil contamination. U.S. fish Wild1. Serv. Biological Report 1990; 90(2): p. 25.
5. Kabata-Pendias A, Pendias H. Trace elements in soils and plants. 3rd ed. CRC Press, LLC; 2001. p. 408.
6. Atanassov I. New Bulgarian soil pollution standards. Bulgarian Journal of Agriculture Sciene 2007; 14(1): 68-75.
7. Satyanarayana D, Panigrahy PK, Sahu SD. Metal pollution in Harborand coastal sediments of visakhpatnam, est of India. Indian Journal of Marine Scinces 1994; 23(1): 52-54.
8. Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control a sedimentological approaches. Water Res 1980; 14(8): 975-1001.
9. Muller G. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. Geol J 1969; 2(3): 108-118.
10. Lam CH, Avin WM, Barford JP, McKay G. Use of incineration MSW ash: a review. Sustainability 2010; 2(7): 1943-1968.

11. Xiaoli C, Shimaoka T, Xianyan C, Qiang G, Youcai Z. Characteristics and mobility of heavy metals in an MSW landfill: Implications in risk assessment and reclamation. J Hazard Mater 2007; 144(1): 485-491.
12. Shokrzadeh M, Rokni MA, Galstvan. Lead, Cadmium, and Chromium Concentrations in Irrigation Supply of/and Tarom Rice in Central Cities of Mazandaran Province-Iran. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 23(98): 234-242 (Persian).