فصلنامه علوم محیطی، دوره دوازدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳

۷۳-۷۸

منشاءیابی برخی فلزات‌سنگین در گرد و غبار اتمسفری شهر کرمان

فریبا جعفری[۱*] و حسین خادمی[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۲]استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۸

چکیده

پدیده گرد و غبار یکی از مخاطرات اقلیمی و زیست‌محیطی مهم در مناطق خشک تا نیمه‌خشک می‌باشد که زیان‌های جانی و مالی فراوانی برای انسان به‌همراه دارد. این مطالعه به‌منظور مقایسه غلظت فلزات‌سنگین در نمونه‌های خاک با گرد و غبار و نیز شناسایی منابع احتمالی فلزات‌سنگین موجود در گرد و غبار شهر کرمان صورت پذیرفت. بدین منظور طی ماه‌های اردیبهشت تا آبان ۱۳۹۱ در ۳۵ نقطه از کرمان، مجموعاً ۲۴۵ نمونه گرد و غبار با استفاده از تله‌های شیشه‌ای جمع‌آوری گردید. هم‌چنین جهت مقایسه نتایج گرد و غبار اتمسفری با خاک، ۶۰ نمونه خاک سطحی (۰-۱۰cm) از مناطق برون شهری و ۳۵ نمونه خاک از مناطق درون شهری کرمان تهیه شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، غلظت کل فلزات‌سنگین مس، سرب، روی، نیکل و منگنز بعد از هضم با اسید نیتریک ۶ نرمال توسط دستگاه جذب‌اتمی اندازه‌گیری شد. هم‌چنین تحلیل خوشه‌ای و تحلیل اجزای اصلی روی نتایج صورت پذیرفت و منابع احتمالی فلزات‌سنگین در گرد و غبار شناسایی گردید. نتایج نشان داد که میزان غلظت عناصر در نمونه‌های گرد و غبار اتمسفری بیش از مقادیر خاکی است که حاکی از تأثیر عوامل انسانی است. هم‌چنین مشخص گردید که بین فلزات مس، سرب، روی و هم‌چنین مس، منگنز، نیکل همبستگی بالایی وجود دارد که نشان می‌دهد منبع این دو گروه فلزات متفاوت می‌باشد. هم‌چنین انجام تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تحلیل خوشه‌ای (CA)، این نتیجه را تأیید کرد و مشخص گردید که فلزات نیکل و منگنز منشاء طبیعی و فلزات مس، سرب و روی منشاء انسانی دارند. با توجه به این‌که نقش اقدامات انسانی در افزایش غلظت آلاینده‌ها آشکار است، لازم است تا با اقدامات مدیریتی مناسب میزان تولید آلاینده‌ها در کارخانجات و صنایع مختلف کاهش یابد.

کلمات‌کلیدی: تجزیه مولفه‌های اصلی، شهر کرمان، فلزات‌سنگین، گرد و غبار.

Source Identification of Selected Heavy Metals in Atmospheric Dust of Kerman City

Fariba Jafari[1*] & Hossein Khademi[2]

[1]MSc. Student of Soil Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan
[2]Professor of Soil Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan

Abstract

Dust deposition phenomenon is an important climatic and environmental issue in arid to semi-arid regions which causes great losses for human. This study was carried out to compare the concentration of selected heavy metals in soil samples with that of dust and also to identify the possible sources of heavy metals in dust of Kerman city. A total of 245 dust samples were monthly collected from 35 study sites during the months of May to November 1391, using glass traps. To compare the results of atmospheric dust with those of soil, 60 surface soil samples (0-10 cm) from outside Kerman and 35 soil samples from urban areas were also collected. After sample preparation, the total concentration of major heavy metals including Cu, Pb, Zn, Ni, and Mn was determined by an atomic absorption spectrometer following the digestion of soil and dust samples with 6N HNO_3 solution. Cluster analysis and principal component analysis were performed to identify possible sources of heavy metals in dust. The results showed that heavy metal concentrations in atmospheric dust samples were higher than those in soil samples indicating the influence of human factors. There was a highly significant correlation among Cu, Pb, and Zn and also among Cu, Mn, and Ni indicating different sources for these 2 groups of heavy metals. Also, principal component analysis and cluster analysis confirmed the results and further indicated that Ni and Mn derived from natural sources while Cu, Pb, and Zn had an anthropogenic origin. Since the role of human activities on increasing the concentration of pollutants is evident, it is necessary to take appropriate management measures to reduce the amount of pollutants produced in factories and various industries.

Key words: Principal Component Analysis, Kerman city, Heavy Metal, Dust.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: f.jafari@ag.iut.ac.ir

۱- مقدمه

فرونشست اتمسفری به‌عنوان فرآیندی تعریف می‌شود که به‌موجب آن آلاینده‌های جوی به‌سطح محیط‌های خشکی و آبی انتقال داده می‌شوند. فرونشست اتمسفری معمولاً به‌صورت خشک یا مرطوب طبقه‌بندی می‌شود. باتوجه به اثرات مخرب آلاینده‌ها روی محیط‌زیست، طی سال‌های اخیر توجه زیادی به فرونشست اتمسفری شده‌است. فرونشست اتمسفری خشک مکانیسم مهمی برای حذف فلزات از جو بوده و مسیر مهمی جهت جابجائی فلزات‌سنگین در اکوسیستم خاک می‌باشد[۱]. انسان از طرق مختلف در معرض فلزات‌سنگین می‌باشد. یکی از مهم‌ترین مسیرهای ورود فلزات‌سنگین به بدن انسان گرد و غبار می‌باشد. گرد و غبار حاوی ترکیبات فلزی با منشاء انسانی و طبیعی می‌باشد[۲]. ویانا و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که هم‌زمان با پدیده گرد و غبار، غلظت برخی از فلزات‌سنگین (از جمله سرب) تا سه‌برابر افزایش می‌یابد[۳].

در مطالعات زیست‌محیطی جهت شناسایی منبع آلودگی موجود در رسوبات، خاک، گرد و غبار و آب، به‌طور گسترده از دو روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی[۱] و تجزیه خوشه‌ای[۲] استفاده می‌شود. لو و همکاران (۲۰۱۰)، طی پژوهشی بر روی منشاء فلزات‌سنگین موجود در گرد و غبار شهری در بائوجی چین با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و مؤلفه اصلی، سه منبع اصلی برای فلزات‌سنگین گرد و غبار مشخص کردند و گزارش نمودند که آرسنیک، وانادیوم، سرب، کبالت از ترافیک شهری، مس، منگنز، جیوه و روی از فعالیت‌های صنعتی، کروم و نیکل از منابع طبیعی منشاء گرفته‌اند[۴]. باتوجه به افزایش میزان گرد و غبار در سال‌های اخیر در کرمان و آثار سوء غبارهای آلوده بر سلامت شهروندان، بهداشت و محیط‌زیست، بررسی میزان غلظت فلزات‌سنگین در گرد و غبار در این شهر ضروری است. هدف از این پژوهش بررسی غلظت مس، سرب، روی، نیکل و منگنز موجود در فرونشست اتمسفری شهر کرمان برای شناسایی منابع تولید این آلاینده‌ها می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، منطقه شهری کرمان با مساحتی حدود ۱۳۱۰۰هکتار می‌باشد. آب و هوای این منطقه خشک و میزان بارندگی سالانه به‌طور متوسط ۱۴۲میلی‌لیتر است. سیمای اراضی اصلی این منطقه شامل مخروط افکنه، باهادا، پلایا و کوه می‌باشد و از جمله کوه‌های مرتفع می‌توان به کوه پلوار در شرق، جوپار در جنوب و باداموییه در غرب اشاره کرد. باتوجه به این‌که نزدیک به ۶۰٪ از واحدهای صنعتی عمده استان کرمان از جمله صنایع مس شهید باهنر، کارخانه‌های سیمان کرمان و ممتازان و کارخانه لاستیک بارز در محدوده شهر کرمان قرار دارند، این شهر به یک شهر صنعتی مهم تبدیل شده‌است.

نمونه‌برداری گرد و غبار مجموعاً در ۳۵نقطه مختلف و توسط تله‌های شیشه‌ای[۵] در شهر کرمان صورت گرفت. توزیع نقاط نمونه‌برداری به‌گونه‌ای درنظر گرفته شد که موقعیت‌های متفاوت شهری (مرکز و حاشیه‌ها) را دربرگیرد. نمونه‌های گرد و غبار در طی ۷دوره از اردیبهشت تا آبان ماه ۱۳۹۱ به‌صورت ماهانه جمع‌آوری شد. باتوجه به عدم تداخل بارندگی با نمونه‌گیری، کلیه نمونه‌های برداشت شده رسوب خشک تلقی می‌شوند.

برای مقایسه نتایج آنالیزهای گرد و غبار اتمسفری با خاک منطقه، ۶۰نمونه مختلف خاک سطحی (۱۰cm-۰) از ۳ترانسکت (کرمان- رفسنجان، کرمان- زرند و کرمان- ماهان و جوپار) و ۳۵نمونه مختلف خاک از مناطق شهری کرمان برداشته شد. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها (گرد و غبار و خاک) و آماده‌سازی نمونه‌های خاک، غلظت کل فلزات‌سنگین روی، منگنز، نیکل، مس و سرب بعد از هضم با اسید نیتریک ۶نرمال توسط دستگاه جذب‌اتمی اندازه‌گیری شد[۶].

برای توصیف نتایج آزمایشگاهی و تهیه خلاصه‌ای از اطلاعات آماری از نرم‌افزار SPSS16 استفاده گردید. هم‌چنین برای تعیین همبستگی بین متغیرها از ضریب پیرسون استفاده شده‌است. از تحلیل خوشه‌ای (CA) و تحلیل اجزای اصلی (PCA) با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 برای شناسایی منابع احتمالی فلزات‌سنگین در گرد و غبار استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

با مقایسه غلظت عناصر سنگین در گرد و غبار اتمسفری با خاک‌های مورد مطالعه (جداول ۱ و ۲) دیده می‌شود که میزان غلظت عناصر در نمونه گرد و غبار اتمسفری بیش از مقادیر آن‌ها در خاک‌ها است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً علاوه بر عوامل طبیعی، عوامل انسانی نیز غلظت این فلزات را در گرد و غبار اتمسفری شهر کرمان تحت تأثیر قرار داده است. در

مطالعات انجام شده حداکثر غلظت کل فلزات‌سنگین گرد و غبار اتمسفری را به مناطق صنعتی و مسکونی نسبت داده‌اند و هم‌چنین غلظت فلزات به شدت ترافیک، تعداد وسایل نقلیه و سرعت حرکت آنها بستگی دارد[۷]. ذرات گرد و غبار عموماً از ذرات ریز (سیلت و رس) تشکیل شده‌اند[۸] و ذرات ریز به نسبت سطح ویژه بالایی داشته و حاوی مقادیر بالاتری از فلزات‌سنگین می‌باشند[۹]. بنابراین، باتوجه به اندازه ذرات گرد و غبار و فعالیت‌های انسانی در محیط‌های شهری، بالاتر بودن غلظت فلزات‌سنگین در گرد و غبار اتمسفری نسبت به خاک‌های منطقه دور از انتظار نیست.

جدول ۱- توصیف آماری غلظت کل فلزات‌سنگین در ۲۴۵ نمونه گرد و غبار (میلی‌گرم برکیلوگرم) جمع‌آوری شده طی ۷ ماه نمونه‌برداری در شهر کرمان

فلز سنگین	حداقل	حداکثر	میانگین	چولگی	کشیدگی
مس	۴۲/۰	۷۵/۵	۶۰/۴	-۰/۲	۰/۴
سرب	۳۱/۹	۵۷/۱	۴۵/۰	-	-
روی	۱۴۰/۳	۳۶۳/۷	۲۱۴/۴	۰/۹	-
نیکل	۳۱/۰	۴۰/۰	۳۵/۵	-۰/۳	۰/۳
منگنز	۳۰۰	۳۶۸/۳	۳۴۱/۸	-۰/۹	۱/۴

جدول ۲- توصیف آماری غلظت کل فلزات سنگین (میلی‌گرم برکیلوگرم) در ۹۵ نمونه خاک مورد مطالعه

فلز	نمونه خاک	حداقل	حداکثر	میانگین	چولگی	کشیدگی
مس	درون شهری	۱۰	۱۴۷	۲۴/۷	۳/۸	۱۴/۹
	برون شهری	۹	۳۳	۱۵/۷	۱/۳	۱/۷
سرب	درون شهری	۱۲	۷۷/۷	۲۵/۴	۲/۳	۵/۳
	برون شهری	۱۲/۱	۳۶/۷	۱۹/۲	۱/۸	۸/۵
روی	درون شهری	۳۸	۱۴۲/۵	۶۴/۵	۱/۹	۴/۵
	برون شهری	۲۰/۵	۷۱/۵	۳۶/۹	۰/۸	۰/۱
نیکل	درون شهری	۱۶	۳۶	۲۲/۶	۰/۸	۱
	برون شهری	۹	۴۴/۵	۲۰/۳	۰/۸	۰/۳
منگنز	درون شهری	۲۵۰	۳۵۳	۲۹۶/۲	۰/۵	۰/۰
	برون شهری	۱۱۸/۵	۴۱۸/۵	۲۸۷/۶	-	-۰/۵

همبستگی بین متوسط ۷ ماه غلظت فلزات‌سنگین (جدول ۳) نشان داد که بین فلزات مس، سرب، روی و هم‌چنین مس، منگنز و نیکل همبستگی بالایی وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً این دو گروه عناصر، از ۲ منبع متفاوت منشاء می‌گیرند. فلزات‌سنگینی از قبیل سرب، روی، مس و کادمیوم شاخص‌های خوبی جهت شناسایی آلایندگی گرد و غبار شهری می‌باشند؛ زیرا این عناصر در صنایع، بنزین، اجزاء ماشین، روغن‌های روان‌کننده و مواد حاصل از سوزاندن زباله‌ها وجود دارند[۱۰].

جدول۳- ضریب همبستگی پیرسون بین متوسط غلظت فلزات سنگین موجود در ۲۴۵ نمونه گرد و غبار طی ۷ ماه مطالعه شده

عناصر	مس	سرب	روی	منگنز	نیکل
مس	۱				
سرب	۰/۵۱*	۱			
روی	۰/۵۸***	۰/۳۷*	۱		
منگنز	۰/۴۸**	۰/۱۶ n.s	۰/۱۱ n.s	۱	
نیکل	۰/۵۶***	۰/۳۱ n.s	۰/۳۲ n.s	۰/۸***	۱

n.s ، *، **، *** به ترتیب همبستگی غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪، ۱٪ و ۰/۱٪ را نشان می‌دهند.

جدول ۴- مقادیر ویژه داده‌های متغیرهای مورد بررسی در گرد و غبار منطقه شهری کرمان

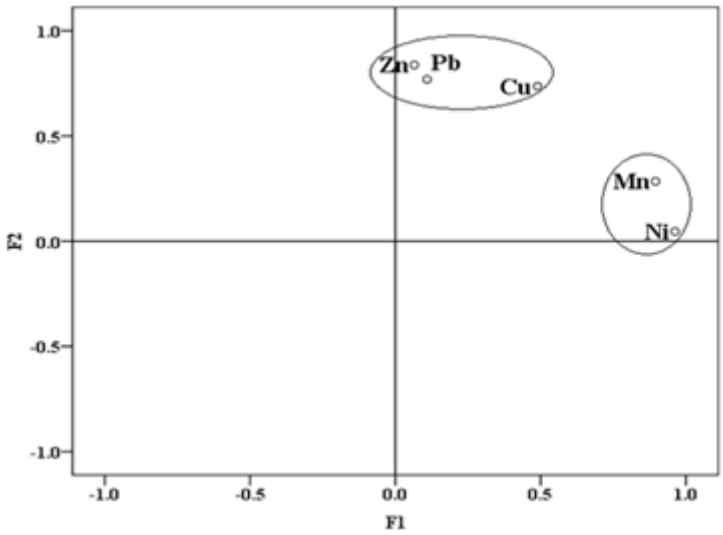
	متغیرها		قبل از چرخش	بعد از چرخش
	فاکتور ۱	فاکتور۲	فاکتور۱	فاکتور۲
مس	۰/۸۶	۰/۱۹	۰/۴۸	۰/۷۳
سرب	۰/۶۱	۰/۴۷	۰/۱۰	۰/۷۶
روی	۰/۶۲	۰/۵۵	۰/۰۶	۰/۸۳
نیکل	۰/۷۲	-۰/۶۳	۰/۹۶	۰/۰۴
منگنز	۰/۸۴	-۰/۴۱	۰/۸۹	۰/۲۸

جدول ۵- بردارهای ویژه (بارهای عامل) متغیرهای مورد بررسی در گرد و غبار منطقه شهری کرمان

	واریانس اولیه			واریانس فاکتورها بدون چرخش			واریانس فاکتورها بعد از چرخش		
فاکتورها	واریانس کل	درصد واریانس	واریانس تجمعی (٪)	واریانس کل	درصد واریانس	واریانس تجمعی (٪)	واریانس کل	درصد واریانس	واریانس تجمعی (٪)
۱	۲/۷۴	۵۴/۹۳	۵۴/۹۳	۲/۷۴	۵۴/۹۳	۵۴/۹۳	۱/۹۸	۳۹/۶۶	۳۹/۶۶
۲	۱/۱۵	۲۳/۰۵	۷۷/۹۸	۱/۱۵	۲۳/۰۵	۷۷/۹۸	۱/۹۱	۳۸/۳۲	۷۷/۹۸
۳	۰/۶۲	۱۲/۵۵	۹۰/۵۴						
۴	۰/۳۱	۶/۳۶	۹۶/۹۱						
۵	۰/۱۵	۳/۰۸	۱۰۰/۰۰						

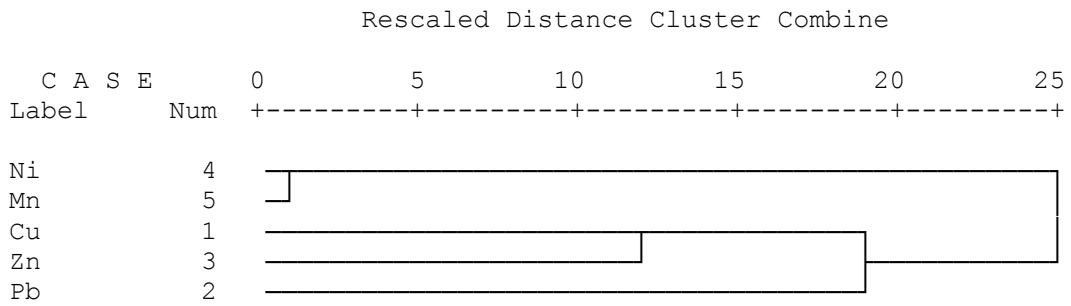
همان‌گونه که ملاحظه می‌شود فاکتور اول مؤلفه بسیار قوی می‌باشد، زیرا حدود ۵۵ ٪ از کل تغییرپذیری را توجیه می‌کند و بار عامل نیکل و منگنز تقریباً مشابه است. بار عامل در حقیقیت ارتباط بین متغیرها با هر یک از فاکتورها را نشان می‌دهد. فاکتور دوم ۲۳ ٪ از کل تغییرات توزیع را بیان می‌کند. باتوجه به جدول بردارهای ویژه، عناصر مس، سرب و روی به ترتیب با داشتن بار عامل ۰/۷۳، ۰/۷۶ و ۰/۸۳ در این فاکتور قرار می‌گیرند. باتوجه به در نظر گرفتن مقدار مشخصه بیش از ۱، در این مطالعه دیگر فاکتورها مورد بررسی قرار نگرفتند. بنابراین، به‌طور خلاصه در ارتباط با تجزیه مؤلفه اصلی مورد بررسی، فاکتور اول شامل نیکل و منگنز و فاکتور دوم شامل مس، سرب و روی است. این نتایج در شکل ۱ نیز نشان داده شده‌است. فاکتور اول در این تحقیق به منابع غیر آلوده (احتمالاً منابع طبیعی) اختصاص داده شد. این فاکتور شامل نیکل و منگنز می‌باشد. فاکتور دوم " فاکتور انسان زاد" نامیده شد. این فاکتور شامل مس، سرب و روی می‌باشد. دود اگزوز وسایل نقلیه ، بخار خروجی از صنایع مختلف و معدن زغال سنگ غالباً منبع سرب می‌باشند[۱۱]. روی در صنایع مختلف مانند باتری‌ها، ساخت تایر و وسایل الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد[۱۲].

سلمان‌زاده و همکاران (۱۳۹۱)، طی پژوهشی بر روی بررسی منابع گرد و غبار خیابانی تهران به روش مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای، گزارش کردند که مس، سرب، کروم، نیکل، آهن و روی در ارتباط با فعالیت‌های انسان می‌باشند، درحالی‌که منگنز و لیتیم به‌طور عمده توسط منابع طبیعی کنترل می‌شوند[۱۳]. جیریس (۲۰۰۳)، مطالعه‌ای در مورد غلظت فلزات‌سنگین موجود در گرد و غبار خیابانی در لبنان انجام داد. در این مطالعه مناطق نمونه‌گیری به ۴ منطقه شامل مرکز شهر، تونل‌ها، پارکینگ‌های سربسته خودروها و محل‌های مسکونی تقسیم شدند. کمترین و بیشترین غلظت فلزات‌سنگین را به ترتیب مناطق مسکونی و تونل‌ها داشتند. سپس با تحلیل نتایج به‌دست آمده مشاهده شد که همبستگی زیادی بین سرب و کادمیوم وجود دارد. بنابراین این تحقیق نتیجه‌گیری کرد که این آلاینده‌ها منبع انتشار مشترک دارند[۱۴].



شکل ۱- نمودار پراکنش فاکتورها برای متغیرهای مورد بررسی در گرد و غبار شهری کرمان

شکل ۲ دندروگرام متغیرهای مورد بررسی به‌روش تحلیل خوشه‌ای را نشان می‌دهد. فاصله خوشه‌ها نشان‌دهنده درجه ارتباط بین متغیرها می‌باشد. فاصله کم بیان‌گر ارتباط قوی و فاصله زیاد بیان‌گر ارتباط ضعیف بین متغیرها است. مقدار فاصله در این پژوهش صفر تا ۲۵ در نظر گرفته شد. از این دندروگرام چنین برمی‌آید که متغیرها در ۲ گروه عمده قرار می‌گیرند. اولین گروه شامل عناصر با منشاء غیر آلوده (طبیعی) است. این گروه به دو زیر گروه نیکل و منگنز تقسیم می‌شوند. این متغیرها با هم همبستگی قوی داشته و یک خوشه مستقل را تشکیل می‌دهند. هم‌چنین مس، سرب و روی در ارتباط با هم بوده و در گروه دوم قرار می‌گیرند. نتایج به‌دست آمده از این روش کاملاً با نتایج روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی مطابقت دارد.



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای متغیرهای مورد بررسی در گرد و غبار شهری کرمان.

۴- نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف مقایسه غلظت فلزات‌سنگین در نمونه‌های خاک با گرد و غبار و نیز شناسایی منابع احتمالی فلزات‌سنگین موجود در گرد و غبار صورت پذیرفت. نتایج به‌دست آمده از مقایسه غلظت عناصر سنگین در نمونه‌های گرد و غبار اتمسفری و نمونه‌های خاک حاکی از آن بود که علاوه‌بر عوامل طبیعی، عوامل انسانی نیز در افزایش غلظت این فلزات در گرد و غبار اتمسفری کرمان تأثیرگذار بوده‌اند و هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که بین فلزات مس، سرب، روی و هم‌چنین مس، منگنز و نیکل همبستگی بالایی وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً این دو گروه عناصر، از ۲ منبع متفاوت منشاء می‌گیرند. متفاوت بودن منشاء این دو گروه فلزات، با انجام تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تحلیل خوشه‌ای (CA) نیز اثبات گردید. به‌طوری‌که نتایج نشان داد عناصر نیکل و منگنز از منابع طبیعی و عناصر مس، سرب و روی از منابع انسانی منشاء می‌گیرند. بنابر آن‌چه ذکر گردید و باتوجه به این‌که آلاینده‌های فلزات‌سنگین به‌عنوان یک عامل مهم در به خطر انداختن سلامت انسان محسوب می‌شوند، نتیجه گرفته می‌شود که لازم است حتی با صرف هزینه‌های بسیار، میزان تولید آلاینده‌های صنعتی را کاهش داده و با افزایش استفاده از سوخت پاک، غلظت فلزات‌سنگین در اتمسفر را کاهش داد. در این‌صورت علاوه‌بر وجود هوایی سالم، میزان بیماری‌های تنفسی و پوستی کاهش یافته و از تحمیل هزینه‌های سنگین درمانی جلوگیری به‌عمل خواهد آمد.

پی‌نوشت

[1] Principal Component Analysis (PCA)
[2] Cluster Analysis (CA)

منابع

[1] Acosta J. A, Faz A, Martinez-Ramirez S, Beach J. Atmospheric deposition of heavy metals in soil affected by different soil uses of southern Spain. Geophysical Research Abstracts; 2009; 11. EGU2009-11993.

[2] Ferreira-Baptista L, DeMiguel E. Geochemistry and risk assessment of street dust in Luanda, Angola: A tropical urban environment; Atmospheric Environment, 2005, 39: 4501-4512.

[3] Viana M, Kuhlbusch T. A. J, Querol X. Source apportionment of particulate matter in Europe: A review of methods and results; Journal of Aerosol Science; 2008; 39: 827- 849.

[4] Lu X, Wang L, Li L. Y, Lei K, Huang L, Kang D. Multivariate statistical analysis of heavy metals in street dust of Baoji, NW China; Journal of Hazardous Materials; 2010; 173: 744-749.

[5] Hojati S, Khademi H, Cano A. F, Landi A. Characteristics of dust deposited along a transect between Central Iran and the Zagros mountains; Catena; 2012; 88: 27- 36.

[6] Meza-Figueroa D, O-Villanueva M. D, Parra M. L. D. Heavy metal distribution in dust from elementary schools in Hermosillo, Sonora, Mexico; Atmospheric Environment; 2007; 41: 276-288.

[7] Charlesworth S, Everett M, McCarthhy R, Ordonez A, Miguel E. A comparative study of heavy metal concentration and distribution in deposited street dusts in a large and small urban area: Birmingham and Coventry, West Midland, UK; Environment International; 2003; 29: 563-573.

[8] Keramat A, Marivani B, Samsam M. Climatic change, drought and dust crisis in Iran; World Academy of Science Engineering and Technology; 2011; 57:10-13. [In Persian]

[9] Ashokkumar S, Mayavu A, Manivasagam P, Rajaram G. Seasonal distribution of heavy metals in the Mullipallam Creek of Muthupettai Mangroves; American-Eurasian Journal of Science Research; 2009; 4: 308-312.

[10] Sezgin N, Ozcan H. K, Demir G, Nemlioglu S, Bayat C. Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway; Environment International; 2003; 29: 979-985.

[11] Zhang G, Tan M, Li X. Comprehensive study of lead pollution in atmospheric aerosol of Shanghai; Environment Science; 2006; 27: 831-838.

[12] Alloway B. J. Heavy Metals in Soils, Blackie and Son, Ltd. Glasgow and London; 1990; p:323.

[13] Salmanzadeh M, Saeedi M, Nabi Bidhendi Gh. Heavy Metals Pollution in Street Dusts of Tehran and Their Ecological Risk Assessment, Journal of environmental studies; 2012; 38:9-18. [In Persian]

[14] Jiries A. Vehicular contamination of dust in Amman, Jordan; The Environmentalist; 2003; 23: 205-210.