غلظت برخی فلزات سنگین در گردوغبار شهر اصفهان و شهرهای مجاور

زهره محمودی و حسین خادمی

به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

z.mahmoodi@ag.iut.ac.ir

چکیده

فرونشست جوی فلزات سنگین یکی از منابع مهم ایجاد آلودگی در اکوسیستم‌ها و بویژه خاک می‌باشد. مطالعه حاضر در سه منطقه اصفهان (شهری با ترافیک سنگین)، خمینی شهر و فلاورجان (شهری غیر صنعتی) و مبارکه و زرین‌شهر (شهری صنعتی) با هدف بررسی وضعیت فلزات سنگین در گردوغبار انجام گردید. غلظت کل فلزات سرب، روی، مس و کادمیوم در نمونه‌های گردوغبار جمع‌آوری شده از 36 نقطه طی 4 دوره زمانی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان فرونشست به ترتیب روی > سرب > مس > کادمیوم می‌باشد. بالاترین فرونشست جوی فلزات مربوط به منطقه فلاورجان و خمینی‌شهر بوده و مقدار کل فلزات سنگین موجود در فرونشست اتمسفری در دوره آبان- آذر بیشتر از ماه‌های مرداد، شهریور و مهر بدست آمد.

کلمات کلیدی: **آلودگی خاک، فرونشست جوی، فلزات سنگین، گردوغبار**

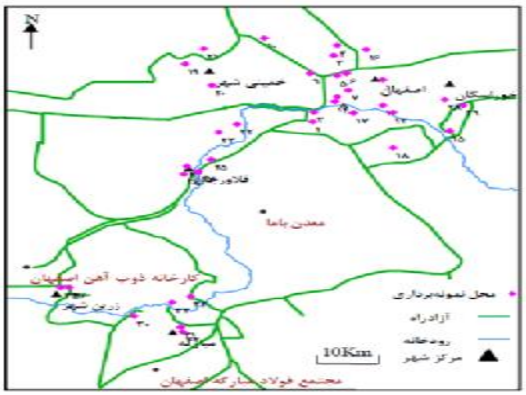
مقدمه

فلزات سنگین جزو ترکیب طبیعی پوسته زمین هستند و در تمامی اکوسیستم‌ها با غلظت‌های متفاوت وجود دارند، اما فعالیت انسان‌ها چرخه بیوشیمیایی و تعادل برخی فلزات سنگین را تغییر می‌دهد. فلزات سنگین خارج شده از منابع پویا (خودروها) و ایستا (کارخانه‌ها و صنایع، وسایل گرمایشی خانگی، نیروگاه‌ها و معادن) قادرند از طریق اتمسفر به آب، هوا، خاک، گیاه و بدن موجودات زنده وارد شوند، بنابراین در سلامت محیط زیست و انسان موثرند. فلزات سنگین با اتصال به ذرات گردوغبار قادرند در مقیاس وسیعی منتشر شوند (Duong and Lee, 2011). در مناطق شهری وضعیت آلودگی خاک سطحی از نظر فلزات سنگین تحت تاثیر فرونشست جوی است و آلودگی فلزات سنگین شدیدا تحت تاثیر ترافیک می‌باشد، بطوریکه سرب و کادمیوم از سوختن بنزین، مس از استهلاک لنت ترمز و روی از سایش لاستیک اتومبیل آزاد می‌گردد (Otvos et al., 2003). میزان فرونشست جوی فلزات سنگین با توجه به غلظت عناصر در اتمسفر، فاکتورهای اقلیمی و فاصله از منبع آلاینده دارای تغییرات شدید مکانی و زمانی می‌باشد (امینی، 1383). آژانس حفاظت محیط زیست امریکا سرب و کادمیوم را مهمترین فلزهای سنگین موثر در سلامت بشر می‌داند که حتی در غلظت‌های پایین نیز سمی می‌باشند. در سال 1976 آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان کادمیوم و ترکیبات آن را به عنوان عامل ایجاد سرطان در بشر معرفی کرد. از عوارض کادمیوم می‌توان به سنگ‌کلیه، افزایش فشار خون، آنمی و سرطان پروستات اشاره نمود (Massadeh and Snook, 2002). از عوارض سرب می‌توان اختلال در سیستم عصبی، کاهش بهره هوشی، تغییر ترکیب خون و آسیب به شش‌ها و کلیه‌ها را نام برد (Duong and Lee, 2011). فلزات سنگین موجود در گردوغبار می‌توانند هم بطور مستقیم از طریق تنفس و جذب پوستی و هم بطور غیر مستقیم از طریق تجمع در خاک، نشست مستقیم روی گیاه و مصرف محصولات گیاهی آلوده وارد بدن انسان‌ها شوند (Lawrence and Neff, 2009). فرونشست جوی فلزات سنگین 85-25% از کل ورودی فلزات سنگین به خاک را تشکیل می‌دهد و مهمترین منبع فلزات سنگین در خاک است (Nicholson et al., 2003). بنابراین لازم است تا این مسیر ورود فلزات سنگین به خاک بررسی و سهم آن در افزایش غلظت عناصر در خاک تعیین گردد تا بتوان تصمیم مدیریتی مناسبی جهت کاهش و کنترل این ورودی اتخاذ نمود. براساس اطلاعات مرکز آمار ایران استان اصفهان با داشتن 2448 کارگاه صنعتی دومین شهر صنعتی ایران است و از طرفی اطلاعات چندانی از وضعیت غلظت

فلزات سنگین در فرونشست اتمسفری منطقه اصفهان وجود ندارد، لذا این تحقیق به منظور تعیین غلظت برخی فلزات سنگین در فرونشست اتمسفری در سه منطقه اصفهان (شهری با ترافیک سنگین)، خمینی شهر و فلاورجان (شهری غیر صنعتی) و مبارکه و زرین‌شهر (شهری صنعتی) انجام گردید.

مواد و روش‌ها

ناحیه مورد مطالعه شامل سه منطقه اصفهان (n=20)، خمینی‌شهر و فلاورجان (n=9) و زرین شهر و مبارکه (n=7) است. مختصات و ارتفاع نقاط با استفاده از دستگاه GPS تعیین شد و موقعیت نقاط بر روی نقشه 1:250000 تعیین گردید. شکل 1 موقعیت و نحوه توزیع نقاط را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

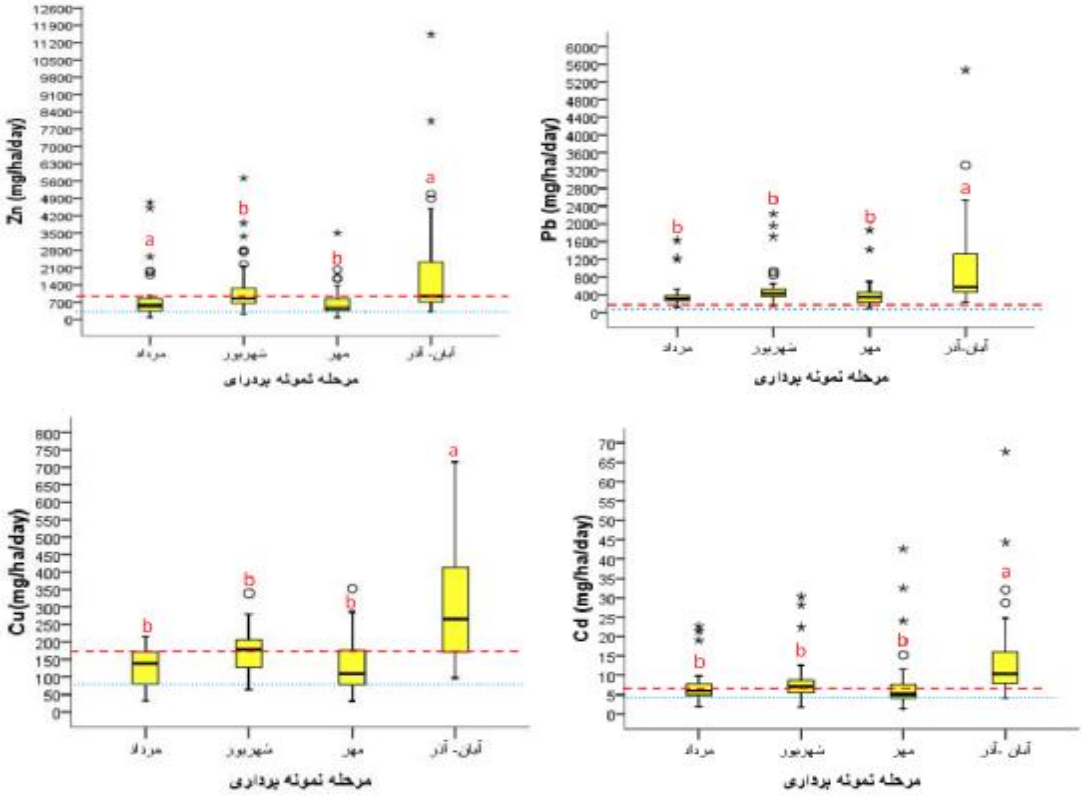


شکل 1- منطقه مورد مطالعه و نحوه توزیع نقاط نمونه‌برداری

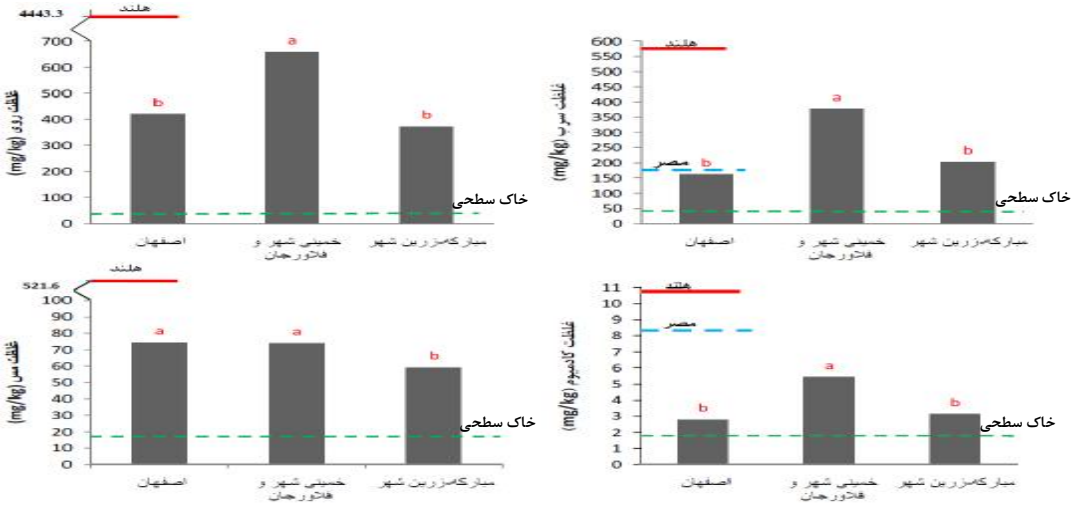
گردوغبار در یک دوره 5 ماهه از مرداد تا آذرماه سال 1389 و طی 4 مرحله (ماه‌های مرداد، شهریور، مهر و آبان-آذر) جمع‌آوری شد. این مطالعه در 36 نقطه (پشت‌بام منازل) در مناطق مهم شهری اصفهان انجام و گردوغبار از این نقاط در فواصل مشخص زمانی با استفاده از تله‌های شیشه‌ای گردوغبار (2 تله 1 مترمربعی در هر نقطه) جمع‌آوری گردید. به منظور تعیین غلظت کل فلزات سنگین مقدار 0/5 گرم از گردوغبار کاملا خشک توزین و 10 میلی‌لیتر اسید نیتریک 65% به هر نمونه اضافه گردید و پس از گذشت 48 ساعت نمونه‌ها در دمای $70^{o}C$ به مدت یک ساعت حرارت داده شدند، سپس نمونه‌ها با استفاده از کاغذ صافی واتمن 42 درون بالن 25 میلی‌لیتری منتقل و با اسید نیتریک 1% به حجم رسید و غلظت فلزات Pb، Cd، Zn و Cu با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد.

نتایج و بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که بالاترین میزان فلز در فرونشست جوی به ترتیب مربوط به Cd < Cu < Pb < Zn می‌باشد (شکل 3). از نظر زمانی بین دوره‌های اول تا سوم نمونه‌برداری در مورد هر 4 فلز اختلاف معنی‌داری در سطح 5% مشاهده نشد، اما حداکثر فرونشست هر 4 فلز مربوط به دوره آبان- آذر است (شکل 2) و این نرخ نسبت به دوره-های قبل (مرداد، شهریور و مهر) اختلاف معنی‌داری در سطح 5% نشان می‌دهد. غلظت فلزات در فصل سرد به سبب آلودگی ناشی از وسایل گرمایشی افزایش می‌یابد، در این مطالعه می‌توان وقوع پدیده وارونگی دمایی طی بیستم آبان تا بیستم آذر را دلیل دیگر این افزایش دانست.



شکل2- نمودارهای جعبه‌ای نرخ فرونشست جوی فلزات سنگین در منطقه مورد مطالعه در زمان‌های مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشترک (برای هر فلز) در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند، - - - مقادیر گزارش شده در اردن (Momani et al., 2000) و .... میانگین گزارش شده برای اروپا (Nicholson et al., 2003)).



شکل 3- غلظت کل فلزات سنگین در گردوغبار مناطق مورد مطالعه در مقایسه با غلظت خاک‌های منطقه (افیونی و همکاران، 1381) **و غلظت اندازه‌گیری شده برای گردوغبار اتمسفری هلند** (Krolak, 2000) **و مصر** (Rashed, 2008). (میانگین‌های دارای حروف مشترک (برای هر فلز) در سطح 5% اختلاف معنی‌داری ندارند).

در بین مناطق مختلف مورد مطالعه بالاترین غلظت فلز در فرونشست جوی مربوط به فلاورجان- خمینی‌شهر است (شکل 3)، بالا رفتن میانگین فلزات در فرونشست جوی در خمینی‌شهر- فلاورجان مربوط به سطح بالای فلز در گردوغبار فلاورجان است که بخشی از آن می‌تواند به دلیل بالا بودن غلظت فلزات در خاک‌های حوالی معدن سرب و روی و بخشی به دلیل نزدیکی به آزادراه باشد و سطح کمتر فلز در فرونشست اتمسفری منطقه صنعتی احتمالا به دلیل موقعیت این مناطق و جهت وزش باد شرقی- غربی است که سبب انتقال آلودگی‌ها به خارج شهر گردیده است.

فلزات سنگین همراه با فرونشست اتمسفری می‌توانند از طریق نشست روی گیاهان مستقیما جذب گیاه شوند یا از طریق بارندگی وارد خاک شده و در نهایت وارد زنجیره غذایی انسان‌ها می‌گردند (Nicholson et al., 2003). بر اساس مطالعه انجام شده در خاک‌های منطقه مرکزی اصفهان (افیونی و همکاران، 1381) غلظت روی، سرب، مس و کادمیوم به ترتیب ppm 43، 25/6، 17 و 1/72 گزارش گردید. بالاترین غلظت روی، سرب و کادمیوم در خاک‌های اطراف معدن گزارش شده و خاک‌های منطقه از نظر سرب و کادمیوم جزو خاک‌های آلوده قرار گرفتند. امینی در سال 1383 میزان ورودی سرب و کادمیوم از مسیر کود فسفره و دامی، لجن فاضلاب و کمپوست را مورد ارزیابی قرار داد و حداکثر نرخ ورود از این مسیرها به ترتیب برای سرب g/ha/yr 18/44، 30/84، 68/53 و 180/59 و برای کادمیوم به ترتیب g/ha/yr 15/2، 3/55، 1/35 و 2/1 ارائه شد. نرخ ورود این فلزات از طریق گردوغبار برای سرب 226/4 و برای کادمیوم g/ha/yr 3/5 می‌باشد و در مقایسه با سایر مسیرها مقدار قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. با توجه به غلظت فلز در خاک (شکل 3) و در نظر گرفتن میزان ورودی از سایر مسیرها می‌توان احتمال داد این مسیر یکی از مسیرهای مهم ورود فلزات سنگین به خاک و درنتیجه آلودگی خاک‌ها است.

منابع

افیونی م، خادمی ح، شریعتمداری ح، امینی م و خسروی ا، 1381. گزارش نهایی بررسی وضعیت آلودگی خاک‌های سطحی منطقه مرکزی اصفهان. دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحات 35-28.

امینی م، 1383. مدل سازی روند تجمع عناصر سنگین در اکوسیستم‌های زراعی و ارزیابی عدم قطعیت آن در منطقه اصفهان. رساله دکترای خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

Duong TTT and Lee BK, 2011. Determining contamination level of heavy metals in road dust from busy traffic areas with different characteristics. J. Environ. Manag. 92: 554-562.

Krolak E, 2000. Heavy metals in falling dust in Eastern Mazowieckie Province. Polish J. Environ. Studies 9: 517-522.

Lawrence CR and Neff JC, 2009. The contemporary physical and chemical flux of aeolian dust: A synthesis of direct measurements of dust deposition. Chem. Geol. 267: 46-63.

Massadeh AM and Snook RD, 2002. Determination of Pb and Cd in road dusts over the period in which Pb was removed from petrol in the UK. J. Environ. Monit. 4: 567–572.

Momani KA, Jiries AG and Jaradat QM, 2000. Atmospheric deposition of Pb, Zn, Cu, and Cd in Amman, Jordan. Turk. J. Chem. 24: 231-237.

Nicholson FA, Smith SR, Alloway BJ, Carlton-Smith C and Chambers BJ, 2003. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. Sci. Total Environ. 311: 205-219.

Otvos E, Pazmandi T, Tuba Z, 2003. First national survey of atmospheric heavy metal deposition in Hungary by the analysis of mosses. Sci. Total Environ. 309: 151-160.

Rashed MN, 2008. Total and extractable heavy metals in indoor, outdoor and street dust from Aswan city, Egypt. Clean 36: 850-857.