

تغییرات فصلی غلظت آلودگی و ارزیابی ریسک اکولوژیک عناصر سنگین در گردوغبار اتمسفری شهر یزد

سمیه سلطانی گردفرامری ^{*1} ID

۱. دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان (نویسنده مسئول)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	فرونشست گردوغبار به‌طور گسترده در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان اتفاق می‌افتد. به‌دلیل ریز بودن و بالا بودن جذب سطحی ذرات گردوغبار، امکان انتقال آلودگی بالا با اتصال فلزات سنگین به آنها وجود دارد. یزد از جمله شهرهای صنعتی ایران است که کارخانجات و صنایع مختلف فولاد و کاشی و سرامیک در اطراف آن وجود دارد. این مطالعه به منظور بررسی آلودگی عناصر سنگین در گردوغبار اتمسفری شهر یزد انجام شد. نمونه‌های گردوغبار به‌صورت فصلی از پائیز ۱۳۹۷ تا تابستان ۱۳۹۸ و از ۳۰ نقطه با استفاده از تله‌های رسوب‌گیر نصب‌شده در بام ساختمان‌های یک طبقه جمع‌آوری شد. غلظت عناصر سنگین تعیین و شاخص‌های ارزیابی آلودگی فلزات سنگین شامل شاخص زمین انباشتگی (Igeo)، شاخص جامع آلودگی نمره (INPI)، شاخص آلودگی تجمعی (IPI) و شاخص ریسک اکولوژیک اصلاح‌شده (MRI) برای ارزیابی سطح و میزان آلودگی گردوغبار در منطقه محاسبه شدند. بر اساس نتایج شاخص آلودگی تجمعی دو فصل پاییز و زمستان دارای شاخص آلودگی زیاد و فصل بهار و تابستان دارای مقدار آلودگی متوسط است. بر اساس شاخص جامع آلودگی نمره عناصر آرسنیک، کادمیوم و روی به‌ترتیب با میانگین ۷/۸، ۳/۷ و ۶/۹ در کلاس آلودگی شدید قرار دارند. مقادیر متوسط شاخص انباشتگی به‌ترتیب از بیشتر به کمتر روی <کروم> <مس> <سرب> <آرسنیک> <کبالت> <آهن> <نیکل> <منگنز> <کادمیوم> می‌باشد. نتایج شاخص ریسک اکولوژیک اصلاح‌شده نیز در همه فصول بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ بوده است و به همین دلیل منطقه در طبقه ریسک اکولوژیک قابل توجه قرار می‌گیرد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۵	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۷	
واژه‌های کلیدی:	
شاخص آلودگی، زمین انباشتگی، ریسک اکولوژیک، فلزات سنگین.	

استناد: سلطانی گردفرامری، سمیه. (۱۴۰۴). تغییرات فصلی غلظت آلودگی و ارزیابی ریسک اکولوژیک عناصر سنگین در گرد و غبار اتمسفری شهر

یزد. مخاطرات محیط طبیعی، ۱۴(۴۳)، ۴۴-۴۱. DOI: 10.22111/jneh.2024.49494.2061



© سمیه سلطانی گردفرامری.

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

مقدمه

یکی از پدیده‌های مهم در مناطق خشک و نیمه خشک جهان گرد و غبار می‌باشد که از جمله مهم‌ترین مسائل زیست محیطی در این مناطق محسوب می‌شود. بیش از دو سوم مساحت کشور ایران به دلایل مختلف از جمله موقعیت جغرافیایی و دوری از پهنه‌های وسیع آبی در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک قرار دارد. محدودیت بارندگی در این منطقه تا حدودی از وقوع فرسایش آبی کاسته است. در حالی که کمبود پوشش گیاهی و سایر عوامل مساعد کننده فرسایش پذیری خاک زمینه را برای توسعه فرسایش بادی و وقوع طوفان‌های گرد و غبار فراهم کرده است (Haghnazar et al., 2023; Soltani-Gerdefaramarzi et al., 2021). امروزه آلودگی اتمسفری از مهم‌ترین چالش‌های زیست محیطی در بسیاری از کشورها می‌باشد و گرد و غبار اتمسفری با دارا بودن دامنه وسیعی از مواد شیمیایی و ترکیبات آلی و معدنی از جمله مهم‌ترین عوامل آلاینده اتمسفر محسوب می‌شود (Vaezi et al., 2024). از طرف دیگر عناصر سنگین جزو ترکیب‌های طبیعی پوسته زمین هستند (Al-Khashman, 2004) و در تمامی اکوسیستم‌ها در غلظت‌های مختلف وجود دارند. روش‌های متعددی برای تعیین و ارزیابی درجه آلودگی عناصر سنگین در خاک، رسوبات و گرد و غبار وجود دارد. محققین شاخص‌های برآورد آلودگی عناصر سنگین را در دو گروه اصلی شاخص‌های منفرد و شاخص یکپارچه تقسیم بندی می‌کنند (Qingjie et al., 2008). امروزه گرد و غبار جز مسائل و مشکلات جدی زیست محیطی در مناطق خشک و نیمه خشک مطرح شده است. از طرفی شهر یزد یکی از شهرهای مهم و صنعتی ایران است که اطراف آن کارخانجات فولاد و کاشی و سرامیک قرار دارد که اتمسفر آن در بیشتر مواقع سال تحت تاثیر پدیده گرد و غبار قرار می‌گیرد. تحقیق حاضر، بنا به موقعیت جغرافیایی شهر یزد از نظر دارا بودن مناطق خشک و نمک زار اطراف آن و مستعد بودن از نظر ایجاد طوفان‌های گرد و غبار در این منطقه و با توجه به وضعیت صنعتی و ترافیکی شهر یزد، قرار گرفتن در شاهراه شمال به جنوب کشور و پیش‌بینی غلظت بالای فلزات سنگین در اتمسفر منطقه انجام شده است. بنابراین تعیین آلودگی غلظت عناصر سنگین در گرد و غبار اتمسفری این شهر، ضروری به نظر می‌رسد و می‌تواند مبنا و گام مهمی در جهت کنترل عوامل آلوده کننده اتمسفر و نهایتاً سلامت عمومی جمعیت انسانی منطقه باشد.

داده‌ها و روش‌ها

مطالعه حاضر در شهر یزد، پر جمعیت ترین شهرستان و مرکز استان یزد انجام گرفت. به منظور نمونه برداری گرد و غبار، ۳۰ محل نمونه برداری به نحوی که پوشش مناسبی در کل منطقه حاصل شود، به صورت تصادفی انتخاب شدند. جهت نمونه برداری از غبارات اتمسفری، از رسوبگیر غبار تیله‌ای که از یک سینی پلاستیکی با چند ردیف تیله (حداقل ۲ ردیف) استفاده شد. نمونه برداری از غبارات اتمسفری در چهار فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۷، بهار و تابستان ۱۳۹۸ در شهر یزد در ارتفاع سه متری سطح زمین (پشت بام منازل یک طبقه) انجام گرفت. در هر پشت بام دو نوع تله رسوبگیر بکار رفت. نمونه های رسوب در انتهای هر فصل به دقت جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه منتقل گردید و پس از هر بار نمونه برداری با آب شستشو و دوباره استفاده شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، ابتدا تمام نمونه‌ها به منظور جداسازی ذرات خار و خاشاک از الک ۲ میلیمتر عبور داده شد و سپس وزن گردید و سپس با روش چهار اسید نمونه‌های گرد و غبار هضم و توسط دستگاه ICP-MS غلظت عناصر آرسنیک (As)، کادمیوم (Cd)، کبالت

(Co)، کروم (Cr)، مس (Cu)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، نیکل (Ni)، سرب (Pb) و روی (Zn) اندازه‌گیری شد و شاخص‌های ارزیابی آلودگی فلزات سنگین شامل شاخص زمین انباشتگی (Igeo)، شاخص جامع آلودگی نمره (INPI)، شاخص آلودگی تجمعی (IPI) و شاخص ریسک اکولوژیک اصلاح شده (MRI) برای ارزیابی سطح و میزان آلودگی گرد و غبار در منطقه محاسبه شدند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج شاخص آلودگی تجمعی (IPI) دو فصل پائیز و زمستان در کلاس سوم قرار گرفته و دارای شاخص آلودگی زیاد هستند چراکه مقدار این شاخص در این دو فصل بیش از ۲ بدست آمد. فصل بهار با میانگین شاخص آلودگی ۲ و فصل تابستان با میزان شاخص کمتر از ۲ نیز در مرتبه دوم با مقدار آلودگی متوسط قرار گرفت. توزیع مکانی این شاخص نیز نشان می‌دهد بیشترین میزان این شاخص در شمال غرب و جنوب منطقه بدست آمده است. مقدار شاخص جامع آلودگی نمره (INPI) نیز نشان می‌دهد که عنصر کبالت با میانگین فصلی ۰/۴۶ در کلاس غیرآلوده، عناصر منگنز، نیکل و کروم با داشتن میانگین کمتر از یک در طبقه نسبتاً غیرآلوده قرار دارند. همچنین عنصر آهن با داشتن میانگین ۱/۶ دارای کلاس آلودگی کمی آلوده، عنصر مس و سرب به ترتیب با میانگین ۲/۹ و ۲/۴۳ در طبقه آلودگی متوسط قرار گرفت و عناصر آرسنیک، کادمیوم و روی به ترتیب با میانگین ۷/۸، ۳/۷ و ۶/۹ در کلاس آلودگی شدید قرار دارند. نتایج شاخص ریسک اکولوژیک اصلاح شده در همه فصول بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ بوده است و به همین دلیل در طبقه ریسک اکولوژیک قابل توجه قرار می‌گیرد. مقدار متوسط این شاخص به ترتیب برای فصول پاییز، زمستان، بهار و تابستان ۴۰۵/۷۰، ۴۸۰/۴۴، ۳۹۵/۷۱ و ۳۷۷/۷۱ بوده است. پهنه‌بندی این شاخص نیز در سطح منطقه نشان داد که مناطق غرب و جنوب منطقه مطالعاتی دارای ریسک اکولوژیک بالاتر نسبت به بقیه مناطق می‌باشند. همچنین فاکتور ریسک اکولوژیک (mEr) عناصر سنگین در نمونه‌های گرد و غبار منطقه مورد مطالعه به تفکیک چهار فصل نشان داد که عناصر منگنز، نیکل، کروم روی و مس مقادیر کمتر از ۴۰ کسب کرده و در کلاس اول یا به عبارتی در سطح ریسک اکولوژیک پائین قرار دارند. عنصر سرب در دو فصل بهار و تابستان مقدار بین ۴۰ تا ۸۰ داشته و در نتیجه در طبقه دوم یعنی ریسک اکولوژیک آن متوسط بوده است. عنصر آرسنیک در هر چهار فصل در محدوده بین ۸۰ تا ۱۶۰ واقع شده و در نتیجه دارای ریسک اکولوژیک قابل توجه بوده و عنصر کادمیوم با قرار گرفتن در محدوده بین ۱۶۰ تا ۳۲۰ دارای ریسک اکولوژیک بالا می‌باشد. میانگین شاخص زمین انباشتگی (Igeo) عناصر سنگین در نمونه‌های گرد و غبار منطقه مورد مطالعه به تفکیک چهار فصل برای آرسنیک ۰/۰۶۷، کادمیوم ۰/۶۱۷، کبالت ۰/۰۹۷، کروم ۰/۳۵۳، مس ۰/۲۸۷، آهن ۰/۲۰۵، منگنز ۰/۴۳۱، نیکل ۰/۰۲۲، سرب ۰/۰۹۶ و روی ۰/۳۹۰ محاسبه گردید.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد غلظت برخی از فلزات سنگین مانند آرسنیک، سرب و کادمیوم در منطقه مطالعاتی بالاتر از میانگین غلظت آنها در خاک است. پهنه‌بندی میانگین غلظت عناصر سنگین در گرد و غبار طی چهار فصل مورد

مطالعه در نشان داد بجز عنصر آرسنیک و سرب، بیشترین غلظت فلزات سنگین در شمال غرب شهر و مرکز شهر مشاهده می‌شود و با حرکت به سمت شرق و جنوب از غلظت این عناصر کاسته می‌شود. ترافیک در مرکز شهر و مجاورت به صنایع قرار گرفته در غرب و شمال غرب منطقه و جهت بادهای غالب در منطقه جزو اصلی‌ترین عوامل موثر بر غلظت عناصر سنگین در گرد و غبار در بخش‌های شمال غربی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بررسی میزان آلودگی گرد و غبار اتمسفری منطقه به عناصر سنگین با استفاده از شاخص‌های مختلف ارزیابی آلودگی و شاخص ریسک اکولوژیک اصلاح شده نشان داد که بیش‌ترین میزان آلودگی عناصر سنگین در فصل پائیز و زمستان و کمترین آن در فصل تابستان وجود دارد که دمای پائین و پدیده وارونگی دمائی در فصول سرد، در کنار عوامل انسان‌زادی چون مصرف سوخت‌های فسیلی و ترافیک از دیگر دلایل تفاوت غلظت عناصر سنگین در فصول مختلف است. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، جلوگیری از تردد خودروهای فرسوده و مستهلک و آلاینده و گسترش جایگاه‌های توزیع و عرضه سوخت با کیفیت بالا که تا حد زیادی قادر به کاهش اثرات منفی آلاینده‌های ناشی از عوامل ترافیک خواهند بود پیشنهاد می‌شود. هم‌چنین کنترل آلاینده‌های خروجی از صنایع واقع در غرب و شمال غرب شهر یزد، حساسیت زیاد در پایش میزان آلاینده‌ها و برخورد جدی با صنایع آلاینده و وادار نمودن آنها به رعایت استانداردهای محیط زیستی از مهم‌ترین راهکارهای کاهش اثرات منفی و آلودگی عوامل انسان‌زاد صنعت به عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل ورود عناصر سنگین به اتمسفر، به حساب می‌آید.

منابع

- Al-Khashman O.A (2004). Heavy metal distribution in dust, street dust and soils from the work place in Karak Industrial Estate, Jordan. *Atmospheric environment*, 38(39):6803-6812.
- Haghnazar, H., Soltani-Gerdefaramarzi, S., Ghasemi, M., Johannesson, K.H (2023). Receptor model-based approach to estimate urban road dust pollution by heavy metal (loid) s exposed to desert dust storms in a rapid-growing city of Iran. *Environmental Earth Sciences*, 82(12), 316. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11000-3>.
- Qingjie, G., D. Jun, X. yunchuan, W. Qingfei and X. Liqiang. (2008). Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment and a case study in parks of Beijing. *J. China Univ. Geosci.* 19: 230-241.
- Soltani-Gerdefaramarzi, S., Ghasemi, M., Gheysouri, M., (2021). Pollution, human health risk assessment and spatial distribution of toxic metals in urban soil of Yazd City, Iran. *Environmental Geochemistry and Health*, 43(9):3469-3484.
- Vaezi, A., Shahbazi, R., Sheikh, M., Lak, R., Ahmadi, N., Kaskaoutis, D.G., Behrooz, R.D., Sotiropoulou, R.E.P. Tagaris, E., (2024). Environmental pollution and human health risks associated with atmospheric dust in Zabol City, Iran. *Air Quality, Atmosphere & Health*, pp.1-23. <http://dx.doi.org/10.1007/s11869-024-01582-7>.