

بررسی فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق در شهر کرمانشاه

جلیل صحرایی^۱، لاله سلیمی^۲، پریسا کهراری^۳

استادیار گروه فیزیک اتمسفر، دانشگاه رازی کرمانشاه، Sahraei@razi.ac.ir

کارشناسی ارشد فیزیک اتمسفر، دانشگاه رازی کرمانشاه، Lale_salimi@yahoo.com

کارشناسی ارشد فیزیک اتمسفر، دانشگاه رازی کرمانشاه، Parisa.kahrari@yahoo.com

چکیده

امروزه در کلان شهرهای ایران، آلودگی هوا معضل اول محیط زیست شهری بوده و هوای این شهرها به دلایل زیادی از قبیل ترافیک و طوفان گردوغبار آلوده گردیده است. ضرورت بررسی ذرات معلق به عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های شناخته‌شده به اثرات زیان‌باری که بر سلامت انسان و تخریب محیط زیست دارد، باز می‌گردد. در تحقیق حاضر به منظور شناخت بهتر ذرات معلق، اندازه‌گیری ذرات برحسب قطر آن‌ها و تعیین ترکیبات شیمیایی آنها در اندازه‌های مختلف با استفاده از کسکید ایمپکتور ۸ مرحله‌ای، در نقاط مختلف شهر کرمانشاه انجام شده است. نتایج حاصل از نمونه‌برداری حاکی از آن است که در بررسی ترکیبات شیمیایی از میان پنج عنصر کروم، جیوه، وانادیوم، سرب و کادمیوم، عنصر کروم بیشترین مقدار را دارا بوده و در بررسی توزیع اندازه ذرات معلق، بیشترین جرم در شرایط گردوغبار مربوط به ذرات در محدوده مد درشت و در ترافیک شهری مربوط به ذرات در محدوده مد انباشتگی است.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، ذرات معلق، ترکیبات شیمیایی، قطر آئروئینامیکی، کسکید ایمپکتور، شهر کرمانشاه

The Physical and Chemical analysis of aerosols in Kermanshah City

Jalil Sahraei¹, Laleh Salimi², Parisa Kahrari³

¹ Assistant Professor of Atmospheric Physics, Razi university

² M.Sc of Atmospheric Physics, Razi university

³ M.Sc of Atmospheric Physics, Razi university

Abstract

Air pollution is considered among the critical environmental challenges facing large cities; which is mainly due to traffic, industrial operation and dust storms. Among air pollution, Aerosol is famously known with impacts on health and environmental degradation.

In the present study, aerodynamic diameter of aerosols with cascade impactor 8 stages is measured and the physical/chemical properties in different location of Kermanshah city are analyzed. The results indicated that Cr has the highest mass among V, Cr, Hg, Cd and pb. Moreover, in related to aerosol particle distribution, results showed that during the dust storm and urban traffic, the particle size is mostly in the range of coarse and accumulation mode.

Keywords: Air Pollution, Aerosol, Chemical Composition, Aerodynamic diameter, Cascade Impactor, Kermanshah City

۱ مقدمه

هوا که مهم‌ترین عامل برای حیات موجودات زنده محسوب می‌شود، به جوی اطلاق می‌شود که قابل تنفس باشد. بنابراین آلودگی آن می‌تواند تهدید بسیار مهمی برای ادامه حیات بشر و سایر موجودات زنده باشد. هر آنچه که کیفیت طبیعی هوا را تغییر دهد آلودگی هوا نامیده می‌شود. ذرات معلق یکی از آلاینده‌های اصلی هوا به شمار می‌روند که عبارتند از مجموعه ذرات جامد یا مایع معلق در یک گاز است که این گاز معمولاً هوا در نظر گرفته می‌شود. مفاهیم اولیه ذرات معلق به سال ۱۷۹۰ میلادی بازمی‌گردد، اما هو و همکاران (۱۹۹۹) در طی مقاله‌ای به بررسی ذرات معلق شهری در شهر پکن پرداختند. آلن و همکاران (۲۰۰۱) در یک مقاله به بررسی ترکیبات شیمیایی ذرات معلق شهری در انگلستان پرداختند و در اندازه‌گیری‌ها سه دسته گوناگون از فلزات را در ترکیبات ذرات معلق ها یافتند. ایشیکا و گونتر (۲۰۰۲) نشان دادند که ذرات جدا شده از ابر دارای مقادیر مختلفی از یون‌هایی نظیر Cl^- و SO_4^{2-} هستند و آن‌ها برای این کار از ایمپکتور ۲ مرحله‌ای برای تحلیل ترکیب شیمیایی ذرات جدا شده از ابر استفاده کردند. کاواناکا و همکاران (۲۰۰۴) توزیع اندازه ذرات معلق جوی در ژاپن را به کمک

یک کسکید ایمپکتور (Cascade Impactor) نشان دادند. یانگ‌مینگ و همکاران (۲۰۰۷) در طی مقاله‌ای ذرات معلق را به کمک دستگاه در هوای شهری اندازه‌گیری کردند و ذرات شهری را در سه اندازه مختلف مورد طبقه‌بندی کردند. در تحقیق دیگری، گارسیا (۲۰۱۶) به جمع‌آوری، تفکیک و اندازه‌گیری غلظت ذرات موجود در هوا پرداخت.

۲ روش تحقیق

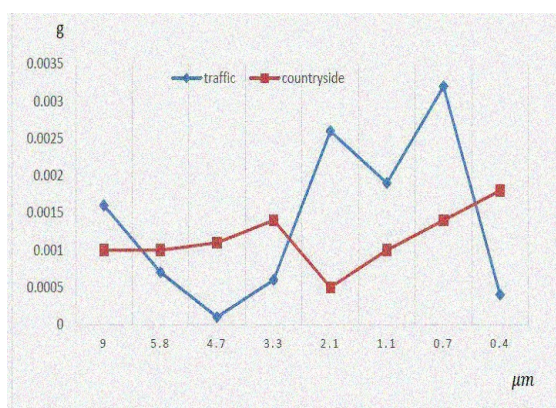
در این پژوهش برای اندازه‌گیری ذرات معلق در قطرهای مختلف از دستگاه کسکید ایمپکتور ۸ مرحله‌ای استفاده شده است. این دستگاه که برای جداسازی پی در پی ذرات و طبقه‌بندی آن‌ها بر اساس قطر استفاده می‌شود، قادر است که ذراتی با قطر ۰/۴ تا ۹ میکرون را اندازه‌گیری کند. نحوه عملکرد دستگاه به این صورت است که اولین صفحه دستگاه که در بالاترین مکان قرار دارد ذرات با قطر از ۹ میکرومتر را به دام انداخته و ذراتی که دارای قطر کمتری هستند به ترتیب در صفحات پایینی به دام می‌افتند. در شکل زیر نمونه‌ای از کسکید ایمپکتور ۸ مرحله‌ای اندر سن نشان داده شده است.



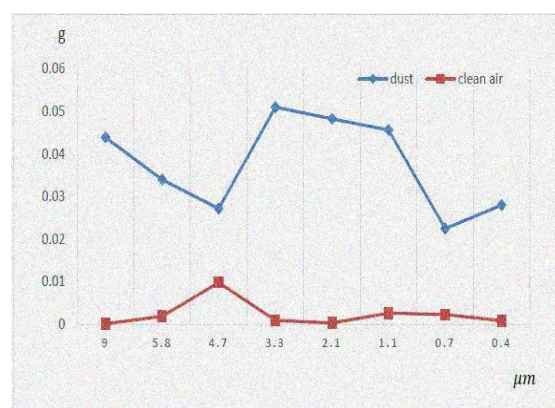
شکل ۱. کسکید ایمپکتور ۸ مرحله‌ای

۱-۲ بررسی فیزیکی ذرات معلق در ۴ حالت مختلف

در این بخش به منظور شناخت بهتر و بیشتر ذرات معلق در ۴ حالت طوفان گردوغبار، هوای سالم، ترافیک شهری و حومه شهر کرمانشاه نمونه برداری به عمل آمده است. لازم به ذکر است که در دو حالت اول نمونه برداری به مدت ۲ هفته و در حالت‌های بعدی نمونه برداری به مدت ۱ هفته به عمل آمده است. همچنین نمونه برداری‌ها در تمام حالات در طول شب متوقف شده است.



(ب)



(الف)

شکل ۲. مقایسه وزن ذرات در شرایط گردوغباری و هوای سالم برحسب قطر آن‌ها (الف)، ترافیک و حومه شهری (ب)

شکل ۲ نشان می‌دهد که در ترافیک شهری ذرات با قطرهای ۰/۷، ۲/۱ میکرومتر با جرم‌های ۰/۰۰۳۲ و ۰/۰۰۲۶ گرم دارای بیشترین مقادیر جرمی هستند. در طوفان گردوغبار قطرهای ۳/۳، ۲/۱ و ۱/۱ میکرومتر به ترتیب با جرم‌های ۰/۰۵۱۰،

۰/۰۴۸۳، ۰/۰۴۵۶ گرم بیشترین مقادیر را دارند. در هوای سالم قطره‌های ۴/۷ و ۱/۱ میکرومتر با جرم‌های ۰/۰۰۹۸ و ۰/۰۰۲۶ گرم دارای بیشترین مقادیر می‌باشند و در حومه شهر قطره‌های ۰/۴، ۳/۳ و ۰/۷ میکرومتر با جرم‌های ۰/۰۰۱۸، ۰/۰۰۱۴ و ۰/۰۰۱۴ گرم دارای بیشترین مقادیر جرمی هستند. از مقایسه ارائه شده در شکل ۲ نتیجه می‌گیریم که فراوانی ذرات در نواحی شهری با ترافیک سنگین بسیار بیشتر از حومه شهر است و ذرات در مکان‌های پر تردد و کم تردد در مد انباشتگی قرار دارند. از مقایسه ارائه شده در شکل ۳ نتیجه می‌گیریم که مقدار ذرات به لحاظ جرم در شرایط طوفان گردوغبار بسیار بیشتر از مقدار آن‌ها در هوای سالم است. در هر دو حالت اندازه‌گیری ذرات در محدوده مد درشت بیشترین فراوانی را دارند.

۲-۲ بررسی شیمیایی ذرات معلق‌ها در ترافیک شهری و طوفان گردوغباری

در این قسمت پس از آماده سازی نمونه‌ها با استفاده از روش هضم اسیدی باز در آزمایشگاه، برای تعیین ترکیبات شیمیایی ذرات از دستگاه پلاسما جفت شده القایی (ICP) استفاده شده است که این دستگاه برای تشخیص عناصر فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۱. عناصر موجود در ذرات گردو غباری (سمت راست) و ترافیک شهری (سمت چپ) در اندازه‌های مختلف

شماره صفحات	Pb (pg.m ⁻³)	Cd (pg.m ⁻³)	Hg (pg.m ⁻³)	V (ng.m ⁻³)	Cr (ng.m ⁻³)	شماره صفحات	Pb (pg.m ⁻³)	Cd (pg.m ⁻³)	Hg (pg.m ⁻³)	V (ng.m ⁻³)	Cr (ng.m ⁻³)
۱	۳۲/۴۱	۲/۶۶	۲۰۷/۹۱	۰/۴۸	۹۱/۱۹	۲	۱/۷۳	۰/۲۱	۲۹/۸۶	۰/۰۳	۲/۴۰
۲	۳۵/۲۵	۲/۵۷	۴۴/۲۰	۰/۴۴	۹۲/۰۴	۳	۰/۸۱	۰/۲۸	۰	۰	۳/۱۰
۳	۳۳/۸۳	۲/۵۷	۰	۰/۴۴	۹۴/۶۶	۴	۱/۰۸	۰/۱۵	۰	۰	۳/۱۲
۴	۳۲/۴۱	۰/۲۱	۲۹/۸۶	۰/۰۳	۲/۴۰	۵	۲/۸۷	۰/۲۲	۴۳/۰۲	۰/۰۵	۷/۱۱
۵	۳۰/۰۴	۲/۴۴	۴۴/۲۰	۰/۴۵	۸۰/۳۸	۶	۴/۲۰	۰/۲۲	۱۶/۷۱	۰/۰۴	۷/۵۴
۶	۳۳/۳۵	۲/۶۶	۳۷۱/۶۱	۰/۴۴	۹۱/۵۲	۷	۱/۶۵	۰/۱۸	۳/۵۵	۰/۰۳	۳/۹۱
۷	۲۸/۱۴	۲/۵۷	۰	۰/۳۸	۸۱/۶۲	۸	۳/۳۷	۰/۲۰	۱۶/۷۱	۰/۰۳	۶/۹۸
۸	۲۵/۷۷	۲/۳۰	۴۴/۲۰	۰/۴۱	۷۹/۶۴	جمع کل	۱۵/۷۲	۱/۴۶	۱۰۹/۸۴	۰/۱۹	۳۴/۱۶
جمع کل	۲۵۱/۱۹	۲۰/۳۳	۹۲۰/۰۳	۳/۴۶	۷۰۳/۵۶						

از مقایسه جداول ۱ و ۲ در شرایط گردوغبار و مکان‌های پرتردد این نتیجه حاصل می‌شود که از میان پنج عنصر مذکور، عنصر کروم با مقادیر ۳۴/۱۶ نانوگرم در شرایط گردوغباری و ۷۰۳/۵۶ نانوگرم در مکان‌های پرتردد شهری بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. از جمله اثرات نامطلوب کروم بر سلامت انسان میتوان خارش پوستی، زخم معده، سرطان ریه، آسیب‌های کلیه‌ای و کبدی، آسیب‌های ژنتیکی، ضعیف شدن سیستم ایمنی بدن و مرگ را نام برد. با توجه به اثرات نامطلوب این عنصر برای کاهش آن باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شود. همچنین این نتیجه حاصل می‌شود که سهم ترافیک شهری در تولید عناصر شیمیایی بسیار بیشتر از سهم طوفان‌های گردوغباری است.

۳ نتیجه‌گیری

در زمینه مطالعه ذرات معلق جوی، نمونه برداری‌ها با استفاده از دستگاه کسکید ایمپکتور در مکان‌های پر تردد و کم تردد، و در شرایط هوای گردوغباری و هوای سالم انجام گرفت و نتایج زیر از تحلیل داده‌ها به دست آمد.

- در شرایط گردوغباری، ذرات در محدوده حالت درشت بیشترین فراوانی را دارند و ذرات در محدوده مد درشت با مقدار کمتری در هوای سالم نیز وجود دارند.
- در مکان‌های پر تردد و در ساعات اوج ترافیک شهری، ذرات در محدوده حالت انباشتگی و درشت بیشترین فراوانی را دارند.

- در حاشیه شهر کرمانشاه که دارای آسفالت نامناسب بوده و در اطراف جاده خاک وجود داشته است، ذرات در محدوده حالت درشت و انباشتگی بیشترین فراوانی را دارند
- در نتیجه تجزیه و تحلیل ترکیبات شیمیایی ذرات معلق در شرایط طوفان گردوغبار، عنصر کروم با مقادیر ۳۴/۱۶ نانوگرم در شرایط گردوغباری بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده و بعد از آن به ترتیب وانادیوم، جیوه، سرب و کادمیم بیشترین میزان را دارند.

منابع

- Hu, Huanling., Zhang, Ming., Xin, Yu., Wu, Yonghua., 1999. Measurements and analysis of urban aerosol, IEEE Lasers and Electro-Optics, 1999. CLEO/Pacific Rim '99-The Pacific Rim Conference, Seoul, South Korea, Vol.3, PP1060-1061.
- Allen, A.G., Nemitz, E., Shi, J.P., Harrison, R.M, Greenwood, J.C., 2001. Size distributions of trace metals in atmospheric aerosols in the United Kingdom, PERGAMON, Atmospheric Environment 35, PP4581-459.
- Jaeschke, W., Gunther, A., 2002. An airborne two-stage impactor for chemical analysis of size-segregated cloud drops, ELSEVIER, Atmospheric Research 64, PP121-132.
- Kawanaka, Y., Matsumoto, E., Sakamoto, K., Wang, N., Yun, S., 2004. Size distributions of mutagenic compounds and mutagenicity in atmospheric particulate matter collected with a low-pressure cascade impactor, ELSEVIER, Atmospheric Research 38, PP2125-2132.
- Young-Meang, J., Park, D., Kim, Yang-Ho., 2007. Micro machined cascade virtual impactor for aerodynamic size classification of airborne particles, IEEE International Conference, PP.619-622.
- Maldonado-Garcia, M., Wilson, J.C., Pourkamali, S., 2016, Horizontal chip-scale cascade impactor with integrated resonant mass balances, IEEE International Conference, Shanghai, PP.1070-1073.