

مطالعه ذرات معلق در محیط‌های سرپوشیده در شهر کرمانشاه

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

استادیار گروه فیزیک اتمسفر، دانشگاه رازی، sahraei@razi.ac.ir
کارشناس ارشد فیزیک اتمسفر، دانشگاه رازی، parisa.kahrari@yahoo.com
کارشناس ارشد فیزیک اتمسفر، دانشگاه رازی، lale_salimi@yahoo.com

چکیده

امروزه تأثیر آلودگی هوا در محیط‌های بسته بیش از آلودگی هوا در فضای شهری است و آلاینده ذرات معلق حاصل از منابع طبیعی و انسانی نظیر طوفان گرد و غبار و تجهیزات اداری، کیفیت هوای داخلی را به میزان چشمگیری کاهش می‌دهد. نظر به اینکه آثار زیانبار ذرات معلق بر سلامت بیش از آلاینده‌های گازی است، لذا در این پژوهش به شمارش تعداد ذرات معلق با استفاده از دستگاه شمارنده ذرات معلق لایت هاوس در محیط‌های داخلی (اماکن مسکونی و اداری) در شهر کرمانشاه پرداخته شده است. نتایج تحقیقات حاکی از آن است که تعداد ذرات معلق در محیط‌های داخلی دارای کولر آبی بیش از محیط‌های مجهز به کولر گازی است. همچنین اندازه‌گیری‌ها در چاپخانه‌ای با بیش‌ترین تعداد دستگاه‌های فتوکپی و پرینتر در سطح استان کرمانشاه، افزایش قابل توجهی در غلظت ذرات ریز در حین فرآیند چاپ و پرینت نسبت به وضعیت خاموش بودن دستگاه‌ها در هوای چاپخانه نشان داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، ذرات معلق، محیط‌های سرپوشیده، چاپخانه، شرایط گرد و غبار، شهر کرمانشاه

The study of particulate matter in indoor environments in Kermanshah city

Jalil Sahraei¹, Parisa Kahrari², Lale Salimi³

¹Assistant Professor of atmospheric physics department, Razi University

²M.Sc. in atmospheric physics, Razi University

³M.Sc. in atmospheric physics, Razi University

Abstract

Nowadays devastating consequences of indoor air pollution is more than outdoor air pollution. The particulate matter pollutant emitted from natural and anthropogenic sources such as dust storm and office equipment reduces indoor air quality dramatically. Due to the detrimental effects of particulate matter on health, the present study aims to explore the indoor air quality using Lighthouse HANDHELD 3016 Particle Counter in residential and office buildings in Kermanshah city. The results of the research indicated that water air conditioners have brought much more particulate matters into the indoor environments rather than gaseous air conditioners. Also, the measurements in the printing office with the most number of photocopiers and printers in Kermanshah city have shown a significant increase in the concentration of fine particles during the printing process in comparison to off mode.

Keywords: Air Pollution, Particulate Matter, Indoor Environments, Printing Office, Dusty Condition, Kermanshah City

۱ مقدمه

هوا مهمترین عامل برای حیات موجودات زنده محسوب می‌شود و اگر آلودگی آن از مقدار معینی تجاوز کند، تهدید جدی برای سلامت انسان‌ها، جانوران، گیاهان و بطور کلی محیط زیست خواهد بود. ایروسل که از آلاینده‌های اصلی هوا محسوب می‌شوند، به ذرات جامد یا مایع معلق در یک گاز (معمولاً هوا) اطلاق می‌شوند. نظر به اینکه بیش‌تر افراد جامعه شهری حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد اوقات کار و زندگی خود را در محیط‌های بسته سپری نموده و در معرض آلودگی هوای این محیط‌ها هستند، بنابراین بررسی کیفیت هوای محیط‌های بسته حائز اهمیت است. پژوهش‌های مهمی به منظور بررسی کیفیت هوا در محیط‌های داخلی انجام گرفته است. مجید شفیعی‌پور مطلق و روزیتا مقدم (۱۳۹۲) به اندازه‌گیری غلظت ذرات معلق و گاز کربن منواکسید در محیط‌های باز و بسته به طور همزمان پرداختند (۱). خانی ولدانی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از دو روش

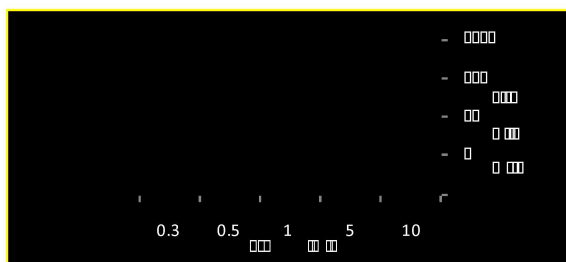
طیف سنجی جذب اتمی و فعالسازی نوترونی دستگاهی، وضعیت آلودگی هوای شهر اهواز و عناصر موجود در ذرات معلق را بررسی کردند (۲). پاشایی فر و همکاران (۱۳۹۴) به منظور بررسی کیفیت هوای داخلی، برخی از آلاینده‌های داخلی را در منازل روستاهای شهرستان عجبشیر مورد سنجش قرار دادند (۳). سان و همکاران (۲۰۱۵) یک سیستم کوچک ردیابی ذرات معلق شامل سه بخش (یک ایمپکتور مجازی، یک هیتر کوچک و یک خازن بین انگشتی) را طراحی کردند (۴). چی و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای به طراحی و بررسی یک طرح جامع کنترل کیفیت هوای داخلی پرداختند (۵).

۲ روش تحقیق

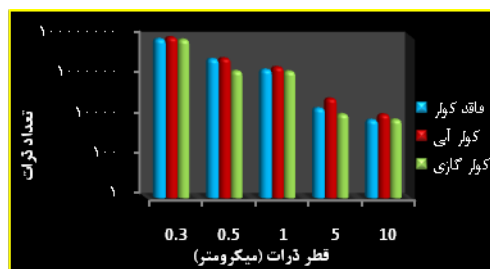
در این پژوهش به شمارش تعداد ذرات معلق داخلی در محدوده‌های قطر ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۵، ۱۰، ۲۵ میکرومتر با استفاده از دستگاه شمارنده ذرات معلق دستی لایت هاوس ۳۰۱۶ (Lighthouse 3016) پرداخته شده است. اندازه و قابلیت حمل دستگاه مذکور آن را به وسیله‌ای ایده‌آل برای بررسی کیفیت هوای داخلی و کنترل زیست‌محیطی تبدیل کرده است. شمارشگر ذرات حجم معینی از هوای مورد آزمایش را مکش کرده و پس از تجزیه آن، ذرات را در اندازه‌های مختلف تفکیک و شمارش می‌کند. در واقع به هنگام مکش هوا توسط دستگاه در حالی که یک نور هالوژنی ذرات را از پشت در یک سلول روشن می‌کند، یک دوربین با قدرت بزرگ نمایی و تفکیک بالا ذرات عبوری را ثبت کرده و نرم افزار کامپیوتری LMS Xchange ویژگی‌های ذرات عبوری را بررسی می‌کند.

۲-۱- بررسی کیفیت هوای محیط‌های داخلی در شرایط گردوغبار و پاک در شهر کرمانشاه

به منظور بررسی تأثیر استفاده از کولرهای آبی و گازی در شرایط گرد و غبار و پاک بر کاهش و افزایش کیفیت هوای داخلی، سه مطالعه موردی در شرایط گرد و غبار و سه مطالعه موردی در شرایط پاک در بازه‌های زمانی ۵ دقیقه‌ای (سیکل‌های ۲۲ تایی) صورت گرفته است. اطلاعات مربوط به مطالعات موردی انجام گرفته از طریق نرم افزار کامپیوتری به کامپیوتر منتقل شده و به منظور مقایسه بهتر کیفیت هوای داخلی در دو شرایط متفاوت، نمودار تعداد ذرات بر حسب قطر ذرات (میکرومتر) با استفاده از نرم‌افزار اکسل رسم شده است (شکل ۱).



(ب)



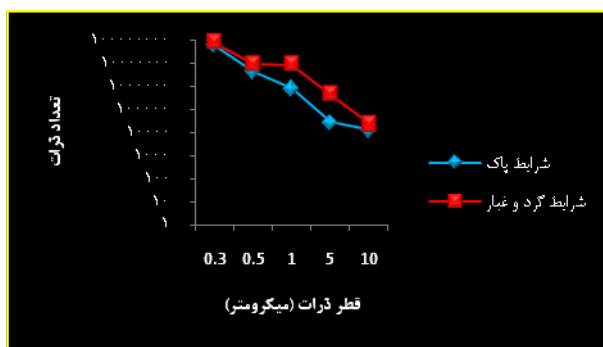
(الف)

شکل ۱. نمودار تعداد ذرات معلق بر حسب قطر ذرات برای مطالعه موردی انجام گرفته در (الف) شرایط پاک در تاریخ ۱۳۹۵/۰۵/۱۹ و (ب) شرایط گرد و غبار در تاریخ ۱۳۹۵/۰۴/۰۲

در تمام مطالعات موردی انجام گرفته ذرات با قطر ۰/۳، ۰/۵ و ۱ میکرومتر به ترتیب بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده‌اند؛ این ذرات که دارای قطر آیرودینامیکی کمتر از ۲/۵ میکرومتر هستند و ذرات ریز نامیده می‌شوند، بیشترین سهم را در جرم کلی ذرات معلق داشته و پس از ذرات فراریز ($< 0.1 \mu m$) فراوان‌ترین ذرات معلق در محیط‌های داخلی‌اند. کیفیت هوای داخلی مستقیماً تحت تأثیر غلظت ذرات ریز قرار می‌گیرد. منابع داخلی اصلی این ذرات سیگار کشیدن، پخت و پز، احتراق سوخت برای گرمایش و فعالیت‌های انسانی است و به طور عمده از تبدیل گاز به ذره به وجود می‌آیند. گفتنی است که به دلیل تبادل هوا بین داخل و خارج از ساختمان، ترکیبات شیمیایی ذرات ریز در محیط‌های داخلی با ترکیبات و منابع آن در محیط‌های خارجی نظیر انتشارات وسایل نقلیه، احتراق زغال سنگ و برخی فعالیت‌های صنعتی نیز در ارتباط است. ذرات با

قطر ۵ و ۱۰ میکرومتر بزرگترین ذرات معلق اندازه‌گیری شده در این مطالعه هستند و طی شش مطالعه موردی وجود ذرات با قطر ۲۵ میکرون در محیط‌های داخلی مورد مطالعه ثبت نگردیده است. این ذرات که ذرات درشت نامیده می‌شوند ($> 1 \mu m$) عمدتاً از تجزیه ذرات بزرگتر ایجاد می‌شوند و شامل نمک‌های دریایی، ذرات گرد و غبار ناشی از فرآیندهای کشاورزی، عملیات استخراج معادن و طوفان گرد و غبار می‌باشند.

نتایج اندازه‌گیری‌ها در شرایط گرد و غبار حاکی از آن است که تعداد ذرات گردوغبار در محیط‌های دارای کولر آبی بیشتر از کولر گازی بوده است؛ به طوریکه تعداد این ذرات در شرایط گرد و غبار در محیط‌های دارای کولر آبی نسبت به محیط‌های دارای کولر گازی در برخی موارد حتی تا ۳ برابر نیز افزایش یافته است. در اندازه‌گیری‌هایی که در شرایط پاک انجام گرفته است، تعداد ذرات گردوغبار در محیط‌های سرپوشیده دارای کولر آبی در مقایسه با شرایط گردوغبار بسیار کمتر است (شکل ۲). با این حال دستگاه شمارنده ذرات معلق وجود تعداد ذرات معلق کمتری را در محیط‌های مجهز به کولر گازی در هر دو شرایط به ثبت رسانده است.



شکل ۲. مقایسه تعداد ذرات معلق در محیط‌های داخلی دارای کولر آبی برای دو مطالعه موردی در شرایط پاک (۱۳۹۵/۰۵/۲۰) و شرایط گرد غبار (۱۳۹۵/۰۵/۰۴)

ترکیبات شیمیایی، اندازه و طول عمر ذرات معلق در میزان اثرات آن‌ها تعیین کننده است. ذرات ریز با داشتن طول عمر بیشتر (از چند روز تا هفته) در مقایسه با ذرات درشت (چند ساعت) و نیز به دلیل ریزتر بودن، اثرات مخرب‌تری بر سلامت دارند. این ذرات، که متأسفانه تعداد نسبی بالاتری دارند، دارای حداقل نشست در مجاری بالایی و حبابچه‌ای بوده و به محض رسیدن به اعماق ریه با راندمان بالایی در آنجا نشست کرده و به راحتی از دیواره غشاء ریه عبور خواهند کرد. مطالعات بهداشتی، ارتباط معناداری بین قرار گرفتن در معرض ذرات ریز و مرگ زودرس ناشی از بیماری‌های قلبی و ریوی نشان داده‌اند (۶).

گرچه ذرات گرد و غبار طیف وسیعی از اندازه را به خود اختصاص می‌دهند، با این حال حجم زیادی از آن‌ها حداکثر به بینی، دهان و حلق راه یافته و با نشست در مجاری بالایی تنفسی، به میزان چشمگیری در دهان و بینی به دام افتاده و از طریق مخاط پاک‌سازی می‌شوند. ذرات ریزتر گرد و غبار نیز با نفوذ به نواحی حساس مجرای تنفسی و ریه منجر به آثار سویی نظیر تنگی نفس، سرفه، اثر بر سلامت جنین، چسبندگی ریه، سوزش، خارش و آبریزش چشم و افزایش حساسیت‌ها در ناحیه گلو و گوش و افزایش ترشحات دستگاه تنفسی فوقانی می‌شوند. لازم به ذکر است که بیشتر ذرات موجود در طوفان گردوغبار تهدید جدی برای سلامت محسوب نمی‌شوند، با این حال ممکن است سبب بروز مشکلاتی در افرادی که سابقه بیماری‌های تنفسی دارند، مانند مبتلایان به آسم و آمفیزم، شوند.

۲-۲- بررسی انتشار ذرات معلق از دستگاه‌های فتوکپی و پرینتر

تعداد ذرات معلق در چاپخانه‌ای با بیش‌ترین تعداد دستگاه‌های فتوکپی و پرینتر در سطح استان کرمانشاه در دو حالت متفاوت (پیش از روشن کردن دستگاه‌ها و نیز در حین کار کردن دستگاه‌ها) اندازه‌گیری شده است. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که تعداد ذرات ۰/۳، ۰/۵ و ۱ میکرومتر، در حین فرآیند چاپ و پرینت به میزان چشمگیری در هوای چاپخانه افزایش یافته است. به عبارت دیگر دستگاه‌های فتوکپی و پرینتر به طور قابل توجهی غلظت ذرات در قطره‌های مذکور را تا بیش از ۵ برابر

تحت تأثیر قرار داده‌اند. این ذرات به دلیل قطر کوچک خود به قسمت‌های تحتانی سیستم تنفسی و به داخل آلونول‌های ریه نفوذ می‌کنند و سبب اثرات قلبی و ریوی متعددی می‌شوند.

اگرچه دستگاه‌های فتوکپی و پرینتر کارایی بالایی داشته اما تأثیرات نامطلوبی بر کیفیت هوای داخلی خواهند داشت. این اثرات منفی زمانی بیش‌تر خواهد شد که بدانیم افرادی که در این محیط‌های اداری با غلظت بالای آلاینده‌ها فعالیت می‌کنند، از خطرات آلاینده‌های محیط خود با خبر نیستند و بنابراین معمولاً اقدامات پیشگیرانه یا حفاظتی مناسبی نیز انجام نمی‌دهند.

۳ نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های انجام گرفته در محیط‌های مسکونی و اداری به منظور بررسی کیفیت هوای داخلی به شرح زیر است:

- ذرات ریز با دارا بودن بالاترین سهم در جرم کلی ذرات معلق، بیشترین تعداد را در شرایط متفاوت اندازه‌گیری در فضاهای بسته اداری و مسکونی به خود اختصاص داده‌اند.
- کولرهای آبی موجب ورود ذرات گرد و غبار و به طور کلی ذرات معلق بیش‌تری به محیط‌های داخلی می‌شوند.
- نحوه عملکرد کولرهای آبی نقش عمده‌ای در کاهش کیفیت هوای محیط‌های داخلی در شرایط گرد و غبار و پاک دارد؛ پوشال‌های کولر آبی، در نتیجه قرار گرفتن کامل این سیستم خنک کننده در معرض گرد و غبار و هوای آلوده، مملو از گرد و غبار شده و به دلیل وجود رطوبت، ذرات گرد و غبار همراه با جریان هوا به داخل محیط‌های داخلی راه می‌یابند.
- کولر گازی با کاهش سریع گرمای محیط و ایجاد تهویه مطبوع و نیز به دلیل داشتن فیلتر، غلظت ذرات معلق در محیط‌های داخلی را در شرایط مختلف کاهش داده و بدین طریق سبب بهبود کیفیت هوای داخلی می‌گردد.
- دستگاه‌های فتوکپی و پرینتر می‌توانند منبع عمده‌ای برای انتشار ذرات ریز در محیط‌های اداری باشند.

منابع

- شفیع پور مطلق، م.، و مقدم، ر.، ۱۳۸۴، همبستگی کیفیت هوای محیط‌های بسته و هوای بیرون در مناطقی با آلودگی هوای زیاد- تهران ۱۳۸۲: نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست ایران، ۲۴، ۱-۱۶.
- خانی ولدانی، ر.، سهراب پور، م.، و شیرینی، ر.، ۱۳۹۲، آنالیز عنصری ذرات معلق هوای شهر اهواز در روزهای عادی و زمان ورود ریز گرد با استفاده از دو روش INAA و AAS: دومین همایش ملی مدیریت آلودگی هوا و صدا، تهران، ایران، ص ۶.
- پاشایی فر، م.، ر.، عتابی، ف.، کریمایی، م.، و کرمی، م.، ا.، ۱۳۹۴، بررسی میزان برخی آلاینده‌های داخل منازل روستایی شهرستان عجبشیر استان آذربایجان شرقی: دوماهنامه علمی پژوهشی طلوع بهداشت یزد، دوره ۱۰ شماره ۳ و ۳-۴، یزد، ایران، ۳۱-۳۹.
- حسن‌خانی، ح.، ۱۳۹۵، اندازه‌گیری توزیع ذرات معلق شهر تهران: گزارش فنی شرکت کنترل کیفیت هوا، شماره MM94/08/01 (U)/01.
- Sun, J., Liu, Z., Yang, K., and Lu, Y., 2015, A miniature system for particulate matter (PM) measurement: IEEE Conference Publications, 1-4.
- Chi, H. R., Tsang, K. F., Wu, C. K., 2016, Indoor air quality management control scheme for smart community: IEEE Conference Publications, 972-975.