پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره شانزدهم شماره ۵۴ مهر و آبان سال ۱۳۸۵ (۷۴-۶۷)

بررسی میزان تماس با ذرات قابل استنشاق [$PM_{2.5}$] در وسایل نقلیه

محمود محمدیان (Ph.D.)*+ M.R Ashmore (Ph.D.)**

چکیده

سابقه و هدف: افزایش غلظت ذرات قابل استنشاق در هوا منجر به بیماری‌های ریوی و افزایش مرگ و میر در افراد جامعه می‌شود. در مطالعات همه‌گیری‌شناسی بیش‌تر نتایج حاصل از غلظت ذرات در هوای شهرها به عنوان ملاکی برای پی‌آمدهای بهداشتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. اما بررسی‌های انجام شده، نشان می‌دهد که بین میزان تماس افراد با ذرات قابل استنشاق و غلظت ذرات در محیط های بسته ارتباط قوی تری وجود دارد. در این بررسی ضمن اندازه‌گیری غلظت $PM_{2.5}$ در داخل وسایل نقلیه عوامل موثر بر افزایش غلظت این ذرات در داخل وسایل نقلیه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: در این بررسی به وسیله یک دستگاه نمونه‌برداری و تجزیه مستقیم ذرات قابل استنشاق (MicroDust Pro)، غلظت ذرات $PM_{2.5}$ در هوای داخل سه نوع وسیله نقلیه اندازه گیری و با غلظت PM_{10} اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه‌های ثابت در مرکز شهر مقایسه شد. دستگاه نمونه برداری برای استفاده در هر وسیله نقلیه به طور جداگانه استاندارد شد. از یک فیلتر PUF برای جدا کردن ذرات $PM_{2.5}$ و یک پمپ نمونه بردار با جریان هوای دو لیتر در دقیقه استفاده شد. نمونه برداری در یک مسیر یکسان برای سه نوع وسیله نقلیه انجام شد تا بتوان نتایج حاصل را با هم مقایسه کرد.

یافته‌ها: غلظت ذرات $PM_{2.5}$ درداخل واگن قطار کم‌تر از غلظت ذرات PM_{10} اندازه‌گیری شده توسط دستگاه‌های پایش آلودگی هوا درمرکز شهر بود. اما غلظت $PM_{2.5}$ اندازه‌گیری شده در داخل اتومبیل و اتوبوس بیش از مقادیر PM_{10} اندازه‌گیری شده در مرکز شهر بود. افزایش غلظت ذرات $PM_{2.5}$ در داخل اتوبوس و قطار مربوط به زمان سوار و پیاده شدن مسافران و در مورد اتومبیل، ایستادن پشت چراغ قرمز بود.

استنتاج: نفوذ ذرات ریز آ لوده‌کننده هوا ناشی از عبور و مرور در خیابان‌ها و همچنین پراکنده شدن ذرات ریز ته نشین شده داخل وسایل نقلیه، مهم‌ترین عوامل افزایش غلظت ذرات قابل استنشاق در داخل وسایل نقلیه عمومی می‌باشند.

واژه های کلیدی : آلودگی هوا، ذرات قابل استنشاق، وسایل نقلیه، $PM_{2.5}$

* دکتری بهداشت حرفه ای، عضو هیئت علمی(استادیار) دانشگاه علوم پزشکی مازندران. + ساری : کیلومتر ۱۸ جاده خزر آباد، دانشکده بهداشت

**Environmental Department, University of York, Heslington, York, YO10 5DD, UK,
Tel: +44(0)1904434070. Fax: +44(0)1904432998. E-mail: ma512@york.ac.uk

تاریخ دریافت : ۸۴/۵/۱۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۸۴/۷/۱۰ تاریخ تصویب: ۸۵/۳/۱۷

www.SID.ir
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-12-04]

مقدمه

مطالعات همه‌گیری‌شناسی نشان داده‌اند که افزایش غلظت ذرات قابل استنشاق در هوا باعث افزایش تعداد مراجعین به بیمارستان‌ها، بروز عوارض حاد دستگاه تنفسی، کاهش ظرفیت‌های تنفسی و افزایش مرگ و میر در مردم بخصوص افراد حساس می‌شود(۱تا۴). به علاوه پاپ[1] و همکارانش (۲۰۰۲) چنین نتیجه‌گیری کرده‌اند که تماس طولانی مدت با ذرات ریز قابل استنشاق احتمال سرطان ریه ومرگ ناشی ازعوارض قلبی- ریوی را افزایش می‌دهد(۵). همچنین ریدیکر[2] و همکارانش (۲۰۰۴) در تحقیقی اثرات بهداشتی ناشی از افزایش تماس با ذرات قابل استنشاق را در هوای اتومبیل بر افراد جوان سالم و غیرسیگاری بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تماس با این ذرات باعث بروز تغییرات پاتولوژیک در سیستم قلبی- عروقی می‌شود(۶). در اکثر این مطالعات ارتباط بین غلظت ذرات قابل استنشاق آلوده‌کننده هوا در روزهای معین و پی‌آمدهای بهداشتی ناشی از آن در گروه‌های مختلف درهمان روزها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین در اکثر این بررسی‌ها غلظت ذرات آلوده کننده هوا در شهرها به وسیله ایستگاه‌های ثابت نمونه‌برداری در شهرها اندازه‌گیری شده و از آن به عنوان ملاکی برای تعیین میزان تماس افراد، مورداستفاده قرار گرفته است. بررسی‌های به عمل آمده درکشورهای اروپایی و ایالات متحده آمریکا نشان می‌دهند که مردم بیش از ۹۰ درصد از وقتشان را در فضاهای بسته مانند خانه، محل کار، محل‌های عمومی و وسایل حمل و نقل می‌گذرانند(۸،۷). بین میزان تماس افراد با ذرات آلوده- کننده هوا و غلظت ذرات آلوده کننده هوا در داخل محیط‌های بسته ارتباط مستقیم وجود دارد و ارتباط ضعیف‌تری بین غلظت ذرات قابل استنشاق درمحیط‌های باز شهری و میزان تماس فردی وجود دارد. بنابراین تماس فردی با ذرات قابل استنشاق آلوده‌کننده هوا و تاثیر آن بر افراد در فضاهای بسته باید بیش‌تر مورد توجه قرار گیرد. با توجه به تاثیر زیان‌آور و ذرات قابل استنشاق آلوده‌کننده هوا بر سلامت انسان و از آن‌جا که افراد جامعه و بخصوص کارکنان شاغل در بخش‌حمل ونقل شهری درهمه‌کشورها و ازجمله کشور ما قسمتی از وقت خود را در وسایل نقلیه می‌گذرانند، این تحقیق به منظور بررسی میزان تماس افراد با ذرات $PM_{2.5}$ در سه نوع وسیله نقلیه‌ای که بیش‌تر مورد استفاده قرارمی‌گیرد، انجام شد. ازآن‌جاکه رانندگان وسایل نقلیه و سایر مسافران در شهرهای پر عبور و مرور کشور ما نیز ممکن است در معرض ذرات آلاینده هوا قرار گیرند این بررسی‌می‌تواند به‌عنوان الگویی برای انجام تحقیقات مشابه در شهرهای مختلف ایران مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش ها

در این مطالعه توصیفی- تحلیلی یک دستگاه نمونه‌برداری و تجزیه مستقیم ذرات قابل استنشاق $PM_{2.5}$ (MicroDust Pro, Cassella, UK) برای اندازه‌گیری غلظت ذرات قابل استنشاقی که قطر آن‌ها کم‌تر از ۲/۵ میکرون است ($PM_{2.5}$) مورد استفاده قرار گرفت. این دستگاه توانایی اندازه‌گیری و ثبت غلظت ذرات آلوده‌کننده هوا در اندازه‌های مختلف را در هر ثانیه دارد و به محقق این امکان را می‌دهد که داده‌های به دست آمده را به رایانه واردکرده و تجزیه وتحلیل نماید. از آنجا که این دستگاه در کارخانه برای نمونه برداری از ذرات آلوده‌کننده هوا در خیابان‌ها و جاده‌ها استاندارد شده است باید صحت‌کارایی آن برای ذرات‌آلوده‌کننده

1. Pope
2. Riediker

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-12-04]

www.SID.ir

در سایر محیط‌ها تعیین شود. از آن‌جا که هدف از این بررسی تعیین غلظت ذرات آلوده کننده در داخل وسایل نقلیه بود و این امکان وجود داشت که نوع ذرات آلوده کننده هوا در داخل این وسایل با ذرات آلوده‌کننده در هوای محیط خارج یکسان نباشد، استانداردسازی مجدد برای گرد و غبار موجود در هر وسیله نقلیه به طور جداگانه روی دستگاه انجام شد. به منظور نمونه‌برداری از ذرات قابل استنشاق ($PM_{2.5}$) از یک فیلتر PUF جدا کننده ذرات قابل استنشاق ($PM_{2.5}$) و یک پمپ نمونه بردار با جریان هوای دو لیتر در دقیقه استفاده شد. ذرات پس از عبور از دستگاه توسط یک آشکارساز شمارش شده وجرم آن اندازه‌گیری می‌شد. سپس ذرات قابل استنشاق بر روی فیلتر غشایی با پوشش الیاف تفلون (37mm 2µm Teflon filter) جمع‌آوری گردید. برای جذب رطوبت و الکتریسیته ساکن از سطح فیلتر که می‌تواند بر وزن فیلتر و گردوغبار جمع شده بر روی آن تاثیرگذار باشد، فیلتر قبل و بعد از نمونه‌برداری برای مدت ۲۴ ساعت در داخل دسیکاتور گذاشته و سپس وزن می‌شد. قبل از توزین نیز الکتریسیته موجود در سطح فیلتر به وسیله دستگاه وزنده هوای غیریونیزه (Non-Ionizing Air Blower) خنثی می‌شد.با اندازه‌گیری جرم ذرات جمع‌آوری شده بر روی فیلتر و حجم هوای نمونه‌برداری شده، غلظت ذرات در وسایل نقلیه از طریق جرم‌سنجی نیز به‌دست آمد. نتایج حاصل از استانداردسازی با استفاده از اندازه‌گیری وزنی در جدول شماره ۱ خلاصه شده است. ضرایب استانداردسازی برای غلظت ذرات قابل استنشاق در وسایل نقلیه مختلف در حدود یک بود (۱/۰۲) و اختلاف قابل توجهی در غلظت ذرات اندازه‌گیری شده به وسیله دستگاه و از روش وزن سنجی مشاهده نشد.

جدول شماره ۱: ضریب تصحیح برای غلظت ذرات در وسایل نقلیه مختلف

میانگین غلظت ذرات با روش وزنی ($\mu g\ m^{-3}$)	میانگین غلظت ذرات با روش قرائت مستقیم ($\mu g\ m^{-3}$)	موضع نمونه برداری	ضریب تصحیح
۳۵/۹	۳۵/۲	اتومبیل	۱/۰۲
۵۳/۸	۵۲/۷	اتوبوس	۱/۰۲
۱۳/۶	۱۳/۳	قطار	۱/۰۲

نمونه‌برداری در هوای داخل سه نوع وسیله نقلیه عمومی شامل قطار، اتوبوس و اتومبیل در یک مسیر مشابه از مرکز شهر برادفورد تا مرکز شیپلی انجام شد. برای‌اندازه‌گیری‌ذرات قابل‌استنشاق دستگاه نمونه‌برداری در ارتفاع دهان و بینی یک فرد نشسته روی صندلی اتومبیل قرار داشت. نمونه برداری در طول یک سفر رفت و برگشت انجام شد و در هر دقیقه یک نمونه از ذرات قابل استنشاق هوا برداشت و ثبت گردید. در مجموع تعداد نمونه‌های برداشت شده در داخل قطار، اتوبوس و اتومبیل به ترتیب ۳۱، ۲۸ و ۵۲ مورد بود. ضمن انجام نمونه‌برداری تمام شرایط محیطی و فعالیت‌های افراد ثبت و ضبط می‌شد. برای انجام آمار توصیفی از نرم‌افزار EXCEL و آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار SPSS تحت ویندوز استفاده شد.

یافته ها

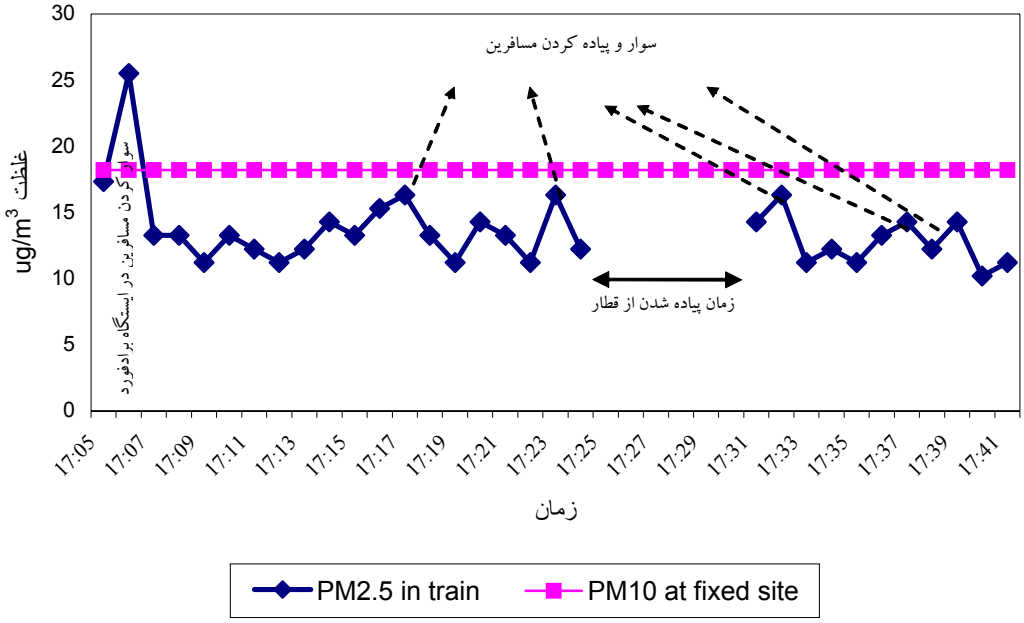
غلظت ذرات قابل استنشاق ($PM_{2.5}$) در هوای داخل یک قطار مسافربری اندازه‌گیری شد. دستگاه نمونه‌برداری در وسط یک واگن قطار و در ارتفاع یک متری از کف واگن قرار داده شد. هنگام شروع نمونه‌برداری ۲۰ نفر مسافر در داخل واگن بودند و در طول نمونه‌برداری از تعداد مسافرین کاسته شد و به پنج نفر در انتهای مسیر رسید. کلیه پنجره‌های قطار بسته بود

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-12-04]

www.SID.ir

و هیچ منبع مشخص تولید ذرات در داخل واگن وجود نداشت. همان‌طور که در نمودارشماره۱ مشاهده می‌شود غلظت ذرات قابل استنشاق $PM_{2.5}$ در داخل واگن در طول نمونه‌برداری کم‌تر از غلظت ذرات PM_{10} اندازه‌گیری شده توسط دستگاه‌های پایش آلودگی هوا در مرکز شهربراد فورد بود. حداکثر غلظت ذرات $PM_{2.5}$ مربوط به زمان سوار شدن مسافران در ایستگاه قطار شهر براد فورد بود. پیاده و سوار کردن مسافر در ایستگاه‌های بین راه مهم‌ترین عامل افزایش غلظت ذرات به دلیل نفوذ ذرات آلوده‌کننده هوا از خارج به داخل واگن و یا پراکنده شدن ذرات در اثر جابه‌جایی مسافران بود. احتمالاً به کارگیری قطارهای نو و پیشرفته در این مسیر باعث شده است که آلودگی هوا در داخل واگن‌ها به این میزان کاهش یابد.

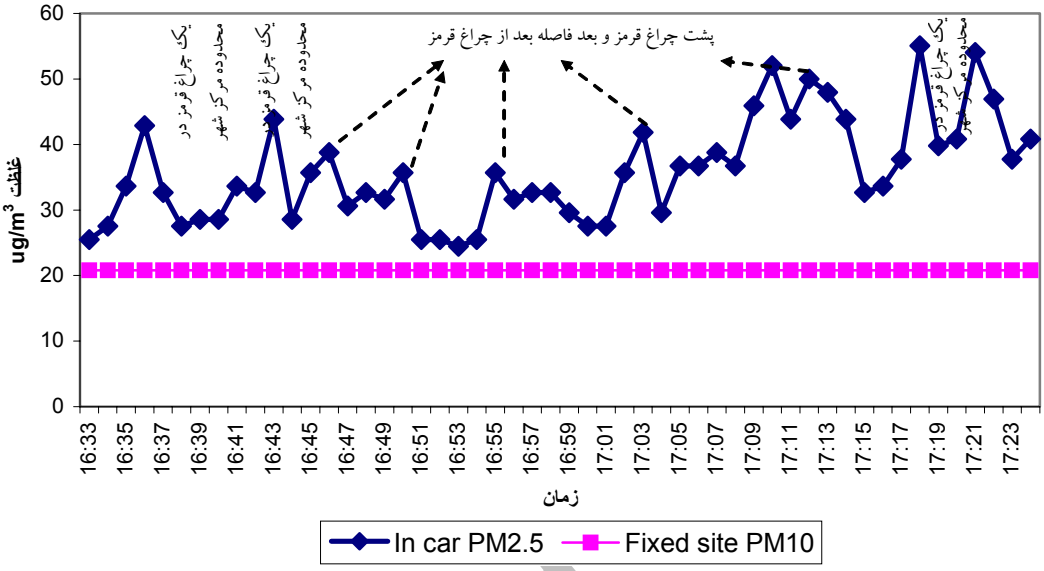


نمودار شماره ۱ : غلظت ذرات قابل استنشاق($PM_{2.5}$) درهوای داخل قطار وغلظت ذراتPM_{10} اندازه‌گیری شده توسط وسایل پایش هوا درمرکزشهر

اندازه‌گیری ذرات $PM_{2.5}$ در مسیر مشابه در داخل اتومبیل شخصی در طول یک مسیر رفت و برگشت از مرکز شهر براد فورد به شیپلی نشان داد که غلظت ذرات $PM_{2.5}$ در طول زمان نمونه‌برداری بیش‌تر از غلظت ذرات PM_{10} اندازه‌گیری شده توسط دستگاه‌های پایش مداوم ذرات در مرکز شهر بود. نفوذ ذرات قابل استنشاق پراکنده شده درهوا و در مسیر عبور ومرور اتومبیل‌ها، مهم‌ترین و تنها عامل افزایش غلظت ذرات آلوده‌کننده هوا در داخل اتومبیل بود و عواملی مانند معطل ماندن پشت چراغ‌های کنترل عبور و مرور و عبور از مسیرهای پر رفت و آمد باعث افزایش غلظت ذرات می‌شود (نمودار شماره ۲).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-12-04]

www.SID.ir



شکل شماره ۲ : غلظت ذرات قابل استنشاق ($PM_{2.5}$) در هوای داخل اتومبیل و غلظت ذرات PM_{10} اندازه گیری شده توسط وسایل پایش هوا در مرکز شهر

غلظت ذرات قابل استنشاق آلوده‌کننده هوا($PM_{2.5}$) در داخل اتوبوس داخل شهری در مسیر رفت وبرگشت در مسیر مشابه از برادفورد به شیپلی توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری و تجزیه مستقیم ذرات قابل استنشاق آلوده‌کننده هوا اندازه‌گیری شد. این اتوبوس از مرکز شهر برادفورد می گذشت و ضمن عبور از یک خیابان پر رفت و آمد به شیپلی می‌رسید. دستگاه نمونه‌برداری از ذرات در وسط اتوبوس و در ارتفاع یک متری از کف اتوبوس قرار داشت. نتایج حاصل از نمونه‌برداری از ذرات قابل استنشاق $PM_{2.5}$ در داخل اتوبوس و ذرات PM_{10} اندازه‌گیری شده توسط دستگاه‌های پایش آلودگی هوا در مرکز شهر در شکل شماره ۳ آمده است. غلظت ذرات $PM_{2.5}$ در داخل اتوبوس شهری به میزان قابل ملاحظه‌ای بیش از غلظت ذرات PM_{10} اندازه‌گیری شده به وسیله دستگاه‌های پایش مستقیم آلودگی هوا در مرکز شهر بود و ارتباط نزدیکی بین تراکم ترافیک و غلظت این ذرات در داخل اتوبوس وجود دارد؛ به طوری که در خیابان‌های با رفت و آمد بیش‌تر غلظت ذرات قابل استنشاق بیش‌تری مشاهده گردید. مشابه آنچه در مورد قطار گفته شد، پیاده و سوار شدن مسافرین که منجر به‌جابه‌جایی هوای داخل اتوبوس و هوای محیط خارج می‌شود و همچنین پراکندگی ذرات ته‌نشین شده در داخل اتوبوس در هنگام جابجایی مسافرین از مهم‌ترین عوامل موثر در افزایش غلظت ذرات قابل در داخل اتوبوس می‌باشد.

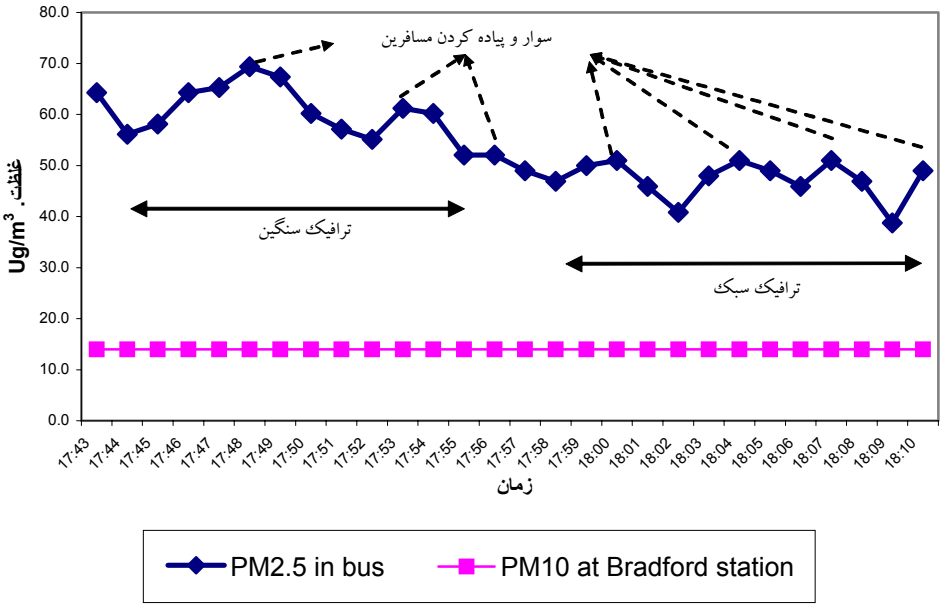
مقایسه بین سه روش معمول حمل و نقل مسافر نشان می‌دهد که میانگین ذرات $PM_{2.5}$ در داخل وسایل نقلیه ازحداقل ۲/۸۵ ± ۱۳/۶ میکروگرم در مترمکعب در قطار تا حداکثر ۷/۹۶ ± ۵۳/۸ میکروگرم در متر مکعب در اتوبوس متغیر بود و میانگین و انحراف معیار تراکم ذرات قابل استنشاق در داخل اتومبیل ۷/۸۱ ± ۳۵/۹ میکروگرم در متر مکعب بود. به کارگیری قطارهای

Archive of

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-12-04]

www.SID.ir

مدرن که کم‌ترین نفوذ هوای خارج را باعث می‌شوند از جمله مهم‌ترین عوامل کاهش ذرات در داخل قطار است. بالا بودن غلظت ذرات قابل استنشاق در داخل اتوبوس نیز ناشی از نفوذ ذرات پراکنده شده از سطح خیابان‌ها وتولید شده به وسیله اتومبیل‌ها و پراکنده شدن ذرات ته نشین شده در اثر فعالیت افراد می‌باشد.



شکل شماره ۳ : غلظت ذرات قابل استنشاق ($PM_{2.5}$) در هوای داخل اتوبوس و غلظت ذرات PM_{10} اندازه گیری شده توسط وسایل پایش هوا در مرکز شهر

بحث

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری ذرات قابل استنشاق $PM_{2.5}$ در محیط داخل اتوبوس داخل شهری اتومبیل شخصی و قطار در مسیر مشابه نشان داد که ذرات آلوده‌کننده قابل استنشاق ناشی از عبور و مرور در خیابان‌ها که به وسیله باز و بسته شدن درها و پنجره‌ها و پیاده و سوارشدن مسافر به داخل وسیله نقلیه وارد می‌شود، مهم‌ترین عامل افزایش غلظت ذرات قابل استنشاق در داخل وسیله نقلیه می‌باشد. این ذرات اکثرا از اگزوز اتومبیل‌های دیزلی و فرسایش قطعات تولید می‌شود و یا ممکن است در اثر انتشار از سطح خیابان‌ها به هوا اضافه شود. غلظت $PM_{2.5}$ در داخل اتوبوس بیش از قطار و اتومبیل بود که نشان دهنده تاثیر به کارگیری واگن‌های مدرن در کاهش ورود ذرات از خارج به داخل می‌باشد. در مطالعه مشابه در وسایل حمل و نقل عمومی در شهر لندن آدامز[1] و همکارانش (۲۰۰۱) نتیجه گرفتند که میانگین تماس افراد با ذرات $PM_{2.5}$ در اتوبوس به طور میانگین ۳۴ میکرو گرم در متر مکعب و در خیابان‌های با ترافیک زیاد ۵۳ میکروگرم در متر

1. Adams

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-12-04]

www.SID.ir

مکعب بود و در اتوبوس‌هایی که در خیابان‌های با عبور و مرور زیاد حرکت می‌کنند ۵۳ میکروگرم در متر مکعب بود که نسبت به تماس افرادی که با دوچرخه و یا اتومبیل مسافرت می‌کنند، غلظت بیش‌تری را نشان می‌دهد(۹). همچنین دربررسی‌انجام‌شده توسط محمدیان وهمکارانش(۲۰۰۵) بر روی میزان تماس کارکنان دفتری وغیرسیگاری شاغل در دانشگاه برادفورد در انگلستان زمان سپری شده در اتوبوس به عنوان یکی از عوامل افزایش تماس افراد با ذرات قابل استنشاق $PM_{2.5}$ مورد بحث قرار گرفته است (۸). در مطالعه‌ای مشابه چان[1] و همکارانش (۲۰۰۲) میزان تماس مسافران وسایل نقلیه را در شهری در جنوب چین بررسی کرده و نتیجه گرفتند که میانگین تماس افراد با ذرات قابل استنشاق ($PM_{2.5}$ ، PM_{10}) در اتوبوس‌ها و تاکسی‌های بدون هواکش بیش از سایر وسایل نقلیه است و کم‌ترین میزان تماس مربوط به افرادی است که با قطارهای زیرزمینی مسافرت می‌کنند(۱۰). در مطالعه دیگری که توسط همین محقق و در ۸ نوع وسیله نقلیه مختلف در هنگ‌کنگ انجام شد او به این نتیجه دست یافت که افرادی که با وسایل نقلیه موتوری در جاده رفت و آمد می‌کنند بیش‌ترین میزان تماس با ذرات قابل استنشاق را دارند(۱۱).

سپاسگزاری

از دانشگاه علوم پزشکی مازندران و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به خاطر حمایت‌های مادی و معنوی در طول تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

فهرست منابع

1. Hoek G, Schwartz J.D, Groot B, Eilers P. Effect of ambient particulate matter and ozone on daily mortality in Rotterdam, The Netherlands. ***ARCH. ENVIRON. HEALTH,*** 1997; 52: 455-463.
2. Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, and all. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. Air Pollution and Health: An European Approach. ***BRIT. MED. J.*** 1997; 314: 1658-63.
3. Pope C.A. Review: Epidemiological basis for particulate air pollution health standards. ***AEROSOL. SCI. TECH.*** 2000; 32(1): 9-13.
4. Anderson H.R, De Leon A.P, Bland J.M, Bower J.S, Strachan D.P. Air pollution and daily mortality in London 1987-92. ***Br. Med. J.,*** 1996; 312: 665-9.
5. Pope C.A, Burnet RT, Thun MJ. Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long term exposure to fine particulate air pollution. ***JAMA.*** 2002; 287(9): 1132-1141.
6. Riediker M, Cascio W.E, Griggs TR. Particulate matter exposure in cars is associated with cardiovascular effects in healthy young men. ***AM. J. RESPIR. CRIT. CARE. MED.*** 2004; 196: 934-940.

1. Chan

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-12-04]

www.SID.ir

7. Wallace L. Indoor particles: A review. ***J. AIR. WASTE. MANAGE,*** 1996; 46: 98-126.
8. Mohammadyan M, Ashmore R.M. Personal exposure and indoor $PM_{2.5}$ in university workers. ***J. OCCUP. ENVIRON. MED.*** 2005 (in press).
9. Adams H.S, Kenny L.C, Nieuwenhuijsen M.J, Colvile R.N, Gussman R.A. Design and validation of a high flow personal sampler for $PM_{2.5}$. ***J. EXPO. ANAL. ENV. EPID,*** 2001; 11: 1-7.
10. Chan L.Y, Lau W.L, Zou S.C. Exposure level of carbon monoxide and respirable suspended particulate in public transportation mode while ommuting in urban area of Guangzhou, Cjina. ***ATMOSPH. ENVIRON.*** 2002; 36: 5831-5840.
11. Chan L.Y, Lau W.L, Lee S.C. Commuter exposure to particulate matter in public transportation mode in Hong Kong. ***ATMOSPH. ENVIRON.*** 2002; 36: 3363-3373.

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-12-04]

www.SID.ir