پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره هفدهم شماره ۶۰ مهر و آبان سال ۱۳۸۶ (۴۷-۳۹)

بررسی مواجهه رانندگان اتوبوس های شهری ساری با ذرات قابل استنشاق (PM_{10})

محمود محمدیان (Ph.D.) *+ **احمد علیزاده** (M.Sc.)** **رضا علی محمدپور** (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 و بخصوص شاغلین بخش‌های حمل و نقل شهری می‌شود. مطالعات اپیدمیولوژیکی انجام شده نشان می‌دهد که ذرات منتشر شده از وسایل نقلیه موتوری که در ترافیک (Traffic) جاده‌ای ایجاد می‌شود پتانسیل بیشتری را برای افزایش مرگ و میر و بستری شدن افراد در نتیجه بیماری‌های قلبی و عروقی دارد. افزایش ترافیک در شهرهای بزرگ باعث افزایش غلظت آلاینده‌ها و به خصوص ذرات قابل استنشاق در هوا می‌شود. در این بررسی میزان تماس رانندگان اتوبوس‌های شهری با ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) و عوامل موثر بر آن مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها : در این بررسی به وسیله یک دستگاه نمونه برداری و تجزیه مستقیم ذرات قابل استنشاق (MicroDust Pro) همراه با یک پمپ نمونه‌بردار فردی استانداردسازی شده (calibrated) با جریان هوای ۲ لیتر بر دقیقه، غلظت ذرات (PM_{10}) در هوای منطقه تنفسی رانندگان اتوبوس‌های شهر ساری در سه مسیر اصلی شهر در طول یکسال اندازه گیری شد و عوامل احتمالی موثر بر میزان تماس رانندگان دریک پرسشنامه ثبت گردید.

یافته‌ها : میانگین غلظت ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) درمنطقه تنفسی رانندگان اتوبوس در ماه‌های مختلف متفاوت و در فصول پاییز و زمستان بیشتر بود و در برخی از روزها به حدود μgm^{-3} ۳۰۰ می‌رسید. تماس با این ذرات در هنگام عصر افزایش می‌یافت و بیشتر در مسیرهای با ترافیک سنگین مشاهده شد. عوامل دیگر چون بارندگی و دمای هوا، تعداد مسافر سوار شده به اتوبوس، سال تولید اتوبوس و سوار و پیاده کردن مسافر از جمله مهم‌ترین عوامل موثر در میزان تماس رانندگان اتوبوس با ذرات قابل استنشاق بود.

استنتاج : تماس رانندگان اتوبوس‌های شهر ساری با ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) در زمان های مختلف متفاوت بوده و ناشی از وارد شدن این ذرات از هوای بیرون به داخل اتوبوس در هنگام سوار و پیاده شدن مسافر و انتشار مجدد ذرات ریز ته‌نشین شده می‌باشد.

واژه های کلیدی : آلودگی هوا، ذرات قابل استنشاق، تماس فردی، وسایل نقلیه، PM_{10} ، راننده اتوبوس

این تحقیق طی شماره ۷۳-۸۴ در شورای پژوهشی دانشگاه ثبت شده و با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی مازندران انجام شده است.

* دکتری بهداشت حرفه ای، عضو هیئت علمی (استادیار) دانشگاه علوم پزشکی مازندران + ✉ **مولف مسئول** : کیلومتر ۱۸ جاده خزر آباد، دانشکده بهداشت
E_mail : mohammadyan@mazums.ac.ir

** کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی مازندران

*** دکتری آمار حیاتی، عضو هیئت علمی (استادیار) دانشگاه علوم پزشکی مازندران

تاریخ دریافت : ۸۶/۵/۲۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۸۶/۶/۲۶ تاریخ تصویب: ۸۶/۸/۲۳

www.SID.ir

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-03]

مقدمه

مطالعات انجام شده در دنیا نشان می‌دهدکه افزایش غلظت ذرات معلق قابل استنشاق (PM_{10}) یا ذرات ریز و قابل استنشاقی که قطر آئرودینامیکی آنها کم‌تر از ۱۰ میکرون است، در هوا باعث افزایش تعداد مرگ و میر در افراد جامعه می‌شود(۱). همچنین بین افزایش غلظت ذرات قابل استنشاق هوای محیط و میزان بستری شدن افراد در بیمارستان‌ها به دلیل بیماری‌های قلبی و تنفسی ارتباط وجود دارد(۲،۳). در مطالعه‌ای که توسط پاپ (Pope) و همکارانش انجام شد چنین نتیجه‌گیری شد که تماس طولانی مدت با ذرات ریز و قابل استنشاق آلوده‌کننده هوا احتمال سرطان ریه و مرگ ناشی از عوارض قلبی- ریوی را افزایش می‌دهد(۴). مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که ذرات قابل استنشاق ناشی از ترافیک که در نتیجه تردد وسایل نقلیه ایجاد می‌شود در ایجاد بیماری‌های تنفسی و قلبی نقش موثری دارند(۵،۶). ریدیکر (Riediker) و همکارانش در تحقیقی اثرات بهداشتی ناشی از افزایش تماس با ذرات قابل استنشاق موجود در هوای خودرو شخصی بر افراد جوان سالم و غیر سیگاری را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تماس با این ذرات باعث بروز تغییرات پاتولوژیک در سیستم قلبی- عروقی می‌شود(۷).

افزایش تعداد خودروها در شهر ساری و عدم تغییر در تعداد و وسعت معابر بخصوص در بافت مرکزی شهر باعث شده است که در ساعاتی ازشبانه روز ترافیک سنگین در قسمت‌های مرکزی شهر ایجاد شود و با توجه به قدیمی‌بودن وسایل‌نقلیه و اتوبوس‌های شهری‌که هنوز از گازوییل به‌عنوان سوخت استفاده می‌کنند، پیش بینی می‌شود که غلظت ذرات آلوده کننده هوا بیش از حد مجاز باشد. وجود ذرات قابل استنشاق ناشی از ترافیک سلامت افراد جامعه و به‌خصوص رانندگان اتوبوس‌های شهری‌که به اقتضای شغل‌شان درمعرض استنشاق مستقیم این ذرات هستند را تهدید می‌کند. باتوجه به این‌که افراد جامعه و به‌خصوص کارکنان شاغل در بخش حمل و نقل شهری در کشور ما بخش قابل توجهی از وقت خود را در وسایل نقلیه می‌گذرانند دراین بررسی میزان تماس رانندگان اتوبوس‌های شهری با ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) و عوامل موثر بر آن در طول یک دوره زمانی یکساله مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

در این مطالعه توصیفی- تحلیلی یک دستگاه نمونه برداری و تجزیه مستقیم ذرات آلوده‌کننده هوا (MicroDust Pro, Cassella, UK) برای اندازه‌گیری غلظت ذرات قابل استنشاقی که قطر آئرودینامیکی آنها کمتر از ۱۰ میکرون است (PM_{10}) مورد استفاده قرار گرفت. این دستگاه طوری برنامه‌ریزی شده بود که غلظت ذرات قابل استنشاق را اندازه‌گیری نموده و هر ۱۰ ثانیه میانگین تراکم ذرات را اندازه‌گیری می‌کرد. مقادیر اندازه‌گیری شده توسط دستگاه به رایانه منتقل و تجزیه و تحلیل روی آن انجام می‌شد. این دستگاه برای نمونه‌برداری از انواع مختلف گردوغبار قابل استفاده است و با قرار دادن یک صافی در مبدل دستگاه با استفاده از روش وزن‌سنجی(Gravimetry) برای ذرات مورد نظر استانداردسازی شده است. ضمناً دستگاه با استفاده از هوای پاک تصفیه شده قبل از هرنمونه‌برداری نیز استاندارد سازی شده است. به منظور نمونه برداری از ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) از یک صافی پلی اورتان (PUF) برای جدا کردن ذرات قابل استنشاق و یک پمپ نمونه‌بردار فردی (Apex Pro, Cassella, UK) با جریان هوای دو لیتر در دقیقه که توسط جریان سنج

Archive of SID

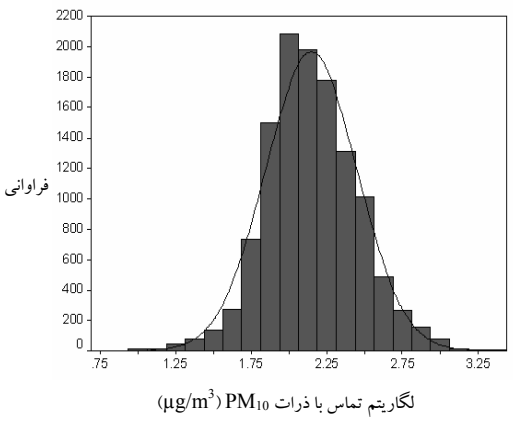
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-03]

www.SID.ir

حباب صابون درجه بندی شده بود، استفاده شد. قسمت نمونه‌بردار دستگاه توسط یک بند نخی به‌گردن راننده آویزان می‌شد تا نمونه‌برداری از منطقه تنفسی انجام شود. دمای هوا به‌طور همزمان توسط یک دماسنج الکترونیکی که در پمپ نمونه‌بردای جاسازی شده بود اندازه‌گیری می‌شد و با استفاده از فشار هوا تصحیح لازم روی حجم هوای نمونه‌برداری شده انجام می‌شد. اطلاعات مربوط به مسیرهای عبور اتوبوس‌ها از شرکت اتوبوسرانی ساری و حومه دریافت شد. از آنجا که اندازه‌گیری ذرات در منطقه تنفسی رانندگان همه مسیرهای دهگانه شهر ساری از نظر عملی (Logistics)، کار پرهزینه و تقریبا غیر ممکن بود، نمونه برداری در سه مسیر از مسیرهای اصلی(ساعت- راهبند، ساعت- پلیس راه و ساعت- میدان امام) انجام شد. نمونه برداری ذرات از منطقه تنفسی رانندگان اتوبوس در مسیر رفت و برگشت اتوبوس‌ها و در سه نوبت صبح، ظهر و عصر و تقریبا همزمان با شروع کار و تعطیلی مدارس انجام شد. نمونه‌برداری‌ها در صبح در محدوده ساعت ۷ تا ۱۰، در ظهر ۱۱:۳۰ تا ۱۴ و در عصر ۱۶ تا ۱۸:۳۰ انجام شد. طول دوره نمونه‌برداری در هر مسیر معادل زمان حرکت اتوبوس در مسیر بود که به تراکم ترافیک بستگی داشت. نمونه‌برداری در طول یکسال کامل از اسفند ماه ۱۳۸۴ تا بهمن ماه ۱۳۸۵ و به صورت چرخشی در سه مسیر ذکر شده تکرار شد. از هر مسیر ۶۰ بار و در مجموع ۱۸۰ نمونه گردو غبار قابل استنشاق از منطقه تنفسی رانندگان اتوبوس برداشت شد. عوامل احتمالی موثر بر میزان تماس افراد با ذرات قابل استنشاق شامل: سال ساخت وسیله نقلیه، نوع سوخت مصرفی، تعداد مسافر، سوار و پیاده شدن مسافر، توقف پشت چراغ قرمز، ماندن در ترافیک، شرایط جوی در هنگام نمونه برداری و موارد دیگر دریک پرسشنامه ثبت گردید. اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای (SPSS) و (EXCEL) و با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس، همبستگی و توصیفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها

نمونه‌ها ابتدا توسط دستگاه در زمان‌های کوتاه به صورت میانگین ده ثانیه‌ای برداشت شد و در پایان هر مسیر میانگین به دست آمده از نمونه‌های ده ثانیه‌ای به صورت یک داده برای مسیر مربوطه محاسبه شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که میانگین کلی تماس رانندگان اتوبوس با ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) در همه مسیرها معادل μgm^{-3} ۱۸۱ است. نمودار شماره (۱) فراوانی لگاریتم غلظت ذرات (PM_{10}) را در هوای منطقه تنفسی رانندگان اتوبوس نشان می‌دهد. بیشترین فراوانی غلظت ذرا ت قابل استنشاق (PM_{10}) در هوای منطقه تنفسی رانندگان اتوبوس در محدوده تقریبی μgm^{-3} ۳۰۰ تا ۳۰ می‌باشد.

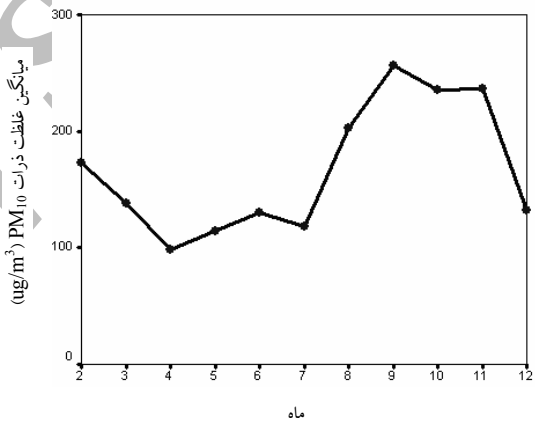


نمودار شماره ۱: توزیع فراوانی میزان تماس رانندگان اتوبوس های شهر ساری با ذرات (PM_{10})

نمودار شماره (۲) نشان می‌دهد که میانگین غلظت گردوغبار قابل استنشاق در ماه‌های مختلف سال متفاوت

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-03]
Archive of SID
www.SID.ir

است و این تفاوت در اکثر ماه‌ها معنی‌دار است. حداقل میزان تماس گروه مورد مطالعه در تیرماه (μgm^{-3} ۹۷/۹) و حداکثر آن در آذر ماه(μgm^{-3} ۲۵۶/۰) بود. بین میانگین غلظت ذرات قابل استنشاق آلوده کننده هوا در منطقه تنفسی رانندگان اتوبوس‌های شهری درچهار فصل سال نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت($p<۰/۰۱$). حداقل تماس با ذرات قابل استنشاق در فصل تابستان (μgm^{-3} ۱۱۵/۰) بود (جدول شماره ۱).



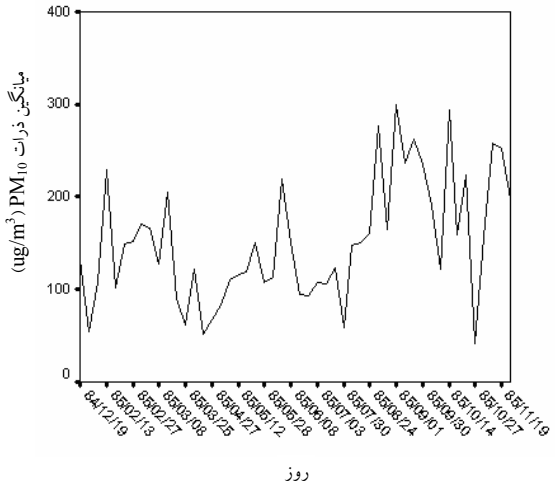
نمودار شماره ۲ : میانگین تماس رانندگان اتوبوس های شهر ساری با ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) در ماه های مختلف سال

جدول شماره ۱ : نتایج آمار توصیفی تماس رانندگان اتوبوس های شهر ساری با ذرات قابل استنشاق(PM_{10}) درفصل‌های مختلف سال

فصل	تعداد	میانگین μgm^{-3}	انحراف معیار	حداقل μgm^{-3}	حداکثر μgm^{-3}
بهار	۲۰۳۸	۱۵۸/۱	۱۱۷/۹	۲۱	۱۱۵۱
تابستان	۲۸۵۴	۱۱۵/۱	۹۸/۷	۰	۲۴۶۱
پاییز	۴۱۶۹	۲۰۷/۷	۱۷۲/۸	۱۹	۲۳۱۷
زمستان	۲۹۱۰	۲۲۳/۴	۱۷۲/۲	۶	۱۵۴۲
جمع	۱۱۹۷۱	۱۸۰/۹	۱۵۵/۳	۰	۲۴۶۱

نمودار شماره (۳) میانگین تماس روزانه رانندگان اتوبوس با ذرات قابل استنشاق در هوا را نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین غلظت ذرات با استفاده از آزمون آنالیز واریانس نشان داد که اختلاف معنی داری بین میانگین غلظت ذرات (PM_{10}) در فصول مختلف سال وجود دارد ($p<0.01$). نکته قابل توجه در این نمودار آن است که در برخی از روزهای سرد زمستان میانگین روزانه غلظت ذرات (PM_{10}) در منطقه تنفسی رانندگان افزایش قابل توجهی داشته و به حدود μgm^{-3} ۳۰۰ رسیده است. در تعداد زیادی از روزهای زمستانی تراکم این ذرات در منطقه تنفسی بیشتر از استاندارد ۲۴ ساعته غلظت ذرات (PM_{10}) ، (μgm^{-3} ۱۵۰) تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA)[1] بوده است. اگر چه غلظت‌های به دست آمده در این مطالعه میانگین ۲۴ ساعته نیست و فقط میزان تماس فردی رانندگان را نشان می‌دهد ولی می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به افزایش دو برابر غلظت این ذرات در منطقه تنفسی، امکان افزایش بیش ازحد ذرات قابل استنشاق در هوای عمومی شهرساری بخصوص در مناطق مرکزی دور از انتظار نیست.



نمودار شماره ۳ : میانگین روزانه تماس فردی (PE) رانندگان اتوبوس های شهری ساری با ذرات قابل استنشاق آلوده کننده هوا

1. United States Environmental Protection Agency

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-03]

www.SID.ir

مقایسه میانگین تماس رانندگان اتوبوس با ذرات قابل استنشاق در اوقات مختلف روز درجدول شماره(۲) نشان داده شده است. در طول یکسال میانگین غلظت ذرات در صبح، ظهر و عصر به ترتیب ۱۷۹/۸، ۱۷۳/۰ و ۱۸۹/۰ میکروگرم در متر مکعب بوده است. مقایسه میانگین‌ها در سه زمان مختلف بیانگر این واقعیت است که بین غلظت ذرات در هنگام صبح و ظهر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و تنها تماس با ذرات قابل استنشاق در هنگام عصر در بیشترین مقدار است و تفاوت معنی‌داری با غلظت ذرات در صبح و عصر دارد ($P<0.05$).

جدول شماره ۲ : نتایج حاصل از آمار توصیفی میزان تماس رانندگان اتوبوس‌های شهر ساری با ذرات قابل استنشاق در زمان‌های مختلف در طول روز

زمان نمونه برداری	تعداد	میانگین μgm^{-3}	انحراف معیار	حداقل μgm^{-3}	حداکثر μgm^{-3}
صبح	۳۹۴۴	۱۷۹/۸	۱۵۵/۲	۰	۲۰۹۹
ظهر	۳۷۹۰	۱۷۳/۰	۱۳۲/۴	۹	۱۶۷۰
عصر	۴۲۳۷	۱۸۹/۰	۱۷۳/۰	۰	۲۴۶۱
جمع	۱۱۹۷۱	۱۸۰/۹	۱۵۵/۳	۰	۲۴۶۱

جدول شماره (۳) نشان می‌دهد که میانگین غلظت ذرات قابل استنشاق در منطقه تنفسی رانندگان اتوبوس‌های شهری در سه مسیر رفت و سه مسیر برگشت با هم متفاوت است. کمترین میزان میانگین تماس با این ذرات در مسیر میدان ساعت به ایستگاه راهبند ($119/1\ \mu gm^{-3}$) و بیشترین میانگین تماس در مسیر ایستگاه پلیس راه به میدان ساعت ($230/6\ \mu gm^{-3}$) محاسبه شده است. مقایسه میانگین غلظت ذرات قابل استنشاق در منطقه تنفسی رانندگان اتوبوس در مسیرهای مختلف نشان داد که در مسیرهای ایستگاه راهبند به میدان ساعت و میدان امام به میدان ساعت و همچنین میدان ساعت به ایستگاه پلیس راه و میدان امام به میدان ساعت بین میانگین میزان تماس با ذرات (PM_{10}) تفاوت معنی‌داری وجود دارد و درسایر مسیرهای تفاوت معنی‌دار نیست ($P<0.05$).

جدول شماره۳ : نتایج حاصل از آمارتوصیفی میزان تماس رانندگان اتوبوس های شهر ساری با ذرات قابل استنشاق در مسیرهای مختلف شهر

مسیر نمونه برداری	تعداد	میانگین μgm^{-3}	انحراف معیار	حداقل μgm^{-3}	حداکثر μgm^{-3}
میدان ساعت به راهبند	۱۳۲۹	۱۱۹/۱	۸۱/۳	۶	۱۲۸۰
راهبند به میدان ساعت	۱۶۷۴	۱۵۲/۱	۱۰۹/۳	۰	۸۳۰
میدان ساعت به پلیس راه	۳۱۷۹	۱۸۵/۸	۱۳۵/۵	۹	۱۱۹۷
پلیس راه به میدان ساعت	۲۷۸۱	۲۳۰/۶	۱۹۶/۹	۰	۲۰۹۹
میدان ساعت به میدان امام	۱۶۳۷	۱۳۶/۶	۸۳/۱	۱۵	۸۱۳
میدان امام به میدان ساعت	۱۲۰۵	۱۷۳/۷	۱۳۳/۹	۹	۲۴۶۱
جمع	۱۱۸۰۵	۱۷۶/۰	۱۴۳/۹	۰	۲۴۶۱

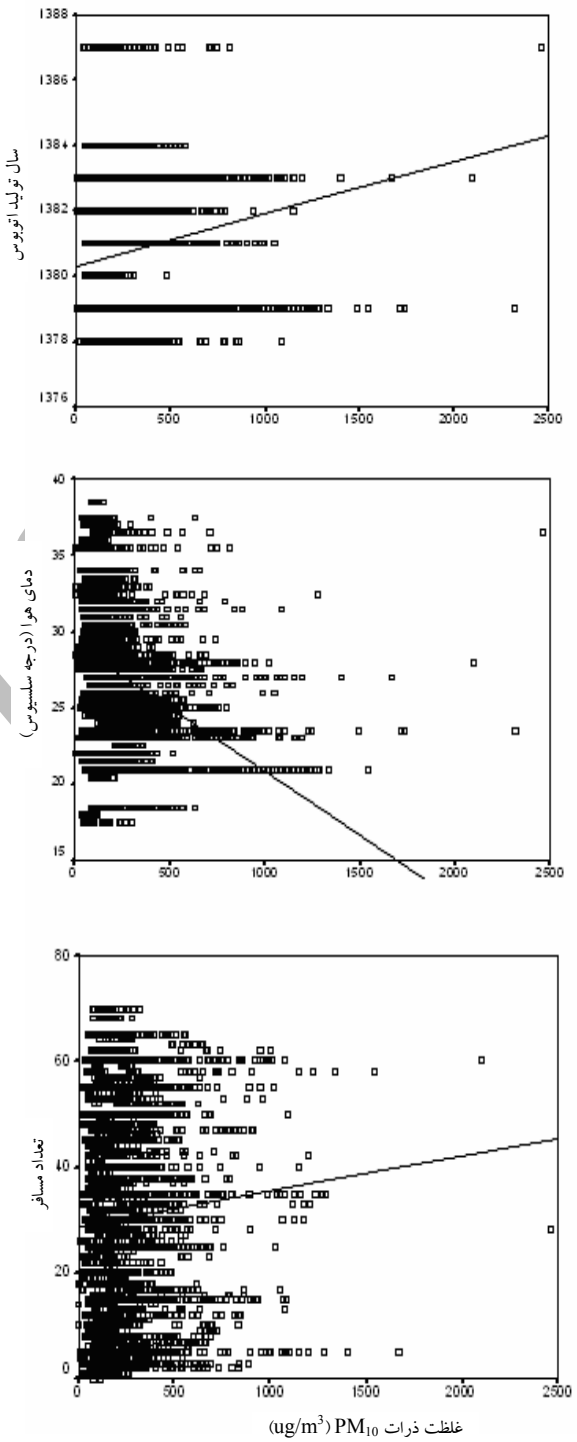
ازآنجاکه نمونه‌برداری درطول یکسال و در شرایط آب و هوایی متفاوت انجام شد نتایج حاصل به محقق این امکان را داد که بتواند تاثیر شرایط جوی را نیز بر غلظت ذرات قابل استنشاق مطالعه نماید. نمونه‌برداری‌ها در سه وضعیت هوای آفتابی، ابری و بارانی انجام شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که میانگین ذرات (PM_{10}) در منطقه تنفسی رانندگان در سه وضعیت ذکر شده به ترتیب ۱۸۱/۸، ۱۸۸/۰ و ۴۷/۹ میکروگرم در متر مکعب بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین غلظت این ذرات در شرایط آب و هوایی بارانی و غیر بارانی وجود دارد ولی بین وضعیت آفتابی و ابری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P<0.05$).

تاثیر متغیرهای ثبت شده در پرسشنامه بر میزان تماس رانندگان اتوبوس‌های شهری مورد آزمون قرار گرفت(نمودار شماره۴). تعداد مسافر موجود در اتوبوس و سال تولید اتومبیل رابطه مثبت و معنی داری با غلظت ذرات قابل استنشاق دارد ولی این رابطه در مورد درجه حرارت داخل اتوبوس منفی است ($p<0.05$).

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-03]

www.SID.ir



نمودار شماره ٤ : رابطه بین میزان تماس رانندگان اتوبوس با ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) و سال تولید اتوبوس، درجه حرارت هوا و تعداد مسافر داخل اتوبوس های شهر ساری

مقایسه میانگین و سایر نتایج آمار توصیفی مربوط به غلظت‌های ذرات قابل استنشاق در سایر شرایط ثبت شده در پرسشنامه در جدول شماره (۴) نشان داده شده است. کمترین میزان میانگین تماس در وضعیتی اندازه‌گیری شده است که اتوبوس در ایستگاه توقف داشته است (۸۹/۴ μgm^{-3}) و بیش‌ترین میزان تماس مربوط به زمانی است که مسافران در حال سوار شدن به اتوبوس یا پیاده شدن از اتوبوس بوده‌اند (μgm^{-3} ۲۱۹/۸). مقایسه میانگین‌های تماس با ذرات قابل استنشاق در شرایط مختلف با استفاده از آنالیز واریانس نشان داد که بین تماس با ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) و سایر شرایط (مانند ایستادن پشت چراغ قرمز، حرکت در مسیرهای با ترافیک سنگین و حرکت در مسیر بدون ترافیک) اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p<۰/۰۱$).

جدول شماره ٤ : نتایج حاصل از آمار توصیفی میزان تماس رانندگان اتوبوس های شهری با ذرات قابل استنشاق در شرایط مختلف ثبت شده در پرسشنامه

شرایط	تعداد	میانگین μgm^{-3}	انحراف معیار	حداقل μgm^{-3}	حداکثر μgm^{-3}
توقف درایستگاه بدون مسافر	۲۱۴	۸۹/۴	۳۹/۰	۲۱	۲۵۸
سوار و پیاده کردن مسافر	۱۹۲۲	۲۱۹/۸	۱۸۰/۴	۰	۲۴۶۱
حرکت در ترافیک سنگین	۳۳۹۷	۱۸۷/۶	۱۳۰/۹	۱۸	۲۰۹۹
حرکت عادی بدون توقف	۵۹۴۵	۱۷۰/۷	۱۶۲/۴	۰	۲۳۱۷
توقف پشت چراغ قرمز	۴۹۲	۱۴۷/۷	۱۰۰/۸	۹	۱۰۸۹
جمع	۱۱۹۷۰	۱۸۰/۹	۱۵۵/۳	۰	۲۴۶۱

بحث

اندازه‌گیری ذرات قابل استنشاق (PM_{10}) در منطقه تنفسی رانندگان اتوبوس‌های داخل شهری نشان داد که میزان تماس رانندگان با ذرات قابل استنشاق در فصول پاییز و زمستان بیشتر از بهار و تابستان است. احتمالا یکی از دلایل این افزایش فعالیت مراکز آموزشی است که

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-03]

www.SID.ir

باعث افزایش بار ترافیکی در سطح شهر و به خصوص در مرکز شهر ساری می‌شود. افزایش بیش از حد معمول تراکم ذرات دربعضی از روزهای دراین فصل بخصوص در روزهای پایانی زمستان را می‌توان چنین توجیه کرد که حضور مردم در روزهای پایانی سال در مراکز خرید مرکز شهر دلیل افزایش آلودگی هوای ناشی از ترافیک می‌باشد.

تماس رانندگان اتوبوس با ذرات قابل استنشاق در اوقات صبح و ظهر تفاوت معنی‌داری نداشت ولی در هنگام عصر به طور معنی‌داری غلظت ذرات افزایش داشت. احتمالا افزایش ترافیک ناشی از برگشت افراد از محل کار به خانه و تعطیلی همزمان دانش‌آموزان نوبت عصر در یک فاصله زمانی کوتاه باعث افزایش بار ترافیکی در خیابان‌ها و در نتیجه افزایش تراکم ذرات در هوا منطقه تنفسی رانندگان اتو بوس شده است. همچنین نتایج حاکی از این واقعیت است که زیاد بودن تعداد مسافرین داخل اتوبوس و باز و بسته شدن بیشتر درهای اتوبوس برای پیاده و سوار شدن مسافرین که باعث ورود هوای آلوده به داخل اتوبوس می‌شود و تعداد زیاد مسافر به خصوص در اتوبوس‌های جدیدتر همگی می‌تواند دلایلی برای افزایش ذرات قابل استنشاق در منطقه تنفسی رانندگان باشد.

از آنجا که پراکنده شدن مجدد ذرات ته نشین شده بر روی سطوح یکی از دلایل افزایش غلظت ذرات در هوا است، می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که دلیل کاهش قابل ملاحظه ذرات در هوای بارانی نسبت به وضعیت آفتابی و ابری ناشی ازتوقف انتشار مجدد ذرات قابل استنشاق از سطح زمین و ته نشینی بیشتر ذرات معلق در هوا به دلیل شستشو در اثر باران می‌باشد.

در مطالعه مشابه در وسایل حمل و نقل عمومی در شهر لندن آدامز (Adams) و همکارانش نتیجه گرفتند که میانگین تماس افراد با ذرات ($PM_{2.5}$) در اتوبوس به طور میانگین ۳۴ میکرو گرم در متر مکعب و در اتوبوس‌هایی که در خیابان‌های با ترافیک زیاد حرکت می‌کنند ۵۳ میکرو گرم در متر مکعب بود که نسبت به تماس افرادی که با دوچرخه و یا اتومبیل مسافرت می‌کنند غلظت بیشتری را نشان می‌دهد(۸). همچنین در بررسی انجام شده توسط محمدیان و همکارانش بر روی میزان تماس کارکنان دفتری و غیر سیگاری 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(۹). همچنین همین محقق مطالعه‌ای در مورد اندازه‌گیری ذرات قابل استنشاق ($PM_{2.5}$) در وسایل نقلیه عمومی شهر برادفورد انگلستان انجام داده و به این نتیجه رسیده است که میزان تماس با ذرات قابل استنشاق در اتوبوس‌های شهری بیش از غلظت این ذرات در اتومبیل و قطار می‌باشد(۱۰). در مطالعه‌ای مشابه چان (Chan) و همکارانش 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_{10}, $PM_{2.5}$) در اتوبوس‌ها و تاکسی های بدون هواکش بیش از سایر وسایل نقلیه است و کمترین میزان تماس مربوط به افرادی است که با قطارهای زیرزمینی مسافرت می‌کنند(۱۱). در مطالعه دیگری که توسط همین محقق و در ۸ نوع وسیله نقلیه مختلف در هنگ کنگ 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(۱۲). مطالعه انجام شده توسط لیون (Lewne) و همکارانش در سوئد نشان داد که میزان تماس رانندگان اتوبوس با ذرات (PM_{10}) بیش از تماس رانندگان تاکسی است ولی از رانندگان تریلی کمتر است (به ترتیب ۴۴، ۲۶ و ۵۷ میکروگرم در مترمکعب). محقق چنین نتیجه‌گیری

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-03]

www.SID.ir

کرده است که تماس رانندگان با ذرات آلوده کننده هوا به غلظت ذرات در هوای بیرون از خودرو وابسته است و به نوع سوخت خودرو بستگی ندارد(۱۳).

سپاسگزاری

ازمعاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی مازندران به خاطر حمایت‌های مادی و معنوی در طول تحقیق سپاسگزارم. همچنین از آقای مجتبی اکبری‌کارشناس بهداشت حرفه‌ای برای همکاری در نمونه‌برداری تشکر می‌کنم. از شرکت واحد اتوبوسرانی ساری و کلیه رانندگان زحمتکش که نهایت همکاری را در انجام این تحقیق داشتند متشکرم.

فهرست منابع

1. Schwartz J, Laden F, Zanobetti A: The concentration response relation between $PM_{2.5}$ and daily deaths ***Environ Health Persp*** 2002; 110: 1025-1029.
2. Janssen NA, Schwartz J, Zanobetti A Suh HH: Air conditioning and source – specific particles as modifiers of the effect of PM_{10} on hospital admission for heart and lung disease. ***Environ Health Persp*** 2002; 110: 43-49.
3. Schwartz J: Air pollution and hospital admissions for heart disease in eight U.S. countries. ***Epidemiology*** 1999; 10: 17-22.
4. Pope CA, Burnet RT, Thun MJ, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long term exposure to fine particulate air pollution. ***JAMA*** 2002; 287(9): 1132-1141.
5. Hoek G, Brunekref B, Goldbohm S, Fischer P, et al. Association between mortality and indicators of traffic related air pollution in the Netherlands: A cohort study. ***Lancet*** 2002; 360: 1203-1209.
6. Laden F, Neas LM, Dockery DW, Schwartz J. Association of fine particulate matter from different source with daily mortality in six U.S. cities. ***Environ Health Persp*** 2000; 108: 941-947.
7. Riediker M, Cascio WE, Griggs TR, et al. Particulate matter exposure in cars is associated with cardiovascular effects in healthy young men. ***Am J Resp Crit Care*** 2004; 196: 934-940.
8. Adams HS, Kenny LC, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Design and validation of a high flow personal sampler for $PM_{2.5}$. ***J Expo Anal Env Epid*** 2001; 11: 1-7.
9. Mohammadyan M, Ashmore RM. Personal exposure and indoor $PM_{2.5}$ in an urban population. 2005: ***Indoor Built Environ*** 2005; 14(3-4): 313-320.
10. Mohammadian M, Ashmore M.R. Assessment of exposure to respirable particles ($PM_{2.5}$) concentrations in public transportation.***J Maznd Uni Med Sci*** 2006; 16(45): 67-74.

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-03]

www.SID.ir

11. Chan LY, Lau WL, Zou SC, et al. Exposure level of carbon monoxide and respirable suspended particulate in public transportation mode while commuting in urban area of Guangzhou, China. ***Atmos Environ.*** 2002; 36: 5831-5840.
12. Chan LY, Lau WL, Lee SC, et al. Commuter exposure to particulate matter in public transportation mode in Hong Kong. ***Atmos Environ*** 2002; 36: 3363-3373.
13. Lewne M, Nise G, Lind ML, et al. Exposure to particles and nitrogen dioxide among taxi, bus and lorry drivers. ***Int Arch Occup Environ Health*** 2006; 76(3): 220-6.

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-03]

www.SID.ir