بررسی غلظت ذرات معلق در هوای داخل کلاس و هوای بیرون و عوامل تأثیرگذار آن در مدارس راهنمایی و دبیرستان شهر یزد

نویسندگان:محمد حسن احرامپوش[۱]، محمدجواد زارع سخویدی[۲]، امیر هوشنگ مهرپرور[۳]، حسین فلاح زاده[۴]، زهرا سلطانیان زاده[۵]، سارا جمشیدی[۶]، سعیده طاهرزاده[۷]

۱. استاد گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۲. استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۳. دانشیار گروه طب کار، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۴. استادگروه آمار مرکز تحقیقات پیشگیری و اپیدمیولوژی بیماری های غیر واگیر، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۵. کارشناس ارشد مرکز تحقیقات علوم و فن آوری های محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۶. نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد تلفن تماس: ۰۹۱۷۷۳۷۸۸۹۲، Email: sara.jamshidi64@gmail.com

۷. دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد
سال چهاردهم
شماره: چهارم
مهر و آبان ۱۳۹۴
شماره مسلسل: ۵۲

تاریخ وصول: ۱۳۹۲/۴/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۳۱

چکیده

مقدمه: آلودگی محیط‌های عمومی مانند مدارس به ذرات معلق در هوا اثرات نامطلوبی بر سلامتی معلمین و دانش آموزان که بخش قابل توجه ای از وقت خود را در مدرسه سپری می‌کنند می‌گذارد. هدف از این مطالعه اندازه گیری غلظت ذرات معلق در هوای کلاس و هوای بیرون کلاس در مدارس شهر یزد و تعیین پارامترهای تأثیرگذار بر آنها می‌باشد.

روش بررسی: مطالعه بصورت تحلیلی- مقطعی در ۲۰ مدرسه دخترانه و پسرانه مقاطع راهنمایی و دبیرستان شهر یزد در زمستان ۹۱ انجام شد. از دستگاه مونیتورینگ گرد و غبار محیطی مدل HAZ-DUST ۵۰۰۰ EPAM برای اندازه گیری ذرات PM۱۰، PM۲.۵ و PM۱ استفاده شد. سپس داده‌ها با آزمون‌ها همبستگی، مقایسه میانگین و رگرسیون مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بدست آمده با استاندارد سازمان جهانی بهداشت و EPA مقایسه شد.

یافته‌ها: متوسط غلظت ذرات PM۱۰، PM۲.۵ و PM۱ در هوای داخل کلاس نسبت به هوای آزاد، بالاتر بود. وضعیت کیفی هوای داخل و هوای آزاد مدارس از لحاظ شاخص کیفیت هوا(AQI Calculator) برای PM۱۰ متوسط، برای PM۲.۵ ناسالم را برای گروه‌های حساس نشان داد. رابطه معنی‌داری بین غلظت ذرات در هوای داخل و خارج دیده شد($P<۰/۰۵$). میانگین نسبت ذرات هوای داخل به هوای خارج مدارس(I/O) به ترتیب ۱/۶۸، ۱/۳۱، ۱/۴۶ بود.

نتیجه‌گیری: ارتباط معنی‌داری که بین غلظت ذرات معلق در هوای خارج و هوای داخل مدارس وجود داشت، نشان دهنده نفوذ ذرات به داخل کلاس بود. از این رو، برای مدارس مختلف بهره‌گیری از سیستم‌های مناسب تهویه در کاهش میزان آلودگی هوای داخل کلاس، موثر می‌باشد. این مقاله برگرفته از پایان نامه دانشجویی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ذرات معلق، هوای داخل کلاس، هوای بیرون کلاس، مدارس راهنمایی و دبیرستان، یزد

مقدمه

آلودگی هوا تهدیدی جدی برای سلامت، بهداشت و محیط زیست می‌باشد(۱). آلاینده‌های هوا در محیط‌های بسته و عمومی نیز وجود دارند و شامل انواع گسترده ای از آلاینده‌های شیمیایی و میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که برخی از آنها، سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازد(۲). ذرات معلق، بعنوان دسته ای از این آلاینده‌ها دارای تنوع زیادی از نظر اندازه، ترکیب شیمیایی و غلظت می‌باشند(۳). ذرات، با توجه به اندازه خود می‌توانند در قسمتهای مختلف دستگاه تنفسی رسوب کنند(۴). مطالعات، نشان داده است که مواجهه تنفسی با ذرات معلق خطر مرگ را افزایش داده و آسم را تشدید می‌کند. مواجهه با این ترکیبات زیان آور، باعث بروز علائم تنفسی دیگر از قبیل سرفه و برونشیت نیز می‌شود(۲،۵). مطالعات متعددی نشان داده است که افزایش غلظت ذرات قابل استنشاق در هوا باعث افزایش تعداد مراجعین به بیمارستانها، بروز عوارض حاد دستگاه تنفسی، کاهش ظرفیت‌های تنفسی و افزایش مرگ‌ومیر در میان مردم، به خصوص افراد حساس می‌شود(۹-۶). موارد متعددی از شیوع بیماری‌های مرتبط با ساختمان نیز در میان ساکنین ادارات، مدارس و سایر مکان‌های عمومی گزارش شده است(۱۰). Weichenthal و همکارانش طی مطالعه ای در سال ۲۰۰۵ نشان دادند ذرات بسیار ریز می‌توانند باعث تشدید علائم آسم در افراد حساس شوند(۱۱). فاکتورهای متعددی از قبیل شرایط محیط، نوع تهویه، گرمایش و نوع کاربری بر میزان ذرات در هوای داخل ساختمان اثر می‌گذارد(۱۲،۱۴).

Khalequzzaman و همکاران نیز در سال ۲۰۰۵ مطالعه‌ای انجام دادند و ارتباط بین نوع سوخت، جمعیت و شیوع علائم تنفسی در کودکان را در محیط‌های بسته نشان دادند(۱۵). دانش آموزان درصد بالایی از جمعیت در سن رشد را تشکیل می‌دهند که به علت خصوصیات جسمانی، روانی و اجتماعی بسیار آسیب پذیر هستند. بنابراین ایجاد محیط بهداشتی و سالم آموزشی می تواند در حفظ سلامت و تامین تندرستی آنها نقش مهمی داشته و از ابتلا به بیماری در آنان جلوگیری نماید(۱۶). سلامت و رفاه دانش آموزان، یک مسئله اساسی در آموزش و پرورش می‌باشد. هدف اصلی در طراحی ساختمان‌های آموزشی فراهم آوردن محیطی است که معلمان و دانش آموزان را به تعلیم و تربیت تشویق نماید(۱۷،۱۸). عدم دسترسی به کیفیت هوای مطلوب در مدارس، می‌تواند عواقبی از جمله افزایش احتمال ابتلا به اثرات بلند مدت و کوتاه مدت بهداشتی در دانش آموزان و معلمان، تأثیر بر سطح یادگیری دانش آموزان، کاهش سطح آسایش و توجه معلمان و کارکنان به دلیل ناراحتی، غیبت دانش آموزان به علت بیماری و ایجاد روابط تیره بین مسئولین و والدین را سبب شود(۱۸). کیفیت هوای داخل ساختمان(IAQ)، تهویه ساختمان مدارس، کیفیت هوای اطراف مدارس و کیفیت دود خروجی از اگزوز ماشین‌ها از منابع انتشار آلاینده‌های هوای واقع در نزدیکی مدرسه، برخی از اصلی ترین عوامل تاثیر گذار بر سلامت دانش آموزان بوده و بطور غیر مستقیم بر میزان یادگیری و بهره وری دانش آموزان اثر گذار هستند(۱۹،۲۰). Mahima habil و همکارش طی مطالعه ای که انجام دادند نظافت، تهویه

ضعیف و شلوغی کلاس‌ها را از عوامل موثر در کیفیت ضعیف هوای کلاس‌ها بر شمردند(۲۱). بر این اساس به نظر می رسد بررسی فاکتورهای موثر بر سطح آلودگی مدارس می‌تواند به عنوان پایه ای برای کنترل‌های بیشتر جهت کاهش آلودگی، مورد استفاده قرار گیرد. هر چند تاکنون مواردی از پژوهش‌ها در این زمینه صورت پذیرفته است. با این حال، مطالعات مختلف در مواردی نتایج متناقضی را گزارش کرده و هر یک تنها فاکتورهای خاصی را در انجام آن دخیل کرده اند. در این پژوهش به بررسی ارتباط بین غلظت ذرات معلق در هوای داخل کلاس و هوای آزاد مدارس راهنمایی و دبیرستان شهر یزد پرداخته شده است.

روش بررسی

مطالعه حاضر، بصورت تحلیلی- مقطعی در زمستان ۹۱ در تعدادی از مدارس شهر یزد(۲۰مدرسه) که به صورت نمونه برداری خوشه ای انتخاب گردیدند، صورت پذیرفت. در ابتدا،۵ منطقه روی نقشه(نزدیک منطقه صنعتی، مرکزشهر با ترافیک مستمر، منطقه پرترافیک، منطقه با ترافیک کم، حاشیه) انتخاب شدند. مناطق از نظر ترافیک با توجه به میزان تردد و رفت و آمد وسایل نقلیه، تقسیم بندی شدند. در هر منطقه ۴ مدرسه(دو مدرسه دخترانه و دو مدرسه پسرانه) در دو مقطع تحصیلی راهنمایی و دبیرستان(جمعا ۲۰ مدرسه) انتخاب و در هر مدرسه یک کلاس درس بصورت تصادفی انتخاب گردید.

کلاس‌های مورد نظر، با توجه به ویژگی هندسی و این نکته که کلاس از یک طرف در تماس با راهرو و از دو طرف دیگر با کلاس‌های دیگر مجاور باشد، برای نمونه برداری انتخاب شدند. نمونه برداری در فصل زمستان و بوسیله دستگاه پایش پیوسته گرد و غبار محیطی مدل HAZ-DUST EPAM۵۰۰۰، ساخت شرکتEnvironmental Devices Corporation در ارتفاع ۱.۵ متری از کف، دور از پنجره، درها، تخته سیاه و به موازات تخته سیاه صورت پذیرفت.

نمونه برداری در داخل کلاس و بیرون کلاس مدرسه با فاصله ۳۰ دقیقه از نمونه قبل انجام گرفت. نمونه برداری در هوای خارج، با توجه به معیارهای آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، با رعایت۲۰ متر فاصله از خیابان، درخت و منابع تولیدکننده آلودگی مانند دودکش و ۱۵ متر فاصله از زمین در پشت بام مدرسه صورت گرفت(۲۲).

با مقایسه غلظت ذرات معلق در داخل کلاس و بیرون کلاس، نفوذ ذرات از هوای بیرون کلاس، به داخل کلاس مدارس بررسی شد. اطلاعات مربوط به وضعیت تهویه، نوع وسایل سرمایش و گرمایش، نوع تخته، باز و بسته بودن پنجره و مجهز بودن آن به توری و همچنین وضعیت نظافت کلاس و راهروها و سالم بودن دیوارها و میزها با استفاده از یک چک لیست، جمع آوری گردید.

داده‌های به دست آمده با رهنمودهای EPA و WHO مقایسه گردید(۲۲،۲۳). پس از جمع آوری داده‌ها از نرم افزار SPSS ویرایش۱۶ و با به کار گیری آزمون‌های آماری t-test، همبستگی و آماره‌های توصیفی با فاصله اطمینان ۹۵٪ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

بر اساس نتایج این مطالعه، میانگین تعداد دانش آموزان در کلاس‌های درس ۳/۴۴±۲۷/۵۵ نفر بود. وضعیت نظافت کلاس، راهرو و همچنین سالم بودن دیوار و میز بطور کلی مناسب ارزیابی شد. ۱۰۰٪ پنجره‌های کلاس‌ها در مدارس راهنمایی و دبیرستان، فاقد توری و فاقد سیستم تهویه بودند و تهویه کلاس‌ها از طریق در و پنجره انجام می گرفت. جدول ۱ مشخصات عمومی کلاس‌های مورد مطالعه را از لحاظ شاخص‌های بهسازی، ارائه داده است.

جدول ۱: وضعیت عمومی کلاس‌های درس مورد بررسی

شرایط	وضعیت	مقطع راهنمایی(٪)	دبیرستان(٪)
فعالیت ساختمانی در اطراف مدرسه	وجود دارد	۶۰	۵۰
	وجود ندارد	۴۰	۵۰
باز یا بسته بودن پنجره کلاس	باز	۳۰	۷۰
	بسته	۷۰	۳۰
نوع وسیله سرمایش کلاس	کولر	۷۰	۷۰
	چیلر	۱۰	۰
	پنکه	۲۰	۳۰
نوع وسیله گرمایش کلاس	بخاری	۵۰	۱۰
	شوفاژ	۵۰	۹۰
نوع تخته کلاس	گچی	۳۰	۴۰
	وایت بردی	۷۰	۶۰

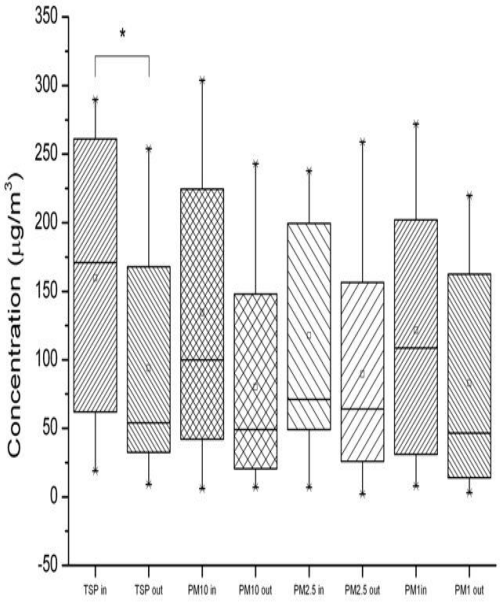
طبق یافته‌ها، به طور متوسط در اطراف ۵۵٪ مدارس فعالیت ساختمانی و ساخت و ساز انجام می گیرد و ۵۰٪ پنجره‌ها باز است. وسیله سرمایش کلاس‌ها ۷۰٪ کولر، ۵ ٪ چیلر، ۲۵ ٪ پنکه سقفی و وسیله گرمایش آنها ۳۰٪ بخاری، ۷۰٪ شوفاژ می‌باشد. نوع تخته کلاس‌ها ۳۵٪ گچی، ۶۵٪ وایت برد است. مناطق کم ترافیک با میانگین(۲/۰۶±۲۹/۵۰) بیشترین و مناطق پر ترافیک با میانگین(۱/۵۰±۲۵) کمترین تعداد دانش آموز را دارا می‌باشند. بین تعداد دانش آموزان و مناطق مختلف ارتباط معنی‌داری وجود ندارد(P>۰/۰۵). همچنین فعالیت‌های ساختمانی و ساخت و ساز بیشترین فراوانی را در اطراف مدارس مناطق صنعتی و کم ترافیک(۷۵٪) و کمترین فراوانی را در حاشیه شهر(۲۵٪) داشت.

بررسی مقادیر غلظت ذرات معلق بدست آمده با آزمون Shapiro-Wilkins نشان داد که در تمام موارد، توزیع غلظت ذرات، از توزیع نرمال متفاوت می‌باشد. بنابراین از آزمون‌های ناپارامتریک آماری جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده گردد. نتایج نشان داد که میانه غلظت ذرات معلق کل در هوای بیرون مدارس از هوای داخل کلاس‌ها، کمتر می‌باشد(P=۰/۰۲۱، U=۱۱۴/۵).

هر چند غلظت ذرات PM۱۰، PM۲.۵ و PM۱ در هوای بیرون و داخل کلاس‌ها، با هم تفاوت معنی‌داری ندارد. شکل۱ نتایج این مقایسه‌ها را نشان داده است.

نتایج نشان داد که متوسط غلظت ذرات در هوای داخل کلاس‌ها در مقطع دبیرستان بیشتر از مقطع راهنمایی می‌باشد. بر این اساس تاثیر تعداد دانش آموزان در کلاس‌های مقاطع تحصیلی مختلف بر روی غلظت آلودگی نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج، حاکی از آن بود که با افزایش تعداد دانش

آموزان در کلاس‌ها، غلظت ذرات PM۱۰، PM۲.۵ و PM۱ افزایش می‌یابد. برای بررسی بیشتر، تاثیر نوع تخته سیاه بر روی بار آلودگی نیز مورد بررسی قرار گرفت. از بین ۲۰ مدرسه مورد بررسی، ۷ مدرسه از تخته گچی و ۱۳ مدرسه از تخته وایت بردی استفاده می کردند که میانگین غلظت ذرات با نوع تخته نیز سنجیده شد. نتایج نشان داد غلظت ذرات در کلاس‌هایی که از تخته گچی استفاده می‌کردند بیش از کلاس‌های با تخته وایت بردی است.



شکل۱: مقایسه کلی مقادیر غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه در هوای داخل و بیرون مدارس(*: تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۰/۰۵)

آزمون همبستگی نشان داد که بین متوسط غلظت ذرات در محیط داخل و آزاد و همچنین بین متوسط رطوبت و غلظت ذرات در هوای داخل ارتباط معنی‌داری وجود دارد(P<۰/۰۵)؛ ولی بین میانگین درجه حرارت و غلظت ذرات ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد(P>۰/۰۵).

بین رطوبت در محیط داخل و بیرون(P<۰/۰۰۴) و دما در محیط داخل و بیرون(P<۰/۰۰) نیز ارتباط معنی‌داری وجود دارد. هر چند نتایج نشان داد که بین رطوبت و غلظت ذرات(PM۱۰، PM۲.۵ و PM۱) در محیط داخل رابطه معکوس و معنی‌داری وجود دارد(جدول۲).

تاثیر وضعیت پنجره‌ها بر روی میزان غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه در داخل کلاس‌ها، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد میانگین مشاهده شده در غلظت ذرات، در حالت پنجره باز از حالت پنجره بسته، بیشتر است. برای بررسی تاثیر منطقه قرار گیری مدرسه بر روی بار آلودگی داخل کلاس‌ها، شاخص نسبت بار آلودگی داخلی به خارجی(I/O) برای تمام مناطق مورد مطالعه محاسبه گردید.

جدول ۳ نسبت غلظت غبارات در هوای داخل به بیرون را برای مناطق مختلف شهر، نشان داده است. این نسبت، در حاشیه شهر بیشترین مقدار و در منطقه با ترافیک مستمر کمترین مقدار را دارا می‌باشد. همچنین، این نسبت بطور متوسط در مناطق مختلف(بجز مناطق با ترافیک مستمر) بالاتر از یک است که حاکی از بالا بودن سطح آلودگی در هوای داخل نسبت به هوای بیرون می‌باشد. بین نسبت I/O و مناطق مختلف شهری برای PM۱۰ با(P=۰/۰۵۹، P=۰/۸۶۳)، PM۲.۵ با(P=۰/۰۵۹، P=۰/۸۶۳) و PM۱ با(P=۰/۰۵۹، P=۰/۸۶۳) تفاوت وجود دارد ولی این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نیست(P>۰/۰۵).

جدول ۲: نسبت I/O برای مقادیر مینیمم، ماکزیمم و میانگین PM۱۰، PM۲.۵ و PM۱ بر حسب $\mu g/m^3$ درمدارس مناطق مختلف شهریزد

شاخص	I/O								
محل قرارگیری	PM۱۰			PM۲.۵			PM۱		
مدارس	کمترین	بیشترین	میانگین	کمترین	بیشترین	میانگین	کمترین	بیشترین	میانگین
صنعتی	۳	۱/۶	۱/۵۳	۰/۵۲	۱/۳۵	۱/۲۱	۰/۴	۱/۴۱	۱/۲۵
ترافیک مستمر	۰/۱۹۳	۱/۲۷	۰/۹۳	۱/۴۲	۱/۱۰	۱/۱۵	۰/۴۴	۱/۰۶۵	۰/۹۷
ترافیک زیاد	۲	۰/۹۵	۱/۶۵	۱/۷۳	۰/۹۱	۱/۰۷	۴/۷	۱/۰۲	۱/۳۸
ترافیک کم	۴/۱۸	۱/۷۰	۲/۳۶	۴/۳۸	۰/۹۱	۱/۵۴	۴/۹۰	۱/۲۳	۲/۸۱
حاشیه شهر	۴/۱۴	۳/۰۵	۳/۵۲	۳/۵	۳/۵۳	۴/۰۷	۸/۶	۲/۶	۲/۶۵

جدول ۳: میانگین و ارتباط غلظت ذرات و پارامترهای محیطی(دما و رطوبت) در هوای داخل و آزاد مدارس راهنمایی و دبیرستان

محل نمونه برداری	مدارس راهنمایی		مدارس دبیرستان		ارتباط بین پارامترها در محیط داخل و آزاد	ارتباط بین رطوبت و پارامترها در محیط داخل	ارتباط بین دما و پارامترها در محیط داخل
	میانگین و انحراف معیار		میانگین و انحراف معیار				
پارامتر	داخل کلاس	محیط آزاد	داخل کلاس	محیط آزاد			
۱۰PM ($\mu g/m^3$)	M = ۱۱۸ SD= ۱۰۵/۶۱	M = ۷۲ SD= ۷۶/۸۰	M=۱۵۰ /۸ SD=۹۹/۱۴	M= ۸۷ SD=۷۳/۶۵	r= ۰/۸۲۹ p= ۰/۰۰	r= -۰/ ۵۶۰ p= ۰/۰۱۰	r= -۰/۲۷۲ p= /۲۴۵
۲.۵PM ($\mu g/m^3$)	M = ۱۰۷/۱۰ SD= ۸۵/۷۱	M= ۸۲ SD= ۷۸/۸۲	M=۱۲۸/۱۰ SD=۸۶/۲۰	M =۹۶/۹ SD=۷۷/۶۶	r= ۰/۸۳۳ p= ۰/۰۰	r=-۰/۵۷۳ p= ۰/۰۰۸	r= -/۲۴۲ p= ۰/۳۰۲
۱PM ($\mu g/m^3$)	M= ۱۱۲/۱۰ SD= ۹۷ /۸۷	M= ۷۰ /۷۰ SD= ۷۳/۸۹	M= ۱۳۱ SD=۸۴/۲۱	M= ۹۵ SD=۸۰/۳۶	r= ۰/۸۰۸ p= ۰/۰۰	r=-۰/۵۲۵ p= ۰/۰۱۸	r= -۰/۳۳۱ p= ۰/۱۵۵
درجه حرارت	M= ۲۱ /۷۳ SD= ۲ /۳۷	M=۲۱ /۰۵ SD= ۵/۹۱	M=۲۲ /۵۳ SD= ۳/۶۶	M=۲۰/۱۸ SD= ۶/۰۴	r=۰/۷۸۹ p= ۰/۰۰	r= -۰/۰۳۹ p= /۸۷۲	۱
رطوبت	M= ۵۹ /۴۰ SD= ۱۵ /۷۱	M= ۴۰/۸۲ SD= ۱۷/۱۴	M= ۵۶/۸۴ SD=۱۶/۸۴	M=۴۹/۳۳ SD=۱۶/۸۶	r= /۶۱۹ p= ۰/۰۰۴	۱	r= -۰/۰۳۹ p=۰ /۸۷۲

بین متوسط غلظت ذرات در محیط داخل کلاس‌ها و مناطق مختلف، اختلاف معنی‌داری وجود دارد(P<۰/۰۵) و مناطق با ترافیک کم و صنعتی بیشترین میانگین غلظت ذرات در داخل کلاس و مناطق حاشیه شهر، کمترین غلظت ذرات داخلی را دارا می‌باشند. بین متوسط غلظت ذرات در محیط آزاد و مناطق مختلف اختلاف وجود داشت ولی این اختلاف ازنظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد(P>۰/۰۵) و بیشترین غلظت ذرات در مناطق صنعتی و کمترین مقدار آن در مناطق حاشیه شهر می‌باشد، همچنین متوسط شاخص I/O در مدارس راهنمایی و دبیرستان برایPM۱۰، PM۲.۵ و PM۱ به ترتیب ۱/۳۱،۱/۶۸ و ۱/۴۶ می‌باشد، که در هر سه غلظت بالاتر از یک می‌باشد.

جدول شماره ۳ نشان دهنده میانگین غلظت ذرات و درجه حرارت و رطوبت در هوای داخل کلاس و بیرون مدارس راهنمایی و دبیرستان و وجود همبستگی بین غلظت ذرات، درجه حرارات و رطوبت در محیط داخل و بیرون مدارس راهنمایی و دبیرستان و همچنین همبستگی بین رطوبت و غلظت ذرات در هوای داخل کلاس می‌باشد(P>۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد مدارس مورد بررسی در این پژوهش از بهسازی مناسبی برخوردار بودند. متوسط غلظت ذرات در هوای داخل کلاس در کلیه مدارس راهنمایی و دبیرستان از متوسط غلظت آن در هوای آزاد، بیشتر است که با مطالعه Lee و همکارش که در مدارس هنگ کنگ انجام دادند و سطح غلظت ذرات در محیط داخل کلاس را بالاتر از محیط بیرون نشان دادند، مطابقت داشت(۲۴).در این مطالعه و طبق آنالیزهای آماری انجام شده از عوامل عمده افزایش غلظت ذرات در محیط داخل، نسبت به محیط بیرون می‌توان به نداشتن سیستم تهویه، مجهز نبودن پنجره‌ها به توری، استفاده از تخته‌های گچی و همچنین بالا بودن تعداد دانش آموزان در کلاس، اشاره کرد. مطالعه Habil و همکارانش نیز نظافت، تهویه ضعیف و شلوغی کلاس‌ها را از عوامل موثر در کیفیت ضعیف هوای کلاس‌ها بر شمرده اند(۲۱).

به طور مثال در این پژوهش متوسط غلظت ذرات در هوای داخل کلاس‌ها در مقطع دبیرستان بیشتر از مقطع راهنمایی مشاهده گردید که علت آن را می‌توان باز بودن درصد بیشتری از پنجره‌ها در این مدارس دانست.

در این پژوهش بین متوسط غلظت ذرات هوای داخل و هوای آزاد ارتباط معنی‌داری مشاهده شد که با مطالعه Zafirah و همکارانش در مدارس ابتدایی مالزی، Habil و همکارش در مدارس هند و رضایی و همکارانش در بیمارستان طبی کودکان مطابقت دارد(۲۱،۲۳،۲۵).

به طور کلی و با توجه به یافته‌های این پژوهش و سایر موارد ذکر شده می‌توان گفت غلظت ذرات معلق موجود در محیط داخل به طور مستقیم متناسب با غلظت آلاینده در هوای بیرون می‌باشد.

بین رطوبت در هوای داخل و آزاد ارتباط معنی‌داری وجود دارد و همچنین بین رطوبت و غلظت ذرات در هوای داخل ارتباط معنی‌دار از نوع معکوس وجود دارد(P<۰/۰۵) که با مطالعه Fromme و همکارانش در مدارس آلمان که نشان دادند در طول زمستان غلظت ذرات در ارتباط معکوس با شدت رطوبت بود، مطابقت داشت(۲۶).

میانگین غلظت PM۱۰ و PM۲.۵ در تمام مدارس نمونه برداری شده با استاندارد WHO و USEPA مقایسه شد و در تمام نقاط، اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. میانگین غلظت PM۱۰ در هوای داخل کلاس‌ها بطور معنی‌داری بیش از مقدار استاندارد WHO(۵۰ میکروگرم بر متر مکعب) بود(P<۰/۰۰۱). با این وجود PM۱۰ در هوای خارج،۷۰ واحد کمتر از مقدار استاندارد بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود(P<۰/۰۰۱) با مطالعه Lee و همکارانش که غلظت ذرات را بالاتر از حد استاندارد نشان دادند، مطابقت داشت.

مطالعه حاضر نشان داد که وضعیت کیفی هوای داخل و خارج مدارس با استفاده از AOI calculator برای PM۱۰ در محدوده متوسط و برای PM۲.۵ در محدوده ناسالم می‌باشد که بنا بر استاندارد افراد مبتلا به مشکلات تنفسی یا بیماری قلبی، افراد مسن و کودکان گروه بیشتر در معرض خطر است.

حداکثر و حداقل نسبت I/O برای PM۱۰ به ترتیب ۰/۸۵ و ۱/۲۵ بود. نسبت I/O در تمام مدارس مورد مطالعه برای مقادیر بیشترین و کمترین و میانگین بالاتر از یک دریافت شد، به جز در کمینه PM۱۰ و بیشینه PM۲.۵ که به ترتیب برابر۰/۸۵ و ۰/۹۱ می‌باشد. میانگین نسبت I/O برای مناطق مختلف نیز بالاتر از یک بود. مطالعهRezaei و همکاران در بیمارستان کودکان تهران نسبت I/O برای PM۱۰ و PM۲.۵ به ترتیب ۰/۸۹۶ و ۱/۰۱ را به دست آوردند(۲). این نسبت برایPM۱۰ در مطالعه wang و همکاران در چین میزان ۰/۳۳ را نشان داد(۲۳،۲۷).

مطالعه دهقانی و همکاران نسبت I/O برای PM۱۰ و PM۲.۵ در هوای داخل بخش‌های مختلف بیمارستان را به ترتیب ۱/۴۱ و ۰/۶۱ نشان داد(۲۲). بالاتر بودن این نسبت از یک در این مطالعه نشان دهنده پایین بودن میزان تهویه، تبادل هوا، وجود تخته‌های گچی و عدم وجود توری در پنجره‌ها و تعداد دانش آموز در شرایط مذکور است. علاوه بر این بالاتر بودن این نسبت برای مناطق حاشیه شهر را می‌توان به وجود کوره‌های آجرپزی در این مناطق و بافت تاریخی نسبت داد، ولی بالا بودن نسبت I/O در مناطق با ترافیک کم قابل توجه می‌باشد که با توجه به اینکه مدارس در این مناطق عمدتا در مکانی قرار داشند که در اطراف آنها فعالیت‌های ساختمانی و ساخت و ساز وجود دارد و همچنین تعداد دانش آموزان در کلاس‌های درس مناطق کم ترافیک نسبت به سایر مناطق بالاتر بود، بنابراین می‌تواند از دلایل یالا بودن این نسبت در این مناطق نسبت به سایر مناطق باشد. که با مطالعه ای کهZafirah و همکارانش در مدارس ابتدایی مالزی انجام و فعالیت‌های انسانی اطراف مدرسه را از عوامل مهم در غلظت‌های داخلی آلاینده‌ها در مدارس ابتدایی نشان دادند، مطابقت داشت(۲۵).

با توجه به داده‌های بدست آمده از این تحقیق، می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که ارتباط معنی‌داری بین غلظت ذرات معلق در هوای خارج و هوای داخل مدارس وجود داشت و نشان دهنده نفوذ ذرات به داخل کلاس بود. همچنین با توجه به بالاتر بودن غلظت ذرات در داخل کلاس‌ها نسبت هوای آزاد می‌توان نبود سیستم

تهویه، استفاده از تخته‌های گچی، نداشتن توری برای پنجره‌ها، تعداد دانش آموزان در کلاس و ساخت و ساز اطراف مدارس را از عوامل موثر برشمرد. از این رو برای مدارس مختلف بهره گیری از سیستم‌های مناسب تهویه در کاهش میزان آلودگی هوای داخل کلاس موثر می‌باشد. هماهنگی با آموزش و پرورش برای حضور در مدارس واندازه گیری در کلاس درس در زمان حضور دانش آموزان ومعلمان در کلاس و اخلال در تمرکز آنها به دلیل ایجاد صدا توسط دستگاه‌های اندازه گیری از عمده ترین محدودیتهای مطالعه حاضر بود.

سپاسگزاری

از پشتیبانی‌های دانشکده بهداشت و همکاری صمیمانه آموزش و پرورش و مدارس شهر یزد کمال تشکر را داریم.

References

1- Changani F, Baniardalani M. Carbon Monoxide Concentration in Different Districts of Tehran. Iran J Pediatrics 2003;13(1).

2- Nadafi K, Rezaie S, Younesian M. Density of airorne bacteria in a childerens hospital in tehran. Iran J Health Environ 2009(2):75-80.

3- Spengler JD, McCarthy JF, Samet JM. Indoor air quality handbook: McGraw-Hill Professional; 2000.

4- Rezaei S, Naddafi K, Yonesian M, Jabbari H, Rezaei M. Relationship between indoor and o utdoor particle concentrations in hospital children in Tehran. National Conference on Environmental Health Beheshti University of Medical Sciences. 2009(12).

5- nadafi K, Ehrampoosh MH, Jafari V, Nabizade R, Younesian M. Evaloation Of total suspended particles and mix the ingredients in the central city of Yazd. J Med Sci Yazd. 2009; 4(16): 21-5.

6- Borrego C, Tchepel O, Costa AM, Martins H, Ferreira J, Miranda AI. Traffic-related particulate air pollution exposure in urban areas. Atmospheric Environ 2006; 40(37): 7205-14.

7- Gauderman WJ, Gilliland GF, Vora H, Avol E, Stram D, McConnell R, et al. Association between Air pollution and lung function growth in Southern California children results from a second cohort. Am J respiratory critic care med 2002; 166(1): 76-84.

8- Frischer T, Studnicka M, GARTNER C, Tauber E, Horak F, Veiter A, et al. Lung Function Growth and Ambient Ozone A Three-Year Population Study in School Children. Am J respiratory critic care med 1999; 160(2): 390-6.

9- Jedrychowski W, Flak E, Mróz E. The adverse effect of low levels of ambient air pollutants on lung function growth in preadolescent children. Environ health perspect 1999; 107(8): 669.

10- Collier L, Balows A, Sussman M. Topley & Wilson's Microbiology and Microbial Infections, vol. 4. Arnold, London, Sydney, Auckland, New York. 1998.

11- Weichenthal S, Dufresne A, Infante□Rivard C. Indoor ultrafine particles and childhood asthma: exploring a potential public health concern. Indoor air. 2006; 17(2): 81-91.

12- Zhang Y. Indoor air quality engineering: CRC press Baco Raton, FL; 2005.

13- Tringe SG, Zhang T, Liu X, Yu Y, Lee WH, Yap J, et al. The airborne metagenome in an indoor urban environment. PLoS One. 2008; 3(4):e1862.

14- Naddafi K, Mosavi G, Nazmara S. Feasibility study on the use of Ultra Violet Germicidal Irradiation(UVGI) system in inactivation of indoor air. Iran occupa health 2010; 7(3): 60-7.

15- Khalequzzaman M, Kamijima M, Sakai K, Chowdhury N, Hamajima N, Nakajima T. Indoor air pollution and its impact on children under five years old in Bangladesh. Indoor air 2007;17(4):297-304.

16- Hoboobati M. Evaluation of safety and health in schools and how to improve the city of Yazd. Journal of Medical Sciences and Health Services, Yazd. 2001(8): 89-93.

17- Daisey JM, Angell WJ, Apte MG. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. Indoor air. 2003;13(1): 53-64.

18- Perkins HC. Air pollution. Mc Grow-Hill. 1974.

19- Bluyssen PM dRS, Crump D,, Maupetit F WT, Gajdos P. A ctions to reduce the impact of construction products on indoor air. Indoor Built Environ. 2010(3): 327–39.

20- Levin H, editor. Design and construction of healthy and sustainable buildings. Proceedings of Healthy Buildings; 2000.

21- Habil M, Taneja A. Children's exposure to indoor particulate matter in naturally ventilated schools in India. Indoor Built Environ 2011; 20(4): 430-48.

22- Dehghani M, Saeedi Aboueshaghi A, Zamanian Z. A study of the relationship between indoor and outdoor particle concentrations in Hafez hospital in Shiraz. J Health Syst Res 2013(7): 1348-55.

23- Rezaei S, Naddafi K, Yonesian M, Jabbari H, Rezaei M. Relationship between indoor and o utdoor particle concentrations in hospital children in Tehran. National Conference on Environmental Health Beheshti University of Medical Sciences. 2010.

24- Lee S, Chang M. Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong. Chemosphere. 2000; 41(1): 109-13.

25- Sofian NZM, Ismail M. Indoor and Outdoor Relationships of Respirable Suspended Particulate Matter at Primary Schools in Kuala Terengganu, Malaysia. Indoor and Built Environment. 2012; 21(3): 423-31.

26- Fromme H, Twardella D, Dietrich S, Heitmann D, Schierl R, Liebl B, et al. Particulate matter in the indoor air of classrooms—exploratory results from Munich and surrounding area. Atmospher Environ 2007; 41(4): 854-66.

27- Wang X, Bi X, Chen D, Sheng G, Fu J. Hospital indoor respirable particles and carbonaceous composition. Build environ 2006; 41(8): 992-1000.

Evaluating Suspended Particles Concentration of the Inside and Outside Air of the Classroom and Its Influencing Factors in Middle schools and High Schools of Yazd

Ehrampoush MH (Ph.D) [1] ,Zaresakhvidi M.J (Ph.D) [2], Mehrparvar A.H (Ph.D)[3],Falahzade H (Ph.D)[4],Soltanian zade Z(M.Sc) [5] ,Jamshidi S(M.Sc) [6], Taherzade S(BS)[7]

1. Department of Environmental Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2.Department of Occupational Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

3.Department of Occupational Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

4. Department of Biostatistics,Research Center of Prevention and Epidemiology of non-Communicable disease, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

5. M.Sc Environmental science and Technology Research center, Department of Environmental Health Engineering Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

6.Corresponding author: Department of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

7.BS Student in Occupational Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Abstract

Introduction: Airborne pollution in such public environments as schools has adverse health effects on pupils and teachers who spend a noticeable amount of time in the school. Therefore, this study aimed to measure the suspended particles concentration of indoor and outdoor air of Yazd schools as well as to determine the influencing parameters on the pollution intensity.

Methods: This analytical cross-sectional study was conducted in 20 middle-schools and high schools of males and females in winter of 2013. The environmental aerosol monitoring device, (HAZ-DUST EPAM5000 model) was used to measure the concentration of PM_1, $PM_{2.5}$ and PM_{10}. The study data were analyzed via applying correlation, simple linear regression and means comparison tests. Moreover, the study results were compared with the standards of World health organization(WHO) and Environmental Health Organization(EPA).

Results: The mean concentration of PM_{10}, $PM_{2.5}$ and PM_1 in indoor class air was reported higher compared to the outdoor air. The indoor and outdoor air quality of schools in terms of Air Quality Index9 (AQI Calculator) indicated an average condition for PM10, and an unhealthy condition for $PM_{2.5}$ in regard with the vulnerable groups. A significant relationship was detected between indoor and outdoor air concentration particles ($P<0.05$). The mean indoor per outdoor air particles ratio (I/O) was 1.68, 1.31, 1.46 respectively for PM_{10}, $PM_{2.5}$, PM_1.

Conclusion: The study findings revealed a significant relationship between indoor and outdoor suspended particle concentration demonstrating the particles penetration into the classrooms. Therefore, utilizing appropriate air conditioner systems are regarded effective in order to mitigate indoor class pollution.

Keywords: Airborne particles; High schools; Indoor air; Middle schools; Outdoor air; Yazd