بررسی ارتباط بین غلظت ذرات معلق در هوای خارج و هوای داخل بیمارستان حافظ شیراز

منصوره دهقانی[۱]، اعظم سعیدی ابواسحاقی[۲]، زهرا زمانیان[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: در سال‌های اخیر غلظت ذرات معلق در هوا افزایش یافته است. این ذرات می‌توانند اثرات نامطلوبی بر سلامتی انسان بگذارند. مطالعه‌ها نشان دادند که کیفیت هوای داخل ساختمان متأثر از هوای بیرون است. از آن جایی که افراد قسمت قابل توجهی از وقت خود را در فضاهای بسته سپری می‌کنند و اندک مطالعه‌هایی در این زمینه موجود می‌باشد، هدف از این مطالعه اندازه‌گیری غلظت ذرات معلق در هوای خارج و هوای داخل بیمارستان حافظ و تعیین ارتباط بین آن‌ها بود.

روش‌ها: مطالعه مقطعی در بیمارستان آموزشی حافظ شیراز از مهر تا آذرماه ۱۳۹۰ انجام شد. نمونه‌برداری به صورت هفته‌ای دو بار از هوای داخل هر بخش بیمارستان و هوای خارج صورت گرفت. تعداد کل نمونه‌هایی که برای آنالیز جمع‌آوری شد، ۱۴۴ نمونه بود که شامل ۲۴ نمونه برای هر بخش و هوای خارج بود. نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه Aerosol mass monitor مدل GT-۳۳۱ ساخت SIBATA ژاپن برای اندازه‌گیری غلظت ذرات Particle matter less than ۱۰ micron ($PM_{۱۰}$) و Particle matter less than ۲/۵ micron ($PM_{۲/۵}$) انجام شد. برای مقایسه غلظت ذرات معلق در بخش‌های مختلف بیمارستان با ذرات معلق هوای خارج اطراف بیمارستان از آزمون آماری آنالیز One way ANOVA استفاده شد. سپس داده‌ها وارد نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ شد و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. سپس نتایج به دست آمده با غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق رهنمودهای Environmental Protection Agency (EPA) و World Health Organization (WHO) مقایسه شد.

یافته‌ها: وضعیت کیفی هوای داخل بخش‌های بیمارستان و خارج بیمارستان از لحاظ شاخص کیفیت هوا برای $PM_{۲/۵}$ خوب، برای $PM_{۱۰}$ هوای داخل به میزان ۹۵/۲ درصد خوب و هوای خارج در ۷۵ درصد شرایط ناسالم برای گروه‌های حساس را نشان داد. با استفاده از روش Pearson Correlation رابطه معنی‌داری برای $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ در هوای خارج و داخل تعدادی از بخش‌ها دیده شد ($P > ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: میانگین نسبت $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ هوای داخل بخش‌های بیمارستان به هوای خارج (I/O) به ترتیب ۱/۴۱ و ۰/۶۱ بود. ارتباط معنی‌داری که بین غلظت ذرات معلق در هوای خارج و داخل بیمارستان وجود داشت، نشان‌دهنده نفوذ این ذرات از هوای خارج به داخل بیمارستان بود. از این رو برای بیمارستان‌هایی که در مناطق پر تردد قرار گرفتند، بهره‌گیری از سیستم‌های مناسب تهویه در کاهش میزان آلودگی هوای داخل بیمارستان مؤثر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بیمارستان حافظ شیراز، ذرات معلق، هوای خارج، هوای داخل

ارجاع: دهقانی منصوره، سعیدی ابواسحاقی اعظم، زمانیان زهرا. **بررسی ارتباط بین غلظت ذرات معلق در هوای خارج و هوای داخل بیمارستان حافظ شیراز.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۱؛ ۸ (۷): ۱۳۵۵-۱۳۴۸.

۱- استادیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت وتغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران (نویسنده مسؤول)

Email: mandehghani@yahoo.com

۲- کارشناس، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت وتغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

۳- استادیار، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت وتغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز شیراز، ایران

مقدمه

آلاینده‌های مختلفی از طریق وسایل نقلیه موتوری، صنایع، منابع تجاری و خانگی در هوا تخلیه می‌شود که غلظت بسیاری از این آلاینده‌ها به خصوص ذرات معلق بالاتر از حد استاندارد می‌باشد. گستره اندازه انواع ذرات معلق بین ۰/۰۰۰۲ تا ۵۰۰ میکرومتر می‌باشد (۱). ذرات با قطر کمتر از ده میکرون (Particle matter less than ۱۰ micron یا $PM_{۱۰}$) و ذرات با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون (Particle matter less than ۲/۵ micron یا $PM_{۲/۵}$) می‌توانند به طور عمیقی به داخل شش‌ها نفوذ کنند و اثرات نامطلوبی را بر سلامتی مردم بگذارند (۲).

مطالعه‌ها ارتباط معنی‌داری بین بیماری‌های تنفسی و تماس با ذرات ریز در هوا را نشان دادند (۳). ذرات معلق می‌توانند محل مناسبی برای استقرار عوامل بیماری‌زا به ویژه باکتری‌ها شوند و بدین وسیله آلاینده‌های هوا به راحتی تا اعماق برونش‌های ریه نفوذ می‌کنند. شیوع بیماری‌های مرتبط در داخل ساختمان ادارات، مدارس و سایر مکان‌های عمومی در میان ساکنین این اماکن بسیار گزارش شده است. اگر چه توجه به کیفیت هوای داخل ساختمان به دلیل این که افراد زمان زیادی در محیط‌های داخل ساختمان سپری می‌کنند، بسیار با اهمیت می‌باشد، ولی مطالعه‌های اندکی در زمینه کیفیت هوای داخل ساختمان صورت گرفته است (۴). مطالعه‌های اپیدمیولوژیکی نشان دادند که مشکلات تنفسی ناشی از عفونت‌های بیمارستانی به شدت تحت تأثیر آئروسل‌های موجود در هوای بیمارستان هستند که می‌توانند به عنوان عاملی برای انتشار میکروارگانیزم‌ها باشند.

مطالعه Wilson و همکاران نشان داد که ارتباط معنی‌دار بین آلاینده‌های هوا و تعداد مراجعین به بیمارستان وجود دارد (۵). محققان در اتریش، فرانسه و سویس نشان دادند که بیش از ۶ درصد از مرگ‌ها، بیش از ۲۹۰۰۰۰ برونشیت مزمن در اطفال و بیش از نیم میلیون حملات آسم مرتبط به آلاینده‌های هوا است (۶). در مطالعه Zhong و همکاران ارتباط معنی‌داری بین تعداد مراجعه‌کنندگان اطفال به بیمارستان در اثر حملات آسم و با پارامترهایی نظیر میزان آلرژن، فصل، روز هفته، درجه حرارت، رطوبت، غلظت ازن و $PM_{۲/۵}$ وجود داشت (۷).

Fischer و همکاران در تحقیق خود غلظت آلاینده‌های هوای خارج و داخل را در نزدیکی خیابان‌های پر ترافیک و کم ترافیک در آمستردام اندازه‌گیری نمودند. نتایج آنان نشان داد که غلظت $PM_{۱۰}$، $PM_{۲/۵}$ و $NO_۲$ در هوای داخل خانه‌های مناطق پر ترافیک ۲۰-۱۵ درصد بیشتر از مناطق کم تردد است (۸). Matson ذرات را در محدوده ۰/۰۱ تا ۱ میکرون را در هوای داخل و خارج در مناطق شهری و روستایی کشورهای اسکاندیناوی اندازه‌گیری نمود. نتایج تحقیق وی نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین غلظت ذرات در هوای داخل و خارج وجود داشت. همچنین نسبت Indoor/Outdoor (I/O) در محدوده ۰/۸-۰/۵ بود که نشان‌دهنده تهویه مناسب در هوای داخل ساختمان بود (۹).

هدف از پژوهشی که Gemenetzis و همکاران انجام دادند، تعیین نسبت غلظت جرمی $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ در کلاس‌های درس، آزمایشگاه‌ها و مکان‌های مختلف در یکی از دانشگاه‌های یونان بود. این نسبت در مکان‌هایی که در آن کشیدن سیگار ممنوع اعلام شده بود، کمتر از مکان‌های آزاد برای کشیدن سیگار بود (۱۰). Wang و همکاران غلظت $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ را در محیط داخل و خارج چهار بیمارستان گوانگژو چین در طی تابستان اندازه‌گیری نمودند. مطالعه آنان نشان داد که میزان $PM_{۲/۵}$ در داخل بیمارستان از استاندارد United states environmental protection agency (USEPA) بیشتر بود. همچنین بین $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ داخل و خارج بیمارستان ارتباط معنی‌دار دیده شد (۱۱).

در پژوهش Fromme و همکاران در مدارس شهر مونیخ و حومه نشان داد که غلظت $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ در هوای داخل کلاس‌های درس در تابستان کمتر از زمستان است، ولی این رابطه در زمستان از رابطه مستقیمی پیروی کرده است (۱۲). Hoek و همکاران رابطه تعداد و غلظت جرمی ذرات را در هوای داخل و خارج در چهار کشور اروپایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که ارتباط و همبستگی تعداد ذرات کمتر از ارتباط غلظت جرمی ذرات موجود در هوای داخل به

www.mui.ac.ir

خارج می‌باشد (۱۳).

Chen و Zhao برای ارزیابی ارتباط ذرات در هوای خارج و داخل از نسبت I/O و فاکتور نفوذ (Penetration rate) استفاده نمودند. مقایسه دو روش نشان داد که هر دو روش توانایی نشان دادن ارتباط و همبستگی ذرات در هوای خارج و داخل را داشتند. با این وجود استفاده از روش فاکتور نفوذ روشی دقیق‌تر برای تخمین میزان نفوذ ذرات از طریق شکاف و منافذ به هوای داخل می‌باشد (۱۴). همچنین Franck و همکاران در مطالعه خود نشان دادند که میزان ابتلا به بیماری‌های تنفسی در کودکان ارتباط مستقیمی با تعداد ذرات موجود در هوای داخل اتاق آنان داشت. نتایج آنان نشان داد که ذرات با قطر کمتر از یک میکرون، بیشترین تأثیر در ابتلا به بیماری‌های تنفسی کودکان را داشت (۱۵).

همان طوری که مطالعه‌های اپیدمیولوژیکی مشخص نمودند، ذرات معلق در هوای خارج می‌توانند اثرات مخربی بر سلامتی انسان بگذارند. ذرات موجود در هوای خارج مهم‌ترین عامل افزایش ذرات در داخل محیط‌های بسته می‌باشند و افراد بیش از ۹۰-۸۵ درصد از وقت خود را در داخل فضاهای بسته می‌گذراند. بنابراین یافتن ارتباط بین ذرات معلق در هوای خارج و داخل بسیار با اهمیت می‌باشد. وضعیت بحرانی آلودگی هوای شیراز به خصوص از لحاظ ذرات معلق موجود در هوا که به عنوان عمده‌ترین آلودگی در این شهر می‌باشد، بر کسی پوشیده نیست.کیفیت هوای داخل بیمارستان نیز بر سلامت بیماران بسیار حایز اهمیت می‌باشد. از این رو در این تحقیق ارتباط غلظت ذرات $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ در هوای خارج با هوای داخل بیمارستان حافظ شیراز در طول مدت زمان نمونه‌برداری تعیین گردید.

روش‌ها

این مطالعه مقطعی در بیمارستان آموزشی حافظ شیراز از مهر تا آذرماه ۱۳۹۰ انجام شد. نمونه‌برداری به صورت هفته‌ای دو بار برای هر بخش صورت گرفت. انتخاب بیمارستان حافظ به عنوان ایستگاه نمونه‌برداری به دلیل استقرار آن در منطقه‌ای پر ترافیک با تراکم بالای رفت و آمد شهری بود. نقاط نمونه‌برداری در داخل بیمارستان شامل بخش جراحی، بخش زایمان، بخش اعصاب و روان، بخش زنان ۱ و بخش زنان ۲ بود. ملاک انتخاب این محل‌ها برای نمونه‌برداری اهمیت و حساسیت بالای بخش‌های مذکور و از طریق مشاوره با مسؤولین بیمارستان و کارشناس بهداشت محیط صورت گرفت.

تهویه اتاق‌های بیمارستان در طول دوره نمونه‌برداری به صورت طبیعی صورت می‌گرفت. در این مطالعه تعداد کل نمونه‌هایی که برای آنالیز جمع‌آوری شد، ۱۴۴ نمونه بود که برای هر بخش شامل ۲۴ نمونه بود. نمونه‌برداری به وسیله دستگاه Aerosol mass monitor مدل ۳۳۱ ساخت SIBATA ژاپن انجام شد. برای اندازه‌گیری دستگاه ۱/۳ متر بالاتر از سطح زمین در ناحیه تنفسی بیمار قرار داده شد. دستگاه پس از نمونه‌برداری از هوا به طور خودکار غلظت ذرات $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ را نشان می‌داد.

برای بررسی ارتباط بین غلظت ذرات معلق در هوای داخل بیمارستان و هوای خارج آن، غلظت ذرات معلق در هوای خارج نیز در همان زمان نیز اندازه‌گیری گردید. محل نمونه‌برداری در هوای خارج، پشت بام بیمارستان بود. محل نمونه‌برداری در هوای خارج با توجه به معیارهای آژانس حفاظت محیط زیست امریکا به صورت بیش از ۲۰ متر فاصله از خیابان، درخت و منابع تولید آلودگی مانند دودکش و ۱۵ متر فاصله از زمین در پشت بام بیمارستان تعیین گردید. بنابراین با مقایسه غلظت ذرات معلق در داخل و خارج بیمارستان، نفوذ ذرات از هوای خارج به داخل بیمارستان بررسی شد.

سپس داده‌های به دست آمده با غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق با رهنمودهای Environmental protection agency (EPA) و World health organization (WHO) مقایسه گردید. برای مقایسه غلظت ذرات معلق در بخش‌های مختلف بیمارستان با ذرات معلق هوای خارج بیمارستان از آزمون آماری آنالیز One Way ANOVA استفاده شد. داده‌ها وارد نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ (version 11.5, SPSS Inc., Chicago, IL) شد و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت ($P < ۰/۰۵$).

www.mui.ac.ir

یافته‌ها

مقایسه میانگین غلظت ذرات معلق در هوای بخش‌های مختلف بیمارستان و هوای خارج در جدول ۱ آورده شده است. میانگین ۲۴ ساعته غلظت $PM_{۱۰}$، $PM_{۲/۵}$ و Total suspended particle (TSP) در بخش زنان ۲ به ترتیب برابر ۳۶/۰۸۷۵، ۴/۱۱۲۵ و ۵۲/۶ میکروگرم بر لیتر بود. این نتایج نشان دادند که این غلظت‌ها در بخش زنان ۲ نسبت به سایر بخش‌ها بالاتر است. مقایسه غلظت میانگین $PM_{۱۰}$، $PM_{۲/۵}$ و TSP برای بخش‌های مختلف را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود.

بخش زنان ۲ > بخش زنان ۱ > بخش اعصاب و روان > بخش زایمان > بخش جراحی

حداکثر و حداقل میانگین ۲۴ ساعته غلظت $PM_{۱۰}$ در بخش‌های مختلف بیمارستان به ترتیب ۳۶/۰۸۷۵ و ۵/۰۱۲۵ میکروگرم بر لیتر بود. شاخص کیفیت هوا (Indoor air quality) با استفاده از نرم‌افزار Air quality index calculator محاسبه شد. نتایج شاخص کیفی هوای داخل بیمارستان در ۹۵/۲ درصد بخش‌های مختلف مقادیر کمتر از ۵۰ را نشان داد. وضعیت کیفی هوای داخل برای $PM_{۱۰}$ خوب برآورد شد و فقط در ۴/۸ درصد نمونه‌های برداشت شده در دو بخش زنان ۱ و بخش زنان ۲ مقادیر بیشتر از ۵۰ را نشان داد. وضعیت کیفی هوای داخل برای $PM_{۱۰}$ در این بخش‌ها متوسط ارزیابی شد. با این وجود وضعیت کیفی برای خارج بیمارستان برای $PM_{۱۰}$ در ۷۵ درصد شرایط ناسالم برای گروه‌های حساس را نشان داد و فقط در ۸/۳۳ درصد نمونه‌های برداشت شده شرایط خوب بود.

حداکثر و حداقل میانگین ۲۴ ساعته غلظت $PM_{۲/۵}$ در هوای داخل بیمارستان به ترتیب ۴/۱۱۲۵ و ۱/۷۲۹۲ میکروگرم بر لیتر بود. نتایج نشان داد که شاخص کیفی هوا در ۱۰۰ درصد موارد نمونه‌های برداشت شده در تمام مکان‌های مورد مطالعه داخل و خارج بیمارستان مقادیر کمتر از ۵۰ داشت. وضعیت کیفی هوای داخل و خارج از بیمارستان از لحاظ $PM_{۲/۵}$ خوب برآورد گردید.

برای سنجش ارتباط بین ذرات معلق در هوای خارج و هوای داخل بخش‌های بیمارستان از همبستگی Pearson استفاده شد. بر این اساس رابطه معنی‌داری برای $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ در هوای خارج و هوای داخل بخش زنان ۱ بیمارستان حافظ به دست آمد ($P > ۰/۰۵$) که نشان‌دهنده منبع انتشار یکسان ذرات $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ در داخل و خارج بیمارستان بود. اگر چه رابطه $PM_{۲/۵}$ در هوای خارج با $PM_{۲/۵}$ بخش جراحی و بخش زنان ۲ رابطه معنی‌داری را نشان داد ($P > ۰/۰۵$)، ولی ارتباط بین $PM_{۱۰}$ در هوای خارج و هوای داخل بخش زنان ۲ رابطه معکوس معنی‌داری را نشان داد. همچنین بین $PM_{۱۰}$ هوای خارج و $PM_{۱۰}$ هوای بخش جراحی رابطه معکوس معنی‌داری وجود داشت ($P > ۰/۰۰۱$).

مقایسه میانگین غلظت ذرات در هوای ۲۴ ساعته در بخش‌های مختلف بیمارستان با استفاده از آزمون One sample t با مقادیر استاندارد WHO و USEPA انجام شد.

جدول ۱: میانگین غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق در هوای بخش‌های مختلف بیمارستان و هوای خارج از بیمارستان

محل نمونه‌برداری	میانگین غلظت $PM_{۱۰}$ (µg/m3)	میانگین غلظت $PM_{۲/۵}$ (µg/m3)	میانگین غلظت TSP (µg/m^3)
بخش زنان ۱	۲۹/۰۰۰۰	۳/۹۲۰۸	۴۰/۸۳۷۵
بخش زنان ۲	۳۶/۰۸۷۵	۴/۱۱۲۵	۵۲/۶۰۰۰
بخش اعصاب و روان	۲۸/۹۰۴۲	۳/۵۷۵۰	۳۹/۱۶۶۷
بخش زایمان	۲۴/۴۸۷۵	۳/۱۴۵۸	۳۳/۸۲۵۰
بخش جراحی	۵/۰۱۲۵	۱/۷۲۹۲	۶/۷۲۵۰
هوای خارج بیمارستان	۹۴/۱۸۷۵	۸/۵۱۲۵	۱۲۸/۴۷۰۸

$PM_{۱۰}$: Particle matter less than ۱۰micron; $PM_{۲/۵}$: Particle matter less than ۲/۵ micron; TSP: Total suspended particle

www.mui.ac.ir

جدول ۲: مقادیر $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ در محل‌های نمونه‌برداری در قسمت‌های مختلف بیمارستان

محل نمونه‌برداری	میانگین غلظت $PM_{۱۰}$* (µg/m³)	انحراف معیار $PM_{۱۰}$	میانگین غلظت $PM_{۲/۵}$** (µg/m³)	انحراف معیار $PM_{۲/۵}$
بخش زنان ۱	۲۹/۰۰۰۰	۱۰/۵۱۲۶۸	۳/۹۲۰۸	۱/۳۸۹۷۱
بخش زنان ۲	۳۶/۰۸۷۵	۱۳/۱۴۹۴۹	۴/۱۱۲۵	۰/۸۲۴۷
بخش اعصاب و روان	۲۸/۹۰۴۲	۱۰/۴۵۸۴۲	۳/۵۷۵۰	۰/۸۷۴۲۶
بخش زایمان	۲۴/۴۸۷۵	۸/۴۷۱۱۵	۳/۱۴۵۸	۰/۶۰۳۷۹
بخش جراحی	۵/۰۱۲۵	۴/۹۹۱۷۶	۱/۷۲۹۲	۰/۶۲۷۹۶
هوای خارج بیمارستان	۹۴/۱۸۷۵	۲۹/۶۱۴۸۱	۸/۵۱۲۵	۲/۷۸۵۴۱

$PM_{۱۰}$.: Particle matter less than ۱۰micron; $PM_{۲/۵}$: Particle matter less than ۲/۵ micron

نتایج نشان داد که میانگین $PM_{۱۰}$. در هوای کلیه بخش‌های بیمارستان به طور معنی‌داری کمتر از مقدار استاندارد ۲۴ ساعته WHO (۵۰ میکروگرم بر متر مکعب) بود (P > ۰/۰۰۱). با این وجود $PM_{۱۰}$. هوای خارج ۴۴ واحد بالاتر از مقدار استاندارد بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود (P > ۰/۰۰۱). مقایسه غلظت‌های $PM_{۱۰}$. با استاندارد ۲۴ ساعته USEPA (۱۵۰ میکروگرم بر متر مکعب) نشان داد که کلیه مقادیر اندازه‌گیری شده در هوای بخش‌های مختلف بیمارستان و هوای خارج به طور معنی‌داری کمتر از مقدار استاندارد بودند (P > ۰/۰۰۱) (جدول ۲). میانگین غلظت $PM_{۲/۵}$ در تمام مکان‌های نمونه‌برداری شده با مقدار استاندارد ۲۴ ساعته WHO و USEPA که به ترتیب ۲۵ و ۳۵ میکروگرم بر متر مکعب بود، مقایسه شد (جدول ۲) و کلیه نقاط با استاندارد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (P > ۰/۰۰۱).

بحث

میزان آلودگی در بخش‌های مختلف بیمارستان یکسان نبود و تابع فاکتورهایی نظیر تعداد تخت، نوع بیماران بستری شده، تعداد پرسنل و میزان تهویه بود. تهویه بخش‌های بستری به صورت طبیعی و با صلاحدید بیماران و پرسنل بود. به دلیل قرار گرفتن بیمارستان در کنار خیابان پر ترافیک و با تردد بالا و بالا بودن میزان آلودگی صوتی، کمتر مبادرت به باز کردن در و پنجره‌ها می‌شد. همان طوری که پیشتر اشاره شد، بیشترین میزان آلودگی از نظر $PM_{۱۰}$. و $PM_{۲/۵}$ مربوط به بخش زنان ۲ بود. تعداد تخت بیشتر، طولانی‌تر بودن زمان بستری و تردد بیشتر همراهان بیمار از عوامل اصلی بالا بودن میزان آلودگی در این بخش نسبت به سایر بخش‌ها بود. کمترین میزان آلودگی از نظر $PM_{۱۰}$. و $PM_{۲/۵}$ مربوط به بخش زایمان و بخش جراحی بود و نشانگر مناسب و کافی بودن میزان تهویه در بخش‌های مربوطه بود.

اگر چه مطالعه حاضر نشان داد که وضعیت کیفی هوای داخل و خارج از بیمارستان از لحاظ شاخص کیفیت هوا برای $PM_{۲/۵}$ خوب بود، ولی این شاخص برای $PM_{۱۰}$. به میزان ۹۵/۲ درصد شرایط خوب را نشان داد و در دو بخش زنان ۱ و ۲ وضعیت کیفی هوای داخل متوسط ارزیابی شد.

میانگین نسبت هوای داخل بیمارستان به هوای خارج I/O در جدول ۳ خلاصه شده است. حداکثر و حداقل نسبت I/O برای $PM_{۱۰}$. ۵/۵۹۵ و ۰/۰۵۳ بود که به ترتیب مربوط به بخش زنان ۲ و بخش جراحی بود. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود، نسبت I/O در تمام بخش‌های مورد مطالعه برای مقادیر ماکزیمم و میانگین $PM_{۱۰}$. و $PM_{۲/۵}$ از یک کمتر بود. با این حال این نسبت برای مقادیر مینیمم $PM_{۱۰}$. و $PM_{۲/۵}$ اندازه‌گیری شده اعداد بیشتر از یک را نشان داد. میانگین نسبت I/O برای $PM_{۱۰}$. و $PM_{۲/۵}$ هوای داخل بخش‌های مختلف بیمارستان به ترتیب ۱/۴۱ و ۰/۶۱ بود. مطالعه رضایی و همکاران در بیمارستان کودکان تهران نسبت I/O برای $PM_{۱۰}$. و $PM_{۲/۵}$ به ترتیب ۰/۸۹۶ و ۱/۰۱ را به دست آوردند (۲). این نسبت برای $PM_{۱۰}$. در مطالعه Wang و همکاران در چین میزان ۰/۳۳ را نشان داد (۱۱). بالاتر بودن این نسبت از یک در

جدول ۳: نسبت I/O برای مقادیر مینیمم، ماکزیمم و میانگین $PM_{۱۰}$ و $PM_{۲/۵}$ در بخش‌های مختلف بیمارستان حافظ

محل نمونه‌برداری	شاخص آماری	I/O	
		$PM_{۱۰}$*	$PM_{۲/۵}$**
بخش زنان ۱	مینیمم	۴/۱۶۷	۱/۲۸۶۰
	ماکزیمم	۰/۳۴۷۴	۰/۶۰۳۰
	میانگین	۰/۳۰۷۸	۰/۴۶۰۶
بخش زنان ۲	مینیمم	۵/۵۹۵	۱/۳۸۱۰
	ماکزیمم	۰/۴۵۸	۰/۴۰۴۰
	میانگین	۰/۳۸۳	۰/۴۸۳۱
بخش اعصاب و روان	مینیمم	۴/۱۴۰	۱/۰۰۰۰
	ماکزیمم	۰/۳۲۳	۰/۳۳۱۱
	میانگین	۰/۳۰۷	۰/۴۲۰۰
بخش زایمان	مینیمم	۳/۰۷	۱/۰۰۰۰
	ماکزیمم	۰/۳۰۱	۰/۴۳۷۰
	میانگین	۰/۲۶۰	۰/۳۷۰۰
بخش جراحی	مینیمم	۱/۱۹۰	۰/۴۷۶۰
	ماکزیمم	۰/۱۶۷	۰/۲۱۲۰
	میانگین	۰/۰۵۳	۰/۲۰۳۰

$PM_{۱۰}$: Particle matter less than ۱۰micron; $PM_{۲/۵}$: Particle matter less than ۲/۵ micron

این مطالعه نشان‌دهنده پایین بودن میزان تهویه و تبادل هوا در داخل بخش‌های بیمارستان در شرایط مذکور است.

نتیجه‌گیری

با توجه به داده‌های به دست آمده از این تحقیق می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که ارتباط معنی‌داری بین غلظت ذرات معلق در هوای خارج و هوای داخل بیمارستان وجود داشت و نشان‌دهنده نفوذ این ذرات به داخل بیمارستان بود. از این رو برای بیمارستان‌هایی که در مناطق پر تردد قرار گرفتند، بهره‌گیری از سیستم‌های مناسب تهویه در کاهش میزان آلودگی هوای داخل بیمارستان مؤثر می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز تحت عنوان طرح شماره ۴۴۲۳ به انجام رسید. همچنین از همکاری صمیمانه بیمارستان حافظ کمال تشکر را داریم.

References

1. Doshman Fana Yazdi F. Air monitoring in the work place. 1st ed. Tehran, Iran: Andisheh Rafie Publication; 2008. [In Persian].
2. Rezaee S, Naddafee K, Nabizadeh R, Yunesian M, Jabbari H, Rezaee M. The relationship between the concentration of suspended particles in the indoor air of the Tehran children hospital in Tehran and outdoor air. Proceedings of the 12th National Conference of Environmental Health; 2009 Nov 1-2; Tehran, Iran; 2009. [In Persian].
3. Amir Biegi H, Ahmadi Asora A. Health measures to combat air pollution (environmental and Industrial). Tehran, Iran: Andisheh Rafie Publication; 2007. [In Persian].
4. Collier L, Balows A, Sussman M. Microbiology and Microbial infections. 9th ed. London, UK: Arnold; 1998.
5. Wilson AM, Salloway JC, Wake CP, Kelly T. Air pollution and the demand for hospital services: a review. Environ Int 2004; 30(8): 1109-18.
6. Künzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P, et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. Lancet 2000; 356(9232): 795-801.
7. Zhong W, Levin L, Reponen T, Hershey GK, Adhikari A, Shukla R, et al. Analysis of short-term influences of ambient aeroallergens on pediatric asthma hospital visits. Sci Total Environ 2006; 370(-3): 330-6.
8. Fischer PH, Hoek G, Van Reeuwijk H, Briggs DJ, Lebret E, Van Wijnen JH, et al. Traffic-related differences in outdoor and indoor concentrations of particles and volatile organic compounds in Amsterdam. Atmospheric Environment 2000; 34(22): 3713-22.
9. Matson U. Indoor and outdoor concentrations of ultrafine particles in some Scandinavian rural and urban areas. Science of the Total Environment 2005; 343(1-3): 169-76.
10. Gemenetzis P, Moussas P, Arditsoglou A, Samara C. Mass concentration and elemental composition of indoor PM2.5 and PM10 in University rooms in Thessaloniki, northern Greece. Atmospheric Environment 2006; 40(17): 3195-206.

www.mui.ac.ir

11. Wang X, Bi X, Sheng G, Fu J. Hospital indoor PM10/PM2.5 and associated trace elements in Guangzhou, China. Science of the Total Environment 2006; 366(1): 124-35.
12. 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. Atmospheric Environment 2007; 41(4): 854-66.
13. Hoek G, Kos G, Harrison R, de Hartog J, Meliefste K, ten Brink H, et al. Indoor-outdoor relationships of particle number and mass in four European cities. Atmospheric Environment 2008; 42(1): 156-69.
14. Chen C, Zhao B. Review of relationship between indoor and outdoor particles: I/O ratio, infiltration factor and penetration factor. Atmospheric Environment 2011; 45(2): 275-88.
15. Franck U, Herbarth O, Roder S, Schlink U, Borte M, Diez U, et al. Respiratory effects of indoor particles in young children are size dependent. Sci Total Environ 2011; 409(9): 1621-31.

www.mui.ac.ir

A Study of the Relationship between Indoor and Outdoor Particle Concentrations in Hafez Hospital in Shiraz, Iran

Mansoureh Dehghani[1], **Azam Saeedi Aboueshaghi**[2], **Zahra Zamanian**[3]

Original Article

Abstract

Background: The concentration of aerosols in the atmosphere has increased in recent years. These particles can adversely affect human health. Studies show that indoor air quality is affected by outdoor air. Moreover, people spend a significant portion of their time indoors, and few studies have been done in this area. Therefore, the purpose of this study was to measure the concentration of outdoor and indoor suspended particles in Hafez Hospital, Shiraz, Iran, and determine the relationship between these parameters.

Methods: A cross-sectional study was done in Hafez Educational Hospital in Shiraz from October to November 2011. Sampling was done twice a week. The outdoor and indoor air sampling was conducted in each ward of the hospital. 144 samples were collected for analysis; including 24 samples for each ward of the hospital and also for outdoor air. Sampling was performed by using a sampler Aerosol Mass Monitor (Model GT-331, Japan) to measure the particle concentrations of PM_{10} and $PM_{2.5}$. To compare the concentration of indoor suspended particles in different wards of the hospital with outdoor particles, one-way ANOVA was used. Then, the data were analyzed using SPSS version 11.5. The results obtained were compared with 24-hour particulate matter concentrations of EPA and WHO guidelines.

Findings: Results showed that indoor and outdoor air quality of the hospital in terms of air quality index for $PM_{2.5}$ is in a good condition. The air quality index for PM_{10} for the indoor air showed that 95.2% of wards were in good condition, and two obstetric wards were in average condition. Status of outdoor air quality for PM_{10} is unhealthy for sensitive groups in 75% of samples. To assess the relationship between suspended particles in outdoor and indoor air of hospital wards, Pearson correlation was used. Accordingly a significant relationship was observed in PM_{10} and $PM_{2.5}$ of outdoor and indoor air of a number of hospital wards ($P > 0.05$).

Conclusion: The average ratio of PM_{10} and $PM_{2.5}$ of indoor to outdoor air (I/O) were, respectively, 1.41 and 6.10, which indicated the low ventilation and air exchange within the wards. The results also showed that there is a significant relationship between the concentration of suspended particles in the indoor air and outdoor air. This represented a penetration of outdoor particles into the indoor air of hospital wards. Thus, for hospitals that are located in high traffic areas, utilizing appropriate ventilation systems within the hospital is effective in reducing air pollution.

Key words: Hafez Hospital, Shiraz, Particulate Matter, Outdoor Air, Indoor Air

Citation: Dehghani M, Saeedi Aboueshaghi A, Zamanian Z. **A Study of the Relationship between Indoor and Outdoor Particle Concentrations in Hafez Hospital in Shiraz, Iran.** J Health Syst Res 2013; 8(7): 1348-55.

Received date: 07/08/2012 Accept date: 01/12/2012

1- Assistant Professor, Department of Environmental Health, School of Public Health Nutrition, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran (Corresponding Author) Email: mandehghani@yahoo.com
2- Department of Environmental Health, School of Public Health Nutrition, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
3- Assistant Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health Nutrition, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran