

Original article

A Study of the Relationship between Indoor/Outdoor Particle Concentrations in Dena Hospital in Shiraz

Dehghani M^{1*}
Kamali Y²
Ghanbarian M³
Shamsedini N⁴

1- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

2- BSc in Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

3- MSc in Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

4- MSc in Environmental Health Engineering, Student research Committee, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

*Corresponding author: Mansoure Dehghani, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

Email: mdehghany@sums.ac.ir

Received: 25 November 2014

Accepted: 14 April 2015

ABSTRACT

Introduction & Purpose: The quality of Indoor air is important particularly in health care facilities. One of the most important factors affecting the air quality is aerosols transferring microorganisms and deposits to the respiratory tract. The purpose of this study was to measure the concentration of suspended particles in outdoor and indoor of Dena hospital and determine the relationship between these parameters.

Methods: A cross-sectional study was done in Dena hospital in Shiraz in 2012 by collecting 315 samples for analysis. Sampling was performed by an Aerosol Mass Monitor sampler, (Model GT-331, Japan) to measure the particle concentration of PM₁₀ and PM_{2.5}. The concentration of indoor suspended particles in air in different wards of the hospital were measured and compared with hospital outdoor particles. The data were analyzed using SPSS version 16.

Results: The findings showed that average PM₁₀ in the air in hospital wards as well as all outdoor air samples were significantly lower than the 24-hour WHO and the 24-hour USEPA standards ($p < 0.001$). Significant relationships were observed between the average concentrations of PM_{2.5} in all the sampling sites and the 24-hour WHO and the USEPA standards ($p < 0.001$).

Conclusion: The concentration of suspended particulate in indoor air was lower than outdoor air that represents the appropriate function of the sectors ventilation systems.

Keywords: Air pollution, Air quality, Hospital, Particulate matter

► **Citation:** Dehghani M, Kamali Y, Ghanbarian M, Shamsedini N. A Study of the Relationship between Indoor/Outdoor Particle Concentrations in Dena Hospital in Shiraz. Journal of Health Research in Community. Spring 2015;1(1):49-55.

مقاله پژوهشی

بررسی مقایسه‌ای غلظت ذرات معلق در هوای داخل، با هوای آزاد خارج بیمارستان دناي شیراز

چکیده

مقدمه و هدف: کیفیت هوای داخل ساختمان در محیط‌های درمانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از میان شاخص‌های کیفیت هوا، ذرات معلق به دلیل حمل میکروارگانیسم‌ها و ته‌نشست در مجاری تنفسی، مهم به شمار می‌آیند. هدف از این مطالعه مقایسه غلظت ذرات معلق در هوای داخل و هوای خارج بیمارستان دناي شهر شیراز است.

روش کار: این مطالعه از نوع مقطعی-تحلیلی است. با استفاده از دستگاه Aerosol Mass Monitor مدل GT-331، ۳۱۵ نمونه برای اندازه‌گیری غلظت ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ در هوای بخش‌های مختلف بیمارستان و هوای آزاد جمع‌آوری شد. برای مقایسه غلظت ذرات معلق در بخش‌ها و هوای آزاد، از نرم‌افزار SPSS 16 و آزمون آماری آنالیز واریانس و T-test استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میانگین PM_{10} در هوای همه بخش‌های بیمارستان و نیز در هوای خارج، به‌طور معنی‌داری کمتر از مقدار استاندارد ۲۴ ساعته WHO و USEPA است ($p=0/001$). میانگین غلظت $PM_{2.5}$ در همه مکان‌های نمونه‌برداری شده، با مقدار استاندارد ۲۴ ساعته WHO و USEPA اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($p=0/001$).

نتیجه‌گیری: غلظت ذرات معلق در هوای داخل، کمتر از هوای بیرون است که نشانگر عملکرد مناسب سیستم‌های تهویه بخش‌هاست.

کلمات کلیدی: بیمارستان، کیفیت هوا، ذرات معلق

منصوره دهقانی^{۱*}
یوسف کمالی^۲
مسعود قنبریان^۳
نرگس شمس‌الدینی^۴

۱- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۲- کارشناس مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۳- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

* نویسنده مسئول: منصوره دهقانی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت
Email: mdehghany@sums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱/۲۵

◀ **استناد:** دهقانی، منصوره؛ کمالی، یوسف؛ قنبریان، مسعود؛ شمس‌الدینی، نرگس. بررسی مقایسه‌ای غلظت ذرات معلق در هوای داخل، با هوای آزاد خارج بیمارستان دناي شیراز. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، بهار ۱۳۹۴؛ ۱(۱): ۴۹-۵۵.

مقدمه

با ذرات معلق موجود در هوا سبب تغییرات بیولوژیکی سیستم تنفسی می‌شود [۲].

آلودگی‌هایی را که از محیط بیرون وارد فضای داخل می‌شوند، به دو دسته آلاینده‌های طبیعی و آلاینده‌های غیرطبیعی تقسیم‌بندی می‌کنند که انسان در تولید آن، نقش بیشتری ایفا می‌کند؛ مانند

پیشرفت صنعت و فناوری، آلودگی‌هایی را وارد محیط زیست کرده است که توجه به آن بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در این میان، آلودگی هوا بیش از پیش مدنظر قرار گرفته است [۱]. تماس

میکروگرم بر متر مکعب است [۱۱].

اهمیت استنشاق هوای پاک و توجه به آنچه از طریق تنفس وارد بدن خود می‌کنیم، روز به روز نمود بارزتری پیدا می‌کند. از سوی دیگر، وضعیت بحرانی آلودگی هوا بر کسی پوشیده نیست [۱۲]. همچنین، سیستم ناکافی تبادل هوا و مواد ساختمانی، تهویه کم و تردد بیش از اندازه، از عوامل آلودگی هوای داخل بیمارستان است [۱۱]. با توجه به این که مطالعات اپیدمیولوژیکی نشان داده است که عفونت دستگاه تنفسی ناشی از عفونت‌های بیمارستانی، به شدت تحت تأثیر آئروسول‌های موجود در هوای بیمارستان است، می‌تواند عاملی برای انتشار میکروارگانیسم‌ها باشد [۱۳]. همچنین، با توجه به اهمیت آلودگی هوا و عواقب ناشی از آن، هدف اصلی از انجام این مطالعه تعیین غلظت ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ در هوای داخل بیمارستان دنای شیراز و ارتباط آن با ذرات در هوای آزاد است.

روش کار

مطالعه مقطعی - تحلیلی در بیمارستان دنای شیراز، از مرداد تا آبان ماه ۱۳۹۱ انجام شد. انتخاب بیمارستان دنا به عنوان ایستگاه نمونه‌برداری، استقرار آن در منطقه باغات شیراز و تراکم پایین رفت‌وآمد و ترافیک شهری است. نمونه‌برداری به صورت هفته‌ای ۲ بار اندازه‌گیری در هوای بخش‌های مراقبت ویژه نوزادان، آزمایشگاه، بخش ویژه I، CCU، اتاق‌های عمل، ICU جراحی قلب و هوای آزاد انجام شد. ملاک انتخاب بخش‌های مذکور برای نمونه‌برداری، به دلیل اهمیت بخش‌های مذکور و نیز استقرار این بخش‌ها در طبقات مختلف بیمارستان است. در این مطالعه، همه نمونه‌هایی که برای آنالیز جمع‌آوری شد، ۳۱۵ نمونه است که شامل ۳۵ نمونه برای هر بخش و ۷۰ نمونه برای هوای آزاد است. نمونه‌برداری به وسیله دستگاه Aerosol Mass Monitor، مدل GT-331، ساخت SIBATA ژاپن انجام شد. برای نمونه‌برداری

آلاینده‌های حاصل از صنایع و کارخانه‌ها و وسایل گرمایشی و به‌ویژه آلاینده‌های تولیدی از وسایل نقلیه موتوری تقسیم بندی می‌کنند [۳]. خطر ذرات معلق در هوای محیط کار سال‌هاست که شناخته شده است [۴].

گستره اندازه انواع ذره بسیار وسیع است. دامنه تغییرات اندازه ذرات معلق بین 0.002 تا 500 میکرومتر است [۵]. این ذرات معلق می‌توانند محل مناسبی برای استقرار عوامل بیماری‌زا به‌ویژه باکتری‌ها شوند و همراه با تنفس، وارد مجاری تنفسی افراد گردند؛ بنابراین، آلاینده‌های هوا به‌راحتی تا اعماق برونش‌های ریه نفوذ می‌کنند [۶]. آلاینده‌های آلی در سطح این ذرات جذب شده و سبب تشدید تأثیرات آن در سلامتی انسان می‌شود. بسیاری از مواد شیمیایی آلی (مانند کینون‌ها و پلی‌آروماتیک هیدروکربن‌ها) از نظر واکنش رد اکس فعال بوده و موجب واکنش‌های التهابی می‌شوند [۷]. ذرات با قطر کمتر از ده میکرون (PM_{10}) و ذرات با قطر کمتر از 2.5 میکرون ($PM_{2.5}$) می‌توانند به‌طور عمیقی به داخل شش‌ها نفوذ کنند و تأثیرات نامطلوبی بر سلامتی انسان داشته باشند [۸]. بسیاری از ذرات معلق در مقایسه با آلوده‌کننده‌های گازی دیگر، بیشتر سبب بروز اختلال در مجاری تنفسی می‌شوند. همچنین، بعضی از ذرات معلق موجود در اتمسفر در اثر تأثیراتی که بر هم می‌گذارند، سبب تشدید اثرات سمی بعضی از آلوده‌کننده‌ها می‌شوند [۹]. بررسی وانگ و همکاران در چین (۲۰۰۵) نشان داد در تابستان، غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} در هوای داخل بیمارستان به ترتیب $215-41$ و $250-61$ میکروگرم بر متر مکعب است. همچنین، غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} در هوای آزاد، به ترتیب $187-51$ و $264-74$ میکروگرم بر متر مکعب است [۱۰].

بررسی وان و همکاران بر کیفیت هوای اتاق‌های عمل مرکز پزشکی در تایوان، نشان داد غلظت PM_{10} در اتاق‌های عمل 0.8 تا $55/6$ میکروگرم بر متر مکعب و غلظت $PM_{2.5}$ 1 تا $7/8$ میکروگرم بر متر مکعب و میانگین ۲۴ ساعت بر اساس استاندارد WHO برای غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} 25 و 50

دستگاه ۱/۳ متر بالاتر از سطح زمین در ناحیه تنفسی بیمار قرار داده شد. سپس دستگاه حدود ۴ دقیقه با دبی ۲۸/۳ لیتر در دقیقه از هوا نمونه‌برداری کرد. پس از آن، دستگاه غلظت ذرات PM₁₀ و PM_{2.5} را به‌طور همزمان نشان می‌دهد [۱۴].

به‌منظور بررسی ارتباط بین غلظت ذرات معلق در هوای داخل بیمارستان و هوای خارج آن، غلظت ذرات معلق در هوای خارج نیز اندازه‌گیری شد. محل نمونه‌برداری در هوای خارج، پشت بام بیمارستان بوده است. محل نمونه‌برداری در هوای خارج با توجه به معیارهای آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، بیش از ۲۰ متر فاصله از خیابان، درخت، منابع تولید آلودگی مانند دودکش و ۱۵ متر فاصله از زمین، در پشت بام بیمارستان تعیین شد [۱۴].

برای مقایسه غلظت ذرات معلق در بخش‌های مختلف بیمارستان و مقایسه آن با ذرات معلق هوای آزاد اطراف بیمارستان، از آزمون آماری آنالیز واریانس و T-test استفاده شد و داده‌ها با نرم‌افزار SPSS۱۶ تجزیه و تحلیل آماری شدند. سپس نتایج به‌دست آمده با غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق رهنمودهای WHO و EPA مقایسه شدند. سطح معنی‌داری برابر با ۹۵ درصد اطمینان و $\alpha=0/05$ است.

یافته‌ها

مقایسه میانگین غلظت ذرات معلق در هوای بخش‌های مختلف

بیمارستان و هوای خارج، در جدول ۱ آورده شده است. میانگین ۲۴ ساعته غلظت PM₁₀ و PM_{2.5} در هوای آزمایشگاه، به ترتیب ۳/۱۴۳ و ۰/۴۴۳۷ میکروگرم بر مترمکعب است. این مقادیر نشان می‌دهد غلظت این دو پارامتر در آزمایشگاه نسبت به دیگر بخش‌ها بیشتر بوده و مقایسه غلظت میانگین PM₁₀ و PM_{2.5} برای بخش‌های مختلف را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد.

PM₁₀:

آزمایشگاه < اتاق عمل شماره ۱ > اتاق عمل شماره ۲ < ICU جراحی قلب > مراقبت ویژه نوزادان < CCU > بخش ویژه I.

PM_{2.5}:

آزمایشگاه < اتاق عمل شماره ۱ > مراقبت ویژه < CCU > مراقبت ویژه نوزادان < ICU جراحی قلب > اتاق عمل شماره ۲. نتایج نشان می‌دهد ارتباط معنی‌داری بین غلظت PM₁₀ و PM_{2.5} در آزمایشگاه و دیگر بخش‌های بیمارستان وجود دارد ($p < 0/001$). همچنین، ارتباط معنی‌داری بین غلظت PM₁₀ در هوای خارج با هوای داخل همه بخش‌های بیمارستان وجود دارد ($p < 0/001$). اگرچه ارتباط معنی‌داری بین PM_{2.5} در هوای خارج با هوای داخل همه بخش‌های بیمارستان وجود دارد ($p < 0/001$)، این ارتباط بین هوای آزاد و آزمایشگاه دیده نشد ($p = 1$).

حداکثر میانگین ۲۴ ساعته غلظت PM₁₀ و PM_{2.5} در

جدول ۱: میانگین غلظت PM₁₀ و PM_{2.5} در هوای بخش‌های مختلف بیمارستان و هوای خارج از بیمارستان دنا در سال ۱۳۹۱

| محل نمونه‌برداری | تعداد نمونه | میانگین غلظت PM ₁₀ (µg/m ³) | میانگین غلظت PM _{2.5} (µg/m ³) |
|------------------|-------------|--|---|
| نوزادان | ۳۵ | ۱/۸۴ | ۰/۲۹۸ |
| آزمایشگاه | ۳۵ | ۳/۱۴۳ | ۰/۴۴ |
| مراقبت ویژه | ۳۵ | ۱/۷۲ | ۰/۳۱۰ |
| اتاق عمل ۸ | ۳۵ | ۲/۰۹ | ۰/۳۱۲ |
| اتاق عمل ۲ | ۳۵ | ۲/۰۹ | ۰/۲۹۴ |
| CCU | ۳۵ | ۱/۷۸ | ۰/۳۰۰ |
| ICU جراحی قلب | ۳۵ | ۱/۹۲ | ۰/۲۹۸ |
| هوای خارج | ۷۰ | ۴/۴۴ | ۰/۴۴۱ |

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، بیشترین میزان آلودگی از نظر PM_{10} و $PM_{2.5}$ به ترتیب مربوط به بخش میکروبیولوژی و پاتولوژی آزمایشگاه بوده که احتمالاً شرایط ساختمانی و کافی نبودن تهویه از عوامل اصلی بالا بودن میزان آلودگی در این قسمت است. کمترین میزان آلودگی از نظر PM_{10} و $PM_{2.5}$ به ICU جراحی قلب و یکی از اتاق‌های عمل مربوط بود. نتایج مطالعه دهقانی و همکاران نشان داد که کمترین آلودگی از نظر PM_{10} و $PM_{2.5}$ مربوط به بخش زایمان و جراحی است که نشانگر مناسب و کافی

بخش‌های مختلف بیمارستان، به ترتیب ۱۰/۲۴ و ۰/۸۵ میکروگرم بر مترمکعب بود که به بخش آزمایشگاه مربوط بود. حداقل میانگین ۲۴ ساعته غلظت PM_{10} و $PM_{2.5}$ نیز در بخش‌های مختلف بیمارستان ۰/۰۲ میکروگرم بر مترمکعب بود که به ترتیب، به بخش ICU جراحی قلب و یکی از اتاق‌های عمل مربوط است. جدول شماره ۲ و ۳، مقایسه میانگین غلظت PM_{10} و $PM_{2.5}$ در بخش‌های مختلف بیمارستان را با استفاده از آزمون One Sample T-test با مقادیر استاندارد WHO و USEPA (۲۰۰۶) (برای PM_{10} ، ۵۰ و ۱۵۰ میکروگرم بر مترمکعب، برای $PM_{2.5}$ ، ۲۵ و ۳۵ میکروگرم بر مترمکعب) نشان می‌دهد [۱۶ و ۱۵].

جدول ۲: مقایسه میانگین غلظت PM_{10} در بخش‌های مختلف و هوای آزاد بیمارستان دنا در سال ۱۳۹۱ با استانداردهای WHO و USEPA

| محل نمونه‌برداری | میانگین و انحراف معیار غلظت PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | استاندارد WHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | P Value | استاندارد USEPA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | P Value |
|------------------|--|--|---------|--|---------|
| بخش نوزادان | ۱/۸۴±۰/۷۹ | ۵۰ | >۰/۰۰۱ | ۱۵۰ | <۰۰/۰۰۱ |
| آزمایشگاه | ۳/۱۴۳±۱/۷ | ۵۰ | <۰۰/۰۰۱ | ۱۵۰ | <۰۰/۰۰۱ |
| مراقبت ویژه | ۰/۸۶±۱/۷۲ | ۵۰ | <۰۰/۰۰۱ | ۱۵۰ | <۰۰/۰۰۱ |
| اتاق عمل ۸ | ۲/۰۹±۱/۱۵ | ۵۰ | <۰۰/۰۰۱ | ۱۵۰ | <۰۰/۰۰۱ |
| اتاق عمل ۲ | ۲/۰۹±۱/۱۵ | ۵۰ | <۰۰/۰۰۱ | ۱۵۰ | <۰۰/۰۰۱ |
| CCU | ۱/۷۸±۰/۵۶ | ۵۰ | <۰۰/۰۰۱ | ۱۵۰ | <۰۰/۰۰۱ |
| ICU جراحی قلب | ۱/۹۲±۰/۸۸ | ۵۰ | <۰۰/۰۰۱ | ۱۵۰ | <۰۰/۰۰۱ |
| هوای خارج | ۴/۴۴±۲/۳۷ | ۵۰ | <۰۰/۰۰۱ | ۱۵۰ | <۰۰/۰۰۱ |

جدول ۳: مقایسه میانگین غلظت $PM_{2.5}$ در بخش‌های مختلف و هوای آزاد بیمارستان دنا در سال ۱۳۹۱ با استانداردهای WHO و USEPA

| محل نمونه‌برداری | میانگین و انحراف معیار غلظت $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | استاندارد WHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | P Value | استاندارد USEPA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | P Value |
|------------------|---|--|---------|--|---------|
| بخش نوزادان | ۰/۲۹۸±۰/۱۲ | ۲۵ | <۰۰/۰۰۱ | ۳۵ | <۰۰/۰۰۱ |
| آزمایشگاه | ۰/۴۴±۰/۱۴ | ۲۵ | <۰۰/۰۰۱ | ۳۵ | <۰۰/۰۰۱ |
| مراقبت ویژه | ۰/۳۱۰±۰/۱۳ | ۲۵ | <۰۰/۰۰۱ | ۳۵ | <۰۰/۰۰۱ |
| اتاق عمل ۸ | ۰/۳۱۲±۰/۱۲ | ۲۵ | <۰۰/۰۰۱ | ۳۵ | <۰۰/۰۰۱ |
| اتاق عمل ۲ | ۰/۲۹۴±۰/۱۳ | ۲۵ | <۰۰/۰۰۱ | ۳۵ | <۰۰/۰۰۱ |
| CCU | ۰/۳۰۰±۰/۰۷ | ۲۵ | <۰۰/۰۰۱ | ۳۵ | <۰۰/۰۰۱ |
| ICU جراحی قلب | ۰/۲۹۸±۰/۱۱ | ۲۵ | <۰/۰۰۱ | ۳۵ | <۰۰/۰۰۱ |
| هوای خارج | ۰/۴۴۱±۰/۱۶ | ۲۵ | <۰/۰۰۱ | ۳۵ | <۰۰/۰۰۱ |

بودن تهویه در بخش‌های مربوطه است [۱۴].

نتایج این مطالعه نشان داد میانگین PM_{10} در هوای همه بخش‌های بیمارستان و نیز در هوای خارج، به‌طور معنی‌داری کمتر از مقدار استاندارد ۲۴ ساعته WHO و USEPA است ($p < 0.001$). همچنین، میانگین غلظت $PM_{2.5}$ در همه مکان‌های نمونه‌برداری شده با مقدار استاندارد ۲۴ ساعته WHO و USEPA مقایسه شدند و همه نقاط با استاندارد، اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($p < 0.001$). $PM_{2.5}$ همه نقاط حتی هوای خارج، کمتر از میزان استاندارد ارائه‌شده توسط WHO و USEPA بودند. مطالعه عزیزی‌فر و همکاران در شهر قم نیز نشان داد که غلظت ذرات معلق در هوای شهر قم در بیشتر مواقع، کمتر از حد استاندارد بوده است [۱۵].

میانگین نسبت هوای داخل ساختمان به هوای خارج (I/O) در جدول شماره ۴ خلاصه شده است. حداکثر و حداقل نسبت (I/O) برای PM_{10} به ترتیب ۱/۴۵ و صفر است که به بخش آزمایشگاه و ICU جراحی قلب مربوط است. این نسبت در مطالعه دهقانی و همکاران، به ترتیب ۵/۵۹۵ و ۰/۵۳۰ و به ترتیب مربوط به بخش زنان ۲ و جراحی بود. حداکثر و حداقل نسبت (I/O) برای $PM_{2.5}$ به ترتیب ۱/۹۳ و ۰/۰۵ است که به آزمایشگاه و یکی از اتاق‌های عمل مربوط است [۱۴]. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، نسبت (I/O) در همه بخش‌های مطالعه‌شده برای مقادیر میانگین و مینیمم کمتر از یک است (به‌استثنای آزمایشگاه برای ذرات $PM_{2.5}$)؛ اما این نسبت برای مقادیر ماکزیمم PM_{10} و $PM_{2.5}$ اندازه‌گیری شده، اعداد بیشتر از ۱ را هم نشان می‌دهد (آزمایشگاه و اتاق عمل شماره ۲ برای ذرات PM_{10} و همه بخش‌ها برای ذرات $PM_{2.5}$). میانگین نسبت (I/O) برای PM_{10} و $PM_{2.5}$ در هوای داخل بخش‌های مختلف بیمارستان، به ترتیب ۰/۴۶۴۹ و ۰/۷۳۱۶ است و مطالعه ایدیاگونی و همکاران بر روی کیفیت هوای داخل و خارج محیط بیمارستان در سال ۲۰۱۳ نشان داد ارتباط مثبتی بین ذرات معلق در هوای داخل و خارج بیمارستان وجود دارد ($r = 0.491$) [۱۶].

جدول ۴: نسبت I/O برای مقادیر مینیمم، ماکزیمم و میانگین PM_{10} و $PM_{2.5}$ در بخش‌های مختلف بیمارستان دنا

| I/O | | شاخص آماری | محل نمونه‌برداری |
|------------|-----------|------------|------------------|
| $PM_{2.5}$ | PM_{10} | | |
| ۰/۲۵ | ۰/۱۳ | مینیمم | نوزادان |
| ۱/۴۳ | ۰/۹۲ | ماکزیمم | |
| ۰/۶۷ | ۰/۴۱ | میانگین | |
| ۰/۳۹ | ۰/۳۵ | مینیمم | آزمایشگاه |
| ۱/۹۳ | ۱/۴۵ | ماکزیمم | |
| ۱ | ۰/۶۷ | میانگین | |
| ۰/۲۳ | ۰/۰۸ | مینیمم | مراقبت ویژه |
| ۱/۴۷ | ۰/۸۶ | ماکزیمم | |
| ۰/۷۰ | ۰/۳۸ | میانگین | |
| ۰/۰۵ | ۰/۰۴ | مینیمم | اتاق عمل شماره ۸ |
| ۱/۳۶ | ۰/۹۳ | ماکزیمم | |
| ۰/۷۰ | ۰/۴۷ | میانگین | |
| ۰/۱۸ | ۰/۱۱ | مینیمم | اتاق عمل شماره ۲ |
| ۱/۳۶ | ۱/۰۹ | ماکزیمم | |
| ۰/۶۶ | ۰/۴۷ | میانگین | |
| ۰/۴۱ | ۰/۲۱ | مینیمم | CCU |
| ۱/۰۹ | ۰/۷۰ | ماکزیمم | |
| ۰/۶۸ | ۰/۴۰ | میانگین | |
| ۰/۲۹ | ۰ | مینیمم | ICU جراحی قلب |
| ۱/۵۹ | ۰/۸۶ | ماکزیمم | |
| ۰/۶۷ | ۰/۴۳ | میانگین | |

مطالعه رضایی و همکاران در بیمارستان کودکان تهران در سال ۱۳۸۶ نسبت (I/O) برای PM_{10} و $PM_{2.5}$ به ترتیب ۰/۸۹۶ و ۱/۰۱ را به دست آوردند؛ درحالی‌که این نسبت برای PM_{10} در مطالعه یانگوک در چین میزان ۰/۳۳ را نشان می‌دهد [۸، ۱۰]. بالاتر بودن این نسبت از ۱ در این مطالعه، نشان‌دهنده پایین بودن میزان تهویه و تبادل هوا در داخل بعضی از بخش‌های بیمارستان است. به‌طورکلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد هوای بخش‌های مختلف بیمارستان دنا از نظر غلظت ذرات معلق PM_{10} و $PM_{2.5}$ در حد مطلوب است و میانگین غلظت این دو پارامتر در همه موارد کمتر از حد استاندارد WHO و USEPA است.

طرح ۵۴۰۷-۲۱-۰۱-۹۲ است. همچنین از همکاری صمیمانه بیمارستان دنا و مرکز توسعه پژوهش‌های بالینی بیمارستان نمازی و سرکار خانم ساره روستا که ما را در این پژوهش یاری کردند، کمال تشکر را داریم.

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز و حاصل از طرح تحقیقات دانشجویی به شماره

References

- Naddafi K, Ehrampoosh MH, Jafari V, Nabizade R, Yonesian M. Survey on total particle matter and its composition in Yazd. *J Yazd of Univ Med sci*. 2008; 16(4):21-5 (Persian).
- Song Q, Christiani DC, Xiaorong W, Ren J. The global contribution of outdoor air pollution to the incidence, prevalence, mortality and hospital admission for chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2014; 11(11):11822-32.
- Zarei A, Mohammadi M, Salmani S, Ehteshami S. Measuring the burden disease due to air pollution indoors serious need for health system. 14th National Conference on Environmental Health: Yazd; 2012 (Persian).
- Doshmanfana F. Air monitoring in the workplace. 1 ed. Tehran: Andishe Rafe; 2009 (Persian).
- Torkian A, Nematpoor K. Air pollution control engineering. 1 ed. Tehran: Iran university of industriaes; 2002 (Persian).
- Collier L, Balows A, Sussman M. Microbiology and microbial infections, 9rd ed. China: Tapley & Wilson; 1998: p339-349.
- Jonathan A, Bernstein NA, Hyacinth BI, Leonard B, Pat F, Elliot H, et al. The health effects of nonindustrial indoor air pollution 2007. *J Aller Clin Immunol*. 2008; 121(3):585-91.
- Rezaee S, Nadafi K, Nabizade R, Yonesian M, Jabari H, Rezaee M. Assess the relationship between the concentration of suspended particles in the air around the outdoor children's hospital in Tehran. 12th National Conference of Environmental Health: Shahid Beheshti University of Medical Sciences, School of Public Health; 2010(Persian).
- Amirbeygi H, Ahmadi A. Air hygiene and methods of combating pollutants (environmental and industrial). 1 ed. Tehran: Andishe Rafie; 2008(Persian).
- Wang X, Bi X, Jamo f, Shangri G. Hospital indoor PM10/PM2.5 and associated trace elements in Guangzhou, China. *Sci Envi*. 2006; 366(1):124-35.
- Wan GH, Chung FF, Tang CS. Long-term surveillance of air quality in medical center operating rooms. *Am J Infect Control*. 2011; 39(4):302-8.
- Hasanvand S, Sekhavatjo MS. Assessment the Bio-Aerosols Type and Concentration in Various Wards of Valiasr Hospital, Khorramshahr during 2011. *Iran J Health Enviro*. 2013; 6(2):201-10.
- Wilson AM, Salloway JC, Wake CP, Kelly T. Air pollution and the demand for the hospital services. A review. *Environ Int*. 2004; 30(8):1109-18.
- Dehghani M, Aboueshaghi AS, Zamanian Z. A study of the relationship between indoor and outdoor particle concentrations in Hafez hospital in Shiraz. *J Health Syst Res*. 2013; 9(1):1349-56.
- Azizifar M, Naddafi K, Mohammadian M, Safdari M, Khazaei M. Survey on air quality and particle matter in Qom. *J Qom Univ Med Sci*. 2011. 5(2):59-63.
- Ediagbonya TF, Tobin AE, Legemah M. Indoor and outdoor air quality in hospital environment. *Chem Mate Res*. 2013; 3(10):72-8.