مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهاردهم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۰، صفحات ۵۱۷ تا ۵۳۲

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی غلظت آلاینده‌های هوا و پارامترهای محیطی در شرایط عادی و همزمان با پاندمی کرونا، یک مطالعه موردی در بیمارستان (۹۹-۱۳۹۸)

آزاده توکلی[۱،*]، آرزو توکلی[۲]، معصومه محمدی[۱]

۱- گروه علوم محیط‌زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲- گروه پرستاری، دانشکده پرستاری، دانشگاه آزاد اسلامی اقلید، فارس، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۶
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۸
تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، ساعات ملاقات، همه‌گیری کرونا، بیمارستان، زنجان

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
atavakoli@znu.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی هوا در بیمارستان‌ها می‌تواند تهدیدی جدی برای سلامت بیماران، کادر درمان و همراهان باشد و همه‌گیری کرونا اهمیت توجه به کیفیت هوا را اثبات کرد. پژوهش حاضر تاثیر حضور ملاقات‌کنندگان در شرایط عادی و اعمال محدودیت‌های بیمارستانی در زمان پاندمی بر کیفیت هوا و پارامترهای محیطی در یک بیمارستان را مورد ارزیابی قرار داده است.

روش بررسی: نمونه‌برداری از هوای بیمارستان ولی‌عصر (عج) زنجان در دو مقطع زمانی شهریور ۱۳۹۸ (صبح و ساعات ملاقات) و همزمان با پاندمی در مهرماه ۱۳۹۹ انجام شد. کلیه بخش‌های داخل بیمارستان و محیط بیرون از نظر آلاینده‌های هوا ($PM_{2.5}$، PM_{10}، NO_2، SO_2، CO_2) و پارامترهای محیطی (دما، رطوبت و ترازهای صوتی) مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد به استثنای سطح ترازهای صوتی، دیگر آلاینده‌ها در سطح مجاز است. ذرات معلق سایزهای مختلف در هوای بیمارستان دارای همبستگی و اغلب منشاء بیرونی و به واسطه فعالیت‌های عمرانی وارد می‌شود ولی دی‌اکسید نیتروژن وابسته به ترافیک شهری است. ساعات ملاقات با افزایش غلظت ذرات معلق و سطح ترازهای صوتی همراه است. پاندمی به‌واسطه رعایت پروتکل‌های بهداشتی در برخی بخش‌ها و بر روی برخی پارامترها تاثیر مثبت داشته و باعث بهبود کیفیت هوا شده است.

نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد تهویه طبیعی تاثیر مستقیم بر کیفیت هوا در داخل بیمارستان دارد. همچنین پیشنهاد می‌شود در بخش‌هایی که بیماران حساس یا نیازمند مراقبت ویژه بستری هستند، محدودیت تردد و ملاقات اعمال شود.

Please cite this article as: Tavakoli A, Tavakoli A, Mohammadi M. Evaluation of air pollutant concentrations and environmental parameters under normal condition and during novel Coronavirus pandemic, a case study in a hospital (2019-2020). Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(3):517-32.

Copyright © 2021 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

مقدمه

آلودگی هوا از مهمترین تهدیدهای محیط‌زیستی است که علاوه بر تخریب‌های محیطی و پیامدهای اقتصادی، سلامت افراد جامعه را مورد تهدید قرار می‌دهد. افرادی که طولانی مدت در مواجه با آلودگی‌های محیطی هستند، با احتمال بالاتری به بیماری‌های قلبی و تنفسی مبتلا می‌شوند و میزان بروز خشونت در آنها بیشتر است که در نتیجه سازمان بهداشت جهانی (WHO) آلودگی هوا را جزء موارد پر مخاطره غیرعفونی قرار داده است (۱). یافته‌های اخیر سازمان بهداشت جهانی هفت میلیون مرگ و میر در سال ناشی از آلودگی هوا را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که از هر ده نفر ساکن کشورهای با درآمد کم یا متوسط، ۹ نفر از هوایی استنشاق می‌کنند که حاوی مقادیر زیادی آلاینده و آلوده‌تر از سطوح قابل پذیرش این سازمان است (۲).

بخش بزرگی از معضلات آلودگی هوا به حوزه محیط‌های بسته و درون ساختمان‌ها مربوط می‌شود. افراد به طور معمول ۸۰ الی ۹۰ درصد عمر خود را در چنین محیط‌هایی سپری می‌کنند (۳). این در حالی است که علاوه بر آلاینده‌های محیط‌های باز و شهری ناشی از وسایل نقلیه، صنایع و نیروگاه‌ها، فعالیت‌ها، مواد و مصالح به‌کار رفته در ساختمان‌ها نیز باعث تشدید آلودگی هوا در محیط‌های بسته می‌شود (۴). مکانیزم‌های طبیعی رفع آلاینده‌ها از قبیل تلاطم جوی و وزش باد تنها در محیط‌های باز جوابگو هستند و در نتیجه فضاهای محصور و بسته با غلظت‌های بالا و تعدد آلاینده‌های هوا مواجه هستند (۵). سطح آلایندگی و نوع ترکیبات تا حد زیادی تابع نوع کاربری، فعالیت و تعداد کاربران است و در نتیجه مطالعات گسترده و اندازه‌گیری‌ها برای ارزیابی و تصمیم‌گیری در این ارتباط لازم و ضروری است. بیمارستان‌ها از جمله کاربری‌های حساس هستند که به‌واسطه مراجعات فراوان و قرارگیری در نواحی مرکزی شهرها پتانسیل بالایی برای تجمع آلاینده‌ها دارند. از دیگر سو، بیماران و افراد بستری در این محیط‌ها به علت حضور طولانی مدت، ضعف و ناتوانی پتانسیل بیشتری برای آسیب از آلودگی هوا در این محیط‌ها دارند. فقدان یا کمبود تهویه در محیط‌های بیمارستانی می‌تواند باعث تشدید سطح آلاینده‌ها شود و در صورت طراحی نامناسب سیستم‌های تهویه و یا ایجاد تغییر در بخش‌ها پس از احداث و راه‌اندازی بیمارستان می‌تواند باعث انتقال آلاینده‌های شیمیایی و بیولوژیکی از یک بخش به دیگر بخش‌ها شود. همچنین جهت بررسی و پیشگیری از شیوع عفونت‌های بیمارستانی لازم است وضعیت انتقال جریان هوا و آلاینده‌ها در محیط‌های درمانی به صورت جدی مطالعه شود (۶، ۷). مطالعات فراوانی در زمینه کیفیت هوا در محیط‌های درمانی و بیمارستانی در گوشه و کنار جهان صورت گرفته است. در یک مطالعه مقطعی به ارزیابی بیوآئروسل‌های باکتریایی در ایستگاه‌های پرستاری یک بیمارستان دولتی در تهران پرداخته شد و نتایج نشان داد در ۸۰ درصد نمونه‌ها میزان تماس شغلی بالاتر از استاندارد پیشنهادی مجمع دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) است. ایستگاه پرستاری بخش ارتوپدی بیشترین و بخش پیوند قلب و عروق کمترین آلودگی باکتریایی را نشان داد (۸). در مطالعه دیگری که به مقایسه آلاینده‌های بیولوژیکی و ذرات معلق تعدادی بیمارستان در خرم آباد پرداخته شد، مشخص شد بخش عفونی بیشترین و اتاق عمل کمترین آلودگی قارچی را دارند و بخش عمده آلودگی از هوای محیط بیرون وارد می‌شود (۹). در مطالعه‌ای که بر روی یکی از بیمارستان‌های آموزشی هلند از نظر ترکیبات شیمیایی انجام شد مشخص شد فعالیت‌های خارج از محیط بیمارستان از قبیل احتراق سوخت و موتورهای احتراقی تاثیری بر کیفیت هوای داخل نداشته است (۱۰). ارزیابی غلظت ذرات معلق (PM_{10} و $PM_{2.5}$) در بازه زمانی سه ماه در دو بیمارستان کاشان (۹۴-۱۳۹۳) نشان داد که مقادیر بالاتر از حدود پیشنهادی WHO و سازمان محیط‌زیست ایران است. همچنین در هر دو بیمارستان با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن، تاثیر غلظت آلاینده‌های محیط باز بر کیفیت هوای داخل بیمارستان تایید شد، به طوری‌که با افزایش غلظت ذرات در هوای خارج هر یک از بیمارستان‌ها، غلظت ذرات در هوای داخل نیز افزایش یافته است (۱۱). بررسی غلظت آلاینده‌های شیمیایی مختلف در بیمارستانی در کره جنوبی مشخص کرد فصل زمستان در مقایسه با دیگر فصول بالاترین سطح آلایندگی را تجربه می‌کند و لازم است تدابیر لازم جهت کنترل ورود آلودگی از محیط بیرون به کلینیک‌های داخلی در نظر گرفته شود (۱۲). ارزیابی سطح پارامترهای محیطی از قبیل ترازهای صوتی (۱۳، ۱۴) و شدت نور (۱۵) در مراکز درمانی نیز در سال‌های اخیر مورد توجه محققان

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

قرار گرفته است.

همه‌گیری کرونا و شیوع کووید- ۱۹ از اسفند ۱۳۹۸ در کشور ایران باعث شد نرخ مراجعات بیمارستانی و بستری افراد به شدت افزایش یابد. با هدف کنترل همه‌گیری و ایجاد قرنطینه، محدودیت‌هایی در این زمینه در بیمارستان‌های هدف اجرا شد و مواردی از قبیل فعالیت‌های عمومی، اعمال جراحی غیر ضروری و ملاقات بیماران در مراکز درمانی پذیرش‌کننده بیماران کرونایی، دچار ممنوعیت یا محدودیت شد که این مسئله می‌تواند بر کیفیت هوا و ورود آلاینده‌ها به محیط‌های درمانی تغییراتی ایجاد کند. با این رویکرد در پژوهش حاضر به ارزیابی سطح آلاینده‌های هوا و پارامترهای محیطی (از قبیل دما، رطوبت و سطح ترازهای صوتی) در یکی از بیمارستان‌های آموزشی-درمانی شهر زنجان پرداخته شده است. این مطالعه که از بازه زمانی شهریور ۹۸ و با هدف بررسی کیفیت هوای بیمارستان و تاثیر مراجعات عموم در ساعات ملاقات آغاز شده بود، در دوره همه‌گیری ادامه یافت تا تاثیر پاندمی را بر کیفیت هوای بخش‌های مختلف بیمارستان ارزیابی کند.

مواد و روش‌ها

بیمارستان آموزشی-درمانی ولی‌عصر (عج) در سال ۱۳۷۸ تاسیس و در حال حاضر با زیربنای m^2 ۳۰۰۰۰ و ۳۰۸ تخت بستری مشغول فعالیت است. علاوه بر بخش‌های تخصصی، بستری و پاراکلینیکی، درمانگاه‌های تخصصی و فوق تخصصی این بیمارستان، در فضایی مجزا در مجاورت ساختمان اصلی بیمارستان هر روز پذیرای بیماران و مراجعان است. زمین‌های اطراف بیمارستان با هدف توسعه فضای بیمارستان درگیر فعالیت‌های ساختمانی هستند و به علت فقدان پوشش گیاهی و آسفالت، می‌توانند در انتقال بخشی از آلاینده‌ها (عمدتا ذرات معلق) به فضای داخل بخش‌ها تاثیرگذار باشند. بیمارستان مورد مطالعه فاقد سیستم تهویه مکانیکی مناسب و اغلب تهویه طبیعی (از طریق باز کردن درها و پنجره‌ها) در تهویه هوای محیط به‌کار گرفته می‌شود. در بخش غربی و شمالی بیمارستان دو خیابان و اتوبان پرتردد وجود دارد که می‌توانند بر کیفیت هوای داخل بیمارستان تاثیر داشته باشد ولی در ساخت بیمارستان به این مسئله توجه و فاصله‌ای برابر ۱۰۰ m از خیابان‌های مجاور تا بیمارستان در نظر گرفته شده است. حد فاصل خیابان غربی و ساختمان بیمارستان، برای مراجعه‌کنندگان پارکینگ خاکی احداث شده است. بخش‌های جنوبی بیمارستان دارای پوشش گیاهی متراکم و درختکاری شده و در بخش‌های شرقی و شمالی بیمارستان نیز عملیات ساخت و ساز در حال انجام است (شکل ۱).

شکل ۱- نمایی از بیمارستان ولی‌عصر (عج) شهر زنجان

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

نمونه‌برداری از بخش‌های مختلف بیمارستان (شامل راهروها، اورژانس، داخلی ۱، داخلی ۲- غدد، داخلی ۳، عفونی، قلب، چشم، اعصاب، ICU اعصاب، اتاق عمل، همودیالیز، آندوسکوپی، نوزادان، جراحی عمومی و ICU، ENT و CCU) و محوطه باز بیرون با هدف ارزیابی تاثیر حضور ملاقات‌کنندگان بر غلظت آلاینده‌های هوا و پارامترهای محیطی در شهریورماه ۱۳۹۸ و در دو نوبت صبح و عصر آغاز شد. نمونه‌ها در طی روزهای مختلف هفته و در بازه زمانی ۱۰:۰۰ تا ۱۲:۰۰ صبح و ۱۵:۰۰ تا ۱۷:۰۰ برداشت شد. در ادامه این مطالعه و با توجه به‌همه‌گیری کرونا، نمونه‌برداری بعدی در مهرماه ۱۳۹۹ و تنها در نوبت صبح صورت گرفت. از آنجایی‌که بیمارستان ولی‌عصر مرکز نگهداری از بیماران مبتلا به کرونا است، در زمان همه‌گیری ورود افراد متفرقه و ملاقات‌کنندگان به بیمارستان ممنوع و نمونه‌برداری عصر امکان‌پذیر نبود. لازم به ذکر است در پی شرایط پیش آمده و محدودیت‌های کرونایی، برخی از بخش‌ها (داخلی ۱، عفونی، چشم، نوزادان، اتاق عمل، جراحی عمومی و ENT) در نمونه‌برداری نوبت دوم تعطیل و در کاربری برخی بخش‌ها (همودیالیز و ICU) تغییراتی ایجاد شد و به ICU بیماران حاد تنفسی تبدیل و به مراقبت از بیماران کرونایی اختصاص یافت.

برای تعیین غلظت هر آلاینده در هوای هر یک از بخش‌های بیمارستان، با توجه به سایز بخش‌ها، تعداد اتاق بستری، میزان تردد و فعالیت بخش، تعدادی ایستگاه انتخاب شد (جدول ۱). دستگاه‌های مورد استفاده برای بازه زمانی حداقل یک دقیقه در هر ایستگاه نگهداشته شد و غلظت آلاینده مورد نظر اندازه‌گیری و ثبت شد. دستگاه‌های مورد استفاده برای تعیین غلظت از نوع نمونه‌بردار فعال (Active Sampler) و نیازی به انتقال نمونه به آزمایشگاه نبود. آلاینده‌های مورد بررسی شامل ذرات معلق سایز ۲/۵ و ۱۰ ($PM_{2.5}$ و PM_{10})، دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) و دی‌اکسید کربن (CO_2) و پارامترهای محیطی شامل دما (^0C)، رطوبت نسبی (درصد)، فشار بارومتریک (hPa) و تراز صوت (dB) است. برای اندازه‌گیری ذرات معلق، دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن از دستگاه Aeroqual-S500 استفاده شده است. برای اندازه‌گیری غلظت دی‌اکسید کربن از دستگاه Lutron-GCH استفاده شد. تعیین دما، رطوبت و فشار بارومتریک با دستگاه BENETECH-GM8910 و اندازه‌گیری سطح ترازهای صوتی توسط ترازسنج KIMO-DB100 انجام شد.

جدول ۱- تعداد ایستگاه‌های نمونه‌برداری در هر یک بخش‌های بیمارستان

بخش	اورژانس	داخلی ۱	داخلی ۲	داخلی ۳	عفونی	چشم	قلب	همودیالیز	آندوسکوپی	نوزادان	جراحی عمومی و ENT	اتاق عمل	اعصاب	ICU اعصاب	ICU	CCU	راهرو	محوطه بیرون
تعداد ایستگاه	۱۰	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۰	۱۲	۱۲	۱۲	۵	۱۲	۸	۱۸	۱۸

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

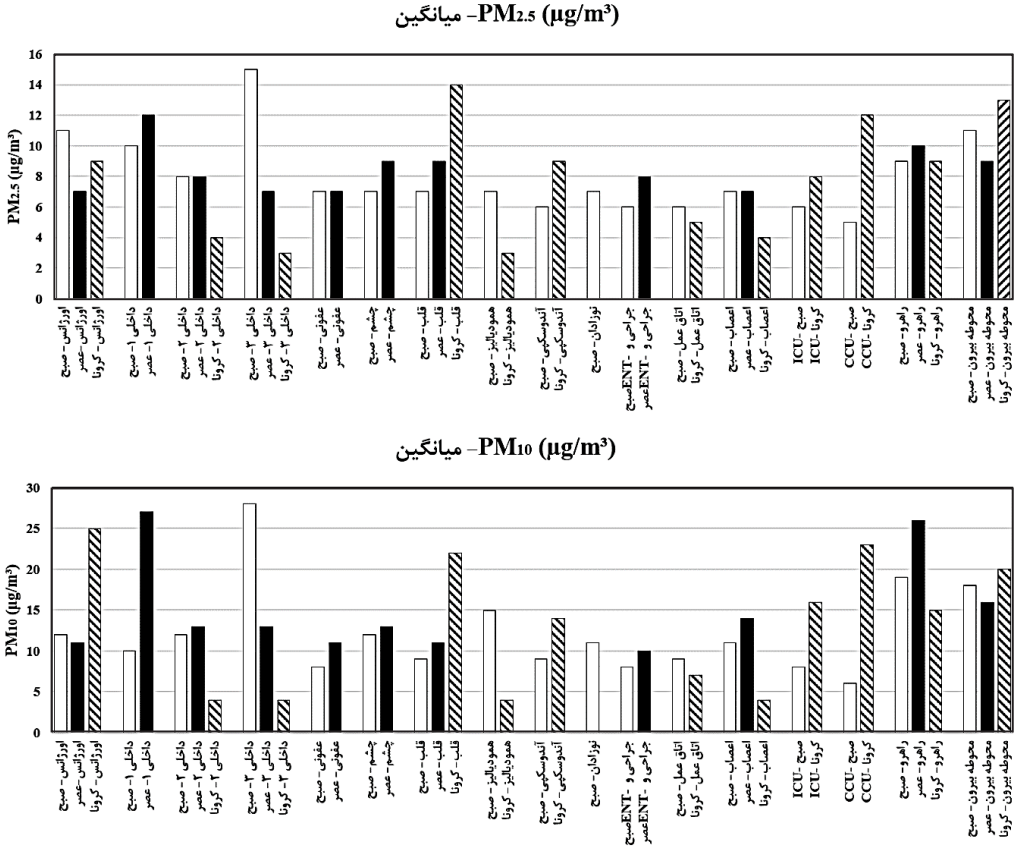
جهت اندازه‌گیری، دستگاه‌ها در ارتفاع تقریبا ۱/۵ m از سطح زمین قرار گرفت تا میزان مواجه تنفسی افراد برآورد شود. از هر بخش تعدادی نمونه برداشت و مقادیر بیشینه، کمینه و میانگین مدنظر قرار گرفته است. در تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. در ادامه به ترسیم مقادیر بر روی نمودار، مقایسه‌های آماری و بررسی نتایج نسبت با استانداردهای موجود پرداخته شده است.

یافته‌ها

همانگونه که پیش از این ذکر شد اندازه‌گیری آلاینده‌ها و پارامترهای محیطی در دو مقطع زمانی پیش از همه‌گیری کرونا (صبح و ساعات ملاقات) و در زمان همه‌گیری کرونا انجام شد. در نوبت دوم به‌واسطه برخی محدودیت‌ها و تغییرات در نوع فعالیت هر بخش، ممکن است برخی نمونه‌برداری‌ها در ساعات عصر یا زمان همه‌گیری انجام نشده باشد.

ـ ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10})

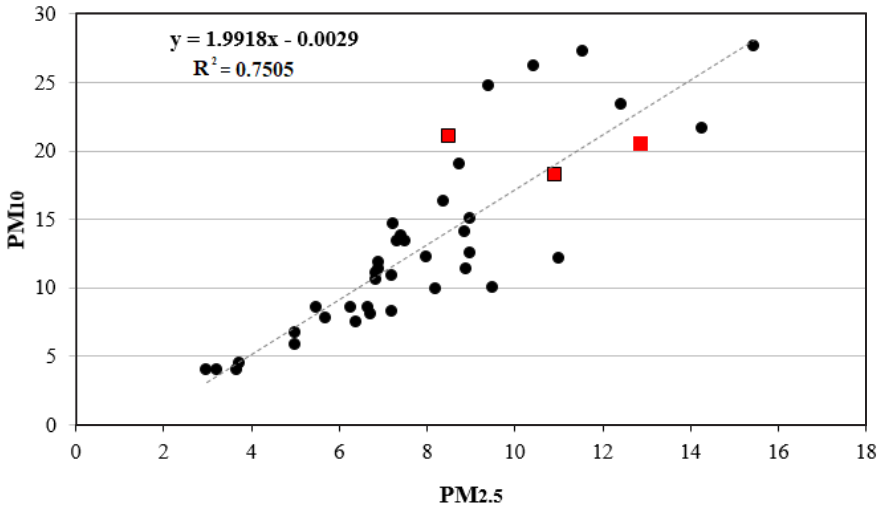
میانگین غلظت ذرات معلق ریز ($PM_{2.5}$) و درشت (PM_{10}) در بخش‌های مختلف داخل و بیرون بیمارستان مطابق نمودار ۱ است. بالاترین مقادیر غلظت اغلب در بازه‌های زمانی عصر و در ساعات ملاقات اتفاق افتاده است که با ورود تعدادی زیادی از افراد به داخل بیمارستان همراه است. در مجموع سه نوبت نمونه‌برداری، کمترین و بیشترین غلظت $PM_{2.5}$ به ترتیب برابر ۳ $\mu g/m^3$ (در دوره همه‌گیری و در بخش‌های همودیالیز، اعصاب، داخلی ۲ و ۳) و ۲۱ (صبح در بخش داخلی ۳ و زمان ملاقات در بخش داخلی ۱) ثبت شده است. برای PM_{10} این ارقام به ترتیب ۳ $\mu g/m^3$ (دوره همه‌گیری همودیالیز، بخش‌های داخلی ۲ و ۳) و ۴۴ (ساعات ملاقات در بخش داخلی ۱) به‌دست آمده است.



نمودار ۱- میانگین غلظت ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10}) در بخش‌های مختلف بیمارستان

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

یکی دیگر از نکات برجسته در مقایسه این دو نمودار تطابق و همبستگی میان غلظت $PM_{2.5}$ و PM_{10} در بخش‌ها است که با ضریب همبستگی ۰/۷۵، غلظت این دو آلاینده با یکدیگر مرتبط شده است (نمودار ۲). نقاطی که با رنگ قرمز و شکل مربع نشان داده شده است، نقاط مرتبط با غلظت در هوای محیط باز است. در این نمودار، کمترین سطح همبستگی مربوط به اورژانس در زمان همه‌گیری، ساعات ملاقات در راهرو و بخش داخلی ۱ است که غلظت‌های به مراتب بالاتری از PM_{10} نسبت به $PM_{2.5}$ را تجربه می‌کنند. همچنین نمونه‌برداری‌های صبح از اورژانس و بخش داخلی ۱، غلظت‌های بالاتری از $PM_{2.5}$ در مقایسه با PM_{10} را بیان می‌کند.



نمودار ۲- ارزیابی همبستگی میانگین غلظت ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10}) در نمونه‌برداری‌ها

یکی دیگر از مواردی که اغلب در مطالعات مرتبط با محیط‌های بسته و در حوزه ذرات معلق مورد توجه قرار می‌گیرد، نسبت غلظت آلاینده در محیط داخل (Indoor) به محیط بیرون (Outdoor) است که با مولفه (I/O) تفسیر می‌شود. استفاده از روش‌های مختلف تهویه، وجود در، پنجره و منافذ، مجاورت با منابع انتشار ذرات معلق و ... از عوامل تاثیرگذار بر این مولفه هستند (۱۶، ۱۷). در مطالعه حاضر این نسبت برای کلیه بخش‌ها و در همه بازه‌های نمونه‌برداری محاسبه و در جدول ۲ ارائه شده است. اعداد بزرگ‌تر از ۱ معمولا به وجود منابع انتشار موثر در داخل محیط بسته اشاره دارند و هر چقدر اعداد کمتر از ۱ باشد، عدم تهویه و تبادل هوا با محیط باز اطراف، ممانعت از ورود آلاینده‌های بیرون به داخل محیط بسته و نقش پر رنگ محیط بیرون را مشخص می‌کند (۱۸). هرچند در صورت تجمع افراد در محیط به تعداد بالا، غلظت دی‌اکسید کربن نیز به‌عنوان شاخص تهویه در محیط‌های بسته مطرح است.

مقایسه مقادیر غلظت ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10}) با استانداردهای مختلف از جمله استاندارد هوای پاک ایران، استاندارد هوای محیطی سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (EPA) و استاندارد سازمان جهانی بهداشت (WHO) برای بازه‌های زمانی ۲۴ ساعته (۱۹-۲۱) نشان می‌دهد غلظت همواره در سطح قابل قبول قرار داشته است (جدول ۳). متاسفانه برای هوای محیط‌های بسته یا کاربری‌های حساس از قبیل مراکز درمانی، استاندارد مشخصی وجود ندارد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

جدول ۲- نسبت غلظت ذرات معلق در بخش‌های مختلف بیمارستان به محیط بیرون

ذرات معلق / بخش	(I/O)$PM_{2.5}$			(I/O)PM_{10}		
	صبح	عصر	کرونا	صبح	عصر	کرونا
اورژانس	۱/۰۰	۰/۷۸	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۶۹	۱/۲۵
داخلی ۱	۰/۹۱	۱/۳۳	–	۰/۵۶	۱/۶۹	–
داخلی ۲ (غدد)	۰/۷۳	۰/۸۹	۰/۳۱	۰/۶۷	۰/۸۱	۰/۲
داخلی ۳	۱/۳۶	۰/۷۸	۰/۲۳	۱/۵۶	۰/۸۱	۰/۲
عفونی	۰/۶۴	۰/۷۸	–	۰/۴۴	۰/۶۹	–
چشم	۰/۶۴	۱/۰۰	–	۰/۶۷	۰/۸۱	–
قلب	۰/۶۴	۱/۰۰	۱/۰۸	۰/۵	۰/۶۹	۱/۱۰
همودیالیز	۰/۶۴	–	۰/۲۳	۰/۸۳	–	۰/۲
آندوسکوپی	۰/۵۵	–	۰/۶۹	۰/۵	–	۰/۷
نوزادان	۰/۶۴	–	–	۰/۶۱	–	–
جراحی عمومی و ENT	۰/۵۵	۰/۸۹	–	۰/۴۴	۰/۶۳	–
اتاق عمل	۰/۵۵	–	۰/۳۸	۰/۵	–	۰/۳۵
اعصاب	۰/۶۴	۰/۷۸	۰/۳۱	۰/۶۱	۰/۸۸	۰/۲
ICU اعصاب	۰/۶۴	–	–	۰/۴۴	–	–
ICU	۰/۵۵	–	۰/۶۲	۰/۴۴	–	۰/۸
CCU	۰/۴۵	–	۰/۹۲	۰/۳۳	–	۱/۱۵
راهرو	۰/۸۲	۱/۱۱	۰/۶۹	۱/۰۶	۱/۶۳	۰/۷۵

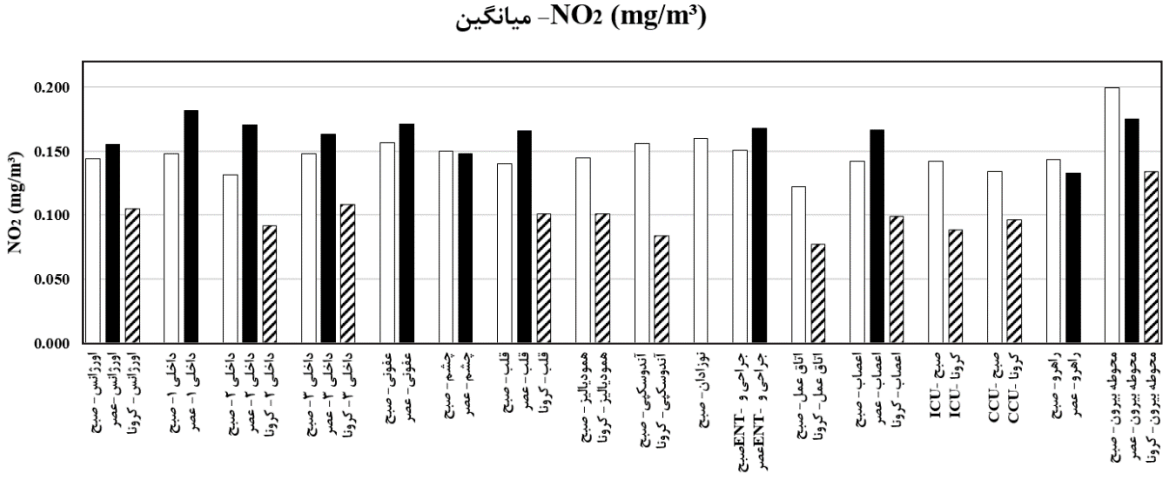
جدول ۳- استانداردهای رسمی غلظت آلاینده‌های هوا

آلاینده‌ها / استاندارد	$PM_{2.5\text{-}24h}$ (mg/m^3)	$PM_{10\text{-}24\ h}$ (mg/m^3)	$NO_{2\text{-}1h}$ (mg/m^3)	$SO_{2\text{-}1h}$ (mg/m^3)	$SO_{2\text{-}24h}$ (mg/m^3)
استاندارد هوای پاک ایران	۰/۰۳۵	۰/۱۵۰	۰/۲۰۰	۰/۱۹۶	۰/۳۹۵
EPA- NAAQS	۰/۰۳۵	۰/۱۵۰	۰/۱۸۴	۰/۱۹۶	–
WHO	۰/۰۲۵	۰/۰۵۰	۰/۲۰۰	–	۰/۰۲۰

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

_آلاینده‌های گازی (NO_2 و SO_2)

آلاینده‌های گازی از قبیل دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن به واسطه ترکیبات موجود در سوخت و دمای احتراق، اغلب از محیط‌های بیرون و بر اثر فعالیت منابع ساکن و متحرک تولید و وارد محیط‌های بسته می‌شوند (۲۲). میانگین غلظت دی‌اکسید نیتروژن در دو مقطع زمانی مختلف در بخش‌های داخلی و بیرونی بیمارستان ولی‌عصر (عج) زنجان در نمودار ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد در اغلب موارد، غلظت این آلاینده در بازه زمانی عصر بالاتر از صبح‌ها مشاهده شده است. در بازه زمانی همه‌گیری کرونا نیز غلظت به مقدار قابل توجهی کاهش داشته است. کمترین و بیشترین غلظت این ترکیب به ترتیب برابر ۰/۰۱۵ mg/m^3 (ساعت ملاقات در راهرو) و ۰/۱۹۲ mg/m^3 (ساعت ملاقات در بخش داخلی ۲) اتفاق افتاده است. بنابراین در مقایسه با استانداردهای ملی و بین‌المللی، غلظت این آلاینده در محدوده مجاز قرار دارد. در کلیه مقاطع زمانی و برای همه بخش‌ها، نسبت دی‌اکسید نیتروژن محیط بسته به محیط باز (I/O)، کمتر از عدد یک به‌دست آمد که نشان می‌دهد این آلاینده منشاء بیرونی دارد (۲۳).



نمودار ۳- میانگین غلظت دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) در بخش‌های مختلف بیمارستان

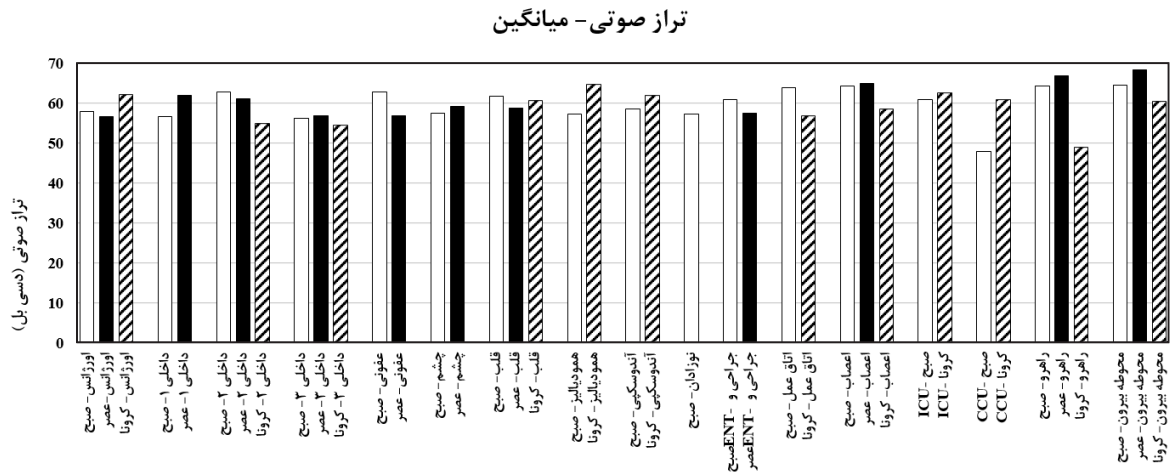
اندازه‌گیری غلظت دی‌اکسید گوگرد در بخش‌های مختلف بیمارستان نیز نشان داد در اغلب موارد غلظت برابر صفر و بالاترین سطوح غلظت (۰/۴۵ mg/m^3) در اورژانس بیمارستان مشاهده شده است. عمده‌ترین منبع انتشار این ترکیب در مناطق شهری، استفاده از گازوییل با درصد بالای گوگرد است که با توجه به ترکیب خودروهای عبوری از مجاور بیمارستان که اغلب سواری و از نوع بنزینی هستند، مقادیر به‌دست آمده مورد انتظار بود.

_ پارامترهای محیطی

بخش دیگری از ارزیابی‌ها در بیمارستان مورد نظر به حوزه پارامترهای محیطی از قبیل دما، رطوبت نسبی (RH)، ترازهای صوتی و غلظت دی‌اکسید کربن (CO_2) به‌عنوان معیاری از تهویه و نرخ تعویض و تبادل هوای محیط پرداخته است. در مجموع سه نوبت نمونه‌برداری، کمترین دما در مهرماه سال ۱۳۹۹، ^0C ۲۱/۲ (همه‌گیری- ICU) و بیشترین دما در شهریورماه ۱۳۹۸، ^0C ۲۹/۲ (عصر اورژانس) ثبت شده است. در مقایسه با محیط بیرون، تفاوت محسوسی با بخش‌های داخل بیمارستان مشاهده نمی‌شود. در بررسی رطوبت نسبی نیز کمترین و بیشترین مقادیر به ترتیب ۱۵/۵ (همه‌گیری- مهرماه ۱۳۹۹- بخش قلب) و ۵۳/۱ (صبح- شهریورماه ۱۳۹۸- بخش داخلی ۲) درصد است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

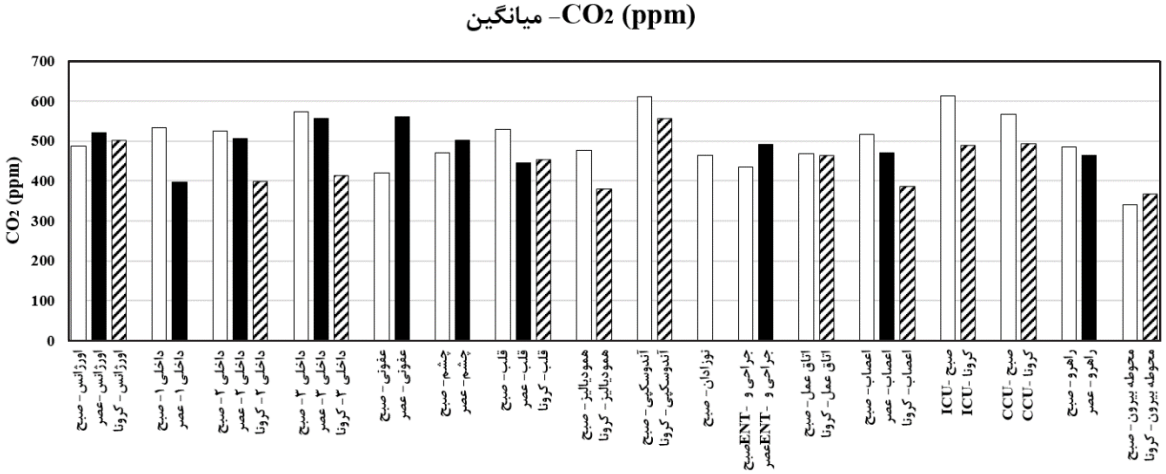
میانگین سطح ترازهای صوتی در کلیه بخش‌های بیمارستان و در سه نوبت (صبح، ساعات ملاقات و همه‌گیری) مطابق نمودار ۴ است. کمترین و بیشترین سطح ترازهای صوتی ۴۵/۷ و ۷۸/۳ dB به ترتیب در راهرو و CCU ثبت شده است. استاندارد صوت برای محیط‌های مسکونی در بازه‌های زمانی روز و شب به ترتیب برابر ۵۵ و ۴۵ dB توصیه شده است ولی برای کاربری‌های خاص و حساس از قبیل مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، مقادیر متفاوتی توسط سازمان‌های مربوطه به‌عنوان راهنما مطرح شده است. سازمان جهانی بهداشت برای هر دو بازه زمانی روز و شب تراز معادل dB ۳۰ و بیشینه مجاز در بیمارستان‌ها را dB ۴۰ اعلام کرده است (۲۴). در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده مشاهده می‌شود سطح ترازهای صوتی در همه موارد مقادیر بیشتر از سطوح راهنمای سازمانی جهانی بهداشت است. بالاترین مقادیر اندازه‌گیری در داخل بخش‌ها مربوط به ایستگاه‌های پرستاری بود. در مجموع سطح ترازهای صوتی داخل بیمارستان پایین‌تر از محیط باز بیرون و از میان بخش‌های داخل بیمارستان، راهرو، بخش‌های اعصاب و داخلی ۲ بالاترین ترازهای صوتی را تجربه می‌کنند.



نمودار ۴- میانگین سطح ترازهای صوتی (dB) در بخش‌های مختلف بیمارستان

آخرین پارامتر مورد بررسی، غلظت دی‌اکسید کربن در بخش‌های مختلف بیمارستان است (نمودار ۵). کمترین و بیشترین غلظت ثبت شده در این پژوهش، ۳۵۰ و ppm ۷۵۴ است. دی‌اکسید کربن نتیجه فرایند احتراق کامل است و در محیط‌هایی که احتراق انجام نمی‌شود می‌تواند در نتیجه فرایندهای متابولیکی موجودات زنده از جمله بازدم و تنفس افراد و معیاری از کیفیت تهویه در محیط باشد (۲۵). در کلیه بخش‌های بیمارستان، غلظت این ترکیب بالاتر از محیط باز است. بالاترین مقادیر میانگین غلظت در بخش‌های ICU، آندوسکوپی، داخلی ۳ و عفونی مشاهده می‌شود. براساس استاندارد ASHRAE غلظت‌های کمتر از ppm ۱۰۰۰ قابل قبول و صدمه‌ای بر فعالیت افراد یا سلامت آنها وارد نمی‌کند. در جدول ۴، مقادیر کمینه و بیشینه پارامترهای اندازه‌گیری شده به تفکیک گردآوری شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]



نمودار ۵- میانگین غلظت دی‌اکسید کربن (CO_2) در بخش‌های مختلف بیمارستان (ppm)

جدول ۴- مقادیر بیشینه و کمینه غلظت آلاینده‌ها در بخش‌های داخلی بیمارستان

پارامتر / نوبت نمونه‌برداری	PM_{10} (µg/m³)		$PM_{2.5}$ (µg/m³)		SO_2 (mg/m³)		NO_2 (mg/m³)		CO_2 (ppm)		تراز صوتی (dB)		دما (°C)		رطوبت نسبی (%)	
	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه
صبح	۵	۴۲	۵	۲۱	۰	۰/۴۶۰	۰/۰۹۶	۰/۱۸۵	۳۵۰	۷۵۴	۴۵/۷	۷۸/۳	۲۵/۱	۲۹/۱	۳۵/۹	۵۳/۱
ملاقات	۷	۴۴	۶	۲۱	–	–	۰/۰۱۵	۰/۱۹۲	۳۸۶	۶۲۹	۵۱/۲	۷۵/۵	۲۸/۳	۲۹/۲	۳۵/۵	۴۶/۱
کرونا	۳	۳۳	۳	۱۵	–	–	۰/۰۶۵	۰/۱۱۲	۳۷۱	۵۶۹	۵۱/۵	۷۴/۸	۲۱/۲	۲۸/۵	۱۵/۵	۲۰/۱

سلامت و محیط زیست دوره چهاردهم/ شماره سوم/ پاییز ۱۴۰۰
فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران
ijhe.tums.ac.ir

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

بحث

ارزیابی سطح آلاینده‌های هوا و پارامترهای محیطی در سه نوبت شرایط عادی (صبح و ساعات ملاقات) و دوره همه‌گیری کرونا در بیمارستان آموزشی-درمانی ولی‌عصر (عج) زنجان نشان داد به استثنای سطح ترازهای صوتی، دیگر موارد در محدوده ایمن و استاندارد قرار دارد. غلظت ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10}) در کنار همبستگی بالا (R^2=۰/۷۵)، در بازه زمانی ملاقات نسبت به دیگر زمان‌ها افزایش داشته است. همبستگی ذرات معلق با سایزهای متفاوت بیانگر وجود منابع مشترک در انتشار این آلاینده در محیط است و تغییرات زمانی این آلاینده مشابه شرایط محیط بیرون است که این فرضیه را تایید می‌کند. در مطالعه مشابه در کشور چین که به ارزیابی غلظت ذرات معلق در محیط‌های بیمارستانی پرداخته است نیز همبستگی بین ذرات معلق محیط داخل و بیرون بیمارستان تایید شده است (۲۶). در بیمارستان مورد مطالعه اورژانس و داخلی ۱ از جمله بخش‌هایی هستند که غلظت‌های بالاتری از ذرات معلق را تجربه کرده‌اند و بررسی موقعیت قرارگیری آنها نشان داد که کمترین مقادیر یعنی m ۹۳ تا خیابان مجاور و m ۳۰ تا پارکینگ داخل محوطه بیمارستان فاصله دارند و در بخش غربی ساختمان واقع شده‌اند. موقعیت استقرار بخش‌ها و مجاورت با منابع انتشار (از جمله تردد خودروها یا پارکینگ خاکی در مطالعه حاضر) بر افزایش غلظت ذرات معلق تاثیرگذار و این مسئله باید در تعیین کاربری بخش‌ها و حساسیت بیماران بستری در هر بخش منظور شود. مطالعه مشابهی در اروپا به بررسی آلاینده‌های محیطی در دو بیمارستان واقع در ایتالیا و اسپانیا پرداخته است و بر حساسیت بخش آنکولوژی تاکید و مکان‌یابی مناسب و پایش پیوسته آلاینده‌های هوا در این بخش را مدنظر قرار داده است (۲۷).

تغییر کاربری بخش‌ها از فعالیت معمول به بستری بیماران کرونایی (مشابه بخش همودیالیز بیمارستان) باعث کاهش قابل توجه در غلظت ذرات معلق شده است که ایجاد محدودیت حضور افراد، رعایت دقیق‌تر پروتکل‌های بهداشتی، استفاده از لباس‌ها و پوشش‌های مخصوص می‌تواند این تغییرات را توجیه کند (۲۷، ۲۸). در مقابل استقرار دستگاه‌های پایش سطح اکسیژن و دیگر تجهیزات، سطح ترازهای صوتی در این بخش‌ها را افزایش داده است. دو آلاینده SO_2 و NO_2 اغلب در نتیجه احتراق سوخت‌های فسیلی و تردد خودروها منتشر می‌شود و وجود منابع احتراقی در داخل محیط می‌تواند غلظت این آلاینده‌ها را افزایش دهد (۲۹). در بیمارستان مورد مطالعه منابع احتراقی در داخل بخش‌های مورد بررسی وجود نداشت (به استثنای بخش آزمایشگاه) و بخش پخت و پز، کاملا مجزا و تاثیری بر میزان غلظت آلاینده‌ها ندارد. ضمن اینکه گاز طبیعی به‌عنوان سوخت آشپزخانه، کمتر سطح آلایندگی در میان سوخت‌های فسیلی را دارد. بنابراین تنها منبع موثر در انتشارها منابع بیرونی بیمارستان هستند و ایجاد فاصله مناسب از بیمارستان تا خیابان‌های مجاور غلظت را تا حدی کاهش داده است. در این پژوهش مشخص شد بالاترین سطح غلظت در بخش‌های اتفاق افتاده است که کمترین فاصله (در مقایسه با دیگر بخش‌ها) را با خیابان و پارکینگ بیمارستان دارد. دی‌اکسید کربن به‌عنوان شاخص تهویه در سطح مجاز قرار دارد، هرچند بسته به موقعیت و فعالیت بخش‌ها و میزان تبادل هوا با محیط باز در برخی بخش‌ها (ICU، آندوسکوپی، داخلی ۳ و عفونی) غلظت بالاتر از هوای باز اطراف گزارش شده است که این مسئله نشان‌دهنده نرخ پایین تعویض و تبادل هوا در داخل بیمارستان است. دما و رطوبت در بیمارستان مورد مطالعه به ترتیب در محدوده ^0C ۲۹/۲-۲۱/۲ و ۵۳/۱-۱۵/۵ درصد ثبت شده است در حالی‌که مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌ها (CDC) برای بیمارستان‌ها دما را در محدوده ^0C ۲۵-۲۰ و رطوبت را در محدوده ۳۰ تا ۶۰ درصد توصیه می‌کند (۳۰) که در بیمارستان مورد

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

مطالعه به‌علت عدم استفاده از سیستم‌های کنترل دما و رطوبت، در برخی موارد نقص شده است. سطح ترازهای صوتی در بخش‌های مختلف بیمارستان به مراتب بالاتر از مقادیر توصیه شده برای بیمارستان‌ها بود و رفع این معضل باید مدنظر مسئولان بیمارستان قرار گیرد. در بازه زمانی همه‌گیری، در بخش‌هایی که نسبت به بستری بیماران کرونایی اقدام شد (از جمله ICU و همودیالیز)، به واسطه دستگاه‌های مورد استفاده و کارکرد مداوم این سیستم‌ها، سطح ترازهای صوتی با اندکی افزایش نسبت به دوره‌های قبلی همراه بود. همه‌گیری کرونا در بخش‌های مختلف بیمارستان و بر روی آلاینده‌ها و پارامترهای محیطی تاثیرات متفاوتی در پی داشته است. در چند ماه اخیر مطالعات محدودی در زمینه همه‌گیری کرونا، کاهش مراجعات ناشی از بیماری‌های حاد یا مزمن تنفسی به مراکز درمانی و بهبود کیفیت هوا در شهرها (۳۱-۳۳) انجام شده است. هرچند مطالعه مشابهی از منظر الگوی تغییرات غلظت آلاینده‌های هوا یا پارامترهای محیطی در زمان همه‌گیری یافت نشد.

نتیجه گیری

مطالعه حاضر نشان داد ساعات ملاقات و حضور افراد متفرقه در بیمارستان می‌تواند با افزایش آلاینده‌ها و تشدید سطح ترازهای صوتی همراه باشد و این مسئله باید برای بیماران حساس و بخش‌های خاص مورد توجه قرار گیرد. همچنین همه‌گیری کرونا تغییرات مثبتی بر کیفیت هوای محیط داخل بیمارستان از نظر آلاینده‌های هوا و ترازهای صوتی داشته است. کاهش مراجعات بیمارستانی، ممنوعیت ملاقات و ایجاد محدودیت‌های تردد از مهمترین عوامل این کاهش به‌شمار می‌آید ولی برای ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10})، که عمدتا از فعالیت‌های ساخت و ساز در اطراف بیمارستان نشات می‌گیرد، این مسئله صادق نبود. این مطالعه نشان داد به‌واسطه سیستم تهویه طبیعی، کیفیت هوای داخل بیمارستان تا حد زیادی از هوای محیط بیرون تاثیر می‌گیرد که در حال حاضر به‌عنوان یک معضل مطرح نیست ولی در گذر زمان و با احتمال افزایش غلظت آلاینده‌ها در ناحیه شهری، می‌تواند باعث نزول در کیفیت هوای بخش‌های داخلی بیمارستان شود.

در این مطالعه به علت زمان‌بر بودن نمونه‌برداری و تعدد آلاینده‌ها، نمونه‌برداری در طول روزهای مختلف هفته انجام شد. همچنین محدودیت‌های موجود در ورود به بیمارستان و نمونه‌برداری، به‌ویژه در زمان پاندمی، ارزیابی‌های تکرارپذیر و دراز مدت را امکان‌پذیر نکرد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان"ارزیابی غلظت آلاینده‌های هوا در بیمارستان ولی‌عصر (عج) زنجان و تاثیر بزرگراه‌های مجاور بر سطح آلودگی" در مقطع کارشناسی ارشد است که در سال ۱۳۹۹، کد ۳۲۵۵۸ و با حمایت دانشگاه زنجان اجرا شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

References

1. Lelieveld J, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Haines A, Münzel T. Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective. Cardiovascular Research. 2020; 116(11):1910-17.
2. World Health Organization. Media centre: 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air. Geneva: WHO; 2021 [cited 2021 September 9]. Available from: http://www.emro.who.int/media/news/9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air.html
3. Mannan M, Al-Ghamdi SG. Indoor air quality in buildings: a comprehensive review on the factors influencing air pollution in residential and commercial structure. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(6):3276.
4. Tran VV, Park D, Lee YC. Indoor air pollution, related human diseases, and recent trends in the control and improvement of indoor air quality. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(8):2927.
5. Goel SG, Somwanshi S, Mankar S, Srimuruganandam B, Gupta R. Characteristics of indoor air pollutants and estimation of their exposure dose. Air Quality, Atmosphere & Health. 2021;14(1):1-15.
6. Chirico F, Sacco A, Bragazzi NL, Magnavita N. Can air-conditioning systems contribute to the spread of SARS/MERS/COVID-19 infection? Insights from a rapid review of the literature. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(17):6052.
7. Wang JX, Cao X, Chen YP. An air distribution optimization of hospital wards for minimizing cross-infection. Journal of Cleaner Production. 2021;279:123431.
8. Montazer M, Soleimani N, Zendehdel R, Etemad K, Abtahi Mohasel M, Malmir M. Bacterial bioaerosols determination in nurse stations in a governmental hospital in Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(2):281-92 (in Persian).
9. Sepahvand A, Godini H, Omidi Y, Tarrahi MJ, Rashidi R, Basiri H. Investigation of fungal bioaerosols and particulate matter in the teaching-medical hospitals of Khorramabad city, Iran during 2015. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(1):115-26 (in Persian).
10. Scheepers PT, Van Wel L, Beckmann G, Anzion R. Chemical characterization of the indoor air quality of a university hospital: penetration of outdoor air pollutants. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2017;14(5):497.
11. Mohammadyan M, Keyvani S, Yazdani-Charati J, Bahrami A, Yousefi-Nejad R. Indoor and ambient air concentrations of respirable particles between two hospitals in Kashan (2014-2015). Feyz Journal of Kashan University of Medical Sciences. 2017;21(1):66-73 (in Persian).
12. Lee HJ, Lee KH, Kim DK. Evaluation and comparison of the indoor air quality in different areas of the hospital. Medicine. 2020;99(52):e23942.
13. Yarar O, Temizsoy E, Günay O. Noise pollution level in a pediatric hospital. International Journal of Environmental Science and Technology. 2019;16(9):5107-12.
14. Baqar M, Arslan M, Abbasi SA, Ashraf U, Khalid A, Zahid H. Noise pollution in the hospital environment of a developing country: A case study of Lahore (Pakistan). Archives of Environmental & Occupational Health. 2018;73(6):367-74.
15. Kamdar BB, Martin JL, Needham DM. Noise and light pollution in the hospital: a call for action. Journal of Hospital Medicine. 2017;12(10):861.
16. Abdel-Salam MM. Outdoor and indoor factors

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

influencing particulate matter and carbon dioxide levels in naturally ventilated urban homes. Journal of the Air & Waste Management Association. 2021;71(1):60-69.
17. Bucur E, Danet A. Indoor/outdoor correlations regarding indoor air pollution with particulate matter. Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ). 2019;18(2):425-32.
18. Zhang L, Yang Z, Liu J, Zeng H, Fang B, Xu H, et al. Indoor/outdoor relationships, signatures, sources, and carcinogenic risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons-enriched $PM_{2.5}$ in an emerging port of northern China. Environmental Geochemistry and Health. 2021;43:1-15.
19. Department of Environment. Ambient air pollution standards. Tehran: DOE; 2016 [cited 2021 April 7]. Available from: https://nacc.doe.ir/portal/home/ (in Persian).
20. U.S. Environmental Protection Agency. NAAQS table. Washington DC: EPA; 2021 [cited 2021 April 7]. Available from: https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table
21. World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution. Geneva: WHO; 2021 [cited 2021 September 27]. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health
22. Turiel I. Indoor air quality & human health. UK: Routledge; 2012.
23. Hu Y, Zhao B. Relationship between indoor and outdoor NO_2: a review. Building and Environment. 2020;180:106909.
24. Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. New WHO guidelines for community noise. Noise & Vibration Worldwide. 2000;31(4):24-29.
25. Huang Q, Marzouk T, Cirligeanu R, Malmstrom H, Eliav E, Ren YF. Ventilation assessment by carbon dioxide levels in dental treatment rooms. Journal of Dental Research. 2021:00220345211014441.
26. Wang X, Bi X, Sheng G, Fu J. Hospital indoor $PM_{10}/PM_{2.5}$ and associated trace elements in Guangzhou, China. Science of the Total Environment. 2006;6(1):124-35.
27. Palmisani J, Di Gilio A, Viana M, de Gennaro G, Ferro A. Indoor air quality evaluation in oncology units at two European hospitals: Low-cost sensors for TVOCs, $PM_{2.5}$ and CO2 real-time monitoring. Building and Environment. 2021;205:108237.
28. Ma X, Li S, Yu S, Ouyang Y, Zeng L, Li X, et al. Emergency management of the prevention and control of novel coronavirus pneumonia in specialized branches of hospital. Academic Emergency Medicine. 2020;27(4):312.
29. Lawrence A, Khan T, Azad I. Indoor air quality assessment and its impact on health in context to the household conditions in Lucknow. Global NEST Journal. 2019;22:28-41.
30. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Atlanta: National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID); 2019.
31. Aydın S, Nakiyingi BA, Esmen C, Güneysu S, Ejjada M. Environmental impact of coronavirus (COVID-19) from Turkish perceptive. Environment, Development and Sustainability. 2021;23(5):7573-80.
32. Copat C, Cristaldi A, Fiore M, Grasso A, Zuccarello P, Conti GO, et al. A first review to explore the association of air pollution (PM and NO_2) on Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus (SARS-CoV-2). Preprints. 2020;2020050299. DOI: 10.20944/preprints202005.0299.v1.
33. Chan KPF, Ma TF, Kwok WC, Leung JKC, Chiang KY, Ho JCM, et al. Significant reduction

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

in hospital admissions for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Hong Kong during coronavirus disease 2019 pandemic. Respiratory Medicine. 2020;171:106085.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Evaluation of air pollutant concentrations and environmental parameters under normal condition and during novel Coronavirus pandemic, a case study in a hospital (2019-2020)

Azadeh Tavakoli[1,*], Arezoo Tavakoli[2], Masoumeh Mohammadi[1]

1- Department of Environmental Science, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2- Department of Nursing, Faculty of Nursing, Islamic Azad University of Eghlid, Fars, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 7 August 2021
Revised: 26 October 2021
Accepted: 30 October 2021
Published: 21 December 2021

Keywords: Air pollution, Visiting hours, Corona pandemic, Hospital, Zanjan

***Corresponding Author:**
atavakoli@znu.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Indoor air pollution in hospitals could be a serious health threat to the patients, medical staff, and visitors. In previous studies, the importance of paying attention to air quality during the Coronavirus pandemic has been proven. In this study, the effect of visiters' presence under normal conditions and the imposition of hospital restrictions at the time of pandemic on air quality and environmental parameters in a hospital has been evaluated.

Materials and Methods: Air sampling was carried out in Valiasr Hospital of Zanjan in two periods, September 2019 (morning and visiting hours) and during the pandemic in October 2020. All wards inside and the outside of the hospital were examined for air pollutants ($PM_{2.5}$, PM_{10}, NO_2, SO_2, CO_2) and environmental parameters (temperature, humidity, and sound levels).

Results: The results of this study showed that except for the sound levels, other pollutants are at an acceptable level. Particulate matter of different sizes in the air of the hospital has a correlation, often with an external source, and has been imported through construction activitie;. However, nitrogen dioxide concentration is dependent on urban traffic. Visiting hours are associated with an increase in the concentration of particulate matter and the sound levels. The pandemic had a positive effect in some wards, on some parameters and often improved the air quality due to the imposing strict health protocols.

Conclusion: This study showed that natural ventilation has a direct effect on the air quality inside of the hospital. It is also suggested that in wards where patients are sensitive or in the need of intensive care, restrictions on commuting and visitation be applied.

Please cite this article as: Tavakoli A, Tavakoli A, Mohammadi M. Evaluation of air pollutant concentrations and environmental parameters under normal condition and during novel Coronavirus pandemic, a case study in a hospital (2019-2020). Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(3):517-32.

Copyright © 2021 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-12]