

بررسی ارتباط تعداد بیوآئروسول ها با غلظت ازن و شدت پرتو فرابنفش در هوای داخل و آزاد مراکز خدمات جامع سلامت شهری منتخب شهر تهران در سال ۱۴۰۰

سکینه اولیائی^۱، گیتی کاشی^{۱،۲*}، نفیسه نوریه^۳، روح اله محمودخانی^۳

^۱ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

^۲ مرکز تحقیقات پالایش آب، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

^۳ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پزشکی تهران، تهران، ایران

مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و اهداف: کیفیت هوای داخل و آزاد و تاثیر آن بر سلامت کارکنان و مراجعه کننده ها به مراکز خدمات جامع سلامت شهری در مطالعات بهداشت عمومی اهمیت زیادی دارد. این تحقیق با هدف بررسی تعداد بیوآئروسول های هوای داخل و آزاد مراکز انجام گرفت.

مواد و روش ها: روش تحقیق این پژوهش، توصیفی-تحلیلی مقطعی است. تحقیق در ۵ مرکز خدمات جامع سلامت شهری کلانشهر تهران در بازه زمانی ۴ ماه در دو فصل کم بارش و پر بارش انجام گرفت. جمع آوری بیوآئروسول ها، اندازه گیری ذرات معلق، فرابنفش، ازن، سرعت باد، دما و رطوبت با وسائل اختصاصی و در شرایط مدت ۱۲۰ دقیقه، فاصله ۱/۵ متری از سطح زمین و هوای داخل سالن انتظار و آزاد انجام گرفت. تعداد آئروسول های بیولوژیکی هوای داخل و آزاد برحسب CFU/m³ گزارش شد. نتایج بدست آمده با استاندارد EU GMP مقایسه گردید. رعایت ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل اجرای مطالعه در نظر گرفته شد.

یافته ها: میانگین تعداد کلنی باکتری ها و قارچ های هوا برد داخل سالن انتظار مراکز از هوای آزاد بالاتر بود. میانگین تعداد کلنی باکتری ها و قارچ های هوا برد داخل سالن انتظار مراکز به ترتیب ۸۶/۴ و ۱۰۶۲/۱ و در هوای آزاد مراکز به ترتیب ۸۹/۶ و ۱۰۶۰/۱ بدست آمد. حضور میکروارگانیسم های آسپرژیلوس و پنسیلیوم در سالن انتظار بیش تر از سایر قارچ ها بود.

نتیجه گیری: تعداد آئروسول های بیولوژیکی مراکز با توجه به متغیر فصل، تراکم مراجعه کننده، تعداد مراجعه کننده و مساحت کف سالن انتظار متفاوت می باشند. مدیریت مناسب بهداشت محیط و توجه به وضعیت آلودگی میکروبی هوای سالن انتظار مراکز به ارتقای وضعیت سلامت کارکنان و مراجعه کنندگان و کاهش هزینه منجر می گردد.

کلید واژه ها: ازن، باکتری های هوا برد، بیوآئروسول ها، پنسیلیوم، قارچ های هوا برد، مراکز جامع سلامت

Please cite this article as: Oliae S, Kashi G, Saeedi R, Nourieh N, Mahmoodkhani R. Survey on the relationship between bioaerosol count, ozone concentration, and UV radiation intensity in indoor and outdoor air at selected urban comprehensive health service centers in Tehran, 2021. Journal of Health in the Field 2024; 12(2):71-83. Doi: <https://doi.org/10.22037/jhf.v12i2.43144>.

*نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران.

Email: g.kashi@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۷/۰۸

مقدمه

کیفیت هوای داخل و آزاد و تاثیر آن بر سلامت کارکنان و مراجعه‌کننده‌ها به مراکز بهداشتی درمانی در مطالعات بهداشت عمومی از اهمیت زیادی برخوردار هستند. سلامتی کارکنان و مراجعه‌کننده‌ها به‌ویژه در شرایط همه‌گیری به خطر می‌افتد [۱]. کارکنان و مراجعه‌کننده‌ها در مواجهه با عوامل فیزیکی، شیمیایی و میکروبی هوابرد در داخل و خارج محیط کار قراردارند. انتقال هوابرد یکی از مسیرهای سرایت بیماری‌های عفونی در کارکنان و مراجعه‌کننده‌ها محسوب می‌شود [۲]. نوع، تراکم و تعداد آلاینده‌های هوابرد هوای داخل و آزاد با انتشار بیماری‌ها در کارکنان و مراجعه‌کننده‌ها ارتباط دارد. بنابراین، کنترل غلظت آلاینده‌های شیمیایی و تعداد و زیست‌پذیری بیواتروسل‌های هوای داخلی ضرورت دارد [۳]. بیواتروسل‌ها شامل باکتری‌ها (استرپتوکوکوس)، قارچ‌ها (هیستوپلاسمازویس)، ویروس‌ها (سرماخوردگی) و اسپور آنها هستند. بیماری‌های واگیر، اثرات سمی حاد، سرطان، حساسیت، مسمومیت، عفونت و مشکلات تنفسی ازجمله اثرات سوء مواجهه با بیواتروسل‌ها می‌باشند [۴]. ذرات جامد خشک، قطرات مایع و ترکیبات آلی فرار ازجمله اشکال بیواتروسل‌ها هستند [۵]. منابع طبیعی بیواتروسل‌ها متنوع هستند [۶]. بیواتروسل‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی از قبیل فعالیت‌های صنعتی و انتقال زائادات جامد/ بیولوژیکی می‌توانند بر مناطق شهری تسلط داشته باشند. منابع داخلی تولید بیواتروسل‌ها شامل هوای خارج، بدن فرد، کاغذ دیواری و دستگاه تهویه مطبوع هستند. براساس آمار سازمان بهداشت جهانی ذرات معلق آلاینده هوای آزاد، سیزدهمین علت منجر به مرگ در سرتاسر جهان و مسئول ۸۰۰۰۰۰ مرگ در سال هستند. نشانه‌های این آلاینده بر فرد افزایش میزان مرگ و میر، افزایش بیماری‌های تنفسی، افزایش سرطان معده و عفونت دستگاه تحتانی تنفسی هنگام تولد تا سن ۱۵ سالگی می‌باشد [۴]. تعداد اسپور قارچ‌ها در شرایط معمولی 10^3-10^4 عدد در مترمکعب هوا می‌باشد. بهترین روش پیشگیری از اثرات سوء بیواتروسل‌ها عدم مواجهه با آنها است. تعداد بیواتروسل‌های هوای داخلی نظیر بخش‌های بیمارستانی در کشورهای مختلف ازجمله کشور ایران بیش از استاندارد سازمان بهداشت جهانی اعلام شده است [۷]. منشا ازن استراتسفری و تروپوسفری به‌ترتیب فعالیت طبیعی اتمسفر و انتشارات صنعتی و ترکیبات شیمیایی اگرز خودرو هستند. تمیزکننده‌های هوا، لامپ فرابنفش، دستگاه فتوکپی و چاپگر لیزری ازجمله منابع انسان ساخت تولید ازن در مرکز بهداشتی درمانی محسوب می‌شوند. ازن برای غیرفعال‌سازی عوامل بیماری‌زای سطوح (از طریق تولید گاز ازن در هوا) و نابودی باکتری‌های استافیلوکوک سالیاریوس، استافیلوکوک اپیدرمیدیس، استافیلوکوک اورئوس و اشیریشیا کلی کاربرد دارد. ازن جهت ازن‌تراپی و درمان زخم‌های مزمن در محیط‌های درمانی کاربرد دارد. نور خورشید منبع طبیعی ایجاد پرتو فرابنفش است. لامپ‌های درمانی، لامپ‌های فلورسنت (مهم‌ترین منبع)، لامپ‌های نئون، لامپ لیزر، لامپ بخار جیوه، نور

نامرئی، چراغ هالوژن و دستگاه برنزکردن پوست ازجمله منابع انسان ساخت تولید فرابنفش در مرکز بهداشتی درمانی محسوب می‌شوند. این پرتو برای ضدعفونی و پاک‌سازی محیط‌های درمانی نیاز است. تولید ویتامین دی ازجمله مزایای مواجهه با پرتو فرابنفش محسوب می‌شوند. مواجهه بیش از حد فرابنفش می‌تواند منجر به مشکلات جدی سلامتی ازجمله سرطان و افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های بالقوه‌آورکننده چشم شود. امروزه بررسی غلظت بیواتروسل‌ها در هوای محیط‌های بسته از قبیل مراکز بهداشتی درمانی به‌طور گسترده در سطح دنیا مطرح و تحقیق‌های زیادی در این زمینه اجرا و یا در حال انجام می‌باشند که در ادامه به تعدادی از آنها اشاره می‌شود.

موسوی و همکاران در سال ۲۰۱۹ میانگین تعداد کلنی میکروبی و قارچی ۴۳۲ نمونه مورد بررسی ۹ بخش بیمارستان رضوی مشهد را به‌ترتیب ۲ و ۱/۷ کلنی بر پلیت اعلام نمودند [۸]. صدیق و همکاران در سال ۲۰۲۰ میانگین تعداد کلنی باکتری‌های هوای آزاد دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل و دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل را به‌ترتیب ۱۸ و ۱۰۳ کلنی بر متر مکعب اعلام نمودند [۹]. پلیدنیک در سال ۲۰۲۱ تعداد باکتری‌ها و قارچ‌ها را هنگام اجرای عملیات دندانپزشکی به‌ترتیب ۵/۰ و ۱/۷ مرتبه بیش از هنگام عدم فعالیت در مطب دندانپزشکی در کشور لهستان اعلام نمود [۱۰]. در کاربریهای حساس چون مراکز خدمات جامع سلامت شهری، توجه به تنوع، نوع و جمعیت بیواتروسل‌ها، نقش آنها در سلامتی، بیماری‌زایی و احتمال بروز عفونت‌ها در میان کارکنان و مراجعه‌کننده‌ها جهت تعیین اولویت اقدامات اصلاحی و انتخاب روش کنترل مناسب برای مراکز ضروری است. جلوگیری موثر از ورود بیواتروسل‌ها به بدن گروه‌های حساس مراجعه‌کننده به علت حساسیت بیش‌تر این گروه امکان‌پذیر نیست. لکن اجرای اقدامات پیشگیرانه ویژه به کاهش آلودگی احتمالی گروه‌های حساس منجر می‌شود. درخصوص، بررسی ارتباط میان تعداد بیواتروسل‌ها و غلظت ازن و شدت پرتو فرابنفش هوای داخل و آزاد مراکز جامع سلامت شهری شهر تهران گزارشی مشاهده نشده است. بنابراین این تحقیق با هدف، تعیین تعداد بیواتروسل‌های هوابرد هوای داخل و آزاد مراکز جامع سلامت شهری منتخب شهر تهران انجام گرفت. با توجه به نیاز مراجعه‌کنندگان به مراکز خدمات جامع سلامت شهری به اقدامات درمانی، کاهش آلودگی میکروبی هوا می‌تواند در کاهش عفونت و ارتقاء سلامت اجتماع موثر باشد.

مواد و روش‌ها

توصیف مکان نمونه‌برداری

نوع مطالعه، توصیفی تحلیلی (مقطعی) می‌باشد. جامعه آماری پژوهش را ۵ نقطه در محیط خارج و ۵ سالن انتظار طبقه همکف ۵ مرکز خدمات جامع سلامت شهری در ۲۲ منطقه کلانشهر تهران در سال ۱۴۰۰

ذرات، ازن و پرتو فرابنفش و ازن هوای داخل و خارج مراکز می‌تواند یکی از اهداف مطالعه باشد که در این مطالعه لحاظ نشده است. جهت تعیین نوع و تعداد باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی از محیط کشت‌های بلاد آگار و ائوزین متیلن بلو استفاده شد. جهت تعیین غلظت قارچ‌ها از محیط کشت سابرو دکستروز آگار استفاده شد [۱۳]. تعداد کلنی بر متر مکعب هوا با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$CFU/m^3 = \frac{1000 \times \text{تعداد کلنی}}{\text{زمان دبی}} \quad (1)$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای نرمال بودن داده‌ها انجام شد [۱۴]. رعایت ملاحظات اخلاقی از قبیل رعایت شرایط آسپتیک در تمام مراحل اجرای مطالعه به ویژه هنگام نمونه‌برداری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

پایش شرایط فیزیکی داخل و آزاد مراکز خدمات جامع سلامت مورد بررسی تهران

جدول شماره ۱ شرایط فیزیکی هوای داخل و آزاد ایستگاه‌های نمونه‌برداری مراکز خدمات جامع سلامت با اندازه‌گیری متغیرهای فیزیکی دما و رطوبت نشان داده است. میانگین دما، رطوبت، سرعت باد و شدت فرابنفش در هوای آزاد به ترتیب ۳۲/۶۴ درجه سانتی‌گراد، ۲۷/۴ درصد، ۲/۳ متر بر ثانیه و ۵۲۹ وات بر سانتی‌متر مربع در فصل گرم، ۲۲/۹ درجه سانتی‌گراد، ۵۴/۰۴ درصد، ۳/۴ متر بر ثانیه و ۳۸۷/۴ وات بر سانتی‌متر مربع در فصل سرد است. میانگین دما، رطوبت، سرعت باد و شدت فرابنفش در هوای داخل به ترتیب ۲۶/۲۶ درجه سانتی‌گراد، ۳۹/۶ درصد، صفر متر بر ثانیه و ۱۵۵/۲ وات بر سانتی‌متر مربع در فصل گرم، ۲۴/۱۴ درجه سانتی‌گراد، ۵۱/۴۸ درصد، صفر متر بر ثانیه و ۱۸۸/۸ وات بر سانتی‌متر مربع در فصل سرد به دست آمد.

پایش ازن هوا داخل و آزاد مراکز خدمات جامع سلامت مورد بررسی تهران

جدول شماره ۴ غلظت ازن هوای داخل و آزاد مراکز خدمات جامع سلامت مورد بررسی شهر تهران در فصل سرد و گرم نشان داده است. میانگین مقدار ازن هوای آزاد ۱/۱۵۴ قسمت در میلیون در فصل گرم، ۰/۹۵ قسمت در میلیون در فصل سرد به دست آمد. میانگین ازن هوای داخل ۱/۱۵ قسمت در میلیون در فصل گرم، ۵۲/۵ قسمت در میلیون در فصل سرد به دست آمد.

تشکیل می‌دهند. کلانشهر تهران از نظر مختصات جغرافیایی در ۲۱/۱۱' ۴۱' ۳۵° عرض شمالی و ۲۰/۳۱' ۲۳' ۵۱° طول شرقی قرار گرفته است. تحقیق در بازه زمانی ۴ ماه (۱۴۰۰/۴/۱ الی ۱۴۰۰/۸/۱) در دو فصل کم بارش و پر بارش انجام شد. براساس نمونه‌گیری چند مرحله‌ای، ۵ مرکز خدمات جامع سلامت شهری از نظر موقعیت جغرافیایی در مرکز (۳۵° ۶۷' ۹۲/۳۷" عرض شمالی و ۵۱° ۳۷' ۷۳/۸۷" طول شرقی)، جنوب (۳۵° ۵۳' ۴۳/۹۷" عرض شمالی و ۵۱° ۴۰' ۹۷/۹۸" طول شرقی)، شرق (۳۵° ۷۲' ۸۷/۹۱" عرض شمالی و ۵۱° ۴۸' ۶۹/۸۴" طول شرقی)، غرب (۳۵° ۷۶' ۱۲/۹۰" عرض شمالی و ۵۱° ۲۶' ۳۹/۵۵" طول شرقی) و شمال (در ۳۵° ۸۰' ۳۹/۲۱" عرض شمالی و ۲۰/۳۱' ۲۳' ۵۱° طول شرقی) کلانشهر تهران به عنوان طبقه و سالن انتظار و هوای محیط بیرونی به عنوان زیر طبقه انتخاب شدند.

توصیف روش نمونه‌برداری

لازم به ذکر است ایستگاه‌های نمونه‌برداری هوای داخل و آزاد به گونه‌ای انتخاب شدند که به علت رطوبت و دمای بهینه از رشد میکروارگانیسم‌ها حمایت و به عنوان منابع بایوآئروسول‌ها عمل کنند. نقاط نمونه‌برداری شامل سالن انتظار با تهویه طبیعی پنجره باز و هوای آزاد بود. نمونه‌برداری در ساعت پیک روز پیک مراجعه‌کننده به مدت ۱۲۰ دقیقه در هوای داخل و آزاد انجام شد. براساس ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری و یک بار در هر فصل، تعداد نمونه ۲۰ عدد محاسبه گردید. نمونه‌برداری هوا برای ارزیابی تعداد بایوآئروسول‌های هوای داخل و آزاد توسط نمونه‌بردار مستقیم میکروبی هوا Quick Take-30 (مدل SKC، ساخت آمریکا) با شدت جریان عبور هوای معین (۲۸/۳ لیتر در دقیقه) به مدت ۱۲۰ دقیقه در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین با رعایت شرایط استریل انجام شد که ارتفاع تنفسی معمول فرد می‌باشد [۱۱]. فاصله دستگاه نمونه‌برداری از موانع و دیوارها ۱ متر بود. اندازه‌گیری رطوبت و دمای محیط با دماسنج چرخان (مدل کسلا، انگلستان) انجام شد. اندازه‌گیری سرعت باد با بادسنج لیزری مادون قرمز (مدل لوترون، TM-969، آمریکا) انجام گرفت. اندازه‌گیری جامدات معلق هوا توسط روش NIOSH-0502 در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین انجام شد. نمونه‌برداری ذرات معلق هوای داخل و آزاد در این پژوهش توسط نمونه‌بردار مستقیم ذرات هوا TSI-dust-track (مدل 8523، ساخت آمریکا) با سرعت مکش هوای معین (۱/۷ متر بر ثانیه) مدت ۱۲۰ دقیقه در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین همزمان با نمونه‌برداری میکروبی انجام گرفت. غلظت ذرات PM₁₀، PM_{2.5} و PM₁ برحسب میکروگرم بر متر مکعب گزارش شد [۱۲]. نمونه‌برداری غلظت ازن هوای داخل و آزاد با دستگاه قرائت مستقیم آنالایزر (O3 41 Module) و اندازه‌گیری فرابنفش با دستگاه Hagner انجام شد. شناسایی منابع بایوآئروسول‌ها،

جدول ۱- شرایط فیزیکی نقاط نمونه‌برداری هوای آزاد و داخل مراکز خدمات جامع سلامت شهری در فصل‌های مختلف سال ۱۴۰۰

Table 1- Characteristics of outdoor and indoor air sampling locations of comprehensive urban health service centers in different seasons of 2021

ایستگاه نمونه‌برداری	متغیر فیزیکی	هوای آزاد		هوای داخل	
		فصل گرم	فصل سرد	فصل گرم	فصل سرد
شمال	دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۹/۷	۱۹/۸	۲۴/۹	۲۲/۵
	رطوبت نسبی (درصد)	۲۲	۴۸/۶	۴۸	۶۲/۴
	سرعت باد (متر بر ثانیه)	۳/۵	۳/۴	*	*
	شدت فرابنفش (میلی‌وات بر متر مربع)	۴۸/۸	۴۴/۷	۱۳/۹	۱۵/۶
غرب	دما (درجه سانتی‌گراد)	۳۱/۳	۲۲/۱	۲۵/۶	۲۳/۵
	رطوبت نسبی (درصد)	۲۵	۵۱/۷	۴۱	۵۳/۳
	سرعت باد (متر بر ثانیه)	۱/۸	۲/۹	*	*
	شدت فرابنفش (میلی‌وات بر متر مربع)	۵۳/۹	۴۹/۰	۱۵/۲	۱۷/۷
شرق	دما (درجه سانتی‌گراد)	۳۳/۴	۲۴/۱	۲۶/۸	۲۴/۷
	رطوبت نسبی (درصد)	۲۹	۵۶/۴	۳۶	۴۶/۸
	سرعت باد (متر بر ثانیه)	۰/۸	۱/۱	*	*
	شدت فرابنفش (میلی‌وات بر متر مربع)	۵۴/۱	۴۹/۲	۱۵/۹	۱۸/۸
مرکز	دما (درجه سانتی‌گراد)	۳۳/۳	۲۳/۱	۲۶/۵	۲۴/۳
	رطوبت نسبی (درصد)	۲۸	۵۲/۵	۳۹	۵۰/۷
	سرعت باد (متر بر ثانیه)	۱/۲	۲/۵	*	*
	شدت فرابنفش (میلی‌وات بر متر مربع)	۵۱/۹	۴۷/۲	۱۴/۷	۱۷/۲
جنوب	دما (درجه سانتی‌گراد)	۳۵/۵	۲۵/۴	۳۷/۵	۲۵/۷
	رطوبت نسبی (درصد)	۳۳	۶۰/۹	۳۴	۴۴/۲
	سرعت باد (متر بر ثانیه)	۴/۲	۶/۲	*	*
	شدت فرابنفش (میلی‌وات بر متر مربع)	۵۵/۸	۵۰/۸	۱۷/۹	۲۵/۱

* زمان نمونه‌برداری در تمام ایستگاه‌ها، ۱۰ صبح انتخاب شده است.

جدول ۲- غلظت ذرات معلق نقاط نمونه‌برداری هوای آزاد و داخل مراکز خدمات جامع سلامت شهری در فصل‌های مختلف سال ۱۴۰۰

Table 2- The concentration of suspended particles in outdoor and indoor air sampling locations of comprehensive urban health service centers in different seasons of 2021

ایستگاه نمونه‌برداری	متغیر ذرات معلق (میلی گرم بر مترمکعب)	هوای آزاد		هوای داخل	
		فصل گرم	فصل سرد	فصل گرم	فصل سرد
شمال	PM ₁₀	۲۹	۳۹	۴۴	۵۹
	PM _{2.5}	۹	۱۲	۱۶	۲۰
	PM ₁	۴	۵	۷	۹
غرب	PM ₁₀	۳۰	۴۱	۴۶	۶۱
	PM _{2.5}	۱۰	۱۳	۱۷	۲۳
	PM ₁	۵	۶	۸	۱۰
شرق	PM ₁₀	۳۲	۴۳	۵۳	۶۸
	PM _{2.5}	۱۲	۱۵	۲۱	۲۹
	PM ₁	۷	۸	۱۰	۱۲
مرکز	PM ₁₀	۳۱	۴۲	۴۸	۶۴
	PM _{2.5}	۱۱	۱۴	۱۹	۲۷
	PM ₁	۶	۷	۹	۱۱
جنوب	PM ₁₀	۳۳	۴۶	۵۵	۷۱
	PM _{2.5}	۱۳	۱۶	۲۳	۳۳
	PM ₁	۸	۹	۱۱	۱۳

جدول ۳- میانگین تعداد و تراکم مراجعه‌کنندگان و مساحت کف مراکز خدمات جامع سلامت شهری در فصل‌های مختلف سال ۱۴۰۰

Table 3- Average number and density of visitors and floor area of comprehensive urban health service centers in different seasons of 2021

ایستگاه نمونه‌برداری	متغیر	فصل	
		گرم	سرد
شمال	تعداد مراجعه‌کنندگان	۲۳	۲۶
	مساحت کف	۴۰	۴۰
	تراکم	۰/۵۷	۰/۶۵
غرب	تعداد مراجعه‌کنندگان	۲۴	۳۰
	مساحت کف	۳۴	۳۴
	تراکم	۰/۷۰	۰/۸۸
شرق	تعداد مراجعه‌کنندگان	۲۷	۳۵
	مساحت کف	۳۱	۳۱
	تراکم	۰/۸۷	۱/۱۲
مرکز	تعداد مراجعه‌کنندگان	۲۸	۳۸
	مساحت کف	۲۵	۲۵
	تراکم	۱/۱۲	۱/۵۲
جنوب	تعداد مراجعه‌کنندگان	۲۹	۴۱
	مساحت کف	۲۳	۲۳
	تراکم	۱/۲۶	۱/۷۸

جدول ۴- غلظت ازن هوای آزاد و داخل مراکز خدمات جامع سلامت شهری در فصل‌های مختلف سال ۱۴۰۰ (بر حسب قسمت در میلیون)

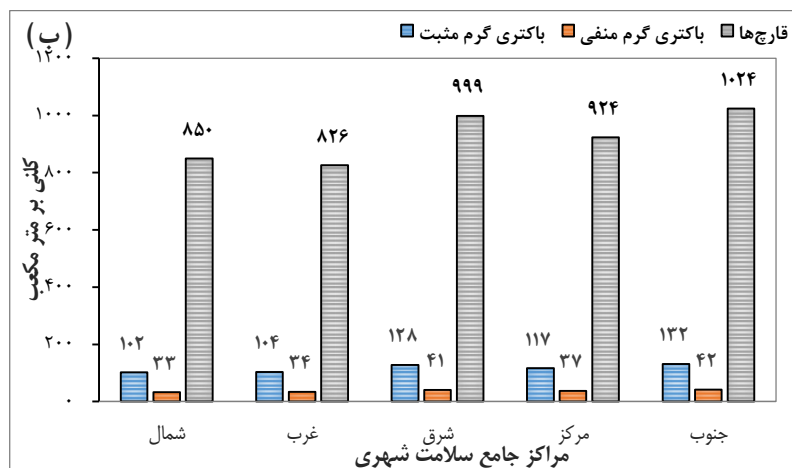
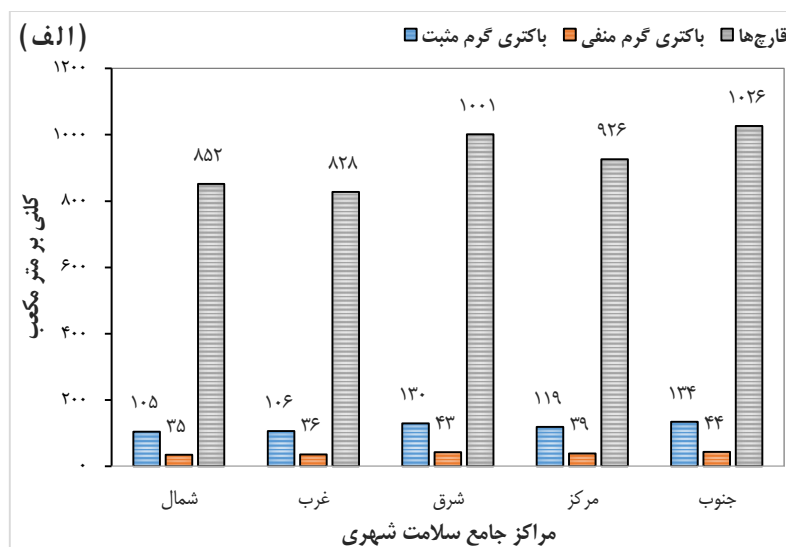
Table 4- Ozone concentration in the outdoor and indoor air of comprehensive urban health service centers in different seasons of 2021(ppm)

ایستگاه نمونه‌برداری	هوای آزاد		هوای داخل	
	فصل گرم	فصل سرد	فصل گرم	فصل سرد
شمال	۰/۹۸	۰/۶۴	۰/۸۷	۰/۱۹
غرب	*۱/۱۷	۱/۰۱	۱/۱۹	۰/۵۵
شرق	۱/۲۳	۱/۱۲	۱/۳۰	۰/۷۰
مرکز	۱/۰۱	۰/۷۸	۰/۹۹	۰/۳۵
جنوب	۱/۳۸	۱/۲۰	۱/۴۳	۰/۸۴

جدول شماره ۵ آمار توصیفی متغیرهای پژوهش نشان داده‌است. تعیین نرمال بودن متغیرهای پژوهش با آزمون کولموگوروف- اسمیرنوف (سطح معناداری بیش از ۰/۰۵) در جدول شماره ۶ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که روش نموداری، بی‌طرف نیست که نقص آن به شمار می‌رود.

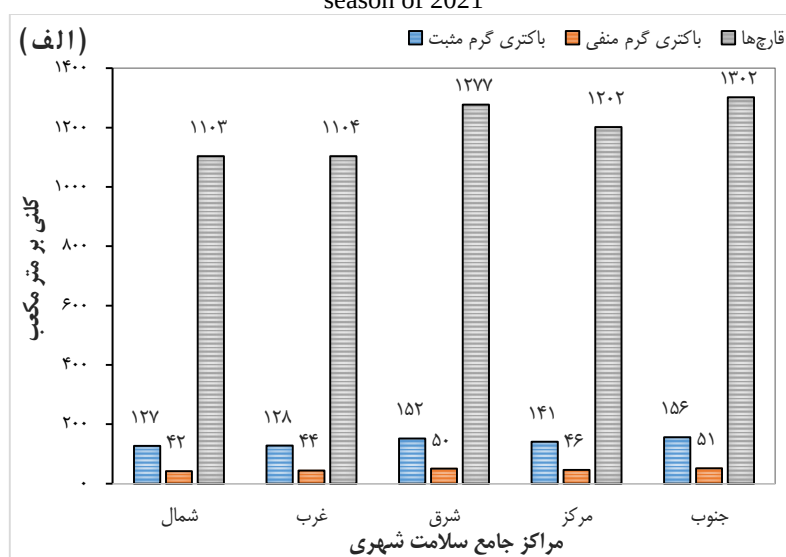
پایش بیوائروس‌های هوای داخل و آزاد مراکز خدمات جامع سلامت مورد بررسی تهران

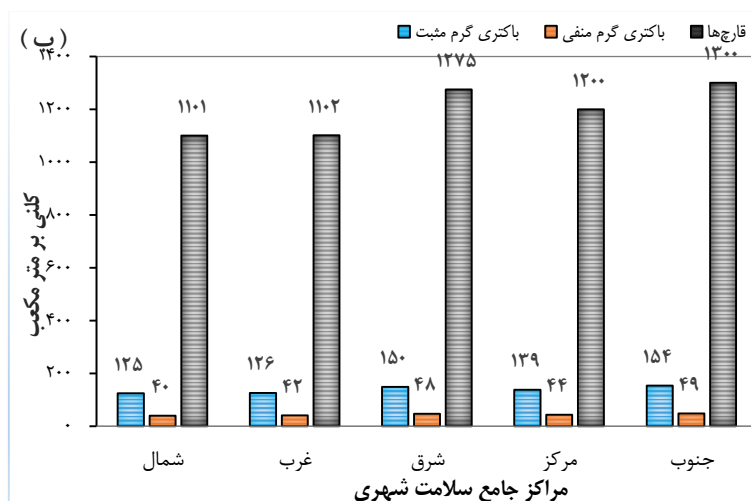
شکل‌های شماره ۱ و ۲ تعداد بیوائروس‌های هوای مراکز خدمات جامع سلامت مورد بررسی شهر تهران در فصل‌های گرم و سرد نشان داده است. میانگین تعداد کلنی باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌های هوای آزاد به ترتیب ۱۳۸/۸، ۶۵/۶ و ۱۱۹۵/۶ CFU/m³ در فصل سرد و ۱۱۶/۶، ۳۷/۴ و ۹۲۴/۶ CFU/m³ در فصل گرم است. میانگین تعداد کلنی باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌های هوای داخل به ترتیب ۱۴۰/۸، ۴۶/۶ و ۱۱۹۷/۶ CFU/m³ در فصل سرد و ۱۱۸/۸، ۳۹/۴ و ۹۲۶/۶ CFU/m³ در فصل گرم است (شکل شماره ۳).



شکل ۱- تراکم بیوآئروسولها هوای آزاد (الف) و داخل (ب) مراکز خدمات جامع سلامت شهری در فصل گرم سال ۱۴۰۰

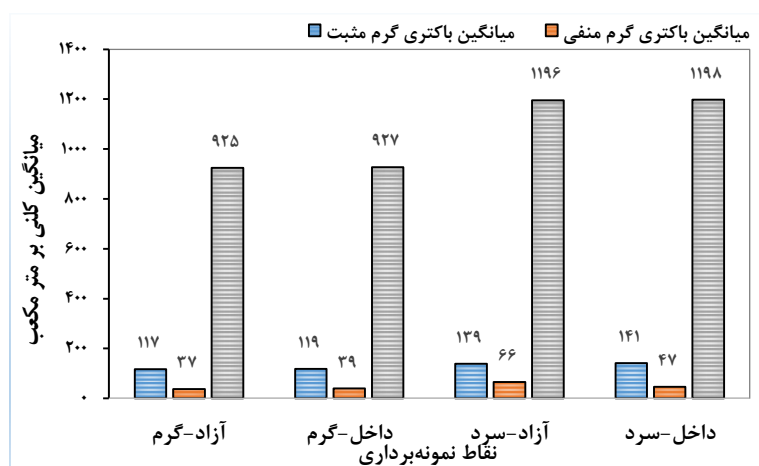
Figure 1- Density of bio-aerosols in the outdoor (a) and indoor (b) of comprehensive urban health service centers in the hot season of 2021





شکل ۲- تراکم هوای آزاد (الف) و داخل (ب) مراکز خدمات جامع سلامت شهری در فصل سرد سال ۱۴۰۰

Figure 2- Density of bio-aerosols in the outdoor (a) and indoor (b) of comprehensive urban health service centers in the cold season of 2021



شکل ۳- میانگین بیوآئروسول‌ها هوای آزاد و داخل نقاط نمونه‌برداری مراکز خدمات جامع سلامت شهری در فصل‌های گرم و سرد سال ۱۴۰۰

Figure 3- Average bio-aerosol concentrations in the outdoor and indoor of comprehensive urban health service centers in the hot and cold seasons of 2021

جدول ۵- آمار توصیفی پژوهش

Table 5- Descriptive statistics of the research

متغیر	میانگین	انحراف معیار	کشی‌دگی	بیشینه	کمینه
باکتری گرم مثبت	۱۲۸/۲	۱۶/۱	-۰/۶۶۸	۱۵۶	۱۰۲
باکتری گرم منفی	۴۲	۵/۲	-۰/۷۵۸	۵۱	۳۳
قارچ‌ها	۱۰۶۱/۱	۱۶۱/۹	-۱/۲	۱۳۰۲	۸۲۶
PM ₁₀	۴۶/۷	۱۲/۹	-۰/۸۸	۷۱	۲۹
PM _{2.5}	۱۷/۶	۶/۶	-۰/۱۲	۳۳	۹
PM ₁	۸/۲	۲/۴	-۰/۶۱۹	۱۳	۴
ازن	۰/۰۶	۰/۰۳	-۰/۳۴۵	۰/۱۳	۰/۰۱
دما	۲۶/۴	۴/۱	-۰/۰۲۴	۳۵/۵	۱۹/۸
فرابنفش	۳۳۸/۷	۱۷۴/۰	-۲/۰۸۳	۵۵۸	۱۳۹
رطوبت نسبی	۴۳/۱	۱۱/۹	-۱/۰۰۳	۶۲	۲۲
سرعت باد	۱/۳	۱/۸	-۰/۹۵۱	۶/۲	۰/۰

جدول ۶- آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف برای نرمال بودن متغیرهای پژوهش
Table 6- Kolmogorov-Smirnov test for the normality of research variables

متغیر	آماره	df	P-Value
PM ₁₀	۰/۱۲۳	۲۰	۰/۲
PM _{2.5}	۰/۱۴۸	۲۰	۰/۲
PM ₁	۰/۰۹۵	۲۰	۰/۲
ازن	۰/۱۱۱	۲۰	۰/۲
دما	۰/۱۷۵	۲۰	۰/۱۱۱
فرابنفش	۰/۲۵۷	۲۰	۰/۰۰۱
رطوبت نسبی	۰/۱۲۱	۲۰	۰/۲
سرعت باد	۰/۲۷۶	۲۰	۰/۰۰۱

بحث

مقادیر کمینه و بیشینه دما، رطوبت و سرعت باد سالن انتظار مراکز جامع سلامت شهری مورد بررسی به ترتیب (۲۴/۹ و ۲۷/۵ درجه سانتی گراد)، (۳۴ و ۴۸ درصد) و (۰ و ۰ متر بر ثانیه) در فصل گرم و (۲۲/۵ و ۴۴/۲ درجه سانتی گراد)، (۴۴/۲ و ۶۲/۴ درصد) و (۰ و ۰ متر بر ثانیه) در فصل سرد بود. افزایش دمای فصل گرم به همراه کاهش رطوبت نسبی هوا ناشی از نزدیک شدن به خط استوا و تابش مستقیم خورشید است. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط سلیمانی و همکاران در سال ۲۰۱۳ همخوانی دارد [۱۵]. تعداد تعویض هوا در ساعت وابسته به مساحت سطح سالن انتظار، مساحت در و پنجره و باز بودن در و پنجره است و در و پنجره باز بالاترین عملکرد برخوردار است [۱۶]. بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که سالن انتظار بزرگتر به تعداد پنجره بیشتر جهت فراهم آوری تعداد تعویض هوا در ساعت مناسب نیاز دارد. نتایج نشان دادند که سالن انتظار مراکز با پنجره در جهت باد، از تعداد تهویه در ساعت بیشتر و نیاز به کمترین میزان انرژی دارند. تعداد تعویض در ساعت طبیعی می تواند اثر زیادی در کنترل بیماری های عفونی در سالن انتظار مراکز داشته باشد. پیش آزمون ها تعداد تهویه در ساعت را قابل قبول (بیش از استاندارد سازمان جهانی بهداشت ۱۲ بار در ساعت) نشان دادند. سرمدی و همکاران در سال ۲۰۱۷ میانگین دما، رطوبت نسبی و سرعت باد را در ۱۲ بیمارستان تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی تهران را به ترتیب ۲۷/۴ درجه سانتی گراد، ۲۲/۳ درصد و ۵۹/۰ متر بر ثانیه اعلام نمودند [۱۷]. مقادیر کمینه و بیشینه پرتو فرابنفش هوای آزاد پیرامون مراکز جامع سلامت شهری مورد بررسی به ترتیب (۴۸/۸ و ۵۵/۸ میلی وات بر مترمربع / شاخص پرتو فرابنفش ۱/۹۸ و ۲/۲۷) در فصل گرم و (۴۴/۷ و ۵۰/۸ میلی وات بر مترمربع / شاخص پرتو فرابنفش ۱/۸۲ و ۲/۰۶) در فصل سرد بود. عبدی و همکاران در سال ۱۴۰۰ میانگین شاخص پرتو فرابنفش هوای آزاد شهر زنجان را در تیرماه ۰/۶۴۹±۱۱/۸۷ و دی ماه ۰/۹۴۴±۲/۲۳

اعلام نمودند [۱۸]. از جنبه جهت شمال - جنوبی و غربی - شرقی، دمای داخلی و آزاد در فصل های گرم و سرد مرکز شمال و مرکز جنوب به ترتیب کمترین و بیشترین مقادیر را داشتند. دما، رطوبت نسبی شرایط مناسب برای افزایش رشد بیوائروس های قارچی را فراهم می کند. کاهش میزان تهویه در طراحی مراکز جدید به دلیل صرفه جویی در مصرف انرژی به افزایش تعداد بیوائروس ها در محیط داخلی مراکز منجر شده است. نتایج نشان دادند که گستره دمای داخلی نمونه های بررسی شده در گستره رهنمودهای توصیه شده از سوی سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران (گستره دمای آسایش سالن انتظار ۱۸ درجه سانتی گراد) قرار ندارد. نتایج نشان دادند که ۳۰ درصد گستره رطوبت نسبی داخلی نمونه های بررسی شده در گستره رهنمودهای توصیه شده از سوی سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران (گستره رطوبت نسبی ۶۵-۴۰ درصد) قرار ندارد. کاهش میزان تهویه طبیعی ارتباط معکوس قوی با دمای بیرونی و شاخص های کیفیت هوای داخلی را نشان می دهد. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط مجیدی و همکاران در سال ۱۳۹۷ همخوانی دارد. نتایج تحقیق آنان نشان دادند که میزان دما و رطوبت هوای داخلی فصل سرد و گرم مسکن قدیمی در محدوده آسایش بوده و میزان دما و رطوبت هوای داخلی مسکن جدید در فصل سرد در محدوده آسایش و در فصل گرم خارج از این محدوده است [۱۹].

مراکز شمال و جنوب شهر تهران از نظر غلظت ذرات معلق PM₁₀، PM_{2.5} و PM₁ هوای آزاد و داخلی در فصل های سرد و گرم به ترتیب بیشترین و کمترین آلودگی را داشتند. بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که افزایش غلظت ذرات PM₁₀، PM_{2.5} و PM₁ هوای آزاد تابع جهت جنوبی - شمالی است و افزایش تعداد مراجعه کننده و کاهش مساحت کف سالن انتظار (تراکم) مراکز به افزایش غلظت ذرات PM₁₀، PM_{2.5} و PM₁ هوای آزاد داخل منجر می شود و همبستگی مثبت وجود دارد. افزایش تراکم به ویژه به افزایش غلظت ذرات ریزتر به علت تعلیق مجدد

همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند که پارامترهای هواشناسی تاثیر بسزایی در انتقال و انتشار ذرات معلق دارند [۲۳].

غلظت ازن در تمام نمونه‌های مورد بررسی در فصل گرم بیش از فصل سرد بدست آمد. میانگین نسبت غلظت ازن هوا به داخل مراکز در فصل گرم ۱/۵ و در فصل سرد ۱/۸ بدست آمد که نشان‌دهنده کیفیت ضعیف هوای داخل سالن انتظار مراکز است. امیر مقدم و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند که غلظت ازن هوای آزاد بیش از هوای داخلی بیمارستان‌ها به علت بهبود استانداردهای بهداشتی و تنظیم مناسب تهویه مطبوع است [۲۴]. کوتگیر و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند که کاربرد سیستم تهویه طبیعی در بیمارستان به همراه افزایش احتمال ورود آلاینده‌ها از قبیل ازن از محیط خارجی غیربهداشتی است [۲۵].

مراکز شمال و جنوب شهر تهران از نظر تعداد باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی قارچ‌های هوا به داخل و داخلی در فصل‌های سرد و گرم به ترتیب کمترین و بیشترین آلودگی را داشتند. مقایسه میانگین تعداد کلنی انواع بیواتروسول‌های قارچی هوا به داخل با یکدیگر استدلال کننده این واقعیت است که میانگین تعداد کلنی قارچ پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس بیش از قارچ‌های هوا به داخل دیگر در تمام نمونه‌های مورد بررسی است. افزایش شکایت کارکنان مراکز در فصل بهار را می‌توان به افزایش تعداد قارچ‌های پنی‌سیلیوم هوا به داخل ناشی از دمای مناسب هوا نسبت داد. میانگین تعداد کلنی باکتری‌های گرم مثبت بیش از باکتری‌های گرم منفی هوا به داخل در تمام نمونه‌های مورد بررسی است. قارچ‌ها می‌توانند شاخص‌های مفیدی برای کیفیت هوای داخل خانه باشند [۲۶]. پارک و همکاران در سال ۲۰۱۳ تعداد گونه‌های قارچی هوا به داخل در فصل زمستان را بیش از فصل بارانی و تابستان اعلام نمود [۲۷]. آنسپیل و همکاران در سال ۲۰۲۲ بیشینه تعداد اسپور قارچی را در تابستان و پاییز اعلام نمودند [۲۸]. سلیمانی و همکاران در سال ۲۰۱۳ اعلام نمودند، گونه‌های قارچی هوا به داخل آسپرژیلوس، موکور و رایزوپوس می‌توانند ریسک بهداشتی برای افراد آسیب‌پذیر محسوب شوند [۱۵]. نسبت میانگین تعداد کلنی گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌های هوا به داخل به هوا به آزاد در تمام نمونه‌های مورد بررسی بیش از یک بدست آمد که استدلال کننده این واقعیت است که منبع داخلی از قبیل تهویه نامناسب، تعداد مراجعه‌کنندگان و ارتباط هوای بخش‌های داخلی با هوای بیرون مراکز به عنوان منبع اصلی آلودگی هستند.

ارتباط میان تعداد باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌های هوا به داخل مراکز جامع سلامت شهری مورد بررسی با متغیرهای مستقل هواشناسی از قبیل رطوبت، دما، سرعت باد و پرتو فرابنفش مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد، اختلاف معنادار آماری در فصل سرد و گرم میان میزان پرتو فرابنفش با تعداد باکتری‌های گرم مثبت و منفی؛ میزان رطوبت نسبی با تعداد باکتری‌های گرم منفی؛ و غلظت ذرات معلق با تعداد باکتری‌های گرم منفی وجود ندارد. نتایج تحقیق رضایی و همکاران در

ذرات منجر می‌شود. اندازه ذرات معلق عامل مهم در تشخیص اثرات آلوده‌کننده بر مراجعه‌کنندگان محسوب می‌شود. می‌توان نتیجه‌گیری نمود، افزایش فعالیت ساختمان‌سازی و فضای سبز کمتر در اطراف مرکز جنوب از بیشترین سهم در انتشار ذرات هوا به داخل برخوردارند. مقایسه میانگین غلظت انواع ذرات با یکدیگر استدلال کننده این واقعیت است که میانگین غلظت ذرات PM_{10} بیش از میانگین غلظت $PM_{2.5}$ و PM_1 هوا به داخل در تمام نمونه‌های مورد بررسی می‌باشد. میانگین غلظت ذرات معلق PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 هوا به داخل کمتر از هوای داخل در تمام نمونه‌های مورد بررسی بدست آمد. نتایج نشان دادند که دمای کم فصل سرد در افزایش پایداری ذرات PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 هوا به داخل موثرتر است. فصل گرم و سرد و نیز مکان جغرافیایی مراکز تاثیر محسوسی بر غلظت ذرات معلق PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 هوا به داخل و داخلی مراکز مورد بررسی نداشتند. غلظت ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ هوای سالن انتظار مراکز به ترتیب در ۷۰ درصد موارد و ۳۰ درصد موارد بیش از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۵۰ و ۲۵ قسمت در میلیون) بدست آمدند. رضایی و همکاران در سال ۱۳۹۲ غلظت ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ هوای اتاق بستری را به ترتیب در ۸۰ درصد موارد و ۶۴ درصد موارد بیش از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۵۰ و ۲۵ قسمت در میلیون) اعلام نمودند [۲۰]. نتایج نشان داد که ارتباط خطی معناداری میان غلظت ذرات معلق هوای داخل بیمارستان و هوای آزاد وجود دارد. ارتباط غلظت آلاینده‌های هوای آزاد و هوای داخل بیمارستان نشان‌دهنده نفوذ این ذرات از محیط بیرون به داخل ساختمان است و هوای آزاد می‌تواند کیفیت هوای داخل ساختمان را تحت تاثیر قرار دهد. میانگین نسبت غلظت ذرات معلق PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 هوا به داخل به داخلی مراکز به ترتیب در فصل گرم ۰/۶۳، ۰/۵۷ و ۰/۶۷ و در فصل سرد ۰/۶۵، ۰/۵۳ و ۰/۶۴ بدست آمد که نشان‌دهنده کیفیت ضعیف هوای داخل سالن انتظار مراکز است. دهقانی و همکاران در سال ۲۰۱۶ کمینه و بیشینه نسبت غلظت ذرات معلق PM_{10} را به ترتیب ۱/۴۵ (آزمایشگاه) و صفر (اتاق عمل) و برای $PM_{2.5}$ به ترتیب ۱/۹۳ (آزمایشگاه) و ۰/۰۵ (اتاق عمل) در بیمارستانی در شهر شیراز اعلام نمودند [۲۱]. کمینه غلظت ذرات معلق هوای آزاد مرکز شمال تهران را می‌توان به افزایش ارتفاع از سطح زمین، افزایش فاصله مرکز از خیابان، حجم کمتر ترافیک و دوری مرکز از منابع متحرک آلاینده‌ساز از قبیل وسائط نقلیه نسبت داد. بیشینه غلظت ذرات معلق هوای آزاد مرکز جنوب تهران را می‌توان به انباشت ذرات معلق ناشی از بادهای محلی نسبت داد. مرکز جنوب تهران از بیشترین مراجعه‌کنندگان مبتلا به بیماری‌های تنفسی به علت بیشینه ذرات معلق هوا به داخل برخوردار است. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزایش غلظت ذرات هوا به همراه افزایش تعداد مراجعه‌کنندگان به مراکز است. غنی‌زاده و گودینی در سال ۲۰۲۲ نشان دادند افزایش غلظت ذرات معلق PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و PM_1 هوا به داخل مراکز درمانی تهدیدکننده سلامتی افراد مراجعه‌کننده می‌باشد [۲۲]. چاکراواری و

سال ۱۳۹۲ نشان داد که ارتباط خطی معناداری میان غلظت ذرات معلق هوای داخل بیمارستان و هوای آزاد وجود دارد [۲۰].

نتایج تحقیق نشان دادند که ارتباط معناداری میان تعداد بیوآئروسول‌های فضای باز با فضای بسته مراکز مورد بررسی وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که نفوذ بیوآئروسول‌ها از محیط بیرون به داخل ساختمان مراکز وجود دارد و تنظیم میزان رطوبت، دما و سرعت باد کیفیت هوای داخل ساختمان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. نوتاجیت و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند، ارتباط معنادار آماری میان متغیرهای دما، رطوبت نسبی و تعداد افراد وجود دارد [۲۹]. فونسکا و همکاران در سال ۲۰۲۲ نشان دادند ارتباط معنادار آماری میان متغیرهای کیفیت محیطی از قبیل دما و رطوبت نسبی با آلاینده‌های هوای مراکز درمانی وجود دارد [۳۰]. چاکراواری و همکاران در سال ۲۰۲۰ همبستگی معنادار میان تعداد سودوموناس، اسپیتوباکتر و استافیلوکوک با $PM_{2.5}$ را اعلام نمودند [۲۳]. امانی و همکاران در سال ۲۰۲۰ تفاوت معناداری میان غلظت PM_{10} با قارچ‌های هوابرد را نشان دادند [۲۶]. یان و همکاران در سال ۲۰۱۹ نشان دادند که میان تعداد بیوآئروسول‌ها با غلظت ازن رابطه قوی منفی وجود دارد [۳۱]. محیط ساخته شده مدرن می‌تواند منبع بالقوه آئروسول‌های زیستی باشد [۲۵].

ارتباط معناداری قوی و همبستگی کمتر از ۰/۰۵ میان باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها با سایر متغیرهای مورد بررسی وجود داشت. کوکراتا و همکاران در سال ۲۰۲۱ نشان دادند، احتمال انتشار باکتری‌ها، قارچ‌ها و ذرات معلق در فصل گرم بیش از فصل سرد اهمیت دارد [۳۲]. اونمک و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند شرایط ساختمان‌های مراکز درمانی در انتشار بیوآئروسول‌ها در آب و هوای گرم بیش از آب و هوای سرد اهمیت دارد [۲۹]. بالجیک و همکاران در سال ۲۰۲۰ ارتباط مستقیم آماری میان تعداد باکتری‌ها و قارچ‌ها با متغیر فصل را اعلام نمودند [۳۳]. ادونکور و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند، تنوع آماری معناداری در غلظت باکتری‌ها و قارچ‌ها در طول دو فصل برای هر جایگاه دفن زباله و محله‌ها وجود دارد [۳۴]. فصل‌ها با کاهش تردد وسائط نقلیه نسبت به فصول دیگر، از کیفیت هوای بهتر به علت کاهش آلاینده‌ها برخوردار هستند [۳۵]. نتایج نشان دادند که میان ابعاد (مساحت کف) سالن انتظار با تعداد بیوآئروسول‌ها از قبیل باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ‌ها ارتباط معناداری وجود داشت. سپهوند و همکاران در سال ۲۰۱۳ نوع و توزیع میکرو قارچ‌های هوابرد هوای داخل و آزاد در ۵ بیمارستان شهر خرم‌آباد را بررسی و تفاوت معناداری میان آن‌ها مشاهده کردند [۳۶]. رستمی و همکاران در سال ۲۰۱۷ تفاوت معناداری میان آلاینده‌های هوابرد هوای آزاد و داخلی مشاهده نکردند [۳۷]. کوکراتا و همکاران در سال ۲۰۲۱ نشان دادند با توجه به این که تفاوت معناداری میان بیوآئروسول‌های هوابرد داخل و خارج مراکز دندانپزشکی وجود ندارد ولی فضای داخل از ایجاد ریسک بهداشتی بالاتری برای مراجعه‌کنندگان برخوردار هست [۳۳]. نتایج تحقیق رضایی و همکاران در سال ۱۳۹۲

ارتباط خطی معناداری میان غلظت ذرات معلق هوای داخل بیمارستان با هوای آزاد را نشان دادند [۲۰]. رفیعی و همکاران در سال ۱۳۹۶ غلظت بیوآئروسول‌های باکتریایی و قارچی هوابرد را در داخل بیمارستان‌های مورد بررسی بیش از فضای خارج به علت راندمان پایین سیستم تهویه اعلام نمودند [۳۵]. همبستگی مثبت و معنی‌داری میان غلظت ذرات معلق در محیط داخل و بیرون در تحقیق شکری و همکاران (۱۳۹۵) مشاهده شد [۳۸]. تاجیک و همکاران میانگین غلظت سالیانه $PM_{2.5}$ در ۲۲ منطقه کلانشهر تهران را فراتر از استانداردهای سازمان جهانی بهداشت و استاندارد ملی اعلام نمودند [۳۹]. پنجی و همکاران میانگین غلظت سالیانه $PM_{2.5}$ در کلانشهر تهران را بیش از ۶ برابر استاندارد سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۳۹۶ اعلام نمودند [۴۰]. آرمان و همکاران اعلام نمودند تغییرات زمانی $PM_{2.5}$ و PM_{10} از یکدیگر پیروی نمی‌کنند [۴۱]. از جنبه جهت شمال-جنوبی، سرعت باد در هوای آزاد در فصل‌های گرم و سرد مرکز شمال و مرکز جنوب به ترتیب کمترین و بیشترین مقادیر را داشتند. از جنبه جهت شرقی-غربی، سرعت باد در هوای آزاد در فصل‌های گرم و سرد مرکز شرق و مرکز غرب به ترتیب کمترین و بیشترین مقادیر را داشتند. از جنبه جهت شمال-جنوبی، شدت پرتو فرابنفش هوای داخلی و آزاد در فصل‌های گرم و سرد مرکز شمال و مرکز جنوب به ترتیب کمترین و بیشترین مقادیر را داشتند. از جنبه جهت غربی-شرقی، شدت پرتو فرابنفش هوای داخلی و آزاد در فصل‌های گرم و سرد مرکز غرب و شرق به ترتیب کمترین و بیشترین مقادیر را داشتند. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود، ویژگی‌ها و تعداد بیوآئروسول‌های هوابرد خارجی به شرایط خارجی، شرایط طبیعی از قبیل پرتو فرابنفش خورشید، سرعت باد، بارش، دما و رطوبت نسبی حساس هستند. لو و همکاران در سال ۲۰۲۱ شرایط طبیعی از قبیل پرتو فرابنفش خورشید، سرعت باد، بارش، دما و رطوبت نسبی را بر تعداد بیوآئروسول‌های هوابرد موثر اعلام نمودند [۴۲]. از جنبه جهت شمال-جنوبی، غلظت ذرات معلق و تعداد بیوآئروسول‌های هوابرد داخلی و آزاد در فصل‌های گرم و سرد مرکز شمال و مرکز جنوب به ترتیب کمترین و بیشترین آلودگی را داشتند. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزایش غلظت ذرات معلق و تعداد بیوآئروسول‌ها تابع جهت شمالی-جنوبی منطقه است. از جنبه جهت غربی-شرقی، غلظت ذرات معلق و تعداد بیوآئروسول‌های هوابرد داخلی و آزاد در فصل‌های گرم و سرد مرکز غرب و مرکز شرق به ترتیب کمترین و بیشترین آلودگی را داشتند. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزایش غلظت ذرات معلق و تعداد بیوآئروسول‌ها تابع جهت غربی-شرقی منطقه است.

نتیجه‌گیری

این مطالعه به منظور بررسی وضعیت بیوآئروسول‌ها در مراکز جامع سلامت شهری انجام شد. نتایج اندازه‌گیری شرایط جوی نشان داد

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی پیشنهاد می‌شود. تحقیقات عمیقتر و مطالعات خاص به ویژه در مورد بیوآئروسول‌های هوابرد داخل و آزاد مراکز جامع سلامت به همراه مطالعات ریسک بهداشتی مواجهه کارکنان مراکز جامع سلامت با بیوآئروسول‌ها، ذرات معلق و مواد شیمیایی انجام شود. اثر سایر پارامترهای هواشناسی و آلاینده‌های هوای شهر تهران بر روی انتشار بیوآئروسول‌ها بررسی گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان بررسی ارتباط تعداد بیوآئروسول‌ها (باکتری‌ها) با غلظت ازن و شدت پرتو فرابنفش هوای داخل و آزاد مراکز خدمات جامع سلامت شهری منتخب شهر تهران در سال ۱۴۰۰ و کد اخلاق IR.IAU.TMU.REC.1400.239 می‌باشد. نویسندگان مقاله از حمایت آزمایشگاهی گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات پالایش آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران تشکر می‌نمایند.

تضاد منافع

در این مطالعه نویسندگان هیچگونه تضاد منافی ندارند.

References

- 1- Joyce S, Modini M, Christensen H, Mykletun A, Bryant R, Mitchell PB, et al. Workplace interventions for common mental disorders: A systematic meta-review. *Psychological Medicine* 2016; 46(4):683-97.
- 2- Mirhoseini SH, Ariyan F, Mohammadi S. Quantitative and qualitative monitoring of airborne bacteria and fungi and their relationship with environmental parameters in two selected primary schools. *Journal of Arak University of Medical Sciences* 2020; 22(6):242-51 (In Persian).
- 3- Brągoszewska E, Mainka A, Pastuszka JS, Lizończyk K, Dęsta YG. Assessment of bacterial aerosol in a preschool, primary school and high school in Poland. *Atmosphere* 2018; 9(3):87. Doi: 10.3390/atmos9030087.
- 4- Mirhoseini SH, Nikaeen M, Satoh K, Makimur K. Assessment of airborne particles in indoor environments: Applicability of particle counting for prediction of bioaerosol concentrations. *Aerosol and Air Quality Research* 2016; 16(8):1903-10.
- 5- Kim KH, Kabir E, Jahan ShA. Airborne bioaerosols and their impact on human health. *Journal of Environmental Sciences* 2018; 67:23-35.
- 6- Alsved M, Bourouiba L, Duchaine C, Löndahl J, Marr LC, Parker ST, et al. Natural sources and experimental generation of bioaerosols: Challenges and perspectives. *Aerosol Science and Technology* 2020; 54(5):547-71.
- 7- Miranzadeh L, Gholami Borujeni F. Frequency of skin cancers in Kashan in 2009-2017. *Journal of Dermatology and Cosmetic* 2018; 9(1):28-34 (In Persian).
- 8- Mousavi MS, Hadei M, Majlesi M, Hopke PK, Yarahmadi M, Emam B, et al. Investigating the effect of several factors on concentrations of bioaerosols in a well-ventilated hospital environment. *Environmental Monitoring and Assessment* 2019; 191:1-11. Doi: 10.1007/s10661-019-7559-0.
- 9- Sadigh A, Fataei E, Arzanloo M, Imani AA. Determination of the type and concentration of bacterial bioaerosols in Ardabil Universities (Indoors and Outdoors) in 2020. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences* 2020; 19(4):501-509 (In Persian).
- 10- Polednik B. Exposure of staff to aerosols and bioaerosols in a dental office. *Building and Environment* 2021; 187:107388. Doi: 10.1016/j.buildenv.2020.107388.
- 11- Kashi G, Beyglu H. Investigation of bioaerosols in laboratories of Islamic Azad University, Tehran, Iran. *Iranian Journal of Public Health* 2020; 49(3):612-13.
- 12- Kashi G, Bigloo H. Investigation of the bio-aerosols concentration from high schools indoor air in Islamshahr county in 2013-2014. *Journal of Safety Promotion and Injury Prevention* 2015; 3(1):57-66 (In Persian).
- 13- Faridi S, Hassanvand MS, Naddafi K, Yunesian M, Nabizadeh R, Sowlat MH, et al. Indoor/outdoor relationships of bioaerosol concentrations in a retirement home and a school dormitory. *Environmental Science and Pollution Research* 2015; 22:8190-200.

- 14-Kashi G, Aliyan-Fini F, Nourieh N. Comparison of the effect of booklet, practical teaching, and integrated booklet and practice methods on primary students' attitude, knowledge, and practice. *Systematic Reviews in Pharmacy* 2021; 12(2):672-80.
- 15-Soleimani Z, Goudarzi G, Naddafi K, Sadeghinejad B, Latifi SM, Parhizgari N, et al. Determination of culturable indoor airborne fungi during normal and dust event days in Ahvaz, Iran. *Aerobiologia* 2013; 29:279-90.
- 16- Gilkeson CA, Camargo Valero M, Pickin LE, Noakes CJ. Measurement of ventilation and airborne infection risk in large naturally ventilated hospital wards. *Building and Environment* 2013; 65:35-48.
- 17-Sarmadi M, Yaghmaeian K, Nabizadeh R, Naddafi K, Saeedi R, Yousefzadeh S. Investigation of natural ventilation potential in different hospital wards affiliated to Tehran university of medical sciences in 2014. *Iran Occupational Health* 2017; 14(4):150-58 (In Persian).
- 18- Abdi M, Azimi Pirsaraei SR, Mohammadizadeh MR. Evaluation of solar ultraviolet radiation in Zanjan city using the ultraviolet index. *Iranian Journal of Health and Environment* 2021; 14(1):67-82 (In Persian).
- 19- Alsadat Majid F, Heidari S, Ghalenoei M, Ghasemi Sichani M. Seasonal difference of thermal comfort in new and old neighborhoods (Case study: Jolfa and Mardavij districts of Isfahan). *Journal of Fine Arts: Architecture and Urban Planning* 2019; 23(2):31-42 (In Persian).
- 20- Rezaei S, Naddafi K, Jabbari H, Yonesian M, Jamshidi A, Sadat A, et al. Relationship between the particulate matter concentrations in the indoor and ambient air of the Tehran children hospital in 2007. *Iranian Journal of Health and Environment* 2013; 6(1):103-12 (In Persian).
- 21- Dehghani M, Kamali Y, Shamsedini N, Ghanbarian M. A study of the relationship between indoor/outdoor particle concentration in Dena hospital in Shiraz. *Journal of Health Research in Community* 2015; 1(1):49-55 (In Persian).
- 22- Ghanizadeh F, Godini H. A review of the chemical and biological pollutants in indoor air in hospitals and assessing their effects on the health of patients, staff and visitors. *Reviews on Environmental Health* 2018; 33(3):231-45.
- 23- Chakrawarti MK, Singh M, Yadav VP, Mukhopadhyay K. Temporal dynamics of air bacterial communities in a university health centre using illumina miseq sequencing. *Aerosol and Air Quality Research* 2020; 20(5):966-80.
- 24- Amirimoghaddam M, Mirzaei N, Mostafaei G, Nazari-Alam A, Atoof F, Bahrami A, et al. Investigation of the fungal and bacterial contamination in indoor units and outdoor air of Kashan Beheshti hospital in 2018. *Feyz Medical Sciences Journal* 2020; 24(6):659-65 (In Persian).
- 25- Kotgire S, Akhtar R, Damle A, Siddiqui S, Padekar H, Afreen U. Bioaerosol assessment of indoor air in hospital wards from a tertiary care hospital. *Indian Journal of Microbiology Research* 2020; 7(1):28-34.
- 26- El-Batrawy OA, Hasaballah AF. Bioaerosols as a bioindicator of indoor air quality in a dental clinic. *Middle East Journal of Applied Sciences* 2020; 10(1):64-73.
- 27- Park DU, Yeom JK, Lee WJ, Lee KM. Assessment of the levels of airborne bacteria, gram-negative bacteria, and fungi in hospital lobbies. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2013; 10(2):541-55.
- 28- Anees-Hill S, Douglas P, Pashley CH, Hansell A, Marczylo EL. A systematic review of outdoor airborne fungal spore seasonality across Europe and the implications for health. *Science of the Total Environment* 2022; 818:151716. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.151716.
- 29- Onmek N, Kongcharoen J, Singtong A, Penjumrus A, Junnoo S. Environmental factors and ventilation affect concentrations of microorganisms in hospital wards of Southern Thailand. *Journal of Environmental and Public Health* 2020; 2020(1):7292198. Doi:10.1155/2020/7292198.
- 30- Fonseca A, Abreu I, Guerreiro MJ, Barros N. Indoor air quality in healthcare units—a systematic literature review focusing recent research. *Sustainability* 2022; 14(2):967.
- 31- Yan X, Qiu D, Zheng S, Yang J, Sun H, Wei Y, et al. Distribution characteristics and noncarcinogenic risk assessment of culturable airborne bacteria and fungi during winter in Xinxiang, China. *Environmental Science and Pollution Research* 2019; 26:36698-709.
- 32- Cocârță DM, Prodana M, Demetrescu I, Lungu PEM, Didilescu AC. Indoor air pollution with fine particles and implications for workers' health in dental offices: A brief review. *Sustainability* 2021; 13(2):599.
- 33- Bjelić LS, Ilić P, Farooqi ZUR. Indoor microbiological air pollution in the hospital. *Quality of Life (Banja Luka)-Apeiron* 2020; 18(1-2). Doi: 10.7251/QOL2001005S.
- 34- Odonkor ST, Mahami T. Microbial air quality in neighborhoods near landfill sites: Implications for public health. *Journal of Environmental and Public Health* 2020; 2020(1):4609164. Doi: 10.1155/2020/4609164.
- 35- Rafiee A, Pesarakloo V, Hoseini M, Shabani H, Faraji Hormozi S. Assessment of the density and type of the bio-aerosols associated with nosocomial infection in different wards of the selective AJA hospitals in Tehran. *Ebnesima* 2018; 9(4):45-52 (In Persian).
- 36- Sepahvand A, Shams-Ghahfarokhi M, Allameh A, Razzaghi Abyaneh M. Diversity and distribution patterns of airborne microfungi in indoor and outdoor hospital environments in Khorramabad, Southwest Iran. *Jundishapur Journal of Microbiology* 2013; 6(2):186-92.
- 37- Rostami N, Alidadi H, Zarrinfar H, Salehi P. Assessment of indoor and outdoor airborne fungi in an educational, research and treatment center. *Italian Journal of Medicine* 2017; 11(1):52-56.
- 38- Shokri S, Nikpay A, Ghiasvand Z, Mohammadzadeh E. Investigating the air quality index in internal wards of Qazvin Bu-Ali Sina hospital (2015).

The Journal of Qazvin University of Medical Sciences 2016; 20(4):59-66 (In Persian).

39- Tajik S. Estimating the risk of respiratory tract carcinogenesis caused by Particulate Matter with an aerodynamic diameter of less than 2.5 microns ($PM_{2.5}$) in different areas of Tehran in the 90s. Journal of Health in the Field 2024; 11(4):1-9 (In Persian).

40- Panji M, Shahsavani A, Mohseni Bandpey A, Rashidi Y, Hashemi Nazari SS, Kermani M, et al. Evaluation of the health effects of reducing $PM_{2.5}$ in Tehran based on the breath life campaign; an AirQ+ modelling (2017–2026). Journal of Health in the Field 2023; 10(4):39-48 (In Persian).

41- Arman F, Mohseni Bandpey A, Shahsavani A, Sadani M, Abtahi M. Investigation of $PM_{2.5}$ and PM_{10} concentrations in the air of Aradkooh waste management facility of Tehran and neighboring areas in 2020. Journal of Health in the Field 2021; 9(1):1-12 (In Persian).

42- Lu R, Li Y, Li W, Xie Z, Fan C, Liu P, et al. Bacterial community structure in atmospheric particulate matters of different sizes during the haze days in Xi'an, China. Science of the Total Environment 2018; 637:244-52. Doi:10.1016/j.scitotenv.2018.05.006.



Journal homepage: <https://journals.sbmu.ac.ir/jhf>



Survey on the relationship between bioaerosol count, ozone concentration, and UV radiation intensity in indoor and outdoor air at selected urban comprehensive health service centers in Tehran, 2021

Sakineh Oliae¹ , Giti Kashi^{*1, 2} , Nafise Nourieh³ , Roohollah Mahmoodkhani³

¹Department of Environmental Health Engineering, Health Faculty, Islamic Azad University, Tehran Medical Sciences, Tehran, Iran

²Water Purification Research Center, Islamic Azad University, Tehran Medical Sciences, Tehran, Iran

³Department of Environmental Health Engineering, Health Faculty, Islamic Azad University, Tehran Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Aims: The quality of indoor and outdoor air and its impact on the health of employees and visitors at urban comprehensive health service centers are of great importance in public health studies. This research was conducted with the aim of examining the bioaerosol counts in the indoor and outdoor air of these centers.

Materials and Methods: This study followed a cross-sectional descriptive-analytical approach. The study was conducted in five urban comprehensive health service centers in the metropolis of Tehran over a period of four months, during both the dry and wet seasons. Bioaerosols collection, as well as measurement of suspended particles, UV radiation, ozone, wind speed, temperature, and humidity were carried out using specialized equipment following 120 minutes sampling, which was conducted at a height of 1.5 meters above ground level in both the waiting rooms and the outdoor environment. The counts of biological aerosols were reported in terms of CFU/m³. Ethical considerations were taken into account throughout all stages of the study.

Results: The average colony counts of airborne bacteria and fungi in the waiting rooms of the centers were higher than those in the outdoor air. The average colony counts of airborne bacteria and fungi in the waiting rooms were 86.4 and 1062.1, respectively; while the counts were 89.6 and 1060.1 in the outdoor air, respectively. The presence of microorganisms such as *Aspergillus* and *Penicillium* was higher in the waiting rooms compared to other fungi.

Conclusion: The count of bio-aerosols in the centers were different based on the seasonal variables, the density of staff, the number of clients, and the floor area of the waiting room. Proper management of environmental health and attention to the microbial air pollution in the waiting room of health care centers leads to the improved health status of employees and visitors and thus reduces the associated costs.

Keywords: Ozone, Airborne bacteria, Bioaerosols, Airborne fungi, *Penicillium*, Comprehensive health centers

Please cite this article as: Oliae S, Kashi G, Saeedi R, Nourieh N, Mahmoodkhani R. Survey on the relationship between bioaerosol count, ozone concentration, and UV radiation intensity in indoor and outdoor air at selected urban comprehensive health service centers in Tehran, 2021. Journal of Health in the Field 2024; 12(2):71-83. **Doi:** <https://doi.org/10.22037/jhf.v12i2.43144>.

Corresponding Author: Department of Environmental Health Engineering, Health Faculty, Islamic Azad University, Tehran Medical Sciences, Tehran, Iran.

Corresponding Author: Department of Environmental Health Engineering, Health Faculty, Islamic Azad University, Tehran Medical Sciences, Tehran, Iran.

Email: g.kashi@yahoo.com

Received: 3 September 2023

Accepted: 29 September 2024