



بررسی ارتباط ذرات زیستی و غیر زیستی هوابرد در بخش های داخلی دو بیمارستان آموزشی شهر قزوین

محدثه چوبدار: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

فائزه محمدی: استادیار، گروه انگل شناسی و قارچ شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

علی صفری واریانی: دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

خدیجه حسنی: کارشناس بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

احمد نیک‌پی: (*نوبنده مسئول) دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران. nikpey@gmail.com

چکیده

کلیدواژه‌ها

بیمارستان،

کیفیت هوای داخل،

ذرات معّقّه هواء،

بیوآئروسل،

عفونت بیمارستانی

زمینه و هدف: عفونت‌های مرتبط با مراقبت‌های درمانی، مهم‌ترین پیامد مواجهه با بیوآئروسل‌ها است که سلامت شاغلین و مراجعان بیمارستان‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط بیوآئروسل‌های قارچی و ذرات متعلق هوابرد در دو بیمارستان آموزشی شهر قزوین در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی-تحلیلی، در ۱۲ بخش داخلی دو بیمارستان و هوای آزاد آن‌ها به مدت شش ماه انجام شد. نمونه‌برداری از بیوآئروسل‌ها با استفاده از دستگاه نمونه‌بردار Quick Take 30 در هوایکنر $28/3 \text{ L/min}$ و به مدت ۵-۱۰ دقیقه صورت گرفت. تعیین غلظت ذرات PM₁₀ و PM_{2.5} توسط دستگاه Micro Dust Pro در فلوئی $3/8 \text{ L/min}$ و بر حسب $\mu\text{g/m}^3$ انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط SPSS نسخه ۲۰، آزمون‌های ناپارامتریک و همبستگی اسپیرمن انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که حداقل تراکم کل میکروبی مربوط به بخش اورژانس ۱ و اتاق‌های عمل بود. بخش جراحی زنان ۱ نیز بیشترین تراکم قارچی را داشت ($92/7 \text{ CFU/m}^3$). آسپرژیلوس نایجر و کلاudosporium فراوان‌ترین گونه‌ها بودند. همبستگی مننادرای بین تراکم قارچی و غلظت ذرات PM₁₀، دما و رطوبت نسبی هوا مشاهده شد ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: در این مطالعه عمدۀ منابع تولید آلودگی مربوط به بخش‌های داخلی بیمارستان‌ها بود. لذا کنترل رشد میکروارگانیسم‌های هوا از طریق بهبود سیستم تهویه، رعایت موازین بهداشتی و نظافتی و ارزیابی مستمر کیفیت هوای داخل پیشنهاد می‌گردد. بدليل وجود رابطه بین تراکم ذرات PM₁₀ و PM_{2.5} و غلظت بیوآئروسل‌ها، توصیه می‌گردد از تعیین غلظت این گروه ذرات به عنوان ابزاری جهت پیش‌بینی سریع و آسان آلودگی میکروبی هوا در مراکز بهداشتی-درمانی استفاده نمود.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: حامی مالی نداشته است.

شیوه استناد به این مقاله:

Choubdar M, Mohammadi F, Safari Varyani A, Hasani Kh, Nikpey A. Investigation of relationship between fungal bioaerosols and particulate matter in two educational hospitals in Qazvin city. Iran Occupational Health.2019 (Feb-Mar);15(6):60-71.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 1.0 صورت گرفته است.



Investigating of relationship between biological and non-biological airborne particles in the internal section of two educational hospitals in Qazvin city

Mohadeseh Choubdar, MSc Student of Occupational Health, Student Research Committee, School of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

Faezeh Mohammadi, Assistant Professor, Department of Medical Parasitology and Mycology, School of Medicine, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

Ali Safari Varyani, Associate Professor, Department of Occupational Health, School of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

Khadijeh Hasani, BSc of Occupational Health, School of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

✉ Ahmad Nikpey, (*Corresponding Author) Associate Professor, Department of Occupational Health, School of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. nikpey@gmail.com

Abstract

Background: Hospital-acquired infections, are the most important consequence in exposure to bioaerosols in which affect health of staffs and clients. The present study aimed to investigate the relationship between fungal bioaerosols and particulate matter in two educational hospitals in Qazvin city in 2017.

Methods: This descriptive-analytical study, was performed in 12 of two hospitals indoor wards and outdoor air, during six months. Bioaerosols sampling was done by Quick Take-30 at an airflow rate of 28.3 L/min, for 5-10 min. determination of PM10 and PM2.5 concentrations conducted by a Micro-Dust Pro at flowrate of 3.8 L/min as $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The data were analyzed using SPSS version 20, non-parametric tests and Spearman's correlation.

Results: Results indicated that the highest and lowest of total of microbial density was for EMS1 and operating rooms. Peak of fungal bioaerosols was observed in women's surgery (92.7 CFU/m³). Species of Aspergillus niger was the most frequency fungi. Significant correlation was observed between fungal concentration and PM10, temperature and humidity ratio ($p<0.05$).

Conclusion: In this study the main sources of pollution were related to hospital wards. Thus suggests controlling of microorganisms of air by improving of ventilation system, observance of sanitary and cleanliness regulations and continual assessment of indoor air quality. Because of association between PM2.5 and PM10 and bioaerosols density, measurement of the particulate matter concentration can be used as an easy and quick tool for predicting of the air microbial contamination in healthcare centers.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Hospital,
Indoor air quality,
Particulate matter,
Bioaerosol,
Hospital infection

Received: 22/12/2017

Accepted: 15/12/2018

How to cite this article:

Choubdar M, Mohammadi F, Safari Varyani A, Hasani Kh, Nikpey A. Investigation of relationship between fungal bioaerosols and particulate matter in two educational hospitals in Qazvin city. Iran Occupational Health.2019 (Feb-Mar);15(6):60-71.

هم موثر هستند [۲۰]، از این رو در سال‌های اخیر، استفاده از تراکم ذرات معلق هوابرد، به عنوان شاخصی در زمینه برآورده تراکم عوامل میکروبی هوابرد مطرح شده است [۲۱، ۲۰].

عنمان و همکاران، همبستگی مثبتی بین غلظت ذرات معلق و باکتری‌های هوابرد در بخش‌های بستری گزارش نمودند [۲۲]. در تحقیقی که توسط سپهوند و همکاران در بیمارستان‌های خرم‌آباد انجام شد، تراکم آلودگی قارچی و ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ ، CFU/m^3 ، $5.9/75 \mu g/m^3$ ، $5.9/75 \mu g/m^3$ ، $27/3 \mu g/m^3$ گزارش شد و بین فراوانی و تراکم بیوآئروسل‌ها و غلظت ذرات معلق ارتباط مستقیمی گزارش شد [۲۳]. در پژوهش جانک و همکاران در ۳۷ بیمارستان تایوان، متوسط تراکم آلودگی قارچی، PM_{10} و $PM_{2.5}$ ، CFU/m^3 ، $5.72 \mu g/m^3$ ، $15.9 \mu g/m^3$ ، $25/2 \mu g/m^3$ بود. بیمارستان‌های دارای سیستم مرکزی تهویه، از آلودگی کمتری نسبت به دیگر مراکز بخاردار بودند ولی ارتباط معناداری بین غلظت ذرات و تراکم بیوآئروسل‌ها مشاهده نشد [۲۴]. سلیمانی و همکاران گزارش کردند که تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در روزهای غبارآلود در شهر اهواز بیشتر از سایر روزها بود [۲۵]. ون و همکاران استفاده از شاخص تراکم ذرات جهت پیش‌بینی آلودگی میکروبی هوا در اتاق‌های عمل را پیشنهاد کردند [۲۶]. لی و هو به دلیل تغییرات در تعداد مراجعین، نوع فعالیت‌ها و تعداد دفعات ضدغوفنی، ارتباط معنی‌داری بین تعداد ذرات کل و تعداد میکروارگانیسم‌های هوابرد گزارش نکردند [۲۷]. پنخورس و همکاران اندازه‌گیری ذرات معلق را، به عنوان روشی کارآمد جهت پایش سیستم تهویه و کنترل عفونت در اتاق‌های عمل توصیه نمودند [۲۸]. لندرین و همکاران، گزارش کردند که ارزیابی ذرات هوابرد نمی‌تواند به عنوان روش جایگزین در روش‌های نمونه‌برداری از بیوآئروسل‌ها مطرح باشد [۲۹]. مطالعات مشابه دیگری در این زمینه توسط نابل و کلایتون [۳۰]، هارگریورز و همکاران [۶]، لین و همکاران [۳۱]، کیم و همکاران [۳۲] و کلاب [۳۳] انجام شده است.

در حالی که پایش بیوآئروسل‌ها و ذرات معلق هوا به عنوان یکی از ابزارهای ارزیابی کیفیت هوا در محیط‌های بیمارستانی پیشنهاد شده است [۳۴، ۲۱] ولی

مقدمه

عفونت‌های مرتبط با مراقبت‌های درمانی، مهم‌ترین پیامد مواجهه با بیوآئروسل‌ها در محیط‌های درمانی است که سلامت مراجعن، بیماران و پرسنل ارائه دهنده خدمات درمانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱، ۲]. سالیانه صدها میلیون بیمار در جهان از عفونت‌های ناشی از مراقبت‌های درمانی رنج می‌برند که مرگ و تحمیل هزینه‌های مالی گزاف به نظام‌های درمانی بخشی از پیامدهای آن است [۳]. در حدود ۹٪ از عفونت‌های بیمارستانی، منشاء قارچی دارد [۴]. فارج‌ها با توانایی بالا در انطباق با شرایط مختلف محیطی، زمینه ساز عوارض نامطلوبی نظریه تحریک، آرژی، عفونت و مسمومیت هستند [۵] که نوع و شدت این عوارض وابسته به گونه، اندازه و غلظت اسپورهای هوابرد است [۶]. هم‌چنین حساسیت دارویی برخی گونه‌ها مانند مقاومت آسپرژیلوس فومیگاتوس به داروهای گروه ازولی در محیط‌های بهداشتی درمانی روند درمان این عفونت‌ها را مشکل می‌کند [۷]. شواهد نشان می‌دهد که ۱۰-۲۰ درصد عفونت‌های بیمارستانی، از طریق هوا و به شکل بیوآئروسل منتشر می‌شود [۹]. در حدود ۲۴٪ از کل ذرات اتمسفری و ۵-۱۰ درصد ذرات قابل تنفس، بیوآئروسل بوده و ۵-۳۴ درصد از آلاینده‌های هوا در محیط‌های داخلی، ناشی از بیوآئروسل‌ها می‌باشد که مواجهه تنفسی با آنها توان با طیف وسیعی از اثرات بهداشتی خواهد بود [۱۰-۱۴] برخی از قارچ‌ها مولد سم مایکوتوكسین هستند و تنفس اسپورهای حاوی این سموم سبب ایجاد دردهای عظامی و واکنش‌های آرژیک تحت عنوان سندرم ساختمان بیمار (SBS^۱)، می‌گردد [۱۵].

ذرات معلق هوابرد از مهم‌ترین آلاینده‌های در محیط‌های بسته محسوب می‌شوند که در دو گروه (ذرات درشت ($PM \leq 10$) و ذرات ریز ($PM \geq 2/5$) طبقه‌بندی می‌شوند [۱۶] و مواجهه تنفسی با آنها، زمینه ساز اختلالات تنفسی و قلبی-عروقی می‌باشد [۱۷-۱۹]. علاوه بر این، ذرات هوابرد محل مناسبی برای رشد، تکثیر و انتقال عوامل زیان‌آور میکروبی هستند و بر الگوی توزیع و قطر دینامیکی ذرات زیستی

^۱ Sick Building Syndrome (SBS)

نمونه‌برداری از هوای محوطه بیمارستان در فاصله ۲۰ متری از موانع و درختان و در بخش‌های داخلی بیمارستان‌ها در ارتفاع ۱/۵ متری از کف و به فاصله‌ی ۱ متر از دیوارها و موانع انجام شد [۲۳]. در بخش‌های مورد بررسی، نمونه‌برداری به فاصله‌ی ۱ متر از تخت بیمار و ترجیحاً، ۱ نمونه در مرکز و ۲ نمونه در گوشه‌های اتاق که از بالاترین غلظت آلودگی برخوردار هستند، انجام شد [۴۱، ۴۰]. در هنگام نمونه‌برداری، پیش از آن که محیط کشت داخل دستگاه گذاشته شود، دستگاه نمونه‌بردار با الكل ۷۰٪ ضدعفونی شد. پس از هر بار نمونه‌برداری درب پلیت‌ها گذاشته و تمام محیط‌ها به همراه برچسب اطلاعاتی به آزمایشگاه منتقل شدند. انکوباسیون نمونه‌ها به مدت ۴۸-۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد انجام و سپس شمارش کلونی‌ها انجام شد. با تقسیم تعداد کلنی‌ها بر حجم هوای نمونه‌برداری شده، تراکم عوامل زیستی بر حسب CFU/m^3 تعیین شد [۳۲]. تشخیص و تعیین هویت عوامل قارچی از طریق مورفولوژی ماکروسکوپی، میکروسکوپی و روش‌های اسلاید کالچر انجام شد [۴۲]. تعیین غلظت ذرات $\text{PM}_{2.5}$ و PM_{10} توسط دستگاه قرائت مستقیم Micro Dust Pro از شرکت Casella در فلوئی $3/8 \text{ L}/\text{min}$ بر حسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ انجام شد [۳۵]. از نسبت غلظت ذرات در محیط داخل به خارج (I/O) جهت ارزیابی ورود هوای بیرون به داخل استفاده شد. $I/O < 1$ نشانه‌ی ورود آلودگی از محیط بیرون به محیط داخل است [۲۴]. هم‌زمان با نمونه‌برداری، سنجش دما و رطوبت نسبی توسط دستگاه قرائت مستقیم Supco IAQ55 Air Quality Meter مدل IAQ55 ساخت آمریکا، انجام گرفت [۴۳]. تجزیه و تحلیل آماری نتایج توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و آزمون‌های غیرپارامتریک، نظری کرووسکال والیس، منویتنی و همبستگی اسپیرمن در سطح معنی‌داری ۹۵٪ انجام شد.

یافته‌ها

در این مطالعه ۳۰۴ نمونه زیستی از هوای ۱۲ بخش داخلی و ۲ ایستگاه خارجی، دو بیمارستان جمع‌آوری شد. در نمودار ۱، میانگین تراکم میکروبی به تفکیک بخش در دو فصل زمستان و بهار ارائه شده است.

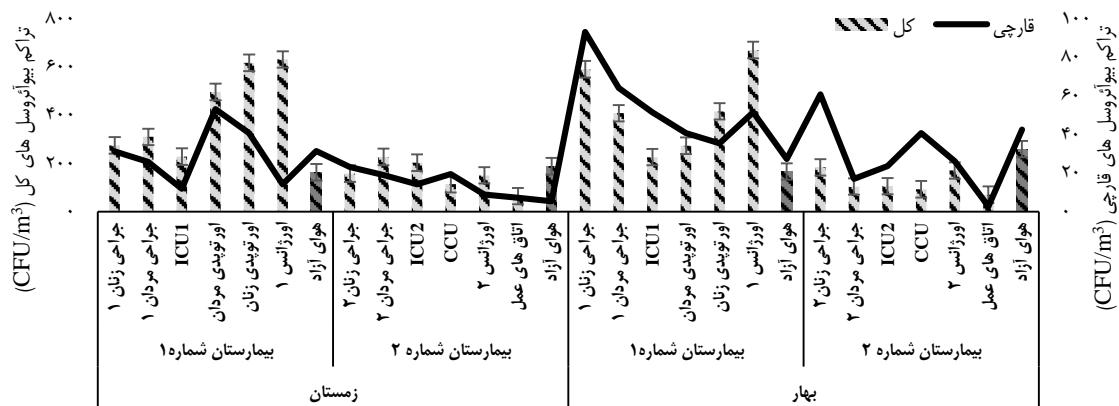
مطالعات داخلی اندکی در زمینه بررسی رابطه تراکم این دو گروه از ذرات در محیط‌های بیمارستانی انجام شده و همواره یکی از موضوعات بحث برانگیز در تحقیقات اخیر بوده است [۳۵]. لذا این مطالعه با هدف بررسی ارتباط ذرات زیستی و غیر زیستی هوابرد در دو بیمارستان آموزشی شهر قزوین انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی- مقطوعی، طی شش ماه (فصل زمستان سال ۱۳۹۵ و بهار سال ۱۳۹۶)، در بخش‌های مختلف از دو بیمارستان آموزشی شهر قزوین که از نظر تعداد مراجعین، ارائه خدمات و زیر بنا مشابه بودند، انجام شد. بخش‌ها بر اساس مطالعات پیشین، بافت تخصصی بیمارستان، اهمیت بخش از نظر نوع بیماران بستره و توصیه‌های مستنول بهداشت محیط و کنترل عفونت هر بیمارستان انتخاب شدند [۳۶]. در بیمارستان-۱، بخش‌های اورتوپدی مردان، اورتوپدی زنان، جراحی مردان، جراحی زنان، اورژانس ۱، مراقبت‌های ویژه ۱ (ICU1) و در بیمارستان-۲، بخش‌های جراحی زنان، جراحی مردان، اورژانس ۲، CCU، اورژانس ۲ و اتاق عمل بررسی شدند. از هوای محوطه بیمارستان‌ها به عنوان شاهد استفاده شد. نمونه‌برداری از ذرات زیستی توسط دستگاه نمونه‌بردار Quick Take 30 و در نمونه‌بردار یک مرحله ای اندرسن در دبی $5-10 \text{ L}/\text{min}$ ، $28/3 \text{ L}/\text{min}$ ، در مدت ۱۴ دقیقه و به صورت هفت‌های دو روز در ساعت ۸ تا ۱۴ انجام شد [۲۳]. از محیط کشت ساپرودکستروز آگار همراه با آنتی‌بیوتیک کلرآمفنیکل جهت شناسایی قارچ‌ها و محیط کشت TSA برای سنجش عوامل میکروبی کل استفاده شد. براساس روش استاندارد NIOSH-0800^۱ در هر یک از بخش‌های بیمارستان، سه نمونه اصلی و یک نمونه شاهد تهیه شد [۳۷، ۳۸] به این ترتیب جهت ارزیابی عوامل قارچی و میکروبی، ۱۴۴ نمونه تهیه شد. بر اساس دستورالعمل سازمان^۲ EPA در محیط بیرون، یک نمونه با دو تکرار تهیه شد [۳۹].

^۱ National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)

^۲ Environmental Protection Agency (EPA)



نمودار ۱- متوسط تراکم بیوآرولس های کل و قارچی (CFU/m^3) به تفکیک بخش های بیمارستان شماره ۱ و شماره ۲ و هوای آزاد طی دو فصل زمستان و بهار

جدول ۱- توزیع فصلی غلظت ذرات معلق و پارامترهای محیطی در هریک بخش ها و هوای آزاد بیمارستان شماره ۱ و شماره ۲

فصل	بخش						نیازمند
	زمستان						
I/O PM_{10}	I/O $\text{PM}_{2.5}$	روطوبت نسبی (%)	دما (°C)	PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
انحراف معیار میانگین							
۱/۴۲	۱/۳۷	۲۷/۴±۸/۶	۲۳/۸±۱/۶	۵۵/۴۴±۲۴/۵	۳۹/۹±۲۹/۷	جراحی زنان ۱	
۲/۴۱	۲/۰۵	۲۱/۹±۳/۱	۲۴/۱±۱/۴	۹۴±۲۷	۵۹/۵±۲۵/۳	جراحی مردان ۱	
۱/۵	۱/۶۲	۲۲/۶±۰/۷	۲۴/۲±۱/۵	۵۸/۸±۲۶/۷	۴۶/۹±۲۱/۸	ICU ۱	
۴/۱۲	۳/۷۲	۲۱/۶±۰/۹	۲۴/۹±۰/۸۵	۱۶۱±۱۰/۸۹	۱۰۸±۱۲۰/۲	اورتوپدی زنان	
۴/۴۶	۴/۹۳	۳۲/۹±۵/۷	۲۵/۳±۱/۸	۱۷۴±۵۶/۵	۱۴۳±۳۸/۲	اورتوپدی مردان	
۱/۵۲	۱/۸۱	۲۷/۸±۰/۴	۲۲/۱±۲/۶	۵۹/۵±۹/۱	۵۲/۵±۱۳/۴	اورژانس ۱	
۲/۰۷	۲/۰۳	۲۸/۴±۱۰/۷	۲۲/۱±۵/۸	۸۰/۸±۵۰/۶	۵۹±۴۳/۱	میانگین	
-	-	۵۱/۷±۲۳/۸	۸/۲±۵/۷	۳۹±۱۲/۳	۲۹±۹/۵	هوای آزاد	
۰/۳۷	۰/۷۹	۲۱/۸±۲/۷	۲۲/۹±۱/۵	۵۸±۱۳/۳	۱۴۶±۵۸/۹	جراحی زنان ۲	
۰/۴۴	۰/۳۱	۲۵/۷±۱/۴	۲۲/۸±۱/۷	۶۸/۷±۲۸/۶	۵۷/۷±۲۵/۵	جراحی مردان ۲	
۰/۵۳	۰/۶۰	۲۱/۶±۲/۵	۲۵/۱±۱/۴	۸۳/۴±۶۰	۱۱۰±۱۰/۳/۵	ICU ۲	
۰/۸۲	۰/۶۲	۲۷±۱/۴	۲۶/۱±۰/۹	۱۲۷/۵±۱۹/۲	۱۱۶±۸/۴	CCU	
۰/۱۵	۰/۱۰	۲۰/۷±۱/۱	۲۳/۵±۰/۷	۲۴±۷/۸	۱۸/۵±۹/۲	اتاق های عمل	
۰/۶۴	۰/۶۷	۲۱/۸±۱/۲	۲۴/۱±۰/۱	۱۰۰/۵±۴۵/۴	۱۲۴/۵±۷۵/۷	اورژانس ۲	
۰/۵۹	۰/۶۰	۲۸/۲±۱۳/۶	۲۱/۷±۷/۷	۹۱/۹±۶۵/۵	۱۱۱/۱±۹۰/۷	میانگین	
-	-	۵۶/۵±۱۵/۷	۴/۷±۷/۱	۱۵۵/۷±۱۶/۸	۱۸۴/۵±۲۲/۳	هوای آزاد	

همچنین اختلاف معنی داری در تراکم عوامل قارچی طی دو فصل نمونه برداری مشاهده شد ($p=0/0001$). آزمون کروسکال والیس مؤید تفاوت معنی دار ($p<0/0001$) بین میانگین تراکم میکروبی کل و قارچی در بخش های مختلف و آزمون من ویتنی نیز گویای آن بود که غلظت میکروبی در بیمارستان شماره ۱ به طرز معنی داری بالاتر از بیمارستان شماره ۲ بود ($p<0/0001$ و $p=0/001$).

حداکثر غلظت ذرات $\text{PM}_{2.5}$ و PM_{10} در بخش اورتوپدی مردان و در فصل زمستان مشاهده شد (جدول ۱). نسبت تراکم ذرات در هوای داخل به هوای

اورژانس ۱ با میانگین $648/4 \text{ CFU}/\text{m}^3$ کل، آلوده ترین بخش بود. همچنین بیشینه تراکم قارچی در بخش های جراحی زنان هر دو بیمارستان مشاهده شد. پاکیزه ترین بخش ها، ICU و اتاق های عمل بودند. در مورد آلودگی کل، نسبت O/I در تمامی بخش های بیمارستان ۱، بیشتر از یک بود، و در مورد آلودگی قارچی نیز متوسط نسبت O/I در فصل زمستان ۲، و بهار به ترتیب $0/83$ و $2/28$ بود. در بیمارستان ۲، به غیر از آلودگی قارچی در فصل زمستان، نسبت غلظت داخل به خارج کوچک تر از ۱ بود که نشانگر ورود آلودگی از بیرون به محیط داخل بیمارستان بود.

جدول ۱ - ادامه

نام بخش	نام پیمانگران	فصل بهار					
		I/O PM ₁₀	I/O PM _{2.5}	رطوبت نسبی (%)	دما (°C)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
انحراف معيار \pm پیمانگران							
۱/۶۱	۱/۶۱	۲۸/۹ \pm ۵/۹	۲۶/۶ \pm ۱/۳	۸۶/۷۸ \pm ۳۷/۳۷	۷۷/۳۳ \pm ۳۵	چراز ۱	جراحی زنان
۱/۵۱	۱/۳۵	۲۶/۷ \pm ۶/۲	۲۶ \pm ۲/۵	۸۱/۶ \pm ۲۹/۶	۶۵/۱ \pm ۲۸/۶	چراز ۱	جراحی مردان
۲/۰۲	۱/۵۸	۳۲/۶ \pm ۹/۳	۲۶/۶ \pm ۱/۶	۱۰۶/۶ \pm ۷/۶	۸۲/۷۵ \pm ۵/۵	چراز ۱	ICU
۲/۱۷	۱/۳۶	۲۲/۵ \pm ۰/۷	۲۶/۵ \pm ۰/۷	۱۱۷/۴۵ \pm ۵۶/۵	۶۵/۵ \pm ۴۰/۳	چراز ۱	اورتوپدی زنان
۱/۵۴	۰/۹۵	۲۱/۷ \pm ۱/۱	۲۴ \pm ۰/۷	۸۳ \pm ۲/۸	۴۵/۵ \pm ۲۶/۲	چراز ۱	اورتوپدی مردان
۲/۳۹	۱/۴۶	۲۶/۷ \pm ۸/۱	۲۶ \pm ۱/۴	۱۲۸/۸ \pm ۴/۹	۷۰ \pm ۲/۸	چراز ۱	اورژانس
۱/۷۱	۱/۴۷	۲۸/۵ \pm ۱/۰	۲۶ \pm ۴/۲	۹۲/۳ \pm ۲۹/۹	۷۰/۵ \pm ۲۸/۱	چراز ۱	پیمانگران
-	-	۳۱/۴ \pm ۲۲/۴	۲۴/۸ \pm ۱/۰	۵۳/۸ \pm ۳۴/۳	۴۸ \pm ۴۲	چراز ۱	هوای آزاد
۲/۳۷	۲/۳۴	۲۲/۹ \pm ۰/۸	۲۶ \pm ۲/۲	۸۲/۱ \pm ۵۴/۵	۹۶/۱ \pm ۳۶/۹	چراز ۲	چراز ۲
۲/۲۹	۱/۹۴	۲۷/۹ \pm ۷/۵	۲۵/۳ \pm ۱/۴	۸۲/۱ \pm ۵۴/۵	۷۹/۶ \pm ۳۲/۱	چراز ۲	چراز ۲
۵/۰۴	۴/۴۸	۳۰/۴ \pm ۹/۷	۲۵/۷ \pm ۱/۴	۱۷۴/۹ \pm ۴۹/۴	۱۸۳/۹ \pm ۵۳/۵	چراز ۲	ICU۲
۲/۷۷	۱/۴۲	۲۸/۵ \pm ۲/۱	۲۵/۵ \pm ۰/۷	۹۴/۵ \pm ۹/۱	۵۸/۵ \pm ۱۳/۴	چراز ۲	CCU
۱/۲۴	۰/۷۵	۲۴/۷ \pm ۶/۶	۲۲/۲ \pm ۰/۷	۴۳/۲ \pm ۹/۶	۳۰/۷ \pm ۸/۴	چراز ۲	اتاق‌های عمل
۴/۱۵	۲/۸۶	۲۳ \pm ۱/۴	۲۶/۷ \pm ۱/۱	۱۴۴/۳ \pm ۶۴/۴	۱۱۷/۷ \pm ۹۴/۵	چراز ۲	اورژانس
۳/۷۲	۳/۱۸	۲۸/۲ \pm ۷/۸	۲۵/۳ \pm ۱/۷	۱۲۹ \pm ۱۰/۷/۵	۱۳۰/۷ \pm ۱۲۱/۱	چراز ۲	پیمانگران
-	-	۳۴/۱ \pm ۲۲/۴	۲۸/۵ \pm ۹/۳	۳۴/۷ \pm ۱۸/۴	۴۱/۱ \pm ۲۶/۹	چراز ۲	هوای آزاد

جدول ۲ - رابطه بین تراکم بیوآئروسل‌ها با غلظت ذرات معلق، دما و رطوبت نسبی هوای داخل بخش‌های هوایی بیمارستان شماره ۱ و شماره ۲ براساس آزمون همبستگی اسپیرمن

تراکم بیوآئروسل‌های قارچی		تراکم بیوآئروسل‌های کل		متغیر
Correlation coefficients	p value	Correlation coefficients	p value	
۰/۲۱	* <0.02	۰/۳۵	* <0.0001	PM ₁₀
۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۰۲	* <0.02	PM _{2.5}
۰/۲۲	* <0.01	۰/۰۷	۰/۰۷	دما
۰/۲۴	* <0.006	۰/۱	۰/۰۲۷	رطوبت نسبی

*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد

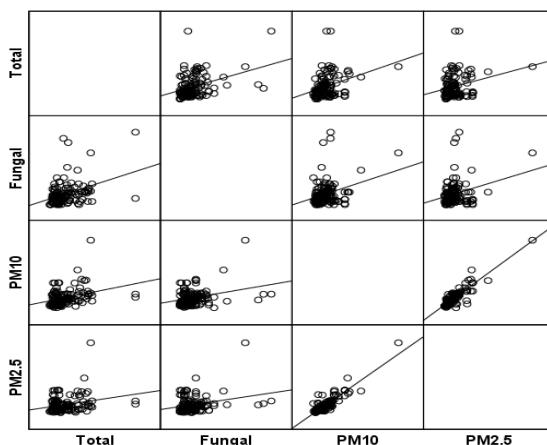
کلادوسپوریوم از بیشترین فراوانی برخوردار بودند.

بحث و نتیجه‌گیری

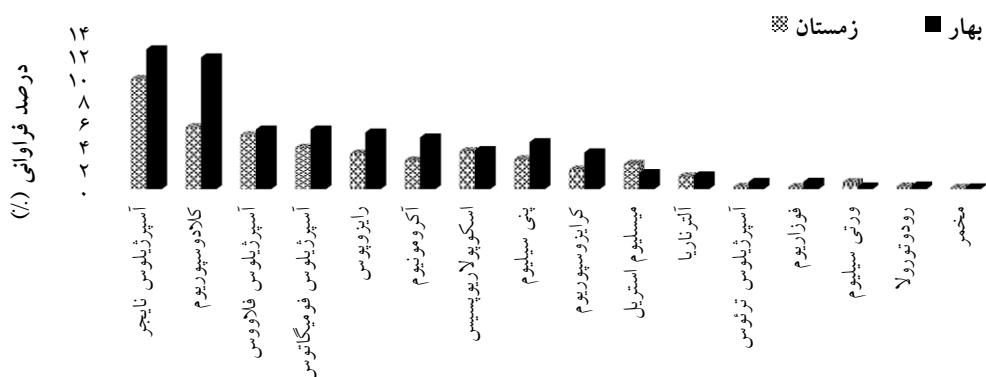
نمونه‌برداری از میکروارگانیسم‌های هوایبرد روش رایجی در آزمون‌های میکروبی است که می‌تواند در قالب تراکم و تعداد کلونی‌ها در مترمکعب هوای یا به شکل ذرات معلق و بر اساس میزان نفوذ در ریه بررسی شود [۴۴].

در مطالعه حاضر میانگین تراکم عوامل میکروبی در هوای بیمارستان‌ها، در طول دوره نمونه‌برداری بالاتر از هوای بیرون بود ($I/O < 1$) که نشان می‌دهد، منابع تولید آلودگی منشاء داخلی داشته و تهویه و تامین هوای تازه در بخش‌های مورد بررسی کافی نمی‌باشد،

ازاد برای هر دو کلاس ذرات در بیمارستان شماره ۱ و در ۷۵٪ از ایستگاه‌های مورد بررسی در بیمارستان شماره ۲ بیشتر از ۱ بود. همچنین دما و رطوبت نسبی محیط داخل بیمارستان‌ها در دامنه $21/3-28/6^{\circ}\text{C}$ و ۱۷-۴۴/۷ درصد قرار داشت. ارتباط بین متغیرهای مورد بررسی در جدول ۲ و نمودار ۲ نشان داده شده است. آنالیز همبستگی اسپیرمن ارتباط معناداری بین تراکم قارچی با دما، رطوبت نسبی هوای دانسیته ذرات PM₁₀ نشان داد ($p < 0.05$). همچنین بین تراکم عوامل میکروبی کل و هر دو گروه ذرات رابطه معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$). درصد فراوانی گونه‌های قارچی جدا شده در نمودار ۳ ارائه شده است. با توجه به یافته‌های تشخیصی گونه‌های آسپرژیلوس نایجر و



نمودار ۲- ارتباط بین غلظت ذرات معنّق هوا و تراکم بیوآئروسل های کل (Total) و قارچی (Fungal)



نمودار ۳- درصد فراوانی گونه های قارچی جدا شده از هوای داخل و بیرون بیمارستان شماره ۱ و شماره ۲ در فصل بهار و زمستان

تردد والدین و مراجعین بیشتر می شد از عوامل افزایش آلودگی این بخش ها بود. در مطالعه حاضر اتاق های عمل پاکیزه ترین بخش های بیمارستانی بودند که همسو با نتایج مطالعات پیشین می باشد [۴۹-۵۲]. علیرغم رعایت موازین بهداشتی در اتاق های عمل، شاهد آلودگی کل با تراکم CFU/m^3 ۶۳ بودیم و از آنجایی که بیوآئروسل های قارچی، غلظت پایینی داشتند CFU/m^3 (۷/۰۷)، این آلودگی بیشتر منشاء باکتریایی دارد. یکی از مهم ترین عوامل وجود باکتری های هوابرد، انتقال ذرات از سطح پوست به هوا است؛ به طور متوسط در هر دقیقه بین ۳۰۰۰-۵۰۰۰ ذره از پوست به هوا آزاد می شود که نرخ آزادسازی آن وابسته به میزان حرک و سایش پوست و وجود بیماری پوستی است. اغلب ذرات حاصل از پوست، در دامنه سایزی ۳۰-۵ میکرون قرار دارند و ۱۰٪ آن ها حاوی باکتری هستند. بنابراین آلودگی میکروبی هوای اتاق های عمل

که با یافته مطالعه کیم و همکاران مطابقت داشت [۳۲]. مقایسه آلودگی در ایستگاه های داخلی نشان داد که اورژانس-یک بیشترین آلودگی کل را داشت. حداقل تراکم ذرات قارچی در بخش جراحی زنان اندازه گیری شد. در مطالعه گلی و طلایی، بخش اورژانس به دلیل تردد مراجعان و حضور بیماران بدحال، آلوده ترین بخش بود [۴۵]. در مطالعه دهدشتی و همکاران، حسین زاده و همکاران و آووسیکا و همکاران بخش های جراحی بیشترین آلودگی قارچی و کل را داشتند [۴۲، ۴۶، ۴۷]. اکایس و همکاران بخش های زنان و کودکان را به دلیل تعداد ملاقات کنندگان و بیماران بیشتر، به همراه داشتن وسائل شخصی، میوه، غذا و گل آلوده ترین ایستگاه ها گزارش کردند [۴۸]. در مطالعه حاضر نیز همراه داشتن وسائل غیراستریل، میوه، غذا، پذیرش بیماران عفونی و کودکان در بخش های جراحی زنان که منجر به تکمیل ظرفیت و

جهان است که به عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های قارچی آلرژن در کیفیت هوا مطرح است [۶۰].

توانایی بالای کلادوسپوریوم، پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس هوابرد مناسب به قدرت بالای رشد در شرایط اقلیمی متفاوت و ظرفیت بالای تولید و انتشار اسپور در هوا است [۲۳] که نتایج حاصل از این مطالعه را تأیید می‌نماید.

آلودگی قارچی در هوا داخل به عوامل مختلفی چون ورود هواهای بیرون به داخل، پارامترهای هواشناسی، تعداد افراد حاضر و فعالیتهای آنها و کارایی سیستم تهویه بستگی دارد [۶۱]. در این مطالعه بین رطوبت و دما با غلظت قارچی ارتباط مستقیم وجود داشت. در بررسی میکروبی هوا بیمارستان ولی‌عصر زنجان بین دمای هوا و تراکم بیوآئروسل‌ها ارتباط معنی‌داری مشاهده شد [۶۲]. یافته‌های مطالعه تانگ، دما و رطوبت نسبی هوا را در زیست‌پذیری بیوآئروسل‌ها و انتقال هوابرد عفونت‌های بیمارستانی مؤثر نشان داد [۶۳]. متوسط دانسیته قارچی در فصل بهار بیشتر از زمستان بود (با $22/6 \text{ CFU/m}^3$ و $49/2$) و نتایج آزمون یو-من‌ویتنی نیز گواه این اختلاف بود ($1/00000 < p$).

کودر ارتباط معناداری بین تراکم قارچی هوا و فصول مختلف سال گزارش نمود [۶۴]. در پژوهش کبیر و همکاران آلودگی مراکز درمانی متأثر از فصل‌های نمونه‌برداری بود. محققین تراکم آلاینده‌های هوابرد در محیط‌های داخل را در فصول گرم ناشی از ورود هوا بیرون و در فصل سرما به دلیل بسته بودن درب و پنجره‌ها، عدم وجود هوای تازه و تجمع آلودگی در هوای داخل دانستند [۶۵]. مطالعات دیگر نیز غلظت بیوآئروسل‌ها را متأثر از فصل گزارش کردند [۶۶، ۶۷]. نتایج حاصل از مطالعات جون و همکار [۶۸] و یونا و همکاران [۶۹] ارتباط بین غلظت قارچی و ذرات معلق را با پارامترهای هواشناسی اثبات نموده‌اند که تأیید کننده یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر می‌باشد. افزایش آلودگی قارچی در فصل بهار را می‌توان به افزایش دما و رطوبت نسبی هوا مرتبط دانست، از این‌رو با آغاز فصل بهار، باید به تصفیه هوای ورودی به داخل بخش‌ها، توجه بیشتری شود. کنترل قارچ‌های هوابرد از طریق محدودسازی شرایط مناسب رشد آن‌ها امکان‌پذیر است. استفاده از سیستم‌های فیلتراسیون هوا و

را می‌توان با تعداد کارکنان، تعداد دفعات باز و بسته نمودن درها، سطح پوست و موی در تماس با هوا مرتبط دانست [۵۳]. در مقایسه دو بیمارستان، غلظت میکروبی در هوا بیمارستان شماره ۱ (427 CFU/m^3) تقریباً ۳ برابر بیشتر از هوا بیمارستان شماره ۲ (136 CFU/m^3) بود. بیمارستان شماره ۱ به عنوان مرکز پذیرش بیماران سوانح و اورژانسی در شهر قزوین مطرح است که به دلیل قرارگیری در مرکز شهر، میزبان مراجعان بیشتری می‌باشد؛ چنان‌چه که در بخش اورژانس ۱ نیز شاهد بیشترین بار آلودگی کل بودیم. در زمان نمونه‌برداری، بخش‌هایی از بیمارستان شماره ۱، در حال بازسازی بود که طبق مطالعه هنسن و همکاران، نوسازی و فعالیتهای عمرانی در بیمارستان از عوامل افزاینده غلظت قارچ‌های هوابرد می‌باشد [۵۴]. علاوه بر این بیمارستان شماره ۱ فاقد سیستم تهویه مرکزی بود ولی در بیمارستان شماره ۲، سیستم تهویه، هوا را پس از تنظیم دما و رطوبت از مجموعه‌ای از فیلترها عبور داده و سپس در بخش‌ها توزیع می‌نمود. بنابراین انتظار می‌رفت که هوای داخل بیمارستان شماره ۲ تمیزتر باشد و نتایج هم این فرض را تأیید نمود.

در تحقیق حاضر بیشترین فراوانی قارچی مربوط به آسپرژیلوس نایجر، کلادوسپوریوم و آسپرژیلوس فلاووس بود. در مطالعه آقامیریان و هاشمی که آلودگی قارچی هوای شهر قزوین را بررسی نمودند؛ گونه‌های کلادوسپوریوم، پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس حداقل فراوانی را داشتند [۵۵].

در پژوهش‌های پاناگوپولو و جفال انواع گونه‌های آسپرژیلوس با حدود ۷۰٪ فراوانی، بیشترین قارچ‌های شناسایی شده بودند [۵۶، ۵۷]. شایع‌ترین قارچ‌های جدا شده از هوا بیمارستان‌های شهرهای همدان، میاندوآب، تهران و اردبیل نیز گونه‌های پنی‌سیلیوم، کلادوسپوریوم و آسپرژیلوس بودند [۴۲، ۵۰، ۵۸، ۵۹]. در بین ۶۰۰ گونه قارچ آسپرژیلوس، گونه‌های فلاووس، فومیگاتوس و نایجر از نظر بیماری‌زاگی در انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند در مطالعه مانیز سویه‌های مختلف آسپرژیلوس، $41/32\%$ از کل گونه‌های تشخیصی را به خود اختصاص داده بود. کلادوسپوریوم از گسترده‌ترین گونه‌های قارچی در

بین ذرات PM_{10} و تراکم ذرات قارچی در هوای بیمارستان‌های خرم‌آباد همبستگی مثبت اما بالای $p < 0.001$ و $r = 0.76$ مشاهده شد [۲۳]. نتایج تحقیقی در هوای ۱۴ ساختمان مسکونی در استرالیا نشان داد که هیچ ارتباط آماری بین اسپورهای قارچی و غلظت ذرات $PM_{2.5}$ وجود نداشت که منطبق بر پژوهش حاضر بود [۶]. کیم و همکاران نیز توافق معنی‌داری بین ذرات PM_{10} و بیوآئروسل‌ها در مراکز درمانی سئول گزارش نمودند [۶۵]. از آنجایی که قطر ذرات قارچ‌ها بزرگ‌تر از اندازه باکتری‌ها است، از سرعت تهشین بالاتری نسبت به ذرات $PM_{2.5}$ برخوردار بوده و انتظار می‌رود که همبستگی معنی‌داری بین ذرات $PM_{2.5}$ و اسپورهای قارچی هوابرد وجود نداشته باشد.

کیم بیش‌ترین تراکم اسپورهای قارچی را در اندازه بیش‌تر از ۷ میکرون گزارش نموده است [۳۲]. طبق تحقیقات انجام شده، قارچ‌ها در حدود ۵٪ از ذرات PM_{10} را در هوای شهرها تشکیل می‌دهند [۲۰]. نتایج تحقیق گیل و همکاران ارتباط مستقیمی را بین ذرات $< 5 \mu\text{m}$ و بیوآئروسل‌های قارچی در اتاق عمل نشان داد [۷۵]. کلانووا و هالروا در مطالعه خود، ارتباط معنی‌داری بین تعداد ذرات معلق در دامنه سایزی $0.3, 1, 0.5, 0.5$ میکرون و غلظت قارچی گزارش نکرده‌اند ولی همبستگی معنی‌داری بین ذرات $\geq 1 \mu\text{m}$ و $\geq 5 \mu\text{m}$ میکرون با عوامل باکتریایی گزارش شد. در این مطالعه غلظت عوامل قارچی بیش‌تر متأثر از رطوبت نسبی هوا بود و در مطالعه حاضر نیز بین رطوبت، دما و تراکم قارچی ارتباط مستقیمی وجود داشت. محققین ارزیابی ذرات معلق را شاخصی جهت ارزیابی ریسک بهداشتی، ارزیابی کیفیت هوا در محیط‌های داخلی و برآورد تراکم عوامل باکتریایی در بیمارستان‌ها توصیه نمودند [۷۶].

در مطالعه حاضر عمدۀ منابع تولید آلودگی مربوط به بخش‌های بیمارستانی بود. تفاوت در متوسط آلودگی داخل را می‌توان به‌قدمت ساختمان‌ها، انجام تعمیرات و نوسازی، تجمع افراد و پارامترهای محیطی چون دما و رطوبت هوا مربوط دانست. غلظت میکروبی در بیمارستان شماره ۱ که فاقد سیستم تهویه بود، ۳ برابر بیش‌تر از تراکم میکروبی هوا در بیمارستان شماره ۲ بود. لذا کنترل ذرات هوابرد زیستی و غیر زیستی از

رطوبت‌گیر، تهویه مناسب سرویس‌های بهداشتی و حمام‌ها، نگهداری مناسب تسهیلات آبرسانی در این راستا توصیه شده است [۷۰].

در مطالعه حاضر متوسط تراکم ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $88/6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ بود. این مقادیر بسیار بالاتر از مطالعات پیشین بود [۷۱، ۷۲، ۱۷] که می‌تواند متأثر از تعداد افراد و میزان فعالیت آن‌ها و شرایط نامناسب تهویه باشد [۷۳]. بخش‌های جراحی که به عنوان آلوده‌ترین قسمت‌های بیمارستانی به ثبت رسیدند نیز دارای حداکثر غلظت ذرات معلق بودند. میانگین تراکم ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ ، برخلاف غلظت بیوآئروسل‌های قارچی که متأثر از فصل بود، تفاوت معنی‌داری در فصل‌های مختلف نداشت ($p > 0.05$). به طوری که در بیمارستان شماره ۱ بیش‌ترین تراکم ذرات معلق در فصل زمستان مشاهده شد و با توجه به $I/O > 1$ ، این آلودگی منشاء داخلی داشت. در بیمارستان شماره ۲ بیش‌ترین تراکم ذرات در بهار مشاهده شد که باز هم منابع آلودگی، منشاء داخلی داشتند. از آنجایی که غلظت این دو گروه از ذرات در بخش‌های مورد بررسی بالا بود، تنفس چنین هواستی برای بیماران بستری و بویژه بیماران با مشکلات قلبی-عروقی و تنفسی خطرناک خواهد بود و نیازمند توجه جدی به سیستم‌های تهویه و تصفیه هوا می‌باشد.

در تحقیق جاری بین غلظت ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ و تراکم میکروبی کل ($p < 0.0001$ ، $r = 0.35$) و ذرات PM_{10} و غلظت قارچی ($p = 0.02$ ، $r = 0.21$)، ارتباط معنی‌دار و مستقیمی مشاهده شد که مطابق با نتایج مطالعه پارات و همکاران بود. در مطالعه پارات و همکاران میانگین ضایعه همبستگی $0.85 \mu\text{m}$ و تراکم میکروبی هوا وجود داشت و عواملی نظیر نوع و شدت فعالیت و تعداد افراد و سیستم تهویه تاثیر مستقیم بر شدت رابطه داشتند [۷۴]. وجود ارتباط بین غلظت ذرات هوابرد و ذرات زیستی هوابرد را می‌توان ناشی از منشاء و خواستگاه مشترک آن‌ها دانست، به طوری که کنترل ذرات هوابرد، منجر به کنترل ذرات زیستی هوابرد و کاستن از بار بیماری‌های عفونی با منشاء هوابرد و تماسی می‌شود [۳۴]. در مطالعه سپهوند و همکاران،

منتخب بیمارستان شهید رجایی و ولایت قزوین در سال ۱۳۹۶ می‌باشد. لذا از همکاری کارکنان دانشگاه علوم پزشکی قزوین و بیمارستان‌های تابع، صمیمانه قادرانی می‌نماید.

References

- Aslani Y, Saadat M, Etemadifar S, Fazeli S. The evaluation of different hospital equipment microbial contamination in medical training center Hajar of Shahrekord. *Sci J Hamadan Nurs Midwif Faculty*. 2009;17(12):19-29. [Persian]
- Indicators O. Health at a Glance 2011. OECD Indicators, OECD Publishing, Paris DOI: https://doi.org/101787/health_glance-2015-en Accessed February. 2015;15:2016.
- Health care-associated infections fact sheet. In: Organization WHO, editor. 2016.
- Karami Robati A, Madani M, Hadizadeh S. Study of nosocomial fungal infections acquired from three Kerman educational hospitals. *J Rafsanjan Uni Med Sci*. 2014;13(2):151-62. [Persian]
- Shelton BG, Kirkland KH, Flanders WD, Morris GK. Profiles of airborne fungi in buildings and outdoor environments in the United States. *AEM*. 2002;68(4):1743-53.
- Hargreaves M, Parappukaran S, Morawska L, Hitchins J, He C, Gilbert D. A pilot investigation into associations between indoor airborne fungal and non-biological particle concentrations in residential houses in Brisbane, Australia. *Sci Total Enviro*. 2003;312(1):89-101.
- Mohammadi F, Dehghan P, Nekoeian S, Hashemi SJ. Determination of antifungal susceptibility patterns among the environmental isolates of Aspergillus fumigatus in Iran. *Adv Biomed Res*. 2016;5.
- Fletcher L, Noakes C, Beggs C, Sleigh P, editors. The importance of bioaerosols in hospital infections and the potential for control using germicidal ultraviolet irradiation. Proceedings of the First Seminar on Applied Aerobiology, Murcia, Spain; 2004.
- Suchithra S. Aeromicrobiological study of indoor air quality in hospitals-characterisation of bioaerosols and their association with nosocomial infections. 2012.
- Mirhoseini SH, Nikaeen M, Satoh K, Makimura K. Assessment of airborne particles in indoor environments: Applicability of particle counting for prediction of bioaerosol concentrations. *Aerosol Air Qual Res*. 2016;16:1903-10.
- Ghasemian A, Khodaparast S, Moghadam FS,

طريق بهبود سیستم‌های تهویه و تصفیه هوای ارزیابی مستمر کیفیت هوای در محیط‌های داخلی امکان پذیر است. هر چند که ارتباط بین تراکم ذرات هوابرد و آلودگی میکروبی از جهت آماری ضعیف بود ولی بهدلیل هزینه بالا و زمان بر بودن فرآیند نمونه‌برداری و آزمایشات میکروبیولوژی، توصیه می‌گردد که از سنجش تراکم ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ به روش قرائت مستقیم، جهت پیش‌بینی و برآورد سریع، آسان و کم هزینه، آلودگی میکروبی هوابرد کل در مراکز بهداشتی-درمانی استفاده شود. استفاده از روش‌های اندازه گیری تراکم ذرات هوابرد، نمی‌تواند به عنوان روش جایگزین کشت میکروبی مطرح باشد.

بررسی‌های تکمیلی در بیمارستان‌های مختلف، با استفاده از چک لیست‌های ارزیابی اتاق‌های پاک و وسایل کمکی نظیر لوله‌های دود، مؤند تهویه ناکافی، عدم تامین فشار تفاضلی کافی، توزیع نامناسب و نامتوازن جریان هوای وجود نواحی فاقد تهویه و اشکالات جدی در سیستم‌های فیلتراسیون هوایی باشد. نگرش کلی در کمیته‌های کنترل عفونت بیمارستان‌ها، بر کنترل انتقال عوامل عفونی از طریق "تماس" مرکز است، در حالی که آلودگی سطوح یا منشاء هوابرد دارد و یا مستقیماً ناشی از تماس و یا ترشحات بیمار است که پس از هوابرد شدن بازهم سبب آلودگی سطوح و در نهایت انتقال عفونت از طریق تماس می‌شود. از اینرو اصلاح نگرش موجود به "بخش اعظم انتقال عوامل عفونی و آلودگی سطوح از طریق هوای انجام می‌شود، از اینرو، جهت کنترل عوامل عفونی و افزایش اثر بخشی روش‌های رفع آلودگی سطوح، باید به بهبود کیفیت هوای توجه جدی شود" توجه کرد.

هم‌چنین جهت توجه بیشتر مدیران و مسئولین به بهبود کیفیت هوای داخل بیمارستان و عفونت‌های ثانویه، می‌توان از تعیین غلظت ذرات هوابرد به عنوان یکی از سنجه‌ها، در اعتبار بخشی بیمارستان‌ها بهره گرفت.

تقدیر و تشکر

این مقاله، حاصل بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای (کد ۱۴۰۰۲۳۹۰) با عنوان "بررسی ذرات هوابرد زیستی و غیرزیستی در بخش‌های

- Nojoomi F, Vardanjani HR, Matini M, et al. Types and Levels of Bioaerosols in Healthcare and Community Indoor Settings in Iran. Prevalence. 2016;4(1):1-6.
12. Aala F, Sh K, Faridi A, Kh J, Amiri M, Ahmadnezhad D. Monitoring the air fungal contamination load in two educational hospitals in Sanandaj. *Iran J Adv Environ Health Res.* 2017;5(4):233-40.
13. Adhikari A, Reponen T, Grinshpun SA, Martuzevicius D, LeMasters G. Correlation of ambient inhalable bioaerosols with particulate matter and ozone: a two-year study. *Enviro Pollut.* 2006;140(1):16-28.
14. Karimi A, Jahangiri M, Daraeinejad A, Rostami R. Assessment of Bioaerosol concentrations in a live stocks industrial slaughterhouse in Shiraz. *J Health Safe Work.* 2013;3(1):47-54. [Persian]
15. Rayisnia N. A comparison of Active and Passive air sampling methods in the repositories of archival materials. *J Manag Syst.* 2016;26(3):158-73. [Persian]
16. Brandl H, von Däniken A, Hitz C, Krebs W. Short-term dynamic patterns of bioaerosol generation and displacement in an indoor environment. *Aerobiologia.* 2008;24(4):203-9.
17. Dehghani M, Kamali Y, Shamsedini N, Ghanbarian M. A study of the relationship between indoor/outdoor particleconcentration in Dena hospital in Shiraz. *J Health Res Commun.* 2015;1(1):49-55. [Persian]
18. Polichetti G, Cocco S, Spinali A, Trimarco V, Nunziata A. Effects of particulate matter (PM 10, PM 2.5 and PM 1) on the cardiovascular system. *Toxicology.* 2009;261(1):1-8.
19. Kumar S, Srinivas N, Sunil K. Monitoring and assessment of air quality with reference to dust particles (PM10 and PM2. 5) in urban environment. *Int J Res Eng Tech.* 2014;3:2321-7308.
20. Alghamdi MA, Shamy M, Redal MA, Khoder M, Awad AH, Elserougy S. Microorganisms associated particulate matter: a preliminary study. *Sci Total Environ* 2014;479:109-16.
21. Scaltriti S, Cencetti S, Rovesti S, Marchesi I, Bargellini A, Borella P. Risk factors for particulate and microbial contamination of air in operating theatres. *J Hosp Infect* 2007;66(4):320-6.
22. Osman M, Ibrahim H, Yousef F, Elnasr AA, Saeed Y, Hameed AA. A study on microbiological contamination on air quality in hospitals in Egypt. *Indoor Built Enviro.* 2017;7(27):953-68.
23. Sepahvand A, Godini H, Omidi Y, Tarrahi M, Rashidi R, Basiri H. Investigation of Fungal Bioaerosols and Particulate Matter in the Teaching-Medical Hospitals of Khorramabad City, Iran During 2015. *Iran J Health Enviro* 2016;9(1):115-26. [Persian]
24. Jung CC, Wu PC, Tseng CH, HJ S. Indoor air quality varies with ventilation types and working areas in hospitals. *Build Environ.* 2015;85(5):190.
25. 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(2):279-90.
26. 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.
27. Li C-S, Hou P-A. Bioaerosol characteristics in hospital clean rooms. *Sci Total Environ.* 2003;305(1):169-76.
28. Pankhurst L, Taylor J, Cloutman-Green E, Hartley J, Lai K. Can Clean-Room Particle Counters be Used as an Infection Control Tool in Hospital Operating Theatres? *Indoor Built Enviro.* 2012;21(3):381-91.
29. Landrin A, Bissery A, Kac G. Monitoring air sampling in operating theatres: can particle counting replace microbiological sampling? *J Hosp Infect.* 2005;61(1):27-9.
30. Noble W, Clayton YM. Fungi in the air of hospital wards. *Microbiology.* 1963;32(3):397-402.
31. Lin Y, Cholakian T, Gao W, Osman S, Barengoltz J. Quantification of spore-forming bacteria carried by dust particles. 36th COSPAR Scientific Assembly; Beijing, China 2006.
32. Kim KY, Kim YS, Kim D. Distribution characteristics of airborne bacteria and fungi in the general hospitals of Korea. *Ind Health.* 2010;48(2):236-43.
33. Clauß M. Particle size distribution of airborne micro-organisms in the environment — A review. *Landbauforschung Appl Agricult Forest Res.* 2015;65(2):77-100.
34. Mandal J, Brandl H. Bioaerosols in indoor environment-a review with special reference to residential and occupational locations. *Open Enviro Biolo Monitor J.* 2011;4(1):83-96.
35. Kim KY, Kim HT, Kim D, Nakajima J, Higuchi T. Distribution characteristics of airborne bacteria and fungi in the feed stuff-manufacturing factories. *J Hazard Mat.* 2009;169(1):1054-60.
36. Massoudinejad M, Niknahad E. Determination of the Amount of Bioaerosols in Hospital Environments. *Safe Prom Injur Prev.* 2014;1(4):198-204. [Persian]
37. NIOSH LM. DPSE, Bioaerosol sampling (indoor air), culturable organisms: bacteria, fungi and thermophilic actinomycetes. NIOSH manual of analytical methods (NMAM), 4th ed, method.800.
38. Choobineh A, Rostam R, Tabatabae S. Assessment of BioaerosolsTypes and Concentration inAmbientAirof Shiraz University of Medical Sciences Educational Hospitals, 2008. *Iran Occup Health.* 2009; 6(2):69-76. [Persian]
39. U.S. Epa base study standard operating

- procedure for sampling and characterization of bioaerosols in indoor air. Environmental Health & Engineering, Inc.; 2000.
40. Kowalski W. Hospital airborne infection control. U.S: CRC Press; 2012.
41. Maesoumy Asil H, Zahraee M, Majidpour A, Nateghian A, Afhamy S, Rahbar M, et al. Country Guide for the Hospital Care System. Tehran: Center for Disease Management, in collaboration with the chakameava. 2006. [Persian]
42. Hoseinzadeh e, Samarghandie mr, Ghiassian sa, Alikhani my, Roshanaie g, Moghadam Shakib m. Qualitative and quantitative evaluation of bioaerosoles in the air of different wards of governmental Hamedan hospitals, during 2011-2012. *J Med Sci.* 2012;14(4):29-39. [Persian]
43. TSI. indoor air quality handbook, a practical guide to indoor air quality investigations. TSI logo, Alnor, VelcoiCalc and AccuBalance are registered trademarks of TSI Incorporated.; 2013.
44. Yassin M, Almouqatea S. Assessment of airborne bacteria and fungi in an indoor and outdoor environment. *Int J Environ Sci Te.* 2010;7(3):535-44.
45. Goli A, Talaie AR. Microbiological studies of Delijan's Emam Sadegh hospital. *J Health Syst Res.* 2010;6:868-80. [Persian]
46. Dehdashti A, Sahranavard N, Rostami R, Barkhordari A ,Banayi Z. Survey of bioaerosols type and concentration in the ambient air of hospitals in Damghan, Iran. *Occup Med Quart J.* 2013;4(3):41-51. [Persian]
47. Awosika S, Olajubu F, Amusa N. Microbiological assessment of indoor air of a teaching hospital in Nigeria. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2012;2(6):465-8.
48. Ekhaise F, Ighosewe OU, Ajakpovi OD. Hospital in door airborne microflora in private and government owned hospitals in ben in city, nigeria. *World J Med Sci* 2008;3(1):19-2.
49. Nourmoradi H, Nikaeen M, Amin MM, Hatamzadeh M. An Investigation on Bio-aerosol Concentrations in the Different Wards of Hospitals of Isfahan University of Medical Sciences. *J Isfahan Med School.* 2011;29(149):1028-36. [Persian]
50. Khodabandelou H, Rasoulzadeh Y, Mirzaei R, Ahangarzade Rezaeei M. Bio-Aerosols Variety and Concentration In different Hospital Wards of Miandoab City in Winter. *Med J Tabriz Uni Med Sci Health Serv.* 2016;3(38):58-65. [Persian]
51. Azizifar M, Jabbari H, Naddafi K, Nabizadeh, Tabaraie Y, Solgi A. A Qualitative and Quantitative Survey on Air-Transmitted Fungal Contamination in Different Wards of Kamkar Hospital in Qom, Iran, in 2007. *Qom Univ Med Sci J.* 2009;3(3):25-39. [Persian]
52. Perdelli F, Cristina M, Sartini M, Spagnolo A , Dallera M, Ottria G, et al. Fungal contamination in hospital environments. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006;27(1):44-7.
53. Lydon GP, Ingham DB, Mourshed MM. Ultra clean ventilation system performance relating to airborne infections in operating theatres using CFD modelling. *Build Simul.* 2014;7(3):277-87.
54. Hansen D, Blahout B, Benner D, Popp W. Environmental sampling of particulate matter and fungal spores during demolition of a building on a hospital area. *J Hosp Infect.* 2008;70(3):259-64.
55. Aghamirian M, Jahani Hashemi H. Survey of airborne fungi spores in Qazvin (Mar-Jun 2007). *J Qazvin Univ Med Sci.* 2010;14(1):65-70. [Persian]
56. Panagopoulou P, Filoti J, Petrikos G, Giakouppi P, Anatoliotaki M, Farmaki E, et al. Environmental surveillance of filamentous fungi in three tertiary care hospitals in Greece. *J Hosp Infect.* 2002;52(3):185-91.
57. Jaffal A, Nsanze H, Bener A, Ameen A, Banat I, El Mogheth A. Hospital airborne microbial pollution in a desert country. *Enviro Int.* 1997;23(2):167-7.
58. Abdollahi A, Mahmoudzadeh S. Microbial profile of air contamination in hospital wards. *Iran J Pathol.* 2012;7(3):177-82. [Persian]
59. Valedeyni asl F, Arzanlo M, Fazlzadeh M, amani s, Hazrati S. Types and concentration of fungal bio-aerosols in hospital indoor air of Imam Khomeini and Alavi hospital in Ardabil city during 2016. *Iran Occup Health.* 2017;14(2):103-13. [Persian]
60. Jesús Aira M, Rodríguez-Rajo F-J, Fernández-González M, Seijo C, Elvira-Rendueles B, Gutiérrez-Bustillo M, et al. Cladosporium airborne spore incidence in the environmental quality of the Iberian Peninsula. *Grana.* 2012;51(4):293-304.
61. Rostami N, Alidadi H, Zarrinfar H, Salehi P. Assessment of indoor and outdoor airborne fungi in an Educational, Research and Treatment Center. *Itali J Med.* 2016;11(1):52-6.
62. Mehrasbi MR, Mohammadi G, Fazli MM, Hajikarim B, Jafari G. Indoor Airborne Bio Aerosols in Valiasr Hospital in Zanjan, Iran. *J Hum Environ Health Promot.* 2015;1(1):41-8. [Persian]
63. Tang J, Li Y, Eames I, Chan P, Ridgway G. Factors involved in the aerosol transmission of infection and control of ventilation in healthcare premises. *J Hosp Infect.* 2006;64(2):100-14.
64. Medrela-Kuder E. Seasonal variations in the occurrence of culturable airborne fungi in outdoor and indoor air in Cracow. *Int Biodeterior Biodegrad.* 2003;52(4):203-5.
65. Kabir E, Kim KH, Sohn JR, Kweon BY, Shin JH. Indoor air quality assessment in child care and medical facilities in Korea. *Enviro Monitor Assess.* 2012;184(10):6395-409.
66. Park DU, Yeom JK, Lee WJ, Lee KM. Assessment of the levels of airborne bacteria, gram-negative bacteria, and fungi in hospital lobbies. *Int J Enviro Res Pub Health.* 2013;10(2):41-55

67. Jo WK, Seo YJ. Indoor and outdoor bioaerosol levels at recreation facilities, elementary schools, and homes. *Chemosphere*. 2005;61(11):1570-9.
68. Jones AM, Harrison RM. The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations—a review. *Sci Total Enviro*. 2004;326(1-3):151-80.
69. N. Lang-Yona, K. Dannemiller, N. Yamamoto, N. Burshtein, J. Peccia, O. Yarden, et al. Annual distribution of allergenic fungal spores in atmospheric particulate matter in the Eastern Mediterranean; a comparative study between ergosterol and quantitative PCR analysis. *Atmospher Chem Physics*. 2012;12(5):2681–90.
70. Khan AH, Karuppayil SM. Fungal pollution of indoor environments and its management. *Saudi J Biol Sci*. 2012;19(4):405-26.
71. Shokri S, Nikpey A, Varyani AS. Evaluation of hospital wards indoor air quality: the particles concentration. *J Air Pollut Health*. 2016;1(3):205-14. [Persian]
72. Kazemi KV, Mansouri N, Moattar F, Khezri SM. Characterization of indoor/outdoor PM10, PM2.5, PM1 and radon concentrations in Imam Khomeini hospital. *Bulgar Chem Commun*. 2016;48(D):345 – 50.
73. Oh HJ, Jeong NN, Chi WB, Seo JH, Jun SM, Sohn JR. Characterization of particulate matter concentrations and bioaerosol on each floor at a building in Seoul, Korea. *Enviro Sci Pollut Res*. 2015;22(20):16040-50.
74. Parat S, Perdrix A, Mann S, Baconnier P. Contribution of particle counting in assessment of exposure to airborne microorganisms. *Atmospher Enviro*. 1999;33(6):951-9.
75. Armadans-Gil L, Rodríguez-Garrido V, Campins-Martí M, Gil-Cuesta J, Vaqué-Rafart J. Particle counting and microbiological air sampling: Results of the simultaneous use of both procedures in different types of hospital rooms. *Enfermedades Infect Microbiol Clin*. 2013;31(4):217-21.
76. Klánová K, Hollerová J. Hospital indoor environment: screening for micro-organisms and particulate matter. *Indoor Built Enviro*. 2003;2(1-2):61-67.