سلامت کار ایران
دوره ۱۵، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۷
مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

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

چکیده

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 معلّق 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 هواگذر ۲۸/۳ L/min و به مدت ۱۰-۵ دقیقه صورت گرفت. تعیین غلظت ذرات PM2.5 و PM10 توسط دستگاه Micro Dust Pro در فلوی ۳/۸ L/min و برحسب $\mu g/m^3$ انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط SPSS نسخه ۲۰، آزمون‌های ناپارامتریک و همبستگی اسپیرمن انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که حداکثر و حداقل تراکم کل میکروبی مربوط به بخش اورژانس ۱ و اتاق‌های عمل بود. بخش جراحی زنان ۱ نیز بیش‌ترین تراکم قارچی را داشت (۹۲/۷ CFU/m^3). آسپرژیلوس نایجر و کلادوسپوریوم فراوان‌ترین گونه‌ها بودند. همبستگی معناداری بین تراکم قارچی و غلظت ذرات PM10، دما و رطوبت نسبی هوا مشاهده شد ($p<0/05$).

نتیجه‌گیری: در این مطالعه عمده 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. به‌دلیل وجود رابطه بین تراکم ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ و غلظت بیوآئروسل‌ها، توصیه می‌گردد از تعیین غلظت این گروه ذرات به‌عنوان ابزاری جهت پیش‌بینی سریع و آسان آلودگی میکروبی هوا در مراکز بهداشتی-درمانی استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها
بیمارستان،
کیفیت هوای داخل،
ذرات معلّق هوا،
بیوآئروسل،
عفونت بیمارستانی

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱
تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۲۴

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.**

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

Iran Occupational Health

Original Article
http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health.2019 (Feb-Mar);15(6):60-71.

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 µg/m3. 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 surgery1 (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.

This work is published under CC BY-NC-SA 1.0 licence

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

مقدمه

عفونت‌های مرتبط با مراقبت‌های درمانی، مهم‌ترین پیامد مواجهه با بیوآئروسل‌ها در محیط های درمانی است که سلامت مراجعان،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]. قارچ‌ها با توانایی بالا در انطباق با شرایط مختلف محیطی، زمینه ساز عوارض نامطلوبی نظیر تحریک، آلرژی، 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 می کند [۷]. شواهد نشان می‌دهد که ۲۰-۱۰ درصد عفونت‌های بیمارستانی، از طریق هوا و به شکل بیوآئروسل منتشر می شود [۸و۹]. در حدود ۲۴٪ از کل ذرات اتمسفری و ۱۰-۵ درصد ذرّات قابل تنفس، بیوآئروسل بوده و ۳۴-۵ درصد از آلاینده‌های هوا در محیط های داخلی، ناشی از بیوآئروسل‌ها می باشد که مواجهه تنفسی با آنها توام با طیف وسیعی از اثرات بهداشتی خواهد بود [۱۰-۱۴] برخی از قارچ‌ها مولد سم مایکوتوکسین هستند و تنفس اسپورهای حاوی این سموم سبب ایجاد دردهای عظلانی و واکنش های آلرژیک تحت عنوان سندرم ساختمان بیمار (SBS[1])، می‌گردد [۱۵].

ذرّات معلّق هوابرد از مهمترین آلاینده هوای در محیط‌های بسته محسوب می شوند که در دو گروه ذرات درشت (PM≤۱۰) و ذرات ریز (PM≥۲/۵) طبقه‌بندی می شوند[۱۶] و مواجهه تنفسی با آنها، زمینه ساز اختلالات تنفسی و قلبی-عروقی می باشد [۱۷-۱۹]. علاوه بر این، ذرات هوابرد محل مناسبی برای رشد، تکثیر و انتقال عوامل زیان‌آور میکروبی هستند و بر الگویِ توزیع و قطر دینامیکی ذرّات زیستی هم موثر هستند [۲۰]، از این رو در سال های اخیر، استفاده از تراکم ذرات معلّق هوابرد،به عنوان شاخصی در زمینه برآورد تراکم عوامل میکروبی هوابرد مطرح شده است [۲۰, ۲۱].

عثمان 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 ۵۹/۷۵، $\mu g/m^3$ ۲۷/۳، $\mu g/m^3$ ۲۳ گزارش شد و بین فراوانی و تراکم بیوآئروسل‌ها و غلظت ذرات معلّق ارتباط مستقیمی گزارش شد [۲۳]. در پژوهش جانگ و همکاران در ۳۷ بیمارستان تایوان، متوسط تراکم آلودگی قارچی، PM_{10} و $PM_{2.5}$، CFU/m^3 ۵۷۲ و $\mu g/m^3$ ۱۵/۹، $\mu g/m^3$ ۲۵/۲ بود. بیمارستان‌های دارای سیستم مرکزی تهویه، از آلودگی کمتری نسبت به دیگر مراکز برخوردار 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 ذرّات جهت پیش‌بینی آلودگی میکروبی هوا در اتاق‌های عمل را پیشنهاد کردند[۲۶]. لی و هو به‌دلیل تغییرات در تعداد مراجعین، نوع فعالیت‌ها و تعداد دفعات ضدعفونی، ارتباط معنی‌داری بین تعداد ذرات کل و تعداد میکروارگانیسم‌های هوابرد گزارش نکردند [۲۷]. پنخورس و همکاران اندازه‌گیری ذرّات معلّق 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 روش های 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 معلّق هوا به عنوان یکی از ابزارهای ارزیابی کیفیت هوا در محیط های بیمارستانی پیشنهاد شده است [۲۱، ۳۴] ولی

[1] Sick Building Syndrome (SBS)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

مطالعات داخلیِ اندکی در زمینه بررسی رابطه تراکم این دو گروه از ذرّات 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- مقطعی، طی شش ماه (فصل زمستان سال ۱۳۹۵و 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، اهمیّت بخش از نظر نوع بیماران بستری و توصیه‌های مسئول بهداشت محیط و کنترل عفونت هر بیمارستان انتخاب شدند [۳۶]. در بیمارستان-۱، بخش‌های اورتوپدی مردان، اورتوپدی زنان، جراحی مردان ۱، جراحی زنان ۲، اورژانس ۱، مراقبت‌های ویژه ۱ (ICU۱) و در بیمارستان-۲ بخش‌های جراحی زنان ۲، جراحی مردان ۲، ICU ۲، CCU، اورژانس ۲ و اتاق عمل بررسی شدند. از هوای محوطه محوطه بیمارستان ها به عنوان شاهد استفاده شد. نمونه‌برداری از ذرات زیستی توسط دستگاه نمونه‌بردار Quick Take 30 و در نمونه‌بردار یک مرحله ای اندرسن در دبی ۲۸/۳ L/min، در مدت ۱۰-۵ دقیقه و به‌صورت هفته‌ای دو روز در ساعت ۸ تا ۱۴ انجام شد[۲۳]. از محیط کشت سابرودکستروز آگار همراه با آنتی‌بیوتیک کلرآمفنیکل جهت شناسایی قارچها و محیط کشت TSA برای سنجش عوامل میکروبی کل استفاده شد. براساس روش استاندارد NIOSH[1]-0800 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 EPA[2] در محیط بیرون، یک نمونه با دو تکرار تهیه شد[۳۹].

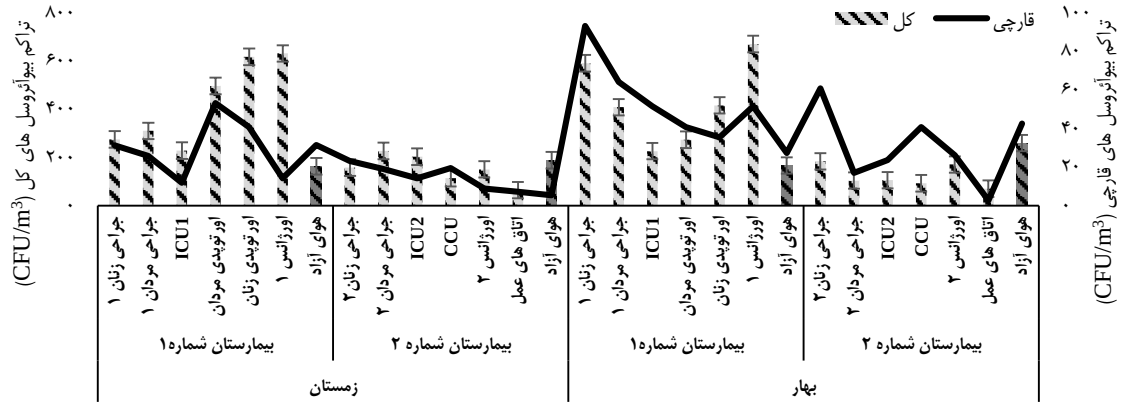
نمونه‌برداری از هوای محوطه بیمارستان در فاصله ۲۰ متری از موانع و درختان و در بخش‌های داخلی بیمارستان‌ها در ارتفاع ۱/۵ متری از کف و به‌فاصله‌ی ۱ متر از دیوارها و موانع انجام شد[۲۳]. در بخش های مورد بررسی، نمونه‌برداری به‌فاصله‌ی ۱ متر از تخت بیمار و ترجیحاً، ۱ نمونه در مرکز و ۲ نمونه در گوشه‌های اتاق که از بالاترین غلظت آلودگی برخوردار هستند، انجام شد[۴۰، ۴۱]. در هنگام نمونه‌برداری، پیش از آن که محیط کشت داخل دستگاه گذاشته شود، دستگاه نمونه‌بردار با الکل ۷۰٪ ضدعفونی شد. پس از هر بار نمونه‌برداری درب پلیت‌ها گذاشته و تمام محیط‌ها به‌همراه برچسب اطلاعاتی به آزمایشگاه منتقل شدند. انکوباسیون نمونه‌ها به‌مدت ۷۲-۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد انجام و سپس شمارش کلونی‌ها انجام شد. با تقسیم تعداد کلنی ها بر حجم هوای نمونه برداری شده، تراکم عوامل زیستی برحسب 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 $PM_{2.5}$ و PM_{10} توسط دستگاه قرائت مستقیم Micro Dust Pro از شرکت Casella در فلوی ۳/۸ L/min برحسب $\mu g/m^3$ 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<۱ نشانه‌ی ورود آلودگی از محیط بیرون به‌محیط داخل است [۲۴]. هم‌زمان با نمونه‌برداری، سنجش دما و رطوبت نسبی توسط دستگاه قرائت مستقیم Indoor Air Quality Meter مدل IAQ55 ساخت Supco آمریکا، انجام گرفت [۴۳]. تجزیه و تحلیل آماری نتایج توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و آزمون‌های غیرپارامتریک، نظیر کروسکال 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 به‌تفکیک بخش در دو فصل زمستان و بهار ارائه شده است.

[1] National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)
[2] Environmental Protection Agency (EPA)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]



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

جدول ۱- توزیع فصلی غلظت ذرات معلّق و پارامترهای محیطی در هریک بخش‌ها و هوای آزاد بیمارستان شماره ۱ و شماره ۲

بیمارستان	بخش	فصل					
		زمستان					
		$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	دما (°C)	رطوبت نسبی (%)	I/O $PM_{2.5}$	I/O PM_{10}
		انحراف معیار±میانگین					
شماره ۱	جراحی زنان ۱	۳۹/۹±۲۹/۷	۵۵/۴۴±۲۴/۵	۲۳/۸±۱/۶	۲۷/۴±۸/۶	۱/۳۷	۱/۴۲
	جراحی مردان ۱	۵۹/۵±۲۵/۳	۹۴±۲۷	۲۴/۱±۱/۴	۲۱/۹±۳/۱	۲/۰۵	۲/۴۱
	ICU ۱	۴۶/۹±۲۱/۸	۵۸/۸±۲۶/۷	۲۴/۲±۱/۵	۲۲/۶±۰/۷	۱/۶۲	۱/۵
	اورتوپدی زنان	۱۰۸±۱۲۰/۲	۱۶۱±۱۰۸/۹	۲۴/۹±۰/۸۵	۲۱/۶±۰/۹	۳/۷۲	۴/۱۲
	اورتوپدی مردان	۱۴۳±۳۸/۲	۱۷۴±۵۶/۵	۲۵/۳±۱/۸	۳۲/۹±۵/۷	۴/۹۳	۴/۴۶
	اورژانس۱	۵۲/۵±۱۳/۴	۵۹/۵±۹/۱	۲۳/۱±۲/۶	۲۷/۸±۰/۴	۱/۸۱	۱/۵۲
	میانگین	۵۹±۴۴/۱	۸۰/۸±۵۰/۶	۲۲/۱±۵/۸	۲۸/۴±۱۰/۷	۲/۰۳	۲/۰۷
	هوای آزاد	۲۹±۹/۵	۳۹±۱۲/۳	۸/۲±۵/۷	۵۱/۷±۳/۸	–	–
شماره ۲	جراحی زنان ۲	۱۴۶±۵۸/۹	۵۸±۱۳/۳	۲۲/۹±۱/۵	۲۱/۸±۲/۷	۰/۷۹	۰/۳۷
	جراحی مردان ۲	۵۷/۷±۲۵/۵	۶۸/۷±۲۸/۶	۲۲/۸±۱/۷	۲۵/۷±۱/۴	۰/۳۱	۰/۴۴
	ICU۲	۱۱۰±۱۰۳/۵	۸۳/۴±۶۰	۲۵/۱±۱/۴	۲۱/۶±۲/۵	۰/۶۰	۰/۵۳
	CCU	۱۱۶±۸/۴	۱۲۷/۵±۱۹/۲	۲۶/۱±۰/۹	۲۷±۱/۴	۰/۶۲	۰/۸۲
	اتاق‌های عمل	۱۸/۵±۹/۲	۲۴±۷/۸	۲۳/۵±۰/۷	۲۰/۷±۱/۱	۰/۱۰	۰/۱۵
	اورژانس۲	۱۲۴/۵±۷۵/۷	۱۰۰/۵±۴۴/۵	۲۴/۱±۰/۱	۲۱/۸±۱/۲	۰/۶۷	۰/۶۴
	میانگین	۱۱۱/۱±۹۰/۷	۹۱/۹±۶۵/۵	۲۱/۷±۷/۷	۲۸/۲±۱۳/۶	۰/۶۰	۰/۵۹
	هوای آزاد	۱۸۴/۶±۲۳/۳	۱۵۵/۷±۱۶/۸	۴/۷±۷/۱	۵۶/۵±۱۵/۷	–	–

اورژانس ۱ با میانگین CFU/m^3 ۶۴۸/۴ بیوآئروسل‌های کل، آلوده‌ترین بخش بود. هم‌چنین بیشینه تراکم قارچی در بخش‌های جراحی زنان هر دو بیمارستان مشاهده شد. پاکیزه‌ترین بخش‌ها، ۱ ICU و اتاق‌های عمل بودند. در مورد آلودگی کل، نسبت I/O در تمامی بخش‌های بیمارستان-۱، بیشتر از یک بود، و در مورد آلودگی قارچی نیز متوسط نسبت I/O در فصل زمستان و بهار به‌ترتیب ۰/۸۳ و ۲/۲۸ بود. در بیمارستان-۲، به‌غیر از آلودگی قارچی در فصل زمستان، نسبت غلظت داخل به خارج کوچک‌تر از ۱ بود که نشانگر ورود آلودگی از بیرون به محیط داخل بیمارستان بود.

هم‌چنین اختلاف معنی‌داری در تراکم عوامل قارچی طی دو فصل نمونه‌برداری مشاهده شد (p=۰/۰۰۰۱). آزمون کروسکال والیس مؤید تفاوت معنی‌دار (p<۰/۰۰۰۰۱) بین میانگین تراکم میکروبی کل و قارچی در بخش‌های مختلف و آزمون من‌ویتنی نیز گویای آن بود که غلظت میکروبی در بیمارستان شماره ۱ به‌طرز معنی‌داری بالاتر از بیمارستان شماره ۲ بود (p<۰/۰۰۰۰۱ و p=۰/۰۰۱).

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

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

جدول ۱- ادامه

بیمارستان	بخش	فصل: بهار				
		$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	دما (°C)	رطوبت نسبی (%)	I/O $PM_{2.5}$	I/O PM_{10}
		انحراف معیار±میانگین					
شماره ۱	جراحی زنان ۱	۷۷/۳۳±۳۵	۸۶/۷۸±۳۷/۳۷	۲۶/۶±۱/۳	۲۸/۹±۵/۹	۱/۶۱	۱/۶۱
	جراحی مردان ۱	۶۵/۱±۲۸/۶	۸۱/۶±۲۹/۶	۲۶±۲/۵	۲۶/۷±۶/۲	۱/۳۵	۱/۵۱
	ICU ۱	۸۲/۷۵±۵/۵	۱۰۶/۶±۷/۶	۲۶/۶±۱/۶	۳۲/۶±۹/۳	۱/۵۸	۲/۰۲
	اورتوپدی زنان	۶۵/۵±۴۰/۳	۱۱۷/۴۵±۵۶/۵	۲۶/۵±۰/۷	۲۲/۵±۰/۷	۱/۳۶	۲/۱۷
	اورتوپدی مردان	۴۵/۵±۲۶/۲	۸۳±۲/۸	۲۴±۰/۷	۲۱/۷±۱/۱	۰/۹۵	۱/۵۴
	اورژانس۱	۷۰±۲/۸	۱۲۸/۵±۴/۹	۲۶±۱/۴	۲۶/۷±۸/۱	۱/۴۶	۲/۳۹
	میانگین	۷۰/۵±۲۸/۱	۹۲/۳±۲۹/۹	۲۶±۴/۲	۲۸/۵±۱۰/۴	۱/۴۷	۱/۷۱
	هوای آزاد	۴۸±۴۲	۵۳/۸±۳۴/۳	۲۴/۸±۱۰/۴	۳۱/۴±۲۲/۴	–	–
شماره ۲	جراحی زنان ۲	۹۶/۱±۳۶/۹	۸۲/۱±۵۴/۵	۲۶±۲/۲	۲۲/۹±۰/۸	۲/۳۴	۲/۳۷
	جراحی مردان ۲	۷۹/۶±۳۲/۱	۸۲/۱±۵۴/۵	۲۵/۳±۱/۴	۲۷/۹±۷/۵	۱/۹۴	۲/۲۹
	ICU۲	۱۸۳/۹±۵۳/۵	۱۷۴/۹±۴۹/۴	۲۵/۷±۱/۴	۳۰/۴±۹/۷	۴/۴۸	۵/۰۴
	CCU	۵۸/۵±۱۳/۴	۹۴/۵±۹/۱	۲۵/۵±۰/۷	۲۸/۵±۲/۱	۱/۴۲	۲/۷۲
	اتاق‌های عمل	۳۰/۷±۸/۴	۴۳/۲±۹/۶	۲۲/۲±۰/۷	۲۴/۷±۶/۶	۰/۷۵	۱/۲۴
	اورژانس۲	۱۱۷/۷±۹۴/۵	۱۴۴/۳±۶۴/۴	۲۶/۷±۱/۱	۲۳±۱/۴	۲/۸۶	۴/۱۵
	میانگین	۱۳۰/۷±۱۲۱/۱	۱۲۹±۱۰۷/۵	۲۵/۳±۱/۷	۲۸/۲±۷/۸	۳/۱۸	۳/۷۲
	هوای آزاد	۴۱/۱±۲۶/۹	۳۴/۷±۱۸/۴	۲۸/۵±۹/۳	۳۴/۱±۲۳/۴	–	–

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

متغیر	تراکم بیوآئروسل‌های کل		تراکم بیوآئروسل‌های قارچی	
	p value	Correlation coefficients	p value	Correlation coefficients
PM_{10}	*<۰۰۰۰۱	۰/۳۵	*۰/۰۲	۰/۲۱
$PM_{2.5}$	*۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۵
دما	۰/۷	۰/۲۷	*۰/۰۱	۰/۲۲
رطوبت نسبی	۰/۲۷	۰/۱	*۰/۰۰۶	۰/۲۴

*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد

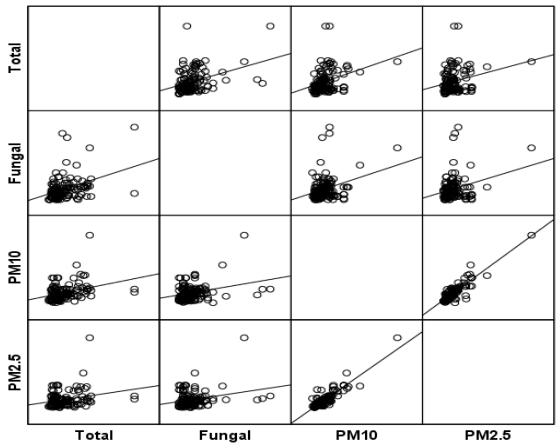
آزاد برای هر دو کلاس ذرات در بیمارستان شماره ۱ و در ۷۵٪ از ایستگاه‌های مورد بررسی در بیمارستان شماره ۲ بیش‌تر از ۱ بود. هم‌چنین دما و رطوبت نسبی محیط داخل بیمارستان‌ها در دامنه ۲۸/۶-۲۱/۳ °C و ۴۴/۷-۱۷ درصد قرار داشت. ارتباط بین متغیرهای مورد بررسی در جدول ۲ و نمودار ۲ نشان داده شده است. آنالیز همبستگی اسپیرمن ارتباط معناداری بین تراکم قارچی با دما، رطوبت نسبی هوا و دانسیته ذرات PM_{10} نشان داد ($p<۰/۰۵$). هم‌چنین بین تراکم عوامل میکروبی کل و هر دو گروه ذرات رابطه معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). درصد فراوانی گونه‌های قارچی جدا شده در نمودار ۳ ارائه شده است. با توجه به یافته‌های تشخیصی گونه‌های آسپرژیلوسِ نایجر و کلادوسپوریوم از بیش‌ترین فراوانی برخوردار بودند.

بحث و نتیجه‌گیری

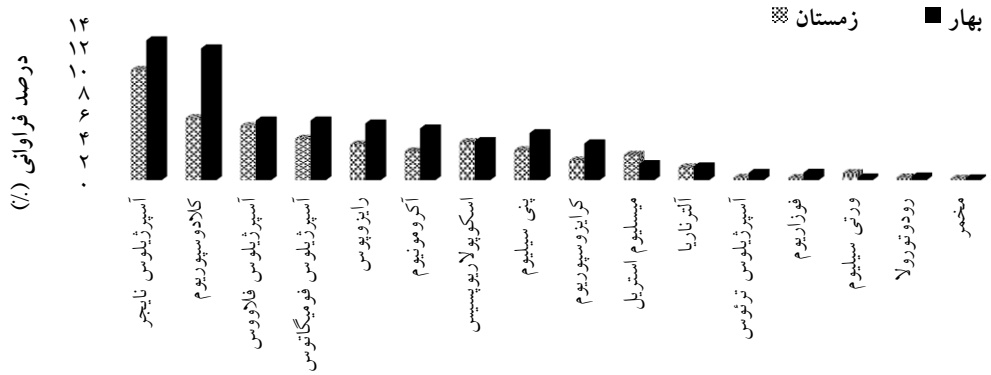
نمونه‌برداری از میکروارگانیسم‌های هوابرد روش رایجی در آزمون‌های میکروبی است که می‌تواند در قالب تراکم و تعداد کلونی‌ها در مترمکعب هوا و یا به شکل ذرات معلّق و بر اساس میزان نفوذ در ریه بررسی شود [۴۴].

در مطالعه حاضر میانگین تراکم عوامل میکروبی در هوای بیمارستان‌ها، در طول دوره نمونه‌برداری بالاتر از هوای بیرون بود (I/O>۱) که نشان می دهد، منابع تولید آلودگی منشاء داخلی داشته و تهویه و تامین هوای تازه در بخش های مورد بررسی کافی نمی باشد،

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]



نمودار ۲- ارتباط بین غلظت ذرات معلّق هوا و تراکم بیوآئروسل‌های کل (Total) و قارچی (Fungal)



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

که با یافته مطالعه کیم و همکاران مطابقت داشت [۳۲]. مقایسه آلودگی در ایستگاه‌های داخلی نشان داد که اورژانس-یک بیش‌ترین آلودگی کل را داشت. حداکثر تراکم ذرات قارچی در بخش جراحی زنان اندازه گیری شد. در مطالعه گلی و طلایی، بخش اورژانس به‌دلیل تردد مراجعان و حضور بیماران بدحال، آلوده‌ترین بخش بود [۴۵]. در مطالعه دهدشتی و همکاران، حسین‌زاده و همکاران و آووسیکا و همکاران بخش‌های جراحی بیش‌ترین آلودگی قارچی و کل را داشتند [۴۲، ۴۶، ۴۷]. اکایس و همکاران بخش‌های زنان و کودکان را به‌دلیل تعداد ملاقات کنندگان و بیماران بیش‌تر، به همراه داشتن وسایل شخصی، میوه، غذا و گل آلوده‌ترین ایستگاه‌ها گزارش کردند [۴۸]. در مطالعه حاضر نیز همراه داشتن وسایل غیراستریل، میوه، غذا، پذیرش بیماران عفونی و کودکان در بخش‌های جراحی زنان که منجر به تکمیل ظرفیت و تردد والدین و مراجعین بیش‌تر می‌شد از عوامل افزایش آلودگی این بخش‌ها بود. در مطالعه حاضر اتاق‌های عمل پاکیزه‌ترین بخش‌های بیمارستانی بودند که همسو با نتایج مطالعات پیشین می‌باشد [۴۹-۵۲]. علیرغم رعایت موازین بهداشتی در اتاق‌های عمل، شاهد آلودگی کل با تراکم ۶۳ CFU/m^3 بودیم و از آنجایی که بیوآئروسل‌های قارچی، غلظت پایینی داشتند (۷/۰۷ CFU/m^3)، این آلودگی بیشتر منشاء باکتریایی دارد. یکی از مهم‌ترین عوامل وجود باکتری‌های هوابرد، انتقال ذرات از سطح پوست به هوا است؛ به‌طور متوسط در هر دقیقه بین ۵۰۰۰۰-۳۰۰۰ ذره از پوست به هوا آزاد می‌شود که نرخ آزادسازی آن وابسته به میزان تحرّک و سایش پوست و وجود بیماری پوستی است.اغلب ذرات حاصل از پوست، در دامنه سایزی ۳۰-۵ میکرون قرار دارند و ۱۰٪ آن‌ها حاوی باکتری هستند. بنابراین آلودگی میکروبی هوای اتاق‌های عمل

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

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 هوای بیمارستان شماره ۱ (۴۲۷ CFU/m^3) تقریبا ۳ برابر بیش‌تر از هوای بیمارستان شماره ۲ (۱۳۶ CFU/m^3) بود. بیمارستان شماره ۱ به‌عنوان مرکز پذیرش بیماران سوانح و اورژانسی در شهر قزوین مطرح است که به‌دلیل 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 حداکثر فراوانی را داشتند [۵۵].

در پژوهش‌های پاناگوپولو و جَفال انواع گونه‌های آسپرژیلوس با حدود ۷۰٪ فراوانی، بیش‌ترین قارچ‌های شناسایی شده بودند [۵۶، ۵۷]. شایع‌ترین قارچ‌های جدا شده از هوای بیمارستان‌های شهرهای همدان، میان‌دو آب، 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 بیماری‌زایی در انسان از اهمیّت ویژه‌ای برخوردار هستند در مطالعه ما نیز سویه‌های مختلف آسپرژیلوس، ۴۱/۳۲٪ از کل گونه‌های تشخیصی را به‌خود اختصاص داده بود. کلادوسپوریوم از گسترده‌ترین گونه‌های قارچی در جهان است که به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های قارچی آلرژن در کیفیت هوا مطرح است [۶۰].

توانایی بالای کلادوسپوریوم، پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس هوابرد منتسب 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 هوای داخل به‌عوامل مختلفی چون ورود هوای 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 مستقیمی وجود داشت. در بررسی میکروبی هوای 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 ۲۲/۶ CFU/m^3 و ۴۹/۲) و نتایج آزمون یو-من‌ویتنی نیز گواه این اختلاف بود ($p<۰/۰۰۰۰۱$). 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 محیط های داخل را در فصول گرم ناشی از ورود هوای بیرون و در فصل سرما به‌دلیل 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 ذرّات معلّق را با پارامترهای هواشناسی اثبات نموده‌اند که تائید 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 امکان-پذیر است. استفاده از سیستم‌های فیلتراسیون هوا و

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

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 $PM_{2.5}$ ۹۵ $\mu g/m^3$ و ۸۸/۶ $\mu g/m^3$ بود. این مقادیر بسیار بالاتر از مطالعات پیشین بود [۱۷، ۷۱، ۷۲] که می‌تواند متأثر از تعداد افراد و میزان فعالیت آن‌ها و شرایط نامناسب تهویه باشد [۷۳]. بخش‌های جراحی که به‌عنوان آلوده‌ترین قسمت‌های بیمارستانی به‌ثبت رسیدند نیز دارای حداکثر غلظت ذرات معلّق بودند. میانگین تراکم ذرّات PM_{10} و $PM_{2.5}$، برخلاف غلظت بیوآئروسل‌های قارچی که متاثر از فصل بود، تفاوت معنی داری در فصل های مختلف نداشت ($p>0/05$)، به‌طوری که در بیمارستان شماره ۱ بیش‌ترین تراکم ذرّات معلّق در فصل زمستان مشاهده شد و با توجه به I/O>۱، این آلودگی منشاء داخلی داشت. در بیمارستان شماره ۲ بیش‌ترین تراکم ذرّات در بهار مشاهده شد که باز هم منابع آلودگی، منشاء داخلی داشتند.

از آنجایی که غلظت این دو گروه از ذرّات در بخش های مورد بررسی بالا بود، تنفس چنین هوایی برای بیماران بستری و بویژه بیماران با مشکلات قلبی-عروقی و تنفسی خطرناک خواهد بود و نیازمند توجه جدی به سیستم های تهویه و تصفیه هوا می باشد.

در تحقیق جاری بین غلظت ذرّات PM_{10} و $PM_{2.5}$ و تراکم میکروبی کل ($p<0/0001$، $r=0/35$ و $p=0/02$ $r=0/2$) و ذرّات 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 پارت و همکاران میانگین ضرایب همبستگی ۰/۸۵ بود که بالاتر از مطالعه حاضر بود و ارتباط قوی بین ذرات معلّق در اندازه‌های ۰/۵-۵ µm 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 ذرّات هوابرد و ذرات زیستی هوابرد را می‌توان ناشی از منشاء و خواستگاه مشترک آن‌ها دانست ، به طوری که کنترل ذرّات هوابرد، منجر به کنترل ذرات زیستی هوابرد و کاستن از بار بیماری های عفونی با منشاء هوابرد و تماسی می شود[۳۴]. در مطالعه سپه‌وند و همکاران، بین ذرات PM_{10} و تراکم ذرات قارچی در هوای بیمارستان‌های خرم‌آباد همبستگی مثبت اما بالایی ($p<0/001$ 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 ته نشینی بالاتری نسبت به ذرات $PM_{2.5}$ برخوردار بوده و انتظار می رود که همبستگی معنی داری 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 ۵< و ۱< میکرون و بیوآئروسل‌های قارچی در اتاق عمل نشان داد [۷۵]. کلانووا و هالروا در مطالعه خود، ارتباط معنی‌داری بین تعداد ذرات معلّق در دامنه سایزی ۰/۳، ۱، ۰/۵ و ۵ میکرون و غلظت قارچی گزارش نکردند ولی همبستگی معنی داری بین ذرات ۱≥ و ۵≥ 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 ذرّات معلّق را شاخصی جهت ارزیابی ریسک بهداشتی، ارزیابی کیفیت هوا در محیط های داخلی و برآورد تراکم عوامل باکتریایی در بیمارستان‌ها توصیه نمودند [۷۶].

در مطالعه حاضر عمده 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

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

طریق بهبود سیستم های تهویه و تصفیه هوا، و ارزیابی مستمر کیفیت هوا در محیط های داخلی امکان پذیر است. هر چند که ارتباط بین تراکم ذرّات هوابرد و آلودگی میکروبی از جهت آماری ضعیف بود ولی به‌دلیل هزینه بالا و زمان‌بر بودن فرآیند نمونه‌برداری و آزمایشات میکروبیولوژی، توصیه می‌گردد که از سنجش تراکم ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ به‌روش قرائت مستقیم، جهت پیش‌بینی و برآورد سریع، آسان و کم هزینهِ، آلودگی میکروبی هوابرد کل در مراکز بهداشتی-درمانی استفاده شود. استفاده از روش های اندازه گیری تراکم ذرات هوابرد، نمی تواند به عنوان روش جایگزین کشت میکروبی مطرح باشد.

بررسی های تکمیلی در بیمارستان های مختلف،با استفاده از چک لیست های ارزیابی اتاق های پاک و وسایل کمکی نظیر لوله های دود، موئد تهویه ناکافی، عدم تامین فشار تفاضلی کافی،توزیع نامناسب و نامتوازن جریان هوا، وجود نواحی فاقد تهویه و اشکالات جدی در سیستم های فیلتراسیون هوا می باشد. نگرش کلی در کمیته های کنترل عفونت بیمارستان ها،بر کنترل انتقال عوامل عفونی از طریق "تماس" متمرکز است، در حالی که آلودگی سطوح یا منشاء هوابرد دارد و یا مستقیما 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 می شود. از اینرو اصلاح نگرش موجود به "بخش اعظم انتقال عوامل عفونی و آلودگی سطوح از طریق هوا انجام می شود، از اینرو، جهت کنترل عوامل عفونی و افزایش اثر بخشی روش های رفع آلودگی سطوح ، باید به بهبود کیفیت هوا 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 به‌عنوان 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 منتخب بیمارستان شهید رجائی و ولایت قزوین در سال ۱۳۹۶" می‌باشد. لذا از همکاری کارکنان دانشگاه علوم پزشکی قزوین و بیمارستان‌های تابع، صمیمانه قدردانی می‌نماید.

References

1. 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]

2. 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.

3. Health care-associated infections fact sheet. In: Organization WHO, editor. 2016.

4. 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]

5. 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.

6. Hargreaves M, Parappukkaran 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.

7. 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.

8. 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.

9. Suchithra S. Aeromicrobiological study of indoor air quality in hospitals-characterisation of bioaerosols and their association with nosocomial infections. 2012.

10. 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.

11. Ghasemian A, Khodaparast S, Moghadam FS,

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

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

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

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, Ghiasian 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, Mirzaeei 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 Epidemio. 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, Filioti J, Petrikkos 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

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]

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 Infecc 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.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-06-14]