Journal of Health System Research Volume 15, Issue 1, Spring 2019, Pages: 33-41

Original Article

doi: --------

Types and Concentration of Fungal Bioaerosols in the Indoor Air of Various Units of Three Teaching Hospitals

Kambiz Diba[1], Maryam Shahpalangi[2], Fahim Amini[2], Ali Ahmad Aghapour[3], Hassan Khorsandi[3*]

[1] *Associate Professor, Department of Medical Mycology, School of Medicine, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran*
[2] *MSc, Department of Environmental Health, School of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran*
[3] *Associate Professor, Department of Environmental Health, School of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Hassan Khorsandi, Email: hassankhorsandi@yahoo.com*

Received: 28/08/2018
Accepted: 23/01/2019

Keywords:
Air pollution
Hospital
Fungus

Abstract

Background: Hospitals are among the most susceptible places to the distribution of bioaerosol-related infections given their potential for a high microbial density and Low immunity of a number of patients. Accordingly, the investigation of the types and concentration of fungal bioaerosols, as well as the implementation of periodic monitoring and constant control, in hospitals can play a significant role in controlling nosocomial infections. Regarding this, the aim of the present study was to investigate the types and concentration of fungal bioaerosols in the indoor air of different units of three teaching hospitals.

Methods: This descriptive cross-sectional study was conducted on 272 samples obtained from selected units, with an emphasis on the special units of three teaching hospitals, during the first six months of 2016. The sampling was performed using the *Quick Take 30* sampler according to a standard method recommended by the National Institute for Occupational Safety and Health (0800), as well as the Andersen single-step sampler. After identification by standard methods, they were analyzed.

Findings: The mean fungal concentrations were estimated at 96, 65, and 44 CFU/m^3 in the H1, H2, and H3 hospitals, respectively. Accordingly, the air quality of the different units under investigation was ranked intermediate based on the standard of the European Union Good Manufacturing Practice. The results demonstrated a strong correlation between population density and fungal concentration in the indoor air of H1 and H3 hospitals. Based on diagnostic findings, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, and *Alternaria* species were the most common fungi in the studied hospitals.

Conclusion: Based on the findings, the periodic monitoring and constant control of fungal bioaerosols in the indoor air of hospitals should be prioritized in the hospital management process. This end can be accomplished by the establishment of active committees controlling infection and environmental health.

Citation: Diba K, Shahpalangi M, Amini F, Aghapour AA, Khorsandi H. Types and Concentration of Fungal Bioaerosols in the Indoor Air of Various Units of Three Teaching Hospitals. J Health Syst Res. 2019; 5(1): 33-41.

Copyright 2019 Journal of Health System Research. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY) License (http://creativecommons.org/) which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

مقاله پژوهشی

doi: -------

بررسی نوع و تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در هوای بخش‌های مختلف سه بیمارستان آموزشی- درمانی

کامبیز دیبا[۱]، مریم شاه‌پلنگی[۲]، فهیم امینی[۲]، علی احمد آقاپور[۳]، حسن خرسندی[۳*]

[۱] دانشیار، گروه قارچ‌شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

[۲] کارشناس ارشد، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

[۳] دانشیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

* **نویسنده مسئول:** حسن خرسندی، ایمیل: hassankhorsandi@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۰۶

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۰۳

واژه‌های کلیدی:
آلودگی هوا
بیمارستان
قارچ

چکیده

مقدمه: بیمارستان‌ها با توجه به پتانسیل بالای دانسیته میکروبی و سطح پایین ایمنی تعدادی از بیماران می‌توانند به‌عنوان یکی از مستعدترین مکان‌ها برای شیوع عفونت‌های مرتبط با بیوآئروسل‌ها باشند. در این راستا، بررسی نوع و تراکم بیوآئروسل‌های قارچی، پایش ادواری و کنترل مستمر در بیمارستان‌ها می‌تواند نقش مؤثری در کنترل عفونت‌های بیمارستانی داشته باشد. بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی نوع و تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در هوای بخش‌های مختلف سه بیمارستان آموزشی- درمانی انجام شد.

روش‌ها: در این پژوهش توصیفی- مقطعی، ۲۷۲ نمونه از بخش‌های منتخب با تأکید بر بخش‌های ویژه سه بیمارستان آموزشی- درمانی از زمستان سال ۱۳۹۴ تا بهار سال ۱۳۹۵ با استفاده از نمونه‌بردار Quick Take 30 بر مبنای روش استاندارد NIOSH 0800 (National Institute for Occupational Safety and Health) و نمونه‌برداری تک‌مرحله‌ای Anderson تهیه شدند و پس از تشخیص با استفاده از روش‌های استاندارد، بررسی گردیدند.

یافته‌ها: میانگین تراکم قارچ‌ها در هوای بیمارستان‌های H1، H2 و H3 به‌ترتیب ۹۶، ۶۵ و ۴۴ کلنی در هر متر مکعب از هوا بود. بر این اساس، کیفیت هوای بخش‌های مختلف هر سه بیمارستان از نظر حضور بیوآئروسل‌های قارچی مطابق با استاندارد EU GMP (European Union Good Manufacturing Practice) در سطح آلودگی متوسط قرار داشت. همچنین، بین تراکم قارچ‌ها در هوای داخل و تعداد افراد حاضر در نقاط مختلف بیمارستان‌های H1 و H3 همبستگی قوی مشاهده گردید. با استناد به یافته‌های تشخیصی، پنی‌سیلیوم، آسپرژیلوس، کلادسپوریوم و آلترناریا از گونه‌های غالب در بیمارستان‌های مورد مطالعه بودند.

نتیجه‌گیری: پایش ادواری و کنترل مستمر هوای بیمارستان‌ها از نظر آلودگی به بیوآئروسل‌های قارچی از طریق تشکیل کمیته‌های فعال کنترل عفونت و بهداشت محیط می‌بایست در اولویت کارهای مدیریت بیمارستانی قرار گیرد.

ارجاع: دیبا، کامبیز؛ شاه‌پلنگی، مریم؛ امینی، فهیم؛ آقاپور، علی احمد؛ خرسندی، حسن. بررسی نوع و تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در هوای بخش‌های مختلف سه بیمارستان آموزشی- درمانی. مجله تحقیقات نظام سلامت. ۱۳۹۸؛ ۱۵(۱): ۴۱-۳۳.

مقدمه

ایجاد و انتشار بیماری‌های حاصل از بیوآئروسل‌ها به دانسیته میکروبی و سطح ایمنی فرد بستگی دارد (۱). بیمارستان‌ها با توجه به پتانسیل دانسیته بالای میکروبی و سطح پایین ایمنی تعدادی از بیماران می‌توانند به‌عنوان یکی از مستعدترین مکان‌ها برای شیوع عفونت‌های مرتبط با بیوآئروسل‌ها مطرح باشند (۴-۲). در این میان، گونه‌های قارچی سهم قابل‌ملاحظه‌ای در شیوع عفونت‌های بیمارستانی دارند (۷-۵).

به‌طور کلی، عفونت بیمارستانی به عفونتی اطلاق می‌شود که هنگام پذیرش بیمار وجود نداشته باشد و غالباً ۴۸ تا ۷۲ ساعت پس از پذیرش اولیه ایجاد گردد. به‌طور میانگین، ۷ تا ۱۰ درصد

از بیماران بستری در مراکز درمانی در نقاط مختلف جهان به عفونت‌های بیمارستانی مبتلا می‌شوند. این درحالی است که میزان عفونت‌های بیمارستانی در کشورهای درحال توسعه بیش از ۲۵ درصد گزارش شده است (۸). در فرانسه سالیانه بین ۶۰۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ مورد عفونت بیمارستانی با بیش از ۱۰۰۰۰ مرگ گزارش شده است. سیستم ملی پایش عفونت‌های بیمارستانی آمریکا، هزینه عفونت‌های بیمارستانی را معادل ۴/۵ میلیون دلار و حدود ۸۸۰۰۰ مرگ؛ یعنی یک مرگ در هر شش دقیقه برآورد کرده است (۹).

الگوی بیماری‌های قارچی در دو دهه اخیر تغییرات چشمگیری داشته است و تقریباً بیش از ۲۰۰۰۰۰ گونه قارچی که در گذشته برای انسان عفونت‌زا نبودند، امروزه از جمله پاتوژن‌های بالقوه به شمار می‌آیند (۸،۱۰،۱۱). در حال حاضر کاربرد وسیع داروهای سرکوب‌کننده ایمنی، جراحی‌های باز احشای داخلی، افزایش بیماران مبتلا به ایدز، گیرندگان پیوند اعضا، بیماری‌های بدخیم خونی و سایر بیماری‌های تضعیف‌کننده سیستم ایمنی سبب ازدیاد عفونت‌های قارچی فرصت‌طلب شده‌اند (۱۲). گونه‌های مختلف قارچ‌های آسپرژیلوس، موکور، پنی‌سیلیوم، رایزوپوس و فالسیپاریوم به‌ترتیب از جنس‌های غالب در هوای بیمارستان معرفی شده‌اند (۱۳). آسپرژیلوس شایع‌ترین عامل عفونت قارچی بیمارستانی است که به‌طور عمده بیماران بستری در بخش‌های سرطان، مراقبت‌های ویژه و پیوند اعضا را تهدید می‌کند. ابتلا به آسپرژیلوزیس به وضعیت سیستم ایمنی بیمار بستگی داشته و در مواردی استنشاق مقادیر کم آن نیز می‌تواند عفونتی کشنده را ایجاد نماید (۱۴). آلودگی قارچی هوای داخل بیمارستان به فاکتورهای مختلفی از قبیل رطوبت، تهویه، دما، تعداد و نوع بیماران بستری، وسعت محل بستری، مواد آلی موجود در مواد ساختمانی و رعایت موازین بهداشتی بیمارستان بستگی دارد (۱۵،۱۶). اسپورهای موجود در هوای بیمارستان معمولاً از کلنی‌های قارچی روی مواد آلی، شکاف‌های ساختمانی و هوای بیرون ساختمان سرچشمه می‌گیرند (۱۷-۱۵).

در این راستا، چوبینه و همکاران با بررسی نوع و تراکم بیوآئروسل‌ها در هوای بیمارستان‌های منتخب آموزشی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی شیراز گزارش نمودند که اتاق‌های بستری با میانگین ۱۷۳/۶۷ کلنی در هر متر مکعب از هوا بیشترین آلودگی را داشتند و اتاق‌های عمل با میانگین ۵۲/۹۱ کلنی در هر متر مکعب از هوا از کمترین آلودگی برخوردار بودند (۱۸).

از سوی دیگر، سپهوند و همکاران با مطالعه تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در دو بیمارستان آموزشی- درمانی شهر خرم‌آباد نشان دادند که میانگین تراکم کل عوامل قارچی در محیط داخلی معادل ۷۵/۵۹ کلنی در هر متر مکعب از هوا بوده و میانگین تراکم کل عوامل قارچی در فضای آزاد، ۱۳۵/۳ کلنی در هر متر مکعب از هوا می‌باشد. مطابق با نتایج این مطالعه، بخش عفونی با میانگین ۱۰۱/۷ کلنی در هر متر مکعب از هوا بیشترین آلودگی را داشته و اتاق عمل با میانگین ۴۴/۶ کلنی در هر متر مکعب از هوا از کمترین آلودگی قارچی برخوردار بوده است (۴).

Sautour و همکاران نیز با بررسی قارچ‌های هوای بیمارستانی در فرانسه نشان دادند که میانگین بیوآئروسل‌های قارچی در هوای آزاد معادل ۱۲۲ کلنی در هر متر مکعب و در محیط داخل برابر با ۴ کلنی در هر متر مکعب از هوا می‌باشد. شایان ذکر است که در نمونه‌های بیرون از بخش‌ها، کلادوسپوریوم با ۵۵ درصد فراوانی، گونه غالب بود؛ درحالی که در نمونه‌های درون بخش‌ها، پنی‌سیلیوم با ۲۵-۲۳ درصد و آسپرژیلوس با ۲۳-۱۵ درصد، گونه غالب بودند (۱۶).

پایش کمی و کیفی بیوآئروسل‌های قارچی در هوای داخل و خارج از بیمارستان و مقایسه آن با رهنمودها و مطالعات مشابه می‌تواند اطلاعات مفیدی را جهت درک میزان آلودگی، نحوه کنترل آن و بررسی اپیدمیولوژیکی در مورد عفونت‌های بیمارستانی ارائه دهد. در این راستا، مطالعه حاضر با هدف بررسی نوع و تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در هوای بخش‌های مختلف با تأکید بر بخش‌های ویژه در سه بیمارستان آموزشی- درمانی انجام شد.

روش‌ها

مطالعه توصیفی- مقطعی حاضر در سه بیمارستان آموزشی- درمانی (H1، H2، H3) طی زمستان سال ۱۳۹۴ و بهار سال ۱۳۹۵ جهت تعیین کمیت و نوع آلودگی‌های قارچی هوای داخل بخش‌ها و محوطه بیمارستان انجام شد.

نمونه‌برداری از هوای بیشتر بخش‌های بیمارستان‌ها با تأکید بر بخش‌های ویژه، اتاق‌های عمل، پیوند و خون به دلیل نوع بیماران بستری و ضعف سیستم ایمنی آن‌ها از ۴۲ ایستگاه در بیمارستان H1، ۱۳ ایستگاه در هریک از بیمارستان‌های H2 و H3 انجام شد و در هر ایستگاه، چهار مرتبه نمونه‌برداری (نیمه اول و دوم بهمن و نیمه اول و دوم اردیبهشت) صورت گرفت و در نهایت ۲۷۲ نمونه بررسی گردید.

در این مطالعه نمونه‌برداری از هوا با استفاده از پمپ نمونه‌بردار میکروبی Quick Take 30 (SKC ،USA) با استفاده از روش استاندارد NIOSH 0800 و به شیوه تک‌مرحله‌ای Anderson انجام شد. لازم به ذکر است که نمونه‌برداری در ارتفاع ۱/۲ متر از سطح زمین و در فاصله ۱ متری از دیوار و موانع در داخل ساختمان و با فاصله ۲۰ متری از خیابان‌های اطراف در محوطه صورت گرفت. پیش از نمونه‌برداری، BioStage دستگاه با استفاده از الکل ۷۰ درصد گندزدایی شد و پلیت حاوی محیط کشت استریل سابرود گلوکز آگار درون آن قرار گرفت. در ادامه، نمونه‌برداری از محل مورد نظر با میزان جریان ۲۸/۳ لیتر در دقیقه و به مدت ۲/۵ دقیقه انجام شد. پس از اتمام نمونه‌برداری، محیط کشت از BioStage دستگاه جدا گردید و پس از انتقال

به آزمایشگاه، به مدت ۷۲ تا ۹۶ ساعت در دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پس از این مدت، تعداد کلنی‌های رشدکرده شمارش شدند و با استفاده از فرمول زیر بر حسب تعداد کلنی در هر متر مکعب از هوا محاسبه و گزارش گردیدند:

$$\frac{CFU}{m^3} = \frac{A}{B}$$

در این رابطه A: تعداد کلنی شمارش‌شده در پلیت و B: کل هوای نمونه‌برداری بر حسب متر مکعب می‌باشد.

باید خاطرنشان ساخت که همزمان با نمونه‌برداری، رطوبت، دمای محیط، تعداد افراد حاضر در بخش و شرایط تهویه ثبت گردید.

در این پژوهش برای تشخیص گونه‌های مختلف قارچی از روش خردکردن کلنی استفاده شد. به این ترتیب که قسمت کوچکی از کلنی قارچ بر روی لام حاوی یک قطره محلول لاکتوفنل کاتن بلو (LCB: Lactophenol Cotton Blue) قرار گرفته و سطح آن توسط لاملی پوشاند شد. در ادامه به کمک میکروسکوپ، قارچها براساس ویژگی‌های خود شناسایی شدند (۱۹). آنالیزهای توصیفی و همبستگی بین متغیرهای مختلف نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 صورت گرفت.

بر مبنای بررسی‌های انجام‌شده، استانداردی در مورد میزان آئروسل‌های قارچی در هوای بیمارستان‌ها موجود نمی‌باشد؛ از این رو جهت ارزیابی سطح آلودگی در بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها، میانگین کلنی‌های رشدکرده طی دو فصل نمونه‌برداری بر مبنای استاندارد EU GMP (استاندارد اتاق‌های تمیز؛ اتحادیه اروپا) مقایسه شدند.

یافته‌ها

تراکم بیوآئروسل‌های قارچی

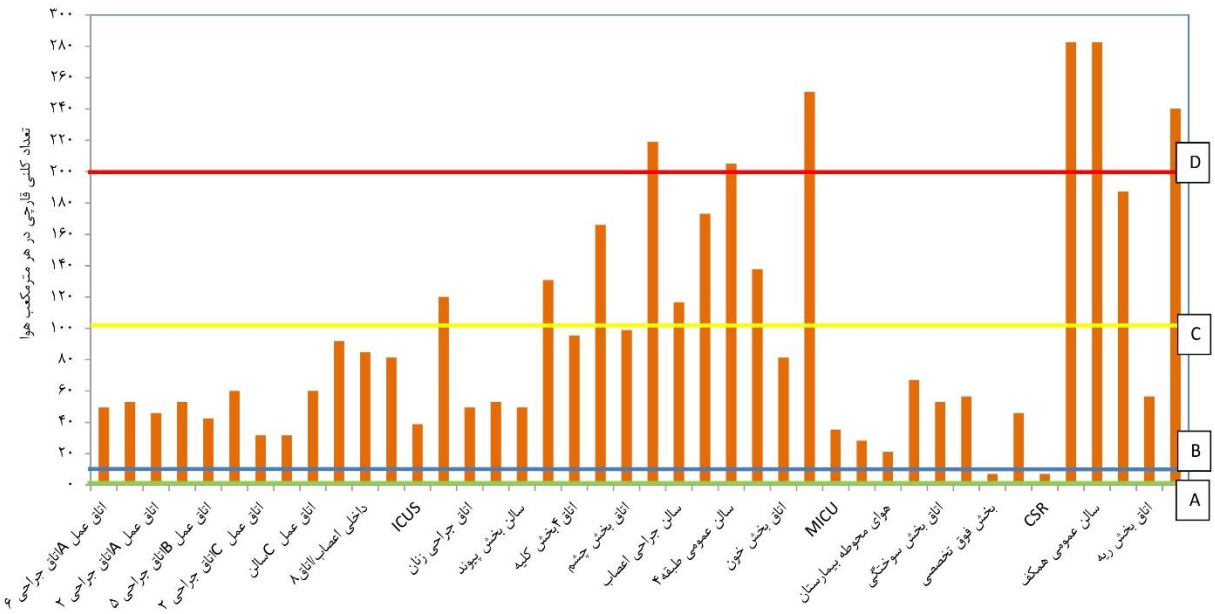
نتایج تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در هوای بخش‌های مختلف بیمارستان‌های آموزشی- درمانی مورد بررسی به‌ترتیب در شکل‌های ۱ تا ۳ ارائه شده‌اند.

مطابق با شکل‌های ۱ تا ۳، بیشترین و کمترین میانگین غلظت آلودگی قارچی به‌ترتیب در هوای بیمارستان‌های H1 (۹۶ کلنی در هر متر مکعب) و H3 (۴۴ کلنی در هر متر مکعب) مشاهده گردید. میانگین غلظت آلودگی قارچی در هوای بیمارستان H2 نیز معادل ۶۵ کلنی در هر متر مکعب تعیین شد. بر این اساس و با استناد به استاندارد اتحادیه اروپا (جدول ۱)، میانگین کیفیت هوای هر سه بیمارستان مورد مطالعه از نظر آلودگی به بیوآئروسل‌های قارچی در رده C قرار دارد. توزیع کیفیت هوای بخش‌های مختلف بیمارستان‌های مورد مطالعه بر حسب استاندارد EU GMP در جدول ۲ ارائه شده است.

ضریب همبستگی (r) بین تراکم قارچها در هوای بیمارستان و تعداد افراد حاضر در بخش‌های بیمارستانی در بیمارستان‌های H1، H2 و H3 به‌ترتیب معادل ۰/۹۱، ۰/۴۷ و ۰/۷۷ تعیین شد. بر این اساس، همبستگی مذکور در بیمارستان‌های H1 و H3 در سطح قوی؛ اما در بیمارستان H2 در سطح متوسط بود.

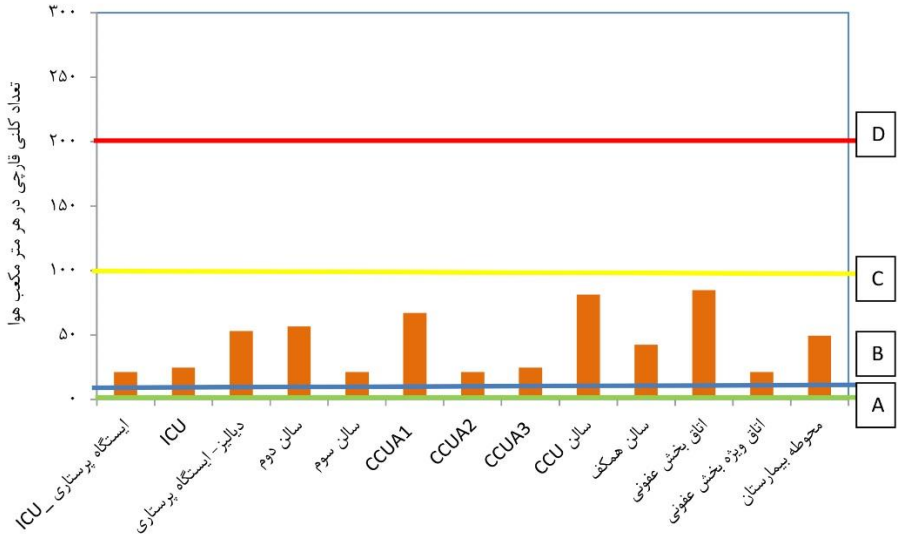
گونه‌های قارچی شناسایی‌شده

درصد فراوانی گونه‌های قارچی در بیمارستان‌های مورد



شکل ۱: میانگین تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در هوای نقاط مختلف بیمارستان H1

شکل ۲: میانگین تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در هوای نقاط مختلف بیمارستان H2



شکل ۳: میانگین تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در هوای نقاط مختلف بیمارستان H3

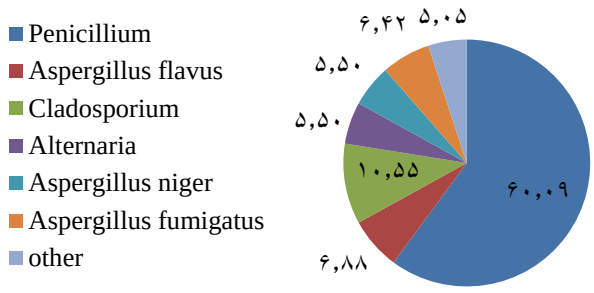
جدول ۱: حدود پیشنهادی آلودگی میکروبی براساس استاندارد EU GMP (۲۰)

رده	توصیف	تعداد کلنی در هر متر مکعب از هوا	تعداد کلنی در چهار ساعت بر پلیت (۹۰ میلی‌متر =d)
A	بسیار تمیز	<۱	۱
B	تمیز	۱۰	۵
C	آلودگی متوسط	۱۰۰	۲۵
D	آلوده	۲۰۰	۱۰۰

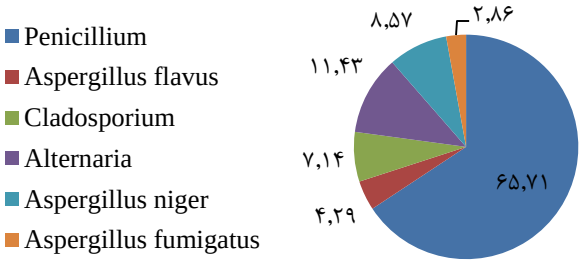
جدول ۲: توزیع کیفیت هوای بخش‌های مختلف بیمارستان‌های مورد مطالعه بر حسب استاندارد EU GMP

کیفیت	تعداد کلنی در هر متر مکعب از هوا	H1 (درصد)	H4 (درصد)	H3 (درصد)
بسیار تمیز	۰-۱	۰	۰	۰
تمیز	۱-۱۰	۴/۷۶	۰	۰
آلودگی متوسط	۱۰-۱۰۰	۶۴/۲۸	۱۰۰	۱۰۰
آلوده	۱۰۰-۲۰۰	۱۴/۲۸	۰	۰
بسیار آلوده	بیش از ۲۰۰	۱۶/۶۶	۰	۰

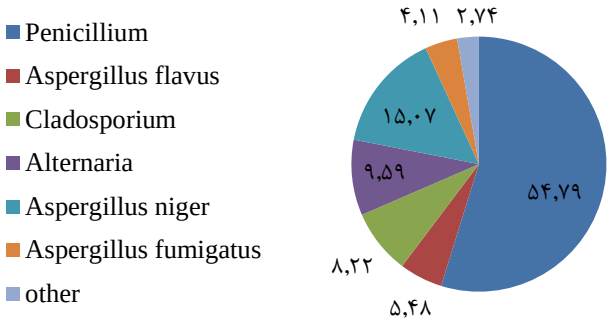
مطالعه در شکل‌های ۴ تا ۶ ارائه شده‌اند. با توجه به یافته‌های تشخیصی، بیشترین فراوانی قارچی در هر سه بیمارستان مورد مطالعه از آن قارچ پنی‌سیلیوم می‌باشد. دیگر قارچهای شناسایی‌شده به‌ترتیب فراوانی عبارت هستند از: آسپرژیلوس



شکل ۴: درصد فراوانی قارچ‌های مشاهده‌شده در هوای نقاط مختلف بیمارستان H1



شکل ۵: درصد فراوانی قارچ‌های مشاهده‌شده در هوای نقاط مختلف بیمارستان H2



شکل ۶: درصد فراوانی قارچ‌های مشاهده‌شده در هوای نقاط مختلف بیمارستان H3

(فلاووس، فومیگاتوس و نایجر)، کلادسپوریوم و آلترناریا.

بحث

وضعیت تراکم قارچ‌ها در بیمارستان‌های مورد بررسی

در این مطالعه میانگین تراکم بیوآئروسل‌های قارچی براساس چهار مرتبه نمونه‌برداری از بخش‌های مختلف بیمارستان‌های H1، H2 و H3 مطابق با شکل‌های ۱ تا ۳ به‌ترتیب ۹۶، ۶۵ و ۴۴ کلنی در هر متر مکعب از هوا به‌دست آمد. قاسمیان و همکاران در مطالعه مروری خود در مورد ۲۸ مطالعه نشان دادند که دامنه تراکم آلودگی قارچی در هوای واحدهای مختلف بیمارستان‌های بررسی‌شده بین ۱۵ تا ۱۳۰ کلنی در هر متر مکعب از هوا متغیر می‌باشد (۲۱). نتایج حاصل از دو بیمارستان H2 و H3 با یافته‌های مطالعه مذکور مطابقت دارد. با این وجود، دامنه غلظت آلودگی قارچی در واحدهای مختلف بیمارستان H1 بین ۲۸۳-۰ کلنی در هر متر مکعب از هوا قرار داشت. زیادبودن تعداد تخت‌های بیمارستانی نسبت به سایر بیمارستان‌های مورد مطالعه و به تبع آن افزایش مراجعه‌کنندگان و عیادت‌کنندگان و نیز عدم کنترل رفت و آمدها از یک سو و نقص و فقدان سیستم تهویه مناسب در بخش‌های ویژه از سوی دیگر، از عوامل مؤثر بر افزایش غلظت آلودگی قارچی در بیمارستان H1 نسبت به سایر بیمارستان‌های مورد بررسی بودند.

بر مبنای نتایج ۲۸ مطالعه بررسی‌شده توسط قاسمیان و همکاران، آلودگی باکتریایی و قارچی هوای واحدهای بیمارستانی در شیفت عصر (زمان ملاقات) بیشتر از شیفت صبح می‌باشد (۲۱). در مطالعات زینی (۲۲) و هدایتی (۲۳) نیز تراکم قارچ‌های موجود در هوای بخش‌های مختلف بیمارستانی در هنگام ملاقات بیماران، دو برابر شیفت صبح گزارش شده است.

در این زمینه، بررسی آلودگی میکروبی هوا در بخش‌های مختلف دو بیمارستان در نیجریه در سه نوبت صبح، ظهر و عصر نشان داد که فعالیت تعداد افراد حاضر در بیمارستان بر کیفیت میکروبی هوا تأثیر دارد (۲۴). بر مبنای نتایج پژوهش حاضر، تراکم قارچها در سالن و اتاق بستری بخش سوختگی هر دو دارای ۴۲ کلنی در هر متر مکعب از هوا در شیفت صبح بودند؛ درحالی که تراکم قارچی در همان نقاط همزمان با شیفت ملاقات به‌ترتیب معادل ۱۱۳ و ۷۱ کلنی در هر متر مکعب از هوا تعیین گردید.

مطابق با نتایج به‌دست‌آمده، بیمارستان H3 به دلیل برخورداری از سیستم تهویه طبیعی مناسب در بخش‌های بستری عمومی، جدابودن ساختمان بخش‌های مختلف و تسهیل در کنترل ورود افراد، کمترین غلظت آلودگی قارچی را در بین سه بیمارستان مورد بررسی داشت. در این راستا، Rose و همکاران در مقایسه بین دو بیمارستان، جنس غالب آسپرژیلوس را در بیمارستان بدون سیستم تهویه گزارش نمودند (۲۵).

هرچند انتظار می‌رفت که تراکم قارچها در بیمارستان H2 به‌ویژه اتاق‌های عمل مجهز به سیستم‌های تهویه و فیلترهای HEPA (High Efficiency Particulate Absolute) به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از سایر بیمارستان‌ها باشد؛ اما به دلیل انقضای تاریخ کارایی فیلترها و تمیزنکردن دوره‌ای سیستم‌های تهویه، تراکم قارچها در این بیمارستان معادل ۶۵ کلنی در هر متر مکعب از هوا تعیین گردید. این درحالی است که تراکم قارچها در سیستم‌های دارای فیلتراسیون، کمتر از ۱۵ کلنی در هر متر مکعب از هوا پیشنهاد شده است (۲۶). نتایج به‌دست‌آمده و استدلال مربوطه با یافته‌های پژوهش هاشمی و همکاران مطابقت دارد (۲۷).

با توجه به شکل‌های ۱ تا ۳، بالابودن غلظت قارچها در هوای محوطه بیمارستان H2 در مقایسه با بیمارستان‌های H1 و H3 به ناپایداری هوا در یکی از دوره‌های نمونه‌برداری از بیمارستان صدرالاشاره نسبت داده می‌شود؛ به‌طوری که تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در هوای محوطه بیمارستان H2 در ایام نمونه‌برداری مصادف با شرایط ناپایدار معادل ۱۲۲ کلنی در هر متر مکعب از هوا و در ایام آفتابی معادل ۴۲ کلنی در هر متر مکعب از هوا تعیین شد. با توجه به نتایج مطالعات Di Giorgio و همکاران، ناپایداری هوا از عوامل مؤثر بر پراکندگی قارچهای پاتوژن می‌باشد (۲۸). علاوه‌براین، انجام فعالیت‌های ساختمانی در محوطه بیمارستان از طریق افزایش ذرات معلق منجر به افزایش تراکم قارچی می‌گردد (۴،۲۹).

با توجه به جدول ۲، کیفیت هوای بیشتر بخش‌های مورد مطالعه در هر سه بیمارستان از نظر حضور بیوآئروسل‌های قارچی در سطح آلودگی متوسط (رده C استاندارد EU GMP) قرار داشت. براساس نتایج مطالعه مسعودی‌نژاد و همکاران، هوای ۸۰ درصد از واحدهای مختلف بیمارستان طالقانی تهران از نظر آلودگی به بیوآئروسل‌های قارچی در رده C استاندارد مذکور قرار دارد (۳۰).

گونه‌های قارچی شناسایی‌شده در بیمارستان‌های مورد بررسی

براساس شکل‌های ۴ تا ۶، پنی‌سیلیوم، آسپرژیلوس و کلادسپوریوم از مهم‌ترین قارچهای غالب در هوای بیمارستان‌های مورد مطالعه بودند. همسو با این نتایج، یافته‌های مطالعات Sautour و همکاران در فرانسه (۱۶)، Gorny و همکاران در لتونی (۳۱)، Perdelli و همکاران در ایتالیا (۳۲) و سپهوند و همکاران در ایران (۴) تأییدکننده توانایی بالای رشد قارچهای پنی‌سیلیوم، آسپرژیلوس و کلادسپوریوم روی سوبستراهای مختلف در شرایط آب و هوایی گوناگون و نیز ظرفیت بالای تولید و انتشار اسپور آن‌ها در هوا می‌باشد.

لایه خارجی غنی از پروتئین آب‌گریز در اسپور کونیدی قارچهای پنی‌سیلیوم، کلادسپوریوم و آسپرژیلوس منجر به تعلیق بیشتر آن‌ها در هوا و انتقال به فاصله‌های زیاد می‌شود. دیواره‌های ضخیم و رنگدانه ملانین، کونیدی‌های قارچی را به‌ترتیب در برابر خشک‌شدن و اشعه ماوراءبنفش محافظت می‌کنند. علاوه‌براین، برخورداری از قابلیت تأمین کربن و هیدروژن مورد نیاز از منابع متنوع، بقای این قارچها را در شرایط مختلف میسر می‌سازد (۳۳).

لازم به ذکر است که در میان قارچهای رشته‌ای، قارچ آسپرژیلوس علت اصلی بیماری‌های تهاجمی ریوی در بیماران مبتلا به نقص ایمنی می‌باشد. با توجه به میزان مرگ و میر ۴۰ تا ۹۰ درصدی این بیماران، حضور این قارچ در محیط‌های بیمارستانی می‌تواند هشداری جدی برای انجام اقدامات کنترلی بیشتر باشد (۳۴).

علاوه برآسپرژیلوس، سایر قارچهای رشته‌ای نظیر کلادسپوریوم، آلترناریا و موکور نیز عامل برخی از بیماری‌های تهاجمی در بیماران دارای ضعف ایمنی می‌باشند (۳۵).

نتیجه‌گیری

میانگین کیفیت هوای بخش‌های مختلف هر سه بیمارستان از نظر حضور بیوآئروسل‌های قارچی براساس استانداردEU GMP در سطح آلودگی متوسط قرار داشت و بین تراکم قارچها در هوای بیمارستان و تعداد افراد حاضر در بخش‌های بیمارستان‌های H1 و H3 همبستگی قوی مشاهده گردید. با استناد به یافته‌های تشخیصی، پنی‌سیلیوم، آسپرژیلوس، کلادسپوریوم و آلترناریا از گونه‌های غالب در بیمارستان‌های مورد مطالعه بودند.

در این راستا، لازم است پایش ادواری و کنترل مستمر هوای بیمارستان‌های مورد مطالعه از نظر آلودگی به بیوآئروسل‌های قارچی از طریق تشکیل کمیته‌های فعال کنترل عفونت و بهداشت محیط در اولویت مدیریت بیمارستانی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از مساعدت خانم مهندس سیما کریم‌زاده، خانم مهندس آناهیتا دهقانی و خانم شهلا خشاوه در مرحله کشت نمونه‌ها تشکر می‌نمایند

تضاد منافع

مقاله حاضر حاصل یک پژوهش مستقل مصوب بوده و هیچ‌گونه تضادی با منافع سازمان‌ها و اشخاص دیگر ندارد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی را در انجام مطالعه مربوطه رعایت کرده و انتشار نتایج مقاله حاضر براساس مجوز شماره ۲۶۱۹۷ مورخه ۲۴/۲/۹۷ کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ارومیه انجام شده است.

حمایت مالی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه خانم مریم شاه پلنگی در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط با کد پژوهشی ۱۷۷۹ می‌باشد که با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی ارومیه انجام شده است. بدین‌وسیله نویسندگان از معاونت مذکور تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

1. Nastase I, Croitoru C, Vartires A, Tataranu L. Indoor environmental quality in operating rooms: an european standards review with regard to Romanian guidelines. Energy Proc 2016; 85: 375-82.
2. Balocco C, Lio P. Assessing ventilation system performance in isolation rooms. Energy Build 2011; 43(1): 246-52.
3. Ghosh B, Lal H, Srivastava A. Review of *Bioaerosols* in indoor environment with special reference to sampling, analysis and control mechanisms. Environ Int 2015; 85: 254-72.
4. Sepahvand A, Godini H, Omidi Y, Tarrahi MJ, Rashidi R, Basiri H. Investigation of fungal *Bioaerosols* and particulate matter in the teaching-medical hospitals of Khorramabad City, Iran During 2015. Iran J Health Environ 2016; 9(1): 115-26. [In Persian].
5. Kordbacheh P, Zaini F, Kamali P, Ansari K, Safara M. Study on the sources of nosocomial fungal infections at intensive care unit and transplant wards at a teaching hospital in Tehran. Iran J Public Health 2005; 34(2): 1-8. [In Persian].
6. Bassiri Jahromi S, Khaksar AA. Deep-seated fungal infections in immunocompromised patients in Iran before and after treatments. Iran J Allergy Asthma Immunol 2005; 6: 27-32.
7. Diba K, Makhdoomi K, Rahimirad M, Jabari D. Survey of opportunistic fungi in the clinical and environmental specimens obtained from Urmia educational hospitals. J North Khorasan Univ Med Sci 2014; 6(1): 51-8. [In Persian].
8. Boev C, Kiss E. Hospital-acquired infections: current trends and prevention. Crit Care Nurs Clin North Am 2017; 29(1): 51-65.
9. Lupulescu D, Bălan G, Cucu A. Amăriuþei S, Iancu M. Microbiological indoor air quality aspects on hospital facilities. Cercet Exper Med 2006; l3: 164-7.
10. Wang X, Tang S. A multiscale model on hospital infections coupling macro and micro dynamics. Commun Nonlinear Sci Numer Simulat 2017; 50: 256-70.
11. Sajjadi SA, Ketabi D, Joulaei F, Zarrinfar H. Evaluation of fungal air contamination in wards and operating rooms of Montaserie organ transplant hospital, Mashhad. J Paramed Sci Rehabil 2017; 6(1): 17-25. [In Persian].
12. Amanloo S, Taghavi M, Heydari G, Fouladi B. Review of fungal diseases in medicine. Tehran, Iran: Aghil Publisher; 2008. [In Persian].
13. Sharifzadeh A, Abbaszadeh A, Khosravi A. Airborne fungal contamination in the air from hospital environments in the city of Tehran, Iran. J Nosocomial Infect 2014; 1(1): 31-5.
14. Taghizadeh M. Summary of Mycology laboratory science courses. 1st ed: Tehran, Iran: Arjmand Book; 2011. [In Persian].
15. 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. [In Persian].
16. Sautour M, Sixt N, Dalle F, L'Ollivier C, Fourquenet V, Calinon C, et al. Profiles and seasonal distribution of airborne fungi in indoor and outdoor environments at a French hospital. Sci Total Environ 2009; 407(12): 3766-71.
17. Sadeghi Hasanvand Z, Sekhavatjo MS, Zakavat R. Assessment the *Bioaerosols* type and concentration in various wards of Valiasr Hospital, Khorramshahr during 2011. Iran J Health Environ 2013; 6(2): 201-10. [In Persian].
18. Choobineh A, Rostam R, Tabatabae SH. Assessment of *Bioaerosols* types and concentration in ambient air of Shiraz University of Medical Sciences educational hospitals, 2008. Iran Occup Health 2009; 6(2): 69-76. [In Persian].
19. Raesi O, Dehgan P, Bahmani M. Medical mycology. Isfahan, Iran: Isfahan University of Medical Sciences; 2015. P. 109-40. [In Persian].
20. The Rules Governing Medicinal Products in the European Union. EU guidelines to good manufacturing practice medicinal products for human and veterinary use. Bruxelles: European Commission; 2008.
21. Ghasemian A, Khodaparast S, Moghadam FS, Nojoomi F, Rajabi H. Types and levels of *Bioaerosols* in healthcare and community indoor settings in Iran. Avicenna J Clin Microb Infect 2017; 4(1): e41036.
22. Zaini F, Hedayati MT. Study of airborne fungi in the wards of 3 Tehran hospitals. J Med Council Islam Repub Iran 1995; 13(3): 208-15. [In Persian].
23. Hedayati M, Mohammadpour R. A survey on the mycological contamination of the air and the equipment of operation rooms of 17 hospitals. J Guilan Univ Med Sci 1999; 8(19): 56-62. [In Persian].
24. Osaro EF, Ufuoma IO, Dorcas AO. Hospital indoor airborne microflora in private and government owned hospitals in Benin City, Nigeria. World J Med Sci 2008; 3(1): 19-23.
25. Rose HD, Hirsch SR. Filtering hospital air decreases *Aspergillus* spore counts. Am Rev Respir Dis 1979; 119(3): 511-3.
26. Streifel AJ. Air cultures for fungi. In: Garcia LS, Isenberg HD, editors. Clinical microbiology procedures handbook. Washington DC: American Society for Microbiology; 1992. P. 11.
27. Hashemi S J, Shohani M. The comparative study of *Saprophytic* fungi in air canal, air, hospital instruments and clinical samples from patients with bone marrow transplantation. Tehran Univ Med J 2004; 62(3): 175-9. [In Persian].
28. Di Giorgio C, Krempff A, Guiraud H, Binder P, Tiret C, Dumenil G. Atmospheric pollution by airborne microorganisms in the city of Marseilles. Atmos Environ 1996; 30(1): 155-60.
29. Srinivasan A, Beck C, Buckley T, Geyh A, Bova G, Merz W, et al. The ability of hospital ventilation systems to filter *Aspergillus* and other fungi following a building implosion. Infect Control Hosp Epidemiol 2002; 23(9): 520-4.
30. Massoudinejad MR, Ghajari A, Hezarkhani N, Aliyari A. Survey of fungi *Bioaerosols* in ICU ward of Taleghani hospital in Tehran by Petridis trapping technique and

Bioaerosol sampler in 2013. Safty Prom injury Prev 2015, 3(3): 147-54. [In Persian].
31. Gorny RL, Dutkiewicz J. Bacterial and fungal aerosols in indoor environment in Central and Eastern European countries. Ann Agric Environ Med 2002; 9(1): 17-23.
32. Perdelli F, Cristina ML, Sartini M, Spagnolo AM, Dallera M, Ottria G, et al. Fungal contamination in hospital environments. Infect Control Hosp Epidemiol 2006; 27(1): 44-7.
33. Warris A, Voss A, Verweij PE. Hospital sources of *Aspergillus*: new routes of transmission? Rev Iberoam Micol 2001; 18(4): 156-62.
34. Alangaden GJ. Nosocomial fungal infections: epidemiology, infection control, and prevention. Infect Dis Clin North Am 2011; 25(1): 201-5.
35. Pemán J, Salavert M. Epidemiology and prevention of nosocomial invasive infections by filamentous fungi and yeasts. Enferm Infect Microbiol Clin 2013; 31(5): 328-41.