Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2026 (01 Feb);23: 3

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Assessment of the Diversity and Density of Bacterial and Fungal Bioaerosols and Evaluation of Indoor Microbial Air Quality in Hospital Wards of Rasht

Mehdi Jamshidi Rastani, Environmental and Occupational Health Research Center, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran and Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran.

Esmaeil Roohbakhsh, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

Mahmoud Heidari, (*Corresponding author), Research Center of Health and Environment, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran and Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran. heidari@gums.ac.ir

Zahra Ghafouri, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Yasaman Pourbakhshi, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Shiva Mohammadjani Kumeleh, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Niloofar Shabani Arbusara, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Samira Ghiyasi, Department of Environmental Engineering, CT, C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Mohammad Naimi Joubani, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Ali Mojtahedi, Department of Microbiology, School of Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Elham Yahyaei, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Behnaz Rahmati, Department of Microbiology, School of Medicine, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Abstract

Background and aims: The density and diversity of bioaerosols in hospital environments are major contributors to the transmission of communicable diseases and represent one of the most important causes of healthcare-associated infections (HCAIs), which pose serious risks of complications and mortality for both patients and healthcare staff. This study aimed to quantitatively assess and characterize bacterial and fungal bioaerosols, investigate factors influencing their density and diversity, and evaluate the microbial quality of indoor air in two hospitals located in Rasht, Iran.

Methods: This descriptive cross-sectional study was conducted in two public hospitals in Rasht. A total of 280 samples were collected from 70 stations across 14 wards in each hospital to isolate bacterial and fungal bioaerosols. Sterilization principles were strictly observed during sample preparation. Tryptic Soy Agar (TSA) was used for bacterial cultures, while Sabouraud Dextrose Agar (SDA) was employed for fungal cultures. Environmental factors, including building age, temperature, humidity, ventilation rate, and ward function, were examined for their impact on microbial load.

Results: Overall, 1,244 bacterial colonies and 645 fungal colonies were identified. The highest contamination level was observed in the emergency ward of Poursina Hospital, with a mean bacterial load of 314 ± 2.88 CFU/m^3. The lowest contamination was recorded in the ICU of Velayat Hospital, with a mean fungal load of 56.2 ± 2.5 CFU/m^3. Findings indicated that humidity and building age had a direct positive effect on microbial load and bioaerosol diversity, while seasonal temperature variations were not statistically significant. Each unit increase in air changes per hour (ACH) resulted in a 7.4% reduction in microbial load.

Conclusion: The results confirmed the influence of environmental factors and building age on microbial diversity and density. Given the limited feasibility and high cost of modifying such factors, improving clean air supply and enhancing ACH in both clinical and non-clinical spaces is considered the most effective strategy to reduce microbial load in the studied hospitals, including a specialized burn hospital.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Bioaerosol

Fungus

Bacteria

Indoor air quality

Hospital

Received: 2024/11/12

Accepted : 2026/01/18

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

The high density and diversity of bioaerosols in the hospital environment is the cause of the spread of transmissible diseases that threaten the health and productivity of the medical staff and is one of the most important causes of hospital-acquired infections (HCAI), causing the death and disability of patients receiving medical services. This study was conducted with the aim of quantitative and qualitative measurement of bacterial and fungal bioaerosols in two hospitals in Rasht city in order to evaluate the level of occupational exposure of medical staff and patients to bioaerosols. Nosocomial infections cause high mortality and disability in societies and also impose heavy costs on the health systems of countries, especially developing countries. According to CDC statistics, nearly 1.7 million hospitalized patients develop nosocomial infections each year, and more than 98,000 of these patients (1 in 17) die from HCAI. The Agency for Healthcare Research and Quality has also reported that HCAIs are the most common complications of hospital care and are one of the 10 leading causes of death in the United States, accounting for seven of every 100 hospitalized patients in developed countries and ten patients in developing countries are involved in this infection. Infectious microorganisms that accumulate in the air inside the hospital have different numbers in different parts of the hospital. According to many researchers, hospital environments are at high risk for the spread and transmission of infections and bioaerosols; therefore, knowing the types of bioaerosols available and their type of effect can be of great help in knowing the sources of emission, microbial control in hospital environments, and also improving inhaled air. This study was conducted with the aim of quantitative and qualitative measurement of bacterial and fungal bioaerosols in two hospitals in Rasht city in order to evaluate the level of occupational exposure of medical staff and patients to bioaerosols.

METHODOLOGY

The current descriptive-cross-sectional study was conducted in two public hospitals in Rasht city. In order to fully cover all hospital departments, 280 samples were collected from 70 stations in 14 departments of each hospital for sampling of bacterial and fungal bioaerosols. For each sampling, the samples were prepared in sterile conditions using 70% ethanol, dried, and the plates were completely blocked with Parafilm. T.S.A. agar (Tryptic Soy Agar) culture medium was used for the cultivation of bacterial microorganisms, and Sabouraud Dextrose Agar (SDA) culture medium was used for fungal microorganisms. After sampling, the Petri dishes containing culture media were immediately transferred to the laboratory of Rasht Health Faculty, and the bacterial culture media were placed in a 37°C incubator for 24 to 48 hours. On the cover of the sample code plate, a note and all sampling information such as hospital name, department name, sampling date, sampling start and end time, air humidity and temperature, etc., are recorded in the relevant sampling form. The fungal samples were kept for 5 to 7 days at a temperature of 25 degrees Celsius in the laboratory air under the hood, and after that, the intended culture media were examined, and the type and number of colonies on the culture medium were evaluated. In the first step, using a colony counter device, the photos were counted, and then by using warm staining and microscopic examination, the completion of specific tests for the differential identification of fungi and bacteria in the environment was performed. In order to measure the density of bioaerosols, first the volume of sampled air is calculated, and then the density of bioaerosols is calculated in terms of CFU/m^3 according to the following formula.

CFU/M3 = number of colonies counted × m3 volume of air sampled in

The obtained results were analyzed using SPSS 21 software. First, descriptive statistics were used to compare different departments of the hospital and the frequency of microbial load and their diversity, and then statistical analysis and ANOVA test were used to investigate microbial air pollution in different departments.

RESULTS

Bioaerosols in hospitals refer to airborne particles containing living organisms, such as bacteria, viruses, and fungi that can pose a potential risk to human health. These particles can be generated through various activities within healthcare settings, including patient care, cleaning, and ventilation systems. Understanding the presence and dynamics of bioaerosols in hospitals is crucial for infection control measures. Research literature emphasizes the significance of bioaerosols in the transmission of infectious agents within healthcare facilities. Studies often explore the sources, dispersion, and survival of bioaerosols, as well as their potential to cause nosocomial infections. Additionally, investigations into the effectiveness of air filtration systems and ventilation strategies aim to mitigate the spread of bioaerosols and enhance indoor air quality in hospital environments.

As hospitals continue to focus on infection prevention and control, ongoing research contributes to the development of guidelines and protocols to minimize the exposure and transmission of bioaerosols, ultimately safeguarding both healthcare

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

Table 1. Bioaerosol density in different departments of Pursina Hospital (CFU/m^3)

studied wards	Bactria aerosolos (n=70)		fungal aerosols (n=70)	
	Mean ± SD	max-min	Mean ± SD	max-min
NS	62.61 ± 13	45-82	26.4 ± 5	15-32
OS	41.01 ± 10	27-58	16.2 ± 3	11-22
ICU	22.87 ± 10	4-38	22.1 ± 4.5	3-7
MS	51.44 ± 9	37-65	145.33 ± 4	9-21
WS	61.92 ± 10	43-74	9.7 ± 1.2	8-12
IS	33.49 ± 8	21-49	7.3 ± 2.07	5-11
OW	48.6 ± 9	37-68	15.1 ± 2.29	11-18
Eg	88.02 ± 14	61-110	22.08 ± 3	19-38

Table 2. Bioaerosol density in different departments of the Velayat hospital (CFU/m^3)

studied wards	Bactria aerosolos (n=70)		fungal aerosols (n=70)	
	Mean ± SD	max-min	Mean ± SD	max-min
EG	31 ± 15.98	9-62	7.3 ± 1.8	4-14
BS	28 ± 12.54	17-57	12.24 ± 0.43	12-13
NU	48 ± 15.77	35-85	8.5 ± 3.96	3-17
PS	19.3 ± 3.9	11-25	7.4 ± 3.15	3-12
IQ	9.5 ± 4.12	4-18	6.7 ± 2.62	3-11
ICU	7 ± 2.8	2-12	5.2 ± 2.56	1-8

workers and patients.

Common pathogens found in hospital bioaerosols include bacteria like Staphylococcus aureus and Streptococcus spp., viruses such as Influenza and Respiratory Syncytial Virus (RSV), and fungi like Aspergillus spp. Research indicates that these microorganisms can become airborne and pose a risk of nosocomial infections. Understanding and monitoring these typical pathogens are crucial for infection control measures in hospital environments.

Research indicates that several variables influence viral concentration in hospitals. Ventilation systems and air exchange rates play a crucial role in dispersing or containing viruses. The presence of infected individuals, their activity levels, and the use of certain medical procedures can impact viral aerosolization. Additionally, environmental factors such as temperature and humidity can affect the stability and transmission of viruses. Ongoing studies contribute to a comprehensive understanding of these variables and their collective impact on viral concentrations in hospital settings.

CONCLUSIONS

Understanding and managing bioaerosol generation during these activities is crucial for infection control in healthcare settings. Procedures in healthcare and hospitals that can potentially produce higher levels of bioaerosols include: Aerosol-Generating Medical Procedures (AGMPs) such as intubation, ventilation, and bronchoscopy; coughing and sneezing activities involving respiratory secretions can release bioaerosols; certain surgical procedures that generate particles, especially in operating rooms; cleaning and disinfection using certain chemicals or procedures for sanitation; and patient care activities involving infected patients, particularly those with respiratory illnesses. Understanding and managing bioaerosol generation during these activities is crucial for infection control in healthcare settings. Research suggests a potential link between Sick Building Syndrome (SBS) and elevated bioaerosol levels. Poor indoor air quality, often associated with bioaerosols, can contribute to SBS symptoms like headaches, fatigue, and respiratory issues. Investigations explore how bioaerosols from various sources, including ventilation systems, impact building occupants' health. Understanding and mitigating bioaerosol-related factors can be crucial in addressing Sick Building Syndrome concerns. Certainly, the age of a building can influence its indoor air quality and potentially contribute to bioaerosol-related issues. Older buildings may have outdated ventilation systems, which could impact air circulation and quality. Additionally, the materials used in construction might deteriorate over time, releasing particles into the air. Regular maintenance and updates to ventilation systems can help mitigate potential bioaerosol concerns associated with the age of a building.

Research suggests a connection between relative humidity and bioaerosol concentration. Maintaining optimal humidity levels can impact the survival and dispersion of bioaerosols. High humidity may promote the aggregation and settling of particles,

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

reducing airborne concentrations. On the other hand, low humidity can lead to increased bioaerosol viability and potentially higher concentrations. Understanding and controlling relative humidity levels play a role in managing bioaerosols for better indoor air quality.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Dr. Mehdi Jamshidi Rastani, scientific consulting, cooperation in sampling of hospital bioaerosols of fungi and bacteria, assessment of ventilation and environmental factors inside two under-survey hospitals

Dr. Esmaeil Roohbakhsh, Collaboration in all stages of research implementation

Dr. Mahmoud Heidari, Collaboration in all stages of research implementation

Yasaman Pourbakhshi, cooperation in sampling of hospital bioaerosols of fungi and bacteria

Ms. Zahra Ghafouri, assistance in cultivating bacterial and fungal samples, and sample staining

Ms. Niloufar Shabani Arbusra, Collaboration in preparing and revising the article

Samira Ghiyasi, scientific consulting for the project, analyzing the results

Ms. Shiva Mohammad Jani Komaleh, Collaboration in preparing and revising the article

Mohammad Naimi Joubani, cooperation in sampling of hospital bioaerosols of fungi and bacteria

Dr. Ali Mojtahedi, scientific consultant for the project

Ms. Elham Yahyaei, cooperation in sampling of hospital bioaerosols of fungi and bacteria

Ms. Behnaz Rahmati, laboratory affairs and cultivation of bacterial and fungal samples, sample staining

OPEN ACCESS

©2026 The author(s). This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third-party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this license, visit: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

ETHICAL CONSIDERATION

All ethical standards have been observed in the sampling stages in hospitals, as well as ethical principles in the publication and output of research.

CODE OF ETHICS

IR.GUMS.REC.1397.032

FUNDING

This research was conducted with the support of the Vice-Chancellor for Research and Technology and the Health and Environmental Research Center of Guilan University of Medical Sciences (IR.GUMS.REC.1397.32).

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

GENERATIVE AI & DIGITAL TOOLS

No artificial intelligence was used at any stage of this research or in the preparation of this article.

DATA SHARING & OPEN SCIENCE

Data are available from the corresponding author on reasonable request.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

How to cite this article:
Mehdi Jamshidi Rastani, Esmaeil Roohbakhsh, Mahmoud Heidari, Zahra Ghafouri, Yasaman Pourbakhshi, Shiva Mohammadjani Kumeleh, Niloofar Shabani Arbusara, Samira Ghiyasi, Mohammad Naimi Joubani, Ali Mojtahedi, Elham Yahyaei, Behnaz Rahmati. Assessment of the Diversity and Density of Bacterial and Fungal Bioaerosols and Evaluation of Indoor Microbial Air Quality in Hospital Wards of Rasht. Iran Occupational Health. 2026 (01 Feb);23:3.

***This work is published under CC BY-NC 4.0 licence**

سلامت کار ایران
دوره ۲۳ - ۳/۱۴۰۵

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

بررسی تنوع و تراکم بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی و ارزیابی کیفیت هوای میکروبی بخش‌ها در بیمارستان‌های شهر رشت

مهدی جمشیدی راستانی: مرکز تحقیقات سلامت محیط و کار، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود، ایران و گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود، ایران.
اسماعیل روحبخش: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
محمود حیدری: (* نویسنده مسئول) مرکز تحقیقات بهداشت و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران و گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران. heidari@gums.ac.ir
زهرا غفوری: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
یاسمن پوربخشی: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
شیوا محمدجانی کومله: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
نیلوفر شعبانی اربوسرا: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
سمیرا قیاسی: گروه دانشی مهندسی عمران و محیط زیست، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
محمد نعیمی جوبنی: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
علی مجتهدی: گروه میکروب شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
الهام یحیایی: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
بهناز رحمتی: گروه میکروب شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: تراکم و تنوع بیوآئروسل‌ها در محیط بیمارستان علت انتشار بیماری های قابل انتقال تهدید کننده سلامت و یکی از مهمترین علت‌های عفونت‌های بیمارستانی (HCAI) با ریسک عوارض شدید و مرگ برای بیماران و کادر درمان می‌باشند. این مطالعه با هدف ارزیابی کمی و تعیین ماهیت بیوآئروسل‌های باکتریایی و قارچی و بررسی عوامل تاثیرگذار بر تراکم و تنوع باکتریایی و قارچی و ارزیابی کیفیت میکروبی هوای داخل در دو بیمارستان شهر رشت انجام گردید.

روش بررسی: مطالعه حاضر از نوع توصیفی–مقطعی در دو بیمارستان دولتی در شهر رشت انجام شد که تعداد ۲۸۰ نمونه از ۷۰ ایستگاه از ۱۴ بخش هر بیمارستان برای نمونه برداری از بیوآئروسل‌های باکتریایی و قارچی جمع آوری شد. برای هر بار نمونه برداری، اصول استرلیزاسیون در آماده سازی نمونه‌ها کاملاً رعایت شده و جهت کشت میکروارگانیسم های باکتریایی از محیط کشت TSA آگار و برای میکروارگانیسم‌های قارچی از محیط کشت سابرود دکستروز آگار (SDA) استفاده و تأثیر شرایط محیط بیمارستان از جمله قدمت بنا، دما و رطوبت، تهویه هوای داخل و نوع کاربری فضای داخل بر بار میکروبی هوای بیمارستان بررسی شد.

یافته ها: درمجموع ۱۲۴۴ کلنی باکتریایی و ۶۴۵ کلنی قارچ مورد ارزیابی قرار گرفت. بالاترین میزان آلودگی دو بیمارستان مربوط به بخش اورژانس بیمارستان پورسینا با میانگین آلودگی ۸۸/۱۴±۲CFU/m^3 و از نوع آلودگی باکتریایی بدست آمده است. کمترین میزان آلودگی مربوط به بخش ICU بیمارستان ولایت با میانگین آلودگی ۵/۲±۲/۵۶ CFU/m^3 از نوع بیوآئروسل‌های قارچی بوده است. همچنین نتایج نشان داد رطوبت هوا در فصول مختلف و قدمت بنای هر کدام از بخش ها تأثیر مستقیم و مثبت بر بار میکروبی هوا و تراکم و تنوع بیو آئروسل‌های باکتریایی و قارچی داشته، تأثیر تغییرات فصلی دمای هوا معنی دار نبوده و هر واحد افزایش در ACH، بطور میانگین موجب کاهش بار میکروبی به میزان ۴/۷ درصد بوده است.

نتیجه گیری: نتایج تأثیر عوامل محیطی و قدمت بنا بر تنوع و تراکم بار میکروبی را تایید نموده است. از آنجا که ضریب مداخله پذیری برای بهبود شرایط در این گونه عوامل پایین و هزینه بر می باشد بهبود در تأمین هوای پاک و ارتقاء ACH فضاهای با کاربری درمانی و غیر درمانی بهترین گزینه در کاهش تنوع و تراکم بار میکروبی در بیمارستان‌های مورد مطالعه که یکی از آن‌ها بیمارستان تخصصی سوختگی می‌باشد ارزیابی می‌گردد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: ندارد.

کلیدواژه‌ها
بیوآئروسل
قارچ
باکتری
کیفیت هوای داخل
بیمارستان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۲۸

شیوه استناد به این مقاله:
Mehdi Jamshidi Rastani, Esmaeil Roohbakhsh, Mahmoud Heidari, Zahra Ghafouri, Yasaman Pourbakhshi, Shiva Mohammadjani Kumeleh, Niloofar Shabani Arbusara, Samira Ghiyasi, Mohammad Naimi Joubani, Ali Mojtahedi, Elham Yahyaei, Behnaz Rahmati. Assessment of the Diversity and Density of Bacterial and Fungal Bioaerosols and Evaluation of Indoor Microbial Air Quality in Hospital Wards of Rasht. Iran Occupational Health. 2026 (01 Feb);23:3.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

مقدمه

هوا که از ارکان اصلی حیات برای موجودات زنده از جمله انسان به شمار می رود، حاوی ذرات معلق و میکروارگانیسم های متنوعی است که افراد با استنشاق هوا، مقادیر زیادی از این ذرات، مواد معدنی و آلی و میکروارگانیسم ها اعم از بیو آئروسول ها را در اندازه و تراکم های مختلف به درون دستگاه تنفس خود وارد می‌کنند(۱). بیوآئروسول‌ها در واقع ذرات هوابردی شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، آلرژن‌های با وزن ملکولی بالا، اندوتوکسون باکتریایی سموم قارچی و غیره می باشند. این ذرات هوابرد دارای شکل، اندازه و طبقه بندی‌های مختلفی هستند که ممکن است طیف وسیعی از واکنش را از بسیار خفیف و بی اثر تا بسیار شدید بر انسان ایجاد کنند(۱،۲). بیمارستان‌ها از جمله مهمترین محیط‌های شغلی هستند که در آن طیف وسیعی از افراد از جمله کارکنان، بیماران و مراجعه کنندگان در معرض برخورد با بیوآئروسول ها قرار دارند که سلامتی این افراد در گرو بررسی میزان این ذرات در هوای این محیط می باشد(۲). عفونت های بیمارستانی (HCAI[1]) یکی از مهمترین پیامد های مواجه پرسنل مشغول به کار در بیمارستان یا بیماران بستری با بیوآئروسول ها می باشد(۳) که مهم ترین عامل بیماریزا در ایجاد عفونت بیمارستانی، میکروارگانیسم‌های موجود در بدن بیماران است که به صورت تماس بیمار با بیمار دیگر و یا توسط کارکنان بهداشتی، درمانی در بیمارستان منتقل می‌شود(۷و۸). این عفونت ها در اثر برخورد میزبان با عامل ایجاد کننده عفونت در بیمارستان به وجود می آید که علائم عفونت ممکن است ۴۸ تا ۷۲ ساعت پس از بستری بودن و یا پس از ترخیص بیمار از بیمارستان بروز کند (۴).

عفونت‌های بیمارستانی باعث مرگ و میر و ناتوانی بالایی در جوامع شده و همچنین سبب تحمیل هزینه‌های سنگین به سیستم‌های بهداشتی کشورها به خصوص کشورهای درحال توسعه می شود(۱و۲). طبق آمارهای مرکز پیشگیری و کنترل بیماری آمریکا CDC[2]، سالانه نزدیک به ۱/۷ میلیون بیمار بستری در بیمارستان به عفونت های بیمارستانی مبتلا می شوند و همچنین بیش از ۹۸۰۰۰ مورد از این موارد بیماران (یک نفر از هر ۱۷نفر) به دلیل HCAI می میرند. آژانس تحقیقاتی مراقبت های بهداشتی و کیفیت نیز گزارش کرده است که HCAI شایع ترین عوارض مراقبت های بیمارستانی هستند و یکی از ۱۰ علت اصلی مرگ و میر در ایالات متحده آمریکا است که از هر ۱۰۰ بیمار بستری در بیمارستان ، هفت بیمار در کشورهای پیشرفته و ده بیمار در کشورهای در حال توسعه درگیر این عفونت می شوند (۴).

میکروارگانیسم های عفونی که در هوای داخل بیمارستان تجمع می یابد، در بخش های مختلف بیمارستان دارای مقدار عددی متفاوتی است(۵). در یکی از مطالعاتی که توسط چوبینه و همکاران بر روی میزان تراکم بیو آیروسول ها در بخش های مختلف انجام شد نشان می دهد که اتاق های بستری دارای بیشترین بار آلودگی ($173/65\ CFU/m^3$) و اتاق های عمل دارای کمترین میزان آلودگی (CFU/m^3 ۵۲/۹۱) هستند(۶). والدینی و همکاران نیز زمانی که بر روی آلودگی های باکتریایی بیمارستانی کار می کردند، دریافتند که واحد رادیوگرافی و بخش ICU دارای بیش ترین بار آلودگی باکتریایی و واحد آنژیوگرافی و سی تی اسکن دارای کمترین میزان آلودگی باکتریایی می باشد(۷). بر اساس تایید بسیاری از محققین محیط های بیمارستانی در معرض خطر بالا برای انتشار و انتقال عفونت ها و بیو آئروسول ها هستند؛ بنابراین شناخت انواع بیو آئروسول های موجود و نوع اثر گذاری آن ها، می تواند کمک شایانی در شناخت منابع انتشار، کنترل میکروبی در محیط های بیمارستانی و همچنین بهبود هوای استشاقی کند (۸).

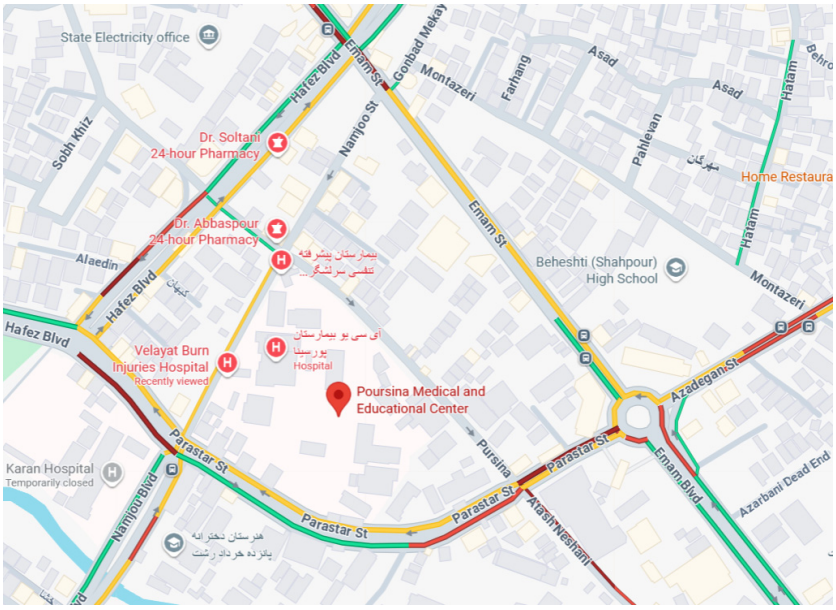
لذا این مطالعه با هدف اندازه گیری کمی و کیفی بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی در دو بیمارستان شهر رشت به منظور ارزیابی میزان مواجهات شغلی کادر درمان با بیوآئروسل ها و همچنین برنامه ریزی به جهت کنترل و ارتقاء کیفیت هوای محیط کار بیمارستانی انجام گردید.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع توصیفی - مقطعی در دو بیمارستان دولتی در شهرستان رشت انجام شد. نمونه برداری از دو بیمارستان پورسینا و ولایت که هر دو در مرکز شهر و یک موقعیت مکانی قرار دارند انجام شد (شکل ۱). بیمارستان پور سینا با حدود ۱۵۰۰۰ مترمربع زیر بنا، دارای ۲۸۱ تخت بیمارستانی و بخش های مختلفی اعم از اتاق های جراحی مغز و اعصاب، ارتوپدی، اورژانس، ICU، جراحی زنان و مردان و بخش

1 health care-associated infections
2 Center for Disease Control and Prevention

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]



شکل ۱. موقعیت مکانی دو بیمارستان در نقشه

های داخلی می باشد این بیمارستان از قدیمی ترین بیمارستان کشور با قدمت نزدیک به صد سال می باشد (۱۳۰۸ هجری شمسی). بیمارستان ولایت نیز با ۴۲۰۰ متر مربع زیر بنا، دارای ۷۵ تخت بیمار بوده و بیمارستان فوق تخصصی سوانح و سوختگی شمال کشور است که از سال ۱۳۸۶ شروع به ارائه خدمت نموده است. دلیل انتخاب این دو بیمارستان علاوه بر قرارگیری در یک موقعیت مکانی برای حذف تاثیر موقعیت مکانی بر بار میکروبی، تفاوت قدمت بنا و بررسی تأثیر قدمت بنا بر بار میکروبی هوای داخل بیمارستان ها بوده است.

پس از هماهنگی های لازم، نمونه برداری از تاریخ اول مهر ماه آغاز و تا پایان شهریور سال بعد برای پوشش زمانی چهار فصل ادامه یافت. انتخاب بخش ها بر اساس ساختار تخصصی بیمارستان انجام شد و زمان انجام نمونه برداری با توجه به اهمیت هر بخش از نظر نوع بیماران بستری و همچنین به مشورت با مسئول بهداشت محیط، مسئول بهداشت حرفه ای، مسئول کنترل عفونت و مسئول دفتر پرستاری هر بیمارستان صورت گرفت. و در نهایت نمونه برداری ها در ۱۴ بخش از دو بیمارستان پورسینا و ولایت انجام گرفته است. مکان های نمونه برداری در بیمارستان پور سینا شامل جراحی مغز و اعصاب (NS)، جراحی ارتوپدی (OS)، جراحی مردان(MS) ، جراحی زنان (WS)، داخلی اعصاب(IS) ، ارتوپدی زنان(OW) و اورژانس (EG) بود. در بیمارستان ولایت نیز نمونه برداری از بخش های سوختگی (BS)، ایستگاه پرستاری (NU) ، جراحی پلاستیک (PS)، ایزوله عفونی (IQ)، بخش مراقبت‌های ویژه (ICU)، اتاق اتوکلاو (AR) و بخش اورژانس(EG) صورت گرفت.

این مطالعه با استفاده از روش NIOSH 0800 و نمونه برداری از هوا به کمک ایمپکتور تک مرحله ای اندرسون(ساخت شرکت SKC کشور انگلستان) و به صورت فعال و مداوم با دبی بالا و به صورت ۱۴/۹ لیتر بر دقیقه در مدت زمان نمونه برداری ۱۰ دقیقه با قراردادن محیط کشت‌های مناسب در داخل نمونه بردار انجام شده است (۱۰). نمونه برداری با پمپ محیطی مدل VE115N ساخت شرکت Value ایتالیا انجام گردید که قبل و بعد از هر بار استفاده بهمراه نمونه بردار حاوی محیط کشت در دبی توصیه شده کالیبره می‌گردید.

در این مطالعه، نمونه برداری از بیوآئروسل‌ها با توجه به تعداد مکان‌ها و بخش های بیمارستان ها بر اساس شرایط توصیه شده انجام گرفته است. تعداد نمونه مورد نیاز برای ارزیابی مواجهه با بیوآئروسل‌ها با توجه به تعداد بخش ها، اتاق های عمل، ایستگاه های پرستاری و ... بمنظور پوشش کامل فضاهای بیمارستان مورد محاسبه قرار گرفت و در مجموع در دو بیمارستان مورد مطالعه مجموعاً تعداد ۲۸۰ نمونه، نمونه برداری شده است. از هر بیمارستان ۱۴۰ نمونه از بخش های مختلف هر بیمارستان نمونه برداری شد که ۷۰ نمونه شامل نمونه های باکتریایی و ۷۰ نمونه دیگر بمنظور بررسی بیوآئروسل های قارچی نمونه برداری شده است. بعد از هر بار نمونه برداری و استفاده، نمونه‌بردار توسط اتانول

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

ضد عفونی می گردید.

برای این منظور از هر ایستگاه مشخص شده برای ارزیابی انتشار بیوآئروسل، دو نمونه قارچ و باکتری، نمونه برداری شد. برای پوشش کامل هر بخش، از هرکدام از بخش‌های مورد مطالعه حداقل ۱۲ نمونه، شامل ۶ نمونه باکتریایی و ۶ نمونه برای بررسی بیوآئروسل قارچی از نقاط مختلف نمونه برداری گردیده است. برای هر بار نمونه برداری، نمونه ها در شرایط استریل آماده سازی می شدند. برای این منظور قبل از نمونه برداری کلیه وسایل با استفاده از الکل اتانول ۷۰٪ ضدعفونی و خشک گردیدند و پلیت ها هم با پارافیلم کاملا مسدود شدند (۲). نمونه بردار اندرسون در ارتفاع ۱/۶-۱/۲ متر از سطح زمین و با فاصله بیش از یک متر از دیوارها، درب های ورودی و موانع برای برداشت هر نمونه نصب می گردید. جهت کشت میکروارگانیسم های باکتریایی از محیط کشت T.S.A آگار (Triptic soy Agar) و برای میکروارگانیسم های قارچی از محیط کشت سابرود دکستروز آگار(SDA) استفاده شده است (۱۱). بررسی تاثیر رطوبت نسبی بر تنوع و تراکم میکروبی به روش OFAT (One Factor at a Time) انجام گردید و نمونه برداری با تثبیت دیگر متغیرها و تغییر یک متغیر زمانی انجام می شد که رطوبت هوا به مقدار از پیش تعیین شده برای بررسی این متغیر می رسید. پس از نمونه برداری، پتری دیش های حاوی محیط های کشت سریعاً به آزمایشگاه دانشکده بهداشت رشت منتقل شده و محیط های کشت باکتریایی به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده می شدند. بر روی درب پلیت کد نمونه یادداشت و کلیه اطلاعات نمونه برداری اعم از نام بیمارستان، نام بخش و تاریخ نمونه برداری، زمان شروع و پایان نمونه برداری، رطوبت و دمای هوا و ... در فرم نمونه برداری مربوطه ثبت می گردید. نمونه های قارچی هم به مدت ۵ تا ۷ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد در هوای آزمایشگاه در زیر هود قرار داده شدند و پس از آن محیط های کشت مورد نظر مورد بررسی و نوع و تعداد کلنی ها بر محیط کشت مورد ارزیابی قرار گرفته است.

در مرحله اول، با استفاده از دستگاه شمارشگر کلونی[1] شمارش عکس ها و پس از آن با استفاده از رنگ آمیزی گرم و بررسی میکروسکوپی و اتمام تست های اختصاصی شناسایی افتراقی قارچ ها و باکتری های محیط انجام گرفت. جهت اندازه گیری تراکم بیوآئروسل ها ابتدا حجم هوای نمونه برداری شده محاسبه و سپس تراکم بیوآئروسل ها برحسب CFU/M^3 طبق فرمول زیر محاسبه گردیده است.

CFU/m^3= تعداد کلنی های شمارش شده× حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب m3

Eq 1

نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS 21 تجزیه و تحلیل شد. در ابتدا آماره های توصیفی بمنظور مقایسه بخش های مختلف بیمارستان و فراوانی بار میکروبی و میزان تنوع آن‌ها و سپس تحلیل های آماری و آزمون ANOVA جهت بررسی آلودگی های میکروبی هوا در بخش های مختلف استفاده شده است.

نتایج

راساس نمونه های برداشت شده از ۱۴ بخش مختلف دو بیمارستان، در مجموع ۲۸۰ نمونه از هوای این بخش ها نمونه برداری شد و تراکم بیوآئروسل ها برحسب CFU/m^3 گزارش گردیده است. درمجموع ۱۲۴۴ کلنی باکتریایی و ۶۴۵ کلنی قارچ مورد ارزیابی قرار گرفت. تراکم بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی به تفکیک محل های نمونه برداری برای هر کدام از بیمارستان های پورسینا و ولایت به ترتیب در جدول های شماره ۱ و ۲ ارائه گردید. طبق جداول ۱ و ۲، بالاترین میزان آلودگی دو بیمارستان مربوط به بخش اورژانس بیمارستان پورسینا با میانگین آلودگی CFU/m^3 ۱۴/۰۲±۸۸ و از نوع آلودگی باکتریایی بدست آمده است.کمترین میزان آلودگی مربوط به بخش ICU بیمارستان پورسینای رشت با میانگین آلودگی CFU/m^3 ۱/۲۲ ± ۴/۵ از نوع بیوآئروسل های قارچی است.

مطابق جدول ۱، در بیمارستان پورسینای رشت بیشترین میزان آلودگی باکتریایی در بخش اورژانس با میانگین آلودگی CFU/m^3 ۱۴/۰۲±۸۸ و کمترین میزان آلودگی در بخش ICU با میانگین آلودگی CFU/m^3 ۲۲/۳±۰۸ می باشد و از لحاظ آلودگی قارچی، در سطح بیمارستان پورسینای رشت بیشترین میزان آلودگی مربوط به بخش NS (جراحی اعصاب) با CFU/m^3 ۲۶/۵±۴ و کمترین میزان آلودگی هم مربوط به بخش ICU با میانگین آلودگی CFU/m^3 ۲۲/۴±۱/۵ گزارش گردیده است. همچنین مطابق با جدول شماره ۲، در بیمارستان سوانح و سوختگی ولایت رشت هم بیشترین میزان آلودگی باکتریایی در بخش NU (ایستگاه پرستاری) با CFU/m^3 ۴۸±۱۵/۷۷ و کمترین میزان

1 Colony Counter

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

جدول ۱. تراکم بیوآئروسل در بخش های مختلف بیمارستان پورسینا (CFU/m^3)

بخش	(n=۷۰) آیروسول های قارچی		(n=۷۰) آیروسول های باکتریایی	
	انحراف معیار±میانگین	بیشترین-کمترین	انحراف معیار±میانگین	بیشترین-کمترین
NS	۲۶/۵±۴	۳۲-۱۵	۶۲/۱۳±۶۱	۸۲-۴۵
OS	۱۶/۳±۲	۲۲-۱۱	۴۱/۱۰±۰۱	۵۸-۲۷
ICU	۲۲/۴±۱/۵	۷-۳	۲۲/۱۰±۸۷	۳۸-۴
MS	۱۴۵/۴±۳۳	۲۱-۹	۵۱/۹±۴۴	۶۵-۳۷
WS	۹/۱±۷/۲	۱۲-۸	۶۱/۱۰±۹۲	۷۴-۴۳
IS	۷/۲±۳/۰۷	۱۱-۵	۳۳/۸±۴۹	۴۹-۲۱
OW	۱۵/۲±۱/۲۹	۱۸-۱۱	۴۸/۹±۶	۶۸-۳۷
EG	۲۲/۳±۰۸	۳۸-۱۹	۸۸/۱۴±۲	۱۱۰-۶۱

جدول ۲. تراکم بیوآئروسل در بخش های مختلف بیمارستان ولایت (CFU/m^3)

بخش	(n=۷۰) آیروسول های قارچی		(n=۷۰) آیروسول های باکتریایی	
	انحراف معیار±میانگین	بیشترین-کمترین	انحراف معیار±میانگین	بیشترین-کمترین
EG	۷/۳±۱/۸	۴-۱۴	۳۱ ±۱۵/۹۸	۶۲-۹
BS	۱۲/۲۴±۰/۴۳	۱۳-۱۲	۲۸±۱۲/۵۴	۱۷-۵۷
NU	۸/۵±۳/۹۶	۳-۱۷	۴۸±۱۵/۷۷	۳۵-۸۵
PS	۷/۴±۳/۱۵	۳-۱۲	۱۹/۳±۳/۹	۱۱-۲۵
IQ	۶/۷±۲/۶۲	۳-۱۱	۹/۵±۴/۱۲	۱۸-۴
ICU	۵/۲±۲/۵۶	۱-۸	۷±۲/۸	۲-۱۲

آلودگی باکتریایی هم در بخش ICU با میانگین آلودگی ۷±۲/۸ CFU/m^3 ۱۲/۲۴±۰/۴۳ گزارش شده است و از لحاظ آلودگی قارچی هم، بیشترین میزان آلودگی مربوط به بخش BS یا سوختگی با میانگین آلودگی CFU/m^3 و کمترین میزان آلودگی هم در بخش ICU با میانگین آلودگی CFU/m^3 ۵/۲±۲/۵۶ گزارش گردیده است.

طبق جدول شماره ۱، در بیمارستان پورسینا تراکم آلودگی باکتریایی و قارچی به ترتیب بین ۲ تا ۵۶ درصد و ۵ تا ۳۳ درصد متغیر می باشد؛ بطوریکه در این بیمارستان، کمترین مقدار بیوآئروسل باکتریایی مربوط به باکتری اشریشیاکلای با ۲ درصد آلودگی در بخش ICU و بیشترین میزان آلودگی هم مربوط به باسیلوس ها می باشد که در بخش جراحی مردان مشاهده شده است و از لحاظ آلودگی های قارچی، کمترین میزان در بخش ICU با ۵ درصد آلودگی از گونه اسکوپولاریوپسیس و بیشترین میزان آلودگی مربوط به گونه پنی سیلیوم با ۳۳ درصد که در بخش اورژانس مشاهده شده است.

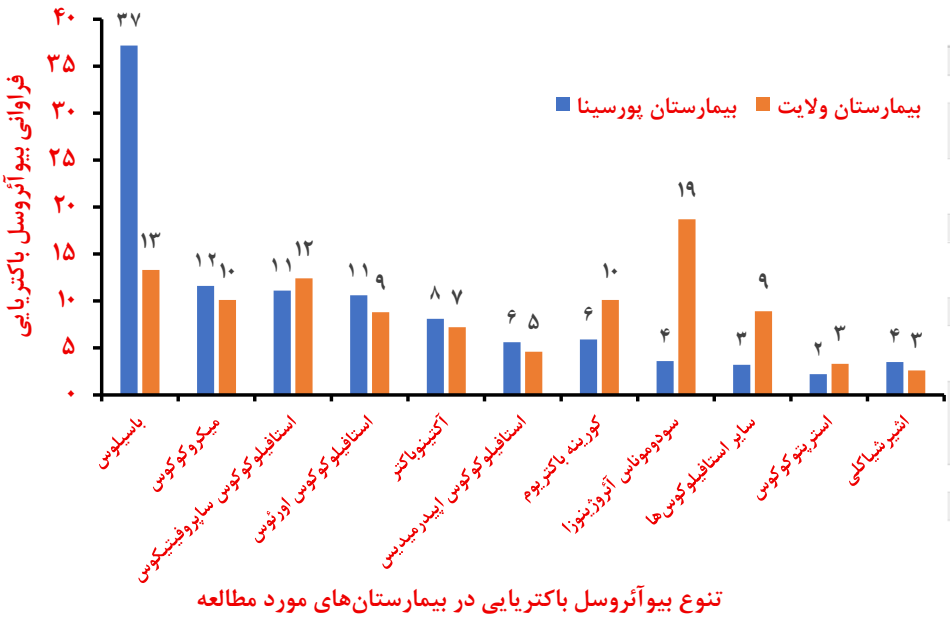
مطابق شکل شماره ۲، تراکم بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی در بیمارستان ولایت به ترتیب بین ۷ تا ۳۶ درصد و ۲ تا ۳۲ درصد متغیر می باشد؛ بطوریکه کمترین مقدار بیوآئروسل باکتریایی به میزان ۷ درصد در بخش ICU از نوع اشریشیاکلای و بیشترین مقدار آلودگی در ایستگاه پرستاری مشاهده گردید که ۳۶ درصد مربوط به استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس می باشد و از لحاظ آلودگی قارچی کمترین میزان آلودگی بخش عفونی مربوط به گونه نیگوسپورا با ۲٪ و بیشترین مقدار در بخش اورژانس با ۳۲٪ آلودگی و مربوط به گونه پنی سیلیوم می باشد.

تراکم و توزیع گونه های مختلف بیو آیروسل های باکتریایی و قارچی در دو بیمارستان براساس تست های مختلف تشخیص از بخش های مختلف بیمارستان در مجموع دو ۱۱ گونه مختلف بیوآئروسل باکتریایی و ۱۸ گونه بیوآئروسل قارچی مورد شناسایی قرار گرفته است. نتایج توزیع و مقادیر بیوآئروسل باکتریایی و قارچی در دو بیمارستان پورسینا و ولایت در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

طبق شکل شماره ۳، در بیمارستان پورسینا گونه غالب بیوآئروسل‌های باکتریایی به ترتیب شامل باسیلوس

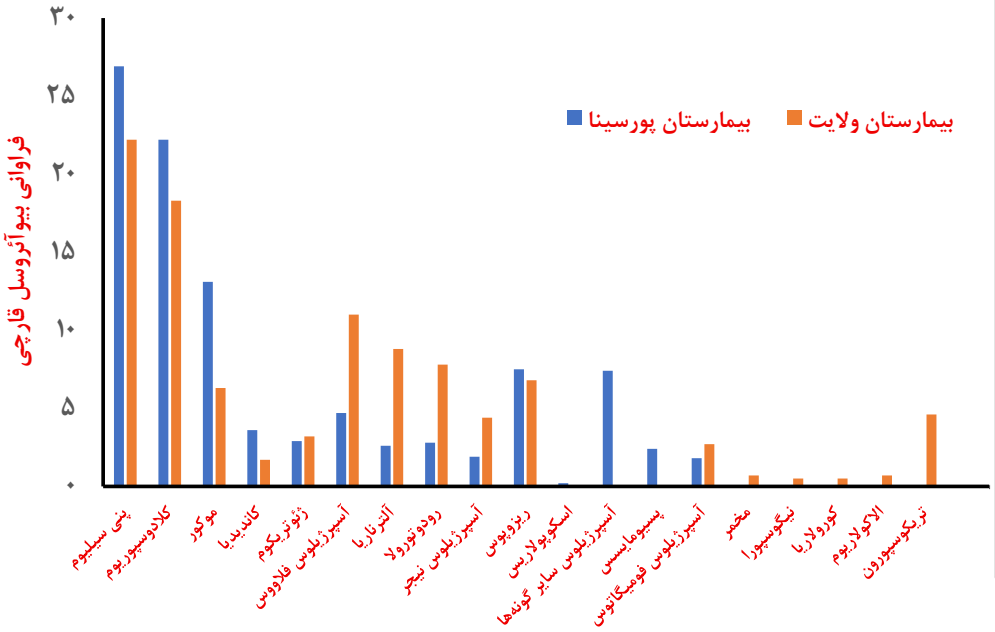
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]



بیمارستان / باکتری	ولایت	پورسینا
باسیلوس	۱۳/۳	۳۷/۲
میکروکوکوس	۱۰/۱	۱۱/۶
استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	۱۲/۴	۱۱/۱
استافیلوکوک اورئوس	۸/۸	۱۰/۶
اکتینوباکتر	۷/۲	۸/۱
استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس	۴/۶	۵/۶
کورینه‌باکتریوم	۱۰/۱	۵/۹
سودوموناس آئروژینوزا	۱۸/۷	۳/۶
سایر استافیلوکوکوس ها	۲/۶	۳/۲
استرپتوکوکوس	۲/۶	۲/۲
اشریشیا کلی	۲/۶	۳/۵

شکل ۲. فراوانی و توزیع بیو آئروسل های باکتریایی در دو بیمارستان پورسینا و ولایت رشت

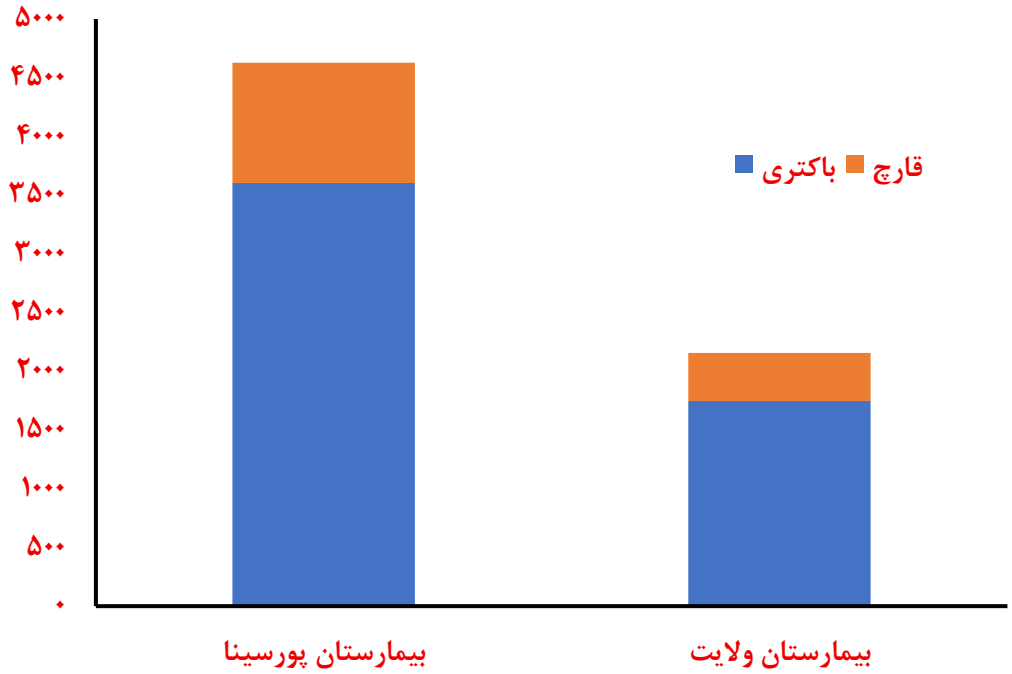


بیمارستان / باکتری	ولایت	پورسینا
پنی سیلیوم	۲۲/۲	۲۶/۹
کلادوسپوریوم	۱۸/۳	۲۲/۲
موکور	۶/۳	۱۳/۱
کاندیدا	۱/۷	۳/۶
ژئوتریکوم	۳/۲	۲/۹
آسپرژیلیوس فلاووس	۱۱	۴/۷
آلترناریا	۸/۸	۲/۶
رودوتورولا	۷/۸	۲/۸
آسپرژیلوس نیجر	۴/۴	۱/۹
ریزوپوس	۶/۸	۷/۵
اسکوپولاریس		۰/۲
آسپرژیلوس		۷/۴
پسیلومایسس		۲/۴
آسپرژیلوس فومیگاتوس	۲/۷	۱/۸
مخمر	۰/۷	
نیگوسپورا	۰/۵	
کورولاریا	۰/۵	
اولاکولاریوم	۰/۷	
تریکوسپورون	۴/۶	

شکل ۳. فراوانی بیوآئروسلهای قارچی در دو بیمارستان پورسینا و ولایت رشت

ها با ۳۷٪ (بیشتر باسیلوس سابتلیس، باسیلوس سرئوس ، سرکولاس و ....) و پس از آن گونه میکروکوکوس ها با ۱۲٪ و نهایتا استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس با ۱۱٪ جزء مهمترین و بیشترین بیوآئروسل های باکتریایی بودند و بیشترین تراکم مربوط به باسیلوس ها که در بخش های جراحی مردان و داخلی اعصاب بوده است و مهمترین بیوآئروسل های قارچی جداسازی شده شامل پنی سیلیوم ها حدودا ۲۷ ٪ و بعد آن کلادوسپوریوم

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]



شکل ۴. تراکم بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی در بیمارستان‌های مورد مطالعه

ها با ۲۲٪ و موکور با ۱۳٪ بیشترین آلودگی قارچی را شامل شده است، البته گونه های کاندیدا ، آسپرژیلیوس فلاووس و آلترناریا و .... در این بیمارستان ها تراکم های متفاوت مشاهده شده اند.

در بیمارستان ولایت هم مهمترین گونه های غالب بیوآئروسل باکتریایی در بخش های مختلف به ترتیب سودوموناس آئروژینوزا با ۱۸/۷٪، گونه باسیلوس با ۱۳/۳٪و در رتبه سوم استافیلوکوک ساپروفیتیکوس با ۱۲/۴٪ مشاهده شده است. البته گونه های اشرشیاکُلی، استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس ها با تراکم کمتری هم در این بیمارستان گزارش شده است و در بیوآئروسل قارچی در بیمارستان ولایت به ترتیب بیشترین گونه ها مربوط به پنی‌سیلیوم با ۲۲/۲٪، کلادوسپوریوم با ۱۸/۳٪و آسپرژیلیوس فلاووس با ۱۱٪گزارش شده است. البته برخی بیوآئروسل های قارچی کمیاب مثل نیگروسپورا، کورولاریا، اولاکولاریوم و برخی مخمرها با تراکم کمتر از ۲٪ در بیمارستان مشاهده است.

در شکل ۴ نسبت تراکم بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی در بیمارستان مورد مقایسه قرار گرفته است به طوری که تراکم بیوآئروسل باکتریایی و قارچی در بیمارستان پورسینا ۴ بوده و این نسبت در بیمارستان ولایت این نسبت در حدود ۴/۲ می باشد. همچنین نسبت بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی بیمارستان پورسینا نسبت به ولایت به ترتیب معادل ۲/۱ و ۲/۴ می باشد.

در بررسی آماری توصیفی تأثیر رطوبت هوا در تراکم و تنوع بیوآئروسل ها در دو بیمارستان که با مقایسه تغییرات تراکم و تنوع میکروبی اعم از قارچ و باکتری در شرایط رطوبتی مختلف و آنالیز واریانس نتایج تنوع و تراکم باکتریایی و قارچی نمونه برداری شده در شرایط رطوبتی مختلف، نشان داد دامنه تغییرات رطوبت هوا در شهر رشت از ۶۰ تا ۱۰۰ درصد در فصول مختلف و شرایط آب و هوایی در طول سال بود و بطور میانگین با تغییر ۱۰ درصد در رطوبت هوا، افزایش ۳/۷ درصد در تراکم و ۲/۸ درصد در تنوع بیوآئروسل های باکتریایی و افزایش ۴/۳ درصد در تراکم و ۳/۹ درصد در تنوع بیوآئروسل های قارچی مشاهده گردید. مقدار افزایش تراکم با آزمون ANOVA معنی دار بوده است (P-value < 0.05) ولی محققین نمی‌توانند تغییرات تراکم و تنوع بیوآئروسل در فصول مختلف را تنها به تغییرات جوی نسبت دهند. عدم بهره مندی از تهویه طبیعی در فصول سرد، برای فضاهای بیمارستانی که در آنها جریان تهویه رقتی برقرار نبود و یا در حد مقادیر توصیه شده استاندارد ANSI/ASHRAE/ASHE 170 نبوده است نیز بر تراکم و تنوع بیوآئروسل تأثیر گذار است.

در این مطالعه مقادیر ACH کلیه فضاهای مورد استفاده در بیمارستان های مورد مطالعه اندازه گیری شد. بررسی تأثیر قدمت بنا در تنوع و تراکم میکروبی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]
[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

برای فضاهایی انجام شد که کاربری مشابه هم داشته ولی سال ساخت آنها متفاوت از همدیگر بوده است. در بررسی تأثیر قدمت بنای بیمارستان در تراکم و تنوع بیوآئروسل‌های باکتریایی و قارچی، نتایج بدست آمده نشان داد قدمت بنا رابطه مستقیم با تراکم و تنوع بیوآئروسل‌های باکتریایی و قارچی داشته و تراکم و تنوع باکتریایی و قارچی در بناهای با قدمت بیشتر، بالاتر بوده است (P-value < 0.05).

بحث

همانگونه که از داده های جداول ۱ و ۲ مشاهده می گردد، مجموع بیوآئروسل ها باکتریایی و قارچی در بیمارستان پورسینا در بخش های اورژانس و ICU که در دو بیمارستان مشترک می باشد نسبت به بیمارستان ولایت بسیار بالاتر می باشد در حالی که مجموع تراکم بیوآئروسل باکتریایی و قارچی بخش ایستگاه پرستاری بیمارستان ولایت نسبت به بیمارستان پورسینا نسبتا بالاتر است که این نتایج با نتایج دیگر محققان همخوانی دارد، که در آن ها هم نشان داده است به طور متوسط تراکم بیوآئروسل های باکتریایی نسبت به بیوآئروسل های قارچی در محیط های بیمارستانی بالاتر است. از دلایل اصلی آن می تواند به بالاتر بودن تراکم افراد و پرسنل در این بخش ها مربوط باشد. همچنین تراکم بیوآئروسل های باکتریایی نسبت به بیوآئروسل قارچی در منابع مختلف و خاک بالاتر می باشد. البته باتوجه به اینکه وزن و اندازه بیوآئروسل های قارچی نسبت به بیوآئروسل های باکتریایی بیشتر می باشد باعث گردیده که در منابع مختلف و هوا تراکم بیوآئروسل های باکتریایی را افزایش دهد.

علت بالا بودن بیوآئروسول های باکتریایی در بخش های جراحی مردان، داخلی اعصاب و جراحی زنان بیمارستان پور سینا را می توان به دلیل ملاقات زیاد در این بخش ها و ورود میکروارگانیسم ها از محیط بیرون به داخل دانست.

علت تفاوت بین فراوانی برخی از گونه های مشاهده شده در دو بیمارستان می تواند مربوط به نوع بیماران بستری شده در بخش های مختلف دو بیمارستان، منابع خارجی در اطراف بیمارستان و لوازم مصنوعی مورد استفاده باشند.

مقدار ۲/۵ برابری متوسط مجموع بیوآئوسل های باکترایی و قارچی بیمارستان پورسینا به ولایت نشان دهنده نیاز به توجه و راهکار های عملی و حرفه ای بیشتری برای بیمارستان پورسینا نسبت به بیمارستان ولایت است.

یکی از دیگر دلایل بالاتر بودن نسبت تراکم بیو آئروسل ها در بیمارستان پورسینا نسبت به بیمارستان ولایت را می توان قدمت بالای بیمارستان پورسینا نسبت به ولایت دانست. به طوری که سیستم های تهویه بیمارستان پورسینا دچار فرسودگی شده و نیاز به بازسازی دارد ولی سیستم های تهویه بیمارستان ولایت از تکنولوژی جدیدتری برخوردار می باشد.

نتایج تحقیقات این گروه با دیگر محققین شباهت دارد به طوری که Jafari و همکاران بیشترین میزان تراکم باکتری ها را بخش زنان و کودکان مشاهده نمودند که به دلیل تراکم بالای افراد در این بخش است، در مطالعه ما نیز بیشترین تراکم در بخش جراحی اورژانس و جراحی اعصاب مشاهده شد و علت بالاتر بودن تراکم باکتری در این بخش ها را می توان به تعداد زیاد بیماران و همراهان آن ها و تهویه نسبتا نامناسب در این بخش ها بیان نمود (۱۲).

در مطالعه Azizifar و همکاران بیشترین تراکم بیوآئروسل های قارچی مشاهده شده در بخش زنان و مربوط به قارچ پنی سیلیوم بوده است. در مطالعه حاضر نیز بیشترین تراکم بیوآئروسل های قارچی مربوط به قارچ پنی سیلیوم ولی در بخش های جراحی اعصاب و مردان بود. نتیجه این دو مطالعه فقط از لحاظ بخش بیمارستانی با هم تفاوت دارد. ولی از نظر نوع قارچ و تراکم بیوآئروسل ها با مطالعه ما شباهت دارد (۱۳).

در مطالعه حاضر تراکم بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی از تنوع بالایی برخوردار بودند. مهمترین بیوآئروسول‌های باکتریایی شناسایی شده با فراوانی بیشتر جزء گرم مثبت‌ها بودند، که بیشتر شامل باسیلوس‌ها، استافیلوکوکوس ساپروفیتکوس، استافیلوکوکوس آرئوس، میکروکوکوس در بر می گرفتند ولی باکتری های گرم منفی از جمله گونه سودوموناس آئروژینوزا وE-Coli نیز با مقادیر کمتر در بیمارستان پورسینا شناسایی شدند.

مطالعه Veredو همکاران نیز در سال۲۰۱۵ فراوانی باکتری های گرم مثبت را ٪۸۸ و Tang این مقدار را بین٪۹۲-۹۰ گزارش کرده اند (۱۴). Faridi و همکاران در سال ۲۰۱۵ کلیه بیوآئروسل های شناسایی شده از محیط بیمارستان را گرم مثبت گزارش نمودند و هیچگونه باکتری گرم منفی را شناسایی نکردند (۱۵). از جمله دلایل بالاتر بودن باکتری های گرم مثبت به

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

دلیل وجود اسپور و مقاومت های آنتی بیوتیکی بالای باکتری های گرم مثبت نسبت به باکتری های گرم منفی می باشد. به طوریکه باکتری های گرم مثبت می توانند شرایط نامساعد محیطی را تحمل نموده و زنده بمانند. علاوه بر این باکتری های گرم مثبت، فلور طبیعی مناطق مختلف بدن انسان مثل پوست، بینی و... هستند که با داده های تحقیق حاضر نیز همخوانی دارد.

نتیجه گیری

بیمارستان پورسینا نسبت به بیمارستان ولایت دارای شدت و تراکم بالاتری از بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی است. در حالی که از نظر تنوع بیوآئروسل های قارچی بیمارستان ولایت نسبت به پورسینا دارای تنوع بیشتری است. همچنین بیمارستان پورسینا فاقد سیستم تهویه مناسب و مرکزی برای کنترل آلودگی است. لذا توصیه می شود با توجه به آخرین استانداردهای تهویه بیمارستانی با هدف کنترل و کاهش بار میکروبی، مداخلات مهم و فوری خصوصاً در یکی از بیمارستان‌های مورد بررسی که بیمارستان تخصصی سوانح و سوختگی می‌باشد و کنترل عفونت و میکروارگانیزم‌های پاتوژن حائز اهمیت فراوان می‌باشد، توصیه می‌گردد و می‌توان نقطه برش را در بقای بیمار ارتقاء داده و به ادامه حیات بیماران با درصدهای سوختگی بالاتر امیدوارتر بود. با توجه به نتایج حاصله می توان عنوان کرد که فاکتور های مهمی مانند نوع بیمارستان، بخش های مختلف بیمارستانی و بیمارانی که در آن‌ها پذیرش می شوند، تراکم جمعیتی هر بخش، تهویه بیمارستانی و متغیرهای محیطی مانند دما و رطوبت نسبی بر شدت و تنوع بیوآئروسل های باکتریایی و قارچی در محیط بسته بیمارستانی بسیار موثر است. یافته هایی که از این تحقیق به دست آمده است نشان دهنده تفاوت‌ها در تعداد و تنوع میکروبی بخش‌ها می باشد که خود نشان دهنده تفاوت‌ها در نوع و تراکم جمعیتی هر بخش، الگوی ضد عفونی و گندزدایی بوده و نقش تهویه رقتی در کنترل تراکم و تنوع میکروبی بخش‌های مورد مطالعه هر دو بیمارستان را پررنگ تر می نماید. هر دو بیمارستان در خصوص به کارگیری سیستم‌های تهویه بیمارستانی منطبق با استانداردهای روز (ANSI/ASHRAE/MSHE-170) حائز مشکلات فراوان بوده‌اند که نیازمند بهسازی می‌باشند.

درک و مدیریت فرآیندهای تولید و انتشار بیوآئروسل‌ها برای کنترل عفونت در محیط های بیمارستانی بسیار حائز اهمیت می باشد. تحقیقات ارتباط بالقوه ای را بین سندرم ساختمان بیمار (SBS) و سطوح بالا بیوآئروسل (bio-ISO) نشان می دهد. کیفیت پایین هوای داخل بیمارستان، که اغلب با بیوآئروسل ها همراه است، می تواند به علائم SBS مانند سردرد، خستگی و مشکلات تنفسی کمک کند. تحقیقات نشان می‌دهد که چگونه بیوآئروسل‌ها از منابع مختلف، از جمله سیستم‌های تهویه، بر سلامت ساکنان ساختمان تأثیر می‌گذارند. مطمئناً، سن یک ساختمان می‌تواند بر کیفیت هوای داخلی آن تأثیر بگذارد و به طور بالقوه به مسائل مرتبط با تأثیرات انتشار بیوآئروسل‌ها کمک نماید. ساختمان‌های قدیمی ممکن است فاقد سیستم های تهویه باشند یا سیستم‌های تهویه قدیمی داشته باشند که می‌تواند بر گردش هوا و کیفیت آن تأثیر بگذارد. علاوه بر این، مواد مورد استفاده در ساخت و ساز ممکن است در طول زمان خراب شوند و ذرات را در هوا آزاد کنند. تعمیر و نگهداری منظم و به روز رسانی سیستم های تهویه می تواند به کاهش نگرانی های بالقوه بیوآئروسل مرتبط با سن ساختمان کمک کند.

توصیه می شود به نقش فاکتور های دیگری مثل جریان هوای ورودی و خروجی به بخشهای مختلف، تاثیر زمان و فصول مختلف، تاثیر و نوع مواد ضدعفونی کننده در بیمارستان ها تعداد کارکنان مراقبت بالینی و خدماتی حتی ملاقات کنندگان به عنوان ریسک فاکتور های خطری مهم در تراکم بیوآئروسل های بیمارستانی مورد ارزیابی قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله صمیمانه از همکارای مدیریت، کارکنان و پرستاران بیمارستان های پورسینا و ولایت رشت قدردانی نموده و از حمایت معاونت تحقیقات و فناوری و مرکز تحقیقات بهداشت و محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی گیلان (IR.GUMS.REC.1397.32) از این پژوهش تقدیر و تشکر بعمل می آورند.

حمایت مالی

این پژوهش با حمایت معاونت تحقیقات و فناوری و مرکز تحقیقات سلامت و محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی گیلان (IR. GUMS. REC. ۱۳۹۷, ۳۲) انجام شده است .

ملاحظات اخلاقی

تمام موازین اخلاقی در مراحل نمونه‌گیری در

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

بیمارستان‌ها و همچنین اصول اخلاقی در انتشار و برونداد پژوهشی رعایت شده است..

کد اخلاق

IR.GUMS.REC.1397.32

مشارکت نویسندگان

دکتر مهدی جمشیدی راستانی، مشاوره علمی، همکاری در نمونه‌برداری از بیوآئروسل‌های بیمارستانی، ارزیابی تهویه و عوامل محیطی در داخل دو بیمارستان تحت بررسی

دکتر اسماعیل روح‌بخش، همکاری در تمام مراحل اجرای تحقیق

دکتر محمود حیدری، همکاری و نظارت در تمامی مراحل اجرای تحقیق

خانم یاسمن پوربخشی، همکاری در نمونه‌برداری از بیوآئروسل‌های قارچو باکتری بیمارستانی

خانم زهرا غفوری، همکاری در کشت نمونه‌های باکتریایی و قارچی و رنگ‌آمیزی نمونه‌ها

خانم نیلوفر شعبانی اربوسرا، همکاری در تهیه و اصلاح مقاله

سمیرا قیاسی، مشاوره علمی تحقیق، تجزیه و تحلیل نتایج

خانم شیوا محمد جانی کومله، همکاری در تهیه و اصلاح مقاله

محمد نعیمی جوبانی، همکاری در نمونه‌برداری از بیوآئروسل‌های قارچو باکتری بیمارستانی

دکتر علی مجتهدی، مشاور علمی تحقیق

خانم الهام یحیایی، همکاری در نمونه‌برداری از بیوآئروسل‌های قارچو باکتری بیمارستانی

خانم بهناز رحمتی، امور آزمایشگاهی و کشت نمونه‌های باکتریایی و قارچی، رنگ‌آمیزی نمونه‌ها

دسترسی آزاد

کپی‌رایت نویسنده(ها) ©2026: این مقاله تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 اجازهٔ استفاده، اشتراک‌گذاری، اقتباس، توزیع و تکثیر را در هر رسانه یا قالبی مشروط بر درج نحوهٔ دقیق دسترسی به مجوز CC، منوط به ذکر تغییرات احتمالی بر روی مقاله می‌داند. لذا به استناد مجوز یادشده، درج هرگونه تغییرات در تصاویر، منابع و ارجاعات یا سایر مطالب از اشخاص ثالث در این مقاله باید در این مجوز گنجانده شود، مگر اینکه در راستای اعتبار مقاله به اشکال دیگری مشخص شده باشد. در صورت درج نکردن مطالب مذکور و یا استفادهٔ فراتر از مجوز بالا، نویسنده ملزم به دریافت مجوز حق نسخه‌برداری از شخص ثالث است.

به‌منظور مشاهدهٔ مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 به نشانی زیر مراجعه شود:

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

REFERENCES

1. Sadeghi Hasanvand Z, Sekhavatjo MS. Assessment the bio-aerosols type and concentration in various wards of Valiasr Hospital, Khorramshahr during 2011. Iranian journal of health and environment. 2013 Sep 10;6(2):201-10.
2. Aslani Y, Saadat M, Etemadifar SH, Fazeli SM. The evaluation of different hospital equipment microbial contamination in medical training center Hajar of Shahrekord. Avicenna Journal of Nursing and Midwifery Care. 2009 Nov 10;17(12):19-29.
3. Haque M, Sartelli M, McKimm J, Bakar MA. Health care-associated infections–an overview. Infection and drug resistance. 2018 Nov 11:2321-33.
4. VALEDEYNI AF, ARZANLOU M, FAZLZADEH M, AMANI S, HAZRATI S. TYPES AND CONCENTRATION OF FUNGAL BIO-AEROSOLS OF INDOOR AIR OF IMAM KHOMEINI AND ALAVI HOSPITALS IN ARDABIL CITY IN 2016.
5. Choobineh A, Rostam R, Tabatabae SH. Assessment of BioaerosolsTypes and Concentration inAmbientAirof Shiraz University of Medical Sciences Educational Hospitals, 2008. Iran Occupational Health. 2009 Jul 10;6(2):69-76.
6. Valedeyni Asl F, Hazrati S, Arzanlo M, Fazlzadeh M. Assessment of bacterial bio-aerosols types and its concentration in the ambient air of educational hospitals of Ardabil University of Medical Sciences in 2016. Journal of Health and Safety at Work. 2018 Apr 10;8(1):15-28.
7. Hoseinzadeh E, Samarghandie MR, Ghiasian SA, Alikhani MY, Roshanaie G. Evaluation of bioaerosols in five educational hospitals wards air in Hamedan, during 2011-2012. Jundishapur Journal of Microbiology. 2013 Aug 1;6(6).
8. National Institute of Occupational Safety & Health

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]

9. (NIOSH). NIOSH Manual of Analytical Methods. Bioaerosol Sampling (Indoor Air), METHOD No:0800 , Issue 1: Fourth Edition, Ohio, USA. 1998
10. Khodabandelou, H., Rasoulzadeh, Y., Mirzaeei, R., & Rezaeei, M. A. (2016). Bio-aerosols variety and concentration in different hospital wards of Miandoab City in winter. Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences, 38(3), 58-65.
11. Nikpey, A., Choubdar, M., Dastamouz, A., & Rahmani, M. (2018). Evaluation of Indoor Air Quality in Different Hospital Wards by Bioaerosol Sampling and Particle Counting in 2016. Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume, 5(1), 53-60.
12. Jafari, A.J., Tangestani, M., Dobaradaran, S. et al. Seasonal evaluation of culturable bioaerosols and airborne particulate matter in Iranian hospital wards using a Monte Carlo health risk model. Sci Rep 15, 21952 (2025). https://doi.org/10.1038/s41598-025-04182-
13. 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
14. Verde SC, Almeida SM, Matos J, Guerreiro D, Meneses M, Faria T, Botelho D, Santos M, Viegas C. Microbiological assessment of indoor air quality at different hospital sites. Research in microbiology. 2015 Sep 1;166(7):557-63.
15. S. Faridi, K. Naddafi, H. Kashani, R. Nabizadeh, M. Alimohammadi, F. Momeniha, et al., Bioaerosol exposure and circulating biomarkers in a panel of elderly subjects and healthy young adults, Science of The Total Environment 2017 Vol. 593-594 Pages 380-389.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-09-16]

[DOI: 10.66224/ioh.23.1.3]