Journal of Ardabil University of Medical Sciences

Vol. 19, No. 4, Winter 2020, Pages 501-509

Determination of the Type and Concentration of Bacterial Bioaerosols in Ardabil Universities (Indoors and Outdoors) in 2020

Sadigh A[1], Fataei E*[1], Arzanloo M[2], Imani AA[1]

1. Department of Environmental Science and Engineering, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran
2. Department of Microbiology, School of Medicine, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.
**** Corresponding author.*** Tel: +984533510058, Fax: +984533512004, E-mail: eafataei@gmail.com

Received: Oct 22, 2019 Accepted: Dec 21, 2019

ABSTRACT

Background & objectives: The purpose of this study was to determine the bacterial bioaerosols in indoor air of Ardabil universities and to investigate the factors affecting their concentration in Ardabil city.

Methods: Air sampling was performed using Andersen single-stage sampler at a flow rate of 28.3 liters per minute and a respiratory range of 10 min. In this study, trypticase soy agar containing cycloheximide antibiotic was used for bacterial culture. Biochemical tests such as DNase, catalase, oxidase, coagulase, bile esculin hydrolysis test, urease, citrate test, antibiotic resistance to novobiocin, bacitracin and optochin were used for identification and differentiation of isolates.

Result: The mean bacterial concentration in Ardabil university of medical sciences in the open air, outside the college, the halls, the classrooms and the staff rooms was 18, 88.4, 76.6, 77.4 CFU/m^3 , respectively. The concentration of bacteria in Islamic Azad university of Ardabil in the open air, outside the college, the halls, the classrooms and the staff rooms was 103, 97, 124, 132 CFU/m^3, respectively. The dominant species of bacteria in indoor air were *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, Actinomycetes and Bacillus, respectively.

Conclusion: According to the results of this study, it is found that the concentration of bacterial bioaerosols in indoor air is not more than standard, but the abundance of bacterial species can cause lung, intestinal and other diseases in academic personnel, staff and students in the long-term.

Keywords: Bioaerosols; Indoors and Outdoors; Bacterial; Ardabil Universities

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-06-03]

[DOI: 10.29252/jarums.19.4.501]

تعیین نوع و غلظت بیوآئروسل‌های باکتریایی در هوای (داخل و بیرون) دانشگاه‌های اردبیل در سال ۱۳۹۸

انوشیروان صدیق[۱]، ابراهیم فتائی[۱]، محسن ارزنلو[۲]، علی اکبر ایمانی[۱]*

۱. گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

۲. گروه میکروب شناسی، انگل شناسی و ایمنی شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۴۵۳۳۵۱۰۰۵۸ فاکس: ۰۴۵۳۳۵۱۲۰۰۴ پست الکترونیک: eafataei@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: این مطالعه با هدف تعیین بیوآئروسل‌های باکتریایی در هوای داخل دانشگاه های اردبیل و بررسی فاکتورهای تاثیرگذار بر روی غلظت آنها در شهر اردبیل انجام گرفته است.

روش کار: نمونه برداری هوا با استفاده از نمونه بردار تک مرحله اندرسون با دبی ۲۸/۳ لیتر در دقیقه و مدت زمان ۱۰ دقیقه از محدوده تنفسی افراد انجام می گرفت. در این مطالعه ازتریپتیک سوی آگار به همراه آنتی بیوتیک سیکلوهگزآمید برای کشت استفاده گردید. برای تشخیص افتراقی باکتری‌ها از روش‌های تشخیص بیوشیمیایی شامل تست‌های DNase، کاتالاز، اکسیداز، کواگولاز، تست هیدرولیز اسکولین صفراوی، اوره‌آز، تست سیترات، مقاومت به آنتی بیوتیک نووبیوسین و باسیتراسین، اپتوچین استفاده شد.

یافته ها: میانگین غلظت باکتری‌ها در دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل به ترتیب در هوای آزاد بیرون دانشکده، سالن‌ها، کلاس‌ها و اتاق‌های اساتید و کارکنان برابر ۱۸، ۸۸/٤، ۷۶/۶، ۷۷/٤ CFU/m^3 بود و میانگین غلظت باکتری ها در دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل به ترتیب در هوای آزاد بیرون دانشکده، سالن‌ها، کلاس‌ها و اتاق‌های اساتید و کارکنان برابر ۱۰۳، ۹۷، ۱۲٤، ۱۳۲ CFU/m^3 بود. گونه های غالب باکتری‌ها در هوای داخل دانشکده ها به ترتیب شامل *استافیلوکوک اورئوس*، *استافیلوکوک اپیدرمیدیس*، اکتینومیست و باسیلوس می‌باشند.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج این مطالعه مشخص می‌شود که غلظت بیوآئروسل‌های باکتریایی در هوای داخل دانشکده ها بیش از استاندارد نمی‌باشند ولی فراوانی گونه های باکتریایی می‌تواند باعث بیماری‌های ریوی، روده ای و سایر بیماری در اساتید، کارکنان و دانشجویان در دراز مدت شود.

واژه های کلیدی: بیوآئروسل ها، هوای داخل و بیرون، باکتریایی، دانشگاه های اردبیل

دریافت: ۱۳۹۸/۷/۳۰ **پذیرش:** ۱۳۹۸/۹/۳۰

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-06-03]

[DOI: 10.29252/jarums.19.4.501]

مقدمه

هوا یکی از عوامل اساسی و مهم حیات موجودات زنده اعم از انسان، حیوان و گیاه بوده و بدون آن لحظه ای زندگی ممکن نیست [۱]. انسان در طول ۲٤ ساعت حدود ۲۰ مترمکعب هوا و میکرو ارگانیسم‌های موجود در آن را استنشاق می‌کند. میکرو ارگانیسم‌های غیربیماری زا مشکل خاصی ایجاد نمی‌کنند، اما برخی از انواع میکروارگانیسم‌ها بیماری زا بوده و سلامتی انسان

را به خطر می‌اندازند [۲]. هوا ضروری‌ترین نیاز بشر است که حاوی ذرات و میکروارگانیسم‌های مختلفی است [۳]. اکثر مردم بیش از ۹۰ درصد از زندگی خود را در محیط داخل (شامل خانه، ادارات، مدارس) می‌گذرانند، که در معرض برخی از عوامل محیطی داخلی (بیوآئروسل‌ها) قرار گرفته و می‌تواند اثرهای منفی بر سلامتی و وضعیت جسمانی افراد داشته باشند [٤]. بیوآئروسل‌ها برای یک مدت طولانی می‌توانند به صورت معلق در هوا باقی بمانند و می‌توانند به صورت زنده یا غیر زنده در هوا وجود داشته باشند [۵]. امروزه بیش از ۹۰ درصد زندگی افراد در محیط‌های داخل سپری می‌شود [۶]. بنابراین مواجهه با بیوآئروسل‌ها در محیط‌های بسته افزایش یافته بطوری که ۳٤-۵ درصد آلودگی هوای داخل ساختمان مربوط به این ذرات هوابرد است [۷،۸]. هوای محیط‌های بسته ممکن است حاوی انواع میکروارگانیسم‌ها از قبیل باکتری، قارچ و ویروس باشد که برخی از آن‌ها می‌توانند سلامت انسان را تحت تاثیر قرار دهند [۹].

آلودگی هوا عبارت است از حضور یک یا چند آلاینده در اتمسفر بیرونی در غلظت و مدت زمانی معین، به‌طوری که به سلامت انسان، گیاه یا حیوانات صدمه بزند یا در رفاه زندگی انسان اختلال ایجاد کند [۱۰]. غلظت‌های آلودگی هوای داخل بستگی به فاکتورهای زیادی از جمله منابع داخلی و میزان انتشار، میزان تبادل هوا، نفوذ آلاینده‌های خارجی به محیط داخل و میزان ته نشست یا حذف آلاینده‌ها روی سطوح داخلی دارد [۱۱]. آلودگی هوا، در هر دو محیط داخلی و خارجی، اغلب علت عمده مشکلات بهداشت محیطی در نظر گرفته می‌شود. در سال‌های اخیر نگرانی عمومی در زمینه کیفیت هوای داخل ساختمان مورد توجه محققین قرار گرفته است [۱۲].

بیوآئروسل‌ها از راه‌های مختلف وارد بدن انسان می‌شوند و اثرات بهداشتی مختلفی را ایجاد می‌کنند [۱۳]. مواجهه با بیوآئروسل‌های باکتریایی می‌تواند باعث طیف وسیعی از عوارض مثل ایجاد التهاب و تحریک در سیستم دستگاه تنفس فوقانی و تحتانی و واکنش‌های آلرژیک در ریه‌ها بویژه در افراد حساس شوند [١٤]. کیفیت هوای داخل مدارس و تأثیر آن بر سلامت دانش آموز در مطالعات بهداشت عمومی از اهمیت زیادی برخوردار هستند. متوسط زمان حضور دانش آموزان در مدارس ۶ ساعت می‌باشد [۱۵]. دانش آموز در مواجهه با عوامل فیزیکی، شیمیایی و میکروبی هوابرد در داخل کلاس قرار دارد. انتقال هوابرد یکی از مسیرهای سرایت بیماری‌های عفونی در دانش آموز محسوب می‌شود [۱۶]. نوع و تعداد آئروسل‌های بیولوژیکی هوابرد در داخل کلاس با انتشار بیماری‌ها در دانش آموزان ارتباط دارد؛ بنابراین، کنترل غلظت و قابلیت زیست آئروسل‌های بیولوژیکی در هوای داخلی مدارس ضرورت دارد [۱۷]. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی سالیانه ۵۰۰۰۰۰۰ نفر پیش از رسیدن به سن بلوغ در اثر مواجهه با آئروسل‌های هوابرد می‌میرند [۱۸]. میکروارگانیسم‌ها به ویژه قارچ‌ها و باکتری‌ها نشان داده اند که از مخاطره بهداشتی برای دانش آموزان برخوردار هستند .تعداد اسپور قارچ‌ها در شرایط معمولی ١٠٤-١٠٣ عدد در مترمکعب هوا می‌باشد. سازمان محیط زیست تایوان استاندارد تعداد باکتری‌ها و قارچ‌ها را در هوای داخلی مدارس برحسب CFU/m^3 به ترتیب ۵۰۰ و ۱۰۰ تعیین کرده است[۱۹]. طبق مطالعات انجام شده در مورد آئروسل‌های بیولوژیکی در هوای داخلی برخی از صنایع قالیبافی و مراکز بهداشتی و درمانی (بیمارستان‌ها) مناطقی از کشور ما نظیر اصفهان، شیراز و همدان نیز دارای آئروسل‌های بیولوژیکی با غلظتی بیش از استانداردهای کشوری می‌باشند [۲۰-۱۸].

افزایش عایق بندی ساختمان همراه با تهویه ضعیف، محیط‌هایی را با تماس بالا با بیوآئروسل‌ها بویژه کپک‌ها ایجاد کرده است. مطالعات انجام شده توسط

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-06-03]
[DOI: 10.29252/jarums.19.4.501]

آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا نیز مؤید این واقعیت است که آلودگی هوای محیط‌های بسته، مخاطره‌انگیزتر از آلودگی هوای آزاد است [۲۱]. مشکل کیفیت هوای فضاهای بسته زمانی مطرح و جدی شد که ساکنان برخی فضاها از ناراحتی‌هایی مثل ریزش مو، خارش پوست، چشم، حساسیت، خستگی، سردرد و سرگیجه شکایت داشتند. بیماری‌های مربوط به ساختمان[1] عبارتی است که اشاره بر بیماری‌هایی دارد که با در معرض قرار گرفتن هوای ساختمان، بروز می‌کنند. بیوآئروسل‌ها از راه‌های مختلف (استنشاق، بلع یا جذب پوستی) وارد بدن انسان می‌شوند و اثرات بهداشتی مختلفی را ایجاد می‌کنند که شامل بیماری‌های واگیر، اثرات سمی حاد، آلرژی و سرطان می‌شود. استنشاق مهمترین مسیر انتقال این میکروارگانیسم‌ها به بدن می‌باشد. عفونت تنفسی و تضعیف عملکرد ریه از اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با بیوآئروسل‌ها است. با در نظر گرفتن این که کودکان به نسبت وزن بدن هوای بیشتری از بزرگسالان دریافت می‌کنند و افراد سالخورده نیز سیستم دفاعی ضعیفی دارند بنابراین خطر تماس این افراد با بیوآئروسل‌ها بسیار بیشتر است. فاکتورهای محیطی از قبیل دما، رطوبت و میزان تهویه تأثیر به سزایی در غلظت بیوآئروسل‌های داخل ساختمان دارد [۲۱]. فعالیت‌هایی مانند صحبت کردن، عطسه کردن، سرفه کردن، راه رفتن، شستشو و غیره می‌توانند عامل تولید ذرات معلق بیولوژیکی باشند. گاهی اوقات مواد غذایی، گیاهان و حیوانات خانگی، مواد چوبی و مواد تشکیل دهنده مبلمان، منسوجات و فرش، اسپورهای قارچ را در هوا آزاد می‌سازند [۲۲]. هوا که ضروری ترین نیاز بشر است حاوی میکروارگانیسم‌های مختلفی بوده که قادرند عامل بیماری‌های عفونی و آلرژیک در انسان باشند. در هر دم که هوا وارد شش‌های انسان می‌شود باکتری‌های موجود در آن نیز می‌توانند وارد بدن شده و ایجاد عفونت و یا عوارض آلرژیک نمایند که این مهم به نوع و تعداد باکتری‌های موجود در هوا بستگی دارد. هوا محیطی نامساعد برای زندگی میکروارگانیسم ها است. فقدان ماده غذایی، عدم وجود رطوبت کافی، درجه حرارت نامناسب، اثر مرگ آور نور خورشید و عمل خشک کنندگی آن، محیط را برای میکروب‌ها غیر قابل زیست می‌نماید اما راهی مناسب برای انتقال و سرایت بیماری است. هر شخص به طور متوسط حدود ۱۲۰۰۰ تا ۱٤۰۰۰ لیتر هوا را روزانه تنفس می‌کند. به همین علت بیش از ۹۹ درصد میکروب‌های هوا را می‌توان از دستگاه تنفسی افراد جداسازی نمود. ایجاد عفونت در دستگاه تنفسی به نوع و تعداد میکروارگانیسم های موجود در هوا بستگی دارد [۲۳].

روش کار

محل نمونه‌برداری

این مطالعه توصیفی در دانشگاه‌های اردبیل (آزاد اسلامی و علوم پزشکی اردبیل) در پاییز ۱۳۹۸ انجام گرفت. در این مطالعه، پس از مشخص‌شدن وضعیت تهویه از هوای تنفسی از قسمت‌های مختلف دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی و دانشکده پزشکی، علوم پزشکی اردبیل در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری و نمونه‌ها از نظر وجود بیوآئروسل‌های باکتریایی، دما و رطوبت نسبی مورد بررسی قرار گرفتند. محل نمونه‌برداری شامل سالن‌های طبقات، کلاس‌های درس، آزمایشگاه‌ها، سالن‌های اجتماعات، اتاق‌های کاکنان و اساتید بود. ضمناً جهت مقایسه وضعیت باکتریولوژیکی هوا و مقایسه آنها با هم دیگر از محیط‌های بیرونی دانشکده‌های دانشگاه‌ها نیز نمونه‌برداری هوا انجام گرفت. هنگام نمونه‌برداری، اطلاعات هریک از نمونه‌ها شامل نوع محیط کشت، زمان و مکان نمونه‌برداری، مدت زمان نمونه‌برداری، نوع تهویه، تعداد افراد حاضر در هر بخش، دما و

[1] Building Related Illness

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-06-03]

[DOI: 10.29252/jarums.19.4.501]

رطوبت نسبی هوا توسط پرسشنامه محقق جمع‌آوری شد.

نمونه‌برداری از هوای داخل سالن‌ها

روش نمونه‌برداری از هوای داخل قسمت‌های مختلف دانشکده‌ها طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) انجام گرفت. نمونه‌برداری در این تحقیق با استفاده از نمونه بردار تک مرحله اندرسون مدل ZTHV 02 ساخت شرکت Zefon آلمان با دبی ۲۸/۳ لیتر در دقیقه با مدت زمان نمونه‌برداری ۱۵-۱۰ دقیقه صورت گرفت. دبی پمپ نمونه‌برداری قبل از نمونه‌برداری با استفاده از کالیبراتور دیجیتال (Defender) کالیبره شد. جهت نمونه‌برداری، دستگاه نمونه‌بردار در ارتفاع ۱۵۰-۱۲۰ سانتی متر از سطح زمین (در ناحیه تنفسی افراد) و با فاصله بیش از ۱ متری از دیوارها و موانع استقرار یافت. محیط کشت مورد استفاده در این پژوهش شامل تریپتیک سوی آگار به همراه آنتی بیوتیک سیکلوهگزآمید ساخت شرکت سروآ به عنوان ضدقارچ برای نمونه‌های باکتریایی استفاده می‌شد که با حفظ شرایط استریل کامل درآزمایشگاه ساخته شد و تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شدند. در هر بار نمونه‌برداری لازم بود شرایط استریل برای نمونه‌ها مهیا گردد. از این رو، پیش از آنکه محیط کشت در داخل نمونه بردار قرار بگیرد، کاست با استفاده از الکل اتانول ۷۰٪ ضد عفونی و خشک شد تا هرگونه آلودگی اولیه زدوده شود. پس از نمونه‌برداری اطراف پلیت‌ها با پارافیلم درزگیری شد تا خطای ناشی ازآلودگی ثانویه کاهش یابد. پلیت‌ها بعد از نمونه‌برداری در جعبه حمل و نقل گذاشته شد و به آزمایشگاه منتقل شد. ضمنا در هر بار نمونه‌برداری، دما و رطوبت نسبی به وسیله دستگاه WBGT مدل MK427JY ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. همچنین به ازای هر سالن ورزشی، یک نمونه نیز از محیط خارجی سالن ورزشی به عنوان نمونه شاهد مطابق روش ارائه شده برای نمونه‌برداری محیط‌های داخل گرفته شد.

کشت و شناسایی باکتری‌ها

برای شناسایی گونه‌های باکتریایی، محیط کشت‌ها در دمای ۳۵°C به مدت ۲٤ الی ٤۸ ساعت انکوبه می‌شد. برای تشخیص افتراقی باکتری‌ها از روش‌هایی مثل رنگ آمیزی گرم و روش‌های تشخیص بیوشیمیایی شامل تست‌های DNAse، کاتالاز، اکسیداز، کواگولاز، تست هیدرولیز اسکولین صفراوی، اوره‌آز، تست سیترات، مقاومت به آنتی بیوتیک نووبیوسین و باسیتراسین، اپتوچین، مصرف قندها و سایر تست‌های افتراقی استفاده شد و در نهایت نمونه‌های هوا بر اساس CFU/m^3 گزارش شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

در این طرح پژوهشی برای تجزیه و تحلیل از آمار توصیفی جهت تعیین میانگین، توزیع و انحراف معیار استفاده شد و از آمار تحلیلی برای تعیین تفاوت داده‌ها، همبستگی متغیرها و اخذ روابط وابستگی استفاده شد. برای بررسی ارتباط بین دما و رطوبت با تراکم باکتری‌ها از آزمون ضریب هم بستگی پیرسون استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-20 صورت گرفت. در نهایت نتایج حاصل از شمارش کلنی‌ها با استاندارد ارائه شده از طرف WHO ($۵۰۰CFU/m^3$) مقایسه شد [۲٤].

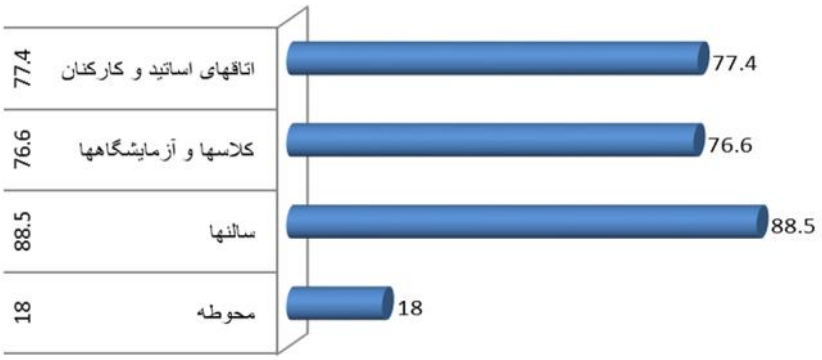
یافته‌ها

در این بررسی از دانشگاه‌های اردبیل (آزاد اسلامی و علوم پزشکی) جمعاً ۸۰ مورد نمونه تهیه شد و تراکم بیوآئروسول‌ها بر اساس CFU/m^3 گزارش گردید. میانگین غلظت باکتری‌ها در هوای داخل دانشکده‌ها و هوای آزاد بیرون دانشکده‌های مورد بررسی در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است. همانطور که در آنها دیده می‌شود، میانگین غلظت باکتری‌ها در دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل به ترتیب در (هوای آزاد بیرون دانشکده، سالن‌ها، کلاس‌ها و

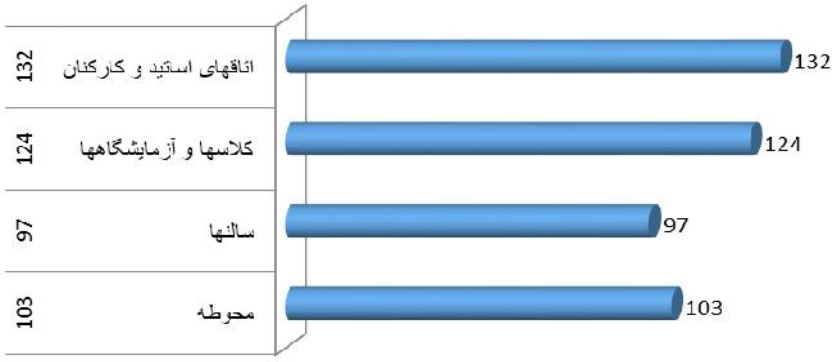
[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-06-03]
[DOI: 10.29252/jarums.19.4.501]

اتاق‌های اساتید و کارکنان) برابر ۸۸/٤،۱۸، ۷۶/۶، ۷۷/٤ CFU/m^3 می‌باشد و میانگین غلظت باکتری‌ها در دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل به ترتیب در هوای آزاد بیرون دانشکده، سالن‌ها، کلاس‌ها و اتاق‌های اساتید و کارکنان برابر ۱۰۳، ۹۷، ۱۲٤، ۱۳۲ CFU/m^3 می‌باشد. در مطالعه حاضر بالاترین غلظت باکتری‌ها در کلاس شماره ۷ دانشکده پزشکی دانشگاه علوم‌پزشکی اردبیل (۲۳۰CFU/m^3) مشاهده شد و پایین‌ترین غلظت باکتری‌ها مربوط به کلاس شماره ۵ دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل (۲۲CFU/m^3) بود. لازم بذکر است که میانگین دما و رطوبت نسبی برای دانشگاه علوم پزشکی به ترتیب ۲٤/۱۳ درجه سلسیوس و ۲۹/۸۷ درصد و برای دانشگاه آزاد اسلامی به ترتیب برابر ۲۲/۲۶ درجه سلسیوس و ۳۶/۵۳ درصد بدست آمد.

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد بین ٤ مکان مورد مطالعه فقط از نظر دما و تعداد نفر اختلاف معنی‌دار بود، در حالی‌که از نظر سایر خصوصیات مطالعه شده بین مکان‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید.



شکل ۱. میانگین تراکم باکتری‌ها در هوای دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل



شکل ۲. میانگین تراکم باکتری‌ها در هوای دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل

بررسی نتایج نمونه‌های هوای تنفسی دانشکده‌ها نشان داد ۷۵ درصد هوای تنفسی دانشکده پزشکی و ۹۰ درصد هوای تنفسی دانشکده علوم آلوده به *استافیلوکوک اورئوس* بود و ۶۰ درصد هوای تنفسی دانشکده پزشکی و ۲۵ درصد هوای تنفسی دانشکده علوم آلوده به *استافیلوکوک اپیدرمیدیس* بود و *استافیلوکوک ساپروفتیکوس*، *انتروکوک فکالیس*، *انتروکوک فاسیوم*، *انتروباکتریاسه*، *باسیلوس* و اکتینومایست در درصدهای پایین بودند (جدول ۱).

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-06-03]
[DOI: 10.29252/jarums.19.4.501]

جدول ۱. درصد فراوانی باکتری‌ها در هوای تنفسی داخل دانشکده‌های دانشگاه‌های اردبیل

نام دانشگاه	اکتینومیست	*باسیلوس*	*انتروباکتریاسه EC*	*انترو کوک فاسیوم*	*انتروکوک فکالیس*	*استافیلوکوک ساپروفتیکوس*	*استافیلوکوک اپیدرمیدیس*	*استافیلوکوک اورئوس*
علوم پزشکی	۱۷/۵	۷/۵	۲/۵	۲/۵	۱۲/۵	۲/۵	۶۰	۷۵
آزاد اسلامی	۰	٤۰	۰	۲/۵	۵	۰	۲۵	۹۰

بحث

یافته‌های تحقیق نشان داد که بیشترین و کمترین میانگین غلظت باکتری‌ها در بین دانشکده‌های مورد بررسی به ترتیب مربوط به هوای تنفسی اتاق‌های اساتید و کارکنان دانشکده پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل ($۱۳۲CFU/m^3$) و هوای آزاد بیرون دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ($۱۸CFU/m^3$) بود. دلیل آن بسته بودن هوای تنفسی و حضور افراد بیش از حد استاندارد در فضای آموزشی و عدم تهویه مناسب می‌تواند باشد. با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین درصد باکتری‌های موجود در هوای تنفسی دانشکده پزشکی و دانشکده علوم مربوط به باکتری‌های به *استافیلوکوک اورئوس* و *استافیلوکوک اپیدرمیدیس* بود. صادقی و همکاران مطالعه ای با هدف بررسی نوع و تراکم بیوآئروسل‌ها در هوای بخش‌های مختلف بیمارستان ولیعصر شهرستان خرمشهر انجام دادند. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین غلظت آلودگی در فصل بهار با غلظت ۵۱/۲۳۸ و در پاییز با غلظت CFU/ml ۱۶۷/۰۲ مربوط به بخش عفونی و کمترین میزان آلودگی به بخش CCU بود. همچنین در مطالعه ایشان بیشترین باکتری شناسایی شده در نمونه هوا مربوط به *استافیلوکوکوس اپیدرمیس* با ۹۳/ ۲۵ درصد بود [۳]. همچنین در مطالعه ای که توسط سودارسانام[1] و همکاران با هدف بررسی باکتری و قارچ‌های موجود در بیمارستان‌های منتخب در هندوستان انجام شد نتایج نشان داد که باکتری‌های *استافیلوکوکوس* و *میکروکوکوس* به عنوان بیشترین نوع باکتریایی در نمونه‌های هوا بودند [۲۵]. در مطالعه ای دیگر آسان[2] و همکاران جنس‌های باکتریایی غالب در هوای داخل و آزاد مراکز مراقبت از کودکان یا شیرخوارگاه‌ها در ترکیه را مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد که بیشترین جنس باکتریایی در نمونه‌های هوا مربوط به باکتری‌های *اسافیلوکوکوس* و *میکروکوکوس* بوده اند [۲۶] که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

نتایج آزمون تی دو نمونه ای مستقل نشان داد بین دو دانشگاه از نظر همه خصوصیات ارزیابی شده به استثناء تعداد نفر در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار بود بطوری‌که مقایسه میانگین نشان داد که از نظر متوسط تعداد کلنی باکتری‌ها و رطوبت نسبی، دانشگاه آزاد بیش از دانشگاه علوم پزشکی بود ولی از نظر دما علوم پزشکی بیشتر از آزاد اسلامی بود.

بر اساس نتایج به دست آمده فراوان‌ترین باکتری‌های شناسایی شده در هوای دانشگاه‌ها، استافیلوکوک کواگولاز منفی و انتروکوک به دست آمدند. از میان این میکروارگانیسم‌ها استافیلوکوک کواگولاز منفی و انتروکوک در هر دو دانشگاه مشاهده شدند که هر دو باکتری از نوع کوکسی‌های گرم مثبت می‌باشند. غلظت بالایی از کوکسی‌های گرم مثبت در هوا ممکن است به دلیل حساسیت کمتر این باکتری‌ها به فشار یا حرارت محیطی باشد که پژوهش انجام شده نوروزی و همکاران در دانشگاه گرگان مطابقت دارد [۲۷]، علیرغم این که استافیلوکوک کواگولاز منفی زیاد سمی نمی‌باشد و لیکن از علل مهم عفونت در گروه‌های پرخطر به شمار می‌رود. استافیلوکوکوس‌ها به خشک‌سازی و

[1] Sudharsanam

[2] Asan

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-06-03]

[DOI: 10.29252/jarums.19.4.501]

شرایط سخت مقاوم هستند و این ویژگی زندگی آن‌ها را در محیط، تکثیر در مواد غذایی و سرایت‌پذیری تسهیل می‌کند [۲۸]. انترکوک‌ها باکتری مقاوم در شرایط سخت بوده بنابراین قادر به زنده‌ماندن در هوا می‌باشد [۹].

نتیجه گیری

بطور کلی نتایج این بررسی نشان داد که تراکم بیوآئروسل‌ها در هوای داخل دانشکده‌ها بیشتر از هوای آزاد می‌باشد. همچنین بیشترین درصد باکتری‌های موجود در نمونه‌های هوای تنفسی مورد بررسی مربوط به باکتری‌های *استافیلوکوک اورئوس* و *استافیلوکوک اپیدرمیدیس* بود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق مستخرج از پایان نامه دانشجویی دکترای تخصصی مهندسی محیط زیست گرایش آلودگی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل با کد پایان‌نامه ۱۱۹۴۸۱۴۶۲۶۴۴۱۸۱۱۳۹۸۱۵۷۵۹۹ می‌باشد. لذا از ریاست محترم، معاونت‌های آموزشی و پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل بخاطر همکاری در تسهیل انجام این طرح تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از همکاری جناب آقای دکتر مهدی فضل زاده، دکتر عبداله درگاهی و دکتر پیمان آذغانی که در روند انجام این پژوهش کمک شایانی نمودند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌شود.

References

1- Fazlzadeh Davil M, Rostami R, Zarei A, Feizizadeh M, Mahdavi M, Mohammadi A, et al. A survey of 24 hour variations of BTEX concentration in the ambient air of Tehran. J Babol Univ Med Sci. 2012 winter;14:50-5. [Full text in Persian]

2- Khamutian R, Najafi F, Soltanian M, Shokoohizadeh M J, Poorhaghighat S, Dargahi A, et al . The association between air pollution and weather conditions with increase in the number of admissions of asthmatic patients in emergency wards: a case study in Kermanshah. Med J Islam Repub Iran. 2015; 29 (1) :558-565

3- Sadeghi Hasanvand Z, Sekhavatjo MS. Assessment the bio-aerosols type and concentration in various wards of Valiasr Hospital, Khorramshahr during 2011. Iran J Health Environ. 2013 Summer;6(2):201-10. [Full text in Persian]

4- Harbizadeh A, Goudarzi G. Investigation of microbial quantity of indoor and outdoor air of selected daycare centers in different districts and seasons of Ahvaz. New Cell Molecular Biotech J. 2018 Jan 10;8(29):78-96.

5- Malakootian M, Amiri Gharghani M. Investigation of type and density of bio-aerosols in air samples from educational hospital wards of Kerman city, 2014. Environ Eng Manag J. 2016;3(4):197-202.

6- Dehghanzadeh R, Ansarian K, Aslani H. Concentrations of carbon monoxide in indoor and outdoor air of residential buildings. J Health. 2013, 3.4: 29-40. [Full text in Persian]

7- Kim N, Park M, Yun YS, Park D. Removal of anionic arsenate by a PEI-coated bacterial biosorbent prepared from fermentation biowaste. Chemosphere. 2019 Jul 1;226:67-74.

8- Bhatia L. Impact of bioaerosols on indoor air quality-a growing concern. Adv Biores. 2011 December;2(2):120-3.

9- Naddafi K, Rezaei S, Nabizadeh R, Younesian M, Jabbari H. Density of Airborne Bacteria in a Children Hospital in Tehran. Iran J health environ. 2009;1(2):75-80. [Full text in Persian]

10- Douwes J, Thorne P, Pearce N, Heederik D. Bioaerosol Health Effects and Exposure Assessment: Progress and Prospects. 2003 Dec,47(3):187-200.

11- Sen B, ASAN A. Fungal flora in indoor and outdoor air of different residential houses in Tekirdag City (Turkey): Seasonal distribution and relationship with climatic factors. Environ Monit Assess (2009) 151:209–219.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-06-03]

[DOI: 10.29252/jarums.19.4.501]

12- Kabir E, Kim K-H, Sohn JR, Kweon BY, Shin JH. Indoor air quality assessment in child care and medical facilities in Korea. Environ Monit Assess. 2012 Nov;184(10):6395-409.
13- Haliki-Uztan A, Ateş M, Abaci Ö, Gülbahar O, Erdem N, Çiftçi Ö, et al. Determination of potential allergenic fungal flora and its clinical reflection in suburban elementary schools in Izmir. Environ Monit Assess. 2010 Sep; 168:691–702.
14- Bünger J, Schappler-Scheele B, Hilgers R, Hallier E. A 5-year follow-up study on respiratory disorders and lung function in workers exposed to organic dust from composting plants. Int Arch Occup Environ Health. 2007 Feb;80(4):306-12.
15- Chan P, Yu P, Cheng Y, Chan C, Wong P. Comprehensive characterization of indoor airborne bacterial profile. J Environment Sci. 2009 Jan;21(8):1148-52.
16- Paula CR, Krebs VL, Auler ME, Ruiz LS, Matsumoto FE, Silva EH, et al. Nosocomial infection in newborns by Pichia anomala in a Brazilian intensive care unit. Med Mycol. 2006 Aug;44(5):479-84.
17- Hwang GB, Jung JH, Jeong TG, Lee BU. Effect of hybrid UV-thermal energy stimuli on inactivation of *S. epidermidis* and *B. subtilis* bacterial bioaerosols. Sci Total Environ. 2010 Nov;408(23):5903-9.
18- Taheri S, Golbabaei F. The study of aerosol and bioaerosol in home carpet weaving workshops rural Isfahan. J Health Syst Res. 2011 summer; 6(2):351-56.
19- Dehghani M, Saeedi Aboueshaghi A, Zamanian Z. A study of the relationship between indoor and outdoor particle concentrations in Hafez Hospital in Shiraz, Iran. J Health Syst Res. 2012;8(7):1348-55
20- Hoseinzadeh E, Samarghandie M R, Ghiasian S A, Alikhani M Y, Roshanaie G, Moghadam Shakib M. Qualitative and quantitative evaluation of bioaerosoles in the air of different wards of governmental Hamedan hospitals, during 2011-2012. Yafte. 2012; 14 (4) :29-39. [Full text in Persian]
21- Eslami F, Salari M, Dehghani MH, Dargahi A, Nazmara S, Beheshti A. Relationship of Formaldehyde Concentration in Ambient Air with CO, NO2, O3, Temperature and Humidity: Modeling by Response Surface Model. Archives of Hygiene Sciences. 2019 Feb 10;8(1):9-16.
22- Franck U, Herbarth O, Röder S, Schlink U, Borte M, Diez U, et al. Respiratory effects of indoor particles in young children are size dependent. Sci Total Environ. 2011 Apr;409 (9):1621-31.
23- Kowalski WJ. Aerobiological Engineering Handbook: Airborne Disease and Control Technologies. First Edition.London: McGraw-Hill; 2005.
24- Cabral JP. Can we use indoor fungi as bioindicators of indoor air quality? Historical perspectives and open questions. Sci Total Environ. 2010 Sep;408(20):4285-95.
25- Brągoszewska E, Mainka A, Pastuszka JS. Bacterial aerosols in an urban nursery school in Gliwice, Poland: A case study. Aerobiologia. 2016 Dec;32(3):469-80.
26- Aydogdu H, Asan A, Otkun MT. Indoor and outdoor airborne bacteria in child day-care centers in Edirne City (Turkey), seasonal distribution and influence of meteorological factors. Environmental monitoring and assessment. 2010 Apr;164(1-4):53-66.
27- Noroozi R, Noorisepehr M. Qualitative and quantitative Evaluation of Air Pollution in the Panjom Azar and Sayyad Shirazi Hospitals of Gorgan. J Environ Health Eng. 2016 winter;3(2):155-168. [Full text in Persian]
28- Abdolahi A, Mehrazma M. Concurrence of Nosocomial Infections with Microorganisms Spreading in the Air of Hospital Wards. Med Lab J. 2009 Autumn–Winter;3(2):40-45.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-06-03]

[DOI: 10.29252/jarums.19.4.501]