

Determination of Bacterial Bioaerosol Concentration in Indoor Air of Ardabil Universities in 2020

Sadigh A¹, Fataei E*², Arzanloo M³, Imani A.A⁴

1. PhD Student in Environmental Science and engineering-Environmental Pollution, Department of Environment Science and engineering, Ardabil Branch Islamic Azad University, Ardabil, Iran

2. Associate Professor, Department of Environment Science and engineering, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran,

3. Professor, Department of Microbiology, School of Medicine, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

4. Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

* *Corresponding author.* Tel/Fax: +984533727799, E-mail: eafataei@gmail.com

Received: Mar 1, 2020

Accepted: Apr 3, 2020

ABSTRACT

Background & objectives: The purpose of this study was to investigate the exposure of individuals to bacterial bioaerosols in indoor air and to investigate the factors affecting their concentration in Ardabil city. In this study, 12 Sports halls (including futsal, volleyball, and bodybuilding halls) were selected and the samples of bacterial bioaerosols were taken from their indoor air.

Methods: Air sampling was performed using Anderson's single-stage sampler with a discharge rate of 28.3 liters per minute and a respiratory range of 10 minutes.

Results: The results showed that the mean concentration of bacteria in all gyms was 494.24 CFU/m³. The concentration of bacteria in the gyms of Mohaghegh Ardabili, Medical Sciences, Islamic Azad and Payam Noor were 203.5, 728.5, 504.6 and 576 CFU/m³, respectively. The average bacterial concentration in the air was 60.5 CFU/m³. The dominant species of bacteria in indoor air were *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* and *Bacillus*, respectively.

Conclusion: According to the results of this study, it is found that the concentration of bacterial bioaerosols is high in indoor air of sports halls and these halls can be considered as a potential hazard and cause respiratory diseases in athletes who use these halls.

Keywords: Bio Aerosols; Bacterial; Sports Halls; Universities; Ardabil

تعیین غلظت بیوآئروسل‌های باکتریایی در هوای داخل سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های شهر اردبیل در سال ۱۳۹۸

انوشیروان صدیق^۱، ابراهیم فتائی^{۲*}، محسن ارزنلو^۳، علی اکبر ایمانی^۴

۱. دانشجوی دکترای محیط زیست- آلودگی محیط زیست، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران
 ۲. دانشیار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران
 ۳. استاد گروه میکروب شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران
 ۴. استادیار، گروه مهندسی کشاورزی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران
- * نویسنده مسئول، تلفکس: ۰۴۵۳۳۷۲۷۷۹۹ ایمیل: eafataei@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: این مطالعه با هدف بررسی بیوآئروسل‌های باکتریایی در هوای داخل سالن‌های ورزشی و بررسی فاکتورهای تاثیرگذار بر روی غلظت آنها در شهر اردبیل انجام گرفت. در این مطالعه ۱۲ سالن ورزشی (شامل سالن فوتسال، والیبال و بدنسازی) انتخاب و از هوای داخل آنها برای بیوآئروسل‌های باکتریایی نمونه برداری انجام شد.

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 گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که غلظت میانگین باکتری‌ها در کل سالن‌های ورزشی برابر $۲۹۴/۲۴ \text{ CFU/m}^3$ می باشد که غلظت آن در سالن‌های ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی، علوم پزشکی اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی و پیام نور اردبیل به ترتیب برابر $۲۰۳/۵ \text{ CFU/m}^3$ ، $۷۲۸/۵$ ، $۵۰۴/۶$ و ۵۷۶ بود. همچنین متوسط غلظت باکتری‌ها در هوای بیرون برابر $۶۰/۵ \text{ CFU/m}^3$ بود. گونه های غالب باکتری‌ها در هوای داخل سالن‌های ورزشی به ترتیب شامل *استافیلوکوک اورئوس*، *استافیلوکوک اپیدرمیدیس* و *باسیلوس* بودند.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج این مطالعه مشخص شد که غلظت بیوآئروسل‌های باکتریایی در هوای داخل سالن‌های ورزشی بالا می‌باشد و سالن‌ها از این نظر می‌توانند یک خطر بالقوه در نظر گرفته شوند چرا که می‌توانند باعث بیماری‌های تنفسی در افراد ورزشکاری شوند که از این سالن‌ها استفاده می‌کنند.

واژه های کلیدی: بیوآئروسل‌ها، باکتریایی، سالن‌های ورزشی، دانشگاه‌ها، اردبیل

دریافت: ۹۸/۱۲/۱۱ پذیرش: ۹۹/۱/۱۵

مقدمه

هوا ضروری‌ترین نیاز بشر است که حاوی ذرات و میکروارگانیسم‌های مختلفی است (۱). اکثر مردم بیش از ۹۰ درصد از زندگی خود را در محیط داخل (شامل خانه، ادارات و مدارس) می‌گذرانند، که در معرض برخی از عوامل محیطی داخلی (بیوآئروسل‌ها) قرار

گرفته و این امر می‌تواند اثرهای منفی بر سلامتی و وضعیت جسمانی افراد داشته باشند (۲). بیوآئروسل‌ها برای یک مدت طولانی می‌توانند به صورت معلق در هوا باقی بمانند و می‌توانند به صورت زنده یا غیرزنده در هوا وجود داشته باشند (۳). یکی از آلاینده‌هایی که می‌تواند در محیط‌های داخل

میکروارگانسیم‌ها به بدن می‌باشد. عفونت تنفسی و تضعیف عملکرد ریه از اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با بیوآئروسول‌ها است (۶). بر اساس گزارش سال ۲۰۱۴ سازمان بهداشت جهانی حدود هفت میلیون نفر به علت آلودگی هوا در سال ۲۰۱۲ جان خود را از دست داده‌اند که این رقم دو برابر پیش‌بینی‌ها است (۱۱). طاعون، تولاومی و سیاه زخم از جمله بیماری‌هایی هستند که بوسیله عوامل بیولوژیک ایجاد می‌گردد (۱۲).

امروزه بیش از ۹۰ درصد زندگی افراد در محیط‌های داخل سپری می‌شود (۱۳). بنابراین مواجهه با بیوآئروسول‌ها در محیط‌های بسته افزایش یافته بطوری که ۳۴-۵ درصد آلودگی هوای داخل ساختمان مربوط به این ذرات هوا برد است (۱۵، ۱۴). مطالعات انجام شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا نیز مؤید این واقعیت است که آلودگی هوای محیط‌های بسته، مخاطره‌انگیزتر از آلودگی هوای آزاد است (۱۶). از این رو نگرانی‌های فزاینده‌ای در مواجهه با خطر عفونت‌های باکتریایی بر سلامتی انسان در محیط‌های داخلی به وجود آمده است (۱۷). باکتری‌ها می‌توانند به عنوان شاخص مناسبی جهت بیان کیفیت هوای داخلی در نظر گرفته شوند (۱۸). فعالیت‌هایی مانند صحبت کردن، عطسه کردن، سرفه کردن، راه رفتن، شستشو و غیره می‌توانند عامل تولید ذرات معلق بیولوژیکی باشند (۱۹). همچنین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی هوای محیط داخل ساختمان بر سلامت و آسایش افراد تأثیر دارد. فاکتورهای محیطی از قبیل دما، رطوبت و میزان تهویه تأثیر به سزایی در غلظت بیوآئروسول‌های داخل ساختمان دارد (۲۰، ۷). از طرفی افزایش عایق بندی ساختمان همراه با تهویه ضعیف، محیط‌هایی را با تماس بالا با بیوآئروسول‌ها ایجاد کرده است (۶).

مطالعات متعددی نشان داده اند که اثرات سوء آلاینده‌های هوا بر انسان با افزایش فعالیت فیزیکی

ساختمان‌ها یافت شود بیوآئروسول‌ها می‌باشند. بیوآئروسول‌ها به عنوان یک طبقه از آلاینده‌های منتقله توسط هوا مواد ذره ای هستند که یک یا بیش از یک ترکیب با منشأ بیولوژیکی و ۳۰ درصد از آئروسول‌های بزرگتر از ۰/۲ میکرون را شامل می‌شود. آئروسول‌های باکتریایی قطر آئرو دینامیکی ۲/۵ میکرون دارند. بیوآئروسول‌ها گستره وسیعی از باکتری‌های مرده یا زنده بیماری‌زا یا غیربیماری‌زا، ویروس‌ها، قارچ‌ها، کپک‌ها، آلرژن‌ها با وزن مولکولی بالا، سموم آندوتوکسین باکتریایی، سموم قارچی، پتیدوگلیکان‌ها، گرده‌ها، و فیبرهای گیاهی را شامل می‌شوند (۳-۱). معمولاً ذرات منتقله توسط هوا دارای اندازه ای در محدوده ۵۰۰-۰/۰۰۱ میکرومتر هستند که بخش عمده آنرا مواد ذره‌ای در محدوده ۱۰-۰/۱ میکرو متر تشکیل می‌دهند (۴). ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون بیشترین نگرانی را از نظر بهداشتی دارند و بخش قابل تنفس بیوآئروسول‌ها یعنی ذرات کمتر از ۵ میکرون به دلیل قابلیت نفوذ به عمق سیستم تنفسی بیشترین نگرانی را به خود اختصاص می‌دهند. این ذرات منتقل شده توسط هوا (هوا برد) بخش مهمی از آئروسول‌ها هستند که گاهی تا ۵۰ درصد کل آئروسول‌ها را تشکیل می‌دهند (۶، ۵). بیوآئروسول‌ها از راه‌های مختلف وارد بدن انسان می‌شوند و اثرات بهداشتی مختلفی را ایجاد می‌کنند (۷). مواجهه با بیوآئروسول‌های 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 (۸). همچنین بیوآئروسول‌های باکتریایی می‌تواند باعث ایجاد بیماری‌های تنفسی مثل آسم و برونشیت مزمن و سایر اثرات بهداشتی نیز شوند که مطالعات قبلی در این زمینه این اثرات را اثبات کرده‌اند (۱۰، ۹). بنابراین ارزیابی اثرات بهداشتی و بررسی غلظت آنها در محیط بسیار حائز اهمیت می‌باشد. استنشاق مهم‌ترین مسیر انتقال این

افزایش یافته و مواجهه با آلاینده‌های هوا در حین ورزش بر کارکرد ریوی و کارایی ورزشکاران تأثیر منفی دارد. همچنین نشان داده شده است که ظرفیت انتشاری با ورزش افزایش می‌یابد که ممکن است باعث افزایش انتشار گازهای آلاینده از طریق ریه در حین ورزش شود (۶). ورزش شدید باعث افزایش تعداد تنفس و تغییر حالت تنفس از بینی به دهان شده و در نتیجه از توانایی بینی برای تصفیه آلاینده‌ها کاسته می‌شود (۲۱). ورزشکاران به طور خاص، در اثر استنشاق آلاینده‌ها در خطر هستند، چرا که بین آلاینده‌های استنشاقی و افزایش تهویه دقیقه ای در طول تمرین، تناسب وجود دارد و کسر بزرگتری از هوا در طول تمرین از طریق دهان استنشاق می‌شود که افزایش سرعت جریان هوا، آلاینده‌ها را به اعماق سیستم تنفسی حمل می‌کند (۲۲). بنابراین با توجه به اهمیت روزافزون مطالعات در مورد ارزیابی خطر و میزان مواجهه با بیوآئروسول‌های هوابرد در کیفیت داخل محیط‌های کاری و آموزشی، از آنجایی که هیچ مطالعه‌ای در دانشگاه‌های اردبیل و مواجهه دانشجویان با این آلاینده‌ها انجام پذیرفته بود، لذا در این مطالعه بررسی کیفیت هوای سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های بزرگ اردبیل (محقق اردبیلی، آزاد اسلامی، علوم پزشکی و پیام نور مرکز اردبیل) با هدف ارزیابی تراکم بیوآئروسول‌های باکتریایی انجام گرفت.

روش کار

محل نمونه‌برداری

این مطالعه توصیفی در سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های بزرگ اردبیل (محقق اردبیلی، آزاد اسلامی، علوم پزشکی و پیام نور مرکز اردبیل) در تابستان ۱۳۹۸ انجام گرفت. در این مطالعه، پس از مشخص شدن وضعیت تهویه، از هوای تنفسی سالن‌های ورزشی فعال در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری و نمونه‌ها از نظر وجود بیوآئروسول‌های باکتریایی، دما و رطوبت نسبی مورد بررسی قرار

گرفتند. محل نمونه‌برداری شامل تمامی سالن‌های ورزشی فوتسال، والیبال و بدنسازی بود. ضمناً جهت مقایسه وضعیت باکتریولوژیکی هوا و مقایسه آنها با همدیگر، از محیط‌های بیرونی سالن‌های ورزشی 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 کارکنان هر بخش، دما و رطوبت نسبی هوا توسط پرسشنامه محقق جمع‌آوری شد.

نمونه‌برداری از هوای داخل سالن‌ها

روش نمونه‌برداری از هوای داخل سالن‌های ورزشی طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) انجام گرفت. نمونه‌برداری در این تحقیق با استفاده از نمونه‌بردار 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^۱ کالیبره شد. جهت نمونه‌برداری، دستگاه نمونه‌بردار در ارتفاع ۱۵۰-۱۲۰ سانتی متر از سطح زمین (از ناحیه تنفسی افراد) و با فاصله بیش از ۵ متری از دیوارها و موانع استقرار یافت. محیط کشت مورد استفاده در این پژوهش شامل تریپتیک سوی آگار به‌مراه آنتی‌بیوتیک سیکلوهگز آمید ساخت شرکت سرو آ بعنوان ضدقارچ برای نمونه‌های باکتریایی استفاده می‌شد که با حفظ شرایط استریل کامل در آزمایشگاه ساخته شده 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 نمونه‌بردار 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 پارافیلیم درزگیری شد تا خطای ناشی

¹ Defender

از آلودگی ثانویه کاهش یابد. پلیت‌ها بعد از نمونه‌برداری در جبهه حمل و نقل گذاشته شد و به آزمایشگاه منتقل شد. ضمناً 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، ۱ 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 $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ به مدت ۲۴ الی ۴۸ 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 صغراوی، اوره آز، تست سیترات، مقاومت به آنتی بیوتیک نوویوسین 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 همبستگی 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 ($500 \text{ CFU}/\text{m}^3$) مقایسه شد (۱۸).

یافته‌ها و بحث

در این بررسی از سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های شهر اردبیل (محقق اردبیلی، علوم پزشکی، آزاد اسلامی و

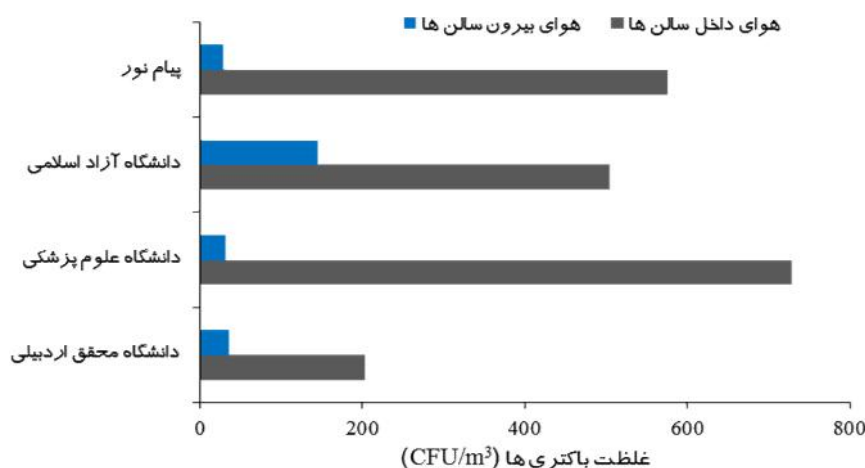
پیام نور مرکز اردبیل) جمعاً ۱۲ مورد نمونه تهیه شد و تراکم بیوآئروسول‌ها بر اساس CFU/m^3 گزارش گردید. غلظت باکتری‌ها در هوای داخل سالن‌های ورزشی و هوای آزاد بیرون سالن‌های مورد بررسی در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که دیده می‌شود میانگین غلظت باکتری‌ها در سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های محقق اردبیلی، علوم پزشکی، آزاد اسلامی و پیام نور اردبیل به ترتیب برابر 203 ، 228 ، 504 و $576 \text{ CFU}/\text{m}^3$ می‌باشد. همچنین غلظت باکتری‌ها در هوای آزاد مجاور سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های محقق اردبیلی، علوم پزشکی، آزاد اسلامی و پیام نور اردبیل به ترتیب برابر 36 ، 32 ، 145 و $29 \text{ CFU}/\text{m}^3$ بود. در این مطالعه بالاترین غلظت باکتری‌ها در سالن‌های ورزشی فوتسال دانشگاه علوم پزشکی اردبیل مشاهده شد که دلیل آن استفاده مداوم این سالن توسط ورزشکاران رشته‌های مختلف مانند فوتسال، والیبال، تنیس و... بود بطوریکه تمام سانس‌های آن در طول هفته پر بوده و معمولاً در همه سانس‌ها افراد بسیار زیادی در سالن حضور دارند. چون سالن اختصاصی برای دیگر رشته‌های ورزشی وجود ندارد، معمولاً همه رشته‌های تیمی از این سالن‌ها استفاده می‌کنند، بنابراین باید این سالن بطور مداوم تمیزکاری شود. از طرف دیگر کمترین میزان غلظت باکتری‌ها نیز در سالن ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی بود، این سالن‌ها معمولاً اختصاصی فوتسال و والیبال بوده و معمولاً در ساعات مشخصی از روز استفاده شده و تقریباً روزانه تمیزکاری می‌شدند.

نتایج نشان‌دهنده این بود که تراکم بیوآئروسول‌ها در هوای داخل سالن هوای ورزشی بسیار بیشتر از هوای آزاد می‌باشد. بر همین اساس شاخص I/O^1 برای سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های محقق اردبیلی، علوم پزشکی، آزاد اسلامی و پیام نور اردبیل به ترتیب $5/65$ ، $22/75$ ، $3/48$ و $19/86$ بود و این نشان‌دهنده

¹ Indoor/Outdoor

حد مجاز پیشنهادی بوسیله سازمان بهداشت جهانی (500 CFU/m^3) بوده و تنها در سالن‌های ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی زیر حد استاندارد بود. همچنین در همه نمونه‌های هوای آزاد غلظت بیوآئروسل‌های باکتریایی زیر حد استاندارد پیشنهادی بودند. این نشان می‌دهد که در سالن‌های ورزشی که غلظت باکتری‌ها بالا می‌باشد باید تهویه مناسب بکار گرفته شود تا غلظت باکتری‌ها به زیر حد استاندارد برسد. یکی دیگر از عوامل آلودگی بالای این سالن‌ها استفاده بیش از حد از این سالن‌ها و تعداد زیاد ورزشکاران در هر سانس می‌باشد که برای کاهش غلظت آلودگی باکتریایی باید تعداد سانس‌ها و تعداد افراد ورزشکار در هر سانس کاهش پیدا کند.

این است که هوای داخل سالن‌های دانشگاه علوم پزشکی اردبیل از نظر بیوآئروسل‌های باکتریایی ۲۲/۷۵ برابر بیشتر از هوای آزاد می‌باشد. اگر این شاخص بزرگتر از ۱ باشد نشان‌دهنده منبع آلودگی داخل ساختمان است پس امکان انتشار آلودگی از هوای داخل سالن‌ها به هوای بیرون وجود دارد. اما اگر این شاخص کمتر از ۱ باشد منبع آلودگی هوای آزاد بوده و امکان انتشار آلودگی به هوای داخل وجود خواهد داشت. همانطور که در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است میانگین غلظت بیوآئروسل‌های باکتریایی در هوای داخل سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های علوم پزشکی، آزاد اسلامی و پیام نور اردبیل بیشتر از



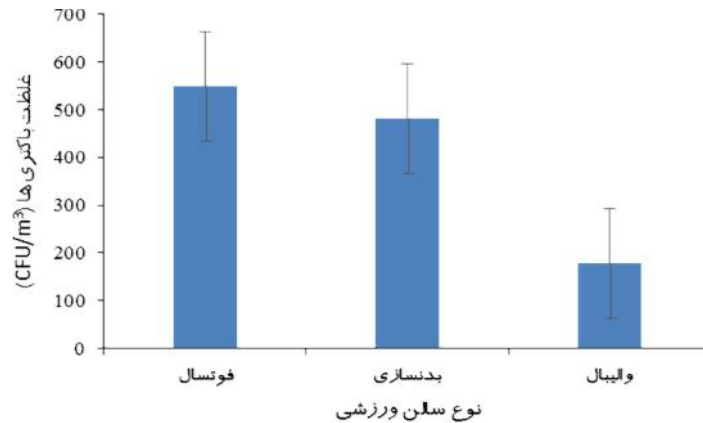
شکل ۱. میانگین تراکم باکتری‌ها در هوای داخل سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های اردبیل

جدول ۱. میزان بیوآئروسل‌های موجود در سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های اردبیل (CFU/m^3)

نام دانشگاه	تعداد سالن ورزشی نمونه‌برداری شده	تعداد کلنی در متر مکعب هوای داخل سالن (CFU/m^3)	نوع سالن	تعداد کلنی در هوای خارج سالن (CFU/m^3)
دانشگاه محقق اردبیلی	۲	۲۳۰	فوتسال	۳۶
		۱۷۷	والیبال	-
دانشگاه علوم پزشکی	۲	۹۹۰	فوتسال	۳۲
		۴۶۷	فوتسال	-
دانشگاه آزاد اسلامی		۴۸۱	بدنسازی	۱۴۵
	۳	۳۵۴	فوتسال	-
		۶۷۹	فوتسال	-
پیام نور	۱	۵۷۶	فوتسال	۲۹

بدلیل اینکه دائماً در طول روز و توسط طیف وسیعی از دانشجویان مورد استفاده قرار می‌گیرد غلظت‌های بالایی را نشان داده است، اما والیبال معمولاً بصورت موردی و توسط افراد محدودی استفاده می‌شود و بنابراین غلظت باکتری‌ها در این سالن‌ها به مراتب کمتر از سالن‌های دیگر می‌باشد.

در شکل ۲ غلظت بیوآئروسول‌های باکتریایی در هوای داخل بر حسب نوع سالن ورزشی نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۲ دیده می‌شود میانگین غلظت باکتری‌ها در هوای داخل سالن‌های ورزشی فوتسال، بدنسازی و والیبال به ترتیب ۵۴۹، ۸۱ و 177CFU/m^3 می‌باشد. سالن‌های فوتسال و بدنسازی



شکل ۲. غلظت بیوآئروسول‌های باکتریایی بر حسب نوع سالن ورزشی

حساسیت کمتر این باکتری به فشار یا حرارت محیطی باشد. علیرغم این که *استافیلوکوک اورئوس* زیاد سمی نمی‌باشد و لیکن از علل مهم عفونت در گروه‌های پرخطر به شمار می‌رود. *استافیلوکوکوس*ها کاملاً به خشک‌سازی و شرایط سخت مقاوم هستند و این ویژگی زندگی آن‌ها را در محیط، تکثیر در مواد غذایی و سرایت پذیری تسهیل می‌کند. بنابراین افراد حساس در این سالن نباید ورزش کنند چون مستعد ابتلا به عفونت توسط این باکتری می‌باشند.

در جدول ۲ فراوانی جنس باکتری‌ها در هوای داخل سالن‌های ورزشی نشان داده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد در تمامی سالن‌ها گونه *استافیلوکوک اورئوس* مثبت بوده و از این لحاظ بیشترین فراوانی را در بین سایر گونه‌ها دارد. بعد از *استافیلوکوک اورئوس*، *استافیلوکوک اپیدرمیس* و *باسیلوس* نیز در سالن‌های ورزشی محقق اردبیلی و پیام نور مثبت بودند. معمولاً غلظت بالایی از *استافیلوکوک اورئوس* در هوا ممکن است به دلیل

جدول ۲. اشکال فراوانی باکتری‌ها در هوای تنفسی داخل سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های اردبیل

نام دانشگاه	<i>استافیلوکوک اورئوس</i>	<i>استافیلوکوک اپیدرمیس</i>	باسیلوس
محقق اردبیلی فوتسال	+	-	-
محقق اردبیلی والیبال	+	+	+
علوم پزشکی فوتسال ۱	+	-	-
علوم پزشکی فوتسال ۲	+	-	-
آزاد اسلامی فوتسال ۱	+	-	-
آزاد اسلامی فوتسال ۲	+	-	-
آزاد اسلامی بدنسازی	+	-	-
پیام نور فوتسال	+	+	+

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این بررسی در سالن‌های ورزشی دانشگاه بزرگ شهر اردبیل در تابستان ۹۸ در زمان فعالیت ورزشی سالن‌ها با رعایت شرایط استاندارد کالیبراسیون و استریلیزاسیون انجام گرفت. نتایج نشان داد که میانگین تراکم کل بیوآئروسول‌های باکتریایی در هوای داخل سالن‌های ورزشی دانشگاه‌های علوم پزشکی، آزاد اسلامی و پیام نور اردبیل نسبت به استاندارد پیشنهادی بالا می‌باشد. برای کاهش غلظت بیوآئروسول‌ها در این سالن‌ها پیشنهاد می‌شود که تهویه مناسب بکار گرفته شده و تعداد سانس‌ها و تعداد افراد ورزشکار در هر سانس کاهش پیدا کند. همچنین نتایج نشان داد که در بین سالن‌های مختلف، سالن‌های ورزشی فوتسال نسبت به دیگر سالن‌های ورزشی آلوده‌تر هستند و دلیل آن پرترفدار بودن این رشته ورزشی و استفاده مداوم از این نوع سالن‌ها می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده فراوان‌ترین باکتری‌های شناسایی شده در هوای سالن‌های ورزشی به ترتیب *استافیلوکوک اورئوس*، *استافیلوکوک اپیدرمیدیس* و *باسیلوس* می‌باشد که از میان این میکروارگانیسم‌ها *استافیلوکوک اورئوس* در تمامی نمونه‌ها مشاهده شد. با توجه به شناسایی غلظت بالای

انواع باکتری‌ها در هوای تنفسی برخی از سالن‌های ورزشی خصوصاً سالن‌های ورزشی فوتسال رعایت موازین ایمنی و بهداشتی توسط کلیه افراد ورزشکار و همچنین دقت لازم در طراحی تهویه مناسب برای این سالن‌ها و در کنار آن کاهش تعداد سانس‌ها و ایجاد محدودیت از نظر حداکثر تعداد ورزشکار در هر سانس به عنوان یک ضرورت مطرح می‌باشد.

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 ۱۱۹۴۸۱۶۶۲۶۴۴۱۸۱۱۳۹۸۱۵۷۵۹۹ 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 آقایان دکتر مهدی فضل زاده و دکتر پیمان آذغانی در روند انجام این پژوهش، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

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- 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 Cellular and Molecular Biotechnology Journal. 2018 Jan 10;8(29):78-96.
- 3- 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. health eng. manag.. 2016; 3 (4) :197-202
- 4- Gholampour A, Nabizadeh R, Naseri S, Yunesian M, Taghipour H, Rastkari N, Nazmara S, Faridi S, Mahvi AH. Exposure and health impacts of outdoor particulate matter in two urban and industrialized area of Tabriz, Iran. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2014 Dec;12(1):27.

- 5- Nourmoradi H, Nikaeen M, Amin MM, Hatamzadeh M. An Investigation on Bio-aerosol Concentrations in the Different Wards of Hospitals of Isfahan University of Medical Sciences. *Journal of Isfahan Medical School*. 2011;29(149):1028-1035.
- 6- Mirhoseini SH, Nikaeen M, Hatamzadeh M, Hassanzadeh A. Assessment of bioaerosol concentration in the indoor environments. *HEALTH SYSTEM RESEARCH* . 2014;10(2):376-385.
- 7- Haliki-Uztan A, Ate M, Abaci Ö, Gülbahar O, Erdem N, Çiftçi Ö, Boyacıo lu H. Determination of potential allergenic fungal flora and its clinical reflection in suburban elementary schools in Izmir. *Environmental monitoring and assessment*. 2010 Sep 1;168(1-4):691-702.
- 8- 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. *International archives of occupational and environmental health*. 2007;80(4):306-12.
- 9- Schrapp K, Al-Mutairi N. Associated health effects among residences near Jeleeb Al-Shuyoukh landfill. *American Journal of Environmental Sciences*. 2010;6(2):184-90.
- 10- Nikaeen M, Hatamzadeh M, Hasanzadeh A, Sahami E, Joodan I. Bioaerosol emissions arising during application of municipal solid-waste compost. *Aerobiologia*. 2009;25(1):1-6.
- 11- who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/
- 12- Jafari J, Hajia. An overview of the effectiveness of some of the bio-aerosol sampling methods in the air. *Journal of Medical Science* 2004;6(3):209-15.
- 13- Dehghanzadeh R, Ansarian K, Aslani H. Concentrations of carbon monoxide in indoor and outdoor air of residential buildings. *Journal of Health*. 2013 Jan 10;3(4):29-40.
- 14- Ghasemkhani M, Seyedzadeh M, Eshraghi S. Determination of bacterial bioaerosols in a tobacco industry. *tkj*. 2013; 4 (4) :22-28
- 15- Bhatia L. Impact of bioaerosols on indoor air quality-a growing concern. *Advances in bioresearch*. 2011;2(2):120-3.
- 16- Rezayee A, Ramin M, Gh G, Valipour F. Designing of bioaerosol production system for removing *Escherichia coli* from contaminated air using bone char. *Journal Mil Med*. 2011;13(2):89-95.
- 17- Massoudinejad MR, Ghajari A, Hezarkhani N, Aliyari A. Survey of Fungi Bioaerosols in ICU ward of Taleghani Hospital in Tehran by Petri-dish trapping technique and Bioaerosol Sampler in 2013. *Safety Promotion and Injury Prevention*. 2015;3(3):147-54.
- 18- Cabral JP. Can we use indoor fungi as bioindicators of indoor air quality? Historical perspectives and open questions. *Science of the total environment*. 2010;408(20):4285-95.
- 19- 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. *Science of the Total Environment*. 2011;409(9):1621-31.
- 20- Jafari MJ, Hajgholami MR, Jafari M, Amiri Z, Omidi L, Salehpour S, et al. Assessment of the effectiveness of ventilation types for reducing the occupational exposure to bioaerosols in health care staffs. *Muhandis -i bihd sht-i irfah/* . 2015;1(4):1-10.
- 21- Kargarfard M, Rouzbahani R, Rezanejad S, Poursafa P. The Effect Of Air Pollution On Cardio Respiratory Perfor-Mance Of Active Individuals. *Arya Atheroscler*. 2009;5(2):69-75.
- 22- Carlisle A, Sharp N. Exercise and outdoor ambient air pollution. *British journal of sports medicine*. 2001;35(4):214-22.