

Original article

Concentration and Distribution of Airborne Fungi in the Ambient Air of Milad Hospital, Blood Transfusion Organization, and Shahrake Ghods Wastewater Treatment Plant in Tehran, Iran

Majid Kermani¹
Farshad Bahrami Asl²
Mahdi Farzadkia³
Kazem Naddafi⁴
Dariush Zeinalzadeh⁵
Anahita Dehghani^{6*}

- 1- Assistant professor in Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 2- PhD student of Environmental Health Engineering, School of Health, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran
- 3- Professor in Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 4- Professor in Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 5- MSc of Environmental Health Engineering, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 6- MSc of Environmental Health Engineering, School of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

*Corresponding author: Anahita Dehghani, MSc in Environmental Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

Email: anahita_h662000@yahoo.com

Received: 20 October 2015

Accepted: 14 April 2015

ABSTRACT

Introduction and purpose: In recent years, contact with bioaerosols has appeared as a major health concern. In this study, we aimed to compare fungal aerosols in terms of distribution in the ambient air of Milad Hospital, Blood Transfusion Organization, and Shahrake Ghods Waste Water Treatment Plant in Tehran, Iran.

Methods: This cross-sectional study was conducted in Milad Hospital, Blood Transfusion Organization, and Shahrake Ghods Waste Water Treatment Plant within a period of four months. Passive sampling technique was applied every six days for one hour. Sabouraud dextrose agar was used as the culture medium.

Results: Based on the comparison of the selected units, the highest level of fungal contamination was reported within a 100 meter distance from the last waste water treatment unit (67 CFU), while the lowest level of contamination was reported in Milad Hospital (30 CFU). *Cladosporium* was the dominant fungal genus in Shahrake Ghods Waste Water Treatment Plant and Blood Transfusion Organization (49% and 84%, respectively), while *Alternaria* was the most common fungus in the ambient air of Milad Hospital (47%).

Conclusion: According to the results, processing and operating units in waste water treatment plants can affect the concentration and distribution of bioaerosols. Therefore, administrative organizations are required to take effective measures to develop guidelines and standards related to bioaerosols. Also, following environmental health norms in waste water treatment plants can be an important factor in reducing aerosol distribution.

Keywords: Air contamination, Bioaerosol, Hospital, Wastewater treatment plant

► **Citation:** Kermani M, Bahrami Asl F, Farzadkia M, Naddafi K, Zeinalzadeh D, Dehghani A. Concentration and Distribution of Airborne Fungi in the Ambient Air of Milad Hospital, Blood Transfusion Organization, and Shahrake Ghods Wastewater Treatment Plant in Tehran, Iran. *Journal of Health Research in Community*. Autumn 2015;1(3): 1-8.

مقاله پژوهشی

بررسی غلظت و توزیع قارچ‌های منتقل شده از هوا در هوای اطراف بیمارستان میلاد، سازمان انتقال خون و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران

چکیده

مقدمه و هدف: در سال‌های اخیر تماس با بیوآئروس‌ها به صورت یک مشکل عمده مطرح شده است که سلامتی انسان را به مخاطره می‌اندازد. هدف از این مطالعه، مقایسه‌ی پتانسیل انتشار آلودگی قارچی در هوای اطراف بیمارستان میلاد، سازمان انتقال خون و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران است.

روش کار: این مطالعه‌ی توصیفی-مقطعی در بیمارستان میلاد، سازمان انتقال خون ایران و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران به مدت چهار ماه انجام شد. نمونه‌برداری به روش غیرفعال، به مدت یک ساعت و هر شش روز یک‌بار صورت گرفت. محیط کشت مورد استفاده سابورو دکستروز آگار (Sabouraud Dextrose Agar SDA) بود.

یافته‌ها: در مقایسه‌ی ایستگاه‌های منتخب، بیشترین آلودگی مربوط به ۱۰۰ متری بعد از آخرین واحد تصفیه‌خانه (۶۷ CFU) و کمترین آلودگی مربوط به بیمارستان میلاد (۳۰ CFU) بود. جنس غالب قارچی در تصفیه‌خانه فاضلاب و سازمان انتقال خون مربوط به کلادوسپوریوم‌ها (به ترتیب ۴۹ درصد و ۸۴ درصد) و در هوای اطراف بیمارستان میلاد مربوط به آلترناریا (۴۷ درصد) بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، می‌توان گفت که واحدهای عملیاتی و فرآیندی موجود در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب بر بار آلودگی و انتشار بیوآئروس‌ها تأثیر می‌گذارند. در نتیجه ضروری به نظر می‌رسد تا دستگاه‌های مسئول اقدامات لازم را در تدوین رهنمودها و استانداردها در رابطه با بیوآئروس‌های منتقل شده از هوا انجام دهند. همچنین مدیریت مناسب بهداشت محیط در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب می‌تواند یکی از عوامل مهم در کاهش انتشار بیوآئروس‌ها باشد.

کلمات کلیدی: آلودگی هوا، بیوآئروس، بیمارستان، تصفیه‌خانه فاضلاب

مجید کرمانی^۱فرشاد بهرامی اصل^۲مهدی فرزادکیا^۳کاظم ندافی^۴داریوش زینال‌زاده^۵آناهیتا دهقانی^{۶*}

۱. استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، ایران
۲. دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران
۳. استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، ایران
۴. استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران
۵. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران
۶. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ایران

* نویسنده مسئول: آناهیتا دهقانی، کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

Email: anahita_h662000@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۲۸

◀ **استناد:** کرمانی، مجید؛ بهرامی اصل، فرشاد؛ فرزادکیا، مهدی؛ ندافی، کاظم؛ زینال‌زاده، داریوش؛ دهقانی، آناهیتا. بررسی غلظت و توزیع قارچ‌های منتقل شده از هوا در هوای اطراف بیمارستان میلاد، سازمان انتقال خون و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، پاییز ۱۳۹۴؛ ۱(۳): ۸-۱.

مقدمه

و میکروارگانیسم‌ها را به خود اختصاص می‌دهند که نوع، اندازه و غلظت آنها به محیط زندگی و کار افراد وابسته است. بیوآئروس‌ها ذرات هواپردی هستند که در یک حیطه‌ی وسیع از نظر شکل و اندازه قرار دارند [۱]. تماس با بیوآئروس‌ها با گستره‌ی وسیعی از اثرات بهداشتی شامل: بیماری‌های واگیر، اثرات سمی حاد، آلرژی

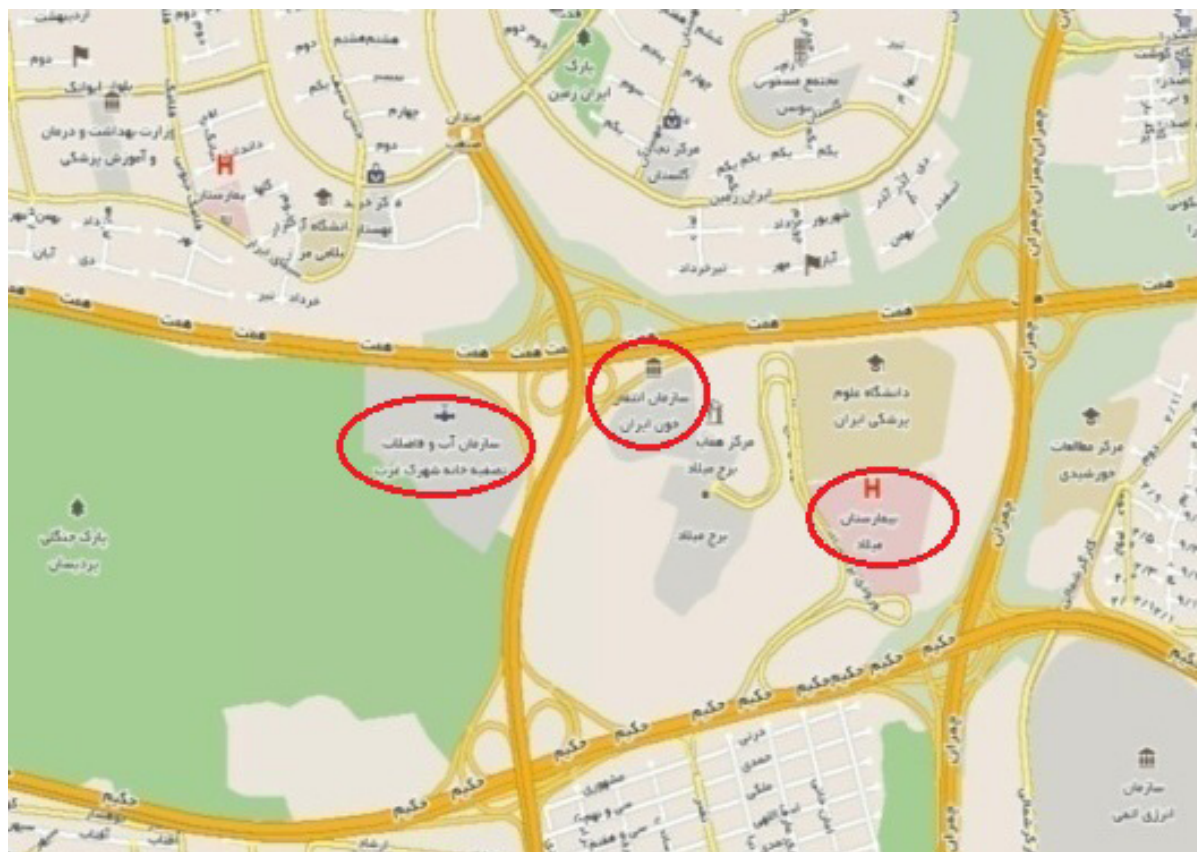
هوا ضروری‌ترین نیاز بشر است که حاوی ذرات و میکروارگانیسم‌های مختلفی می‌باشد، این در حالی است که تنفس در هر محیطی باعث می‌شود مقدار زیادی از این ذرات معلق توسط افراد استنشاق شود. این ذرات حوزه وسیعی از مواد معدنی، مواد آلی

بیماری‌های قلبی، آسم و بیماری‌های تنفسی را به تماس با قارچ‌ها نسبت داده‌اند [۸]. وضعیت بحرانی آلودگی هوا بر کسی پوشیده نیست و اهمیت استنشاق هوای پاک و توجه به آنچه از طریق تنفس وارد بدن انسان می‌شود، روز به روز نمود بارزتری پیدا می‌کند [۹]؛ بنابراین با توجه به اهمیت آلودگی هوا، در این مطالعه غلظت و توزیع آئروسول‌های قارچی در هوای اطراف بیمارستان میلاد تهران، سازمان انتقال خون ایران و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران مورد بررسی قرار گرفت و با یکدیگر مقایسه شدند.

روش کار

این مطالعه‌ی توصیفی-مقطعی، در بیمارستان میلاد تهران، سازمان انتقال خون ایران و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران از اسفند ماه ۱۳۹۱ تا تیر ماه ۱۳۹۲ انجام گرفت. موقعیت جغرافیایی این سه مکان در شکل شماره ۱ ارائه شده است. نمونه‌برداری مطابق با تقویم نمونه‌برداری سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (EPA) در سال ۲۰۱۳، به مدت یک ساعت و به روش غیرفعال و هر شش روز یک‌بار انجام شد. نمونه‌ها در ارتفاع حدوداً یک متری و به فاصله یک متر از دیوارها و موانع برداشت شدند [۱۰، ۱۱]. نقاط نمونه‌برداری شامل یک ایستگاه در محوطه بیمارستان میلاد، یک ایستگاه در محوطه سازمان انتقال خون ایران و چهار ایستگاه در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران در شعاع‌های ۲، ۵ و ۱۵ متری از سه واحد دانه‌گیر، هوادهی و هاضم‌هوازی و همچنین ۱۰۰ متر بعد از آخرین واحد تصفیه‌خانه بودند. در مجموع ۲۴۰ نمونه برداشت شد. در هر بار نمونه‌برداری پارامترهای هواشناسی مانند: دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و شاخص پرتو فرابنفش اندازه‌گیری و ثبت شد. محیط کشت انتقالی مورد استفاده سابورو دکستروز آگار (Sabouraud Dextrose Agar: SDA) بود [۱۲]. برای جلوگیری از رشد باکتری‌ها بر روی محیط کشت سابورو دکستروز آگار، از آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل (۱۰۰ میکروگرم در لیتر) استفاده شد [۱۳]. نمونه‌های برداشت شده

و سرطان در ارتباط است [۲]. از مهم‌ترین اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با بیوآئروسول‌ها، عوارض تنفسی و تضعیف عملکرد ریه می‌باشد [۱]. تقریباً بیش از ۲۰۰۰ گونه‌ی قارچی که سابق برای انسان عفونت‌زا نبودند، امروزه از جمله پاتوژن‌های فرصت‌طلبی هستند که روز به روز بر تعدادشان افزوده می‌شود [۳]. این قارچ‌ها به دلیل دارا بودن قدرت تطابق با بسیاری از شرایط محیطی، به راحتی جان افراد ناتوان و دارای نقص سیستم ایمنی را مورد تهدید قرار می‌دهند و هم‌اکنون یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ و میر این بیماران به‌شمار می‌آیند [۴]. قارچ‌های ساپروفیت، شایع‌ترین قارچ‌ها و از عوامل مهم بیولوژیک (بیوآئروسول‌های) آلوده‌کننده‌ی محیط زیست از جمله هوا می‌باشند. کونیدی‌های آنها به میزان زیادی در هوا وجود داشته و باعث آلودگی محیط زیست می‌شوند. این قارچ‌ها برای رشد و تکثیر احتیاج به رطوبت و ماده اولیه آلی به عنوان منبع تغذیه دارند و به راحتی قادر هستند در دمای محیط و بر روی هر گونه ماده آلی تکثیر یابند [۵]. برخی از قارچ‌ها سبب ایجاد بیماری‌های سطحی مثل اتومایکوزیس و کراتومایکوزیس می‌شوند. گروهی از آنها مثل آسپرژیلوس (*Aspergillus*)، پنسیلیوم (*Penicillium*) و آلترناریا (*Alternaria*) آلرژن هستند و سبب واکنش‌های آلرژیک و ازدیاد حساسیت مثل آسم، رینیت آلرژیک و پنومونی در انسان می‌شوند. گروهی مثل پنسیلیوم، آسپرژیلوس و فوزاریوم (*Fusarium*) توکسین‌زا بوده و سموم خطرناکی مثل تریکوتسن‌ها را تولید می‌کنند [۶]. تاکنون مطالعات کمی و کیفی متعددی در رابطه با آلاینده‌های بیولوژیکی منتقل شده از طریق هوا در بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها، خانه‌های مسکونی و ... صورت گرفته است؛ اما در رابطه با بررسی غلظت و توزیع بیوآئروسول‌ها در هوای بیرون بیمارستان‌ها و یا تصفیه‌خانه‌های فاضلاب که روزانه افراد متعددی ساعاتی را در این محیط‌ها سپری می‌کنند، اطلاعات کمی در دسترس می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند که در تماس بودن با بیوآئروسول‌ها سبب ایجاد بیماری‌های پوستی، آلرژی حاد و اثرات سمی در بدن می‌شود [۷]. در مطالعات دیگر نیز، بسیاری از



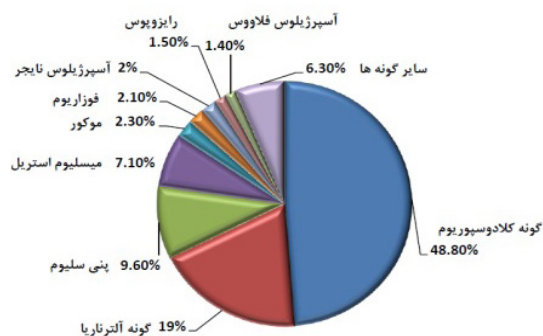
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

مختلف نمونه‌برداری نشان داده شده است. با توجه به جدول شماره ۱ بیشترین و کمترین دانسیته قارچی به ترتیب مربوط به ۱۰۰ متری بعد از آخرین واحد با میانگین ۶۷ CFU/Plate و بیمارستان میلاد با میانگین ۳۰ CFU/Plate بود. طبق نتایج آزمون آماری، اختلاف معنی‌داری بین میزان آلودگی قارچی در بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه (فرآیندی و عملیاتی) وجود دارد ($P < 0.05$). از طرف دیگر نتایج آزمون آماری نشان داد که از نظر آلودگی، غلظت بیواثرسل‌ها در واحدهای مختلف فرآیندی و عملیاتی تصفیه‌خانه با هوای اطراف بیمارستان میلاد و سازمان انتقال خون یکسان نبودند و اختلاف معنی‌داری بین میزان آلودگی قارچی در هوای تصفیه‌خانه با هوای اطراف بیمارستان میلاد و سازمان انتقال خون وجود دارد ($P < 0.05$). طبق نتایج غلظت آثرسل‌های قارچی در هوای پیرامون واحدهای عملیاتی و فرآیندی تصفیه‌خانه فاضلاب بیشتر از هوای اطراف بیمارستان میلاد و سازمان انتقال بود.

به آزمایشگاه منتقل شدند و به مدت سه تا هفت روز در دمای اتاق (۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند. تعداد کلنی‌های قارچی رشد کرده بر روی محیط کشت، شمارش و به‌صورت واحد CFU ثبت شد. برای تعیین جنس و گونه قارچ‌ها، روش ساده اسلاید کالچر (Culture Slide) مورد استفاده قرار گرفت و سپس با کمک میکروسکوپ شناسایی شدند. برای تحلیل نتایج آماری از نرم‌افزار SPSS 20 و آزمون‌های آماری Kruskal-Wallis، ANOVA، Man-Whitney U و Independent t-test استفاده شد.

یافته‌ها

غلظت بیواثرسل‌ها در نقاط مختلف نمونه‌برداری در جدول شماره ۱ میانگین غلظت قارچ‌ها بر حسب CFU در نقاط



نمودار ۱: درصد گونه‌های قارچی جداسازی شده در ایستگاه‌های نمونه برداری در تصفیه خانه فاضلاب

کیلومتر بر ساعت و ۴ تا ۷ قرار داشتند. با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین انتشار آئروسول‌های قارچی در بیمارستان میلاد، سازمان انتقال خون و تصفیه خانه فاضلاب مربوط به اسفند ماه و کمترین میزان مربوط به تیرماه بود؛ یعنی انتشار آئروسول‌های قارچی با افزایش دما از اسفند ماه تا تیرماه کاهش پیدا کرده است. این تغییرات در نمودار شماره ۲ نشان داده شده است. نتایج آزمون آماری نشان داد که همبستگی معنی داری بین دانسیته قارچ‌ها و شاخص اشعه فرابنفش، دما، سرعت باد و رطوبت در تصفیه خانه فاضلاب و سازمان انتقال خون وجود دارد ($P < 0.05$). در رابطه با بیمارستان میلاد همبستگی معنی داری بین پارامترهای ذکر شده و دانسیته قارچ‌ها وجود نداشت ($P > 0.05$). همچنین همبستگی معنی داری بین غلظت قارچ‌ها با فاصله در شعاع ۲، ۵ و ۱۵ متری از واحدها در تصفیه خانه فاضلاب مشاهده نشد ($P > 0.05$).

بحث و نتیجه گیری

از آنجایی که رهنمود و استاندارد مشخصی در رابطه با آلودگی بیولوژیکی در هوای تصفیه خانه‌های فاضلاب و هوای پیرامون و خارج از آن وجود ندارد، نتایج به دست آمده در این مطالعه علاوه بر مقایسه با یکدیگر، در صورت وجود با مطالعات دیگر نیز مقایسه شده است. در پژوهش حاضر بیشترین جنس قارچ‌های

جدول ۱: میانگین، محدوده و انحراف معیار غلظت قارچ‌ها در نقاط مختلف نمونه برداری

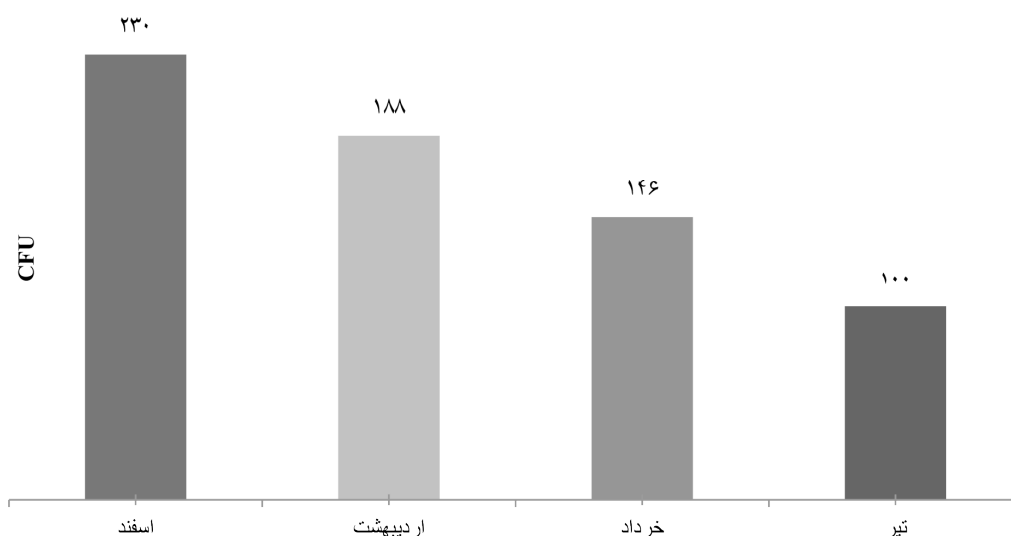
ایستگاه‌های نمونه برداری	میانگین آئروسول‌های قارچی بر حسب CFU/Plate	دامنه تغییرات	انحراف معیار
دانه گیری	۶۱/۳	۵۷-۷۰	۷/۵
حوض هوادهی	۴۱	۳۴-۴۷	۶/۵
هاضم هوازی	۴۵/۳	۴۱-۴۹	۴/۰۵
۱۰۰ متری آخرین واحد تصفیه خانه	۶۷	۶۰-۷۵	۸/۶
بیمارستان میلاد	۳۰	۲۰-۴۰	۱۱/۷
سازمان انتقال خون	۳۶	۳۰-۴۰	۷/۰۷

توزیع و گونه‌ی قارچ‌های جداسازی شده

براساس آزمایشات صورت گرفته، ۲۲ گونه قارچی جداسازی شد. نمودار شماره ۱، درصد گونه‌های قارچی جداسازی شده در نقاط مختلف نمونه برداری را در طول چهار ماه نمونه برداری در کل تصفیه خانه فاضلاب، نشان می‌دهد. گونه‌های کلادوسپوریوم، آلترناریا، پنی سیلیوم و میسلیوم استریل جزو گونه‌های قارچی غالب شناسایی شده در سه نقطه نمونه برداری (تصفیه خانه فاضلاب، سازمان انتقال خون و بیمارستان میلاد) بودند. بیشترین گونه‌ی قارچی در تصفیه خانه فاضلاب و سازمان انتقال خون ایران مربوط به گونه‌های کلادوسپوریوم (به ترتیب ۴۹ درصد و ۸۴ درصد) بود و گونه‌های آلترناریا با ۴۷ درصد بیشترین گونه قارچی منتشر شده در هوای اطراف بیمارستان میلاد بودند. گونه‌های دیگر قارچی مربوط به انواع آسپرژیلوس‌ها، سفالوسپوریوم، رایزوپوس و موکور می‌باشد.

ارتباط بین پارامترهای محیطی ثبت شده و غلظت بیو آئروسول‌های قارچی

در طول مدت پژوهش در نقاط مختلف نمونه برداری درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد و شاخص پرتو فرابنفش به ترتیب در گستره ۳ تا ۳۴ درجه سانتی گراد، ۱۱ تا ۴۹ درصد، ۵ تا ۱۷



نمودار ۲: تغییرات غلظت آئروسول قارچی با توجه به ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در هر سه ایستگاه نمونه‌برداری

شناسایی شده مربوط به کلادوسپوریوم‌ها و آلترناریا بود. این دسته از قارچ‌های هوابرد در ایجاد بیماری‌های آلرژیک بیشترین نقش را دارند [۱۴]. در مطالعات مشابهی که توسط محققین در تصفیه‌خانه فاضلاب انجام شد نیز این دسته از قارچ‌ها به‌عنوان جنس غالب شناسایی شدند [۱۵]. کلیه گونه‌های قارچی شناسایی شده قادر به تشکیل اسپور بودند که این امر سبب حفاظت این گونه‌ها در برابر تغییرات محیطی می‌شود؛ بنابراین غالب بودن این جنس و گونه‌ها به دلیل قابلیت متابولیکی آنها است که توزیع و بقاءشان را در شرایط نامطلوب محیطی مثل تابش پرتو فرابنفش، فقدان مواد مغذی یا دماهای بالا حفظ می‌کند [۱۶]. قطر اکثر اسپورهای قارچی در حدود ۱۰-۲ میکرون می‌باشد که این اندازه‌ی کوچک به آنها اجازه می‌دهد که به راحتی بتوانند به دستگاه تنفسی انسان نفوذ کرده و سبب ایجاد عفونت‌های تنفسی بشوند [۱۷، ۱۵]. همچنین در مطالعه‌ای که توسط سلیمانی و همکارانش در رابطه با هوای بیرون از بیمارستان انجام شد، کلادوسپوریوم، آلترناریا و آسپرژیلوس‌ها به‌عنوان جنس غالب شناسایی شدند [۱۸]. علاوه بر تردد و تجمع افراد در محوطه‌ی بیمارستان‌ها، وجود تصفیه‌خانه فاضلاب در بیمارستان نیز یکی از عوامل مؤثر در انتشار

بیوآئروسول‌ها می‌باشند؛ چرا که اکثر گونه‌های میکروبی و قارچی شناسایی شده در محوطه بیمارستان مورد مطالعه، در تصفیه‌خانه فاضلاب مذکور نیز شناسایی شدند. در این مطالعه بیشترین میزان انتشار آئروسول‌های قارچی در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران مربوط به حوض دانه‌گیری بود. همچنین در مطالعه مشابهی که توسط لی انجام گرفت حوض دانه‌گیری به‌عنوان عامل اصلی انتشار آئروسول‌های قارچی شناسایی شد [۱۹]. زمان نمونه‌برداری، دما، رطوبت و سرعت باد از جمله عوامل مؤثر در انتشار بیوآئروسول‌ها در هوای بیرون هستند. طبق مطالعات مختلفی که در رابطه با بیمارستان‌ها صورت گرفت، بیشترین انتشار آئروسول‌های قارچی در ماه‌های پاییز گزارش شد [۲۰، ۱۱]؛ در صورتی که در رابطه با تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، بیشترین انتشار بیوآئروسول‌ها در فصل تابستان بوده است [۲۱]. آنالیز آماری نتایج این مطالعه نشان داد که پارامترهای محیطی ارتباط معنی‌داری با میزان انتشار آئروسول‌های قارچی در تصفیه‌خانه فاضلاب دارند. مطالعات اپلیگر نیز در این زمینه مؤید این مطلب است [۲۱]. همچنین بین میزان بیوآئروسول و پارامترهای ذکر شده در هوای اطراف بیمارستان میلاد همبستگی معنی‌داری وجود نداشت. مطالعاتی که عظیمی در رابطه

برای پیشگیری از ایجاد عفونت در بین کارگران تصفیه‌خانه‌ها و انتقال آن به افراد دیگر باشد [۲۵]. مدیریت مناسب بهداشت محیط در تصفیه‌خانه فاضلاب و مراکز درمانی می‌تواند یکی از عوامل مهم در کاهش انتشار بیوآئروسول‌ها باشد. با توجه به عدم وجود رهنمود و استاندارد مشخصی در رابطه با آلودگی میکروبی هوای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، هوای اطراف بیمارستان‌ها و سازمان‌های انتقال خون ضروری به نظر می‌رسد تا دستگاه‌های مسئول اقدامات لازم را در تدوین این رهنمودها انجام دهند.

قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان بررسی پتانسیل واحدهای فرآیندی و عملیاتی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران در انتشار آئروسول‌های باکتریایی و قارچی و مقایسه آن با دو نقطه خارج از تصفیه‌خانه، مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران در سال ۱۳۹۲، به کد ۲۱۰۴۴ می‌باشد که با حمایت پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران اجرا شده است.

References

- Hasanvand S, Sekhvatjo MS. Assessment the bio-aerosols type and concentration in various wards of Valiasr Hospital, Khorramshahr during 2011. Iran J Health Environ 2013; 6(2):201-210 (Persian).
- Yang CS, Heinsohn PA. Sampling and analysis of indoor microorganisms. New Jersey: John Wiley & Sons; 2007.
- Emami M, Kirdebche P, Moqadarmi M, Zeini F. Medical mycology. Tehran: Tehran University Press; 2004. P. 114-116 (Persian).
- Dahashti A, Sahranavard N, Rostami R, Barkhordari A, Banayirizi Z. Survey of bioaerosols type and concentration in the ambient air of hospitals in Damghan, Irans. Occup Med Q J 2012; 7(2):41-51 (Persian).
- Hoshyar F, Kabiri N, Taghipoor S, Ganji F. Study of fungal infection frequency in libraries affiliated with Shahrekord University of Medical Sciences in 2013. J Shahrekord Univ Med Sci 2014; 16(4):39-45 (Persian).
- Terr AI. Stachybotrys: relevance to human disease. Ann Allergy Asthma Immunol 2001; 87(6 Suppl 3):57-63.
- O'Gorman CM, Fuller HT. Prevalence of culturable airborne spores of selected allergenic and pathogenic fungi in outdoor air. Atmos Environ 2008; 42(18):4355-4368.
- Pastuszka JS, Paw UK, Lis DO, Wlazło A, Ulfig K. Bacterial and fungal aerosol in indoor environment in Upper Silesia, Poland. Atmos Environ 2000;

با غلظت آئروسول‌های قارچی در هوای بخش‌های مختلف داخل بیمارستان انجام داده نیز ارتباط معنی‌داری بین میزان بیوآئروسول‌ها و پارامترهای محیطی وجود نداشت [۲۲]. توجه به این مطلب ضروری است که نه تنها در تصفیه‌خانه بلکه در بیمارستان‌ها و سایر اماکن عمومی نیز کیفیت هوای آزاد می‌تواند کیفیت هوای داخل ساختمان را نیز تحت تأثیر قرار دهد و غلظت آلاینده‌ها در هوای آزاد فاکتور اولیه در تعیین کیفیت هوای داخل ساختمان می‌باشد [۲۳]. با توجه به اینکه بیمارستان‌ها و سایر سازمان‌های مشابه مانند سازمان انتقال خون، به‌عنوان مراکز درمانی هستند، نباید خود به‌عنوان یک منبع آلودگی باشند. به خصوص بیمارستان‌هایی که دارای تصفیه‌خانه فاضلاب نیز هستند، وجود یک اتاقک به‌عنوان پوشش، تعداد آئروسول‌ها را در خود تصفیه‌خانه و یا بیمارستان‌هایی که تصفیه‌خانه دارند و محیط اطراف آنها کاهش می‌دهد که می‌تواند به‌عنوان یک راهکار برای کاهش بار آلودگی محوطه‌ی بیمارستان‌ها و تصفیه‌خانه‌ها پیشنهاد شود [۲۴]. در نهایت رعایت بهداشت فردی به همراه واکسیناسیون، شست و شوی مرتب دست‌ها با آب گرم و صابون و استفاده از لباس‌های محافظ به‌ویژه هنگام کار در مناطق آلوده‌تر می‌تواند یک روش مناسب

- 34(22):3833-3842.
9. Dehghani M, Kamali Y, Shamsedini N, Ghanbarian M. A study of the relationship between indoor/ outdoor particle concentration in Dena hospital in Shiraz. *J Health Res Commun* 2015; 1(1):49-55.
10. Sawyer B, Elenbogen G, Rao KC, O'Brien P, Zenz DR, Lue-Hing C. Bacterial aerosol emission rates from municipal wastewater aeration tanks. *Appl Environ Microbiol* 1993; 59(10):3183-3186.
11. Jensen PA, Schafer MP. Sampling and characterization of bioaerosols. *NIOSH Manual Analyt Methods* 1998; 1(15):82-112.
12. Bauer H, Fuerhacker M, Zibuschka F, Schmid H, Puxbaum H. Bacteria and fungi in aerosols generated by two different types of wastewater treatment plants. *Water Res* 2002; 36(16):3965-3970.
13. Kim KY, Kim HT, Kim D, Nakajima J, Higuchi T. Distribution characteristics of airborne bacteria and fungi in the feedstuff-manufacturing factories. *J Hazard Mater* 2009; 169(1-3):1054-1060.
14. Prazmo Z, Kryszka-Traczyk E, Skorska C, Sitkowska J, Cholewa G, Dutkiewicz J. Exposure to bioaerosols in a municipal sewage treatment plant. *Ann Agric Environ Med* 2003; 10(2):241-248.
15. Korzeniewska E, Filipkowska Z, Gotkowska-Plachta A, Janczukowicz W, Dixon B, Czulkowska M. Determination of emitted airborne microorganisms from a BIO-PAK wastewater treatment plant. *Water Res* 2009; 43(11):2841-2851.
16. Aringoli EE, Basílico MD, Altahus RL, Basílico JC. Multivariate analysis of fungal associations in the indoor air of Argentinean houses. *Int Biod Biodegrad* 2008; 62(3):281-286.
17. Cvetnić Z, Pepeljnjak S. Distribution and mycotoxin-producing ability of some fungal isolates from the air. *Atmos Environ* 1997; 31(3):491-495.
18. Soleimani Z, Goudarzi G. Evaluation of the ratio indoor to outdoor concentration of Airborne Fungi. *Aerobiologia* 2013; 29:279-290.
19. Li L, Gao M, Liu J. Distribution characterization of microbial aerosols emitted from a wastewater treatment plant using the Orbal oxidation ditch process. *Proc Biochem* 2011; 46(4):910-915.
20. Sautour M, Sixt N, Dalle F, L'Ollivier C, Fourquenot V, Calinon C, et al. Profiles and seasonal distribution of airborne fungi in indoor and outdoor environments at a French hospital. *Sci Total Environ* 2009; 407(12):3766-3771.
21. Oppliger A, Hilfiker S, Vu Duc T. Influence of seasons and sampling strategy on assessment of bioaerosols in sewage treatment plants in Switzerland. *Ann Occup Hyg* 2005; 49(5):393-400.
22. Azimi F. Investigation of ventilation system performance in microbial air quality in operation rooms of Shariati Hospital in Tehran. [Master's Thesis]. Tehran University of Medical Science. Tehran, Iran; 2012. P. 50-70. (Persian).
23. Rezayi S, Nadaffi K, Jabbari H, Younesian M, Jamshidi A, Sadat A, et al. Relationship between the particulate matter concentrations in the indoor and ambient air of the Tehran children hospital in 2007. *Iran J Health Environ* 2013; 6(1):103-112 (Persian).
24. Filipkowska Z, Janczukowicz W, Krzemieniewski M, Pesta J. Microbiological air pollution in the surroundings of the wastewater treatment plant with activated-sludge tanks aerated by horizontal rotors. *Polish J Environ Stud* 2000; 9(4):273-280.
25. Heinonen-Tanski H, Reponen T, Koivunen J. Airborne enteric coliphages and bacteria in sewage treatment plants. *Water Res* 2009; 43(9):2558-2566.