



بررسی مقایسه‌ای پتانسیل آلودگی میکروبی در هوای اطراف بیمارستان میلاد، سازمان انتقال خون و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک غرب تهران

آناهیتا دهقانی^۱، مجید کرمانی^{۲*}، مهدی فرزاد کیا^۳، کاظم ندافی^۴، محمود علیمحمدی^۵

تاریخ دریافت ۱۳۹۲/۱۲/۰۱ تاریخ پذیرش ۱۳۹۳/۰۲/۰۴

چکیده

پیش‌زمینه و هدف: آئروسول‌های میکروبی موجود در هوا می‌توانند به‌عنوان عاملی برای انتشار میکرو ارگانیسم‌ها باشند. بیوآئروسول‌ها یکی از مهم‌ترین راه‌های انتشار بیماری‌های عفونی می‌باشند. هدف از این مطالعه مقایسه پتانسیل انتشار آئروسول‌های میکروبی در هوای اطراف بیمارستان میلاد تهران، سازمان انتقال خون ایران و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک غرب تهران است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی-مقطعی، در بیمارستان میلاد، سازمان انتقال خون ایران و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک غرب تهران از اسفندماه ۹۱ تا تیرماه ۹۲ انجام گرفت. نمونه‌برداری مطابق با تقویم نمونه‌برداری سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (EPA) در سال ۲۰۱۳، به مدت ۱ ساعت و به روش غیرفعال و هر ۶ روز یک‌بار انجام شد. محیط کشت انتقالی مورد استفاده برای نمونه‌های باکتریایی تریپتیک سوی آگار و برای نمونه‌های قارچی سابورو دکستروز آگار بود. پس از نمونه‌برداری نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و مورد آنالیز قرار گرفتند. هم‌زمان دما، رطوبت، سرعت باد و شاخص پرتو فرابنفش در نقاط نمونه‌برداری سنجش شدند و ارتباط آن‌ها با دانسیته بیوآئروسول‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: در مقایسه ایستگاه‌های منتخب، بیشترین غلظت آلودگی باکتریایی مربوط به هاضم‌های (۳۳۰۳ CFU/Plate) و کمترین غلظت مربوط به ۱۰۰ متری بعد از آخرین متری (به ترتیب ۵۲۹ CFU/Plate) بود. جنس غالب باکتریایی در سازمان انتقال خون و بیمارستان میلاد مربوط به استافیلوکوکوس‌ها (به ترتیب ۴۹/۶ درصد و ۴۶ درصد) و در تصفیه‌خانه فاضلاب مربوط به باسیلوس‌ها (۳۶/۳ درصد) بود. بیشترین آلودگی قارچی مربوط به فاصله ۱۰۰ متری بعد از آخرین واحد تصفیه‌خانه (۶۷ CFU/Plate) و کمترین دانسیته مربوط به بیمارستان میلاد (۳۰ CFU/Plate) 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.

بحث و نتیجه‌گیری: طبق نتایج غلظت آئروسول‌های میکروبی در هوای پیرامون واحدهای عملیاتی و فرآیندی تصفیه‌خانه فاضلاب بیشتر از هوای اطراف بیمارستان میلاد و سازمان انتقال بود. به‌عبارت‌دیگر در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب فعالیت واحدهای عملیاتی و فرآیندی بر بار آلودگی میکروبی تأثیر می‌گذارد. مدیریت مناسب بهداشت محیط در تصفیه‌خانه فاضلاب می‌تواند یکی از عوامل مهم در کاهش انتشار بیوآئروسول‌ها باشد. همچنین ضروری به نظر می‌رسد تا دستگاه‌های مسئول اقدامات لازم را در تدوین رهنمودها و استانداردها در رابطه با آئروسول‌های میکروبی منتقله از طریق هوا انجام دهند.

کلیدواژه‌ها: آلودگی هوا، بیوآئروسول، سازمان انتقال خون، بیمارستان، تصفیه‌خانه فاضلاب

مجله دانشکده پرستاری و مامایی ارومیه، دوره دوازدهم، شماره سوم، پی‌درپی ۵۶، خرداد ۱۳۹۳، ص ۱۸۳-۱۹۲

آدرس مکاتبه: تهران، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده بهداشت، تلفن: ۰۲۱-۸۶۷۰۴۶۲۷

Email: kermani.m@iums.ac.ir

مقدمه

فعالیت‌های صنعتی جدیدی شکل گرفته‌اند که در آن‌ها مواجهه افراد با بیوآئروسول‌ها مشاهده می‌شود. صنعت بازیافت مواد زائد و تهیه کمپوست، صنایع تولیدکننده مواد شوینده، بیمارستان‌ها و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از آن جمله هستند.

بررسی آلودگی‌های زیست‌محیطی از دو بعد مورد توجه قرار می‌گیرد، اول، آلودگی محیط‌زیست در اثر پخش آلاینده‌ها در طبیعت و مراکز شهری و دوم، آلوده شدن محیط خود مراکز که نتیجه آن تأثیر منفی بر کارکنان و محیط اطراف آن است. در دهه‌های اخیر

^۱ کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران

^۲ استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران - نویسنده مسئول

^۳ دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران

^۴ استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

^۵ استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

مواد و روش کار

این مطالعه توصیفی - مقطعی، در بیمارستان میلاد تهران، سازمان انتقال خون ایران و تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک غرب تهران از اسفندماه ۹۱ تا تیرماه ۹۲ انجام گرفت. موقعیت جغرافیایی این ۳ مکان در شکل ۱ ارائه شده است. نمونه‌برداری مطابق با تقویم نمونه‌برداری EPA در سال ۲۰۱۳، به مدت ۱ ساعت و به روش غیرفعال و هر ۶ روز یک‌بار انجام شد. نمونه‌ها در ارتفاع تنفسی انسان (حدوداً یک متری) (۱۰) و به فاصله ۱ متر از دیوارها و موانع برداشت شدند (۱۱). نقاط نمونه‌برداری شامل ۱ ایستگاه در محوطه بیمارستان میلاد، ۱ ایستگاه در محوطه سازمان انتقال خون ایران و ۴ ایستگاه در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک غرب تهران در شعاع‌های ۵، ۲، ۵ و ۱۵ متری از ۳ واحد دانه گیر، هوادهی و هاضم هوازی و همچنین ۱۰۰ متر بعد از آخرین واحد تصفیه‌خانه بود. در مجموع ۴۸۰ 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 برای نمونه‌های باکتریایی تریپتیک سوی آگار و برای نمونه‌های قارچی سابورو دکستروز آگار بود (۱۲). برای جلوگیری از رشد قارچ‌ها در محیط تریپتیک سوی آگار از آنتی‌بیوتیک سیکلو‌هگزامید ($500 \mu\text{g/L}$) و برای جلوگیری از رشد باکتری‌ها بر روی محیط کشت سابورو دکستروز آگار از آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل ($100 \mu\text{g/L}$) استفاده شد (۱۳). نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه منتقل شدند و برای شناسایی باکتری‌ها به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در انکوباتور در دمای 35 ± 0.5 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس از نظر رشد باکتری‌ها مورد بازبینی قرار گرفتند. همچنین محیط کشت‌های قارچی به مدت ۳ تا ۷ روز در دمای اتاق (۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند. تعداد کلنی‌های باکتریایی و قارچی رشد کرده بر روی محیط کشت شمارش و به صورت واحد CFU/Plate ثبت شد. جنس باکتری‌های رشد یافته با استفاده از تست‌های افتراقی مثل رنگ‌آمیزی گرم و روش‌های تشخیص بیوشیمیایی شامل تست‌های کاتالاز، اکسیداز، تست DNase، اسکولین صفرآوی، اوره آز، مقاومت به دیسک نوویوسین و باسیتراسین، مصرف قندها و سایر تست‌های افتراقی مشخص شد. برای تعیین جنس و گونه قارچ‌ها روش ساده اسلاید کالچر مورد استفاده قرار گرفت و قارچ‌ها با استفاده از میکروسکوپ شناسایی شدند.

در این صنایع عوارضی مانند آلرژی، سندروم گردوغبار آلی و التهاب ریوی به‌وفور گزارش شده است (۱، ۲). انسان در طول ۲۴ ساعت حدود ۲۰ مترمکعب هوا و میکروارگانیسم‌های موجود در آن را استنشاق می‌کند. میکروارگانیسم‌های غیر بیماری‌زا مشکل خاصی ایجاد نمی‌کنند، اما برخی از انواع میکروارگانیسم‌ها بیماری‌زا بوده و سلامتی انسان را به خطر می‌اندازند (۳). بیوآئروسول‌ها ذرات بیولوژیکی می‌باشند که در هوا پراکنده هستند و می‌توانند از فعالیت‌های طبیعی و یا فعالیت‌های بشر منشأ بگیرند و اثر قابل توجهی بر روی سلامت عمومی و حفظ محیط‌زیست دارند (۴، ۵)، که شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها یا کپک‌ها، آلرژن‌ها با وزن مولکولی بالا، سموم آندوتوکسین باکتریایی، سموم قارچی، پپتیدوگلیکان‌ها، گرده و فیبرهای گیاهی هستند (۱). تماس با بیوآئروسول‌ها با گستره وسیعی از اثرات بهداشتی در ارتباط است که شامل بیماری‌های واگیر، اثرات سمی حاد، آلرژی و سرطان می‌شود (۱، ۶). شاخص‌های بیولوژیکی مختلفی در محیط‌های گوناگون توسط محققین مختلف ارائه شده است. هرچند بعضی از شاخص‌ها، قادر به ایجاد بیماری نمی‌باشند و جزو دسته میکروارگانیسم‌های ساپروفیت طبقه‌بندی می‌شوند، ولی وجود آن‌ها نشان از احتمال وجود سایر میکروارگانیسم‌ها در محیط می‌باشد (۷).

تاکنون مطالعات کمی و کیفی متعددی در رابطه با آلاینده‌های بیولوژیکی منتقله 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 افراد متعددی روزانه ساعتی 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 (۸). مطالعات دیگری نیز بسیاری از بیماری‌های قلبی، آسم و بیماری‌های تنفسی را به تماس با قارچ‌ها نسبت داده‌اند (۹).

هدف اصلی از انجام این طرح تعیین پتانسیل آلودگی میکروبی در هوای اطراف بیمارستان میلاد و سازمان انتقال خون ایران در انتشار آئروسول‌های باکتریایی و قارچی و مقایسه آن با واحدهای فرآیندی و عملیاتی تصفیه‌خانه شهرک غرب تهران در انتشار این بیوآئروسول‌ها می‌باشد.



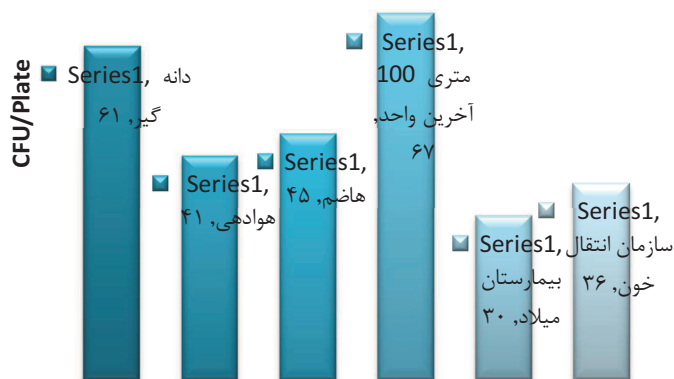
شکل (۱): موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

یافته‌ها

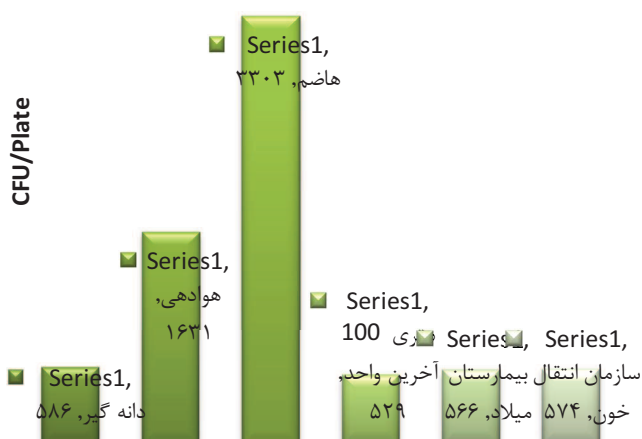
غلظت بیوآئروسول‌ها در نقاط مختلف نمونه‌برداری:

در نمودارهای ۱ و ۲ میانگین غلظت باکتری‌ها و قارچ‌ها برحسب CFU/Plate در نقاط مختلف نمونه‌برداری نشان داده شده است. همان‌طور که در این دو نمودار نشان داده شده است، بیشترین و کمترین دانسیته باکتری‌ها به ترتیب مربوط هاضم (از واحدهای فرآیندی تصفیه‌خانه) با میانگین 3303 CFU/Plate و 100 متر بعد از آخرین واحد تصفیه‌خانه با میانگین 529 CFU/Plate بود. همچنین بیشترین و کمترین دانسیته قارچی به ترتیب مربوط به 100 متر بعد از آخرین واحد تصفیه‌خانه با میانگین 67 CFU/Plate و بیمارستان میلاد با میانگین 30 CFU/Plate بود. نتایج آزمون آماری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان آلودگی باکتریایی و قارچی در بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه (فرآیندی و عملیاتی)

وجود دارد ($p < 0.05$). از طرف دیگر نتایج آزمون آماری نشان داد که غلظت بیوآئروسول‌ها در واحدهای مختلف فرآیندی و عملیاتی تصفیه‌خانه با هوای اطراف بیمارستان میلاد و سازمان انتقال خون از نظر آلودگی یکسان نبودند و اختلاف معنی‌داری بین میزان آلودگی باکتریایی و قارچی در هوای تصفیه‌خانه با هوای اطراف بیمارستان میلاد و سازمان انتقال خون وجود دارد (Kruskal-Wallis H test, $p < 0.05$). طبق نتایج غلظت آئروسول‌های باکتریایی و قارچی در هوای پیرامون واحدهای عملیاتی و فرآیندی تصفیه‌خانه فاضلاب بیشتر از هوای اطراف بیمارستان میلاد و سازمان انتقال بود. به عبارت دیگر در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب فعالیت واحدهای عملیاتی و فرآیندی بر غلظت باکتری‌ها و قارچ‌ها تأثیر می‌گذارد. مقایسه نتایج این مطالعه با نتایج حاصله از سایر مطالعات نشانگر همخوانی این یافته‌ها می‌باشد.



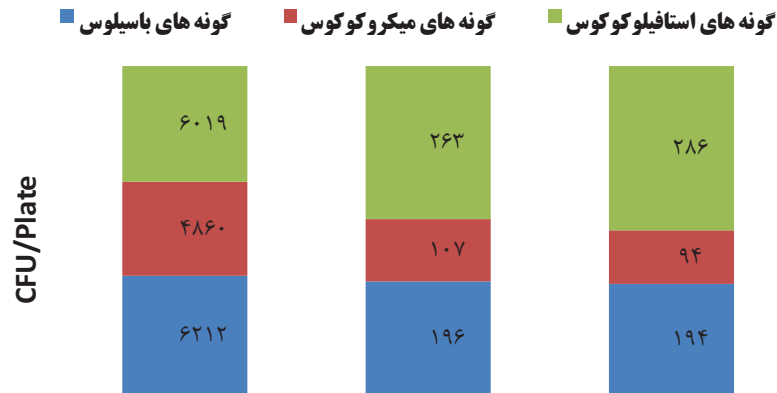
نمودار (۱): میانگین غلظت باکتری‌ها برحسب CFU/Plate در نقاط مختلف نمونه‌برداری



نمودار (۲): میانگین غلظت قارچ‌ها برحسب CFU/Plate در نقاط مختلف نمونه‌برداری

۳۵/۲ درصد جنس غالب را در تصفیه‌خانه فاضلاب به خود اختصاص دادند. کلیه این باکتری‌ها باکتری‌های گرم مثبت هستند. غالب بودن باکتری‌های گرم مثبت در هوای محیط‌های مختلفی گزارش شده است. نمودار ۳ تعداد و گونه غالب باکتری‌های شناسایی شده در هر ۳ نقطه نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. غالب بودن گونه‌های باسیلوس در تصفیه‌خانه فاضلاب را می‌توان به این امر نسبت داد که این باکتری‌ها توانایی تشکیل اسپور داشته و در برابر شرایط سخت محیطی مقاوم می‌باشند، بنابراین بقای آن‌ها در هوا زیاد می‌باشد.

جنس و گونه بیوائروس‌های جداسازی شده: بر اساس آزمایش‌های افتراقی صورت گرفته در مجموع ۳ گونه غالب باکتریایی و ۲۲ گونه قارچی جداسازی شدند. گونه غالب باکتری‌های شناسایی شده در هر ۳ مکان مورد بررسی، ۳ گونه باسیلوس، میکروکوکوس و استافیلوکوکوس بود. استافیلوکوکوس‌ها در هوای اطراف بیمارستان میلاد و سازمان انتقال خون به ترتیب با ۴۶ درصد و ۴۹/۶ درصد به‌عنوان جنس غالب شناسایی شدند. باسیلوس‌ها و استافیلوکوکوس‌ها به ترتیب با ۳۶/۳ درصد و



نمودار (۳): غلظت گونه‌های باکتریایی غالب برحسب CFU/Plate در کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری

نمونه‌برداری بودند. گونه‌های دیگر قارچی، شامل انواع اسپریزیلوس‌ها، سفالوسپوروم و رایزوپوس و موکور می‌باشد. کلیه گونه‌های قارچی شناسایی شده قادر به تشکیل اسپور بوده که این امر این گونه‌ها را در برابر تغییرات محیطی حفظ می‌نماید. بنابراین غالب بودن این جنس و گونه‌ها را می‌توان به این قابلیت متابولیکی آن‌ها که توزیع و بقاءشان را در شرایط نامطلوب محیطی مثل تابش پرتو فرابنفش، فقدان مواد مغذی یا دماهای بالا نسبت داد.

در رابطه با قارچ‌ها بیشترین جنس و گونه قارچی در تصفیه‌خانه 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 منتشرشده در هوای اطراف بیمارستان میلاد بودند. نمودار ۴ گونه‌های قارچی غالب را در هر ۳ نقطه نمونه‌برداری نشان می‌دهد. آلترناریا، کلادوسپوریوم و میسلیوم استریل جزو گونه‌های قارچی شناسایی شده در ۳ نقطه



نمودار (۴): غلظت گونه‌های قارچی غالب برحسب CFU/Plate در کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری

در گستره ۳ تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد، ۱۱ تا ۴۹ درصد، ۵ تا ۱۷ کیلومتر بر ساعت و ۴ تا ۷ قرار داشتند. دامنه، میانگین و انحراف معیار پارامترهای ثبت‌شده در جدول ۱ نشان داده شده است.

ارتباط بین پارامترهای ثبت‌شده و غلظت بیوآئروسول‌ها: در نقاط مختلف نمونه‌برداری در طول مدت پژوهش درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد و شاخص پرتو فرابنفش به ترتیب

جدول (۱): خلاصه آماری از شرایط آب و هوایی در طول دوره نمونه‌برداری

ماه نمونه‌برداری	درجه حرارت (°C)	رطوبت نسبی (%)	سرعت باد (Km/h)	UV Index
اسفند	۳-۱۴ (۹/۸ ± ۳/۸)	۳۰-۴۹ (۳۷/۳ ± ۷/۲)	۵-۱۷ (۱۰ ± ۲/۱)	۴-۴ (۴)
اردیبهشت	۱۶-۲۸ (۲۴ ± ۴/۳)	۱۹-۳۲ (۲۷/۹ ± ۴/۰۲)	۵-۱۶ (۹/۹ ± ۲)	۴-۶ (۵/۱ ± ۰/۹)
خرداد	۲۸-۳۲ (۳۰/۲ ± ۱/۷)	۱۱-۲۰ (۱۵/۶ ± ۴/۲)	۸-۱۳ (۹/۶ ± ۱/۷)	۶-۷ (۶/۴ ± ۰/۵)
تیر	۲۸-۳۴ (۳۱/۷ ± ۲/۲)	۱۸-۴۵ (۲۷/۳ ± ۱۰/۵)	۸-۱۱ (۹/۴ ± ۱/۸)	۶-۷ (۶/۷ ± ۰/۴۲)

بحث و نتیجه‌گیری

از آنجایی که رهنمود و استاندارد مشخصی در رابطه با آلودگی میکروبی در هوای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و هوای پیرامون و خارج از آن وجود ندارد، نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه علاوه بر مقایسه با یکدیگر، در صورت وجود با مطالعات دیگر نیز مقایسه شده است. در پژوهش حاضر بیشترین جنس قارچ‌های شناسایی شده مربوط به کلادوسپوریوم‌ها و آلترناریا بود. این دسته از قارچ‌های هوابرد در ایجاد بیماری‌های آلرژیک بیشترین نقش را دارند (۱۴ قطر اکثر اسپورهای قارچی در حدود ۱۰-۲ میکرون می‌باشد که این اندازه کوچک به آن‌ها اجازه می‌دهد که به راحتی بتوانند به دستگاه تنفسی انسان نفوذ کرده و سبب ایجاد عفونت‌های تنفسی بشوند (۱۵، ۱۶). در مطالعات مشابهی که توسط محققین در تصفیه‌خانه فاضلاب انجام‌شده نیز این دسته از قارچ‌ها به‌عنوان جنس غالب شناسایی شده‌اند (۱۶). در مطالعه‌ای که توسط سلیمانی و همکارانش در رابطه با هوای بیرون از بیمارستان انجام‌شده نیز کلادوسپوریوم، آلترناریا و آسپرژیلوس‌ها به‌عنوان جنس غالب شناسایی شده‌اند (۱۷). علاوه بر تردد و تجمع افراد در محوطه بیمارستان‌ها، وجود تصفیه‌خانه فاضلاب در بیمارستان نیز یکی از عوامل مؤثر در انتشار بیوآئروسول‌ها می‌باشند. چراکه اکثر گونه‌های میکروبی و قارچی شناسایی شده در محوطه بیمارستان مورد مطالعه، در تصفیه‌خانه فاضلاب مذکور نیز شناسایی شده‌اند. در این مطالعه بیشترین میزان انتشار آئروسول‌های قارچی در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس تهران مربوط به حوض دانه گیری و بیشترین انتشار آئروسول‌های

در این مطالعه بیشترین انتشار آئروسول‌های باکتریایی در هر ۳ نقطه نمونه‌برداری، در تیرماه و کمترین انتشار در اسفندماه مشاهده شد. بیشترین انتشار آئروسول‌های قارچی در سازمان انتقال خون و تصفیه‌خانه فاضلاب مربوط به اسفندماه و کمترین میزان مربوط به تیرماه بود. در صورتی که در بیمارستان میلاد عکس این مطلب صادق بوده، در تیرماه بیشترین آلودگی و در اسفندماه کمترین آلودگی قارچی وجود داشته است. نتایج آزمون آماری نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین دانسیته قارچ‌ها و شاخص اشعه فرابنفش، دما، سرعت باد و رطوبت در تصفیه‌خانه فاضلاب و سازمان انتقال خون وجود دارد ($p < 0.05$). در رابطه با بیمارستان میلاد همبستگی معنی‌داری بین پارامترهای ذکر شده و دانسته قارچ‌ها وجود نداشت ($p > 0.05$) بین دانسیته باکتری‌ها و متغیرهای ذکر شده در بیمارستان میلاد همبستگی معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$). در رابطه با تصفیه‌خانه فاضلاب بین دانسیته باکتری‌ها و متغیرهای ذکر شده به‌جز شاخص اشعه فرابنفش همبستگی معنی‌دار وجود نداشت ($p > 0.05$). بین دانسیته باکتری‌ها و متغیرهای رطوبت، سرعت باد و شاخص اشعه فرابنفش در سازمان انتقال خون همبستگی معنی‌دار وجود نداشت ($p > 0.05$). ولی بین دانسیته باکتری‌ها و متغیر دما در سازمان انتقال خون، همبستگی معنادار بود ($p < 0.05$). همبستگی معنی‌داری بین غلظت قارچ‌ها با فاصله در شعاع ۲، ۵ و ۱۵ متری از واحدها در تصفیه‌خانه فاضلاب مشاهده نشد ($p > 0.05$). ولی این رابطه در مورد باکتری‌ها معنادار بود. یعنی با افزایش فاصله از منبع آلودگی دانسیته باکتری‌ها نیز کاهش می‌یابد.

باکتریایی مربوط به هاضم هوایی می‌باشد، که دلیل آن متلاشی شدن حباب حاصل از سیستم هوادهی است که اکسیژن را برای تجزیه مواد فراهم می‌کند (۱۸). ذرات حاصل از متلاشی شدن حباب دوباره به سمت پایین سقوط کرده و در برخورد به سطح فاضلاب به ذرات کوچک‌تری با قطر ۵۰-۱۰۰ میکرون تبدیل شده و سبب ایجاد آلودگی ثانویه می‌شوند. این ذرات کوچک‌تر به سرعت در هوا تبخیر شده و قطر آن‌ها به ۲۰-۱۰ میکرون کاهش یافته و بالطبع سرعت ته‌نشین شدن آن‌ها نیز کمتر شده و به‌صورت معلق در هوا باقی می‌مانند (۱۹). در پژوهش حاضر باسیلوس‌ها به‌عنوان جنس غالب در تصفیه‌خانه شناسایی شده‌اند. غالب بودن گونه‌های باسیلوس را می‌توان به این امر نسبت داد که این باکتری‌ها توانایی تشکیل اسپور داشته و در برابر شرایط سخت محیطی مقاوم می‌باشند، بنابراین بقای آن‌ها در هوا زیاد می‌باشد. در سازمان انتقال خون و بیمارستان میلاد استافیلوکوکوس‌ها به‌عنوان جنس غالب شناسایی شدند. غالب بودن استافیلوکوکوس‌ها در بخش‌های داخلی مراکز درمانی توسط گلی و همکارانش گزارش شده است (۷). همان‌طور که گفته شد در این مطالعه، در تصفیه‌خانه فاضلاب و سازمان انتقال خون بیشترین انتشار آئروسول‌های قارچی و باکتریایی به ترتیب مربوط به اسفند و تیرماه بوده است. و در بیمارستان میلاد بیشترین انتشار آئروسول‌های قارچی و باکتریایی مربوط به تیرماه بوده است. زمان نمونه‌برداری، دما، رطوبت و سرعت باد از جمله عوامل مؤثر در انتشار بیوآئروسول‌ها در هوای بیرون (Outdoor) هستند. مطالعات مختلفی که در رابطه با بیمارستان‌ها انجام شده‌اند بیشترین انتشار آئروسول‌های قارچی را در ماه‌های پاییز گزارش کرده‌اند (۱۱، ۲۰). 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 معناداری با میزان انتشار آئروسول‌های قارچی در تصفیه‌خانه فاضلاب دارند. مطالعات Oppliger 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 با غلظت آئروسول‌های قارچی در هوای بخش‌های مختلف داخل بیمارستان انجام داده نیز ارتباط معناداری بین میزان بیوآئروسول‌ها و پارامترهای محیطی وجود نداشت (۲۲). توجه به این مطلب ضروری است که نه‌تنها 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. به‌خصوص 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 (۱۹) که می‌تواند به‌عنوان یک راهکار برای کاهش بار آلودگی محوطه بیمارستان‌ها و تصفیه‌خانه‌ها پیشنهاد شود. در نهایت رعایت بهداشت فردی به همراه واکسیناسیون، شست‌وشوی مرتب دست‌ها با آب گرم و صابون و استفاده از لباس‌های محافظ و دستگاه‌های حفاظت تنفسی به‌ویژه هنگام کار در مناطق آلوده‌تر می‌تواند یک روش مناسب برای پیشگیری از ایجاد عفونت در بین کارگران تصفیه‌خانه‌ها و انتقال آن به افراد دیگر باشد (۲۴). 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.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از مسئولین محترم تصفیه‌خانه شهرک قدس تهران به خاطر همکاری صمیمانه در طول دوره پژوهش و همچنین از مسئولین آزمایشگاه میکروبیولوژی محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران تشکر و قدردانی نمایند. 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 محیط‌زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران اجرا شده است.

References:

1. Douwes J, Thorne P, Pearce N, Heederik D. Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects. *Ann Occup Hyg* 2003;47(3):187–200.
2. Jensen PA, Lambert LA, Iademarco MF, Ridzon R. Guidelines for preventing the transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in health-care settings, 2005. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention; 2005.
3. Hering SV. Air sampling instruments for evaluation of atmospheric contaminants. *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*; 1989.
4. El-Morsy E-SM. Preliminary survey of indoor and outdoor airborne microfungi at coastal buildings in Egypt. *Aerobiologia* 2006;22(3):197-210.
5. Kermani M. Evaluation of TSP and PM10 values and combine the ingredients in the air within Shariati Hospital, Tehran doctor.(Dissertation). Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2003. (Persian)
6. Mazurek GH, Jereb J, Lobue P, Iademarco MF, Metchock B, Vernon A, et al. Guidelines for using the QuantiFERON-TB Gold test for detecting *Mycobacterium tuberculosis* infection, United States. *MMWR Recomm Rep* 2005;54(RR-15):49–55.
7. Goli A, Talaei AR. Microbiological studies of Delijan's Emam Sadegh hospital. *Health systems Research*; 2011. (Persian)
8. O'Gorman CM, Fuller HT. Prevalence of culturable airborne spores of selected allergenic and pathogenic fungi in outdoor air. *Atmos Environ* 2008;42(18):4355-68.
9. Pastuszka JS, Kyaw Tha Paw U, Lis DO, Wlazło A, Ulfig K. Bacterial and fungal aerosol in indoor environment in Upper Silesia, Poland. *Atmos Environ* 2000;34(22):3833-42.
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):3183–6.
11. Jensen PA, Schafer MP. Sampling and characterization of bioaerosols. *NIOSH manual of analytical methods* 1998:82-112.
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):3965-70.
13. Kim K-Y, Kim H-T, 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):1054–60.
14. Dutkiewicz J. Exposure to bioaerosols in a municipal sewage treatment plant. *Ann Agric Environ Med* 2003;10:241-8.
15. Cvetnić Z, Pepeljnjak S. Distribution and mycotoxin-producing ability of some fungal isolates from the air. *Atmos Environ* 1997;31(3):491-5.
16. Korzeniewska E, Filipkowska Z, Gotkowska-Plachta A, Janczukowicz W, Dixon B, Czulowska M. Determination of emitted airborne microorganisms from a BIO-PAK wastewater treatment plant. *Water Res* 2009;43(11):2841-51.
17. Zahra Soleimani, Gholamreza Goudarzi. Evaluation of the ratio indoor to outdoor Concentration of Airborne Fungi. *Aerobiologia* 2013; 29:279-90.
18. Li L, Gao M, Liu J. Distribution characterization of microbial aerosols emitted from a wastewater treatment plant using the Orbal oxidation ditch process. *Process Biochemistry* 2011;46(4):910-5.
19. 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):273-80.
20. Sautour M, Sixt N, Dalle F, L'Ollivier C, Fourquet V, Calinon C, et al. Profiles and seasonal distribution of

- airborne fungi in indoor and outdoor environments at a French hospital. *Sci Total Environ* 2009;407(12):3766-71.
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, Evaluate the performance of the ventilation system in microbial quality of air in Surgery rooms of sharerati hospital in tehran. Tehran: Tehran University; 2013. (Persian)
23. Rezaei S, Nadafi K, Zadeh , Yonesian M. Relationship between indoor and outdoor particle concentrations in hospital children in Tehran. Tehran: Tehran University; 2010 (Persian)
24. Heinonen-Tanski H, Reponen T, Koivunen J. Airborne enteric coliphages and bacteria in sewage treatment plants. *Water Res* 2009;43(9):2558-66.

A COMPARATIVE STUDY FOR POTENTIAL OF MICROBIAL POLLUTION IN THE AMBIENT AIR OF MILAD HOSPITAL, BLOOD TRANSFUSION ORGANIZATION AND TEHRAN'S SHAHRAKE GHARB WASTEWATER TREATMENT PLANT

Dehghani A¹, Kermani M^{2*}, Farzadkia M³, Naddafi K⁴, Alimohammadi M⁵

Received: 20 Feb , 2014; Accepted: 24 Apr , 2014

Abstract

Background & aims: the existing aerosols in air can be a factor for separation of microorganisms. Bio aerosols are one of the most important ways of infectious illnesses separation. The aim of this investigation is to compare potential of separation of fungal aerosols in air around Tehran's Milad hospital, Tehran's shahrake gharb waste water treatment plant and blood transfusion organization.

Materials & Methods: This cross-sectional investigation was done in Milad hospital, blood transfusion organization and Tehran's shahrake gharb waste water treatment plant from Mars 2012 until June 2013. The sampling was done passively according to EPA sampling calendar in the year 2013, for 1 hour once every 6 days. The culture medium for fungal samples was sabouraud dextrose agar and for bacterial samples was Trypticase Soy agar. After sampling, they were transferred to laboratory, and they were analyzed. At the same time, the temperature, humidity, wind speed and UV light indexes were measured in the sampling areas.

Results: Comparing selected sampling stations, it was shown that the most bacterial density was for aeration digester of waste water treatment plant (3303CFU/plate), and the least density was for 100 meters after the last unit of waste water treatment plant (529 CFU/plate). Dominant type of fungal in Milad hospital and blood transfusion organization was related to Staphylococcus (46% and 49.6% respectively), and it was related to Bacillus (36.3%) in waste water treatment plant. The most fungal density was for 100 meters after the last unit of waste water treatment plant (67 CFU/plate) and the least density was for Milad hospital (30 CFU/plate). Dominant genera of fungal in waste water treatment plant and blood transfusion organization was related to Cladosporium (in order of 49% and 84%) and in air around Milad hospital was related to Alternaria (47%).

Conclusion: According to the results of the study, microbial aerosol density in the air around processing and operating sections of waste water treatment plant was more than milad hospital and blood transfusion organization. In another words processing and operating sections in waste water treatment plants affect microbial density. Appropriate administration of environment health in waste water treatment plant can be an important factor in the reduction of aerosol separation. Also it seems to be vital that the responsible organizations should do the necessary actions to develop guidelines and standards related to microbial pollutions.

Keywords: Air Pollution, Bioaerosol, Blood Transfusion Organization, hospital, Wastewater Treatment Plant

Address: Tehran, Iran University of Medical Sciences, School of Public Health, Tel: (+98)02186704627

Email: kermani.m@iums.ac.ir

¹Msc, Environmental Health Engineering, Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences

² Assistant Professor of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences (Corresponding Author)

³ Associated Professor of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences

⁴ Professor of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences

⁵ Assistant Professor of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences