

بررسی نوع و تراکم بیو آئروسول های باکتریایی در هوای داخل بیمارستان های آموزشی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی اردبیل در سال ۱۳۹۴

فرناز والدینی اصل^۱ - صادق حضرتی^{۲*} - محسن ارزنلو^۳ - مهدی فضل زاده^۱

s.hazrati@arums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۸

مکیده

مقدمه: میکروارگانیسم های موجود در بیمارستان منابع بالقوه عفونت برای بیماران و کارکنان محسوب می شوند. تماس با بیوآئروسول ها با گستره وسیعی از اثرات بهداشتی شامل بیماری های واگیر، اثرات سمی حاد و آلرژی در ارتباط است. این مطالعه با هدف بررسی نوع و تراکم بیوآئروسول ها در هوای بخش های مختلف بیمارستان های آموزشی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی اردبیل در سال ۹۴ انجام شد.

روش کار: این مطالعه مقطعی در سال ۱۳۹۴ در بیمارستان های آموزشی شهر اردبیل که شامل ۲ بیمارستان بود اجرا شد. در این مطالعه به منظور ارزیابی و تعیین تراکم بیوآئروسول های هوا برد باکتریایی، از دستگاه نمونه بردار مدل ZTHV02 استفاده گردید. محیط کشت مورد استفاده شامل تریپتیک سوی آگار برای عوامل باکتریایی به همراه آنتی بیوتیک سیکلوهگزامید بوده است. مدت زمان نمونه برداری به طور متوسط ۱۰ دقیقه بود. نمونه های جمع آوری شده بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور قرار گرفتند. سپس تعداد کلنی ها شمارش و باکتری ها تعیین هویت شدند. در نهایت تراکم باکتری ها بر حسب CFU/m^3 بیان شد.

یافته ها: نتایج نشان داد میانگین تراکم کل باکتری های اندازه گیری شده در بیمارستان امام خمینی و علوی به ترتیب $10/3 CFU/m^3$ و $23/4 CFU/m^3$ می باشد. واحد رادیوگرافی بیمارستان امام خمینی (ره) و واحد ICU در بیمارستان علوی دارای بیش ترین بار آلودگی باکتریایی و واحد آنژیوگرافی و ICU در بیمارستان امام خمینی (ره) و سی تی اسکن در بیمارستان علوی دارای کم ترین بار آلودگی باکتریایی هستند. فراوان ترین باکتری های مشاهده شده در هوای بیمارستان امام خمینی به ترتیب گونه های انتروکوک، گونه های سودوموناس، استافیلوکوک های کوگولاز منفی و استرپتوکوک های گروه D غیر انتروکوک و بیش ترین درصد باکتری های مشاهده شده در هوای بیمارستان علوی به ترتیب استافیلوکوک های کوگولاز منفی، گونه های سودوموناس، گونه های کلبسیلا و گونه های انتروکوک به دست آمدند. تعداد باکتری ها با دما و رطوبت محیط ارتباط معنی داری نداشتند و لیکن تعداد آن ها در شیفت عصر (زمان ملاقات) به صورت معنی دار از شیفت صبح بیش تر بود ($P < 0.05$).

نتیجه گیری: تراکم بالای باکتری های هوا برد در بیمارستان های مورد مطالعه می تواند به عنوان یک عامل خطر مهم برای سلامت شاغلین و بیماران مطرح باشد.

کلمات کلیدی: بیوآئروسول، باکتری، عفونت بیمارستانی، تراکم

۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

۳- استاد، گروه میکروبی شناسی، گروه پزشکی و پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران



مقدمه

هوا یکی از عوامل اساسی و مهم حیات موجودات زنده اعم از انسان، حیوان و گیاه بوده و بدون آن لحظه‌ای زندگی ممکن نیست (۱). اهمیت کیفیت هوای داخل ساختمان‌ها به دلیل زمان زیادی است که افراد در این محیط‌ها سپری می‌کنند (۲-۴). اکثر مردم از اثرات زیان آور آلودگی هوای آزاد بر محیط زیست و سلامت خود مطلع هستند، ولی ممکن است از آلودگی هوای داخل ساختمان که اثرات قابل ملاحظه‌ای بر سلامت آن‌ها دارد اطلاعات کافی نداشته باشند (۵، ۶). انسان علاوه بر تماس با عوامل فیزیکی و شیمیایی ممکن است در معرض عوامل بیولوژیکی محیط قرار گیرد. مواجهه افراد بیمار و یا حساس با میکروب‌ها در محیط‌های بسته احتمال ابتلا به بیماری‌های عفونی را بیش تر می‌کند، اگر چه این موضوع کم تر مورد توجه قرار می‌گیرد (۷، ۸). میکروارگانیزم‌ها موجودات ریزی هستند که با چشم غیر مسلح قابل رویت نیستند و از نظر شکل ظاهری، عمل کرد، خصوصیات بیوشیمیایی و یا مکانیسم‌های ژنتیکی با یک دیگر تفاوت دارند (۹). بیوآئروسول‌ها گستره وسیعی از باکتری‌های مرده یا زنده ی بیماری‌زا یا غیر بیماری‌زا، ویروس‌ها، قارچ‌ها، کپک‌ها، آلرژن‌ها با وزن مولکولی بالا، سموم آندوتوکسین باکتریایی، سموم قارچی، پتیدوگلیکان‌ها، گرده‌ها، و فیبرهای گیاهی را شامل می‌شوند (۱۰، ۱۱). هوای محیط‌های بسته ممکن است حاوی انواع میکروارگانیزم‌ها از قبیل باکتری، قارچ و ویروس باشد که برخی از آن‌ها می‌توانند سلامت انسان را تحت تاثیر قرار دهند (۵). بیمارستان‌ها محیط‌های محصور هستند که در آن کارکنان، کادر درمانی، خدماتی، بیماران و ملاقات کنندگان در معرض

استنشاق بیوآئروسول‌ها قرار دارند و در صورت وجود بیوآئروسول‌های هوا برد در غلظت‌های بالا سلامت افراد در معرض تهدید جدی قرار خواهد گرفت (۱۲).

گذشته از عوارض بهداشتی ناشی از استنشاق بیوآئروسول‌ها در کارکنان و ملاقات کنندگان، عفونت‌های بیمارستانی نیز یک مشکل جهانی محسوب شده و یکی از معضلات قرن حاضر می‌باشند (۱۳). عفونت‌های بیمارستانی باعث ایجاد هزینه‌های سنگین به سیستم بهداشتی کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه می‌شوند. تحقیقات نشان داده‌اند که عوامل عفونی بیماری‌زا در محیط بیمارستان‌ها وجود دارند و می‌توانند بیماری‌های عفونی ثانویه یا عفونت‌های بیمارستانی ایجاد کنند. این عفونت‌ها به دلیل تماس بیمار با میکروب‌ها از راه‌های مختلف منجمله راه تنفسی ایجاد می‌گردد (۱۴، ۱۵). در سال ۱۹۹۷ مطالعه‌ای که بر روی ۱۴۹۹۶ بیمار بستری شده در بیمارستان‌های کشور آلمان صورت گرفت، میزان شیوع عفونت‌های بیمارستانی را در مجموع ۳/۵٪ گزارش کرد (۱۶). در مطالعه مشابه که در هلند بر روی ۴۷۰ بیمار صورت گرفت میزان شیوع این عفونت در کل ۵/۹٪ اعلام گردید (۱۷). این در حالی است که میزان شیوع عفونت بیمارستانی در کشور برزیل به عنوان یک کشور در حال توسعه ۲/۲٪ اعلام شده است (۱۸). با توجه به آمار و اطلاعات موجود، علت ایجاد کننده این عفونت‌ها، اکثراً باکتری‌ها می‌باشند که نسبت به ضدعفونی کننده‌ها و هم چنین آنتی بیوتیک‌ها مقاوم بوده و در اکثر بخش‌های بیمارستان‌ها به علت فقدان نظارت و کنترل کافی در مقادیر بیش از حد استاندارد وجود دارند (۱۹). عفونت‌های بیمارستانی با افزایش طول

مطالعات نشان داده که ارتباط معنی‌داری بین عفونت‌های بیمارستانی و آئروسول‌های بیولوژیکی موجود در هوا وجود دارد (۲۵). کنترل عفونت‌های بیمارستانی در ایران به صورت جدی و سیستماتیک از سال ۱۳۵۰ شروع شده است (۲۶). با توجه به این که کیفیت بیولوژیکی هوای بیمارستان حایز اهمیت می‌باشد و مطالعات اندکی در این زمینه صورت گرفته، مطالعه حاضر با هدف بررسی نوع و تراکم باکتری‌ها در هوای تعدادی از بیمارستان‌های آموزشی اردبیل انجام شد.

روش کار

این مطالعه توصیفی در ۲ بیمارستان آموزشی امام خمینی (ره) و علوی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی اردبیل در زمستان سال ۱۳۹۴ مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، نقاط مختلف بیمارستان‌های آموزشی از نظر وجود بیوآئروسول‌های باکتریایی مورد بررسی قرار گرفتند. محل نمونه برداری شامل تمامی بخش‌های بیمارستان منجمله اتاق‌های بستری، راهرو، ایستگاه پرستاری، مراقبت‌های ویژه، اتاق‌های عمل، درمانگاه‌ها و واحدهای پاراکلینیک بودند. تعداد ۹۱ نمونه در شیفت صبح و ۱۵ نمونه نیز در شیفت‌های بعداز ظهر و در زمان ملاقات بیماران و شلوغی بخش‌ها انجام شد.

روش نمونه برداری از هوا از نوع بلند مدت بود که در آن ۱۰ دقیقه از هوای محیط نمونه برداری شد. نمونه برداری هوا در دبی $28/3 \text{ L/min}$ و با استفاده از نمونه بردار تک مرحله اندرسون مدل (ZTHV02) ساخت شرکت (Zefon) آلمان انجام گرفت که براساس برخورد مستقیم عمل می‌کند (۱۲، ۲۷)

مدت بستری و هزینه‌های درمان و نیز با افزایش عوارض و مرگ و میر از عوامل مشکل ساز در درمان بیماران می‌باشند (۲۰). بیماری‌های عفونی و غیر عفونی که در نتیجه استنشاق بیوآئروسول‌های مختلف ایجاد می‌شوند نه تنها به ویژگی‌های بیولوژیکی و ترکیب شیمیایی این بیوآئروسول‌ها بستگی دارد بلکه تابع تعداد میکروارگانیسم‌های استنشاق شده و محلی که این ذرات بیولوژیکی به دام می‌افتند نیز می‌باشد (۵). منبع و محل انتشار میکروارگانیسم‌های موجود در محیط بیمارستان ممکن است شخص بیمار و یا لباس آلوده باشد که در اثر فعالیت جدا شده و به هوا پراکنده می‌شود. سیستم‌های تهویه و هم چنین سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی در بیمارستان‌ها نیز عامل انتشار بسیاری از عوامل بیماری‌زا هستند (۲۱). لازم به ذکر است که بسیاری از میکروارگانیسم‌های پراکنده شده در هوای بیمارستان‌ها میکروب‌های غیر بیماری‌زا می‌باشند که تنها برای افراد حساس، ضعیف و بیمار مضر می‌باشند ولی هوای بیمارستان می‌تواند حامل میکروب‌های بیماری‌زا نیز باشد (۲۲، ۲۳). از این رو افراد می‌توانند تحت تاثیر بسیاری از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مانند باکتری مایکوباکتریوم توبرکلوزیس و ویروس عامل سرخک ۱ قرار بگیرند که از طریق هوا از یک فرد به فرد دیگر منتقل می‌شوند (۹).

بیوآئروسول‌ها ذرات معلق بسیار کوچکی در ابعاد $0/5$ میکرومتر هستند که برای یک مدت طولانی می‌توانند به صورت معلق در هوا باقی بمانند. در نتیجه خطر ابتلا به عفونت‌های هوا برد بسیار بالاست و قرار گرفتن در محیط‌هایی مثل بیمارستان و درمانگاه و یا فضاهای محصور دارای ریسک بسیار بالایی می‌باشد (۹، ۲۴) به علاوه

باکتری‌ها از روش‌هایی مثل رنگ آمیزی گرم و روش‌های تشخیص بیوشیمیایی شامل تست‌های کاتالاز، اکسیداز، کوآگولاز، تست DNase، هیدرولیز اسکولین صفراوی، اوره آز، تست سیترات، مقاومت به آنتی بیوتیک نووبیوسین و باسیتراسین، اپتوجین، مصرف قند‌ها و سایر تست‌های افتراقی استفاده شد (۵).

هنگام نمونه برداری، اطلاعات هر یک از نمونه‌ها شامل نوع محیط کشت، زمان و مکان نمونه برداری، مدت زمان نمونه برداری، نوع تهویه، تعداد کارکنان هر بخش، تعداد بیماران بستری، دما و رطوبت نسبی هوا توسط پرسش‌نامه محقق جمع‌آوری شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع مقادیر متغیرها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف، اختلاف تراکم باکتری‌ها بین دو بیمارستان از آزمون تی تست و مقایسه تراکم باکتری‌ها در بین بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و برای مقایسه تراکم باکتری‌ها در زمان ملاقات و زمان عادی از آزمون ویلکاکسون 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 نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ صورت گرفت. در نهایت نتایج حاصل از شمارش کلنی‌ها با استاندارد ارایه شده از طرف آژانس محیط زیست ایالت متحده، 500 CFU/m^3 مقایسه شد (۵، ۲۹).

≡ یافته‌ها

در این بررسی از ۲ بیمارستان آموزشی شهر اردبیل جمعا ۱۰۶ نمونه تهیه شد و تراکم بیوآئروسول‌ها براساس CFU/m^3 گزارش

در هر بار نمونه برداری، دما و رطوبت نسبی به وسیله دستگاه رطوبت سنج (WBGT) مدل (MK427JY) ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. دبی پمپ نمونه برداری قبل از نمونه برداری با استفاده از کالیبراتور دیجیتالی (De-fender) کالیبره گردید. جهت نمونه برداری، دستگاه نمونه بردار در ارتفاع ۲۰ سانتی متر از سطح زمین و با فاصله بیش از ۱ m از دیوارها و موانع استقرار یافت (۱۲). به ازای هر ۱۰ نمونه برداری از محیط بیمارستان، یک نمونه شاهد نیز از محیط آزمایشگاه مجهز به هواکش گرفته شد. محیط کشت مورد استفاده در این پژوهش شامل تریپتیک سوی آگار به همراه آنتی بیوتیک سیکلوهگزامید به میزان ۰/۵ گرم ساخت شرکت سرو آمریکا به عنوان ضد قارچ بود (۵، ۲۸) که با حفظ شرایط استریل کامل در آزمایشگاه ساخته شد و تا زمان استفاده به صورت وارونه در یخچال نگه‌داری شدند. در هر بار نمونه برداری لازم بود شرایط استریل برای نمونه‌ها مهیا گردد. از این رو، پیش از آن که 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 نمونه برداری اطراف پلیت‌ها با پارافیلیم درزگیری شد تا خطای ناشی از آلودگی ثانویه کاهش یابد (۹). پلیت‌ها بعد از نمونه برداری به صورت وارونه در جعبه حمل و نقل گذاشته شدند و به آزمایشگاه و آنکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند و پس از ۴۸ ساعت محیط‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و کلنی‌های تشکیل شده بر روی آن‌ها شمارش و تعداد آن‌ها با توجه به دبی و مدت زمان نمونه برداری بر حسب واحد CFU/m^3 گزارش گردید (۵). برای تشخیص افتراقی

جدول ۱. میانگین تراکم کل کلنی های باکتریایی (CFU/m³) در هوای داخل بیمارستان های امام خمینی (ره) و علوی

نام بیمارستان	تعداد کل نمونه های گرفته شده	شاخص آماری	تعداد کلنی ها در متر مکعب هوای داخل بیمارستان (CFU/m ³)	دما درجه سانتی گراد	رطوبت (%)
امام خمینی (ره)	۵۵	حداقل	صفر	۲۰	۴۲
		حداکثر	۵۷	۲۹	۷۶
		میانگین	۱۰/۳۰	۲۴/۸۵	۵۳/۷۸
		انحراف معیار	۱۰/۱	۲/۰۴	۹/۲۳
علوی	۵۱	حداقل	صفر	۲۱	۴۲
		حداکثر	۱۳۴	۲۸	۶۶
		میانگین	۲۳/۴	۲۴/۳۷	۵۶/۸۶
		انحراف معیار	۲۱/۴	۱/۵۵	۶/۱۳

گردید. در جدول شماره (۱) میانگین کل تراکم بیوائروسول های باکتریایی موجود در هوای بخش های مختلف نشان داده شده است. میانگین و انحراف معیار دما و رطوبت نسبی در بیمارستان امام خمینی 24.85 ± 2.04 درجه سانتی گراد و $53.78 \pm 9.23\%$ و در بیمارستان علوی 24.37 ± 6.13 درجه سانتی گراد و $56.87 \pm 6.13\%$ به دست آمد.

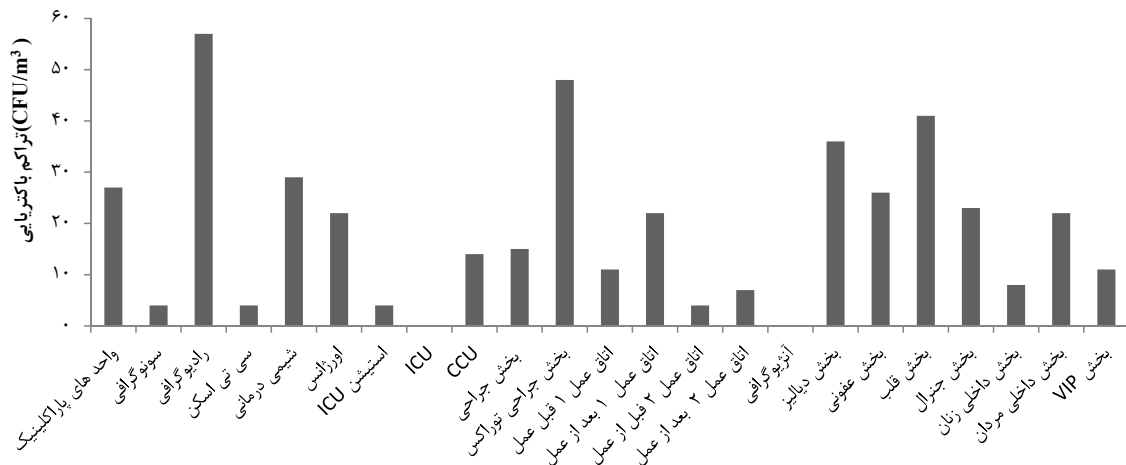
شکل های شماره (۳) و (۴) نشان داده شده است. به طور کلی برای هر دو بیمارستان، میزان آلودگی باکتریایی در زمان ملاقات بیش تر از شیفت صبح می باشد ($P < 0.05$)، به جز بخش جنرال بیمارستان امام خمینی که میزان آلودگی باکتریایی در هنگام صبح بیش تر از زمان ملاقات به دست آمد.

اشکال (۵) و (۶) فراوان ترین باکتری های مشاهده شده در هوای بیمارستان امام خمینی به ترتیب گونه های انتروکوک ($30/5\%$)، گونه های سودوموناس ($20/7\%$)، استافیلوکوک های کوگولاز منفی ($18/18\%$)، استرپتوکوک های گروه D غیر انتروکوک (11%) و بیش ترین درصد باکتری های مشاهده شده در هوای بیمارستان علوی به ترتیب استافیلوکوک های کوگولاز منفی ($27/8\%$)، گونه های سودوموناس ($27/5\%$)، گونه های کلبسیلا ($13/9\%$) و گونه های انتروکوک ($13/6\%$)، به دست آمدند.

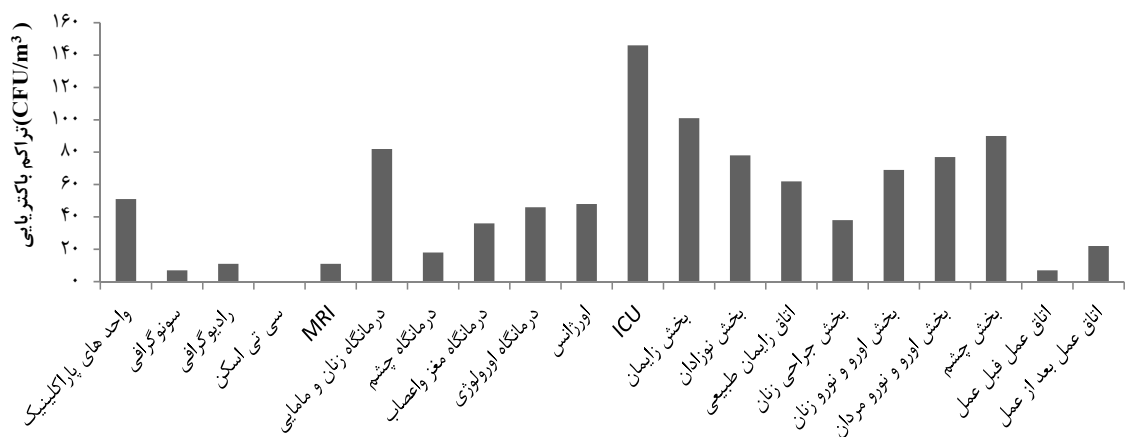
نمونه برداری در اتاق عمل در هر ۲ بیمارستان قبل و بعد از انجام عمل جراحی صورت گرفت (شکل ۱ و ۲) و نتایج بیان گر آن است که در اتاق

تراکم آلودگی باکتریایی به تفکیک محل های نمونه برداری در بیمارستان های مورد بررسی در شکل های شماره (۱ و ۲) نشان داده شده است. در بیمارستان امام خمینی واحد رادیوگرافی با تراکم 57 CFU/m^3 دارای بیش ترین بار آلودگی باکتریایی و ICU و آنژیوگرافی (اتاق عمل) با تراکم صفر CFU/m^3 دارای کم ترین بار آلودگی باکتریایی هستند. در بیمارستان علوی ICU با تراکم 134 CFU/m^3 دارای بیش ترین بار آلودگی باکتریایی و سی تی اسکن با تراکم صفر CFU/m^3 دارای کم ترین بار آلودگی باکتریایی هستند.

نتایج نمونه برداری از بخش های مختلف بیمارستان های مورد مطالعه در شیفت صبح و عصر



شکل ۱. تراکم بیوآئروسول های باکتریایی به تفکیک بخش در بیمارستان امام خمینی (ره) در شیفت صبح



شکل ۲. تراکم بیوآئروسول های باکتریایی به تفکیک بخش در بیمارستان علوی در شیفت صبح

باکتری از بیمارستان امام خمینی و ۱۰ نوع باکتری از بیمارستان علوی جداسازی شد. بر اساس نتایج به دست آمده فراوان ترین باکتری های شناسایی شده در هوای بیمارستان امام خمینی به ترتیب انتروکوک، سودوموناس، استافیلوکوک کوگولاز منفی، استرپتوکوک های گروه D غیر انتروکوک و در هوای بیمارستان علوی به ترتیب استافیلوکوک کوگولاز منفی، سودوموناس، کلبسیلا و انتروکوک به دست آمدند. از میان این

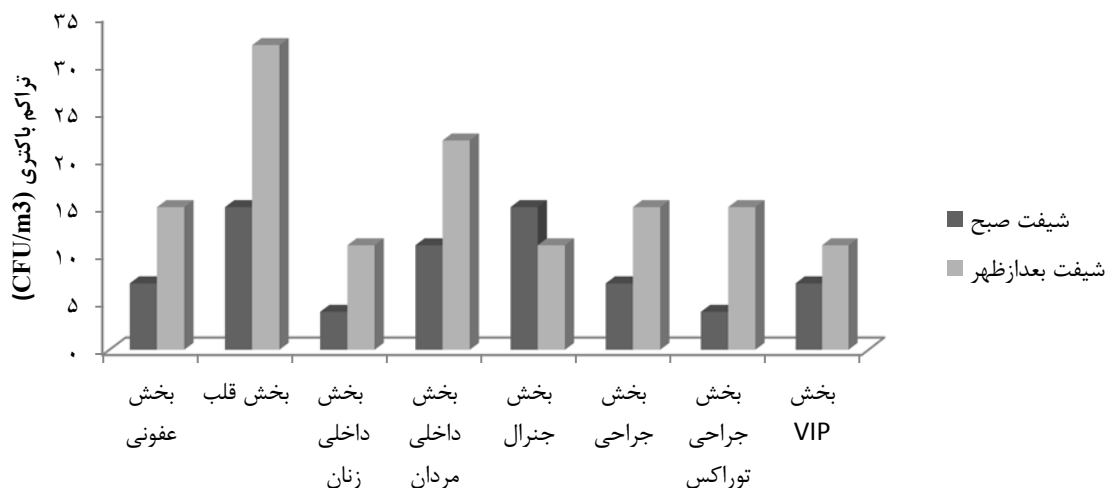
عمل شماره ۱ و ۲ بیمارستان امام خمینی و هم چنین در اتاق عمل بیمارستان علوی پس از انجام عمل جراحی میزان آلودگی بیش تر شده است.

بحث

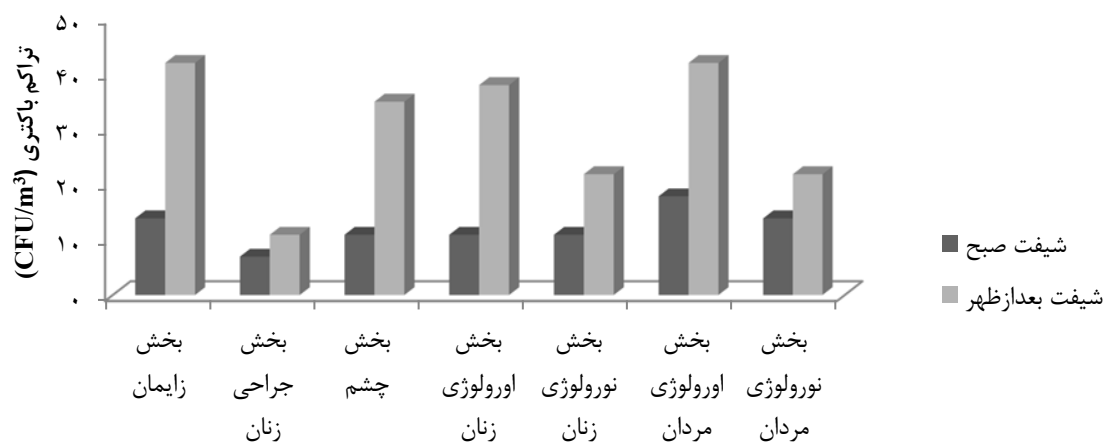
نتایج حاصل از این بررسی در دو بیمارستان امام خمینی و علوی در مدت ۴ ماه و در دو نوبت صبح و بعدازظهر با رعایت شرایط استاندارد کالیبراسیون و استرالیزاسیون انجام شد که در مجموع ۹ نوع

شمار می رود. استافیلوکوکوس ها کاملا به خشک سازی و شرایط سخت مقاوم هستند و این ویژگی زندگی آن ها را در محیط، تکثیر در مواد غذایی و سرایت پذیری تسهیل می کند (۳۱). انترکوک ها باکتری مقاوم در شرایط سخت بوده بنابراین قادر به زنده ماندن در هوا می باشد (۵). در مطالعه صورت گرفته توسط محمدیان و همکارانش در بیمارستان های ساری کوکسی های گرم مثبت تقریبا

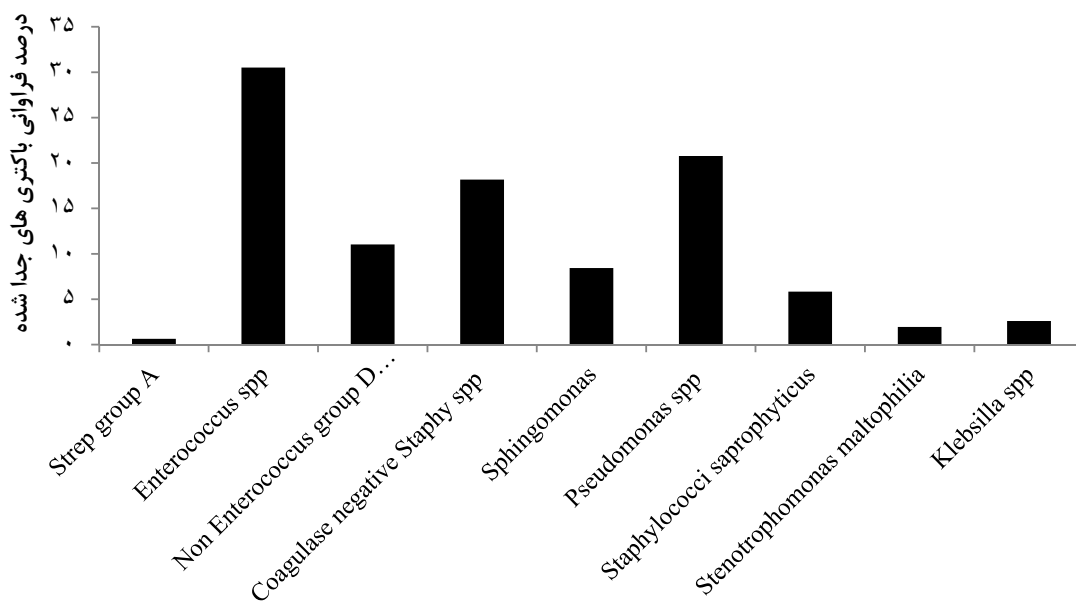
میکروارگانسیم ها استافیلوکوک کوگولاز منفی و انترکوک در هر دو بیمارستان مشاهده شدند که هر دو باکتری از نوع کوکسی های گرم مثبت می باشند. غلظت بالایی از کوکسی های گرم مثبت در هوا ممکن است به دلیل حساسیت کم تر این باکتری ها به فشار یا حرارت محیطی باشد (۳۰)، علی رغم این که استافیلوکوک کوگولاز منفی زیاد سمی نمی باشد و لیکن از علل مهم عفونت در گروه های پرخطر به



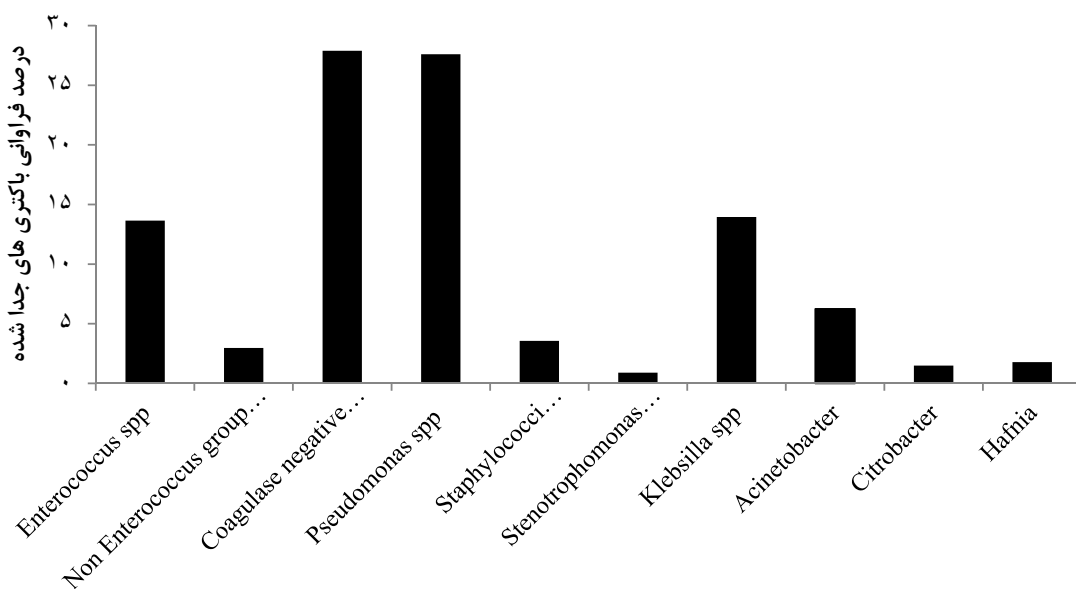
شکل ۳. مقایسه تعداد باکتری های جدا شده در دو شیفت صبح و بعدازظهر (زمان ملاقات) در بیمارستان امام خمینی (ره)



شکل ۴. مقایسه باکتری های جدا شده در دو شیفت صبح و بعد از ظهر (زمان ملاقات) در بیمارستان علوی



شکل ۵. فراوانی باکتری های جدا شده از بیمارستان امام خمینی



شکل ۶. فراوانی باکتری های جدا شده از بیمارستان علوی

می-تواند خشکی هوا باشد که باعث مرگ باکتری ها می گردد و این حساسیت در باکتری های گرم منفی نسبت به خشکی هوا بیش تر از باکتری های گرم مثبت است زیرا باکتری های گرم مثبت خشکی را بیش تر تحمل می کنند(۳۳)

در تمام بخش ها مشاهده شدند (۳۲) . در مطالعه دیگر که توسط حسونوند در خرمشهر صورت گرفت، بیش ترین درصد گونه باکتری شناسایی شده در فصل بهار و پاییز باسیل های گرم مثبت و کوکسی های گرم مثبت بود که احتمالا یکی از دلایل مهم آن

نتایج حاصل از تحقیقات مشابه در لهستان نشان داد که پر تعداد ترین میکروارگانیسم‌های موجود در هوای بیمارستان کوكسی‌های گرم مثبت بودند که معادل $31/4$ تا $46/4$ درصد کل میکروب‌های موجود در هوا را شامل می‌شدند (۳۴).

وحدت در مطالعه خود باکتری‌های شایع در محیط‌های بیمارستانی را به ترتیب سودوموناس، اسینیتو باکتر، اشرشیاکلی، کلبسیلا، استافیلوکوک اورئوس، استافیلوکوک اپیدرمیس بیان داشته است (۲۰). در پژوهش دیگر درصد شیوع میکروارگانیسم‌های شناسایی شده به ترتیب اشرشیاکلی، سودوموناس، کلبسیلا، استافیلوکوک اورئوس، استافیلوکوک کوگولاز منفی، استافیلوکوک پرتئوس به دست آمد (۳۵). در مطالعه دیگر که توسط حسین زاده و همکاران در بیمارستان شهر همدان صورت گرفت، بیشترین درصد باکتری‌های جدا شده از هوای بخش‌های بیمارستان به ترتیب استافیلوکوک کوگولاز منفی، باسیلوس، میکروکوک‌ها و استافیلوکوک اورئوس بوده است که در اکثر موارد با مطالعه حاضر گونه‌های یافت شده مطابقت دارد (۳۶).

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین کل تراکم باکتری‌های هوابرد در بیمارستان امام خمینی $10/3$ CFU/m³ و بیمارستان علوی $23/4$ CFU/m³ بود. شلوغی و تردد زیاد در محل یکی از عوامل مهم تاثیرگذار بر تراکم آلودگی باکتریایی می‌باشد. با توجه به این که بیمارستان علوی جزء بیمارستان‌های آموزشی و بزرگ شهر است و فعالیت‌های بیمارستانی انجام شده در این بیمارستان مرتبط با فعالیت‌های زایمانی است این محل یک مکان پرتردد محسوب شده و به تبع آن می‌تواند دلیلی بر بالا بودن تراکم بیوائروسول‌های باکتریایی نسبت به بیمارستان امام خمینی باشد. این یافته با مطالعات انجام شده

توسط دهدشتی و همکاران مطابقت دارد که در بیمارستان‌های شهر دامغان انجام شد (۹).

با توجه به این که میانگین تراکم عوامل باکتریایی بیمارستان علوی بالاتر از بیمارستان امام است (T-Test, P-value<0.001)، طبق مطالعات چوپینه و همکارانش که در بیمارستان‌های شیراز صورت گرفت است نتایج آزمون Kruskal-wallis نشان داده است که از نظر آلودگی باکتریایی تفاوت معنی‌داری بین بیمارستان‌ها مشاهده شده است که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (۱۲).

نتایج این مطالعه نشان داد که تراکم کل عوامل باکتریایی در بیمارستان امام خمینی 567 CFU/m³ و در بیمارستان علوی 1196 CFU/m³ به دست آمدند که بیمارستان علوی از لحاظ تراکم کل عوامل باکتریایی بالاتر از بیمارستان امام خمینی است. هم‌چنین مقایسه تراکم کل بیوائروسول‌های باکتریایی با استاندارد آژانس محیط زیست ایالت متحده، (500 CFU/m³) نشان داد تراکم کل بیوائروسول‌های باکتریایی در هر دو بیمارستان بالاتر از حد پیشنهادی است. طبق مطالعات صورت گرفته توسط رضایی و همکارانش در بیمارستان تهران تعداد کلنی‌های تشکیل‌دهنده در متر مکعب هوا در ۱۴٪ موارد از استاندارد (500 CFU/m³) بیشتر بود که با مطالعه صورت گرفته مطابقت دارد (۵). تعداد باکتری‌ها در هوا می‌تواند تابع عواملی نظیر تراکم جمعیت، میزان تهویه، شرایط بهداشتی ساختمان و ساکنین آن باشد. با توجه به این که بیمارستان‌های مذکور، دو بیمارستان بزرگ و تخصصی شهر می‌باشند، لذا حجم مراجعه‌کننده به آن‌ها بالاتر از سایر بیمارستان‌ها بوده و یکی از دلایل بالا بودن تراکم بیوائروسول‌های باکتریایی می‌تواند این باشد. طی مطالعه صورت گرفته توسط رضایی در بیمارستان تهران مشخص گردید

عمل بوده است (۱۲). در مطالعات انجام شده توسط حسین زاده و همکارانش که در بیمارستان‌های همدان انجام گرفت تراکم کل بیوآئروسول‌ها در اتاق عمل پایین تر از سایر بخش‌ها به دست آمد (۳۶). هم چنین در بیمارستان امام بخش مراقبت‌های ویژه به علت محدود کردن تردد افراد، استفاده از سیستم تهویه مناسب در زمان نمونه برداری و کم بودن تعداد مراجعه کنندگان، بار آلودگی باکتریایی پایین تری دارد. در مطالعه انجام شده توسط دهدشتی و همکارانش در بیمارستان‌های شهر دامغان کم ترین میزان آلودگی قارچی مربوط به بخش مراقبت‌های ویژه به دست آمد (۹).

بیمارستان علوی ICU با تراکم 134 CFU/m^3 دارای بیش ترین بار آلودگی باکتریایی و سی تی اسکن با تراکم صفر CFU/m^3 دارای کم ترین بار آلودگی باکتریایی هستند. در مطالعه حاضر با توجه به این که در ICU در زمان نمونه برداری از هیچ گونه تهویه‌ای برای تعویض هوای این قسمت استفاده نمی شد و با توجه به آموزشی بودن بیمارستان تردد بالای پزشکان و دانشجویان، می تواند یکی دیگر از دلایل بالا بودن بیوآئروسول‌های باکتریایی باشد که با مطالعه انجام شده توسط عبدالهی و همکارانش مطابقت دارد که در بیمارستان ولیعصر تهران در سال ۱۳۸۸ صورت گرفت و مشخص گردید که بخش مراقبت‌های ویژه بیش ترین آلودگی قارچی و میکروبی را دارا می باشد (۳۱).

در بیمارستان علوی در قسمت سی تی اسکن میزان تراکم بیوآئروسول‌های باکتریایی از کم ترین مقدار برخوردار بوده است که می تواند به دلیل رعایت استانداردهای بهداشتی در زمان نمونه برداری و محدود کردن تردد همراهان در این قسمت باشد. اختلاف معنی داری بین تراکم باکتری‌ها بر

که بیماران منبع عمده باکتری‌ها در هوای داخل بیمارستان هستند (۵). در مطالعه‌ای که در سنگاپور انجام گرفت مشخص گردید بیماران به عنوان منابع عمده باکتری‌ها هستند. هم چنین نتایج مطالعات نشان داده است که تعداد کل باکتری‌ها در هوای داخل بیمارستان از هوای آزاد بیش تر است و تعداد بالای باکتری‌ها می تواند تابع عواملی نظیر شرایط ساختمان، نوع بیماران بستری و طولانی بودن زمان بستری، تردد زیاد همراهان و کارکنان و تهویه نامناسب اتاق‌ها می تواند باعث افزایش تراکم بیوآئروسول‌های باکتریایی در هر دو بیمارستان نسبت به استاندارد پیشنهادی باشد (۵، ۳۷).

در مقایسه بخش‌های مورد مطالعه‌ی بیمارستان امام، قسمت رادیوگرافی با تراکم 57 CFU/m^3 دارای بیش ترین بار آلودگی و ICU و آنژیوگرافی (اتاق عمل) با تراکم صفر CFU/m^3 دارای کم ترین بار آلودگی باکتریایی هستند.

در بیمارستان امام با توجه به جمع آوری اطلاعات و مشاهدات محیطی با این که از تهویه مرکزی برای تهویه هوای رادیوگرافی استفاده می شود اما احتمالاً سیستم موجود در زمان نمونه برداری از استاندارد عملیاتی و اجرایی مناسب برخوردار نمی باشد و لذا باید برای اطلاعات دقیق تر سیستم موجود از نظر اصول طراحی سیستم تهویه بررسی گردد. در قسمت آنژیوگرافی (اتاق عمل) میزان تراکم بیوآئروسول‌های باکتریایی از کم ترین مقدار برخوردار بوده است که می تواند به دلیل رعایت سطح بالای استانداردهای بهداشتی در این قسمت نسبت به دیگر اماکن بیمارستانی و هم چنین استفاده از سیستم تهویه مناسب در زمان نمونه برداری باشد. مشابه گزارش چوبینه و همکارانش که در بیمارستان‌های شیراز صورت گرفته است، کم ترین آلودگی مربوط به اتاق

انجام گرفته است (۳۲) (شکل ۲۱).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در هر دو بیمارستان تراکم آلودگی باکتریایی بعد از انجام گرفتن عمل جراحی بالاتر از زمانی است که عمل جراحی صورت نگرفته است. اتاق عمل بیمارستان به دلیل انجام عمل استریلیزاسیون باید فاقد آئروسول‌های بیولوژیکی باشد. وجود بیوائروسول‌ها در اتاق عمل ممکن است ناشی از عدم کارایی سیستم تهویه، استریلیزاسیون و یا به دلیل حضور افراد و بیماران طی عمل جراحی باشد (۱۱). در مطالعه Favero و همکاران، مشخص شد که یکی از مهم‌ترین عوامل وجود آئروسول‌های بیولوژیکی در اتاق عمل انتشار آلودگی میکروبی از پوست، مو و دستگاه تنفسی افراد می‌باشد (۳۸).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، تراکم کل بیوائروسول‌های باکتریایی در بیمارستان‌های مورد مطالعه نسبت به استاندارد پیشنهادی بالا می‌باشد. بالا بودن تعداد باکتری‌ها در بیمارستان‌ها را می‌توان مرتبط با حضور بیماران، فعالیت‌های آن‌ها و تهویه‌ی ناکافی دانست. بنابراین به منظور کاهش تعداد بیوائروسول‌ها و بهبود کیفیت هوای بیمارستان توصیه می‌شود که اقداماتی مانند نصب فیلتر در مسیر هوای ورودی به بخش‌های بیمارستان به خصوص بخش‌های دارای بیماران نقص سیستم ایمنی، جلوگیری از باز گذاشتن پنجره‌ها به منظور تهویه‌ی طبیعی و هم‌چنین گندزدایی منظم بیمارستان انجام گیرد. بار آلودگی هوای بیمارستان در زمان ملاقات بیماران به مراتب بیش‌تر از زمان کاری نرمال بیمارستان می‌باشد. لذا به دلیل ارتباط نزدیک تعداد مراجعین

حسب CFU/m^3 در هوای بخش‌های هر دو بیمارستان امام خمینی و علوی مشاهده نشد ($P\text{-value} > 0.05$) هم‌چنین ارتباط معنی‌داری بین درصد رطوبت و دمای محیط نمونه‌برداری با غلظت باکتری‌ها در هیچ‌کدام از بیمارستان‌های مورد مطالعه به دست نیامد ($P\text{-value} > 0.05$) که هم‌راستا با تحقیقات به عمل آمده توسط نورمرادی و همکارانش در بیمارستان‌های اصفهان می‌باشد (۱۱).

برای بررسی تعداد کلنی‌های جدا شده از نمونه‌های برداشته شده در شیفت صبح و بعدازظهر در بیمارستان‌های امام خمینی (ره) و علوی از آزمون ویلکاکسون استفاده شد. نتایج نشان داد که در بیمارستان امام خمینی (ره) ($P=0.02$) و علوی ($P=0.018$) تراکم باکتری‌ها در شیفت صبح به صورت معنی‌داری از غلظت باکتری‌های هوا برد در شیفت عصر (زمان ملاقات) کم‌تر می‌باشد. نتایج به دست آمده در دو زمان نمونه‌برداری صبح و بعدازظهر (زمان ملاقات) در هر دو بیمارستان نشان داد که تعداد کلنی‌های جدا شده از نمونه‌های برداشته شده در بعد از ظهر در تمام بخش‌ها به جز بخش جنرال در بیمارستان امام خمینی به طور قابل ملاحظه‌ای بیش از تراکم کلنی‌های مشاهده شده در نمونه‌های برداشته شده در هنگام صبح است. از آن جایی که بیمارستان امام خمینی بیمارستان آموزشی و بزرگ شهر اردبیل است و بیمارستان علوی بیمارستانی است که فعالیتش مربوط به زایش‌گاه است، در نتیجه تعداد ملاقات‌کنندگان نیز بالا بوده و ممکن است این افزایش ناشی از رفت و آمد افراد و در نتیجه انتشار بیش‌تر آلودگی میکروبی در هوای بیمارستان در بعدازظهر (زمان ملاقات) باشد که با مطالعات انجام شده توسط محمود محمدیان مطابقت دارد که در بیمارستان‌های شهر ساری

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه با عنوان بررسی نوع و تراکم بیوآئروسول‌های باکتریایی در هوای داخلی بیمارستان امام خمینی (ره) و علوی شهر اردبیل در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط در سال ۱۳۹۴ و کد ۹۴۰۰۳ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی اردبیل اجراء شده است.

با بار آلودگی، ممانعت از تردد افراد غیر مسوول در غیر از ساعات ملاقات نقش مهمی در کاهش بار آلودگی خواهد داشت. با توجه به شناسایی غلظت بالای انواع باکتری‌ها در هوای تنفسی برخی از بخش‌ها رعایت موازین ایمنی و بهداشتی توسط کلیه افراد ذینفع و هم‌چنین دقت لازم در انتخاب ماده گندزدا و نحوه گندزدایی به عنوان یک ضرورت مطرح می‌باشد.

REFERENCES

- 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. *Journal of Babol University of Medical Sciences*. 2012;14(supplement 1):50-5.
- Tringe SG, Zhang T, Liu X, Yu Y, Lee WH, Yap J, et al. The airborne metagenome in an indoor urban environment. *PloS one*. 2008;3(4):e1862.
- Hazrati S, Rostami R, Farjaminezhad M, Fazlzadeh M. Preliminary assessment of BTEX concentrations in indoor air of residential buildings and atmospheric ambient air in Ardabil, Iran. *Atmospheric Environment*. 2016;132:91-7.
- Hazrati S, Rostami R, Fazlzadeh M. BTEX in indoor air of waterpipe cafés: Levels and factors influencing their concentrations. *Science of The Total Environment*. 2015;524:347-53.
- Naddafi K, Rezaei S, Nabizadeh R, Younesian M, Jabbari H. Density of Airborne Bacteria in a Children Hospital in Tehran. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2009;1(2):75-80.
- Hazrati S, Rostami R, Fazlzadeh M, Pourfarzi F. Benzene, toluene, ethylbenzene and xylene concentrations in atmospheric ambient air of gasoline and CNG refueling stations. *Air Quality, Atmosphere & Health*. 2016;9(4):403-9.
- Jaffal A, Banat I, El Mogheth A, Nsanze H, Bener A, Ameen A. Residential indoor airborne microbial populations in the United Arab Emirates. *Environment International*. 1997;23(4):529-33.
- Fazlzadeh M, Sadeghi H, Bagheri P, Poureshg Y, Rostami R. Microbial quality and physical-chemical characteristics of thermal springs. *Environmental geochemistry and health*. 2016;38(2):413-22.
- Dehdashti A, Sahranavard N, Rostami R, Barkhordari A, Banayi Z. Survey of bioaerosols type and concentration in the ambient air of hospitals in Damghan, Iran. *Occupational Medicine Quarterly Journal*. 2013;4(3):41-51.
- Ruzer LS, Harley NH. *Aerosols handbook: measurement, dosimetry, and health effects*: CRC press; 2012.
- Nourmoradi H, Nikaen 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).
- Choobineh AR RR, Tabatabai RH. type and density of the air Byvayrvsl training to selected hospitals of Shiraz University of MedicalSciences in 2008. *Labour's Health Journal* 2009; 2(6):69-76.
- A. N. Mcrobial contamination of liquid soap used in seven hospitals mashhad. Twelfth Conference on Environmental Health Tehran: Shahid Beheshti University of Medical Sciences; 2007. [Persian].

14. Cardo DM, Bell DM. BLOODBORNE PATHOGEN TRANSMISSION IN HEALTH CARE WORKERS: Risks and Prevention Strategies** All material in this article, with the exception of borrowed figures, tables, or text, is in the public domain. *Infectious disease clinics of North America*. 1997;11(2):331-46.
15. Beekmann SE, Doebbeling BN. FRONTIERS OF OCCUPATIONAL HEALTH: New Vaccines, New Prophylactic Regimens, and Management of the HIV-Infected Worker. *Infectious disease clinics of North America*. 1997;11(2):313-29.
16. Gastmeier P, Kampf G, Wischnewski Na, Hauer T, Schulgen G, Schumacher M, et al. Prevalence of nosocomial infections in representative German hospitals. *Journal of Hospital infection*. 1998;38(1):37-49.
17. Severijnen A, Verbrugh H, Mintjes-de Groot A, Vandenbroucke-Grauls C, Van Pelt W. Sentinel System for Nosocomial Infections in the Netherlands A Pilot Study. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 1997;18(12):818-24.
18. Wagner M, Da Silva N, Vinciprova A, Becker A, Burtet L, Hall A. Hospital-acquired infections among surgical patients in a Brazilian hospital. *Journal of Hospital Infection*. 1997;35(4):277-85.
19. Peterson LR, Finegold SM, Baron EJ. *Diagnostic microbiology: Mosby*; 1994.
20. Vahdat K RR, Gharibi O. Bacteriology of Nosocomial Infections and Antibiotic Resistancy In Fatemeh Zahra Teaching Hospital. *Iranian south medical of journals*. 2003-2004;7(2):135-40.
21. Cao G, editor Effect of Ventilation on Indoor Airborne Microbial Pollution Control. 2008 International Conference on BioMedical Engineering and Informatics; 2008: IEEE.
22. Zhanel GG, DeCorby M, Laing N, Weshnowski B, Vashisht R, Tailor F, et al. Antimicrobial-resistant pathogens in intensive care units in Canada: results of the Canadian National Intensive Care Unit (CAN-ICU) study, 2005-2006. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 2008;52(4):1430-7.
23. Rhomberg PR, Fritsche TR, Sader HS, Jones RN. Antimicrobial susceptibility pattern comparisons among intensive care unit and general ward Gram-negative isolates from the Meropenem Yearly Susceptibility Test Information Collection Program (USA). *Diagnostic microbiology and infectious disease*. 2006;56(1):57-62.
24. Fletcher L, Noakes C, Beggs C, Sleigh P. The importance of bioaerosols in hospital infections and the potential for control using germicidal ultraviolet irradiation. *Proceedings of the First Seminar on Applied Aerobiology, Murcia, Spain, May. 2004*.
25. Haiey RW, Culver DH, White JW, Morgan WM, Emori TG. The nationwide nosocomial infection rate A new need for vital statistics. *American journal of epidemiology*. 1985;121(2):159-67
26. Masakini F, Noorbakhsh F, Honarmand Jahromi S. Comparison between the efficacy of hand washings with waterless hand hygiene in hospital nurses. *Health and Safety at Work*. 2017;7(4):353-62.
27. National Institute of Occupational Safety & Health (NIOSH). NIOSH Manual of Analytical Methods. Bioaerosol Sampling (Indoor Air). (METHOD No: 0800, Issue 1: Fourth Edition, Ohio, USA. 1998.
28. Kermani M, Dehghani A, Farzadkia M, Nadafi K, Bahrami Asl F, Zeinalzadeh D. Investigation of Airborne Bactria and Fungi in Tehran's Shahrake Ghods WWTP and Its Association with Environmental Parameters. *Journal of Health*. 2015;6(1):57-68.
29. Environmental Protection Agency; SLAMS/NAMS/PAMS Network Review Guidance. <http://www.epa.gov>.
30. Noroozi R NM. Assessment of Bioaerosols Types and Concentration in Ambient Air of Gorgan University of Medical Sciences Educational Hospitals. *Journal of Environmental Health Engineering*. 2015;2.

31. Abdolahi A, Mehrazma M. Concurrence of Nosocomial Infections with Microorganisms Spreading in the Air of Hospital Wards. *Medical Laboratory Journal*. 2009;3(2):0-.
32. Mohamadian M. Assessment the biological agents in the air in hospital wards of Imam Khomeini and Shahid Zare in 1386. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*.2(32):51-8 [Persian].
33. Hasanvand S, 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;6(2):201-10.
34. Ekhaise FO IO, Ajakpovi OD. Hospital indoor airborne microflora in private and government owned hospitals in Benin City, Nigeria. *World Journal of Medical Sciences*; 2008. 3(1):19-23.
35. Davoodian P KA, Vaeghi Z. Study of nosocomial infection and pattern of antibiotic resistance in Shahid Mohamadi Hospital of Bandarabas. *Medical Journal of Hormozgan*. 2001;5(3):14-7.
36. Hoseinzadeh E, Samarghandie MR, Ghiasian SA, Alikhani MY, Roshanaie G. Evaluation of bioaerosols in five educational hospitals wards air in Hamedan, During 2011-2012. *Jundishapur Journal of Microbiology*. 2013;6(6).
37. Obbard JP FL. Airborne concentrations of bacteria in a hospital environment in Singapore. *Water, Air, and Soil Pollution*. 2003;(144(1-4)):333-41.
38. Favero MS, Puleo JR, Marshall JH, Oxborrow GS. Comparison of microbial contamination levels among hospital operating rooms and industrial clean rooms. *Applied microbiology*. 1968;16(3):480-6.

Assessment of bacterial bio-aerosols types and its concentration in the ambient air of educational hospitals of Ardabil University of Medical Sciences in 2016

Farnaz Valedeyni Asl^{1,*}, Sadegh Hazrati², Mohsen Arzanlo³, Mehdi Fazlzadeh¹

¹ M.Sc., Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ardabil University of Medical Sciences, Iran

² Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ardabil University of Medical Sciences, Iran

³ Professor, Department of Microbiology, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

Abstract

Introduction: Microorganisms in hospitals are potential sources of infection to patients and staffs. Bioaerosol exposure is associated with a vast range of adverse health effects including infectious diseases, acute toxic effects, allergy. This study aimed to survey the type and density of bioaerosols in ambient air of different wards of educational hospitals Ardabil in 2016.

Material and Method: This cross-sectional study was conducted in 2 educational hospitals of Ardabil city in 2016. ZTHV02 sampler and Tryptic soy Agar along with Cycloheximide antibiotic were used to evaluate and determine the airborne bacterial counts. The average sampling time was 10 minutes. Air samples were transported to the lab just after sampling and incubated for 48 hours at 37 °C. Then, raised colonies were counted. Bacterial density was expressed as CFU/m³ ± SD.

Result: Mean bacterial concentrations were 10.3 and 23.4 CFU/m³ in Imam and Alavi hospitals, respectively. X-ray room in Imam Khomeini hospital and ICU room in Alavi hospital had the highest bacterial count. But, the least bacterial loads were observed in ICU and Angiography wards of Imam Khomeini and CTSCAN ward in Alavi hospitals. The most prevalent bacteria species isolated from air samples of Imam hospital was Enterococcus spp followed by Pseudomonas spp, coagulase negative Staphylococci spp and Non -Enterococcus group D Streptococci and for Alavi hospital; Coagulase negative Staphylococci spp followed by Psodomonas spp, Klebsilla spp and, Enterococcus spp.

No significant correlations were found between bacterial counts, temperature and humidity of the sampling sites. However, bacteria density significantly were higher in morning shift comparing to evening shift (P <0.05).

Conclusion: High concentration of airborne bacteria bio-aerosols in Ardabil hospitals can be important health risks for health workers and the patients.

Key words: Bio-Aerosol, Bacteria, Nosocomial Infections, Concentration

* Corresponding Author Email: s.hazrati@arums.ac.ir