بررسی کمی و کیفی آلودگی بیوآئروسل‌های هوای بخش های مختلف بیمارستان‌های دولتی شهر همدان در سال ۱۳۹۰

ادریس حسین‌زاده[۱]، محمدرضا سمرقندی[۲]، سیدامیر غیاثیان[۳]، محمد یوسف علیخانی[۴]، قدرت الله روشنایی[۵]، مسعود مقدم شکیب[۴]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، مرکز تحقیقات بهداشت، تغذیه دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.
۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
۳- گروه قارچ شناسی و انگل شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
۴- گروه میکروبشناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
۵- گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

یافته / دوره چهاردهم / شماره ۴ / پاییز ۹۱ / مسلسل ۵۳

چکیده

دریافت مقاله: ۹۰/۱۲/۱۳ ، پذیرش مقاله: ۹۱/۴/۴

مقدمه: با توجه به اینکه مطالعه کمی و کیفی آلودگی برروی بیوآئروسل‌های هوای بخش‌های مختلف بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی همدان وجود نداشت، در این مطالعه تنوع و تراکم بیوآئروسل‌ها در هوای بیمارستان‌های شهر همدان به عنوان پایه‌ای برای مطالعات آتی و یا اقدامات بعدی بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش توصیفی ـ مقطعی، ۳۰ بخش بیمارستانی از ۵ بیمارستان آموزشی شهر همدان از نظر تنوع و تراکم بیوآئروسل‌های موجود در هوای آنها مورد بررسی قرار گرفت. تعداد بیش از ۱۸۰ نمونه هوا در قسمت‌های مختلف با روش فیلتراسیون پیشنهادی از سوی کمیته بیوآئروسول (ACGIH) جمع آوری گردید. نمونه‌ها بلافاصله به محیط کشت آگار خونی و سابرودکستروز آگار منتقل و کشت داده شدند و سپس در آزمایشگاه تعداد و نوع کلنی‌های تشکیل شده، شمارش شده و تعیین گردیدند. در نهایت تراکم بیوآئروسول در هوا بر حسب cfu/m^3 تعیین شد داده‌ها با نرم افزار آماری SPSS آنالیز گردید و تحلیل‌های آماری مربوطه انجام شد.

یافته‌ها: بیشترین و کمترین تراکم بیوآئروسل‌ها در بخش‌های زنان۱ و اتاق عمل در بیمارستان زنان فاطمیه ($54/4 cfu/m^3$) در مقابل ($13/3 cfu/m^3$) بدست آمد. مقایسه میزان میانگین تراکم کلی بیوآئروسل‌ها در بیمارستان‌ها با مقدار استاندارد پیشنهادی ($30 cfu/m^3$) تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P = 0/3$). شایع‌ترین قارچ های جدا شده از هوای بیمارستان‌ها به ترتیب شامل پنی‌سیلیوم (۳۲/۰۶٪)، کلادوسپوریوم (۲۰/۵٪)، *آسپرژیلوس فومیگاتوس* (۱۴/۶۱٪) و *آسپرژیلوس نایجر* (۷/۴۳٪) بود. بیشترین درصد فراوانی باکتری‌های جدا شده استافیلوکوکوس کواگولاز منفی (۳۲/۴۹٪)، باسیلوس‌ها (۱۴/۷۴٪)، میکروکوک‌ها (۱۳/۶۸٪)و *استافیلوکوکوس اورئوس* (۱۱/۳۴٪) بودند.

بحث و نتیجه‌گیری: میزان آلودگی هوای برخی از بیمارستان‌ها به بیوآئروسل‌ها از نظر کمی بیشتر از استاندارد پیشنهادی بود. اکثر بیمارستان‌های مورد بررسی، فاقد سیستم های تصفیه هوا بودند و لذا بایستی در خصوص طراحی صحیح و نصب این تجهیزات اقدام شود.

واژه‌های کلیدی: بیوآئروسل، هوای بیمارستان، باکتری، قارچ، آلودگی هوا.

آدرس مکاتبه: همدان، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط
پست الکترونیک: mr.samarghandi@umsha.ac.ir

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]

مقدمه

سلامت و رفاه عمومی متأثر از خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی هوای محیط‌های بسته می‌باشد. کیفیت هوای محیط‌های بسته به آسانی قابل تعیین و کنترل نبوده و در نتیجه کیفیت نامناسب هوای این‌گونه محیط‌ها، سلامت شاغلین و افراد ساکن در این اماکن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱). هوای محیط‌های بیمارستانی حاوی طیف گسترده‌ای از انواع آلودگی‌های میکروبی است (۱،۲). مقدار این دسته از آلودگی‌ها، از بخشی به بخش دیگر در یک بیمارستان خاص، و همچنین از بیمارستانی به بیمارستان دیگر در یک شهر یا منطقه جغرافیایی متغیر و متفاوت می‌باشد (۳).

برآورد تراکم و تنوع میکروارگانیسم‌های موجود در هوای بیمارستان‌ها می‌تواند شاخصی از آلوده بودن یا تمیز بودن این‌گونه محیط‌ها باشد و همچنین می‌تواند به عنوان یک منبع مرتبط با عفونت‌های بیمارستانی مطرح باشد (۴). میکروارگانیسم‌ها اولین منبع آلودگی هوای محیط‌های بسته می‌باشند (۵). هوای محیط-های بسته از پتانسیل بیشتری نسبت به محیط‌های باز برای به مخاطره انداختن سلامت بیماران برخوردار هستند زیرا در محیط-های بسته انواع آئروسل‌ها وجود داشته و می‌توانند سطوح متفاوتی از انواع عفونت‌ها را ایجاد نمایند (۶).

اگرچه بسیاری از مواد بیولوژیکی موجود در هوای استنشاقی به عنوان آلودگی ذکر نمی‌شوند ولی ممکن است مقدار آنها در هوای محیط‌های بسته تا چندین برابر مقدار موجود در هوای آزاد افزایش یابند که باعث تحریک یا مسمومیت افراد شوند (۷،۸). این گروه شامل مواد منتقله از طریق هوا مثل ذرات، مولکولهای بزرگ یا ترکیبات فراری هستند که هم به صورت زنده وجود دارند و هم توسط موجودات زنده انتشار می‌یابند (۷،۸). بعضی بیوآئروسل‌ها مثل باکتری‌ها و ویروس‌ها می‌توانند تکثیر پیدا کنند و بعضی دیگر مثل گرده‌های گیاهی و مدفوع مایت ممکن است فقط تحریک کننده باشند (۹). رفتار و حرکت بیوآئروسل‌ها تحت تأثیر نیروی ثقل، الکترومغناطیسی و توربولانس جریان هوا قرار دارد (۱۰). بطور کلی بیوآئروسل‌ها شامل باکتری‌های زنده و مرده و شامل انواع بیماری‌زا و غیر بیماری‌زا، ویروس‌ها، قارچ‌ها، آلرژن‌های با وزن مولکولی بالا، آندوتوکسین باکتریایی، سموم قارچی، پپتیدوگلیکان‌ها، گرده و فیبرهای گیاهی می‌باشند (۱۰).

بیوآئروسل‌ها از طریق گرد و غبار، خاک و قطرات آب منتشر در محیط، پراکنده و جابجا می‌شوند. تماس با بیوآئروسل‌های موجود در محیط‌های مختلف با ابتلا به بسیاری از بیماریهای واگیر سیستم تنفسی، اثرات سمی حاد، آلرژیها و سرطان در ارتباط است (۷). بیمارستان از جمله محیط‌هایی است که در آن پرسنل کادر درمانی، خدماتی، بیماران و ملاقت کنندگان در معرض استنشاق بیوآئروسل‌ها قرار دارند و به همین دلیل در اثر حضور بیش از حد بیوآئروسل‌ها در هوای بیمارستان‌ها، می‌توان گفت سلامتی افراد در معرض تهدیدی جدی قرار خواهد گرفت (۱۱).

پردلی[1] و همکاران در مطالعه خود میانگین غلظت قارچ‌های منتقل شده از هوا در محیط بیمارستان را $19\pm19 cfu/m^3$ گزارش نمودند که کمترین مقدار ($12\pm14 cfu/m^3$) در اتاق عمل و بیشترین مقدار (cfu/m^3 37 ± 45) در آشپزخانه وجود داشته است و به ترتیب کلادسپوریوم، آسپرژیلوس، پنی سیلیوم و رایزوپوس را بیشترین جنس‌های بیوآئروسل‌های موجود در بخشهای بیمارستانی ذکر کرده‌اند (۱۲). در مطالعه‌ای که توسط جباری و همکاران انجام گرفت بیشترین میانگین غلظت بیوآئروسل‌ها مربوط به بخش عفونی با $300 cfu/m^3$ و کمترین میانگین غلظت آلودگی مربوط

1. Perdelli

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]

به اتاق عمل گوش و حلق و بینی و چشم با $94cfu/m^3$ بوده است. بیشترین درصد قارچ‌های مشاهده شده در هوای بیمارستان، به ترتیب به جنس پنی سیلیوم[1] با ۳۶/۳۶٪، کلادسپوریوم[2] با ۲۴/۷۴٪، آسپرژیلوس نایجر[3] با ۱۷/۹۷٪، رایزوپوس[4] با ۱۰/۵۷٪ و آسپرژیلوس فلاووس[5] با ۲/۷۴٪ اختصاص داشت (۱۳).

اکثر بیوآئروسل‌ها از انواع غیر بیماری‌زا می‌باشند و تنها باعث ابتلای بیماری در افراد حساس یا دارای نقص سیستم ایمنی می‌شوند (۱۳). همچنین محیط بیمارستان‌ها به یک منبع جهت انتشار و در نتیجه انتقال عامل عفونت‌های اکتسابی از سوی بسیاری از محققین به تأیید رسیده است به همین دلیل آگاهی از میزان شیوع فلور میکروبی در بیمارستان‌ها جهت درک انواع عفونت‌های احتمالی و آلرژی‌هایی که شاید توسط بیوآئروسل‌های موجود در هوای بیمارستان ایجاد شود، از اهمیت بالایی برخوردار است. هچنین کنترل میکروب‌ها در هوای محیط‌های بیمارستان می‌تواند در پیشگیری از عفونت‌های مقطعی نقش مهمی ایفا کند (۱). با توجه به اینکه مطالعات کمی، به دلیل ذکر مقادیر آلودگی، و مقایسه آن با رهنمودها، استانداردها و مطالعات مشابه در درک میزان آلودگی کمک شایانی می‌نمایند این مطالعه با هدف بررسی تراکم و تنوع بیوآئروسل‌ها در بیمارستان‌های دولتی شهر همدان در سال ۱۳۹۰ به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی است و به صورت مقطعی در پنج بیمارستان دولتی در شهر همدان طی سال ۱۳۹۰ انجام شد. با توجه به محدویت بودجه در این مطالعه از هر بیمارستان فقط ۶ بخش آن جهت بررسی تراکم و نوع بیوآئروسل‌ها مورد بررسی قرار گرفت و انتخاب بخش‌ها بر اساس بافت تخصصی بیمارستان، اهمیت بخش از نظر نوع بیماران بستری و پیشنهاد مسئول بهداشت محیط و کنترل عفونت هر بیمارستان صورت می‌گرفت. با توجه به اینکه این مطالعه بر روی نمونه‌های برداشتی از هوای بخش‌ها اجرا شده است نه خود بیماران، لذا نیازی به ذکر ملاحظات اخلاقی و در نتیجه طرح در کمیته اخلاق دانشگاه نداشته است.

تعیین تراکم بیوآئروسل‌ها

روش مورد استفاده جهت نمونه برداری بیوآئروسل‌ها، روش فیلتراسیون بود. این روش یکی از روش‌های توصیه شده کمیته بیوآئروسل مجمع دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) است (۱۴،۱۵). وسایل مورد استفاده در این مرحله شامل پمپ نمونه‌گیر دیافراگمی قابل حمل مدل کتابی ساخت شرکت SKC انگلیس، فیلتر هلدر تفلونی با قطر ۴۷mm، فیلتر میلی پور استریل با پورسایز ۰/۴۵میکرون و قطر ۴۷mm ساخت شرکت اشلیخر و شوئل آلمان، پلیت‌های یکبار مصرف، محیط کشت آگار خونی و سابرودکستروز آگار، انکوباتور و سایر وسایل آزمایشگاهی بوده است. قبل از نمونه برداری کلیه وسایل مورد استفاده ابتدا داخل محلول ضدعفونی کننده (الکل ۷۰ درصد) شستشو داده شده و سپس به مدت ۳۰ دقیقه داخل اتوکلاو، در دما و فشار استاندارد، قرار می‌گرفت. پس از آن کلیه وسایل داخل بسته‌های استریل به محیط بیمارستان منتقل می‌شد. در بیمارستان و در بخش مورد نظر، سری نمونه‌گیری آماده شده و نمونه برداری به عمل آمد (۷). جهت تعیین دبی هوای عبوری از فیلتر و مدت زمان نمونه برداری، پس از تهیه پیش آزمایش و لحاظ نمودن روش پیشنهادیACGIH، دبی $10 lit/min$ و مدت زمان ۳۰ دقیقه انتخاب شد. جهت

1. Penicelium
2. Cladosporium
3. Aspergillus niiger
4. Rhizopus
5. Aspergillus flavus

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]

افزایش صحت نتایج، تعدادی نمونه شاهد محیطی و آزمایشگاهی نیز جمع آوری گردید (۵،۹).

در هنگام نمونه برداری، سری نمونه برداری در ارتفاع ۱/۲ متری از سطح زمین و با فاصله بیش از یک متر از دیوارها و موانع استقرار یافت. برای نمونه برداری هر بخش ۳۶ نمونه در نظر گرفته شد که ۱۸ نمونه برای بررسی بیوآئروسل‌ها از نظر آلودگی قارچی و ۱۸ نمونه برای بررسی بیوآئروسل‌ها از نظر آلودگی باکتریایی برداشته شدند. برای نمونه بردای از دو سری نمونه برداری با شرایط یکسان و همزمان برای نمونه‌های باکتریایی و قارچی استفاده شد. همزمان با اجرای نمونه برداری، پارامترهایی چون دما، رطوبت و سرعت جریان هوا در مقاطع زمانی (هر ۱۰ دقیقه یک بار) اندازه گیری گردیدند و در چک لیست مربوطه ثبت می‌شدند.

در پایان عملیات نمونه برداری، بلافاصله با استفاده از پنس استریل در کنار شعله، فیلتر از داخل هلدر به طور معکوس روی محیط کشت آگار خونی و سابرودکستروز (به ترتیب برای آلودگی باکتریای و قارچی) قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس محیط‌های کشت به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت در انکوباتور قرار داده می‌شد و نوع و تعداد کلنی‌های هر پلیت در آزمایشگاه تعیین می‌گردید. با داشتن حجم هوای نمونه گیری شده (پس از تصحیح دما و فشار) و تعداد کلنی‌های کشت یافته، تراکم بیوآئروسل‌ها بر حسب تعداد کلنی شمارش شده در متر مکعب هوا گزارش گردید. پس از تعیین تعداد کلنی‌های باکتریایی یا قارچی، با توجه به اینکه تراکم بر اساس cfu/m^3 گزارش می‌شد و با توجه به اینکه نمونه برداری انجام شده در شرایط غیر استاندارد از لحاظ دما و فشار هوا انجام شده بود؛ لذا حجم هوای نمونه برداری شده با استفاده از رابطه زیر استاندارد شد (۷):

$$\frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{P_1V_1}{T_1}$$

در این رابطه اندیس ۱ بیانگر شرایط استاندارد و اندیس ۲ بیانگر شرایط محیط مورد بررسی است. همچنین P فشار هوا بر حسب اتمسفر، V حجم هوا بر حسب لیتر یا متر مکعب و T دمای هوای موضع نمونه برداری بر حسب درجه کلوین می‌باشد.

پس از محاسبه حجم استاندارد نمونه برداری شده و داشتن تعداد کلنی، با انجام تناسبی ساده تراکم بیوآئروسل‌ها در یک متر مکعب هوا محاسبه و بر اساس cfu/m^3 گزارش گردید. محیط کشت‌های مورد نیاز برای نمونه برداری قارچ و باکتری با حفظ شرایط استریل کامل در آزمایشگاه‌های میکروب شناسی و قارچ شناسی در دانشکده پزشکی تهیه و محیط کشت استریل بصورت وارونه در داخل جعبه مخصوص حمل و نقل قرار داده می‌شدند. برای جلوگیری از بروز خطا، حمل و نقل نمونه‌ها در جعبه عایق و در شرایط خنک انجام می‌گرفت. در هنگام نمونه برداری بر روی هر یک از پلیت‌ها برچسب مربوطه (کد مخصوص نمونه، نام بیمارستان، نام بخش، نقطه نمونه برداری در بخش) الصاق می‌شد. همچنین چک لیستی تنظیم شد که در آن اطلاعاتی چون کد مخصوص نمونه، نام بیمارستان، نام بخش، نقطه نمونه برداری در بخش، اطلاعات مربوط به بیمارستان، دما، رطوبت و سرعت جریان هوا در موضع نمونه برداری ثبت می‌گردید.

بررسی نوع بیوآئروسل‌ها

برای بررسی باکتری شناختی، نمونه‌های کشت داده شده از انکوباتور خارج و کلیه پلیت‌ها از نظر رشد کلنی، مورفولوژی، رنگ و شکل ظاهری توسط کارشناس مجرب مورد بررسی قرار گرفت. جهت رنگ آمیزی و بررسی‌های میکروسکوپی از هر نمونه یک لام میکروسکوپی تهیه شد و میکروب‌ها از نظر شکل باکتری (کوکسی و یا باسیل) و از نظر رنگ آمیزی گرم بررسی شدند.

محیط کشت مورد استفاده برای بررسی قارچ شناسی در این پژوهش سابرو دکستروز آگار انتخاب شد. نمونه‌ها در انکوباتور

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]

با درجه حرارت ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۷۲ تا۱۲۰ ساعت نگهداری شدند. پس از مدت زمان مذکور، تعداد کلنی‌های تشکیل شده در پلیت‌ها شمارش گردید. برای تشخیص افتراقی اولیه قارچها از ویژگی‌های ماکروشناختی آنها شامل رنگ آمیزی سطح و پشت کلنی‌ها و خصوصات میکوسکوپی آنها شامل شکل، اندازه و محل قرار گرفتن اسپورها استفاده شد. به دلیل لزوم تشخیص دقیق، روشهای دیگری هم چون روش تهیه کلنی‌های خرد شده[1] و روش کشت روی لام[2] به کار برده شد (۵،۱۳،۱۶). نتایج حاصل از آزمایش‌ها با استفاده از نرم افزارهای SPSS و Excel تجزیه و تحلیل گردید.

یافته‌ها

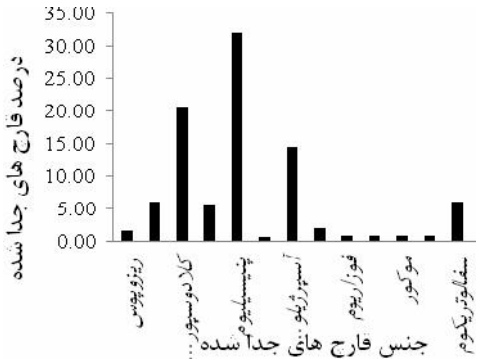
در این بررسی از ۵ بیمارستان دولتی شهر همدان و برای هر بیمارستان ۶ بخش تعداد ۱۸۰ نمونه تهیه شد و تراکم بیوآئروسل‌ها بر اساس cfu/m^3 گزارش گردید. در جدول ۱ میانگین انواع بیوآئروسل‌های قارچی و باکتریایی شناسایی شده از هوای بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها نشان داده شده است. بطور کلی مقادیر دما، رطوبت و سرعت جریان هوا به ترتیب ۲/۶۷±۲۵/۸۳، ۶/۶۶ ± ۳۵/۳۲ درصد و ۱/۵۲±۰/۲۷ فوت بر ثانیه بدست آمد.

باتوجه به جدول۱، بیشترین آلودگی باکتریایی در اورژانس بیمارستان بعثت $۲۴/۳cfu/m^3$ و کمترین آلودگی برای دو بخش زنان۳ و اورژانس بیمارستان فاطمیه $۳/۳cfu/m^3$ و از نوع بیوآئروسل‌های قارچی بوده است. میانگین آلودگی هوای بخش‌های مورد مطالعه در همه بیمارستان‌ها برای انواع بیوآئروسل‌های باکتریایی و قارچی به ترتیب $۱۶/۰۶ cfu/m^3$و ۱۲/۵۶ بوده است که میانگین بیوآئروسل‌های قارچی کمتر بود.

اختلاف معنی‌داری بین میانگین غلظت آلودگی باکتریایی بر حسب cfu/m^3 در هوای بخش‌های مورد مطالعه بیمارستان‌ها مشاهده نشد (ANOVA ، P=۰/۲۵) اما برای میانگین تعداد بیوآئروسل‌های قارچی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۰۱). یعنی هوای بخش‌های مورد بررسی از نظر آلودگی قارچی با هم یکسان نبودند.

با توجه به نتایج اندازه گیری بیوآئروسل‌ها، لازم است که این مقادیر بدست آمده برای آگاهی از متجاوز بودن آنها از حدود استاندارد یا رهنمونهای موجود، با یک حد مجاز مقایسه شده و اظهار نظر نهایی انجام گیرد. در حال حاضر هیچ استاندارد مطلقی از سوی مؤسسات یا سازمان‌هایی که مورد پذیرش کلیه متخصصان باشد وجود ندارد و مقادیر ارائه شده اکثراً جنبه راهنما یا پیشنهادی دارند. در این مطالعه از مقدار استاندارد پیشنهادی $۳۰cfu/m^3$ استفاده شده است.

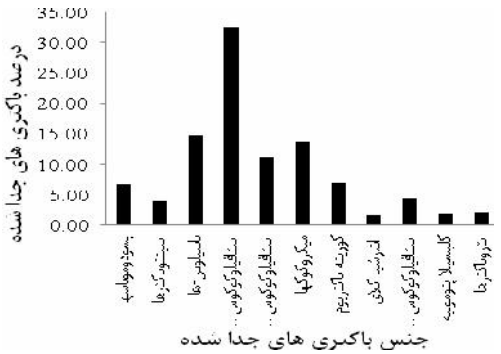
در جدول ۲، نتایج مربوط به مقادیر تراکم کلی بیوآئروسل‌ها ارائه شده است. در این جدول مقادیر بیشتر از استاندارد پیشنهادی با خط زیر، مشخص شده‌اند. بر اساس جدول ۲، بیشترین و کمترین میانگین بیوآئروسل‌ها در بخش‌های زنان۱ و اتاق عمل در بیمارستان فاطمیه ($۵۴/۴ cfu/m^3$ در مقابل $۱۳/۳cfu/m^3$) وجود داشته است. نتایج تجزیه تحلیل آماری برای مقایسه میزان تراکم کلی بیوآئروسل‌ها در بیمارستان‌ها با مقدار استاندارد پیشنهادی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P = ۰/۳).



نمودار ۱- درصد و جنس قارچ های مشاهده شده در هوای بیمارستان‌های مورد بررسی

1. Teasted Mount
2 . Slide culture

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]



نمودار۲-درصد و جنس باکتری‌های مشاهده شده در هوای بیمارستان‌ها

طبق نمودار ۱ بیشترین درصد قارچ‌های مشاهده شده در هوای بیمارستان‌ها به ترتیب پنی‌سیلیوم (۳۲/۰۶٪)، کلادوسپوریوم (۲۰/۵٪)، آسپرژیلوس فومیگاتوس (۱۴/۶۱٪)، آسپرژیلوس نایجر (۷/۴۳٪) بود. بر اساس نمودار ۲، بیشترین درصد فراوانی باکتری‌های جدا شده، استافیلوکوکوس کواگولاز منفی (۳۲/۴۹٪)، باسیلوس‌ها (۱۴/۷۴٪)، میکروکوک‌ها (۱۳/۶۸٪) و استافیلوکوکوس اورئوس (۱۱/۳۴٪)بودند.

جدول ۱-میانگین بیوآئروسل‌های باکتریایی و قارچی بر اساس (cfu/m^3) در بیمارستان‌های مورد بررسی

بیمارستان‌های مورد بررسی		بخش‌های مورد بررسی در هر بیمارستان				
	بخش	ICU	اتاق عمل	عفونی	چشم	اورژانس	ایزوله
فرشچیان	میانگین باکتریایی	۱۲/۲	۱۳/۳	۱۸/۹	۱۱/۱	۱۷/۸	۷/۸
	میانگین قارچی	۶/۷	۷/۸	۱۱/۱	۱۵/۶	۱۶/۷	۱۶/۷
	بخش	ایستگاه پرستاری	اتاق عمل	اورژانس	ccu	قلب زنان	ایزوله
اکباتان	میانگین باکتریایی	۲۳/۴	۱۲/۲	۱۳/۴	۱۰	۲۰/۲	۱۰
	میانگین قارچی	۸/۹	۲۰	۵/۶	۱۱/۱	۵/۶	۱۳/۴
	بخش	نوزادان ۱	اتاق عمل	اورژانس	زنان ۳	زنان ۱	ایزوله
فاطمیه	میانگین باکتریایی	۱۳/۴	۷/۸	۱۳/۳	۱۲/۳	۲۰	۱۳/۲
	میانگین قارچی	۳/۴	۵/۵	۳/۳	۳/۳	۳۴/۴	۱۴/۲
	بخش	نفرولوژی	اتاق عمل	ICU	ایستگاه پرستاری	اورژانس	ایزوله
شهید	میانگین باکتریایی	۲۲/۵	۲۲/۵	۱۶/۶	۲۲/۳	۱۶/۵	۲۲/۳
بهشتی	میانگین قارچی	۱۱/۲	۵/۶	۱۱/۱	۱۶/۸	۱۸/۷	۲۶/۸
	بخش	ICU	اتاق عمل	اطفال	ایستگاه پرستاری	اورژانس	ایزوله
بعثت	میانگین باکتریایی	۱۸/۹	۱۱/۱	۲۰/۱	۱۴/۶	۲۴/۳	۱۹/۹
	میانگین قارچی	۲۱/۳	۲۱	۱۴/۵	۱۲/۴	۷/۷	۱۵/۵

جدول۲- میانگین کلی بیوآئروسل‌ها (باکتریایی و قارچی) در بیمارستان‌های مورد بررسی بر حسب (cfu/m^3)

نام بیمارستان	بخش‌های مورد بررسی در هر بیمارستان						
فرشچیان	ICU	چشم	عفونی	اتاق عمل	اورژانس	ایزوله	میانگین کلی
	۱۸/۹	۲۶/۷	۳۰	۲۱/۱	۳۴/۴	۲۴/۵	۲۵/۹۳
اکباتان	ایستگاه پرستاری	CCU	قلب زنان	اتاق عمل	اورژانس	ایزوله	
	۳۲/۳	۲۱/۱	۲۵/۸	۳۲/۲	۱۹	۲۳/۴	۲۵/۶۳
فاطمیه	نوزادان ۱	زنان ۳	زنان ۱	اتاق عمل	اورژانس	ایزوله	
	۱۶/۸	۱۵/۶	۵۴/۴	۱۳/۳	۱۶/۷	۲۷/۴	۲۴/۰۳
شهیدبهشتی	بخش نفرولوژی	ایستگاه پرستاری	ICU	اتاق عمل	اورژانس	ایزوله	
	۳۷/۷	۳۹/۱	۲۷/۷	۲۸/۲	۳۵/۳	۴۹/۱	۳۶/۱۸
بعثت	اطفال	ایستگاه	ICU	اتاق عمل	اورژانس	ایزوله	
	۳۵/۶	۲۷	۳۱/۲	۳۲/۱	۳۲	۳۵/۴	۳۲/۲۲

علامت خط زیر (-): مقادیر بیشتر از استاندارد پیشنهادی

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه ۱۱ گونه باکتریایی و ۱۴ جنس قارچ از هوای نمونه برداری شده به منظور بررسی تراکم بیوآئروسل‌ها، شناسایی شد. مقایسه انواع بیوآئروسل‌های تشخیص داده شده در مطالعه حاضر با نتایج سایر مطالعات مشابه نشان می‌دهد که جنس باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در هوای بیمارستان‌های مورد بررسی در این مطالعه از انواع متداول موجود در هوای محیط‌های بسته بود. جافال[1] و همکاران در مطالعه خود استافیلوکوکوس اورئوس، کوکوسی‌ها، میکروکوک‌ها، استافیلوکوکوسی‌های آلفا همولیتیک، باسیلهای دیفتروئیدی، باسیلهای گرم منفی و دیگر جنس‌های باسیلوس‌ها، استرپتومایسز و انواع باکتری‌ها و قارچ‌های نامشخص را به ترتیب از بخش‌های مردان، زنان، کودکان، بخش جراحی، بخش مراقبت‌های ویژه و اتاق عمل شناسایی نمودند (۲).

آلترناریا، آسپرژیلوس، پنی‌سیلیوم، ورتیکولوم از جمله قارچ‌های موجود در هوای بخش‌های مذکور در مطالعه جافال و همکاران ذکر شده‌اند (۲). نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه جافال از نظر باکتریولوژیکی تقریباً مشابه بود. در مطالعه جافال نتایج بررسی کمی داده‌های باکتری شناختی نشان داده بود که بخش کودکان و زنان به ترتیب دارای بیشترین تعداد بیوآئروسل‌ها در هوای خود بوده‌اند و علت آن مراجعه بیش از حد بیماران به این دو بخش ذکر شده است. در مطالعه حاضر بیشترین آلودگی باکتریایی برای اورژانس بیمارستان بعثت ($۲۴/۳cfu/m^3$) وجود داشت و از نظر تراکم کلی بیوآئروسل‌ها نیز بیشترین تراکم بیوآئروسل‌ها در بخش زنان۱ در بیمارستان فاطمیه ($۵۴/۴cfu/m^3$) وجود داشته است.

با توجه به اینکه در بخش زنان و اورژانس برخی وسایل غیر بیمارستانی و در نتیجه غیر استریل چون وسایل شخصی بیماران، غذا و میوه توسط ملاقات کنندگان وجود دارد و همچنین طیف گسترده انواع بیماران و ازدحام آنها در اورژانس نسبت به سایر بخش‌ها بطور خاص وجود دارد (۱)، لذا بالا بودن تنوع و تراکم بیوآئروسل‌ها در این دو بخش می‌تواند با موارد مذکور در ارتباط باشد که توسط برخی از محققین در مطالعات مشابه هم ذکر شده‌اند. در مطالعه جباری و همکاران که به منظور ارزیابی کمی و کیفی آلودگی قارچی هوای بخش‌های مختلف بیمارستان کامکار قم در سال ۱۳۸۶ انجام شده است (۱۳) بخش زنان یکی از آلوده‌ترین بخش‌های مورد بررسی ذکر شده است.

این محققین آلودگی هوای این بخش را تراکم بیش از حد بیمار در این بخش ذکر کرده است. در این مطالعه بیشترین فراوانی جنس قارچ‌های موجود در هوای این بخش مربوط به جنس پنی‌سیلیوم بوده است که با مطالعه جباری و همکاران مطابقت دارد. در مطالعه عبداللهی (۳) تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در بخش قلب و مراقبت‌های ویژه، بالا گزارش شده است که از آن به عنوان یک عامل مخاطره آمیز برای بیماران حساس بستری در این بخش‌ها یاد شده است.

در مطالعه‌ای که به منظور بررسی آلودگی قارچی در هوای بیمارستانی در کشور ایتالیا صورت گرفته، پنی‌سیلیوم شایع‌ترین قارچ یافت شده در هوا و کلادوسپوریوم و آسپرژیلوس در رده‌های بعدی قرار داشته‌اند (۱۲). همچنین آلودگی قارچی پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس به میزان ۲۶ تا ۷۸ cfu/m^3 در بیمارستان‌های کشور هند گزارش شده است (۱۷). در کل می‌توان گفت که نتایج مطالعات از لحاظ نوع و تعداد کلنی قارچی با هم مشابه بود.

میزان تراکم بیوآئروسل‌ها در اتاق عمل از کمترین مقدار برخوردار بوده است که می‌تواند به دلیل رعایت سطح بالای استانداردهای بهداشتی در این اماکن نسبت به دیگر اماکن بیمارستانی و همچنین استفاده از سیستم گندزدایی و تصفیه هوا چون استفاده از لامپ‌های فرابنفش باشد (۱). بیشترین فراوانی در بین بیوآئروسل‌های باکتریایی در همه بیمارستان‌ها مربوط به

1. Jaffal

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]

استافیلوکوکوس کواگولاز منفی بود. استافیلوکوکوس‌های کواگولاز منفی زیاد سمی نیستند اما علت مهم عفونت‌ها در گروه‌های پرخطر هستند (۳). استافیلوکوکوس‌ها کاملاً به خشک سازی و شرایط بسیار اسمتیک مقاوم هستند. این ویژگی‌ها زندگی آنها را در محیط، رشد در غذا و سرایت پذیری تسهیل می‌کند.

پردلی و همکاران در مطالعه خود بیشترین جنس قارچ‌های موجود در هوای بخش‌های بیمارستانی را به ترتیب کلادوسپوریوم، آسپرژیلوس، پنی‌سیلیوم و رایزوپوس گزارش کرده‌اند (۱۲). همچنین پاناگوپولوا[1] و همکاران در مطالعه خود آلودگی هوای ۳ بیمارستان را از نظر قارچی بررسی نمودند که بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین تعداد برای قارچ‌های تشخیص داده شده به جنس آسپرژیلوس مربوط بوده است (۱۸). فراوانی و تنوع جنس قارچها در مطالعات مختلف دارای الگوی یکسانی نیست که می‌تواند علل مختلفی چون فصل نمونه برداری، تأثیر پذیری هوای بخش‌های بیمارستانی از هوای موجود در محیط بیمارستان، نوع مراجعه کنندگان به بیمارستان، نوع تهویه و میزان کارآمدی آن و همچنین وسیله گندزدایی و میزان بازده آن در این امر دخیل باشند (۱۹). کینتی[2] در بررسی آلودگی قارچی هوای بخش چشم پزشکی بیشترین تعداد مربوط به قارچ‌های جدا شده از هوای این بخش را به ترتیب پنی‌سیلیوم، آسپرژیلوس، موکور و آلترناریا گزارش کرده است که به نتایج مطالعه حاضر نزدیک می‌باشد (۲۰).

با توجه به جدول ۲، بیشترین میانگین تراکم کلی بیوآئروسل‌ها به ترتیب در دو بیمارستان شهید بهشتی و بعثت وجود داشته است. با توجه به اینکه بیمارستانهای مذکور، دو بیمارستان بزرگ شهر و تخصصی می‌باشند لذا حجم مراجعه کننده به آنها بالاتر از سایر بیمارستان‌ها بوده و یکی از دلایل بالا بودن تراکم بیوآئروسل‌ها می‌تواند به این دلیل باشد. همچنین موقعیت هر دو بیمارستان در حاشیه شهر (نقطه مقابل هم از نظر جغرافیایی) قرار داشته و شاید کیفیت هوای داخل بیمارستان متأثر از کیفیت هوای آزاد و محیط پیرامون آنها هم باشد. مشاهدات محیطی بیانگر این مطلب است که در بیمارستان شهید بهشتی از سیستم تهویه مرکزی و استاندارد جهت تهویه هوای درون بخش‌ها استفاده نشده است بلکه برای تهویه از جریان طبیعی هوا و بدون پیش تصفیه استفاده می‌شود و نظر به اینکه این بیمارستان در جنب فضای سبز قرار دارد ممکن است که بار آلودگی بیوآئروسل‌های موجود در هوای بخش‌ها با این موضوع مرتبط باشد که در مطالعات مشابه تاثیر پذیری هوای بیمارستان‌ها از هوای محیط بیرون و همچنین فصل سال ذکر شده است (۱۹، ۹).

در بیمارستان بعثت اگرچه از سیستم تهویه مرکزی جهت تهویه هوای بخش‌ها استفاده می‌شود اما احتمالاً سیستم موجود از استاندارد عملیاتی و اجرایی مناسب برخوردار نباشد و لذا بایستی برای اطلاعات دقیق‌تر سیستم موجود از نظر اصول طراحی سیستم تهویه بررسی گردد. برخی فعالیت‌های مراجعین چون صبحت کردن، قدم زدن در بخشها، عطسه و سرفه کردن متوالی نیز باعث افزایش انتشار و در نتیجه افزایش بار بیوآئروسل‌ها در هوای بیمارستانها می‌شود (۱) در این زمینه اکویا[3] و همکاران جمعیت مراجعین به بیمارستان و فعالیت‌های آنها را به عنوان عوامل اثر گذار بر غلظت باکتریها و به طور کلی بار بیوآئروسل‌ها در هوای بیمارستانها ذکر کرده‌اند (۲۱).

نسبت میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا نسبت به انواع غیر بیماری‌زا در بخش‌ها با یکدیگر متفاوت بود که می‌تواند با الگوی بیماران بستری، تعداد بیماران، گندزدایی و نحوه اجرای آن و همچنین جریان هوا مرتبط باشد (۱). نتایج اندازه گیری پارامترهای فیزیکی چون سرعت جریان هوا نشان داده است که بطور کلی در تمامی بخش‌ها جریان هوا ضعیف می‌باشد بطوریکه در اکثر بخش‌ها سرعت جریان هوا در موضع نمونه‌برداری صفر یا

1. Panagopoulou
2 . Kinti
3 . Okhunoya

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]

نزدیک به صفر بوده است و لذا جریان ضعیف هوا قادر به جابجایی، انتشار و پراکندگی میکروارگانیسم‌ها از منابع خود (بیماران) نبوده است. یکی از راه‌های جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زای هوابرد، کنترل فشار هوای داخل اتاق نسبت به بیرون است (۱). در بیمارستان‌های مورد بررسی سرعت جریان هوا صفر بوده است که می‌تواند نشان دهنده عدم فشار مثبت باشد. در این حالت عوامل بیماری‌زا به راحتی از بیرون به داخل اتاق/بخش دخول می‌یابند. در هنگام شستشوی و گندزدایی بخشها فقط کف آن، دیوارها و برخی از تجهیزات با مواد گندزدا شستشو می‌شوند و رطوبت هوا در اثر شستشو می‌تواند افزایش یابد که خود باعث تسهیل رشد و ماندگاری میکروارگانیسم‌ها می‌گردد (۱). این در حالی است که برای گندزدایی هوای بخش‌ها (به غیر از اتاق عمل) مکانیسمی موجود نبوده است.

در مطالعه چوبینه و همکاران (۵)، جباری و همکاران (۱۳) میانگین تراکم بیوآئروسل‌ها در اتاق عمل بیشتر از استاندارد پیشنهادی بوده است و نقص سیستم تهویه و همچنین نحوه گندزدایی به عنوان عامل اصلی بالا بودن تراکم بیوآئروسل‌ها مطرح شده است.

تراکم بیوآئروسل‌ها در برخی از بخش‌های بیمارستان‌های مورد بررسی بیشتر از استاندارد پیشنهادی $۳۰ cfu/m^3$ بود. اکثر بیمارستان‌های مورد بررسی، فاقد سیستم های تصفیه هوا می‌باشند؛ لذا بایستی در خصوص طراحی صحیح و نصب این تجهیزات اقدام شود. در پایان پیشنهاد می‌شود مسئولین توجه بیشتری به تعبیه و استفاده از تجهیزات تصفیه هوا در بیمارستان‌های در حال ساخت داشته باشند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح پژوهشی مصوب مرکز تحقیقات علوم بهداشتی همدان می‌باشد. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه در اجرای این طرح تشکر نمایند. همچنین از سرکار خانم کریمخانی کارشناس آزمایشگاه قارچ شناسی بخاطر همکاری تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]

References

1. Ekhaise FO, Ighosewe OU, 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.
2. Jaffal AA, Banat AA, Mogheth H, Nsanze A, Benar AS. Residential airborne microbial Emirates. Environmental International. 1997; 23 (4): 529-533.
3. Abdollahi AR. Concurrence of Nosocomial Infections with Microorganisms Spreading in the Air of Hospital Wards. Mljgoums. 2009; 3(2):47-52.
4. Borghesi A, Stronati M. Strategies for the prevention of hospital-acquired infections in the neonatal intensive care unit. Journal of Hospital Infection. 2008;68(4):293-300.
5. Choobineh A, Rostam R, Tabatabae SH. Assessment of BioaerosolsTypes and Concentration inAmbientAirof Shiraz University of Medical Sciences Educational Hospitals, 2008. Iran Occupational Health Journal. 2009;6(2):69-76.
6. de Souza AL, Seguro AC. Gram Staining: An Unexplored Diagnostic Tool for Diagnosis of Meningococcal Infection in the Developing World. The Journal of Emergency Medicine. 2009; 37(1):83-4.
7. Ghorbani-Shahna F, Joneidi-Jafari A, Yousefi-Mashouf R, Mohseni M, Shirazi J. Type and Concentration of Bioaerosols in the Operating Room of Educational Hospitals of Hamadan University of Medical Sciences and Effectiveness of Ventilation Systems, in Year 2004. Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences. 2006; 13(2):64-70.(In Persian)
8. Harrison J, Pickering CAC, Faragher EB, Austwick PKC, Little SA, Lawton L. An investigation of the relationship between microbial and particulate indoor air pollution and the sick building syndrome. Respiratory Medicine. 1992; 86(3):225-35.
9. Mahmmodian M, Movaheddi M-A. Assessment of biological agents in the air of different wards in Imam Khomayni and Shahid Zare hospitals in Sari, 2007. Journal of north Khorasan University of medical sciences. 2010; 2(2 and 3):51-8.(In Persian)
10. Lim T, Cho J, Kim BS. The predictions of infection risk of indoor airborne transmission of diseases in high-rise hospitals: Tracer gas simulation. Energy and Buildings. 2010; 42(8):1172-81.
11. Knibbs LD, Morawska L, Bell SC, Grzybowski P. Room ventilation and the risk of airborne infection transmission in 3health care settings within a large teaching hospital. American Journal of Infection Control. 2011; 39(10):866-72.
12. Perdelli F, Cristina ML, Sartini M, Spagnolo AM. Fungal Contamination in Hospital Environments. Journal of Infection Control and Hospital Epidemiology. 2007; 27:44-47.
13. Jabari H, Nadafi K, Nabizadeh R, Tabaraie Y, Azam-Solgi A, Azizifar M. A Qualitative and Quantitative Survey on Air-Transmitted Fungal Contamination in Different Wards of Kamkar Hospital in Qom Iran in 2007. Qom University of

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]

Medical Sciences Journal. 2009; 3(3):25-30.(In Persian)
14. Ness AS. Air monitoring for toxic txpsures. New York: John Wiley & Sons, 1998.
15. Macher JM, Chatigny MA, Burge HA. Sampling airborne microorganisms and aeroallergens and Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants. 8th Edition; BS Cohen and SV Hering, Eds. ACGIH, Cincinnati, Ohio, USA; 1995.
16. Zeini F, Emami M. Medical Mycology. 2rd ed. Tehran: Tehran University Publication; 2004. [Text in Persian].
17. Kelkar U, Bal AM, Kulkarni S. Fungal Contamination of Air Conditioning Units in Operating Theatres in India. Journal of Hospital Infection. 2005; 60:81-84.
18. Panagopoulou P, Filioti J, Petrikkos G, Giakouppi P, Anatoliotaki M, Farmaki E, Kanta A, et al. Environmental Surveillance of Filamentous Fungi in Three Tertiary Care Hospitals in Greece. Journal of Hospital Infection. 2002; 52:185-191.
19. Sautour M, Sixt N, Dalle Fdr, L'Ollivier C, Fourquenet V, Calinon Cl, et al. Profiles and seasonal distribution of airborne fungi in indoor and outdoor environments at a French hospital. Science of The Total Environment. 2009; 407(12):3766-71.
20. Marcelou Kinti U. Study of the Mycological Flora of the Air Role in Mycosis of the Conjunctiva. Del Ellen Microbial Etai. 1977; 22(3):159-163.
21. Okhuoya, J.A. and S.O. Okaraedge. Microflora of road side air and leaf surfaces of selected vegetables. Nigerian Journal of Pure and Applied America Science. 1992; 12: 42-48.

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-03]