

## بررسی کمی و کیفی آلودگی بیوآئروسول‌های هوای بخش‌های مختلف بیمارستان‌های دولتی شهر همدان در سال ۱۳۹۰

ادریس حسین‌زاده<sup>۱</sup>، محمدرضا سمرقندی<sup>۲</sup>، سیدامیر غیاثیان<sup>۳</sup>، محمد یوسف علیخانی<sup>۴</sup>، قدرت‌الله روشنایی<sup>۵</sup>، مسعود مقدم شکیب<sup>۴</sup>  
۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، مرکز تحقیقات بهداشت، تغذیه دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم‌آباد، ایران.  
۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.  
۳- گروه قارچ‌شناسی و انگل‌شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.  
۴- گروه میکروبیوشناسی 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: ۹۰/۱۵/۱۳، پذیرش مقاله: ۹۱/۴/۴

**\* مقدمه:** با توجه به اینکه مطالعه کمی و کیفی آلودگی بر روی بیوآئروسول‌های هوای بخش‌های مختلف بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی همدان وجود نداشت، در این مطالعه تنوع و تراکم بیوآئروسول‌ها 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 - مقطعی، ۳۰ بخش بیمارستانی از ۵ بیمارستان آموزشی شهر همدان از نظر تنوع و تراکم بیوآئروسول‌های 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) جمع‌آوری 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  $\text{cfu}/\text{m}^3$  تعیین شد داده‌ها با نرم افزار آماری SPSS آنالیز گردید و تحلیل‌های آماری مربوطه انجام شد.

**\* یافته‌ها:** بیشترین و کمترین تراکم بیوآئروسول‌ها در بخش‌های زنان ۱ و اتاق عمل در بیمارستان زنان فاطمیه ( $54/4 \text{ cfu}/\text{m}^3$ ) در مقابل  $13/3 \text{ cfu}/\text{m}^3$  بدست آمد. مقایسه میزان میانگین تراکم کلی بیوآئروسول‌ها در بیمارستان‌ها با مقدار استاندارد پیشنهادی ( $30 \text{ cfu}/\text{m}^3$ ) تفاوت معنی‌داری نشان نداد ( $P = 0/3$ ). شایع‌ترین قارچ‌های جدا شده از هوای بیمارستان‌ها به ترتیب شامل پنی‌سیلیوم (۰/۳۲/۰۶)، کلادوسپوریوم (۰/۲۰/۰۵)، آسپرژیلوس فومیگاتوس (۰/۱۴/۶۱) و آسپرژیلوس نایجر (۰/۷/۴۳) بود. بیشترین درصد فراوانی باکتری‌های جدا شده استافیلوکوکوس کواگولاز منفی (۰/۳۲/۴۹)، باسیلوس‌ها (۰/۱۴/۷۴)، میکروکوک‌ها (۰/۱۳/۶۸) و استافیلوکوکوس اورئوس (۰/۱۱/۳۴) بودند.

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

**\* واژه‌های کلیدی:** بیوآئروسول، هوای بیمارستان، باکتری، قارچ، آلودگی هوا.

آدرس مکاتبه: همدان، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط

پست الکترونیکی: [mr.samarghandi@umsha.ac.ir](mailto:mr.samarghandi@umsha.ac.ir)

## 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 محیط‌های بسته از پتانسیل بیشتری نسبت به محیط‌های باز برای به مخاطره انداختن سلامت بیماران برخوردار هستند زیرا در محیط‌های بسته انواع آئروسول‌ها 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 بیوآئروسول‌ها 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 بیوآئروسول‌ها تحت تأثیر نیروی ثقل، الکترومغناطیسی و توربولانس جریان هوا قرار دارد (۱۰). بطور کلی بیوآئروسول‌ها 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).

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

پردلی<sup>۱</sup> و همکاران در مطالعه خود میانگین غلظت قارچ‌های منتقل شده از هوا در محیط بیمارستان را  $19 \pm 19 \text{ cfu/m}^3$  گزارش نمودند که کمترین مقدار ( $14 \pm 12 \text{ cfu/m}^3$ ) در اتاق عمل و بیشترین مقدار ( $45 \pm 37$ ) در آشپزخانه وجود داشته است و به ترتیب کلادسپوریوم، اسپریژیلوس، پنی سیلیوم و رایزوپوس را بیشترین جنس‌های بیوآئروسول‌های موجود در بخش‌های بیمارستانی ذکر کرده‌اند (۱۲). در مطالعه‌ای که توسط جباری و همکاران انجام گرفت بیشترین میانگین غلظت بیوآئروسول‌ها مربوط به بخش عفونی با  $300 \text{ cfu/m}^3$  و کمترین میانگین غلظت آلودگی مربوط

1. Perdelli

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<sup>۱</sup> با  $36/36\%$ ، کلادسپوریوم<sup>۲</sup> با  $24/74\%$ ، آسپرژیلوس نایجر<sup>۳</sup> با  $17/97\%$ ، رایزوپوس<sup>۴</sup> با  $10/57\%$  و آسپرژیلوس فلاووس<sup>۵</sup> با  $2/74\%$  اختصاص داشت (۱۳).

اکثر بیوآئروسول‌ها 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 بیوآئروسول‌های موجود در هوای بیمارستان ایجاد شود، از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین کنترل میکرووب‌ها 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 بیوآئروسول‌ها 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 محدودیت بودجه در این مطالعه از هر بیمارستان فقط ۶ بخش آن جهت بررسی تراکم و تنوع بیوآئروسول‌ها 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 بیوآئروسول‌ها

روش مورد استفاده جهت نمونه برداری بیوآئروسول‌ها، روش فیلتراسیون بود. این روش یکی از روش‌های توصیه شده کمیته بیوآئروسول 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 هلدنر تفلونی با قطر  $47mm$ ، فیلتر میلی پور استریل با پورسایز  $0/45$  میکرون و قطر  $47mm$  ساخت شرکت اشلیختر و شونل 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  $70\%$  شستشو داده شده و سپس به مدت  $30$  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 پیش‌آزمایش و لحاظ نمودن روش پیشنهادی ACGIH، دبی  $10\text{ lit/min}$  و مدت زمان  $30$  دقیقه انتخاب شد. جهت

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

افزایش صحت نتایج، تعدادی نمونه شاهد محیطی و آزمایشگاهی نیز جمع آوری گردید (۵۰۹).

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 بیوآئروسول‌ها از نظر آلودگی قارچی و ۱۸ نمونه برای بررسی بیوآئروسول‌ها از نظر آلودگی باکتریایی برداشته شدند. برای نمونه برداری 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) اندازه‌گیری 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 هلدرد به طور معکوس روی محیط کشت آگار خونی و سابرو دکستروز (به ترتیب برای آلودگی باکتریایی 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 نمونه‌گیری شده (پس از تصحیح دما و فشار) و تعداد کلنی‌های کشت یافته، تراکم بیوآئروسول‌ها 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  $\text{cfu}/\text{m}^3$  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):

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

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 کلون می‌باشد. پس از محاسبه حجم استاندارد نمونه برداری شده و داشتن تعداد کلنی، با انجام تناسبی ساده تراکم بیوآئروسول‌ها در یک متر مکعب هوا محاسبه و بر اساس  $\text{cfu}/\text{m}^3$  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 بیوآئروسول‌ها

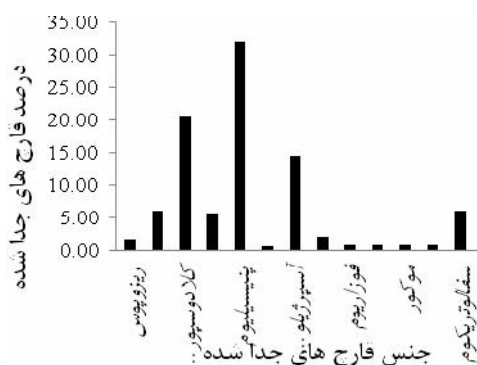
برای بررسی باکتری شناختی، نمونه‌های کشت داده شده از انکوباتور خارج و کلیه پلیت‌ها از نظر رشد کلنی، مورفولوژی، رنگ و شکل ظاهری توسط کارشناس مجرب مورد بررسی قرار گرفت. جهت رنگ آمیزی و بررسی‌های میکروسکوپی از هر نمونه یک لام میکروسکوپی تهیه شد و میکروب‌ها از نظر شکل باکتری (کوکسی و یا باسیل) و از نظر رنگ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

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

داشت ( $P < 0.001$ ). یعنی هوای بخش‌های مورد بررسی از نظر آلودگی قارچی با هم یکسان نبودند.

با توجه به نتایج اندازه‌گیری بیوآئروسول‌ها، 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 مطلق 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  $30 \text{ cfu/m}^3$  استفاده شده است.

در جدول ۲، نتایج مربوط به مقادیر تراکم کلی بیوآئروسول‌ها ارائه شده است. در این جدول مقادیر بیشتر از استاندارد پیشنهادی با خط زیر، مشخص شده‌اند. بر اساس جدول ۲، بیشترین و کمترین میانگین بیوآئروسول‌ها در بخش‌های زنان ۱ و اتاق عمل در بیمارستان فاطمیه ( $54/4 \text{ cfu/m}^3$  در مقابل  $13/3 \text{ cfu/m}^3$ ) وجود داشته است. نتایج تجزیه آماری برای مقایسه میزان تراکم کلی بیوآئروسول‌ها در بیمارستان‌ها با مقدار استاندارد پیشنهادی تفاوت معنی‌داری نشان نداد ( $P = 0/3$ ).



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

با درجه حرارت ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۷۲ تا ۱۲۰ 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 خصوصیات 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<sup>۱</sup> و روش کشت روی لام<sup>۲</sup> 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 بیوآئروسول‌ها بر اساس  $\text{cfu/m}^3$  گزارش گردید. در جدول ۱ میانگین انواع بیوآئروسول‌های 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  $25/83 \pm 2/67$ ،  $25/66 \pm 6/66$  و  $35/32$  درصد و  $0/27 \pm 1/52$  فوت بر ثانیه بدست آمد.

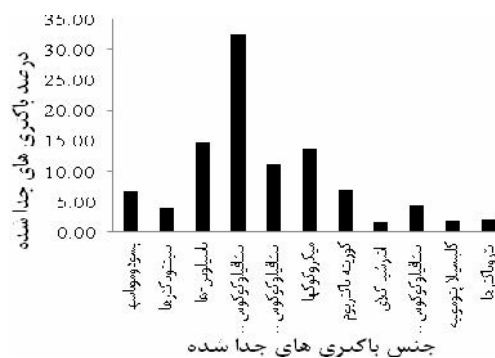
باتوجه به جدول ۱، بیشترین آلودگی باکتریایی در اورژانس بیمارستان بعثت  $24/3 \text{ cfu/m}^3$  و کمترین آلودگی برای دو بخش زنان ۳ و اورژانس بیمارستان فاطمیه  $3/3 \text{ cfu/m}^3$  و از نوع بیوآئروسول‌های قارچی بوده است. میانگین آلودگی هوای بخش‌های مورد مطالعه در همه بیمارستان‌ها برای انواع بیوآئروسول‌های باکتریایی و قارچی به ترتیب  $16/06 \text{ cfu/m}^3$  و  $12/56$  بوده است که میانگین بیوآئروسول‌های قارچی کمتر بود.

اختلاف معنی‌داری بین میانگین غلظت آلودگی باکتریایی بر حسب  $\text{cfu/m}^3$  در هوای بخش‌های مورد مطالعه بیمارستان‌ها مشاهده نشد ( $P = 0/25$  ANOVA) اما برای میانگین تعداد بیوآئروسول‌های قارچی اختلاف معنی‌داری وجود

1. Teasted Mount  
2. Slide culture

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.



نمودار ۲- درصد و جنس باکتری‌های مشاهده شده در هوای بیمارستان‌ها

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

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

جدول ۲- میانگین کلی بیوآئروسل‌ها (باکتریایی و قارچی) در بیمارستان‌های مورد بررسی بر حسب ( $\text{cfu}/\text{m}^3$ )

| نام بیمارستان |                 | بخش‌های مورد بررسی در هر بیمارستان |          |          |         |        |
|---------------|-----------------|------------------------------------|----------|----------|---------|--------|
| فرشچیان       | ICU             | چشم                                | عفونی    | اتاق عمل | اورژانس | ایزوله |
|               | ۱۸/۹            | ۲۶/۷                               | ۳۰       | ۲۱/۱     | ۳۴/۴    | ۲۴/۵   |
| میانگین کلی   |                 |                                    |          |          |         | ۲۵/۹۳  |
| اکباتان       | ایستگاه پرستاری | CCU                                | قلب زنان | اتاق عمل | اورژانس | ایزوله |
|               | ۲۲/۳            | 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  |
| شهیدبهبشتی    | 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

## بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه ۱۱ گونه باکتریایی و ۱۴ جنس قارچ از هوای نمونه برداری شده به منظور بررسی تراکم بیوآئروسول‌ها، شناسایی شد. مقایسه انواع بیوآئروسول‌های 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<sup>۱</sup> 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 بیوآئروسول‌ها 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 ( $24/3 \text{ cfu/m}^3$ ) وجود داشت و از نظر تراکم کلی بیوآئروسول‌ها نیز بیشترین تراکم بیوآئروسول‌ها در بخش زنان ۱ در بیمارستان فاطمیه ( $54/4 \text{ cfu/m}^3$ ) 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 بیوآئروسول‌ها 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 بیوآئروسول‌های 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 بخش 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  $78 \text{ cfu/m}^3$  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 بیوآئروسول‌ها 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 بیوآئروسول‌های باکتریایی در همه بیمارستان‌ها مربوط به

1. Jaffal

استافیلوکوکوس کواگولاز منفی بود. استافیلوکوکوس‌های کواگولاز منفی زیاد سمی نیستند اما علت مهم عفونت‌ها در گروه‌های پرخطر هستند (۳). استافیلوکوکوس‌ها کاملاً به خشک‌سازی 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 پاناگولوا<sup>۱</sup> 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<sup>۲</sup> 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 بیوآئروسول‌ها 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 بیوآئروسول‌ها 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 بیوآئروسول‌های موجود در هوای بخش‌ها با این موضوع مرتبط باشد که در مطالعات مشابه تأثیر پذیری هوای بیمارستان‌ها از هوای محیط بیرون و همچنین فصل سال ذکر شده است (۹، ۱۹).

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 صحبت کردن، قدم زدن در بخشها، عطسه و سرفه کردن متوالی نیز باعث افزایش انتشار و در نتیجه افزایش بار بیوآئروسول‌ها در هوای بیمارستانها می‌شود (۱) در این زمینه اکویا<sup>۳</sup> و همکاران جمعیت مراجعین به بیمارستان و فعالیت‌های آنها را به عنوان عوامل اثر گذار بر غلظت باکتریها و به طور کلی بار بیوآئروسول‌ها در هوای بیمارستانها ذکر کرده‌اند (۲۱).

نسبت میکروارگانیزم‌های 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 اندازه‌گیری 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



گندزدایی به عنوان عامل اصلی بالا بودن تراکم بیوائروس‌ها مطرح شده است.

تراکم بیوائروس‌ها در برخی از بخش‌های بیمارستان‌های مورد بررسی بیشتر از استاندارد پیشنهادی  $30 \text{ cfu/m}^3$  بود. اکثر بیمارستان‌های مورد بررسی، فاقد سیستم‌های 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 قارچ‌شناسی بخاطر همکاری تشکر و قدردانی می‌شود.

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 بیوائروس‌ها در اتاق عمل بیشتر از استاندارد پیشنهادی بوده است و نقص سیستم تهویه و همچنین نحوه

## References

- Ekhaïse 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.
- Jaffal AA, Banat AA, Mogheth H, Nsanze A, Benar AS. Residential airborne microbial Emirates. *Environmental International*. 1997; 23 (4): 529-533.
- Abdollahi AR. Concurrence of Nosocomial Infections with Microorganisms Spreading in the Air of Hospital Wards. *Mljgoums*. 2009; 3(2):47-52.
- 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.
- Choobineh A, Rostam R, Tabatabae SH. Assessment of Bioaerosols Types and Concentration in Ambient Air of Shiraz University of Medical Sciences Educational Hospitals, 2008. *Iran Occupational Health Journal*. 2009;6(2):69-76.
- 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.
- 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)
- 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.
- 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)
- 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.
- Knibbs LD, Morawska L, Bell SC, Grzybowski P. Room ventilation and the risk of airborne infection transmission in 3 health care settings within a large teaching hospital. *American Journal of Infection Control*. 2011; 39(10):866-72.
- Perdelli F, Cristina ML, Sartini M, Spagnolo AM. Fungal Contamination in Hospital Environments. *Journal of Infection Control and Hospital Epidemiology*. 2007; 27:44-47.
- 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*

- 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. 2nd 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, Fourquenot 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.