# بررسی بیوآئروسل‌های قارچی محیط داخل و فضای آزاد و ارتباط آن با ذرات معلق در یک بیمارستان در شهر خرم آباد

حسن بصیری[1]، حاتم گودینی[2]،یوسف امیدی خانی آبادی[1]، اصغر سپه وند*[3]

۱- کارشناس ارشد، گروه بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

۲- دانشیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران.

۳- استادیار، مرکز تحقیقات داروهای گیاهی رازی، گروه انگل شناسی و قارچ شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

یافته / دوره هفدهم / شماره ۴ / زمستان ۹۴ / مسلسل ۶۶

## چکیده

دریافت مقاله: ۹۴/۹/۲۹ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۱/۳

* **مقدمه :** تغییرات آب و هوایی و انتشار ذرات معلق به همراه بیوآئروسل‌ها به عنوان یک عامل مهم افزایش واکنش‌های آلرژیک بخصوص در بین بیماران با سیستم ایمنی ضعیف‌تر معرفی شده است. هدف از این مطالعه بررسی غلظت بیوآئرسل‌های قارچی در ارتباط با ذرات معلق ( $PM_1$،$PM_{2.5}$ و $PM_{10}$) در بخش‌های داخلی و فضای آزاد بیمارستان بزرگ آموزشی- درمانی شهر خرم آباد می‌باشد.

* **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی-تحلیلی، به مدت ۶ ماه نمونه برداری از ذرات معلق و بیوآئروسل‌های قارچی در ۷ بخش داخلی و فضای آزاد بیمارستان مورد بررسی صورت گرفت. در مجموع ۱۹۲ نمونه (۱۶۸ نمونه از محیط داخل و ۲۴ نمونه از محیط خارج) برداشت گردید. نمونه برداری از بیوآئروسل‌های قارچی به روش اندرسون و بوسیله Quick Take 30 با دبی ۲۸/۳ L/min و زمان min ۲/۵ بر روی محیط کشت سابرو دکستروز آگار حاوی کرامفنیکل صورت گرفت. همچنین ذرات معلق نیز با استفاده از Monitor Dust-Trak مدل 8520 -**TSI** اندازه گیری شدند. پارامترهای رطوبت نسبی و دما به وسیله دستگاه دیجیتال TES-1360 بررسی شد.

* **یافته‌ها:** در بین بخش‌های مورد بررسی، بخش عفونی با $CFU/m^3$ ۱۰۱/۷ آلوده‌ترین بخش بوده و اتاق عمل با $CFU/m^3$ ۴۶/۴ کمترین آلودگی قارچی را داشت. گونه کلادوسپوریوم با ۳۶/۷۵٪ بیشترین و گونه رودوتورولا با ۲/۷٪ کمترین فراوانی را در مدت نمونه برداری داشتند. نسبت I/O<1 نشان دهنده این است که این آلودگی از محیط خارجی منشاء گرفته است.

* **بحث و نتیجه‌گیری:** بررسی نتایج نشان داد با افزایش رطوبت نسبی و درجه حرارت، تراکم آلاینده‌های مورد بررسی نیز افزایش می‌یابد و همچنین بین بیوآئروسل‌های قارچی و ذرات معلق ارتباط معناداری وجود داشت.

* **واژه‌های کلیدی:** بیوآئروسل- های قارچی، ذرات معلق، محیط داخلی، فضای آزاد، بیمارستان.

*آدرس مکاتبه : خرم آباد، انتهای خیابان رازی، مجتمع آموزشی و پژوهشی رازی.

پست الکترونیک: fungimed44@yahoo.com



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

## مقدمه

آلودگی هوا به عنوان یکی از مهمترین مشکلات جامعه بشری در قرن حاضر بخصوص در کشورهای درحال توسعه مورد توجه می‌باشد. ذرات معلق، طیف وسیعی از ذرات، مواد معدنی، مواد آلی و بیوآئروسل‌ها را شامل می‌شود که نوع، غلظت و اندازه آنها به نوع فعالیت، پارامترهای هواشناسی و توپوگرافی منطقه وابسته است (۱). به دلیل استانداردهای اخیر و توجه به تأثیرات ذرات معلق باقطر آئرودینامیکی کمتر از ۱۰µ بر روی سلامتی، تحقیقات بر روی بار بیولوژیکی این ذرات نیز گسترش یافته است (۲). بیوآئروسل‌ها حدود ۲۵ درصد حجمی ذرات منتقله توسط هوا را تشکیل می‌دهند (۳). بطور کلی بیوآئروسل‌ها شامل باکتری‌های زنده و مرده (انواع بیماریزا و غیر بیماریزا)، اسپور قارچها، ویروس‌ها، آلرژن هایی با وزن مولکولی بالا، آندوتوکسین باکتریایی، سموم قارچی، پپتیدوگلیکان ها، گرده و فیبرهای گیاهی می‌باشند (۴). تماس با بیوآئروسل‌ها با گستره وسیعی از اثرات بهداشتی شامل بیماری‌های واگیر، اثرات سمی حاد، آلرژی و سرطان مرتبط می‌باشد (۵). انتشار بیوآئروسل‌ها در محیط‌های بیمارستانی اهمیت زیادی در ایجاد عفونت‌های بیمارستانی دارد، زیرا از ذرات قابل استنشاق محسوب شده و می‌توانند در ناحیه‌های مختلف دستگاه تنفس جایگزین شوند و یا از راه تماس با پوست اثرات خود را بر جای گذارند. عفونت‌های بیمارستانی یک مشکل جهانی محسوب شده و یکی از معضلات قرن حاضر است (۶). قارچها به خاطر دارا بودن قدرت تطابق با بسیاری از شرایط محیطی، سلامتی انسان‌ها را به راحتی مورد تهدید قرار داده و هم اکنون یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ ومیر افراد دارای نقص ایمنی به شمار می‌آیند (۷). قارچهای موجود در بیمارستان از نظر تعداد و نوع آلودگی قارچی می‌توانند با فضای بیرون یکسان باشند. اگر وسایل و محیط داخلی بیمارستان در اثر عدم رعایت موازین بهداشتی خود تولید کننده آلودگی نباشند، این آلودگی‌ها می‌تواند ناشی از ورود هوای تصفیه نشده و یا حتی تصفیه شده بیرون به داخل بیمارستان باشد (۸).

مطالعات مختلفی بر روی ارتباط بین ذرات معلق و آلودگی‌های قارچی صورت گرفته است. منگ و لو (۲۰۰۷) در بررسی اثر ذرات بر سلامتی انسان، همراهی میکروارگانیسم‌های بیماریزا با ذرات معلق را از عوامل بستری شدن در بیمارستان به دلایل مشکلات تنفسی، عفونت‌های مجاری فوقانی تنفسی و پنومونی گزارش کردند و همچنین به سایر بیماری‌های غیر واگیر مرتبط با وجود ذرات ریزگرد از جمله پرفشارخونی و بیماری‌های قلبی نیز اشاره کرده‌اند (۹). دگوبی و همکاران (۲۰۱۱) در برزیل ارتباط بین قارچ و ذرات ریز و پارامترهای هواشناسی شهر سائوپائولو را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که ذرات بیوآئروسل بطور قابل توجهی در ریزگردهای شهر سائوپائولو موجود می‌باشد (۱۰). در ایران نیز مطالعاتی در زمینه ارتباط بین ذرات معلق و بیوآئروسل‌ها انجام شده است. سلیمانی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی بیوآئروسل‌های موجود در سطح جریان‌های گرد و غبار ورودی به شهر اهواز، میانگین غلظت ذرات $PM_{10}$، $PM_{2.5}$ و $PM_1$را در همه ایستگاه‌های نمونه برداری به ترتیب $\mu g/m^3$ ۱۴۹/۳۵، ۵۸/۶ و ۲۵/۴۶ و غلظت کل بیوآئروسل‌ها را $۴۴۶/۶۷CFU/m^3$ تعیین نموده و به این نتیجه رسیدند که میزان بیوآئروسل‌های قارچی در روزهای معمولی کمتر از روزهای غبار آلود است (۱۱). با توجه به اندک بودن مطالعات در زمینه تعیین غلظت قارچهای هوابرد در محیط داخلی و فضای آزاد و ارتباط آن با غلظت ذرات معلق در محیط‌های بیمارستانی در داخل کشور، این مطالعه با هدف تعیین غلظت قارچهای هوابرد، بررسی اثر ذرات معلق و شرایط محیطی بر غلظت قارچها و یافتن منبع آلودگی (نسبت I/O) در هوای بخش‌های مختلف بیمارستان مورد بررسی در شهر خرم آباد در زمستان ۹۳ و بهار ۹۴ انجام شده است.



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

## مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی بوده که در آن ۷ بخش داخلی و فضای آزاد بیمارستان بزرگ آموزشی-درمانی شهر خرم آباد از نظر وجود بیوآئروسل‌ها، ذرات معلق و ارتباط بین این دو به مدت ۶ ماه مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش با توجه به جامعه، برای نمونه برداری از روش چند مرحله‌ای استفاده شده است که در این روش بیمارستان به عنوان طبقه و بخش‌های انتخاب شده بیمارستان و محیط بیرونی به عنوان زیر طبقه می‌باشند. در این مطالعه به منظور بررسی تراکم قارچها از دستگاه نمونه بردار Quick Take 30 ساخت کشور انگلستان، روش استاندارد NIOSH و نمونه برداری تک مرحله‌ای اندرسون (نمونه برداری اکتیو) استفاده شد. نمونه برداری از هوا با دبی ۲۸/۳ L/min و مدت زمان ۲/۵ min و بر روی محیط کشت سابرو دکستروز آگار حاوی کرامفنیکل صورت گرفت (۱۳،۱۲). جهت نمونه برداری دستگاه در ارتفاع تنفسی بیماران و با فاصله بیش از یک متر از دیوارها و موانع استقرار یافت (۵). لازم به ذکر است در هر بار نمونه برداری پیش از آنکه محیط کشت داخل دستگاه نمونه برداری گذاشته شود، دستگاه نمونه برداری با الکل ۷۰٪ ضد عفونی و خشک می شد تا هرگونه آلودگی اولیه زدوده شود (۱۵،۱۴).

جهت نمونه برداری ذرات معلق ($PM_{10}$، $PM_{2.5}$ و $PM_1$) نیز از دستگاه نمونه بردار ذرات Monitor Dust-Trak ساخت ایتالیا مدل TSI-8520 استفاده گردید. تعداد نمونه-های ذرات معلق برابر با نمونه‌های قارچی و نمونه‌برداری به صورت همزمان بوده است. تعداد نمونه های ذرات معلق نیز برابر با نمونه‌های قارچی بود. همچنین جهت بررسی تأثیر عوامل محیطی، میزان رطوبت نسبی و دما به وسیله دستگاه دیجیتال TES-1360 ساخت کشور تایوان اندازه گیری شد. محل‌های نمونه برداری شامل اتاق عمل، آنکولوژی، سوختگی مردان، عفونی، دیالیز، CCU، ICU و فضای آزاد بیمارستان بودند.

نمونه برداری به صورت هفتگی (یک بار در هفته یا چهار مرتبه در ماه) در طول نوبت صبح (ساعت ۱۲-۸) انجام شد. به طور هفتگی ۸ نمونه کشت عوامل قارچی و ۲۴ نمونه ذرات بدست آمد. در مجموع طی دو فصل ۱۹۲ پلیت و ۵۷۶ نمونه ذرات معلق مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های برداشت شده به مدت ۷≥ روز در دمای $C^{\circ}$ ۲۷-۲۲ قرار گرفتند. سپس نوع و تعداد کلنی‌ها از طریق مرفولوژی ماکروسکوپی (کلنی‌ها) و میکروسکوپی (بویژه با استفاده از روش‌های کشت روی لام و خرد کردن) و برای تشخیص عوامل مخمری علاوه بر موارد ذکر شده از تست‌های بیوشیمیایی مانند جذب و تخمیر قندها (با بکار بردن کیت ID-32C)، کشت در محیط‌های CHROMagar Candida استفاده شد. سپس نتایج از طریق نرم افزار آماری $SPSS^{21}$ آنالیز گردید و تراکم بیوآئروسل‌ها در هوا براساس $CFU/m^3$ و غلظت ذرات معلق بر اساس $\mu g/m^3$ تعیین شد.

## یافته‌ها

در این مطالعه از مجموع ۱۹۲پلیت برداشت شده (۱۶۸ پلیت از ۷ بخش داخلی و ۲۴ پلیت از فضای آزاد) از بیمارستان مورد بررسی ۱۰/۳٪ نمونه‌ها منفی و ۸۹/۷٪ نیز مثبت بودند. جدول ۱ توزیع فراوانی رشد قارچها در بخش های مورد بررسی و نسبت I/O را به تفکیک زمان نمونه برداری (ماهیانه) نشان می‌دهد. طبق نتایج بدست آمده، بین گونه‌های مختلف قارچی جدا شده، گونه کلادوسپوریوم با فراوانی ۳۶/۷۵٪ بیشترین و گونه رودوتورولا با فراوانی ۲/۷٪ کمترین فراوانی را در مدت نمونه برداری داشتند. همچنین طبق جدول ۱ مشخص گردید که بیشترین میانگین آلودگی قارچی محیط داخلی بیمارستان در خرداد ماه برابر با $CFU/m^3$ ۱۱۰/۲ بود. میزان آلودگی قارچی در فضای آزاد نیز در همین ماه با $CFU/m^3$ ۱۷۱/۴ بیشترین مقدار را داشت. در بین بخش‌های مورد بررسی، بخش عفونی با میانگین فراوانی $CFU/m^3$ ۱۰۱/۷ آلوده‌ترین بخش بوده و اتاق عمل با میانگین فراوانی $CFU/m^3$ ۴۶/۶ کمترین



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

آلودگی قارچی را داشت. طبق نتایج بدست آمده توزیع فراوانی رشد گونه‌های قارچی (به استثناء رایزوپوس) در فضای آزاد نسبت به محیط داخلی بیشتر بوده (I/O<1) که نشان دهنده منبع خارجی آلودگی‌های قارچی می‌باشد.

جدول ۲ نشان دهنده توزیع فراوانی غلظت ذرات معلق ($PM_{10}$، $PM_{2.5}$ و $PM_1$) در محل‌های نمونه برداری می‌باشد. نسبت I/O<1 نشان دهنده این است که این ذرات از محیط خارجی منشاء گرفته‌اند. جدول ۳ آمار توصیفی میانگین غلظت قارچهای اندازه گیری شده و ارتباط آن با شرایط محیطی در ماه‌های مختلف را نشان می‌دهد. شکل ۱ نیز ارتباط بین غلظت قارچهای جدا شده و غلظت ذرات معلق در محیط داخلی و فضای آزاد را نشان می‌دهد. به منظور بررسی تأثیر پارامترهای محیطی بر روی غلظت قارچها و ذرات معلق از آنالیز آماری ضریب همبستگی استفاده شد. نتایج نشان داد که بین غلظت قارچهای جدا شده و رطوبت نسبی و همچنین بین غلظت قارچهای جدا شده و دما ارتباط معناداری (p<۰/۰۵) وجود دارد. بین ذرات معلق و رطوبت نسبی و دما نیز رابطه معنادار وجود داشت.

**جدول ۱. توزیع فراوانی رشد عوامل قارچی به تفکیک ماه‌های نمونه برداری ($CFU/m^3$) و نسبت I/O**

| ماه | اتاق عمل | آنکولوژی | سوختگی مردان | عفونی | CCU | ICU | دیالیز | میانگین داخلی | فضای آزاد | I/O |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| دی | ۳/۵ | ۱۴/۲ | ۴۲/۸ | ۲۵ | ۱۰/۷ | ۰ | ۳/۵ | ۱۴/۲ | ۹۶/۴ | ۰/۱۴ |
| بهمن | ۱۷/۸ | ۱۷/۸ | ۴۲/۸ | ۶۷/۸ | ۳۵/۷ | ۵۷/۱ | ۲۱/۴ | ۳۷/۲ | ۱۴۶/۴ | ۰/۲۵ |
| اسفند | ۶۷/۸ | ۵۷/۱ | ۷۱/۴ | ۱۰۰ | ۶۰/۷ | ۳۹/۲ | ۶۰/۷ | ۶۵/۳ | ۱۰۳/۵ | ۰/۶۳ |
| فروردین | ۶۴/۲ | ۷۱/۴ | ۱۱۴/۲ | ۱۳۵/۷ | ۳۵/۵ | ۶۴/۲ | ۸۲/۱ | ۸۳/۶ | ۱۲۱/۴ | ۰/۶۸ |
| اردیبهشت | ۴۶/۴ | ۱۱۴/۲ | ۱۰۳/۵ | ۱۲۱/۴ | ۸۹/۲ | ۸۹/۲ | ۶۷/۸ | ۹۰/۳ | ۱۶۷/۸ | ۰/۵۳ |
| خرداد | ۷۸/۵ | ۱۱۷/۸ | ۱۱۷/۸ | ۱۶۰/۷ | ۱۰۰ | ۷۵ | ۱۲۱/۴ | ۱۱۰/۲ | ۱۷۱/۴ | ۰/۶۴ |
| میانگین داخلی | ۴۶/۴ | ۶۵/۴ | ۸۲/۱ | ۱۰۱/۷ | ۵۸/۳ | ۵۴/۱ | ۵۹/۵ | ۶۶/۸ | ۱۳۴/۴ | ۰/۴۹ |

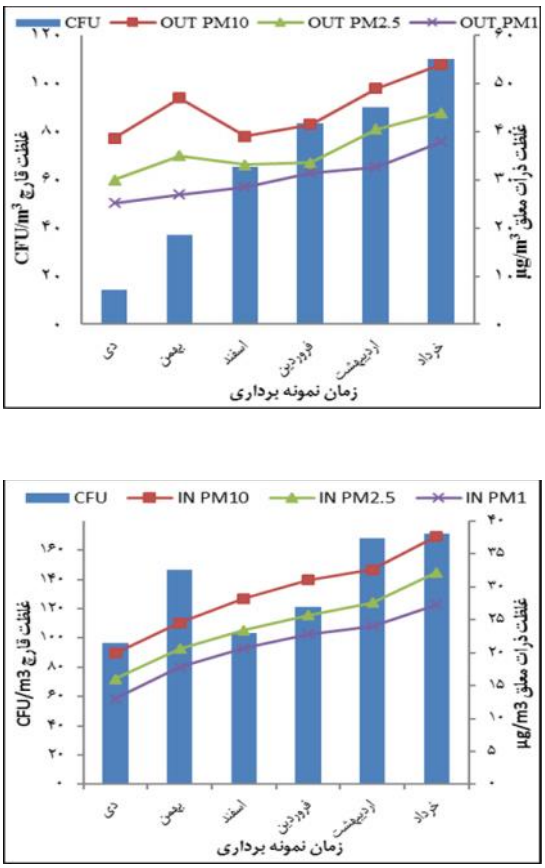
**جدول ۲. آمار توصیفی غلظت $PM_{10}$، $PM_{2.5}$ و $PM_1$ و نسبت I/O در ماه‌های مورد بررسی**

| ماه | In/out | $PM_{10}$ ($\mu g/m^3$) | | $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) | | $PM_1$ ($\mu g/m^3$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mean ± SD | Min - Max | Mean ± SD | Min - Max | Mean ± SD | Min-Max |
| دی | In | ۱۹/۹±۳/۷ | ۱۵-۳۰ | ۱۶±۳/۸ | ۱۰-۲۷ | ۱۳±۴/۲ | ۸-۲۵ |
| | Out | ۳۸/۷±۳/۷ | ۳۳-۴۲ | ۳۰±۳/۷ | ۲۵-۳۴ | ۲۵/۲±۳/۱ | ۱۷-۲۹ |
| | I/O | ۰/۵۱ | - | ۰/۵۴ | - | ۰/۵۱ | - |
| بهمن | In | ۲۴/۵±۷/۴ | ۹-۴۲ | ۲۰/۶±۵/۵ | ۹-۳۶ | ۱۷/۸±۴/۷ | ۸-۲۹ |
| | Out | ۴۷±۱۷/۸ | ۲۹-۶۸ | ۳۵±۱۰/۶ | ۲۴-۴۶ | ۲۷±۷ | ۱۹-۳۶ |
| | I/O | ۰/۵۲ | - | ۰/۵۸ | - | ۰/۶۶ | - |
| اسفند | In | ۲۸/۲۵±۶/۲ | ۲۰-۴۸ | ۲۳/۴±۵/۶ | ۱۰-۴۱ | ۲۰/۷±۵ | ۱۱-۳۶ |
| | Out | ۳۹±۵/۶ | ۳۱-۴۳ | ۳۳/۲۵±۴/۵ | ۲۸-۳۸ | ۲۸/۵±۳/۵ | ۲۵-۳۲ |
| | I/O | ۰/۷۲ | - | ۰/۷ | - | ۰/۷۲ | - |
| فروردین | In | ۳۱±۷/۹ | ۱۹-۴۰ | ۲۵/۷±۶/۱ | ۱۶-۳۸ | ۲۲/۸±۴/۸ | ۱۵-۳۱ |
| | Out | ۴۱/۵±۵/۲ | ۳۷-۴۹ | ۳۳/۵±۴/۶ | ۲۹-۳۸ | ۳۱/۵±۴/۱ | ۲۷-۳۵ |
| | I/O | ۰/۷۴ | - | ۰/۷۶ | - | ۰/۷۲ | - |
| اردیبهشت | In | ۳۲/۶±۶/۶ | ۲۱-۴۸ | ۲۷/۶±۵/۷ | ۱۹-۴۱ | ۲۴±۴/۴ | ۱۷-۳۴ |
| | Out | ۴۹±۷/۴ | ۴۲-۵۹ | ۴۰/۵±۵/۶ | ۳۷-۴۹ | ۳۲/۷±۲/۹ | ۳۰-۳۷ |
| | I/O | ۰/۶۶ | - | ۰/۶۸ | - | ۰/۷۳ | - |
| خرداد | In | ۳۷/۷±۹/۸ | ۲۲-۶۸ | ۳۲/۲±۷/۳ | ۲۱-۵۴ | ۲۷/۳±۵/۴ | ۱۸-۴۲ |
| | Out | ۵۴±۱۶ | ۴۴-۷۸ | ۴۴±۱۳/۶ | ۳۴-۶۴ | ۳۸±۱۲/۲ | ۲۹-۵۶ |
| | I/O | ۰/۶۹ | - | ۰/۷۳ | - | ۰/۷۱ | - |

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

**جدول ۳. آمار توصیفی میانگین غلظت قارچ‌های اندازه گیری شده و ارتباط آن با شرایط محیطی در ماه‌های مختلف**

| ماه | محیط داخلی | | | | | فضای آزاد | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CFU/m$^3$ | RH٪ | Sig | دما | Sig | CFU/m$^3$ | RH٪ | Sig | دما | Sig |
| دی | ۱۴/۲ | ۳۳/۹ | ۰/۰۵۹ | ۲۲/۵ | <۰/۰۰۱ | ۹۶/۴ | ۲۵/۷ | ۰/۰۰۴ | ۱۵/۱ | ۰/۱۶۷ |
| بهمن | ۳۷/۲ | ۳۶/۴ | ۰/۰۰۳ | ۲۳/۶ | <۰/۰۰۱ | ۱۴۶/۴ | ۳۴ | ۰/۰۰۸ | ۱۶/۷ | ۰/۰۰۶ |
| اسفند | ۶۵/۳ | ۳۷/۱ | ۰/۰۰۳ | ۲۴/۶ | <۰/۰۰۱ | ۱۰۳/۵ | ۳۵/۲ | ۰/۰۰۶ | ۱۵/۹ | ۰/۰۳۷ |
| فروردین | ۸۳/۶ | ۳۷/۴ | ۰/۰۰۵ | ۲۵ | <۰/۰۰۱ | ۱۲۱/۴ | ۳۷/۲ | ۰/۰۰۲ | ۱۸/۵ | ۰/۰۱۱ |
| اردیبهشت | ۹۰/۳ | ۴۸/۲ | ۰/۰۰۲ | ۲۵/۵ | <۰/۰۰۱ | ۱۶۷/۸ | ۳۷/۳ | ۰/۰۰۸ | ۲۸/۵ | ۰/۰۱۶ |
| خرداد | ۱۱۰/۲ | ۳۸/۲ | ۰/۰۳ | ۲۶/۳ | <۰/۰۰۱ | ۱۷۱/۴ | ۳۰ | ۰/۰۰۵ | ۳۰/۳ | ۰/۰۲۶ |




**شکل۱. ارتباط بین غلظت قارچ و غلظت ذرات معلق (الف) در فضای آزاد و (ب) در محیط داخلی**

## بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین تراکم کل عوامل قارچی در محیط داخلی بیمارستان مورد بررسی ۶۶/۸ CFU/m$^3$ و میانگین غلظت ذرات $PM_{10}$، $PM_{2.5}$ و $PM_1$ به ترتیب ۲۹ µg/m$^3$، ۲۴/۲۵ و ۲۰/۹ بود. همچنین میانگین تراکم کل عوامل قارچی در فضای آزاد ۱۳۴/۵ CFU/m$^3$ و میانگین غلظت ذرات $PM_{10}$، $PM_{2.5}$ و $PM_1$ به ترتیب ۴۵ µg/m$^3$، ۳۶ و ۳۰/۴ بود. جهت تعیین منبع آلودگی میانگین غلظت بدست آمده از محیط داخل بر میانگین غلظت خارجی تقسیم می‌شود. نسبت I/O>1 به این معنی است که منابع اصلی آلودگی هوا، منابع داخلی هستند و نسبت I/O<1 نشان دهنده غلبه منابع خارجی است (۱۶). در این مطالعه نسبت I/O<1 هم برای قارچها و هم برای ذرات معلق نشان از وجود آلودگی با منشا خارجی در بخش‌های مختلف بیمارستان مورد بررسی دارد. با برآوردی که فلچر و همکاران در پژوهش خود انجام دادند، مشاهده کردند که ۱۰-۱ درصد عفونت‌ها از خود بیمارستان‌ها و به علت ماندن در آن محیط حاصل شده‌اند (۱۷). در پژوهشی دیگر بیان شده که حدود ۱۰ درصد عفونت‌های بیمارستانی در افراد با ضعف سیستم ایمنی و یا بیماران بستری بدون بیماری زمینه‌ای ناشی از ارگانیسم‌های هوابرد می‌باشد (۱۸). مقایسه نتایج حاصل از اندازه گیری تراکم بیوآئروسل‌ها و ذرات معلق در بخش‌های مختلف بیمارستان در تحقیق حاضر نشان داد که بخش عفونی آلوده‌ترین بخش و اتاق عمل پاکیزه‌ترین بخش بودند (جدول ۱). همچنین نسبت I/O حاصل از این پژوهش نشان داد که علت عمده آلودگی این بخش، آلودگی‌ها با منشا خارجی می‌باشد. آلودگی بخش عفونی احتمالا به دلایل کم بودن جابجایی هوا، تردد متعدد همراهان، فقدان سیستم تهویه مناسب، تعدد بیماران، نوع بیماری و فرسوده بودن بخش است. پاکیزه بودن اتاق عمل نیز می‌تواند به دلایل محدود بودن

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

تردد افراد، تعداد کمتر بیماران و گندزدایی مستمر باشد. علی رغم اینکه خطرات بهداشتی مواجهه با بیوآئروسل‌ها شناسایی شده و به قطعیت رسیده است، هنوز برای این دسته از آلاینده‌های هوابرد حدود مجاز خاصی توصیه نشده و مقادیر ارائه شده درحد پیشنهاد بوده و لازم است که مقادیر اندازه گیری شده با آنها مقایسه و اظهار نظر نهایی انجام شود. رهنمودهای ارائه شده نیز دارای طیف گسترده‌ای می‌باشد. به عنوان مثال در اکثر منابع حد $CFU/m^3$ ۱۰۰-۵۰ را برای اتاق عمل پیشنهاد کرده‌اند. مهمترین علت این تفاوت را می‌توان به تنوع بیوآئروسل‌ها و پتانسیل متفاوت آنها در بیماری‌زایی نسبت داد (۱۹).

مهدوی و شیرفر(۲۰۰۰) و همچنین هاشمی و شرحانی (۲۰۰۲) پنیسیلیوم را شایع ترین قارچ در هوای بیمارستانی گزارش کردند (۲۱،۲۰). پردلی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که پنیسیلیوم شایع‌ترین قارچ یافته شده بوده و کلادوسپوریوم و آسپرژیلوس در رده های بعدی قرار داشتند (۱۵). اغلب قارچ‌های جدا شده در این مطالعه از نوع آلرژن‌های مهم بود که می‌توانند علائمی مانند سندروم ساختمان بیمار، بیماری‌های تنفسی و عفونت‌های سیستمیک را باعث شوند. گونه‌های قارچی مشاهده شده در این تحقیق کلادوسپوریوم، پنیسیلیوم، آسپرژیلوس (نایجر، فلاووس و ترئوس)، آلترناریا، فوزاریوم، موکور، رایزوپوس، اورئوبازیدیوم، مخمر رودوتورولا، سین سفالستروم، اسکوپولاریوپسیس و اولوکلادیوم بودند که بیشترین فراوانی را کلادوسپوریوم و پنیسیلیوم داشت و از این نظر با نتایج مطالعات مهدوی، هاشمی و پردلی تطابق داشت. توانایی بالای کلادوسپوریوم، پنیسیلیوم و آسپرژیلوس هوابرد منسوب به قدرت بالای رشد بر روی سوبسترا‌های مختلف در تمام شرایط آب و هوایی و ظرفیت بالای تولید و انتشار اسپور در هوا می‌باشد (۲۲). گونه‌های آسپرژیلوس، موکور و رایزوپوس می‌توانند برای افراد آسیب پذیر خطری جدی داشته باشد (۱۱). ریسک ابتلا به بیماری آسپرژیلوزیس زمانی که میانگین غلظت آن بیش از $CFU/m^3$ ۰/۹باشد، افزایش می‌یابد (۱۵).

بر اساس تحلیل‌های آماری و ضرایب همبستگی صورت گرفته بر روی نتایج حاصل از این مطالعه، بین ذرات معلق و فراوانی بیوآئروسل‌های قارچی ارتباط معنا داری ($p<۰/۰۵$) مشاهده شد. طبق نتایج بدست آمده فراوانی غلظت ذرات معلق با افزایش دما زیاد می‌شود و به همان تناسب تراکم بیوآئروسل‌های قارچی نیز افزایش می‌یابد. کسر بیولوژیکی اندک از بیوآئروسل‌های قابل رشد مرتبط با PM ممکن است با فاکتورهای زیادی مانند ترکیب PM، پارامترهای هواشناسی، آلودگی هوا، تحولات فیزیکی و شیمیایی در هوا و ویژگی‌های جغرافیایی در ارتباط باشد (۲۴،۲۳). آدیکری و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که بین غلظت PM و تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در بخش‌های مختلف رابطه مثبتی وجود دارد (۲۵) که نتایج حاصل از این مطالعه را تأیید می‌کند. در هوای آزاد، ارگانیسم‌های خاک بیشترین مقدار را دارند و در واقع خاک منشاء واقعی بیوآئروسل‌های هوابرد می‌باشد. علاوه بر خاک، وجود حیوانات، گیاهان، جمع آوری و دفع نامناسب مواد زائد جامد بخصوص زباله های بیمارستانی می تواند در افزایش فراوانی بیوآئروسل‌ها تأثیر بسزایی داشته باشند. (۲۸-۲۶).

منترز و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که فراوانی تراکم بیوآئروسل‌های قارچی در $PM_{10}$ بیشتر از $PM_{2.5}$ بوده است (۲۹). ذرات درشت معمولا حاوی مواد معدنی، آلی و بیولوژیکی بیشتری می باشد، در حالی که ذرات ریزتر بیشتر حاوی دوده، فلزات، قطعات معدنی ثانویه، طیف گسترده ای از مواد آلی طبیعی و مصنوعی می‌باشد (۳۱،۳۰).

دی جیورجیو و همکاران (۱۹۹۶) دریافتند که اکثر پارامترهای هواشناسی روی نوع و غلظت قارچهای هوابرد تأثیر دارد (۳۲). کویی و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند

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

که غلظت قارچها در زمستان کمترین مقدار خود است. لذا شرایط فصلی نیز می‌تواند بر غلظت قارچهای محیط، نوع و توزیع آنها مؤثر باشد (۳۳). همچنین نتایج مطالعه ابابوتین (۲۰۱۱) نیز نشان داد که درجه حرارت و رطوبت نسبی بیشترین تأثیر را در بین پارامترهای هواشناسی بر روی تراکم قارچها دارند (۳۴). بررسی نتایج مطالعه حاضر نشان داد با افزایش رطوبت نسبی و درجه حرارت، تراکم آلاینده‌های مورد بررسی نیز افزایش می‌یابد و بین آنها ارتباط معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۵$) به گونه‌ای که فراوانی بیوآئروسل‌های قارچی در فصل بهار بیشتر از زمستان و در خرداد ماه بیشترین فراوانی را داشت. افزایش غلظت ذرات معلق نیز مشابه تراکم قارچی بوده و بیشترین غلظت آن در خرداد ماه مشاهده شد (جداول۱ و ۲). همچنین نتایج نشان داد که با افزایش دما به سمت فصول گرم میزان بیوآئروسل‌های قارچی و PM افزایش داشت. رطوبت نسبی نیز اثر قابل توجهی روی غلظت PM و نیز غلظت بیوآئروسل‌های قارچی در فضای داخلی و بیرونی بیمارستان داشت.

از آنجا که مردم ۹۰٪ درصد وقت خود را در محیط‌های بسته سپری می‌کنند، آلودگی محیط‌های داخلی می تواند اثرات مضر قابل توجهی در مقایسه با محیط خارج داشته باشند (۲۷). فهم نسبت بین مقادیر آلودگی داخلی و خارجی، به ویژه نسبت داخل به خارج می‌تواند به دلایل اصلی شناخت برای آلودگی هوای داخلی و پیشبرد استراتژی‌های مؤثر برای کاهش خطرات بهداشتی آلودگی هوای داخلی کمک کند (۳۵،۳۶). سریکانت و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که آلاینده‌های هوابرد می‌توانند از طریق مجاری سیستم تهویه نامناسب وارد محیط داخلی بیمارستان شده و بر بار آلودگی بیافزاید (۳۷). بنابراین تحقیقات انجام شده تهویه نامناسب ۵۲٪ و آلودگی خارجی۱۱٪ در ایجاد مشکلات کیفی هوای محیط‌های بسته سهم دارند (۳۸). بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، میانگین نسبت I/O فراوانی تراکم بیوآئروسل‌ها کمتر از یک بوده که نشان دهنده غلبه آلاینده‌های خارجی شامل بیوآئروسل های قارچی و ذرات معلق محیط بر داخلی دارد.

## تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی لرستان به شماره ثبت ۱۸۷۶ می باشد. لذا نویسندگان بر خود لازم می دانند از حمایت مالی و معنوی معاونت تحقیقات و فناوری آن دانشگاه و تمام کسانی که به نحوی در انجام این طرح مساعدت نمودند، قدردانی کنند.

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

## References


1. Pérez N, Pey J, Castillo S, Viana M, Alastuey A, Querol X. Interpretation of the variability of levels of regional background aerosols in the Western Mediterranean. Science of the Total Environment. 2008;407(1):527-540.
2. D'Amato G. Environmental urban factors (air pollution and allergens) and the rising trends in allergic respiratory diseases. Allergy. 2002;57:30-33.
3. Shelton BG, Kirkland KH, Flanders WD, Morris GK. Profiles of airborne fungi in buildings and outdoor environments in the United States. Applied and Environmental Microbiology. 2002;68(4):1743-1753.
4. 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):1172-1181.
5. Jensen PA, Schafer MP. Sampling and characterization of bioaerosols. NIOSH Manual of Analytical Methods. 1998;1(15):82-112.
6. Harrison TR, Longo D. Harrisons Principles of Internal Medicine. 15th. McGraw-Hill, New York.
7. Tang JW. The effect of environmental parameters on the survival of airborne infectious agents. Journal of the Royal Society Interface. 2009;6:S737-S746.
8. Asi Soleimani H. Prevention & control of nosocomial infections. Tehran: Teimourzadeh; 2001.(In Persian)
9. Meng Z, Lu B. Dust events as a risk factor for daily hospitalization for respiratory and cardiovascular diseases in Minqin, China. Atmospheric Environment. 2007;41(33):7048-7058.
10. Degobbi C, Lopes FD, Carvalho-Oliveira R, Munoz JE, Saldiva PH. Correlation of fungi and endotoxin with PM2. 5 and meteorological parameters in atmosphere of Sao Paulo, Brazil. Atmospheric Environment. 2011;45(13):2277-2283.
11. Soleimani Z, Goudarzi G, Naddafi K, Sadeghinejad B, Latifi SM, Parhizgari N, et al. Determination of culturable indoor airborne fungi during normal and dust event days in Ahvaz, Iran. Aerobiologia. 2013;29(2):279-290.
12. Azizifar M, Jabbari H, Naddafi K, Nabizadeh R, Tabaraie Y, Solg A. 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)
13. 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.
14. Yang CS, Heinsohn PA. Sampling and analysis of indoor microorganisms: John Wiley & Sons; 2007.
15. Perdelli F, Cristina M, Sartini M, Spagnolo A, Dallera M, Ottria G, et al. Fungal contamination in hospital environments. Infection Control. 2006;27(01):44-47.
16. Mishra S, Ajello L, Ahearn D, Burge H, Kurup V, Pierson D, et al. Environmental




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

mycology and its importance to public health. Journal of Medical and Veterinary Mycology. 1992;30:287-305.
17. Fletcher L, Noakes C, Beggs C, Sleigh P, editors. 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.
18. Gioffre A, Dragone M, Ammoscato I, Iannò A, Marramao A, Samele P, et al. The importance of the airborne microorganisms evaluation in the operating rooms: the biological risk for health care workers. Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia. 2006;29(3 Suppl):743-745.
19. Abt E, Suh HH, Allen G, Koutrakis P. Characterization of indoor particle sources: A study conducted in the metropolitan Boston area. Environmental Health Perspectives. 2000;108(1):35.
20. Mahdavi Omran S, Sheidfar M. Survey of the Mycological Flour Contamination in Babol Hospitals. Journal of Tabriz University of Medical Sciences. 2000;48:42-45. (In Persian)
21. Hashemi J, Sharhani M. A survey comparative saprophytes fungal existent indoor and equipments research center for blood and incology and clinical patients examples for trans-plant patient in Shryati hospital in Tehran. Journal of Tehran University of Medical Sciences. 2002;62(3):175-179. (In Persian)
22. Abdel Hameed A. Airborne particulate matter and its viable fraction during severe weather conditions in Cairo, Egypt. Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Dergisi B Serisi Fen Bilimleri. 2003;4(1): 1-8.
23. Handley B, Webster A. Some factors affecting the airborne survival of bacteria outdoors. Journal of Applied bacteriology. 1995;9(4)863-877.
24. Williams Jr TW. The Pneumonias. American Review of Respiratory Disease. 1973;108(6):1455.
25. Adhikari A, Reponen T, Grinshpun SA, Martuzevicius D, LeMasters G. Correlation of ambient inhalable bioaerosols with particulate matter and ozone: a two-year study. Environmental Pollution. 2006;140(1):16-28.
26. Griffin DW, Kellogg CA, Shinn EA. Dust in the wind: long range transport of dust in the atmosphere and its implications for global public and ecosystem health. Global Change and Human Health. 2001;2(1):20-33.
27. El-Morsy E-SM. Preliminary survey of indoor and outdoor airborne microfungi at coastal buildings in Egypt. Aerobiologia. 2006;22(3):197-210.
28. Wang Y, Zhang X, Arimoto R, Cao J, Shen Z. Characteristics of carbonate content and carbon and oxygen isotopic composition of northern China soil and dust aerosol and its application to tracing dust sources. Atmospheric Environment. 2005;39(14):2631-2642.
29. Menetrez M, Foarde K, Ensor D, editors. Fine biological PM: understanding size fractiontransport and exposure potential. Proceedings of the The Air and Waste



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

Management Association Specialty Conference (PM'00); 2000.
30. Layton DW, Beamer PI. Migration of contaminated soil and airborne particulates to indoor dust. Environmental Science & Technology. 2009;43(21):8199-8205.
31. Sillanpää M, Saarikoski S, Hillamo R, Pennanen A, Makkonen U, Spolnik Z, et al. Chemical composition, mass size distribution and source analysis of long-range transported wildfire smokes in Helsinki. Science of the Total Environment. 2005;350(1):119-135.
32. Di Giorgio C, Krempff A, Guiraud H, Binder P, Tiret C, Dumenil G. Atmospheric pollution by airborne microorganisms in the city of Marseilles. Atmospheric Environment. 1996;30(1):155-160.
33. Qi J, Shao Q, Xu W ,Gao D, Jin C. Seasonal distribution of bioaerosols in the coastal region of Qingdao. Journal of Ocean University of China. 2014;13(1):57-65.
34. Ababutain IM. Aeromycoflora of some eastern provinces of Saudi Arabia. Indoor and Built Environment. 2013:22(2):388-394.
35. O'Gorman CM, Fuller HT. Prevalence of culturable airborne spores of selected allergenic and pathogenic fungi in outdoor air. Atmospheric Environment. 2008;42(18):4355-4368.
36. Aríngoli EE, Basílico MdlLZ, Altahus RL, Basílico JC. Multivariate analysis of fungal associations in the indoor air of Argentinean houses. International Biodeterioration & Biodegradation. 2008;62(3):281-286.
37. Srikanth P, Sudharsanam S, Steinberg R. Bio-aerosols in indoor environment: Composition, health effects and analysis. Indian Journal of Medical Microbiology. 2008;26(4):302.
38. Zhang Y. Indoor air quality engineering: CRC press; 2004.

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