

## *Fungal Diversity of Air and Air-conditioning Systems in Different Schools of Mazandaran University of Medical Sciences*

Masomali Movahedi<sup>1</sup>,  
Iman Haghani<sup>2,3</sup>,  
Rezaali Mohammadpour<sup>4</sup>,  
Seyed Khalil Akbarimohammadi<sup>5</sup>  
Mohammad Taghi Hedayati<sup>6</sup>

<sup>1</sup> MSc in Environmental Health Engineering, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>2</sup> MSc in Medical Mycology, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>3</sup> PhD Student in Medical Mycology, Faculty of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Associate Professor, Department of Statistics, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>5</sup> MSc in Biology, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>6</sup> Professor, Department of Medical Mycology and Parasitology, Invasive Fungi Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received July 5, 2015 Accepted November 1, 2015)

### **Abstract**

**Background and purpose:** Biological pollution in indoor air is mostly created through bacteria and fungi which are harmful to human health. In the present study we evaluated the fungal diversity of air and air-conditioning systems in different schools of Mazandaran University of Medical Sciences.

**Materials and methods:** The samples were collected from some rooms in different schools of Mazandaran University of Medical Sciences during spring and summer, 2014. The Quick Take 30 Pump-air sampler and carpet sterile fragments were applied for sampling of air and filter surfaces of air conditioners, respectively. The grown fungi were identified by routine mycological methods.

**Results:** *Aspergillus* was the most frequently species isolated from air samples (408 colonies, 28.26%) and surface samples (347 colonies, 24.89%). The highest fungal concentration level was reported from School of Medicine with *Aspergillus* (1152 CFU/m<sup>3</sup>). Among the *Aspergillus* species, *A. niger* (43.2%) and *A. flavus* (34.8%) were the most frequent species from the air and surface samples, respectively.

**Conclusion:** Both sampling methods showed that the School of Medicine had the highest level of fungal contamination over the study period. The high concentration levels of airborne fungi may increase the risk of respiratory diseases. *Aspergillus* which was commonly found in this study is one of the main mycotoxin producers in nature and is strongly associated with allergic respiratory disease, especially asthma.

**Keywords:** fungi, air, air-conditioning systems, Mazandaran University of Medical Sciences

J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(132): 155-165 (Persian).

# بررسی تنوع قارچی هوا و فیلترهای سیستم های تهویه مطبوع دانشکده های دانشگاه علوم پزشکی مازندران در سال ۱۳۹۳

معصومه علی موحدی<sup>۱</sup>  
ایمان حقانی<sup>۲</sup>  
رضاعلی محمدپور<sup>۴</sup>  
سیدخلیل اکبری محمدی<sup>۵</sup>  
محمدتقی هدایتی<sup>۶</sup>

## چکیده

**سابقه و هدف:** آلودگی بیولوژیکی در هوای فضاها بسته به بیش تر از طریق باکتری ها و قارچ ها ایجاد می شود که می توانند برای سلامت انسان مضر باشند. از این رو مطالعه حاضر با هدف تعیین قارچ های موجود در هوا و فیلترهای سیستم های تهویه مطبوع دانشکده های دانشگاه علوم پزشکی مازندران انجام گرفت.

**مواد و روش ها:** در این مطالعه هوا و سطوح اتاق های دانشکده های دانشگاه علوم پزشکی مازندران واقع در شهر ساری در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳ نمونه برداری گردید. نمونه برداری از هوا توسط دستگاه نمونه بردار Quick Take 30 (SKK انگلستان) و از سطوح فیلترهای سیستم های تهویه توسط موکت استریل انجام شد. جهت شناسایی قارچ ها از روش های معمول تشخیصی قارچ شناسی استفاده شد.

**یافته ها:** آسپرژیلوس بیش ترین فراوانی را در نمونه های هوا (۴۰۸ کلنی - ۲۸/۲۶ درصد) و هم چنین سطوح (۳۴۷ کلنی - ۲۴/۸۹ درصد) داشت. بیش ترین میزان تراکم قارچی مربوط به آسپرژیلوس با  $1152 \text{ CFU/m}^3$  از دانشکده پزشکی بود. از بین گونه های مختلف آسپرژیلوس، بیش ترین درصد فراوانی از هوا مربوط به آسپرژیلوس نیجر (۴۳/۲ درصد) و آسپرژیلوس فلاووس (۳۴/۸ درصد) از سطوح بود.

**استنتاج:** نتایج این تحقیق نشان داد که بیش ترین آلودگی قارچی مربوط به دانشکده پزشکی در هر دو روش نمونه برداری بود. آلودگی قارچی هوا با سطوح بالا می تواند سبب افزایش خطر ابتلا به بیماری های قارچی تنفسی به وسیله قارچ ها شود. آسپرژیلوس که شایع ترین قارچ در بررسی حاضر بود، علاوه بر ارتباط با بیماری های آلرژیک نظیر آسم از تولید کننده های اصلی سموم قارچی در طبیعت می باشد.

**واژه های کلیدی:** قارچ، هوا، سیستم های تهویه مطبوع، دانشکده های دانشگاه علوم پزشکی مازندران

## مقدمه

اسپور قارچ ها تقریباً در همه جا وجود دارند. تعداد و گستردگی زیاد اسپورهای قارچی و انتشار وسیع آن ها باعث شده تا به صورت بالقوه توانایی ایجاد اشکال مختلف بیماری در افراد مستعد (مثل انواع آلرژی ها) ایجاد

E-mail: hedayatimt@gmail.com

**مؤلف مسئول:** محمدتقی هدایتی - ساری: دانشگاه علوم پزشکی مازندران، مرکز تحقیقات قارچ های تهاجمی

۱. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  ۲. کارشناس ارشد قارچ شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  ۳. دانشجوی دکتری قارچ شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
  ۴. دانشیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  ۵. کارشناس ارشد بیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  ۶. استاد، گروه انگل شناسی و قارچ شناسی پزشکی، مرکز تحقیقات قارچ های تهاجمی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
- تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۴ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۴/۴/۲۹ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۸/۱۰

قارچی در هوای فضاها بسته منازل افراد مبتلا به آسم، بیمارستان‌ها، کارخانجات مختلف و دامداری‌ها در ایران به وسیله مولفین این مقاله انجام شده است (۲۰-۲۲) که نتایج تحقیقات این مطالعات حاکی از اهمیت موضوع می‌باشد. از این رو در مطالعه حاضر نیز ضمن جداسازی و تعیین میزان و هویت قارچ‌های موجود در هوا و فیلترهای سیستم‌های تهویه مطبوع دانشکده‌های دانشگاه علوم پزشکی مازندران، شناسایی راه‌های کاربردی برای کنترل و جلوگیری از گسترش آن‌ها در جهت بهبود کیفیت هوا ارائه می‌شود.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق به روش توصیفی در دانشکده‌های دانشگاه علوم پزشکی مازندران واقع در شهر ساری در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳ انجام شد. در این مطالعه واحدهای اداری، آموزشی و آزمایشگاهی دانشکده‌های بهداشت، پرستاری و مامایی، پزشکی، پیراپزشکی و داروسازی جهت نمونه‌برداری انتخاب شدند. نمونه‌گیری به صورت تصادفی از ۶۶ واحد انجام شد. حجم نمونه انتخاب شده ۱۳۲ نمونه بود که براساس مدل‌های طرح آزمایشات از حاصل ضرب تعداد دانشکده‌ها و تعداد واحدها و ۴ تکرار در هر واحد دو بار و به دور روش نمونه‌برداری برآورد شد که در عمل تعداد ۶ واحد اضافه گردید. زمان نمونه‌برداری در ساعت فعالیت اداری (۸ صبح تا ۳ بعد از ظهر) انتخاب شد. یکی از روش‌های مرسوم و استاندارد برای نمونه‌برداری میکروبی هوا روش نمونه‌برداری آندرسون می‌باشد (۲۳) که در آن (روش A) از دستگاه نمونه‌بردار Quick Take 30 (ساخت شرکت SKC انگلستان) (تصویر شماره ۱) استفاده شد. برای این کار ابتدا دستگاه نمونه‌بردار با اتانول ۷۰ درصد ضدعفونی شد و سپس دستگاه در ارتفاع ۱/۲۰ متری از سطح زمین و با فاصله بیش از یک متر از دیوارها و موانع قرار داده شد. پس از آن پلیت‌های حاوی محیط کشت سابورو دکستروز آگار و کلرامفنیکل (SC) در

ضایعات غذایی و سایر اثرات مضر بر سلامت را دارا باشند (۱). اصطلاح آئروبیولوژی برای بررسی اسپورهای قارچی، دانه‌های گرده و سایر میکروارگانیسم‌های موجود در هوا به کار گرفته می‌شود. در پژوهش‌های جدید علم آئروبیولوژی به دو بخش آئروبیولوژی محیط‌های بسته و باز تقسیم می‌شود. آئروبیولوژی محیط‌های بسته شامل مطالعه مایکوفلورهای موجود در کتابخانه‌ها، دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، موزه‌ها، محیط‌های اداری و مسکونی، انبارها، مرغداری‌ها، مدارس و مکان‌های عمومی و غیره می‌شود. در میان ذرات بیولوژیکی موجود در هوا، اسپورهای قارچی بیش‌ترین و مهم‌ترین ذرات موجود در هوا می‌باشند (۸-۲). آلودگی قارچی در محصولات کشاورزی (۹) و نیز در محیط‌های باز کارگری (۱۰) از دیگر اثرات قارچ‌ها بر سلامت انسان هستند. آلودگی بیولوژیکی در هوای فضاها بسته بیش‌تر از طریق باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها ایجاد می‌شود که هم به عنوان سلول‌های زنده پاتوژن و هم به دلیل ترشح مواد مضر هم‌چون میکوتوکسین‌ها می‌توانند برای سلامت انسان مضر باشند (۱۱-۱۳). مطالعات اپیدمیولوژیکی نشان می‌دهند که غلظت بالای میکروارگانیسم‌ها در هوا می‌تواند موجب تحریکات آلرژیک در افراد مستعد شود (۱۳، ۱۴). با این وجود، گاهی اوقات حتی غلظت‌های اندک از بعضی میکروارگانیسم‌های خاص می‌تواند باعث بروز بیماری‌های شدید گردد (۱۵). مشخص شده است که حدود ۳۰ درصد از مشکلات ناشی از کیفیت بد هوای فضاها بسته در رابطه با واکنش انسانی به قارچ‌ها می‌باشد (۱۶). فلور قارچی به ویژه در اتاق‌هایی که از سیستم‌های تهویه مطبوع استفاده می‌کنند می‌تواند برای سلامت انسان مضر و عاملی برای گسترش آلرژی و سندرم بیماری ساختمان (Sick building syndrome) باشد که خود باعث تحریک غشاهای مخاطی، خستگی، سردرد، ناراحتی‌های جسمی، سرگیجه، کاهش تمرکز، حافظه و هوشیاری می‌شود (۱۷-۱۹). تاکنون مطالعات گوناگونی در زمینه بررسی کمی و کیفی آلودگی‌های

تعداد اسپورها در هر متر مکعب (CFU/m<sup>3</sup>) هوا با استفاده از فرمول (۲۳) زیر تعیین شد:

$$\text{No. CFU/m}^3 = \frac{\text{Positive hole corrected CFU}}{\text{Time sampled}} \times \frac{1 \text{ min}}{\text{Sampling rate(L)}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3}$$

نتایج حاصل از غلظت قارچ‌های موجود در هوا بر اساس مطالعه Reboux و همکاران (۲۰۰۹) (۲۴) به چهار گروه تقسیم شد (بر اساس واحد CFU/m<sup>3</sup>):

- حد پایین > ۱۷۰؛
- < ۵۶۰ < حد متوسط < ۱۷۰؛
- > ۱۰۰۰ > حد بالا > ۵۶۰؛
- > ۱۰۰۰ > حد خیلی بالا

## یافته ها

در مجموع تعداد ۱۳۲ نمونه از هوای داخلی اتاق‌های دانشکده‌ها و سطوح فیلترهای سیستم‌های تهویه مطبوع آن‌ها تهیه شد. این نمونه برداری‌ها در مدت ۶ ماه در بهار و تابستان ۱۳۹۳ انجام گرفت. در جدول شماره ۱ تعداد کلنی‌های قارچی شناسایی شده در هوا و در جدول شماره ۲ تعداد این کلنی‌ها در سطوح فیلترهای سیستم‌های تهویه مطبوع در هر یک از دانشکده‌ها ارائه شده است.

در مطالعه حاضر ۱۵۵۲ کلنی با ۲۰ نوع قارچ متفاوت از هوای واحدهای نمونه‌برداری شده جدا گردید. بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد کلنی به ترتیب از دانشکده پزشکی (۴۶۸) و داروسازی (۱۳۰) جدا گردید که در مقایسه دانشکده‌های مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشته است (p < ۰/۰۰۱). بیش‌ترین فراوانی انواع قارچ‌های جدا شده به ترتیب مربوط به گونه‌های آسپرژیلوس (۴۰۸ کلنی؛ ۲۸/۲۶ درصد)، کلادوسپوریوم (۱۸۳ کلنی؛ ۱۱/۷۹ درصد)، رایزوپوس (۱۵۱ کلنی؛ ۹/۷۲ درصد)، آلترناریا (۱۴۴ کلنی؛ ۹/۲۷ درصد)، و پنی‌سیلیوم (۱۳۹ کلنی؛ ۸/۹۵ درصد) بوده است (جدول شماره ۱). از سطوح نمونه‌برداری شده ۱۳۹۴ کلنی با ۲۰

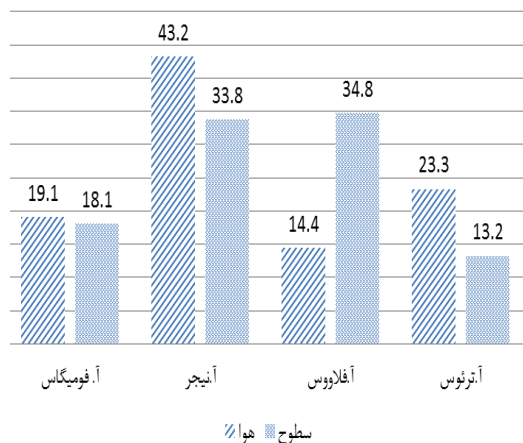
داخل دستگاه قرار گرفت. دبی جریان نمونه‌برداری ۲۸/۳ L/min و مدت زمان نمونه‌برداری پنج دقیقه برای نمونه‌برداری هوای واحدهای مختلف هر دانشکده در نظر گرفته شد.



تصویر شماره ۱: دستگاه نمونه بردار Quick Take 30

از روش‌های مرسوم برای نمونه‌برداری از سطوح استفاده از موکت می‌باشد (۴) که در آن (روش B) با استفاده از یک موکت به ابعاد ۵×۵ سانتی متر از فیلترهای سیستم‌های تهویه هر واحد نمونه‌برداری گردید. برای این کار ابتدا موکت را در ورق آلومینیومی پیچیده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد در داخل اتوکلاو استریل گردید. سپس جهت نمونه‌برداری موکت استریل شده با فشار در تماس با فیلترهای سیستم‌های تهویه قرار داده شد. پس از آن در آزمایشگاه و در کنار شعله و زیر هود، موکت‌ها بر روی محیط SC تکان داده شدند. پلیت‌های حاوی نمونه از هر دو روش تا ۷ روز در انکوباتور با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پلیت‌ها هر روز برای رشد احتمالی قارچ مورد بازبینی قرار می‌گرفتند. تعداد کلنی‌های تشکیل شده در پلیت‌ها مربوط به هر دو روش A و B با استفاده از دستگاه کلنی کانتر شمارش شدند. خصوصیات ماکروسکوپی و میکروسکوپی قارچ‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ و میکروسکوپ نوری مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت شناسایی قارچ‌ها از روش‌های کشت روی لام و نمونه‌برداری مستقیم از کلنی استفاده شد. نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام شده با استفاده نسخه ۱۸ نرم‌افزار SPSS و آزمون مقایسه Chi-Square (χ<sup>2</sup>) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

در دانشکده‌های مختلف دانشگاه علوم پزشکی مازندران را نشان می‌دهد. آسپرژیلوس نیجر (۴۳/۲ درصد) دارای بیشترین درصد فراوانی از هوا و آسپرژیلوس فلاووس (۳۴/۸ درصد) دارای بیشترین درصد فراوانی از سطوح نمونه برداری شده بودند.



تصویر شماره ۲: توزیع فراوانی نسبی گونه‌های شناسایی شده آسپرژیلوس از نمونه‌های هوا و سطوح در دانشکده‌های علوم پزشکی مازندران

نوع قارچ متفاوت شناسایی شد که به ترتیب مربوط به جنس‌های آسپرژیلوس (۳۴۷ کلنی؛ ۲۴/۸۹ درصد)، آلترناریا (۲۰۷ کلنی؛ ۱۴/۸۴ درصد)، کلادوسپوریوم (۱۴۸ کلنی؛ ۱۰/۶۱ درصد)، پنی سیلیوم (۱۳۵ کلنی؛ ۹/۶۸ درصد)، و رایزیوپوس (۱۲۹ کلنی؛ ۹/۲۵ درصد) بوده‌اند که در مقایسه دانشکده‌های مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشته است ( $p < 0/001$ ). بیشترین و کمترین تعداد کلنی به ترتیب از دانشکده‌های پزشکی (۳۲۴) و داروسازی (۱۶۷) جدا گردید (جدول شماره ۲). براساس جدول شماره ۳ بیشترین میزان تراکم انواع قارچ‌ها در دانشکده‌های پزشکی ( $1152 CFU/m^3$ )، پیراپزشکی ( $863 CFU/m^3$ )، بهداشت ( $672 CFU/m^3$ ) و داروسازی ( $277 CFU/m^3$ ) مربوط به آسپرژیلوس و در دانشکده پرستاری و مامایی مربوط به قارچ آلترناریا ( $473 CFU/m^3$ ) بوده است و رابطه بین میزان تراکم و نوع دانشکده از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p < 0/01$ ).

تصویر شماره ۲: توزیع فراوانی نسبی گونه‌های مختلف آسپرژیلوس جدا شده از نمونه‌های هوا و سطوح

جدول شماره ۱: توزیع فراوانی انواع قارچ‌های جدا شده از هوای دانشکده‌های مختلف دانشگاه علوم پزشکی مازندران

نوع قارچ	واحد نمونه برداری شده	بهداشت	داروسازی	پیراپزشکی	پزشکی	پرستاری و مامایی	جمع
	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)
<i>Aspergillus spp.</i>	۹۲ (۳۳/۲۴)	۳۲ (۲۴/۶۱)	۱۱۴ (۳۰/۰۷)	۱۵۳ (۳۲/۶۹)	۱۷ (۸/۶۲)	۴۰۸ (۲۶/۲۸)	
<i>Fusarium</i>	.	۱۶ (۱۲/۳۰)	۲ (۰/۵۲)	۳۸ (۸/۱۱)	۷ (۳/۵۵)	۶۳ (۴/۰۵)	
<i>Penicillium</i>	۳۸ (۱۰/۰۵)	۸ (۶/۱۵)	۴۱ (۱۰/۸۱)	۱۱ (۲/۳۵)	۴۱ (۲۰/۸۱)	۱۳۹ (۸/۹۵)	
<i>Paecilomyces</i>	.	.	.	.	.	.	
<i>Acremonium</i>	۶ (۱/۵۸)	۳ (۲/۳۰)	۹ (۲/۳۷)	۲۴ (۵/۱۲)	.	۴۲ (۲/۷۰)	
<i>Trichoderma</i>	۴۹ (۱۲/۹۶)	۱۸ (۱۳/۸۴)	.	۱۲ (۲/۵۶)	.	۷۹ (۵/۰۹)	
<i>Mucur</i>	۱۷ (۴/۴۹)	۶ (۴/۶۱)	۶ (۱/۵۸)	۴۲ (۸/۹۷)	.	۷۱ (۴/۵۷)	
<i>Rhizopus</i>	۳۷ (۹/۷۸)	۱۹ (۱۴/۶۱)	۴۸ (۱۲/۶۶)	۴۴ (۹/۴۰)	۳ (۱/۵۲)	۱۵۱ (۹/۷۲)	
<i>Cladosporium</i>	۶۴ (۱۶/۹۳)	۱۱ (۸/۴۶)	۴۲ (۱۱/۰۸)	۲۳ (۴/۹۱)	۴۳ (۲۱/۸۲)	۱۸۳ (۱۱/۷۹)	
<i>Curvularia</i>	۳۰ (۷/۹۳)	۱ (۰/۷۶)	۳۵ (۹/۲۳)	۲۱ (۴/۴۸)	۶ (۳/۰۴)	۹۳ (۵/۹۹)	
<i>Chatomium</i>	۳ (۰/۷۹)	۱۱ (۸/۴۶)	۸ (۲/۱۱)	۲۲ (۴/۷۰)	.	۴۴ (۲/۸۳)	
<i>Botrytis</i>	۹ (۲/۳۸)	۱ (۰/۷۶)	.	۱۶ (۲/۳۶)	.	۲۶ (۱/۶۷)	
<i>Bipolaris</i>	.	.	.	.	.	.	
<i>Drechslera</i>	.	.	.	.	.	۱ (۰/۰۶)	
<i>Epicoccum</i>	.	.	.	.	.	۱ (۰/۰۶)	
Sterile Hyphae	۸ (۶/۱۱)	.	.	.	.	۲۴ (۱/۵۴)	
<i>Candida spp</i>	۱ (۰/۲۶)	.	۷ (۱/۸۴)	.	.	۸ (۰/۵۱)	
<i>Aureobasidium</i>	۶ (۱/۵۸)	.	۳۰ (۷/۹۱)	۲۳ (۴/۹۱)	.	۵۹ (۳/۸۰)	
<i>Rhodotorula</i>	.	.	۶ (۱/۵۸)	.	.	۶ (۰/۳۸)	
<i>Trichosporon</i>	.	.	۱۰ (۲/۶۳)	.	.	۱۰ (۰/۶۴)	
جمع	۳۷۸ (۱۰۰/۰)	۱۳۰	۳۷۹	۴۶۸	۱۹۷	۱۵۵۲ (۱۰۰/۰)	

جدول شماره ۲: توزیع فراوانی انواع قارچ های جدا شده از سطوح سیستم های تهویه مطبوع در دانشکده های مختلف دانشگاه علوم پزشکی مازندران

واحد نمونه برداری شده نوع قارچ	بهداشت تعداد (درصد)	داروسازی تعداد (درصد)	پیراپزشکی تعداد (درصد)	پزشکی تعداد (درصد)	پرستاری و مامایی تعداد (درصد)	جمع تعداد (درصد)
<i>Aspergillus spp.</i>	۷۵ (۲۷/۶۷)	۳۴ (۲۰/۳۵)	۱۰۷ (۳۴/۴۰)	۱۲۶ (۳۸/۸۸)	۵ (۱/۵۵)	۳۴۷ (۲۴/۸۹)
<i>Acremonium</i>	۲۳ (۸/۴۸)	۸ (۴/۴۹)	۸ (۲/۵۷)	۱۶ (۴/۹۳)	۰	۵۵ (۳/۹۴)
<i>Penicillium</i>	۲۴ (۸/۸۵)	۹ (۵/۳۸)	۳۸ (۱۲/۲۱)	۴۵ (۱۳/۸۸)	۱۹ (۵/۹۱)	۱۳۵ (۹/۶۸)
<i>Paecilomyces</i>	۰	۰	۰	۰	۰	۰
<i>Fusarium</i>	۱۹ (۷/۰۱)	۰	۱۷ (۵/۴۶)	۲۲ (۶/۷۹)	۵ (۱/۵۵)	۶۳ (۴/۵۱)
<i>Trichoderma</i>	۱۷ (۶/۳۷)	۳ (۱/۷۹)	۱۷ (۵/۴۶)	۰	۰	۳۷ (۲/۶۵)
<i>Mucur</i>	۱۹ (۷/۰۱)	۲ (۱/۱۹)	۷ (۲/۲۵)	۲۶ (۳۸/۸۸)	۰	۵۴ (۳/۸۳)
<i>Rhizopus</i>	۱۱ (۴/۰۶)	۲۶ (۱۵/۵۶)	۴۵ (۱۴/۴۶)	۲۱ (۶/۴۸)	۲۶ (۸/۰۹)	۱۲۹ (۹/۲۵)
<i>Alternaria</i>	۲۲ (۸/۱۲)	۱۵ (۸/۹۸)	۳۲ (۱۰/۲۸)	۲۸ (۸/۶۴)	۱۱۰ (۳۴/۲۶)	۲۰۷ (۱۴/۸۴)
<i>Cladosporium</i>	۰	۲۴ (۱۴/۳۷)	۱۸ (۵/۷۸)	۱۷ (۲۴/۵)	۸۹ (۲۷/۷۲)	۱۴۸ (۱۰/۶۱)
<i>Botrytis</i>	۱۱ (۴/۰۶)	۲ (۱/۱۹)	۰	۰	۰	۱۳ (۱/۰۷)
<i>Bipolaris</i>	۰	۰	۰	۰	۱۰ (۳/۱۱)	۱۰ (۰/۷۱)
<i>Curvularia</i>	۸ (۲/۹۵)	۱۵ (۸/۹۸)	۱۱ (۵/۳۳)	۱۰ (۳/۰۸)	۳ (۰/۹۳)	۴۷ (۳/۳۷)
<i>Chatonium</i>	۲۲ (۸/۱۲)	۹ (۵/۳۸)	۶ (۱/۹۲)	۱۳ (۴/۰۱)	۰	۵۰ (۳/۵۸)
<i>Drechslera</i>	۰	۰	۰	۰	۴ (۱/۲۴)	۴ (۰/۲۸)
<i>Epicoccum</i>	۰	۰	۰	۰	۰	۰
<i>Sterile Hyphae</i>	۱۰ (۳/۰۱)	۰	۰	۰	۵۰ (۱۵/۵۷)	۶۰ (۴/۳۰)
<i>Candida spp</i>	۱۰ (۳/۶۹)	۰	۵ (۱/۶۰)	۰	۰	۱۵ (۱/۰۷)
<i>Aureobasidium</i>	۰	۱۷ (۱۰/۱۷)	۰	۰	۰	۱۷ (۱/۲۱)
<i>Rhodotorula</i>	۰	۳ (۱/۷۹)	۰	۰	۰	۳ (۰/۲۱)
<i>Trichosporon</i>	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمع	۲۷۱	۱۶۷	۳۱۱	۳۲۴	۳۲۱	۱۳۹۴

جدول شماره ۳: میزان توزیع و تراکم قارچ های موجود در هوای اتاق های مختلف دانشکده های دانشگاه علوم پزشکی مازندران بر اساس CFU/m<sup>3</sup>

Fungi	پیراپزشکی		پرستاری و مامایی		پزشکی		داروسازی		بهداشت	
	N	Mean	N	Mean	N	Mean	N	Mean	N	Mean
<i>Aspergillus spp</i>	۱۳	۸۶۳	۱۵	۱۲۰	۸	۷۲	۱۶	۱۱۵۲	۱۶	۳۸,۳۸
<i>Acremonium</i>	۱	۶۴	-	-	-	-	۲	۱۷۷	۲	۷
<i>Fusarium</i>	۱	۱۴	۱	۴۹	۴	۵۶,۶	۵	۲۸۳	۴	۱۱۳
<i>Penicillium</i>	۴	۱۸۴	۴	۱۷۷	۱۲	۳۸,۵	۲	۷۷	۱	۵۷
<i>Paecilomyces</i>	-	-	-	۷	۱	-	-	-	-	-
<i>Trichoderma</i>	-	-	-	-	-	-	۲	۸۵	۳	۱۴۸
<i>Mucur</i>	۱	۴۲	۱	-	۴	۷۷,۷۵	۴	۳۱۱	۲	۴۲
<i>Rhizopus</i>	۵	۳۶۷	۵	۲۱	۲	۸۳	۴	۳۳۲	۳	۶۸,۷۵
<i>Botrytis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	۱	۶۴
<i>Bipolaris</i>	-	-	-	۲۱	۱	-	-	-	-	-
<i>Cladosporium</i>	۴	۳۱۱	۴	۳۱۸	۱۴	۷۷,۷۵	۲	۱۷۰	۴	۱۹,۲۵
<i>Chatonium</i>	۳	۵۷	۳	-	-	-	۳	۱۶۳	۲	۷۷
<i>Drechslera</i>	-	-	-	۷	۱	-	-	-	-	-
<i>Alternaria</i>	۲	۱۵۵	۲	۴۷۳	۱۳	۹۲	۳	۲۷۶	۲	۲۸
<i>Epicoccum</i>	-	-	-	۷	۱	-	-	-	-	-
<i>Curvularia</i>	۳	۲۶۱	۳	۴۲	۳	۷۷,۵	۲	۱۵۵	۱	۷
<i>Sterile Hyphae</i>	-	-	-	۱۳,۲۵	۸	-	-	-	-	-
<i>Candida spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aureobasidium</i>	۲	۲۱۹	۲	-	۲	۸۵	۲	۱۷۰	-	-
<i>Rhodotorula</i>	۱	۴۲	۱	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichosporon</i>	۱	۷۱	۱	-	-	-	-	-	-	-

## بحث

در مواجهه با فقدان هر گونه مرجع رسمی برای محدوده مجاز عوامل قارچی موجود در هوای فضاهای بسته اداری کشور، بحث درباره نتایج حاصل از این تحقیق کار مشکلی می‌نماید. به همین دلیل در این بخش به مقایسه نتایج حاصل از این تحقیقات با یکدیگر و با سایر مطالعات می‌پردازیم. در مقایسه دانشکده‌های مختلف با یکدیگر، بیش‌ترین آلودگی قارچی مربوط به دانشکده پزشکی در هر دو روش نمونه‌برداری بود. تردد و تراکم بیش از حد مراجعان به این دانشکده که بیش‌ترین تعداد اعضاء هیات علمی، کارکنان و دانشجویان را نیز دارا می‌باشد ممکن است دلیلی برای این نتیجه باشد. شاید تحركات بیش‌تر منجر به جا به جایی بیش‌تر هوا و در نتیجه مانع ته‌نشینی و رسوب اسپورهای موجود در هوا در سطوح و کف اتاق‌ها در طول اوقات اداری شده و در نتیجه آلودگی هوا با تعداد بیشتر اسپورهای قارچی مشاهده شود. از طرف دیگر، روش به کار رفته در بررسی حاضر که به طور فعال و با مکش و در دبی و زمانی معین هوا را از نظر اسپورهای قارچی مورد آنالیز قرار می‌دهد، برعکس روش غیر فعالی مانند پلیت باز که در مطالعات قبلی (۲۰، ۲۱) استفاده شده است، بهتر می‌تواند نقش جابه‌جایی هوا در میزان اسپورهای موجود در هوا را ارزیابی نماید. به همین دلیل دانشکده پیراپزشکی نیز رتبه دوم آلودگی را داشت چرا که این دو دانشکده مجاور هم در یک ساختمان قرار گرفته‌اند. کم‌ترین میزان آلودگی نیز مربوط به دانشکده داروسازی بود که دلیل آن نیز می‌تواند کم‌تر بودن تعداد افراد مراجعه کننده به این دانشکده باشد. در زمینه شیوع قارچ‌های گوناگون در هوا و یا سطوح محیط‌های دانشگاهی پژوهش‌های انجام شده نتایج مختلفی را از لحاظ فراوانی گونه‌های قارچی نشان می‌دهند. چنان که در بعضی گونه‌های پنی‌سیلیوم (۴)، برخی گونه‌های کلا‌دوسپوریوم (۷-۵) و تعدادی دیگر گونه‌های آسپرژیلوس (۸) به عنوان گونه‌های غالب معرفی شده‌اند. این تحقیقات همگی در

محیط‌های دانشگاهی انجام شده‌اند که تنها نتایج تحقیق آخر (۸) با نتایج تحقیق حاضر مطابقت می‌نماید. تمامی این قارچ‌ها به دلیل توانایی تولید توکسین‌های مختلف، داشتن آلرژن و توانایی ایجاد عفونت در به خطر انداختن سلامتی اساتید، دانشجویان و کارکنان مراکز آموزشی دانشگاه‌ها و تاثیر بر روند کیفی و کمی فعالیت آن‌ها می‌توانند بسیار مهم باشند.

در مطالعه فولادی و همکاران (۲۰۱۳) (۳) جهت بررسی قارچ‌های موجود در سیستم بایگانی ادارات، کلا‌دوسپوریوم بیش‌ترین غلظت را هم در محیط‌های داخلی ( $424/5 \text{ CFU/m}^3$ ) و هم محیط‌های خارجی ( $449/7 \text{ CFU/m}^3$ ) از آن خود کرده بود. در مطالعه حاضر بیش‌ترین غلظت کل در چهار دانشکده بهداشت، داروسازی، پزشکی و پیراپزشکی مربوط به گونه‌های آسپرژیلوس بود و تنها در دانشکده پرستاری و مامایی قارچ آلترناریا بیش‌ترین تعداد را از آن خود کرده بود. دانشکده پرستاری و مامایی برعکس چهار دانشکده دیگر در داخل شهر ساری واقع شده است که شاید توجه کننده غالب بودن کلا‌دوسپوریوم در این فضای اداری باشد. از طرفی، چهار دانشکده دیگر در فضای باز خارج شهر واقع شده‌اند که در اطراف آن شهرک‌های صنعتی مختلفی وجود دارد که ممکن است نوع فعالیت‌های آن‌ها بتواند در نوع و میزان قارچ‌های اطراف تاثیرگذار باشد. چنان که در مطالعه البرزی و کرباسی (۲۰۰۵) (۲۵) در بررسی آلودگی قارچی کارخانه پنیر مشخص شد که هوای کارخانه به میزان صد درصد به قارچ پنی‌سیلیوم آلوده است.

در پژوهش انجام شده توسط آجودانی فر و همکاران (۲۰۱۱) (۲۲) جهت بررسی قارچ‌های موجود در محیط‌های داخلی و خارجی مرغداری‌ها و گاو‌داری‌های استان مازندران از ۴۶۶۲ کلنی به دست آمده، کلا‌دوسپوریوم بیش‌ترین درصد (۵۵/۳) قارچ‌های جدا شده را تشکیل می‌داد. هم‌چنین در مطالعه فولادی و همکاران (۳) نیز بیش‌ترین درصد قارچ مشاهده شده مربوط به کلا‌دوسپوریوم بوده است. این در حالی است

که در مطالعه حاضر بیشترین درصد قارچ‌های مشاهده شده در دانشکده‌های مختلف مربوط به اسپرژیلوس (۲۶/۲۸ درصد) بوده است. از طرفی دیگر، پراکندگی در تعداد قارچ‌های جدا شده در مطالعه حاضر برعکس مطالعات انجام شده قبلی بسیار نزدیک به هم بوده است. بدن انسان و لباس او مکانی طبیعی برای رشد میکروارگانیسم‌های مختلف می‌باشد؛ هم‌چون باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و استافیلوکوکوس پیوژنز که می‌توانند باعث انواع عفونت‌های پوستی اپیدرمال (زردزخم، اکتیما) و درمال (اریسپلاس) شوند (۲۶). البته علیرغم تاکید بیش‌تر پژوهشگران بر اهمیت پاتوژن بودن باکتری‌ها در سطح پوست و البسه، قارچ‌هایی همچون کاندیدا نیز می‌توانند به عنوان پاتوژن نقش مهمی در سطح پوست از طریق واکنش با سلول‌های ایمنی داشته باشند (۲۷). مطالعات مختلف وجود رابطه‌ای قوی بین فعالیت انسان و غلظت میکروارگانیسم‌ها در فضای بسته را ثابت کرده‌اند (۱-۳). از طرفی، بیش‌تر بودن تعداد قارچ‌ها در فضا‌های بسته را می‌توان به بیش‌تر بودن تعداد قارچ‌ها در فضای آزاد اطراف آن‌ها نیز مربوط دانست (۲۸). بر طبق مطالعات جدید، کیفیت میکروبی هوای فضا‌های باز هم به ترکیب میکروبی هوای محیط‌های باز و هم به منابع میکروبی هوای فضا‌های بسته بستگی دارد (۱۶، ۲۹). در مطالعه حاضر اسپرژیلوس نیجر و اسپرژیلوس فلاووس دارای بیش‌ترین درصد فراوانی از هوا و سطوح نمونه‌برداری شده بودند. نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر تفاوت‌ها و شباهت‌هایی را با مطالعات قبلی مولفین بر روی نمونه‌های هوا (۱۳)، آب (۳۰، ۳۱) و سطوح (۳) دارا می‌باشد. شباهت و تفاوت اصلی در مکان نمونه‌برداری و گونه‌های غالب قارچ‌های شناسایی شده می‌باشد به طوری که گونه‌های غالب در تحقیقات مذکور شامل کلادوسپوریوم (۱۳، ۳)، پنی‌سیلیوم (۳۰) و اسپرژیلوس (۳۱) بوده‌اند که نتیجه تحقیق آخر با تحقیق حاضر مطابقت می‌نماید. براساس طبقه‌بندی به عمل

آمده به وسیله Reboux و همکاران (۲۴)، اگرچه اکثر قارچ‌های جدا شده از هوا در مطالعه حاضر دارای حد پایین و متوسط از غلظت آلودگی بودند، ولی اسپرژیلوس در دانشکده‌های پزشکی، پیراپزشکی و بهداشت دارای حد بالای غلظت از آلودگی به قارچ بود. هرچند در افراد سالم اسپوره‌های اسپرژیلوس ممکن است باعث عفونت‌های جزئی در ریه‌ها و سینوس‌ها شوند ولی در افراط مستعد و بیماران با اختلال در سیستم ایمنی می‌توانند منجر به عفونت‌های شدید ریوی شده و گاهی با انتشار عفونت به سایر نواحی بدن ممکن است مرگ‌آور باشند چرا که تشخیص اولیه آن‌ها بسیار مشکل بوده و روش‌های درمانی نیز در نهایت ناکارآمد هستند (۳۲). با توجه به نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر از سطوح فیلترهای سیستم های تهویه دانشکده‌های مختلف، تنوع و فراوانی گونه‌های قارچی جدا شده می‌تواند نشان‌دهنده آلودگی نسبتاً بالای سیستم‌های تهویه مطبوع باشد. در مطالعه Kelkar و Kulkarni (۲۰۱۱) روی منابع آلودگی سیستم‌های تهویه مطبوع، بر پاکسازی و ضد عفونی کردن این سیستم‌ها جهت به حداقل رساندن پتانسیل رشد و گسترش قارچ‌های پاتوژن تاکید شده است (۳۳).

نشان داده شده است که فرد بالغ حدود ۸۷-۸۹ درصد وقت خود را در فضا‌های بسته می‌گذراند که ۱۸-۲۵ درصد آن در محیط کاری می‌باشد. در ضمن، براساس داده‌های اپیدمیولوژیکی حدود ۳۰ درصد کارکنان از مشکلات مربوط به کیفیت بد هوای محل کار خویش رنج می‌برند (۳۴). در محیط‌های اداری و دانشگاهی استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع تنها راه حل فنی برای افزایش کیفیت هوای داخل اتاق‌ها و کلاس‌ها، و ایجاد شرایط مناسب برای کار و تحصیل کارکنان و دانشجویان است. هوای بیرون که از طریق چنین سیستم‌هایی به داخل ساختمان راه می‌یابد بایستی با داشتن فیلترهای مناسب عاری از هر گونه آلرژن و آلوده کننده‌ای باشد. و با استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع دما و رطوبت مناسب برای اتاق‌ها و کلاس‌ها فراهم گردد.

راه کارهای پیشنهادی هستند که می‌توانند تاثیر به سزایی در کاهش و حذف اثر منابع آلوده هوا بر هوای داخلی دانشکده‌ها داشته باشند.

## سپاسگزاری

از حوزه معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران و نیز شورای پژوهشی مرکز تحقیقات علوم بهداشتی به دلیل حمایت‌های مالی و معنوی و نیز از اساتید، کارکنان و دانشجویان گرامی دانشکده‌های مختلف جهت همکاری و همیاری در اجرای این تحقیق صمیمانه سپاسگزاری و قدردانی می‌شود.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان‌دهنده وجود عناصر قارچی مختلف در هوای داخلی دانشکده‌های مختلف دانشگاه علوم پزشکی مازندران می‌باشد که بیش‌ترین آلودگی در دانشکده‌های پزشکی و پیراپزشکی مشاهده شد. حضور یک سیستم تهویه مناسب و خوب در داخل ساختمان‌ها، ارائه یک برنامه راهبردی جامع جهت تعیین حد مجاز آلوده‌کننده‌های هوای داخلی، تلاش جهت پاکسازی هوای اطراف دانشکده‌ها از آلوده‌کننده‌های مختلف، طراحی و اجرای سیستم تهویه منطبق بر استانداردهای جهانی، مدیریت صحیح و کارآمد بر حفظ و ارتقاء سیستم‌های تهویه و در نهایت تبلیغ و اشاعه فرهنگ رعایت بهداشت عمومی و فردی همگی

## References

- Ghosh D, Dhar P, Chakraborty T, Naim U, Das AK. Study of aeromycoflora in indoor and outdoor environment of national library, Kolkata. *Int J Plant Animal Environ Sci* 2014; 4(3): 663-672.
- Kalbende S, Dalal L, Bhowal M. The monitoring of airborne mycoflora in the indoor air quality of library. *J Nat Prod Plant Resour* 2012; 2(6): 675-679.
- Foladi S, Hedayati MT, Shokohi T, Mayahi S. Study on fungi in archives of offices, with a particular focus on *Stachybotrys chartarum*. *J Mycol Med* 2013; 23(4): 242-246.
- Hedayati M, Shokohi T, Mayahi S, Bahoosh M, Haghani E, Saltanatpori Z, et al. A survey on myco-flora of air, book and cabinet of Mazandaran University of Medical Sciences libraries. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2008; 18(67): 107-110.
- Kruczek A. Mycological analysis of air in selected rooms of the University of Szczecin- A pilot project. *Acta Agrobotanica* 2014; 67(2): 51-56.
- Kik P, Ruzek L, Popelarova E. Air-conditioning and microbiological environment in the lecture room. *Scientica Agriculturae Bohemica* 2014; 45(2): 104-109.
- Hayleeyesus SF, Manaye AM. Microbiological quality of indoor air in university libraries. *Asian Pac J Trop Biomed* 2014; 4(Suppl 1): S312-317.
- Stryjakowska-Sekulska M, Piotraszewska-Pająk A, Szyszka A, Nowicki M, Filipiak M. Microbiological quality of indoor air in university rooms. *Polish J Environ Stud* 2007; 16(4): 623-632.
- Âghili S, Shokohi T, Khosravi A, Salmanian B. Mycoflora contamination of consumed rice in Mazandaran. *J Mazand Univ Med Sci* 2012; 21(86): 280-286.
- Amirinia F, Shokohi T, Nowroozpoor Dailami K, Haghani I. Mycotic Keratitis: An overview on diagnosis and treatment with a focus on epidemiology of the disease in Iran. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2014; 24(119): 235-259.

11. Bush RK, Portnoy JM. The role and abatement of fungal allergens in allergic diseases. *J Allergy Clin Immunol* 2001; 107(3Suppl): 430-440.
12. Chapman MD. Challenges associated with indoor moulds: Health effects, immune response, and exposure assessment. *Med Mycol* 2006; 44(Suppl) :S 29-32.
13. Hedayati MT, Mayahi S, Denning DW. A study on *Aspergillus* species in houses of asthmatic patients from Sari City, Iran and a brief review of the health effects of exposure to indoor *Aspergillus*. *Environ Monit Assess* 2010; 168(1-4): 481-487.
14. Gołofit-Szymczak M, Górny RL. Bacterial and fungal aerosols in air-conditioned office buildings in Warsaw, Poland-the winter season. *Int J Occup Saf Ergon* 2010; 16(4): 465-476.
15. Mihinova D, Pieckova E. Moldy buildings, health of their occupants and fungal prevention. *Bratisl Lek Listy* 2012; 113(5): 314-318.
16. Gutarowska B, Jakubowska A. The estimation of moulds air pollution in university settings. In: *Problems of indoor air quality in Poland'2001*, 103-112, ed. T. Jędrzejewska-Ścibak, J. Sowa, Publishing House of Warsaw University of Technology. Warsaw 2002, [In Polish].
17. Mortiz M, Peters H, Nipoko B, Ruden H. Capability of air filters to retain airborne bacteria and molds in heating ,ventilating and air-conditioning (HVAC) systems. *Int J Hyg Environ Health* 2001; 203(5-6): 401-409.
18. Straus DC. The possible role of fungal contamination in sick building syndrome. *Front Biosci (Elite Ed)*. 2011; 3: 562-580.
19. Laumbach RJ, Kipen HM. Bioaerosols and sick building syndrome: particles, inflammation, and allergy. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2005; 5(2): 135-139.
20. Zaini F, Hedayati M.T. Study of airborne fungi in the wards of 3 Tehran hospitals. *J Med Council Islamic Rep Iran* 1995; 13(3): 208-215.
21. Hedayati MT, Mohammadpour RA. A survey on the mycological contamination of the air and the equipment of operating rooms of 17 hospitals. *J Medical faculty Guilan University of Medical Sciences* 1999; 8(19): 56-61 (Persian).
22. Ajodanifar H, Hedayati MT, Mayahi S, Khosravi AR, Mousavi B. Volumetric assessment of airborne indoor and outdoor of poultry and cattle houses from Mazandaran Province, Iran. *Arh Hig Rada Toksikol* 2011; 62(3): 243-248.
23. Andersen A. New sampler for the collection sizing, and enumeration of viable airborne particles. *J Bacteriol* 1958; 76(5): 471-484.
24. Reboux G, Bellanger AP, Roussel S, Grenouillet F, Sornin S, Piarroux R, et al. Indoor mold concentration in Eastern France. *Indoor Air* 2009; 19(6): 446-453.
25. Alborzi S, Karbasi A. Fungal contamination in UF cheese factory. *Iranian J Infect Dis Trop Med* 2005; 10(28): 15-18.
26. Chiller K, Selkin BA, Murakawa GJ. Skin microflora and bacterial infections of the skin. *J Investig Dermatol Symp Proc* 2001; 6(3): 170-174.
27. Underhill DM, Iliiev ID. The mycobiota: interactions between commensal fungi and the host immune system. *Nat Rev Immunol* 2014; 14(6): 405-416.
28. Daisey JM, Angell WJ, Apte MG. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. *Indoor Air* 2003; 13(1): 53-64

29. Wojcik-Stopczynska B, Flakowski J, Jakubowska B. Microflora of university canteen air. *Roczn PZH* 2003; 54(3): 321-328.
30. Hedayati MT, Mayahi S, Movahedi M, Shokohi T. A study on fungal flora of tap water as a potential reservoir of fungi in hospitals from Sari city, Iran. *J Mycol Méd* 2011; 21(1): 10-14.
31. Mayahi S, Mosavi B, Hedayati MT, Movahedi M, Shokohi T. Mycoflora assessment in drinking tap water (Sari, Iran). *J Gorgan Univ Med Sci* 2012; 13(4): 114-118(Persian).
32. Kosmidis C, Denning DW. The clinical spectrum of pulmonary aspergillosis. *Thorax* 2015; 70(3): 270-277.
33. Kelkar US, Kulkarni SS. Contaminated air conditioners as potential source for contaminating operation theatre environment. *International Journal of Infection Control* 2011; 8(1): 45-48 (Persian).
34. Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, Robinson JP, Tsang AM, Switzer P, et al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2001; 11(3): 231-252.