Short Communication

Mycoflora assessment in drinking tap water (Sari, Iran)

Mayahi S (MSc)[1], Mosavi B (MSc)[2], Hedayati MT (PhD)*[3]
Movahedi M (MSc)[4], Shokohi T (PhD)[5]

[1]MSc in Medical Mycology, Department of Medical Mycology and Parasitology, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran. [2]MSc in Medical Mycology, Department of Medical Mycology and Parasitology, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran. [3]Professor, Department of Medical Mycology and Parasitology, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran. [4]MSc in Environmental Health engineering, Department of Environmental Health, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran. [5]Professor, Department of Medical Mycology and Parasitology, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

Abstract

Background and Objective: Fungi are widely distributed in nature and they are usually present in attomospher but other sources such as water play an important role in their ecology. This study was done to evaluate mycoflora assessment in drinking tap water in Sari, North of Iran. The tap water collected form Sari water distribution system for fungi.

Materials and Methods: In this descriptive study, a volume of 100 ml of tap drinking water samples (n=60) were collected in sterile bottles. All water samples passed through sterile 0.45 micrometer filters. The filters were placed directly on Malt extract agar and incubated at 27°C for 3-7 days. Routine mycological techniques were applied to identify the grown fungi.

Results: Out of 468 grown fungal colonies, eight different fungal genera were identified. The total mean cfu per 100 ml for the positive samples were 8.4. *Aspergillus* (37.4%) and *Penicillium* (27.3%) were the most common isolated fungi. *Rhizopus* (0.6%) had the lowest frequency. Among *Aspergillus* species, *A. flavus* had the highest frequency.

Conclusion: Our result showed that various fungi were present in the tap drinking water. We propose fungi should be considered as part of the microbiological analysis parameters in drinking tap water.

Keywords: Dinking tap water, Fungi, Sari

*** Corresponding Author: Hedayati MT (PhD), E-mail: hedayaty2001@yahoo.co.uk**

Received 3 October 2010 **Revised** 9 January 2011 **Accepted** 24 January 2011

This paper should be cited as: Mayahi S, Mosavi B, Hedayati MT, Movahedi M, Shokohi T. [Mycoflora assessment in drinking tap water (Sari, Iran)]. J Gorgan Uni Med Sci. 2012;13(4): 114-119. [Article in Persian]

گزارش کوتاه

فلور قارچی آب شرب شهر ساری (۱۳۸۸)

صباح میاهی[۱]، بیتا موسوی[۲]، دکتر محمدتقی هدایتی*[۳]، معصومعلی موحدی[۴]، دکتر طاهره شکوهی[۵]

۱- کارشناس ارشد قارچ‌شناسی پزشکی ، گروه انگل‌شناسی و قارچ‌شناسی پزشکی ، دانشکده پزشکی ساری، دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۲- دانشجوی دوره دکترای قارچ‌شناسی پزشکی ، دانشکده پزشکی ساری ، دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۳- استاد گروه انگل‌شناسی و قارچ‌شناسی پزشکی ، دانشکده پزشکی ساری، دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۴- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط ، گروه مهندسی بهداشت محیط ، دانشکده بهداشت ساری ، دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۵- استاد گروه انگل‌شناسی و قارچ‌شناسی پزشکی ، دانشکده پزشکی ساری، دانشگاه علوم پزشکی مازندران.

چکیده

زمینه و هدف : *قارچ‌ها با پراکندگی بسیار وسیع در طبیعت منابع مختلف و متنوعی را برای زیست خود انتخاب می‌نمایند. اگرچه هوا شایع‌ترین مکان حضور آنها در طبیعت و بالطبع اصلی‌ترین راه تماس با انسان است؛ ولی منابع دیگر ازجمله آب در اکولوژی قارچ‌ها نقش بااهمیتی دارند. این مطالعه به منظور تعیین فلور قارچی آب شرب شهر ساری انجام شد.*

روش بررسی : *در این مطالعه توصیفی ٦٠ نمونه ۱۰۰میلی‌لیتری از آب آشامیدنی لوله‌کشی پنج ناحیه شمالی، جنوبی، غربی، شرقی و مرکزی شهر ساری در بطری‌های استریل طی سال ۱۳۸۸ جمع‌آوری شدند. قارچ‌های نمونه آب توسط فیلتر استریل ۰/٤ میکرومتر فیلتراسیون و جداسازی شدند. فیلترها در شرایط کاملاً استریل در محیط مالت اکستراکت آگار جاگذاری شدند. پلیت‌های حاوی محیط کشت در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷-۳ روز انکوبه شدند. شناسایی قارچ‌ها به کمک روش‌های استاندارد قارچ‌شناسی براساس کشت روی لام با استفاده از محیط‌های اختصاصی انجام شد.*

یافته‌ها : *از مجموع ٤٦٨ کلنی قارچی رشدیافته؛ ۸ جنس مختلف قارچ شناسایی شد. به‌طور کلی میانگین CFU قارچ‌های جداشده برای نمونه‌های هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ۸/٤ بود. شایع‌ترین قارچ‌های جدا شده آسپرژیلوس (۳۷/٤درصد)، پنی‌سیلیوم (۲۷/۳درصد) و کلادوسپوریوم (۱۷/۳درصد) بودند. کمترین کلنی جدا شده مربوط به رایزوپوس (۰/٦درصد) بود. از بین گونه‌های مختلف آسپرژیلوس، گونه فلاووس (۲۳/۷درصد) بیشترین میزان فراوانی را داشت.*

نتیجه‌گیری : *نتایج مطالعه حاضر نشان داد که آب آشامیدنی شهر ساری حاوی قارچ‌های مختلف می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد در پایش‌های منظم سیستم آب شهری از نظر آلودگی‌های میکروبی؛ قارچ‌ها نیز به عنوان یکی از میکروارگانیسم مهم بررسی شوند.*

کلید واژه‌ها : *آب شرب ، قارچ ، ساری ، آسپرژیلوس*

---

* نویسنده مسؤول : دکتر محمدتقی هدایتی ، پست الکترونیکی **hedayaty2001@yahoo.co.uk**

نشانی : ساری ، کیلومتر ۱۸ جاده خزرآباد ، دانشگاه علوم پزشکی مازندران ، دانشکده پزشکی ساری ، گروه انگل شناسی و قارچ شناسی پزشکی

تلفن ۳۵۴۳۰۸۸ -۰۱۵۱ ، نمابر ۳۵۴۳۰۸۷

وصول مقاله : ۸۹/۷/۱۱ ، اصلاح نهایی : ۸۹/۱۰/۱۹ ، پذیرش مقاله : ۸۹/۱۱/۴

مقدمه

قارچ‌ها از میکروارگانیسم‌هایی با پراکندگی بسیار وسیع در طبیعت می‌باشند. آنها به صورت ساپروفیت منابع مختلف و متنوعی را برای زیست خود انتخاب می‌نمایند. اگرچه هوا شایع‌ترین مکان حضور آنها در طبیعت و بالطبع اصلی‌ترین راه تماس با انسان می‌باشد؛ ولی منابع دیگری از جمله آب در اکولوژی قارچ‌ها نقش بااهمیتی دارند. بازیابی قارچ‌ها در آب سرد، دوش‌ها، آب‌های کلرینه شده، آب‌های زیرزمینی و آب‌های آشامیدنی در تحقیقات متعدد اثبات شده است (۷-۱). از جنبه بهداشتی حضور قارچ‌ها در آب به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر انسان تاثیر می‌گذارد. مطالعات نشان می‌دهدکه آب می‌تواند به عنوان یک منبع عفونت قارچی در افراد با نقص سیستم ایمنی به ویژه در طول دوش گرفتن در اثر تنفس اسپورها باشد. همچنین آلودگی آب به قارچ‌ها می‌تواند در ایجاد حساسیت‌های تنفسی به خصوص در افرادی که در مقابل قارچ‌های آلرژن واکنش نشان می‌دهند؛ نقش مهمی ایفاء کند (۸). قارچ‌ها به‌طور غیرمستقیم و به خاطر تولید توکسین یا متابولیت‌های ثانویه در به خطر انداختن سلامتی انسان نیز مؤثرند. علاوه بر آن قارچ‌های رشته‌ای موجود در آب آشامیدنی می‌توانند باعث اکسید کردن لوله‌های شبکه توزیع آب شده (۹) و همچنین با تولید ترکیبات مختلفی در آب طعم و بوی آن را نیز تغییر دهند (۷). آب آشامیدنی باید صاف، زلال و گوارا بوده و مطلقاً بو و طعم نداشته باشد. نوع و مقدار ترکیبات شیمیایی آن نباید به اندازه‌ای باشد که سلامت فرد را به خطر اندازد و یا عوارض فیزیولوژیکی در او به‌وجود آورد. با این تعریف قارچ‌ها می‌توانند از عواملی باشند که حضور آنها در آب علاوه بر تهدید سلامتی انسان عاملی برای لطمه به کیفیت آشامیدنی معمول‌ترین نوشیدنی انسان شود.

براساس بررسی انجام شده در پایگاه‌های جستجوی داخلی و بین‌المللی هیچ گزارشی مبتنی بر تحقیق در زمینه حضور قارچ‌ها در آب آشامیدنی و ارتباط آن با بهداشت در ایران به‌دست نیامد. لذا این مطالعه به منظور تعیین فلور قارچی آب شرب شهر ساری انجام شد.

روش بررسی

در این مطالعه توصیفی ۶۰ نمونه ۱۰۰میلی‌لیتری از آب آشامیدنی لوله‌کشی پنج ناحیه شمالی، جنوبی، غربی، شرقی و مرکزی شهر ساری طی سال ۱۳۸۸ جمع‌آوری شدند.

قبل از نمونه‌گیری منفذ خروجی شیر ضدعفونی گردید. سپس شیر به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه باز نگه داشته شد. پس از آن مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه‌های آب در بطری‌های استریل پلی‌استیرن محتوی ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر تیوسولفات سدیم (برای خنثی نمودن کلر باقی‌مانده آب) جمع‌آوری شدند.

برای جداسازی قارچ‌ها، ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب برداشت شده تحت شرایط استریل، با کمک فیلترهای استریل ۰/۴ میکرومتری (ALBET) فیلتر شدند. فیلترها در شرایط کاملاً استریل به طور مستقیم در محیط مالت اکستراکت آگار (حاوی ۴۰ میلی‌گرم جنتامایسین و ۱۰۰میلی‌گرم کلرامفنیکل در هر ۱۰۰۰میلی‌لیتر برای جلوگیری از رشد باکتری) جاگذاری شدند. سپس پلیت‌های حاوی فیلترها در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷-۳ روز انکوبه شدند. در طول این مدت پلیت‌ها هر روز از نظر رشد قارچی مورد بازبینی قرار گرفتند و تعداد کلنی‌های رشد یافته ثبت و در پایان براساس واحد Colony Forming Unit (CFU) در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر گزارش شدند. میانگین CFU برای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب از تقسیم تعداد کل CFU بر تعداد نمونه‌های مثبت از نظر رشد قارچ به دست آمد. حداقل و حداکثر CFU برای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب به‌عنوان حداقل و حداکثر کلنی‌های شناسایی شده از نمونه‌های مثبت بیان شد. شناسایی قارچ‌ها در حد جنس و در موارد مورد نیاز در حدگونه به کمک روش‌های استاندارد قارچ‌شناسی براساس کشت روی لام و با استفاده از ساختمان ظاهری و ریزبینی کلنی‌های رشد یافته؛ انجام شد.

گونه‌های مختلف آسپرژیلوس با ساب‌کالچر روی محیط چاپکس آگار (HiMedia Mumbai India) و براساس ویژگی‌های میکروسکوپی و ماکروسکوپی هر کلنی شناسایی شدند. برای این کار از یافته‌های Raper و Fennel (۱۰) استفاده شد که براساس آن علاوه بر ظاهر ماکروسکوپی، خصوصیات میکروسکوپی ایزوله‌ها در شناسایی مطرح می‌باشد.

یافته‌ها

از مجموع ۶۰ پلیت، تعداد ۵۶ پلیت (۹۳/۳درصد) از لحاظ رشد قارچ مثبت گزارش شدند. جدول یک توزیع فراوانی و میانگین CFU انواع قارچ‌های جداشده در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب را در شهر ساری نشان می‌دهد. از مجموع ۴۶۸ کلنی قارچی جدا شده ۸ جنس مختلف قارچ شناسایی گردید. بیشترین کلنی جدا شده مربوط به آسپرژیلوس (۳۷/۴درصد) و کمترین کلنی جدا شده مربوط به رایزوپوس (۰/۶درصد) بود. حداقل و حداکثر CFU در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب برای نمونه‌های مثبت ۳۱-۱ گزارش شد. به‌طور کلی میانگین CFU قارچ‌های جداشده برای نمونه‌های مثبت در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ۸/۴ بود. بیشترین میانگین CFU قارچ‌های جداشده برای نمونه‌های مثبت در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب به ترتیب ۱۳/۷ و ۴/۵ و متعلق به رودوتورولا و آسپرژیلوس بود.

جدول ۱ : توزیع فراوانی و میانگین CFU انواع قارچ‌های جداشده در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب شیر شهر ساری

Fungi	تعداد (درصد)	میانگین CFU برای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر
Aspergillus spp.	۱۷۵ (۳۷/۴)	۴/۵
Penicillium	۱۲۸ (۲۷/۳)	۴/۳
Cladosporium	۸۱ (۱۷/۳)	۲/۸
Rhodotorula	۴۱ (۸/۸)	۱۳/۷
Sterile hyphae	۱۳ (۲/۸)	۱/۶
Trichoderma	۱۲ (۲/۶)	۳
Alternaria	۹ (۱/۹)	۱/۳
Fusarium	۶ (۱/۳)	۲
Rhizopus	۳ (۰/۶)	۱
Total	۴۶۸ (۱۰۰)	۸/۴
* Min–Max CFU per 100 ml		۱-۳۱

** میانگین CFU برای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب از تقسیم تعداد کل CFU بر تعداد نمونه‌های مثبت از نظر رشد قارچ به دست آمد.*

** حداقل و حداکثر CFU برای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب*

جدول ۲ : توزیع فراوانی و میانگین CFU انواع آسپرژیلوس جداشده در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب شیر شهر ساری

Aspergillus spp.	تعداد (درصد)	میانگین CFU برای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر
A. flavus	۱۱۱ (۶۳/۴)	۳/۳
A. fumigatus	۵۳ (۳۰/۳)	۸/۸
A. niger	۱۱ (۶/۳)	۲/۸
Total	۱۷۵ (۱۰۰)	۴/۵

از ۱۷۵ کلنی جدا شده مربوط به جنس آسپرژیلوس، گونه فلاووس (۲۳/۷درصد) بیشترین میزان فراوانی را داشت. آسپرزیلوس فومیگاتوس بیشترین میزان میانگین CFU (۸/۸) را برای نمونه‌های مثبت در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب داشت (جدول ۲).

بحث

در مطالعه حاضر ۹۳/۳درصد نمونه‌های آب از نظر وجود قارچ مثبت بودند که حاکی از آلودگی بالای آب‌های نمونه‌برداری شده به قارچ‌ها می‌باشد. براساس نتایج به‌دست آمده از مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف میزان آلودگی آب به قارچ‌ها بین ۷/۵ تا ۸۲/۵ درصد متغیر بوده است (۷-۱).

در مطالعه Göttlich و همکاران ۷/۵درصد نمونه‌های آب از نظر رشد قارچی مثبت بودند (۴). در مطالعه Hayette و همکاران ۵۰درصد نمونه‌های برداشت شده از آب شیر از نظر حضور عوامل قارچی مثبت شدند (۵). در مطالعه Hageskal و همکاران ۶۲درصد نمونه‌های آب شرب در بردارنده قارچ‌های مختلف بودند (۶). در حالی که در مطالعه Arvanitidou و همکاران ۸۲/۵درصد کشت نمونه‌های آب شرب از نظر قارچی مثبت گزارش شدند (۷).

در مطالعه حاضر وجود قارچ‌های رشته‌ای و مخمری در سیستم آب شهری ساری شناسایی شدند. هشت جنس مختلف که اکثر آنها مربوط به قارچ‌های شفاف رشته‌ای بودند؛ جدا شدند. جنس آسپرژیلوس و پنی‌سیلیوم از بین قارچ‌های شفاف و کلادوسپوروم از قارچ‌های تیره بیشترین میزان فراوانی را داشتند. مطالعات انجام شده به وسیله محققین در کشورهای مختلف نشان از تنوع وسیع در میزان و انواع قارچ‌های جداشده از آب دارد (۷-۱). درصد انواع قارچ‌های جدا شده از آب آشامیدنی در کشورهای مختلف با انواع جداشده در مطالعه حاضر در جدول ۳ مقایسه شده است.

تنوع در میزان آلودگی آب به انواع قارچ‌ها می‌تواند ارتباط مستقیمی با منشاء آب مورد استفاده داشته باشد. به طوری که آب‌های سطحی بیش از آب‌های زیرزمینی آلوده می‌باشند (۴و۶). در هرحال تنوع در جداسازی قارچ‌ها در مطالعات مختلف می‌تواند علاوه بر تاثیرگذاری عوامل اشاره شده؛ ناشی

جدول ۳ : مقایسه درصد انواع قارچ‌های جدا شده از آب آشامیدنی در کشورهای مختلف با ایران

قارچ‌های جداشده	ایران	پرتقال (۱)	آلمان (۴)	بلژیک (۵)	اتریش (۲)	یونان (۷)
Aspergillus spp.	۳۷/۴	۰/۳	۲/۰	۷/۳	۵/۳	۲۷/۳
Penicillium	۲۷/۳	۴۰/۶	۷/۰	۹/۹	۱۲/۵	۳۳/۱
Cladosporium	۱۷/۳	۳/۵	۲/۰	۳/۰	۱۹/۱	۲/۱
Rhodotorula	۸/۸	–	–	–	–	–
Sterile hyphae	۲/۸	۲/۶	–	۴/۹	–	–
Trichoderma	۲/۶	–	–	۱/۸	۱/۲	۳/۶
Alternaria	۱/۹	۰/۳	–	۰/۶	۶/۶	۱/۰
Fusarium	۱/۳	–	۳/۵	۱۳/۰	۰/۶	۰/۵
Rhizopus	۰/۶	۲/۹	–	–	–	۲/۱

از محیط‌های کشت مختلف مورد استفاده، اقلیم منطقه مورد بررسی و آلودگی آب به ترکیبات آلی نیز باشد.

حضور آسپرژیلوس و پنی‌سیلیوم در مطالعات گذشته نظیر بررسی حاضر به کرات از آب گزارش شده است. گونه‌هایی از هر دو جنس پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس به عنوان تولیدکننده‌های اصلی مایکوتوکسین بر روی غذاها و آشامیدنی‌ها شناخته شده‌اند (۱۱). همچنین حضور آنها در آب نیز به اثبات رسیده است (۱۲). هرچند که این متابولیت‌ها دارای غلظت پایینی در آب می‌باشند؛ ولی از آنجایی که روزانه مقدار زیادی آب به‌وسیله انسان مصرف می‌شود؛ این مقادیر کم مایکوتوکسین‌ها نیز ممکن است برای سلامتی انسان خطرساز باشد.

اگرچه به نظر نمی‌رسد در مطالعه حاضر با غلظت (میانگین CFU) گزارش شده از قارچ‌های موجود در آب، ایجاد بیماری خطرساز باشد؛ ولی قارچ‌های جدا شده در بررسی حاضر از عوامل اصلی بیماری‌های قارچی فرصت‌طلب در افراد با سیستم ایمنی مختل شده و بیماران بستری در بیمارستان‌ها می‌باشد. در صورتی که آب مورد استفاده در بیمارستان‌ها به‌طور مستقیم از سیستم آب شهری تأمین شود؛ این سیستم می‌تواند مخزن بالقوه مناسبی برای حضور قارچ‌ها در محیط بیمارستان و به‌ویژه در بخش‌های مراقبت ویژه برای به خطر انداختن سلامتی این گونه افراد باشد. به طوری که اندک مطالعاتی توانسته‌اند؛ نقش قارچ‌های موجود در آب را در ایجاد بیماری‌های قارچی فرصت‌طلب در این دسته از بیماران ثابت نمایند (۱۵-۱۳).

در مطالعه حاضر همانند مطالعات دیگر میزان قارچ‌های موجود در آب به‌صورت میانگین CFU در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب گزارش گردید. یک کلنی شکل گرفته از قارچ در محیط کشت نمی‌تواند؛ الزاماً از یک اسپور قارچ شکل گرفته باشد. این کلنی‌ها می‌توانند ناشی از میسیلیوم‌های قارچ یا تجمعی از چندین سلول قارچی رویش یافته باشند. از این رو در حال حاضر یک روش استانداردی برای شمارش قارچ‌های موجود در آب، آنچنان که برای باکتری‌ها موجود است؛ تعریف نشده است. لذا اگرچه مقایسه نتایج به‌دست آمده از مطالعات مختلف در این زمینه کمک کننده نخواهد بود؛ ولی در برآورد میزان آلودگی آب به انواع قارچ‌ها می‌تواند ارزشمند باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که آب آشامیدنی آماده استفاده حاوی قارچ‌های مختلفی می‌باشد. از آنجایی که نقش مستقیم و غیرمستقیم قارچ‌ها بر انسان امری اجتناب‌ناپذیر بوده و آب در نگهداری و انتشار آن در طبیعت و مجاورسازی آنها با انسان نقش بااهمیتی دارد و با توجه به قدرت بقاء آنها در شرایط ضدعفونی و فعالیت‌هایی که برای تصفیه آب انجام می‌شود؛ پیشنهاد می‌شود در پایش‌های منظمی که سیستم آب شهری از نظر آلودگی‌های میکروبی بررسی می‌شوند؛ قارچ‌ها نیز در این پایش‌ها مورد بررسی قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب (شماره ۱۰۵-۸۷) معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران بود. بدین‌وسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران به خاطر حمایت مالی سپاسگزاریم.

References

1. Gonçalves AB, Paterson RR, Lima N. Survey and significance of filamentous fungi from tap water. Int J Hyg Environ Health. 2006 May;209(3):257-64.

2. Kanzler D, Buzina W, Paulitsch A, Haas D, Platzer S, Marth E, et al. Occurrence and hygienic relevance of fungi in drinking water. Mycoses. 2008 Mar;51(2):165-9.

3. Hageskal G, Knutsen AK, Gaustad P, de Hoog GS, Skaar I. Diversity and significance of mold species in Norwegian drinking water. Appl Environ Microbiol. 2006 Dec;72(12):7586-93.

4. Göttlich E, van der Lubbe W, Lange B, Fiedler S, Melchert I, Reifenrath M, et al. Fungal flora in groundwater-derived public drinking water. Int J Hyg Environ Health. 2002 May;205(4): 269-79.

5. Hayette MP, Christiaens G, Mutsers J, Barbier C, Huynen P, Melin P, et al. Filamentous fungi recovered from the water distribution system of a Belgian university hospital. Med Mycol. 2010 Nov;48(7):969-74.

6. Hageskal G, Gaustad P, Heier BT, Skaar I. Occurrence of moulds in drinking water. J Appl Microbiol. 2007 Mar;102(3): 774-80.

7. Arvanitidou M, Kanellou K, Constantinides TC, Katsouyannopoulos V. The occurrence of fungi in hospital and community potable waters. Lett Appl Microbiol. 1999 Aug; 29(2):81-4.

8. Metzger WJ, Patterson R, Fink J, Semerdjian R, Roberts M. Sauna-takers disease. Hypersensitivity pneumonitis due to contaminated water in a home sauna. JAMA. 1976 Nov; 236(19):2209-11.

9. Emde KM, Smith DW, Facey R. Initial investigation of microbially influenced corrosion (MIC) in a low temperature water distribution system. Water Research. 1992; 26(2): 169-75.

10. Raper KB, Fennell DI, Austwick PK. The genus Aspergillus. 1st. New York: Krieger Publishing Company. 1973; pp:10-150.

11. Fog Nielsen K. Mycotoxin production by indoor molds. Fungal Genet Biol. 2003 Jul;39(2):103-17.

12. Russel R, Paterson M. Zearalenone production and growth in drinking water inoculated with Fusarium graminearum. Mycol Progress. 2007;6(2):109-13.

13. Anaissie EJ, Kuchar RT, Rex JH, Francesconi A, Kasai M, Müller FM, et al. Fusariosis associated with pathogenic fusarium species colonization of a hospital water system: a new paradigm for the epidemiology of opportunistic mold infections. Clin Infect Dis. 2001 Dec;33(11):1871-8.

14. Anaissie EJ, Stratton SL, Dignani MC, Lee CK, Summerbell RC, Rex JH, et al. Pathogenic molds (including Aspergillus species) in hospital water distribution systems: a 3-year prospective study and clinical implications for patients with hematologic malignancies. Blood. 2003 Apr;101(7):2542-6.

15. Pires-Gonçalves RH, Sartori FG, Montanari LB, Zaia JE, Melhem MS, Mendes-Giannini MJ, et al. Occurrence of fungi in water used at a haemodialysis centre. Lett Appl Microbiol. 2008 May; 46(5):542-7.