Applied Biology
Online ISSN: 2538-3434
Homepage: http://sjoapb.journal.qom-iau.ac.ir

Research article

Comprehensive study of microbial contamination of drinking water in Mashhad

Farahnaz Molavi Assistant Professor, Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran **(Crresponding author).** farahmolavi@gmail.com
Ali Qaraee Najafabadi Bachelor Student, Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. aliqaraeena@gmail.com
Negar Azani Bachelor Student, Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. negarazani.1377@gmail.com
Zeinab Javanshir Bachelor Student, Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. javanzeinab229@gmail.com
Mohadese Eslahi Bachelor Student, Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. eslahi.mohadese76@gmail.com
AmirHosein Alizade Bachelor Student, Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. amirhoseinalizade.7777@gmail.com
Faeze Gholami Bahar Bachelor Student, Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. fayzhghlamybhar@gmail.com

Abstract

Objective: Mashhad is the most important city in the country due to its tourist and pilgrimage attractions, and ensuring the safety of its drinking water is very important, especially for travelers. The aim of the present study was to investigate the microbial quality of drinking water in Mashhad

Materials and methods: This is a field research and a cross-sectional study. Sampling locations were determined by systematic sampling method. The drinking water of 15 selected stations was studied during 10 months from February 2019 to the end of December 2011. Each station was sampled 4 times in 4 different seasons. The samples were studied in three parts of bacterial, fungal and protozoan contamination assessment, according to existing standards.

Findings: The microbial quality of Mashhad's drinking water supply sources was very favorable in terms of total and faecal coliform contamination and was in line with the national standard. From a total of 220 fungal colonies grown, 7 different genera of fungi were identified. In general, the average CFU of isolated fungi for samples per 100 ml of water was 6.2.

Cite this article: Molavi, F, Qaraee Najafabadi A, Azani N, Javanshir Z, Eslahi M, Alizade AH & Gholami Bahar F. Comprehensive study of microbial contamination of drinking water in Mashhad. *Applied Biology*. 2023; 13(1): 103-120.

Received: 2022/12/22 ; **Revised:** 2023/01/14 ; **Accepted:** 2023/01/31 ; **Published online:** 2023/02/17

© the authors **Publisher:** Qom Islamic Azad University

The most common isolated fungus was Aspergillus (40.45%) and the least isolated colony was related to Fusarium (1.3%). No samples of protozoans or cysts related to protozoans were observed in any station.

Conclusion: According to the guidelines of the World Health Organization in 2006 for evaluating the microbial health of water, the drinking water quality of Mashhad was in accordance with the national standard. Mashhad's drinking water also contains various fungi. Therefore, it is suggested that in the regular monitoring of the urban water system in terms of microbial contamination, fungi should also be investigated as one of the important microorganisms. Regarding contamination with protozoa, no contamination was observed. In order to maintain the desirability of drinking water in Mashhad city, it is suggested that the water and sewage company continuously monitor the quality of drinking water sources.

Keywords: drinking water, fungi, Mashhad city, total coliform, fecal coliform, bacteria.

بیولوژی کاربردی
شاپا الکترونیکی: ۲۵۳۸-۳۴۳۴
Homepage: http://sjoapb.journal.qom-iau.ac.ir

مقاله پژوهشی

مطالعه جامع آلودگی میکروبی آب شرب شهر مشهد

فرحناز مولوی استادیار، گروه زیست‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران (**نویسنده مسئول**). farahmolavi@gmail.com
علی قرائی نجف‌آبادی دانشجوی کارشناسی، گروه زیست‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. aliqaraeena@gmail.com
نگار اذانی دانشجوی کارشناسی، گروه زیست‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. negarazani.1377@gmail.com
زینب جوانشیر دانشجوی کارشناسی، گروه زیست‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. javanzeinab229@gmail.com
محدثه اصلاحی دانشجوی کارشناسی، گروه زیست‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. eslahi.mohadese76@gmail.com
امیرحسین علیزاده دانشجوی کارشناسی، گروه زیست‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. amirhoseinalizade.7777@gmail.com
فائزه غلامی بهار دانشجوی کارشناسی، گروه زیست‌شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. fayzhghlamybhar@gmail.com

چکیده

هدف: شهر مشهد با توجه به داشتن جاذبه سیاحتی و زیارتی، مهم‌ترین شهر کشور محسوب می‌شود و اطمینان از سلامت آب شرب آن اهمیت بسیار زیادی، بویژه برای مسافران دارد. هدف پژوهش حاضر بررسی کیفیت میکروبی آب شرب شهر مشهد بود

مواد و روش‌ها: این پژوهش از نوع میدانی بوده و نوع بررسی مقطعی است. با روش نمونه‌گیری سیستماتیک، محل‌های نمونه‌برداری مشخص شدند. آب شرب ۱۵ ایستگاه منتخب طی مدت ۱۰ ماه از بهمن ۱۳۹۹ تا پایان آذرماه ۱۴۰۱ مورد مطالعه قرار گرفت. از هر ایستگاه ۴ مرتبه در ۴ فصل مختلف نمونه‌برداری شد. مطالعه نمونه‌ها در سه بخش ارزیابی آلودگی باکتریایی، قارچی و پروتوزوئرها، مطابق با استانداردهای موجود انجام شد.

یافته‌ها: کیفیت میکروبی منابع تأمین آب آشامیدنی شهر مشهد از لحاظ آلودگی به کلیفرم کل و مدفوعی بسیار مطلوب بود و با استاندارد ملی مطابقت داشت. از مجموع ۲۲۰ کلنی قارچی رشد یافته، ۷ جنس مختلف قارچ شناسایی شد. به‌طور کلی میانگین CFU قارچ‌های جدا شده برای نمونه‌های هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، ۶/۲ بود. شایع‌ترین قارچ جدا شده آسپرژیلوس (۴۰،۴۵ درصد) بود و کمترین کلنی جدا شده مربوط به فوزاریوم (۱/۳ درصد) بود. هیچ نمونه پروتوزوئر یا کیست مربوط به پروتوزوئرها در هیچ ایستگاهی مشاهده نگردید.

استناد به این مقاله: مولوی ف، قرائی نجف‌آبادی ع، اذانی ن، جوانشیر ز، اصلاحی م، علیزاده اح، غلامی بهار ف. مطالعه جامع آلودگی میکروبی آب شرب شهر مشهد. *بیولوژی کاربردی*. ۱۴۰۲؛ ۱۳(۱): ۱۰۳-۱۲۰.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱ ؛ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۱۰/۲۴ ؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۱۱/۱۱ ؛ **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۱/۱۱/۲۸

© نویسندگان
ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

نتیجه‌گیری: با توجه به رهنمود سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۶ میلادی برای ارزیابی سلامت میکروبی آب، کیفیت آب شرب شهر مشهد با استاندارد ملی مطابقت داشت. همچنین آب شرب مشهد حاوی قارچ‌های مختلف می‌باشد. لذا، پیشنهاد می‌گردد در پایش‌های منظم سیستم آب شهری از نظر آلودگی‌های میکروبی، قارچ‌ها نیز به عنوان یکی از میکروارگانیسم‌های مهم بررسی شوند. در خصوص آلودگی به پروتوزوئرها هیچ آلودگی مشاهده نشد. جهت حفظ مطلوبیت آب شرب شهر مشهد پیشنهاد می‌گردد که نظارت مستمر شرکت آب و فاضلاب بر وضعیت کیفی منابع تأمین آب آشامیدنی صورت گیرد.

کلیدواژه‌ها: آب آشامیدنی، قارچ‌ها، شهر مشهد، کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، باکتری‌ها.

۱. مقدمه

سلامت آب آشامیدنی مهم‌ترین و اساسی‌ترین مسئله در جوامع انسانی است؛ به‌طوری که در تمام تاریخ بشریت، کیفیت نامناسب آب شرب یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ‌ومیر انسان‌ها در جهان بوده است (۱). بررسی آلودگی آب در سطح جهان از نظر آلودگی به انواع آلاینده‌ها، یکی از مسائل مهم روز به‌شمار می‌آید (۲). بهبود بهداشت در هر جامعه‌ای ارتباط مستقیمی با کیفیت آب شرب آن جامعه دارد و آب مهم‌ترین عامل محیطی موثر بر زندگی انسان‌ها است (۳). افزایش دانش شناختی انسان در خصوص عوامل میکروبی و بهبود روش‌های مطالعاتی سبب شده است که استانداردهای محیط زیست در بخش آب شرب در جهان پیشرفت قابل‌توجهی داشته باشد. در همه جوامع امروزی تأمین سلامت آب و اجرای طرح‌های منطقه‌ای و متمرکز برای اطمینان از سلامت آب شرب و حفاظت از سلامت عمومی به شدت مورد توجه است و عدم سلامت آب شرب می‌تواند جامعه را در معرض بیماری‌های عفونی قرار دهد. به همین دلیل معمولاً استراتژی‌های ملی یا منطقه‌ای براساس منابع علمی برای ارزیابی سلامت آب شکل می‌گیرد تا حداقل‌های کیفی آب را جهت سلامت عمومی مشخص کنند (۴).

شهر مشهد در شمال شرقی ایران و مرکز استان خراسان رضوی واقع شده است. مشهد با ۳۵۱ کیلومتر مربع مساحت، دومین شهر پهناور ایران پس از تهران است (۵). براساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، مشهد با ۳٬۰۰۱٬۱۸۴ تَن جمعیت، دومین شهر پرجمعیت ایران پس از تهران و نود و پنجمین شهر پر جمعیت دنیا به‌شمار می‌رود. این شهر سالانه پذیرای بیش از ۲۷ میلیون زائر از داخل و دو میلیون زائر از خارج از کشور است و لذا در برخی ماه‌های سال مانند شهریورماه، این شهر با افزایش چشمگیر جمعیت روبرو می‌شود (۶). از این‌رو اطمینان از سلامت آب مصرفی ساکنین و زائرین آن، اهمیت بسیار زیادی دارد.

آب شرب شهر مشهد به طور عمده از رودخانه‌های هریررود و کشف‌رود تأمین می‌شود و مطالعه آلودگی آب کشف‌رود توسط مولوی و همکاران در سال ۱۳۹۶ نشان‌دهنده آلودگی وسیع میکروبی در رودخانه کشف‌رود بوده و به همین دلیل و با توجه به نقش کیفیت آب در سلامت عمومی و لزوم ارزیابی جامع از وضعیت کیفی آب آشامیدنی شهر مشهد، هدف این مطالعه ارزیابی آلودگی میکروبی آب آشامیدنی شهر مشهد از نظر آلودگی قارچی، باکتریایی و پروتوزوئرها در بازه زمانی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ بود. به‌طور کلی منظور از مطالعه آلودگی، بررسی وجود یا عدم وجود میکروب‌ها در آب است. این جانداران اکثراً ذره‌بینی هستند. فاضلاب‌های خانگی به علت آلودگی

به مدفوع انسانی که حاوی انواع باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها است، مهم‌ترین منبع آلودگی آب کشف‌رود می‌باشند (۶). در ارزیابی‌های استاندارد، ارزیابی پارامترهای کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی کاربرد زیادی دارند (۷). اساساً غلظت باکتری کلیفرم مدفوعی (FC) در آب مهم‌ترین پارامتر کیفیت میکروبی آب است، براساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت (WHO) و استاندارد ایران، میزان FC باید در هر ۱۰۰ میلی لیتر آب، صفر باشد (۸). یکی دیگر از پارامترهای مورد ارزیابی در این پژوهش، باکتری‌های هتروتروف بودند. باکتری‌های هتروتروف مجموعه‌ای از باکتری‌های هوازی یا بی‌هوازی اختیاری هستند که به جنس‌های میکروکوکوس، باسیلوس، فلاوباکتریوم، پروتئوس، انتروباکتر، آئروموناس، کلبسیلا، موراکسلا، آلکالی ژنز، سیتروباکتر، پسودوموناس، سراشیا، اسینتوباکتر، استافیلوکوکوس و مایکوباکتریوم تعلق دارند و کربن و انرژی خود را از ترکیبات آلی کربن‌دار تأمین می‌کنند (۹).

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. نمونه‌برداری

این مطالعه توصیفی- مقطعی[1]، در بازه زمانی بهمن ۱۳۹۹ لغایت آذرماه ۱۴۰۰ انجام شد. نمونه‌برداری در چهار فصل انجام شد. ایستگاه‌های نمونه‌برداری براساس پوشش تمام نواحی شهر مشهد تعیین گردید (شکل ۱، جدول ۱). نمونه‌ها به طور مستقیم از لوله‌های آب آشامیدنی منازل، سازمان‌ها، پارک‌ها و مساجد جمع‌آوری شدند. لوله آب ابتدا با اسپری الکل ضدعفونی شد و قبل از نمونه‌برداری به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه باز نگاه داشته شد.

شکل ۱- نقشه ایستگاه‌های نمونه‌برداری در شهر مشهد

1. Sectional Cross

جدول ۱- مشخصات مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	۳۶,۳۶۴۶۴۷۷۴۲۷۳۸۴۵۵	۵۹,۵۲۳۴۸۲۳۳۹۴۶۷۶۰۶
۲	۳۷,۴۸۷۶۲۳۸۵۱۴۵۲۴	۵۹,۵۱۶۲۷۲۵۶۲۱۰۶۵۷
۳	۳۶,۳۴۶۶۷۵۵۰۷۶۴۸۶۵	۵۹,۵۰۶۶۵۹۵۲۵۶۲۵۱۹
۴	۳۶,۳۳۱۱۸۸۴۰۸۶۸۰۴۳	۵۹,۵۰۳۹۱۲۹۴۳۷۷۳۳۸۶
۵	۳۶,۳۲۰۶۷۷۵۵۲۱۴۰۷۱۵	۵۹,۵۳۶۱۸۵۲۸۰۵۳۲۲۸
۶	۳۶,۳۱۵۴۲۱۵۹۲۲۳۳۹	۵۹,۴۹۹۴۴۹۷۴۸۲۶۴۱۷۶
۷	۳۶,۳۰۱۸۶۵۱۱۲۷۸۳۲۱	۵۹,۵۱۰۴۳۶۰۷۵۶۷۱۴۶
۸	۳۶,۲۹۴۱۱۷۴۹۴۹۴۷۴۱۵	۵۹,۵۴۷۱۷۱۶۰۷۹۳۹۹۵۵
۹	۳۶,۲۸۰۸۳۴۰۷۴۱۸۴۷۵	۵۹,۵۶۶۰۵۴۳۵۸۱۷۰۸۳
۱۰	۳۶,۲۶۰۰۷۴۲۰۲۹۳۹۹۵	۵۹,۶۰۸۲۸۳۰۵۴۱۴۲۵۷
۱۱	۳۶,۲۷۶۱۲۸۹۸۷۱۲۴۴۲	۵۹,۶۳۴۳۷۵۵۸۱۷۳۴۸۶۵
۱۲	۳۶,۲۸۹۱۳۶۴۷۷۱۴۳۸۹	۵۹,۶۲۸۸۸۲۴۱۸۰۳۱۲۳
۱۳	۳۶,۳۰۶۸۴۵۳۱۷۸۸۵۱۹	۵۹,۶۴۰۵۵۵۳۹۰۹۰۱۴۶
۱۴	۳۶,۳۱۱۸۲۵۲۰۴۹۴۲۷۳	۵۹,۵۹۴۲۰۶۸۲۲۱۵۱۹۸
۱۵	۳۶,۳۴۰۰۳۸۵۵۶۵۵۹۴۴۵	۵۹,۵۶۶۳۹۷۶۸۰۹۰۲۳۰۵

۲-۲. مطالعه باکتریایی

کیفیت میکروبی آب آشامیدنی شهر مشهد براساس سه پارامتر کل کلیفرم (TC، کلیفرم مدفوعی (FC) و شمارش میکروبی هتروتروفیك (HPC که قبلاً با عنوان شمارش پلیت استاندارد معرفی می‌شد) مورد بررسی قرار گرفت. بررسی باکتریایی آب در کم‌ترین زمان بعد از نمونه‌برداری انجام شد. میانگین مدت زمان بین نمونه‌برداری و انجام آزمایش ۸ ساعت بود. اگر امکان آزمایش در مدت زمان ۸ ساعت وجود نداشت، نمونه‌ها در دمای کم‌تر از ۴ درجه سلسیوس بدون آنکه یخ بزنند، نگهداری شدند. در این شرایط نیز فاصله زمانی بین نمونه‌برداری و آزمایش از ۲۴ ساعت بیشتر نشد. تشخیص آلودگی کلیفرم در دو مرحله احتمالی و تأییدی صورت گرفت (۱۰). در شناسایی کلیفرم گرماپای یا *E. coli* (یکی از کلیفرم‌های گرماپای اشرشیاکلی است که از محیط کشت اختصاصی اشرشیاکلی براث استفاده شد (آزمون تکمیلی). در آزمون احتمالی برای بررسی احتمال وجود کلیفرم، از قابلیت تخمیر در محیط کشت لاکتوز براث و ایجاد گاز در فاصله زمانی ۱۲ الی ۴۸ ساعت با درجه حرارت ۳۷ درجه سانتیگراد استفاده گردید. در آزمون تأییدی، برای

تأیید حضور کلیفرم، از محیط بریلینت گرین بیل براث با تولید تخمیر و ایجاد گاز در فاصله زمانی ۴۸ ساعت و درجه حرارت ۳۷ درجه سانتیگراد استفاده شد. نتایج بدست آمده از این آزمون‌ها به صورت اندیس محتمل‌ترین تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر (Most Probable Number/100 Ml) گزارش شد و با استانداردهای موجود مورد مقایسه قرار گرفت (۱۱).

برای ارزیابی میزان باکتری‌های هتروتروف، از محیط کشت نوترینت آگار Nutrient استفاده شد. بعد از کشت نمونه‌ها در این محیط کشت و نگهداری نمونه‌ها به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت با دمای ۳۷ درجه سانتیگراد، تعداد کلنی‌ها برحسب واحد تشکیل کلنی CFU (Colony Forming Unit/mL) در میلی لیتر تعیین و گزارش شد (۱۲).

۲-۳. فلور قارچی

برای اینکار ۱۰۰ میلی لیتر آب از هر ایستگاه در یک بطری استریل پلی استیرن حاوی ۱۲۰ میلی گرم در لیتر تیوسولفات سدیم (برای خنثی کردن کلر باقیمانده در آب) جمع‌آوری شد. نمونه‌ها از فیلترهای استریل ۰/۴ میکرومتری (Albet) عبور داده شدند و پس از عمل فیلتراسیون، فیلترها در شرایط استریل و به طور مستقیم در محیط مالت اکستراکت آگار دارای ۴۰ میلی‌گرم جنتامایسین و ۱۰۰ میلی‌گرم کلرا مفنیکل در هر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر (برای جلوگیری از رشد باکتری) قرار داده شدند. پلیت‌های حاوی فیلترها در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد به مدت ۷-۳ روز انکوبه شدند. در طول این مدت زمان، همه پلیت‌ها به‌صورت روزانه از نظر رشد قارچ‌ها بررسی می‌شدند و تعداد کلنی‌های رشد یافته ثبت شده و در پایان براساس واحد [1](CFU) در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر گزارش شدند. میانگین CFU برای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، از تقسیم تعداد کل CFU به تعداد نمونه‌های مثبت (از نظر رشد قارچ) بدست آمد. حداقل و حداکثر CFU برای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، به عنوان حداقل و حداکثر کلنی‌های شناسایی شده از نمونه‌های مثبت گزارش شدند. شناسایی قارچ‌ها در حد جنس به کمک روش‌های استاندارد قارچ‌شناسی براساس کشت روی لام و با استفاده از ساختمان ظاهری و ریزبینی کلنی‌ها انجام شد (۱۳).

۲-٤. مطالعه پروتوزوئرها

نمونه‌برداری براساس روش‌های استاندارد جهانی انجام شد (۱۴). مطابق استانداردها (۱۵)

1. Colony Forming Unit

نمونه‌های آب در ظروفی از جنس شیشه کهربایی رنگ و به حجم یک لیتر که قبلاً به این منظور آماده شده بودند، جمع‌آوری شدند. درب ظرف‌ها تنها در مدت نمونه‌برداری باز بوده و ظرف‌ها کاملاً با آب پر شدند تا هوایی داخل آن نماند که آسیبی به نمونه‌ها وارد نگردد. نمونه‌ها بعد از ۲ الی ۵ ساعت، ته‌نشین شده و ۹۰ درصد آب رویی خارج شد. رسوب باقیمانده در g ۱۰۰۰ و ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید، این عمل یک بار دیگر تکرار شد. محلول‌های انتهایی به پنج حجم سولفات روی ۳۳ درصد (وزن مخصوص ۱/۱۸) اضافه شده و کاملاً با همزن مخلوط شدند. حجم این محلول، حجم محصول نهایی در نظر گرفته شد. این محلول در سه نوبت به لام دارای حجم ۰/۳ میلی لیتر منتقل گردید و ۵ الی ۱۰ دقیقه به آن فرصت سکون داده شد. سپس لام‌ها با میکروسکوپ Nicon,1948 با بزرگنمایی ۴۰ و ۱۰۰ بررسی شدند. از هر ظرف حدود ۲۰ لام تهیه گردید. نمونه‌ها با Glutaraldehyde (غلظت ۲۵% مارک مرک آلمان) تثبیت شده و با تولوئیدین بلو (47 w/v در بافر cacodylate، 0/2 مولار) رنگ‌آمیزی شدند (۱۶-۲۰). آنالیز انگلی جهت شناسایی کیست، مطابق روش بیلنجر توسط لام شمارش مک مستر (با حجم حفره‌ای ۰/۳ میلی‌متر) و در سه مرحله انجام شد (۱۵).

۲-۵. آنالیز آماری

برای معرفی متغیرهای کمّی از برآورد میانگین و انحراف معیار استفاده شد. جهت مقایسه تحلیلی متغیرهای کمّی نیز در فصل‌های گوناگون یا ایستگاه‌های مختلف از آزمون واریانس استفاده شد. در همه موارد تحلیلی، مقدار P کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

۳. یافته‌ها

جدول شماره (۲) خلاصه نتیجه بررسی باکتریولوژیک آب شرب مصرفی در شهر مشهد است.

جدول ۲- خلاصه نتایج آنالیز کامل باکتریولوژی آب شرب شهر مشهد

	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
مجموع کلیفرم (MPN/100ml)	۰	۰	–	–
کلیفرم مدفوعی (MPN/100ml)	۰	۰	۰	۰
کلیفرم مقاوم به حرارت (MPN/100ml)	۰	۰	۰	۰
Hetro Plate Count (CFU/ml)	۰	۲۴۰	۲۴۰-۰	–

ارتباط بین متغیر باکتریولوژیک با دو متغیر فصل نمونه‌برداری و ایستگاه نمونه‌برداری، مورد

تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و نتایج آن نشان داد که ارتباط بین آنها معنادار نیست.

غلظت کلیفرم کل TC و کلیفرم مدفوعی FC در همه ایستگاه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که ۱۰۰ درصد نمونه‌های گرفته شده از تمام ایستگاه‌ها، فاقد آلودگی میکروبی بودند. حداقل و حداکثر کلیفرم کل و مدفوعی در نمونه‌ها صفر در ۱۰۰ میلی لیتر گزارش شد. میانگین تعداد باکتری‌های هتروتروف در آب آشامیدنی شهر مشهد در این تحقیق ۲۴۰ عدد بوده است.

۳-۱. فلور قارچی

از مجموع ۲۴ پلیت -ایستگاه، ۹ مورد از لحاظ رشد قارچ مثبت گزارش شد. جدول (۳) توزیع فراوانی و میانگین CFU انواع قارچ‌های جدا شده در هر ۱۰۰ میلی لیتر از نمونه آب در شهر مشهد را نشان می‌دهد. از مجموع ۲۲۰ کلنی قارچی جدا شده، ۷ جنس مختلف قارچ شناسایی شد. بیشترین کلنی جدا شده مربوط به آسپرژیلوس (۴۰/۴۵ درصد) و کمترین کلنی جدا شده مربوط به فوزاریوم (۱/۳ درصد) بود. حداقل و حداکثر CFU در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب برای نمونه‌های مثبت، ۳ گزارش شد. به طور کلی میانگین CFU قارچ‌های جداشده برای نمونه‌های مثبت در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، ۶/۲ بود. بیشترین میانگین CFU قارچ‌های جداشده برای نمونه‌های مثبت در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، به ترتیب ۹/۸ و ۴/۵ و متعلق به رودوتورولا و آسپرژیلوس بود.

جدول ۳ - توزیع فراوانی و میانگین CFU انواع قارچ‌های جدا شده در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب شرب شهر مشهد در ایستگاه‌های مختلف

نام قارچ	تعداد	میانگین (CFU/100ml)
آسپرژیلوس	۸۹ (۴۰,۴۵)	۴,۵
پنیسیلیوم	۶۸ (۳۰,۹)	۳,۸
کلادوسپوریوم	۳۸ (۱۷,۲)	۱,۸
رودوتورولا	۱۰ (۴,۵)	۹,۸
ریزوپوز	۵ (۲,۲)	۱,۶
فوزاریوم	۳ (۱,۳)	۲,۲
آلترناریا	۷ (۳,۱)	۱,۳
جمع کل	۲۲۰ (۱۰۰)	۶,۲

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

۳-۲. فون پروتوزوئرها

براساس نتایج بدست آمده، از هیچ یک از نمونه‌های جمع‌آوری شده از ۱۵ ایستگاه در شهر مشهد، نمونه‌ای از تکیاختگان، کیست آنها یا فرم غیرفعال آنها دیده نشد.

٤. بحث

با توجه به نتایج این تحقیق، آب شرب شهر مشهد از نظر تعداد باکتری‌های هتروتروف، در رده عالی قرار دارد. میانگین تعداد باکتری‌های هتروتروف در آب آشامیدنی شهر مشهد در این تحقیق ۲۴۰ عدد بدست آمد که در بازه ۱۰۰ الی ۱۰۰۰ قرار می‌گیرد، این در حالی است که در سال ۲۰۰۵ در بررسی این باکتری‌ها، در ۵۰ درصد نمونه برداشته شده از مناطق مختلف شهر، باکتری‌های هتروتروف مشاهده شد و تعداد باکتری‌های هتروتروف در شش منطقه شهر بالای ۵۰۰ mL/cfu گزارش شده بود. در این تحقیق هیچ‌گونه کلیفرم گرماپای (اشرشیا کلی) مشاهده نشد که احتمالاً به دلیل وجود کلر آزاد بوده (۲۱) و این شاخص با استاندارد آب آشامیدنی ایران منطبق است که اعلام می‌کند مقدار باکتری‌های کلیفرم مدفوعی در آب آشامیدنی باید صفر باشد. مطابق استاندارد ۱۰۱۱ ایران، اشرشیاکلی میکروب نشانگر آلودگی مدفوعی آب شناخته می‌شود (۴). ولی مطالعات دیگری وجود دارد که نشان می‌دهد انتروکوک نشانگر بهتری برای این نوع آلودگی است و بر همین اساس دولت بریتانیا قوانین جدیدی در این مورد وضع کرده است که متولیان صنعت آب را وادار می‌کند تا آلودگی انتروکوک و کریپتوسپوریدیوم را نیز ارزیابی مداوم کنند (۲۱،۲۲). همچنین در مواردی اعلام شده است آب‌هایی که آزمون کلیفرم را با موفقیت پشت‌سر گذاشته‌اند، حامل عوامل عفونی بودند و بیماری‌های گوارشی ایجاد کردند. در اکثر کشورها شاخص‌های میکروبیولوژیکی منابع آب شرب، کلیفرم و اشرشیاکلی هستند و اگر در آب شرب از آب‌های سطحی و در حال جریان استفاده شده باشد، باید *Clostridium perfringens* و اسپورها شمرده شوند (۲۳). براساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت، شاخص فقدان باکتری گرماپای در آب آشامیدنی برای جوامع با جمعیت کمتر از ۵۰۰۰ نفر، ۹۰ درصد است (۲۴).

در آسیا تغییرات آب و هوایی، خشکسالی‌های شدید، رشد جمعیت، افزایش تقاضا و مدیریت ضعیف در دهه‌های اخیر بر منابع کمیاب آب شیرین منجر به کمبود شدید آب در بسیاری از مناطق شده است. شرکت‌های آب با ارائه منبع جایگزین آب، افزایش آب تأمین شده، تأمین متناوب و حتی تحویل آب فله در شرایط کمبود شدید آب، کمبود آب را برطرف می‌کنند و این اقدامات

کیفیت شیمیایی و میکروبیولوژیکی آب را با خطر مواجه می‌نماید (۲۵).

در ایران، مطالعات زیادی در زمینه کیفیت آب آشامیدنی مناطق شهری و روستایی انجام شده است. نتایج نشان می دهد که کیفیت میکروبی آب شرب روستایی کشور براساس شاخص کیفیت میکروبی آب از نقطه‌نظر نبود باکتری شاخص اشرشیاکلی، ۰۷/۹۳ درصد است (۲۶). نتایج مطالعه حیدری و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیانگر آن است که وضعیت روستاهای تحت پوشش شهرستان کاشان، از لحاظ آلودگی مدفوعی بسیار عالی است (۲۷). مجدی و همکاران (۲۰۱۳) کیفیت میکروبی آب شرب روستاهای تکاب را بررسی کرده و اعلام نمودند که کیفیت میکروبی آب شرب این مناطق تقریباً در محدوده استاندارد ملی آب قرار دارد (۲۸). در مناطق شهری کشور، محوی و همکاران استاندارد بودن آب شرب منطقه ۱۷ تهران در سال ۲۰۰۵ را براساس شاخص‌های شیمیایی و میکروبی، سالم اعلام کردند (۲۱). محمدیان فضلی در سال ۲۰۰۲، آب شرب شهر کاشان را براساس استانداردهای بهداشت جهانی سالم اعلام کرد (۲۹). نبی‌زاده و همکاران نیز در بررسی آلودگی میکروبی آب شرب روستاهای شهر تهران در سال ۲۰۰۸، نشان دادند که در برخی مناطق شاخص آلودگی مناسبی ندارند (۳۰). امام جمعه و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان دادند که کیفیت میکروبی منابع تأمین آب آشامیدنی شهرستان قزوین از لحاظ آلودگی به کلیفرم کل و مدفوعی بسیار مطلوب بود و با استاندارد ملی مطابقت داشت (۳۱). پژوهش سهرابی و همکاران در خصوص کیفیت میکروبی آب مناطق شهری، روستایی و منابع تأمین آب خصوصی استان کرمانشاه نشان داد که ۳۱/۹۸ درصد از نمونه‌های مناطق مطالعه روستایی دارای آلودگی کلیفرم کل بودند (۳۲). شبانکاره فرد و همکاران نیز نشان دادند که کیفیت بهداشتی آب بوشهر از لحاظ میکروبی مشکل‌آفرین نیست (۳۳). همچنین مختاری و همکاران نیز گزارش کردند که شاخص مطلوبیت فقدان باکتری کلیفرم گرماپای در روستاهای مورد بررسی حومه شهر اردبیل در ماه‌های آبان و آذر، با توجه به ماه، به ترتیب ۹۶/۶۶ و ۱۰۰ درصد است (۳۴). عطابخش و همکاران (۲۰۱۰) نیز در اصفهان گزارش کردند که تصفیه آب به صورت صددرصد، آلودگی به باکتری کلیفرم گرماپای را از بین می‌برد (۳۵).

در خصوص شهر مشهد، علیدادی و همکاران در بهداشت ناحیه ۱ مشهد در سال ۲۰۱۶ غلظت شاخص‌های کیفیت شیمیایی را آزمودند و اعلام کردند که کیفیت آب زیر حد مطلوب (با توجه به استاندارد ۱۴۵۳ آب) است، اما مقدار غلظت فلوراید در تمام سال‌ها پایین‌تر از حد پایین استاندارد آب شرب (۴/۵ میلی گرم در لیتر بود (۳۶).

در جهان، مدیریت ریسکی، بهترین نوع مدیریت سلامت آب شرب است که در آن تمامی موارد تأمین آب از حوضه آبریز تا مصرف‌کننده بررسی می‌شود و محافظت میکروبی و شیمیایی منابع آب، اولین مانع تأمین کیفیت آب شرب بوده و موانع بعدی مراحل تصفیه آب مانند گندزدایی و محافظت از شبکه‌های توزیع آب می‌باشد (۳۷).

در بسیاری از کشورها علاوه‌بر ارزیابی آلودگی آب شرب به باکتری‌ها، وجود قارچ‌ها نیز بررسی می‌گردد و در کشورهای مختلف میزان آلودگی آب به قارچ‌ها بین ۷/۵ تا ۸۲/۵ درصد متغیر بوده است (۳۸-۴۱). مطابق با استانداردهای روز، باید مقدار *Clostridium perfringens* در ۲۰ میلی‌لیتر آب صفر باشد (۴۲). در انگلستان نظارت دائمی و مداوم برای اوسیست‌های انگلی Cryptosporidial oocyst باید انجام شود (۴۳).

حضور آسپرژیلوس و پنیسیلیوم در آب شرب مناطق مختلف، بارها گزارش شده است و گونه‌هایی از هر دو جنس پنیسیلیوم و آسپرژیلوس به عنوان تولیدکننده‌های مایکوتوکسین غذاها و آشامیدنی‌ها تلقی می‌گردند (۴۴-۴۵). اگرچه در مطالعه حاضر غلظت (میانگین) CFU گزارش شده از قارچ‌های موجود در آب، خطرساز نیستند؛ ولی ممکن است که این قارچ‌های فرصت‌طلب در افراد با سیستم ایمنی مختل شده و بیماران بستری در بیمارستان‌ها، بیماری‌های قارچی ایجاد کنند (۴۶). در مطالعه حاضر میزان قارچ‌های موجود در آب به صورت میانگین CFU در هر ۱۰۰ میلی لیتر آب گزارش شد، ولی باید دقت داشت که یک کلنی شکل گرفته از قارچ در محیط کشت می‌تواند ناشی از میسیلیوم‌های قارچ و یا مجموعه‌ای از چندین سلول قارچی رشد یافته باشند. به دلیل عدم وجود یک روش استاندارد برای شمارش قارچ‌های موجود در آب، مشابه آنچه که برای باکتری‌ها موجود است، نتایج به دست آمده از برآورد میزان آلودگی آب به انواع قارچ‌ها مورد توجه است. در مطالعه مشابهی با تحقیق حاضر، Mayahi (۲۰۱۲) در شهر ساری گزارش کرد که شایع‌ترین قارچ‌های جدا شده آسپرژیلوس (۳۷/٤ درصد)، پنیسیلیوم (۲۷/۳ درصد) و کلادوسپوریوم (۱۷/۳ درصد) بودند. کمترین کلنی جدا شده مربوط به رایزوپوس (۰/٦ درصد) بود. از بین گونه‌های مختلف آسپرژیلوس، گونه فلاووس (۲۳/۷ درصد) بیشترین میزان فراوانی را داشت (۴۷).

آسپرژیلوس می‌تواند در محیط‌هایی با آب کمتر و دمای بالاتر رشد کنند. رشد آسپرژیلوس به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی است و می‌توان آن را با کنترل عواملی مانند pH، دما و نور کاهش داد. در واقع افزایش میانگین دمای سالانه و تغییر اقلیم ممکن است منجر به گسترش این قارچ شود (۴۸). در سال جاری یک راکتور غشایی فوتوکاتالیستی جدید طراحی شد که از ترکیب فیلتراسیون

با فتولیز/فتوکاتالیز UV تحت یک لامپ جیوه کم‌فشار (انتشار طول موج در ۲۵۴ نانومتر) بود و با استفاده از غشاهای اصلاح شده سرامیکی برای تصفیه آب از آسپرژیلوس فومیگاتوس کارآرایی دارد (۴۹). رشد پنیسیلیوم اغلب در محیطی که آب و مواد مغذی کمیاب است، ظاهر می‌شود (۵۰). نتایج نشان می‌دهد که زیست توده مرده *Penicillium piscarium* می‌تواند جذب بیولوژیکی اورانیوم انجام بدهد و جایگزین مهمی برای فرآیندهای مرسوم برای تصفیه آب آلوده به فلزات سنگین باشد (۵۱). برخی محققان پیشنهاد می‌کنند که ایمنی آب آشامیدنی را نمی‌توان بیش از حد مورد تاکید قرار داد؛ چون قارچ‌های رشته‌ای ویژگی‌های بسیار خوبی برای حذف فلز دارند. از آنجایی‌که هر دو اکسید گرافن (GO) و کربن فعال (AC) که به عنوان جاذب فلز استفاده می‌شوند، گران‌قیمت هستند، شاید بودن این نوع از قارچ‌ها، روشی ارزان‌تر برای تصفیه آب از فلزات باشد (۵۲).

در خصوص آلودگی آب به پروتوزوئرها، مطالعات اندکی انجام شده است. در پژوهشی (۲۰۱۹) در کشف‌رود، انگل‌های پروتوزوئر: *Giardia lamblia*، *Trichomonas vaginali*، *Criptosporidium sp*، Entamoeba histolytic و *Balantidium coli*، *Dieantomeba fragilis*، *Endolimax nana*، *Normarsk sp*، *Iodamoeba butschlii* و *Chilomastix mesnili* گزارش شدند (۶). با اینکه رودخانه کشف‌رود یکی از منابع تأمین آب شرب شهر مشهد است، ولی هیچ‌یک از پروتوزوئرهای فوق در نمونه‌های آب شرب مشاهده نشدند.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که آب آشامیدنی شهر مشهد مطلوبیت خوبی دارد و دارای شاخص‌های سلامت است. از آنجایی که قارچ‌ها می‌توانند بر سلامت انسان اثرگذار باشند و با توجه به قدرت بقاء آنها در شرایط ضدعفونی و فعالیت‌هایی که برای تصفیه آب انجام می‌شود، پیشنهاد می‌شود در پایش‌های منظم سیستم آب شهری مشهد از نظر آلودگی‌های قارچی رصد شود، بویژه در ماه‌هایی که جمعیت مشهد افزایش چشمگیری دارد.

٦. حمایت و تأمین مالی

این مطالعه بخشی از طرح مصوب پژوهشی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد به قرارداد شماره ۱۴۲۸۲، مورخ ۲۰/۰۷/۱۴۰۰ می‌باشد و از همکاری صمیمانه آن دانشگاه قدردانی می‌شود.

۷. تشکر و قدردانی

از همکاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، و سرکار خانم دکتر سرگزی نهایت قدردانی را داریم.

References

1. Das P & et al. Carbon-dots-initiated photopolymerization: An in situ synthetic approach for MXene/poly (norepinephrine)/copper hybrid and its application for mitigating water pollution. *ACS Applied Materials & Interfaces*. 2021; 13(26): 31038-31050.
2. Yin K et al. Microplastics pollution and risk assessment in water bodies of two nature reserves in Jilin Province: Correlation analysis with the degree of human activity. *Science of The Total Environment*. 2021; 799: 149390.
3. Liu Y & et al. A review of water pollution arising from agriculture and mining activities in Central Asia: Facts, causes and effects. *Environmental Pollution*. 2021; 291: 118209.
4. Edition F. Guidelines for drinking-water quality. *WHO chronicle*. 2011; 38(4): 4-10.
5. Rabbani G, Shafaqi, S. & Rahnama, MR. Urban sprawl modeling using statistical approach in Mashhad, northeastern Iran. *Modeling Earth Systems and Environment*. 2018; 4: 141-149.
6. Molavi F et al. Study of pollution in the Kashafrood river by the approach of protozoan parasites. *Experimental animal Biology*. 2019; 8(1): 29-3. [in persian].
7. Organization WH. *Guidelines for Drinking-water Quality 3rd Ed. Incorporating the First and Second Addenda: Recommendations* vol.1. World Health Organization, Geneva, Switzerland. Available at:
   www. who. int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index. html, 2008.
8. Yeganeh J, Nazemi S & Mohammadkhani S. Study of Water Quality in Rural Regions of Northeastern Iran. *Journal of Human Environment and Health Promotion.* 2016; 2(1): 63-8.
9. Rodriguez-Valera, F, Ruiz-Berraquero F & Ramos-Cormenzana A. Characteristics of the heterotrophic bacterial populations in hypersaline environments of different salt concentrations. *Microbial Ecology*. 1981; 7: 235-243.
10. Huo L & et al. Effects of disinfectants and particles on the occurrence of different microorganisms in drinking water distribution systems. *Environmental Science: Water Research & Technology*. 2021; 7(5): 983-992.
11. Wu J et al. Are microbial indicators and pathogens correlated? A statistical analysis of 40 years of research. *Journal of water and health*. 2011; 9(2): 265-278.
12. Inwood GJ. Of leaps of faith and policy change: The Macdonald Royal Commission. in: *Commissions of Inquiry and Policy Change: A Comparative Analysis*. University of Toronto Press 2014.
13. Samson R,Van Kooij J & De Boer, E. Microbiological quality of commercial tempeh in the Netherlands. *Journal of Food Protection*.1987; 50(2): 92-94.
14. Edition F. Protocol for Developing Pathogen TMDLs. *Assessment*. 2001; 5: 1.
15. Molleda P et al. Removal of wastewater pathogen indicators in a constructed wetland in Leon, Spain. *Ecological engineering*. 2008; 33(3-4): 252-257.
16. Lian C & et al. Morphology and phylogeny of four marine or brackish water spirotrich ciliates (Protozoa, Ciliophora) from China, with descriptions of two new species. *European Journal of Protistology*. 2020; 72: 125663.

17. Papaiacovou I. Case study—wastewater reuse in Limassol as an alternative water source. *Desalination*. 2001; 138(1-3).
18. Dehority BA & Tirabasso PA. Antibiosis between ruminal bacteria and ruminal fungi. *Applied and Environmental Microbiology*. 2000; 66(7): 2921-7.
19. Lu W & Leung AY.A preliminary study on potential of developing shower/laundry wastewater reclamation and reuse system. *Chemosphere.* 2003; 52(9): 1451-1459.
20. Corliss JO. *The ciliated protozoa: characterization, classification and guide to the literature.* Secound Edittion. Pergamon prees. 2016: 455.
21. Mahvi A, Hashemi S & Younessian M. Quality of drinking water in a municipality district in Tehran. *Payesh (Health Monitor)*. 2005; 4(1): 5-9.
22. Pandit AB & Kumar JK. Clean water for developing countries. *Annual review of chemical and biomolecular engineering.* 2015; 6: 217-246.
23. Barrell R, Hunter P & Nichols G. Microbiological standards for water and their relationship to health risk. *Commun Dis Public Health.* 2000; 3(1): 8-13.
24. Barrell A & et al. Efficiency of environmental protection expenditures in EU countries. *Energies.* 2021; 14(24): 8443.
25. World Health Organization. *Chromium in Drinking-water*. 2020.
26. Salehi M. Global water shortage and potable water safety; Today's concern and tomorrow's crisis. *Environment International*. 2022; 158: 106936.
27. Ghannadi M & Mohebbi, MR. *A 2006 Survey of Drinking Water Microbial Quality in Rural Areas in IRAN (Limitations, Challenges, and Opportunities). Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab.* 2008; 19(1): 23-29. [in persian]
28. Heidari M & et al. Survey on microbial quality of drinking water in rural areas of Kashan and the role of rural water and wastewater company in that improvement. *Disaster Management and Response.* 2010; 2(1).
29. Majdi H, Gheibi L & Soltani, T. Evaluation of physicochemical and microbial quality of drinking water of villages in Takab Town in West Azerbaijan in 2013. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2015; 14(8): 631-642 .[in persian]
30. Mohammadian Fazli M. Microbial Quality Of The Drinking Water Of Zanjan City (2000). *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2002; 10(41): 45-50.
31. Nabizadeh R & et al. Evaluating the Microbial Content of the Drinking Water in Rural Areas of Tehran Province. *Journal of School of Public Health & Institute of Public Health Research*. 2008; 5(4).
32. Emamjomeh MM, Tari K & Khalili R. Assessment of microbial contamination in drinking water supplies Qazvin city (2013-14). *The Journal of Qazvin University of Medical Sciences.* 2017; 21(3): 91-95 .[in persian]
33. Sohrabi M, Mohammadzadeh H., *Quantitative study of groundwater resources in Ravansar study area (Kermanshah).* 2nd International Congress of Earth Sciences and Urban Development, 2016: 05-12.
34. Hayati R & Dobaradaran S. Evaluation of physical, chemical and microbial quality of distribution network drinkingwater in Bushehr, Iran. *ISMJ*. 2015; 17(6): 1223-1235. [in persian]

35. Fazlzadeh-Doyel, AMSM. & Draji, B. Survey of bacteriological quality of the drinking water in rural areas of Ardabil city. *Ardabil Health*. 2011; 2(1): 66-73.
36. Atabakhsh P & et al. Identification of Total and Fecal Coliforms and Heterotrophic to Microbiological Method and E. coli O157: H7 to Immunological, and RealTime PCR Methodsin IsfahanWaterTreatment Plant. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2010; 3(3). [in persian]
37. Alidadi H & et al. Study of chemical quality indicators of drinking water in the area covered by Health Center of Mashhad city in the years 87 to 90. *Journal of the Faculty of Medicine of Mashhad University of Medical Sciences*. 2016; 59(2): 115-121 .[in persian]
38. Products N. *National Standard of Iran, Drinking Water - Physical and Chemical Properties*. Iranian Institute of Standards and Industrial Research, 2012.
39. Gonçalves AB, Paterson RRM & Lima N. Survey and significance of filamentous fungi from tap water. *International Journal of hygiene and environmental health*. 2006; 209(3): 257-264.
40. Kanzler D & et al. Occurrence and hygienic relevance of fungi in drinking water. *Mycoses*. 2008; 51(2): 165-169.
41. Hayette M-P & et al. Filamentous fungi recovered from the water distribution system of a Belgian university hospital. *Medical Mycology*. 2010; 48(7): 969-974.
42. Hageskal G & et al. Occurrence of moulds in drinking water. *Journal of applied microbiology*. 2007; 102(3): 774-780.
43. Directive C. On the quality of water intended for human consumption. *Official Journal of the European Communities*. 1998; 3(330): 32-54.
44. Hoque BA & et al. Rural drinking water at supply and household levels: Quality and management. *International journal of hygiene and environmental health.* 2006; 209(5): 451-460.
45. Cabral C, Lucas P, Gordon D. *Estimating the health impacts of unsafe drinking water in developing country contexts [Online]*. 2009 Sep 01 [cited 2010 Des 28].
46. Focazio MJ & et al. A national reconnaissance for pharmaceuticals and other organic wastewater contaminants in the United States—II) Untreated drinking water sources. *Science of the total Environment*. 2008; 402(2-3): 201-216.
47. Pires-Gonçalves R & et al. Occurrence of fungi in water used at a haemodialysis centre. *Letters in applied microbiology*. 2008; 46(5): 542-547.
48. Mayahi S & et al. Mycoflora assessment in drinking tap water (Sari, Iran). *Journal of Gorgan University of Medical Sciences.* 2012; 13(4): 114-119.
49. Russell R & Paterson M. Zearalenone production and growth in drinking water inoculated with Fusarium graminearum. *Mycological Progress*. 2007; 6(2): 109-113.
50. Raper KB & Fennell, DI. *The genus Aspergillus.* The genus Aspergillus, 1965.
51. Wang H. & et al. Horizontal gene transfer of Fhb7 from fungus underlies Fusarium head blight resistance in wheat. *Science*. 2020; 368(6493): eaba5435.
52. Wang F. & et al. Interactions of microplastics and cadmium on plant growth and arbuscular mycorrhizal fungal communities in an agricultural soil. *Chemosphere*. 2020; 254: 126791.