

## *Determination of Fecal Coliform Contamination of Water Supplies in Some Rural Areas of Sari, Iran with Most Probable Number Test*

Seyed Masoud Hashemi Karouei<sup>1</sup>,

Masoumeh Eslamifar<sup>2</sup>,

Mohammad Ali Zazouli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Biology, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran

<sup>2</sup> MSc Student, Department of Basic Sciences, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon AND Microbiology Lab Expert, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received January 28, 2013; Accepted August 16, 2013)

### **Abstract**

**Background and purpose:** Safe drinking is water that does not have any chemical and microbial contamination. According to the World Health Organization (WHO) guideline standards for drinking water total and fecal coliform the indicator of fecal contamination must not be detectable in any 100 ml samples. Pollution indicator bacteria such as coliforms and fecal coliforms were enumerated using a multiple-tube fermentation method. Therefore, this study aimed to determine the microbial quality of domestic water wells in rural areas around Sari, Iran with most probable number (MPN) test.

**Materials and methods:** In this cross-sectional study, the microbial quality of water samples from 23 domestic water wells in some villages of Sari were randomly tested in twice to determine the presence of total coliform (TC) and fecal coliform (FC) by the MPN. Sampling and sample transportation and sample analysis were done according to water and wastewater standard methods.

**Results:** 87 and 70% of the samples presented total and fecal coliforms, respectively. Water samples of 16 wells were bacteriologically nonpotable. Besides, the results showed that the bacteriological quality of the 3 wells was within the acceptable limits set by WHO guidelines and therefore was safe for human consumption.

**Conclusion:** The results of the study suggested that the level of fecal contamination in domestic water wells was very high. The bacteriological quality of water was not according to the standard of WHO guidelines for drinking water. Therefore, using and drinking water from domestic water wells can pose a great threat and risk of waterborne epidemics by bacterial pathogens to the population consuming it. Water supplying authorities should consider this situation and take measures for the provision of contamination free drinking water to prevent waterborne disease outbreaks.

**Keywords:** Microbial contamination, groundwater, most probable number, Sari, Iran

## تعیین میزان آلودگی کلیفرم مدفوعی منابع آب برخی روستاهای شهرستان ساری با روش آزمون تخمیر چند لوله‌ای (MPN)

سید مسعود هاشمی کروئی<sup>۱</sup>

معصومه اسلامی فر<sup>۲</sup>

محمدعلی ززولی<sup>۳</sup>

### چکیده

**سابقه و هدف:** آب سالم آبی است که فاقد هر گونه آلودگی میکروبی و شیمیایی باشد. بر اساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت، آب شرب باید فاقد هر گونه آلودگی به کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه باشد. باکتری‌های شاخص آلودگی نظیر کلیفرم و کلیفرم مدفوعی به روش تخمیر چند لوله‌ای تعیین می‌شوند. هدف از این تحقیق، تعیین کیفیت میکروبی آب چاه‌های خانگی بعضی از روستاهای اطراف ساری در سال ۱۳۹۰ به روش آزمون تخمیر چند لوله‌ای (Most probable number یا MPN) بود.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش یک مطالعه توصیفی و مقطعی بود. در این مطالعه کیفیت میکروبی آب ۲۳ چاه آب خانگی بعضی از روستاهای اطراف شهرستان ساری از نظر کلیفرم کل و مدفوعی با دو مرتبه نمونه‌برداری به روش MPN تعیین شد. عمل نمونه‌برداری، انتقال به آزمایشگاه و آنالیز نمونه‌ها به روش کتاب روش‌های استاندارد آزمایش آب و فاضلاب تعیین شد.

**یافته‌ها:** به ترتیب، ۸۷ و ۷۰ درصد نمونه‌ها دارای کلیفرم کل و مدفوعی بودند. نمونه‌های آب ۱۶ چاه از نظر میکروبی غیر قابل شرب بودند. به علاوه تنها آب سه چاه از نظر میکروبی قابل شرب برای مصارف انسانی بودند. میزان کلیفرم مدفوعی چاه‌های آلوده از ۳/۶ تا ۹۵ MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر متغیر بود.

**استنتاج:** این مطالعه مشخص نمود که آلودگی مدفوعی آب چاه‌های مورد مطالعه خیلی زیاد است و کیفیت میکروبیولوژیکی مطابق استانداردهای آب شرب سازمان جهانی بهداشت نمی‌باشد. بنابراین مصرف و نوشیدن آب این چاه‌های خانگی می‌تواند سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید کند و موجب بروز بیماری‌های منتقله از آب در میان ساکنین منطقه شود. سازمان‌های تأمین‌کننده آب باید اقدامات لازم جهت تأمین آب شرب فاقد آلودگی و جلوگیری از شیوع بیماری را به عمل آورند.

**واژه‌های کلیدی:** آلودگی مدفوعی، منابع آب، آزمون تخمیر چند لوله‌ای، شهر ساری

### مقدمه

استاندارد باشد، عاری از عوامل بیماری‌زا نیز باشد (۱، ۲). به عبارتی آب باید سالم باشد. بیماری‌های منتقله از آب، یک مشکل بهداشتی جهانی است. بیماری‌های ناشی از آب به طور تیبیک توسط عوامل بیماری‌زای روده‌ای ایجاد می‌شود که به طور عمده از طریق مدفوعی-دهانی منتقل می‌شوند (۳). برخی

آب می‌تواند موجب انتقال بسیاری از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا به انسان شود، بنابراین سازمان‌های مسئول و نظارتی توصیه می‌نمایند که آبی که قرار است به مصرف شرب برسد، باید علاوه بر این که پارامترهای فیزیکوشیمیایی آن در حد

E-mail: zazoli49@yahoo.com

**مؤلف مسئول:** محمدعلی ززولی - ساری: دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط.

۱. استادیار، گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، تنکابن، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد میکروبیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، تنکابن و کارشناس آزمایشگاه میکروبیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران،

ساری، ایران

۳. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۱/۱۲/۲۱ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۵/۱۵

میکروارگانسیم‌های موجود در آب آشامیدنی که بررسی و مطالعه‌ی آن‌ها حائز اهمیت است شامل (۴): سالمونلا تیفی عامل بیماری تب حصبه، شیگلا دیسانتری عامل اسهال خونی، اشیریشیا کلی و کمپیلوباکتر عامل التهاب معده و روده و ویروس‌های هپاتیت A عامل عفونت هپاتیتی، پولیو عامل فلج اطفال، انواع تکک یاخته‌ها و سایر ارگانسیم‌های خانواده انتروباکتریاسه می‌باشند (۳).

بررسی و شناسایی تمام پاتوژن‌هایی که پتانسیل بیماری‌زایی در انسان دارند، لازمه ارزیابی جامع کیفیت میکروبی می‌باشد؛ اما به علت هزینه زیاد، نیاز به وسایل و روش‌های پیچیده و از همه مهم‌تر نیاز به زمان کافی، تعدادی از میکروارگانسیم‌های با منشأ روده‌ای به عنوان شاخص جهت برآورد و تعیین سرنوشت پاتوژن‌های روده‌ای در آب بررسی می‌شوند (۵). کلیفرم‌ها مهم‌ترین باکتری‌های شاخص مورد استفاده در آزمایش باکتریولوژیکی آب هستند که از سال ۱۹۱۴ توسط اداره بهداشت عمومی آمریکا به عنوان شاخص آلودگی آب آشامیدنی معرفی شدند (۶). به این ترتیب در حال حاضر توصیه سازمان جهانی بهداشت (WHO یا World health organization)، تعداد کلیفرم در نمونه‌های آب منابعی که بدون گندزدایی به مصرف شرب می‌رسند نباید از ۱۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر تجاوز کند (۳).

امروزه متداول‌ترین روش برای سنجش کیفیت میکروبی آب آشامیدنی استفاده از آزمون وجود یا عدم وجود باکتری‌های گروه کلیفرم و کلیفرم مدفوعی می‌باشد (۲). روش تخمیر چند لوله یا بیشترین تعداد احتمالی (MPN یا Most probable number) یکی از روش‌های استاندارد تعیین کلیفرم‌ها در آب می‌باشد (۲). گروه کلیفرم‌های کل (Total coliform) عبارت هستند از باکتری‌های میله‌ای شکل هوازی و بی‌هوازی اختیاری، گرم منفی و بدون اسپور که لاکتوز را با تولید گاز طی ۴۸-۲۴ ساعت در ۳۵ درجه سانتی‌گراد تخمیر می‌کنند و شامل انواع زیادی از باکتری‌هایی هستند که اکثر آن‌ها به تعداد زیاد از مدفوع انسان و حیوان

تخلیه می‌شوند؛ اما همه آن‌ها منشأ مدفوعی ندارند (۳). باید توجه داشت که انتقال میکروارگانسیم‌های بیماری‌زا توسط آب تنها از طریق آب آلوده و نوشیدن آن انجام نمی‌گیرد، بلکه شستشوی میوه‌ها و سبزی‌ها و ظروف و حتی دست‌ها با آب آلوده می‌تواند موجب انتقال این میکروارگانسیم‌ها باشد. بنابراین تأمین شرایط بهداشتی برای آب‌های مصرفی به طور کلی ضروری است.

تحقیقات زیادی در زمینه کیفیت میکروبی آب شرب به خصوص منابع زیرزمینی در کشورمان انجام شده است. قدیمی‌ترین تحقیق در ایران در مورد بررسی پایش کیفیت میکروبی چاه‌های آب شرب توسط شریعت‌پناهی و Anderson به ثبت رسید. در این مطالعه ۱۲۴ چاه آب در تهران از نظر آلودگی مدفوعی مورد مطالعه قرار گرفتند. آب این چاه‌ها وارد شبکه توزیع آب شرب شهر تهران نمی‌شدند بلکه جهت تأمین آب شرب اجتماعات کوچک، بیمارستان‌ها، کارخانجات و ... استفاده می‌شد. نتایج این مطالعه نشان داد که فقط ۱۷ چاه در طول چهار فصل نمونه‌برداری فاقد آلودگی مدفوعی بودند در حالی که ۱۰۷ چاه دیگر دارای آلودگی مدفوعی حداقل در یک فصل از سال بودند (۷). بررسی نبی‌زاده و همکاران در خصوص وضعیت میکروبی آب شرب روستاهای استان تهران نشان داد که آب شرب ۹۴/۰۱ درصد از ساکنان روستاهای استان تهران فاقد آلودگی کلیفرم گرماپای بود، که این میزان در شهرستان‌های پاکدشت، ساوجبلاغ و دماوند کمتر از بقیه شهرستان‌ها و به ترتیب معادل ۶۶/۶۶، ۸۶/۳۱ و ۸۶/۶۸ درصد بود (۸). میزان کدورت آب شرب مطالعه مختاری و همکاران نشان داد که ۹۶/۶۶ و ۱۰۰ درصد نمونه‌های آبی که به ترتیب در طی آبان و آذر ماه سال ۱۳۸۹ از منابع آب روستاهای اردبیل برداشت شده بود، فاقد آلودگی کلیفرمی بودند (۵). همچنین بررسی نانبخش نشان داد که منابع شرب ارومیه فاقد آلودگی به کلیفرم بود (۹). مطالعه میران‌زاده و همکاران در مورد کیفیت میکروبی آب شرب روستاهای کاشان نشان داد که آلودگی میکروبی

روستاهایی که تحت پوشش آب و فاضلاب نبودند بیش از روستاهایی بود که تحت پوشش آب و فاضلاب بودند (۱۰). در شهرستان ساری اغلب روستاها تحت پوشش آب و فاضلاب می‌باشند که مسئولیت تأمین آب شرب سالم را بر عهده دارند. اما در بعضی از روستاها خانوارها به علت کمبود آب شبکه عمومی و همچنین گاه جهت صرفه‌جویی در مصرف آب لوله‌کشی شده، از آب چاه‌های خانگی استفاده می‌کنند. با توجه به نقش کیفیت آب در سلامت ساکنین و لزوم شناخت جامع از وضعیت کیفی منابع آب‌های زیر زمینی و چاه‌ها، هدف از این تحقیق بررسی آلودگی کلیفرم مدفوعی چاه‌های آب شرب خانگی برخی روستاهای اطراف شهرستان ساری در سال ۱۳۹۰ بود.

## مواد و روش‌ها

### روش نمونه‌گیری

این تحقیق یک مطالعه توصیفی - مقطعی بود. ابتدا ۲۳ چاه از ۹ روستای مختلف اطراف شهرستان ساری جهت نمونه‌گیری انتخاب شدند و از هر یک از آنها دو بار به طور جداگانه دو نمونه آب در ظروف نمونه‌برداری استریل تهیه شد و در شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل شد. روستاهایی که از چاه آب آنها نمونه‌برداری شد، از میان روستاهایی انتخاب شدند که در ماه‌های گرم با کمبود آب مواجه بودند و ساکنین مجبور بودند از آب چاه‌های خانگی استفاده نمایند. روستاهای مورد مطالعه در قسمت‌های شمال شهرستان واقع بودند. لیست روستاهایی با احتمال کمبود آب در ماه‌های گرم از مرکز بهداشت شهرستان تعیین شد. قبل از نمونه‌برداری با واحد بهداشت محیط هماهنگی‌های لازم جهت نمونه‌برداری و جلب رضایت صاحبان منازل به عمل آمد.

### روش انجام تست MPN

تست MPN در سه مرحله احتمالی، تأییدی و تکمیلی با اهداف مختلف انجام می‌شود. در این تحقیق فقط مرحله احتمالی و تأییدی مطابق با روش مندرج در کتاب روش‌های

استاندارد آزمایش آب و فاضلاب به صورت زیر انجام شد (۱۱). برای انجام آزمایش احتمالی از سه سری لوله حاوی محیط کشت لاکتوز برات دارای لوله دورهام استفاده شد. به هر کدام از سه لوله سری اول، دوم و سوم به ترتیب ۱۰، ۱ و ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه آب مورد آزمایش، تلقیح شد. آن گاه لوله‌های تلقیح شده را در ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۲۴-۴۸ ساعت انکوبه گردید و پس از آن لوله‌ها از نظر تولید گاز مورد بررسی قرار گرفت. لوله‌هایی که در آنها حباب‌های گاز مشاهده شد، به عنوان مثبت تلقی شده، برای آزمایش در مرحله تأییدی استفاده شدند. برای انجام تست تأییدی از محیط کشت BGLB (Brilliant green lactose bile) (شرکت Himedia، هند) دارای لوله دورهام استفاده شد. برای انجام این مرحله از تمام لوله‌های مثبت مرحله احتمالی با یک لوپ استریل یک حلقه به محیط کشت BGLB دارای دورهام انتقال داده شد و لوله‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور (شرکت INB آلمان) به مدت ۲۴-۴۸ ساعت انکوبه گردیدند. پس از طی زمان انکوبه، لوله‌ها از نظر تولید گاز و کدورت بررسی شدند. مشاهده شدن گاز دال بر مثبت بودن آزمایش تأییدی بود. برای شناسایی و شمارش وجود کلیفرم‌های مدفوعی (اشرشیا کلی) از محیط کشت EC broth (شرکت Himedia هند) دارای لوله دورهام استفاده شد که بعد از تلقیح به مدت ۲۴-۴۸ ساعت در دمای ۴۴/۵ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند. مشاهده گاز بعد از انکوباسیون در محیط EC نشانگر مثبت بودن آزمایش و حضور کلیفرم مدفوعی بود. آن گاه میزان MPN کلیفرم مدفوعی محاسبه شد (۱۱، ۳).

## یافته‌ها و بحث

میانگین میزان MPN کلیفرم کل و مدفوعی در نمونه‌های آب در جدول شماره ۱ آمده است. دیده می‌شود که حداقل و حداکثر تعداد کلیفرم کل در نمونه‌های به ترتیب صفر و ۴۳۸ MPN در ۱۰۰ سی‌سی نمونه

بود. در حالی که در ۲۰ چاه دیگر حداقل آلودگی به کلیفرم مشاهده شد یعنی ۸۷ درصد چاه‌ها آلوده به کلیفرم کل بودند. تعداد چاه‌هایی که آلودگی در آن‌ها حتمی بود در مرحله بعدی تست تعیین شد. در مرحله تأییدی با محیط کشت EC broth و حرارت ۴۴/۵ در ۱۶ نمونه (۶۹/۵۶ درصد) وجود کلیفرم مدفوعی تأیید شد (جدول شماره ۱).

تعداد ۲۰ چاه (۸۷ درصد) به کلیفرم کل و ۱۶ چاه (۶۹/۵۶ درصد) به کلیفرم مدفوعی آلوده بودند. میانگین و انحراف معیار کلیفرم‌ها در کل چاه‌های آلوده در جدول شماره ۲ آورده شده است.

در ۷ نمونه (۳۰/۴۴ درصد) هیچ گونه آلودگی مدفوعی مشاهده نشد. این نمونه‌ها به ترتیب مربوط به روستاهای ماهفروز محله (نمونه‌های ۵ و ۸)، پنبه‌چوله (نمونه ۹)، طاهرآباد (نمونه ۱۶)، حمیدآباد (نمونه ۱۸)، و فرح‌آباد (نمونه‌های ۲۲ و ۲۳) بودند. از میان ۷ نمونه (۷ چاه) که آلودگی به کلیفرم مدفوعی مشاهده نشدند، در چهار چاه کلیفرم کل مشاهده شد. فقط در نمونه‌های آب چاه روستای طاهرآباد، تعداد کلیفرم کل بیش از حد استاندارد WHO بود.

همان طوری که بیان شد آلودگی آب چاه‌های مورد مطالعه به مدفوع، در حدود ۷۰ درصد چاه‌ها قطعی بود. دلایل عمده این آلودگی آن است که تمام چاه‌ها کم عمق بودند، عمل گندزدایی آب در این چاه‌ها انجام نمی‌شد و حداقل فاصله چاه آب با چاه‌های جذبی فاضلاب رعایت نشده بود. بالا بودن سطح آب زیرزمینی منطقه و کوچک بودن مساحت خانه‌سراها، امکان رعایت فاصله افقی چاه آب و فاضلاب را میسر نمی‌کند. بنابراین لازم است مسئولین بهداشتی منطقه نسبت به آموزش مردم و اعلان مخاطرات بهداشتی مصرف و آشامیدن این نوع چاه‌ها اقدامات لازم را به عمل آورند.

آب متغیر بود. اما در نمونه‌های مثبت حداقل تعداد کلیفرم کل ۳/۶ MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر بود. همان طوری که در این جدول دیده می‌شود تنها آب در سه چاه واقع در پنبه‌چوله، فرح‌آباد و حمیدآباد فاقد هر گونه کلیفرم و کلیفرم مدفوعی

جدول شماره ۱: میانگین میزان کلیفرم کل و مدفوعی در نمونه‌های آب

نام روستا	کلیفرم کل (MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	کلیفرم مدفوعی (MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر)
ماچک پشت	۹۵/۰	۵۸/۰
ماچک پشت	۷۶/۰	۴۶/۰
پاشاکلا	۴۳۸/۰	۹۵/۰
تیر کلا	۲۰/۰	۱۵/۰
ماهفروز محله	۹/۵	۰/۰
ماهفروز محله	۴۶/۰	۳/۶
ماهفروز محله	۹۵/۰	۹/۵
ماهفروز محله	۳/۶	۰/۰
پنبه چوله	۰/۰	۰/۰
پنبه چوله	۷۶/۰	۷۶/۰
کردخیل	۳/۶	۳/۶
کردخیل	۱۹۰/۰	۲۸/۰
کردخیل	۲۸/۰	۳/۶
طاهرآباد	۷۶/۰	۴۶/۰
طاهرآباد	۲۷۱/۰	۴۶/۰
طاهرآباد	۱۵/۰	۰/۰
حمیدآباد	۲۸/۰	۹/۵
حمیدآباد	۰/۰	۰/۰
حمیدآباد	۱۹۰/۰	۲۰/۰
حمیدآباد	۱۵/۰	۹/۵
حمیدآباد	۲۰/۰	۱۱/۰
فرح‌آباد	۳/۶	۰/۰
فرح‌آباد	۰/۰	۰/۰

جدول شماره ۲: میانگین تعداد کلیفرم‌ها در چاه‌های آلوده

متغیر	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای استاندارد	انحراف معیار
کلیفرم کل	۲۳	۰	۴۳۸	۷۳/۸۸۳	۲۲/۳۳۳۲	۱۰۷/۱۰۶۰
کلیفرم مدفوعی	۲۳	۰	۹۵	۲۰/۸۸۳	۵/۶۷۹۶	۲۷/۲۳۸۶

تنگ‌ایچ با تعداد ۹۳ کلیفرم بود. در هیچ یک از نمونه‌ها وجود کلیفرم مدفوعی اثبات نشد (۱۵). در مطالعه دهقانی و همکاران در بررسی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان سقز در ۴۹ مورد از نمونه‌ها آلودگی به کلیفرم مدفوعی مشاهده شد. آب شرب ۸۸ درصد از ساکنان روستای سقز فاقد آلودگی کلیفرم مدفوعی بود که بر خلاف تحقیق حاضر بود. علت این تفاوت گندزدایی آب روستاهای سقز می‌باشد اما آن‌ها تا ۱۱۰۰ واحد کلیفرم مدفوعی در بعضی از منابع گزارش کردند (۱۶). تحقیقی در دو دهستان سبزوار نشان داد که ۹/۶ درصد منابع آب شرب روستاهای تحت پوشش به کلیفرم آلوده بودند (۱۷).

نتایج مطالعه محمدیان فضلوی و صادقی در بررسی منابع آب شهرستان زنجان هیچ گونه آلودگی میکروبی را در مرحله تأییدی و تکمیلی از نظر کلیفرم‌ها (کل و مدفوعی) نشان نداد (۱۸). عدم وجود کلیفرم مدفوعی در آب مصرفی شهری دور از انتظار نیست و استاندارد جهانی آب نیز بر این امر بنا شده است، اما بالا بودن آلودگی در منابع زیرزمینی آب روستایی پژوهش حاضر گویای این واقعیت است که وضعیت خوبی در برخی مناطق روستایی شهرستان مورد مطالعه برقرار نبود و در پاره‌ای از روستاها کیفیت میکروبی آب به سطوح متوسط و ضعیف تنزل یافته بود. مطالعه حسنی و همکاران در بررسی وضعیت آلودگی میکروبی ۱۴ چاه آب روستاهای شهرستان اسلام‌شهر اکثر آلودگی را در منطقه مربوط به روستاهای حاشیه شرقی و جنوبی نشان داد. تنها در چاه آب یک روستا آلودگی به کلیفرم‌های مدفوعی گزارش شد، در حالیکه چاه آب ۶ روستا در هر دو بار آزمون به کلیفرم کل آلوده بودند. علت آلودگی را استفاده از کود حیوانی برای حاصل‌خیزی خاک بیان داشته‌اند (۱۹).

در بررسی انجام‌شده توسط برنامه‌ر و همکاران جهت تعیین نوع منبع آلودگی مدفوعی در شبکه‌های توزیع آب روستاهای تحت پوشش آب و فاضلاب شهرستان مشهد، ۷۰ درصد از نمونه‌ها فاقد آلودگی مدفوعی و ۲۳ درصد از نمونه‌ها از نظر کلیفرم مدفوعی مثبت بودند که در مقایسه با تحقیق حاضر آلودگی کمتری داشتند (۲۰).

تحقیقات مشابه بسیاری آلوده بودن منابع آب در مناطق روستایی در ایران را تأیید کرده‌اند. قدیمی‌ترین مطالعه مربوط به تهران است که توسط دکتر شریعت پناهی و Anderson گزارش شد. بر اساس گزارش حدود ۸۶ درصد از ۱۲۴ چاه نمونه‌برداری‌شده در تهران آلودگی قطعی داشتند (۷). در آزمایشات عزیزی و هاشمی برای تعیین میزان آلودگی‌های منابع آب‌های آشامیدنی روستاهای شهرستان بابل به کلیفرم‌ها و بررسی اثر سودوموناس آب بر روی اشرشیا کلی، در آزمون MPN ۸۴ مورد (۸۴ درصد) از نمونه آب در محیط کشت اولی (لاکتوز برات) و ۸۵ مورد (۸۵ درصد) از نمونه آب در محیط دومی (بریلیانت گرین لاکتوز بیل برات) از نظر تولید گاز و تشکیل حباب مثبت بود (۱۲). این نتیجه تا حد زیادی مشابه نتیجه پژوهش حاضر (با ۸۴ درصد نتیجه مثبت کلیفرم کل و ۶۹/۵۶ درصد کلیفرم مدفوعی) بود. آن‌ها دلیل زیاد بودن آلودگی را، خرابی دستگاه کلرزی و یا نبود کلر مایع در برخی از روستاهای مورد بررسی بیان داشتند (۱۲). بررسی کیفیت میکروبی آب ۷۶ چاه شهرستان خرم‌دره نشان داد که آب ۳۱ حلقه چاه (۳۱/۵۷ درصد) به کلیفرم مدفوعی آلوده بودند. این بررسی نشان داد که عواملی نظیر عمق چاه و فصول سال بر نوع باکتری‌های روده‌ای تأثیر دارد، لیکن عمق چاه تأثیری بر میزان آلودگی به کلیفرم مدفوعی نداشت (۱۳). بررسی منابع آب شرب روستاهای شهرستان بابل نشان داد که ۲۰ و ۱۳/۶ درصد نمونه‌ها به ترتیب به کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی آلوده بودند. آن‌ها دلیل اصلی آلودگی آب این منابع را، فاصله کم با منابع آلودگی، به‌سازی نامناسب و عدم تأمین کلر باقی‌مانده تا حد مطلوب بیان داشتند (۱۴). در واقع این دلایل، برای تحقیق حاضر صادق است به استثنای این که، در چاه‌های مورد بررسی تحقیق به طور کلی گندزدایی انجام نشده بود.

در مطالعه دستورانی و همکاران در بررسی وضعیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای تابعه شهرستان فسا (۳۰ روستا) از آزمون MPN استفاده شد. ۳/۳۳ درصد از نمونه‌ها دارای آلودگی کلیفرمی بودند و تعداد کلیفرم‌ها از ۳ تا ۹۳ متغیر بودند. بیشترین آلودگی کلیفرمی مربوط به روستای

در بررسی کلی از نتایج و مشاهدات به دست آمده می‌توان گفت دلایل زیادی وجود دارد که در بالا بودن میزان آلودگی‌های مدفوعی منابع آب روستایی دخالت دارند. از مهم‌ترین این عوامل می‌توان به عدم وجود درپوش چاه‌ها و مخازن که سبب ورود مستقیم فضولات حیوانات اهلی و وحشی و پرندگان به آب می‌شوند، استفاده از کودهای حیوانی برای باروری خاک فضای سبز اطراف برخی از چاه‌ها، در دسترس نبودن کلر مایع، نقص دستگاه کلرزنی در برخی از مناطق و از همه مهم‌تر نزدیکی منبع جمع‌آوری فضولات انسانی و حیوانی به منابع آب، می‌باشند. به علت محدود بودن منابع آب قابل دسترسی در کشور و عدم توزیع مناسب زمانی و مکانی آن، یکی از چالش‌های عمده، تأمین آب سالم می‌باشد. بنابراین باید تلاش فراوان به کار بست تا از آلوده شدن آب‌های سالم در دسترس جلوگیری به عمل آید. همچنین با توجه به این امر برنامه‌ریزی کنترل کیفی مستمر چاه‌ها به خصوص در مواردی که در معرض آلودگی می‌باشند جهت دستیابی به پیشرفت و سلامت بیشتر جامعه توصیه می‌گردد.

## نتیجه‌گیری

در نهایت این تحقیق نشان داد که ۸۷ و ۷۰ درصد از چاه‌های نمونه‌برداری شده به ترتیب به کلیفرم و کلیفرم مدفوعی آلوده بودند. به عبارتی آلودگی آب حدود ۷۰ درصد چاه‌های مورد مطالعه به مدفوع قطعی بود. دلیل عمده این آلودگی کم عمق بودن تمام چاه‌ها و عدم به‌سازی آن‌ها است. هیچ کنترل بهداشتی بر کیفیت آب چاه‌های خانگی از جمله عمل گندزدایی آب در این چاه‌ها

انجام نمی‌شود. از همه مهم‌تر عدم رعایت فاصله چاه آب با چاه‌های جذبی فاضلاب می‌باشد که به علت بالا بودن سطح آب زیرزمینی منطقه و کوچک بودن مساحت خانه‌سراها، امکان رعایت فاصله افقی چاه آب و فاضلاب میسر نمی‌باشد. با توجه به این نتایج توصیه اکید می‌شود که مردم از آب این منابع حتی در شرایط اضطرار به منظور شرب استفاده نمایند. مسئولین بهداشتی منطقه باید نسبت به آموزش مردم و اعلام مخاطرات بهداشتی مصرف و آشامیدن آب این نوع چاه‌ها اقدامات لازم را به عمل آورند. هر چند کلرزنی این آب‌ها قبل از مصرف توصیه می‌شود ولی نباید آلودگی احتمالی به آلاینده‌های شیمیایی آب این نوع چاه‌ها را فراموش نمود، زیرا این چاه‌ها کم عمق هستند و به‌سازی نشده‌اند و در منطقه‌ای واقع شده‌اند که هزاران هکتار مزارع کشاورزی وجود دارد. در این مزارع و باغات سالیانه مقادیر زیادی انواع کود شیمیایی، سموم و آفت‌کش‌ها استفاده می‌شود که ممکن است وارد آب این چاه‌ها شوند. بنابراین ضمن تدبیر تمهیدات لازم جهت کنترل آن‌ها توسط سازمان‌های مسئول، مطالعه کیفیت شیمیایی آب این چاه‌ها توصیه می‌گردد.

## سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان از همکاری و هماهنگی مرکز بهداشت شهرستان و بهورزان روستاها جهت نمونه‌برداری و همین‌طور صاحبان منازل که از آب چاه آن‌ها نمونه‌برداری شد، تشکر و قدردانی می‌نمایند. این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد میکروبیولوژی بود.

## References

1. Zazouli MA, Alam Gholilou M. Survey of chemical quality (Nitrate, Flouride, Hardness, Electrical Conductivity) of drinking water in Khoy city. J Mazand Univ Med Sci 2003; 23(Suppl-2): 80-4. (Persian).
2. Zazouli M, Safarpour Ghadi M, Veisi A, Habibkhani P. Bacterial Contamination in Bottled Water and Drinking Water Distribution Network in Semnan, 2012. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 22(1): 151-9. (Persian).
3. Zazouli MA, Bazrafshan E. Water and Wastewater Technology. Tehran, Iran: Samat Publication; 2009. (Persian).
4. Wright J, Gundry S, Conroy R. Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use. Trop Med Int Health 2004; 9(1): 106-17.

5. Mokhtari SA, Fazlzadeh Davil M, Dorraji B. Survey of Bacteriological Quality of the Drinking Water in Rural Areas of Ardabil City. *Journal of Ardabil Health* 2011; 2(1): 66-73. (Persian).
6. Tallon P, Magajna B, Lofranco C, Tin Leung K. Microbial Indicators of Faecal Contamination in Water: A Current Perspective. *Water, Air, and Soil Pollution* 2005; 166(1-4): 139-66.
7. Shariatpanahi M, Anderson AC. Bacterial survey of well water-Tehran, Iran. *Environ Res* 1987; 43(2): 285-9.
8. Nabizadeh R, Naddafi K, Mohebi MR, Yonesian M, Mirsepasi AM, Ouktaei S, et al. Evaluating the microbial content of the drinking water in rural areas of Tehran province. *J Sch Public Health Inst Public Health Res* 2008; 5(4): 63-73. (Persian).
9. Nanbakhsh K. Survey on chemical and microbial quality of drinking water groudwater in Urmia city in 2002. *Urmia Med J* 2002; 13(1): 41-50. (Persian).
10. Miranzadeh MB, Heidari M, Mesdaghinia AR, Younesian M. Survey of microbial quality of drinking water in rural areas of Kashan-Iran in second half of 2008. *Pak J Biol Sci* 2011; 14(1): 59-63. (Persian).
11. Eaton AD, Franson MA, American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, DC: American Public Health Association; 2005.
12. Azizi IG, Hashemi M. Determination of contamination in potable water supplies in villages of Babol (one city in Iran) and the effect of pseudomonas on E. coli in the MPN Test. *Proceedings of the International conference and exhibition for filtration and separation technology; Filtech; 2005 Oct 11-13; Wiesbaden, Germany; 2005*.
13. Amini B, Baghchesaraei H, Nasiri A. Estimation of coliform contamination rate and impact of environmental factor on bacterial quality of tube well water supplies in Khorramdarreh County, Iran. *African Journal of Biotechnology* 2012; 11(31): 7912-5. (Persian).
14. Amouei A, Miranzadeh MB, Shahandeh Z, Taheri T, Ali Asgharnia H, Akbarpour S, et al. A Study on the Microbial Quality of Drinking Water in Rural Areas of Mazandaran Province in North of Iran. *Journal of Environmental Protection* 2011; 3(7): 605-9. (Persian).
15. Dastoorani MJ, Mahmodian SS, Asghar NA, Rahmani K. Survey of microbial quality of the drinking water in rural arease of Fasa city in 2007-2008. *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> National Conference on Operation and Maintenance of Water and Waste Water Systems; 2009 Feb 23-24; Tehran, Iran; 2009*. (Persian).
16. Deghani M, Ghaderpoori M, Fazlzadeh M, Golmohamadi S. Survey of Bacteriological Quality of the Drinking Water in Rural Areas of Saqqez City. *Iran J Health Environ* 2009; 2(2): 132-9. (Persian).
17. Robat Sarpoushi Gh, Choupani R, Tarkhasi M, Rahmani Sani A. Evaluation of Drinking Water Biological and Chemical Quality in Rural Villages Under Vision of Rabat Sarpush and Shamkan Villages. *The journal of Reaserch Committee of Students at Sabzevar University of Medical Sciences* 2012; 17(1-2): 13-7. (Persian).
18. Mohammadian Fazli M, Sadeghi GR. A survey on contamination of zanzan drinking water supplies in 1999- 2000. *J Zanjan Univ Med Sci* 2003; 11(43): 49-54. (Persian).
19. Hasani AH, Khani MR, Sayyadi M, Ghadami V, Khastoo HR. The study of microbial pollution in ground water resources in Islamshar region. *Journal of Environmental Sciences and Technology* 2010; 12(1): 195-200. (Persian).
20. Bornamehr B, Kateh Shamshiri T, Mohammadi Z, Barghamdi M, Ahi AA. Determining the kind of the source of fecal contamination in drinking water distribution systems of rural areas under the cover of Rural Water and Wastewater Organization of Mashhad in the second quarter of 2008. *Proceedings of the 12th National Congress of Environmental Health; 2009 Nov 3-5; Tehran, Iran; 2009*. p. 972-9. (Persian).