بررسی کیفیت میکروبی و کلرزنی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه و نقش شرکت آب و فاضلاب روستایی در بهبود کیفیت آن

غلامحسین صفری[1*]، صابر سالم[2]، محمد مسافری[3]

۱*- نویسنده مسئول، مرکز تحقیقات سلامت و محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۳- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

*ایمیل نویسنده مسئول: hsafari13@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۰۲/۰۶ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۰۴/۰۸

چکیده

هدف از این مطالعه، ارایه تصویری روشن از سیمای کیفیت آب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه، میزان بهره‌مندی جمعیت روستاها از آب آشامیدنی سالم و بهداشتی از نقطه نظر کیفیت میکروبی و نقش شرکت آب و فاضلاب روستایی (آبفار) میانه، در بهبود کیفیت میکروبی آب آشامیدنی می‌باشد. تعداد۵۰ روستا (۲۵ روستای تحت پوشش و ۲۵ روستای غیر تحت پوشش آبفار) بصورت تصادفی طبقه بندی شده براساس تخصیص متناسب انتخاب و از هر روستای منتخب در هر ماه یک نمونه میکروبی از شبکه توزیع و در کل ۱۵۰ نمونه میکروبی طی مدت ۳ ماه بر اساس ۴ معیار کلیفرم‌کل، کلیفرم‌گرماپای (اشرشیاکلی)، میزان کلر آزاد باقیمانده و pH مورد سنجش قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصله، درصد مطلوبیت کلر آزاد باقیمانده در روستاهای تحت پوشش، غیرتحت پوشش و کل روستاها به ترتیب ۲۸/۲۳، ۱۲/۰۲ و ۲۰/۵۷ درصد می‌باشد. شاخص فقدان اشرشیاکلی در روستاهای تحت پوشش ۹۲ درصد ماه های مهر و آبان و در ۱۰۰ درصد ماه آذر، در روستاهای غیر تحت پوشش، ۶۴ درصد در ماه مهر، ۸۴ درصد در ماه آبان و ۵۶ درصد در ماه آذر و در کل روستاهای مورد بررسی، ۷۸ درصد در ماه مهر، ۸۸ درصد در ماه آبان و ۷۸ درصد در ماه آذر می باشد. بر اساس رهنمود سازمان جهانی بهداشت و مطلوبیت شاخص اشرشیاکلی، کیفیت میکروبی آب آشامیدنی در روستاهای تحت پوشش در وضعیت عالی (۹۴/۶۶ درصد)، در روستاهای غیر تحت پوشش در وضعیت ضعیف (۶۸ درصد) و در کل روستاهای شهرستان میانه در وضعیت خوب (۸۱/۳۴ درصد) می‌باشد. بطور کلی، وضعیت کیفیت میکروبی آب آشامیدنی در روستاهای تحت پوشش نسبت به روستاهای غیر تحت پوشش بسیار مطلوب می‌باشد. این نتایج بیانگر نقش بسیار مهم و موثر شرکت آب و فاضلاب روستایی در تامین آب سالم و بهداشتی از نقطه نظر کیفیت میکروبی در مناطق روستایی می‌باشد.

کلمات کلیدی

"میانه"، "آب آشامیدنی"، "کیفیت میکروبی"، "مناطق روستایی"، "شرکت آب و فاضلاب روستایی"

۱- مقدمه

مهمترین و حیاتی ترین نیاز انسان بعد از هوا، آب است و انسان برای زنده ماندن به آب سالم و بهداشتی با مقادیر کافی نیاز دارد. از مجموع کل آب‌های موجود در کره زمین، ۹۷/۴ درصد آن را آب شور دریاها و اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهد کـه به دلیل شوری در عمل قابل استفاده نیستند. ذخایر آب شیرین تنها ۲/۶ درصد کل حجم ذخایر آب‌هـای سطح کره زمین را تشکیل می‌دهد که بخش عمده آن (حدود دو سوم) بصورت یخ در قطب‌های کـره زمـین و یخچـال‌هـای طبیعی و آب‌های زیرزمینی وجود دارد. به این ترتیب، از مجموع آب‌های کره زمـین تنهـا ۰/۰۱۴ درصـد آن قابل استفاده بوده و در واقع، حیات آدمی وابسته به همین مقدار ناچیز آب اسـت. ملاحظـه مـی‌شـود علی‌رغم اینکه بخش بیشتر سطح کره زمین را آب پوشانده، تنها بخش ناچیزی از آن بـرای بشـر قابـل اسـتفاده بوده و در واقع، تمام برنامه‌ریزی‌های بشر بایستی با توجه به این محدودیت‌ها صورت پذیرد. بنابراین منابع آب آشامیدنی، مقادیر بسیار محدود و کمی از آب را در خود جای داده‌اند (محمد خانی ۱۳۹۳، مظاهری ۱۳۹۳). منابع آب شیرین موجود در کره زمین در حال گردش و تقریبا ثابت می‌باشد اما مقدار تقاضای آب از میزان تأمین آن در مناطق زیادی از کره زمین که نرخ رشد جمعیت بالایی دارند، فراتر رفته است. از این رو روند کمبود منابع آب شیرین در دسترس بشر ادامه خواهد داشت. از همین رو پیش‌بینی می‌شود که بیشتر جنگ‌هایی که در آینده اتفاق خواهد افتاد به دلیل تسلط به منابع آبی خواهد بود (صفری ۱۳۸۲، مظاهری ۱۳۹۶). در کشور ما نیز اوضاع منابع آبی چندان مطلوب نیست؛ ایران از نظر جغرافیایی، میزان نزولات جوی و مقدار تولید آب با بارشی معادل یک سوم متوسط بارش دنیا و یک دوم متوسط بارش آسیا در منطقه¬ای خشک و نیمه خشک قرار دارد. به همین دلیل مساله آب و منابع آبی در کشورمان، چنان مهم و استراتژیک است که نیازمند توجه بسیار جدی و راهبردی است (اسدی ۱۳۹۰). مدیریت تأمین آب جهت مصارف آشامیدنی و عمومی در شهرها و روستاها از جنبه‌های بهداشتی بسیار حایز اهمیت است. بیش از ۸۰ درصد از بیماری‌ها را در سطح دنیا، بیماری‌های با منشأ آب تشکیل می‌دهند. بنابراین، کنترل کیفیت آب و پیشگیری از بروز بیماری‌های منتقله توسط آن، در مدیریت تأمین آب آشامیدنی شهری و روستایی بسیار مهم است. با توجه به روند رو به رشد جمعیت جهان، تأمین آب آشامیدنی سالم در شهرها و روستاها از نگرانی‌های عمده دولتمردان است (نوری سپهر ۱۳۸۶، صفری ۱۳۸۵). جمعیت جهان در سال ۲۰۲۵ به ۸/۵ میلیارد نفر خواهد رسید. در سرتاسر جهان تنها ۳۸ درصد مردم به آب آشامیدنی سالم و بهداشتی دسترسی دارند (نوری سپهر ۱۳۸۶). یکی از اهداف سازمان جهانی آب، تأمین آب آشامیدنی سالم تا سال ۲۰۲۵ برای همه است. که در جهان

بیشترین جمعیت محروم از نعمت آب آشامیدنی سالم و بهداشتی در آسیا و آفریقا زندگی می‌کنند و عمدتا در روستاها ساکن هستند. ساکنین جوامع روستایی در کشورهای آسیایی و آفریقایی به دلیل فقدان منابع آب سالم، روستاها را ترک کرده و به شهرها مهاجرت نموده‌اند که این امر توسعه روستاها را غیرممکن ساخته است. مشکل تأمین آب در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه و به ویژه در مناطق روستایی، فقط کمبود منابع آب نیست، بلکه عدم به کارگیری تکنولوژی مناسب در امر تأمین، تصفیه و توزیع آب با تکیه بر توانمندی‌های محلی و بومی، عدم بهره‌گیری صحیح از منابع مالی موجود ملی و یا بین‌المللی و عدم تدوین استراتژی لازم متناسب با شرایط ملی، منطقه‌ای و محلی از دیگر دلایل اصلی این مشکل است (مجله شهراب ۱۳۸۵، محبی ۱۳۸۷).

سازمان جهانی بهداشت (WHO) گزارش نموده که سالانه ۱/۱ میلیارد نفر در جهان به منابع مطمئن آب آشامیدنی سالم و بهداشتی دسترسی ندارند و در سال ۲۰۰۵ حدود ۱/۶ میلیون کودک زیر ۵ سال (بطور متوسط ۴۵۰۰ کودک در روز) در اثر آب آشامیدنی ناسالم و غیر بهداشتی جان خود را از دست داده‌اند (WHO 2006). همچنین بر اساس گزارشWHO، سالانه ۲/۲ میلیون نفر از ۴ میلیارد افراد مبتلا به اسهال، به دلیل عدم دسترسی به آب آشامیدنی سالم جان خود را از دست می‌دهند و از این تعداد حدود ۸۵ درصد در اجتماعات کوچک و روستاها زندگی می‌کنند (Cabral 2009). بر اساس یافته‌های علمی کمیت ناکافی، کیفیت نامناسب و بهسازی ضعیف منابع آبی، اصلی‌ترین علل بروز و شیوع مرگ و میر در دنیا می‌باشد که البته قابل پیشگیری و کنترل می‌باشند (Payment 2003). آب کافی و با کیفیت مطلوب برای ادامه حیات بشر، توسعه بهداشت و حفاظت از محیط زیست ضروری بوده و در پیشگیری بسیاری از بیماری‌ها از قبیل اسهال، وبا، تیفوئید و پارا تیفوئید، هپاتیت عفونی و اسهال آمیبی و باسیلی، حائز اهمیت بالایی است (کرامتی ۱۳۸۶). رشد روز افزون جمعیت در جهان مصارف گوناگون آب را اعم از آشامیدنی، کشاورزی، صنعت و سایر مصارف افزایش داده است و این موضوع نه تنها کمیت منابع آب را کاهش داده، بلکه تغییرات کیفی آن را با توسعه شهرنشینی، صنعت و کشاورزی به‌دنبال داشته است. این مسئله به گونه‌ای پیش رفته که امروزه بسیاری از کشورها را با کمبود منابع آبی و یا آلوده شدن منابع موجود آب مواجه ساخته است بطوری که اوضاع نگران کننده‌ای را برای آیندگان متصور می‌سازد. در این بین آلودگی منابع آب آشامیدنی از نقطه نظر بهداشتی از اهمیت خاصی برخوردار بوده و لزوم توجه جدی را می-طلبد (حیدری ۱۳۹۸). از این رو به منظور پیشگیری و کنترل بیماری-های منتقله از آب، بایستی آب آشامیدنی طی مراحل تولید تا مصرف تحت کنترل و پایش بهداشتی و کیفی قرار گیرد و فاقد هر گونه میکروارگانیسم بیماری‌زایی باشد (حیدری ۱۳۸۸).در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه کیفیت آب آشامیدنی مناطق روستایی در ایران صورت گرفته است که نشان دهنده اهمیت این موضوع می‌باشد. مطالعه حیدری و همکاران در مورد کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای کاشان نشان داد که کیفیت میکروبی آب در روستاهای تحت پوشش بهتر از روستاهای غیر تحت پوشش آبفار بود و آلودگی میکروبی در روستاهای غیر تحت پوشش بیشتر از روستاهای تحت پوشش آبفار بود، بطوری که ۱۰۰، ۷۱/۴۷، ۹۲/۹۹ درصد جمعیت روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش شرکت آبفار و کل روستاهای شهرستان کاشان از آب سالم از نظر کلیفرم کل و ۹۸/۴ ، ۲۱/۲ و ۸۸ درصد جمعیت روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش آبفار و کل روستاها از آب سالم از نظر کلیفرم گرماپای بهره مند بودند (حیدری ۱۳۸۹). مطالعه نبی زاده و همکاران در خصوص وضعیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای استان تهران نشان داد که آب آشامیدنی ۹۴/۰۱ درصد از ساکنان روستاهای استان تهران فاقد آلودگی کلیفرم گرماپای بود، که این میزان در شهرستان¬های پاکدشت، ساوجبلاغ و دماوند کمتر از بقیه شهرستان ها و به ترتیب معادل ۶۶/۶۶، ۸۶/۳۱ و ۸۶/۶۸ درصد بود. همچنین میزان کلر باقیمانده در آب آشامیدنی ۹۲/۳۹ درصد جمعیت روستایی استان تهران در گستره ۰/۲-۱ میلی‌گرم بر لیتر بود، که این میزان در شهرستان‌های پاکدشت، دماوند و رباط کریم کمتر از بقیه شهرستان ها و به ترتیب معادل ۸۵/۴۵ ، ۷۵/۶۷ و ۸۳/۹۸ درصد بود (نبی زاده نودهی ۱۳۸۶).مختاری و همکاران در سال ۱۳۸۹ مطالعه‌ای در خصوص کیفیت میکروبی آب آشامیدنی در روستاهای حومه شهرستان اردبیل انجام دادند و میزان بهره مندی جمعیت این روستاها از آب سالم از نقطه نظر فقدان کل کلیفرم ها و اشرشیاکلی را در ماههای آبان و آذر به ترتیب ۹۶/۶۶ و ۱۰۰ درصد گزارش نمودند. همچنین میزان مطلوبیت کلرآزاد باقیمانده در شبکه توزیع آب آشامیدنی روستاهای مورد بررسی اردبیل در ماه‌های آبان و آذر به ترتیب ۳۰ و ۳۳/۳۳ درصد بود (مختاری ۱۳۹۱).در سال ۱۳۸۵ بالغ بر ۵۴ درصد از روستاهای با جمعیت بیش از ۲۰ خانوار، که ۹۳/۴ درصد از جمعیت ساکن در روستاهای با جمعیت بیش از ۲۰ خانوار کشور را در خود جای داده‌اند، تحت پوشش خدمات آب و فاضلاب قرار داشته‌اند (Ghannadi 2003). به عبارت دیگر در این سال، ۶۴ درصد از جمعیت روستایی کشور از خدمات آب و فاضلاب برخوردار بوده‌اند. بر پایه گزارش، دفتر برنامه‌ریزی مشترک بانک توسعه آسیا (ADB)، کمیسیون اقتصادی توسعه ملل متحد(UNDP) اجتماعی آسیا و اقیانوسیه ملل متحد (UNSCAP)و سازمان جهانی بهداشت جمعیت روستایی ایران در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۲ به ترتیب ۲۴/۹۴۹ و ۲۳/۱۴۶ میلیون نفر بوده است و در هر دو مقطع زمانی یادشده، بالغ بر۸۳ درصد آن‌ها از آب شرب سالم برخوردار بوده‌اند. بر مبنای این گزارش در سال ۲۰۱۵ جمعیت روستایی ایران به ۲۱/۲۴۵ میلیون نفر کاهش خواهد یافت (ADB 2006، قنادی ۱۳۸۷). بنابر این کنترل آب آشامیدنی در جوامع روستایی از اهمیت بالایی برخوردار است و از طرفی، آب آشامیدنی در مناطق روستایی با توجه به عدم وجود یا عدم رعایت معیارهای حفاظتی و همچنین دسترسی دام و طیور به منابع آبی، همیشه در معرض آلودگی‌های مختلفی قرار دارد و نیازمند توجه ویژه‌ای هست. به دانش ما، تاکنون در شهرستان میانه مطالعه جامعی در خصوص ارزیابی کیفیت میکروبی آب روستاها انجام نشده است. لذا با توجه به اهمیت موضوع، این مطالعه با هدف ارایه تصویری روشن از سیمای کنترل کیفیت آب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه و تعیین میزان بهره‌مندی جمعیت این روستاها از آب آشامیدنی سالم و بهداشتی از نقطه نظر کیفیت میکروبی انجام شد. از آن جایی که بخشی از روستاهای شهرستان میانه تحت پوشش و بخشی دیگر غیر تحت پوشش شرکت آبفار می‌باشند، لذا بررسی کیفیت میکروبی و کلرزنی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه می‌تواند وضعیت کیفی آب آشامیدنی این مناطق و نیز عملکرد ارگان‌های مسئول از جمله شرکت آب و فاضلاب روستایی را در این زمینه نشان دهد.

۲- مواد و روش ها

توصیف محل مورد مطالعه

شهرستان میانه، در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی در ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی، بین دو رشته کوه بزقوش و قافلانتی واقع شده و ۱۱۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و به عنوان پهناورترین شهرستان شمال غرب کشور ۵۹۱۹ کیلومتر وسعت دارد. شهرستان میانه و مناطق روستایی آن دورترین نقاط نسبت به مرکز استان به‌شمار می‌رود. جمعیت شهرستان میانه در سال ۱۳۹۹ بالغ بـر ۱۸۱۰۰۰ نفر بوده است. شهرستان میانه در کل دارای ۳۴۴ روستا و ۴ بخش اسـت و تقریبـا ۶۹۰۰۰ نفـر از جمعیـت شهرستان در مناطق روستایی ساکن هستند. از کل روستاها حدود ۳۲/۲۶ ٪ (۱۱۱ روستا) تحت پوشش خدمات آب و فاضلاب روستایی بوده و بقیـه روسـتاها حدود ۶۷/۷۴ ٪ (۲۳۳ روستا) تحـت پوشش خدمات آب و فاضلاب روستایی قرار ندارند. لذا بـا توجه به اینکه بخشی از روستاهای شهرسـتان میانه تحـت پوشش خدمات آب و فاضلاب روستایی نیستند و احتمـال آلـودگی در آنهـا بیشـتر اسـت، بنابراین لزوم مطالعه در این زمینه و ارائـه تصـویری روشـن از سـیمای کنتـرل کیفیـت آب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه و تعیین میزان بهره مندی جمعیت این روستاها از آب سالم از نقطه نظر کیفیت میکروبی کاملاً مشهود به نظر می-رسد. این مطالعه، با هدف تعیـین کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه و نقش شرکت آب و فاضلاب روستایی در بهبود کیفیت آب انجام شده است.

نوع مطالعه

این مطالعه یک پژوهش توصیفی- مقطعی می باشد که با هدف ارایه تصویری روشـن از سـیمای کیفیـت آب آشامیدنی روسـتاهای شهرستان میانه و میـزان دسترسـی جوامع روستایی بـه آب آشامیدنی بهداشـتی از نظـر شـاخص هـای میکروبی آب انجام شد.

جامعه آماری

جامعه هدف این پژوهش همه روستاهای دارای سکنه شهرستان میانه می باشد. از جامعه هدف، تعداد ۸۵ روستای دارای خانه بهداشت به عنوان جامعه مورد مطالعه این پژوهش انتخاب شدند .

حجم نمونه و نحوه تعیین آن

برای تعیین حجم نمونه ها، از جامعه مورد مطالعه در این تحقیق با توجه به امکانات و توان آزمایشگاهی، تعداد۵۰ روسـتا (۲۵ روستای تحت پوشش خدمات آب و فاضلاب روستایی و ۲۵ روستای غیر تحت پوشش) با جمعیت ۳۹۲۷۹ نفر (۵۶/۹۲ درصد جمعیت روستایی) بصورت تصادفی طبقه بندی شده براساس تخصیص متناسب انتخاب شدند. از تعداد ۵۰ روستای مورد مطالعه در این پژوهش از هر روستای منتخب در هر ماه یک نمونه میکروبی از شبکه توزیع و در کل ۱۵۰ نمونه میکروبی طی مدت ۳ ماه از مهر ۱۳۹۸ تا پایان آذر ۱۳۹۸ برداشت گردید.

نمونه برداری

در این پژوهش از هر روستای منتخب در هر ماه یک نمونه میکروبی از شبکه توزیع و ترجیحا از انتهای شبکه توزیع طی مدت ۳ ماه از مهر ۱۳۹۸ تا پایان آذر ۱۳۹۸برداشت شد. کلیه مراحل نمونه برداری، انتقال نمونه ها و آزمایشات بر اساس روش های ذکرشده درکتاب استاندارد متد انجام خواهد شد. جهت نمونه برداری میکروبی، از ظروف شیشه ای استریل حاوی تیوسولفات سدیم استفاده شد. بدین منظور پـس از تمیـز کـردن بطـری هـای شیـشه ای و درپوش آن با استفاده از مواد پاک کننده غیر سمی، بطری ها را با آب مقطر آبکشی کرده و سپس فرایند سترون سازی آنها در آون برای مدت حداقل ۱ سـاعت در دمـای ۱۷۰ درجه سلسیوس انجام شد. نمونه ها در مجاورت یخ نگهداری و جهت انجام آزمایشات میکروبی بلافاصله به آزمایشگاه آب مرکز بهداشت میانه منتقل و حداکثر شش ساعت پس از نمونه برداری مورد آزمایش قرار گرفتند و در طول نمونه برداری سعی خواهد شد که از آلودگی ثانویه جلوگیری به عمل آید. همچنین در هنگام نمونه برداری از آب های حاوی کلر آزاد باقیمانده، ۲-۳ قطره محلـول سدیم تیوسولفات ۱۰٪ (با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) به ظروف نمونه برداری به منظور خنثی سازی کلر آزاد باقیمانده اضافه گردید (موسسه استاندارد ایران، استاندارد ملی ۴۲۰۸، ۱۳۸۶).

انجام آزمایشات

کلر آزاد باقیمانده و pH در محل نمونه برداری از آب سنجش شدند. به این منظور جهت سنجش pH از کیت pH سنج و معرف فنول رد و جهت سنجش کلر آزاد باقیمانده نیز از کیت کلر سنج و معرف DPD استفاده شد. آزمون میکروبی آب به منظور اندازه گیری کلیفرم کل و کلیفرم گرماپای به روش MPN و با بهر ه گیری از روش چند لوله ای نمونه کشت میکروبی توأم با مراحل احتمالی و تائیدی در آزمایشگاه آب مرکز بهداشت میانه انجام گرفت انجام شد. و در نهایت میزان MPN کلیفرم کل و کلیفـرم گرماپای از روی جداول مربوطه محاسبه شد و با استانداردهای آب آشامیدنی سازمان جهانی بهداشت و استانداردهای ایران مقایسه و در نهایت میـزان دسترسـی بـه آب آشامیدنی بهداشـتی از نظـر شـاخص هـای بـاکتریولوژیکی آب درروسـتاهای مورد مطالعه مشخص شد (موسسه استاندارد ایران، استاندارد ملی ۴۲۰۸، ۱۳۸۶).

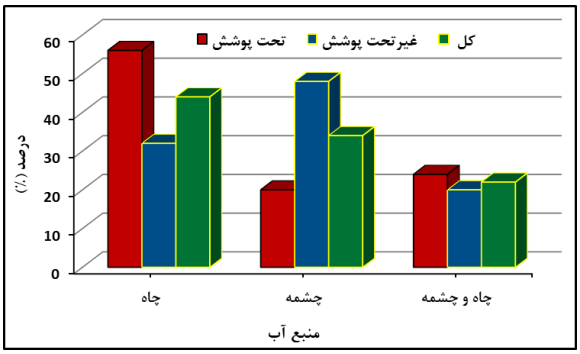
تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار Spss و Excel انجام شد که نتایج در قالب جداول و نمودارها در بخش یافته ها ارائه شده است. در بخش توصیفی برای متغیرهای کمی نرمال از میانگین (انحرف معیار) و برای متغیرهای کمی غیر نرمال از میانه به همراه مقادیر کمینه و بیشینه استفاده شد. به منظور مقایسه غلظت کلرآزاد باقیمانده در روستاهای تحت پوشش آب و فاضلاب و غیر تحت پوشش، با توجه به نرمال بودن توزیع غلظت در دو گروه) شاخص های چولگی و کشیدگی و همچنین نمودار (Q_Q و نا همگنی واریانس دو گروه (معنی داری آزمون Leven جهت بررسی برابری واریانس‌ها) از آزمون ولچ (Welch)دو گروه مستقل جهت مقایسه غلظت کلرآزاد باقیمانده بین دو گروه استفاده شد. به منظور مقایسه میزان کلر آزاد باقیمانده در ماه-های مختلف با توجه به نرمال بودن توزیع غلظت کلر باقیمانده در ماهای مختلف (شاخص های چولگی و کشیدگی و همچنین نمودار Q_Q)و همگنی واریانس گروه‌ها از آزمون آنوا جهت مقایسه میزان کلرآزاد باقیمانده بین ماههای مختلف استفاده شد.به منظور مقایسه میزان pH آب آشامیدنی در روستاهای تحت پوشش و غیر تحت پوشش آبفار، با توجه به نرمال بودن توزیعpH در آب آشامیدنی دو گروه روستا (شاخص های چولگی و کشیدگی و همچنین نمودار Q_Q)و همگنی واریانس گروه‌ها از آزمون تی دو گروه مستقل جهت

مقایسه میزان pH آب آشامیدنی بین روستاهای تحت پوشش و غیر تحت پوشش آبفار استفاده شد. همچنین به منظور مقایسه میزان آلودگی میکروبی آب آشامیدنی به کلیفرم کل و کلیفرم گرماپای (اشرشیاکلی) در روستاهای تحت پوشش و غیر تحت پوشش آبفار، باتوجه به نرمال نبودن توزیع کلیفرم کل و کلیفرم گرماپای (با استفاده از آزمون کلموگروه اسمیرنوف و شاخصهای چولگی و کشیدگی) در دو گروه، از آزمون من-ویتنی جهت آلودگی میکروبی آب آشامیدنی به کلیفرم کل و کلیفرم گرماپای بین روستاهای تحت پوشش و غیر تحت پوشش استفاده شد.

۳- یافته ها

هدف از این مطالعه، تعیین کیفیت میکروبی آبهای آشامیدنی مناطق روستایی شهرستان میانه و تعیین میزان بهره مندی جمعیت این روستاها از آب آشامیدنی سالم از نظر میکروبی و نیز عملکرد ارگان‌های مسؤول در این زمینه بود. در این مطالعه کیفیت میکروبی و شیمیایی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه در سه ماهه سوم سال ۱۳۹۸ بر پایه ۴ فاکتور کلر آزاد باقیمانده، pH، کلیفرم کل و کلیفرم گرماپای مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با توجه به این که شرکت آب و فاضلاب روستایی میانه فقط بر روی تعدادی از روستاها نظارت دارد، تفاوت کیفیت میکروبی آب آشامیدنی نقاط مصرف روستاهای تحت پوشش و غیر تحت پوشش نیز بررسی شد.وضعیت منابع تأمین آب آشامیدنی در روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش و روستاهای کل شهرستان میانه در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. آب آشامیدنی در روستاهای مورد مطالعه در این پژوهش از طریق منابع آب زیرزمینی (۳۵ حلقه چاه و ۳۵ رشته چشمه) تامین می شود. منابع تامین آب آشامیدنی در روستاهای تحت پوشش ۵۶ درصد چاه،۲۰ درصد چشمه و ۲۴ درصد چاه و چشمه می‌باشد. در حالی که منابع آب آشامیدنی در روستاهای غیرتحت پوشش ۳۲ درصد چاه، ۴۸ درصد چشمه و ۲۰ درصد چاه و چشمه می‌باشد. منابع اصلی تامین آب آشامیدنی در روستاهای تحت پوشش چاه (۵۶ درصد) و در روستاهای غیرتحت پوشش چشمه (۴۸ درصد) می‌باشد. بنا بر این احتمال آلودگی میکروبی آب آشامیدنی در روستاهای غیر تحت پوشش می‌تواند بیشتر باشد. کلیه روستاهای مورد مطالعه دارای مخازن ذخیره زمینی بوده و نحوه انتقال آب از منبع به مخزن و از مخزن به سطح روستا به صورت ثقلی می باشد.



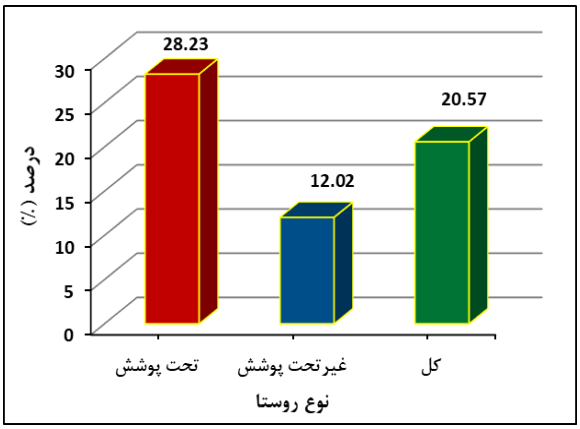
شکل ۱- وضعیت منابع تأمین آب آشامیدنی در روستاهای شهرستان میانه

مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار پارامترهای اندازه‌گیری شده (کلر آزاد باقیمانده، pH، کلیفرم کل و کلیفرم گرماپای) در آب آشامیدنی روستاهای تحت پوشش، غیرتحت پوشش و روستاهای کل شهرستان میانه در سه ماهه سوم سال ۱۳۸۹ در جدول ۱ ارائه شده است. میزان کلر آزاد باقیمانده در روستاهای مورد مطالعه در این پژوهش در محدوده۰- ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر می باشد. نتایج حاصله از این بررسی بیانگر آنست که در سه ماهه سوم سال ۱۳۹۸ در ۳۶ درصد (۹ روستا) روستاهای تحت پوشش، میزان کلر باقیمانده در محدوده ۰-۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۰/۲ میلی گرم بر لیتر و انحراف معیار ۰/۳۴ و در ۲۴ درصد (۶ روستا) روستاهای غیر تحت پوشش، میزان کلر باقیمانده در محدوده ۰-۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۰/۰۸ میلی گرم بر لیتر و انحراف معیار ۰/۲۳ می باشد. میزان مطلوبیت کلر آزاد باقیمانده (۰/۸-۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر) در روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش و کل روستاها به ترتیب ۲۸/۲۳، ۱۲/۰۲ و ۲۰/۵۷ درصد می باشد (شکل ۲). در استاندارد آب آشامیدنی ایران، مقدار مطلوبیت کلر آزاد باقیمانده در هر نقطه از شبکه بعد از نیم ساعت زمان تماس در شرایط عادی، ۰/۵-۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر با توجه به pH و در شرایط اضطراری و همه‌گیری بیماری‌های رودهای و بلایای طبیعی بایستی ۱ میلی‌گرم بر لیتر باشد. در بین روستاهای شهرستان میانه که آب شرب آنها مورد بررسی قرار گرفته است، ساکنان تعدادی از روستاهای مذکور در برهه زمانی نمونه‌برداری، از آب آشامیدنی گندزدایی نشده استفاده می‌کردند. بر این اساس در روستاهای تحت پوشش آبفار (۲۵ روستا با جمعیت ۲۵۵۷۰ نفر)، تنها آب آشامیدنی ۴۱/۳۵ درصد جمعیت روستایی (۹ روستا) در ماههای مهر و آبان و ۴۴/۰۴ درصد جمعیت روستایی (۹ روستا) در ماه آذر کلرزنی می‌شدند. نتایج حاصله بیانگر آنست که در روستاهای تحت پوشش میانگین کلر آزاد باقیمانده در ماههای مهر و آبان در ۲۳/۵۱ درصد جمعیت روستایی (۶ روستا) در محدوده مطلوب (۰/۵-۰/۸) و در ۱۷/۸۴ درصد جمعیت روستایی (۳ روستا) در محدوده نامطلوب (۰/۵ >) می‌باشد و ۵۸/۶۵ درصد جمعیت روستاهای (۱۶ روستا) نیز ازآب آشامیدنی فاقد کلر آزاد باقیمانده در ماههای مهر و آبان استفاده می‌کردند. همچنین میانگین کلر آزاد باقیمانده در ماه آذر در ۳۰ درصد جمعیت روستایی (۷روستا) در محدوده مطلوب (۰/۵-۰/۸) و در ۱۴/۰۴درصد جمعیت روستایی (۲ روستا) در محدوده نامطلوب (۰/۵ >) می‌باشد و ۵۵/۹۴ درصد جمعیت روستایی (۱۶ روستا) ازآب آشامیدنی فاقد کلر آزاد باقیمانده در ماه آذر استفاده می‌کردند . در روستاهای غیر تحت پوشش آبفار (۲۵ روستا با جمعیت ۱۳۷۰۹ نفر)، تنها آب آشامیدنی ۲۲/۶۰ درصد جمعیت روستایی (۵ روستا) در ماه مهر و ۲۳/۷۰ درصد جمعیت روستایی (۵ روستا) در ماه آبان و ۲۶/۸۵ درصد جمعیت روستایی (۶ روستا) در ماه آذر کلرزنی می‌شدند. نتایج حاصله بیانگر آنست که در روستاهای غیرتحت پوشش، میانگین کلر آزاد باقیمانده در ماه مهر در ۱۴/۲۲درصد جمعیت روستایی (۳ روستا) در محدوده مطلوب (۰/۵-۰/۸) و ۸/۳۸ درصد جمعیت روستایی (۲ روستا) در محدوده نامطلوب (۰/۵ >) می‌باشد و۷۷/۴۰ درصد جمعیت روستایی (۲۰ روستا) نیز ازآب آشامیدنی فاقد کلر آزاد باقیمانده استفاده می‌کردند. میانگین کلر آزاد باقیمانده در ماه آبان در ۱۳/۷۷ درصد جمعیت روستایی (۳روستا) در محدوده مطلوب (۰/۵-۰/۸) و در ۹/۹۳ درصد جمعیت روستایی (۲ روستا) در محدوده نامطلوب (۰/۵ >) می‌باشد و ۷۶/۳۰ درصد جمعیت روستایی (۲۰ روستا) ازآب آشامیدنی فاقد کلر آزاد باقیمانده استفاده می-کردند. همچنین میانگین کلر آزاد باقیمانده در ماه آذر در ۱۹/۵۱ درصد جمعیت روستایی (۵ روستا) در محدوده مطلوب (۰/۵-۰/۸) و در ۷/۳۴ درصد جمعیت روستایی (۱ روستا) در محدوده نامطلوب (۰/۵ >) می-

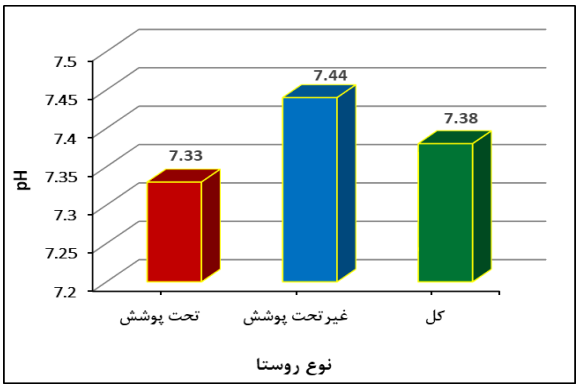
باشد و ۷۳/۱۵ درصد جمعیت روستایی (۱۹ روستا) ازآب آشامیدنی فاقد کلر آزاد باقیمانده استفاده می‌کردند. نتایج نشان داد که بین روستاهای تحت پوشش و غیر تحت پوشش آبفار تفاوت معناداری از نظر میزان کلر آزاد باقیمانده وجود داشت ($P <0.001$). همچنین نتایج نشان داد که بین میزان کلر آزاد باقیمانده در ماه‌های مختلف (مهر، آبان، آذر) در روستاهای تحت پوشش ($P= 0.37$) و روستاهای غیر تحت پوشش آبفار ($P =0.65$) هیچگونه تفاوت معنی داری وجود نداشت. میزان pHدر روستاهای تحت پوشش در گستره ۶/۶ تا ۷/۸ با میانگین ۷/۳۳ و انحراف معیار ۰/۱۴ و در روستاهای غیر تحت پوشش در گستره ۶/۸ تا ۷/۸ با میانگین ۷/۴۲ و انحراف معیار ۰/۱۶ می باشد (شکل ۳). میزان pHدر۱۰۰ درصد روستاهای مورد بررسی در این پژوهش در حد مطلوب (۶/۵–۸/۵) می باشد. بطورکلی نتایج حاصله بیانگر آنست که میزان pH در۱۰۰ درصد روستاهای مورد بررسی در این پژوهش در حد مطلوب (۶/۵–۸/۵) قرار دارد. نتایج نشان داد که بین بین روستاهای تحت پوشش و غیر تحت پوشش تفاوت معناداری از نظر pH وجود نداشت($P > 0.43$).

جدول ۱- نتایج مربوط به پارامترهای اندازه گیری شده درآب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه

پارامتر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
کلر باقیمانده آزاد در روستاهای تحت پوشش (mg/L)	۱۹۶۹	۰/۲	۰/۳۴	۱/۵	۰
کلر باقیمانده آزاد در روستاهای غیر تحت پوشش (mg/L)	۱۷۶۳	۰/۰۸	۰/۲۳	۱/۵	۰
کلر باقیمانده آزاد در کل روستاها (mg/L)	۳۷۳۲	۰/۱۴	۰/۲۹	۱/۵	۰
pH در روستاهای تحت پوشش	۶۸۵	۷/۳۳	۰/۱۴	۸	۶/۶
pH در روستاهای غیر تحت پوشش	۵۸۲	۷/۴۲	۰/۱۶	۸	۶/۸
pH در کل روستاها	۱۲۶۷	۷/۳۸	۰/۱۵	۸	۶/۶
کلیفرم کل در روستاهای تحت پوشش (MPN/100)	۷۵	۱/۶۹	۱/۹۶	۱۱	۰
کلیفرم کل در روستاهای غیر تحت پوشش (MPN/100)	۷۵	۱/۶۹	۲/۶۱	۱۱	۰
کلیفرم کل در کل روستاها (MPN/100)	۱۵۰	۱/۶۹	۲/۲۹	۱۱	۰
کلیفرم گرماپای در روستاهای تحت پوشش (MPN/100)	۷۵	۰/۴۵	۰/۶	۱۱	۰
کلیفرم گرماپای در روستاهای غیر تحت پوشش (MPN/100)	۷۵	۱/۴۸	۲/۶	۹	۰
کلیفرم گرماپای در کل روستاها (MPN/100)	۱۵۰	۰/۹۶	۱/۶	۱۱	۰



شکل ۲- درصد کلر باقیمانده مطلوب در آب آشامیدنی روستاهای میانه



شکل۳- میانگین pH در آب آشامیدنی روستاهای میانه

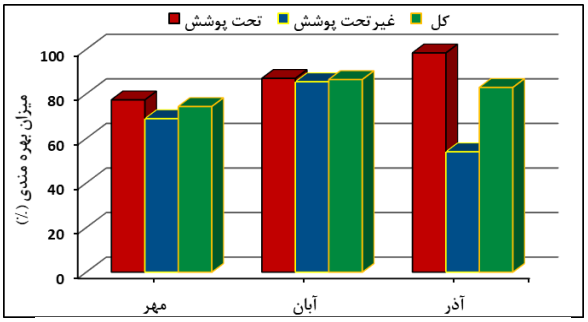
در جدول ۲ وضعیت کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش و کل روستاهای شهرستان میانه ارائه شده است. جدول ۲ بر اساس نتایج کیفیت میکروبی حاصل ا ز ۳ مرحله نمونه برداری در سه ماهه سوم سال ۱۳۹۸ استنتاج شده است. لازم به ذکر است که معیار کیفیت میکروبی، استاندارد ملی و رهنمود سازمان جهانی بهداشت می‌باشد و نتایج بر اساس جمعیت روستایی و تعداد روستاها ارائه شده است. میزان بهره‌مندی جمعیت روستاهای شهرستان میانه از آب آشامیدنی سالم و بهداشتی از نقطه نظر معیارهای میکروبی کلیفرم کل و کلیفرم گرماپای (اشرشیاکلی) به ترتیب در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. علاوه بر این، درصد مطلوبیت نمونه های آب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه ازنقطه نظر آزمون باکتری شاخص اشرشیاکلی گرماپای در شکل ۶ نشان داده شده است .میزان آلودگی میکروبی نمونه های آب آشامیدنی از نقطه نظر کلیفرم کل در روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش و کل روستاها در سه ماهه سوم سال ۱۳۹۸ به ترتیب ۹/۳۳ درصد نمونه‌ها (۷ نمونه، ۷ روستا)، ۳۳/۳۳ درصد نمونه‌ها (۲۵ نمونه، ۱۷ روستا) و ۲۱/۳۳ درصد نمونه‌ها (۳۲ نمونه، ۲۴ روستا) می باشد. همچنین میزان آلودگی میکروبی آب آشامیدنی از نقطه نظر اشرشیاکلی گرماپای در روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش و کل روستاها به به ترتیب ۵/۳۳ درصد نمونه ها (۴ نمونه، ۴ روستا)، ۳۲ درصد نمونه‌ها (۲۴ نمونه، ۱۶روستا) و ۱۹/۳۳ درصد نمونه ها (۲۸ نمونه،۲۰ روستا) می باشد . در روستاهای تحت پوشش فقط آب آشامیدنی ۲۲/۷۰ درصد جمعیت روستایی (۴ روستا) در ماه مهر ، ۱۳/۰۵ درصد جمعیت روستایی (۲ روستا) در ماه آبان و ۱/۶۱ درصد جمعیت روستایی (۱ روستا) در ماه آذر از نظر کلیفرم کل دارای آلودگی میکروبی هستند. میزان بهره‌مندی جمعیت روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش و کل روستاهای شهرستان میانه از آب آشامیدنی سالم و بهداشتی از نظر کلیفرم کل در ماه مهر به ترتیب ۷۷/۳۰ درصد (۲۱ روستا)، ۶۸/۸۸ درصد (۱۶ روستا) و ۷۴/۳۳ درصد (۳۷ روستا) و از نظر کلیفرم گرماپای (اشرشیاکلی) به ترتیب ۸۹/۶۰ درصد (۲۳ روستا)، ۶۸/۸۸ درصد (۱۶ روستا) و ۸۲/۳۲ درصد (۳۹ روستا) می باشد. میزان بهره‌مندی جمعیت روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش و کل روستاهای شهرستان میانه از آب آشامیدنی سالم و بهداشتی از نظر کلیفرم کل در ماه آبان به ترتیب ۸۶/۹۵ درصد (۲۳ روستا)، ۸۵/۴۵ درصد (۲۱ روستا) و ۸۶/۴۲ درصد (۴۴ روستا) و از نظر کلیفرم گرماپای (اشرشیاکلی) به ترتیب ۸۶/۹۵ درصد (۲۳ روستا)، ۸۵/۴۵ درصد (۲۱ روستا) و ۸۶/۴۲ درصد (۴۴ روستا) می‌باشد.

همچنین میزان بهره‌مندی جمعیت روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش و کل روستاهای شهرستان میانه از آب آشامیدنی سالم و بهداشتی از نظر کلیفرم کل در ماه آذر به ترتیب ۹۸/۳۸ درصد (۲۴ روستا)، ۵۴ درصد (۱۳ روستا) و ۸۲/۸۹ درصد (۳۷ روستا) و از نظر کلیفرم گرماپای (اشرشیاکلی) به ترتیب ۱۰۰ درصد (۲۵ روستا)، ۵۹/۷۱ درصد (۱۴روستا) و ۸۵/۹۴ درصد (۳۹ روستا) می‌باشد (شکل ۵ و ۶). بر اساس نتایج حاصله، در روستاهای غیر تحت پوشش آب آشامیدنی ۳۱/۲۲ درصد جمعیت روستایی (۹ روستا) در ماه مهر ، ۱۴/۵۶ درصد جمعیت روستایی (۴روستا) در ماه آبان و ۴۶ درصد جمعیت روستایی (۱۲ روستا) در ماه آذر از نظر کلیفرم کل دارای آلودگی میکروبی می باشند. از این رو، ۶۹/۸۸ درصد جمعیت روستایی (۱۶ روستا) در ماه مهر، ۸۵/۴۴ درصد جمعیت روستایی (۲۱ روستا) در ماه آبان و ۵۴ درصد جمعیت روستایی (۱۳ روستا) در ماه آذر از آب آشامیدنی سالم از نظر کلیفرم کل استفاده می‌کنند. همچنین در روستاهای غیر تحت پوشش، آب آشامیدنی ۳۱/۲۲ درصد جمعیت روستایی (۹ روستا) در ماه مهر و ۱۴/۵۶ درصد جمعیت روستایی (۴روستا) در ماه آبان و ۴۰/۲۹ درصد جمعیت روستایی (۱۱ روستا) در ماه آذر از نظر کلیفرم گرماپای (اشرشیاکلی) دارای آلودگی میکروبی می‌باشند از این رو، ۶۹/۸۸ درصد جمعیت روستایی (۱۶ روستا) در ماه مهر، ۸۵/۴۴ درصد جمعیت روستایی (۲۱ روستا) در ماه آبان و ۵۹/۷۱ درصد جمعیت روستایی (۱۴ روستا) در ماه آذر از آب آشامیدنی سالم از نظر کلیفرم گرماپای (اشرشیاکلی) استفاده می‌کنند. همچنین نتایج نشان داد که بین روستاهای تحت پوشش و غیر تحت پوشش آبفار تفاوت معناداری از نظر آلودگی میکروبی آب به کلیفرم کل و کلیفرم گرماپای وجود داشت ($P < 0.001$). نتایج حاصله نشاندهنده کیفیت نامناسب آب روستاهای غیر تحت پوشش شهرستان میانه میباشد که باید راهکاری مناسب برای آب شرب این روستاها توسط سازمانها و نهادهای ذیربط اندیشیده شود. در این رابطه باید به آموزش پیمانکاران آبدار و تلاش و پیگیری ناظران تخصصی بر منابع تامین، تاسیسات، دستگاههای کلرزنی و همچنین بالا بردن سطح آگاهی روستائیان و هماهنگی لازم بین کارشناسان شرکت و کارکنان محلی در روستاها اشاره کرد. بر اساس استاندارد آب آشامیدنی ایران و سازمان جهانی بهداشت، کلیه آبهای آشامیدنی باید فاقد باکتری شاخص کلیفرم گرماپای بوده و تا حدود ۳ باکتری کلیفرم در ۹۵ درصد موارد در شبکه آب آشامیدنی می‌تواند باشد (استاندارد ملی ۱۱۰۱، ۱۳۸۶). رهنمود سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۶ که برای ارزیابی سلامت میکربی آب در جوامع کوچک ارائه شده است (جدول ۳). بر اساس رهنمود سازمان جهانی بهداشت، شاخص فقدان باکتری گرماپای (اشرشیاکلی) در آب آشامیدنی برای جوامع با جمعیت کمتر از ۵۰۰۰ نفر بایستی حداقل ۹۰ درصد باشد. شاخص فقدان کلیفرم گرماپای در روستاهای تحت پوشش شهرستان میانه در ماههای مهر و آبان ۹۲ درصد و در ماه آذر ۱۰۰ درصد می‌باشد. بنابر این کیفیت میکربی آب آشامیدنی در روستاهای تحت پوشش در ماههای مهر، آبان و آذر در وضعیت عالی قرار می‌گیرد. شاخص فقدان کلیفرم گرماپای در روستاهای غیر تحت پوشش شهرستان میانه، ۶۴ درصد در ماه مهر، ۸۴ درصد در ماه آبان و ۵۶ درصد در ماه آذر می‌باشد. بنا بر این کیفیت میکربی آب آشامیدنی روستاهای غیر تحت پوشش در ماههای مهر، آبان و آذر به ترتیب در وضعیت ضعیف، خوب و ضعیف قرار می‌گیرد .

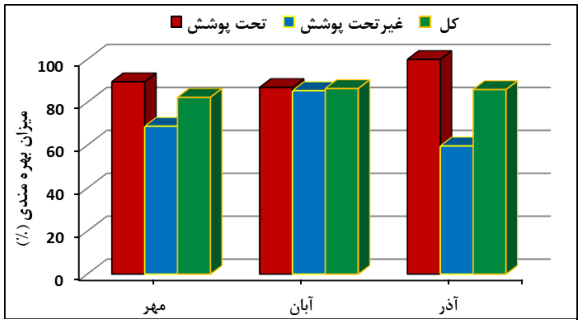
شاخص فقدان کلیفرم گرماپای در کل روستاهای مورد بررسی شهرستان میانه، ۷۸ درصد در ماه مهر، ۸۸ درصد در ماه آبان و ۷۸ درصد در ماه آذر می‌باشد. بنا بر این کیفیت میکربی آب آشامیدنی کل روستاهای شهرستان میانه در ماههای مهر، آبان و آذر به ترتیب در وضعیت متوسط، خوب و متوسط قرار می‌گیرد. این نتایج نشان دهنده کیفیت نامناسب آب روستاهای غیر تحت پوشش شهرستان میانه از نظر آلودگی به اشرشیاکلی گرماپای بر اساس رهنمود سازمان جهانی بهداشت می‌باشد که باید راهکاری مناسب برای آب شرب این روستاها توسط سازمان‌ها و نهادهای ذیربط اندیشیده شود. در این رابطه باید به آموزش پیمانکاران آبدار و تلاش و پیگیری ناظران تخصصی بر منابع تامین، تاسیسات، دستگاههای کلرزنی و همچنین بالا بردن سطح آگاهی روستائیان و هماهنگی لازم بین کارشناسان شرکت و کارکنان محلی در روستاها اشاره کرد.

جدول ۲- متوسط موارد مثبت آزمون شاخص‌های میکروبی آب آشامیدنی روستاهای میانه

محل	روستا		ماه	کلیفرم کل		کلیفرم گرماپای	
	تعداد	جمعیت		روستا (٪)	جمعیت (٪)	روستا (٪)	جمعیت (٪)
روستاهای تحت پوشش	۲۵	۲۵۵۷۰	مهر	۱۶	۲۲/۷۰	۸	۱۰/۴۰
			آبان	۸	۱۳/۰۵	۸	۱۳/۰۵
			آذر	۴	۱/۶۱	۰	۰
روستاهای غیر تحت پوشش	۲۵	۱۳۷۰۹	مهر	۳۶	۳۱/۲۲	۳۶	۳۱/۲۲
			آبان	۱۶	۱۴/۵۵	۱۶	۱۴/۵۵
			آذر	۴۸	۵۰/۶۶	۴۴	۲۹/۴۰
کل روستاها	۵۰	۳۹۲۷۹	مهر	۲۶	۲۵/۶۷	۲۲	۱۷/۶۸
			آبان	۱۲	۱۳/۵۸	۱۲	۱۳/۵۸
			آذر	۲۶	۱۶/۰۵	۲۲	۱۴/۰۶



شکل ٤ - میزان بهره‌مندی جمعیت روستایی شهرستان میانه از آب سالم و بهداشتی از نظر کلیفرم کل

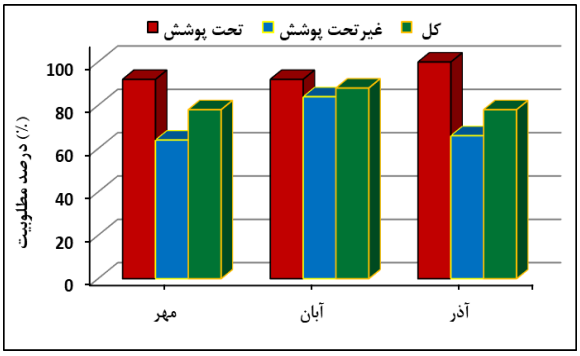


شکل ۵- میزان بهره‌مندی جمعیت روستایی شهرستان میانه از آب سالم و بهداشتی از نظر اشرشیاکلی

جدول۳- رهنمود سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۶ برای ارزیابی سلامت میکربی آب (WHO 2006)*

معیار	مطلوبیت آزمون باکتری شاخص اشرشیاکلی گرماپای (%)		
	جمعیت تحت پوشش (نفر)		
	<۵۰۰۰	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰۰	>۱۰۰۰۰۰
عالی	۹۰	۹۵	۹۹
خوب	۸۰	۹۰	۹۵
متوسط	۷۰	۸۵	۹۰
ضعیف	۶۰	۸۰	۸۵

* صحت ارقام استخراج شده از جدول، مشروط به کفایت نمونه-برداری و آزمون باکتری شاخص اشرشیاکلی گرماپای است.



شکل ٦- درصد مطلوبیت آب آشامیدنی روستاهای شهرستان میانه از نظر اشرشیاکلی

٤- نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از مطالعه حاضر بیانگر آن است که بر اساس رهنمود سازمان جهانی بهداشت، کیفیت میکروبی آب آشامیدنی در سه ماهه سوم سال ۱۳۹۸ در روستاهای تحت پوشش آبفار در وضعیت عالی (مطلوبیت آزمون شاخص اشرشیاکلی ۹۴/۶۶ درصد)، در روستاهای غیر تحت پوشش در وضعیت ضعیف (مطلوبیت آزمون شاخص اشرشیاکلی ۶۸ درصد) و کیفیت میکروبی آب کل روستاهای شهرستان میانه در وضعیت خوب (مطلوبیت آزمون شاخص اشرشیاکلی ۸۱/۳۴ درصد) می‌باشد. وضعیت کیفیت میکروبی در روستاهای تحت پوشش، دارای تفاوت قابل ملاحظه‌ای و معنی داری با روستاهای غیر تحت پوشش شرکت آبفار می‌باشد. به طور کلی، کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای تحت پوشش بسیار مناسب‌تر از روستاهای غیر تحت پوشش شرکت آبفار است و تنها تفاوت عمده بین این روستاها و در نتیجه کیفیت میکروبی آب آشامیدنی این روستاها، نظارت شرکت آبفار می‌باشد. بنابراین شرکت آبفار نقشی قابل ملاحظه در تأمین آب آشامیدنی سالم برای جمعیت روستایی دارد.در این مطالعه با بازدید شبکه های توزیع آب روستائی روستاهای مورد بررسی، مشخص شد که در اکثر روستاها کلرزنی به صورت دستی بوده و شبکه‌های توزیع فرسوده می‌باشند و نظارت دقیق و مستمری بر کلرزنی منظم و مستمر آب حتی در روستاهای تحت پوشش آبفار نیز انجام نمی‌شود، یعنی کلرزنی تنها تصفیه‌ای است که بایستی در روستاها بر روی آب آشامیدنی انجام شود، که این امر یا انجام نمی‌شود و یا در صورت انجام، بطور مناسب، منظم و صحیح انجام نمی‌گیرد. در مطالعات انجام شده بر روی کیفیت آب مناطق روستایی کاشان (حیدری ۱۳۸۹)، اردبیل (مختاری ۱۳۹۱) و زنجان (Sadeghi 2007) نقش شرکت آبفار در تامین آب آشامیدنی سالم برای جمعیت های روستایی مهم گزارش شده است. بنابراین پیشنهاد می¬گردد که روستاهای غیر تحت پوشش هرچه سریعتر حداقل از لحاظ کنترل کیفیت، تحت نظارت شرکت آبفار قرار گیرند. علاوه بر این، به منظور تقلیل آلودگی میکروبی و بهبود شاخص‌های کیفیت آب آشامیدنی روستاها موارد زیر توصیه می‌شود:

- سامان‌بخشی، آموزش، بازآموزی و نظارت مستمر بر عملکرد کارکنان بهره‌برداری و بالا بردن سطح آگاهی و دانش بهورزان و آبداران
- پیش‌بینی و ساخت اتاقک‌های کلرزنی برای نصب دستگاه‌های کلرزن به منظور کلرزنی منظم و صحیح آب آشامیدنی مناسب
- کلرسنجی منظم و روزانه آب آشامیدنی توسط بهورزان و آب بانان و گزارش موارد نامطلوب کلرزنی
- تهیه و توزیع منظم و مستمر کلر مادر (۱ درصد) در روستاهای غیر تحت پوشش
- توجه لازم به رفع به موقع شکستگی‌های خطوط انتقال و توزیع آب
- تامین اعتبار لازم برای ترمیم، تعویض، بازسازی و نوسازی شبکه‌های فرسوده و جایگزینی تأسیسات فرسوده
- گندزدایی و تمیز نمودن مخازن ذخیره آب حداقل سالی یک بار
- تعیین و تملک حریم بهداشتی منابع تأمین کننده آب و توجه به بهسازی این منابع
- گسترش مجتمع‌های توزیع آب به جای تأسیسات پراکنده توزیع آب در روستاها
- گسترش فرهنگ همکاری بین بخشی و مشارکت مردمی در راستای کنترل و ارتقای کیفیت میکروبی آب شرب روستاها
- آموزش همگانی روستائیان در رابطه با سالم سازی آب و دفع بهداشتی فاضلاب به منظور نهادینه ساختن و ارتقای دانش عمومی پیرامون بهداشت آب و دفع فاضلاب

منابع

- اسدی، م.، فلاح محسن خانی، ز.، اسماعیل، ن.، ۱۳۹۰. شاخص های اصلاح الگوی مصرف آب، بخش ۲، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، مرکز آمار ایران.
- حیدری، م.، ۱۳۸۸. بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در زمستان ۱۳۸۶، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم پزشکی کاشان.
- حیدری، م.، مصداقی‌نیا، ع.، میران زاده، م.، یونسیان، م.، ندافی، ک.، محوی، ا.، ۱۳۸۹. بررسی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان و نقش شرکت آب و فاضلاب روستایی در بهبود آن، مجله تحقیقات نظام سلامت ویژه نامه بهداشت محیط.

- قنادی، م.، محبی، م.، ۱۳۸۷. بررسی کیفیت میکربی آب شرب روستایی کشور در سال۱۳۸۵ (تنگناها، تهدیدها وفرصت‌ها)، فصلنامه آب و فاضلاب.
- صفری، غ.، واعظی، ف.، ۱۳۸۲. بررسی کیفیت منابع تامین آب مشروب شهرستان میانه، مجله آب و فاضلاب، دوره ۱۴، شماره ۴۷.
- کرامتی، ح. محوی، ۱.، عبدل نژاد، ل.، ۱۳۸۶. بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر گناباد در فصول بهار و تابستان سال ۱۳۸۶، افق دانش؛ مجله دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی گناباد، دوره ۱۳، شماره ۳.
- مجله شهراب، ۱۳۸۵. مهمترین معضل شرکت‌های آب و فاضلاب، بهره برداری و نگهداری تاسیسات، شماره ۳۵۴.
- محبی، م.، یونسیان، م.، ندافی، ک.، نبی زاده نودهی، ر.، ۱۳۸۷. بررسی مشکلات موجود در توزیع آب به روستاها-یک مطالعه به روش دلفی. مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران، دوره ۴، شماره۲.
- محمدخانی، ا.، یزدانیان، ن.، ۱۳۹۳. تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن، فصلنامه روند، سال بیست و یکم، شماره های ۶۵ و ۶۶ .
- مختاری، ا.، فضل زاده دویل، م.، دراجی، ب.، ۱۳۹۱. بررسی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای حومه شهر اردبیل. مجله سلامت و بهداشت.
- مظاهری، م.، عبدالمنافی، ن.، ۱۳۹۳. آب و امنیت ملی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسالمی، معاونت پژوهشهای زیربنایی و امور تولیدی، گروه آب و محیط زیست، شماره مسلسل: ۱۳۶۸۸.
- مظاهری، مهدی، عبدالمنافی، نرجس السادات. بررسی بحران آب و پیامدهای آن در کشور، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی، گروه آب و محیط زیست، شماره مسلسل: ۱۵۶۰۸ ،۱۳۹۶.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کیفیت آب- نمونه برداری از آب برای آزمون های میکروبیولوژی- آیین کار، ۱۳۸۸. استاندارد ملی ۴۲۰۸.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کیفیت آب- ویژگیهای میکروبی آب آشامیدنی ، ۱۳۸۶. استاندارد ملی ۱۱۰۱، چاپ چهارم.
- نبی زاده نودهی، ر.، ندافی، ک.، محبی، م.، یونسیان، م.، میرسپاسی، ع.، اوکتایی، س.، فقیهی م.، ۱۳۸۶. بررسی کیفیت میکربی آب آشامیدنی روستاهای استان تهران، مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی.
- نوری سپهر، م.، ۱۳۸۶. مدیریت تامین آب آشامیدنی در روستاها ، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۲.
- ADB, UNDP, UNESCAP, and WHO. 2006. Asia Water Watches 2015: Are Countries in Asia on Track to Meet Target 10 of the Millennium Development Goals? Asian Development Bank (ADP), Philippines, 9-22.
- Cabral, C., Lucas, P. and Gordon, D. 2009. Estimating the Health Impacts of Unsafe Drinking Water in Developing Country Context. No. 01/09. Aquatest Working Paper.
- Ghannadi M. 2002. Criteria and Guidelines for Analysis of Microbial Quality of Drinking Water, Water and Wastewater Company of Mashhad city.
- Payment, P., Waite, M. and Dufour, A. 2003. Introducing Parameters for the Assessment of Drinking Water Quality. Assessing microbial safety of drinking water.
- Sadeghi GH, Mohammadian M, Nourani M, Peyda M, and Eslami A. 2007. Microbiological Quality Assessment of Rural Drinking Water Supplies in Iran. Journal of Agriculture and Social Sciences, 3(1):31-3.
- World Health Organization, 2006. World in danger of missing sanitation target; drinking-water target also at risk, new report shows.
- World Health Organization. 2006. Guidelines for Drinking-water Quality; First Addendum to Third Edition: Recommendations. WHO. Geneva.

Investigation on microbial quality of drinking water in rural areas of Mianeh and the role of Rural Water and Wastewater Company in improving its quality

Gholam Hossein Safari [1,*], Saber Salem [2], Mohammad Mosaferi [3]

[*]1-Assistant Professor, Health and Environment Research Center, School of Public Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

2- MSc., Student Research Committee, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

3 -Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

[*]Email Address : hsafari13@yahoo.com

Abstract

The objective of the study was to monitor the microbial quality of drinking water in rural areas of Mianeh County, determining the access of the rural populations to safe drinking water in terms of microbial quality and the role of Mianeh Rural Water and Wastewater Company (Abfar) in improving quality of drinking water. 50 villages (25 villages under coverage and 25 village's non-coverage by Abfar) were randomly selected based on proportional allocation and one sample from each village per month and a total of 150 samples were analyzed over 3 months based on 4 criteria: total coliform, Fecal coliform (Escherichia coli), free residual chlorine and pH. The findings indicated that the desirability of free residue chlorine in under coverage, non-coverage by Abfar, and total Mianeh's villages were 28.23, 12.02, and 20.57 %, respectively. The index of lack of Escherichia coli in October and November and December was 92%, 92%, and 100% in the coverage villages, 64%, 84%, and 56% in the non-coverage villages, 78%, 88%, and 78% in all surveyed villages. According to the guidelines of the World Health Organization (WHO and desirability of Escherichia coli index, the microbial quality of drinking water in coverage villages, non-coverage villages by Abfar, and all villages were in the status of excellent (94.66%), poor (68%) and good (81.34%), respectively. In general, the microbial quality of drinking water in the coverage villages was more favorable than the non-coverage villages by Abfar. These results indicate the very important and effective role of the Rural Water and Wastewater Company in providing safe water in rural areas in terms of microbial quality.

Introduction

Water supply management for drinking and public uses in towns and villages is very important. More than 80% of diseases worldwide are water-borne diseases. Therefore, water quality control and prevention of communicable diseases are very important in the management drinking water supply. The world's population will reach 8.5 billion in 2025. Worldwide, only 38% of people have access to safe drinking water. One of the World Water Organization's (WHO) goals is to provide safe drinking water for all until 2025. Most of the deprived people of safe drinking water live in Asia and Africa, mostly in rural areas.The World Health Organization reported that 1.1 billion people worldwide do not have access to safe sources of safe drinking water and in 2005, about 1.6 million children under the age of 5 (average 4,500 children a day) died from unhealthy and unsanitary drinking water. Also, according to the WHO report, 2.2 million people out of 4 billion people with diarrhea died each year due to lack of access to safe drinking water, of which about 85% live in small communities and villages. Based on scientific findings, insufficient quantity, inadequate quality, and poor sanitation of water resources are the main causes of the occurrence and prevalence of mortality globally, which can be prevented and controlled. Therefore, control of drinking water in rural communities is very important and needs special attention. To our knowledge, so far no comprehensive study has been conducted in Miyaneh County to evaluate the microbial quality of rural water. Therefore, due to the importance of this issue, this study was conducted to provide a clear picture of the microbial quality of drinking water in rural areas of Miyaneh County determining the access of the rural populations to safe drinking water in terms of microbial quality and the role of Mianeh Rural Water and Wastewater Company (Abfar) in improving quality of drinking water.

Methodology

The target population of this descriptive cross-sectional study was all the villages with the population of Mianeh County. From this target population, 85 villages with health houses have been selected as the study population. From the study population, 50 villages (25 villages covered and 25

villages not covered by Abfar) were randomly selected as statistical populations based on proportional allocation. In this study, a total of 150 drinking water samples were taken over a period of 3 months (one sample from each selected village per month). The microbial quality of drinking water in 50 villages of Mianeh was measured based on 4 criteria, i.e. total coliform (TC), fecal coliform (FC), residual free chlorine, and pH. All steps of sampling, transportation, and experiments were performed according to standard methods for the examination of water and wastewater. The cultivation of the samples to evaluate the number of total coliforms and fecal coliforms was performed using the most probable number (MPN) technique and the 9-tube method in two presumptive and confirmed phases. Residual free chlorine and water pH were measured using a DDP test kit in the sampling site. Finally, the statistical analysis of the results was performed by SPSS and Excel software.The results showed that the desirability index for lack of total coliform bacteria test in drinking water in the villages covered by Abfar was 84%, 92%, and 96%, in villages non-covered by Abfar was 64%, 84%, and 52% and in all the surveyed villages was 74%, 88% and 74% in months October, November, and December, respectively. Also, the desirability index for lack of heat-resistant E.coli bacteria test in drinking water in the villages covered by Abfar was 92%, 92%, and 100%, in villages non-covered by Abfar was 64%, 84%, and 56% and in all the surveyed villages was 78%, 88% and 78% in months October, November, and December, respectively (table 2). Based on the results, the percentage of residual free chlorine in the covered, non-covered, and total villages was 28.23, 12.02, and 20.57%, respectively (figure 2). The statistical analysis of results showed that there was a significant difference between the covered and non-covered villages by Abfar in terms of the amount of residual free chlorine and microbial contamination of drinking water to total coliform and fecal coliform ($P < 0.001$). The pH of drinking water in the covered and non-covered villages by Abfar was in the admissible limit of 6.5-8.5 (figure 3). There was not a significant difference between the covered and non-covered villages by Abfar in terms of pH ($P= 0.43$). In general, the performance of health workers in the process of drinking water except in daily measurement of residual free chlorine (with 100% coverage) was less than expected. Also, the performance of Abfar in regular and daily chlorination of drinking water in the covered villages was much lower than expected. So that, out of 25 villages covered by Abfar, only drinking water in 9 villages (36%) have been chlorinated, and the average free residual chlorine in 6 to 7 villages (24-28%) was in the admissible limit of 0.5-0.8 mg/L.

Conclusion

According to 2006 guidelines of WHO on evaluation of the microbial quality of drinking water, the microbial quality of drinking water in covered villages was in the excellent range (with the desirability index for lack of E.coli test 94.66%), in non-covered villages was in poor range (with the desirability index for lack of E.coli test 68%) and in all the surveyed villages was in a good range (with the desirability index for lack of E.coli test 81.34%) (Figure 6). In general, despite the poor performance of Abfar in the chlorination of drinking water, the microbial quality of drinking water in covered villages by Abfatr was very favorable compared to non-covered villages. These results indicate the very important and effective role of Abfar in providing safe drinking water in terms of microbial quality in rural areas. Therefore, the necessary measures should be taken to cover the villages by Abfar, as well as regular and continuous chlorination of drinking water in these villages. In addition, the performance of health workers in the process of controlling drinking water should be improved especially in villages with microbial contamination drinking water.

Keywords

Mianeh, Drinking Water, Microbial Quality, Rural Areas, Rural Water and Wastewater Company (Abfar)