

# Chemical and Biological Study of Cistern Water Systems in Rural Areas of Golestan Province

*Pormoghadas, H. (Ph.D.), Shahmansouri, M.R. (Ph.D.), Zafarzadeh, A. (M.Sc.)  
School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences*

## **Abstract**

Collection and storage of roof rain water has been practiced for long time ago in Iran. Minoodasht located in the north of Iran-with the population over 260000, has 1366 cisterns in rural area. Water from cisterns is used as the tap water. To study the water quality chemical, physical, and microbiological parameters were determined. In this study, 114 water samples from the cisterns of the villages of minoodasht was collected. 69 cisterns were collected for microbiological analysis. In 8 months, the samples were studied chemically and microbiologically. Alkalinity and hardness were determined using titrometric method, F, Cl, NO<sub>3</sub> and PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> were determined using spectrophotometric method, DR-2000 and SQ-300 atomic absorption has been used to determine heavy metals. The results of this study showed that, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> in 16%, Fe in 6%, Pb in 69%, Cr in 6% of the water samples were exceeded the drinking water quality standard level.

Also the microbial analysis revealed that coliform in 56%, E.Coli in 32% and Streptococcus fecalis in 26% of the collected samples exceed the drinking water quality standards. Highly pollution of the cisterns could be became of wastewater percolation from agricultural and municipal sources. Also water from the river in dry seasons could be another main reason for the pollution.

## بررسی شیمیایی و میکروبی آب انبارهای روستایی

### در استان گلستان

(دریافت ۸۱/۱۲/۵ پذیرش ۸۲/۲/۱۰)

حسین پورمقدس\*

محمدرضا شاهمنصوری\*\*

علی ظفرزاده\*\*\*

#### چکیده

جمع‌آوری و ذخیره آب باران برای مصارف مختلف، از جمله مصرف شرب، از دیرباز در ایران و سایر کشورهای جهان معمول بوده است. شهرستان مینودشت دارای جمعیتی بالغ بر ۲۶۰۰۰۰ نفر است که حدود ۲۰۰۰۰۰ نفر آن در روستاها سکونت دارند و از ۱۳۶۶ آب انبار برای جمع‌آوری آب باران برای مصارف مختلف استفاده می‌کنند. لذا آنالیز شیمیایی و میکروبی آب‌های جمع‌آوری شده از پشت بام‌ها در آب انبارها، برای شناسایی منابع احتمالی آلودگی، یافتن روش‌های مناسب برای جمع‌آوری و ذخیره آب باران و بهسازی مطلوب آب انبارها ضروری به نظر می‌رسد.

برای انجام این تحقیق، تعداد ۱۱۴ نمونه آب، برای آنالیز پارامترهای شیمیایی، و تعداد ۶۸ نمونه آب برای آنالیز میکروبی از آب انبارهای روستاهای دهنه و صوفیان در شهرستان مینودشت، در مدت ۸ ماه، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج نشان داد که پارامترهای شیمیایی شامل: هدایت الکتریکی، قلیابیت، سختی، کلرور، نترات و منگنز، در مقایسه با استاندارد آب آشامیدنی در حد مطلوب می‌باشند؛ اما غلظت بعضی از پارامترهای شیمیایی از جمله آهن در ۹ درصد، سرب در ۶۹ درصد و کروم در ۶ درصد نمونه‌های جمع‌آوری شده، از حد مجاز بیشتر بود. از لحاظ پارامترهای میکروبی در ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه‌ها، تعداد کلیفرم در ۵۶ درصد، اشرشیاکلی در ۳۲ درصد و استرپتوکوک فیکالیس در ۲۶ درصد از نمونه‌های جمع‌آوری شده بیش از حداکثر مجاز بود.

کیفیت آب تعداد قابل ملاحظه‌ای از آب انبارها، از نظر پارامترهای شیمیایی و میکروبی، به علت آلودگی برای شرب مناسب نمی‌باشد. آلودگی‌های شیمیایی و میکروبی آب انبارها، می‌تواند ناشی از نفوذ فاضلاب‌های کشاورزی، فضولات حیوانی و انسانی و هم‌چنین استفاده از آب رودخانه می‌باشد. واژه‌های کلیدی: آب باران، آب انبار، جمع‌آوری و ذخیره آب باران.

#### مقدمه

ارتقای سطح بهداشت و سلامت جامعه مرهون تلاش برای دستیابی به آب آشامیدنی سالم و بهداشتی می‌باشد. این مهم در کشورهای توسعه یافته به خوبی فراهم گردیده، ولی در کشورهای در حال توسعه، هنوز ریشه اصلی بسیاری از مشکلات بهداشتی، مربوط به تأمین آب

آشامیدنی سالم است. آمارهای منتشره از سوی سازمان بهداشت جهانی و دیگر سازمان‌های بین‌المللی، نشان دهنده این واقعیت است که تأمین آب آشامیدنی سالم و بهداشتی، بیش از هر عامل دیگر در سلامتی انسان‌ها موثر است [۱ و ۲]. به عنوان نمونه در ایالت اوتارپرادش در کشور هندوستان، پس از بهسازی شبکه توزیع آب، میزان مرگ از بیماری وبا ۷۴/۱ درصد، بیماری‌های اسهالی

\* دانشیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان  
\*\* استادیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان  
\*\*\* کارشناس ارشد مرکز بهداشت شهرستان مینودشت استان گلستان

۴۲/۷ درصد، حصبه ۶۳/۶ درصد و اسهال خونی ۲۳/۱ درصد کاهش یافت [۲].

آب باران به طور طبیعی، مشکل بهداشتی از نظر مواد شیمیایی ندارد، مگر این که آلودگی بسیار شدید هوا در منطقه وجود داشته باشد [۳ و ۴]. اگرچه باران مقدار کمی از مواد شیمیایی اتمسفر را می‌شوید، ولی قطعاً یک منبع اصلی آلودگی میکروبی نیست. بنابراین وجود میکروارگانیسم‌ها در آب انبارها، از طریق منطقه جمع‌آوری و یا ذخیره‌سازی آن است [۵]. مطالعات نشان داده است که، آب انبارهای ضد عفونی نشده می‌تواند محیط مناسبی برای میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا باشد. از جمله بیماری‌ها می‌توان از بیماری سیستم گوارشی که عامل آن سالمونلا [۶]، زخم معده، که عامل آن هلیکوباکتر [۷]، عفونت‌های تنفسی مثل بیماری لژیونر [۸] و عفونت‌های خونی که عامل آن کورنی باکتریوم [۹] است، را نام برد.

آب آشامیدنی جوامع مختلف، بسته به شرایط و موقعیت‌های جغرافیایی از منابع متفاوت تأمین می‌گردد. در مناطق خشک و کم باران، از جمله روش‌های معمول، استفاده از آب ذخیره شده در آب انبارها می‌باشد که به طور سنتی از سالیان بسیار دور در ایران و سایر کشورهای خشک و نیمه خشک معمول بوده است [۱۰]. افزایش سریع احداث و تکامل آب انبارها، در حدود یک صد سال پیش شروع شد، در حالی که در تمدن‌های اروپایی باستان تأمین آب مورد نیاز برای شرب، پخت و پز غذا و تا حدی شست و شوی ظروف، از طریق احداث فضایی به منظور جمع‌آوری آب باران از سقف یا حیاط منازل صورت می‌گرفت که نمونه‌هایی از آن‌ها به دوران ماقبل تاریخ بر می‌گردد و منصوب به ویرانه‌های کاخ ناس مرکز عصر مفرغ در جزیره کرت می‌باشد [۱۱].

استفاده از آب انبارها به منظور ذخیره آب باران در کشور ایران، به دلیل محدودیت بارش‌های آسمانی که سالانه به طور متوسط ۲۵۰ میلی‌متر در سطح کشور برآورد می‌گردد، از قدیم‌الایام معمول بوده است، به طوری که احداث آب انبار را می‌توان، یکی از مهم‌ترین امکانات ذخیره‌سازی آب در نقاط خشک و از جمله مناطقی در شهرستان مینودشت واقع در استان گلستان دانست [۱۱ و ۱۲]. شهرستان مینودشت با جمعیتی بالغ بر

۲۶۰۰۰۰ نفر که بیش از ۲۰۰۰۰۰ نفر آن‌ها در روستاها زندگی می‌کنند، دارای ۱۳۶۶ آب انبار در سطح منطقه به منظور تأمین آب آشامیدنی مردم می‌باشد.

ذخیره آب در آب انبارها از دو طریق جمع‌آوری آب باران از سقف یا کف حیات منازل و نیز در مواقع کم بارش از طریق رودخانه صورت می‌گیرد. پوشش سقف منازل که از صفحات فلزی یا سفال‌های فرسوده می‌باشد، می‌تواند بر کیفیت شیمیایی آب جمع‌آوری شده تأثیر داشته باشد و آلودگی‌های میکروبی در حیاط منزل نیز می‌تواند به همراه جریان آب وارد آب انبارها گردد [۱۲]. هدف از انجام این بررسی عبارت است از: تعیین کیفیت شیمیایی و میکروبی آب جمع‌آوری شده در آب انبارهای شهرستان مینودشت، بررسی و شناسایی منابع آلودگی در آب ذخیره شده در آب انبارهای شهرستان مینودشت و ارائه پیشنهادات و راهکارهای مناسب اجرایی برای استفاده بهینه از سیستم نگهداری و برداشت آب از انبارها.

#### روش انجام تحقیق

در این تحقیق، تعداد ۱۱۴ نمونه آب به صورت تصادفی از آب انبارهای روستاهای دهنه و صوفیان از توابع بخش کلاله شهرستان مینودشت، واقع در استان گلستان، در طول مدت ۸ ماه که سه فصل را در برگیرد، برای آنالیزهای شیمیایی شامل: pH، هدایت الکتریکی، قلیابیت، سختی، کلرور، نترات، فسفات، آهن، منگنز، سرب، کرم، کادمیوم، و تعداد ۶۸ نمونه برای تعیین کیفیت باکتریولوژیکی شامل: کلیفرم‌ها<sup>۱</sup>، اشرشیاکلی<sup>۲</sup> و استرپتوکوکوس فیکالیس<sup>۳</sup> با روش استاندارد جمع‌آوری شد [۱۳ و ۱۸]. آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی در آزمایشگاه‌های مرکز بهداشت استان، شرکت آب و فاضلاب روستایی استان گلستان، مرکز بهداشت مینودشت و دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. جمع‌آوری اطلاعات از طریق انجام آزمایش‌های میکروبی و شیمیایی انجام گردید، اطلاعات بیشتر در مرجع شماره [۱۹] ارائه گردیده است.

<sup>۱</sup> Coliforms  
<sup>۲</sup> Escherichia Coli  
<sup>۳</sup> Streptococcus Fecalis

سختی، به روش EDTA، قلیابیت، به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک، کلرور، به روش مور [۱۳ و ۱۴]، نیترات، با استفاده از دستگاه DR-2000 Hatch [۱۵]، (متد ۸۰۳۹) تعیین شد. فلزات سنگین به روش جذب اتمی مدل 2380 Perkin-Elmer، آزمایش‌های میکروبی کلیفرم‌ها، اشرشیاکلی و استرپتوکوکوس فیکالیس به ترتیب به روش تخمیر چند لوله‌ای (MPN)، تست‌های افتراقی و پورپلیت انجام شد [۱۳]. نتایج حاصل با استانداردهای توصیه شده برای آب آشامیدنی مقایسه گردید [۱۶]. حجم نمونه براساس توصیه‌های مورد اشاره در مراجع ۱۳ و ۱۸ تعیین شد.

## نتایج

میانگین نتایج پارامترهای شیمیایی شامل: pH، هدایت الکتریکی، قلیابیت، سختی، فلوئور، کلرور، نیترات، فسفات، منگنز، آهن، کادمیوم و سرب در ۱۱۴ نمونه جمع‌آوری شده و پارامترهای میکروبی شامل: کلیفرم، اشرشیا و استرپتوکوک فیکالیس در ۶۸ نمونه جمع‌آوری شده از آب‌های ذخیره شده در آب انبارهای دو روستای صوفیان و دهنه، از توابع شهرستان مینودشت، در طول مدت ۸ ماه تعیین گردید. خلاصه نتایج حاصل از آنالیز به ترتیب شیمیایی و باکتریولوژیکی در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

## بحث و نتیجه‌گیری

## pH

تغییرات pH نمونه‌های مورد آزمایش از ۷/۲ تا ۸/۹ می‌باشد که براساس استاندارد کشوری حداکثر مجاز pH آب‌های قابل شرب در دامنه قابل قبول بود [۱۶]. نتایج حاصل در قبل و بعد از بارندگی نیز در همین دامنه می‌باشد. افزایش pH تا حد ۸/۹ می‌تواند به علت افزودن آب رودخانه گرگان‌رود به آب انبارها باشد.

## هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی نمونه‌های آب مورد آزمایش، از ۱۸ آب انبار در دامنه ۹۵-۱۳۸۲ میکروموس بر سانتی‌متر

می‌باشد. هدایت الکتریکی در آب‌های شیرین، از ۱۵۰۰-۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر بوده که با توجه به دامنه قید شده، کمتر از حداکثر مجاز می‌باشد [۱۶]. حداکثر هدایت الکتریکی نمونه‌های آب مورد آزمایش، مربوط به آب انبار شماره ۲، برابر ۱۳۸۲ میکروموس بر سانتی‌متر قبل از بارندگی می‌باشد، و علت آن می‌تواند ناشی از تأمین آب از رودخانه گرگان‌رود باشد. هدایت الکتریکی آب در همین آب انبار، بعد از بارندگی، به ۵۱۹ میکروموس بر سانتی‌متر کاهش یافته است. لذا با توجه به نتایج حاصل، در آب انبارهایی که آب رودخانه افزوده شده است، هدایت الکتریکی به دلایل بالاتر بودن کل جامدات محلول در آب‌های سطحی در مقایسه با آب باران معمولاً زیادتر است. نوع پوشش پشت بام منازل (حلب یا ایرانیت) تأثیر محسوسی بر هدایت الکتریکی نداشته است.

## قلیابیت

قلیابیت کل در ۱۸ آب انبار از تعداد ۵۷ نمونه مورد آزمایش، در دامنه ۳۲۰-۳۷ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم می‌باشد. با توجه به نتایج حاصله در آب انبارهایی که آب رودخانه افزوده شده است، قلیابیت افزایش چشمگیری یافته است. در غالب آب‌های نمونه‌برداری شده از آب انبارها، میزان قلیابیت فنل فتالین صفر بود، که موید قلیابیت کل معادل قلیابیت بیکربناتی است و هم‌چنین pH کمتر از ۸/۳ می‌باشد.

## سختی کل

مقدار سختی کل تعیین شده از تعداد ۵۷ نمونه آب مورد آزمایش، در دامنه ۴۴۵-۴۶ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم می‌باشد. حد قابل قبول بر اساس استاندارد ایران، ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم می‌باشد [۱۷]. علت عمده افزایش سختی کل در بعضی از آب انبارهای مورد مطالعه، استفاده برای ذخیره از آب رودخانه در هنگام کم آبی و هم‌چنین تبخیر آب بوده است. نوع پوشش پشت بام منازل (حلب یا ایرانیت) تأثیر محسوسی بر سختی آب نداشته است.

جدول ۱- خلاصه نتایج شیمیایی نمونه‌های آب ذخیره شده در آب انبارها.

پارامتر	واحد	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	حداکثر مشاهده شده	حداکثر مجاز	درصد نمونه‌ها بیشتر از حداکثر مجاز	ملاحظات
pH	-	۶۴	۸/۱	۰/۲	۸/۹	۸/۹	-	-
هدایت الکتریکی	μmhos/cm	۶۴	۴۰۷	۱۹۹	۱۳۸۲	۱۵۰۰	-	-
قلیابیت کل	mg/l, as CaCO <sub>3</sub>	۵۷	۱۲۸	۷۲	۸۰	-	-	-
قلیابیت فنل فتالین	mg/l, as CaCO <sub>3</sub>	۵۷	۲۰	۱۳	۸۰	-	-	در ۳۴ نمونه قلیابیت فنل فتالین صفر می‌باشد
سختی کل	mg/l CaCO <sub>3</sub>	۵۷	۱۴۹	۱۰۵	۴۴۵	۵۰۰	-	-
سختی کربناتی	mg/l CaCO <sub>3</sub>	۵۷	۱۲۶	۸۷	۳۷۲	-	-	-
کلراید	mg/l Cl <sup>-</sup>	۵۷	۵۳	۲۷	۲۳۰	حد قابل قبول ۲۵۰	-	-
نیترات	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	۵۷	۶	۲	۱۵	۱۵۰	-	-
فسفات	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	۵۷	۰/۱۵	۰/۱۳	۱/۲	-	-	-
آهن	mg/l	۱۱۴	۰/۱۱	۰/۰۶	۱/۳۶	۰/۳	۹	-
منگنز	mg/l	۱۱۴	۰/۰۳۲	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۵	-	-
سرب	mg/l	۱۱۴	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۹۳۷	۰/۰۱	۶۹	-
کروم	mg/l	۱۱۴	۰/۰۲۵	۰/۰۲	۰/۱	۰/۰۵	۵	-

جدول ۲- خلاصه نتایج باکتریولوژیکی نمونه‌های آب ذخیره شده در آب انبارها (تعداد نمونه ۶۸).

پارامتر	میانگین	انحراف معیار	حداکثر مشاهده شده در ۱۰۰ میلی‌متر	حداکثر مجاز در ۱۰۰ میلی‌لیتر	درصد نمونه‌ها بیشتر از حداکثر مجاز آب آشامیدنی	ملاحظات
کل کلیفرم‌ها	۷۸	۲۲	۴۶۰	۰	۵۶	-
کلیفرم مدفوعی	۳۵	۲۸	۴۶۰	۰	۳۲	-
استرپتوکوک فیکالیس	۸	۶/۶	۴۸	۰	۲۶	۵۰٪ از نوع انسانی و ۵۰٪ مشترک انسانی و حیوانی

## کلرور

متغیر بوده است. میزان کلرور موجود در آب انبارهای مورد تحقیق در حد قابل قبول می‌باشد [۱۶]. علت افزایش میزان کلرور در آب‌های ذخیره شده در آب انبارها، استفاده

از تعداد ۵۷ نمونه آب برداشت شده از ۱۸ آب انبار برای آنالیز کلرور، مقدار آن از ۲۳۰-۳۰ میلی‌گرم در لیتر

از آب رودخانه در ماه‌های مهر و آبان و کاهش بارندگی در ماه‌های مزبور و هم‌چنین احتمال ورود فاضلاب‌های سطحی و فضولات حیوانی به رودخانه می‌باشد.

نیترات  
از تعداد ۵۷ نمونه مورد آنالیز از آب انبارها، مقدار نیترات، در دامنه ۱۵-۲ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیترات بوده که نتایج حاصله در حد مطلوب می‌باشد [۱۶]. لازم به ذکر است که پوشش پشت بام منازل تأثیر محسوسی بر روی میزان نیتريت ذخیره شده در آب انبارها ندارد.

#### آهن

از تعداد ۱۱۴ نمونه آب مورد آنالیز از آب انبارهای مورد مطالعه، مقدار آهن، از صفر تا ۱/۳۶ میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده است. در ۱۰ نمونه (۹٪ نمونه‌ها) میزان آن بیشتر از حداکثر ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد [۱۶]. علل عمده افزایش آهن در آب انبارها جنس پوشش پشت بام منازلی است که از نوع حلب (آهن گالوانیزه) می‌باشد. مقدار آهن موجود در آب انبارها غالباً بیش از حداکثر مجاز آب آشامیدنی بوده و میزان افزایش آهن رابطه مستقیم با میزان زنگ‌زدگی (فرسودگی) حلب پشت بام منازل و سطح آبگیر داشته است. میزان آهن موجود در ۱۸ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۸ آب انبار در هنگام بارندگی، در بام‌هایی که دارای پوشش حلبی هستند، افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به آب ذخیره شده از بام‌های دارای پوشش ایرانی‌تی از خود نشان داده‌اند.

#### منگنز

از ۱۱۴ نمونه آب مورد آنالیز از ۱۸ آب انبار، مقدار منگنز، از صفر تا ۰/۱۳ میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده که از نظر استاندارد در حد مطلوب می‌باشد [۱۶]. بررسی نشان داد که نمونه‌برداری‌های به عمل آمده در زمان‌های متفاوت (قبل و بعد از بارندگی) از آب ذخیره شده در آب انبارها و هم‌چنین نوع پوشش پشت بام منازل، بر مقدار منگنز موجود در آب‌های ذخیره شده، تأثیر محسوسی ندارند.

#### سرب

از تعداد ۶۲ نمونه آب مورد آزمایش در ۱۸ آب انبار، میزان سرب موجود در آب‌های ذخیره شده از ۰/۰۰۱ تا ۰/۹۳۷ میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده و در ۴۲ نمونه غلظت

سرب بیش از حد استاندارد بوده است [۸]. با توجه به نتایج حاصله، مقدار (حداقل و حداکثر) سرب در نمونه‌های آب مورد آزمایش در زمان‌های قبل و بعد از بارندگی، متغیر بوده و به زمان خاص نمونه‌برداری بستگی ندارد. هم‌چنین نوع پوشش پشت‌بام منازل حلب یا ایرانی‌تی روی میزان سرب تأثیر محسوسی نداشتند. یکی از عوامل موثر افزایش میزان سرب در آب‌های ذخیره شده در آب انبارهای این منطقه، استفاده از آب‌های سطحی از جمله گرگان‌رود (که ممکن است در حین عبور از لایه‌های مختلف کوهستانی و دشت حاوی غلظت معینی سرب باشند) برای ذخیره در آب انبارها، در ایام کم باران می‌باشد. عامل احتمالی دیگر، واقع شدن روستاهای مورد تحقیق در حاشیه جاده مواصلاتی شهر کلاله به بخش مراوه تپه و یا انتقال آلودگی هوای شهرهای همجوار آلوده به سرب ناشی از سوخت بنزین اتومبیل‌ها می‌باشد، که در حین بارندگی وارد آب انبارها می‌شود. منابع آلوده کننده دیگری از جمله صنایع و غیره در این بخش و مناطق اطراف وجود ندارد.

#### کروم

از تعداد ۶۱ نمونه آب مورد آنالیز از ۱۸ آب انبار میزان غلظت کروم از ۰/۰۰۱ تا ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده و در ۳ نمونه بیشتر از حداکثر استاندارد می‌باشد [۱۶]. در دو مورد، مربوط به منازلی با پوشش حلبی و یک مورد با پوشش ایرانی‌تی بوده است. لذا نوع پوشش پشت بام منازل در میزان غلظت کروم در آب انبارها می‌توانسته نقش موثر داشته باشد. نتایج حاصل در آب انبارهای مورد مطالعه، موید این حقیقت است که، میزان کروم موجود در آب‌های ذخیره شده کمتر از حداکثر مجاز می‌باشد. در جدول ۲ خلاصه نتایج شیمیایی نمونه‌های آب ذخیره شده در آب انبارها آورده شده است.

#### پارامترهای میکروبی

از تعداد ۶۸ نمونه جمع‌آوری شده از آب‌های ذخیره شده در ۱۸ آب انبار، تعداد کلیفرم در ۵۶ درصد نمونه‌ها (۳۸ نمونه) و اشرشیاکلی در ۳۲ درصد نمونه‌ها (۲۲ نمونه) و استرپتوکوک فیکالیس در ۲۶ درصد نمونه‌ها (۱۸ نمونه) بیش از حداکثر مجاز بوده است. از ۱۸ نمونه آب آلوده به

استرپتوکوک فیکالیس، ۵۰ درصد آلودگی از نوع مدفوع انسانی و ۵۰ درصد از نوع مشترک انسانی و حیوانی بوده است. علل احتمالی عمده آلودگی میکروبی آب‌های ذخیره شده در آب انبارها را (جدول ۲) می‌توان به شرح ذیل اعلام می‌نمود:

۱- وجود گرد و غبار و فضله پرندگان در پشت بام منازل و سطوح جمع‌آوری آب باران ۲- احتمال نفوذ فاضلاب‌های سطحی و فضولات حیوانی و انسانی از دریچه برداشت آب ۳- عدم دسترسی کودکان به توالت

#### منابع و مراجع

- ۱- منوچهری، غ. ر.، (۱۳۷۱). "سخن مدیر مسئول"، مجله آب و فاضلاب، شماره ۱.
- ۲- شجاعی، ح. و ملک افشلی، ح.، (۱۳۷۳). "کلیات خدمات بهداشتی"، انتشارات سماط، چاپ چهارم.
- ۳- ابریشم‌چی، م.، (۱۳۶۳). "جمع‌آوری آب باران و سیلاب در مناطق روستایی"، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ دوم.
- ۴- بیات، ح.، (۱۳۶۳). "جمع‌آوری آب باران در مناطق روستایی"، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، چاپ اول.
- ۵- واین برگر، کارشناس بهداشت جهانی (بهار ۱۳۷۱). "گزیده‌ها"، مجله آب و فاضلاب، شماره ۱.
- ۶- یوسفی، ذ.، (۱۳۷۲). "روش‌های ساده آزمایشگاه آب و فاضلاب"، انتشارات معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران.
- ۷- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، (تیرماه ۱۳۷۶). "ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی"، شماره استاندارد ۱۰۵۲ تجدید نظر چهارم، چاپ پنجم.
- ۸- ظفرزاده، ع.، (۱۳۷۸). "بررسی شیمیایی و باکتریولوژی آب آب انبارهای روستاهای شهرستان مینودشت استان گلستان" پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.
- 9- Wong, W.J., M.K., H.K., and Ong, C.N. (1995). "Capillary Zone Electrophoretic Determination of Heterocyclic Aromatic Amines in Rain", Journal of Chromatographic Science, 33: 412-716.
- 10- Lye, D. J. (1987). "Bacterial Levels in Cistern Water Systems of Morthern Kentucky", Water Resources Bulletin, 23:1063-1068.
- 11- Lye, D.J. (1978). "Water Quality of American Cistern Systems" EPA Report, Cincinnati Ohio 45268.
- 12- Koplan, J.P., Deen, R.D., Swanston, W.H., and Tota, B. (1978). "Contaminated Roof Collected Rainwater as a Possible Cause of an Outbreak of Samnollosis", Journal of Hygiene, Cambridge, 81:303-309.
- 13- Klein, P.D., Graham, D.Y., Gaillour, A., Opekun, A.R., and O'Brian Smith. E. (1991). "Water Source as Risk Factor for Helicobacter Pylori Infection in Peruvian Children", The Lancet, 337:1503-1506.
- 14- Schlech, W.F., Gorman, G.W., Payne, M.C. and Broome, C.V. (1985). "Legionnaires Disease in the Caribbean : and Outbreak Associated with a Resort Hotel", Archives Internal Medicine, 145:2076-2079.
- 15- Moore, C. and Norton, R. (1995). "Corynebacterium Aquaticums Epticaemia in a Neutropenic patient", Journal of Clinical Pathology, 48:971-972.
- 16- APHA, AWWA and WEF. (1993). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 16Ed., Washington, D.C, USA.
- 17-HACH (1994). "Water Analysis Hand Book", Ed., Colorado, USA.
- 18- Chapman, D., and Kimstach, V. (1996). "Water Quality Assessment", UNESCO, W.H.O., UNEP, E& FNSPON.
- 19- Daniel, W. W. (1999). "Biostatistics : A Foundation for Analysis in the Health Sciences", 7<sup>th</sup> ed. Wiely, New York.

بهداشتی و بی توجهی والدین ۴- عدم وجود سیستم تصفیه آب در آب انبارهای مورد مطالعه.

#### پیشنهادات برای ارتقای کیفیت آب آب انبارها

- ۱- تمیز کردن محل ذخیره آب سالی یک‌بار.
- ۲- فیلتراسیون فیزیکی قبل از ورود آب به سیستم جمع‌آوری و یا قبل از مصرف و تعویض آن‌ها طبق دستور کارخانه سازنده فیلتر.
- ۳- ضد عفونی از طریق کلرزنی و نگهداری کلر باقی مانده در حد استاندارد، استفاده از اشعه UV قبل از استفاده و جوشانیدن.