بررسی کیفیت شیمیایی و وضعیت کلرزنی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان

محمدباقر میران‌زاده[۱]، علیرضا مصداقی‌نیا[۲]، محسن حیدری[۳]، مسعود یونسیان[۴]، کاظم ندافی[۴]، امیرحسین محوی[۴]

چکیده

مقدمه: طبق نظر سازمان بهداشت جهانی، آب مورد استفاده جهت مصرف انسان می‌بایست عاری از عوامل میکروبی و مواد شیمیایی خطر ساز برای سلامتی انسان باشد، بنابراین کنترل کیفیت آن از اهمیت خاصی برخوردار است. هدف این تحقیق تعیین کیفیت شیمیایی و وضعیت کلرزنی آب آشامیدنی در روستاهای شهرستان کاشان می‌باشد.

روش‌ها: این مطالعه توصیفی- مقطعی در نیمه دوم سال ۱۳۸۶ بر روی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان انجام گرفت. در این تحقیق پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب منابع تأمین آب، ۱ مرتبه و کلر آزاد باقیمانده آب نقاط مصرف، ۳ مرتبه مورد سنجش قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که غلظت نیترات، نیتریت، کلرور، کلسیم و مقدار pH در تمام روستاها در حد استاندارد می‌باشند. اما غلظت سولفات، منیزیم، سدیم، TDS و کدورت به ترتیب در ۵/۳، ۵/۳، ۸/۸، ۵/۳ و ۳/۵ درصد روستاها فراتر از استاندارد می‌باشد و غلظت فلوراید در ۵۰/۹ درصد روستاها پایین‌تر از دامنه مجاز است. همچنین به ترتیب ۴۰/۰، ۱/۵ و ۳۴/۸ درصد جمعیت به ترتیب روستاهای تحت پوشش، غیر تحت پوشش آب و فاضلاب روستایی و کل روستاها از آب با کیفیت مطلوب از نقطه نظر کلر آزاد باقیمانده استفاده می‌کنند.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان گفت که متوسط غلظت اکثر عوامل شیمیایی در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در حد استاندارد ۱۰۵۳ ایران می‌باشند، اما غلظت فلوراید در بسیاری از روستاها کمتر از حد مجاز می‌باشد. همچنین شاخص مطلوبیت کلر باقیمانده آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان پایین‌تر از متوسط کشوری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: روستاهای کاشان، آب آشامیدنی، کیفیت شیمیایی، کلر آزاد باقیمانده.

نوع مقاله: *تحقیقی*

دریافت مقاله: ۸۹/۹/۱۷ *پذیرش مقاله: ۸۹/۱۰/۳۰*

مقدمه

بر اساس تعریف سازمان جهانی بهداشت (WHO)، "آب آشامیدنی" آبی است که برای مصرف انسانی و تمامی کاربری‌های خانگی مناسب باشد و به مقدار کافی و کیفیت مناسب در دسترس جامعه باشد (۱). طبق نظر این سازمان، آب مورد استفاده جهت مصرف انسان باید عاری از

۱- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران.

۲- استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۳- دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: moheidari84@gmail.com

۴- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-28]

www.mui.ac.ir

میکروارگانیسم و مواد شیمیایی خطر ساز برای سلامتی انسان باشد. تازگی، عدم وجود کدورت و عدم وجود رنگ و بو یا مزه ناخوشایند نیز از مهم‌ترین ویژگی‌های منابع عمومی آب آشامیدنی است (۲). اما فعالیت‌های انسان در بخش‌های مختلف صنعت، کشاورزی و خدمات منجر به تولید انواع فاضلاب‌ها شده است که بعضی به طور اجتناب ناپذیری در زمین تخلیه گردیده می‌شود و به منابع آب زیرزمینی راه می‌یابند. فعالیت‌های کشاورزی و دامداری، استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، کاربرد سموم دفع آفات نباتی، برکه‌های تثبیت فاضلاب، شیرابه‌های زباله مدفون شده در خاک، تخلیه پس آب‌های صنعتی و تخلیه فاضلاب‌های انسانی از مهم‌ترین منابع آلاینده‌ای هستند که در پیرامون شهرها و روستاها بر حسب مورد، به وفور یافت می‌شوند و خطر بزرگی برای منابع آب آشامیدنی محسوب می‌شوند (۳). در این میان محیط روستایی در ایران به دلیل ویژگی‌های ممتاز اکولوژیکی از ساختار فضایی متنوعی برخوردار است. عواملی همچون شرایط اقلیمی، توپوگرافی، وضعیت فیزیکی زمین، منابع آب و سایر عوامل طبیعی در شکل‌گیری فضاهای روستایی و استقرار آبادی‌ها مؤثر بوده‌اند. پراکندگی روستاها هم از نظر توزیع غیر همگون جغرافیایی و هم از نظر فاصله مکانی واحدهای مسکونی در یک روستا، توزیع و پایش کیفیت آب را با مشکل مواجه ساخته است. شبکه‌های آب‌رسانی و سامانه‌های گندزدایی در روستاها اغلب شاخه‌ای و فرسوده می‌باشند و عدم مراقبت صحیح از آن‌ها با عنایت به بافت روستاها، نزدیکی دام و انسان و پراکندگی فضولات در محیط باعث تنزل کیفیت آب می‌شوند. کمبود یا فقدان نیروی انسانی مجرب و کارآمد و کمبود منابع مالی برای اجرای به هنگام طرح‌ها از دیگر موانع توسعه در بخش منابع آب روستایی است (۴). بنابراین پایش کیفیت آب آشامیدنی مناطق روستایی ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به این که تحقیق حاضر یک مطالعه محلی (local) می‌باشد، مطالعات زیادی در مورد کیفیت شیمیایی مناطق روستایی در سطح جهان و ایران انجام گرفته است. در سال ۱۳۸۷ در طی ۲ مطالعه مجزا برآورد گردید که میانگین غلظت نیتریت و نیترات آب منابع روستاهای شهرستان زاهدان به ترتیب mg/L ۱۰/۴۲ و mg/L ۰/۰۱۷ است و حدود استاندارد در تمامی نمونه‌های آب رعایت شده بودند (۵). غلظت فلوراید آب در ۶/۴۸ درصد روستاها در محدوده مطلوب، در ۸۷/۳ درصد بالاتر از محدوده مطلوب و در ۶/۴۸ درصد روستاها پایین‌تر از محدوده مطلوب بودند (۶). در نهایت در مطالعه‌ای بر روی وضعیت کلرزنی آب مناطق روستایی استان ایلام گزارش شد که شیوه کلرزنی در ۴۷ درصد از روستاهای تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب، دستی و در ۵۳ درصد این روستاها، دستگاه‌های هیپوکلریناتور بوده است و در ۷۴/۷۵ درصد این روستاها میزان کلر باقیمانده مطلوب بود. همچنین در ۸۶/۶ درصد این روستاها، موارد نامطلوب کلر باقیمانده برآورد گردید (۷). در این مطالعه نیز کیفیت شیمیایی آب روستاهای کاشان و میزان بهره‌مندی جمعیت این روستاها از آب با کیفیت مطلوب از نقطه نظر کلر آزاد باقیمانده در نیمه دوم سال ۱۳۸۶ مورد ارزیابی قرار گرفته است.

روش‌ها

ناحیه مورد مطالعه

شهرستان کاشان با وسعت ۹۶۴۷ کیلومتر مربع و جمعیت ۳۳۵۸۷۵ نفر، از توابع استان اصفهان است و از نظر جمعیت دومین شهرستان این استان به حساب می‌آید. این شهرستان از شمال و شرق به دشت کویر و از طرف جنوب و غرب به رشته کوه‌های مرکزی ایران محدود می‌گردد. بر اساس آمار شرکت آب و فاضلاب روستایی (آبفار) شهرستان کاشان، از ۵۷ روستای این شهرستان ۴۰ روستا تحت پوشش این شرکت می‌باشند و ۱۷ روستا یا به طور کلی یا در بعضی موارد به عنوان مثال از لحاظ بهره‌برداری تحت پوشش این شرکت نمی‌باشند. جمعیت کل روستاهای مورد مطالعه ۲۲۵۷۲ نفر می‌باشد که ۱۹۵۴۵ نفر آن در روستاهای تحت پوشش شرکت آبفار شهرستان کاشان و ۳۰۲۷ نفر نیز در روستاهای غیر تحت پوشش سکونت دارند.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-28]

www.mui.ac.ir

روند انجام تحقیق

این تحقیق به صورت یک مطالعه توصیفی- مقطعی بود که با نمونه‌گیری از آب روستاهای کاشان در زمان مطالعه در سال ۱۳۸۶ انجام گرفت. در این تحقیق از منابع تأمین آب کل روستاهای شهرستان کاشان (۵۷ روستا) نمونه‌برداری صورت گرفت. از آن جا که برای بررسی کیفیت شیمیایی آب، دستورالعمل خاصی از نظر تعداد نمونه‌ها وجود ندارد و نظر به این که پارامترهای کیفی شیمیایی آب در کوتاه مدت دارای تغییرات قابل توجهی نمی‌باشند؛ بنابراین برای بررسی کیفیت شیمیایی آب روستاهای کاشان در طول تحقیق از هر روستا یک مرحله نمونه‌برداری با تکرارهای لازم (درصورت لزوم) صورت گرفت (در مجموع ۵۷ نمونه). البته در این تحقیق کلر آزاد باقیمانده آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان ۳ مرتبه و در نقاط مصرف مورد سنجش گرفت. محل نمونه‌برداری نیز نقطه‌ای بود که بیشترین احتمال فقدان کلر وجود داشته باشد. بنابراین سعی بر این بود که کلر آزاد باقیمانده آب نقاط انتهایی شبکه توزیع روستاها اندازه‌گیری شود. برای نمونه‌برداری شیمیایی در ابتدا موقعیت روستاها با کمک واحد کنترل کیفی شرکت آب و فاضلاب روستایی کاشان برروی نقشه تعیین گردید و سپس طی برنامه زمان بندی مشخص، نمونه‌برداری در ظروف پلاستیکی ۳/۵ لیتری انجام شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه شیمیایی آب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کاشان منتقل شدند و بر اساس روش‌های ارایه شده در کتاب روش‌های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب، از نظر پارامترهای شیمیایی مورد سنجش قرار گرفتند (۸). بعد از حصول داده‌های خام، با استفاده از نرم افزار $SPSS_{۱۷/۰}$ و آمار توصیفی (درصد، میانگین) این داده‌ها مورد آنالیز قرار گرفتند.

یافته‌ها

وضعیت کیفیت فیزیکی و شیمیایی

در جداول شماره ۱ و ۲ نتایج آنالیز کیفیت شیمیایی و شیمی فیزیکی آب روستاهای شهرستان کاشان در سال ۱۳۸۶ ارایه و با استاندارد شماره ۱۰۵۳ مقایسه شده است. منظور از استاندارد ۱۰۵۳ دستورالعملی است که توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای تعیین کیفیت آب آشامیدنی تهیه شده است (۹). تعداد و درصد جمعیت روستایی بهره‌مند از آب آشامیدنی با غلظت‌های فراتر از استاندارد ۱۰۵۳ در جدول شماره ۳ ذکر شده است. در جدول شماره ۴ نیز نتایج مربوط به مقدار کدورت آب نقاط مصرف در سه مرحله نمونه‌برداری ارایه شده است.

جدول ۱: نتایج آزمون عوامل شیمیایی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در نیمه دوم سال ۱۳۸۶

پارامتر (mg/l)	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	کربنات	بی‌کربنات	سولفات	کلرور	فلوئور	نیترات	نیتریت
متوسط	۹۸/۷۰	۱۸/۶۶	۱۱۰/۴۱	۲/۵۶	۰/۰۰	۲۳۴/۶۶	۱۶۱/۱۲	۱۱۵/۰۷	۰/۷۳	۱۶/۵۷	۰/۰۶
حداکثر	۲۵۰/۰	۷۹/۱۰	۳۱۴/۴	۱۰/۰۰	۰/۰۰	۳۶۲/۰	۶۵۰	۲۳۹/۴	۱/۲۴	۳۵/۰	۰/۸۹
حداقل	۱۸/۸	۳/۹	۱۰/۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۹۳/۶	۵	۱۳/۲	۰/۲۹	۲/۴	۰/۰۰
انحراف معیار	۵۱/۷	۱۴/۶۲	۷۳/۵۴	۲/۶۸	۰/۰۰	۶۵/۸۸	۱۳۵/۵	۷۸/۲۵	۰/۲۶	۸/۳۱	۰/۱۲
حد استاندارد	۲۵۰	۵۰	۲۰۰	-	-	-	۴۰۰	۴۰۰	۰/۸-۱/۸	۵۰	۳

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-28]

www.mui.ac.ir

جدول ۲: نتایج آزمون عوامل شیمی فیزیکی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در نیمه دوم سال ۱۳۸۶

پارامتر	pH	کل جامدات محلول (mg/L)	هدایت الکتریکی (µmos/cm)	سختی کل (mg/L $CaCO_3$)
متوسط	۷/۴۹	۷۲۰/۸۶	۹۳۵/۹۶	۳۲۳/۱۹
حداکثر	۷/۸	۱۷۹۶/۰	۲۱۲۹/۰	۸۱۹/۸
حداقل	۷/۱	۱۷۸/۰	۲۳۴/۰	۷۹/۰
انحراف معیار	۰/۲	۳۶۰/۹۶	۴۴۸/۷۲	۱۶۷/۳۰
حد استاندارد	۹-۶/۵	۱۵۰۰	–	–

جدول ۳: روستاها و جمعیت روستایی دارای آب آشامیدنی دارای پارامترهای فیزیکی و شیمیایی فراتر از استاندارد شماره ۱۰۵۳ در شهرستان کاشان در نیمه دوم سال ۱۳۸۶

پارامتر	سولفات (mg/L)	نیترات (mg/L)	نیتریت (mg/L)	کلرور (mg/L)	فلوئور (mg/L) پایین‌تر از دامنه مجاز	فلوئور (mg/L) بالاتر از دامنه مجاز	منیزیم (mg/L)	سدیم (mg/L)	کلسیم (mg/L)	TDS (mg/L)	pH	کدورت (NTU)
حد استاندارد	۴۰۰	۵۰	۳	۴۰۰	۰/۸	۱/۸	۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۵۰۰	۹-۶/۵	۵
تعداد روستاها	۳	۰	۰	۰	۲۹	۰	۳	۵	۰	۳	۰	۲
(٪)	(۵/۲۶)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۵۰/۸۸)	(۰/۰۰)	(۵/۲۶)	(۸/۷۷)	(۰/۰۰)	(۵/۲۶)	(۰/۰۰)	(۳/۵۱)
جمعیت	۴۷۷۱	۰	۰	۰	۱۴۱۶۸	۰	۳۹۳۸	۵۱۳۵	۰	۳۴۵۳	۰	۲۳۸۳
(٪)	(۲۱/۱۴)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۶۲/۷۷)	(۰/۰۰)	(۱۷/۴۵)	(۲۲/۷۴)	(۰/۰۰)	(۱۵/۳۰)	(۰/۰۰)	(۱۰/۵۶)

جدول ۴: مقدار کدورت آب آشامیدنی در نقطه مصرف روستاهای شهرستان کاشان در نیمه دوم سال ۱۳۸۶

مراحل نمونه‌برداری	کدورت(NTU) >۵ تعداد روستا (درصد)	>۵ جمعیت (درصد)	۱-۵ تعداد روستا (درصد)	۱-۵ جمعیت (درصد)	<۱ تعداد روستا (درصد)	<۱ جمعیت (درصد)
مرحله اول	۰	۰	۹	۱۸۴۹	۴۸	۲۰۷۲۳
(آذر)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۱۵/۷۹)	(۸/۱۹)	(۸۴/۲۱)	(۹۱/۸۱)
مرحله دوم	۰	۰	۵	۲۴۸	۵۲	۲۲۳۲۴
(بهمن)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۸/۷۷)	(۱/۱۰)	(۹۱/۲۳)	(۹۸/۹۰)
مرحله سوم	۰	۰	۴	۴۸۰	۵۳	۲۲۰۹۲
(اسفند)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۷/۰۲)	(۲/۱۳)	(۹۲/۹۸)	(۹۷/۸۷)
نیمه دوم سال ۱۳۸۶(درصد)	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰/۵۳	۳/۸۱	۸۹/۴۷	۹۶/۱۹

وضعیت کلر آزاد باقیمانده

به طور کلی جهت کلرزنی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان از ۴ روش استفاده می‌گردد. در جدول شماره ۵ آمار مربوط به نوع سیستم کلرزنی آب آشامیدنی روستاهای کاشان ارایه شده است. بر این اساس روش عمده کلرزنی در این روستاها، استفاده از هیپوکلریناتور می‌باشد (۵۶/۱۴ درصد). در این تحقیق کلر آزاد باقیمانده آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان سه مرتبه در نقطه مصرف مورد سنجش قرار گرفت. در جدول شماره ۶ تعداد، درصد روستاها و جمعیت روستایی دارای آب آشامیدنی با غلظت کلر آزاد

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-28]

www.mui.ac.ir

باقیمانده در دامنه‌های مختلف ارایه گردیده است. از آن جایی که دامنه pH آب آشامیدنی روستاها بین ۸-۶/۵ می‌باشد، بنابراین غلظت مطلوب کلر آزاد باقیمانده بین ۰/۲ تا ۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. بنابراین بر اساس نمودار ۱، ۴۰/۰ درصد جمعیت روستاهای تحت پوشش آبفار، ۱/۵ درصد جمعیت روستاهای غیر تحت پوشش و به طور کلی ۳۴/۸ درصد جمعیت کل روستاهای شهرستان کاشان در نیمه دوم سال ۱۳۸۶ از آب با کیفیت مطلوب از نقطه نظر کلر باقیمانده استفاده می‌کردند. در جدول ۷ وجود و عدم وجود کلر آزاد باقیمانده در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در سه مرحله نمونه‌برداری در نیمه دوم سال ۱۳۸۶ ارایه شده است.

جدول ۵: روش‌های کلرزنی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در نیمه دوم سال ۱۳۸۶

روش کلرزنی	هیپوکلریناتور	کلرزن گازی	کلرزنی قطره‌ای	کلرزنی دستی
تعداد روستا(درصد)	۳۲(۵۶/۱۴)	۱(۱/۷۵)	۷(۱۲/۲۸)	۱۷(۲۹/۸۲)
جمعیت تحت‌پوشش(درصد)	۱۶۳۵۱(۷۲/۴۴)	۹۹۲(۴/۳۹)	۲۱۶۸(۹/۶۰)	۳۰۶۱(۱۳/۵۶)

جدول ۶: مقدار کلر باقیمانده آزاد (mg/L) آب آشامیدنی در نقاط مصرف کل روستاهای شهرستان کاشان در نیمه دوم سال ۱۳۸۶

مراحل نمونه‌برداری	۰		۰-۰/۲		۰/۲-۰/۸		۰/۸>	
	جمعیت (درصد)	تعدادروستا (درصد)	جمعیت (درصد)	تعدادروستا (درصد)	جمعیت (درصد)	تعدادروستا (درصد)	جمعیت (درصد)	تعدادروستا (درصد)
مرحله اول	۸۶۰۲ (۳۸/۱۱)	۲۳ (۴۰/۳۵)	۱۶۵۰ (۷/۳۱)	۴ (۷/۰۲)	۳۹۰۷ (۱۷/۳۱)	۸ (۱۴/۰۴)	۸۴۱۳ (۳۷/۲۷)	۲۲ (۳۸/۶۰)
مرحله دوم	۸۷۲۵ (۳۸/۶۵)	۳۰ (۵۲/۶۳)	۱۴۴۱ (۶/۳۸)	۱ (۱/۷۵)	۸۳۰۶ (۳۶/۸۰)	۱۶ (۲۸/۰۷)	۴۱۰۰ (۱۸/۱۶)	۱۰ (۱۷/۵۴)
مرحله سوم	۸۸۰۳ (۳۹/۰۰)	۳۰ (۵۲/۶۳)	۰ (۰/۰۰)	۰ (۰/۰۰)	۱۱۳۵۴ (۵۰/۳۰)	۱۷ (۲۹/۸۲)	۲۴۱۵ (۱۰/۷۰)	۱۰ (۱۷/۵۴)
نیمه دوم سال ۱۳۸۶(درصد)	۳۸/۵۹	۴۸/۵۴	۴/۵۶	۲/۹۲	۳۴/۸۰	۲۳/۹۸	۲۲/۰۴	۲۴/۵۶

نمودار ۱: روستاها و جمعیت روستایی بهره‌مند از آب با کیفیت مطلوب از نقطه نظر کلر آزاد باقیمانده در نیمه دوم سال ۱۳۸۶

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-28]

www.mui.ac.ir

جدول ۷: وجود و عدم وجود کلر آزاد باقیمانده در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در سه مرحله نمونه‌برداری نیمه دوم سال ۱۳۸۶ (بر اساس آزمون‌ها)

وضعیت کلر	روستاهای تحت‌پوشش		روستاهای غیر تحت پوشش		کل روستاها	
	تعدادروستا (درصد)	جمعیت (درصد)	تعدادروستا (درصد)	جمعیت (درصد)	تعدادروستا (درصد)	جمعیت (درصد)
*+++	۱۰ (۲۵/۰۰)	۸۵۱۴ (۴۳/۵۶)	۵ (۲۹/۴۱)	۲۴۵ (۸/۰۹)	۱۵ (۲۶/۳۲)	۸۷۵۹ (۳۸/۸۰)
−++	۱۴ (۳۵/۰۰)	۶۰۴۵ (۳۰/۹۳)	۲ (۱۱/۷۶)	۴۲ (۱/۳۹)	۱۶ (۲۸/۰۷)	۶۰۸۷ (۲۶/۹۷)
−−+	۹ (۲۲/۵۰)	۳۰۲۶ (۱۵/۴۸)	۲ (۱۱/۷۶)	۱۰۹ (۳/۶۰)	۱۱ (۱۹/۳۰)	۳۱۳۵ (۱۳/۸۹)
−−−	۷ (۱۷/۵۰)	۱۹۶۰ (۱۰/۰۳)	۸ (۴۷/۰۶)	۲۶۳۱ (۸۶/۹۲)	۱۵ (۲۶/۳۲)	۴۵۹۱ (۲۰/۳۴)

*در این جا: + یعنی دارای کلر آزاد باقیمانده و (−) یعنی فاقد کلر؛ به عبارتی (+++) یعنی وجود کلر در آب آشامیدنی یک روستا در هر سه مرحله نمونه‌برداری

بحث

وجود غلظت‌های بالای مواد شیمیایی در آب آشامیدنی می‌تواند مسایلی را در ارتباط با سلامت انسان ایجاد کند، به عنوان مثال مصرف آب‌های محتوی غلظت زیاد نیترات در کودکان به ویژه در سنین کمتر از شش ماهگی، سبب ایجاد بیماری متهموگلوبینمیا می‌شود (۱۰) و حتی رابطه بین شیوع سرطان‌های تیروئید و مثانه و غلظت این ماده در آب آشامیدنی ثابت شده است (۱۱). همچنین مطالعات نشان داده‌اند که غلظت‌های بالای فلوراید در آب می‌تواند باعث فلوروزیس مینای دندان شود، از طرفی دیگر غلظت‌های پایین فلوراید در آب آشامیدنی نیز باعث تخریب دندان در سنین پایین می‌گردد (۱۲). به طور کلی غلظت‌های بالای دیگر عوامل شیمیایی مد نظر در این مطالعه اثرات سویی بر سلامت انسان دارند که از آن جمله می‌توان به ایجاد اسهال در افرادی که برای اولین بار از آب با سولفات و منیزیم بالا استفاده می‌کنند اشاره کرد (۱۳). بر اساس نتایج این مطالعه، متوسط غلظت تمام عوامل شیمیایی در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در حد استاندارد ۱۰۵۳ ایران می‌باشند (جدول ۱ و ۲). همچنین غلظت نیترات، نیتریت، کلرور، کلسیم و مقدار pH در تمام روستاها در حد استاندارد می‌باشند، اما غلظت سولفات در ۵/۳ درصد روستاها (۲۱/۱ درصد جمعیت روستایی)، غلظت منیزیم در ۵/۳ درصد روستاها (۱۷/۴۵ درصد جمعیت روستایی)، غلظت سدیم در ۸/۸ درصد روستاها (۲۲/۷ درصد جمعیت روستایی)، غلظت TDS در ۵/۳ درصد روستاها (۱۵/۳ درصد جمعیت روستایی) و کدورت ۳/۵ درصد روستاها (۱۰/۶ درصد جمعیت روستایی) فراتر از استاندارد ایران می‌باشد و غلظت فلوراید در ۵۰/۹ درصد روستاها (۶۲/۸ درصد جمعیت روستایی) پایین‌تر از دامنه مجاز (۰/۸–۱/۸ mg/L) است و در هیچ روستایی غلظت فلوراید از حد بالایی دامنه مجاز یعنی ۱/۸ mg/L فراتر نیست. به طور کلی علت پایین بودن غلظت عوامل شیمیایی در آب این مناطق می‌تواند به ۲ دلیل باشد. ۱. قرار گرفتن اکثر روستاها در نواحی کوهستانی مرکزی ایران که بافت آذرین بسترهای آبی، تأمین کننده آب آشامیدنی این روستاها می‌باشند و ۲: عمیق بودن تمام چاه‌های تأمین آب این روستاها و احتمال بسیار ضعیف رسیدن آلودگی‌های سطحی ناشی از رواناب‌ها و فاضلاب‌ها به این چاه‌ها است، به

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-28]

www.mui.ac.ir

طوری که کاهش غلظت نیترات با افزایش عمق چاه تأمین آب، اثبات شده است (۱۴).

بنابراین مهم‌ترین نگرانی در مورد کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی روستاهای کاشان، غلظت پایین فلوراید می‌باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که غلظت فلوراید در آب آشامیدنی نمی‌بایست کمتر از mg/L ۰/۵ باشد (۱۵). بسیاری از آژانس‌های بهداشت عمومی افزودن فلوراید به آب را به عنوان یک روش مؤثر در جلوگیری از پوسیدگی دندان در جوامعی که سطوح فلوراید طبیعی در آب آن‌ها پایین است را پیشنهاد می‌کنند. همچنین نتایج علمی تحقیقات نشان می‌دهند که وقتی فلوراید به طور مصنوعی به آب شرب اضافه شود، نتایج سودمند حاصل، شبیه جوامعی بوده است که آب آن‌ها به طور طبیعی میزان مشابهی فلوراید داشته‌اند. همچنین هیچ‌گونه اثر زیان‌آوری از ترکیباتی که به طور مصنوعی به آب اضافه شده‌اند برای افراد این جوامع تا کنون گزارش نشده است (۱۶). جهت افزودن فلوراید به آب سه ماده سدیم فلوراید، سدیم سیکلوفلوراید و اسید سیلیسیلیک پیشنهاد می‌شود (۱۸، ۱۷).

امر کلرزنی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای بهبود کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان می‌باشد، به همین دلیل این فرآیند تنها گزینه در تصفیه آب آشامیدنی این روستاها می‌باشد. از این رو می‌بایست توجه زیاد در زمینه تأمین تجهیزات مناسب کلرزنی و همچنین به کارگیری پرسنل آموزش دیده جهت کلرزنی صورت گیرد. استفاده از روش کلرزنی دستی عامل نامطلوبی محسوب می‌شود؛ چون در این روش کنترل کمی بر میزان کلر موجود در آب وجود دارد. در مطالعه‌ای که بر روی آب مناطق روستایی استان ایلام انجام گرفت، مشخص گردید که در ۴۷ درصد روستاهای تحت پوشش از روش کلرزنی دستی در ۵۳ درصد روستاها از دستگاه کلریناتور استفاده می‌شود (۷)، در حالی که در ۲۹/۸۲ درصد روستاهای شهرستان کاشان از روش کلرزنی دستی استفاده می‌شود. بنابراین از نقطه نظر کلرزنی دستی (به عنوان یک عامل منفی) وضعیت روش‌های کلرزنی در روستاهای شهرستان کاشان بهتر است.

میانگین کشوری شاخص مطلوبیت کلر آب شرب روستایی در ایران در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۵به ترتیب ۹۰/۱۳ و ۹۱/۴۳ درصد بوده است (۱۹). این در حالی است که شاخص بهره‌مندی از آب با کیفیت مطلوب از نقطه نظر کلر باقیمانده در کل روستاهای شهرستان کاشان در نیمه دوم سال ۱۳۸۶ برابر ۳۴/۸۰ درصد می‌باشد و جالب است که این شاخص برای روستاهای غیر تحت پوشش شرکت آبفار تنها ۱/۵ درصد می‌باشد (نمودار ۱). همچنین در مطالعه بر روی ۱۴ شرکت آب و فاضلاب روستایی کشور در ۳ ماهه نخست سال ۱۳۸۳ مشخص گردید که شاخص مطلوبیت کلرسنجی برابر ۸۵/۹۳ درصد است (۲۰) و کلر باقیمانده آب آشامیدنی ۷۶/۸۴ درصد جمعیت روستایی استان تهران در سال ۱۳۸۵ در دامنه مطلوب بودند (۴). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت کلرزنی روستاهای شهرستان کاشان در مقایسه با مناطق دیگر و نسبت به میانگین کشوری نامطلوب است و در روستاهای غیر تحت پوشش آبفار بحرانی است و می‌بایست در جهت بهبود آن تلاشی جدی صورت گیرد.

در نهایت به منظور بهبود کیفیت آب روستاهای شهرستان کاشان پیشنهاد می‌شود سیستم کلرزنی منابع آب ارتقا یابد و غلظت کلر باقیمانده در حد مطلوب کنترل گردد. همچنین از منابع آب نمونه‌برداری منظم و مرتب صورت گیرد و کنترل کیفی به طور مدام انجام شود. در نهایت حیطه فعالیت شرکت آب و فاضلاب روستایی کاشان گسترش یابد و تمام روستاها تحت پوشش این شرکت قرار گیرند.

سپاسگزاری

به این وسیله مراتب تشکر و قدردانی از همکاری معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان و همچنین اعضای محترم هیأت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران و کارشناسان آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کاشان به عمل می‌آید.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-28]

www.mui.ac.ir

References

1. Ghannadi M, Mohebei MR. Guidelines for analysis of microbial quality of drinking water. Mashhad: Khorasan Water and Wastewater Company; 2002.
2. Dufour AP, Organisation for Economic Co-operation and Development. Assessing microbial safety of drinking water: improving approaches and methods. London: IWA Publishing; 2003.
3. USGS. The earth sciences, natural resources, and the environment, U.S. Geological Survey [Online]; 2001 [Cited 2010 Sep 24]; Available from: URL: http://pubs.usgs.gov/gip/gw/gwgip.pdf/
4. Mohebi MR. Study of microbial and chemical quality of drinking water in rural areas of Tehran province: disabilities and ways for improvement, [Thesis] Tehran: School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences; 2006.
5. Moeen H, Hosseini AL, Bazr Afshan E, Nouri MA. A survey on Nitrate and Nitrite concentrations in water source of Zahedan villages within winter 2008 to spring 2009. Proceedings of the 12th National Congress on Environmental Health; 2009 Nov 12-14; Tehran, Iran; 2009.
6. Kamani H, Seh Bakhsh MH, Mirpour AA. A survey on Floride concentration in drinking water sources of Zahedan villages in 2008 and cooperate it with national standards and meteorological conditions. Proceedings of the 12 th National Congress on Environmental Health; 2009 Nov 12-14; Tehran, Iran; 2009.
7. Asl-e-hashemi A, Haji Zadeh Y.Determination of chlorination condition in water facilities of rural areas in Ilam province. Proceedings of the 8 th National Congress on Environmental Health; 2005 Nov 17-19; Tehran, Iran; 2005.
8. American Public Health Association, Water Pollution Control Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater: including bottom sediments and sludges. 21st ed. Washington (DC): American Public Health Association; 2005.
9. Institute of Standard and Industrial Research of Iran. Drinking water -Physical and chemical specifications [Online]. 1997 [Cited 2010 Nov 9]; Available from: URL: http://www.isiri.org/std/1053.pdf/
10. Tirado R. Nitrates in drinking water in the Philippines and Thailand. Greenpeace Research Laboratories Technical Note [Online]. 2007 [cited 2010 Nov 13]; Available from: URL: http://www.greenpeace.to/publications/Nitrates_Philippines_Thailand.pdf/
11. Weyer PJ, Cerhan JR, Kross BC, Hallberg GR, Kantamneni J, Breuer G, et al. Municipal drinking water nitrate level and cancer risk in older women: the Iowa Women's Health Study. Epidemiology 2001; 12(3): 327-38.
12. Hussain J, Shrama KC, Hussain I. Fluoride in drinking water and its ill affect on Human Health: A review. Journal of Tissue Research 2004; 4(2): 263-73.
13. CDC. Health effects from exposure to high levels of Sulfate in drinking water study. Center for Disease Control, Environmental Protection Agency. 1999 [Cited 2010 Nov 12]; Available from: URL: http://www.epa.gov/ogwdw000/contaminants/unregulated/pdfs/study_sulfate_epa-cdc.pdf/
14. Paseban A, Amani J, Chatrsimab M. Study of Nitrate level in drinking water resources of Bojnurd in 2007. Proceedings of the 12th National Congress on Environmental Health; 2009 Nov 12-14; Tehran, Iran; 2009.
15. World Health Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality. 3rd ed. Geneva: WHO; 2008.
16. World Health Organization. IPCS 2002 Fluorides. Environmental Health Criteria 227. Geneva: World Health Organization; 2002.
17. Crittenden J. Water treatment: principles and design. 2nd ed. New Jersey: John Wiley; 2005.
18. Register ME, Herman J. A middle range theory for generative quality of life for the elderly. ANS Adv Nurs Sci 2006; 29(4): 340-50.
19. Ghannadi M, Mohebi MR. Study of microbial quality of rural drinking water in Iran in 2006 (Problems, dangers and occasions). Journal of Water and Wastewater 2008; 19(65): 23-9.
20. Ghannadi M. Developing of rural drinking water quality indexes. Journal of Water and Environment 2004; 58: 14-21.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-28]

www.mui.ac.ir

Investigating the chemical quality and chlorination status of drinking water in Kashan's villages

Mohammad Bagher Miranzadeh[1], Ali Reza Mesdaghinia[2], Mohsen Heidari[3], Masoud Younesian[4], Kazem Nadafi[4], Amir Hossein Mahvi[4]

Abstract

Background: According to the World Health Organization drinking water must be free of chemicals and microbial contaminations which are risk to human health. Therefore water quality control is very important. The purpose of this study is investigating the chemical quality and chlorination status of drinking water in Kashan's villages.

Methods: This Cross-sectional study was conducted on drinking water in Kashan's villages in the second-half of 2007. In this study, the physicochemical parameters of the water resources and free chlorine residue of the water in delivery points were measured for one and three times respectively.

Findings: The findings of this study indicated that in all villages the densities of Nitrate, Nitrite, Chloride, Calcium, and pH were within the standard limit. But the density of Sulfate, Magnesium, Sodium, TDS, and Turbidity were respectively at 5.3, 5.3, 8.8, 5.3, and 3.5% which are higher than the standard limits, and Fluoride density at 50.9% is lower than the Maximum Contaminant Levels. Also in view of free chlorine residue, 40.0% of under coverage rural population, 1.5% of non-covered population by Kashan Rural Water and Wastewater Company (KRWWC), and 34.8% of the whole population of Kashan's villages use desirable quality water.

Conclusion: Based on the findings of this study, it can be expressed that the mean density of most chemical parameters in Kashan' villages drinking water is within the 1053 standard limit in Iran, but the fluoride density is lower than the Maximum Contaminant Levels in many villages. Also, the Desirability Index of free chlorine residue of drinking water in Kashan's villages is lower than countrywide average.

Key words: Kashan's Villages, Drinking Water, Chemical Quality, Free Chlorine Residue

1- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran.
2- Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3- PhD Student of Environmental Health Engineering, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email: moheidari84@gmail.com
4- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-28]

www.mui.ac.ir