

## بررسی الگوی مصرف آب و آب به حساب نیامده در مناطق روستایی استان قم و ارائه راهکارهای اصلاحی

محمدفهمی نیا<sup>۱</sup>، غریب مجیدی<sup>۲</sup>، حمیدرضا تشیعی<sup>۳</sup>، شهرام نظری<sup>۴</sup>، بهنام وکیلی<sup>۵</sup>، حسین آقابابایی<sup>۶</sup>، وحیده فهمی نیا<sup>۷</sup>، ابراهیم عباسی<sup>۸</sup>، حسن ایزانلو<sup>۹\*</sup>

- <sup>۱</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.
- <sup>۲</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.
- <sup>۳</sup> استادیار مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
- <sup>۴</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی خلخال، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران.
- <sup>۵</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، شرکت مهندسی آب و فاضلاب، تهران، ایران.
- <sup>۶</sup> کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، گرایش مهندسی منابع آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- <sup>۷</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
- <sup>۸</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، شرکت آب و فاضلاب روستایی استان قم، قم، ایران.
- <sup>۹</sup> استادیار مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

نشانی نویسنده مسئول: حسن ایزانلو، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

E-mail: hizan52@yahoo.com

وصول: ۹۳/۹/۲، اصلاح: ۹۳/۱۰/۱۵، پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۲

### چکیده

**زمینه و هدف:** مناطق روستایی استان قم با مشکلاتی از قبیل کم آبی، جیره‌بندی آب در فصول گرم و کیفیت پایین آب مواجه می‌باشند. هدف از این مطالعه بررسی الگوی مصرف آب، ضرایب حداقل و حداکثر روزانه و ساعتی و آب به حساب نیامده در مناطق روستایی استان قم و ارائه راهکارهایی برای مدیریت بهینه مصرف می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه از نوع توصیفی - تحلیلی می‌باشد. از ۱۱۱ روستای استان قم، ۱۵ روستا با معیارهای مشخصی به عنوان نماینده کل روستاها انتخاب شدند. در روستاهای منتخب الگوی مصرف آب مشخص شد. جهت تعیین میزان آب به حساب نیامده و ضرایب حداقل و حداکثر ساعتی و روزانه، ۳ روستا (دستگرد، ورجان و طغرود) که دارای کنتور حجمی سالم بودند به عنوان نماینده ۱۵ روستا، انتخاب شدند. برای تعیین شاخص‌های مرکزی و پراکندگی آماری از نرم‌افزار SPSS۱۶ استفاده شد.

**یافته‌ها:** متوسط سرانه مصرف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی و سرانه مصرف کل در ۱۵ روستای استان قم به ترتیب برابر ۱۷۳، ۴/۶، ۳ و ۱۸۰/۶ لیتر به ازای هر نفر در روز می‌باشد. میانگین ضرایب حداقل و حداکثر روزانه و حداقل و حداکثر ساعتی به ترتیب برابر ۰/۷۲، ۱/۲۳، ۰/۶۳ و ۲/۴۳ بود. متوسط سرانه آب به حساب نیامده ۲۸/۲ درصد (LPCD ۷۱/۶) بود.

**نتیجه‌گیری:** متوسط مصرف سرانه کل و متوسط درصد آب به حساب نیامده در مقایسه با ضوابط وزارت نیرو بالا بود. به منظور مدیریت بهینه مصرف آب راهکارهایی از قبیل آموزش، کاهش فشار آب در شبکه، استفاده از لوازم کاهنده مصرف آب، تفکیک آب مورد استفاده در فضای سبز از مصارف بهداشتی، شناسایی، تعمیر و یا تعویض کنتورهای خراب، تعمیر و بهسازی شبکه‌های توزیع و مخازن آب و جلوگیری از ایجاد انشعابات غیرمجاز پیشنهاد می‌شود.

**واژه های کلیدی:** مناطق روستایی، قم، الگوی مصرف آب، آب به حساب نیامده

## مقدمه

رشد جمعیت، توسعه فعالیت‌های اقتصادی و بالا رفتن سطح استانداردهای زندگی سبب افزایش چشمگیر تقاضای آب به خصوص آب شرب شده است. منابع آب شیرین اگر چه در چرخه طبیعت تجدید می‌شوند، لکن حجم آنها ثابت است (۱). کاهش ظرفیت منابع آب موجود، نیاز به ایجاد منابع آب جدید با سرمایه‌گذاری مالی بالا، پایین بودن نزولات آسمانی و خشکسالی‌های پی‌درپی موجب شده است تا ضرورت مدیریت بهینه مصرف آب در انواع مصارف آب اعم از کشاورزی، صنعت، شرب و بهداشت بیشتر از پیش احساس شود (۲). بیماری‌های ناشی از عدم شستشوی کافی به دلیل عدم دسترسی به آب کافی ایجاد می‌شود. این بیماری‌ها از طریق مسیر مدفوعی - دهانی انتشار می‌یابند. از این رو کمیت آب بیش از کیفیت آن در این بیماری‌ها دخیل می‌باشد. افزایش کمی مقادیر آب مصرفی موثرترین راهکار برای رفع این گونه بیماری‌ها تلقی می‌شود. مناطق روستایی استان قم با مشکلاتی از قبیل کم آبی و جیره‌بندی آب در فصول گرم و کیفیت پایین منابع آب مواجه می‌باشد (۳). بنابراین برنامه ریزی برای مدیریت بهینه مصرف آب ضروری می‌باشد که دستیابی به این هدف از طریق اندازه‌گیری دقیق کثرت تقاضا و نیاز واقعی، آموزش و آگاهی دادن به مردم و ترغیب آنها به صرفه جویی و کنترل تلفات و آب به حساب نیامده میسر است.

مدیریت آب به فرایندی از برنامه‌ریزی، ساماندهی، هدایت و کنترل جهت ایجاد توازن بین نیازهای آبی و هزینه‌های مربوط، مدیریت آب در سطح کلان گفته می‌شود. مدیریت آب به دو بخش مدیریت تامین و مدیریت تقاضا تقسیم می‌شود (۴). مدیریت تقاضا به هر فعالیت اجتماعی و غیر اجتماعی اطلاق می‌شود که متوسط مصرف یا برداشت از منابع را با حفظ کیفیت آب کاهش داده یا اصلاح کند (۵). مدیریت تقاضا

به عنوان حلقه مکمل مدیریت تامین و توسعه منابع آب عمدتاً شیوه‌های مصرف، ابزارهای لازم برای استفاده بهتر و الگوهای مصرف آب را مطرح می‌کند. یکی از ابعاد خیلی مهم در مدیریت تقاضای آب، بهینه‌سازی مصرف آب می‌باشد (۶). برنامه‌ریزی برای مدیریت بهینه مصرف آب و حل مسائل مربوط به محدودیت‌های کمی و کیفی منابع آب، با اندازه‌گیری دقیق نیاز واقعی، آموزش و آگاهی دادن به مردم و ترغیب آنها به صرفه‌جویی و کنترل تلفات و آب به حساب نیامده، میسر است (۲).

تمام شهرها کم و بیش با مشکل آب به حساب نیامده مواجه می‌باشند (۷). آب به حساب نیامده یا آب غیردرآمدزا در شبکه‌های توزیع آب، عبارت است از جریان ورودی به شبکه منهای مصارف مجاز (اندازه‌گیری شده و اندازه‌گیری نشده). آب به حساب نیامده به دو گروه هدر رفت ظاهری و هدر رفت حقیقی تقسیم‌بندی می‌شود. هدر رفت ظاهری ناشی از خطاهای اندازه‌گیری انسانی، بهره‌برداری و مدیریتی بوده و موجب مصرف آب بدون پرداخت بهای آب بها می‌شود. در حالی که در هدر رفت حقیقی آب تلف شده به مصرف مشترکین نخواهد رسید و هزینه‌های آن نیز قابل وصول نیست. این گونه هدر رفت شامل نشت از شبکه لوله‌ها و انشعابات، نشت و سرریز از مخازن و نشت از پمپ‌ها و شیرآلات است (۸). در مناطق شهری کشور ایران ۳۹ درصد از آب تولیدی تلف می‌گردد که از این میان ۵۱/۷۲٪ آن تلفات فیزیکی و ۴۸/۲۸٪ آن را تلفات غیرفیزیکی تشکیل می‌دهد. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده دستیابی به رقم ۱۰-۱۵ درصد هدر رفت، از توجه فنی و اقتصادی بالایی برخوردار است (۹).

در سالهای اخیر کمبود شدید منابع و افزایش سریع هزینه‌های تولید آب باعث شده که موضوع آب به حساب نیامده مورد توجه قرار گیرد. کاهش مقدار آب به حساب نیامده دارای مزایایی از قبیل کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای ساخت تاسیسات منابع آب جدید و

مصرف آب، نوسانات مصرف و تلفات محسوب می‌شدند.

در روستاهای منتخب با بررسی آمار ۶ سال گذشته مصارف آب، الگوی مصرف آب به تفکیک سرانه مصرف خانگی، سرانه مصرف عمومی، سرانه مصرف تجاری و صنعتی، سرانه مصرف فضای سبز، سرانه مصرف دام و طیور محاسبه شد. جهت برآورد ضرایب حداقل و حداکثر ساعتی و روزانه مصرف آب و میزان آب به حساب نیامده، ۳ روستا (دستگرد، ورجان و طغرود) که دارای کتور حجمی سالم بودند به عنوان نماینده ۱۵ روستا، انتخاب شدند. سپس با قرائت کتورهای ۳ روستا در طول یکسال (۳ روز در هر فصل و ۳ روز گرمترین و سردترین روزهای سال بر اساس آمار هواشناسی ۱۰ ساله) و همچنین قرائت کلیه کتورهای سالم روستا ۲ بار در هر فصل (روز اول و سوم تاریخ‌های قرائت کتور حجمی)، ضرایب حداقل و حداکثر ساعتی و روزانه مصرف آب و میزان آب به حساب نیامده تعیین گردید. برای تعیین شاخص‌های مرکزی و پراکندگی آماری از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد. سپس با استانداردهای کشوری مقایسه شده و راهکارهایی برای بهبود وضعیت موجود ارائه می‌شود.

### یافته‌ها

مقادیر متوسط مصرف سرانه آب و اجزای آن در ۱۵ روستای استان قم در جدول ۱ آمده است. بر اساس نتایج مطالعه میانگین سرانه مصرف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی و سرانه مصرف کل در ۱۵ روستای استان قم به ترتیب برابر ۱۷۳، ۴/۶، ۳ و ۱۸۰/۶ لیتر به ازای هر نفر در روز بود. کمترین میزان سرانه کل مربوط به روستای انجیله (۱۳۷ لیتر به ازای هر نفر در روز) و بیشترین میزان سرانه کل مربوط به روستای میم (۲۹۵ لیتر به ازای هر نفر در روز) بود. میانگین سرانه مصرف دام و طیور و فضای سبز در ۱۵ روستای منتخب

توسعه سامانه‌های آبرسانی، بالا بردن عمر تاسیسات آب، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری، کاهش امکان ورود آلودگی از محل‌های نشت لوله‌ها، افزایش بازده و کارایی شرکت‌های آب و فاضلاب در بخش‌های فنی و مهندسی، بالا بردن درآمد شرکت‌های آب و فاضلاب و جلب رضایت مشترکین می‌باشد (۴).

مقدار آب مصرفی خانگی در هر منطقه‌ای به نحوه آبرسانی، فرهنگ، عادات و سطح تمکن مالی سکنه آن منطقه بستگی دارد. اطلاعات اساسی مورد نیاز برای طراحی شبکه‌های آبرسانی مانند متوسط مصرف سرانه و ضرایب حداکثر روزانه و ساعتی، در کشور ما عمدتاً از منابع خارجی اقتباس می‌شود. این اطلاعات ممکن است برای تمام مناطق کشور ما قابل تعمیم نباشد (۱۰). بنابراین اندازه‌گیری مستقیم این پارامترها برای مناطق روستایی می‌تواند بسیار مهم باشد. هدف از این مطالعه بررسی الگوی مصرف آب، تعیین میزان آب به حساب نیامده، مشخص نمودن ضرایب حداقل و حداکثر ساعتی و روزانه در مناطق روستایی استان قم می‌باشد. پس از مشخص شدن وضعیت موجود، برای مدیریت بهینه مصرف آب و کنترل هدر رفت آب راهکارهایی ارائه می‌گردد.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی - تحلیلی می‌باشد. از ۱۱۱ روستای استان قم، ۱۵ روستا با معیارهای مشخصی به عنوان نماینده کل روستاها انتخاب شدند. این معیارها شامل جمعیت روستا، موقعیت جغرافیایی روستا، نوع اقلیم، درصد استهلاک تاسیسات آب، کیفیت آب در دسترس، کمیت آب در دسترس، چگونگی سکونت جمعیت، وجود آمار مستند مصارف آب مربوط به سالهای گذشته، اجرا یا عدم اجرا طرح هادی، داشتن اولویت مطالعه و اجرای تاسیسات فاضلاب، تعداد دام و طیور و میزان فضای سبز بودند. بر اساس نظر کارشناسان شرکت آب و فاضلاب این معیارها از معیارهای موثر در میزان

است. میانگین ضرایب حداقل روزانه و حداکثر روزانه در ۳ روستای دستگرد، ورجان و طغروند به ترتیب برابر ۰/۰۸ ± ۰/۷۲ و ۰/۱۳ ± ۱/۲۳ بود. داده‌های حداقل و حداکثر مصارف سرانه ساعتی آب در روستاهای دستگرد، ورجان و طغروند در جدول ۳ آمده است. میانگین ضرایب حداقل ساعتی و حداکثر ساعتی در ۳ روستای دستگرد، ورجان و طغروند به ترتیب برابر ۰/۲۲ ± ۰/۶۳ و ۰/۴۵ ± ۲/۴۳ بود. درصد کنتورهای معیوب در روستاهای طغروند، ورجان و دستگرد به ترتیب برابر ۲۷، ۱۴ و ۱۰ درصد بود. میانگین کنتورهای خراب در این سه روستا ۱۷ درصد بود. مقادیر آب به حساب نیامده (تلفات فیزیکی) در روستاهای دستگرد، ورجان و طغروند در جدول ۴ آمده است. میانگین سرانه آب به حساب نیامده در ۳ روستای دستگرد، ورجان و طغروند برابر ۲۸/۲ درصد بود.

به ترتیب برابر ۱۴/۳ و ۱۴/۱ لیتر به ازای هر نفر در روز بود. کمترین میزان سرانه مصرف دام و طیور مربوط به روستای میم (۲ لیتر به ازای هر نفر در روز) و بیشترین میزان سرانه مصرف دام و طیور مربوط به روستای طغروند (۳۲ لیتر به ازای هر نفر در روز) بود. کمترین میزان سرانه مصرف فضای سبز مربوط به روستای انجیله (۷ لیتر به ازای هر نفر در روز) و بیشترین میزان سرانه مصرف فضای سبز مربوط به روستای دستگرد (۳۵ لیتر به ازای هر نفر در روز) بود. ۳ روستای منتخب به عنوان نماینده ۱۵ روستا جهت برآورد میزان آب به حساب نیامده، ضرایب حداقل و حداکثر ساعتی و روزانه شامل روستاهای طغروند، ورجان و دستگرد بود. داده‌های حداقل و حداکثر مصرف سرانه روزانه آب مشترکین در روستاهای دستگرد، ورجان و طغروند در جدول ۲ آمده

جدول ۱: متوسط مصرف سرانه آب به تفکیک خانگی، عمومی و تجاری و صنعتی در ۱۵ روستای استان قم (بر حسب لیتر - نفر - روز)

نام روستا	سرانه مصرف خانگی	سرانه مصرف عمومی	سرانه مصرف تجاری و صنعتی	سرانه کل	سرانه مصرف دام و طیور	سرانه مصرف فضای سبز
میم	۲۸۸	۵	۲	۲۹۵	۲	۲۵
دستگرد	۱۷۴	۴	۲	۱۸۰	۳	۳۵
گیو	۱۷۵	۷	۳	۱۸۵	۳	۲۰
طغروند	۱۴۳	۶	۳	۱۵۲	۳۲	۱۰
ورجان	۱۸۹	۴	۳	۱۹۶	۱۳	۱۷
وشنوه	۱۵۵	۳	۲	۱۶۰	۳	۲۵
خورآباد	۱۶۵	۶	۴	۱۷۵	۴	۱۲
جنداب	۱۵۸	۷	۵	۱۷۰	۳۰	۱۰
انجیله	۱۳۰	۴	۳	۱۳۷	۱۰	۷
قاهان	۱۶۳	۶	۴	۱۷۳	۷	۱۱
فردو	۱۷۲	۴	۴	۱۸۰	۵	۹
قمرود	۱۶۳	۴	۲	۱۶۹	۴	۸
باقرآباد	۱۶۵	۳	۳	۱۷۲	۲۱	۷
کوه سفید	۲۰۸	۲	۲	۲۱۲	۳۰	۸
جنت آباد	۱۴۷	۴	۳	۱۵۴	۲۵	۸
میانگین	۱۷۳	۴/۶	۳	۱۸۰/۶	۱۴/۳۳	۱۴/۱۳

جدول ۲: حداقل و حداکثر مصرف سرانه آب مشترکین در روستاهای دستگرد، ورجان و طغروند

نام روستا	حداقل روزانه (لیتر - نفر - روز)	متوسط روزانه (لیتر - نفر - روز)	حداکثر روزانه (لیتر - نفر - روز)	ضریب ضریب حداکثر	ضریب حداقل روزانه
دستگرد	۱۲۳/۸	۱۷۴/۳	۲۱۵/۳۵	۰/۷۱	۱/۲۳
ورجان	۱۲۳/۷۵	۱۸۸/۸	۲۷۴/۳	۰/۶۵	۱/۴۵
طغروند	۱۱۶/۸	۱۴۳/۲	۱۷۶/۱	۰/۸۱	۱/۲۲
میانگین	۱۲۱/۴۵	۱۶۸/۷	۲۲۱/۹	۰/۷۲	۱/۳

جدول ۳: حداقل و حداکثر مصارف سرانه ساعتی آب در روستاهای دستگرد، ورجان و طغرو

نام روستا	حداکثر ساعتی (لیتر - نفر - روز)	حداقل ساعتی (لیتر - نفر - روز)	متوسط ساعتی روز (لیتر - نفر - روز)	متوسط ساعتی روز (لیتر - نفر - روز)	ضریب حداقل ساعتی	ضریب حداکثر ساعتی
دستگرد	۲۱	۴/۳	۸/۵	۴/۹	۰/۸۷	۲/۴۱
ورجان	۴۳/۴	۳/۷	۲۱/۴	۸/۷۳	۰/۴۲	۲
طغرو	۲۸/۵	۲/۹	۹/۸	۴/۷	۰/۶۱	۲/۹
میانگین	۳۰/۹	۳/۶۳	۱۳/۲	۶/۱	۰/۶۳	۲/۴۳

جدول ۴: مقادیر آب به حساب نیامده (تلفات فیزیکی) در روستاهای دستگرد، ورجان و طغرو

نام روستا	متوسط سرانه مصرف کل (لیتر - نفر - روز)	متوسط سرانه آب استحصالی (لیتر - نفر - روز)	سرانه آب به حساب نیامده	درصد آب به حساب نیامده
دستگرد	۱۸۰	۲۳۱	۵۱	۲۲
ورجان	۱۹۶	۳۰۲	۱۰۶	۳۵/۱
طغرو	۱۵۲	۲۱۰	۵۸	۲۷/۶
میانگین	۱۷۶	۲۴۷	۷۱/۶	۲۸/۲

## بحث

بررسی شود.

متوسط مصرف سرانه آب در جوامع روستایی آمریکا (۱۱)، آمریکای لاتین (۱۲)، آفریقا (۱۲)، چین (۱۳)، سربلانکا (۱۳)، هند (۱۳) و اوگاندا (۱۴) به ترتیب برابر ۲۸۴، ۴۰، ۲۵-۱، ۸۹، ۵۴-۳۶، ۴۲-۱۴ و ۲۳-۱۱ لیتر به ازای هر نفر در روز بود. همچنین در مطالعه دیگری که در نواحی روستایی کشور هند انجام شد میزان متوسط مصرف سرانه آب برابر ۱۱۷/۰۱ لیتر به ازای هر نفر در روز بود (۱۵). در مطالعاتی هم که در رامجرد استان فارس و نواحی روستایی استان کرمانشاه انجام گردید متوسط مصرف سرانه آب به ترتیب ۱۲۱/۷۱ و ۱۲۵/۴ لیتر به ازای هر نفر در روز بود. متوسط سرانه مصرف آب در نواحی روستایی استان قم برابر ۱۸۰/۶ لیتر به ازای هر نفر در روز بود که بیشتر از مقادیر بدست آمده از مطالعات بالا می-باشد.

وزارت نیرو ضوابطی را در مورد طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی وضع نموده است. مطابق با این ضوابط مقادیر متوسط مصرف سرانه کل، متوسط مصرف سرانه خانگی، متوسط مصرف سرانه عمومی و متوسط مصرف سرانه تجاری و صنعتی

متوسط سرانه آب مصرفی در روستاهای استان قم ۱۸۰ لیتر به ازای هر نفر در روز بود. متوسط سرانه آب به حساب نیامده نیز برابر ۲۸/۲ درصد (۷۱/۶ LPCD) بود. مقایسه این نتایج با ضوابط پیشنهادی وزارت نیرو نشان می‌دهد که بین متوسط مصرف سرانه آب و آب به حساب نیامده در مناطق روستایی استان قم با میزان مطلوب پیشنهاد شده توسط وزارت نیرو تفاوت بسیاری وجود دارد. وزارت نیرو اعلام کرده که استفاده از آب شبکه توزیع برای مصارف فضای سبز خانگی و عمومی مجاز نیست و بایستی تا سال ۱۳۹۵، این مصارف به صفر برسد (۴).

متوسط مصرف سرانه آب در روستاهای استان قم از ۱۳۷ لیتر به ازای هر نفر در روز در روستای انجیله تا ۲۹۵ لیتر به ازای هر نفر در روز در روستای میم متغیر بود. از مهمترین علل تفاوت در متوسط مصرف سرانه آب در روستاهای استان قم می‌توان به تفاوت در جمعیت روستاها، تعداد کتورهای معیوب، تعداد دام و فضای سبز اشاره نمود. البته عوامل دیگری نیز ممکن است در متوسط مصرف سرانه آب دخیل باشند که بایستی به صورت دقیق

به ترتیب برابر ۱۳۰، ۷۵-۹۰، ۲۰-۱۰ و ۲۰-۱۰ لیتر به ازای هر نفر در روز می‌باشد. بر اساس این دستورالعمل متوسط سرانه آب به حساب نیامده نباید بیش از ۱۵ درصد متوسط مجموع مصارف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی باشد. مقادیر متوسط مصرف سرانه کل، متوسط مصرف سرانه خانگی، متوسط مصرف سرانه عمومی و متوسط مصرف سرانه تجاری و صنعتی در مطالعه حاضر به ترتیب برابر ۱۸۰/۶، ۱۷۳، ۴/۶ و ۳ لیتر به ازای هر نفر در روز بود. در این پژوهش متوسط سرانه آب به حساب نیامده ۲۸ درصد متوسط مجموع مصارف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی بود. مقادیر متوسط مصرف سرانه کل، متوسط مصرف سرانه خانگی و متوسط سرانه آب به حساب نیامده در مطالعه حاضر با ضوابط وزارت نیرو همخوانی ندارد. بنابراین برای رفع این مشکلات بایستی راهکارهایی مناسب انتخاب و اجرایی ارائه گردد.

در مطالعه‌ای که توسط پیرصاحب و همکاران درباره میزان مصرف سرانه آب خانگی در شهر خرم آباد انجام شد مشخص گردید که مهمترین عامل تاثیرگذار بر مصرف آب، عادات و رفتار مردم می‌باشد (۱۸). در مطالعه دیگری که توسط بوستانی و انصاری در زمینه مدیریت تقاضای آب شهری و تاثیر تعرفه‌ها در اصلاح الگوی مصرف انجام شد برای بهبود مدیریت آب شهری راهکارهایی از قبیل تعیین تابع تقاضای آب مصرفی مشترکان با توجه به متغیرهای زمانی و مکانی، تعیین حداکثر مصرف و تعیین پراکندگی و چگونگی تغییرات مصرف سرانه مشترکان توصیه شد (۵). یزدان زاد و مظلوم عوامل مؤثر بر الگوی مصرف آب و بهینه‌سازی آن در بخش خانگی شهر مشهد را بررسی نمودند. نتایج مطالعه آشکار نمود که تحصیلات و جایگاه شغلی سرپرست خانوارها، قیمت آب و تغییرات فصلی در میزان مصرف آب تأثیر دارد. به منظور بهینه‌سازی مصرف خانگی آب، راهکارهایی از قبیل فرهنگ‌سازی، تبلیغات و اطلاع‌رسانی، بهبود و اصلاح وسایل انتقال آب، تشویق و تنبیه مشترکین و افزایش

قیمت پیشنهاد گردید (۶). مطالعه سروک و همکاران در شهر سی سخت آشکار نمود که میزان آب به حساب نیامده در دو بخش فیزیکی و غیرفیزیکی، ۴۷/۶ درصد است. برای کاهش میزان تلفات آب راهکارهایی از قبیل استفاده از کنتورهای با دقت بالاتر، استفاده از انشعابات استاندارد و نظارت سختگیرانه امور آب و فاضلاب بر کنتورهای مشترکین به جهت جلوگیری از دستکاری کنتورها و نصب انشعابات غیرمجاز، تست دوره‌ای کنتورهای مشترکین و استفاده از روشهای قرائت از دور جهت جلوگیری از خطای ناشی از قرائت‌های دستی، اصلاح و بازسازی شبکه توزیع و انشعابات فرسوده، تعدیل و یکنواخت کردن فشار شبکه توزیع آب در محدوده ۳ تا ۵ اتمسفر با استفاده از منطقه‌بندی شبکه توزیع آب در شهر، پیشنهاد شد (۹).

بر اساس گزارش شرکت آب و فاضلاب شهری اصفهان، میانگین مقدار آب بدون درآمد در استان اصفهان از ۳۰٪ در سال ۸۶ به ۲۰٪ در سال ۹۱ رسیده است. عوامل اصلی در این روند کاهش شامل اصلاح شبکه‌های فرسوده، کاهش زمان رفع حوادث، پیاده سازی سیستم تله‌متری و کنترل از راه دور مخازن و منابع تولید، کنترل سرریز مخازن، رفع نشتی‌های عمده بر روی خطوط انتقال آب و شبکه‌های توزیع و انشعابات مشترکین، ارتقاء کلاس کنتورهای مشترکین از B به C، تعویض کنتورهای خراب و کنتورگذاری کلیه مبادی تولید آب بوده است (۱۹).

مطالعه‌ای توسط مهرداد و همکاران در مورد آب به حساب نیامده ناشی از عدم دقت کنتورهای مشترکین شهر ورامین انجام شد. ۸۷/۵ درصد از کنتورهای مشترکین موجب ایجاد تلفات غیرفیزیکی می‌شدند و تعمیر کنتورهای آب مشترکین پس از سپری شدن عمر مفید آنها غیر اقتصادی بود و لازم بود که پس از تست و محرز شدن خطای آن، با کنتور نو تعویض شود (۲۰).

- آموزش روستاییان در خصوص اهمیت و روشهای صرفه جویی در مصرف آب
  - اعمال جریمه طبق قوانین موجود برای مشترکین پرمصرف و تشویق و ارایه تخفیف برای مشترکین کم مصرف
  - انجام اقدامات فوری و اضطراری، کوتاه مدت و دراز مدت در جهت حل مسائل آب به حساب نیامده و کاهش آن
- این مطالعه برای مدیریت بهینه مصرف آب و کنترل هدر رفت آب در نواحی روستایی راهکارهایی را ارائه می‌نماید. این راهکارها می‌تواند موجب اصلاح الگوی مصرف و کاهش میزان آب به حساب نیامده گردد و تا حدودی مشکل کم آبی را در نواحی روستایی استان قم برطرف نماید. این راهکارها شامل موارد زیر است:
- مساعدت به روستاییان جهت تهیه و استفاده از لوازم کاهنده مصرف آب نظیر دوش‌های کم مصرف، شیرهای الکترونیکی
  - کاهش فشار آب در شبکه
  - تفکیک آب مصارف فضای سبز از مصارف بهداشتی
  - تعمیر و بهسازی شبکه‌های توزیع و مخازن آب روستایی با توجه به فرسودگی و عمر بالای آنها
  - ممیزی مشترکین، شناسایی و جلوگیری از ایجاد انشعابات غیرمجاز
  - شناسایی کتورهای خراب و تعمیر یا تعویض آنها

### تشکر و قدردانی

این پژوهش با پشتیبانی مالی شرکت آب و فاضلاب روستایی استان قم انجام شده است که به این وسیله نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از مدیران این شرکت ابراز می‌دارند.

### References

1. Salehnia N, Fallahi MA, Ansari H, Davari K. Study of municipal drinking water tariffs and its effect on water consumption pattern, case study: City of Neyshabour. *Water&Wastewater J.* 2007;18(3):50-59. (Persian)
2. Mahvi A.H, Khorsandi H. Fundamental water consumption per capita in varamin; *Iranian Journal of Public Health.* 1999;28(1-4):19-26. (Persian)
3. Aghababaei H, Fahiminia M. *Environmental Engineering in small communities and rural areas (water, wastewater, solid waste).* Qom: Ebtekar Danesh: 2009. (Persian)
4. Ministry of Energy, Department of Water and Wastewater Affairs, Office of Water Engineering and Technical Standards (Iran). *Guideline for determining effective parameters on unaccounted for water (UFW) and water losses reduction schemes;* Tehran. No.308-A. 2010. (Persian)
5. Boustany A, Ansari H. *Urban water demand management and the impact of tariff reform on consumption patterns.* National Conference on Sustainable Development Patterns in Water Management. 2010 Feb. 23, MAHAB SAMEN Consulting Engineers Co, Mashhad. (Persian)
6. Yazdan Zad H, Mazloom Z. *Investigation of affecting factors on water consumption patterns, and optimize the home Division: A Case Study in Mashhad.* 3rd National Water&Wastewater Conference on Demand Management. 2010 Feb. 23-24, Power and Water University of Technology, Tehran. (Persian)
7. Zorriateyn N, Borghei SM. *Dynamic Simulation of Water Networks to Control and Reduce Physical Unaccounted-for Water.* *Water&Wastewater J.* 2005;16(3):49-59. (Persian)
8. Asadiyani Yekta A.H, Tabesh M. *Combined Model to Calculate and Manage of Leakage in Water Distribution Networks.* *Civil Engineering Infrastructures J.* 2010;44(1):1-12. (Persian)
9. Servak AS, Borghei SM, Bostaney F, Hasaney AH. *Reduction of Unaccounted for Water in Sisakht City.* *Water&Wastewater J.* 2005;16(4):72-6. (Persian)
10. Navayineya B, Sharifi M, Salemi A. *Assessment and Simulation of Fariman Water Distribution System.* *Water&Wastewater J.* 2003;14(2):2-13. (Persian)
11. Hunnings J. *Household wastewater treatment and septic systems.* Virginia Polytechnic Institute and State University. 1996.
12. Gazzinelli A, Souza MCC, Nascimento I, Sá IR, Cadete MMM, Kloos H. *Domestic water use in a rural village in Minas Gerais, Brazil, with an emphasis on spatial patterns, sharing of water, and factors in water use.* *Cad Saude Publica.* 1998;14(2):265-277.

13. Hartung H, Mukankusi C. Water for Bukora and Ndego: Water Security Issues in Rwandan Resettlement Villages. 10th International Rainwater Catchment Systems Conference. 2001 Sep. 10-14, Mannheim, Germany.
14. Lanka Rainwater Harvesting Forum. Domestic roof-water harvesting and water security in the humid tropics. Milestone Report D 5. June 2001.
15. Singh O, Turkiya S. A survey of household domestic water consumption patterns in rural semi-arid village, India. *GeoJournal*. 2013;78(5):777-790.
16. Keshavarzi A, Sharifzadeh M, Kamgar Haghighi A, Amin S, Keshtkar S, Bamdad A. Rural domestic water consumption behavior: A case study in Ramjerd area, Fars province, IR Iran. *J Water Res*. 2006;40(6):1173-1178.
17. Teymoori H, Latifi A. Minimum and maximum hourly and daily coefficients, and per capita water consumption in Rural areas of Kermanshah. 1st Conference of Environmental Engineering. 2007 Feb. 19-20, University of Tehran, Faculty of Environment. (Persian)
18. Pirsahab M, Khamutian R, Dargahi A. Consumption of domestic water per capita in Khoramabad. *Zahedan J Res Med Sci*. 2012; 13(Suppl 1): 31. (Persian)
19. For the fifth year: Reduction of Unaccounted for Water in Isfahan. Magazine of Isfahan Province Water and Wastewater Company, Payam. 2013. (Persian)
20. Mehrdadi N, Jalali Amin F, Haghollahi A. Research on Unaccounted Water due to Customer Metering Inaccuracies. *J Environment Studies*. 2009;34(4):13-20. (Persian)



## Evaluation of Water Consumption Pattern and Unaccounted for Water in Rural Areas of Qom and Offering Corrective Strategies

**Mohammad Fahiminia,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Pollutants, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

**Gharib Majidi,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

**Hamid Reza Tashauoei,**

Assistant Professor of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Islamic Azad University, Tehran Medical Branch, Tehran, Iran.

**Shahram Nazari,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, School of Khalkhal Medical, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.

**Behnam Vakili,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, Water & Wastewater Engineering Company, Tehran, Iran.

**Hussein Aghababaei,**

M.Sc in Environmental Engineering, Attitude of Water Resources Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

**Vahide Fahiminia,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

**Ebrahim Abbasi,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, Rural Water & Wastewater Company of Qom Province, Qom, Iran.

**Hassan Izanloo,**

Assistant Professor of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Pollutants, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

Received:23/11/2014, Revised:05/01/2015, Accepted:13/03/2015

### Corresponding author:

Hassan Izanloo, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.  
E-mail: hizan52@yahoo.com

### Abstract

**Background:** Rural areas of Qom are encountered with problems such as water scarcity, rationing of water in summer and low quality water. The aim of this study was investigation of water consumption pattern, maximum and minimum daily and hourly factors and unaccounted for water in rural areas of Qom and offering some strategies for optimum management of consumption.

**Materials & Methods:** This is a descriptive – analytical study. 15 out of 111 rural areas of Qom with certain criteria were selected which were representative of the whole areas. Water consumption pattern was determined in selected rural areas. In order to determine the amount of unaccounted for water and maximum and minimum daily and hourly factors, 3 villages of (Dastgerd, Vrjan and Toghrud) which had safe volumetric flow meters were selected. They were representatives of 15 villages. SPSS 16 software was used for data analysis.

**Results:** In 15 Rural areas of Qom, average domestically consumption per capita (LPCD), average general uses per capita (LPCD), average industrial and commercial per capita (LPCD) and total consumption per capita (LPCD) were 173, 4.6, 3 and 180.6, respectively. Average minimum and maximum daily factors were equal to 0.72 and 1.23 respectively. Also, average minimum and maximum hourly factors were equal to 0.63 and 2.43, respectively. The average of unaccounted for water per capita was 28.2% (71.6 LPCD).

**Conclusion:** Average of total consumption per capita (LPCD) and unaccounted for water were high in comparison with the standards of Ministry of Energy. In order to optimize the management of water some strategies are recommended. Strategies such as: training, reduce the water pressure in the network, use of accessories for reducing water consumption, separation of water used in green areas from sanitary uses, identifying, repairing or replacing faulty flow meters, repairing and rehabilitation of water distribution networks and reservoirs and prevention from the creation of illegally connections.

**Keywords:** Rural Areas, Qom, Water Consumption Patterns, Unaccounted for Water