بررسی تجربی تاثیر سایز کنتور و آحاد مشترکین بر میزان مصرف آب
مطالعه موردی: شرکت آب و فاضلاب استان مازندران، منطقه روستایی شهرستان جویبار

احسان قلی پور[1*]، عزیز بالویی[2]، سیدمحسن جمالی[3]

1- کارشناس بهره وری آب و فاضلاب، شرکت آب و فاضلاب استان مازندران،
ehsangh1986@chmail.ir
2- معاون برنامه ریزی و توسعه سرمایه گذاری، شرکت آب وفاضلاب استان مازندران،
abaloii1340@chmail.ir
3- مدیر دفتر توسعه پایدار، مدیریت مصرف و مطالعات اجتماعی، شرکت آب و فاضلاب استان
مازندران، jamali.sm313@chmail.ir

چکیده

عمده درآمد شرکتهای آب وفاضلاب از طریق دریافت آب‌بها از مشترکین تامین میگردد. محاسبه دقیق مصرف و یافتن راهکار موثر جهت اندازه گیری مصرف واقعی مشترکین به منظور مدیریت مصرف، افزایش درآمد و کاهش آب بدون درآمد از اهمیت ویژه‌ای برخورداراست. از این رو شناسایی اجزاء آب بدون درآمد و بکارگیری راهکارهای موثر جهت کاهش آن در دستور کار شرکتهای آب وفاضلاب قرار دارد. مصارف مجاز بدون درآمد،که تحت نظارت شرکت های آب و فاضلاب صورت می پذیرد، هیچ گونه درآمدی را برای این شرکت ها به همراه ندارد. لذا هرگونه سیاست در خصوص مدیریت و کاهش این مصارف می تواند علاوه بر حفظ منابع آب، منافع قابل توجهی را برای شرکت های آب و فاضلاب به همراه داشته باشد. یکی ازمواردی که باعث عدم محاسبه دقیق مصارف مشترکین میگردد، وجود کنتورهای با قطر بالا برای مشترکین کم واحد و مصارف کم میباشد. در این مقاله به بررسی تجربی اثر سایز کنتور با قطرهای مختلف و تعداد آحاد بر میزان مصرف آب شرب مشرکین خانگی یکی از مناطق شهرستان جویبار در استان مازندران پرداخته و نتایج آنها با یکدیگر مقایسه شده‌است. نتایج نشان می دهد که در کنتورهای سایز پایین(1/2 اینچ) میانگین مصرف ماهانه مشترکین تک واحدی بیشتر از مشترکین دو و چندواحدی است. همچنین در موارد مشابه برای کنتورهای سایز بالاتر(3/4 اینچ و بزرگتر)، منازلی که تعداد واحدشان بیشتر است میانگین مصرف شان نیز بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: آب بدون درآمد، آحاد مشترکین، افزایش درآمد شرکت های آب و فاضلاب، کنتورهای آب

1– مقدمه

با توجه به کاهش منابع آبی در سالیان اخیر و افت فشار در شبکه های توزیع، استفاده از کنتورهای قطر بالا به دلیل اندازه گیری نکردن دبی های پایین، اشتباهات محاسباتی را رقم میزنند(اصلانی، هادی و بهرامی، فروزان، 1398). محاسبه دقیق مصرف و یافتن راهکار موثر جهت اندازه گیری مصرف واقعی مشترکین به منظور افزایش درآمد و کاهش آب بدون درآمد از اهمیت ویژه‌ای برخورداراست. از این رو شناسایی اجزاء آب بدون درآمد و راهکار موثر جهت کاهش آن در دستور کار شرکتهای آب وفاضلاب قرارگرفته است. یکی ازمولفه های آب بدون درآمد، دقت تجهیزات اندازه گیری مصرف

میباشد. نظر به اینکه عمده درآمد شرکتهای آب وفاضلاب از فروش آب بهاء مشترکین تامین میگردد، لذا استفاده ازکنتورهای با دقت بالا از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی ازمواردی که باعث عدم محاسبه دقیق مصارف مشترکین میگردد، وجود کنتورهای با قطر بالا جهت خانوارهای تک واحدی و مصارف کم میباشد. در این کنتورها به علت بالا بودن دبی استارت عملا، جریانهای ضعیف عبوری اندازه گیری نشده و بخشی از مصرف مشترکین منجربه درآمد نخواهد شد.(خسروی، مهیار و همکاران، 1396)

مشکل تلفات بیش از حد آب در خدمات آبرسانی شهری بسیار مهم شده است. تلفات آب به عنوان تفاوت بین مقدار آب عرضه شده به سیستم و میزان مصرف مجاز آب تعریف می شود(Alegre et al. 2000 ؛ Lambert et al. 1999). تلفات آب شامل تلفات واقعی (فیزیکی) و تلفات ظاهری (تجاری) است. تلفات واقعی ناشی از نشت در شبکه اصلی، نشتی در اتصالات سرویس، و نشت و سرریز در مخازن ذخیره سازی است در حالی که تلفات ظاهری معمولاً با عدم دقت کنتور آب مشتری، خطاهای مدیریت داده ها و مصرف غیرمجاز مرتبط است (Tabesh and Delavar, 2003). تلفات واقعی به آبی اطلاق می شود که از نظر فیزیکی از بین می رود در حالی که تلفات ظاهری مجموع تلفاتی است که استفاده شده اما بهای آن پرداخت نشده است (Al-Washali et al. 2016). کاهش تلفات ظاهری در کوتاه مدت منجر به افزایش درآمد شرکت های آب و در درازمدت منجر به ارائه خدمات بهتر به مشترکین آب می شود.

کنتورهای آب به دلیل تغییرات زمانی در مصرف آب بسته به سبک زندگی مصرف کنندگان، تحت دبی های مختلف کار می کند. علاوه بر نرخ جریان، فشار آب نیز تغییرات زمانی و مکانی را در سیستم های توزیع آب شهری نشان می دهد. انتخاب نوع کنتور آب به دلیل قیمت گذاری منصفانه آب و کنترل تلفات آب، موضوع مهمی برای شرکت های آب و فاضلاب است(Mckenzi and Seago, 2005)

براساس آمارهای رسمی اعلام شده، میزان مصرف آب در ایران حدود دو برابر استاندارد جهانی بیان می شود.کارشناسان حوزه آب با توجه به اشکالات موجود در شبکه و خطوط انتقال آب، میزان هدررفت آب را حدود 30 درصد اعلام میکنند. در این میان بی توجهی متولیان منابع آب از یک سو و فرسودگی زیرساخت ها و نبود فرهنگ استفاده صحیح در بین مردم، مصرف آب را در کشور بیشتر کرده است.

آمار سرانه مصرف شرب شهری در کشور بویژه در شهر تهران حدود 250 لیتر در شبانه‌روز عنوان می شود. همچنین سرانه مصرف آب در سایر کلانشهرها مانند تبریز 190، اصفهان 150، مشهد 160و در کرج 220 لیتر در شبانه روز است. این درحالی است که سرانه مصرف جهانی آب به ازای هر نفر حدود 130 تا 150 لیتر در شبانه‌روز می باشد. برای مثل سرانه مصرف در کشور آلمان 120، در برزیل 143، در اسپانیا 157 و در انگلیس حدود 145 لیتر در شبانه‌روز است. بدین تریب با یک محاسبه ساده و با در نظر گرفتن سرانه مصرف در شهر تهران و میزان هدررفت 30 درصدی، حجم قابل توجه 75 لیتردرشبانه‌روز (به ازای هرنفر) از آب شرب تولیدی توسط شرکت آب و فاضلاب استان تهران هدر می رود.

2– مواد و روش ها

درخصوص مصارف بخش خانگی دو نکته قابل تامل وجود دارد. اول؛ حجم بالای هدررفت آب در شبکه توزیع است و دوم؛ مصارف بیش از حد مجاز برخی از مشترکان خانگی. ابتدا به موضوع هدررفت می‌پردازیم. براساس آمارهای شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، در سال گذشته 6 میلیارد و 262 میلیون مترمکعب آب شرب برای مصرف خانگی و غیرخانگی در شهرهای کشور تولید شده اما حدود یک میلیارد و 528 میلیون مترمکعب آن بدون درآمد بوده است. این

مقدار یعنی 24/4 درصد از آب شرب تولیدی برای شهرهای کشور به هدر می‌رود. اما سوال این است که آب بدون درآمد چیست؟ براساس استانداردهای مراجع بین‌المللی اعم از انجمن جهانی آب(IWA) و انجمن کارهای آبی آمریکا(AWWA) جهت سنجش سالانه هدررفت آب از واژه آب بدون درآمد یا همان(NON-REVENUE WATER) استفاده می‌شود. آب بدون درآمد عبارت است از اختلاف بین حجم آب ورودی به سیستم(شبکه توزیع) و مصارف مجاز با درآمد در یک سال. براساس تعاریف، آب بدون درآمد دارای سه جزء اصلی است.

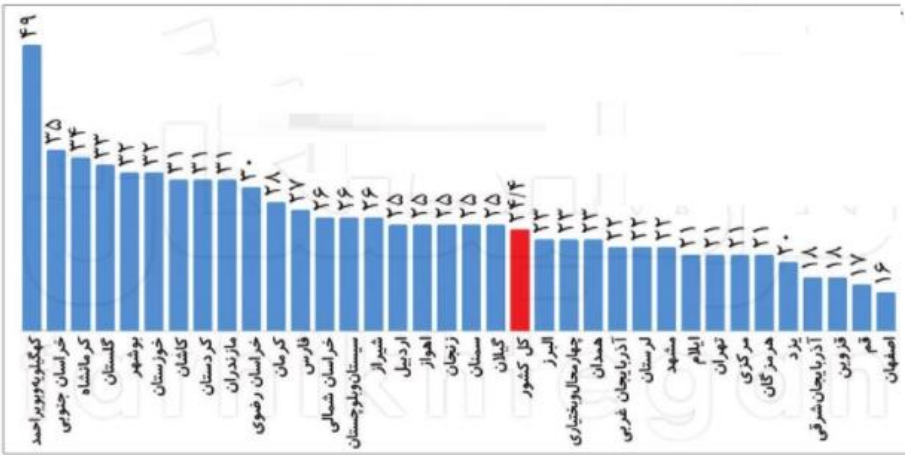
1- **هدررفت واقعی:** به حجمی از آب اطلاق می‌شود که به‌صورت واقعی(فیزیکی) از شبکه‌های توزیع هدر می‌رود و شامل نشت از شبکه‌های توزیع، نشت از خطوط انتقال، نشت و سرریز مخازن و نشت از انشعابات مشترکین می‌شود. سهم هدررفت واقعی از این 24/4 درصد کل، حدود 13/2 درصد است (5/8 درصد نشت از شبکه توزیع، 0/9 درصد خطوط انتقال، 0/1 درصد سرریز مخازن، 3/3 درصد نشت از مخازن و 6/1 درصد نشت از انشعابات آب مشترکین).

2- **هدررفت ظاهری:** به حجمی از آب اطلاق می‌شود که مصرف شده است، ولی به دلایل متعددی ازجمله خطای کنتورهای مشترکین، اندازه‌گیری نشده است. این هدررفت شامل خطای تجهیزات اندازه‌گیری، انشعابات غیرمجاز، خطای قرائت و انتقال داده‌ها می‌شود. از 24/4 درصد آب بدون درآمد، هدررفت ظاهری سهمی 10/1 درصدی دارد(مصارف غیرمجاز 3/7 درصد، خطای مدیریت داده‌ها و سیستم 1/7 درصد و عدم دقت تجهیزات اندازه‌گیری 4/7 درصد).

3- **مصارف مجاز بدون درآمد:** به مصارفی گفته می‌شود که استفاده از آن مجاز است، ولی درآمدی برای شرکت‌های آب و فاضلاب ندارد از قبیل: مصارف فرآیندی در تاسیسات آب و فاضلاب، مصارف آتش‌نشانی و.... مصارف مجاز بدون درآمد نیز سهمی 1/1 درصدی از 24/4 درصد کل آب بدون درآمد دارند. در یک جمع‌بندی، 13/2 درصد آب شرب کشور در لوله‌ها و سیستم انتقال آب هدر می‌رود، 10/1 درصد آب شرب کشور به‌دلیل مصرف غیرمجاز مشترکین هیچ عایدی‌ای برای وزارت نیرو ندارد و 1/1 درصد آب شرب کشور نیز صرف مصارف تاسیسات آب و فاضلاب، آتش‌نشانی و از این دست موارد می‌شود.

اما هزینه این مقدار هدررفت آب برای کشور نیز بسیار سرسام‌آور است؛ بطوریکه در سال 1399 هزینه قیمت تمام شده آب در هر مترمکعب برای شرکت آب وفاضلاب استان تهران 2500 تومان بوده است، براین اساس هدررفت سالانه یک میلیارد و 528 میلیون مترمکعب آب در بخش‌های توزیع آب شرب شهری، حدود 3 هزار و 820 میلیارد تومان هزینه روی دست دولت می‌گذارد.

در شکل 1 میزان آب بدون درآمد شرکت های آب و فاضلاب استان ها در 35 منطقه مختلف شهری کشور برحسب درصد آمده است. همانطور که در شکل می بینید میانگین حجم آب بدون درآمد در کشور حدود 24/4 درصد است و مناطق شهری استان کهگیلویه و بویراحمد با 49 درصد و اصفهان با 16 درصد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان آب بدون درآمد در سطح شهرهای کشور هستند. استان مازندران نیز با مقداری در حدود 31 درصد در رتبه نهم از نظر میزان آب بدون درآمد در سطح استانهای کشور قرار دارد.



شکل 1 حجم آب بدون درآمد در مناطق شهری کشور(درصد)

در این مقاله به بررسی میزان مصرف مشترکین در یکی از مناطق روستایی (شیب آبندان) شهرستان جویبار که تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب استان مازندران با در نظرگرفتن سایز کنتور و تعداد واحد(آحاد) مشترکین پرداخته شده است و میانگین مصرف ماهانه مشترکین با هم مقایسه و نتایج آن در ادامه آمده است.

3–بحث و نتایج

3–1 آمار و اطلاعات کلی منطقه

جدول 1 آمار کلی و جمعیتی منطقه شیب آبندان شهرستان جویبار، که مربوط به یک منطقه روستایی است، را نشان می دهد.

جدول 1 اطلاعات کلی و جمعیتی منطقه شیب آبندان شهرستان جویبار

نام منطقه/روستا	خانوار	جمعیت(نفر)	تعداد مشترک	بعد خانوار
شیب آبندان	220 (سال 1397)	800	306	3/63

جدول 2 نیز آخرین اطلاعات دوره ای مربوط به مشترکین منطقه را که مربوط به تابستان سال 1400 می باشد، نشان می دهد.

جدول 2 اطلاعات مشترکین مربوط به آخرین دوره قرائت منطقه شیب آبندان شهرستان جویبار(تابستان 1400)

تعداد مشترک	عدم حضور	کنتور خراب	عدم دسترسی	نصب نیست	قطع آب	مصرف صفر	تعداد عدم قرائت	تعداد قرائت شده
306	56	21	3	3	3	3	89	217
درصد به کل	18٪/8	6٪/8	1%	1%	1%	1%	29%	71%

جدول 3 میانگین مصرف و سرانه مصرف مشترکین در منطقه شیب آبندان شهرستان جویبار

تعداد کل قرائت در ماه	میانگین مصرف(مترمکعب در ماه)	تعداد مصرف صفر	تعداد مصارف کمتر از حد متعارف(الگو)	تعداد مصارف بیشتر از حد متعارف(الگو)
217	17/71	3	20	38

3-2 طبقات و میانگین مصرف بر اساس سایز کنتور

283 مشترک از 306 مشترک این روستا دارای کنتور با سایز 1/2 اینچ و مابقی دارای کنتور با سایز 3/4 اینچ می باشند. جدول زیر تعداد و میانگین مصرف ماهانه مشترکین(مترمکعب درماه) را بر اساس سایز کنتورهای نصب شده نشان میدهد.

جدول 4 تعداد و میانگین مصرف مشترکین منطقه شیب آبندان شهرستان جویبار برحسب سایز کنتور

سایز کنتور (اینچ)	تعداد (درصد)	میانگین مصرف
1/2	283 (92/5)	16/26
3/4	23 (7/5)	10/71
جمع کل	306 (100)	17/71

در شکل زیر نیر نمودار میزان مصرف مشترکین خانگی منطقه شیب آبندان شهرستان جویبار براساس سایز کنتور نصب شده در منازل مسکونی نشان آمده است.

شکل 1 میانگین مصرف مشترکین برحسب سایز کنتور(مترمکعب درماه)

براساس بخش نامه ابلاغی از سوی شرکت مادرتخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور، مربوط به تعرفه های آب و خدمات دفع فاضلاب در سال 1400، الگوی مصرف ماهانه (میانگین مصرف متعارف ماهانه) برای مشترکین استان مازندران، 14 مترمکعب تعیین گردیده است. میانگین مصرف مشترکین خانگی که سایز کنتورشان کوچکتر و برابر 1/2

اینچ است حدود 2/26 مترمکعب از الگوی مصرف بیشتر است. و مشترکینی که دارای کنتورهایی با سایز بزرگتر یعنی 3/4 اینچ هستند به مراتب میانگین مصرف پایین‌تری دارند. بطوریکه میزان مصرف آنها در ماه حدود 3/3 مترمکعب از الگوی مصرف کمتر است.

همچنین با توجه به جدول 4 و نمودار شکل 1 می توان گفت که میانگین مصرف مشترکینی که سایز کنتور آنها 1/2 اینچ است حدود 5/5 مترمکعب در ماه بیشتر از مشترکینی است که سایز کنتور منازلشان 3/4 اینچ است. به عبارتی نتایج فوق بیانگر این نکته است که هرچه قطر کنتور کوچکتر باشد میانگین مصرف ماهانه بالاتر است. این بدین معنی است که در این دومورد مبلغ آب بهای محاسبه شده در قبوض با افزایش قطر کنتور کاهش می یابد.

3-3 میانگین مصارف خانگی برحسب سایز کنتور و تعداد واحد

در جداول زیر میانگین مصرف مشترکین خانگی براساس تعداد واحد و سایز کنتور آمده است. در واقع هدف مان بررسی اثر سایز کنتور و تعداد واحدهای مسکونی(آحاد) بر میزان مصرف است.

الف) کنتور با سایز 1/2 اینچ

در منطقه مورد بررسی از 283 مشترکی که دارای کنتور با سایز 1/2 اینچ بودند، 225 مشترک، تک واحدی بوده که میانگین مصرف ماهانه آنها حدود 18/75 مترمکعب در ماه می باشد.

جدول 5 میانگین مصرف مشترکین با سایز کنتور 1/2 (تک واحدی)

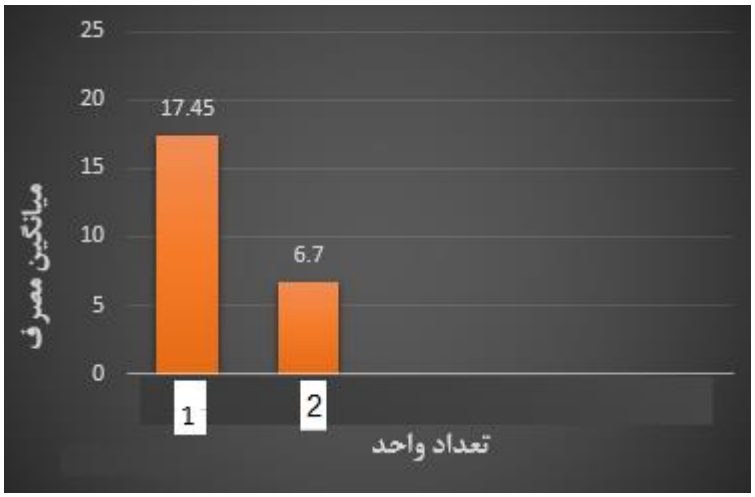
تعداد واحد	تعداد اشتراک	میانگین مصرف (مترمکعب در ماه)
1	225	18/75

ب)کنتور با سایز 3/4 اینچ

جدول 6 میانگین مصرف مشترکین خانگی تک و دو واحدی، که سایز کنتورشان 3/4 اینچ است، را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می شود میزان مصرف در تک واحدی هایی که سایز کنتور آنها 1/2 است 18/75 مترمکعب در ماه و میانگین مصرف در تک واحدی هایی که سایز کنتور آنها 3/4 اینچ است کمتر و برابر 17/45 مترمکعب در ماه است.

جدول 6 میانگین مصرف مشترکین با سایز کنتور 3/4 اینچ (تک و دو واحدی)

تعداد واحد	تعداد اشتراک	میانگین مصرف (مترمکعب در ماه)
1	7	17/45
2	6	6/7



شکل 2 میانگین مصرف در آحاد مختلف (مترمکعب در ماه)

جالبتر آنکه میانگین مصرف ماهانه در مواردی که سایز کنتور در آنها، 3/4 و دو واحدی هستند بسیار کمتر و برابر با 6/7 مترمکعب است.

میانگین مصرف ماهانه مشترکینی که قطرانشعاب(سایز کنتور) آنها 1/2 است حدود 5/5 مترمکعب بیشتر از مصرف مشترکینی است که سایز کنتورشان 3/4 می باشد. لذا میتوان گفت میزان درآمد شرکت از قبوض آب بها در حالت اول بیشتر بوده و با افزایش سایز کنتور از مبلغ قبوض صادره و میزان درآمد شرکت کاسته خواهد شد.

4– نتایج

در این مقاله به بررسی میزان مصرف مشترکین در یکی از مناطق روستایی (شیب آبندان) شهرستان جویبار که تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب استان مازندران با در نظرگرفتن سایز کنتور و تعداد واحد(آحاد) مشترکین پرداخته شده است و میانگین مصرف ماهانه مشترکین با هم مقایسه و نتایج آن در ادامه آمده است. مشخص گردید که میانگین مصرف مشترکین خانگی که سایز کنتورشان کوچکتر و برابر 1/2 اینچ است حدود 2/26 مترمکعب از الگوی مصرف بیشتر است. و مشترکینی که دارای کنتورهایی با سایز بزرگتر یعنی 3/4 اینچ هستند به مراتب میانگین مصرف پایین‌تری دارند. بطوریکه میزان مصرف آنها در ماه حدود 3/3 مترمکعب از الگوی مصرف کمتر است. میانگین مصرف ماهانه مشترکینی که قطرانشعاب(سایز کنتور) آنها 1/2 است حدود 5/5 مترمکعب بیشتر از مصرف مشترکینی است که سایز کنتورشان 3/4 می باشد. لذا میتوان گفت میزان درآمد شرکت از قبوض آب بها در حالت اول بیشتر بوده و با افزایش سایز کنتور از مبلغ قبوض صادره و میزان درآمد شرکت کاسته خواهد شد.

5–مراجع

اصلانی، هادی و بهرامی، فروزان، 1398، کاهش قطر کنتور آب مشترکین و تاثیرات آن (مطالعه موردی آب و فاضلاب اصفهان-منطقه شهرضا)، *دومین همایش ملی مدیریت مصرف آب با رویکرد کاهش هدر رفت و بازیافت*، تهران.

خسروی، مهیار و ملایی، محمد و دمیرچی، فائزه،1396، بررسی تاثیر بهینه سازی و کاهش قطر کنتور بر الگوی مصرف مشترکین

و اندازه گیری جریان های ضعیف، *اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب*،تهران.

McKenzie, R. Seago, C.2005. Assessment of real losses in potable water distribution systems: some recent developments. In: *4thWorld Water Congress: Innovation in Water Supply – Reuse and Efficiency* (Wilderer, P., ed.). IWA Publishing, London, pp. 33–40.

Lambert, A. O. Brown, T. G. Takizawa, M. Weimer, D. 1999. A review of performance indicators for real losses from water supply systems. *Journal of Water Services Research and Technology-AQUA*48 (6), 227–237.

Alegre, H. Hirner, W. Baptista, J. M. Parena, R. 2000. *Performance Indicators for Water Supply Services*1st edn. IWA Publishing, London, UK.

Tabesh, M. Delavar, M. R. 2003. *Application of Integrated GIS and Hydraulic Models for Unaccounted for Water Studies in Water Distribution Systems*. A. A. Balkema Publishers, Leiden, The Netherlands.

Al-Washali, T. S. Sharma, S. Kennedy, M. 2016. Methods of assessment of water losses in water supply systems: a review *Water Resources Management* 30(14), 4985–5001.

Experimental study of the effect of meter size and subscriber units on water consumption
Case study: Mazandaran Province Water and Sewerage Company, rural area of Joybar city

Ehsan Gholipour[1*], Aziz baloii[2] , Seyed Mohsen Jamali[3]

1- Mazandaran Province Water and Wastewater Company, ehsangh1986@chmail.ir

2- Mazandaran Water and Wastewater Company, abaloii1340@chmail.ir

3- Mazandaran Province Water and Wastewater Company, jamali.sm313@chmail.ir

Abstract

Most of the revenue of Water and Wastewater Companies is provided by receiving water prices from subscribers. Accurate calculation of consumption and finding an effective solution to measure the actual consumption of subscribers in order to manage consumption, increase revenue and reduce water without revenue is of particular importance. Allowable non-revenue expenditures, which are supervised by water and wastewater companies, do not bring any revenue to these companies. Therefore, any policy regarding the management and reduction of these costs can, in addition to preserving water resources, have significant benefits for water and wastewater companies. One of the reasons why subscribers' costs are not calculated accurately is the existence of high diameter meters for low unit and low cost subscribers. In this article, the effect of meter size with different diameters and number of units on the amount of drinking water consumption of home polytheists in one of the areas of Joybar city in Mazandaran province is investigated and their results are compared with each other. The results show that in low size meters (1.2 inches) the average monthly consumption of single-unit subscribers is higher than dual and multi-unit subscribers. Also in similar cases for larger size meters (3.4 inches and larger), houses with more units have a higher average consumption.

Keywords: Non-revenue water, subscriber units, increase in revenue of water and wast-water companies, water meters