

میزان تأثیر قدمت کنتورهاى آب بر روی دقت اندازه‌گیری (مطالعه موردی: شهر کازرون)

روح اله پولادی

دانشجوی دکترای تخصصی آمار، کارشناس برنامه‌ریزی و آمار شرکت آب و فاضلاب استان فارس، امور آبفا
kazzaron.roohollah.pooladi@gmail.com

چکیده

قدمت بالای کنتورها تأثیر زیادی در کاهش دقت اندازه‌گیری مصرف آب دارد. هر کنتور پس از پایان عمر مفید، از دقت آن کاسته شده و مصرف واقعی را نشان نمی‌دهد. مشترک‌هایی که کنتور قدیمی دارند و مصرف آب واقعی آنها ثبت نمی‌شود، در مصرف آب صرفه‌جویی نمی‌کنند. ابتدا قدمت تمامی ۴۳۲۴۲ کنتور موجود در شهر مشخص شد. دامنه‌ی تغییرات بین ۱ تا ۵۲ سال به‌دست آمد. با استفاده از روش نمونه‌گیری نسبی، ۱۸ کنتور با قدمت ۲۵ سال و ۱۸ کنتور ۳۰ ساله (مجموعاً ۳۶ کنتور) انتخاب و با کنتور سالم تعویض شد. پس از گذشت دو دوره (چهار ماه)، مصرف آب کنتورهای جدید در سال ۹۶ را با دوره مشابه در سال ۹۵ با استفاده از روش‌های توصیفی و آزمون زوجی ویلکاکسون مقایسه شد. پس از تعویض کنتورهای قدیمی، مصرف آب به‌طور متوسط از $17/029 \pm 37/32$ مترمکعب به $20/273 \pm 45/14$ مترمکعب در دوره رسید و مقدار P -مقدار برابر $0/001$ به‌دست آمد. با مقایسه‌ی میزان مصرف به‌تفکیک قدمت، میانگین مصرف در کنتورهای ۲۵ ساله از متوسط $16/093 \pm 38/25$ مترمکعب به $20/691 \pm 43/39$ و در کنتورهای ۳۰ ساله از $18/097 \pm 36/39$ مترمکعب به $19/983 \pm 46/89$ افزایش یافته است و مقادیر P -به‌ترتیب برابر $0/039$ و $0/006$ به‌دست آمد. کنتورهای ۳۰ ساله نسبت به کنتورهای ۲۵ ساله، پس از تعویض، مصرف بیشتری را ثبت کردند. کنتورهای قدیمی‌تر به‌طور معناداری دقت پایین‌تری در اندازه‌گیری مصرف آب دارند. در صورت تعویض کنتورهای قدیمی، هزینه کنتورها از محل افزایش دقت محاسبه کنتورها پس از گذشت ۱۳ دوره مصرفی به‌حساب شرکت باز می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: کازرون، کنتور آب، قدمت کنتور، مصرف آب، مشترک

۱- مقدمه

شهر کازرون در ناحیه نسبتاً خشک در غرب استان فارس قرار گرفته است. در سالهای اخیر بعثت کاهش بارندگی و بروز خشکسالی سطح آبهای زیر زمینی پایین رفته و شهر را بیش از پیش در معرض خطر کمبود آب قرار داده است. از طرف دیگر رعایت نشدن الگوی مصرف به علل مختلف باعث افزایش مصرف آب شده که مشکل را دوچندان کرده است. لذا با توجه به شرایطی که شهر کازرون در آن قرار گرفته است بر آن شدیم تا راهکارهای مناسبی را در جهت کاهش مصرف مشترکین و همچنین بالا بردن دقت محاسبات مصرف آب انجام دهیم. یکی از معضلاتی که امور آبفا کازرون با آن مواجه می‌باشد قدمت بالای کنتورهاست. کنتورهای آب با توجه به نوع و شرکت سازنده برای مدت زمان محدودی ساخته می‌شوند و پس از سپری شدن زمان مذکور از دقت آنها کاسته شده و مصرف واقعی آب را نشان نمی‌دهد. متأسفانه مطالعات بسیار کمی در این مورد منتشر شده است. (مطهری و کارگر شریف آباد، ۱۳۹۴) به بررسی دقت کنتورهای آب پرداخته و عمر مفید را به طور متوسط ۵ سال تعیین کرده است. همچنین (مهردادی و همکاران، ۱۳۸۷) آب به حساب نیامده ناشی از عدم دقت کنتورهای آب را مورد بررسی قرار داده و یکی از عوامل مؤثر در افزایش آب به حساب نیامده را عدم دقت کنتورهای قدیمی نشان داده است. همچنین (Arregui, et al, 2018) در تحقیقی پیرامون همین مبحث نشان داده که کنتورهای با عمر بالا دقت پایینی در ثبت دقیق میزان مصرف آب دارند.

۲- روش تحقیق

پس از بررسی های اولیه مشاهده شد که درصد قابل توجهی از کنتورها عمر بالایی دارند. البته بخشی از این درصد نیز بعلت خطای کاربر در ورود تاریخ نصب و یا تعویض کنتور حادث شده بود که ضعف سامانه امور مشترکین را در تشخیص تاریخ نشان می داد. پس از آنکه قدمت کنتورها مشخص گردید با استفاده از روش نمونه گیری نسبی ۱۸ کنتور با قدمت ۲۵ سال و ۱۸ کنتور ۳۰ ساله (مجموعاً ۳۶ کنتور) را انتخاب و با کنتور سالم تعویض کردیم. پس از گذشت دو دوره (چهار ماه) میزان مصرف کنتورهای جدید در سال ۹۶ با دوره مشابه در سال ۹۵ را با استفاده از روشهای توصیفی و آزمون زوجی ویلکاکسون مقایسه نمودیم (Stoker, et al, 2012). نتایجی که از این بررسی بدست آمد حاکی از تأثیر معناداری عمر کنتور بر روی دقت آن است و با افزایش سن کنتور از دقت آن کاسته می شود.

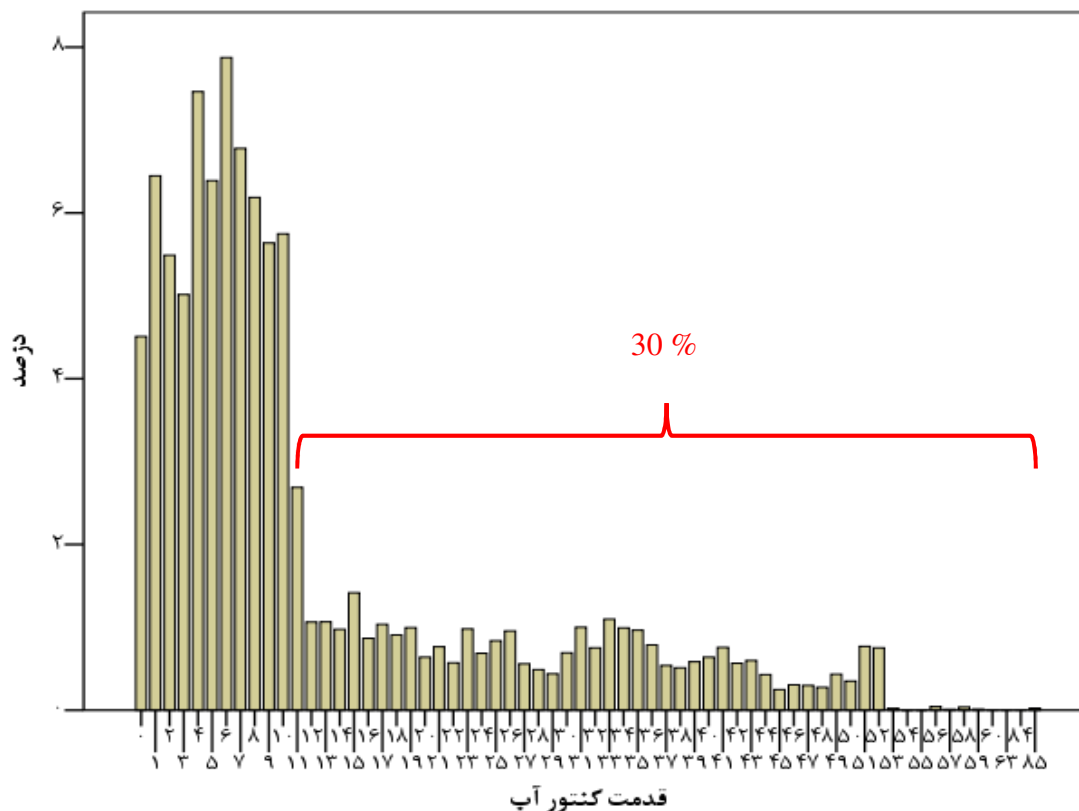
۳- نتایج و بحث

در جدول شماره ۱ خلاصه ای از وضعیت کنتورهای آب کازرون آورده شده است. مشاهده می کنیم که دامنه قدمت کنتورها با توجه به خروجی نرم افزار امور مشترکین، ۸۵ سال می باشد که جای بررسی بیشتری دارد (خروجی این بررسی و اینکه چرا قدمت های بسیار بالا بدست آمده در بخش نتایج آورده شده است).

جدول ۱- قدمت کنتورهای آب در شهر کازرون (واحد سال)

تعداد داده ها	میانگین	دامنه داده ها	کمترین	بیشترین
43242	85	85	0	85

نمودار شماره ۱ نیز وضعیت کنتورهای آب کازرون را به تفکیک میزان قدمت مشخص می کند. وضعیت نسبی کنتورهای قدیمی به نسبت کل قابل مشاهده می باشد. نتایج حاکی از آن است که حدود ۳۰٪ کنتورها دارای عمر بیشتر از ۱۰ سال می باشند.



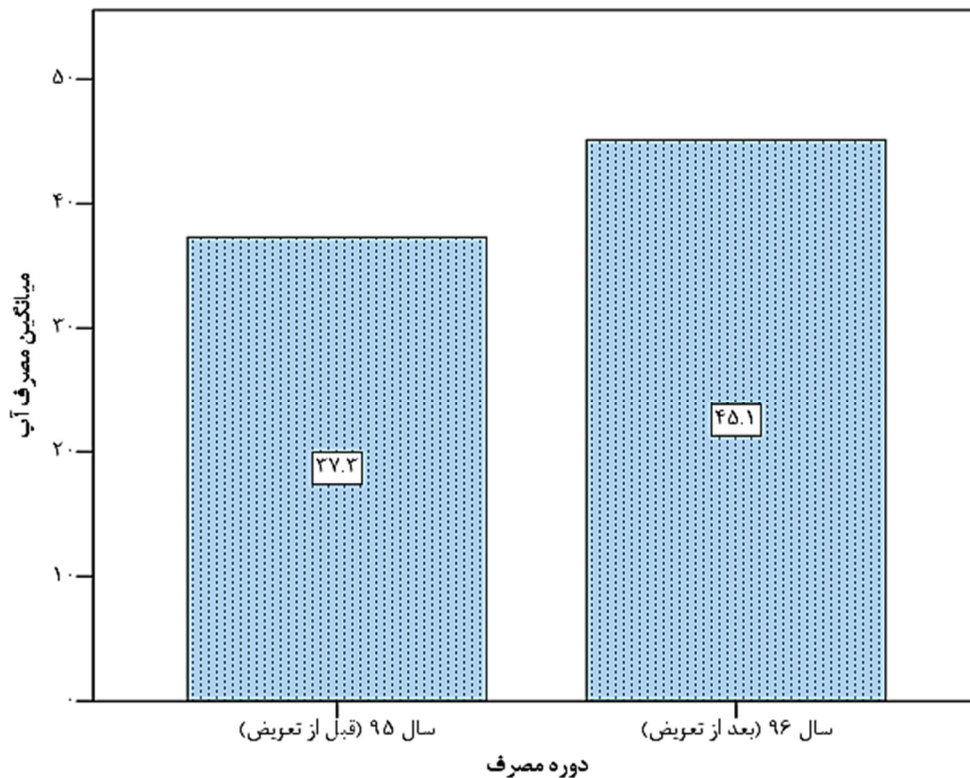
نمودار ۱- قدمت کنتورهای آب در شهر کازرون (واحد سال)

مشاهده کردیم که برخی از کنتورها قدمت غیر معمول (۵۰ سال به بالا) را نشان می دادند، پس از بررسی سامانه امور مشترکین مشخص گردید که قدمت غیر معمول کنتورها ناشی از خطای کاربر در ورود تاریخ نصب یا تعویض کنتور بوده است. ولی کنتورهای زیر ۵۰ سال را به شیوه ای دیگر مورد بررسی و سنجش قرار دادیم. جهت انجام این امر با استفاده از روش نمونه گیری نسبی تعداد ۳۶ کنتور را برای طرح اولیه انتخاب کردیم که شامل ۱۸ کنتور با قدمت ۲۵ سال و ۱۸ کنتور با عمر ۳۰ سال می گردید. کنتورهای مذکور را با کنتور کاملاً سالم و نو جایگزین نموده و پس از گذشت دو دوره (مجموعاً چهار ماه) میزان مصرف آنها را در سال ۹۶ ثبت نموده و همچنین میزان مصرف دو دوره مشابه سال ۹۵ را نیز از سامانه مشترکین استخراج کردیم. سپس اطلاعات بدست آمده را با استفاده از روشهای آماری توصیفی و آزمون زوجی ویلکاکسون مورد تحلیل قرار دادیم.

در جدول ۲ می بینیم که p-مقدار برابر 0/001 بدست آمده که از 0/05 کمتر است، بنابراین میزان مصرف مشترکین پس از تعویض کنتور قدیمی رشد معناداری داشته و بطور متوسط از $37/32 \pm 17/029$ متر مکعب به $45/14 \pm 20/273$ مترمکعب در دوره رسیده است. در نمودار ۲ نیز این میزان تفاوت بیشتر مشخص می باشد.

جدول ۲- مقایسه میزان مصرف آب قبل و بعد از تعویض کنتورها در شهر کازرون (واحد متر مکعب)

عنوان	تعداد	میانگین \pm انحراف معیار	p-مقدار
مصرف ۹۵ (قبل از تعویض کنتور)	۳۶	$37/32 \pm 17/029$	0/001
مصرف ۹۶ (بعد از تعویض کنتور)	۳۶	$45/14 \pm 20/273$	



نمودار ۲- مقایسه میزان مصرف آب قبل و بعد از تعویض کنتورها در شهر کازرون (واحد متر مکعب)

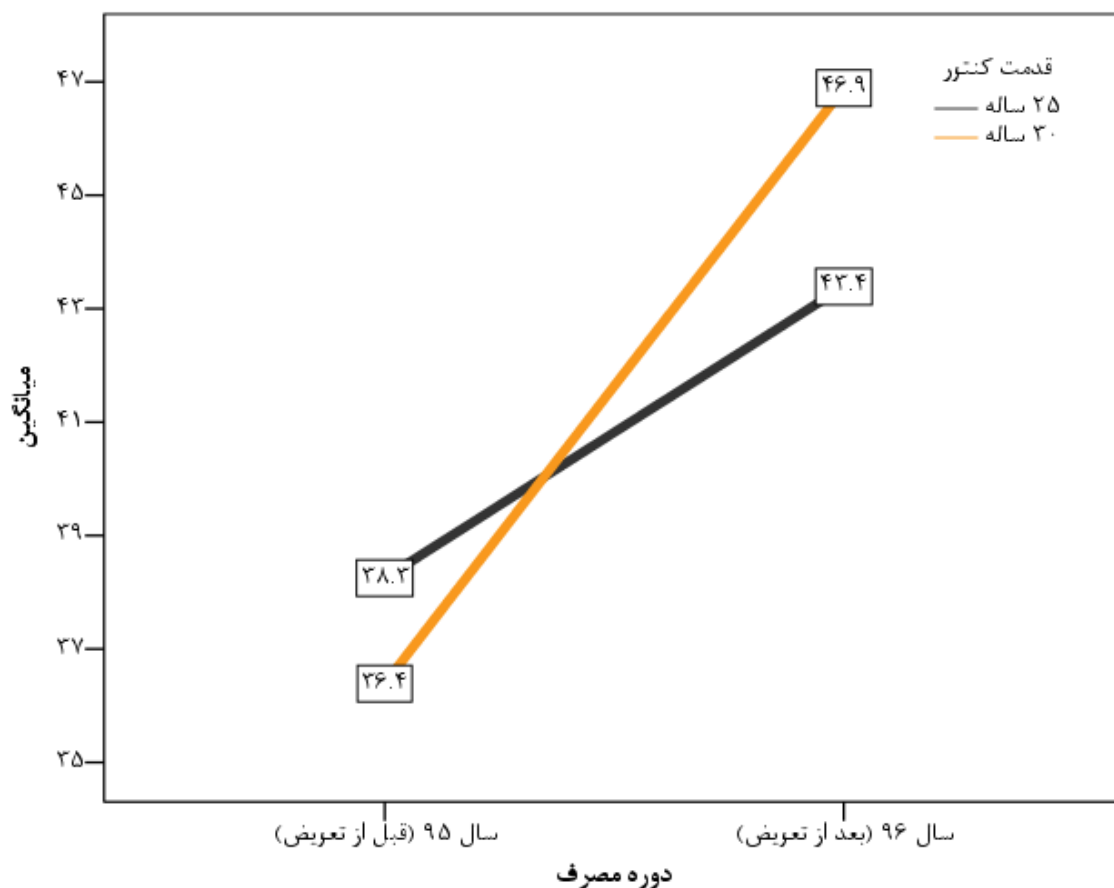
در قسمت قبل مشخص شد که میزان مصرف آب پس از تعویض کنتورهای قدیمی رشد معناداری پیدا کرده است. حال می خواهیم به بررسی این مطلب بپردازیم که قدمت کنتورها چقدر بر کاهش دقت آنها تأثیر داشته است. جهت انجام این امر؛ تحلیل مورد نظر را به تفکیک کنتورهای ۲۵ و ۳۰ ساله انجام داده ایم و نتایج را با هم مقایسه نموده ایم.

در جدول ۳ میزان مصرف قبل و بعد از تعویض کنتور را در دوره های مشابه سال ۹۵ و ۹۶ مورد مقایسه قرار داده ایم. مشاهده می کنیم که در کنتورهای ۲۵ ساله p -مقدار برابر $0/039$ بدست آمده که از $0/05$ کمتر است؛ همچنین مصرف آب از $38/25 \pm 16/093$ به $43/39 \pm 20/691$ افزایش یافته است. در کنتورهای با قدمت ۳۰ سال نیز p -مقدار برابر $0/006$ بدست آمده که از $0/05$ کمتر می باشد، میزان مصرف آب هم از $36/39 \pm 18/097$ به $46/89 \pm 19/983$ متر مکعب در دوره رسیده است. در هر دو بخش افزایش معناداری را شاهد هستیم اما در کنتورهایی که قدمت بیشتری داشته اند (۳۰ ساله) رشد مصرف بیشتر بوده است.

جدول ۳- مقایسه میزان مصرف آب قبل و بعد از تعویض کنتورها در شهر کازرون به تفکیک قدمت کنتورها (واحد متر مکعب)

قدمت کنتور	عنوان	تعداد	میانگین \pm انحراف معیار	p -مقدار
سال ۲۵	مصرف ۹۵ (قبل از تعویض کنتور)	۱۸	$38/25 \pm 16/093$	$0/039$
	مصرف ۹۶ (بعد از تعویض کنتور)	۱۸	$43/39 \pm 20/691$	
سال ۳۰	مصرف ۹۵ (قبل از تعویض کنتور)	۱۸	$36/39 \pm 18/097$	$0/006$
	مصرف ۹۶ (بعد از تعویض کنتور)	۱۸	$46/89 \pm 19/983$	

در نمودار ۳ نیز میزان رشد مصرف آب پس از تعویض کنتورهای قدیمی در شهر کازرون به تفکیک قدمت کنتورها کاملاً مشهود می باشد. همانطور که در نمودار ۳ نشان داده شده؛ رشد مصرف آب در کنتورهای ۳۰ ساله‌ای که تعویض شده اند بیشتر بوده است.



جدول ۳- مقایسه میزان مصرف آب قبل و بعد از تعویض کنتورها در شهر کازرون به تفکیک قدمت کنتورها (واحد متر مکعب)

در قسمت قبل رشد مصرف آب پس از تعویض کنتورهای قدیمی کاملاً اثبات گردید. حال این بررسی را به تفکیک کنتورهای ۲۵ و ۳۰ ساله انجام می دهیم تا تأثیر قدمت کنتورها بر روی میزان مصرف بیشتر مشخص گردد. در جدول ۲-۳ می بینیم که در هر دو بخش کنتورهای ۲۵ و ۳۰ ساله میزان مصرف مشترکین افزایش داشته است. در انتهای این بخش پیشنهاد می شود با توجه به کمبود آب شرب و اهمیت بسیار بالای این امر جهت افزایش دقت محاسبه میزان مصرف آب مشترکین و بالا بردن درآمد شرکت، نسبت به تعویض کنتورهای قدیمی اقدام گردد. برای انجام این امر سه پیشنهاد ارائه می گردد که با انجام هر یک از آنها می توان در جهت تسهیل در روند عملی کردن نتایج این پژوهش گام برداشت:

- برای اینکه تعویض کنتورهای فرسوده و قدیمی انجام پذیر باشد می توان این امر را به بخش خصوصی واگذار کرد. به طوری که پیمانکار تمامی کنتورها را با هزینه خودش تعویض نماید و سودی که از دقیق شدن محاسبات کنتورها عاید شرکت آبفا خواهد شد تا مدت معینی به شرکت پیمانکار داده شود. به این صورت شرکت آبفا نه تنها هیچگونه هزینه

ای را متقبل نمی شود بلکه پس از مدتی به سود دهی خواهد رسید.

- برای تعویض کنتورهای فرسوده راهکار دیگری نیز قابل استفاده است. می توان با یک شرکت معتبر تولید کننده کنتور آب قراردادی تنظیم نمود که کنتورها را فقط از آنها خریداری کنیم مشروط بر اینکه خود آن شرکت تعویض کنتورها را متقبل گردد. به نظر می رسد این روش نیز با توجه به حجم بالای کنتورهای فرسوده (بیش از ۱۲۰۰۰ کنتور مورد نیاز است)؛ از طرف شرکت های سازنده مورد استقبال قرار گیرد.
- راهکار و توجیه سومی نیز برای تعویض کنتورهای قدیمی پیشنهاد می گردد (در صورتیکه شرکت بخواهد با هزینه خودش کنتورها را خریداری و تعویض نماید). با توجه به اینکه کنتورهای قدیمی با کنتورهایی به قیمت ۹۳۰۰۰۰ ریال جایگزین می شوند و میزان مصرف آب نیز پس از تعویض کنتورها بطور متوسط ۸ متر مکعب افزایش داشته است و همچنین با در نظر گرفتن قیمت فروش هر متر مکعب آب به میزان ۸۹۰۰ ریال پیش بینی می گردد که ظرف مدت ۱۳ دوره (۲۶ ماه) هزینه خرید کنتورها بطور کامل به شرکت بازگشت داده شود (Davis, 2005) و پس از آن به سوددهی قطعی خواهد رسید.

جدول ۴- توجیه اقتصادی تعویض کنتورهای قدیمی در شهر کازرون

مقدار	واحد	عنوان
۸	متر مکعب به مشترک	میزان افزایش دقت ثبت مصرف آب پس از تعویض کنتور قدیمی
۸۹۰۰	ریال به متر مکعب	قیمت فروش هر متر مکعب آب
$8 \times 8900 = 71200$	ریال به مشترک	افزایش درآمد شرکت در هر دوره (پس از تعویض یک کنتور قدیمی)
۹۳۰۰۰۰	ریال	قیمت کنتورهای تعویضی (بصورت عمده)
۱۳	دوره	مدت زمان بازگشت هزینه
$71200 \times 13 = 925600$	ریال	درآمد شرکت پس از ۱۳ دوره تقریباً معادل قیمت کنتورهاست

۴- نتیجه گیری

کنتورهایی که سن بسیار بالایی را نشان می دهند از طریق سیستم امور مشترکین مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که برخی از تاریخ ها به اشتباه در این سامانه ثبت شده است. به عنوان مثال با بررسی کنتوری که به ظاهر ۸۵ سال قدمت دارد دیدیم که به جای سال تعویض ۹۰ در سیستم سال ۰۹ ثبت شده است. این خطا نشان می دهد که سامانه امور مشترکین نسبت به تاریخهای ثبت شده حساس نمی باشد و اگر کاربر تاریخی را به اشتباه وارد کند متوجه نمی شود.

قدمت کنتورها در شهر کازرون زیاد می باشد و این امر موجب پایین آمدن دقت کنتور و بروز اشتباه در محاسبه میزان مصرف آب گردیده است. با توجه با اینکه بیش از ۳۰٪ کنتورها بالای ۱۰ سال قدمت دارند اهمیت این مسأله بیشتر می شود.

پس از تعویض کنتورهای قدیمی و مقایسه مصرف آب در دوره مشابه سال قبل مشخص شد که مصرف آبی که ثبت شده بطور معناداری افزایش یافته، این مطلب حاکی از آن است که قدمت کنتورها تأثیر مستقیم بر روی دقت محاسبه میزان مصرف داشته است. همچنین از بررسی میزان مصرف آب کنتورها به تفکیک قدمت ۲۵ و ۳۰ ساله، به

این نتیجه رسیدیم که برای مشترکینی که کنتورهای با قدمت ۳۰ سال داشتند نسبت به مشترکهای با کنتور ۲۵ ساله پس از تعویض مصرف بالاتری ثبت شده است. بنابراین می توان به این نتیجه رسید که هر چقدر عمر کنتور بالاتر رفته خطای بیشتری در محاسبه مصرف آب نشان داده است.

۵- قدردانی

از آقای ایوب ملکوتی به خاطر ارائه طرح این پژوهش تشکر می نمایم. همچنین از آقایان عباس صمیمی و عبدالرسول صمیمی به خاطر همکاری در جمع آوری اطلاعات سپاسگزاری می کنم.

۶- مراجع

- مطهری، ع.، کارگر شریف آباد، ه.، (۱۳۹۴)، "بررسی دقت کنتورهای مکانیکی آب خانگی در شرایط کاری متفاوت"، *فصلنامه تحقیقات مکانیک کاربردی*، ۷(۳)، ۵۰-۵۴.
- مهردادی، ن.، جلالی امین، ف.، حق اللهی، ع.، (۱۳۸۷)، "بررسی آب به حساب نیامده ناشی از عدم دقت کنتورهای مشترکین"، *مجله محیط شناسی*، ۳۴(۴۸)، ۱۳-۲۰.
- Arregui, F.J., Gavara, F.J., Soriano, J., Pastor Jabaloyes, L., (2018), "Performance Analysis of Ageing Single-Jet Water Meters for Measuring Residential Water Consumption", *Water*, 10(612), 2-18.
- Davis, S.E., (2005), "Residential Water Meter Replacement Economics", *Conference Proceedings, Leakage*, 1-10.
- Stoker, D.M., Burfuss, A.L., Johnson, M.C., (2012), "Flow Measurement Accuracies of In-Service Residential Water Meter", *Journal of American Water Works Assosiation*, 10(5), 637-642

The effect of aging water meter on the accuracy of their measurement in the city of Kazerun

Roohollah Pooladi

**Student of specialized statistics Ph.D. - expert of planning and statistics of Fars
province Water and Wastewater Company, roohollah.pooladi@gmail.com**

Abstract

Introduction: Older meters have a great influence on reducing the accuracy of measuring water consumption. Each meter, after expiration of useful life, reduces its accuracy and does not show actual consumption of water. Therefore, subscribers that have old meter and their actual water consumption are not registered, do not save on water.

Methodology: Originally, we identified all 43242 meters' age in the city. The range of changes was between 1 and 52 years. Then, using a relative sampling method, we selected 18 meters with 25 years old and 18 meters with 30 years old (total of 36 meters) and replaced with a healthy meters. After two periods (four months), we compared the water consumption of new water meters in year 96 with the same period in 95 using descriptive methods and Wilcoxon paired test.

Result and discussion: After replacing the old meters, the average water consumption was from 37.32 ± 17.03 cubic meters to 45.14 ± 20.27 cubic meters in total of the two periods, also p-value is 0.001. By comparing the amount of consumption by age, the average consumption in the 25-year-old meters ranged from 38.25 ± 16.10 to 43.39 ± 20.69 cubic meters and in the 30-year-old meters from 36.39 ± 18.10 cubic meters to 48.89 ± 19.99 cubic meters. The p-value was obtained from 0.039 and 0.006, respectively.

Conclusion: Water consumption shows significant growth after replacing old meters. Also, meters that were 30 years old, compared to 25-year-old meters, recorded more consumption after replacing. Therefore, older meters have a significantly lower accuracy in measuring water consumption. Also considering the economic analysis in the case of replacement of old meters, after 13 consecutive periods of consumption, the cost of the meters returns to the account of the company from the place where the accuracy of calculation of the meters is increased.

Keywords: Kazerun, Water meter, Meter's age, Water consumption, Subscriber