



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



تحلیل داده‌های مصرف در کنترل و کاهش خطای انتقال داده در شهر اراک

بهمن آنالویی

معاون بهره‌برداری، شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

info_bahre@abfamarkazi.ir

حمید اسماعیلیون

مدیر دفتر مطالعات مصرف و کاهش آب بدون درآمد، شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

h.ramsin@gmail.com

هادی حسنی

کارشناس مصرف، شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

hadi49hasani@gmail.com

مژده مینائی

کارشناس GIS، شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

gis.abfa@yahoo.com

خلاصه

خطای انتقال داده از جمله خطاهایی است که اصولاً نباید با وجود سیستم های مکانیزه آب بها در شرکت های آب و فاضلاب رخ داده و یا رخداد آنها باید بسیار کم باشد. در این مقاله سعی شده با بررسی و تحلیل داده های مصرف در سیستم آب بها در شهر اراک و دسته بندی اینگونه داده ها بر اساس نقش و تاثیر آنها در افزایش خطای انتقال داده که در نهایت منجر به افزایش تلفات ظاهری می گردد، اقدامات اصلاحی لازم جهت جلوگیری از وقوع و کاهش خطای فوق انجام گیرد. همچنین در این مقاله سعی شده است کاربرد نقشه های مدیریت مصرف آب که در عنوان های مختلف تولید گردیده، برای اولین بار ارائه گردد. این نقشه ها امکان شناسایی نقاط ضعف و قوت داده های مصرف و توزیع پراکندگی آنها به همراه سایر پارامترهای مورد نیاز در بخش مشترکین را که به کمک نرم افزار ArcGIS تهیه شده است در اختیار مدیران شرکت قرار می دهد.

کلمات کلیدی: آب بدون درآمد، هدررفت ظاهری، خطای انتقال داده، مشترکین تخمینی، GIS



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



۱. مقدمه

تلفات آب در شبکه‌های توزیع آب به دو شکل تلفات واقعی و تلفات ظاهری اتفاق می‌افتد. تلفات واقعی عمدتاً ناشی از نشت شبکه هستند، ولی تلفات ظاهری زمانی اتفاق می‌افتد که آب بدست مشترک رسیده ولی بنا به دلایلی اندازه‌گیری و یا ثبت نشده است. کاهش هدررفت ظاهری باعث افزایش درآمد شرکت‌ها و کاهش هدررفت واقعی تنها هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد. از دیگر مزایای کاهش هدررفت ظاهری تاثیر مستقیم بر درآمد شرکت در مدت کوتاه است.

در همین راستا دفتر آب بدون درآمد شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی به کمک نرم افزار ArcGIS توانسته است با برقراری ارتباط این نرم افزار با پایگاه داده‌ای سیستم آب‌بها مشترکین اقدام به تهیه انواع نقشه‌های مدیریت مصرف آب که تصویری کلان از تغییرات شاخص‌هایی مانند حجم مصرف، سرانه مصرف، تعداد آحاد و تعداد مشترکین، میانگین مصارف آب و برخی دیگر از شاخص‌ها را به نمایش گذاشته و سپس با بررسی تاثیر این پارامترها بر یکدیگر چشم‌انداز روشنی از تغییراتی که در مدیریت مصرف آب و بروز خطاهایی که منجر به افزایش و یا کاهش حجم غیرواقعی میزان مصرف می‌گردد را ارائه نماید. در این مقاله سعی شده است با بررسی آماری سال ۹۴ و ۹۵، مصرف آبی که بر اساس گزارشات مورد نیاز دفتر آب بدون درآمد از سیستم آب‌بها استخراج گردیده، نسبت به چگونگی شکل‌گیری خطای انتقال داده و انجام اقدامات اصلاحی از افزایش پنهانی این خطا جلوگیری گردد [۱].

۲. دلایل اصلی وقوع تلفات ظاهری در شبکه‌های توزیع

از جمله دلایل اصلی وقوع تلفات ظاهری در شبکه‌های توزیع می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [۲]:

- نبود دقت در اندازه‌گیری مصرف مشترکین (اشتباهات اندازه‌گیری)
- خطای داده‌ها و آنالیزها
- مصارف غیر مجاز مشترکین

۳. خطای انتقال و آنالیز داده‌ها

از آنجایی که شرکت‌ها بایستی داده‌های مربوط به تعداد زیادی مشترک را مدیریت نمایند. بنابراین خطای ناشی از داده پردازی می‌تواند تحت تاثیر حجم زیادی از داده‌ها پنهان بماند.

بطور کلی حجم مصرف کل مجاز با درآمد در پایان هر سال از حاصل جمع مصارف مجاز با درآمد با وضعیت کنتور سالم و حجم مصارف مشترکینی که بصورت تخمینی برآورد شده‌اند بدست می‌آیند. مشترکین تخمینی مشترکینی هستند که یا کنتور آنها خراب است و یا به دلایل مختلف حجم مصرف آنها تخمینی محاسبه می‌شوند.

تعدادی از خطاهایی که در هنگام محاسبه میزان اینگونه مشترکین رخ می‌دهد شامل موارد زیر می‌شود:

- تعدیل میانگین مصرف مشترک نسبت به ماه‌ها یا سنوات مشابه واحد بنا به دلایل مختلف
- عدم آشنایی مسئولین مشترکین از ارتباط بین شناسایی، کاهش و پیش‌گیری از تلفات ظاهری
- افزایش روند محاسبه میزان مصرف آب به روش تخمینی بدون در نظر گرفتن اثرات سوء آن در هدررفت ظاهری
- مدیریت و تنظیم حجم مصرف آب توسط مشترکین مخصوصاً در وضعیت اعلام تلفنی مصرف

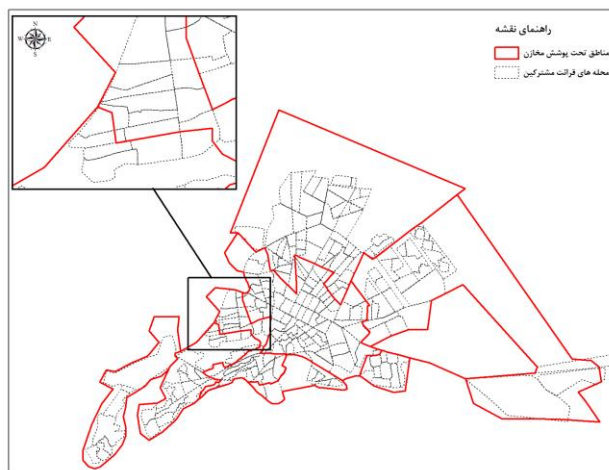
خطاهای بوجود آمده ناشی از داده‌پردازی مصارف آب در همه شرکت‌ها یکسان نمی‌باشد و هر شرکتی ممکن است یک نوع از تلفات ظاهری را در سیستم چرخه اطلاعات مصرف خود کشف نماید.

۴. منطقه مورد مطالعه

شهرستان اراک در جنوب غربی استان تهران و در فاصله ۲۸۸ کیلومتری آن قرار دارد و مرکز استان مرکزی محسوب می‌شود. این شهر دارای وسعت ۶۰ کیلومتر مربع با حدود ۱۲۳۰۰۰ مشترک می‌باشد. اقلیم این شهر نیمه خشک و میزان تبخیر و میانگین دمای آن به ترتیب ۲۸۰ میلی متر در سال و ۱۱ درجه سانتیگراد می‌باشد.

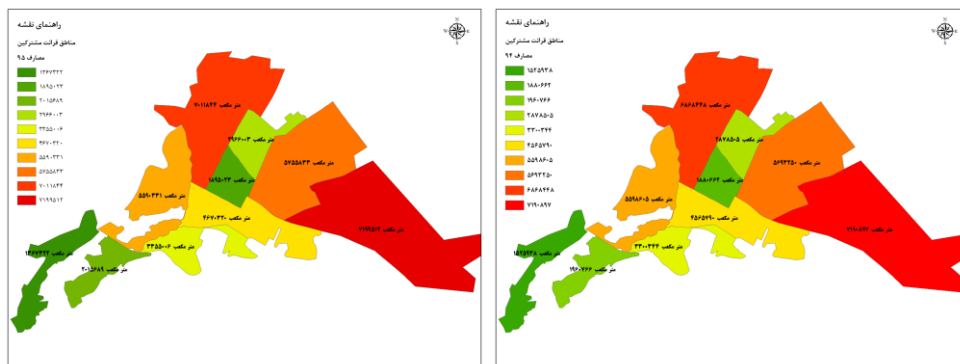
۵. روش تحقیق

بر اساس تجربیات بدست آمده در دفتر آب بدون درآمد شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی و لزوم شناسایی ابعاد مختلف داده‌های مصرف آب پارامترهای مختلف مصرف مورد بررسی قرار گرفت تا بر اساس آنها اطلاعات مصرف در محدوده‌های منطقه-محله قرائت مامورین قابلیت تحلیل مکانی-زمانی پیدا کنند. به همین منظور پس از ارتباط سیستم آب‌بها با نرم افزار ArcGIS امکان تهیه نقشه‌های مکان محور در دوره زمانی سال‌های ۹۴ و ۹۵ بوجود آمد.

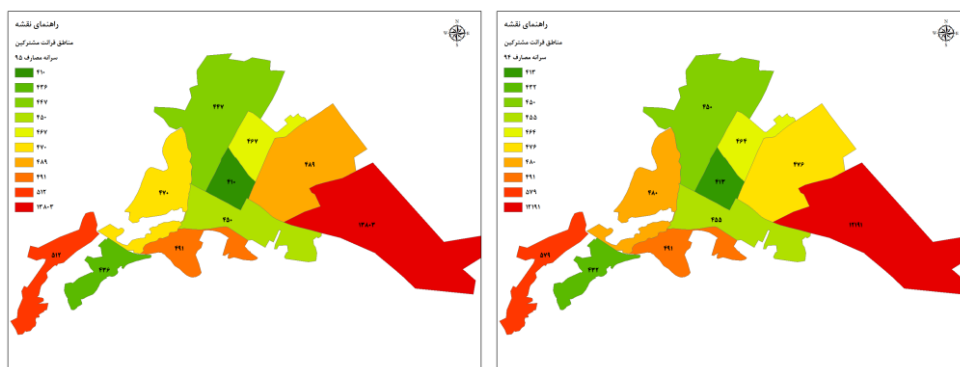


شکل ۱- نقشه مناطق قرائت مشترکین و مناطق تحت پوشش مخازن

همانطور که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است، نقشه قرائت مشترکین شهر اراک با نقشه منطقه بندی تحت پوشش مخازن در نقاطی نیاز به انطباق بیشتر جهت تسهیل اقدامات مورد نیاز در زمان استخراج داده‌های مصرف دارد که این موضوع در شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی در حال پیگیری و اصلاح می‌باشد. پس از برقراری ارتباط با بانک داده‌های مصرف دفتر آب بدون درآمد، داده‌های فوق را در محیط GIS تبدیل به نقشه‌های مدیریت مصرف نمود تا بدین وسیله تصویر کلی از داده‌های مصرف و سایر پارامترها بدست آورد.



شکل ۲- نقشه‌های پراکندگی مصرف در سال‌های ۹۴ و ۹۵



شکل ۳- نقشه‌های پراکندگی سرانه مصرف لیتر به ازای هر واحد در روز در سال‌های ۹۴ و ۹۵

از جمله نقشه‌های دیگری که با این روش تهیه گردیده است می‌توان به نقشه‌های حوادث و اتفاقات، پراکندگی تعداد آحاد و مشترکین و پراکندگی تعداد کنتورهای خراب به تفکیک قطر اشاره کرد. پس از تهیه نقشه‌ها در کاربردهای مختلف مدیریت مصرف آب در سال‌های ۹۴ و ۹۵ روند تغییرات پارامترهای مختلف نشان دهنده تغییرات غیرقابل بررسی را در وهله اول نشان می‌دهد که در ادامه این تحقیق، جهت بررسی دقیق‌تر موضوع اقدام به محاسبه میانگین مصرف آب به تفکیک کنتورهای سالم و تخمینی گردید. مشترکینی که میزان مصرف آنها بطور تخمینی محاسبه و اقدام به صدور قبض می‌گردد شامل مشترکین با وضعیت کنتور خراب، اعلام تلفتی، بسته، با مانع، گود، شیشه کدر، معکوس، زیرخاک، بخار گرفته و بدون کنتور می‌باشد که قرارگیری گزارشات مربوط به آنها در کنار هم در دو سال متوالی نشانگر این واقعیت شد که در چرخه اطلاعات واحدهای مشترکین، خطای انتقال داده بطور غیر ملموس در حال شکل‌گیری است. لذا با پیگیری‌های متعدد و برگزاری جلسات متوالی، مدیران شهرستان‌ها را از وجود این خطا در سیستم آگاه نمودیم. جدول ۱ مواردی از روند تغییرات مصارف و میانگین آنها را در دو سال ۹۴ و ۹۵ نشان می‌دهد. در این جدول میانگین مصرف در هر یک از حالت‌های مختلف کنتورهای سالم و تخمینی به ازای هر یک از مشترکین موجود در سیستم آب‌بها طبق رابطه ۱ محاسبه گردیده است [۳]. لازم به

ذکر است بعلت فراوانی سائز انشعابات ۱/۲ اینچ در سطح مناطق مختلف، این سائز بعنوان نمونه انتخاب گردیده ولی قابلیت توسعه این جدول و نقشه های مربوط به سایر سائزهای انشعابات وجود داشته است.

$$(۱) \quad \text{مصرف آب یک مشترک} = \frac{\text{مدت زمان مصرف مشترک} \times \text{تعداد واحد}}{\text{میانگین مصرف آب}}$$

با بررسی داده‌های مصرف مشاهده می‌شود که خطای انتقال داده‌ها در مشتری‌هایی که میانگین مصرف آنها تخمینی محاسبه گردیده نسبت به میانگین مصرف کنتورهای سالم نیاز به کنترل و نظارت بیشتری جهت کاهش حجم آب ثبت نشده در سیستم دارد.

جدول ۱- مقایسه مصرف وضعیت قرائت سالم و تخمینی کنتورهای مشترکین خانگی با قطر ۱/۲ در سالهای ۹۴ و ۹۵

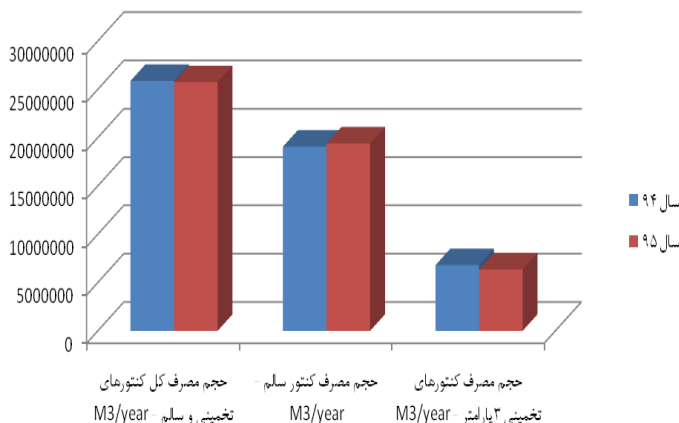
وضعیت قرائت	سال	تعداد اشتراک	تعداد آحاد	میانگین مصرف روزانه (lit)	تعداد مشترک با مصرف صفر	تعداد آحاد با مصرف صفر	مصرف کل (m ³ /d)	مصرف واقعی تخمینی (m ³ /d)	تفاوت مصرف کل تخمینی (m ³ /d)	پیش‌بینی حجم آب اندازه‌گیری نشده در ۱ سال
سالم	۹۴	۷۸۵۸۰	۱۰۵۶۹۹	۵۱۲	۱۰۳۱	۱۱۵۷	۵۲۲۴۵			
	۹۵	۸۰۵۶۴	۱۰۹۰۹۴	۵۰۵	۸۶۱	۹۴۷	۵۳۱۴۳			
بسته	۹۴	۱۶۰۶۷	۲۰۹۱۳	۵۱۰			۱۰۴۶۸	۱۰۷۰۷,۵	۲۳۹,۵	۸۷۴۱۷,۵
	۹۵	۱۵۹۸۸	۲۰۹۵۸	۴۸۹			۱۰۰۴۱	۱۰۵۸۳,۸	۵۴۲,۸	۱۹۸۱۲۲
اعلام تلفنی	۹۴	۹۲۳۸	۱۲۷۳۰	۴۷۵	۲۶۰	۳۱۱	۵۷۸۱	۶۵۱۷,۸	۷۳۶,۸	۲۶۸۹۳۲
	۹۵	۸۵۹۷	۱۲۰۲۰	۴۶۵	۲۲۳	۲۷۴	۵۳۲۴	۶۰۷۰,۱	۷۴۶,۱	۲۷۲۳۲۷
خراب	۹۴	۳۵۹۶	۴۷۱۱	۵۲۱	۴	۴	۲۳۸۹	۲۴۱۲,۱	۲۳,۱	۸۴۳۱,۵
	۹۵	۲۸۵۵	۳۹۹۷	۵۲۶	۲	۲	۲۰۴۳	۲۰۱۸,۵	۲۴,۵	۸۹۴۲,۵

در ستون آخر جدول ۱، پیش‌بینی گردیده است که اگر مصارف تخمینی معادل میانگین مصارف کنتور سالم در سیستم آب‌بها ثبت گردد، ر حجم آب مصرفی مجاز با درآمد می‌تواند افزایش یابد.

جدول ۲- روند تغییرات مصرف کنتورهای سالم تخمینی با قطر ۱/۲ در سالهای ۹۴ و ۹۵

وضعیت قرائت قطر ۱/۲ اینچ	حجم مصرف کل کنتورهای سالم و تخمینی (M3/yr)	حجم مصرف کنتور سالم (M3/yr)	حجم مصرف کنتورهای تخمینی (M3/yr)	درصد حجم مصارف تخمینی به کل مصرف
سال ۱۳۹۴	۲۵۸۷۲,۲۹۵	۱۹,۰۶۹,۴۲۵	۶,۸۰۲,۸۷۰	۲۶/۳
سال ۱۳۹۵	۲۵,۷۵۱,۱۱۵	۱۹,۳۹۷,۱۹۵	۶,۳۵۳,۹۲۰	۲۴/۶

همانطور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، حجم مصارف تخمینی به کل مصرف در سال ۹۴ نسبت به سال ۹۵ از ۲۶/۳ درصد به ۲۴/۶ درصد کاهش یافته است.



شکل ۴- نمودار مقایسه ای حجم مصرف کنتورهای سالم و تخمینی نسبت به حجم مصرف کل سال های ۹۴ و ۹۵

۶. اقدامات اصلاحی

در تحلیل داده‌های مصارف مناطق تحت پوشش شهر اراک علل و عوامل متعددی منجر به وجود آمدن نتایج فوق گردیده که اهم آنها بشرح ذیل می‌باشد:

- فاصله دوره قرائت و صدور قبوض بیش از سه الی چهار دوره
- احتمال صدور سند تعدادی از مشترکین سال ۹۴ در سال ۹۵
- احتمال عدم جمع آوری انشعابات غیر فعال
- عدم استفاده از سیستم‌های مکانیزه قرائت مشترکین
- احتمال خالی از سکنه بودن تعدادی از واحدها
- ثبت نامتعارف مصرف از سال‌های قبل بعلت نبود زمان‌بندی قرائت و صدور صورت حساب.

در ادامه این بررسی‌ها و برگزاری کمیته‌های آب بدون درآمد با حضور مدیرعامل، عوامل فوق مورد بررسی قرار گرفته و نهایت منجر به تصمیمات زیر گردید:

- تنظیم و ارسال بخشنامه به کلیه امورات جهت بهبود روش محاسبه تخمینی حجم مصرف در کنتورهای با مصرف تخمینی
- خرید و تعویض کنتورهای کم شمار، قدیمی و خراب بیشتر طی سال‌های ۹۴ و ۹۵ مطابق جدول ۳

- لزوم برگزاری جلسات پیوسته با کلیه مدیران و مسئولین مشترکین شهرها جهت ساماندهی و کاهش این عامل در چرخه اطلاعات مصرف توسط دفتر آب بدون درآمد

جدول ۳- کنتورهای تعویضی با قطر ۱/۲ در سالهای ۹۳ تا ۹۵

سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۳	تعداد تعویض کنتورهای ۱/۲
۵۳۰	۳۶۴۴	۱۵۶۴	

۷. نتیجه گیری

- با توجه به اقدامات انجام شده و گزارشات بدست آمده نتایج زیر حاصل شد:
- افزایش روند تعویض کنتورهای خراب، قدیمی و کم شمار نسبت به سالهای قبل
- ضرورت بررسی داده‌های مصرف و شناسایی عوامل تاثیر گذار در تعیین حجم مصرف آب محاسباتی
- تغییر دیدگاه مدیریت شرکت در خصوص تاثیر تعویض کنتور در کوتاه‌ترین زمان
- ساماندهی چرخه اطلاعات مدیریت مصرف تاثیر گذار در تلفات ظاهری
- گروه‌بندی داده‌های مصرف تاثیر گذار در تلفات ظاهری و خطای انتقال داده‌ها
- ارائه راهکارهای متناسب با شرایط کاهش خطای انتقال داده‌ها در هریک از امورات
- حضور واحد مدیریت مصرف دفتر آب بدون درآمد بعنوان عامل نظارتی کاهش تلفات ظاهری
- تدوین برنامه تطبیق نقشه‌های قرائت مشترکین با نقشه‌های زون مخازن
- تدوین برنامه آموزش مامورین قرائت کنتور و نقش آنها در کاهش هدررفت آب
- جلوگیری از انباشت محاسبات تعداد مشترکین با مصرف تخمینی
- ضرورت تهیه سایر نقشه‌های مدیریت مصرف در سطح استان
- تدوین برنامه طراحی اپلیکیشن‌های کاربردی در تسریع تحلیل داده‌های مصرف و شناسایی پارامترهای تاثیر گذار

۸. قدردانی

برخود لازم می دانیم از زحمات مدیرعامل محترم شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی، جناب مهندس عبدالرضا خلیلی مراتب سپاس را به عمل آوریم. همچنین از زحمات مهندس علی صادقی و همچنین جناب دکتر هوشنگ عیوضی که در تهیه این مقاله ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی نماییم.

۹. مراجع

- [۱] قدرتی، مهران، آموزش کاربرد ArcGIS در مهندسی آب، تهران، سیما دانش، ۱۳۹۱
- [۲] علاف صالحی، عادل، مدیریت تلفات آب، تهران، فدک ایساتیس، ۱۳۹۰.
- [۳] فلاحی، حسین، مدیریت و تقاضا، شرکت آب و فاضلاب قم، ۱۳۷۴.