

1025P-NWWCE

برآورد آب بدون درآمد در شبکه‌های توزیع آب روستایی

(مطالعه موردی: روستای عطا محمد شهرستان زهک)

غلامحسین لکزائیان پور^۱، پرویز حقیقت جو^۲، فتانه رستمی^۳

۱- دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی دانشگاه زابل، معاونت تأمین آب و آبرسانی شرکت آب و فاضلاب روستایی سیستان و بلوچستان.

۲- دکترای آبیاری و زهکشی، استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل.

۳- کارشناس ارشد برنامه‌ریزی سیستم‌های اقتصادی، اداره کل امور مالیاتی استان البرز.

Lakzaianpour@gmail.com

خلاصه

یکی از شاخص‌های مهم در مبحث آب شرب، شاخص "آب بدون درآمد" یا NRW می‌باشد. این شاخص از نظر اقتصادی به دو دلیل حائز اهمیت می‌باشد: اولاً به دلیل افزایش درآمد شرکت‌های تولیدکننده آب شرب و ثانیاً به دلیل امکان اعمال مدیریت مصرف و بهره‌برداری و نگهداری بهینه شبکه‌های لوله‌کشی آب. به منظور حفظ و استفاده مؤثر از آب و نیز تقلیل نیاز به استفاده از منابع جدید آب و کاهش هزینه‌های ایجاد منابع جدید، نیاز به اجرای نوعی مدیریت کارآمد برای حفظ آب است که از اجزای اساسی آن، مهار "آب بدون درآمد" است. در این تحقیق چگونگی برآورد آب بدون درآمد در شبکه‌های توزیع آب روستایی مدنظر است و به عنوان مطالعه موردی میزان هدر رفت آب در شبکه توزیع آب روستای عطا محمد شهرستان زهک مورد بررسی قرار می‌گیرد. در صد «آب بدون درآمد» در روستای عطا محمد شهرستان زهک در ابتدای دوره ۴۵ روزه مورد مطالعه حدود ۳۱ درصد برآورد گردیده بود. در طی دوره مورد مطالعه با اقدامات اساسی بعمل آمده در روستا نظیر تعویض قسمتی از شبکه‌های فرسوده، تعویض تعدادی از کنتورهای خانگی و شناسایی و قطع تعدادی از انشعابات غیرمجاز، میزان هدر رفت و «آب بدون درآمد» به حدود ۲۳/۱۵ درصد رسید؛ یعنی در طی مدت اجرای طرح ۷/۸۵ درصد هدر رفت آب کاهش یافت که از این میزان هدر رفت آب ۲/۰۷۴ درصد هدر رفت واقعی و ۲۱/۰۷۶ درصد هدر رفت ظاهری بوده است. با وجود شناسایی بعضی از انشعابات غیرمجاز در سطح شبکه داخلی روستا، نتایج تحقیق نشان دهنده ۱۰/۳۲ درصد هدر رفت آب ناشی از انشعابات غیرمجاز در شبکه روستا می‌باشد.

کلمات کلیدی: آب بدون درآمد، بالانسینگ، هدر رفت واقعی، هدررفت ظاهری، شبکه‌های آبرسانی، عطا محمد، زهک.

۱. مقدمه

هدف از شاخص «آب بدون درآمد» بیان نسبتی از آب خروجی از سیستم نسبت به ورودی آن است که برای شرکت‌های تأمین‌کننده آب درآمدی ندارد. [۱] جهت کاهش «آب بدون درآمد»، می‌بایست در راستای رفع هر یک از نواقص و معایب موجود در شبکه، اقداماتی صورت پذیرد. در سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۹۹ انجمن بین‌المللی آب (IWA) برای بررسی وضعیت هدررفت آب در سامانه‌های آبرسانی، دستورالعمل بالانس آب در شبکه‌های آبرسانی را منتشر ساخت [۲]. کاهش هدررفت آب در شبکه‌های توزیع که از آن با عناوین "آب به حساب نیامده" و "آب بدون درآمد" یاد می‌شود، از جمله فعالیت‌هایی است که در حفظ و استفاده مؤثر از آب، کاهش نیاز به منابع جدید آب و هزینه‌های مترتب بر آن و افزایش درآمد شرکت‌های تأمین‌کننده آب شرب، نقش اساسی دارد. امروزه به دلیل اقتصادی بودن مبحث «آب بدون درآمد» و اهمیت این موضوع در افزایش درآمد

¹ International Water Association

شرکت‌های توزیع آب شرب، توجه زیادی به مدیریت مصرف و کاهش هدررفت آب می‌گردد. هدر رفت بالای آب در شبکه‌های توزیع آب روستایی، دلایل مختلفی دارد که مهمترین آن‌ها عبارتند از [۳]:

- ۱- فرسودگی شبکه‌های لوله‌کشی و قدمت بالای این شبکه‌ها: به دلیل فرسودگی و بالا بودن طول عمر بهره برداری از این شبکه‌ها و بعضاً پایین بودن فشار کاری لوله‌ها، درصد شکستگی و هدر رفت واقعی در خطوط انتقال آب افزایش می‌یابد.
 - ۲- خرابی کنتورهای آب به دلیل عدم نگهداری مناسب کنتورها توسط مشترکین روستایی
 - ۳- عدم دقت کنتورهای آب خانگی و بعضاً بالا بودن درصد خطای آن‌ها به دلیل بالا بودن طول عمر.
 - ۴- انشعاب گیری غیرمجاز از شبکه توسط افراد خاطی و سرقت آب
 - ۵- نبود سیستم کنترل مناسب جهت جلوگیری از سرریز مخازن هوایی
 - ۶- معیوب بودن مخازن آب و در نتیجه نشت آب از این مخازن
 - ۷- معیوب بودن شیرآلات و اتصالات و نشت آب از این تجهیزات
- جهت کاهش «آب بدون درآمد» در شبکه‌های توزیع آب، می‌بایست در راستای رفع هر یک از نواقص و معایب اشاره شده اقداماتی صورت پذیرد. عموماً عقیده بر این است که در همه شرکت‌های آب و فاضلاب، «آب بدون درآمد» بخشی از آب تزریق شده به شبکه را تشکیل می‌دهد، اما صرفاً داشتن مقدار آن جهت درک مشکلات شرکت‌های آب و فاضلاب و طرح یک برنامه ریزی و استراتژی اساسی برای کاهش این میزان هدررفت کفایت نمی‌کند. بنابراین روش‌ها و ابزارهایی لازم است تا در جهت کمک و پایه گذاری یک نقطه شروع در این خصوص عمل نماید [۴].

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱- اطلاعاتی در خصوص محل اجرا:

روستای عطامحمد که در بخش مرکزی شهرستان زهک واقع می‌باشد، در مجاورت شهر زهک و جاده زهک - زابل قرار دارد. این روستا در فاصله حدود یک کیلومتری تصفیه خانه آب زهک واقع می‌باشد. بر اساس سرشماری مرکز آمار و جمعیت این روستا حدود ۳۰۰ نفر بوده و روستا مورد نظر جزء مجموعه جلالی که شامل روستاهای جلالی، عطامحمد، ملاقاسم، ده دراز، موسی شهباز و رودینی می‌باشد، به حساب می‌آید. روستای مذکور در فاصله ۸ کیلومتری مرز ایران و افغانستان واقع می‌باشد و ۵۹ مشترک دارد. متراژ شبکه داخلی روستا حدود ۲/۴۶۲ کیلومتر بوده و طول عمر شبکه لوله‌کشی روستا تقریباً ۲۰ سال می‌باشد. اطلاعات وضعیت عمومی روستای عطا محمد در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: اطلاعات وضعیت عمومی روستا

جمعیت	فاصله از ستاد و نوع جاده					تعداد انشعابات بر اساس نوع کاربری				سال اجرای شبکه و خط	تعداد حوادث در سال	تعداد کنتور خراب
	مرد	زنان	کلی	مرد	زنان	کلی	کلی	کلی	کلی			
۳۰۰	۷۵	۵۹	۱/۵	*	-	-	۵۵	-	۴	۱۳۷۵	۸	۵

قبل از آغاز طرح «آب بدون درآمد» در روستای عطا محمد، وضعیت روستا از لحاظ هدر رفت آب مورد بررسی قرار گرفت. پس از نصب کنتور حجمی در ابتدای روستا و قرائت روزانه میزان ورود آب به روستا و همچنین میزان مصارف مشترکین روستا بصورت روزانه، درصد آب بدون درآمد روستا محاسبه گردید که اطلاعات آن در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: اطلاعات روستا قبل از اجرای طرح پایلوت (متوسط روزانه)

قرائت کنتور حجمی ورودی روستا (m3)	قرائت کنتورهای خانگی روستائیان (m3)	میزان آب بدون درآمد (m3)	درصد آب بدون درآمد
۵۸	۴۰	۱۸	۳۱

۲-۲- مراحل اجرا:

مراحل اجرای طرح برآورد آب بدون درآمد در روستای عطا محمد به شرح ذیل می باشد:

- پیمایش شبکه:

توسط اکیپ های نگهداری خطوط، شبکه لوله کشی داخل روستا و همچنین خط انتقال آب به روستا، مورد پیمایش و بررسی قرار گرفت و مشخص گردید جهت اجرای موفق طرح همانگونه که شکل ۱ نشان می دهد، می بایست بعضی از قسمت های فرسوده شبکه داخلی و خط انتقال ورودی روستا رفع نقص شود که این کار توسط اکیپ های پیش بینی شده جهت تعویض شبکه صورت گرفت.



شکل ۱: تصویر تعویض قسمتی از خطوط لوله فرسوده در سطح روستا

- شناسایی و تعویض کنتورهای خانگی خراب و معیوب :

یکی دیگر از اقدامات صورت گرفته در جهت اجرای طرح، سرکشی از منازل روستائیان و شناسایی کنتورهای آب خانگی خراب و معیوب در سطح روستا می باشد. کارشناسان امور مشترکین با روش های مختلف اقدام به شناسایی کنتورهای خراب مشترکین می نمایند. یکی از روش های مورد استفاده برای تعیین خطای کنتورها، تست کنتورها توسط تجهیزات مربوطه می باشد. پس از بازدید از انشعابات خانگی روستائیان مشخص گردید تعداد ۵ مورد از کنتورهای خانگی به صورت کامل خراب می باشند لذا با تشکیل اکیپ رفع نقص، کلیه کنتورهای خراب و معیوب داخل روستا تعویض گردیدند. همچنین در ضمن غربالگری کنتورهای خانگی مشخص شد که درصد خطای کنتورها به دلیل قدمت زیاد، بسیار بالا می باشد.

- شناسایی انشعابات غیرمجاز:

جهت شناسایی انشعابات غیرمجاز در سطح روستا، اکیپ های کشف انشعابات غیرمجاز تشکیل گردیده و برای بازدید از منازل و انشعابات خانگی مشترکین، ابتدا مکاتبات لازم با دادستان شهرستان صورت گرفته و مجوز ورود و بازدید از منازل جهت شناسایی انشعابات غیرمجاز اخذ گردید. انشعابگیری غیرمجاز از شبکه معمولاً "در سطح شبکه های توزیع آب روستایی به دلیل بافت روستاها و بروز خشک سالی در منطقه زیاد می باشد.

- شناسایی لوازم و تجهیزات مورد نیاز :

برای رفع نقص در شبکه لوله کشی روستا، تعویض کنتورهای خراب و اجرای طرح «برآورد آب بدون درآمد» در روستای مذکور نیاز به لوازم و تجهیزات ذیل بوده است که با تأمین تجهیزات مورد نظر، مراحل اولیه اجرای طرح، فراهم گردید:

۱- تهیه و نصب کنتور حجمی ۴ اینچ (یک عدد)

۲- صافی ۴ اینچ (یک مورد)

۳- تهیه و نصب کنتور خانگی "(۵ مورد) 1/2"

۴-لوله پلی اتیلن سایز ۷۵ میلی متر (۱۰۰ متر)

۵- تهیه و نصب گیج فشار روغنی (۷ مورد)

۶- تهیه و نصب شیر فلکه ۴ اینچ (یک عدد)

۷- ساخت حوضچه فلزی جهت حفاظت کنتور حجمی ابتدای روستا (یک مورد)

تعیین نقطه فشارسنجی در ابتدای شبکه:

جهت مشخص شدن میزان فشار آب در خط انتقال ورودی روستا، در محل پیش بینی شده برای نصب کنتور حجمی، جایگاهی هم برای نصب گیج فشار در نظر گرفته شده و فشار خط انتقال در ابتدای شبکه توزیع روستا، مورد سنجش قرار گرفته است.

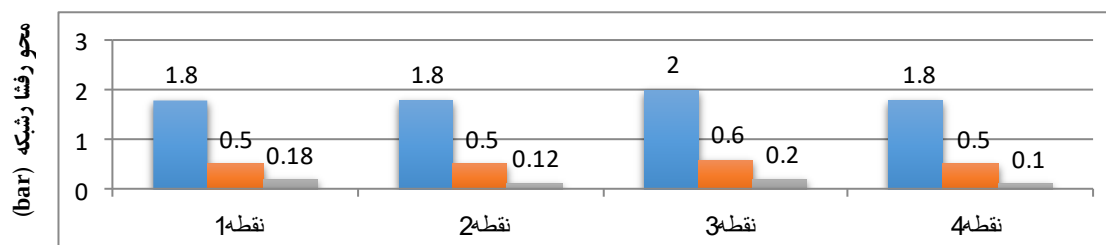
تعیین نقاط فشارسنجی در سطح شبکه:

برای تعیین فشارهای حداکثر، حداقل و متوسط در سطح روستای عظامحمد، نیاز به پیش بینی نقاط فشارسنجی در سطح شبکه می باشد. جهت انجام این کار چهار نقطه مختلف از سطح روستا برای سنجش فشار شبکه انتخاب گردید است (جدول ۳).

جدول ۳: نقاط فشارسنجی در سطح روستای عظامحمد

نقطه ۱	نقطه ۲	نقطه ۳	نقطه ۴
منزل کرمی	منزل دامن کشیده	منزل دامن گیر	منزل راشکی

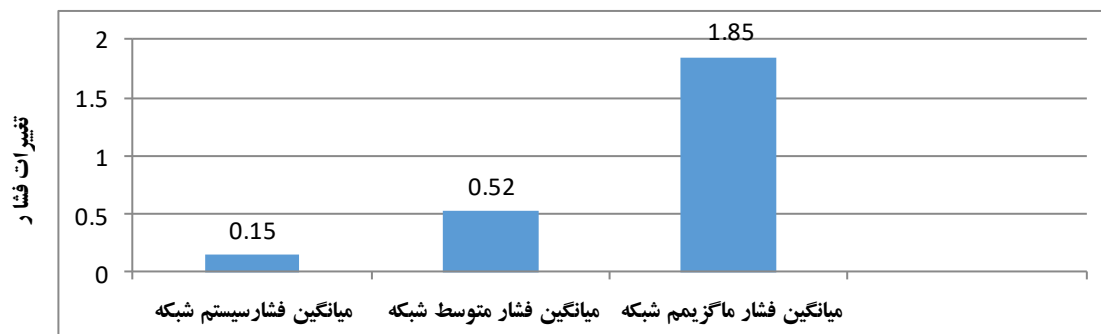
شکل ۲ تغییرات حداکثر فشار، حداقل فشار و متوسط فشار در نقاط مختلف روستای عظامحمد در طی دوره طرح (۹۵/۳/۱۶ تا ۹۵/۴/۲۹) نشان می دهد.



محور نقاط فشارسنجی

شکل ۲: نمودار تغییرات فشار حداکثر، حداقل و متوسط در روستای عظامحمد

میانگین فشار شبکه در طی دوره طرح در شکل ۳ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشخص گردیده است، میانگین فشار مینیمم شبکه ۰/۱۵ بار، میانگین فشار ماکزیمم شبکه ۱/۸۵ بار و میانگین فشار متوسط شبکه ۰/۵۲ بار می باشد. اختلاف حداکثر و حداقل فشار شبکه در طی دوره طرح حدود ۱/۷ بار برآورد گردیده است.



شکل ۳: نمودار میانگین فشار ماکزیمم، متوسط و مینییم شبکه در دوره طرح (۹۵/۴/۲۹ تا ۹۵/۳/۱۶)

با عنایت به این که ماکزیمم فشار شبکه تقریباً ۱/۸۵ بار بوده و با توجه به این که فشار کاری لوله‌های شبکه داخلی روستا ۱۰ بار می‌باشد، در صد شکستگی و نشتی لوله‌های شبکه داخلی حداقل مقدار ممکن خواهد بود.

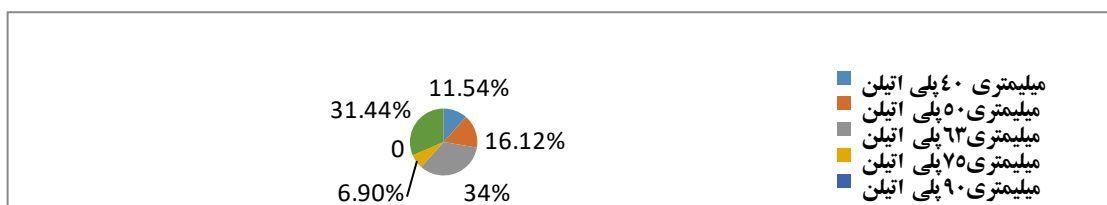
– آنالیز لوله‌های شبکه لوله‌کشی روستای عظامحمد :

شبکه لوله‌کشی روستای عظامحمد دارای ۲۴۶۲ متر طول می‌باشد و همه لوله‌های شبکه مذکور از جنس پلی اتیلن بوده و دارای طول عمر ۲۰ سال می‌باشند.

جدول ۴: طول کل لوله‌های روستای عظامحمد به تفکیک جنس و قطر و توزیع فراوانی لوله‌ها

ردیف	فشار کاری (جنس لوله‌ها)	قطر لوله‌ها (mm)	طول لوله‌ها (m)	در صد فراوانی از کل
۱	پلی اتیلن	۴۰	۲۸۴	۱۱/۵۴
۲	پلی اتیلن	۵۰	۳۹۷	۱۶/۱۲
۳	پلی اتیلن	۶۳	۸۳۷	۳۴
۴	پلی اتیلن	۷۵	۱۷۰	۶/۹
۵	پلی اتیلن	۹۰	۷۷۴	۳۱/۴۴
جمع کل				۱۰۰

همانگونه که در جدول ۴ (درصد فراوانی لوله‌ها) و شکل ۴ نیز آورده شده است، حدود ۳۴ درصد لوله‌های شبکه لوله‌کشی داخلی روستا، لوله پلی اتیلنی سایز ۶۳ میلیمتر بوده و کمترین درصد فراوانی لوله‌ها در این شبکه مربوط به لوله‌های پلی اتیلن سایز ۷۵ میلیمتر می‌باشد.



شکل ۴: نمودار در صد فراوانی لوله‌ها در شبکه لوله‌کشی روستای عظامحمد

– برآورد کلی تلفات و هدر رفت آب در شبکه :

برای مشخص شدن دقیق میزان آب تصفیه شده ورودی به روستای عظامحمد اقدام به نصب یک دستگاه کنتور حجمی ۴ اینچ در محل سایت مخزن

هوایی روستا گردید. با مشخص شدن میزان آب ورودی به روستا در طی دوره ۴۵ روزه طرح (۹۵/۳/۱۶ تا ۹۵/۴/۲۹) و مقایسه آن با میزان مصرفی مشترکین (قرائت کنتورهای خانگی) در طی دوره مذکور میزان هدر رفت آب در این دوره محاسبه می گردد.

جدول ۵: نتایج درصد تلفات (آب بدون درآمد) روستای عظامحمد دوره طرح: ۹۵/۳/۱۶ تا ۹۵/۴/۲۹

نام منطقه	روستای عظامحمد
تعداد مشترکین	۵۹
میزان آب ورودی به شبکه روستا (مترمکعب)	۲۷۱۷
میزان آب ثبت شده مصرفی مشترکین (مترمکعب)	۲۰۸۸
هدر رفت آب (مترمکعب)	۶۲۹
درصد تلفات شبکه	۲۳/۱۵

مقدار مصرف واقعی - مقدار آب ورودی به روستا = هدر رفت آب = NRW (آب بدون درآمد)
(مقدار مصارف واقعی به مصارفی گویند که بابت آن صورتحساب صادر شده و هزینه آن دریافت می گردد.)

مترمکعب $NRW = 2717 - 2088 = 629$

همانگونه که در جدول ۵ نتایج نیز آورده شده است، در صد تلفات شبکه و هدر رفت آب در روستای عطا محمد در طی دوره مذکور حدود ۲۳/۱۵ درصد می باشد. همانگونه که قبلاً مطرح گردید، درصد میزان آب بدون درآمد و هدررفت آب، قبل از شروع طرح پایلوت ۳۱ درصد بوده است. بنابراین در طی مدت اجرای طرح پایلوت ۷/۸۵ درصد هدر رفت آب کاهش یافته است. جدول شماره ۵ نشانگر در صد آب بدون درآمد در روستا پس از اجرای طرح پایلوت بوده و با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و کمبود آب شرب در بعضی از روستاهای بالا دست در ماه های گرم سال، این میزان «هدررفت» به هیچ وجه قابل قبول نمی باشد و می بایست در ادامه طرح پایلوت با انجام اقدامات اساسی نظیر تعویض کنتورهای با طول عمر بالا و کنترل مجدد انشعابات خانگی مشترکین، میزان «آب بدون درآمد» را به حد معقولی رساند.

برآورد هدر رفت واقعی (تلفات فیزیکی) روستا:

برای برآورد میزان هدررفت واقعی شبکه نیاز به جمع آوری اطلاعات اخذ شده از اکیپ نگهداری خطوط می باشد.

سرریز از مخزن + نشت از مخزن + نشت از انشعابات + نشت از شبکه توزیع + نشت از خطوط انتقال = هدررفت واقعی
اطلاعات اخذ شده از اکیپ های نگهداری خطوط در خصوص حوادث و اتفاقات شبکه، سرریز و نشت آب از مخزن و ... در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶: مقادیر تلفات فیزیکی به تفکیک نوع در روستای عظامحمد (هدر رفت واقعی) دوره ۴۵ روزه طرح (از ۹۵/۳/۱۶ تا ۹۵/۴/۲۹)

شرح	مقدار تلفات (مترمکعب)	درصد سهم هر یک از عوامل تلفات فیزیکی	درصد تلفات هر یک از عوامل نسبت به آب ورودی به روستا
تلفات در اثر حوادث و اتفاقات ثبت شده	۵۴/۳۴	۹۶/۴۵	۲
تلفات مرئی در سطح محدوده طرح	۲	۳/۵۵	۰/۰۷۴
تلفات نامرئی و غیر آشکار	-	-	-
سرریز آب از مخازن	۰	۰	۰
نشت آب از مخازن	۰	۰	۰
جمع تلفات فیزیکی (هدررفت واقعی)	۵۶/۳۴	۱۰۰	۲/۰۷۴

همانگونه که در جدول ۶ آورده شده است میزان تلفات فیزیکی (هدررفت واقعی) در روستای عظامحمد در طی دوره مورد نظر بسیار کم (حدود ۲/۰۷۴ درصد) می باشد. بیشترین سهم تلفات فیزیکی مربوط به تلفات در اثر حوادث و اتفاقات ثبت شده (حدود ۲ درصد) می باشد. شکل ۵ سهم هریک از تلفات فیزیکی (هدررفت واقعی) را نشان می دهد.



ش

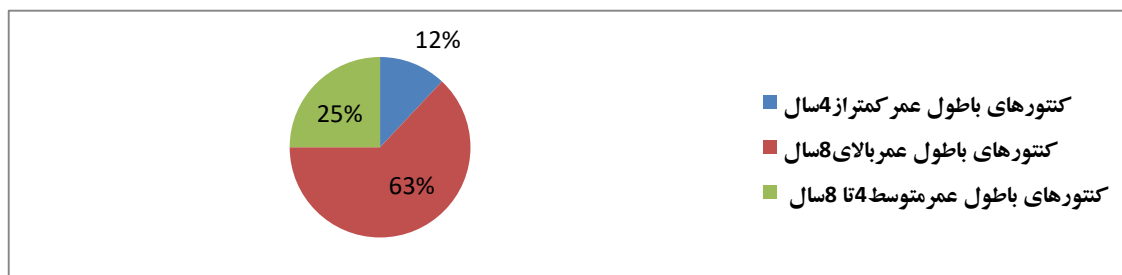
شکل ۵: نمودار درصد سهم هریک از تلفات فیزیکی

برآورد هدررفت ظاهری (تلفات غیر فیزیکی) روستا:

با عنایت به این که در طی دوره مذکور احتمال خرابی درصدی از کنتورهای مشترکین وجود دارد، درصدی جهت کنتورهای خراب لحاظ گردیده است. با بررسی به عمل آمده از کنتورهای آب روستائیان، مشخص گردید که طول عمر کنتورهای خانگی بسیار بالا می باشد. جدول شماره ۷ و شکل ۶ وضعیت کنتورهای خانگی روستائیان را از نظر طول عمر نشان می دهند. تقریباً "تمامی ابزارهای اندازه گیری جریان دارای خطاهایی با نسبت های مختلف هستند که این خطاها در سه حالت جریان کم، متوسط و زیاد ممکن است اتفاق افتد. در دبی های کم، برخی از کنتورها از جمله کنتورهای معمولی خانگی قادر نیستند جریان عبوری را اندازه گیری کنند و مواردی نظیر نشت کم در داخل منازل، مصارف کولرها و مصارف منابع انبساط تأسیسات گرمایی، قابل اندازه گیری نمی باشد، چرا که مقدار این نوع مصارف کم تر از دبی شروع حرکت کنتورها می باشد. در دبی های متوسط و زیاد هم ابزار اندازه گیری به دلایل زیاد از جمله بالا بودن فشار آب، عبور جریان بیش از ظرفیت کنتور، ترسیب مواد روی اجزای کنتور... دارای خطا می باشند. این خطاها از طریق آزمایش کنتورها در دبی های انتقال تا حداکثر مشخص می شود [۵].

جدول شماره ۷: طول عمر کنتورهای خانگی روستائیان

کل کنتورهای مشترکین	تعداد کنتورهای نو (عمر کمتر از ۴ سال)	درصد کنتورهای نو نسبت به کل کنتورها (%)	تعداد کنتورهای با طول عمر متوسط (بین ۴ تا ۸ سال)	درصد کنتورهای با طول عمر متوسط نسبت به کل کنتورها (%)	تعداد کنتورهای با طول عمر بالا (بیش از ۸ سال)	درصد کنتورهای با طول عمر بالا نسبت به کل کنتورها (%)
۵۹	۷	۱۲	۱۵	۲۵	۳۷	۶۳



شکل ۶- نمودار طول عمر کنتورهای خانگی روستائیان

همانگونه که جدول ۷ و شکل ۶ نشان می دهد، به دلیل طول عمر بالای کنتورها، درصد خطای کنتورهای خانگی در این روستا بالا خواهد بود. میزان کنتورهای خراب، خطای کنتورهای آب خانگی روستائیان و میزان خطای انسانی مأمورین قرائت کنتور به شرح ذیل برآورد گردیده است:

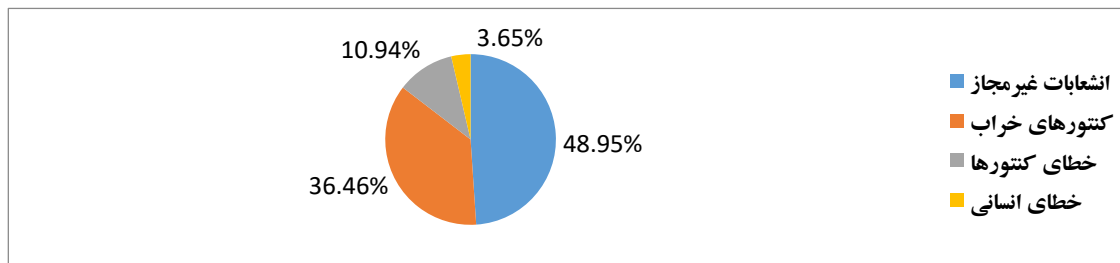
- کنتورهای خراب : تقریباً ۳ درصد
- خطای کنتورهای آب : تقریباً ۱۰ درصد
- خطای انسانی : تقریباً ۱ درصد

جدول ۸: مقادیر تلفات غیر فیزیکی (هدررفت ظاهری) به تفکیک نوع درروستای عظامحمد در دوره ۴۵ روزه طرح (از ۱۶/۳/۹۵ تا ۲۹/۴/۹۵)

شرح	مقدار تلفات (متر مکعب)	درصد سهم هریک از عوامل تلفات غیر فیزیکی	درصد تلفات هریک از عوامل نسبت به آب ورودی به روستا
انشعابات غیر مجاز	۲۸۰/۳۴	۴۸/۹۵	۱۰/۳۲
کنتورهای خراب (۳٪)	۶۲/۶۴	۱۰/۹۴	۲/۳۰۶
خطای کنتورها (۱۰٪)	۲۰۸/۸	۳۶/۴۶	۷/۶۸
خطای انسانی (۱٪)	۲۰/۸۸	۳/۶۵	۰/۷۷
جمع تلفات غیر فیزیکی (هدررفت ظاهری)	۵۷۲/۶۶	۱۰۰	۲۱/۰۷۶

همانگونه که در جدول ۸ آورده شده است ، در صد تلفات غیر فیزیکی در طی دوره مذکور در روستای عظامحمد بسیار بالا (حدود ۲۱/۰۷۶ درصد) می باشد .

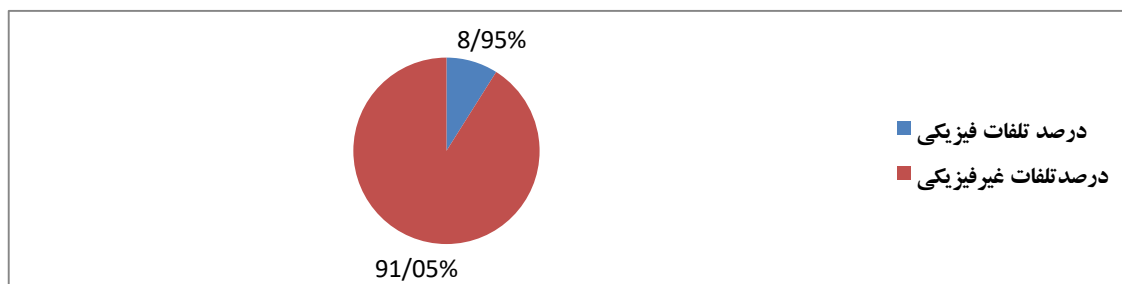
خطای وسایل اندازه گیری + خطای انسانی در قرائت کنتور ها + مصارف غیرمجاز = هدر رفت ظاهری
بیشترین در صد تلفات غیر فیزیکی روستا،مربوط به مصارف غیرمجاز بوده (حدود ۱۰/۳۲ درصد) و کمترین درصد تلفات غیر فیزیکی روستا مربوط به خطای انسانی در قرائت کنتورها می باشد . (حدود ۰/۷۷ درصد) . شکل ۷ سهم هریک از عوامل هدررفت ظاهری را نشان می دهد.



شکل ۷: نمودار درصد سهم هریک از عوامل تلفات غیر فیزیکی

۳- جمع بندی و نتیجه گیری

شکل ۸ درصد تلفات فیزیکی (هدررفت واقعی) و غیر فیزیکی (هدررفت ظاهری) درروستای عظامحمد را نسبت به کل تلفات شبکه نشان می دهد.



شکل ۸: نمودار درصد تلفات فیزیکی و غیر فیزیکی نسبت به کل تلفات شبکه

از بررسی میزان هدررفت کل شبکه و میزان هدر رفت واقعی و ظاهری شبکه در روستا عطا محمد به این نتیجه می‌رسیم که بیشترین علت هدر رفت آب در این روستا، وجود انشعابات غیرمجاز در سطح شبکه و برداشت غیرمجاز آب توسط تعدادی از اهالی روستا می‌باشد. در یک جمع‌بندی کلی از اجرای طرح «برآورد آب بدون درآمد» در روستای عطا محمد نتیجه‌گیری می‌گردد. برای اعمال مدیریت مصرف و کاهش هدررفت آب در شبکه‌های توزیع آب روستایی، می‌بایست اقدامات اساسی زیر در بخش‌های فیزیکی و غیر فیزیکی انجام گردد:

الف) اقدامات ضروری در جهت کاهش تلفات غیر فیزیکی:

- ۱- تعویض کلیه کنتورهای خراب و کنتورهای با طول عمر بالا که درصد خطای آن‌ها زیاد می‌باشد.
- ۲- مجهز شدن امور به دستگاه‌های آشکارساز زیر سطحی و استفاده از این دستگاه‌ها جهت شناسایی بیشتر انشعابات غیرمجاز در سطح شبکه داخلی روستا.
- ۳- بازرسی خانه به خانه جهت شناسایی انشعابات غیرمجاز و قطع لوله انشعابات مشترکین غیرمجاز.
- ۴- تست کنتور حجمی ابتدای روستا.
- ۵- تست کنتورهای آب خانگی مشترکین.
- ۶- ایجاد دوره‌های بازآموزی و آموزشی جهت مأمورین قرائت کنتور.
- ۷- استفاده از کنتورهای با دقت بالا و در صورت تأمین اعتبار خرید و استفاده از کنتورهای هوشمند.
- ۸- اطلاع رسانی به مشترکین در جهت محافظت از کنتورهای آب در مقابل یخ زدگی.
- ۹- اصلاح انشعابات مشترکین و پیش‌بینی حوضچه مناسب جهت حفاظت کنتورهای آب.
- ۱۰- استفاده از کنتورخوان‌های مجرب و آموزش دیده جهت قرائت کنتورهای مشترکین و کنتور حجمی روستا.

ب) اقدامات ضروری در بخش کاهش تلفات فیزیکی:

- برای کاهش تلفات فیزیکی که مربوط به نشت از شبکه توزیع و نشت و سرریز از مخازن آب می‌باشد لازم است اقدامات ذیل صورت پذیرد:
- ۱- بازسازی و عایق بندی دیواره‌ها و کف مخزن مجموعه.
 - ۲- نصب سیستم کنترل و فلوتر مناسب جهت جلوگیری از سرریز مخزن.
 - ۳- استفاده از کنتور دقیق دیجیتالی جهت محاسبه دقیق میزان آب ورودی به روستا.
 - ۴- تعویض لوله‌های معیوب و فرسوده در سطح شبکه داخلی روستا.
 - ۵- اصلاح و تعمیر شیرآلات و حوضچه‌های شیرآلات موجود در سطح شبکه توزیع و داخل سایت مخازن هوایی روستا.
 - ۶- مرئی سازی شیر های قطع کن انشعابات خانگی و برطرف نمودن نواقص مربوط به انشعابات خانگی

۴- مراجع

1. Mobini, A. 1387. Indicators of non-revenue Water. Monitor Office to consumption Management and reduce of non revenue water. Management research and education institute. Related to department Of energy.
2. Mehrdedi, N. Razavi, Z. Ghazali, Gh. 1386. A case Study of Water Loss in Sanandaj city With Using The Water International Association Model. First expert conference on environ ment. Tehran university.
۳. لکزائیان پور، محمد رضا پور، (۱۳۹۳). برآورد میزان آب بدون درآمد در شبکه‌های لوله کشی آب (مطالعه موردی: مجتمع کهنک شهرستان زهک). همایش ملی راهکارهای پیش روی بحران آب در ایران و خاورمیانه. شیراز. اسفندماه ۱۳۹۳.
۴. عباسپور، (۱۳۹۲). ارزیابی آب بدون درآمد. مجله توسعه آب و توسعه پایدار. سال اول. شماره ۱. صفحات ۸۹ تا ۹۶.
۵. وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا. (۱۳۸۹). راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن. نشریه شماره ۳۰۸-الف.