

Reduction of Unaccounted for Water in Sisakht City

بررسی شیوه‌ها و روشهای کاهش آبهای به حساب نیامده: مطالعه موردی شهر سی سخت

Abdolhossein Salehi Servak¹, Seyyed Mahmoud Borgheti²,
Fardin Bostaney³, Amir Hesam Hasaney⁴

عبدالحسین صالحی سروک^۱ سید محمود برقی^۲
فردین بوستانی^۳ امیر حسام حسنی^۴

(دریافت ۸۴/۳/۱۸ پذیرش ۸۴/۹/۲۶)

چکیده

Abstract

Unaccounted for water (U.F.W) represents water that has been produced and is lost before it reaches the customer, through leakage and, other means. U.F.W is an environmental, social, cultural and economic issue. Because loss exist in any water distribution systems, therefore it is necessary to identify the causes, effects and degrees of the problem and find the best way for reduction and control of U.F.W. In this research, the causes of UFW and estimation of it as a case study in the city of Sisakht in Kohkiluyeh and Boier Ahmad province has been studied. Part of Physical (water loss) and non-physical (apparent loss) water have been presented. The approach method in non-physical section includes identification of, illegal meter connection, meter inaccuracy, errors in water reading systems, estimation of water loss from each sources, and it's effects in total U.F.W. finally the best method for control of water loss in this part is discussed. In physical part study carried out for identification of real loss causes with implementation of district meter area with installation of pressure logger, flow meter in the network and determination using the method of minimum night flow. According to the results, from 1014700 cubic meter of water produced daily, about 483260 cubic meters is UFW (47.6%) which consists in physical with 349195 cubic meter (34.4%) and non-physical with 134065 cubic meters (13.2%). With respect to the national scale, which is 31%, the UFW in Sisakht is 16.63% higher.

Keywords: *Unaccounted for Water, Water Distribution System, Pressure, Leak, Water Urban Management.*

آب به حساب نیامده میزان آب تولید شده‌ای است که قبل از اندازه‌گیری و تحویل به مشتری، به صورت نشت و دیگر راهها تلف می‌شود. این مقوله از جنبه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی قابل بررسی است. در این خصوص از آنجایی که هدررفت آب همواره در سیستم‌های توزیع آب شهری مطرح می‌باشد، لذا، شناسایی عوامل بروز آن و عوامل مؤثر بر میزان آن ضروری است تا به کمک آن بتوان به بررسی راهکارهای کاهش و اجتناب از آن پرداخت. در تحقیق حاضر با انتخاب شهر سی سخت در استان کهگیلویه و بویراحمد سعی گردیده جوانب مختلف موضوع مورد بررسی و بر مبنای روش تحقیق تدوین شده فعالیت‌های مورد نیاز صورت پذیرد. به طور کلی در این تحقیق روش بررسی در دو بخش بررسی آب به حساب نیامده فیزیکی و غیرفیزیکی متمرکز شده و در هر بخش جزئیات موضوع به طور کامل مورد توجه واقع گردیده است. روش تحقیق در بخش آب به حساب نیامده غیرفیزیکی شامل بررسی علل و عوامل بروز تلفات ناشی از انشعابات غیرمجاز، دستکاری در کنتورها، خطاهای سیستم قرائت کنتورها و خطاهای موجود ناشی از عدم دقت کنتورها و در نهایت برآورد میزان تأثیر این عوامل بر کل هدررفت آب در شهر سی سخت بوده و بررسی راهکارهای علمی و عملی در خصوص کاهش و کنترل آن بوده است. در بخش فیزیکی نیز، شناسایی عوامل بروز هدررفت از جنبه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته و با نصب تجهیزات اندازه‌گیری و سنجش، از قبیل ثباتهای فشار و جریان و استفاده از روابط موجود، نسبت به تعیین میزان هدررفت در این بخش و نحوه کاهش و کنترل آن بررسی‌های لازم صورت گرفته است. بر اساس نتایج تحقیق در شهر سی سخت از ۱۰۱۴۷۰۰ متر مکعب آب تولیدی سالانه، بالغ بر ۴۸۳۲۶۰ متر مکعب (۴۷/۶ درصد) در دو بخش فیزیکی با ۳۴۹۱۹۵ متر مکعب (۳۴/۴ درصد) و غیرفیزیکی با ۱۳۴۰۶۵ متر مکعب (۱۳/۲ درصد) تلف گردیده و به حساب نمی‌آید. این مقدار نزدیک ۱۶/۶۳ درصد بیشتر از آب به حساب نیامده کل کشور، که برابر ۳۱ درصد است، می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آب به حساب نیامده، شبکه‌های توزیع آب، فشار، نشت، مدیریت آب شهری.

1- Gard. Student of Environmental Engineering, Department of Science and Researches Islamic Azad University, Tehran-
Salehi_abfa@yahoo.com
2- Associated Professor, Sharif University of Technology, Tehran
3- Assistant Professor, Islamic Azad University, Yasooj
4- Assistant Professor, Department of Science and Researches, Islamic Azad University

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران-
Salehi_abfa@yahoo.com
۲- دانشیار دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف تهران
۳- استادیار دانشکده عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج
۴- استادیار دانشکده محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

عوامل بروز آب به حساب نیامده غیرفیزیکی عبارتند از: نصب انشعابات غیر مجاز، دستکاری در کنتورها، خطای کنتورها و خطاهای سیستم قرائت کنتورهای مشترکین. به منظور تعیین و شناسایی عوامل مؤثر بر تلفات غیرفیزیکی، فعالیتهایی از جمله کنترل و ممیزی اماکن، تست درصدی از کنتورها و بررسی سیستم قرائت کنتورها تعریف و به مورد اجرا گذارده شد.

کنترل و ممیزی اماکن با تهیه یک پرسشنامه و به منظور شناسایی انشعابات غیر مجاز و آشنایی با وسایل آب‌بر در سطح شهر بین اماکن انجام گرفت.

تست آماری کنتورهای مشترکین به منظور تعیین خطای کنتور و برآورد ضریب تصحیح (عددی که در رقم کنتور مشترک ضرب می‌گردد و رقم مصرف واقعی به دست می‌آید) صورت گرفت. برای این منظور ۸۳ مشترک انتخاب شدند که پس از بررسیهای لازمه و با راه‌اندازی خط تست، تست کنتور ۴۸ مشترک مقدور گردید. با توجه به نتایج حاصله در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد که متوسط ضریب تصحیح شهر سی سخت ۱/۱۱۲ و خطای کنتورها بالغ بر ۱۰/۰۷ درصد بوده است. (خطای مجاز در محدوده مثبت و منفی ۵ تا ۵ درصد می‌باشد) [۴].

عامل مهم دیگر، برآورد احتمال دستکاری در کنتور توسط مشترکین به همراه درجه تأثیر آن می‌باشد که بر اساس جمع بندی انجام شده و وجود ۶۷/۵ درصد، شیر فلکه قبل از کنتور احتمال دستکاری در کنتورهای مشترکین ۱۱/۷ درصد می‌باشد. نتایج بررسیها بر روی مصارف این قبیل اشتراکها نشان داده که میزان مصرف در این اشتراکها قریب به ۳۲/۳۵ درصد نسبت به متوسط مصرف کمتر بوده که به عنوان آب به حساب نیامده غیر فیزیکی قلمداد می‌گردد.

عامل مهم دیگر بررسی خطای سیستم قرائت کنتورهای مشترکین می‌باشد، هرگونه خطای انسانی، نرم افزاری و سخت‌افزاری در چرخه سیستم قرائت کنتور می‌تواند موجب بروز آب به حساب نیامده غیر فیزیکی گردد. در این ارتباط، آمار و اطلاعات مربوط به قرائت کنتورهای مشترکین طی دوره آماری ۸۲-۱۳۷۸ اخذ و مورد بررسی قرار گرفت. بررسیها نشان داد که خطاهای سیستم قرائت کنتورها در محاسبه انواع قرائتها اختلافات فاحشی را به همراه داشته، و نتایج حاصل از این بررسی به شرح زیر بوده است:

متوسط فاصله بین دو قرائت ۹۲ روز (مدت زمان بهینه و مطلوب برابر ۶۰ روز است)، عدم تناسب تعداد قرائت از یک تا پانصد قرائت در روز (تعداد بهینه برابر ۱۴۰ قرائت در روز است). و در نتیجه بروز این قبیل خطاها ۲/۸ درصد قرائتها باطل فرض شد. انتظار می‌رفت تعداد کل قرائتها بدون توجه به متغیرهای دخیل

کمبود آب در ایران به طورعمومی و خشکسالی به صورت خاص از جمله مباحث مطرح در بحران آب می‌باشند. آمار و اطلاعات نشان می‌دهد که کشور ما در معرض پدیده خشکسالی مستمر می‌باشد [۱]. لذا ضروری است که این مسئله را به صورت یک امر راهبردی مورد توجه قرار داد. در این بین پرداختن به مقوله کاهش هدررفت به عنوان یک بحث پایه که نیازمند نگرشهای کلان در بخشهای مختلف اعم از مصارف خانگی، صنعتی و یا کشاورزی است از اهمیت به سزایی برخوردار می‌باشد.

شروع تحقیق در خصوص آب به حساب نیامده^۱ در کشور، طی برنامه اول توسعه سیاسی، اجتماعی و اقتصادی دولت صورت گرفت و در برنامه‌های بعدی تا به امروز نیز نقش مهم‌تری به خود گرفته است. در این راستا، با توجه به اهمیت موضوع و نظر به عدم وجود هیچ‌گونه تجربه عملی در کشور و ظرفیتهای و توانهای علمی و فنی، مطالعات کاهش آب به حساب نیامده در مناطق شهری به صورت پایلوت، تعریف و انجام شده که برطبق نتایج حاصله از پایلوت‌های مختلف در سطح کشور، به طور متوسط قریب به ۳۹ درصد از آب تولیدی شهری تلف می‌گردد که از این میان ۵۱/۷۲ درصد آن تلفات فیزیکی و بقیه آن را تلفات غیرفیزیکی تشکیل می‌دهد. لازم به ذکر است، رقم کلی تلفات حاصل از فروش و تولید سالانه آب در کشور طی سه سال اخیر مقداری بین ۳۲-۳۸ درصد را نشان می‌دهد [۲]. هرگاه میزان آب به حساب نیامده، از ۲۵ درصد تولید خالص پیشی بگیرد لازم است یک بررسی مقدماتی در باره این مسئله انجام شود. البته این در حالی است که در کشورهای کم آب، بیش از ۱۵ درصد بودن آب به حساب نیامده نیازمند مقابله و اتخاذ تصمیم می‌باشد [۳].

۲- منطقه مورد مطالعه

شهر سی سخت مرکز شهرستان دنا است. این شهر در ارتفاع ۲۲۵۰ متری از سطح دریا و در دامنه کوههای زاگرس و در جنوب شرقی قله دنا واقع گردیده است. اختلاف ارتفاع بلندترین و پست‌ترین نقطه تحت پوشش سیستم آبرسانی بالغ بر ۲۴۰ متر است. جمعیت فعلی تحت پوشش سیستم آبرسانی سی سخت بالغ بر ۸۱۶۴ نفر در قالب ۱۷۴۰ خانوار است. منبع تأمین آب این شهر، چشمه میشی واقع در ۳ کیلومتری شمال شرقی سی سخت در ارتفاع ۲۷۰۰ متری است.

۳- روش مطالعه

۱-۳- تعیین آب به حساب نیامده غیرفیزیکی

^۱ Unaccounted for Water

جدول ۱- نتایج حاصل از بررسی عملیات تست کنتور منطقه پایلوت

منطقه کنترل و ممیزی اماکن			شرح
کل پایلوت	منطقه دو	منطقه یک	
۴۸	۳۰	۱۸	تعداد تست
۱	۱	۰	فراوانی کنتورهای با صد درصد خطا
۲۴/۲۷	۳۰/۱۵	۱۸/۸۳	کنتورهای با درصد خطای مثبت
-۱۲/۶۴	-۱۳/۸۹	-۹/۳۷	کنتورهای با درصد خطای منفی
۱۱/۶۳	۱۶/۲۶	۹/۴۶	اختلاف درصد خطای مثبت و منفی
۱/۱۱۲	۱/۱۰۴	۱/۱۲۴	متوسط ضریب تصحیح منطقه
۱۰/۰۷	۹/۳۸	۱۱	متوسط درصد خطای منطقه
۸	۴	۴	فراوانی کنتورهای با درصد خطا در محدوده مجاز
۳۹	۲۵	۱۴	فراوانی کنتورهای با درصد خطا در خارج از محدوده مجاز

در این ارتباط به منظور برآورد نشت فیزیکی در سیستم توزیع آب شهر سی سخت، دو بخش فشار سنجی و جریان سنجی شبانه تعریف گردید. در خصوص ایستگاههای فشارسنجی در مجموع پنج ایستگاه فشار سنجی در سطح سیستم توزیع، مشخص و با نصب دستگاههای اندازه گیری فشار هر پنج دقیقه یکبار طی یک دوره هفت روزه صورت گرفته است. بر اساس نتایج حاصل از این بخش، اطلاعات زیر به دست آمد:

متوسط فشار شبانه ۶۱/۸۱ متر، متوسط فشار بیست و چهار ساعته ۵۸/۶۸ متر و حداکثر فشار ثبت شده برابر ۱۱۱/۷ متر می باشد.

با توجه به متوسط فشار، شاخص نشت بر اساس روش کمیسیون تحقیق آب انگلیس^۱ (طبق تعریف برای فشار ۵۰ متر، شاخص برابر ۱ مشخص شده است) برابر ۱/۱۶ به دست می آید [۶].

در خصوص جریان سنجی نیز، نسبت به ثبت قرائت کنتور ورودی آب به شهر طی بیست و چهار ساعت در چندین دوره زمانی مختلف اقدام گردید. بر طبق نتایج حاصل از این بررسی متوسط جریان شبانه ۶۳ متر مکعب در ساعت تعیین شد.

با توجه به این موارد، به منظور برآورد میزان نشت در شبکه توزیع، از نرم افزار مدل سازی نشت شبانه (سن فلو)^۲ استفاده شد [۵] و نتایج زیر به دست آمد:

نشت زمینه ۲۳۹/۰۴ متر مکعب در روز؛

نشت فیزیکی ۸۸۱/۲۸ متر مکعب در روز؛

مجموع نشت ۱۱۲۰/۳۲ متر مکعب در روز.

به منظور تعیین نشت غیر قابل اجتناب توسط انجمن بین المللی آب^۱ رابطه ای به شرح زیر تعریف گردیده است [۶]. در این

در تلفات، برابر ۵۸۹۱ مورد در سال باشد اما در عمل و براساس میانگین پنج ساله تعداد قرائت شده ۵۳۴۱ مورد بود. در نتیجه ۵۵۰ مورد عدم قرائت و عدم اخذ درآمد تشخیص داده شد. براین اساس خواهیم داشت:

(۱) دستکاری در کنتور+ انشعابات غیر مجاز = آب به حساب نیامده غیر فیزیکی خطای کنتور+ عدم دقت در قرائت

$$۴۸۱/۸۷ = ۴/۴ + ۱۸ + ۵۳ + ۲۵۰ + ۱۵۶/۴۷$$

برای محاسبات به مرجع [۵] مراجعه شود.

۲-۳- تعیین آب به حساب نیامده فیزیکی

آب به حساب نیامده فیزیکی میزان آبی است که به صورت نشت از تأسیسات آبرسانی به هدر می رود. به منظور تعیین عوامل بروز هدررفت فیزیکی در سیستم توزیع آب شهر سی سخت، اطلاعات سیستم توزیع آب این شهر در قالب نقشه و شناسنامه های فنی، مورد بررسی قرار گرفت. مصارف و نیازهای آبی و براساس اطلاعات قرائت شده از کنتورهای مشترکین طی دوره آماري سالهای ۸۱-۱۳۷۷ در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج کلی حاصل از بررسی مصرف و نوسانهای آن در شهر نشان می دهد که میانگین مصرف روزانه ۱۴۵۶ متر مکعب و متوسط تولید روزانه برابر ۲۷۸۰ متر مکعب در روز محاسبه شده است. حال با توجه به متوسط مصرف آب بر اساس آمار فروش و تولید آب میزان تلفات به طور کلی به میزان ۱۳۲۴ متر مکعب در روز می باشد. با توجه به این نکته و با در نظر گرفتن تعداد مشترکین (۱۴۲۷ مشترک) و طول شبکه توزیع (۳۵۳۴۱ متر)، شاخص تلفات به ازای هر کیلومتر شبکه توزیع برابر ۳۵/۲ متر مکعب در روز، به ازای هر انشعاب برابر ۰/۹۲۸ متر مکعب در روز و تلفات نسبت به تولید آب برابر ۴۷/۶۳ درصد است.

¹ Water Research Commission (WRC)

² SANFLOW

رابطه تأثیر عوامل فیزیکی و بهره برداری سیستم توزیع در نظر گرفته شده است.

$$(2) \text{ نشت غیر قابل اجتناب (مترمکعب در روز)} =$$

$$(18 \times \text{طول شبکه} \times 0.8 + \text{تعداد انشعابات} \times 25 + \text{طول انشعابات}) \times \text{فشار متوسط}$$

بر اساس رابطه فوق و اطلاعات جمع آوری شده در این تحقیق، میزان نشت غیر قابل اجتناب برابر با ۱۴۳/۱ متر مکعب در روز به دست آمد.

لازم به ذکر است، با توجه به برآورد میزان هدررفت کلی آب که حاصل اختلاف توزیع و مصرف می باشد ملاحظه می گردد که رقم کلی تلفات ۱۳۲۴ متر مکعب در روز بوده که از این مقدار بر اساس محاسبات به عمل آمده ۳۶۷/۳ متر مکعب غیر فیزیکی و ۹۵۶/۷ متر مکعب نیز فیزیکی می باشد.

به منظور برآورد کارایی سیستم های توزیع شهر، از شاخص نشت زیرساختار (ILI)^۱ که توسط انجمن بین المللی آب برای

¹ International Water Association (IWA)

² Infrastructure Leakage Index (ILI)

شناسایی وضعیت نشت و تأثیر آن بر راندمان سیستم، طرح شده است، استفاده شد [۶]. این شاخص حاصل تقسیم نشت فیزیکی بر نشت غیر قابل اجتناب است. با توجه به این امر و با در نظر گرفتن عدد نشت کل فیزیکی به میزان ۱۱۲۰/۳۲ متر مکعب در روز و نشت غیر قابل اجتناب به میزان ۱۴۳/۱ متر مکعب در روز، میزان این شاخص برابر ۷/۸۳ قابل محاسبه بوده که نشان از راندمان پایین سیستم آبرسانی شهر دارد. خاطر نشان می سازد بسته به شرایط مختلف، شاخص ۲ تا ۵ در حد مطلوب در نظر گرفته شده و هر گاه شاخص از این مقدار بیشتر شود سیستم شبکه توزیع به توجه ویژه ای جهت کنترل هدر رفت فیزیکی نیازمند است. از جمله دلایل این امر، می توان به بالا بودن فشار شبکه، عدم ناحیه بندی فشاری و به طور کلی اختلالات هیدرولیکی ناشی از طرح غیر مهندسی اجرای شبکه توزیع آب شهر اشاره داشت.

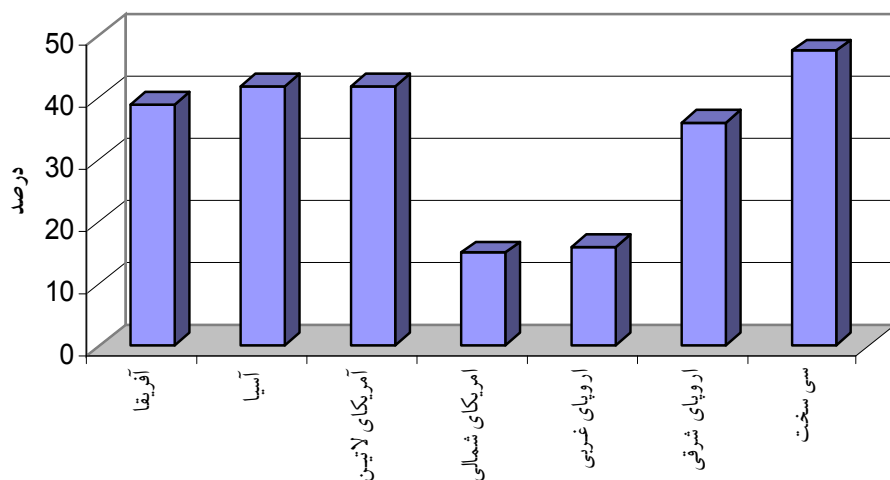
جدول ۲- وضعیت مصارف طی سالهای ۸۱-۱۳۷۷

سال	تعداد قرائت	فاصله قرائت (روز)	میانگین مصرف (مترمکعب)	مصرف روزانه مشترک (مترمکعب)	درآمد یک متر مکعب (ریال)
۱۳۷۷	۲۵۷۸	۹۱/۷	۹۲/۱۳	۰/۹۹۹	۱۵۹
۱۳۷۸	۳۲۳۷	۹۲/۵	۸۴/۸۹	۰/۹۲۲	۲۵۰
۱۳۷۹	۳۴۵۰	۹۲/۴	۹۵/۴۴	۰/۹۹۹	۱۸۸
۱۳۸۰	۳۸۸۰	۷۵/۲۵	۷۰/۰۳	۰/۹۵۴	۳۶۰
۱۳۸۱	۲۷۲۹	۶۵	۸۷/۳۱	۱/۰۰۴	۴۳۲
میانگین وزنی	۳۱۷۴/۸	۸۳/۳۷	۸۵/۹۶	۰/۹۷۶	۲۷۸

۴- بحث و نتیجه گیری

ملاحظه می گردد که علی رغم تمامی مشکلاتی که در خصوص اندازه گیری مقادیر هدر رفت آب در بخشهای فیزیکی و غیر فیزیکی وجود دارد، انجام آن یک امر عملی می باشد. دستیابی به حداقل میزان تلفات در هر منطقه و ارائه راهکارهای مناسب به منظور کاهش و کنترل آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از جمله با اندازه گیری و مطالعات دقیق برای هر منطقه می توان نقاط ضعف سیستم را ارزیابی کرده و چاره جویی نمود. مقایسه آب به حساب نیامده شهر سی سخت با دیگر مناطق جهان نشان می دهد که میزان تلفات آب در این شهر بالا بوده و نیازمند ارائه راهکارهای مناسب جهت کاهش آب به حساب نیامده می باشد (شکل ۱). تلفات فیزیکی و غیر فیزیکی شهر سی سخت به ترتیب برابر ۷۲/۳ و

۲۷/۷ درصد می باشد که در مقایسه با تلفات کشور (۵۱/۷۲) و ۴۸/۲۸) حاکی از غیر استاندارد بودن شبکه و فشار بالای آب در سیستم توزیع می باشد. تا ۱۵ درصد کاهش آب به حساب نیامده در این شهر، امکان پذیر است، اما این مقدار در مقایسه با ارزش زیست محیطی آب از جمله محدود بودن منابع آب شیرین، استحصال آب از اعماق زمین و انتقال آن با مسافتهای طولانی به شهرها و روستاها کافی نیست، و برای کشور ایران که دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی متر که یک سوم متوسط بارندگی جهان می باشد مقدار قابل قبولی نمی باشد. لازم است با توجه به تجربیات شهرهایی مثل دسلدورف در آلمان و سنگاپور که تلفات آنها به ترتیب حدود ۳/۵ و ۷ درصد می باشد و همچنین تجربیات بانک جهانی که در زمینه تلفات آب تا



شکل ۱- مقایسه آب به حساب نیامده براساس گزارش سال ۲۰۰۲

کاهش و کنترل آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد که مهم‌ترین راهکارهای موجود به شرح زیر است:

استفاده از کنتورهایی با دقت بالاتر (کنتور کلاس C به جای کنتور کلاس B)؛

- استفاده از انشعابات استاندارد و نظارت سخت‌گیرانه امور آب و فاضلاب بر کنتورهای مشترکین به جهت جلوگیری از دستکاری کنتورها و نصب انشعابات غیر مجاز؛

- 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.

کنون در سطح جهان اقدامات قابل توجهی را انجام داده و بسته به شرایط محلی میزان ۲۰-۱۰ درصد هدررفت آب را استاندارد تلقی نموده و کاهش تلفات به زیر این حد را مقرون به صرفه و اقتصادی ندانسته، اقدام شود. بر اساس بررسیهای به عمل آمده در کشور ما رسیدن به رقم ۲۰-۱۵ درصد هدررفت از توجیه فنی- اقتصادی بالایی برخوردار بوده و رسیدن به پایین تر از این حد در حال حاضر از توجیه لازم برخوردار نمی‌باشد. هر چند رسیدن به این میزان قابل قبول، نیاز به سرمایه‌گذاری در خور توجه و از آن مهم‌تر برنامه ریزی جامع در کشور دارد. سرمایه‌گذاری در جهت کاهش تلفات آب به علت حیاتی بودن و اثرات زیست محیطی آن، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد.

باتوجه به مطالب اشاره شده در این مقاله دستیابی به حداقل میزان تلفات آب در هر منطقه و ارائه راهکارهای مناسب به منظور

۵- مراجع

- ۱- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. (۱۳۸۱). گزارش آماری جمعیت شناسی استان کهگیلویه و بویر احمد، نشر مرکز آمار ایران.
- ۲- صبوری، ف. (۱۳۷۶). "نتایج و دستاوردهای مطالعات کاهش آب به حساب نیامده بوشهر". اولین کنفرانس ملی - منطقه‌ای آب به حساب نیامده ایران، ۷۹-۸۵.
- ۳- مولائی، م. ح. (۱۳۷۴). کاهش و کنترل آب به حساب نیامده، چاپ انتشارات شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ۸۲.
- ۴- شرکت تولید کنتور آبفر (۱۳۸۳). استاندارد تولید کنتور.
- ۵- صالحی سروک، ع. (۱۳۸۳). "بررسی روشهای کاهش آبهای به حساب نیامده: مطالعه موردی شهرسی سخت". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ۸۶.
- 6- Liemberger, R. (2002). "Do you know how misleading use of wrong performance indicator can be?" Proc., First IWA Leakage Management Conference, Cyprus, 55-66.