

بررسی و برآورد عوامل غیر فیزیکی موثر بر آب به حساب نیامده

رضا جعفری نیا^۱، مسلم نجفی^۲

- ۱- گروه مهندسی آب، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
- ۲- آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

Moslem.najafi68@gmail.com

خلاصه

کشور ایران با متوسط بارش سالانه حدود ۲۴۰ تا ۲۵۰ میلی متر در زمره مناطقی از جهان است که از موهبت نزولات جوی به اندازه کافی بهره مند نمی باشد. قسمت عمده مساحت کشور را مناطق خشک و کم آب فرا گرفته و لذا از دیرباز آب نقش تعیین کننده ای در توسعه اقتصادی آن داشته است. نظر به اینکه در گذشته آب به قیمت ارزان و به آسانی در دسترس بوده، لذا دستگاه های مسئول توزیع آب شهری تا قبل از تشکیل شرکت های آب و فاضلاب نسبت به کاهش آب به حساب نیامده به عنوان راه حلی برای صرفه جویی در منابع آب، کاهش هزینه های بهره برداری و افزایش بازده یا درآمد، توجه کافی نداشته اند. در سال های اخیر کمبود شدید منابع و افزایش سریع هزینه های تولید آب باعث شده که موضوع آب به حساب نیامده مورد توجه قرار گیرد. بنابراین در کنار تامین آب از منابع جدید باید از هدر رفتن آب در مراحل مختلف انتقال، تصفیه، ذخیره و توزیع به عنوان یک فعالیت درازمدت و با برنامه ریزی مدون جلوگیری کرد.

مقاله حاضر به منظور راهنمایی و تعیین عوامل غیر فیزیکی آب به حساب نیامده و اجزای مختلف آن در سامانه های آبرسانی و همینطور رعایت اصول، روش ها و فنون اجرایی متناسب با امکانات داخلی و با توجه به استانداردها و دستورالعمل های بین المللی تهیه و حاوی راهکارهای اجرایی کاربردی و مناسب برای کاهش تلفات آب در انتقال خطوط و شبکه توزیع است.

واژگان کلیدی: آب به حساب نیامده، منابع آب، راهکارهای اجرایی، غیر فیزیکی، سامانه های آبرسانی

۱- مقدمه

امروزه مطالعات، عملیات و فناوری های مربوط به شناسایی و کاهش آب به حساب نیامده (UNW) یا آب بدون درآمد (NRW) براساس نظریه هایی صورت می گیرد که در طول سه دهه اخیر توسعه یافته و از سوی مراجع معتبر جهانی از جمله بانک جهانی، انجمن جهانی آب (IWA) و انجمن کارهای آبی آمریکا (AWWA) توصیه شده است.

۱-۱ تعریف آب به حساب نیامده

طبق تعریف بانک جهانی، آب به حساب نیامده (UNW) عبارتست از تفاوت بین حجم خالص آبی که به شبکه وارد می شود و به مصرف می رسد.

$$UFW_{total} = V_{in} - V_{out} \quad (1)$$

که در آن UFW_{total} کل آب به حساب نیامده یک منطقه در یک مدت زمان مشخص، V_{in} حجم آب ورودی اندازه گیری شده، V_{out} حجم آب خروجی (مصرفی) اندازه گیری شده در مدت زمان مشخص مشخص می شود. حجم آب خروجی (یا مصرفی) اندازه گیری شده، میزان اندازه گیری شده توسط کنتورهای مشترکین و کنتورهای خروجی منطقه، صرف نظر از پرداخت یا عدم پرداخت قیمت آب مصرف شده، می باشد و به طور مشخص شامل هیچ یک از عواملی همچون ترکیبگی، انشعابات غیرمجاز، نشت و سرریز مخازن، شستشوی شبکه، کنتورهای خراب و ... نمی شود. در تعریف فوق نشت ایجاد شده بعد از کنتورهای مشترکین در میزان آب به حساب نیامده دخالت نخواهد داشت. زیرا در صورتی که دقت و حساسیت کنتور بالا باشد مقدار نشت داخلی به عنوان بخشی از مصرف مشترک منظور شده و وجه آن دریافت می شود و اگر دقت کنتور کم باشد در قالب آب به حساب نیامده ناشی از عدم دقت کنتور ارزیابی می شود.

۱-۲ آب به حساب نیامده غیر فیزیکی (تلفات ظاهری)

۱-۲-۱ خطاهای ابزار اندازه گیری

تقریباً تمام 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 می افتد. در بعضی از موارد، بعضی از کنتورها از قبیل کنتورهای معمولی خانگی قادر به جریان نیستند اندازه گیری و مواردی از کمبود آب در داخل خانه، استفاده از کولرها و هزینه استفاده از منابع انبساط گازی، قابل استفاده اندازه گیری نمی شود، چرا که مقدار این نوع استفاده کمتر از بده شروع حرکت کنتورها است. در بده های متوسط و زیاد هم ابزار اندازه گیری به دلیل بسیاری از موارد از قبیل بالا بودن فشار آب، عبور از ظرفیت کنتور، تسهیب مواد روی اجزای کنتور و ... دارا خطا هستند.

۲-۲-۱ خطاهای انسانی

تا زمانی که خواندن اطلاعات توسط فرد و به طور دوره ای انجام می شود، همواره خطاها ناشی از اشتباه در خواندن و ثبت وجود دارد در هر حال تا زمانی که عامل انسانی در این کار دخالت داشته باشد یا ابزار اندازه گیری به صورت فعلی مشکل یادشده باشد از طریق خطوط (AMR) قابل کاهش است ولی حذف شدن، مادی که با استفاده از فناوری پیشرفته خواندن از دور ارتباط و یا ... بدون دخالت انسان، اطلاعات را به دست آورده و حتی قبض صادر شده است. از این رو باید با باز کردن کار کنتورخوان ها و وارد کنندگان اطلاعات، این نوع خطا شناسایی شده است.

۳-۲-۱ خطاهای مدیریتی

مربوط به انشعاباتی است که اطلاعات آنها در پرونده های شرکت آب و فاضلاب و پرونده های کامپیوتری وجود ندارد. خواننده عدم ثبت و ضبط استفاده از چنین مشترکینی باعث می شود که بخشی از مصرف آب اندازه گیری شود.

۴-۲-۱ خطاهای بهره برداری

این خطاها ناشی از انشعاباتی است که کارکرد نداشته و برای بررسی آنها لازم است در یک دوره خواندن کنتورها، تعداد این گونه انشعابات فعال از جمله انشعابات جدید، بررسی و شناسایی شوند. این خطا بیشتر به مشترکین جدید که انشعاب آب دریافت کرده اند ولی به دلیل عدم اطلاع کنتورخوان ها، قبض برای آنها صادر نمی شود و نیز خرابی کنتورهای تعدادی از مشترکین مرتبط می شود.

۵-۲-۱ مصارف غیرمجاز

مصارف غیرمجاز از تاسیسات که در طیف گسترده ای می تواند اتفاق افتد آن دسته از مصارفی است که از طریق غیرقانونی از قبل از کنتور مشترک دیگر و یا از خط لوله شبکه توزیع، آب گرفته اند.

۱-۲-۶ مصارف مجاز اندازه گیری نشده بدون درآمد

در صورت وجود مصرف کنندگان مجاز که آب را از شبکه، بدون اندازه گیری برداشت و مصرف می کنند، مقدار آب مصرف آنها به طریقی محاسبه می شود. هر شرکت آب و فاضلاب برای اهداف مختلف از شبکه آب استفاده کرده یا مجبور است بخشی از آب بدون دریافت مصرف به مصرف کننده خاص منتقل شود یا به دلایلی به هدر رود. مثال هایی از این موارد عبارتند از: شستشویی شبکه، استفاده از آتش نشانی، شستشوی خطوط آب و فاضلاب، تمیز کردن مخازن و تانک های ذخیره سازی آب، خروجی جریان از شیرهای آتش نشانی، شستن خیابان ها، آبیاری فضای سبز، مصرف عمومی، جلوگیری از یخ زدگی و ... معمولا محاسبه می شود دقیق این نوع مصارف بسیار مشکل است. مشهورترین این نوع مصارف عبارتند از:

۱-۲-۶-۱ مصارف مجاز توسط شرکت های آب و فاضلاب

در هر شرکت آب و فاضلاب مصارف متعددی وجود دارد که به دلیل عدم اندازه گیری و عدم وجود مشترک خاص، مقدار آن مشخص نبوده و هزینه آب مصرفی نیز توسط شرکت آب و فاضلاب تامین می شود. از جمله:

- استفاده از آب شبکه برای آزمایش و شستشوی خطوط لوله جدید
- تلفات آب هنگام انجام عملیات مختلف روی شبکه مانند: تعویض شیرآلات، نصب فشارشکن، نصب شیر خط و دیگر تاسیسات جدید روی شبکه، تعویض اتصالات شبکه و ...
- استفاده از آب شبکه برای شستشوی شبکه های آب و فاضلاب، شستشوی معابر، مخازن و

۱-۲-۶-۲ مصارف مجاز توسط سازمان های عمومی و یا دولتی دیگر

تعدادی از موسسات دولتی یا عمومی از شبکه توزیع آب شهری استفاده می کنند که ممکن است روی انشعاب آنها هیچ گونه ابزار اندازه گیری نصب نشده باشد و بدین ترتیب هیچ نوع اندازه گیری از مقدار مصرف آب این گونه سازمان ها وجود نداشته باشد. مواردی مانند آب مصرفی سازمان های انتظامی و آب مصرفی مساجد و یا شهرداری ها برای فضای سبز و یا آتش نشانی از این جمله اند.

۲- مواد و روش ها

۱-۲ برآورد آب به حساب نیامده غیرفیزیکی

۱-۱-۲ برآورد آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای مدیریتی و بهره برداری (UFW(Emo

از نتایج پیمایش های انجام شده برای مشترکین و تلفیق آن با سایر اطلاعات می توان متوسط مصرف ماهانه (QA) انشعابات فعال را در منطقه مورد مطالعه تعیین کرد. QA براساس نوع کاربری و پس از تعیین الگوی مصرف محاسبه می شود. به عنوان مثال برای تعیین الگوهای مصرف لازم است ابتدا مقادیر مصرفی را به صورت مستهلک تبدیل کرد. سپس مصرف متوسط مصرف ماهانه هر واحد مسکونی در طول سال مشخص شده و از لحاظ مصرف ماهانه مشترکین بر اساس تعداد واحد مسکونی تعیین می شود. حجم آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای مدیریتی و بهره برداری در ماه (EMO) بر حسب مترمکعب در ماه با اطلاع از تعداد انشعاباتی که اطلاعات آنها در فایل کامپیوتری مشترکین موجود نیست (NM) و تعداد انشعابات فعالی که مصرف صفر دارند (NO) قابل محاسبه خواهد بود:

$$UFW(EMO) = (NM + NO) \times QA \quad (2)$$

۲-۱-۲ برآورد آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای انسانی (Ep) UFW

پس از بررسی و پیمایش مجدد از مسیری که هر یک از کنتور خوان ها در برنامه کاری روزانه خود انجام می دهند، می توان خطاهای احتمالی آنها را تعیین و مقدار خطای انسانی ناشی از خواندن کنتورها (Ep1) را برحسب درصدی از کل حجم آب مصرف شده در طی یک ماه برآورد کرد. برای هر کنتورخوان باید حداقل یکبار این کنترل صورت گیرد. با نظارت بر کار کنتور خوان ها می توان در صورت یکه مصرف آب مشترک در یک دوره خواندن نسبت به حد متوسط مصرف آب مشترک اختلاف فاحشی داشته باشد، موارد خطا را مشخص کرد. به این خطا باید خطای ناشی از وارد کردن ارقام کنتورهای خوانده شده

به کامپیوتر در سامانه امور مشترکین (Ep2) را برحسب درصدی از حجم آب مصرف شده در طی یک ماه نیز اضافه کرد. برای این منظور لازم است فایل کامپیوتری حاوی مقدار آب مصرف شده مشترکین در یک دوره خواندن با لیست خواندن کنتورها که توسط کنتورخوان ها تهیه شده است مقایسه شده و موارد اختلاف مشخص شود. به این ترتیب آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای انسانی (EP) برابر خواهد بود با:

$$UFW(EP) = UFW(EP1) + UFW(EP2) \quad (3)$$

۳-۱-۲ برآورد آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای ابزار اندازه گیری (EFM) UFW

۱-۳-۱-۲ برآورد خطای اندازه گیری برای بده متوسط تا حداکثر (EFM1) UFW

پس از انجام آزمایش دقت کنتورها برای بده انتقالی Q_t ، تا بده حداکثر Q_{max} و تعیین خطای هر یک از آنها، میانگین کل خطا (EFM2) محاسبه می شود:

$$EFM2 = (\quad + \quad) / 2 \quad (4)$$

بنابراین با داشتن متوسط مصرف ماهانه مشترکین QA ، تعداد مشترکین فعال NA ، آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای ابزار اندازه گیری برای بده متوسط تا حداکثر (EFM2) برحسب مترمکعب بر ماه) محاسبه می شود .

$$UFW(EFM2) = EFM2 \times NA \times QA \quad (5)$$

۲-۳-۱-۲ برآورد مصارف انشعابات با کنتور خراب (EFM2) UFW

پس از فهرست گیری از مصارف مشترکین و بازبینی فهرست ها، می توان انشعاباتی که مصرف ماهانه آنه ا کم تر از حد معینی می باشد را تعیین کرد. در این حالت کنتور مقدار مصرف مشترک را بسیار کم ولی بزرگ تر از صفر نشان می دهد. بنابراین حجم آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای اندازه گیری کنتورهای خراب (EFM3)، با اطلاع از تعداد انشعاباتی که مصرف کم تر از حد معینی (به طور مثال 5 مترمکعب بر ماه) دارند قابل محاسبه خواهد بود. در نتیجه:

$$UFW(EFM3) = NFM3 \times QA \quad (6)$$

میزان آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای ابزار اندازه گیری (برحسب مترمکعب بر ماه) عبارتست از :

$$UFW(EFM) = UFW(EFM1) + UFW(EFM2) + UFW(EFM3) \quad (7)$$

۴-۱-۲ برآورد آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصارف غیرمجاز (Euc) UFW

طی عملیات پیمایش مشترکین، تعداد موارد انشعاب غیرمجاز (NUC)، مورد شناسایی قرار می گیرند. حجم آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصرف غیرمجاز (برحسب مترمکعب بر ماه) عبارتست از:

$$UFW(EUC) = NUC \times QA \quad (8)$$

۵-۱-۲ برآورد آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصارف مجاز اندازه گیری نشده (EAc) UFW

۲-۱-۵-۱ برآورد مصارف مجاز توسط شرکت های آب و فاضلاب (UFW(EAc1)

با دریافت اطلاعات لازم از شرکت آب و فاضلاب مبنی بر تعداد دفعات شستشوی شبکه و مخزن، محاسبه تقریبی بی آب مصرفی امکان پذیر است. در این صورت با در نظر گرفتن حجم مخازن، حجم لوله های شبکه و تعداد دفعات شستشو در طول سال، مقدار آب مصرف شده قابل محاسبه خواهد بود در صورت عدم دسترسی به اطلاعات مورد نیاز، با در نظر گرفتن یک تا دو درصد کل میزان مصرف تعداد کل مشترکین فعال (NA) جهت اینگونه مصارف، مقدار مصرف مجاز توسط شرکت های آب و فاضلاب برابر است با:

$$UFW(EAC1) = (0.01 - 0.02) NA \times QA \quad (9)$$

۲-۱-۵-۲ برآورد مصارف مجاز توسط سازمان های عمومی یا دولتی (UFW(EAc2)

طبق مطالعات انجام شده در مناطق مطالعاتی کشور میزان ضریب مربوط به مصارف عمومی یا دولتی اندازه گیری نشده را می توان برابر یک درصد مصرف کل شبکه در نظر گرفت

$$UFW(EAC2) = 0.01NA \times QA \quad (10)$$

در برخی موارد میزان آب مصرفی به طور مستقیم قابل برآورد خواهد بود. به طور مثال آب مصرفی فضای سبز را می توان با در نظر گرفتن مساحت فضای سبز، نوع پوشش گیاهی و میزان آب مصرفی مورد نیاز این نوع پوشش گیاهی با تقریب خوبی محاسبه کرد. در نهایت مقدار کل آب به حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصرف مصرف کنندگان مجاز (UFW(Eac) (برحسب مترمکعب بر ماه)، عبارت خواهد بود از:

$$UFW(EAC) = UFW(EAC1) + UFW(EAC2) \quad (11)$$

۲-۱-۶ محاسبه مقدار کل آب به حساب نیامده غیر فیزیکی (UFW(ENP)

با توجه به موارد فوق، مقدار کل آب به حساب نیامده غیر فیزیکی، براساس رابطه زیر محاسبه می شود:

$$UFW(NP) = \text{حجم آب به حساب نیامده غیر فیزیکی (برحسب مترمکعب بر ماه)} \quad (12)$$

۲-۲ برآورد هزینه ها و درآمدهای مطالعات و عملیات اجرایی کاهش آب به حساب نیامده غیر فیزیکی

۲-۲-۱ هزینه مطالعات

از آنجا که بسیاری از مولفه های تلفات غیر فیزیکی در جریان پیمایش اماکن مشترکین معلوم می شوند، لذا باید هزینه انجام پیمایش اماکن و مطالعات جانبی آن به شرح زیر مورد محاسبه قرار گیرد: هزینه افراد گروه پیمایش؛ هزینه آموزش افراد؛ هزینه وسایل و تجهیزات لازم (از قبیل متر، دوربین، لوازم التحریر و ...); هزینه وسیله رفت و آمد؛ هزینه اسکان و لوازم دفتری؛ هزینه لوازم آزمایش کنتور (از جمله دستگاه آزمایش کنتور، کنتور آزمایش مبنا و تجهیزات جانبی و ...); هزینه های دفتری مشاور جهت انجام مطالعات تعیین مولفه های تلفات ظاهری، محاسبه و برآورد مقدار آب به حساب نیامده غیر فیزیکی ناشی از هریک از پارامترها؛ هزینه تهیه نقشه مشترکین و مسیرهای بهینه خواندن کنتورها و هزینه های بالاسری مهندسین مشاور.

۲-۲-۲ روش محاسبه هزینه های عملیات اجرایی کاهش و کنترل تلفات غیر فیزیکی

براساس آماري که از نتایج پیمایش ها و ممیزی املاک و اماکن به دست می آید می توان مقدار آب به حساب نیامده در هر یک از بخش های تلفات غیر فیزیکی را محاسبه و براساس آن هزینه هایی که سالانه باید صرف شود تا تلفات غیر فیزیکی کاهش یابد را برآورد کرد. در مرحله اجرایی اقدامات رفع تلفات غیر فیزیکی، انجام موارد زیر ضروریست:

- کلیه کنتورهای خراب و یا دارای نقص توسط شرکت آبفا تعویض شده و برای امکان بدون کنتور نسبت به نصب کنتور اقدام شود.
 - برای مشترکین فاقد قبض آب بها پس از شناسایی، قبض صادر شود.
 - در خصوص کلیه اماکنی که انشعاب غیرمجاز دارند و متخلفینی که آب به اماکن مجاور خود داده اند برخورد قانونی و اقدام مقتضی صورت گیرد.
 - در رابطه با مشترکین بدون پلاک آب نیز طی یک برنامه زمان بندی در طی مثلاً یکسال، نسبت به نصب پلاک آب اقدام شود.
- لازم به یادآوری است در برآورد هزینه ها می توان هزینه های مذکور را که شرکت آبفا در هر سال باید متقبل شود برای یک برنامه پنج ساله کاهش تلفات غیرفیزیکی محاسبه کرد. به عنوان مثال جدول ۱ هزینه های برآورد شده در سال اول طرح کاهش آب به حساب نیامده غیرفیزیکی در یکی از مناطق مطالعاتی کشور را نشان می دهد. ذکر این نکته ضروری است که در سال اول اجرای طرح کاهش و کنترل آب به حساب نیامده غیرفیزیکی لازم است علاوه بر تعویض کنتورها، کلیه نواقصی که در انشعابات مشترکین وجود داشته و به نوعی در بروز تلفات غیرفیزیکی سهم می باشند مورد توجه قرار گرفته و نسبت به رفع آنها اقدام مقتضی صورت گیرد. در این صورت از سال دوم انجام طرح، اقدامات لازم فقط محدود به تعویض کنتورها طبق برنامه (مثلاً یک دوره پنج ساله) خواهد بود که با احتساب ضریب تعدیل، طی سال های دوم الی پنجم، هزینه های تعویض کنتورها مشخص می شود. در جدول ۲ هزینه های برآورد شده تعویض کنتور در سال های دوم تا پنجم طرح کاهش آب به حساب نیامده غیرفیزیکی در یکی از مناطق مطالعاتی کشور نشان داده شده است. با مقایسه هزینه های انجام شده در طی مدت مشخص (مثلاً ۵ سال) و نیز درآمدی که از کاهش آب به حساب نیامده غیرفیزیکی حاصل می شود، می توان نسبت منافع به هزینه را محاسبه کرد.

جدول ۱- هزینه های سال اول کاهش تلفات غیر فیزیکی (در یک منطقه مطالعاتی نمونه)

موضوع	بهای واحد (ریال)	جمع هزینه ها (ریال)
تهیه کنتور به منظور تعویض کنتور های خراب، عمر سپری شده و مشترکین بدون کنتور	۳۲۰۰	۳۸۴۰۰۰۰۰
هزینه نصب کنتور	۳۲۰۰	۱۹۷۴۴۰۰
هزینه پلمپ کردت کنتور های بدون پلمپ	۱۸۷۹	۱۸۷۹۰۰۰
تهیه و نصب پلاک آب	۵۴۵۹	۱۶۳۷۷۰۰
هزینه تهیه وسایل قطع و وصل انشعاب	۵۷۱	۲۲۸۴۰۰۰
هزینه نصب وسایل قطع و وصل انشعاب	۵۷۱	۷۳۰۸۰۰
هزینه تهیه شیر قطع و وصل داخل حوضچه کنتور	۱۶۸۱	۱۶۸۱۰۰۰۰
هزینه نصب شیر قطع و وصل داخل حوضچه کنتور	۹۶۶۰	۵۴۱۹۲۶۰۰
هزینه تهیه شیر یک طرفه داخل حوضچه کنتور	۹۱۹	۹۱۹۰۰۰۰
هزینه نصب شیر یک طرفه داخل حوضچه کنتور	۹۱۹	۵۱۵۵۵۹۰
جمع کل هزینه ها (ریال)		۵۳۷۴۹۶۹۹۰

جدول ۲- هزینه های تعویض کنتور در سال های دوم تا پنجم (در یک منطقه مطالعاتی نمونه)

سال	موضوع	تعداد	بهای واحد (ریال)	جمع هزینه ها (ریال)
دوم	تهیه کنتور به منظور جایگزینی	۳۲۰۰	۱۳۴۴۰۰	۴۳۰۰۸۰۰۰۰
	هزینه نصب کنتور	۳۲۰۰	۶۹۰۰	۲۲۰۸۰۰۰۰
سوم	تهیه کنتور به منظور جایگزینی	۳۲۰۰	۱۵۰۰۰۰	۴۸۰۰۰۰۰۰۰
	هزینه نصب کنتور	۳۲۰۰	۷۷۰۰	۲۴۶۴۰۰۰۰
چهارم	تهیه کنتور به منظور جایگزینی	۳۲۰۰	۱۶۸۰۰۰	۵۳۷۶۰۰۰۰۰

۲۷۵۲۰۰۰۰	۸۶۰۰	۳۲۰۰	هزینه نصب کنتور	
۶۰۲۱۱۲۰۰۰	۱۸۸۰۰۰	۳۲۰۰	تهیه کنتور به منظور جایگزینی	پنجم
۳۰۷۲۰۰۰۰	۹۶۰۰	۳۲۰۰	هزینه نصب کنتور	
۲۱۲۴۰۳۲۰۰۰			جمع هزینه های تعویض و نصب کنتورها	

۳-۲ برآورد درآمدهای ناشی از کنترل و کاهش آب به حساب نیامده غیر فیزیکی

در قبال سرمایه گذاری های انجام شده طی یک برنامه چند ساله و با انجام اصلاحات لازم بر روی کلیه انشعابات و نیز با نصب کنتورهای نو و حساس و با دقت اندازه گیری بیش تر به جای کنتورهای معمولی، می توان آب به حساب نیامده ناشی از خطای ابزار اندازه گیری که درصدی از تلفات غیر فیزیکی را بخود اختصاص می دهد را به طور سالانه کاهش داد. جدول ۳ حجم آب قابل بازیافت ناشی از رفع تلفات غیر فیزیکی طی یک دوره پنج ساله و ارزش اقتصادی آبی که به این ترتیب به سامانه برگشت داده می شود را در یک منطقه مطالعاتی نمونه نشان می دهد. به این ترتیب در مقایسه بین هزینه های انجام شده برای انجام مطالعات و متعاقب آن جدول ۴ یادآوری می شود در صورتی که برای این مدت زمانی میزان هزینه ها از فایده ها بیش تر شود باید کلیه محاسبات برای دوره زمانی طولانی تری تکرار شود تا جائیکه مقدار هزینه ها از فایده ها کمتر شود.

جدول ۳- درآمدهای ناشی از کاهش تلفات غیر فیزیکی (در یک منطقه مطالعاتی نمونه)

سال	شرح	حجم آب بازیافت شده (مترمکعب)	قیمت تمام شده آب (ریال برای هر متر مکعب)
اول	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه گیری	۱۲۰۵	۲۸۹۲۰۰۰۰
	آب بازیافتی ناشی از خطاهای مدیریتی و بهره برداری		۳۱۳۹۸۴۴۴۰
	آب بازیافتی ناشی از مصارف انشعابات غیر مجاز		۲۷۹۶۲۷۴۸۰
	آب بازیافتی ناشی از مصارف مجاز اندازه گیری نشده		۱۷۴۹۶۶۰۰۰
دوم	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه گیری	۱۳۵۰	۶۴۸۰۰۰۰۰۰
سوم	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه گیری	۱۵۱۲	۱۰۸۸۶۴۰۰۰۰
چهارم	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه گیری	۱۶۹۲	۱۶۲۵۲۸۰۰۰۰
پنجم	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه گیری	۱۸۹۷	۲۲۷۶۴۰۰۰۰۰
کل درآمد بدست آمده از کاهش تلفات غیر فیزیکی در دوره پنج ساله (ریال)			۶۶۹۶۰۹۷۹۲۰

جدول ۴- مقایسه بین هزینه ها و درآمدهای طرح کاهش و کنترل آب به حساب نیامده غیر فیزیکی (در یک منطقه مطالعاتی نمونه)

شرح	(ریال)
جمع هزینه هایی که در طول یک دوره پنج ساله باید انجام شود	۲۶۶۱۵۲۸۹۹۰
درآمدهای بدست آمده از کاهش آب به حساب نیامده غیر فیزیکی	۶۶۹۶۰۹۷۹۲۰
تفاوت درآمد و هزینه ها در یک دوره پنج ساله	۴۰۳۴۵۶۸۹۳۰

۳- نتیجه گیری

- 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 و راهکاری اندیشید. مهمترین راهکارهای موجود به شرح زیر است :
- استفاده از کنتور هایی با دقت بالا
 - استفاده از انشعابات استاندارد و نظارت سخت گیرانه اداره آب و فاضلاب بر کنتور های مشترکین به جهت عدم دستکاری کنتورها و نصب انشعابات غیر مجاز
 - تست دوره ای کنتور های مشترکین
 - اصلاح و بازسازی شبکه توزیع و انشعابات فرسوده

۴- مراجع

۱. بیگی، ف، (۱۳۷۸)، " آسیب شناسی شبکه های توزیع آب شهری " مجله آب و محیط زیست.
۲. تابش، م، (۱۳۷۸)، " مبانی تئوریک نشت در شبکه های توزیع آب شهری " مجله آب و محیط زیست.
۳. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی و استاندارد مهندسی آب وزارت نیرو، (۱۳۷۱)، " مبانی و ضوابط طراحی طرح های آبرسانی شهری " سازمان مدیریت و برنامه ریزی، نشریه شماره ۳-۱۱۷
۴. دفتر نظارت بر آب به حساب نیامده، (۱۳۸۲)، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
5. Chapagain, A.K. and Tickner, D. 2012. Water footprint: Help or hindrance? *Water Alternatives*
6. Chenoweth, J.; Hadjikakou, M. and Zoumidis, C. 2014. Quantifying the human impact on water resources: A critical review of the water footprint concept. *Hydrology and Earth System Sciences*
7. Chouchane, H.; Hoekstra, A.Y.; Krol, M.S. and Mekonnen, M.M. 2015. The water footprint of Tunisia from an economic perspective. *Ecological Indicators*
8. Dalin, C.; Hanasaki, N.; Qiu, H.; Mauzerall, D.L. and Rodriguez-Iturbe, I. 2014. Water resources transfers through Chinese interprovincial and foreign food trade. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*
9. Dalin, C.; Qiu, H.; Hanasaki, N.; Mauzerall, D.L. and Rodriguez-Iturbe, I. 2015. Balancing water resource conservation and food security in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*
10. Dávila, O.G. 2010. Food security and poverty in Mexico: The impact of higher global food prices. *Food Security*
11. Duarte, R.; Pinilla, V. and Serrano, A. 2014. The effect of globalisation on water consumption: A case study of the Spanish virtual water trade,
12. Erclin, A.E. and Hoekstra, A.Y. 2014. Water footprint scenarios for 2050: A global analysis. *Environment International*
13. Flachsbarth, I.; Willaarts, B.; Xie, H.; Pitois, G.; Mueller, N.D.; Ringler, C. and Garrido, A. 2015. The role of Latin America s land and water resources for global food security: Environmental trade-offs of future food production pathway.
14. Gawel, E. 2014. Virtual water and trade: A critical economic review. In Bhaduri, A.; Bogardi, J.; Leentvaar, J. and Marx, S. (Eds), *The global water system in the Anthropocene*, pp. 27-43. Switzerland: Springer Water, Springer International Publishing.
15. Gawel, E. and Bernsen, K. 2013. What is wrong with virtual water trading? On the limitations of the virtual water concept. *Environment and Planning C: Government and Policy* 31: 168-181.
16. Hoekstra, A.Y. 2014. Sustainable, efficient, and equitable water use: The three pillars under wise freshwater allocation. *WIREs Water* 1: 31-40.
17. Khoolejani, N.B. and Khorshidian, K. 2013. Emerging scholars: Distribution of the ratio of normal and rice random variables. *Journal of Modern Applied Statistical Methods* 12(2): 436-449.
18. Megdal, S.B.; Dillon, P. and Seasholes, K. 2014. Water banks: Using managed aquifer recharge to meet water policy objectives. *Water (Switzerland)* 6(6): 1500-1514.