سال اول، شماره ۱، اسفند ۱۳۹۲، صفحات ۸۹ تا ۹۶
نشریه آب و توسعه پایدار

2014, Vol.1, No.1, Pages 89 to 96
Journal of Water and Sustainable Development

ارزیابی آب بدون درآمد

ترجمه: فریدون عباسپور[1*]

۱- کارشناس مکانیک سیالات، شرکت آب و فاضلاب مشهد.
*(Email: abbaspour@abfamashhad.net)

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۵

ترجمه و تخلیص از:

NGUYEN, C.T. (2005): Non-Revenue water Assessment. Hanoi: South East Asian Water Utilities Network (SEAWUN). [Accessed: 29.07.2010, http://www.sswm.info/library].

چکیده

چرا ارزیابی آب بدون درآمد (NRW) برای شرکت‌های آب و فاضلاب مهم تلقی می‌شود؟ 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 برنامه‌ریزی و استراتژی اساسی برای کاهش این میزان هدررفت کفایت نمی‌کند. بنابراین روش‌ها و ابزارهایی لازم است تا در جهت کمک و پایه‌گذاری یک نقطه شروع در این خصوص عمل نماید. در این مقاله سعی بر این است تا خلاصه‌ای از اصطلاحات و روش‌شناسی آب بدون درآمد ارائه شود.

واژه‌های کلیدی: آب بدون درآمد، آب به حساب نیامده، استاندارد بالانس آب، مدیریت نشت، مدیریت فشار، شاخص‌های اجرایی هدررفت واقعی.

Non-Revenue water assessment

Translation: F. Abbaspour[1*]

1-Bachelor of Fluid Mechanics, Mashhad Water and Wastewater Authority, Iran.
*(Email: abbaspour@abfamashhad.net)

Received: 9-11-2013
Accepted: 16-12-2013

Abstract

Why is Non-Revenue Water (NRW) assessment so important for any water utility? It is common knowledge that the NRW in any water utility is a percentage of the water volume pumped into the network - but this simple percentage figure just isn't sufficient to understand the water utility' problem and elaborate an appropriate reduction strategy. Therefore it was necessary to apply the nowadays available methods and tools which had helped to establish a first baseline. The following pages provide a brief overview on the methodology and the related terminology.

Keywords: Non-Revenue Water, Unaccounted-for Water, The Standard Water Balance, Leakage Management, Pressure Management, Real Loss Performance Indicators

مقدمه

تا حدود ۲۰ سال پیش، مدیریت نشت بیشتر بر پایه برآورد استوار بود تا روش‌های علمی. این وضعیت در شرکت‌های آب انگلستان به شکل نه چندان مطلوب اما با هدف قطع نشت از طریق اهرم تعادل فشار، تغییر یافت.

اکنون پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در جهت درک و مدل‌سازی اجزاء هدررفت آب و تعریف سطح اقتصادی نشت در سیستم‌های خاص صورت گرفته است. امروزه علیرغم راهنمایی و تشویق‌های لازم، شبکه‌های آبرسانی در سراسر جهان همچنان هدررفت آب بالایی دارند و در بسیاری از آن‌ها از سطح اقتصادی نیز بالاتر است.

بخشی از این مشکلات به دلیل عدم وجود استاندارد در زمینه مدیریت نشت می‌باشد. خوشبختانه برخی کشورها خود دارای اصطلاحات استاندارد ملی و نیز محاسبات بالانس آب استاندارد هستند که البته عملکرد آن‌ها با یکدیگر متفاوت است.

انجمن بین المللی آب (IWA)[1] استانداردی تحت عنوان ساختار و اصطلاحات بین المللی بالانس آب جهت اطلاع از مشکلات مختلف شکل‌های بالانس آب، روش‌ها و شاخص‌های اجرایی نشت تدوین نموده است.

در ضمن انجمن‌های ملی بعضی از کشورها نظیر کانادا، آلمان، استرالیا، نیوزیلند و آفریقای جنوبی و اخیراً انجمن کارهای آبی آمریکا (AWWA) این استاندارد را (با یا بدون تغییر) اتخاذ کرده‌اند.

روش‌شناسی استاندارد که در این مقاله توصیف شده است شامل تعدادی از تعاریف مهم مدیریت نشت می‌باشد.

استاندارد بالانس آب

شرکت‌های آب در سراسر جهان همواره بالانس آب را به روش‌های گوناگون ارائه کرده‌اند. متأسفانه حتی در محدوده یک کشور از تعاریف و قالب‌های بسیار متفاوت و گسترده‌ای در ارائه آن استفاده شده است. بطوریکه همواره مقایسه آب به حساب نیامده[2] و آب بدون درآمد (NRW)[3]، نشت یا هدررفت آب در شرکت‌های مختلف واقعاً غیر ممکن بوده و هست.

با اطلاع از مشکلات، روش‌ها و قالب‌های مختلف بالانس آب، انجمن بین المللی آب اقدام به تدوین ساختار و تعاریف استاندارد جهانی بالانس آب نمود. این استاندارد بعنوان سر مشق و سرلوحه عملیات کاری شرکت‌های آب در بسیاری از کشورها قرار گرفت.

جدول (۱) شمای کلی فرم استاندارد بالانس آب انجمن بین المللی آب را نشان می‌دهد. کلیه عبارت‌های مندرج در جدول در ادامه آمده است.

جدول ۱- جدول استاندارد بالانس آب (انجمن بین المللی آب)

حجم آب ورودی به سیستم	مصارف مجاز	مصارف مجاز دارای صورتحساب	مصارف اندازه‌گیری شده دارای صورت‌حساب (شامل آب صادر شده از شبکه)	آب با درآمد
			مصارف اندازه‌گیری نشده دارای صورت‌حساب	
		مصارف مجاز فاقد صورت‌حساب	مصارف اندازه‌گیری شده فاقد صورت‌حساب	آب بدون درآمد (NRW)
			مصارف اندازه گیری نشده فاقد صورت‌حساب	
	هدررفت آب	هدررفت ظاهری	مصارف غیرمجاز	
			مصارف ناشی از خطا در تجهیزات اندازه‌گیری	
		هدررفت واقعی	نشت از خطوط انتقال و خطوط اصلی شبکه توزیع	
			نشت و سرریز از مخازن ذخیره آب	
			نشت از انشعابات تا محل کنتور مشترک	

۱- تعاریف بالانس آب

– حجم آب ورودی به سیستم:
عبارت است از حجم آب تصفیه شده ورودی به آن بخش از شبکه آبرسانی که محاسبات بالانس شامل آن است؛ اعم از اینکه این آب محصول تولید خود شرکت باشد و یا از بیرون سیستم خریداری شده باشد.
– مصارف مجاز:
عبارت است از حجم آب مصرفی اندازه‌گیری شده یا نشده توسط مشترکین رسمی شرکت آب و یا هر شخص حقیقی یا حقوقی که تلویحاً یا صراحتاً جهت مصارف مسکونی، تجاری و صنعتی از طرف شرکت آب مجاز شناخته شده است. این تعریف همچنین شامل میزان آب صادر شده از مرزهای سیستم نیز می‌شود. مصارف مجاز می‌تواند شامل مواردی نظیر مصرف آب جهت آتش‌نشانی، آموزش، شستشوی لوله‌های اصلی آبرسانی و جمع‌آوری فاضلاب، شستشوی خیابان، مصارف فضای سبز شهرداری، برداشت آب عمومی، مصارف جهت حفاظت از یخ‌زدگی، مصارف ساختمان‌سازی و غیره نیز باشد.
– هدررفت آب:
عبارت است از تفاوت بین حجم آب ورودی به سیستم و مصارف مجاز. هدررفت آب می‌تواند به عنوان حجم کلی هدررفت برای کل سیستم یا برای بخشی از سیستم نظیر خطوط انتقال یا شبکه توزیع و یا برای یک پهنه ویژه مورد توجه باشد. هدررفت آب شامل هدررفت واقعی و هدررفت ظاهری است.
– مصارف مجاز دارای صورت‌حساب:
آن بخش از مصارف مجاز که دارای صورت‌حساب بوده و تولید درآمد می‌کند و به این جهت به آب درآمدزا نیز معروف است. این حجم آب مساوی با مجموع مصارف اندازه‌گیری شده و نشده دارای صورت‌حساب است.
– مصارف مجاز بدون صورت‌حساب:
عبارت است از آن بخش از مصارف مجاز که قانونی و مشروع بوده اما صورت‌حساب ندارند و در نتیجه تولید درآمد نمی–کنند. این حجم آب مساوی مجموع مصارف اندازه‌گیری شده و نشده بدون صورت‌حساب است.
– هدررفت ظاهری:
عبارت است از مجموع حجم هدررفت مربوط به کلیه اشکال مختلف عدم دقت که به نوعی به دستگاه اندازه‌گیری (کنتور) مشترک مرتبط می‌باشد؛ نظیر خطای انتقال داده‌ها (خطا در قرائت و ثبت داده‌ها) به علاوه مصارف غیر مجاز (نظیر مصارف غیر قانونی و یا سرقت‌ها). باید به این نکته توجه نمود که ثبت عدد بالاتر از مصرف توسط کنتور مشترک، منجر به برآورد هدررفت واقعی کمتر از میزان اصلی خودش می‌شود و ثبت عدد پائین‌تر از مصرف توسط کنتور مشترک، منجر به برآورد هدررفت واقعی بیشتر از میزان اصلی خودش می‌شود.
– هدررفت واقعی:
عبارت است از کلیه هدررفت فیزیکی آب از سیستم تحت فشار و مخازن سازمان آب تا محل مصرف مشترک. در شبکه‌های دارای کنتور در محل مصرف، نقطه پایانی هدررفت واقعی کنتور مصرف‌کننده خواهد بود. در شبکه‌های فاقد کنتور مصرف، نقطه پایانی هدررفت واقعی، شیر قطع و وصل در داخل ملک مشترک خواهد بود. حجم هدررفت سالانه مربوط به نشت‌ها، ترکیدگی‌ها و سرریزها بستگی به تواتر، میزان جریان و متوسط مدت نشت، ترکیدگی و سرریز دارد.
– مصارف اندازه‌گیری شده دارای صورت‌حساب:
این گونه مصارف شامل کلیه مصارف اندازه‌گیری شده گروه‌های مختلف مصرفی نظیر خانگی، تجاری، صنعتی یا آموزشی و نیز شامل کلیه مصارف اندازه‌گیری شده‌ای که از مرزهای شبکه تحت بهره‌برداری صادر می‌گردد.
– مصارف اندازه‌گیری نشده دارای صورت‌حساب:
شامل کلیه مصارف دارای صورت‌حساب است که اندازه‌گیری نمی‌گردند؛ اما محاسبات حجم مصرف آن‌ها بر پایه برآوردها و یا بر اساس مقایسه با یک عدد مرجع و استاندارد می‌باشد. این رقم ممکن است در مقایسه با کل سیستم تحت اندازه‌گیری عدد ناچیزی باشد (نظیر مصرف یک دوره مشترکی که کنتور آن خراب است). اما می‌توان از آن به عنوان کلیدی در اجزاء مصارف بدون اندازه‌گیری در سیستم بهره گرفت.
– مصارف اندازه‌گیری شده فاقد صورت‌حساب:
شامل کلیه مصارف اندازه‌گیری شده است که به هر دلیلی برای آن صورت‌حساب صادر نشده باشد. نظیر مصارف اندازه–گیری شده داخلی شرکت‌های آب و فاضلاب و یا مصارف اندازه‌گیری شده که به رایگان و بدون صدور قبض به مراکز آموزشی داده می‌شود و همچنین شامل آبی که از مرزهای شبکه بهره‌برداری صادر می‌شود؛ اما برای آن صورت‌حساب صادر نمی‌شود.
– مصارف اندازه گیری نشده فاقد صورت‌حساب:
شامل هر نوع مصرف مجازی است که نه اندازه گیری می‌شود و نه برای آن صورت‌حساب صادر می‌شود. این مصارف نوعاً شامل مواردی نظیر اطفاء حریق، شستشوی خطوط اصلی شبکه آب و فاضلاب، شستشوی خیابان‌ها، مصرف آب جهت

جلوگیری از یخ زدگی و غیره می‌باشد. در شبکه‌ای که بخوبی اداره می‌شود، معمولاً این جزء مصرف میزان کمی است؛ اما اغلب برآورد آن اغراق‌آمیز است. میزان آب انتقالی از مرزهای شبکه بهره‌برداری به خارج از شبکه – که نه اندازه گیری شده و نه برای آن صورت‌حساب صادر می‌شود– نیز در محدوده این مصارف قرارمی‌گیرد؛ گرچه این مورد معمولاً بعید به نظر می‌رسد.

– مصارف غیر مجاز:

شامل کلیه مصارف غیر مجاز نظیر مصارف غیر متعارف از شیرهای هیدرانت (مثلاً استفاده از آب شیرهای هیدرانت به منظور کارهای ساختمانی)، انشعابات غیر مجاز، مصارف انشعاب کنارگذر (بای پاس) کنتورها و یا غیر مجاز ناشی از دستکاری کنتورها است.

– خطای انتقال داده‌ها و خطای ناشی از عدم دقت کنتور مشترک:

خطای ناشی از عدم دقت کنتور مشترک و نیز خطای انتقال داده‌ها هنگام قرائت کنتور و وارد کردن آن در صورت‌حساب مشترک سبب ایجاد هدررفت ظاهری می‌گردد.

– نشت در خطوط انتقال و خطوط اصلی شبکه توزیع:

شامل آب از دست رفته از طریق نشت‌ها و ترکیدگی‌های خطوط انتقال و توزیع شبکه می‌باشد. این رقم همچنین شامل نشت‌های کوچکی که هنوز گزارش نشده‌اند (نظیر نشت در اتصالات) و یا ترکیدگی‌های بزرگی است که گزارش شده و رفع اتفاق شده‌اند و نشت مربوط به مدت زمان مشخصی قبل از رفع اتفاق است.

– نشت و سرریز از مخازن شرکت:

شامل نشت از بدنه و کف مخزن و نیز سرریز از مخزن که به سبب مشکلات فنی و بهره‌برداری بروز می‌کند.

۲- تعاریف منتخب مدیریت هدررفت آب

– هدررفت زمینه[۴]:

هدررفت زمینه عبارت است از حوادث ناشی از نشت‌های ریز و تراوشات کوچکی که جریان هدررفت آن‌ها آن‌قدر کم است که معمولاً با برنامه کنترل فعال نشت قابل شناسایی نیست تا زمانی‌که به‌صورت اتفاقی مشخص شود و یا اینکه آن‌قدر نشت ادامه یابد و بزرگ شود که شناسایی آن ممکن گردد.

– ترکیدگی‌ها[۵]:

عبارت است از آن حوادث و اتفاقاتی که میزان جریان آن از جریان هدررفت زمینه بیشتر است، بنابراین از طریق روش‌های استاندارد نشت‌یابی قابل شناسایی است. ترکیدگی‌ها به دو بخش مرئی و نامرئی قابل تقسیم هستند.

– نشت از انشعابات تا محل کنتور مشترک:

شامل هدررفت آب در لوله انشعاب و متعلقات آن تا نقطه مصرف مشترک است. در انشعاب دارای کنتور، این نقطه محل کنتور محسوب می‌گردد؛ اما در انشعاب فاقد کنتور، این نقطه اولین نقطه مصرف (شیر) داخل ملک محسوب می‌گردد. نشت در انشعابات اغلب ممکن است بصورت ترکیدگی گزارش شده باشد؛ اما بصورت نشت کوچک باشد که به سطح زمین راه نیافته و برای مدت طولانی (حتی سال‌ها) ادامه داشته است.

– آب با درآمد:

شامل آن بخش از مصارف مجاز است که علاوه بر صدور صورت‌حساب برای آن‌ها، درآمدزا نیز هستند (آن‌را تحت عنوان مصرف مجاز دارای صورت‌حساب نیز نام می‌برند) و مقدار آن عبارت است از مجموع مصارف اندازه‌گیری شده و نشده دارای صورت‌حساب.

– آب بدون درآمد:

شامل آن بخش از حجم آب ورودی به سیستم است که نه صورت‌حساب برای آن صادر می‌شود و نه درآمدی برای شرکت در بر دارد. مقدار آن برابر است با مجموع مصارف مجاز فاقد صورت‌حساب و هدررفت واقعی و ظاهری آب.

– آب به‌حساب نیامده:

به دلیل تعابیر و تعاریف متنوع و گسترده‌ای که از «آب به حساب نیامده» صورت گرفته، انجمن بین المللی آب به شدت توصیه می‌کند دیگر از این عبارت استفاده نشود و اگر استفاده می‌شود، تعریف آن شبیه تعریف عبارت آب بدون درآمد بکار برده شود.

– مفهوم BABE[۶]:

مفهوم BABE (برآورد هدررفت ناشی از ترکیدگی‌ها و هدررفت زمینه) اولین بار بین سال‌های ۱۹۹۱ و ۱۹۹۸ توسط شرکت پیشگام در نشت ملی انگلستان بسط و توسعه داده شد. این مفهوم در ابتدای امر جهت تهیه یک مدل فیزیکی از نشت بصورت ذهنی و نه تجربی و عینی استفاده شد و نهایتاً مجوزی برای ورود به عرصه مدیریت برنامه‌ریزی منطقی و کنترل و راهبری استراتژیک جهت کاهش نشت محسوب می‌شد.

– هدررفت واقعی جاری سالانه (CARL)[۷] :

عبارت است از حجم آب از دست رفته از نشت‌های ناشی از ترکیدگی و نشت‌های زمینه طی مدت یک دوره گزارش‌گیری (معمولاً سالانه). این حجم همچنین شامل ترکیدگی‌های مخفی گزارش نشده و یا گزارش و تعمیر شده در طول سال و همین‌طور شامل نشت‌های احتمالی مخازن نیز می‌شود؛ که از اجزاء

هدررفت واقعی در بالانس سالانه آب محسوب می‌گردد.

– منطقه ایزوله تحت اندازه‌گیری (DMA)[8]:

بخشی از شبکه توزیع آب که از نقطه نظر هیدرولیکی ایزوله شده و دارای یک یا چند نقطه ورودی است. میزان آب ورودی در همه این نقاط توسط کنتورهای حجمی بزرگ اندازه‌گیری می‌شود. این منطقه ایزوله همچنین تحت مانیتورینگ دائمی حداقل جریان شبانه نیز می‌باشد. این عمل در واقع یک روش مدیریتی در نشت، جهت کاهش مدت زمان آگاهی نشت‌های جدید محسوب می‌شود.

– منافذ نشت با سطوح ثابت و متغیر (FAVAD)[9]:

هدررفت آب از طریق منافذ نشت با سطوح ثابت با ریشه دوم فشار در سیستم تغییر می‌کند، در صورتی‌که هدررفت آب از طریق منافذ نشت با سطوح متغیر معمولاً با توان ۱/۵ فشار تغییر می‌کند و به لحاظ اینکه در شبکه‌های توزیع آب معمولاً مخلوطی از منافذ نشت با سطوح ثابت و متغیر وجود دارد، در نتیجه نرخ هدررفت آب با توان بین ۰/۵ تا ۱/۵ فشار تغییر می‌کند. بر این اساس ساده‌ترین نسخه مفهوم FAVAD که در پیش‌بینی‌های عملی نشت بسیار مناسب و حائز اهمیت است عبارت است از: نرخ نشت (واحد زمان/حجم) L با فشار به توان N^1 تغییر می‌کند.

و یا به شکل ریاضی: $L1/L0=(P1/P0)^{N1}$

هر قدر مقدار N^1 بیشتر باشد نرخ جریان نشت موجود با حساسیت بیشتری نسبت به فشار تغییر می‌کند. مفهوم FAVAD در ابتدای امر برای تعیین دقت در پیش‌گویی افزایش یا کاهش هدررفت واقعی ناشی از تغییرات فشار بکار رفته است. در شبکه‌های توزیع آب که در آن انواع لوله‌ها با جنس‌های مختلف به‌کار رفته مقادیر N1 بین اعداد ۱ و ۱/۱۵ در نوسان است. بنابراین مادامی‌که اعداد و اطلاعات بهتری در دست نداریم می‌توان یک رابطه خطی برای آن فرض نمود.

– مدیریت نشت:

مدیریت نشت را می‌توان در دو گروه ذیل طبقه‌بندی نمود:

۱– کنترل غیر فعال نشت: عبارت است از واکنش به افت فشار شبکه یا ترکیدگی‌های گزارش شده که معمولاً توسط مشترک یا پرسنل شرکت آب و فاضلاب ضمن انجام وظایف معمولشان در منطقه گزارش می‌شود.

۲– کنترل فعال نشت (ALC)[10]: عبارت است از سیاستی که شرکت آب و فاضلاب اتخاذ می‌کند تا بر اساس آن جستجوی فعالانه‌ای را برای پیدا کردن نشت‌های مخفی (نامرئی) انجام دهد. ALC اساساً بر پایه برنامه منظم شنیداری استوار است (مثلاً شنیدن صدای نشت از طریق شیرهای هیدرانت، شیرآلات حوضچه‌ها و شیرهای ایستاده است و اجرای آن معمولاً یا از طریق میله‌ای فلزی صورت می‌گیرد و یا توسط دستگاه‌های الکترونیکی است).

– مدل‌سازی نشت:

روشی برای تحلیل اطلاعات ۲۴ ساعته فشار و جریان قسمتی از شبکه توزیع آب که از جهت هیدرولیکی مجزا از شبکه می‌–باشد. با استفاده از مبانی FAVAD و نتایج N^1 می‌توان جریان ورودی اندازه‌گیری شده به ناحیه تحت آزمایش مرحله‌ای را به دو شکل مصرف و نشت تقسیم بندی نمود که نشت نیز خود به دو قسمت تقسیم می شود: ۱– نشت‌های زمینه. ۲– ترکیدگی‌ها (نشت‌های قابل رفع).

– حداقل جریان شبانه (MNF)[11]:

حداقل جریان شبانه معمولاً در شهرها و در ساعات اولیه صبح بین ساعات ۲ تا ۴ رخ می‌دهد. MNF مهمترین بخش اطلاعاتی است که به اندازه هدررفت واقعی در موضوع هدر رفت دخیل می‌باشد. طی مدت مذکور مصرف آب حداقل مقدار خود را دارد؛ بنابراین هدررفت واقعی حداکثر درصد مقدار خودش را از جریان کل خواهد داشت. بر این اساس برآورد مولفه هدررفت واقعی در حداقل جریان شبانه با کم کردن مقدار مصرف قانونی شبانه برای هر مشترک در منطقه تحت مطالعه امکان‌پذیر خواهد بود.

– مدیریت فشار:

مدیریت فشار یکی از اجزاء اساسی یک برنامه‌ریزی درازمدت نشت است که به خوبی طراحی شده باشد. مدیریت فشار در واقع عبارت است از اینکه یک ناحیه تحت اندازه‌گیری، به بهترین شکل از نقطه نظر فشار، مدیریت و کنترل شود. مدیریت فشار لزوماً نباید همراه با کاهش فشار مشکل زا در منطقه باشد. گاهی اوقات با ایجاد تعادل فشار در منطقه از طریق کاهش یا افزایش جزئی در آن و یا کاهش فشار مازاد در شب می‌توان به نتیجه مطلوب دست یافت.

۳– شاخص‌های اجرائی

شاخص‌های اجرائی (PI)[12] در بسیاری از بخش‌های صنعتی نظیر صنعت آب بکار می‌روند. مادامی‌که این شاخص‌ها در محدوده یک شرکت یا سازمان بکار می‌روند – به عنوان مثال به منظور اهداف یک بخش یا گروه کاری – می‌توان آن‌را در محدوده داخلی تعریف نمود. اما اگر در جهت اهداف دیگر به کار رود مثلاً برای مقایسه عملکرد چند شرکت یا سازمان و یا برای تنظیم مقررات درآئین‌نامه‌ها، در این‌صورت برای ممیزی آب و شاخص‌های هدررفت آب لازم است این شاخص‌ها اولاً استاندارد باشند،

ثانیاً محاسبه آن‌ها بر مبنای روش‌شناسی تعریف شده و واضحی استوار بوده و در آن‌ها از تعاریف استاندارد استفاده شود.

مهمترین موضوع در این خصوص عبارت است از دیدگاه مسئله ساز استفاده از درصد آب به حساب نیامده (UFW%) و یا درصد آب بدون درآمد (NRW%) به عنوان شاخص اجرائی هدررفت آب. به لحاظ اینکه حجم هدررفت آب چه ظاهری و چه واقعی از نقطه نظر بازدهی در شرکت‌های آب و فاضلاب در سراسر جهان بسیار حائز اهمیت است، در نتیجه فرض نهایی این خواهد بود که شاخص‌های اجرایی دقیقی جهت مقایسه اجرائی در سطح بین المللی و استاندارد سازی یا تنظیم مقررات و آئین‌نامه‌ها در این زمینه بکار رود. اما متأسفانه این کار عملاً اتفاق نیفتاده؛ به طوریکه مدیران، مشاورین و مجریان قوانین در سازمان‌های آب، همچنان هنگام صحبت از هدررفت آب از شاخص‌های نامناسب در این مورد استفاده می‌کنند.

به استثنای صنعت آب در انگلستان، هدررفت آب (اعم از آب به حساب نیامده، آب بدون درآمد و نشت) همچنان به صورت درصدی از حجم آب ورودی به سیستم (آب تولید شده) بیان می‌گردد. این در حالی است که عبارت «درصد هدررفت آب» شاخص بسیار گمراه‌کننده‌ای است.

شاخص جدید و بسیار مهم هدررفت آب (به توصیه IWA و کمیته کنترل هدررفت آب AWWA) عبارت است از ILI که شاخص زیر ساخت نشت نامیده می‌شود. توسعه و بسط ILI عملاً از سال ۱۹۹۷ آغاز شد. هنگامی که آقای آلن لامبرت نیاز به یک شاخص اجرائی هدررفت آب که در مقایسه بین کلیه سیستم‌ها در سطح بین المللی با وجود اختلافات در ویژگی‌هایی نظیر: وضعیت نوسانات آبرسانی، سیستم‌های با فشار کم یا زیاد، اختلاف در میزان مصرف و نظایر آن بتواند به خوبی عمل کند را شناساند. بر این اساس در آن روزها ILI (که امروز شاخص زیر ساخت نشت نامیده می‌شود) مخفف عبارت شاخص زیر ساخت جهانی (International Leakage Index) بود.

شاخص ILI عبارت است از عددی که میزان خوب اداره شدن یک شبکه توزیع (از جهت نگهداری، تعمیر و بازسازی) را برای کنترل هدررفت آب در شرایط فشار بهره‌برداری در شبکه نشان می‌دهد. و مقدار آن با تقسیم حجم هدررفت واقعی سالانه جاری (CARL) بر حجم هدررفت واقعی سالانه غیر قابل اجتناب (UARL) بدست می‌آید. ILI= CARL/ UARL

با وجود این نسبت، ILI بدون واحد خواهد بود و به این ترتیب مقایسه بین کشورها با واحدهای مختلف اندازه گیری به سادگی انجام می‌شود.

اما هدررفت غیر قابل اجتناب چیست و چگونه می‌توان آنرا محاسبه نمود؟ متخصصین مدیریت نشت در سراسر جهان به خوبی آگاهند که هدررفت واقعی همواره وجود خواهد داشت، حتی اگر سیستمی به خوبی اداره شود.

اکنون سوال این است که این هدررفت غیر قابل اجتناب چقدر خواهد بود؟ بدون اینکه وارد جزئیات شویم بهترین شکل معادله UARL که برای کاربرد نیز راحت باشد نیاز به چهار پارامتر ویژه در سیستم دارد که عبارتند از:

– طول لوله های اصلی

– تعداد انشعابات

– محل کنتور مشترک روی انشعاب (نسبت به مرز ورودی به ملک)

– متوسط فشار شبکه در شرایط بهره‌برداری (هنگام تحت فشار بودن شبکه)

هدررفت واقعی جاری سالانه را به سادگی می‌توان از استاندارد بالانس آب بدست آورد. اما در خصوص هدررفت غیر قابل اجتناب چه باید کرد؟ اجزاء اصلی فرمول UARL را می‌توان به سادگی به فرمتی که وابسته به فشار باشد، به صورت ذیل تبدیل نمود تا در عمل بتوان بهتر از آن استفاده کرد:

$$UARL\ (Liters / day) = (18 \times Lm + 0.8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P$$

که در آن :

Lm = طول لوله‌های اصلی شبکه (km)

N_c = تعداد انشعابات

L_p = کل طول لوله‌های خصوصی انشعاب از لبه پیاده رو (مرز ملک مشترک) تا محل کنتور مشترک (km)

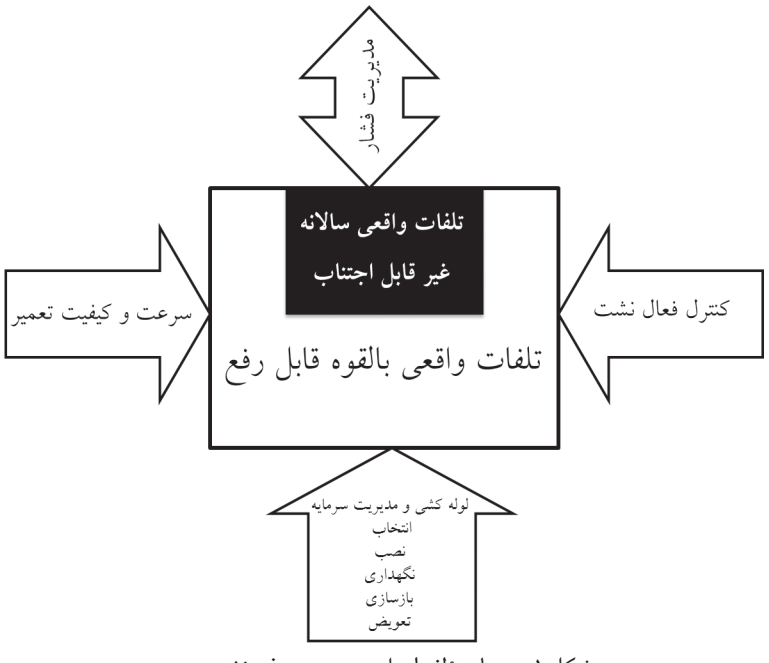
P = متوسط فشار شبکه (m)

شاید بتوان شاخص ILI را از طریق شکل (۱) که چهار مؤلفه مدیریت نشت را نشان می‌دهد، بهتر بررسی نمود. در این شکل مربع بزرگ نمایانگر حجم هدررفت واقعی جاری سالانه (CARL) است، که همواره متناسب با افزایش عمر شبکه تمایل به افزایش دارد. این افزایش را می‌توان با ترکیب مناسبی از چهار مؤلفه اصلی مدیریت موفق نشت محدود نمود. همچنین مربع سیاه رنگ نمایانگر حجم هدررفت واقعی سالانه غیر قابل اجتناب است؛ به عبارتی حداقل حجم هدررفت واقعی به لحاظ فنی که با فشار عوامل فعلی می‌توان به آن دست یافت.

مربع سیاه رنگ نمایانگر حجم هدررفت واقعی سالانه غیر قابل اجتناب است– حداقل حجم هدررفت واقعی که با فشار شبکه در شرایط بهره برداری با وسائل فنی می توان به آن دست یافت.

نسبت CARL (مربع بزرگ) به UARL (مربع سیاه)، عددی است

که نشان می‌دهد یک سازمان چقدر از عهده سه وظیفه مدیریت زیر بنایی تعمیر، لوله‌کشی و مدیریت سرمایه و همچنین کنترل فعال نشت برآمده است. همان‌طور که می‌دانیم این نسبت بنام شاخص ILI نامیده می‌شود. گرچه سیستمی که به خوبی اداره شود ILI آن می‌تواند عدد ۱ باشد (UARL = CARL)؛ اما نباید آن را لزوماً به عنوان یک هدف قرار داد؛ چرا که ILI یک شاخص اجرایی فنی محض است و ملاحظات اقتصادی در آن در نظر گرفته نشده است.



شکل ۱ – چهار مؤلفه اصلی مدیریت موفق نشت

شاخص‌های توصیه شده اجرایی هدررفت واقعی

بر پایه دستورالعمل‌های IWA این شاخص‌ها بر اساس نوع کار و سطح آن‌ها به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

سطح ۱ (پایه): لایه اولیه شاخص‌ها که یک مرور مدیریتی کلی از بازدهی و میزان اثر تعهدات آب است.

سطح ۲ (متوسط): شاخص‌های اضافی که دیدگاه بهتری از شاخص‌های سطح ۱ برای کاربرانی که نیاز به اطلاعات عمیق‌تری در این زمینه دارند را فراهم می‌کند.

سطح ۳ (تفصیلی): شاخص‌هایی که بزرگترین مقدار جزئیات ویژه را فراهم می‌کند که البته هنوز مناسب سطح مدیریت‌های کلان است.

جدول ۲ – شاخص‌های توصیه شده در هدررفت واقعی و آب بدون درآمد

کاربرد	سطح	شاخص اجرائی	شرح
مالی: آب بدون درآمد برحسب حجم	۱ (پایه)	حجم آب بدون درآمد [به صورت درصدی از حجم آب ورودی به سیستم]	می‌توان آن را به‌سادگی از بالانس آب محاسبه نمود.
بهره‌برداری: هدررفت واقعی	۱ (پایه)	[لیتر بر هر انشعاب در روز] / [لیتر بر هر Km طول شبکه اصلی در روز] (تنها در صورتی‌که چگالی تعداد انشعابات کمتر از ۲۰ عدد در هر کیلومتر باشد)	بهتر از شاخص‌های ساده اجرایی سنتی است. مفید برای تنظیم آئین‌نامه‌ها و ضوابط است. در مقایسه بین سیستم‌ها هم به طور محدود می‌توان استفاده نمود.
بهره‌برداری: هدررفت واقعی	۲ (متوسط)	[لیتر بر هر انشعاب بر روز بر هر متر فشار آب] / [لیتر بر هر Km طول شبکه اصلی در روز بر هر متر فشار آب] (تنها در صورتیکه چگالی تعداد انشعابات کمتر از ۲۰ عدد در هر کیلو متر باشد)	در صورتی‌که عددآن مشخص نباشد، محاسبه شاخص ILI ساده بوده و در مقایسه سیستم‌ها با یکدیگر مفید است.
مالی: آب بدون درآمد برحسب هزینه	۳ (تفصیلی)	مقدار آب بدون درآمد [برحسب درصدی از مبلغ سالانه هزینه اداره کردن سیستم]	اختلاف هزینه‌های واحد را برای مؤلفه‌های آب بدون درآمد توجیه می‌نماید. به عنوان یک شاخص مالی مناسب است.
بهره‌برداری: هدررفت واقعی	۳ (تفصیلی)	شاخص زیرساخت نشت (ILI)	نسبت هدررفت واقعی سالانه جاری به هدررفت واقعی سالانه غیر قابل اجتناب شاخصی قدرتمند جهت مقایسه بین سیستم‌ها است.

پی نوشت

1- International Water Association
2- Unaccounted-for Water
3- Non-Revenue Water
4- Background Losses
5- Bursts
6- Bursts And Background Estimates
7- Current Annual Real Losses
8- District Metered Area
9- Fixed and Variable Area Discharge path
10- Active Leakage Control
11- Minimum Night Flow
12- Performance Indicators