



شرکت مهندسی آب، فاضلاب و کوار

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



1087P-NWWCE

شناسایی تهدیدات مؤثر بر پیدایش و افزایش آب بدون درآمد

(مطالعه موردی: محدوده تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴ شهر تهران)

مسعود تابش^۱، نیوشا راثی فقیهی^۲، عباس روزبهانی^۳، رضا حیدرزاده^۴، بردیا روغنی^۵

۱- استاد دانشکده مهندسی عمران و عضو قطب علمی مهندسی و مدیریت زیرساخت‌های عمرانی، پردیس

دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست گرایش آب و فاضلاب، دانشکده مهندسی عمران،

پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

۳- استادیار گروه مهندسی آب، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۴- دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه

تهران

۵- دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه

تهران

mtabesh@ut.ac.ir

خلاصه

محدودیت شدید منابع آب و افزایش سریع نیازهای آبی در کشور و همچنین وقوع انواع تهدیدات ناشی از طراحی و بهره‌برداری در شبکه‌های توزیع آب شهری در زمان بهره‌برداری امری اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین شناسایی دقیق پارامترهای طراحی و عملکردی مؤثر بر پیدایش و افزایش تلفات واقعی و ظاهری آب و کاهش میزان تأثیر این پارامترها به‌وسیله تحلیل و مدیریت ریسک انواع تهدیدات، از جمله راهکارهای کارآمد در مدیریت بهینه شبکه توزیع آب شهری می‌باشد. در این مقاله، انواع تهدیدات مؤثر بر پیدایش و افزایش آب بدون درآمد با استفاده از منابع و مراجع موجود شناسایی شده و با تدوین پرسشنامه، وضعیت وجودی این پارامترها در محدوده تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴ تهران از کارشناسان، مدیران و اساتید نظرخواهی شده است. سپس اطلاعات دریافتی پرسشنامه‌ها گردآوری شده و پارامترهای مؤثر بر اجزای آب بدون درآمد به تفکیک تلفات ظاهری و تلفات واقعی، به‌منظور مدیریت ریسک آن‌ها رتبه‌بندی می‌شوند.

کلمات کلیدی: آب بدون درآمد، تهدیدات، پارامترهای مؤثر، ریسک

۱. مقدمه

مفهوم آب بدون درآمد (NRW)^۱ در چند دهه اخیر مورد توجه کارشناسان قرار گرفته است. آب بدون درآمد میزان تفاوت بین حجم آب ورودی به سیستم و مصرف مجاز با قبض می‌باشد که شامل دو قسمت مصرف مجاز بدون قبض و تلفات آب است. مصرف مجاز بدون قبض جزء کوچکی از مصارف آب را تشکیل می‌دهد و تلفات آب شامل دو بخش تلفات فیزیکی (واقعی)^۲ و تلفات غیرفیزیکی (ظاهری)^۳ است. تلفات ظاهری بخشی از آب مصرف شده‌است که به دلیل انشعابات غیرمجاز، خطای انسانی، خطای ابزار اندازه‌گیری و یا خطای مدیریت و راهبری سیستم دقیقاً اندازه‌گیری نشده و

¹ Non-revenue water

² Real Loss

³ Apparent Loss



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



هزینه آن به وسیله شرکت آب و فاضلاب وصول نشده است. تلفات واقعی ناشی از فرار فیزیکی آب از شبکه توزیع و انشعابات مشترکین می باشد. در این تلفات بخشی از آب تولید شده به دست مصرف کننده نرسیده و هزینه آن نیز به وسیله شرکت آب و فاضلاب وصول نمی گردد. این تلفات بیشتر در قالب نشت مورد بررسی قرار می گیرد. نشت از خطوط انتقال، مخازن ذخیره، شبکه توزیع و انشعابات مشترکین، تلمبه ها و شیرآلات جزء تلفات واقعی می باشد [۱].

بر اساس آمار رسمی در ایران متوسط سالانه آب بدون درآمد حدود ۲۵ الی ۳۰ درصد گزارش شده است، اما به واسطه نبود دقت کافی در ابزار اندازه گیری و وجود عدم قطعیت ها، بر اساس تجربیات نویسندگان، متوسط سالانه آب بدون درآمد در پایلوت های کشور حدود ۳۰ درصد برآورد می شود. برای آنکه مدیران و مسئولین در شرکت های آب و فاضلاب بتوانند هزینه و زمان را به طور مؤثر در کاهش ریسک عوامل به وجودآورنده آب بدون درآمد صرف کنند، لازم است میزان تأثیر انواع تهدیدات مؤثر بر آب بدون درآمد بر عوامل بالادست خود (اجزای تلفات ظاهری و واقعی) بصورت کمی مشخص شده و تهدیدات اولویت بندی شود.

Mutikanga et al. با استفاده از یک چارچوب یکپارچه تصمیم گیری چندمعیاره گزینه های ممکن برای کاهش تلفات آب را اولویت بندی نمودند [۲]. نتایج نشان داد که بهترین گزینه برای کاهش تلفات، آنهایی است که قابلیت اطمینان عرضه آب، سلامت عمومی و بهتر شدن شرایط نگهداری آب را افزایش می شود. آنان یک مدل لوزی برای ارزیابی اجزای مختلف تلفات ظاهری بر اساس بررسی میدانی و داده های منطقه پایلوت ارائه کردند. بر اساس نتایج این تحقیق خطای کنتور و مصارف (انشعابات) غیرمجاز بیشترین مقدار را در میان اجزای تلفات ظاهری دارند. Adams and LutzLey به کمک آنالیز رگرسیون عوامل مؤثر بر تلفات آب در مکزیک را بررسی کردند [۳]. آنان اثر هزینه های عملیاتی، نیروی انسانی، قیمت آب، مصرف آب، شرایط آب و هوایی و همچنین جمعیت و شرایط اجتماعی و اقتصادی ۷۳ منطقه شهری را به عنوان عوامل مؤثر در نظر گرفتند. Shilehwa به بررسی عوامل مؤثر بر آب بدون درآمد پرداختند [۴]. این مطالعه با هدف ارزیابی میزان تأثیر عدم دقت در ثبت اطلاعات، مصارف اندازه گیری نشده، مصارف غیر مجاز، مالیات بر آب بدون درآمد و با فرض عدم وجود رابطه میان عوامل فوق الذکر و آب بدون درآمد انجام شد. تابش و روغنی وضعیت آب بدون درآمد در شرکت های آب و فاضلاب شهری و روستایی استان های تهران، البرز و قزوین را مورد بررسی قرار دادند [۵]. Van den Berg با بررسی داده های موجود، عوامل اصلی در پیدایش آب بدون درآمد را ارزیابی کرد [۶]. نتایج نشان داد که مهمترین عوامل، تراکم جمعیت در هر کیلومتر از شبکه توزیع آب و نوع شبکه توزیع است و هزینه کم حاصل از ازدست رفتن آب و هزینه زیاد تعمیرات لازم برای جلوگیری از تلفات آب از جمله اثرات منفی در کاهش تلفات آب هستند. Shaher et al. میزان اثربخشی روش های تصمیم گیری چندمعیاره را برای مدیریت تلفات آب نشان دادند [۷]. نتایج نشان داد که مدیریت فشار و استراتژی کنترل فشار با استفاده از تکنیک های پیشرفته و ایجاد مناطق ایزوله (DMA) مهمترین اقدامات در مدیریت تلفات آب هستند.

در این تحقیق، علل مؤثر بر عوامل پدیدآورنده هریک از اجزای آب بدون درآمد به عنوان یک تهدید مورد بررسی قرار می گیرد و این تهدیدات در محدوده تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴ تهران (محدوده تحت پوشش مخزن ۲) شناسایی می شوند. همچنین ریسک و میزان تأثیر هریک از تهدیدات محتمل بر عوامل بالادست خود بررسی می شود. نهایتاً تهدیداتی که بیشترین اثر را بر پیدایش و افزایش آب بدون درآمد می شوند، اولویت بندی می شوند.

۲. مواد و روش ها

۱-۲. شناسایی تهدیدات با توجه به مراجع و استانداردهای داخلی و بین المللی

با استفاده از مفاهیم و اطلاعات موجود در [۱]، [۸]، استاندارد جهانی IWA و بهره گیری از تجارب محققین و افراد باتجربه در زمینه عوامل مؤثر بر پیدایش و گسترش آب بدون درآمد در شبکه های توزیع آب شهری، تهدیدات شناسایی و جمع آوری گردید (جدول ۱).

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

جدول ۱- پارامترهای مؤثر بر اجزای آب بدون درآمد

پارامترهای مؤثر	اجزای آب بدون درآمد		
فقر فرهنگی، فقر اقتصادی، زیاده خواهی اقتصادی، ضعف مدیریتی، مشکلات ثبتی و خدمات شهری در حاشیه شهرها، ضعف قانونی، اطمینان متخلفین از عدم پیگیری توسط شرکت آب و فاضلاب، عدم اعمال جریمه برای متخلفین	انشعابات غیر مجاز	تلفات ظاهری	آب بدون درآمد
ضعف مدیریتی، عدم پیمایش مستمر، ضعف برنامه ریزی، عدم شناسایی انشعابات، عدم ثبت اطلاعات انشعابات، عدم ثبت اطلاعات کنتورها	خطای مدیریتی		
ضعف مدیریتی، عدم پیمایش مستمر، ضعف برنامه ریزی، عدم شناسایی انشعابات جدید، عدم نظارت بر کنتور انشعابات جدید، عدم شناسایی کنتورهای خراب، عدم اطلاع کنتورخوانانها از انشعابات جدید	خطای بهره برداری		
ضعف آموزش، ضعف برنامه ریزی، ضعف نظارت، ضعف مدیریتی، نبود مسیر بهینه برای کنتور خوان، عدم استفاده از فناوری های جدید، تخلفات آگاهانه پرسنل	خطای پرسنلی		
ضعف در ساخت، انتخاب نادرست سایز، نصب غلط، عدم نگهداری صحیح، عدم تعویض به موقع، عدم تست به موقع، مشکلات مالی، عدم توجه اقتصادی بدلیل قیمت کم آب، عدم انتخاب کنتور با دبی شروع کم، عدم جانمایی درست، عدم استفاده از کنتور با دقت بیشتر در هنگام تعویض، عدم وجود کنتور در خروجی تأسیسات، استفاده از کنتور با دقت پایین در خروجی تأسیسات، عدم اندازه گیری مستمر، نبود سیستم اندازه گیری از دور در خروجی تأسیسات	خطای کنتورها		
ضعف قانونی، ضعف مدیریتی، عدم نظارت، عدم آگاهی مؤسسات دولتی از اهمیت اندازه گیری مصارف مجاز	مشترکین مجاز بدون قبض		
جنس نامناسب، اجرای غلط و غیر استاندارد، عدم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، عدم پیمایش مستمر، بی دقتی در بسترسازی، عدم پوشش کافی لوله ها، بی دقتی در حمل، ضعف در ساخت، کیفیت نامناسب طراحی، عدم تعویض به موقع، عدم مدیریت فشار در شبکه، عدم بررسی علل شکستگی، ضعف در مدیریت سرریز مخازن، عدم استفاده از روش های مدرن مدیریت نشت، عدم استفاده از سیستم های مدیریت از راه دور (برای پمپ و مخزن)، عدم استفاده از شیر فشار شکن	نشت مرئی (حوادث و شکستگی گزارش شده)	تلفات واقعی	
جنس نامناسب، اجرای غلط و غیر استاندارد، عدم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، عدم توجه اقتصادی پیمایش بدلیل قیمت کم آب، بی دقتی در بسترسازی، عدم پوشش کافی لوله ها، بی دقتی در حمل، ضعف در ساخت، کیفیت نامناسب طراحی، عدم شناسایی نقاط بحرانی، عدم مدیریت فشار	نشت نامرئی (حوادث و شکستگی گزارش نشده)		
جنس نامناسب، اجرای غلط و غیر استاندارد، عدم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، عدم کنترل فعال نشت، عدم توجه اقتصادی پیمایش بدلیل قیمت کم آب، بی دقتی در بسترسازی، عدم پوشش کافی لوله ها، بی دقتی در حمل، ضعف در ساخت، کیفیت نامناسب طراحی، عدم مدیریت فشار، عدم شناسایی نقاط بحرانی	شکستگی گزارش نشده		

۲-۲. خلاصه سازی تهدیدات به منظور طراحی پرسشنامه

پارامترهای مؤثر بر اجزای آب بدون درآمد (جدول ۱) به طور بدیهی از ماهیت کیفی برخوردارند و تاکنون مطالعه ای برای بررسی تهدیدات موجود و کمی سازی میزان تأثیر آنها بر تلفات ظاهری و واقعی صورت نگرفته است. بنابراین برای مشخص نمودن این ارتباطات کیفی و برطرف کردن خلاء اطلاعاتی موجود، تدوین پرسشنامه و پرسش از مسئولین و کارشناسان به عنوان راه حل مناسب اتخاذ گردید. لذا در ابتدا، تمامی عوامل مؤثر بر اجزای تلفات ظاهری و واقعی (جدول ۱) طی فرایندی خلاصه سازی شده و در قالب پرسشنامه تدوین گردید (جدول ۲). پرسشنامه شامل دو بخش تلفات ظاهری و تلفات واقعی می باشد و در هر بخش عوامل مؤثر همراه با تهدیدات اثرگذار بر آنها ذکر شده اند. برای هر یک از تهدیدات، وضعیت وجودی هر پارامتر در محدوده مورد مطالعه بصورت "زیاد"، "کم" و یا "وجود ندارد" پرسیده شده است. این دسته بندی علاوه بر سهولت درک و پاسخ به پرسش ها و در نظر گرفتن احتمال عدم تأثیر هر پارامتر در پایلوت از نظر پاسخ دهندگان، میزان تأثیر هر پارامتر بر عامل بالادست خود به روشنی نشان

می‌دهد. پس از طراحی پرسشنامه، مدیران و مسئولین باتجربه در زمینه آب بدون درآمد و مطلع از شرایط حاکم بر منطقه مورد مطالعه در شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴ تهران و سه ناحیه آن؛ بهارستان، سلیمانیه و افسریه، شرکت آب و فاضلاب استان تهران و اساتید دانشگاه پرسشنامه را تکمیل کردند.

جدول ۲- پرسشنامه ریشه‌یابی عوامل مؤثر در پیدایش و افزایش اجزای آب بدون درآمد

وضعیت وجودی پارامتر مذکور در محدوده مورد مطالعه به چه صورت است؟	پارامترهای مؤثر		اجزای آب بدون درآمد	
	زیاد	کم		
			فقر فرهنگی (مشترکین)	تلفات ظاهری
			فقر اقتصادی (مشترکین)، زیاده خواهی اقتصادی	
			ضعف مدیریتی (اطمینان متخلفین از عدم پیگیری شرکت آبفا، عدم اعمال جریمه مناسب)	
			ضعف قانونی (مشکلات ثبتی و خدمات شهری در حاشیه شهرها، ضعف در آیین نامه‌های عملیاتی شرکت آبفا)	
			عدم ثبت به موقع اطلاعات انشعابات جدید	
			عدم نصب به موقع انشعابات و کنتور جدید	
			عدم فرانت به موقع کنتور انشعابات جدید	
			عدم شناسایی کنتورهای خراب	
			ضعف مدیریتی	
			ضعف برنامه‌ریزی	
			ضعف آموزش	تلفات ظاهری
			ضعف برنامه ریزی و نبود مسیر بهینه برای کنتور خوان	
			ضعف نظارت	
			عدم استفاده از فناوری‌های جدید	
			ضعف مدیریتی	
			تخلفات آگاهانه پرسنل	
			ضعف در ساخت	خطای کنتورها
			انتخاب نادرست سایز و کلاس (دقت) کنتور	
			جانمایی و نصب غلط	
			عدم نگهداری صحیح	
			عدم تست و تعویض به موقع	
			مشکلات مالی	
			عدم توجه اقتصادی تعویض بدلیل قیمت کم آب	
			ضعف قانونی	مشترکین مجاز بدون قبض
			ضعف مدیریتی	
			عدم نظارت	
			عدم آگاهی مؤسسات و ارگان‌ها از اهمیت اندازه‌گیری مصارف مجاز	
			انتخاب جنس نامناسب برای لوله‌ها، شیرها و متعلقات	
			اجرای غلط و غیر استاندارد (عدم بسترسازی، پوشش و تراکم)	نشتر مرئی (حوادث و پمپ، بدنه و لوله، شیر،

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

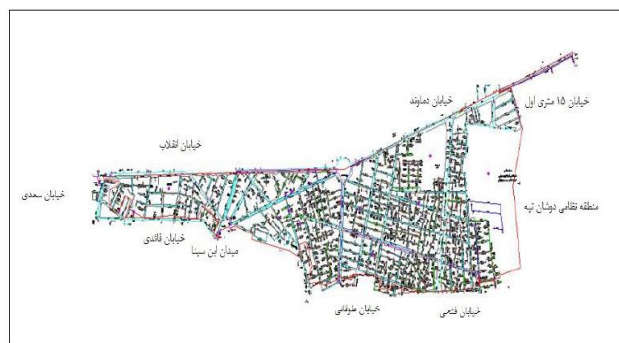
دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

		ضعف در سیستم ۱۲۲ و عدم جمع‌آوری و ثبت کامل اطلاعات حوادث	سرریز مخزن	شکستگی
		کم بودن سرعت و کیفیت تعمیرات		گزارش
		عدم پیمایش و بازرسی مستمر شبکه، شیرآلات، پمپ‌ها و مخازن		(شده)
		بی‌دقتی در حمل لوله و متعلقات		
		کیفیت نامناسب در ساخت لوله و متعلقات		
		طراحی غلط شبکه		
		عدم بهسازی و نوسازی به موقع اجزای شبکه		
		عدم مدیریت فشار در شبکه		
		عدم بررسی و تحلیل علل وقوع حادثه		
		ضعف در مدیریت سرریز مخازن		
		عدم استفاده از سیستم‌های مدیریت از راه دور (برای پمپ و مخزن) - تله‌متری و اسکادا		
		عدم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (PM)		
		کمبود منابع مالی در شرکت آبفا		
		ضعف شرکت در آموزش کارگران و کارشناسان		
		ضعف مدیریتی (عدم وجود نقشه‌های بهنگام، عدم شروع به موقع نشت یابی)		
		عدم انجام تست گام به گام و تشخیص مناطق با ریسک بالا در مناطق ایزوله		
		عدم وجود و اجرای DMA		
		عدم ریشه‌یابی علل وقوع نشت در شبکه		
		ضعف مدیریتی (عدم وجود نقشه‌های بهنگام، عدم وجود سیستم GIS، عدم پیمایش مستمر شبکه، عدم استفاده از شاخصهای مناسب برای تعیین زمان نشت یابی و تعویض)		
		عدم خرید و استفاده از ابزار اندازه‌گیری دقیق و کالیبره شده		
		عدم خرید و استفاده از دستگاه‌های نشت‌یاب و روش‌های مدرن مدیریت نشت		
		انتخاب جنس نامناسب برای لوله‌ها، شیرها و متعلقات	نشت زمینه و شکستگی‌های گزارش نشده	نشت نامرئی
		اجرای غلط و غیر استاندارد (عدم بسترسازی، پوشش و تراکم)		
		عدم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (PM)		
		عدم توجه اقتصادی نشت یابی بدلیل قیمت کم آب		
		بی‌دقتی در حمل لوله و متعلقات		
		کیفیت نامناسب در ساخت لوله و متعلقات		
		طراحی غلط شبکه		
		عدم بهسازی و نوسازی به موقع اجزای شبکه		
		عدم مدیریت فشار در شبکه		
		عدم نشت یابی به موقع و استمرار آن		
		کمبود منابع مالی در شرکت آبفا		
		ضعف شرکت در آموزش کارگران و کارشناسان		
		ضعف در آیین‌نامه‌های عملیاتی و قراردادهای		

۳-۲. مطالعه موردی

در این تحقیق شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴ (محدوده تحت پوشش مخزن ۲) به عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب شده است. این منطقه بنا به دلایلی از جمله بافت شهرسازی قدیمی با معابر باریک و کم عرض، وجود بازار تهران، بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی، بالا بودن متوسط عمر شبکه (بیش از ۴۰ سال)، وجود لوله‌های با اجناس چدن خاکستری و مس که شکننده و پوسیده شده‌اند، وجود تأسیسات سایر شرکت‌ها و ارگان‌های خدماتی نظیر برق، گاز و مخابرات به مقدار زیاد، وجود محدوده طرح ترافیک و ضخامت بیش از حد آسفالت معابر، با شرکت‌های آب و فاضلاب سایر مناطق متفاوت است. طبق آخرین آمار دریافت شده از شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴ [۹]، در سال ۱۳۹۳ در محدوده پایلوت، تلفات ظاهری ۱۴/۴۸ درصد، تلفات واقعی ۹/۳۲ درصد و آب بدون درآمد ۲۳/۸ درصد آب ورودی به شبکه توزیع آب گزارش شده است. در شکل ۱ محدوده تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴، منطقه تحت پوشش مخزن ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱. منطقه تحت پوشش مخزن ۲

۴-۲. تحلیل داده‌های پرسشنامه و خلاصه‌سازی نهایی

در مجموع تعداد ۴۷ پرسشنامه جمع‌آوری شد که ۷۲ درصد از افراد به تمامی پرسش‌ها، ۲۴ درصد فقط به بخش تلفات واقعی پاسخ داده‌اند. همچنین ۱۱ درصد پاسخ‌دهندگان از اساتید دانشگاه و ۸۹ درصد آن‌ها از کارمندان شرکت آب و فاضلاب بودند. در آخرین مرحله با استفاده از داده‌های پرسشنامه، تعدادی از پارامترها که از لحاظ مفهومی به یکدیگر مرتبط بوده و نتایج نزدیک به هم داشته‌اند با یکدیگر ترکیب شده و بصورت یک پارامتر در آمدند. نهایتاً تهدیدات مؤثر بر اجزای آب بدون درآمد در پایلوت در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- فرم نهایی تهدیدات مؤثر بر اجزای آب بدون درآمد در محدوده مورد مطالعه

پارامترهای مؤثر	اجزای آب بدون درآمد	پارامترهای مؤثر	اجزای آب بدون درآمد		
انتخاب جنس نامناسب برای لوله‌ها، شیرها و متعلقات	کیفیت عمومی (حوادث و شکستگی گران‌ترین دسته)	فقر فرهنگی (مشترکین)	انبساط غیرمجاز	تلفات ظاهری	
اجرای غلط و غیر استاندارد (عدم بسترسازی، پوشش و تراکم)		فقر اقتصادی (مشترکین)،			
ضعف در سیستم ۱۲۲ و عدم جمع‌آوری و ثبت کامل اطلاعات حوادث		زیاده‌خواهی اقتصادی			
کم بودن سرعت و کیفیت تعمیرات		ضعف مدیریتی			
عدم پیمایش و بازرسی مستمر شبکه، شیرآلات، پمپ‌ها و مخازن		ضعف قانونی (مشکلات ثبتی و			
بی‌دقتی در حمل لوله و متعلقات		خدمات شهری در حاشیه			
کیفیت نامناسب در ساخت لوله و متعلقات		شهرها، ضعف در آیین			
طراحی غلط شبکه	نامه‌های عملیاتی شرکت آبفا)				

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

پارامترهای مؤثر	اجزای آب بدون درآمد	پارامترهای مؤثر	اجزای آب بدون درآمد
عدم بهسازی و نوسازی به موقع اجزای شبکه	خطای مدیریتی و بهره‌برداری	عدم ثبت به موقع اطلاعات	خطای پرسنلی
عدم مدیریت فشار در شبکه		انشعابات جدید و عدم نصب به موقع انشعابات و کنتور جدید و قرائت آن‌ها	
عدم بررسی و تحلیل علل وقوع حادثه		عدم شناسایی کنتورهای خراب	
ضعف در مدیریت سرریز مخازن		ضعف آموزش	
عدم استفاده از سیستم‌های مدیریت از راه دور (پمپ و مخزن) - تله متری و اسکادا		ضعف برنامه ریزی و نبود مسیر بهینه برای کنتور خوان	
عدم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (PM)		ضعف نظارت	
ضعف مدیریتی (عدم وجود نقشه‌های بهنگام، سیستم GIS و شروع به موقع نشت‌یابی و استمرار آن)		عدم استفاده از فناوری‌های جدید	
ضعف شرکت در آموزش کارگران و کارشناسان		ضعف در ساخت	
کمبود منابع مالی در شرکت آبفا		انتخاب نادرست سایز و کلاس (دقت) کنتور	
عدم وجود و اجرای DMA (عدم انجام تست گام به گام و تشخیص مناطق با ریسک بالا در مناطق ایزوله)		جانمایی و نصب غلط	
ضعف مدیریتی (عدم وجود نقشه‌های بهنگام، عدم وجود سیستم GIS و عدم شروع به موقع نشت‌یابی و استمرار آن)	عدم نگهداری صحیح		
عدم خرید و استفاده از ابزار اندازه‌گیری دقیق و کالیبره شده و دستگاه‌های نشت‌یاب و روش‌های مدرن مدیریت نشت	عدم تست و تعویض به موقع		
انتخاب جنس نامناسب برای لوله‌ها، شیرها و متعلقات	مشکلات مالی		
اجرای غلط و غیر استاندارد (عدم بسترسازی، پوشش و تراکم)	عدم توجه اقتصادی تعویض بدلیل قیمت کم آب		
عدم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (PM)	ضعف قانونی		
عدم توجه اقتصادی نشت‌یابی بدلیل قیمت کم آب	ضعف مدیریتی		
بی‌دقتی در حمل لوله و متعلقات	ضعف نظارت		
کیفیت نامناسب در ساخت لوله و متعلقات	عدم آگاهی ارگان‌ها و موسسات از اهمیت اندازه‌گیری مصارف مجاز		
طراحی غلط شبکه			
عدم بهسازی و نوسازی به موقع اجزای شبکه			
عدم مدیریت فشار در شبکه			
کمبود منابع مالی در شرکت آبفا			
ضعف شرکت در آموزش کارگران و کارشناسان			
ضعف در آیین‌نامه‌های عملیاتی و قراردادهای نشت‌یابی			

۳. جمع بندی نتایج پرسشنامه

با توجه به آنکه پاسخ‌دهندگان در حوزه‌های مختلف شرکت آب و فاضلاب و یا سازمان‌های مرتبط فعالیت داشتند و هریک از درک و شناخت متفاوتی نسبت به تهدیدات مؤثر بر آب بدون درآمد در پایلوت برخوردار بودند، لذا پراکندگی و نتایج دور از انتظار در پاسخ‌ها محتمل است. نتایج حاصل از بررسی و شمارش پاسخ‌ها برای هریک از تهدیدات اجزای آب بدون درآمد در محدوده مورد مطالعه در اشکال ۲ الی ۸ نشان داده شده است.



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



رسوب‌گذاری و ... مؤثراند. اما به دلیل تنوع آن‌ها و محدودیت‌های موجود در جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مربوطه، از این عوامل صرف‌نظر شده است. در فاز دوم تحقیق حاضر، با استفاده از داده‌های پرسشنامه و یک نرم‌افزار مناسب تهدیدات شناخته شده و تأثیر پارامترهای مختلف بر افزایش اجزای آب بدون درآمد بصورت کمی بررسی می‌شود. نتایج حاصل طی مقالات بعدی گزارش می‌شوند.

۵. مراجع

۱. امور نظام فنی و اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، (۱۳۹۱)، "راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن"، نشریه شماره ۵۵۶، امور نظام فنی و اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، تهران، ایران، ۱۷۹ صفحه.
2. Mutikanga, H. E., Sharma, S. K., & Vairavamoorthy, K., (2011), "Multi-criteria decision analysis: a strategic planning tool for water loss management. *Water resources management*", 25(14), 3947-3969.
3. Adams A.S, and LutzLey, A.N., (2012), "An empirical study of factors affecting water loss in Mexican cities", *Journal of Water Sustainability*, 2(3), 167-178.
4. Shilehwa, C. M., (2013), "Factors Influencing Water Supply's Non Revenue Water: A Case Of Webuye Water Supply Scheme", Doctoral dissertation, University of Nairobi, Nairobi, Kenya.
۵. تابش، م.، روغنی، ب.، (۱۳۹۳)، "مدیریت آب بدون درآمد در استان‌های منطقه البرز جنوبی"، همایش مدیریت مصارف آب با تکیه بر توسعه پایدار منطقه البرز مرکزی: چالش‌ها، راهبردها و رویکردهای نو، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
6. Van den Berg, C., (2015), "Drivers of non-revenue water: A cross-national analysis", *Utilities Policy*, 36, 71-78.
7. Zyoud, S. H., Kaufmann, L. G., Shaheen, H., Samhan, S., & Fuchs-Hanusch, D., (2016), "A framework for water loss management in developing countries under fuzzy environment: Integration of Fuzzy AHP with Fuzzy TOPSIS", *Expert Systems with Applications*, 61, 86-105.
۸. تابش، م.، (۱۳۹۵)، "مدل‌سازی پیشرفته شبکه‌های توزیع آب"، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۵۸۵ صفحه.
۹. شرکت مشاور آب صنعت انرژی، (۱۳۹۴)، "گزارش اجرای عملیات بالانسینگ در محدوده تحت پوشش مخزن ۲"، تهران، ایران.