بررسی نقش قیمت آب در توجیه اقتصادی طرح‌های کاهش آب بدون درآمد

مسعود تابش[1]، سهیلا بیگی[2]

۱- استاد دانشکده مهندسی عمران و عضو قطب علمی مهندسی و مدیریت زیر ساخت‌های عمرانی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران
(نویسنده مسئول) mtabesh@ut.ac.ir
۲- دانشجوی دکترای مهندسی عمران- آب، دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

(دریافت ۹۵/۷/٦ پذیرش ۹۵/۸/۷)

چکیده

محدودیت میزان بارش در کنار رشد روزافزون جمعیت که باعث محدودیت شدید منابع تجدیدپذیر و افزایش تقاضای آب در کشور شده است، امر مدیریت تقاضا و اصلاح الگوی مصرف را بیش از پیش ضروری ساخته است. از مهم‌ترین روش‌های مدیریت مصرف، کاهش آب بدون درآمد و تلفات آب در سامانه‌های آبرسانی است. آب بدون درآمد، مابه‌التفاوت آب تولید شده با مصارف اندازه‌گیری شده است که به دو بخش تلفات ظاهری و واقعی تقسیم می‌شود. در راستای تعیین مقدار سوددهی پروژه لازم است کلیه مراحل عملیاتی کاهش آب بدون درآمد مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. در این تحقیق با استفاده از اطلاعات مربوط به یک پایلوت، آب بدون درآمد در منطقه ٤ آب و فاضلاب تهران و راهکارهای پیشنهاد شده توسط مشاور پروژه، توجیه اقتصادی کلیه هزینه‌های مربوط به رفع تلفات در نظر گرفته شد. صرفه اقتصادی انجام راهکارهای پیشنهادی در دو حالت ارزش اقتصادی آب برای تعیین منافع حاصل و در چهار سناریو با نرخ تنزیل‌های مختلف مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان دهنده سودآوری مناسب اجرای راهکارهای آب بدون درآمد با درنظر گرفتن قیمت تمام شده آب برای تعیین سود پروژه، حتی در نرخ تنزیل‌های غیر واقعی و توجیه‌طلبانه اقتصادی در بودجه‌های عمومی است. اما در شرایطی که ارزش اقتصادی آب معادل قیمت خرید و فروش آب برای کاهش تلفات واقعی و ظاهری فرض شود، سودآوری پروژه با چالش مواجه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب بدون درآمد، تحلیل اقتصادی هزینه- فایده، قیمت آب، نرخ تنزیل، سامانه های آبرسانی

۱- مقدمه

مدیریت آب شهری دهه‌های متمادی است که با مشکل تلفات آب مواجه است. رشد سریع شهرها، افزایش جمعیت، افزایش تقاضای آبی در کاربری‌های شرب، صنعت و کشاورزی منجر به کاهش آب در دسترس خصوصاً در مناطق شهری شده است. سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۴ اعلام کرد در بخش شهری تقاضای آب برای مصارف خانگی افزایش خواهد یافت، اما تخمین زده می‌شود این رشد در صنعت و تولید انرژی، بیشتر باشد [۱]. آب بدون درآمد، مابه‌التفاوت آب تولید شده با مصارف اندازه گیری شده است که به دو بخش تلفات ظاهری و واقعی تقسیم می‌شود. تلفات ظاهری، آب مصرف شده‌ای است که به‌دلیل انشعابات غیرمجاز، خطای انسانی، ابزار اندازه‌گیری و یا خطای مدیریت و راهبری سیستم، دقیقاً اندازه‌گیری نشده و هزینه آن به‌وسیله شرکت آب و فاضلاب وصول نشده است. تلفات واقعی ناشی از فرار فیزیکی آب از شبکه توزیع و انشعابات مشترکان است. در این مورد علاوه بر این‌که شرکت آب و فاضلاب پولی به ازای آب تلف شده به‌دست نمی‌آورد، بلکه برای جبران این کمبود باید سرمایه‌گذاری مجددی برای استحصال منابع آب مورد نیاز انجام دهد. تلفات واقعی به دو دسته نشت مرئی یا شکستگی‌های گزارش شده و نشت نامرئی شامل نشت زمینه و شکستگی‌های گزارش نشده تقسیم می‌شود [۲].

بیشترین مصرف سرانه آب شرب به‌دلیل تغییر عادات زندگی در ارتباط با بهبود کیفیت زندگی در کشورهای درحال توسعه مشاهده می‌شود [۳]. افزایش تقاضای آب در صنعت نیز به‌دلیل صنعتی شدن کشورهای در حال توسعه بیشتر است. در نهایت، بر اثر افزایش جمعیت، بهبود در کیفیت زندگی و صنعتی شدن، نیازهای انرژی بیشتر خواهد شد.

حدود ۲۹ میلیارد متر مکعب آب تصفیه شده هر سال در قاره آسیا هدر می‌رود که هزینه‌ای درحدود ۹ میلیارد دلار برای آن برآورد شده است [۴].

نتایج طرح‌های کاهش آب بدون درآمد شهرهای مختلفی در

آسیا به‌همراه استراتژی‌های کلیدی افزایش ظرفیت تولید و توسعه شبکه‌ها در گزارش بانک توسعه اسلامی گردآوری شده است. با وجود آن حذف تمام آب بدون درآمد امکان‌پذیر است، اما کاهش آب بدون درآمد به نصف سطح کنونی خود در کشورهای در حال توسعه واقع بینانه‌تر به نظر می‌رسد. این کاهش به واسطه افزایش درآمد و کاهش هزینه هدر رفت می‌تواند درآمدی بیشتر از ۲/۹ بیلیون دلار در هر سال برای بخش آب تولید کند [۵].

تعداد حوادث و میزان نشت از شبکه‌های توزیع آب، ارتباط مستقیمی با مقدار فشار آب در شبکه دارد. به‌همین دلیل اندازه‌گیری و کنترل فشار هیدرولیکی موجود در شبکه‌های توزیع آب شهری می‌تواند عامل مؤثری در سنجش وضعیت شبکه توزیع و کاهش حوادث آن باشد. معمولاً با توجه به بروز برخی نقایص و یا نقاط ضعف در طراحی، اجرا و یا بهره‌برداری شبکه‌های توزیع آب، مقدار فشار از محدوده مقادیر توصیه شده تجاوز می‌کند. اضافه کردن ظرفیت ذخیره‌سازی به‌منظور کاهش هزینه‌های بهره‌برداری تأثیر مثبتی در هزینه‌های کل بهره‌برداری ندارد. در مجموع افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی، افزایش مصرف آب و انرژی را در پی دارد [۶].

عموماً داده‌ها و اطلاعات در دسترس آب بدون درآمد، بسیار محدود بوده و حتی گاهی اعتماد به همان اطلاعات محدود، اشتباه و گمراه کننده است. در کشورهایی که شرکت‌های مربوطه از نظر حقوقی و قانونی ملزم به نگه‌داشتن سطح تلفات زیر یک سطح خاص هستند، گرایش قوی به ارائه آمار کمتر از آمار واقعی وجود دارد [۴].

شبکه بین‌المللی تعیین معیارهای آب بهداشتی در پایگاه داده بانک جهانی عملکرد بیش از ۹۰۰ شرکت تأمین و توزیع آب را در ۴۴ کشور درحال توسعه بررسی کرد. میزان متوسط آب بدون درآمد در این بررسی حدود ۳۵ درصد عنوان شده است [۷].

جدول ۱ برآورد حجم آب بدون درآمد شهری در سراسر جهان را که در گزارش بانک جهانی منتشر شده است، نشان می‌دهد. بیش از ۳۲ میلیارد مترمکعب آب تصفیه شده از سیستم‌های تأمین آب شهری در سراسر جهان به‌هدر می‌رود. درحالی که فقط در حدود ۱۶ میلیارد مترمکعب از این آب به‌عنوان مصارف مجاز بدون درآمد تحویل داده شده است [۸].

همچنین در جدول ۲ هزینه تلفات آب بدون درآمد در سراسر جهان برآورد شده است. طبق این جدول، بیش از ۱۴ میلیارد دلار در سراسر جهان و حدود یک سوم این هزینه در کشورهای در حال توسعه از دست می‌رود [۸ و ۹].

لازم به ذکر است که برای کاهش تلفات و کاهش خسارت‌های مالی ناشی از آن، قیمت آب خیلی مهم است؛ چون در صورت اعمال قیمت‌های یارانه‌ای و یا غیر واقعی، عموماً راهکارهای کاهش آب بدون درآمد اقتصادی نخواهد بود. به‌همین دلیل عدم سودآوری می‌تواند منجر به اجرایی نشدن راهکارهای کاهش تلفات شود که در نتیجه معضل بحران و کمبود آب کماکان ادامه خواهد داشت. در این پژوهش، با توجه به

Table 1: Estimated Worldwide NRW Volumes [8]

جدول ۱ – حجم آب بدون درآمد شهری در سراسر جهان [۸]

	Population in 2002 (millions) جمعیت سال ۲۰۰۲	System input (lpcd) سرانه آب (lpcd)	NRW(% of system input) آب بدون درآمد(٪)	Ratio نسبت: Physical losses (%) تلفات واقعی (٪)	Ratio نسبت: Commercial losses (%) تلفات ظاهری (٪)	Volume(BCM/year) حجم (میلیارد مترمکعب بر سال): Physical losses تلفات واقعی	Volume(BCM/year): Commercial losses تلفات ظاهری	Volume(BCM/year): Total NRW مجموع
Developed countries کشورهای پیشرفته	744.8	300	15	80	20	9.8	2.4	12.2
Eurasia (CIS) کشورهای قفقاز	178.0	500	30	70	30	6.8	9.2	9.7
Developing countries کشورهای درحال توسعه	837.2	250	35	60	40	16.1	10.6	26.7
		Total مجموع				32.7	15.9	48.6

Table 2: Estimated value of golbal NRW and its components [8]
جدول ۲- هزینه تلفات آب بدون درآمد در سراسر جهان [۸]

			Estimated values billions of US$/year)		
	Marginal cost of water (US$/m^3) هزینه آب	Average tariff (US$/m3) متوسط تلفات	Cost of physical losses هزینه تلفات واقعی	Lost revenue from commercial losses هزینه تلفات ظاهری (US$/year)	Total cost of NRW مجموع هزینه‌های آب بدون درآمد (US$/year)
Developed countries کشورهای پیشرفته	0.30	1.00	2.90	2.40	5.30
Eurasia (CIS) کشورهای قفقاز	0.30	0.50	2.00	1.50	3.50
Developing countries کشورهای درحال توسعه	0.20	0.25	3.20	2.60	5.80
	Total مجموع		8.10	6.50	14.6

اهمیت مطالعات آب بدون درآمد، بررسی راهکارهای اجرایی و عملیاتی کاهش آب بدون درآمد بر مبنای گزارش‌های مطالعات کاهش آب بدون درآمد منطقه ۴ تهران انجام شد. همچنین از آنجایی‌که نقش ارزش اقتصادی آب و انتخاب نرخ تنزیل اقتصادی به‌عنوان پارامترهای تأثیرگذار در تحلیل اقتصادی مطرح است، سناریوهای اقتصادی به‌منظور مقایسه سود و هزینه راهکارهای کاهش آب بدون درآمد طراحی شده و مقادیر اقتصادی متناظر آنها برآورد شده است. در نهایت نیز توسط سناریوهای طراحی شده تحلیل حساسیت اقتصادی انجام شده است و سطح اقتصادی راهکارهای آب بدون درآمد تعیین شده است.

۲- روش کار

در این تحقیق، ابتدا گزارش‌های آب بدون درآمد در منطقه ۴ تهران مورد تحلیل، بررسی و علت‌یابی قرار گرفت و سپس اجزای تأثیرگذار آن مشخص شد. در ادامه راهکارهای اجرایی و عملیاتی کاهش آب بدون درآمد در محدوده مورد مطالعه بررسی و مشخص شد. نتیجه این راهکارها گرچه موجب کاهش اجزای مختلف تلفات می‌شود، ولی ارزیابی اقتصادی و تعیین مقدار سوددهی پروژه، یک شاخص مهم برای تعیین اقتصادی بودن این پروژه‌ها است. در راستای تعیین مقدار سوددهی پروژه، لازم است کلیه مراحل عملیاتی کاهش آب بدون درآمد مورد بررسی و ارزیابی اقتصادی قرار گیرد. همچنین ازآنجایی‌که نقش ارزش اقتصادی آب و انتخاب نرخ تنزیل اقتصادی به‌عنوان پارامترهای تأثیرگذار در آنالیز اقتصادی مطرح می‌باشند، سناریوهای اقتصادی به‌منظور مقایسه سود و هزینه راهکارهای کاهش آب بدون درآمد طراحی شده و مقادیر اقتصادی متناظر آنها برآورد شده است. در نهایت نیز توسط سناریوهای طراحی شده تحلیل حساسیت اقتصادی انجام شده و سطح اقتصادی راهکارهای آب بدون درآمد تعیین شد.

۲-۱- علل به وجود آورنده تلفات

علل ایجاد نشت فشار زیاد آب، بار ترافیک و پوشش یا عمق ناکافی لوله‌ها، خورده شدن شیمیایی یا الکتروشیمیایی لوله‌ها و اتصالات در اثر گذشت زمان، ضربه و بی‌دقتی در حمل، بسترسازی و نصب غیراستاندارد لوله‌ها و اتصالات، کیفیت نامناسب و نامرغوب بودن لوله‌ها، اتصالات و تجهیزات، قدمت زیاد و فرسودگی لوله‌ها، اتصالات و تجهیزات؛ لغزش زمین و رانش خاک، ضربه قوچ، کیفیت نامناسب طراحی و کیفیت نامناسب اجرا است [۱۰]. همچنین از عمده‌ترین دلایل تلفات ظاهری می‌توان به فقر فرهنگی، اقتصادی و کمبودها و ضعف‌های مدیریتی، قانونی، برنامه‌ریزی و آموزش اشاره کرد. جدول ۳ علل به وجود آورنده تلفات آب را جزء به جزء نمایش می‌دهد.

۲-۲- تحلیل اقتصادی

در توجیه اقتصادی رفع تلفات فیزیکی و غیر فیزیکی، بررسی و تعیین دو عامل کل هزینه‌های مطالعات و عملیات رفع تلفات و ارزش آب بازیافتی رکن اساسی را ایفا می‌کنند. انجام مطالعات شناخت و کاهش آب بدون درآمد موقعی اقتصادی است که میزان هزینه‌های پرداختی جهت این امر از درآمدهای ناشی از کاهش آب بدون درآمد کمتر باشد. در شکل ۱ نمودار هزینه- فایده و میزان بهینه کاهش آب بدون درآمد نشان داده شده است [۱۰]. بر اساس شکل ۱ کاهش آب بدون درآمد در ابتدا با هزینه کمی می‌تواند انجام شود ولی هنگامی که مقدار تلفات از مقدار بهینه اقتصادی کمتر شود، گرچه می‌توان باز هم تلفات را کاهش داد ولی این کار اقتصادی نیست. مشاهده می‌شود که قیمت آب در تعیین نقطه بهینه تلفات، نقش به سزایی ایفا می‌کند.

Table 3: Causes of Water Losses [11]
جدول ۳ - علل به وجود آورنده تلفات آب [۱۱]

Real losse تلفات واقعی			Apparent Losse تلفات ظاهری	
Components of NRW اجزای آب بدون درآمد		**Effective causes** علل مؤثر	**Components of NRW** اجزای آب بدون درآمد	**Effective cuases** علل مؤثر
		Inappropriate materials used for valves, pipes, and accessories انتخاب جنس نامناسب برای لوله ها، شیرها و متعلقات		(Consumers') cultural ignorance فقر فرهنگی (مشترکین)
		Non-standard or faulty installation اجرای غلط و غیر استاندارد (عدم بسترسازی، پوشش و تراکم)		(Consumers') poverty or greed) فقر اقتصادی (مشترکین)، زیاده خواهی اقتصادی
		Inadequacies in 122 system, failure to collect and record complete data on incidents ضعف در سیستم ۱۲۲ و عدم جمع آوری و ثبت کامل اطلاعات حوادث	Illegal connections انشعابات غیر مجاز	Poor management (certainty of wrongdoers and offenders of the company's liniency or inability to sue or fine the offenders appropriately) ضعف مدیریتی (اطمینان متخلفین از عدم پیگیری توسط شرکت آبفا، عدم اعمال جریمه مناسب برای متخلفین
		Slow and poor repair operations کم بودن سرعت و کیفیت تعمیرات		Legal inadequacies (ownership documentation in the outskirts of urban areas or the inefficiency of operation codes of water and waterwater companies ضعف قانونی (مشکلات ثبتی و خدمات شهری در حاشیه شهرها، ضعف در آیین نامه های عملیاتی شرکت آبفا
		Lack of continuous monitoring and inspection of the network, valves, pumps, and storage tanks عدم پیمایش و بازرسی مستمر شبکه، شیرآلات، پمپ‌ها و مخازن		Failure to make timely records of new connections عدم ثبت به‌موقع اطلاعات انشعابات جدید
Visible leaks (Reported incidents and pipe breaks) نشت مرئی (حوادث و شکستگی گزارش شده)	Valves, pipes, pumps, storage walls and overflows لوله، شیر، پمپ، بدنه و سرریز مخزن	Poor handling of pipes and accessories بی‌دقتی در حمل لوله و متعلقات		Failure to timely install connections or new meters عدم نصب به‌موقع انشعابات و کنتور جدید
		Poorly manufactured pipes and accessories کیفیت نامناسب در ساخت لوله و متعلقات	Management faults خطای مدیریتی	Failure to record timely readings عدم قرائت به‌موقع کنتور انشعابات جدید
		Improper network design طراحی غلط شبکه		Failure to identify malfunctioning water meters عدم شناسایی کنتورهای خراب
		Untimely maintenance and rennovation of network components عدم به‌سازی و نوسازی به‌موقع اجزای شبکه		Poor management ضعف مدیریتی
		Mismanagement of pressure along the network عدم مدیریت فشار در شبکه		Poor planning and scheduling ضعف برنامه‌ریزی
		Failure to identify the underlying causes of network fauilures عدم بررسی و تحلیل علل وقوع حادثه		Poor training ضعف آموزش
		Poor management of storage overflows ضعف در مدیریت سرریز مخازن		Poor planning and absence of optimized routes for meter eaders ضعف برنامه ریزی و نبود مسیر بهینه برای کنتور خوان
		Non-existence of remote management systems of telemetry or SCADA (for pumps and storage tanks) عدم استفاده از سیستم‌های مدیریت از راه دور (برای پمپ و مخزن) – تله متری و اسکادا	Personnel errors Meter errors خطای پرسنلی	Poor supervision ضعف نظارت
		Lack of a PM plan عدم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (PM)		Failure to employ new technologies عدم استفاده از فناوری‌های جدید
		Shortage of funds at copmpany level کمبود منابع مالی در شرکت آبفا		Poor management ضعف مدیریتی

Table 3: (Cont'd) Causes of Water Losses [11]
ادامه جدول ۳ – علل به وجود آورنده تلفات آب [۱۱]

Real losse تلفات واقعی		Apparent Losse تلفات ظاهری	
Components of NRW **اجزای آب بدون درآمد**	**Effective causes** **علل مؤثر**	**Components of NRW** **اجزای آب بدون درآمد**	**Effective cuases** **علل مؤثر**
Invisible leak نشت نامرئی	Poor labor and staff training ضعف شرکت در آموزش کارگران و کارشناسان	Unbilled authorized consumption خطای کنتورها	Informed/intentional personnel errors تخلفات آگاهانه پرسنل
	Poor management (non-existence of updated drawings, failure to execute timely leak inspections) ضعف مدیریتی (عدم وجود نقشه های بهنگام، عدم شروع به موقع نشت یابی)		Imoproper selection of meter size and class (to ensure accuracy) انتخاب نادرست سایز و کلاس (دقت) کنتور
	Failure to perform step-by-step tests to identify high risk zones in isolated areas عدم انجام تست گام به گام و تشخیص مناطق با ریسک بالا در مناطق ایزوله		Poorly manufacture meters ضعف در ساخت
	Failure to detect the root causes of leaks in the network عدم ریشه یابی علل وقوع نشت در شبکه		Improper location and installation of meters جانمایی و نصب غلط
	Poor manangement (Non-existence of updated drawings and GIS, Non-existnec of continual netwrok monitoring, Failure to employ proper indices to schedule leak detection and maintenance operations ضعف مدیریتی (عدم وجود نقشه های بهنگام، عدم وجود سیستم GIS، عدم پیمایش مستمر شبکه، عدم استفاده از شاخصهای مناسب برای تعیین زمان نشت یابی و تعویض)		Poor maintenance عدم نگهداری صحیح
	Failure to purchase and employ calibrated instrumentation عدم خرید و استفاده از ابزار اندازه‌گیری دقیق و کالیبره شده		Failuer to test in time and replace عدم تست و تعویض به موقع
Non-reported background leaks and pipe breakage نشت زمینه و شکستگی های گزارش نشده	Failure to purchase/employ leak detection instruments and modern leak management techniques عدم خرید و استفاده از دستگاه‌های نشت‌یاب و روش‌های مدرن مدیریت نشت		Financial problems مشکلات مالی
	Selection of imporper materials for pipes, valves, and accessories انتخاب جنس نامناسب برای لوله ها، شیرها و متعلقات		Lack of economic justification for meter replace meuts due to water prices عدم توجیه اقتصادی تعویض بدلیل قیمت کم آب
	Improper and non-standard implementation (lack of bedding, cover, and proper cover density) اجرای غلط و غیر استاندارد (عدم بسترسازی، پوشش و تراکم)		Legal inadequacies ضعف قانونی
	Non-existence of a PM plan عدم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (PM)	مشترکین مجاز بدون قبض	Management inefficiency ضعف مدیریتی
	Lack of economic justificatiobn due to low water prices عدم توجیه اقتصادی به دلیل قیمت کم آب		Lack of supervision عدم نظارت
	Poorly manufactured pipes and accessories بی‌دقتی در حمل لوله و متعلقات		Unawareness of relevant organizations and agencies عدم آگاهی مؤسسات و ارگان‌ها از اهمیت اندازه‌گیری مصارف مجاز
	Poorly manufactured pipes and accessories کیفیت نامناسب در ساخت لوله و متعلقات		

Table 3: (Cont'd) Causes of Water Losses
ادامه جدول ۳ – علل به وجود آورنده تلفات آب [۱۱]

Real losse تلفات واقعی		Apparent Losse تلفات ظاهری	
Components of NRW اجزای آب بدون درآمد	**Effective Couses** علل مؤثر	**Components of NRW** اجزای آب بدون درآمد	**Effective cuase** علل مؤثر
	Improper network design طراحی غلط شبکه		
	Untimely maintenance and rennovation of network components عدم بهسازی و نوسازی به‌موقع اجزای شبکه		
	Mismanagement of pressure along the network عدم مدیریت فشار در شبکه		
	Failure to identify the underlying causes of network fauilures l عدم نشت‌یابی به موقع و استمرار آن		
	Shortage of funds at copmpany level کمبود منابع مالی در شرکت آبفا		
	Poor labor and staff training ضعف شرکت در آموزش کارگران و کارشناسان		
	Inadequacines and shorcomings in operation and contract codes and instructions ضعف در آیین نامه‌های عملیاتی و قراردادها		

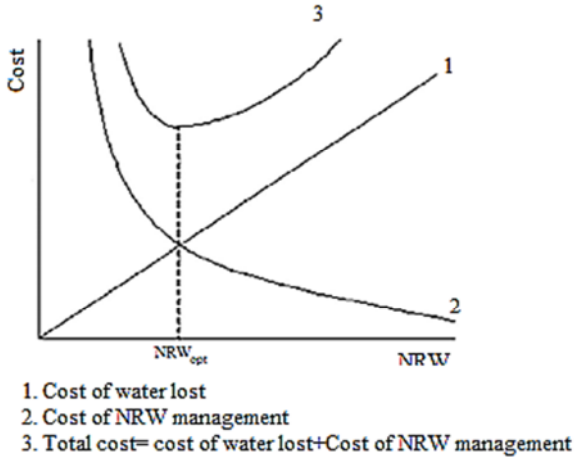

Fig.1: Cost-benffic diagram for the studies and executive operations of reducing NRW measures [10]
شکل ۱ – نمودار هزینه- فایده مطالعات و عملیات اجرایی کاهش آب بدون درآمد [۱۰]

۲-۲-۱- ارزش اقتصادی آب

به‌طورکلی ارزش اقتصادی آب می‌تواند قیمت تمام شده یک مترمکعب آب باشد که بنابر ضوابط تعیین می شود. تعیین این با توجه به مجموعه‌ای از هزینه‌های موجود برای تأمین، تصفیه، انتقال، ذخیره و نگهداری و توزیع آب در یک دوره یکساله انجام می‌شود و به این وسیله قیمت تمام شده آب محاسبه می‌شود. با جمع‌کردن کل هزینه‌ها و اقساط سالانه و مقدار آب استحصال شده در مدت یک‌سال قیمت تمام شده یک متر مکعب آب تعیین می‌شود. ارزش اقتصادی آب شامل ارزش ذاتی آن در هر منطقه متناسب با شرایط طبیعی و اقلیمی در دسترسی به آب، ارزش سرمایه‌گذاری‌های تأمین، انتقال، توزیع و بازیافت آب برای بخش‌های مختلف مصرف است و ارزش آب بستگی به منطقه مورد مطالعه نیز دارد. همچنین در تعیین ارزش آب در مصارف مختلف، باید نیازهای پایه آب شرب و بهداشتی در چهارچوب الگوی مصوب برای شهر و روستا تأمین شود.

۲-۲-۲- روش ارزش فعلی

روش مرسوم محاسبه ارزش ذاتی یا واقعی، استفاده از تجزیه و تحلیل ارزش فعلی[1] است. ارزش فعلی در علم اقتصاد، یکی از روش‌های استاندارد ارزیابی طرح‌های اقتصادی است. در این روش، جریان نقدینگی شامل درآمد و هزینه بر پایه زمان وقوع درآمد یا هزینه به نرخ روز تنزیل می‌شود. به این ترتیب در جریان نقدینگی، ارزش زمان انجام هزینه یا درآمد نیز لحاظ می‌شود. در روش ارزش فعلی، ابتدا تمامی هزینه‌ها و درآمدها بسته به اینکه در چه زمانی به وقوع خواهند پیوست، با نرخ بهره مناسبی تنزیل می‌شوند [۱۲]. ارزش فعلی توسط رابطه ۱ برآورد می‌شود.

[1] Present Value Analysis (PVA)

$$PV_t = \frac{C}{(1+i)^t} \quad (۱)$$

که در آن، C: هزینه‌های زمان‌های آینده، t: تعداد دوره‌های زمانی و i: نرخ تنزیل است. بنابراین PV_t: ارزش فعلی پرداخت‌ها در انتهای دوره زمانی t است. همچنین انتخاب نرخ تنزیل بسیار مهم است و تأثیر قابل‌توجهی روی نتایج تجزیه و تحلیل ارزش فعلی دارد.

۲-۲-۳- نرخ تنزیل

پایه و اساس تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی، درک مفهوم این جمله است که هر رقم پیش‌بینی شده برای جریانات نقدی در سال‌های آتی، برابر یک سرمایه‌گذاری با نرخ سود سالانه در زمان حال است. بر اساس آنچه در بحث ارزش فعلی توضیح داده شد، در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی برای حذف عامل زمان در محاسبات، ارزش جریانات نقدی که در سال‌های آتی کسب می‌شود را با استفاده از ضریب، به ارزش روز تبدیل می‌نمایند. به‌طور معمول نرخ تنزیل در یک طرح سرمایه‌گذاری که برای محاسبه ارزش فعلی هزینه‌ها و درآمدهای پیش‌بینی شده برای سال‌های آتی طرح مورد استفاده قرار می‌گیرد، معادل حداکثر نرخ سود بدون ریسک مانند نرخ سود سپرده بلند مدت بانکی و یا اوراق مشارکت به‌اضافه چند درصد برای پوشش ریسک سرمایه‌گذاری است. نرخ تنزیل که از آن می‌توان به‌عنوان یک استاندارد شاخص اقتصادی نام برد همانگونه که در بخش‌های قبلی و در مورد استاندارد شاخص اقتصادی اشاره شد، تابعی از زمان، مکان و صنعت مورد بررسی است و در شرایط مختلف با درنظر گرفتن همه موارد تأثیرگذار برآن تعیین می‌شود و در محاسبات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انتخاب نرخ تنزیل برای پروژه‌های عمرانی به دلیل تأثیر عوامل مختلف اجتماعی و اقتصادی بسیار پیچیده است. انتخاب نرخ تنزیل در پروژه‌های عمومی با سه رویکرد ۱) نرخ تنزیل صفر، ۲) نرخ تنزیل ثابت و ۳) نرخ تنزیل کاهنده نسبت به زمان انجام می‌شود [۱۳].

۳- مطالعه موردی

در این پژوهش تحلیل اقتصادی و مطالعه سود و هزینه‌های کاهش آب بدون درآمد در محدوده آب و فاضلاب منطقه ۴ شهر تهران و تحت پوشش مخزن شماره ۲ صورت گرفته است. قدمت تأسیسات آبرسانی منطقه و خطوط انتقال آن در این منطقه به بیش از ۴۰ سال می‌رسد و با توجه به افزایش جمعیت این محدوده طی سال‌های اخیر، به تناسب، نیازمند اصلاح، بازسازی و توسعه است که این امر اهمیت مطالعات آب بدون درآمد را بیشتر نشان می‌دهد. محدوده مورد مطالعه دارای ۸۵ کیلومتر خط توزیع در ۱/۹ کیلومتر مربع مساحت با ۸۵۳۸ سطح مشترک تحت پوشش است. جدول ۴ بالانس آب در این پژوهش را نمایش می‌دهد.

۳-۱- شرح پژوهش

پژوهش در محدوده تحت پوشش مخزن ۲ منطقه ۴ آب و فاضلاب تهران نشان دهنده این امر بود که ۶۱ درصد کل هدر رفت در این محدوده در مدت زمان درنظر گرفته شده برای بالانسینگ، به هدر رفت واقعی اختصاص دارد. همان‌طور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود، تأمین آب در محدوده مورد مطالعه فقط توسط خرید آب تصفیه شده تأمین می‌شود. به این ترتیب در این پژوهش دو حالت برای ارزش آب در نظر گرفته شده است:

حالت اول: برای دستیابی به منافع حاصل از راهکارهای کاهش تلفات فیزیکی، ارزش آب معادل قیمت خرید آب تصفیه شده برابر ۷۰۰۰ ریال و برای دستیابی به منافع حاصل از راهکارهای کاهش تلفات ظاهری قیمت فروش آب معادل ۳۰۰۰ ریال در نظر گرفته شده است.

حالت دوم: ارزش آب برابر قیمت تمام شده آب در نظر گرفته می‌شود. اما همان‌گونه که در قسمت‌های قبل توضیح داده شد برای محاسبه قیمت تمام شده واقعی در هر منطقه نیاز به اطلاعات هزینه‌ای از مرحله تأمین، انتقال تا تصفیه است و به‌دلیل عدم در دسترس بودن این اطلاعات، در این پژوهش، قیمت تمام شده برابر ۱۰۰۰۰ ریال فرض شده است.

همچنین با توجه به اهمیت نرخ تنزیل در محاسبه اقتصادی سود پروژه، چهار سناریو زیر برای تحلیل حساسیت نرخ تنزیل اقتصادی در نظر گرفته شده است:

سناریو ۱: نرخ تنزیل صفر فرض شده است. به‌عبارتی شرایط اقتصادی اجرای پروژه بدون وابستگی به تورم درنظر گرفته شده است.

سناریو ۲: نرخ تنزیل برابر ۱۲ درصد (که اغلب در پروژه‌های عمرانی استفاده می‌شود) در نظر گرفته شده است. در صورتی که در فضای اقتصاد ایران این نرخ تنزیل، واقعی نیست زیرا تورم اقتصادی بیشتر از عدد در نظر گرفته شده است و در سرمایه‌گذاری‌های خصوصی قابل توجیه نیست. این فرض به‌دلیل درنظر گرفتن یارانه‌های دولتی در پروژه‌های عمرانی در نظر گرفته شده است، درصورتی‌که با اهداف کلان کشوری در رابطه با حذف یارانه‌ها و خصوصی‌سازی شرکت‌های آب و فاضلاب منافات دارد.

سناریو ۳: نرخ تنزیل معادل ۲۵ درصد درنظر گرفته شده است. زیرا اگر حداکثر سود بانکی در کشور ۲۰ درصد باشد، نرخ تنزیل مناسب

Table 4: Water balance metrix for the study area (m^3/day)

جدول۴- جدول موازنه آب در محدوده مورده مطالعه (m^3/day)

Supply محل تامین	Input ورودی	Total input کل ورودی		Output خروجی		Output خروجی	Components of NRW اجزاء آب بدون درآمد	Output خروجی		Output خروجی
Well چاه	۰	22434	Authorized consumption مصارف مجاز	17566	Billed authorized consumption مصارف مجاز با درآمد	17547	Billed metered consumption (inc. water exported) آب تحویلی به دیگر شبکه ها (فروش کلی)	۰	Revenue Water آب با درآمد	17547
							Billed metered consumption مصارف اندازه گیری شده با درآمد (دارای قبض)	۱۷۵۴۷		
Subterranean canal قنات	۰						Billed unmetered consumption مصارف اندازهگیری نشده با درآمد (دارای قبض)	۰		
					Unbilled authorized consumption مصارف مجاز بدون درآمد	18	Unbilled Unmetered Consumption مصارف اندازه گیری نشده بدون درآمد (شستشوی شبکه)	۰	Non-Revenue Water آب بدون درآمد	4888
Fountain چشمه	۰						Unbilled Metered Consumption مصارف اندازه گیری شده بدون درآمد	۱۸		
			Water losses هدر رفت آب	4869	Apparent Losses هدر رفت ظاهری	1778	Unauthorized Consumption مصارف غیر مجاز	۰		
Purchase of Treated Water خرید آب تصفیه شده	۲۲۴۳۴						Systematic Data Handling Errors خطاهای سیستماتیک دادهگردانی	۱۰		
							Metering Inaccuracies عدم دقت تجهیزات اندازه گیری	۲۴۷۵۵		
					Real Losses هدر رفت واقعی	3091	Leakage from distribution net work نشت از شبکه توزیع	۱۷۶۹		
Inflow to the Treatment Plan ورودی به تصفیه خانه	۰						Leakage from transmission lines نشت خطوط انتقال	۰		
							Overflows at Utility's storage tanks سرریز مخازن	۰		
							Leakage from storage tanks نشت از مخازن	۰		
Other Sources سایر منابع	۰						Background losses حجم ناشی از تلفات زمینه	۱۹۳۷		
							Leakage Service connections نشت انشعابات مشترکین	۷۰۶		

Table 5: Cost of different measres of reducing NRW in the case study area (Thousand IR Rials)
جدول ۵ - هزینه‌های مربوط به راهکارهای کاهش هدر رفت در محدوده مطالعاتی (هزار ریال)

Row ردیف	Type of Losses نوع هدر رفت	Strategic Approach راهکار ارائه شده	Unit واحد	Quality تعداد	Unit Cost هزینه هر واحد	Labor Cost+ هزینه دستمزد	Materials Cost هزینه مصالح	Permit Cost هزینه مجوز	Total Cost جمع هزینه
1	Real Losses هدر رفت واقعی	Leak detection نشت یابی	Km کیلومتر	69	2000				138000
2		Connections Repair تعمیر انشعابات	Events فقره	85	4300	2000	500	1800	731000
3		Main Pipe Repair تعمیر لوله اصلی	Events عدد	1	20400	11000	4000	54000	89400
4		Valves Repairs تعمیر شیرآلات	Events عدد	1	6816	3000	816	3000	13632
5		Connections replace ment نوسازی انشعابات	Unit فقره	114	13520	4520	4200	48000	3082560
6		PRV Instalation نصب شیر فشارشکن	Machinery دستگاه	6	225200	18000	200000		2659200
7		PRV chamber construction ساخت اتاقچه فشار شکن	m^3 مترمکعب	6	95000	45800	42000	7200	1140000
8		Valves Monitoring مانور منظم شیرآلات	Round دوره	1300		30			39000
9		Pressure Control and Monitoring کنترل و پایش فشار	Set ست	6		140 daily	300000		1800840
10	Apparent Losses هدر رفت ظاهری	Meter Replacement تعویض کنتور	Unit دستگاه	54	4100	550	3600		445500
11		Large Meters Test and Calibration تست منظم کنتورهای بزرگ و کالیبراسیون	Round دوره	4	2500				10000

برای انجام محاسبات طرح و برآورد شاخص‌های مالی آن با توجه به ریسک سرمایه‌گذاری، در حدود ۲۵ درصد خواهد بود. این به آن مفهوم است که هزینه‌ها و درآمدهایی که برای طرح در طی سال‌های آتی پیش‌بینی می‌شود، براساس نرخ تنزیل ۲۵ درصد سالانه است. به این ترتیب در این سناریو سرمایه‌گذاری طرح کاهش آب بدون درآمد با سپرده‌گذاری در بانک که دارای نرخ سود سالانه ۲۵ درصد است، مقایسه می‌شود.

سناریو ۴: نرخ تنزیل اقتصادی، متناسب با شرایط ایران و اهداف کلان اقتصادی در رابطه با کاهش تورم در نظر گرفته شده است. در این سناریو نرخ تنزیل در سال ابتدای دوره طرح برابر ۲۵ درصد بوده که با شیب خطی در انتهای دوره طرح به ۱۲ درصد می‌رسد.

۳-۲- راهکارهای پیشنهادی در محدوده مطالعاتی

راهکارهای پیشنهادی به‌منظور کاهش آب بدون درآمد در دو دسته کلی هدر رفت واقعی و ظاهری مورد بررسی قرار گرفته است. جدول ۵ تقسیم‌بندی هزینه‌های مربوط به راهکارهای کاهش هدررفت این پژوهش را نشان می‌دهد.

۴- تجزیه و تحلیل اقتصادی

به‌طور کلی برای توجیه اقتصادی هر پروژه باید منافع اقتصادی حاصل از پیاده‌سازی پروژه نسبت به هزینه‌های قابل پرداخت آن مورد ارزیابی قرار گیرد تا نسبت به سودمندی آن بررسی‌های لازم انجام شود. مجموع برنامه‌های کاهش هدر رفت در شبکه‌های آبرسانی نیز از این قاعده مستثنی نیست. در واقع باید با در نظر گرفتن فواید اقتصادی حاصل از این برنامه‌ها، نسبت به اقتصادی بودن یا نبودن برنامه‌های کاهش هدررفت اظهار نظر کرد. برای تعیین منافع اقتصادی حاصل از فعالیت‌های کاهش هدررفت‌های واقعی و ظاهری در شبکه‌های آبرسانی، باید مقدار آبی که در اثر کنترل هر یک از عوامل هدررفت حاصل می‌شود، محاسبه شود.

۴-۱- مزایای اقتصادی کاهش هدر رفت واقعی

با مشخص کردن قیمت آب بازیافتی در عملیات نشت‌یابی و رفع آن، مقدار مجموع منافع اقتصادی به‌دست آمده از آب‌های بازیافتی در منطقه مورد نظر از شبکه، مورد بررسی قرار گرفته و مقدار درآمد حاصله محاسبه می‌شود. از دیگر منافعی که در اثر برنامه‌های کاهش

هدر رفت واقعی در شبکه‌های آبرسانی ایجاد می‌شود، کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات با استفاده از کاهش تکرار رخداد حوادث در شبکه است. ارزیابی اقتصادی فعالیت‌های کاهش هدر رفت واقعی را می‌توان به‌صورت گام به گام انجام داد، این گام‌ها عبارت‌اند از:

۱- شناسایی محل رخداد نشت و ارزیابی تخمینی مقدار نشت قابل رخداد در آن با استفاده از روش‌های اندازه‌گیری موجود همچون اندازه‌گیری جریان شبانه و یا تخمین آن با استفاده از روش مقایسه‌ای بین مناطق مشابه؛

۲- ارزیابی قیمت فروش مقدار آب بازیافتی و میزان منفعت مالی حاصل از عملیات کاهش مقدار هدر رفت واقعی؛

۳- ارزیابی هزینه‌های مربوط به عملیات کاهش هدررفت‌های واقعی؛

۴- مقایسه منافع اقتصادی این عملیات با هزینه‌های مطالعات و اجرایی مربوط به آن.

لازم به ذکر است که در ابتدای پروژه برای تهیه دستگاه‌ها و لوازم مورد نیاز عملیات مربوطه از جمله دستگاه‌های نشت‌یابی نیاز به سرمایه‌گذاری هنگفتی است، اما به این دلیل که هزینه اشاره شده برای کل سیستم در نظر گرفته شده، درصدی از این هزینه به‌عنوان مقدار استهلاک دستگاه‌ها منظور شده است.

۴-۲- مزایای اقتصادی کاهش هدررفت ظاهری

در مقابل هزینه‌هایی که در عملیات کاهش هدررفت ظاهری در مقابل هزینه‌هایی که ایجاد می‌کند، همچون هزینه اصلاح انشعابات و یا نصب کنتورهای نو و با حساسیت و دقت بالا به جای کنتورهای قدیمی‌تر، موجب کاهش سالانه مقدار هدر رفت ظاهری می‌شود. در واقع با کاهش خطی اندازه‌گیری مصرف مشترکان و جلوگیری از مصارف غیرمجاز و دیگر موارد، حجم بالایی از آب تولید شده و هدر رفته دوباره بازیابی می‌شود و منفعت مالی ایجاد می‌شود.

همان‌گونه که در روش پژوهش ذکر شد چهار سناریو برمبنای نرخ‌تنزیل‌های متفاوت و در دو حالت طراحی شده برای ارزش آب برآورد و مقایسه شده است. در جدول ۶ هزینه‌های مربوط به راهکارهای کاهش آب بدون درآمد بر اساس سناریوهای طراحی شده آورده شده است. شکل‌های ۲ و ۳ نیز نمودار هزینه‌های مربوط به سناریوهای راهکارهای کاهش هدررفت در محدوده مطالعاتی بر مبنای قیمت تمام شده آب، قیمت خرید آب و قیمت فروش نمایش داده شده است.

جدول ۶ و شکل‌های ۲ و ۳ نشان دهنده حساسیت زیاد آنالیز اقتصادی به تعیین نرخ تنزیل و مخصوصاً ارزش اقتصادی آب انتخاب شده برای تعیین منفعت حاصل از اجرای پروژه است. چنانچه مقدار نسبت سود به هزینه کمتر از یک باشد، یعنی سودی از عملیات حاصل نشده است. همچنین محل برخورد نمودار مجموع ارزش فعلی خالص با محور افقی نشان دهنده سال شروع بازگشت سرمایه است.

در شکل ۲ با فرض قیمت خرید آب برای راهکارهای تلفات فیزیکی و قیمت فروش آب برای راهکارهای تلفات ظاهری سودآوری سناریوی ۱ پس از سال ششم با نسبت سود به هزینه برابر ۱/۴ به‌دست می‌آید. درصورتی که با همین ارزش‌گذاری منافع، در نرخ تنزیل ۱۲ درصد، سودآوری اندک پروژه پس از سال دوازدهم به وقوع می‌پیوندد. در این سناریو نسبت سود به هزینه تقریباً برابر یک است و به این معنی است که طرح کاهش آب بدون درآمد منفعتی را به دنبال ندارد. در سناریوهای ۳ و ۴ نیز که نرخ تنزیل اقتصادی با تورم جامعه هماهنگ‌تر است، عدم بازدهی اجرای پروژه آب بدون درآمد در دوره طرح کاملاً مشهود است.

نسبت سود به هزینه کمتر از یک نیز نشان‌دهنده همین امر است. به‌عبارت دیگر نرخ تنزیل ۲۵ درصد در سناریوی۳ و نرخ تنزیل کاهنده نسبت به زمان از ۲۵ درصد به ۱۲ درصد در سناریوی ۴، در شرایط فرض قیمت خرید آب برای راهکارهای تلفات فیزیکی و قیمت فروش آب برای راهکارهای تلفات ظاهری بازگشت سرمایه‌ای رخ نمی‌دهد مگر آنکه نرخ تنزیل مطابق سناریوهای ۱ و ۲ در نظر گرفته شود. این نتیجه همان اقدامی است که عموماً در پروژه‌های عمرانی از جمله مطالعات کاهش آب بدون درآمد انجام می‌شود. به این طریق سرپوشی بر عدم درنظرگرفتن ارزش واقعی اقتصادی آب نهاده می‌شود در صورتی که این امر با واقعیت فضای اقتصادی ایران منافات دارد.

در شکل ۳ قیمت تمام شده آب به‌عنوان ارزش آب در محاسبه سود پروژه در نظر گرفته شده است. نتایج نشان دهنده سودآوری مناسب اجرای راهکارهای آب بدون درآمد است. سناریوهای چهارگانه نرخ تنزیل در این حالت نشان دهنده حساسیت در تعیین شیب و حداکثر مجموع ارزش فعلی خالص در دوره طرح است. همچنین حساسیت در سال شروع بازگشت سرمایه در این حالت کمتر شده و نتایج نشان می‌دهد، تقریباً پس از سال دوم طرح در هر چهار سناریو بازگشت سرمایه به وقوع می‌پیوندد.

Table 6: Cost of different scenarios to reduce NRW (milion IR Rials)

جدول ۶ – هزینه‌های مربوط به راهکارهای کاهش آب بدون درآمد بر اساس سناریوهای طراحی شده

	Scenario 1: Interest rate = 0% سناریوی ۱: نرخ تنزیل صفر	Scenario 2: Interest rate = 12% سناریوی ۲: نرخ تنزیل ۱۲٪	Scenario 3: Interest rate = 25% سناریوی ۳: نرخ تنزیل ۲۵٪	Scenario 4: with reducing Interest rate سناریوی ۴: نرخ تنزیل ۲۵٪ کاهنده با زمان
Appraisal period (years) دوره طرح	25	25	25	25
Capital Costs (million IR Rials) هزینه سرمایه گذاری برای کاهش تلفات (میلیون ریال)	10,969	10,969	10,969	10,969
Whole Priod Life Costs (million IR Rials) مجموع هزینه دوره طرح (میلیون ریال)	57,215	57,215	57,215	57,215
Economic analysis on the basis of real water price (milion IR Rials) تحلیل اقتصادی بر مبنای ارزش واقعی آب				
Present Value of Benefits ارزش فعلی سود (میلیون ریال)	162,967	54,108	29,042	31,560
Present Value of Costs ارزش فعلی هزینه (میلون ریال)	57,215	24,378	16,848	17,627
Benefit Cost Ratio $\frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}}$	2.85	2.22	1.72	1.79
Present Net Value ارزش فعلی خالص (میلیون ریال)	10,5752	29,729	12,194	13,933
Economic analysis on the basis of the purchase price of water for real losses and selling price for apparent losses (milion IR Rials) تحلیل اقتصادی بر مبنای قیمت خرید آب برای راهکارهای تلفات فیزیکی و قیمت فروش آب برای راهکارهای تلفات ظاهری				
Present Value of Benefits ارزش فعلی سود (میلیون ریال)	79820	26502	14225	15458
Present Value of Costs ارزش فعلی هزینه (میلون ریال)	57215	24378	16848	17627
Benefit Cost Ratio $\frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}}$	1.4	1.09	0.84	0.88
Net Present Value ارزش فعلی خالص (میلیون ریال)	22605	2123	-2623	-2169

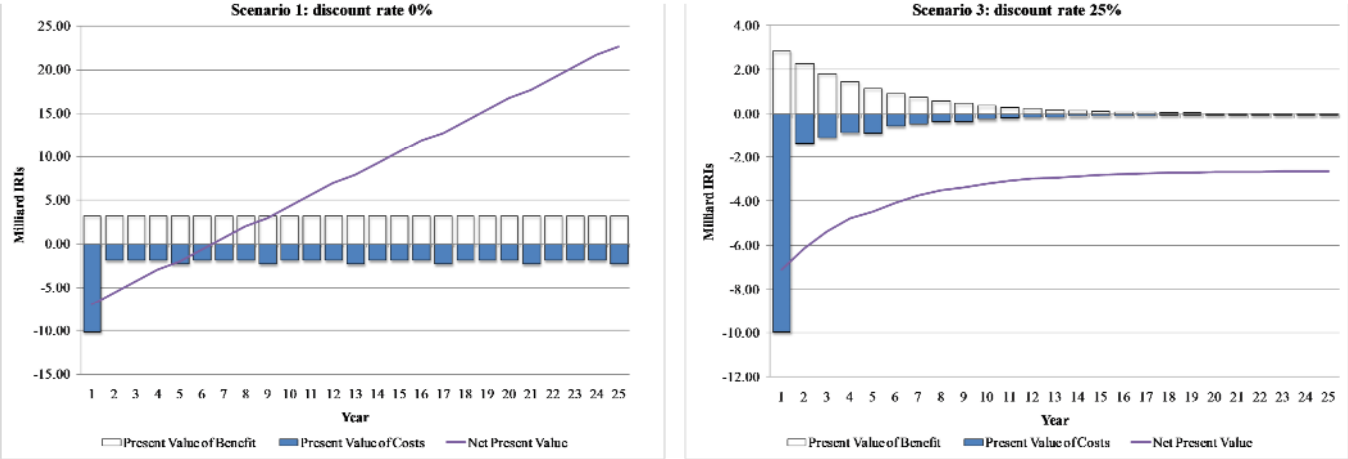

Fig. 2: Cost diagrams for the different scenarios of reducing NRW based on purchase water price for real losses and selling water price for apparent losses

شکل ۲– نمودار هزینه‌های مربوط به سناریوهای راهکارهای کاهش هدر رفت در محدوده مطالعاتی بر مبنای قیمت خرید آب برای راهکارهای کاهش تلفات فیزیکی و قیمت فروش آب برای راهکارهای کاهش تلفات ظاهری

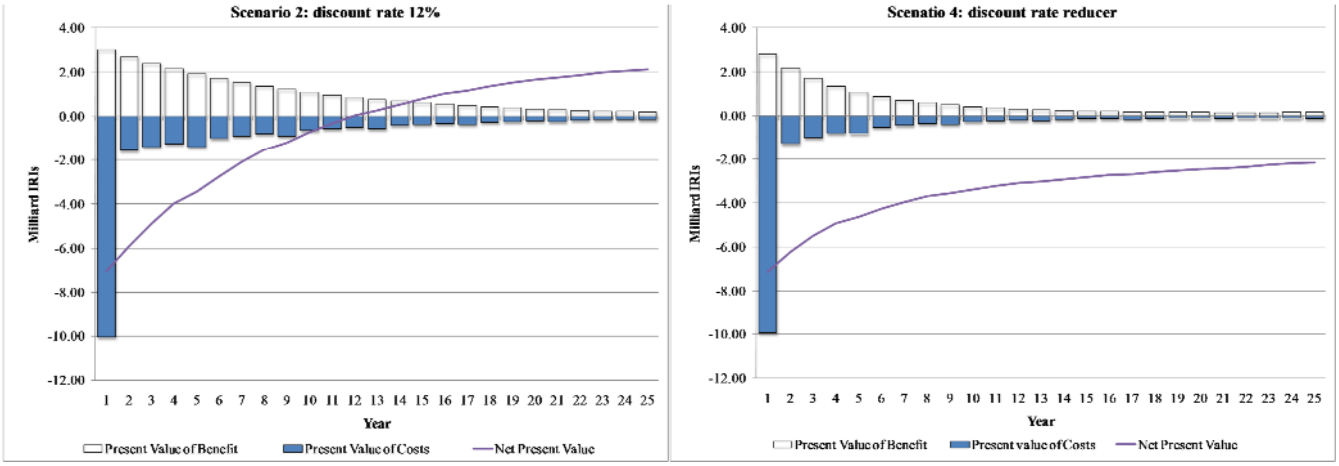

Fig. 2: **(Cont'd)** Cost diagrams for the different scenarios of reducing NRW based on purchase water price for real losses and selling water price for apparent losses

ادامه شکل ۲- نمودار هزینه‌های مربوط به سناریوهای راهکارهای کاهش هدر رفت در محدوده مطالعاتی بر مبنای قیمت خرید آب برای راهکارهای کاهش تلفات فیزیکی و قیمت فروش آب برای راهکارهای کاهش تلفات ظاهری

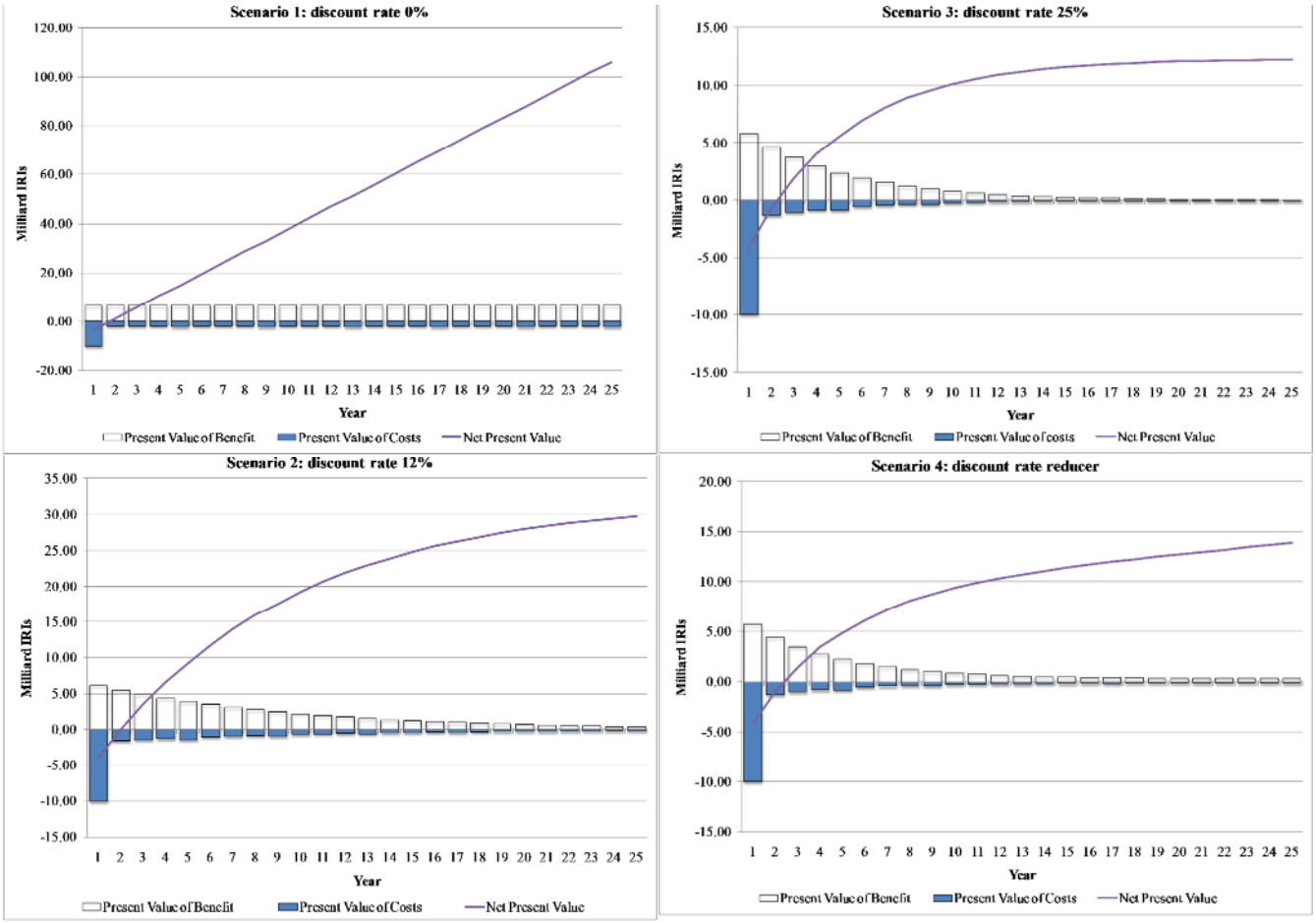

Fig. 3: Cost diagrams for the different scenarios of reducing NRW based on real water price

شکل۳ - نمودار هزینه‌های مربوط به سناریوهای راهکارهای کاهش هدر رفت در محدوده مطالعاتی بر مبنای قیمت واقعی اب

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از راهکارهای پیشنهاد شده توسط مشاور طرح، توجیه اقتصادی کلیه هزینه‌های مربوط به رفع تلفات، در نظر گرفته شد و مشخص شد که انجام این عملیات صرفه اقتصادی دارد یا خیر. در مبحث آب بدون درآمد هدف، بازگرداندن آبی است که قسمتی از آن به‌علت تلفات مختلف از دست می‌رود. یعنی بازگرداندن آبی که مخارج تامین آن پرداخت شده و در مورد تأمین آن سرمایه‌گذاری‌های لازم انجام شده است. با شناسایی مقدار آب برگشتی براساس عملیات کاهش تلفات و تعمیرات لازم، هزینه‌های لازم تخمین زده شده و با مقایسه بین هزینه انجام عملیات، به بررسی بازده اقتصادی که وابستگی زیادی به ارزش اقتصادی آب و نرخ تنزیل دارد، پرداخته شد.

نتایج به‌دست آمده از تحلیل اطلاعات پایلوت منطقه ۴ آب و فاضلاب تهران نشان می‌دهد با فرض ارزش واقعی آب، در شبیه سازی واقع بینانه و متناسب با سیاست های کلان اقتصادی (نرخ تنزیل کاهنده نسبت به زمان از ۲۵ درصد به ۱۲ درصد) با سودآوری همراه است. سودآوری اجرای راهکارهای آب بدون درآمد در چنین شرایطی با بازگشت سرمایه دو ساله به وقوع می‌پیوندد.

سودآوری اجرای راهکارهای آب بدون درآمد در چنین شرایطی با بازگشت سرمایه دو ساله به وقوع می‌پیوندد. همچنین با فرض قیمت خرید آب برای سودآوری راهکارهای تلفات واقعی و قیمت فروش آب برای سودآوری راهکارهای تلفات ظاهری، تنها در شرایطی می‌توان انتظار سود داشت که نرخ تنزیل متناسب با توجیهات حمایت‌رسان دولتی در این‌گونه پروژه‌ها در نظر گرفته شود. درصورتی که این امر خود با اهداف درازمدت دولت در مورد خصوصی‌سازی پروژه‌ها منافات دارد.

در هر حال، تفاوت قیمت واقعی با قیمت و هزینه‌های خرید و فروش آب در آنالیز اقتصادی یک معضل مهم و اساسی به شمار می‌رود. در صورت محاسبه نکردن قیمت واقعی آب، در حقیقت بی‌ارزش بودن آب با وجود ارزش واقعی آن در اقتصاد پروژه تزریق شده است. بنابراین محاسبه ارزش واقعی آب در آنالیز اقتصادی مطالعات آب بدون درآمد فرایندی است که باید با دقت و شدت دنبال شود و با حرکت به این سو اقتصاد این بخش را سالم‌سازی کرد تا از این رهگذر امکان مدیریت دقیق و کارشناسانه در مورد کاهش تلفات مهیا شود.

۶- قدردانی

بدینوسیله از شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴ تهران و شرکت آب، صنعت انرژی که داده‌های مورد نیاز این پژوهش را در اختیار نویسندگان قرار دادند، تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

۷- مراجع

References

1. UN Water. (2014). *The United Nations world water development Report 2014*, Water and Energy, UNESCO, Paris, France.
2. Tabesh, M. (2015). *Advanced modeling of water distribution networks*, University of Tehran Press, Tehran, Iran. (In Persian)
3. Gonzalez-Gomez, F., García-Rubio, M. A., and Guardiola, J. (2011). "Why is non-revenue water so high in so many cities?." *Water Resources Development*, 27(2), 345-360.
4. Frauendorfer, R., and Liemberger, R. (2010). "The issues and challenges of reducing non-revenue water." Asian Development Bank.
5. Tortajada, C. (2010). "Water governance: Some critical issues." *Water Resources Development*, 26(2), 297-307.
6. Colombo, A. F., and Karney, B. W. (2005). "Impacts of leaks on energy consumption in pumped systems with storage." *Journal of Water Resources Planning and Management*, 131(2), 146-155.
7. The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET). (2015). Available from: <http://www.ib-net.org/.> (March 2016)
8. Kingdom, B., Liemberger, R., and Marin, P. (2006). *The challenge of reducing Non-Revenue Water (NRW) in developing countries*, The World Bank, Washington DC, USA.
9. IWA. (2000). *The blue pages*, International Water Association, USA.
10. Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision. (2012). *Guideline for determining effective parameters on unaccounted for water (UFW) and water losses reduction schemes*, Report No. 556, Tehran, Iran.
11. Tabesh, M., Roozbahani, A., Rasi-Faghihi, N., Roghani, B., Heydarzadeh, R., Beygi, S., and Salehi, S., (2016). *An algorithm for risk analysis and management of different effective threats on non-revenue water due to design, construction and operation of water distribution networks*, Technical Report, University of Tehran.
12. Kaen, F. R. (1995). *Corporate finance: Concepts and policies*, Blackwell Business.
13. Rambaud, S. C., and Torrecillas, M. J. M. (2005). "Some considerations on the social discount rate." *Environmental Science and Policy*, 8(4), 343-355.