سال ششم، شماره ۱، ۱۳۹۸، صفحات ۱۵ تا ۲۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2019, Vol.6, No.1, Pages 15 to 22
Journal of Water and Sustainable Development

نوع مقاله: مطالعه موردی

Article Type: Case Study

بررسی ریسک‌پذیری شبکه توزیع آب شهر گرمسار به روش‌های باینری و تاپسیس با استفاده از GIS

سیدامید میرمحمد صادقی[۱*]، محمد نبویان‌پور[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد کشاورزی-آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهرکرد.
۲ - دانشجوی دکتری مهندسی عمران-مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشگاه اصفهان.
*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: Osadeghi10@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۲۹
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۰۶

Investigating the Risk of Garmsar Water Distribution Network through Binary and TOPSIS Methods Using GIS

S.O. Mirmohammadsadeghi[1*], M. Nabavianpour[2]

1- M.Sc. Student in Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahr-e kord, Iran. 2- Ph.D. student in Water Resources Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Isfahan University, Isfahan, Iran.
*(Corresponding Author Email: Osadeghi10@gmail.com)

Received: 19-06-2018
Accepted: 27-05-2019

چکیده

با افزایش جمعیت شهرنشین در کشور و توسعه روزافزون شهرها از یک طرف و ادامه روند خشک‌سالی و کاهش نزولات جوی از طرف دیگر تأمین آب آشامیدنی به یکی از چالش‌های مهم در امور مدیریت منابع آب تبدیل شده است. به این دلیل ضرورت اقدامات پیشگیرانه به‌منظور کاهش هدر رفت آب ناشی از تلفات در خطوط شبکه آب به یکی از نیازهای اصلی سیستم آب‌رسانی شهری تبدیل شده است. در پژوهش حاضر وضعیت موجود شبکه توزیع آب شهر گرمسار بررسی شد و به‌کمک ترکیب اطلاعات توصیفی با اطلاعات مکانی و همچنین اطلاعات سنجش‌ازدور در طول زمان توسعه، ریسک‌پذیری شبکه توزیع آب شرب شهر گرمسار به دو روش باینری و تاپسیس بررسی و نقشه خطرپذیری شکست یا خرابی در لوله‌ها در اثر پوسیدگی، ترکیدگی، فشار و نشت ترسیم شد. نتایج نشان داد روش تاپسیس (۶۳ درصد صحت) نسبت به روش باینری (۴۵ درصد صحت) در پیش‌بینی اتفاقات شبکه توزیع آب عملکرد بهتری داشته است. همچنین براساس نقشه ریسک‌پذیری لوله‌ها میزان لوله‌هایی که ریسک‌پذیری بالایی دارند حدود ۱۲۰۰۰ متر است که با در نظر گرفتن هزینه‌های خرید و اجرای لوله در مجموع معادل کمتر از هزینه یک سال تلفات آب در شبکه خواهد شد. این هزینه مازاد بر هزینه آب به‌حساب نیامده است و باید صرفاً به‌منظور اصلاح شبکه هزینه شود.

واژه‌های کلیدی: آب به‌حساب نیامده، اتفاقات شبکه، سرانه، ایده‌آل منفی، WaterGEMS.

Abstract

By increasing the urban populations in the country and development of cities on the one hand and the continuation of the drought and the reduction of precipitation on the other hand, supplying of drinking water has become one of the most important challenges in water resource management. Therefore, the need for preventive activities to reduce losses due to the casualties in water supply pipes has become one of the main needs of any water supply systems. In this study, the present state of the water distribution network of Garmsar city is investigated and by compositing descriptive and spatial information and also remote sensing information during development, the risk of water distribution network in the city is investigated using TOPSIS and Binary methods. The risk map of breakage or failure in pipes due to decay, burst, pressure, and leakage is plotted. The results showed that the TOPSIS method with validity percentage of 63 is more reliable comparing the Binary method with validity percentage of 45 in predicting events in the water distribution network. Also, according to the risk map of the pipes, the length of high risk-taking pipes are about 12000 meters. The total costs for purchasing and running the pipes will be less than the costs of the losses in the water distribution system. This cost is additional to the unaccounted costs for water and must be paid just to rehabilitate the system.

Keywords: Unaccounted water, Events, Per capita, Negative ideal, WaterGEMS.

DOI: 10.22067/jwsd.v6i1.73620

مقدمه

محدودیت حجم منابع آب شیرین و افزایش تقاضا برای این کالای کمیاب و ارزشمند از یک سو و پراکندگی زمانی و مکانی ناهمگون میان منابع آبی و نیاز آبی از سوی دیگر نگرانی‌ها را در تأمین نیاز آبی آینده بشر تشدید کرده است (تابش و همکاران، ۱۳۹۰). ایران به‌عنوان کشوری با اقلیم گرم و خشک و جمعیت در حال رشد از این امر مستثنا نیست. علاوه‌بر رشد جمعیت عواملی همچون گسترش شهرنشینی، توسعه کشاورزی، صنعت و پدیده‌های اکوسیستمی منابع آب شیرین کشور را با تهدید جدی روبه‌رو ساخته است (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین در تصمیمات کلان کشور باید مسئله منابع آب در اولویت امور قرار گیرد و با برنامه‌ریزی صحیح و راهبردی از فجایع احتمالی آینده جلوگیری شود. یکی از راهکارهای مؤثر در موفقیت برنامه‌ریزی‌های بلندمدت مربوط به منابع آب مدیریت ریسک در پروژه[1] است که احتمال وقوع رویدادهای نامطلوب را در سیستم شناسایی خواهد کرد تا برای کنترل یا پیشگیری این رویداد نامطلوب اقدامات لازم صورت گیرد (Giustolisi و همکاران، ۲۰۰۶).

هدف مدیریت ریسك افزایش موفقیت پروژه است که از طریق شناسایی ریسک و ارزیابی مخاطره، کاهش و کنترل ریسک و حداکثرسازی فرصت‌ها صورت می‌گیرد (Chopman و Ward، ۲۰۰۳). ارزیابی ریسـك فرایند برآورد احتمال وقوع یک رویداد (مطلوب یا نامطلوب) و میزان تأثیر آن است (Ketler و Goulter، ۱۹۸۵). ریسک‌های یک پروژه با روش‌های مختلف کمی و کیفی رتبه‌بندی خواهد شد؛ در ساده‌ترین و متداول‌ترین حالت رتبه ریسک براساس حاصل‌ضرب مقادیر شدت در احتمال وقوع به‌دست خواهد آمد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳). Sadeh و Rezaian (۲۰۱۷) اولویت‌بندی ریسک‌های سد پاوه‌رود[2] را در مرحله اجرایی ساخت سد براساس روش‌های TOPSIS و RAM-D ارائه نمودند و از ۴۳ فاکتور ریسک موجود در پروژه ۳ فاکتور که بیشترین درجه اهمیت در پروژه را دارند معرفی کردند. Zhao و همکاران (۲۰۱۶) به‌منظور حفاظت کامل از منابع آب از روش وزنی[3] برای ارزیابی ریسک استفاده و کلیه اتفاقات سیستم آب‌رسانی شهری را بررسی کردند. الگوی ایجاد شده در نتایج این پژوهش نشان داده است ریسک‌ها می‌توانند در سیستم آب‌رسانی حوضه آبریز هانجینگ[4] در سطح معینی کنترل شوند. بر این اساس ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک در پروژه‌های مطالعاتی و اجرایی در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار اهمیت بالایی دارد (تابش و عابدینی، ۱۳۸۴). پروژه‌ها و طرح‌هایی وجود دارند که به واسطه ریسك‌هایی که پیش‌بینی نشده‌اند چند برابر زمان پروژه به تأخیر می‌افتد. در حال حاضر در کشور ما اغلب این ریسک‌ها به مشکلات مالی مربوط می‌شود (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳). باتوجه‌به تورم موجود در کشور با طولانی‌شدن زمان پروژه‌ها پیمانکاران اعتبار کافی برای ادامه پروژه را نخواهند داشت و تأخیر در اجرای پروژه علاوه‌بر کاهش طول مفید آن ادامه پروژه را غیر اقتصادی خواهد کرد (عالم تبریز و حمزه‌ای، ۱۳۹۰).

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی ریسک‌پذیری شبکه توزیع آب گرمسار، بررسی و تحلیل وضعیت موجود شبکه ضروری است. تحلیل وضعیت موجود شبکه امکان کسب اطلاعات کافی از شرایط فشاری جریان در مناطق مختلف شبکه و پی‌بردن به نواقص و کمبودهای شبکه آب‌رسانی را میسر می‌سازد (باهری و همکاران، ۱۳۹۲). با دریافت آمار و اطلاعات لازم از اداره آب و فاضلاب شهرستان گرمسار و استان سمنان و همچنین با انجام بازدید محلی و کسب اطلاعات تکمیلی از مسئولین مربوطه وضعیت موجود مطالعه و بررسی شد.

• محاسبه سرانه مصرف آب

دست‌یابی به تخمین دقیق از سرانه مصرف آب شرب نیازمند اطلاع دقیق از آمار تولید، مصرف شهر و همچنین تحلیل روند تغییرات آن در بازه زمانی مشخص است. از آنجایی‌که آمار تولید و مصرف آب یک شهر با جمعیت آن ارتباط مستقیم دارد استفاده و بررسی آمار جمعیتی شهر مورد مطالعه در چند سال گذشته ضروری خواهد بود. با استفاده از نتایج سرشماری سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ جمعیت شهر گرمسار طی پنج سال گذشته با استفاده از روش میان‌یابی در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- جمعیت شهر گرمسار در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵

سال	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵
جمعیت (نفر)	۴۳۶۳۴	۴۵۲۹۹	۴۶۹۶۲	۴۸۶۵۲	۵۰۲۸۸	۵۱۹۵۱

با استفاده از آمار تولید و مصرف، حجم و سرانه آب بدون درآمد برای سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ محاسبه و در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲- حجم و سرانه آب بدون درآمد در سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵

عنوان	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵
تولید سالانه (مترمکعب)	۶۰۴۲۳۱۱	۶۳۰۱۴۶۴	۶۲۷۶۱۹۱
مصرف سالانه (مترمکعب)	۴۶۳۳۳۸۲	۴۸۷۱۱۱۹	۴۵۵۶۶۹۱
آب به حساب نیامده[5] (مترمکعب)	۱۴۰۸۹۲۹	۱۴۳۰۳۴۵	۱۷۱۹۵۰۰
آب به حساب نیامده (نسبت به تولید، ٪)	۲۳	۲۳	۲۷
آب به حساب نیامده (نسبت به مصرف، ٪)	۳۰	۲۹	۳۸

• بررسی منابع تأمین آب شرب و وضعیت موجود شبکه شهر گرمسار

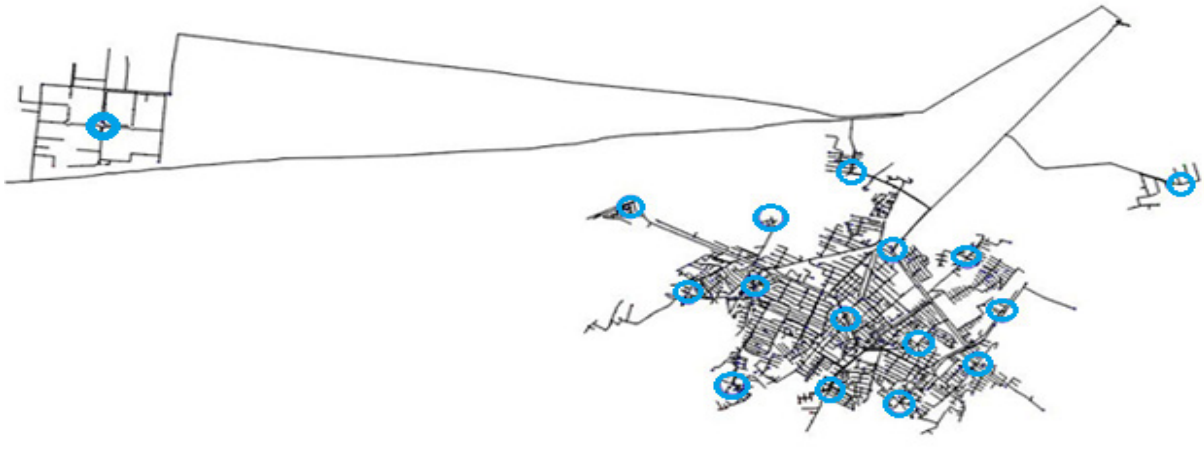
منبع سطحی تأمین‌کننده آب شهر رودخانه حبله‌رود در شمال گرمسار است و با استفاده از یک لوله چدن داکتیل ۵۰۰ میلی‌متر وارد تصفیه‌خانه می‌شود. پس از تصفیه آب موجود در مخازن ذخیره تصفیه‌خانه با استفاده از ۳ خط لوله به قسمت‌های مختلف هدایت می‌شود. شهرستان گرمسار از شش حلقه چاه که پنج حلقه آن فعال است از منابع آب زیرزمینی بهره‌برداری می‌کند. به‌منظور بررسی نقاط ضعف و قوت فشار شبکه مدل هیدرولیکی شبکه توزیع آب شرب گرمسار در نرم‌افزار WaterGEMS نسخه ۱۰ ایجاد شد. لوله‌ها، گره‌ها، مخازن و پمپ‌ها و سایر اطلاعات لازم برای بررسی وضعیت موجود شبکه مطابق جدول (۳) به نرم‌افزار معرفی شد.

جدول ۳- اجزا و متعلقات وضعیت موجود شبکه توزیع آب گرمسار

عنوان	شرح
تعداد لوله	۲۵۲۳
مجموع طول لوله‌ها (متر)	۲۳۸۶۷۷
تعداد گره	۲۴۱۷
تعداد مخزن ذخیره	۲
تعداد چاه فعال	۵
فرمول افت انرژی	هیزن ویلیامز (H-W)
واحد دبی	لیتر در ثانیه (Lit/s)
سال	۱۳۹۵
سرانه مصرف (لیتر بر نفر در روز)	۲۳۸
ضریب حداکثر مصرف ساعتی	۱,۲۱
جمعیت (نفر)	۵۱۹۵۱

• کالیبراسیون مدل هیدرولیکی شبکه توزیع آب

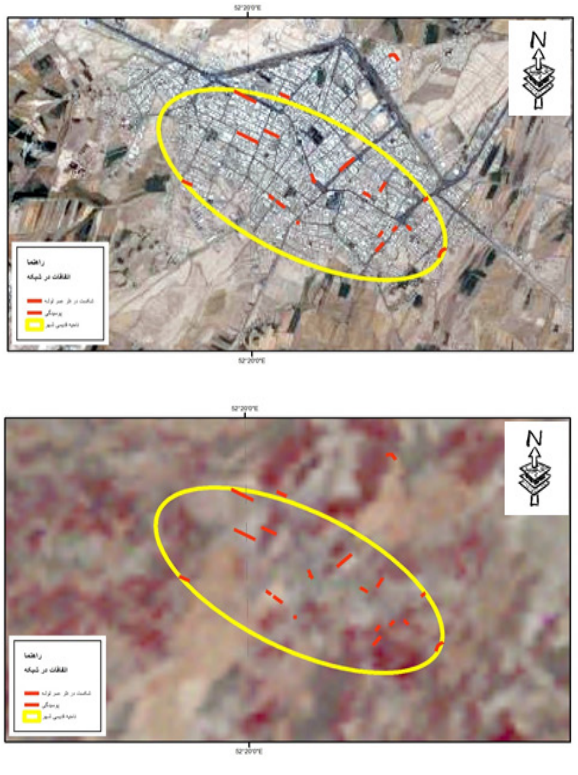
به‌منظور تدقیق شرایط فشاری مدل هیدرولیکی با شرایط واقعی اطلاعات فشارسنجی در مناطق مختلف شبکه توزیع جمع‌آوری شد. در شکل (۱) موقعیت ایستگاه‌های فشارسنجی شهر گرمسار ارائه شده است. شرایط فشاری مدل هیدرولیکی براساس الگوریتم موجود در نرم‌افزار WaterGems (الگوریتم ژنتیک) بهینه‌سازی و شبکه با شرایط موجود منطبق شد و براساس تغییر ضریب زبری مانینگ[6] در قسمت‌های مختلف مدل هیدرولیکی شبکه واسنجی شد.



شکل ۱- موقعیت محل‌های اندازه‌گیری فشار در شهر گرمسار

• بررسی نحوه توسعه شهر در طول زمان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

روند تغییرات بافت شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰۰ (شکل ۲) وضعیت رشد شهر در طول زمان بررسی شد. در شکل (۲) محدوده علامت‌گذاری شده با رنگ زرد مناطق قدیمی شهری است؛ به دلیل قدمت بالای شبکه آب (بیش از ۳۰ سال) در این مناطق لوله‌های شبکه پوسیدگی نسبتاً زیادی دارند.



شکل ۲- الف: تصویر ماهواره‌ای کوییک برد و نمایش توسعه شهری در سال ۲۰۰۹ ب: تصویر ماهواره‌ای لندست و نمایش بافت قدیمی شهر در سال ۱۹۷۵

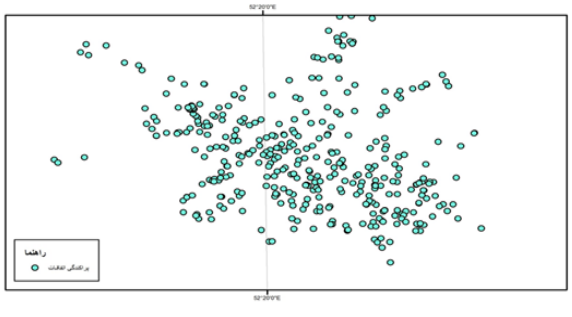
• روش‌های محاسبه و تعیین ریسک‌پذیری لوله‌ها

به‌منظور بررسی عوامل موثر در اتفاقات[۷] در شبکه توزیع آب با افراد متخصص مشورت شد. ۴ عامل اصلی مشخصات لوله، فاصله لوله از راه‌های اصلی، فاصله لوله از فضای سبز و میزان فشار هیدرولیکی لوله به‌عنوان معیارهای تصمیم‌گیری انتخاب شدند. دو الگوی اتفاقات ناشی از عمر لوله‌ها و اتفاقات ناشی از فشار به‌عنوان اتفاقات نظام‌مند در شبکه توزیع آب شرب شهر گرمسار مشاهده شد.

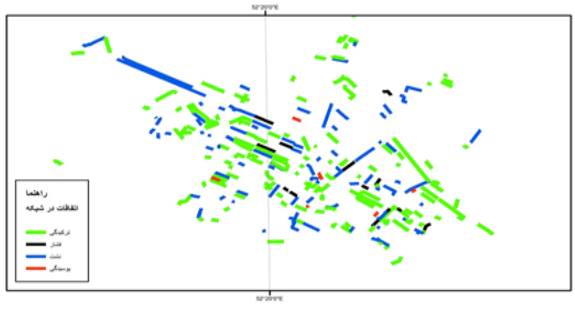
محاسبه ریسک‌پذیری لوله‌ها با استفاده از دو روش بایزی و تاپسیس بررسی شد. در روش بایزی با ترکیب خطی پارامترها میزان ریسک وقوع اتفاق در لوله برآورد می‌شود. باتوجه‌به خاصیت پارامترهای اصلی از جمله میزان فشار هیدرولیکی، عمر لوله، نزدیکی به فضای سبز و نزدیکی به راه‌های اصلی که از یکدیگر مستقل هستند و با اعمال عدد صفر و یک برای هر خاصیت و هر لوله میزان ریسک‌پذیری لوله‌ها محاسبه شد. در این روش میزان ریسک بین ۰ تا ۳ به‌دست خواهد آمد و عدد ۳ بیانگر ریسک بالا می‌باشد (جبل عاملی، ۱۳۸۶). میزان حداقل و حداکثر تأثیر پارامترها در جدول (۴) ارائه شده است و با فرض مستقل بودن این پارامترها همه آنها در یک محدوده در نظر گرفته شده است.

• بررسی اتفاقات شبکه و طبقه‌بندی آن

برای مشاهده روند وضعیت خرابی‌ها و اتفاقات در شبکه آب گرمسار با اخذ اطلاعات اتفاقات در یک دوره ۱ ساله (سال ۱۳۹۵) محل وقوع اطلاعات بر روی نقشه مشخص شد (شکل ۳). یک محدوده بافر ۵ متری که ناشی از ترکیب خطای ثبت موقعیت و خطای ذاتی GPS بود ایجاد شد و لوله‌هایی که خرابی داشتند مشخص شد. بر اساس اتفاقات و خرابی‌های ثبت شده شبکه در طول سال، ۴۷ نوع خرابی گزارش شده است. خرابی‌های گزارش شده بر اساس منشأ و تعداد تکرار وقایع، در ۴ گروه اصلی نشت، پوسیدگی، ترکیدگی و مشکل فشار طبقه‌بندی شدند (شکل ۴).



شکل ۳- پراکندگی خرابی و اتفاقات در شبکه گرمسار در سال ۱۳۹۵



شکل ۴- طبقه‌بندی اتفاقات در شبکه در ۴ گروه اصلی

جدول ۴- وضعیت میزان حداقل و حداکثر تأثیر پارامترها

عنوان	امتیاز حداقل خطر	امتیاز حداکثر خطر
میزان فشار هیدرولیکی	۰	۳
عمر لوله	۰	۳
نزدیکی به فضای سبز	۳	۰
نزدیکی به راه‌های اصلی	۳	۰

روش دیگر تعیین ریسک‌پذیری لوله‌ها روش تاپسیس است. این روش یکی از روش‌های رتبه‌بندی است و قدرت بالایی در تفکیک گزینه‌ها دارد. مبنای اصلی این روش رتبه‌بندی براساس شباهت پارامترها به راه‌حل ایده‌آل[8] است. این روش از جمله روش‌های فاصله محور است و مفروضات زیربنایی آن عبارتند از:

۱- باید برای هر شاخص همواره مقادیر بالاتر بهتر باشد و مقادیر پایین‌تر بدتر یا برعکس. یعنی مطلوبیت هر شاخص با افزایش مقدار به‌طور یکنواخت افزایش و یا کاهش یابد.

۲- ممکن است فاصله هر گزینه از ایده‌آل (یا از ایده‌آل منفی) به‌صورت فاصله اقلیدسی[9] (از توان دوم) یا مجموع قدرمطلق از فواصل خطی (معروف به فواصل بلوکی) محاسبه شود، که این امر بستگی به میزان تبادل و جایگزین در بین شاخص‌ها دارد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳).

نتایج

با استفاده از اطلاعات اتفاقات دریافت شده داده‌های شبکه به دو روش تاپسیس و باینری صحت‌سنجی شدند و عملکرد آن‌ها در پیش‌بینی اتفاقات بعدی ارزیابی شد. جدول (۶) نتایج پیش‌بینی اتفاقات دو روش را نشان داده است.

برای پیش‌بینی اتفاقات شبکه آب شرب شهر گرمسار باتوجه‌به جدول (۶) روش تاپسیس (۶۳ درصد) نسبت به روش باینری (۴۵ درصد) دقیق‌تر می‌باشد. در روش باینری اعداد به‌صورت گسسته وارد محاسبات می‌شود و میزان ریسک به‌صورت مطلق محاسبه خواهد شد که درصد خطا را افزایش خواهد داد.

در جداول (۷) و (۸) درصد وقوع هریک از اتفاقات به هر دو روش و برای چهار عامل خرابی یا شکست لوله‌ها ارائه شده است. شکل (۵) و (۶) نقشه میزان ریسک پذیری لوله‌ها در اثر عوامل مختلف را نشان داده است.

باتوجه به ۴ عامل موثر در اتفاقات شبکه ماتریس وزن‌دار و بی‌مقیاس برای تعیین ریسک‌پذیری لوله‌ها تشکیل شد؛ در جدول (۵) وزن هریک از این عوامل ارائه شده است.

جدول ۵- وضعیت میزان وزن پارامترها

عنوان	امتیاز حداکثر خطر
میزان فشار هیدرولیکی	۰/۴
عمر لوله	۰/۳
نزدیکی به فضای سبز	۰/۲
نزدیکی به راه‌های اصلی	۰/۱

پس از وزن‌دهی اولیه راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی به‌دست آمد و فاصله بین گزینه‌ها به روش اقلیدسی محاسبه شد. در قسمت انتهایی محاسبه میزان نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل و دوری از حالت بد براساس رابطه زیر برآورد می‌شود (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳):

$$C_i=S_{i^-}/(S_{i^+}+S_{i^-}) \qquad (۱)$$

در این رابطه S_{i^-} و S_{i^+} به ترتیب فاصله گزینه i از گزینه‌های ایده‌آل منفی و مثبت است. مقدار C_i محاسبه شده برای هر لوله عددی بین ۰ تا ۱ خواهد بود که عدد ۱ بیانگر ریسک بالای شکست لوله می‌باشد (Sadeh و Rezaian، ۲۰۱۷).

جدول ۶- صحت‌سنجی داده‌های شبکه

پیش‌بینی روش تاپسیس	پیش‌بینی روش باینری	تعداد واقعی اتفاقات	درصد صحت تاپسیس	درصد صحت باینری
۲۰۸	۱۵۰	۳۳۲	۶۳	۴۵

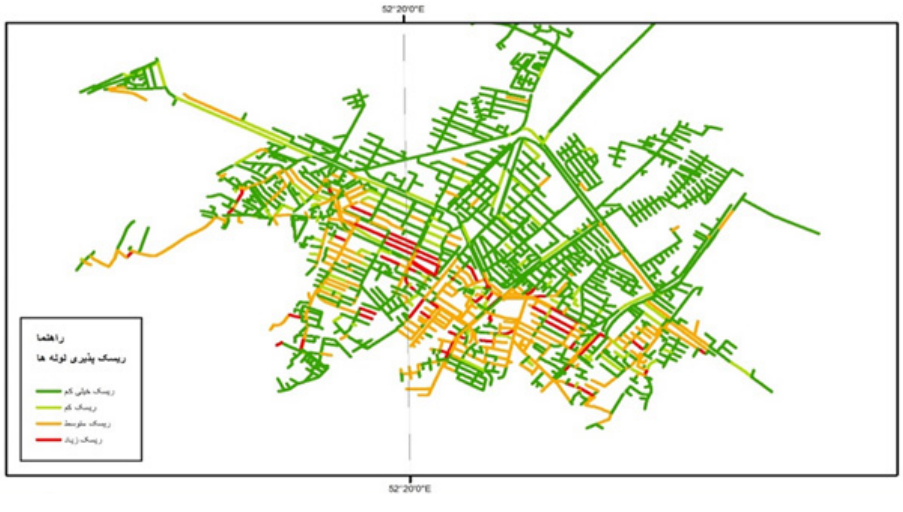
جدول ۷- درصد وقوع هر یک از اتفاقات به روش تاپسیس

نوع حادثه	ریسک کم	ریسک متوسط	ریسک زیاد	ریسک خیلی زیاد
پوسیدگی	۵۰	۱۲	۲۵	۱۳
ترکیدگی	۱۶	۲۲	۳۲	۳۰
فشار	۱۴	۲۱	۴۳	۲۱
نشت	۲۲	۱۶	۳۸	۲۴

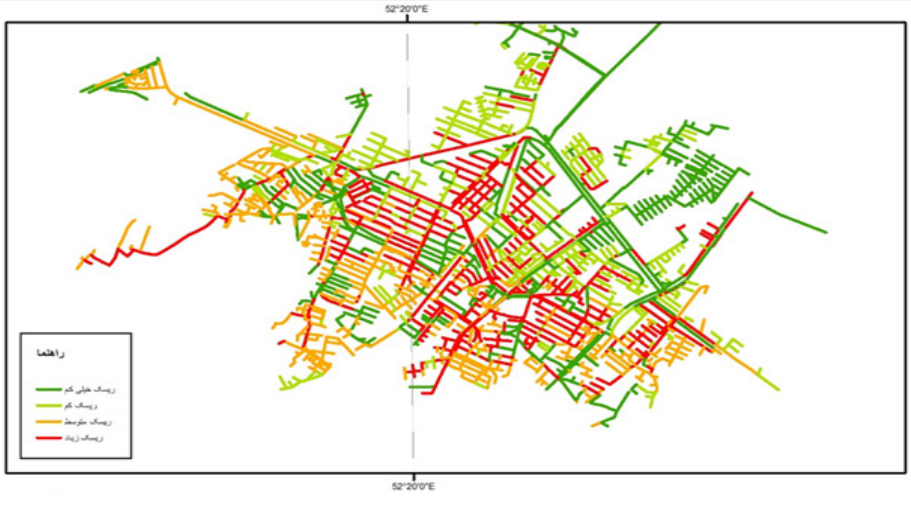
جدول ۸- درصد وقوع هر یک از اتفاقات به روش بایزی

نوع حادثه	ریسک کم	ریسک متوسط	ریسک زیاد	ریسک خیلی زیاد
پوسیدگی	۲۵	۵۰	۰	۲۵
ترکیدگی	۳۴	۲۲	۱۳	۳۱
فشار	۵۰	۲۱	۱۴	۱۵
نشت	۳۸	۲۳	۱۰	۳۰

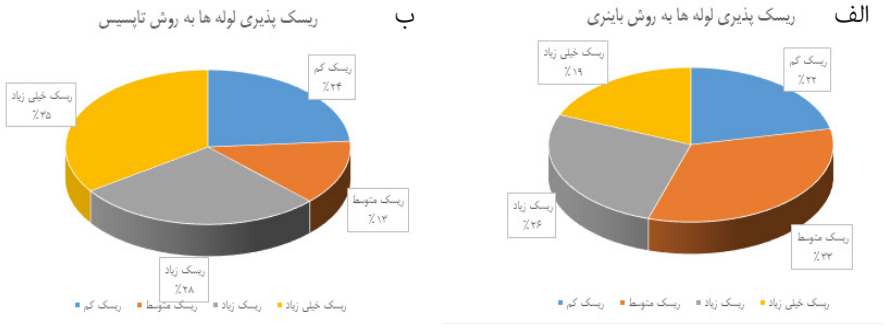
در شکل‌های (۵) تا (۷) دو روش بایزی و تاپسیس در تعیین نواحی با خطر شکست بالا متفاوت عمل نموده‌اند. در روش تاپسیس بافت قدیمی شهر که امکان پوسیدگی و خطر شکستگی بالاتری دارد به رنگ قرمز نشان داده شده است(۶۳ درصد) اما در روش بایزی فقط قسمتی از بافت قدیمی با ریسک بالا محاسبه شده است (۴۵ درصد) و این محدوده با روش تاپسیس مشترک است. برنامه‌ریزی‌های بلندمدت در تعیین ریسک‌پذیری لوله‌ها در شبکه آب‌رسانی با در نظر گرفتن ریسک‌های خیلی زیاد خسارات زیادی به دنبال دارد. باتوجه‌به این‌که روش تاپسیس توانسته است نواحی با ریسک بالا را با دقت مناسب‌تری محاسبه کند این روش به‌عنوان روش برتر در تعیین ریسک‌پذیری لوله‌ها پیشنهاد شده است. اولویت‌بندی اصلاح شبکه آب‌رسانی شهر گرمسار با استفاده از هر دو روش تاپسیس و بایزی در شکل (۷) ارائه شده است. براساس روش برتر (روش تاپسیس) ۳۵ درصد لوله‌ها (ریسک‌های خیلی زیاد) در اولویت اول و ۲۸ درصد لوله‌ها (ریسک‌های زیاد) در اولویت دوم اصلاح شبکه آب‌رسانی شهر گرمسار قرار می‌گیرند (شکل ۷).



شکل ۵- میزان ریسک‌پذیری شکست لوله‌ها براساس روش بایزی



شکل ۶- میزان ریسک‌پذیری شکست لوله‌ها براساس روش تاپسیس



شکل ۷- الف: میزان ریسک‌پذیری شکست لوله‌ها در شبکه براساس روش بایزی، ب: روش تاپسیس

باتوجه‌به جدول (۲) میزان آب به‌حساب نیامده در سال ۱۳۹۵ معادل ۱/۷ میلیون مترمکعب می‌باشد. با احتساب قیمت آب‌بها معادل ۱۷ هزار ریال هزینه معادل آن ۲۹ میلیارد ریال خواهد شد. با در نظر گرفتن برگشت آب به‌حساب نیامده به شبکه (۷۰ درصد) هزینه اتفاقات در شبکه با احتساب قیمت آب‌بها معادل ۲۰ میلیارد ریال می‌باشد. براساس نقشه ریسک‌پذیری لوله‌ها میزان لوله‌هایی که ریسک‌پذیری بالایی دارند حدود ۱۲۰۰۰ متر است. با در نظر گرفتن هزینه‌های خرید و اجرای لوله به‌ترتیب برابر با ۷۰ و ۸۰ هزار ریال در مجموع معادل ۱۸ میلیارد ریال خواهد شد که این مبلغ کمتر از هزینه یک سال تلفات آب در شبکه خواهد شد. این هزینه مازاد بر هزینه آب به‌حساب نیامده است و باید صرفا به‌منظور اصلاح شبکه هزینه شود. اگرچه با اصلاح سیستم میزان آب به حساب نیامده به صفر نخواهد رسید اما با جلوگیری از هدر رفت آب در شبکه می‌توان تا حدود زیادی (۵۰ تا ۸۰ درصد) میزان آن را کاهش داد.

نتیجه‌گیری

از آنجایی‌که قابلیت کاربری اجزای شبکه به حوادث لوله‌ها وابسته است شناسایی و ارزیابی ریسک‌های موجود در شبکه آب می‌تواند مدیریت و بهره‌برداری مناسب در شبکه آب را ایجاد کند. از شاخصه‌های اصلی نگرش نظام‌مند به سیستم‌های آب‌رسانی شهری اولویت دادن به فعالیت‌هایی است که اطمینان در سیستم را افزایش داده و تعمیرات و حوادث اتفاقی را برای دستگاه‌ها و تجهیزات به حداقل می‌رساند. از این‌رو ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های موجود در شبکه آب‌رسانی یکی از راهکارهایی است که ریسک‌های خیلی زیاد شبکه را در اولویت قرار داده و سیاست سازمان‌های مسئول را به تعمیر و سرویس قطعات قبل از خرابی معطوف داشته است. بنابراین از این راه هزینه‌های سیستم تا حد امکان کاهش خواهد یافت و توانایی تجهیزات و قطعات در سیستم بهینه خواهد شد.

پی‌نوشت

1- Project Risk Management
2- Paveh Rood Dam
3- Weighting Method
4- Hanjiang
5- Unaccounted for Water
6- Manning Roughness Coefficient
7- Events
8- Ideal Solution
9- Euclidean Distance

منابع

باهری، ع.، برون، ی.، محمودنژاد، ع. و جرفی، م. ۱۳۹۲. ارزیابی احتمال وقوع ترک خستگی و شکست در لوله‌های حفاری تحت سیال حفاری. کنفرانس ملی مهندسی مکانیک ایران. دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

تابش، م. و عابدینی، ا.ع. ۱۳۸۴. تحلیل شکست لوله‌ها در شبکه آب‌رسانی شهری. نشریه علمی-پژوهشی تحقیقات منابع آب ایران، ۱(۱): ۷۸-۸۹.

تابش، م.، آقایی، ا. و سلطانی، ج. ۱۳۹۰. مطالعه نرخ شکست لوله‌های اصلی آب‌رسانی شهری با استفاده از روش‌های هوشمند و رگرسیونی. نشریه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب، ۲۲(۲): ۲-۱۴.

جبل عاملی، م. ۱۳۸۶. رتبه‌بندی ریسک پروژه با استفاده از فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره. دانشگاه علم و صنعت. تهران. ایران.

عابدینی، س.، قطبی، م.ح. و دادپور، م.ح. ۱۳۹۴. شناسایی و ارزیابی ریسک در پروژه‌های عمرانی (مطالعه موردی: مسکن مهر استان قم). کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های

نوین در مدیریت، اقتصاد و حسابداری. موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ایلیا، استانبول، ترکیه.

عالم تبریز، ا. و حمزه‌ای، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی و تحلیل ریسک‌های پروژه با استفاده از رویکرد تلفیقی مدیریت ریسک استاندارد PMBOK و تکنیک RFMEA. نشریه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، ۹(۲۳): ۱-۱۹.

یوسفی، ا.، ناصری، پ. و نیلی‌پور طباطبایی، س.ا. ۱۳۹۳. ارائه مدل ارزیابی ریسک پروژه با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند هدفه. نشریه علمی-پژوهشی مهندسی صنایع، ۴۸(۱): ۱۲۵-۱۳۵.

Chopman C and Ward S. 2003. Project Risk Management. John Wiley & Sons, Southampton.

Giustolisi O., Laucelli D and Savic D. 2006. Development of Rehabilitation Plans for Water Mains Replacement Risk and Cost- benefit Assessment. Civil Engineering and Environmental Systems, 23: 175-190.

Ketler A.J. and Goulter I.C. 1985. An Analysis of Pipe Breakage in Urban Water Distribution Networks. Canadian Journal of Civil Engineering, 12: 286-293.

Sadeh N. and Rezaian S. 2017. Risk management and Control of Dams Based on Integrating TOPSIS and RAM-D Techniques (Case Study: Paveh Rood Dam, Iran). Environmental Energy and Economic Research, 1: 363-372.

Zhao J., Jin J., Xu j., hang Q., Chen y. and Han D. 2016. Water Resources Risk Assessment Model based on the Subjective and Objective Combination Weighting Methods. Water Resource Management, 30: 3027-3042.