



Evaluation of Considerations of Indicators and Principles of Passive Defense in Urban Water Infrastructures of Ilam

Saeed Maleki^{1*} , Houshang Moradi² 

¹Correspondence: Professor, Department of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email Address: malekis@scu.ac.ir

²Postdoctoral Researcher in Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email Address: m.hoshang2014@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 14 September 2025

Received in revised form: 27 October 2025

Accepted: 17 December 2025

Available online: 20 May 2026

Keywords:

Passive Defense

Critical Infrastructure

Fuzzy DEMATEL

Ilam City

ABSTRACT

The concentration and density of population, capital, centers, and various facilities in cities, while having various economic, social, political, and environmental effects and consequences, has turned them into strategic targets in war and terrorist military attacks from a defense and security perspective. The experience of past wars confirms that vital centers and facilities in cities, especially vital water infrastructure, are among the primary targets that are attacked; however, passive defense includes a set of defense-security principles and considerations, the observance of which can significantly contribute to the stability and survival of the system. In the city of Ilam, due to the border location, specific topographic conditions, and risk from natural disasters and human threats, the need to pay attention to passive defense to reduce the vulnerability of this infrastructure is felt more than ever. The study method in this research is descriptive-analytical and aims to evaluate the considerations of passive defense indicators and principles in urban water infrastructure. The data collection method was based on library and documentary studies, questionnaires, and interviews with experts in the field of passive defense and urban management. For data analysis, it was examined and evaluated using fuzzy DEMATEL analysis, and important factors were identified and classified. The results of the research are expected to show that a significant portion of Ilam's critical infrastructure has weaknesses in location, dispersion, and lack of retrofit plans based on passive principles. In conclusion, the research findings indicate that the location factor (B1) and decentralization and miniaturization (B10) are of great importance, while the deception factor (B8) is of very little importance in the discussion of urban water supply facilities from the perspective of passive defense.

Cite this article: S. Maleki and H. Moradi, "Evaluation of Considerations of Indicators and Principles of Passive Defense in Urban Water Infrastructures of Ilam," Journal of Passive Defence, vol. 17, no. 1, pp. 141-162, 2026.

DOI: <https://doi.org/10.47176/pd.2026.1575>



OPEN ACCESS

© Author(s) retain the copyright and full publishing rights

Publisher: Imam Hossein University.

Introduction

In the present era, cities are considered the most important human settlements, thus experiencing high concentrations of population, capital, centers, and facilities. Such concentration and density, while producing diverse economic, social, political, and environmental consequences, also turn them into strategic targets in wars and military-terrorist attacks. The present age is one of urban vulnerability, as the complexity of urban life exposes cities to natural hazards, technological crises, and socio-security challenges. Neglecting this issue, i.e., the disruption of key urban centers and critical facilities, as the heart of any system, can destabilize urban systems and cause various difficulties in human societies.

In fact, not paying attention to this issue means that the failure of city centers and important and vital facilities, as the heart of every system, will lead to the disruption of the balance of urban systems and the emergence of various difficulties in the life of human societies. It will also face serious challenges and crises in the control and continuity of conditions due to the failure of important decision-making centers and the destruction of the basic vital requirements of the society living in space.

Among infrastructures, urban water is of greater importance due to the constant need of citizens and industries. Key assets include systems and components, whether physical or intangible, that are essential to a society and any disruption in their services could have a serious impact on security, economic well-being, public health or safety, or a combination of these. Therefore, characterizing and assessing threats and vulnerabilities in key assets is a framework for analyzing and managing risks associated with potential attacks against critical infrastructures, including urban water.

Results and Discussion

The data collection method in the present study is descriptive-analytical based on library studies.

The necessary information in this research was collected qualitatively using library studies and also by completing a checklist and then used to perform calculations according to the opinions of experts in the field of passive defense and water supply systems and according to the table provided in the fuzzy DEMATEL method to convert qualitative information into quantity. In this research, it was collected and analyzed based on the opinions of professors and experts.

Urban water supply facilities are divided into collection and storage, treatment plants, water reservoirs, and distribution networks. The collection network includes canals, rivers, dams, and treatment plants. The distribution network consists of reservoirs, pumps, pipes, and connections. Using fuzzy DEMATEL and expert-defined scoring tables, values of $R+C$, R_i , C_i , and $R-C$ were determined.

Conclusion

Among the nine urban infrastructures, water infrastructure has a special importance and position due to the basic and urgent need of citizens and urban centers and facilities for it. In this research, the most important terrorist threats that can damage water infrastructure elements were examined. In total, many

threats were identified as damaging threats to water infrastructure elements in the three sectors of supply, treatment and distribution.

The research findings indicate that the urban water supply network was examined and evaluated from the perspective of passive defense using the fuzzy DEMATEL method, and important factors were identified and classified. The results of this research are as follows:

- 1) The final results obtained from the fuzzy DEMATEL method in this study show that the location factor (B1) and decentralization and miniaturization (B10) are very important.
- 2) Also, according to the results obtained, the deception factor (B8) of the discussion of urban water supply facilities from the perspective of passive defense is very low in importance.

ارزیابی ملاحظات شاخص‌ها و اصول پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های آب شهری ایلام

سعید ملکی^{۱*}، هوشنگ مرادی^۲

^۱استاد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه:

malekis@scu.ac.ir

^۲پژوهشگر پسادکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: m.hoshang2014@yahoo.com

مشخصات مقاله

چکیده

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۲۳

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۰۵

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۶

ارائه آنلاین: ۱۴۰۵/۰۲/۳۰

کلیدواژه‌ها:

پدافند غیرعامل

زیرساخت‌های حیاتی

دیمتل فازی

شهر ایلام

تمرکز و تراکم جمعیت، سرمایه، مراکز و تأسیسات مختلف در شهرها ضمن این‌که در بر دارنده آثار و پیامدهای مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی است؛ از نظر دفاعی - امنیتی آن‌ها را به اهدافی استراتژیک در جنگ و حملات نظامی تروریستی تبدیل نموده است. تجربه جنگ‌های گذشته این مورد را تأیید می‌نماید که مراکز و تأسیسات حیاتی در شهرها به‌ویژه زیرساخت‌های آب جزو اهداف اولیه‌ای هستند که مورد تهاجم قرار می‌گیرند؛ با این وجود پدافند غیرعامل در بر دارنده مجموعه اصول و ملاحظات دفاعی - امنیتی است که رعایت آن‌ها می‌تواند به پایداری و بقای سامانه کمک شایانی نماید. در شهر ایلام، با توجه به موقعیت مرزی، شرایط توپوگرافی خاص و خطرپذیری ناشی از حوادث طبیعی و تهدیدات انسانی، لزوم توجه به پدافند غیرعامل برای کاهش آسیب‌پذیری این زیرساخت‌ها بیش از پیش احساس می‌شود. روش مطالعه در این پژوهش توصیفی - تحلیلی است و با هدف ارزیابی ملاحظات شاخص‌ها و اصول پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های آب شهری می‌باشد. روش گردآوری داده‌ها بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی پرسش‌نامه و مصاحبه با کارشناسان حوزه پدافند غیرعامل و مدیریت شهری بوده است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تحلیل دیمتل^۱ فازی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت و عوامل مهم در آن شناسایی و طبقه‌بندی گردید. نتایج پژوهش انتظار می‌رود نشان دهد که بخش قابل توجهی از زیرساخت‌های حیاتی ایلام دارای ضعف در مکان‌یابی، پراکندگی و نبود طرح‌های مقاوم‌سازی مبتنی بر اصول غیرعامل هستند. در پایان یافته‌های پژوهش بیانگر آن است که عامل مکان‌یابی (B1) و تمرکززدایی و کوچک‌سازی (B10) دارای اهمیت خیلی زیاد، عامل فریب (B8) در بحث تأسیسات آبرسانی شهری از منظر پدافند غیرعامل دارای اهمیت خیلی کم می‌باشد.

استناد: ملکی، سعید، مرادی، هوشنگ، "ارزیابی ملاحظات شاخص‌ها و اصول پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های آب شهری ایلام"، نشریه پدافند غیرعامل،

دوره ۱۷، شماره ۱، صفحات ۱۶۲-۱۶۱، ۱۴۰۵. DOI: <https://doi.org/10.47176/pd.2026.1575>

© نویسنده(گان) حق نشر و حقوق کامل انتشار را برای خود محفوظ می‌دارند.



ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع).



۱- مقدمه

در عصر حاضر شهرها مهم‌ترین مراکز سکونتگاهی بشر محسوب می‌شوند و از این‌رو شاهد تمرکز زیاد جمعیت، سرمایه، مراکز، تأسیسات و ... در آن‌ها هستیم. تمرکز و تراکم زیاد جمعیت، سرمایه و مراکز و تأسیسات مختلف در شهرها ضمن این‌که در بر دارنده آثار و پیامدهای مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست محیطی است، از نظر دفاعی - امنیتی آن‌ها را به اهدافی راهبردی در جنگ و حملات نظامی و تروریستی تبدیل نموده است [۱]. شهرها به دلیل گستره جغرافیایی وسیع، تجمع مراکز ثقل، تأسیسات و نیروی انسانی همواره مورد تهدید بوده‌اند. بحران‌های انسان‌محور به‌ویژه جنگ و تروریسم، قدمتی طولانی دارد؛ اما در چند دهه گذشته و از اواخر قرن بیستم میلادی، با توسعه فناوری و ابزارهای ارتباطی، گسترش سلاح‌های پیشرفته، سازمان‌دهی پیچیده و شکل‌گیری انگیزه‌های قومی، ملی و ایدئولوژیک، روز به روز بر قدرت و نقش‌آفرینی سیاسی گروه‌ها و سازمان‌های تروریستی افزوده شد [۲].

ایمنی و امنیت از ابتدایی‌ترین اصول جهت دستیابی به استانداردهای مطلوب برای آسایش و رفاه و مردم است و دفاع غیر عامل در مقابل تهدیدات خارجی یکی از ضروری‌ترین نیازها در مرحله اولیه طراحی شهرها و تأسیسات مهم است تا بیشترین امنیت، با کمترین زحمت برای مردم جهت دفاع در مقابل تهدیدات فراهم شود و از طرف دیگر دشمن برای آسیب رساندن به آن‌ها بیشترین زحمت را متقبل شود [۳]. امنیت بدون تردید مهم‌ترین نیاز انسان می‌باشد؛ چرا که حفاظت جامعه و ارزش‌ها و نهادهای داخلی آن در برابر تهدیدات داخلی و خارجی، یا تهدیداتی که بقای رژیم‌ها و نظام شهروندی به شیوه زندگی افراد جامعه را مختل می‌کند و موجودیت آن‌ها را به خطر می‌اندازد در چارچوب امنیت قرار می‌گیرد [۴]. از این‌رو در تمامی جوامع تأمین امنیت فردی و اجتماعی یکی از اهداف اصلی افراد و حکومت‌ها است. در زمان معاصر نیز با بروز انواع تهدیدات و ناامنی‌ها، تأمین امنیت شهروندان از دغدغه‌های اصلی حکومت‌ها محسوب می‌شود [۵].

عصر حاضر عصر آسیب‌پذیری شهری است؛ زیرا هم‌زمان با پیچیده شدن حیات شهری، شهرها در ابعاد مختلف با مخاطرات طبیعی و بحران فناوری از یک‌سو و بحران‌های اجتماعی - امنیتی از سوی دیگر مواجه می‌شوند [۶]. در واقع، عدم توجه به این

موضوع یعنی از کار افتادن مراکز شهر و تأسیسات مهم و حیاتی به‌عنوان قلب هر نظام به بر هم خوردن تعادل سامانه‌های شهری و بروز دشواری‌های مختلف در حیات جوامع انسانی منجر شود و کنترل و تداوم شرایط را به دلیل از کار افتادن مراکز مهم تصمیم‌گیری و نابودی الزامات حیاتی اساسی جامعه ساکن در فضا، با چالش جدی و بحران مواجه کند [۷]. بر این اساس اتخاذ تدابیر و روش‌هایی که میزان تخریب شهرها را در مقابل تهدیدات دشمن کاهش دهد، ضروری است و این شرایط توجه بیش از پیش صاحب‌نظران کشور به دانش پدافند غیرعامل و بهره‌گیری از روش‌های آن را سبب شده است [۸]. تأسیسات و زیرساخت‌هایی که به‌واسطه آن‌ها، مردم اداره می‌شوند و تهدیدات سعی می‌کنند با حذف عملکرد زیرساخت، کنترل مردم را به دست بگیرند. به هر مقدار که زیرساخت‌ها در زندگی مردم نقش بیشتری داشته باشند، اهمیت بیشتری دارند [۹]. در بین زیرساخت‌ها، آب شهری به دلیل نیاز پایدار شهروندان و صنایع از اهمیت بیشتری برخوردار است. دارایی‌های کلیدی شامل سامانه‌ها و اجزایی اعم از فیزیکی یا معنوی می‌باشد که برای یک جامعه ضروری بوده است و هرگونه اختلال در خدمات آن می‌تواند تأثیر جدی بر امنیت، رفاه اقتصادی، بهداشت عمومی و یا ایمنی و یا ترکیبی از آن‌ها باشد [۱۰]. از این‌رو توصیف و ارزیابی تهدید و آسیب‌پذیری در دارایی‌های کلیدی، چارچوبی برای تحلیل و مدیریت خطرات مرتبط با حملات احتمالی علیه زیرساخت‌های حیاتی از جمله آب شهری می‌باشد [۱۱]. حفاظت از زیرساخت‌ها از جمله مهم‌ترین تدابیر امنیتی در مدیریت بحران است که منوط به شناسایی دارایی‌ها، آسیب‌پذیری‌های آنان و ارائه ارزیابی خطرپذیری است. چه اینکه مدیریت بحران بر ضرورت پیش‌بینی منظم و کسب آمادگی برای رویارویی با آن دسته از مسائل داخلی و خارجی تأکید دارد که به‌طور جدی سودرسانی، بقاء، امنیت زیرساخت را تهدید می‌کند تا در زمان بحران بهترین تصمیم‌گیری ممکن صورت پذیرد [۱۲]. زیرساخت‌های حیاتی شهری، از جمله شبکه آب شهری، نقش بنیادینی در تداوم حیات شهری دارند. در شهر ایلام، با توجه به موقعیت مرزی، شرایط توپوگرافی خاص و خطرپذیری ناشی از حوادث طبیعی و تهدیدات انسانی، لزوم توجه به پدافند غیرعامل برای کاهش آسیب‌پذیری این زیرساخت‌ها بیش از پیش احساس می‌شود شهر ایلام به‌عنوان مرکز این استان، با عنایت به موقعیت بین‌راهی و دروازه عبات عالیات بر سر راه زائران قرار دارد و هر سالانه میلیون‌ها نفر از

گردشگران مذهبی از مسیر شهر ایلام عزامت و شهرهای زیارتی کشور عراق می‌شوند؛ اما به علت عدم توجه به آمایش دفاعی و برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل در شهر ایلام، شایسته است در جهت صیانت و حفاظت از جان و مال مردم و سرمایه‌ها، و دارایی‌های ملی - منطقه‌ای اقدامات بایسته‌ای بالأخص از جهت تأمین امنیت آب شرب شهری و تضمین پایداری آن در برابر هر گونه تهدید صورت گیرد تا خسارات ناشی از این نوع تهدیدات احتمالی تقلیل یابد.

لذا اهمیت پژوهش در این است که بررسی دارایی‌ها و سرمایه‌های شرکت‌های آب و فاضلاب و کلاً زیرساخت‌های منابع آب شهری ایلام که به خاطر موقعیت خاص جغرافیایی و شرایط مرزی آن با کشور عراق که سالانه میلیون‌ها زائر و گردشگری از این مسیر راهی عتبات عالیات و می‌شوند و زیرساخت‌های حیاتی مانند آب شهری که بایستی ضمن دسترسی کمی و کیفی برای شهروندان، تضمین آب شرب سالم و پایدار را فراهم نماید و از هرگونه تهدید و آسیب احتمالی در امان باشد؛ بنابراین بایستی ضمن شناسایی تهدیدات، آسیب‌پذیری‌ها و تحلیل خطرپذیری در آن‌ها به افزایش تاب‌آوری، کاهش خسارت و آسیب‌ها، مدیریت بحران در شرایط اضطراری را هم تسهیل نماید. بر همین اساس هدف اصلی این پژوهش بررسی اصول و شاخص‌های پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های حیاتی شهر، به منظور شناسایی عوامل و کاهش آسیب‌پذیری، مدیریت امور و مقابله با تهدیدات متصور و همچنین ارتقاء امنیت و تاب‌آوری است؛ و همچنین در پی پاسخ به این سؤال است که: عناصر و بخش‌ها مختلف زیرساخت‌های حیاتی و بالأخص زیرساخت آبی در مقابل چه نوع تهدیداتی آسیب‌پذیر و میزان ریسک آن‌ها چقدر می‌باشد؟

۲- پیشینه‌ی تحقیق

تا به حال مطالعات مختلفی در ارتباط با اصول پدافند غیرعامل در کاربری‌های شهری مناطق مختلف کشور انجام شده است. جلال نخعی و همکاران [۱۳]. به ارزیابی ریسک سامانه آب‌رسانی کشور در برابر تهدیدات به روش RAMCAP پرداخته‌اند. این مطالعه علمی با ارزیابی دارایی‌ها و تهدیدات و ارزیابی شدت آسیب‌پذیری هر یک از تهدیدات بر دارایی‌ها، در سامانه آب‌رسانی در نهایت با استفاده از RAMCAP عدد ریسک هر یک از دارایی‌ها را محاسبه نموده است. باقری و همکاران [۱۴]. در تحقیق خود با استفاده از نرم‌افزار GIS و همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی به تجزیه و تحلیل

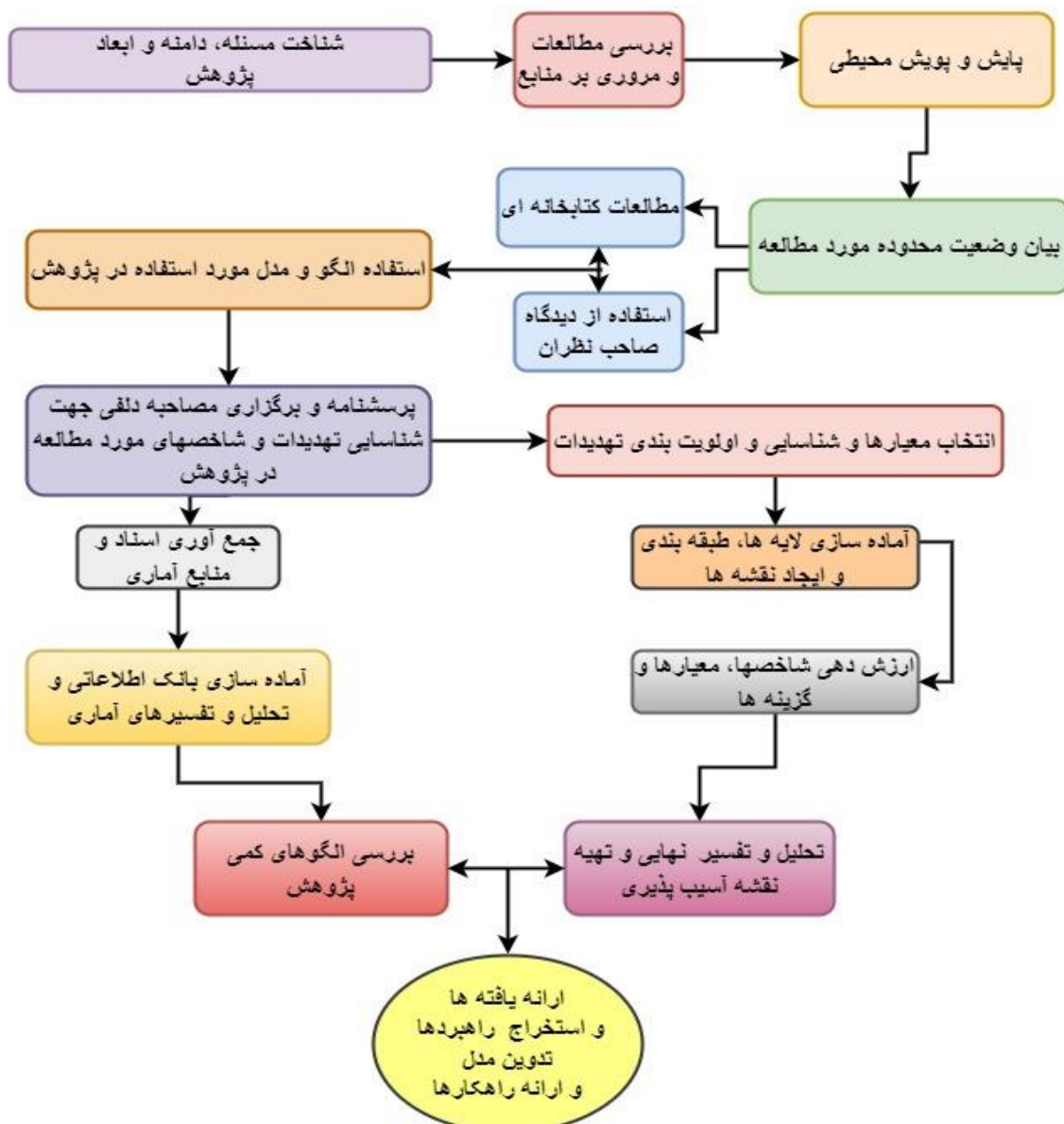
حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که راهبرد st (راهبرد تنوع) با وزن ۰/۳۱۷ به‌عنوان راهبرد برتر در این پژوهش می‌باشد؛ زیرا این رویکرد با ترکیب فناوری پیشرفته و توان انسانی قابلیت بازدارندگی در برابر تهدیدات خارجی را افزایش می‌دهد. در کنار آن راهبرد wt به‌عنوان راهبرد جایگزین معرفی شد.

پاشاپور و همکاران [۲۶]. در مطالعه‌ای به شناسایی الزامات کالبدی و محیطی پیشگیری از آسیب‌پذیری شهری بر اساس اصول پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهر ارومیه) پرداختند نتایج این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر ۶ الزام اساسی کالبدی و محیطی است که عبارت‌اند از: مطالعات پهنه‌بندی آسیب‌پذیری و خطرات بحران و یا تهیه طرح جامع پدافند غیرعامل شهر، در نظر گرفتن برنامه‌ها، مصوبات، بودجه‌های عملیاتی و سیاست‌های اجرایی در راستای اجرای رویکردهای پدافند غیرعامل در محیط شهر با مقدار ویژه، در نظر گرفتن تدابیری برای کاربری‌های روی گسل ارومیه-زرنه رود، اقدامات و تلاش‌ها در جهت افزایش الزامات پدافند غیرعامل در ساختار فضایی شهر (معايير، سازه‌ها)، الزامات بهسازی و مرمت آثار و بناهای تاریخی منطبق با اصول پدافند غیرعامل، به‌کارگیری اصولی و صحیح الزامات مباحث ملی ساختمان در ضوابط طراحی شهری، سازه‌های حساس و حیاتی شهر، در مجموع این ۶ الزام با مجموع واریانس ۷۱/۵۶، کل واریانس را تبیین می‌کنند.

قاسم‌آبادی و همکاران [۲۷]. در مطالعه‌ای به تحلیل ملاحظات و الزامات پدافند غیرعامل در طراحی بیمارستان‌ها: مطالعه موردی بیمارستان قلب شهید رجایی تهران پرداختند یافته‌ها نشان دهنده آسیب‌پذیری‌هایی در حوزه‌های دسترسی و ورودی‌ها (محدودیت دسترسی، عدم وجود ورودی اضطراری مجزا، ترافیک)، محوطه (ظرفیت ناکافی پارکینگ، استاندارد نبودن هلی‌پد، ضعف حصار، عدم رعایت حریم ایمن)، ساختمان و همجواری‌ها می‌باشد. بر اساس این یافته‌ها، مجموعه‌ای از الزامات و ملاحظات شامل بهبود دسترسی‌ها، ایمن‌سازی محوطه و تأسیسات، مقاوم‌سازی ساختمان و مدیریت همجواری‌ها جهت ارتقاء تاب‌آوری و پایداری بیمارستان در برابر تهدیدات ارائه گردیده است. این پیشنهادها می‌تواند به‌عنوان الگویی برای سایر مراکز درمانی مورد استفاده قرار گیرد. شکل (۱) در زیر روش کار پژوهش را نشان می‌دهد.

تشخیص داده شده است. معصوم بیگی و همکاران [۲۱]. در پژوهشی به بررسی و ارزیابی امنیت تأسیسات آب شرب شهر هشتگرد با رویکرد پدافند غیرعامل پرداختند، نتایج بیانگر وضعیت کلی میزان رعایت اصول پدافند غیرعامل در تأسیسات آبی شهر هشتگرد در سطح متوسط ارزیابی شد. یافته‌های نشان‌دهنده ضرورت توجه جدی مسئولین و انجام اصلاحات لازم در تأسیسات آبی تا رسیدن به حد مطلوب، افزایش بازدهی‌ها و نظارت‌های میدانی از طرق مختلف و برگزاری دوره‌های آموزشی با رویکرد پدافند غیرعامل برای کارکنان است. فرخی زاده و همکاران [۲۲]. در پژوهشی به بررسی و ارزیابی شبکه آبرسانی شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از روش DEMATEL فازی پرداخته است. با توجه به اهمیت موضوع آبرسانی شهری در شهرها، می‌توان گفت که لزوم بررسی و توجه همه‌جانبه به تأسیسات آبرسانی در بخش شهری با توجه به اصول و مبانی پدافند غیرعامل، تأثیر بیشتری در برقراری حفاظت، امنیت و افزایش توسعه پایدار شهری دارد. بنابراین کلیه شاخص‌های شبکه آبرسانی شهری در شهرها به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفت. موسوی و همکاران [۲۳]. شناسایی تهدیدات و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل پرداختند یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد در بخش تهدیدات تهاجم موشکی (هوایی و دریایی) با ۸/۱۶ و حملات سایبری با ۴/۶۲ بیشترین عدد و در بخش آسیب‌پذیری نیز حملات موشکی (هوایی و دریایی) و حملات سایبری حائز اولویت اول و دوم به ترتیب با امتیاز ۶/۲۶ و ۵/۴۲ می‌باشند؛ و در انتها نیز راهکارهایی برای کاهش آسیب‌پذیری ارائه شده است. بخشی و همکاران [۲۴]. در پژوهشی به تحلیل آسیب‌پذیری عناصر زیرساخت آب شهری در مقابل تهدیدات تروریستی پرداختند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که تهدیدات به‌صورت مختلفی عناصر زیرساخت آب را در بخش‌های تأمین، تصفیه و توزیع مورد آسیب قرار می‌دهند؛ و نتایج مورد مطالعه نشانگر بیشترین آسیب اقدامات تروریستی به لوله‌های توزیع آب و مخازن زمینی، بیوتروریسم به سدها و ایستگاه پمپاژ، تروریست سایبری به سدها و تصفیه‌خانه‌ها می‌باشد.

مهدوی و همکاران [۲۵]. در مطالعه تدوین راهبردهای مؤثر در مدیریت تهدیدات و فرصت‌های نواحی مرزی از منظر پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: مرز ایران و ترکیه) پرداختند نتایج



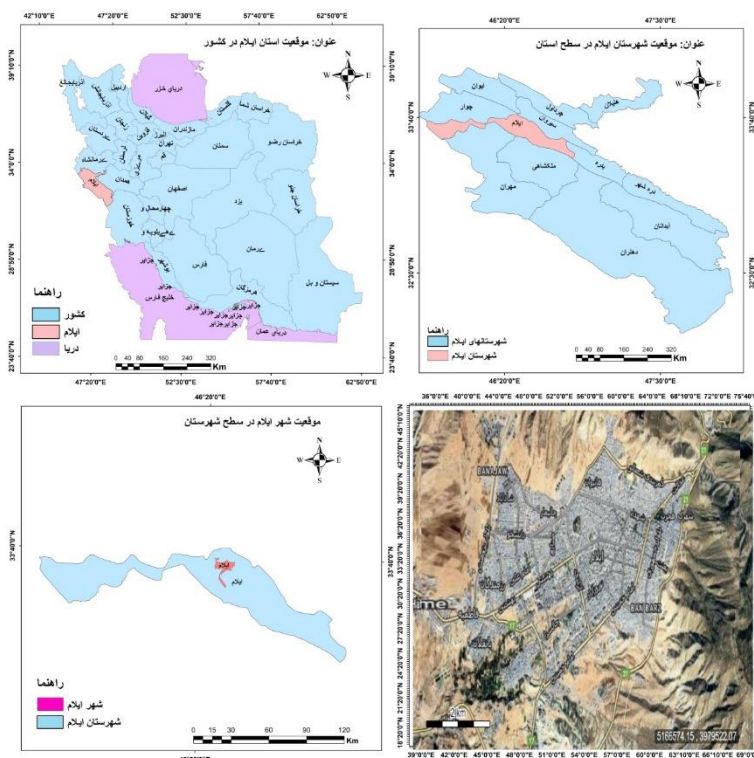
شکل (۱): روش کار پژوهش

سطح دریا ۱۳۶۳ کیلومتر است. بلندترین قله از مجموعه ارتفاعات استان در کبیر کوه واقع شده که ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۳۰۶۲ متر ارتفاع است. شهر ایلام در دره‌ای کوهستانی و در شمال شرقی دشتی به مساحت تقریبی ۲۵ کیلومتر مربع در دامنه‌ی جنوبی کبیر کوه از سلسله جبال زاگرس واقع شده است در دامنه‌های فوق جنگل‌هایی وجود دارد که از یک طرف موجب زیبایی منطقه‌ی شهری و از طرف دیگر باعث ایجاد آب‌وهوای معتدل کوهستانی در شهر ایلام می‌گردند معاونت برنامه‌ریزی استانداری ایلام [۲۸]. شکل (۲) در زیر موقعیت جغرافیایی شهر و استان ایلام را نشان می‌دهد.

۳- روش تحقیق

۳-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر ایلام مرکز استان از نظر موقعیت جغرافیایی در ۴۶ درجه طول شرقی و ۳۲ درجه عرض شمال واقع شده و در محدوده زاگرس چین‌خورده قرار گرفته است. این شهر از شمال شرق و جنوب شرقی با شهرستان‌های ایوان، سیروان و دره شهر و از سمت جنوب و جنوب غرب به شهرستان مهران و از غرب به استان دیاله عراق محدود می‌شود حدود طبیعی شهر ایلام که ۲۲۰ کیلومتر طول و ۱۰۰ کیلومتر عرض دارد ارتفاع شهر ایلام از



شکل (۲): نقشه موقعیت جغرافیایی شهر و استان ایلام

برای انجام محاسبات از نظر کارشناسان خبره در زمینه پدافند غیرعامل و سامانه‌های تأسیسات آبرسانی و با توجه به جدول ارائه شده در روش DEMATEL فازی برای تبدیل اطلاعات کیفی به کمی استفاده شده است. در این تحقیق با تکیه بر نظرات اساتید و افراد متخصص گردآوری شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت؛ که مشخصات آن‌ها در جدول (۱) زیر قابل مشاهده است.

۴- روش پژوهش

روش گردآوری اطلاعات در پژوهش حاضر، از نوع توصیفی-تحلیلی بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای می‌باشد. اطلاعات لازم در این پژوهش، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و همچنین، ضمن تکمیل چک‌لیست به صورت کیفی جمع‌آوری شده و پس از آن

جدول (۱): مشخصات توصیفی پاسخگویان و توزیع آماری آن‌ها

رشته و سوابق شغلی (فعالیتی)		تحصیلات			تعداد	کارشناسان
		کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری		
بالای ۲۰ سال	۲۰-۱۰	زیر ۱۰ سال	۱۵	-	۱۵	اساتید دانشگاه
۳	۵	۷	۱۰	۱۸	۲۵	کارشناسان و مدیران مربوطه

پیچیده بسیار سخت است. چانگ و همکاران [۲۹]. برای استفاده از این روش، به نظر کارشناسان نیاز است و این نظرات، در بر دارنده عبارت کلامی مبهم و دو پهلو می‌باشد. به‌منظور یکپارچه‌سازی و رفع ابهام آن‌ها، بهتر است که این عبارات به اعداد فازی تبدیل گردند. کدبندی تبدیل به اعداد مثلثی فازی که توسط لی در سال ۱۹۹۹ میلادی پیشنهاد شده و مورد تأیید قرار گرفته است، در جدول (۲) ارائه شده است.

۴-۱- روش DEMATEL فازی

روش DEMATEL فازی اولین بار توسط ^۱BMI در مرکز تحقیق جنوا در سال ۱۹۷۳ میلادی به کار گرفته شد. این روش، یک روش توسعه یافته برای ساخت و تحلیل یک مدل ساختاری برای تحلیل اثر روابط میان معیارهای پیچیده می‌باشد، اگر چه تصمیم‌گیری در محیط فازی برای تقسیم‌بندی فاکتورهای

^۱Battelle Memorial Institute

جدول (۲): تناظر عبارات کلامی و عدد تأثیر معادل با آن با مقادیر

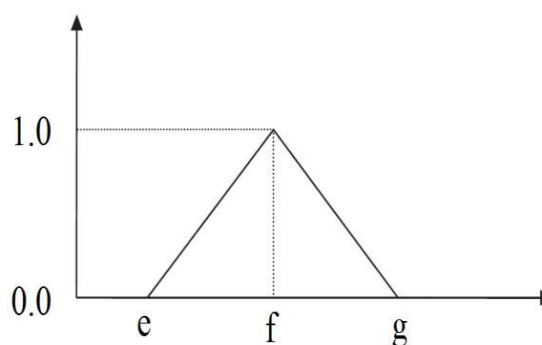
اعداد فازی مثلثی [۲۹]

اعداد فازی	عبارات کلامی	عدد تأثیر
(۰/۰، ۰/۲۵)	بدون تأثیر	۰
(۰/۲۵، ۰/۵)	تأثیر خیلی کم	۱
(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	تأثیر کم	۲
(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	تأثیر زیاد	۳
(۰/۷۵، ۱، ۱)	تأثیر خیلی زیاد	۴

مراحل روش DEMATEL فازی به شرط ذیل می‌باشد:

گام اول: جهت ساخت یک ماتریس مقایسه دویبه‌دو در این مرحله، با استفاده از پرسشنامه از افراد خبره و کارشناس، خواسته می‌شود که میزان تأثیر هر شاخص را طبق جدول (۱)، در مقیاس ۰ تا ۴ ارزیابی کنند [۳۰].

گام دوم: در این مرحله، بایستی ماتریس روابط مستقیم (A) محاسبه گردد. که با توجه به اعداد فازی مثلثی (TFN) بهره می‌گیریم. هر عدد فازی مثلثی با f و e و g برای توضیح یک واقعه فازی استفاده می‌شود. پارامترهای e، f و g به ترتیب کمترین، امیدوارکننده‌ترین و بیشترین مقدار ممکن را تعیین می‌کنند. شکل (۲) پارامترهای e، f و g را در بازه [۰، ۱] نشان می‌دهد [۳۱].



شکل (۲): اعداد فازی مثلثی (دنگ، ۱۹۹۹).

با فرض $g_{ij}^k = e_{ij}^k \cdot f_{ij}^k$ که در آن $1 \leq K \leq K$ مقدار ارزیابی فازی بوده و K^{th} نرخ شرکت کننده در پژوهش است که در مورد میزان تأثیرگذاری i بر روی j می‌باشد اگر K تعداد شرکت‌کنندگانی باشد که علیت را بین n موانع شناسایی شده تخمین می‌زنند، ورودی‌های داده شده توسط شرکت‌کنندگان منتهی به ایجاد یک ماتریس $n \times n$ می‌شود، یعنی خواهیم داشت: که در آن (تعداد شرکت‌کنندگان در پژوهش) می‌باشد و از معادله

۱ به دست می‌آید [۳۰].

(۱)

$$A_{ij} = \frac{1}{k \in x_{kij}}$$

پس از آن، بایستی فرآیند رفع تصحیح اعداد فازی را به اعداد واضح تبدیل کرد تا انجام عملیات ماتریس امکان‌پذیر شود. معادله ۲ برای تبدیل ماتریس رابطه مستقیم فازی استفاده گردید [۳۰].

(۲)

$$I_i = \frac{1}{6}(e+4f+g)$$

گام سوم: ساخت ماتریس رابطه مستقیم اولیه نرمال (D).

(۳)

$$M = \min \frac{1}{\max \sum_{i=1}^n} \quad \frac{1}{\sum_{i=1}^n \max(aij)}$$

(۴)

$$D = m * A$$

گام چهارم: به دست آوردن ماتریس رابطه کل

$$T = 1 - d^{-1}$$

که در آن i ماتریس هویت و T ماتریس رابطه کل می‌باشد.

گام پنجم: محاسبه مجموع سطرها (R) و ستون‌ها (C)

گام ششم: رسم نمودار علت و معلولی (علی)

نمودار علت و معلولی (علی) با استفاده از مجموعه داده‌های (r+c)

و (r-c) رسم خواهد شد. محور افقی (r+c) می‌باشد که

نشان‌دهنده اهمیت شاخص است. محور عمودی (r-c) است که

می‌تواند شاخص‌ها را به دو گروه علت و معلولی تقسیم کند اگر

این مقدار مثبت باشد، این شاخص به گروه علت (تأثیرگذار) و در

صورت منفی بودن، متعلق به گروه معلول (تأثیرپذیر) می‌باشد

[۳۲]

۵- نتایج و بحث

۵-۱- معیارهای ارزیابی شبکه زیرساخت آب

تأسیسات شبکه آبرسانی شهری به بخش‌های جمع‌آوری و نگهداری، تصفیه‌خانه‌ها، مخازن آب و شبکه توزیع تقسیم می‌گردد. شبکه جمع‌آوری شامل کانال‌ها، رودخانه‌ها، سدها و تصفیه‌خانه‌ها می‌باشد. شبکه توزیع آبرسانی نیز شامل مخازن، پمپ‌ها و لوله‌ها و اتصالات است. شبکه جمع‌آوری و شبکه توزیع به صورت متوالی به دنبال تأمین آب مصرف‌کنندگان می‌باشد [۳۳].

۲-۵- عوامل و شاخص‌های مؤثر بر تأسیسات

آبرسانی شهری از منظر پدافند غیرعامل

مهم‌ترین شاخص‌های مربوط به اجزای شبکه آبرسانی شهری بر

مبنای پدافند غیرعامل که در این پژوهش با استفاده از روش مطالعه کتابخانه‌ای [۳۴] و همچنین استفاده از نظرات خبرگان و کارشناسان مربوطه از طریق پرسشنامه، استخراج گردیده است، در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳): شاخص‌های مؤثر بر زیرساخت‌های آب شهری از منظر پدافند غیرعامل

شخص	نماد نام‌گذاری
مکان‌یابی	B۱
استتار	B۲
اختفاء	B۳
پراکندگی	B۴
پوشش	B۵
جابجایی	B۶
اعلام خبر	B۷
فریب	B۸
دسترسی	B۹
تمرکززدایی	B۱۰

در روش DEMATEL فازی با استفاده از جدول‌های امتیازدهی که برای هر معیار و مقادیری که توسط خبرگان تعیین شده است، مقادیر $R+C$ ، R_i ، C_i و R آن‌ها تعیین گردید که نتایج عبارت‌اند از:

۱) شبکه توزیع آب شهری

شبکه‌های توزیع آب شهری در میان سیستم شبکه آبرسانی شهری، به دلیل مشخصاتی از جمله؛ قابلیت دسترسی و فراگیر

بودن، از اهمیت و جذابیت بالایی برای دشمن برخوردار می‌باشد. لذا از پتانسیل بالایی جهت عملیات تروریستی برخوردار هستند و احتمال مورد اصابت واقع شدن و آلودگی آن‌ها بسیار زیاد است. امتیازدهی معیار شبکه توزیع آب شهری در جدول (۴) ارائه شده است و نتایج مربوط به روش DEMATEL فازی در جدول (۵) و (۶) نمایش داده شده است. نمودار علت و معلولی نیز در شکل (۳) ارائه گردیده است.

جدول (۴): امتیازدهی معیار شبکه توزیع آب شهری

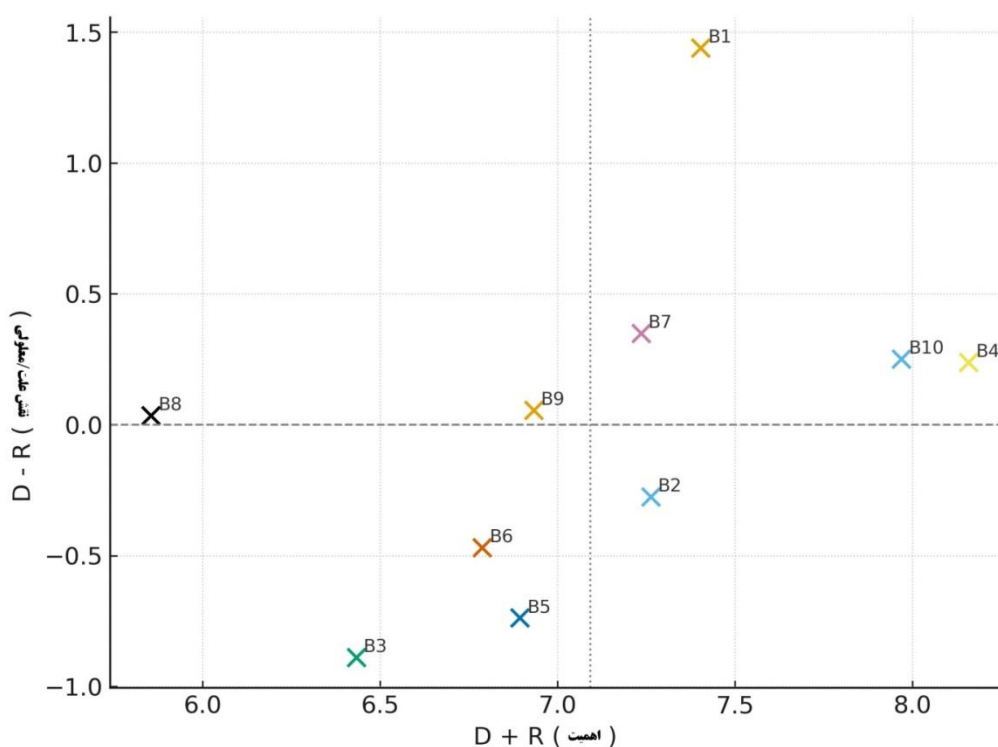
	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰	۴	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲
B۲	۲	۰	۲	۳	۲	۳	۲	۱	۲	۲
B۳	۱	۲	۰	۲	۲	۱	۲	۲	۱	۲
B۴	۳	۲	۲	۰	۳	۳	۲	۱	۳	۴
B۵	۱	۲	۳	۲	۰	۲	۱	۲	۱	۳
B۶	۲	۲	۱	۲	۳	۰	۲	۱	۲	۲
B۷	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۰	۲	۳	۲
B۸	۱	۲	۲	۳	۱	۲	۲	۰	۲	۱
B۹	۱	۲	۱	۲	۳	۲	۲	۲	۰	۳
B۱۰	۲	۲	۴	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۰

جدول (۵): نرمالیزه کردن داده‌ها

	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۸
B۲	۰/۰۸	۰	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸
B۳	۰/۰۴	۰/۰۸	۰	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۸
B۴	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۸	۰	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۱۶
B۵	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۱۲
B۶	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۲	۰	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸
B۷	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۸	۰	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸
B۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸	۰	۰/۰۸	۰/۰۴
B۹	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰	۰/۱۲
B۱۰	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۸	۰

جدول (۶): مجموع نهایی داده‌های روش دیمتل فازی

	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰/۳۰	۰/۵۱	۰/۴۴	۰/۴۷	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۴۶
B۲	۰/۳۱	۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۲۷	۰/۳۵	۰/۳۸
B۳	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۳۱	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۱
B۴	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۴۷	۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۳۲	۰/۴۳	۰/۵۱
B۵	۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۳۷
B۶	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۳۵
B۷	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۳۸	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۴۰	۰/۴۱
B۸	۰/۲۴	۰/۳۲	۰/۳۱	۰/۳۷	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۱۹	۰/۳۰	۰/۳۰
B۹	۰/۳۱	۰/۳۷	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۲۷	۰/۴۱
B۱۰	۰/۳۵	۰/۴۵	۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۳۶



شکل (۳): نمودار علت و معلولی معیار شبکه توزیع آب شهری

۲) تصفیه‌خانه آب شهری

تصفیه‌خانه‌ها اغلب آخرین محل پایش دائم آب هستند. به همین دلیل یکی از مهم‌ترین بخش‌های سامانه‌های منابع آب به شمار می‌روند. خرابکاری یا حملات فیزیکی می‌تواند تصفیه‌خانه را از کار انداخته و فرآیندهای تصفیه آب را مختل نماید. در صورتی که یک واحد تصفیه تخریب گردد، روند تصفیه و جریان آب قطع می‌شود،

اما اختلال در یک واحد، منتهی به کاهش راندمان تصفیه می‌گردد که در این صورت، الزاماً جریان قطع نمی‌شود. امتیازدهی معیار تصفیه‌خانه آب شهری در جدول (۷) ارائه شده است و نتایج مربوط به روش DEMATEL فازی در جدول (۸) و (۹) نمایش داده شده است. نمودار علت و معلولی نیز در شکل (۴) ارائه گردیده است.

جدول (۷): امتیازدهی معیار تصفیه آب شهری

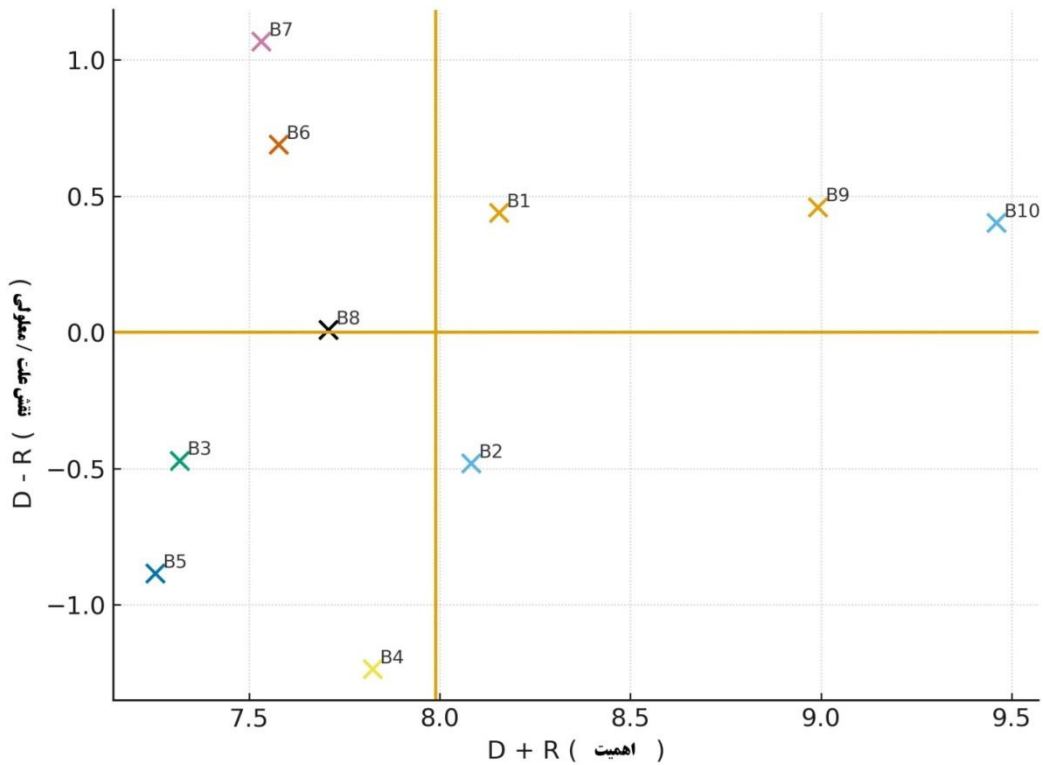
	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰	۳	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۳	۲
B۲	۲	۰	۲	۲	۳	۱	۲	۲	۱	۲
B۳	۱	۲	۰	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۲
B۴	۱	۲	۲	۰	۱	۱	۱	۱	۲	۳
B۵	۱	۲	۲	۲	۰	۱	۲	۲	۱	۲
B۶	۲	۲	۱	۲	۲	۰	۲	۳	۲	۲
B۷	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۲	۲	۲
B۸	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۰	۲	۲
B۹	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۰	۳
B۱۰	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۳	۰

جدول (۸): نرمالیزه کردن داده‌ها

	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰/۰۰	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۹
B۲	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹
B۳	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹
B۴	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴
B۵	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹
B۶	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۹
B۷	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹
B۸	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹
B۹	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۱۴
B۱۰	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۰

جدول (۹): مجموع نهایی داده‌های تحلیل دیمتل فازی

	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰/۳۴	۰/۵۰	۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۴۲	۰/۴۹	۰/۴۸
B۲	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۴۴	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۴۳
B۳	۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۲۷	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۴۰
B۴	۰/۳۱	۰/۳۷	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۳۷	۰/۴۳
B۵	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۳۸
B۶	۰/۴۱	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۴۸	۰/۴۷
B۷	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۳۹	۰/۲۸	۰/۴۲	۰/۴۶	۰/۴۸
B۸	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۴۲	۰/۴۴
B۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۴۶	۰/۵۶	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۴۵	۰/۴۱	۰/۵۶
B۱۰	۰/۵۱	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۵۸	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۴۱	۰/۴۷	۰/۵۵	۰/۴۶



شکل (۴): نمودار علت و معلولی معیار شبکه تصفیه آب شهری

۳) سد و مخازن آب

سد و مخازن آب از نقاط حساس شبکه آبرسانی می‌باشند. مخازن آب با یک انفجار کوچک ممکن است غیرفعال گردند و تخریب آن‌ها در یک عملیات تروریستی دور از انتظار نیست. مخازن آب به‌ویژه مخازن آب زیرزمینی باید استتار و حفاظت کافی داشته باشند تا بتوانند ذخیره مطمئن آب مورد نیاز یک جامعه را به‌ویژه در شرایط اضطراری، تأمین نمایند. از آنجایی که سدها حجم

بالایی از آب را در مخزن خود ذخیره می‌کنند تهدیدات فیزیکی که منتهی به شکست سازه سد می‌گردد، بسیار فاجعه‌بار است. امتیازدهی معیار سد و مخازن آب شهری در جدول (۱۰) ارائه شده است و نتایج مربوط به روش DEMATEL فازی در جدول (۱۱) و (۱۲) نمایش داده شده است. نمودار علت و معلولی نیز در شکل (۵) ارائه گردیده است.

جدول (۱۰): امتیازدهی معیار مخازن آب شهری

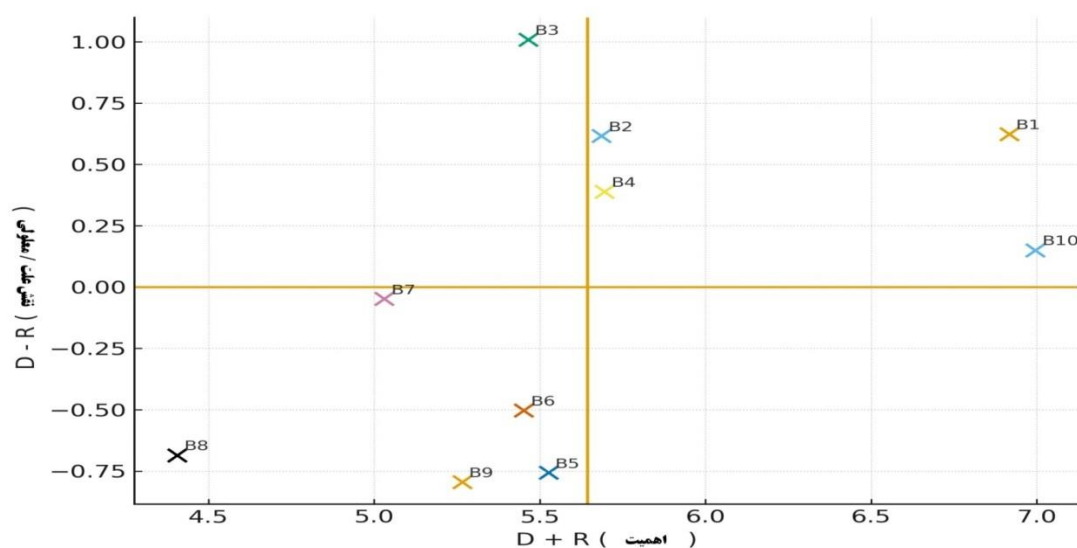
	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰	۳	۳	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۳
B۲	۲	۰	۱	۲	۳	۳	۲	۱	۲	۳
B۳	۳	۲	۰	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۳
B۴	۳	۲	۱	۰	۲	۲	۱	۲	۲	۳
B۵	۲	۱	۱	۱	۰	۱	۲	۱	۲	۳
B۶	۲	۱	۱	۱	۱	۰	۲	۲	۳	۲
B۷	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۰	۲	۱	۲
B۸	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۰	۱	۱
B۹	۲	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۱	۰	۱
B۱۰	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۳	۰

جدول (۱۱): نرمالیزه کردن داده‌ها

	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰/۰۰	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۳
B۲	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۳
B۳	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۳
B۴	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۳
B۵	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۳
B۶	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۹
B۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۹
B۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۴
B۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۴
B۱۰	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۰

جدول (۱۲): مجموع نهایی داده‌های دیمتال فازی

	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۴۷
B۲	۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۳۰	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۳۴	۰/۴۱
B۳	۰/۳۹	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۲۷	۰/۳۵	۰/۴۲
B۴	۰/۳۸	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۴۰
B۵	۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۳
B۶	۰/۲۹	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۳۰
B۷	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۱
B۸	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۲۱
B۹	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۲۵
B۱۰	۰/۴۲	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۴۱	۰/۳۳



شکل (۵): نمودار علت و معلولی معیار سد و مخازن آب شهری

۴) خط انتقال آب

خط انتقال آب شهری زیرساخت مهمی در تأمین نیازهای آب شرب و بهداشتی هر شهری محسوب می‌گردد. از این‌رو، در طراحی چنین شبکه‌هایی علاوه بر رعایت معیارهای فنی، باید پیوستگی خدمت‌رسانی در شرایط آسیب‌دیدگی ناشی از وقوع

عوامل طبیعی و انسانی و نیز برگشت‌پذیری سامانه در کوتاه‌ترین زمان ممکن، مدنظر قرار گیرد. امتیازدهی معیار خط انتقال آب شهری در جدول (۱۳) ارائه شده است و نتایج مربوط به روش DEMATEL فازی در جدول (۱۴) و (۱۵) نمایش داده شده است. نمودار علت و معلولی نیز در شکل (۶) ارائه گردیده است.

جدول (۱۳): امتیازدهی معیار شبکه انتقال آب شهری

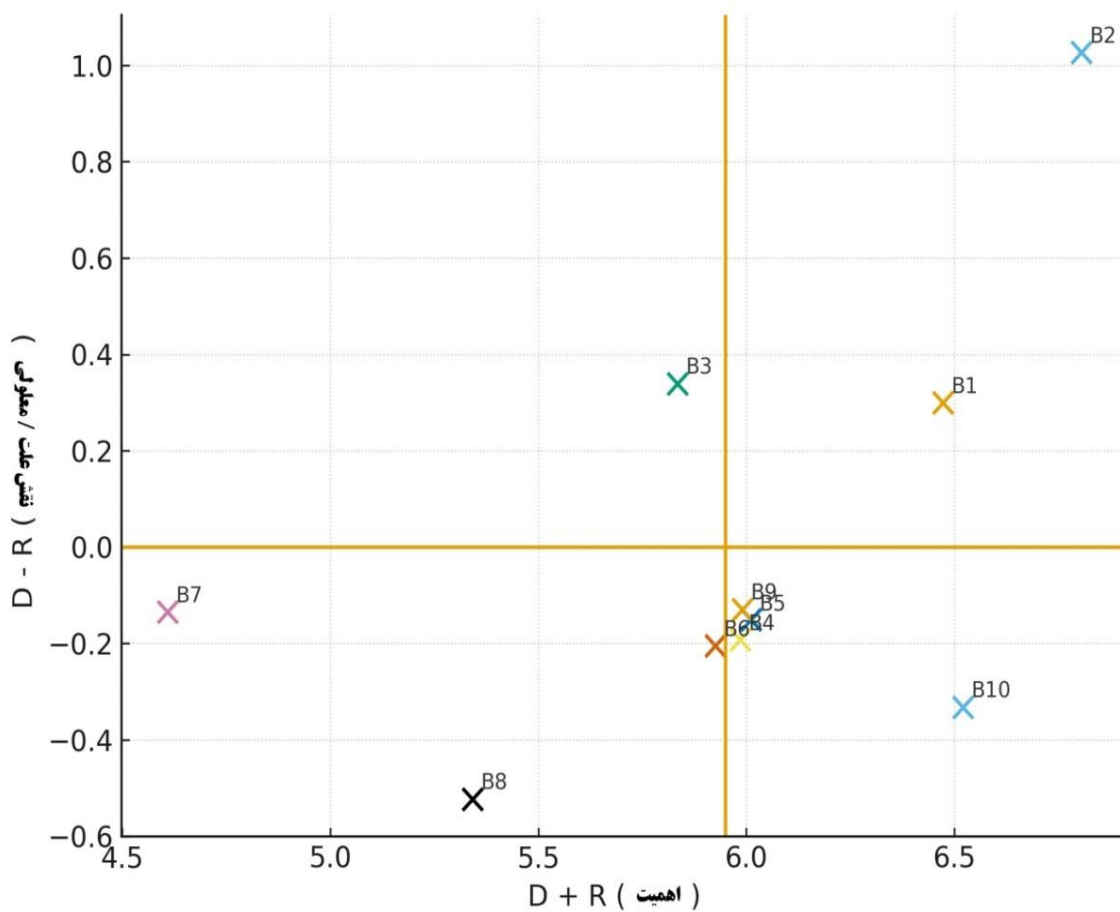
	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B1	۰	۲	۱	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲
B2	۳	۰	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۳
B3	۲	۲	۰	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۲
B4	۲	۱	۲	۰	۱	۲	۱	۱	۲	۲
B5	۲	۲	۲	۲	۰	۲	۱	۲	۲	۳
B6	۲	۱	۲	۳	۲	۰	۱	۲	۲	۲
B7	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۰	۲	۱	۲
B8	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱
B9	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۳
B10	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰

جدول (۱۴): نرمالیزه کردن داده‌ها

	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۹
B۲	۰/۱۴	۰/۰۰	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴
B۳	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹
B۴	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴
B۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹
B۶	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹
B۷	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۵
B۸	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۵
B۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۱۴
B۱۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰

جدول (۱۵): مجموع نهایی داده‌های دیمتل فازی

	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶	B۷	B۸	B۹	B۱۰
B۱	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۳۸
B۲	۰/۴۳	۰/۲۹	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۳۹	۰/۳۲	۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۴۷
B۳	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۳۶
B۴	۰/۳۱	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۳۸
B۵	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۳۴
B۶	۰/۳۱	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۲۷	۰/۳۳
B۷	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۲۴
B۸	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۲۶
B۹	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۳۸
B۱۰	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۲۸



شکل (۶): نمودار علت و معلولی معیار خط انتقال آب شهری

نتایج مربوط به روش DEMATEL فازی برای هر معیار، در جدول (۱۶) نمایش داده شده است.

جدول (۱۶): نتایج مربوط به روش DEMATEL فازی برای هر معیار

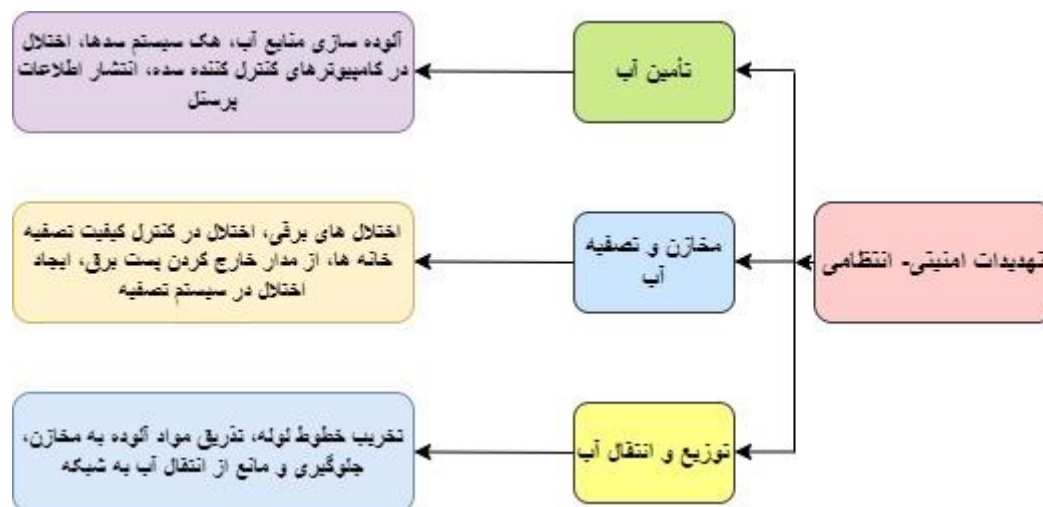
عنوان معیار	نماد نام‌گذاری	D	R	D+R	D-R	نقش
شبکه توزیع آب شهری	B1	۴/۴۲	۲/۹۸	۷/۴۰	۱/۴۴	علی
	B2	۳/۴۹	۳/۷۷	۷/۲۶	-۰/۲۷	معلولی
	B3	۲/۷۷	۳/۶۶	۶/۴۳	-۰/۸۹	معلولی
	B4	۴/۲۰	۳/۹۶	۸/۱۶	۰/۲۴	علی
	B5	۳/۰۸	۳/۸۲	۶/۸۹	-۰/۷۴	معلولی
	B6	۳/۱۶	۳/۶۳	۶/۷۹	-۰/۴۷	معلولی
	B7	۳/۷۹	۳/۴۴	۷/۲۴	۰/۳۵	علی
	B8	۲/۹۵	۲/۹۱	۵/۸۵	۰/۰۴	علی
	B9	۳/۴۹	۳/۴۴	۶/۹۳	۰/۰۶	علی
	B10	۴/۱۱	۳/۸۶	۷/۹۷	۰/۲۵	علی
تصفیه آب شهری	B1	۴/۳۰	۳/۸۶	۸/۱۵	۰/۴۴	علی
	B2	۳/۸۰	۴/۲۸	۴/۰۸	۰/۴۸	معلولی
	B3	۳/۴۲	۳/۸۹	۷/۳۲	-۰/۴۷	معلولی
	B4	۳/۲۹	۴/۵۳	۷/۸۲	-۱/۲۳	معلولی
	B5	۳/۱۹	۴/۰۷	۷/۲۵	-۰/۸۸	معلولی
	B6	۴/۱۳	۳/۴۴	۷/۵۸	۰/۶۹	علی
	B7	۴/۳۰	۳/۲۳	۷/۵۳	۱/۰۷	علی
	B8	۳/۸۶	۳/۸۵	۷/۷۱	۰/۰۱	علی
	B9	۴/۷۳	۴/۲۷	۸/۹۹	۰/۴۶	علی
	B10	۴/۹۳	۴/۵۳	۹/۴۶	۰/۴۰	علی
مخازن آب شهری	B1	۳/۷۷	۳/۱۵	۶/۹۲	۰/۶۲	علی
	B2	۳/۱۵	۲/۵۴	۵/۶۹	۰/۶۲	علی
	B3	۳/۲۴	۲/۲۳	۵/۴۷	۱/۰۱	علی
	B4	۳/۰۴	۲/۶۵	۵/۷۰	۰/۳۹	علی
	B5	۲/۳۸	۳/۱۴	۳/۵۵	۰/۷۶	معلولی
	B6	۲/۴۷	۲/۹۸	۵/۴۵	-۰/۵۰	معلولی
	B7	۲/۴۹	۲/۵۴	۵/۰۳	-۰/۰۵	معلولی
	B8	۱/۸۶	۲/۵۵	۴/۴۱	-۰/۶۹	معلولی
	B9	۲/۲۴	۳/۰۳	۵/۲۷	-۰/۷۹	معلولی
	B10	۳/۵۷	۳/۴۲	۷/۰۰	۰/۱۵	علی
شبکه انتقال آب شهری	B1	۳/۳۹	۳/۰۹	۶/۴۷	۰/۳۰	علی
	B2	۳/۹۲	۲/۸۹	۶/۸۱	۱/۰۳	علی
	B3	۳/۰۹	۲/۷۵	۲/۸۳	۰/۳۴	علی
	B4	۲/۹۰	۳/۰۹	-۵/۹۸	-۰/۱۹	معلولی
	B5	۲/۹۳	۳/۰۸	۶/۰۱	-۰/۱۵	معلولی
	B6	۲/۸۶	۳/۰۷	۵/۹۳	-۰/۲۰	معلولی
	B7	۲/۲۴	۲/۳۷	۴/۶۱	-۰/۱۳	معلولی
	B8	۲/۴۱	۲/۹۳	۵/۳۴	-۰/۵۲	معلولی
	B9	۲/۹۳	۳/۰۶	۵/۹۹	-۰/۱۳	معلولی
	B10	۳/۰۹	۳/۴۳	۶/۵۲	-۰/۳۳	معلولی

۶- نتیجه گیری

مطالعات پدافند غیرعامل در تأسیسات آبی شهرهای ایران یکی از برنامه‌های ضروری و قابل توجه مسئولین صنعت آب کشور جهت ارتقاء امنیت تأسیسات آب‌رسانی است. این مطالعه اولین بار با هدف تعیین و ارزیابی وضعیت امنیت و آسیب‌پذیری تأسیسات آبی شهر هشتگرد با رویکرد پدافند غیرعامل انجام شد. مکان‌یابی صحیح؛ اولین و مهم‌ترین اصل از اصول پدافند غیرعامل است که از طریق آن می‌توان بر اساس شرایط تعیین شده برای یک پروژه و با توجه به منابع و امکانات موجود، بهترین محل مناسب را انتخاب کرد. مکان‌یابی مناسب موجب کاهش آسیب‌پذیری تأسیسات زیربنایی از قبیل تأسیسات آبی می‌شود. در این صورت مشکلات و خسارات وارده در بحران‌ها به حداقل ممکن کاهش می‌یابد.

همان‌طور که در بخش روش تحقیق ذکر گردید، این پژوهش با استفاده از روش (دیمتلفازی)، در راستای دستیابی به ملاحظات پدافند غیرعامل در زیرساخت آب شهری بوده است. در این پژوهش با توجه به مقیاس شهر اصول پدافند غیرعامل از جمله مکان‌یابی و استتار و ... مورد توجه قرار گرفت و بر اساس آن عناصر شهری تجزیه و تحلیل گردیدند. زیرساخت‌های شهری همیشه در معرض تهدیدات طبیعت پایه و انسان‌محور هستند. وقوع این نوع تهدیدات کارکرد عناصر و بخش‌های مختلف زیرساخت‌های شهری را مختل یا متوقف می‌کند. ضمن اینکه بروز اختلال در هر یک از زیرساخت‌ها، ادامه‌ی کارکرد سایر

زیرساخت‌ها را نیز با مشکل مواجه می‌سازد. بنابراین پدیده‌ی آسیب‌پذیری شهری، کل نظام را در بر می‌گیرد و از این‌رو خطر بروز بحران افزایش می‌یابد. تهدیدات تروریستی یکی از مهم‌ترین تهدیدات انسان‌محور محسوب می‌شود به‌ویژه که در سال‌های اخیر با رشد و گسترش حملات تروریستی در مناطق مختلف جهان مواجه هستیم. «حفاظت از زیرساخت‌ها» از جمله مهم‌ترین تدابیر امنیتی در مدیریت بحران ارزیابی است که منوط به شناسایی تهدیدات، دارایی‌ها، آسیب‌پذیری‌های آنان و ارائه ارزیابی از زیرساخت است. در این میان شرکت‌های آب و فاضلاب که مأموریت دارند امکان بهره‌برداری مستمر و پایدار از آب آشامیدنی برای همه مردم را فراهم نمایند، در مقابل هرگونه تهدید نظامی، سایبری و زیستی آسیب‌پذیر همراه با پیامدهای متعددی هستند. در بین زیرساخت‌های نه‌گانه شهری، زیرساخت آب، به دلیل نیاز اساسی و فوری شهروندان و مراکز و تأسیسات شهری به آن از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار است. در این پژوهش مهم‌ترین تهدیدات تروریستی که می‌توانند عناصر زیرساخت آب را مورد آسیب قرار دهند مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع تهدیدات زیادی به‌عنوان تهدیدات آسیب‌رسان به عناصر زیرساخت آب در سه بخش تأمین، تصفیه و توزیع شناسایی شد. بر اساس یافته‌های پژوهش و همچنان که در نمودار زیر مشهود است، عناصر و اجزاء زیرساخت آب در سه بخش تأمین، تصفیه و توزیع به شکل‌های مختلف نسبت به سه نوع تهدید امنیتی - انتظامی شامل سایبر تروریسم، بیوتروریسم و تروریسم انتحاری آسیب‌پذیر هستند.



شکل (۷): چگونگی آسیب‌رسانی تهدیدات انسان‌محور به عناصر زیرساخت آب شهری

پژوهش نه تنها به شناسایی عوامل تهدید کننده و مؤثر بر این نوع زیرساخت‌ها پرداخته شده بلکه به تحلیل و ارزیابی میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های آبی با تکیه بر رویکرد پدافند غیرعامل بر اساس چارچوب مفهومی پژوهش ارائه می‌نماید. نتایج پژوهش نشان دهد که بخش قابل توجهی از زیرساخت‌های حیاتی شهر ایلام (زیرساخت آب شهری) دارای ضعف در مکان‌یابی، پراکندگی و نبود طرح‌های مقاوم‌سازی مطابق با اصول پدافند غیرعامل هستند. همچنین، اتخاذ رویکرد آینده‌نگر و برنامه‌ریزی مبتنی بر پدافند غیرعامل می‌تواند زمینه ارتقای تاب‌آوری شهری، کاهش خسارات ناشی از بحران‌ها و ارتقاء امنیت و پایداری سکونتگاه‌های شهری را فراهم آورد.

یافته‌های این پژوهش در شهر ایلام بیانگر آن است، شبکه آب‌رسانی شهری که از دیدگاه پدافند غیرعامل با استفاده از روش دیمتل فازی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است که عوامل مهمی در آن شناسایی و طبقه‌بندی گردیده که در زیر به مواردی از این یافته‌ها اشاره شده است:

۱) نتایج نهایی به دست آمده از روش DEMATEL فازی در این پژوهش، نشان می‌دهد که عامل مکان‌یابی (B1) و تمرکززدایی و کوچک‌سازی (B10) دارای اهمیت خیلی زیاد می‌باشند.
۲) همچنین با توجه به نتایج به دست آمده، عامل فریب (B8) بحث تأسیسات آب‌رسانی شهری از منظر پدافند غیرعامل دارای اهمیت خیلی کم می‌باشد.

۷- مراجع

- [1] F. Bakhshi Shadmehri, S. Zarghani, and O. A. Kharazmi, "Analysis of passive defense considerations in urban infrastructure with emphasis on water infrastructure". *Geographical Research Quarterly*, vol. 31(3), pp. 104-121. 2016. [In Persian]. <http://georesearch.ir/article-1-45-fa.html>
- [2] R. A. Pape, "The strategic logic of suicide terrorism". *American Political Science Review*, vol. 97(3), pp. 343-361. 2003. <https://doi.org/10.1017/S000305540300073X>
- [3] A. A. Ahari, E. Moradi, "Engineering evaluation of passive defense in dam failure and related water facilities studies". *Proceedings of the 3rd International Conference on Resilient Systems*, Tabriz, 66-91. 2011. [In Persian]. <https://civilica.com/doc/96428/>
- [4] M. Nasiri, H. Aazami, "Urban inequalities: Threat to Tehran's social security, a political-geopolitical approach". *Geopolitics Quarterly*, vol. (3). 2006. [In Persian]. [20.1001.1.17354331.1385.2.3.2.2](https://doi.org/10.17354/331.1385.2.3.2.2)
- [5] M. R. Kazemnia, A. Rostami, "Terrorism and passive defense". Tehran: Noh Publishing. 2011. [In Persian].
- [6] M. Mohammadi Dehcheshmeh, S. Heydariniya, "Modeling the co-location of special land uses from the perspective of passive defense in Ahvaz metropolis". *Journal of Spatial Planning*, vol. (2), pp. 211-236. 2015. [In Persian].

سیستم‌های آب شرب از نقطه تأمین آب تا محل دریافت آب، توسط مصرف‌کنندگان شامل اجزای مختلف و با خطرپذیری متفاوت است. اکثر این بخش‌های کلیدی مثل مخازن، تصفیه‌خانه‌ها و ... قابل دسترس هستند؛ به این دلیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر تهدیدات انسان‌محور دارند. برخی اجزاء مثل لوله‌های آب‌رسانی نیز با اینکه مدفون هستند، اما دچار حوادث عملکردی نامرئی مانند شکست، نشست و هدر رفت آب می‌شوند. حساس بودن این زیرساخت به نحوی است که مثلاً آلودگی شیمیایی سیستم می‌تواند منتهی به وقفه بلند مدت در امر سرویس‌دهی و پاک‌سازی آب و بازگرداندن مجدد آب به سیستم شود و این باعث می‌شود تا این زیرساخت پیامدهایی در سطح گسترده داشته باشد:

❖ اختلال در تصفیه، ذخیره و ارسال؛ ورود سموم و خطرات بیولوژیکی به سیستم آب؛

❖ آسیب به پرسنل تجهیزات؛ آسیب به اجتماع عمومی؛

❖ آسیب به تأسیسات و تجهیزات؛ آسیب به اموال خصوصی؛

مشکلات دفع ضایعات خطرناک (وقتی آب آلوده از سیستم بیرون رانده شود چه اتفاقی می‌افتد)؟

آنچه مشخص است تاکنون در طرح‌های توسعه شهری در سطح شهر ایلام به مقوله مهم پدافند غیرعامل توجهی نشده است. پراکندگی، استتار، اختفاء و پوشش از جمله اصول پدافند غیرعامل است که در تهیه طرح‌های شهری و در مکان‌یابی کاربری‌های حساس، حیاتی و مهم می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. ارزیابی وضعیت شاخص‌ها و اصول پدافند غیرعامل این امکان را فراهم می‌آورد. تا با توجه به شدت آسیب‌پذیری در هر یک از مناطق اقدامات لازم در جهت کاهش احتمال آسیب‌پذیری آن‌ها صورت گیرد؛ که در این پژوهش و منطقه مورد مطالعه با انجام اقداماتی نظیر انتقال برخی مراکز حساس و خطرناک به نقاط دیگر، لحاظ کردن اصول پدافند غیرعامل در عناصر شهری و اجزای آن‌ها و مواردی از این دست تا حد زیادی می‌توان از شدت آسیب‌پذیری مناطق کاست.

نتایج این پژوهش با یافته‌های دیگر محققین نشان می‌دهد که اگر چه در خصوص پدافند غیرعامل در تأسیسات آب‌رسانی و همچنین تحلیل خطرپذیری در زیرساخت‌های حیاتی کشور به صورت جداگانه مقالات و کارهای علمی انجام شده است اما این نوع پژوهش‌ها به صورت تک‌بعدی و یا با صرف ریسک آسیب‌پذیری و یا عموم زیرساخت‌ها تأکید دارند؛ اما در این

- threats to urban drinking water infrastructure with a passive defense approach”. Strategic Interdisciplinary Studies Quarterly, vol. 12 (49), pp. 55–81. 2022. [In Persian]. [20.1001.1.24234621.1401.12.49.3.9](https://doi.org/10.1001.1.24234621.1401.12.49.3.9)
- [21] G.H. Masoumi Beigi, Q. Ghani Zadeh, S. Sadat Rasoul, “Security assessment of urban drinking water facilities in Taleqan with a passive defense approach”. Military Health Promotion Journal, vol. 2(1), pp. 267–276. 2021. [In Persian]. <https://www.magiran.com/volume/211528>
- [22] S. Farokhi Zadeh, M. Bagheri, H. Maleki Toulabi, “Investigation and Evaluation of Urban Water Distribution System in Terms of Passive Defense Using Fuzzy DEMATEL Technique”. Disaster Prev. Manag. Know. Vol. 11 (1), pp. 67–80. 2021. [In Persian]. URL: <http://dpmk.ir/article-1-389-fa.html>
- [23] S.R. Mousavi, Y. Motseghar, H. Kalantari Khalilabad, “Identifying threats and vulnerabilities of urban infrastructures with a passive defense approach”. Quarterly Journal of Geography (Regional Planning), vol. 10 (39), pp. 917–934. 2019. [In Persian]. [20.1001.1.22286462.1399.10.39.24.1](https://doi.org/10.1001.1.22286462.1399.10.39.24.1)
- [24] F. Bakhshy, S.H. Zarghani, O.A. Kharazmi, “Analysis of Vulnerable Elements of the Cities Water Infrastructure against Terrorist Threats”. Geopolitics Quarterly, vol. 16(2), pp. 32–57. 2020. [In Persian]. [20.1001.1.17354331.1399.16.58.2.0](https://doi.org/10.1001.1.17354331.1399.16.58.2.0)
- [25] S. Mahdavi, K. Barani Zoghi, “Developing effective strategies in managing threats and opportunities in border areas from the perspective of passive defense (case study: Iran-Turkey border)”. Journal of Passive Defense, vol. 15(2), p. 21. 2025. [20.1001.1.20086849.1404.16.3.2.0](https://doi.org/10.1001.1.20086849.1404.16.3.2.0)
- [26] M. Pashapour, A. Panahi, R. Valizadeh, “Identifying physical and environmental requirements for preventing urban vulnerability based on passive defense principles (case study: Region 2 of Urmia city)”. Journal of Passive Defense, vol. 16(3), p. 85. 2025. [20.1001.1.20086849.1404.16.3.7.5](https://doi.org/10.1001.1.20086849.1404.16.3.7.5)
- [27] M. Jamshidi Ghasemabadi, F. Shamsaie Zafarqandi, M. Mirza Kouchak Khoshnavis, S.A. Mehdi Nia, “Analysis of considerations and requirements of passive defense in hospital design: a case study of Shahid Rajaei Heart Hospital in Tehran”. Journal of Passive Defense, vol. 16(3), p. 95. 2025. [20.1001.1.20086849.1404.16.3.8.6](https://doi.org/10.1001.1.20086849.1404.16.3.8.6)
- [28] Deputy Planning Officer of Ilam Governorate, Statistical Yearbook. 2021. [In Persian]
- [29] B. Chang, C.W. Chang, C.H. Wu, “Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria”. Expert Systems with Applications, vol. 38, pp. 1850–1858. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.07.114>
- [30] L. Zhi, F. Muhammad, J. Vipul, Z. Abraham, “Fuzzy DEMATEL analysis of barriers to Block chain based life cycle assessment in China”. Computers & Industrial Engineering, Elsevier, vol. 147, pp. 1–10. 2020. [10.1016/j.cie.2020.106684](https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106684)
- [31] H. Deng, “Multi-criteria analysis with fuzzy pairwise comparison”. International Journal of Approximate Reasoning. [https://doi.org/10.1016/S0888-613X\(99\)00025-0](https://doi.org/10.1016/S0888-613X(99)00025-0)
- [32] R.J. Lin, “Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices”. Journal of Cleaner Production, 40 (Supplement C), pp. 32–39. 2013. [10.1016/j.jclepro.2011.06.010](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.06.010)
- [33] A. Behzadefar, “Urban water supply and wastewater infrastructure”. Tehran: Shahidi Publications. 2012. [In Persian]
- [34] Z. Ba’azam, A. Belali, “Evaluation of the water supply network with a passive defense approach using TOPSIS model: A case study of Birjand. Proceedings of the 1st National Conference on Modeling and New Technologies in Water Management, Birjand University. 2018. [In Persian]. <https://civilica.com/doc/1008138/>
- https://hsmmp.modares.ac.ir/article_14475.html
- [7] H. Saremi, H. Hosseini Amini, “Protection of urban facilities and equipment using optimal use of the urban environment with a passive defense approach (Case study: Borujerd city)”. Urban Management Studies Quarterly, vol. (6), pp. 52.2011. [In Persian]. <https://sanad.iau.ir/fa/Article/824849?FullText=FullText>
- [8] G.h. Siyami, Gh. Latifi, K.Taghinzah, E. Kazemi Zahedi Kalaki, “Defensive pathology of urban structure using AHP and GIS: A case study of Gorgan”. Geographical Space Planning, vo. 3 (10), pp. 21–42. 2013. [In Persian]. https://gps.gu.ac.ir/article_7382.html
- [9] G. R. Jalali, “At the conference on passive defense and security of urban transportation infrastructure”. Retrieved from. 2017. [In Persian]. <http://paydarymelli.ir/fa/news/30878>
- [10] Z. Zhang, X. Li, H. Li, “A quantitative approach for assessing the critical nodal and linear elements of a railway infrastructure”. International Journal of Critical Infrastructure Protection, pp. 3–15. 2017.
- [11] S. Abazarlou, “Evaluation of urban vulnerability with a passive defense approach: A case study of Sabzevar”. Journal of Passive Defense Science and Technology, Malek Ashtar University of Technology. 2016. https://www.ispdrc.ir/article_705603.html
- [12] N. K. Marks, H. Hosseiny, V. P. Bill, K. L. Ahn, M. C. Crimmins, P. Kremer and V. B. Smith, “Spatial Integration of Urban Runoff Modeling, Heat, and Social Vulnerability for Blue-Green Infrastructure Planning and Management”, Journal of Water Resources Planning and Management, vol. 148, pp. 5074, 2022. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.19435452.0001593](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.19435452.0001593)
- [13] J. Nakhaei, M. Bitarafan, M. Joneidi, F. Sattari, “Risk assessment of urban water supply systems against threats using RAMCAP method”. Journal of Water and Wastewater, vol. 28(4), p. 10. 2017. [In Persian]. [10.22093/wwj.2017.45906](https://doi.org/10.22093/wwj.2017.45906)
- [14] G. Zarei, S. Abazarlou, “Investigating the vulnerability of cities with a passive defense approach using the inverse hierarchical analysis method (IHWP) and GIS - a case study of Greater Tehran”. Safe City Scientific Journal, vol. 1(2), pp. 1–18. 2018. [In Persian]. https://www.ispdrc.ir/article_705603.html?lang=fa
- [15] F. Bakhshy, S.H. Zarghani, O.A. Kharazmi, “Analysis of Vulnerable Elements of the Cities Water Infrastructure against Terrorist Threats”. Geopolitics Quarterly, vol. 16(2), pp. 32–57. 2020. [In Persian]. [20.1001.1.17354331.1399.16.58.2.0](https://doi.org/10.1001.1.17354331.1399.16.58.2.0)
- [16] H. Mashhadi, S. Amini Varaki, “Develop and present a model for threat assessments, vulnerability and risk analysis of critical infrastructure with a focus on passive defense”. Vol. Emergency Management, 4, Special Issue of Passive Defense Week 94, 2015, pp. 69–85. [In Persian]. https://www.joem.ir/article_14796.html?lang=en
- [17] H. Eskandari, “Land use planning from the perspective of passive defense (1st ed)”. Tehran: Boostan Hamid Publications. 2011. [In Persian].
- [18] R. Janke, T. Haxton, W. Grayman, R. Bahadur, R. Murray, W. Samuels, T. Taxon, “Protecting Water Supply Critical Infrastructure: An Overview: Clark R.M., Hakim S. (eds) Securing Water and Wastewater Systems: Global Experiences”. Springer International Publishing. 2014.
- [19] M.J. Hasani, A. Sivandipour, “Assessment of urban infrastructure vulnerability in the face of flood hazards: A case study of Jiroft water distribution network”. Journal of Urban Management and Environmental Engineering, vol. 2(4), pp. 38–77.2024. [In Persian]. <https://doi.org/10.48306/juem.2025.503499.1069>
- [20] A. Moradi, M. Biglari, “Hazard analysis of potential security