

Study of urban water storage tanks from the perspective of passive defense using Delphi, FEMA, and AHP hierarchical analysis

Afsaneh Mirzakhani¹ , MohammadReza Masoudinezhad^{2*} , Hossein Hatami³ ,
Sakineh Rakhshandehrou³ 

- 1- MPH Department, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 2- Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 3- Department of Public Health, School of Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Aims: This study was aimed to investigate the principles and foundations of passive defense, study the types of drinking water storage tanks, identify threats in urban water tanks and prioritize passive defense measures to reduce water tank threats.

Materials and Methods: In this study, in order to identify threats in the field of drinking water storage tanks and identify hazards and risk assessment, a combination of Delphi and FEMA methods was used. Moreover, AHP hierarchical analysis was adopted in order to prioritize the types of tanks from the passive defense criteria point of view. Ethical considerations were observed in all stages of the study.

Results: According to experts, important threats with a high destructive effect in the field of water storage resources included "chemical and biological contaminants" that can endanger the health of water and consumers. Indeed, "air and missile bombings", "fixed suicide bombings" and "individuals and vehicles" can cause the destruction of reservoir structures and disrupt water supply operations. Moreover, threats related to psychological warfare and soft warfare, including "rumors of water pollution", "psychological operations and personnel evacuation", "process sabotage" and "cyber-attacks" could result in chaos in the society. Accordingly, based on the aggregation of experts' opinions and the points given to water reservoirs in terms of exposure to threats, buried ground reservoir with a score of 0.386, semi-buried ground reservoir with a score of 0.246, elevated reservoir with a score of 0.225 and ground reservoir with a score of 0.143 were respectively prioritized for use as urban water storage tanks.

Conclusion: According to the results of this study, it is suggested to avoid the implementation of visible water reservoirs, and if possible, the reservoirs should be designed and implemented as buried. If it is not economically justified, the reservoir should be semi-buried with embankment and necessary modifications to the structure. Implement and finally use passive defense measures including camouflage, deception, etc. Evaluation of reservoirs in Sari city showed that the condition of these facilities is not favorable in terms of passive defense requirements, especially in rural areas and small reservoirs.

Keywords: Passive defense, Water reservoir, Risk analysis, Hierarchical analysis

Please Cite this article as: Mirzakhani A, Masoudinezhad MR, Kouchak F, Hatami H, Rakhshandehrou S. Study of urban water storage tanks from the perspective of passive defense using Delphi, FEMA, and AHP hierarchical analysis. *Journal of Health in the Field* 2023; 11(2):43-52.

Corresponding Author: Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Email: massoudi2010@yahoo.com

DOI: <https://doi.org/10.22037/jhf.v11i2.42106>

Received: 8 May 2023

Accepted: 4 November 2023

مقایسه انواع مخازن ذخیره آب شهری از دیدگاه پدافند غیرعامل با بکارگیری روش‌های Delphi، FMEA و تحلیل سلسله مراتبی AHP

افسانه میرزاخانی^۱، محمدرضا مسعودی نژاد^{۲*}، حسین حاتمی^۳، سکینه رخشنده‌رو^۳

۱- گروه دوره عالی بهداشت عمومی (MPH)، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۳- گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و اهداف: هدف از این تحقیق، بررسی انواع مخازن ذخیره آب شرب، شناسایی تهدیدات موجود در مخازن آب شهری و اولویت‌بندی اقدامات پدافند غیرعامل جهت کاهش تهدیدات مخازن آب بود.

مواد و روش‌ها: به منظور شناسایی تهدیدها در حوزه مخازن آب شرب و شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک از تلفیق روش‌های Delphi و FMEA و به منظور اولویت‌بندی مخازن از نظر معیارهای پدافند غیرعامل، از تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده گردید. رعایت ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل اجرای مطالعه در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: از نظر کارشناسان تهدیدهای مهم مخازن آب شامل «آلودگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی» هستند که می‌توانند سلامت آب و مصرف‌کنندگان را در خطر قرار دهند و همچنین «بمباران‌های هوایی و موشکی» و «بمب‌گذاری‌ها» که می‌توانند سبب تخریب سازه مخازن شود. تهدیدات جنگ روانی و جنگ نرم شامل «شایعه آلودگی آب»، «عملیات روانی و فرار پرسنل»، «خرابکاری فرایندی» و «حملات سایبری» می‌توانند سبب هرج و مرج در جامعه گردد. با توجه به تجمیع نظرات کارشناسان و امتیازهای داده شده به مخازن آب براساس مواجهه با تهدیدات، مخزن زمینی مدفون با امتیاز ۰/۳۸۶، مخزن زمینی نیمه مدفون با امتیاز ۰/۲۴۶، مخزن هوایی با امتیاز ۰/۲۲۵ و مخزن زمینی نمایان با امتیاز ۰/۱۴۳ به ترتیب در اولویت قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: حتی‌الامکان از اجرای مخازن آب به صورت نمایان خودداری شده و مخازن به صورت مدفون یا نیمه‌مدفون با انجام خاکریزی و اصلاحات لازم بر سازه، اجرا و درنهایت از اصول پدافند غیرعامل در جهت افزایش ضریب ایمنی مخزن استفاده گردد. ارزیابی مخازن شهرستان ساری نشان داد که وضعیت این تأسیسات از نظر الزامات پدافند غیرعامل به‌خصوص در مناطق روستایی و مخازن کوچک مطلوب نیست.

کلیدواژه‌ها: پدافند غیرعامل، مخزن آب، تحلیل ریسک، تحلیل سلسله مراتبی

* نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

Email: massoudi2010@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳

مقدمه

در طراحی تأسیسات آبرسانی، علاوه بر ملاحظات معمول طراحی، لازم است تأمین امنیت تأسیسات برای مقابله با حملات احتمالی دشمنان مورد توجه واقع شود. این موضوع در قالب پدافند غیرعامل مورد مطالعه قرار می‌گیرد. پدافند غیرعامل (Passive Defense) به عنوان الزامی برای کاهش خطرپذیری، کنترل عواقب تهاجم و افزایش توان مرمت‌پذیری بدون استفاده از ابزارآلات نظامی و جنگ‌افزارها مطرح است [۱-۲] و به مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای اطلاق می‌گردد که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار و تسلیحات نبوده و به منظور افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقای پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران انجام می‌شود [۱]. مخازن آب تصفیه‌شده، یکی از اجزای مهم سامانه‌های آبرسانی می‌باشند که باید به‌گونه‌ای طراحی گردند تا علاوه بر جبران تغییرات تقاضای آب، کاهش نوسانات فشار آب در شبکه توزیع، ذخیره و فراهم نمودن آب مورد نیاز اطفای حریق و استمرار آبرسانی و توزیع آن در هنگام قطع برق و حوادث احتمالی، از آلودگی آب نیز جلوگیری نمایند. مخازن برحسب وضعیت استقرار نسبت به تراز زمین، به دو دسته مخازن هوایی و مخازن زمینی طبقه‌بندی می‌شوند. کاربرد اصلی مخازن هوایی برای ایجاد فشار در شبکه است و مخازن بتنی زمین برای ذخیره آب، متعادل کردن فشار، مکش تلمبه‌خانه‌ها و تأمین فشار شبکه استفاده می‌شوند. با توجه به ضوابط پدافند غیرعامل و همچنین ملاحظات فنی و معماری، مخازن بتنی زمینی ممکن است به صورت مدفون، نیمه مدفون و یا نمایان ساخته شوند [۲]. مطالعات انجام‌شده توسط محققین داخلی عمدتاً بر این موضوع دلالت دارد که تأسیسات تأمین آب شرب کشور اعم از مخازن ذخیره، تصفیه‌خانه‌ها و خطوط انتقال آب از منظر پدافندی در هنگام بروز تهدیدها بسیار آسیب‌پذیرند.

عبدالله‌زاده و شهریار، شبکه آبرسانی شهر تهران را به منظور مکان‌یابی پهنه‌های خطرپذیر بحران‌های کیفی آبرسانی شهری با استفاده از تحلیلی سلسله مراتبی (AHP: Analytical Hierarchy process) مورد بررسی و تحلیل قرار دادند. در این پژوهش در ۵ معیار کلی، انسان‌های فعال و مستقر در محل کار و فعالیت و انسان‌های در حال جابجایی و عبور و مرور شامل ۱۷ زیرمعیار از قبیل سطح سرویس مناطق و مخازن، فاصله از خطوط انتقال و توزیع آب، همجواری با تانک تماسی، تصفیه‌خانه‌ها، مخازن زمینی، تلمبه‌خانه و مخزن هوایی، توزیع و تراکم جمعیت، کاربری‌های حساس، کار و فعالیت منطقه‌ای و خدمات شهری، فضای سبز، نزدیکی به خطوط مترو، شبکه بزرگراهی، شبکه ریلی، شبکه شریانی درجه یک و دو و ایستگاه‌های مترو به عنوان معیارهای مؤثر بر

مکان‌یابی انتخاب شده است [۳]. صالحی و همکاران از روش مدیریت و زمان بندی خطی و رگرسیون برای مدیریت ساخت مخازن با رویکرد پدافند غیرعامل استفاده کردند. در این تحقیق با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی عصبی به همراه سری‌های زمانی، توانستند ۳۸ درصد هزینه‌های مربوطه را کاهش دهند [۴]. آبدار، در تحقیقی به‌منظور افزایش تاب‌آوری تأسیسات آبی شامل تاب‌آوری اجتماعی، تاب‌آوری زیرساختی-کالبدی، تاب‌آوری اقتصادی و تاب‌آوری مدیریتی-نهادی آن‌ها، تهدیدات مربوط به هریک از تأسیسات شامل سدها و تأسیسات انتقال آب خام، چاهها و منابع آب زیرزمینی، تصفیه‌خانه‌ها، ایستگاه‌های پمپاژ، خطوط انتقال آب شناسایی شده و راهکارهای کاهش آسیب‌ها در آن‌ها بررسی نمود [۵]. کربلایی و عسگری تهدیدات غالب مخازن آب شرب شهر مشهد را با استفاده از روش تحلیل ریسک و مدیریت بحران برای حفاظت از سرمایه با بکارگیری سه شاخصه ارزش‌داری، تهدید و ارزش بهره‌برداری مورد ارزیابی قرار دادند. تهدیدات متصور برای مخازن آب شرب شهر مشهد شامل عملیات روانی، عملیات سایبری، بمب‌گذاری، حملات هوایی و زمینی نظامی و حملات تروریستی عنوان شد. نتایج تحقیق نشان دادند که عمده مخازن آب شرب شهر مشهد در معرض ریسک بالا و متوسط قرار دارند [۲]. کاظمی و گلستانه، با شناسایی تهدیدهای مختلف آب از طریق تدوین پرسشنامه‌هایی برای مناطق چهارگانه مرزی، مرکزی، شهرهای بزرگ و شهرهای کوچک، به این نتیجه رسیدند که شهرهای بزرگ بیشترین تهدید و شهرهای کوچک کمترین تهدید را دارند. در شهرهای بزرگ، اخلال و از بین بردن تأسیسات آبی می‌تواند از مهم‌ترین اهداف دشمن باشد. در مناطق مرزی به دلیل در دسترس بودن مواد منفجره و سلاح‌های دوش پرتاب، بیشتر با هدف از بین بردن تأسیسات مورد تهدید قرار می‌گیرد. همچنین برطبق نتایج این تحقیق مخزن هوایی بیشترین احتمال تهدید و مخزن زمینی کمترین احتمال تهدید را داشتند [۶]. میوه‌چی و همکاران در یک بررسی دریافتند که کنترل و دقت در «نامنظمی و پراکندگی در احداث مخازن؛ استتار و استفاده از تکنیک‌های اختفاء و فریب؛ مکان‌یابی دقیق و علمی و بازدارنده از حملات و حفاظت ضد بمب در مراکز بسیار حساس» کمک شایانی به ایمن‌سازی مخازن خواهد کرد [۷]. علی عسکری و همکاران در پژوهشی انواع مخازن را با در نظر گرفتن مفاهیم پدافند غیرعامل با هدف کاهش آثار زیان‌بار هنگام وقوع خطرات مورد بررسی قرار دادند و مروری کلی بر راه‌حل‌های مقاوم‌سازی سازه‌های مخزن در برابر تهدیدها و همچنین انتخاب سایت از منظر اصول پدافند غیرعامل مانند استتار، فریب و پراکندگی داشتند [۸]. نتایج پژوهش قیامتی یزدی نشان داد که با افزایش طول دیوارهای برشی و هنگامی که سقف در سازه‌های بتونی مسطح باشد، کاهش فشار انفجار را از طریق فشار هوای سطحی و اثر شوک زمین تحمیل شده بر سازه کاهش می‌یابد. همچنین با استفاده از انواع روش‌های مقاوم‌سازی، می‌توان از مقاومت سازه‌های بتونی شهری در هنگام بحران نظامی و طبیعی اطمینان حاصل کرد [۹]. عمده

پژوهش‌های انجام شده به بررسی ابعادی از مسئله پایداری مخازن در مقابل استرس‌های خارجی پرداخته‌اند. همچنین نوع مخازن بررسی شده عمدتاً از نوع زمینی بتنی بوده و تفکیکی میان انواع مخازن زمینی بتنی (نمایان، مدفون و نیمه مدفون) و مخازن هوایی (بتنی و فلزی) قائل نشده‌اند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع مطالعه موردی می‌باشد. جامعه مورد بررسی این تحقیق انواع مخازن آب شرب اعم از زمینی و هوایی در حوزه شهرستان ساری می‌باشند. اطلاعات اولیه تحقیق از مطالعات کتابخانه‌ای و مرور منابع شامل کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها، مقالات و گزارش‌های موجود گردآوری شد. برای انجام تحلیل داده‌های مربوطه نرم افزارهای Excel و Expert Choice و مورد استفاده قرار گرفت. در ابتدای تحقیق، تهدیدات موجود در حوزه مخازن آب شهری از مرور منابع کتابخانه‌ای گردآوری شد و در قالب روش دلفی به قضاوت کارشناسان قرار داده شده و امتیازدهی شد. کارشناسان به تعداد ۲۵ نفر، از اساتید دانشگاه (۸ نفر)، متخصصین آب و فاضلاب در بخش دولتی (۱۰ نفر) و خصوصی (۱۰ نفر) انتخاب شدند. در این مرحله علاوه بر امتیازدهی تهدیدات موجود در پرسشنامه، تهدیدات جدید نیز توسط کارشناسان پیشنهاد شد. بدین صورت که پرسشنامه‌هایی شامل تهدیدهای مختلف تهیه شده و هر تهدید با درجه‌بندی خیلی بالا، بالا، نسبتاً بالا، متوسط، نسبتاً پایین، پایین و خیلی پایین، توسط کارشناسان وزن دهی شد. برای تبدیل کمیت‌های بیانی به عددی از مجموعه اعداد (۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱) استفاده شد. میانگین امتیاز هر معیار براساس کل امتیازات داده شده، محاسبه گردید [۱۰]. برای ایجاد اجماع بیشتر بین کارشناسان، نظرسنجی در دو مرحله انجام شد، بدین صورت که برای نزدیک‌تر شدن نظرات کارشناسان، نتایج مرحله اول به اطلاع آن‌ها رسانده شده و مجدداً امتیازدهی توسط آن‌ها انجام شد. از آنجا که برای اولویت‌بندی تهدیدات باید احتمال وقوع هر تهدید، علاوه بر میزان اهمیت آن تهدید نیز شناسایی گردد. از همین رو، با تلفیق روش دلفی با روش ارزیابی ریسک (FMEA: Failure Mode & Effects Analysis)، تهدیدها، ارزیابی و اولویت‌بندی شد [۱۱]. به منظور جمع‌بندی نظرات کارشناسان، علاوه بر مقادیر متوسط امتیازات، از شاخص اجماع نیز استفاده شد. میزان اجماع کارشناسان بر روی نتیجه نهایی با استفاده از روش انحراف معیار طبق رابطه (۱) تعیین شد.

$$(1) \quad 1 - \frac{S}{\bar{X}} = \text{درجه اجماع}$$

که S، انحراف معیار و \bar{X} میانگین امتیازات را نشان می‌دهد. در نهایت برای انتخاب معیارهای نهایی از شاخص جدیدی که با تلفیق میانگین نسبی امتیاز و درجه اجماع هر معیار به دست می‌آید (رابطه ۲)، استفاده شد. این شاخص حاصل میانگین نسبی امتیازات، M، (میانگین تقسیم بر ماکزیمم امتیازات) با وزن ۰/۷ و شاخص درجه اجماع، C، با وزن ۰/۳ بوده و معیاری است که علاوه بر امتیاز کسب‌شده توسط هر تهدید، میزان اجماع کارشناسان بر اولویت آن تهدید را نیز لحاظ می‌کند [۱۲].

$$0.7M + 0.3C = \text{شاخص تلفیقی}$$

پس از تعیین معیارها (تهدیدها)، در مرحله بعد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP، با استفاده از معیارها و تهدیدهای شناسایی شده موجود و نظر کارشناسان، انواع مخازن آب شهری شامل مخازن هوایی، زمینی مدفون و نیمه مدفون، از نظر پایداری در برابر تهدیدات اولویت‌بندی شده و گزینه‌های برتر از منظر پدافند غیرعامل انتخاب شد. روش AHP شش گام زیر را شامل می‌گردد [۱۳].

تعریف مسئله و بیان شفاف اهداف و نتایج مورد انتظار؛

تبدیل مسئله پیچیده به عناصر تصمیم‌گیری (بیان جزئیات معیارها و گزینه‌ها)؛

بکارگیری مقایسات زوجی بین عناصر تصمیم‌گیری به منظور ایجاد ماتریس‌های مقایسه؛

استفاده از روش بردار ویژه برای برآورد وزن‌های نسبی عناصر تصمیم‌گیری؛

محاسبه نرخ ناسازگاری ماتریس‌ها برای اطمینان از سازگاری قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان؛

تجمیع عناصر تصمیم وزن‌دهی شده برای به دست آوردن رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها.

رعایت ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل اجرای مطالعه در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

شناسایی معیارها (نتایج روش دلفی و FMEA)

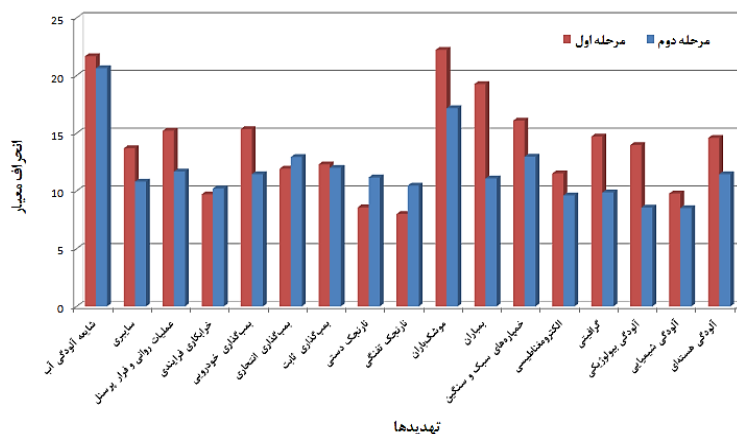
نتایج نظرسنجی به روش دلفی در جدول (۱) نشان داده شده است. نتایج روش دلفی شامل موارد و آیت‌ها، «میانگین»، «میان» و «انحراف معیار» امتیازات در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۱- امتیازدهی شیوه‌ها و ابزارهای تهدید مخازن آب
Table 1- Prioritizing ways and tools to threaten water reservoir

جنس تهدید	شیوه تهدید	اهمیت تهدید		احتمال وقوع	
		مرحله اول	مرحله دوم	مرحله اول	مرحله دوم
نرم	شایعه آلودگی آب	۵/۸۲	۶/۱۳	۸/۵۵	۸/۶۳
	سایبری	۳/۷۳	۴/۵۳	۴/۰۹	۴/۰۶
	عملیات روانی و فرار پرسنل	۶/۳۶	۶/۱۳	۵/۵۵	۵/۱۹
	خرابکاری فرایندی	۷/۱۸	۷/۱۳	۵/۱۸	۵/۷۵
سخت	بمب‌گذاری خودروبی	۷/۸۲	۷/۵۳	۷/۰۹	۷/۱۳
	بمب‌گذاری انتحاری	۷/۴۵	۷/۷۳	۸/۱۸	۸/۳۱
	بمب‌گذاری ثابت	۸/۲۷	۸/۲۷	۷/۸۲	۷/۸۸
	نارنجک دستی	۵/۱۸	۶/۶۰	۷/۱۸	۶/۹۴
	نارنجک تفنگی	۶/۰۹	۷/۰۷	۷/۴۵	۷/۲۵
	موشک باران	۹/۳۶	۹/۵۳	۸/۱۸	۶/۸۸
	بمباران	۹/۶۴	۹/۵۳	۸/۴۵	۷/۹۴
	خمپاره‌های سبک و سنگین	۸/۵۵	۸/۹۳	۸/۵۵	۷/۷۵
نیمه‌سخت	الکترومغناطیسی	۳/۷۳	۴/۲۷	۴/۶۴	۴/۰۶
	گرافیتی	۳/۹۱	۴/۳۳	۴/۲۷	۴/۳۱
ویژه	آلودگی بیولوژیکی	۹/۱۸	۹/۷۳	۶/۹۱	۷/۳۸
	آلودگی شیمیایی	۹/۲۷	۹/۶۷	۸/۶۴	۸/۳۱
	آلودگی هسته‌ای	۶/۴۵	۶/۰۷	۲/۹۱	۳/۴۴

کاهش پیدا کرده که این نشان از اجماع بیشتر کارشناسان در امتیازهای داده شده دارد (شکل ۱).

مقایسه انحراف معیارهای امتیاز ریسک تهدیدها در دو مرحله نظرسنجی نشان می‌دهد که در اکثر موارد، انحراف معیار در مرحله دوم نظرسنجی



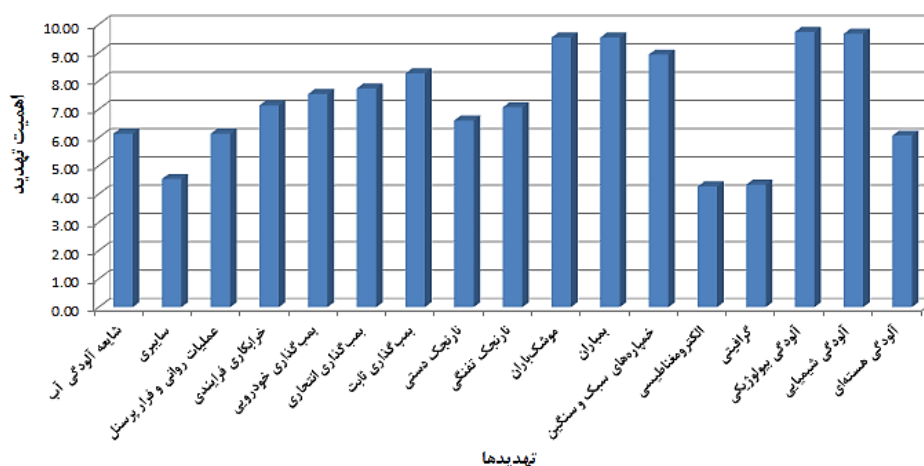
شکل ۱- مقایسه انحراف معیارها در دو مرحله نظرسنجی

Figure 1- Comparison of standard deviation in two stages of survey

دشمن در جهت ایجاد هرج و مرج و از بین بردن اتحاد و انسجام آحاد جامعه و تضعیف روحیه مردم محتمل‌ترین تهدید ممکن خواهد بود. همچنین ایجاد «آلودگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی» با هدف شیوع بیماری‌های حاد و مزمن در نیروهای نظامی و افراد غیرنظامی با توجه به گستره وسیع تأثیرگذاری آن و همچنین داشتن سوابق متعدد در جنگ‌های گذشته و حوادث تروریستی، بسیار محتمل خواهد بود. «بمباران‌های هوایی و موشکی» و «بمب‌گذاری‌های انتحاری ثابت، فردی و خودرویی» نیز به جهت اقدامات دشمن در از بین بردن زیرساخت‌های شهری و تخریب سازه‌های حیاتی و ایجاد اختلال در آبرسانی از احتمال بالایی برخوردار است.

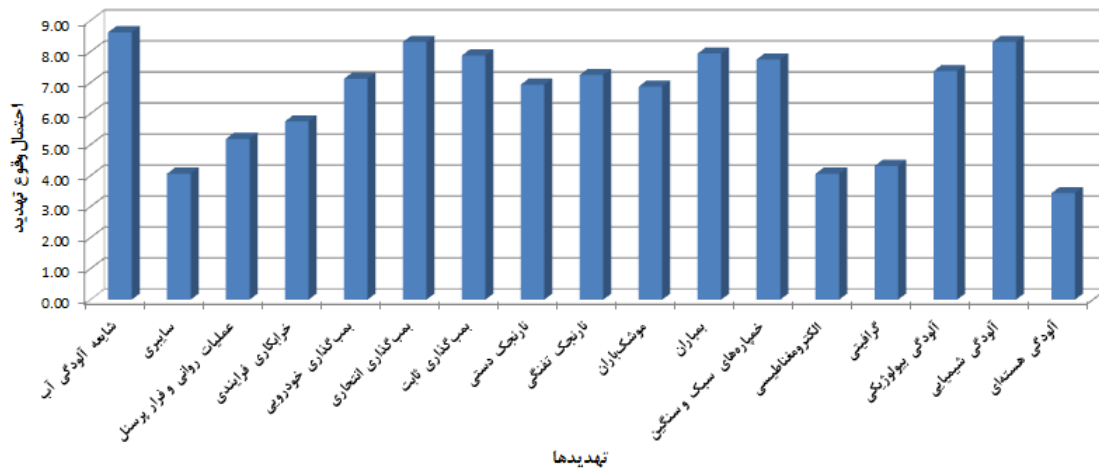
احتمال وقوع «حملات سایبری» به تأسیسات آب شهری با توجه به اینکه در حال حاضر بخش عمده تجهیزات موجود در تأسیسات آبرسانی کشور عمدتاً به صورت دستی راهبری می‌شود و امکان هدایت آن از راه دور و از طریق «سایبر» امکان‌پذیر نیست، عملاً وجود ندارد. «تسلیمات الکترومغناطیسی» و «تسلیمات گرافیتی» بر سازه مخازن بی‌اثر هستند، اما از نظر آثار روانی که بر افراد و پرسنل و همچنین تأثیر مخرب بر تجهیزات الکتریکی و قطعی برق دارد، می‌تواند سبب اختلال در امر آبرسانی گردند. اما در مقایسه با سایر تهدیدها، در حوزه مخازن آب آشامیدنی از اهمیت و احتمال وقوع کمتری برخوردار هستند.

نتایج مرحله دوم نظرسنجی می‌دهد که کماکان تهدیدهای «آلودگی شیمیایی» و «بمباران هوایی» حائز بیشترین اولویت هستند، اما پس از آن‌ها اولویت‌ها به تهدیدهای «آلودگی بیولوژیکی»، «خمپاره‌های سبک و سنگین»، «بمب‌گذاری ثابت»، «موشک‌باران»، «بمب‌گذاری انتحاری و خودرویی» و «شایعه آلودگی آب» اختصاص داده شد که با نظرسنجی مرحله اول متفاوت است. همچنین مانند مرحله اول تهدیدهای «سایبری»، «الکترومغناطیسی»، «گرافیتی» و «هسته‌ای» در زمینه مخازن ذخیره آب آشامیدنی از نظر کارشناسان از کمترین اولویت برخوردار بودند (جدول ۱). شکل (۲) اهمیت تهدیدها را از نظر کارشناسان نشان می‌دهد. از نظر کارشناسان تهدیدهای مهم با اثر تخریبی بالا در حوزه منابع ذخیره آب شامل «آلودگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی» هستند که می‌توانند سلامت آب و مصرف‌کنندگان را در خطر قرار دهند و همچنین «بمباران‌های هوایی و موشکی» و «بمب‌گذاری‌های انتحاری ثابت، فردی و خودرویی» هستند که می‌توانند سبب تخریب سازه مخازن شده و عملیات آبرسانی را مختل سازند. ایجاد «شایعات آلودگی آب» نیز می‌تواند سبب هرج و مرج در جامعه شده و اتحاد و انسجام ملی را خدشه‌دار کند. شکل (۳) احتمال وقوع تهدیدهای حوزه منابع ذخیره آب آشامیدنی را نشان می‌دهد. از نظر کارشناسان ایجاد «شایعات آلودگی آب» با توجه به جنگ روانی



شکل ۲- اهمیت تهدیدهای مخازن ذخیره آب

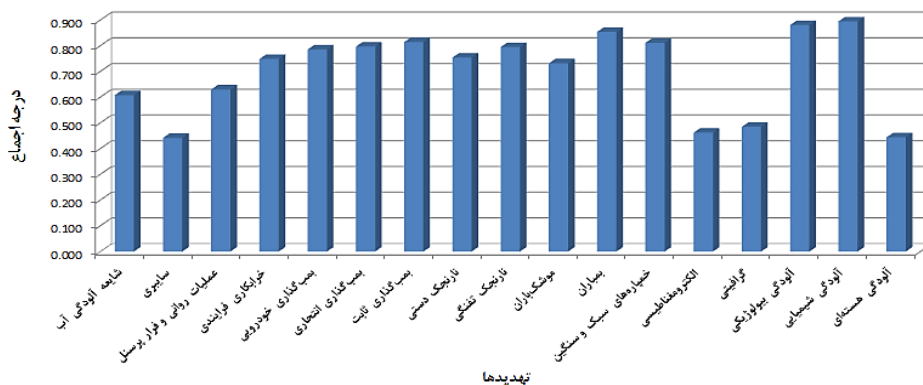
Figure 2- Importance of threats to water storage tanks



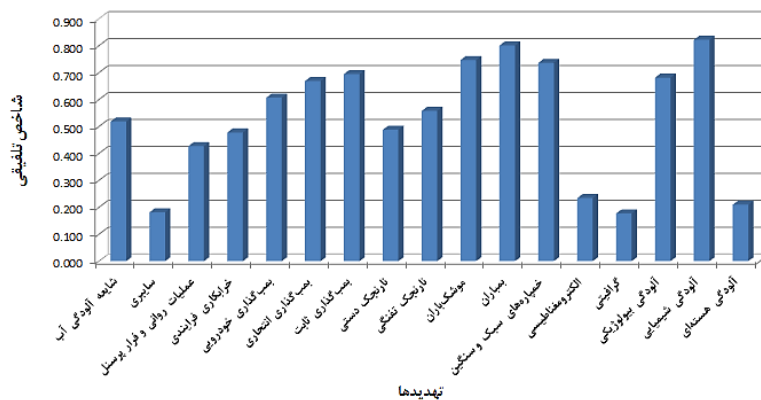
شکل ۳- احتمال وقوع تهدیدهای مخازن ذخیره آب
Figure 3- The possibility of threats to water tanks

است. در نتیجه معیار بهتری برای اولویت‌بندی تهدیدها خواهد بود. براساس این معیار اولویت‌بندی تهدیدها در حوزه مخازن ذخیره آب آشامیدنی به شرح جدول (۲) خواهد بود.

شکل‌های (۴) و (۵) به ترتیب درجه اجماع کارشناسان در نظرسنجی و همچنین شاخص تلفیقی به‌عنوان معیار نهایی برای اولویت‌بندی تهدیدها را نشان می‌دهد. در شاخص تلفیقی آنچه اهمیت دارد، دو عامل اولویت تهدید و همچنین اجماع کارشناسان بر اولویت تهدید مربوطه



شکل ۴- درجه اجماع کارشناسان در رابطه با تهدیدهای مخازن ذخیره آب
Figure 4- The degree of consensus of experts regarding threats to water tanks



شکل ۵- شاخص تلفیقی اولویت‌بندی تهدیدهای مخازن ذخیره آب
Figure 5- Integrated index of prioritization of threats to water tanks

نتایج روش AHP

فرم‌های نظرسنجی AHP در اختیار همان افراد شرکت‌کننده در نظرسنجی دلفی قرار داده شد. پس از جمع‌آوری فرم‌ها، به‌منظور بررسی کیفیت تکمیل آن‌ها توسط هر کارشناس، هریک از فرم‌ها به‌طور جداگانه در نرم‌افزار Expert Choice 11 وارد شده و نرخ ناسازگاری هر ماتریس محاسبه شد. به‌ازای هر ماتریس تشکیل‌شده در این مقایسه، یک نرخ ناسازگاری توسط نرم‌افزار برای نشان دادن میزان دقت امتیازدهی به معیارها محاسبه می‌شود. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱۰ باشد، مقایسات انجام‌شده قابل قبول است. بنابراین،

مقایساتی که دارای نرخ ناسازگاری بالاتر از ۰/۱۰ بودند، کنار گذاشته شدند. در مرحله بعد، فرم‌هایی که سازگاری امتیازها در آن تأیید شد، مبنای کار قرار گرفت و میانگین امتیازاتی که به هر خانه ماتریس توسط کارشناسان داده شد، در آنالیز نهایی در نرم‌افزار وارد شد. جدول (۲) نتایج تحلیل سلسله‌مراتبی جهت انتخاب بهترین نوع مخزن ذخیره آب شرب شهری براساس مباحث پدافندی غیرعامل و پایداری بیشتر در برابر تهدیدها به‌صورت وزن نرمال معیارها و زیرمعیارها نشان می‌دهد.

جدول ۲- وزن نرمال تهدیدها در مقایسه مخازن ذخیره آب شهری

Table 2-The normal weight of threats in comparison of urban water storage tanks

وزن نرمال	زیرمعیارها
۰/۰۲۳	شایعه آلودگی آب
۰/۰۰۸	حملات سایبری
۰/۰۲۲	عملیات روانی و فرار پرسنل
۰/۰۲۹	خرابکاری فرایندی
۰/۰۷۰	بمب‌گذاری خودرویی
۰/۰۵۳	بمب‌گذاری انتحاری
۰/۰۹۲	بمب‌گذاری ثابت
۰/۰۲۹	نارنجک دستی
۰/۰۳۸	نارنجک تفنگی
۰/۱۳۰	موشک‌باران
۰/۱۴۰	بمباران هوایی
۰/۰۶۰	خیمپاره‌های سبک و سنگین
۰/۰۱۰	تسلیحات الکترومغناطیسی
۰/۰۱۵	تسلیحات گرافیتی
۰/۱۲۸	آلودگی بیولوژیکی
۰/۱۴۲	آلودگی شیمیایی
۰/۰۱۰	آلودگی هسته‌ای

بحث

با توجه به نتایج جدول (۲) مشاهده می‌شود که در مقایسه تهدیدات در حوزه مخازن ذخیره آب شهری، تهدیدهای آلودگی «شیمیایی»، «بمباران هوایی»، «موشک باران» و «بیولوژیکی» به‌ترتیب با وزن‌های ۰/۱۴۲، ۰/۱۴۰، ۰/۱۳۰ و ۰/۱۲۸ به‌عنوان مهم‌ترین تهدیدات شناسایی شده‌اند. با توجه به اهمیت بسیار بالای بهداشت آب و همچنین تأثیر بسیار مخرب و سریع بر سلامت افراد جامعه، و همچنین سهل‌الوصول بودن این تهدیدات و دامنه تأثیر وسیع آن همواره از مهم‌ترین راهبردهای گروه‌های تروریستی در تضعیف و شکستن مقاومت نیروهای مقابل بوده است. به‌طور کلی ایجاد آلودگی شیمیایی در مخازن آب محتمل‌تر و دارای امکان بیشتری است، زیرا با افزایش دوز مواد

تصفیه‌کننده آب همچون منعقدکننده‌ها و گندزداها (مانند کلر) که به‌طور معمول در مقادیر زیاد در تصفیه‌خانه‌ها وجود دارند، نیز می‌توان آلودگی‌های شیمیایی در آب ایجاد کرد. پس از تهدیدهای «بمباران هوایی» و «موشک باران»، تهدیدهای «بمب‌گذاری ثابت»، «بمب‌گذاری خودرویی»، «خیمپاره‌های سبک و سنگین»، «بمب‌گذاری انتحاری» به‌ترتیب با اوزان ۰/۰۹۲، ۰/۰۷۰، ۰/۰۶۰، ۰/۰۵۳ در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. این تهدیدات که همگی از جنس انفجاری و انهدام هدف هستند، عمدتاً براساس قدرت تخریب زیرساخت‌ها و سهولت به‌کارگیری وزن‌دهی شده‌اند. بمباران هوایی توسط جنگنده‌ها همواره یکی از مؤثرترین راه‌ها برای تخریب و انهدام زیرساخت‌هایی چون مخازن آب بوده است. استفاده از خیمپاره‌های سبک

مخازن زمینی تشخیص داده‌اند. علت این امر می‌تواند این باشد که مخازن هوایی وابسته به پمپاژ آب بوده و در مقابل مخازن زمینی که عمدتاً می‌توانند ثقلی باشند (به‌جز ایستگاه‌های پمپاژ و تقویت فشار)، نیاز به نگهداری بیشتری دارند و در صورت غیاب پرسنل آسیب‌پذیرتر خواهند بود و همچنین در صورت داشتن امکان کنترل از راه دور سیستم پمپاژ می‌توانند مورد حک و نفوذ سایبری دشمن قرار گیرند.

در رابطه با تهدیدات انفجاری و تسلیحاتی شامل انواع بمب‌گذاری‌ها، خمپاره‌ها و نارنجک‌ها، موشک باران و بمباران هوایی، به‌طور طبیعی مخازن هوایی در معرض خطر بیشتری قرار دارند. این مخازن به‌دلیل داشتن وضعیت نامساعد از نظر استتار و همچنین آسیب‌پذیر بودن در بخش ستون و پایه‌ها به‌راحتی می‌توانند هدف سلاح‌های انفجاری قرار گیرند. در بخش مخازن زمینی، بدیهی است که مخازن مدفون به‌دلیل استتار کامل و همچنین مقاومت افزوده لایه خاک احاطه‌کننده آن‌ها بیشترین مقاومت را در برابر این تهدیدات خواهد داشت. تسلیحات الکترومغناطیسی اصولاً بر سازه‌ها بی‌تأثیر بوده و هدف آن ایجاد اختلالات روانی در نیروهای انسانی است و از این نظر کارشناسان تفاوتی میان مخازن در مقابل این تهدیدات قائل نشده‌اند. با توجه به اینکه عمده هدف استفاده از تسلیحات گرافیتی ایجاد اثر مخرب بر سیستم‌های برق‌رسانی و قطع آن است و وابستگی مخازن هوایی به پمپاژ آب ورودی خود، این تهدید اثر بیشتری بر مخازن هوایی نسبت به مخازن زمینی خواهد داشت. در رابطه با آلودگی‌های شیمیایی و بیولوژیک با توجه به دسترسی کمتر عوامل تروریستی به مخازن هوایی و همچنین دسترسی سهل‌الوصول به مخازن زمینی، کارشناسان مخازن زمینی را در مواجهه با این تهدیدات آسیب‌پذیرتر دانسته‌اند. در مورد مخازن زمینی، مخزن زمینی نمایان به دلیل ضعف در استتار و مخزن زمینی مدفون به دلیل سهولت ایجاد آلودگی در آن، امتیاز کمتری نسبت به مخزن زمینی نیمه‌مدفون دریافت کرده‌اند. در مواجهه با آلودگی‌های هسته‌ای ناشی از انفجارهای هسته‌ای، مخازن زمینی مدفون، کمترین مخاطره و مخازن هوایی با توجه به اینکه راحت‌تر در مواجهه با آثار آن قرار می‌گیرند، بیشترین مخاطره را در برابر این تهدید دارند. مخازن هوایی بتنی در تمامی موارد در مقابل تهدیدات انفجاری مقاومت بیشتری نسبت به نوع فلزی دارد. در نهایت با توجه به تجمیع نظرات کارشناسان و امتیازهای داده شده به مخازن آب براساس مواجهه با تهدیدات، مخزن زمینی مدفون با امتیاز ۰/۱۹۷، مخزن هوایی بتنی با امتیاز ۰/۱۸۴، مخزن هوایی فلزی با امتیاز ۰/۱۶۲ و مخزن زمینی نمایان با امتیاز ۰/۱۴۹ به‌ترتیب در اولویت استفاده به‌عنوان مخازن ذخیره آب شهری از نظر پدافند غیرعامل قرار گرفتند.

و سنگین با قدرت تخریبی مناسب نیز می‌تواند راهی سهل‌الوصول برای تخریب مخازن، به‌خصوص مخازن هوایی باشد. موشک باران علیرغم قدرت تخریب بالا، به‌واسطه اقدام از مسافت‌های دور می‌تواند شانس تخریب کمتری نسبت به تسلیحات ذکرشده داشته باشد. انواع بمب‌گذاری‌های انتحاری و خودرویی نیز می‌تواند سبب انهدام قسمت‌های مهمی از تأسیسات مرتبط با مخازن آب و ایجاد اختلال بر سر راه آبرسانی داشته باشد. انواع نارنجک‌های تفنگی و دستی با توجه به قدرت تخریبی کمتر بر مخازن آب، به‌ترتیب با اوزان ۰/۰۳۸ و ۰/۰۲۹ کمترین اولویت و اهمیت را در بخش تسلیحات انفجاری به‌دست آوردند. این تسلیحات بیشتر بر پرسنل و برخی اتصالات و لوله‌ها تأثیر مخرب دارند و بر سازه مخازن بتنی تأثیر آنچنانی ندارند. تهدیدات مربوط به جنگ روانی و جنگ نرم شامل «شایعه آلودگی آب»، «خرابکاری فرایندی»، «عملیات روانی و فرار پرسنل»، و «حملات سایبری» به‌ترتیب با اوزان ۰/۰۲۳، ۰/۰۲۹، ۰/۰۲۲ و ۰/۰۰۸ اولویت‌بندی شدند. این تهدیدات می‌توانند سبب هرج و مرج در جامعه و همچنین ایجاد اختلال در امر آبرسانی گردند. با توجه به اینکه هنوز در سیستم آبرسانی بسیاری از شهرها سیستم‌های تله‌متری اجرا نشده و لذا امکان هدایت و کنترل آن از راه دور وجود ندارد، در حال حاضر حملات سایبری در این بخش چندان مهم تلقی نشده است. اما با توجه به محوریت نیروی انسانی در بهره‌برداری از تأسیسات آب، نظارت کامل بر عملکرد پرسنل از اهمیت بالایی برخوردار است.

ایجاد آلودگی‌های رادیواکتیو به‌دلیل عدم دسترسی همه نیروهای نظامی و تروریستی به آن با وزن ۰/۰۱۰ اولویت بسیار کمتری نسبت به آلودگی‌های شیمیایی و بیولوژیک به دست آورده است. همچنین استفاده از تسلیحات گرافیتی و الکترومغناطیسی به‌ترتیب با اوزان ۰/۰۱۵ و ۰/۰۱۰ در اولویت‌های آخر تهدیدات مخازن آب قرار گرفتند. تأثیر تسلیحات الکترومغناطیسی عمدتاً بر افراد بوده و بر تأسیسات تأثیری ندارند. اما تسلیحات گرافیتی با توجه به اثر مخرب آن‌ها بر شبکه‌های برق‌رسانی، می‌توانند سبب قطع شدن برق تأسیسات شده و تأسیساتی که مبتنی بر پمپاژ آب هستند را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما بر تأسیسات با جریان ثقلی آب بی‌تأثیر است. وزنی نسبی هر یک از انواع مخازن ذخیره آب شهری نسبت به تهدیدها در جدول (۳) نشان داده شده است. در مواجهه با تهدید «شایعه آلودگی آب» و «تسلیحات الکترومغناطیسی» کارشناسان تفاوتی میان مخازن قائل نشده‌اند. همچنین در رابطه با تهدید «خرابکاری فرایندی»، کارشناسان بین مخازن هوایی و زمینی تمایز قایل شدند، ولی برای هر نوع مخزن، تفاوتی ندیدند. کارشناسان در مواجهه با تهدیدات «حملات سایبری» و «عملیات روانی دشمن و فرار پرسنل» مخزن هوایی را آسیب‌پذیرتر از

جدول ۳- وزن نسبی انواع مخازن ذخیره آب نسبت به تهدیدها

Table 3. The relative weight of different types of water storage tanks in relation to threats

مخزن زمینی	مخزن زمینی نیمه	مخزن زمینی نمایان	مخزن هوایی فلزی	مخزن هوایی بتنی	نرخ ناسازگاری	معیار و زیرمعیارها
مدفون	مدفون	نمایان	فلزی	بتنی		
۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۱۲۱	۰/۲۰۰	۰/۰۰	شایعه آلودگی آب
۰/۳۲۶	۰/۲۴۶	۰/۱۸۶	۰/۱۲۱	۰/۱۲۱	۰/۰۳	حملات سایبری
۰/۳۲۶	۰/۲۴۶	۰/۱۸۶	۰/۱۲۱	۰/۱۲۱	۰/۰۳	عملیات روانی و فرار پرسنل
۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۰۰	خرابکاری فرایندی
۰/۵۰۱	۰/۲۵۰	۰/۱۳۳	۰/۰۴۲	۰/۰۷۴	۰/۰۷	بمب گذاری خودرویی
۰/۴۵۳	۰/۲۸۰	۰/۱۴۱	۰/۰۴۵	۰/۰۸۰	۰/۰۶	بمب گذاری انتحاری
۰/۴۹۰	۰/۲۵۸	۰/۱۳۹	۰/۳۸۰	۰/۰۷۵	۰/۰۷	بمب گذاری ثابت
۰/۲۸۶	۰/۲۵۷	۰/۲۲۷	۰/۰۸۱	۰/۱۴۹	۰/۰۲	نارنجک دستی
۰/۴۳۸	۰/۲۰۰	۰/۱۶۱	۰/۰۵۸	۰/۱۴۲	۰/۰۲	نارنجک تفنگی
۰/۵۰۸	۰/۲۵۶	۰/۱۳۳	۰/۰۳۴	۰/۰۶۹	۰/۰۵	موشک باران
۰/۵۰۸	۰/۲۵۶	۰/۱۳۳	۰/۰۳۴	۰/۰۶۹	۰/۰۵	بمباران هوایی
۰/۴۹۹	۰/۲۴۳	۰/۱۲۶	۰/۰۴۳	۰/۰۸۹	۰/۰۵	خمپاره های سبک و سنگین
۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۰۵	تسلیحات الکترومغناطیسی
۰/۲۹۴	۰/۲۹۴	۰/۲۳۳	۰/۰۷۳	۰/۱۰۷	۰/۰۶	تسلیحات گرافیتی
۰/۰۵۴	۰/۰۷۸	۰/۱۱۱	۰/۳۷۸	۰/۳۷۸	۰/۰۱	آلودگی بیولوژیکی
۰/۰۵۲	۰/۰۸۸	۰/۱۴۲	۰/۳۵۹	۰/۳۵۹	۰/۰۱	آلودگی شیمیایی
۰/۴۸۲	۰/۲۴۱	۰/۱۲۳	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۳	آلودگی هسته ای

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق پیشنهاد می گردد از اجرای مخازن آب به صورت نمایان خودداری شده و حتی الامکان مخازن به صورت مدفون طراحی و اجرا گردد و اگر از نظر اقتصادی توجیه پذیر نباشد، مخزن به صورت نیمه مدفون با انجام خاکریزی و اصلاحات لازم بر سازه، اجرا و در نهایت از اقدامات پدافند غیرعامل شامل استتار، فریب و ... در جهت افزایش ضریب ایمنی مخزن استفاده گردد. همچنین حفاظت فیزیکی از محوطه مخازن ذخیره آب به طور جدی مورد توجه قرار گیرد، به طوری که رفت و آمد کنترل نشده ای به محوطه انجام نگیرد. همچنین نوع رنگ آمیزی درب ورودی و تابلوهای موجود به گونه ای باشد که جلب توجه نکند. ارزیابی مخازن شهرستان ساری نشان داد که وضعیت این تأسیسات مهم آبرسانی از نظر الزامات پدافند غیرعامل به خصوص در مناطق روستایی و مخازن کوچک مطلوب نیست. به طور کلی ایرادات موجود در تأسیسات آبرسانی شهرستان ساری را می توان به صورت زیر برشمرد:

- تأسیسات آبرسانی به خصوص در مناطق روستایی حفاظت فیزیکی ناقصی دارد، به طوری که اشخاص به راحتی می توانند وارد محوطه شوند؛
- برای تأمین فشار آب عمدتاً از مخازن فلزی هوایی استفاده می شود که از دور دست به آسانی قابل مشاهده است؛

- مخازن زمینی غالباً به صورت نمایان بوده و دریاچه های بازدید مخازن عمدتاً باز بوده و معمولاً دارای قفل نیست؛

- در برخی از تأسیسات، به دلیل کم بودن زمین، مخازن در کنار حصار محوطه بوده و حتی از خیابان کناری دسترسی به مخزن به راحتی امکان پذیر است؛

- اغلب تأسیسات به خصوص در مناطق روستایی فاقد دوربین های حفاظتی و سرایدار است؛

- در بسیاری از این تأسیسات سیستم تله متری و پایش آنلاین وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر در قالب پایان نامه دوره عالی بهداشت عمومی با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران با شماره IR.PHNS.SBMU.REC.1398.181 انجام شد. محققین از همه کسانی که در انجام این پژوهش همکاری و مشارکت داشته اند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تضاد منافع

در این مطالعه نویسندگان هیچگونه تضاد منافی ندارند.

References

- 1- Movahedinia J. Principles of Passive Defense. Tehran: Malek Ashtar University of Technology, 2007:1-101(In Persian).
- 2- Karbala'i Shandiz J, Asgari HR. Investigation of drinking water tanks from the passive defense perspective, case study: Mashhad city. International Conference on Security, Sustainable Development and Development of Borderlands, Territories and Metropolises. Available from: <https://en.civilica.com/doc/875912/>. Accessed June 22, 2019 (In Persian).
- 3- Abdollahzadeh AH, Shahriar S. Location of risk zones in water network systems quality crisis with GIS, AHP approach case study: water network of Tehran. Scientific Journal of Passive Defense 2019; (9)4:1-15 (In Persian).
- 4- Salehi M, Beheshti Rad M, Zounemat Kermani M. Using linear and regression management and scheduling methods to manage the construction of water reservoirs with a passive defense approach. Proceedings of the First National Conference on New Approaches in Civil Engineering, Architecture and Urban Planning. Available from: <https://civilica.com/doc/652493/>. Accessed September 26, 2017 (In Persian).
- 5- Abdar A, Sayehbani M. Investigating the vulnerability of water infrastructure and water supply in the face of threats of passive defense. 3rd International Conference on Applied Research in Civil Engineering, Architecture and Urban Management. Available from: <https://civilica.com/doc/652493/>. Accessed September 6, 2016 (In Persian).
- 6- Kazemi Belgeshiri MJ, Golestaneh M. Passive defense study of water reservoirs and its transmission line. Scientific Journal of Passive Defense 2015; (5)4:41-50 (In Persian).
- 7- Mivehchi MR, Mesmi H, Karimi A. Design and implementation of tanks with a non-operating defense approach. 9th International Congress of Civil Engineering. Available from: <https://civilica.com/doc/165253/>. Accessed September 28, 2012 (In Persian).
- 8- Ostad-Ali-Askari K, Eslamian S, Dehghan Sh, Dalezios NR. Design and implementation of reservoirs with passive defense approach. The Open Nanoscience Journal 2018; 5(2):1-7.
- 9- Ghiamati Yazdi AH. The importance of structures and concrete reservoirs in passive defense and ways to strengthen them. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège 2016; 85: 508-13.
- 10- Mashayekhi AN, Farhangi AA, Momeni M, Ali Dosti S. Investigating the key factors affecting the use of information technology in Iran's government organizations: Using the Delphi method. Modarres Human Sciences 2005; 9(3):191-231 (In Persian).
- 11- Carlson CS. Understanding and applying the fundamentals of FMEAs. In Annual Reliability and Maintainability Symposium 2014; 10:1-35.
- 12- Baghbani S, Nikjoufar A, Zarghami M, Selecting the Appropriate Tube Type for Constructing Water Supply Networks for Low-Population Areas Using Fuzzy Group Multi Criteria Decision Making. The First National Conference of Water Use Optimization 2014 March. 5-6; Gorgan. Available from: <https://civilica.com/doc/4981/>. Accessed September 16, 2014 (In Persian).
- 13- Saaty TL. A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology 1997; 15(3):234-81.