



تعیین معیارهای موثر در جانمایی مخازن اضطراری آبرسانی و محاسبه ضریب وزنی اهمیت آنها به روش AHP

سعیده نگارش^۱، نعمت حسینی^۲ و حسنعلی مسلمان یزدی^۳

۱. کارشناس ارشد مهندسی عمران، گرایش مهندسی و مدیریت ساخت، پردیس علوم تحقیقات یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

s.negaresh@gmail.com

۲. دانشیار دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران n_hassani@sbu.ac.ir

۳. استادیار گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میبد، ایران (نویسنده مسئول) hmosalman@maybodiau.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: انسان از آغاز خلقت همواره با موضوع بلایای طبیعی از جمله سیل، طوفان، زلزله و... مواجه بوده و سعی کرده تا این حوادث را مدیریت و کنترل کند. کم آبی و بی آبی ناشی از زلزله و بعضی دیگر از بلایای طبیعی، آبرسانی اضطراری بعد از حوادث بزرگ را امری اجتناب ناپذیر و حیاتی کرده است. در دوران بحران، آب اساسی ترین نیاز مردم است. حفظ آب سالم بعد از آسیب در سامانه اولویت اصلی شرکت‌های آب و فاضلاب است. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، یکی از روش‌های تأمین آب در شرایط اضطراری استفاده از مخازن ثابت در احجام ۲۰ الی ۱۰۰ مترمکعب می‌باشد که باید در محلات مختلف شهر نصب شوند. با توجه به اینکه ساخت و نصب این مخازن هزینه و زمان زیادی را صرف می‌کند، لذا جانمایی صحیح این مخازن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

روش: در این پژوهش جهت جمع آوری اطلاعات پیرامون موضوع تحقیق از روش کتابخانه‌ای استفاده شده و با طرح سؤالاتی در قالب پرسشنامه نظرات متخصصان برای شناسایی معیارهای موثر در جانمایی مخازن اضطراری، انتخاب مهمترین آنها و تعیین ضریب اهمیت هر معیار اخذ و سپس با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است، محاسبات لازم برای تعیین میزان اهمیت هر کدام انجام شد.

یافته‌ها: پنج معیار اصلی برای جانمایی مخازن اضطراری به عنوان مهمترین معیارها انتخاب شد که به ترتیب ضریب وزنی اهمیت محاسبه شده عبارتند از: نزدیکی به مراکز با اهمیت بالا، نزدیکی به مراکز جمعیتی، حفظ شرایط هیدرولیکی شبکه‌ی توزیع آب، در دسترس بودن، هزینه تملک. **نتیجه‌گیری:** برای انتخاب مکان مناسب برای نصب مخازن مذکور می‌توان مکان‌های مختلف در یک محله را از جمله پارک، مسجد، مدرسه و... را با در نظر گرفتن معیارها و ضرایب وزنی به دست آمده با هم مقایسه، اولویت‌بندی و بهترین گزینه را با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP انتخاب کرد. نزدیکی به مراکز با اهمیت بالا اولویت اول و هزینه تملک کمترین اولویت را کسب کردند.

واژه‌های کلیدی: مخازن اضطراری آبرسانی - معیار جانمایی - روش تحلیل سلسله مراتبی AHP - مدیریت بحران

◀ استناد فارسی (شیوه APA، ویرایش ششم ۲۰۱۰): نگارش، سعیده؛ حسینی، نعمت؛ مسلمان یزدی، حسنعلی (پاییز، ۱۳۹۵). تعیین معیارهای موثر در جانمایی مخازن اضطراری آبرسانی و محاسبه ضریب وزنی اهمیت آنها به روش AHP. فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۶ (۳)، ۲۶۴-۲۷۲.

Determining effective criteria in locating emergency water tanks and calculating their weighted importance factors by Analytical Hierarchy Process (AHP)

S. Negaresh, M.Sc. Construction Management Engineering, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

N. Hassani, Associate Professor Faculty of Water and Environment, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran

H. Mosalman Yazdi, Assistant Professor, Civil Engineering Department, Maybod Branch, Islamic Azad University, Maybod, Iran (Corresponding Author)

Abstract

Background and objective: Human beings have been always facing natural disasters such as floods, storms, earthquakes, etc. from the beginning and have tried to manage and control these disasters. Problems caused by earthquake and other natural disasters for lifeline structures may result to the lack of potable water. Therefore, use of emergency water supplies is inevitable and vital after these disasters and water is the most basic needs for people in such a critical situation.

Maintaining safe water after damages to lifeline structures is a top priority of water and wastewater companies. Regarding the recent researches, one of the methods for water supply in emergency situation is the use of fixed tanks in volumes from 20 to 100 cubic meters that have been installed in suitable points of the city. Choosing the most suitable layout for the location of the tanks is very important because of their cost and required time for construction and installation.

Method: In this study, the library method is applied to collect information about the research topic. Then, by conducting interviews, a questionnaire is designed to get the experts' idea about the location of the emergency tanks. Consequently, the most important criteria and factor regarding each criterion are determined. Finally, the weight of importance factor of each criterion is calculated by Analytical Hierarchy Process (AHP), which is a multi-criteria decision-making method.

Findings: Five main criteria are chosen for locating the emergency tanks, which are as follows (according to their weights): Closeness to centers with higher degree of importance, Closeness to more crowded centers, Preservation of hydraulic conditions of water distribution networks, reachability, and acquisition cost of location.

Conclusion: In order to find a proper location for tank installation, various locations such as parks, mosques, and schools, can be compared with considering the obtained criteria and their weights, to prioritize the locations and find the best option by using the AHP method. Closeness to centers with high degrees of importance is most prior criterion while the acquisition cost is the least priority.

Keywords: Emergency Water Tanks, Localizing Criteria, AHP method, Crises management

► Citation (APA 6th ed.): Negaresh, S. Hassani, N. Mosalman Yazdi, H. (2016, Fall). Determining effective criteria in locating emergency water tanks and calculating their weighted importance factors by Analytical Hierarchy Process (AHP). *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK)*, 6(3), 264-272.

مقدمه

ایران به علت موقعیت لرزه خیزی و قرار گیری آن بر روی کمربند زلزله در برابر زمین لرزه بسیار آسیب پذیر می باشد. شریان های حیاتی همچون شبکه های آب، برق، مخابرات، حمل و نقل، نفت و گاز بیشترین آسیب را در سوانح طبیعی می بینند. حفظ عملکرد یک شهر در پیش و پس از بحران هایی چون زلزله، انفجارها، جنگ و سیل، به عملکرد شریان های حیاتی وابسته است.

سامانه های آبرسانی نقش حیاتی در زندگی انسان داشته و به نیازهای مهمی مانند آشامیدن، بهداشت و تغذیه پاسخ می دهند. زلزله از جمله خطرات طبیعی است که می تواند به این سامانه ها آسیب رسانده و باعث قطع جریان آب و ایجاد حوادث ثانویه مانند سیلاب، آب گرفتگی، خرابی ساختمان ها و نشست زمین شود.

آب اساسی ترین نیاز انسان ها بوده و کمبود یا آلودگی آن منجر به تلفات جانی سنگینی خواهد شد. حفظ و توزیع آب سالم در زمان بحران پس از حوادث از اولویت های مهم شرکت های آب و فاضلاب می باشد. یکی از روش های تأمین آب در شرایط اضطراری استفاده از مخازن ثابت و متحرک در نقاط مختلف شهر به منظور مدیریت بحران محله محور است. ساخت و نصب این مخازن هزینه هنگفتی در برداشته و بنابراین انتخاب مکان مناسب جهت نصب مخزن بسیار حایز اهمیت است.

حجم این مخازن بسته به جمعیت محله و برآورد آب اضطراری و میزان آب مورد نیاز حسب زمان متغیر می باشد. محاسبات علمی و تجربه های انجام شده نشان می دهد که حجم مخازن حدوداً از ۲۰ تا ۱۰۰ مترمکعب متغیر است. گاهی یک مخزن و گاهی چند مخزن کنار هم می توانند برای یک محله در یک فضای مناسب مستقر شوند. برای آبرسانی اضطراری در شهرها، استقرار مخازن کوچک اضطراری آب در فضاهای باز نظیر پارک ها، ورزشگاه ها، حیاط مدارس و مساجد امری ضروری است (شرکت مهندسی مشاور پارس آیند آب، ۱۳۹۲، ص ۱۶). مروری سریع بر مطالعات و تحقیق های صورت گرفته نشان می دهد که مخازن اضطراری با جنس های مختلف و با کاربردهای مختلف در سطح جهان در شرایط اضطراری استفاده شده است، اما کمتر به مقوله جانمایی و شناسایی معیارهای موثر در انتخاب مکان مناسب پرداخته شده است. تحقیق

حاضر در نظر دارد عوامل موثر در جانمایی مخازن شناسایی و بکارگیری روش فرآیند تحلیل سلسه مراتبی AHP ضریب وزنی هر کدام از معیارها را محاسبه کند تا بتوان گزینه های مختلف جهت جانمایی مخازن را با در نظر گرفتن معیارهای شناسایی شده مقایسه و به روش فرآیند تحلیل سلسه مراتبی AHP تصمیم گیری درستی در مورد انتخاب محل مناسب نصب مخزن انجام شود.

معمولاً پس از وقوع زلزله اولین گام اعزام نیروهای رسمی به مناطق آسیب دیده و امداد رسانی سریع تر به آنها است. اما تجربه نشان داده که امداد رسانی در سطح وسیعی از شهر نیاز به حضور و مشارکت مردم به خصوص مشارکت محله ای دارد و به واسطه آشنایی افراد به محله ها و اماکن عملیات امداد رسانی سریع تر و مناسب تر انجام خواهد شد.

با آسیب دیدن تأسیسات زیربنایی نظیر شبکه های گاز، برق، آب و مخابرات تلفات ناشی از زلزله نیز افزایش می یابد. سیستم آبرسانی شهر به منظور مهار آتش سوزی ناشی از نشت گاز و همچنین تأمین آب شرب و بهداشت مردم از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد (پورمحمدی و مصیب زاده ۱۳۸۷، ص ۱۱). مقاومت سازی لرزه ای و مکان های مناسب تأسیسات و همچنین برنامه ریزی جهت آبرسانی اضطراری می تواند از تشدید مخاطرات پس از وقوع زلزله بکاهد. مخازن از میان عناصر تشکیل دهنده سیستم آبرسانی شهری نقش مهمی را ایفا می کنند.

مطالعات و بررسی های انجام شده بر روی زلزله های تاریخی، نمایان گر وقوع زلزله های شدید با بزرگای بیشتر از ۷ ریشتر در شهر تهران در سال های گذشته می باشد، بنابراین احتمال وقوع رخدادی مشابه در این شهر حتمی بنظر می آید. مطالعات انجام شده بر روی سیستم آب رسانی شهر تهران نشان می دهد که بعد از وقوع زلزله تعداد بسیاری از مردم تا مدتی از داشتن آب لوله کشی محروم خواهند شدند (شرکت مهندسی مشاور پارس آیند آب، ۱۳۹۲، ص ۱).

پیشینه

پورمحمدی و مصیب زاده (۱۳۸۷، ص ۲۲) به این نتیجه رسیده اند که افزایش جمعیت، ازدیاد اتومبیل در شهرها، مسکن نامناسب شهری،

یک جامعه را به‌ویژه برای شرایط اضطراری تامین کرد. استفاده از چندین مخزن آب در نقاط مختلف بهتر از استفاده از یک مخزن بزرگ می‌باشد. چون با آسیب دیدن مخزن بزرگ مشکل اصلی خیلی زود بروز می‌کند در حالیکه وقتی چندین مخزن در نقاط مختلف در دسترس باشد می‌توان مخازن سالم را جایگزین و خدمات آبرسانی را ادامه داد.

استقرار مخازن آب در شهرهای کوچک می‌تواند داخل محوطه‌های اداری یا پشت بام ساختمانهای مهم انجام شود به نحوی که از دسترسی دیگران محفوظ باشد.

مسعود تابش و همکاران (۱۳۹۲، ص ۶۹) فاکتورهای مؤثر در انتخاب جنس لوله را مشخص کرده و لوله‌ها را براساس مزایا و معایب مربوطه رتبه‌بندی کرده‌اند، بنابراین می‌توان برای مخازن نیز از این بحث الگو گرفت.

در خصوص پروژه‌های آبرسانی اضطراری کشور نیز اخیراً مطالعات گسترده‌ای در شهر تهران آغاز شده و مطالعات توسط مشاورین مختلف برای مناطق مختلف آب و فاضلاب تهران صورت پذیرفته است. پروژه مطالعات پایه آبرسانی اضطراری برای مناطق ۱ و ۴ آبفای تهران و همچنین مطالعات تفصیلی آنها را انجام شده است. با توجه به مدت زمان بازسازی خطوط لوله موجود در هر منطقه، آب رسانی اضطراری به چند دوره زمانی تقسیم می‌شود. این دوره‌ها با توجه به تجربیات کشور ژاپن و شهر بم و میزان آب مورد نیاز تعیین می‌شود. معمولاً دوره اول آب رسانی از روز یکم تا روز سوم است. هدف آب رسانی در این دوره حفظ حیات شهروندان است. سعی بر این است که در سه روز نخست حداقل ۳ لیتر آب در اختیار شهروندان قرار گیرد. برای آب رسانی به مناطق آسیب دیده در دوره اول می‌تواند توسط بطری آب یا تعبیه مخازن ثابت صورت پذیرد. این مخازن حتی‌الامکان در فاصله یک کیلومتری از مخازن اصلی قرار می‌گیرند و در مکان‌هایی مانند پارک‌ها به صورت مدفون طراحی و ساخته می‌شوند. باید قبل از وقوع زلزله دوره‌های آموزشی برای ساکنان محل انجام تا در مواقع لزوم بدون حضور نیروهای شرکت آب و فاضلاب بتوانند آبرسانی به محله را انجام دهند. (شرکت مهندسی مشاور پارس آیندآب، ۱۳۹۲، ص ۱۵).

مهندسی زلزله‌ی شریان‌های حیاتی توسط پروفیسور دوک

فعالیت افراد غیر متخصص در بازار زمین و مسکن، شهرسازی و ساختار کالبدی شهر، بافت و فرم شهر، توزیع و تقسیمات فضای شهر، کاربری اراضی و تراکم شهری، برنامه‌ریزی شهری میان نسلی، ناکارآمدی فعالیت امدادگران رسمی در حین وقوع و بعد از آن و تأسیسات زیربنایی شهر از جمله عواملی هستند که در مدیریت بحران می‌توانند موثر باشند.

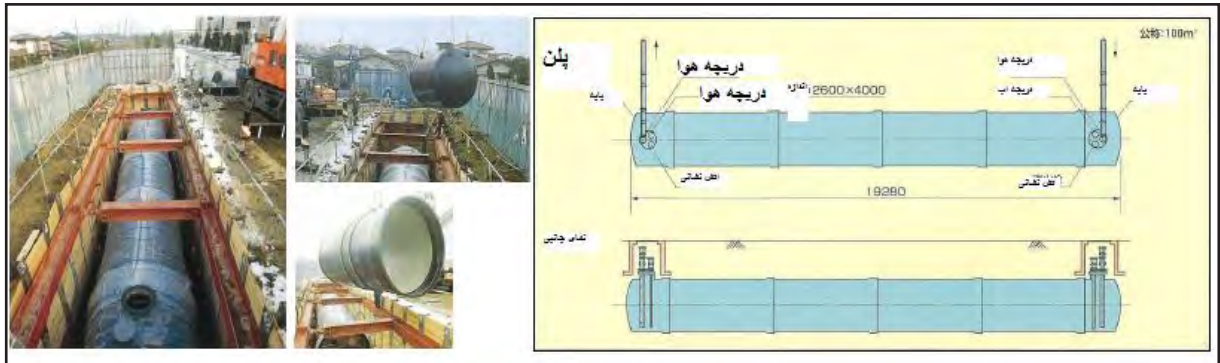
ایران از اواخر دهه ۹۰ میلادی با همکاری‌های علمی مشترک با دانشگاه‌های ژاپن وارد مقوله مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی شد. در کشور ژاپن به‌ویژه بعد از زلزله سال ۱۹۹۵ کوبه، استفاده از مخازن آب اضطراری رونق بیشتری یافته و در این رابطه شرکت‌های ژاپنی به‌ویژه شرکت کوبوتا اقدام به ساخت مخازن آب اضطراری از جنس چدن داکتایل کرده است. در آبرسانی اضطراری بعد از زلزله استفاده از ذخیره آب در مخازن کمکی در پارک‌ها بسیار موثر و کارساز می‌باشد. ضمناً استفاده از شیرهای دارای فیلتر تصفیه (به صورت میله کربن فعال) می‌تواند نقش مهمی در تأمین آب شرب در مراکز آبرسانی اضطراری داشته باشد (حسنی، ۱۳۹۰، ص ۲).

رفعیان و مطهری (۱۳۹۱، ص ۳) در مقاله‌ای به طراحی مدلی برای مطالعه رویکرد مدیریت ریسک بحران اجتماع محور پرداخته‌اند. مدیریت بحران اجتماع محور را بر اساس سطوح کارکردی به سه دسته تقسیم کرده‌اند: سطح محلی، سطح منطقه‌ای و سطح ملی.

این پژوهش نشان می‌دهد که تحکیم رابطه بین نهادهای مختلف و توانمندسازی اجتماع محلی از طریق آموزش و بالابردن سطح ادراک و مهارت‌های عملی نسبت به بحران از ضرورت زیادی برخوردار است.

بهرام‌پور و بمانیان (۱۳۹۱، ص ۸) برای جانمایی پایگاه‌های مدیریت بحران معیارهای مختلف تعریف کرده‌اند و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP ضریب وزنی هر کدام از معیارها را محاسبه کرده‌اند. با این روش برای منطقه‌ای از تهران محل‌هایی برای پایگاه‌های مدیریت بحران مشخص کرده‌اند.

در تحقیقی از محمد فقیهی و ایمان میرباقری (۱۳۹۱، ص ۹) به این نتیجه می‌رسیم که مخازن آب، به‌ویژه مخازن زیرزمینی باید از استتار و حفاظت کافی برخوردار باشند تا بتوان آب مورد نیاز



شکل ۱. نمای مخزن چدن داکتایل (انجمن مخازن چدن نشکن ژاپن)

جهت تأمین آب و داشتن ذخیره مناسب برای مواقع اضطراری از جمله زلزله در فواصل معین به شعاع حدود ۲ کیلومتر در امر کنترل بحران بسیار تأثیر گذار خواهد بود (جایکا، ۲۰۰۶).^۳

این مخازن در کشورهای زلزله خیز نظیر ژاپن به خطوط آبرسانی متصل شده و بلافاصله بعد از حس کردن زلزله توسط Seismometer به مرکز کنترل اطلاع می‌دهد. مرکز کنترل تله مترینگ در صورت تشخیص می‌تواند دستور قطع سریع شیرهای اضطراری مخازن را بدهد.

حجم این مخازن با این مبنا تعیین شده که در صورت وقوع زلزله این مخازن محلی بتوانند تا سه روز بعد از زلزله، روزانه به ازای هر نفر ۳ لیتر ذخیره آب داشته باشند. این مخازن در درون خاک مدفون بوده و تنها امکانات برداشت آب در مواقع ضروری برای آن در نظر گرفته شده است. ضمناً این مخازن به صورت موازی به شبکه متصل شده و در شرایط عادی آب وارد مخزن شده و از آن خارج می‌شود و در صورتی که در خروجی تغییرات ناگهانی فشار اتفاق بیافتد شیرهای مربوطه به طور خودکار بسته و حجم ذخیره بدون تلف شدن آب در درون مخزن باقی مانده و می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در شهر کوبه ۶۶ مخزن با ظرفیت بالا در نقاط مختلف شهر کوبه جهت آبرسانی اضطراری مورد استفاده قرار گرفته است (جایکا، ۲۰۰۶).

این مخازن با جنس‌های مختلف از جمله چدن داکتایل، فولادی، بتنی، فایبرگلاس و پلی اتیلن ساخته می‌شوند. شکل ۱ نمای از مخزن آبرسانی اضطراری با جنس چدن داکتایل را نشان می‌دهد. انجمن امور آب آمریکا راهنمای برنامه‌ریزی تأمین آب اضطراری برای بیمارستان‌ها و مراکز درمانی را تدوین کرده‌اند.

آمریکایی در دهه هفتاد و بعد از زلزله سان فراندو مورد توجه قرار گرفت (تاکادا و همکاران، ۲۰۰۱، ص ۵).^۱

سازمان مدیریت بحران فدرال آمریکا حداقل آب آشامیدنی مورد نیاز یک نفر را ۰/۵ گالون (۲ لیتر در روز) تعیین و با اضافه نمودن آب مورد نیاز جهت پخت و پز توصیه کرده است برای هر نفر حداقل ۱ گالون آب از طریق بطری آب یا ظروف پلاستیکی ذخیره شود (سازمان مدیریت بحران فدرال (FEMA)، ۲۰۰۴، ص ۹).

رولند و گالوین^۲ (۲۰۰۶، ص ۵) یک راهنما برای برنامه واکنش اضطراری برای سیستم آب آشامیدنی عمومی تدوین کرده‌اند. یکی از الزامات عملیاتی سیستم آبرسانی تهیه آب خالص، سالم و قابل شرب و قابل اعتماد برای مردم است. این راهنما کمک می‌کند تا برنامه ریزی دقیق برای واکنش اضطراری در مواقع بحران جهت رساندن آب آشامیدنی و منبع قابل اعتماد انجام شود. فرآیند برنامه ریزی شامل جمع‌آوری اطلاعات کلی و اطلاعات سیستم آبرسانی و تهیه بانک اطلاعاتی کامل از وضعیت موجود است. جهت برآورد تأمین آب اضطراری فرمول زیر پیشنهاد شده است.

تقاضای سیستم - تأمین اضطراری + مقدار ذخیره آب = تأمین آب اضطراری

مؤسسه همکاری‌های بین‌المللی ژاپن طرح مطالعاتی ایمن‌سازی شبکه آب شرب تهران در برابر زلزله را انجام داده است. نتایج تیم مطالعات جایکا نشانگر این مطلب است که پیش‌بینی و ساخت مخازن اضطراری ذخیره آب با ظرفیت حدود ۸۰-۵۰ مترمکعب مجهز به شیرهای خودکار قطع شونده و ارتباط و دریافت فرامین از طریق سیستم سامانه تله متری جهت جوابگویی بهتر به نیازهای مختلف مردم بعد از زلزله (آبرسانی اضطراری پس از وقوع زلزله)

1. Takada et al.
2. Rowland and Galvin

3. JICA

تکنیک این است که ساختار و چارچوبی جهت همکاری و مشارکت گروهی را مهیا می‌کند.

اولین قدم ساختن سلسله مراتبی و ایجاد یک نمایش گرافیکی از مساله می‌باشد. سطح اول هدف، سطح دوم معیارهای اصلی، سطوح بعد زیرمعیارها و در سطح آخر گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. دومین قدم محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها می‌باشد. در این گام از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ماتریس مقایسات زوجی تشکیل و عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌گردد که آن را وزن نسبی می‌نامیم. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌شود که وزن مطلق نام دارد. در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد، این قضاوت‌ها توسط ساعتی^۲ به مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ تبدیل شده‌اند که در جدول ۱ مشخص گردیده‌اند.

یکی از مزایای این روش کنترل سازگاری تصمیم است به عبارت دیگر همواره می‌توان در مورد خوب و بد بودن و یا قابل قبول و مردود بودن تصمیم، قضاوت کرد.

محاسبه نرخ ناسازگاری سیستم از اهمیت بالایی برخوردار است و میزان قابل قبول ناسازگاری یک ماتریس یا سیستم، به نظر تصمیم‌گیرنده بستگی دارد اما ساعتی عدد ۰/۱ را به عنوان حد قابل قبول پیشنهاد می‌کند و معتقد است اگر میزان ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد باید در قضاوت‌ها تجدید نظر نمود (قدسی پور، ۱۳۸۷، ص ۱۴).

یافته‌ها

هدف تحقیق یافتن پاسخ سوالات تحقیق می‌باشد:

۱. جانمایی مخازن اضطراری براساس چه معیارهایی می‌تواند باشد؟
۲. درصد وزنی معیارهای شناسایی شده چه می‌تواند باشد؟

تعیین معیارهای مهم

پس از مطالعات صورت گرفته و مصاحبه با کارشناسان و خبرگان صنعت آب وفاضلاب لیستی از معیارهای مؤثر در انتخاب مکان

در این راهنما دلایل مختلف قطعی آب را بررسی کرده و روش‌های تأمین آب جایگزین را مشخص کرده‌اند. یکی از روش‌های پیشنهادی ساخت مخازن ذخیره اضطراری در محل بیمارستان عنوان شده است. فلوچارت استفاده از مخازن ذخیره موجود و دیگر منابع آب از جمله شبکه‌های عمومی، چاه‌های آب و آبهای سطحی و همچنین انواع مخازن ذخیره مانند مخازن بالشتکی و پیازی ارائه شده است. در آخر توصیه کرده EWSP که همان برنامه‌ریزی تأمین آب اضطراری می‌باشد، نباید فقط نوشته شده و در کتابخانه‌ها موجود باشد، بلکه باید عملاً تمرین و به صورت مانور اجرا شود (مرکز کنترل پیشگیری بلایای طبیعی و موسسه امور آبی آمریکا، ۲۰۱۲، ص ۲۸).

روش

هدف مطالعه کنونی شناسایی معیارهای مؤثر در انتخاب مکان یابی مخازن اضطراری آبرسانی و سپس محاسبه ضریب وزنی معیارهای انتخاب شده می‌باشد. در ابتدا با بررسی مقالات و مطالعات و مباحث مختلف پیرامون مدیریت بحران و آبرسانی اضطراری در زمان بحران، اطلاعات کلی پیرامون موضوع تحقیق کسب و سپس با بررسی تحقیقات و مطالعات انجام گرفته در رابطه با مخازن اضطراری و همچنین مصاحبه با کارشناسان معیارهای مؤثر در جانمایی مخازن اضطراری شناسایی و لیست اولیه ای از آنها تهیه شد. به منظور وزن دهی به معیارها فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یا مدل AHP انتخاب شد.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری است. این تکنیک بر اساس مقایسات زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را فراهم می‌کند. از مزایای دیگر این تکنیک این است که میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را در تصمیم‌گیری چند معیاره نشان می‌دهد. این فرآیند مجموعه‌ای از قضاوت‌ها و ارزش‌گذاری‌های شخصی یا گروهی به یک شیوه منطقی می‌باشد. امتیاز دیگر این

جدول ۱. نتایج حاصل از نظرسنجی در خصوص معیارهای موثر در انتخاب جانمایی

معیارها جهت جانمایی مخازن	ردیف
دردسترس بودن	۱
هزینه تملک	۲
نزدیکی به مراکز با اهمیت بالا	۳
نزدیکی به مراکز پرجمعیت	۴
حفظ شرایط هیدرولیکی شبکه توزیع آب	۵

در این بخش توضیح مختصری در خصوص هر کدام از معیارها اشاره می‌شود:

- معیار دسترس بودن: منظور سهولت دسترسی به مخزن است بگونه‌ای که عمده مردم یک محله به راحتی به مخزن دسترسی داشته باشند.

- معیار هزینه تملک: منظور بودجه ای است که برای تملک زمین مورد نیاز جهت اجرای مخزن باید هزینه شود.

- معیار نزدیکی به مراکز با اهمیت بالا: منظور از مراکز با اهمیت بالا مکان‌هایی مثل بیمارستان و مدرسه و... است.

- معیار نزدیکی به مراکز پرجمعیت: منظور از مراکز پرجمعیت مکان‌هایی مثل مجتمع‌های مسکونی و... است

- معیار حفظ شرایط هیدرولیکی شبکه توزیع آب: یعنی چنانچه مخزن در نقطه ای به شبکه توزیع آب وصل شود، قبل و بعد از محل اتصال مخزن به شبکه، فشار و دبی و سرعت در شبکه یکسان بماند.

تعیین ارزش نسبی معیارها

در گام قبلی معیارها مشخص شد. پس از ساخت سلسله مراتبی مسأله، ماتریس مقایسات زوجی تشکیل و با استفاده از پرسشنامه مرحله دوم، نظرات خبرگان صنعت آب در خصوص میزان اهمیت هر کدام از معیارها اخذ شد.

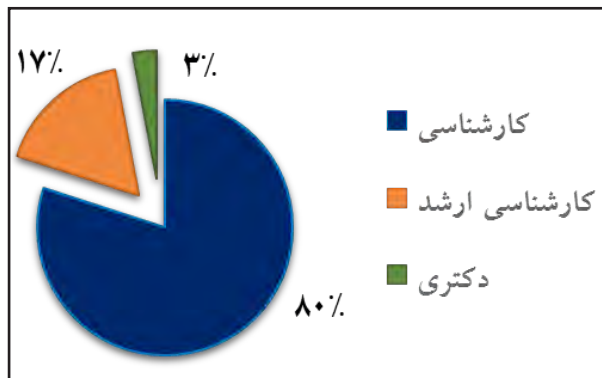
با توجه به اینکه مقایسات زوجی از تاثیر و اهمیت زیادی در نتایج برخوردار بود، این پرسشنامه برای ۳۰ نفر از متخصصین آب و فاضلاب ارسال شد. نظر به اینکه پاسخگویی به این پرسشنامه نیاز به دقت و زمان زیادی داشت از جامعه آماری انتخابی تعداد کمتری پاسخ دادند و فقط ۱۸ پاسخ دریافت شد. برای دریافت پاسخ قابل اعتماد به صورت حضوری پرسشنامه توزیع و توضیحات لازم داده شد.

مخزن تهیه شد. به منظور انتخاب مهمترین معیارها، پرسشنامه مرحله اول تدوین و بین کارشناسان و خبرگان توزیع شد.

از پاسخ دهندگان خواسته شد میزان اهمیت هر یک از این معیارها را در انتخاب جنس مخزن بیان کنند. این پرسشنامه براساس مقیاس پنج درجه ای لیکرت تدوین گردید، که روش نمره گذاری آن برای گزینه‌های بسیار زیاد: ارزش ۵، زیاد: ارزش ۴، متوسط: ارزش ۳، کم: ارزش ۲ و بسیار کم: ارزش ۱ می‌باشد.

در این پرسشنامه هدف شناسایی مهمترین معیارها از بین معیارهای شناسایی شده بود، لذا جامعه آماری ۳۰ تن از کارشناسان و متخصصان آب و فاضلاب انتخاب شدند تا در مورد میزان اهمیت هر یک از معیارها در زمینه انتخاب جنس مخزن اعلام نظر کنند.

از مجموع ۳۰ نفر که به پرسشنامه مرحله اول پاسخ دادند، ۱ نفر دارای مدرک دکترا ۵ نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد، ۲۴ نفر دارای مدرک کارشناسی بودند.



شکل ۲. جامعه آماری پرسشنامه مرحله اول از نظر سطح تحصیلات

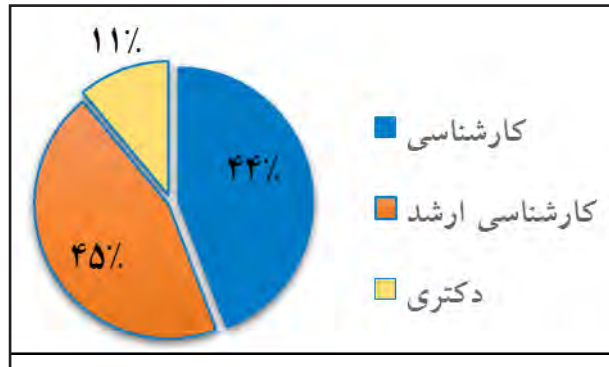
در این پژوهش، برای محاسبه پایایی پرسشنامه مرحله اول از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. ضریب آلفای کرونباخ با استفاده از نرم افزار SPSS برابر ۰/۹۱۸ به دست آمد که نشان از قابلیت اعتماد قابل قبول پرسشنامه است.

معیارهایی که براساس میانگین پاسخ‌های دریافتی ارزش متوسط، زیاد و خیلی زیاد را به خود اختصاص داده بودند، انتخاب شدند. جدول ۱ معیارهای انتخاب شده را نشان می‌دهد.

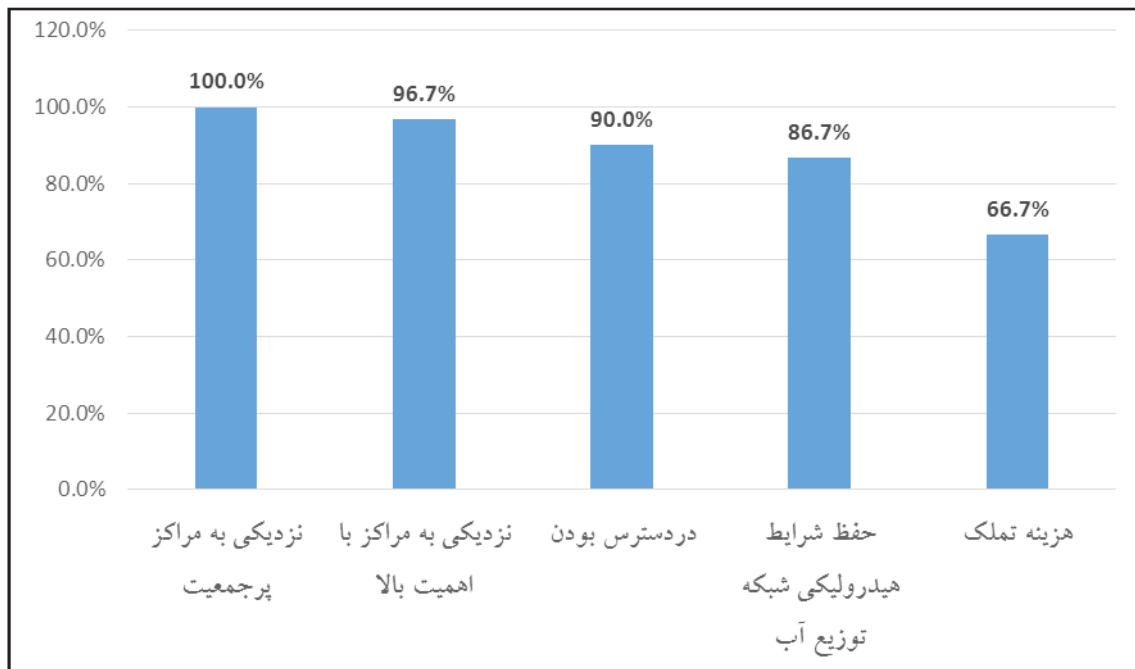
لازم به ذکر است پاسخ دهندگان پرسشنامه مرحله دوم کارشناسان و مدیران ارشد با سابقه کار بالای ۲۰ سال را شامل شدند از جمله: کارشناسان و مدیران پروژه مهندسی مشاور سختاب، مدیر مطالعات مهندسی مشاور جویاب نو، مدیر دفتر فنی شرکت آب و فاضلاب یزد، کارشناسان و مدیر مطالعات شرکت آب منطقه‌ای یزد، کارشناس پدافند غیر عامل، شرکت آب و فاضلاب تهران، مدیر بحران شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴ تهران، اساتید دانشگاه یزد، اساتید دانشگاه آزاد یزد، کارشناس مهندسی مشاور مدیسه سامان و....

شکل ۴، درصد فراوانی که معیارهای انتخابی در پرسشنامه مرحله اول کسب کردند، نشان می‌دهد.

از مجموع ۱۸ نفر که به پرسشنامه مرحله دوم پاسخ دادند، ۲ نفر دارای مدرک دکترا، ۸ نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد، ۸ نفر دارای مدرک کارشناسی بودند.



شکل ۳. مشخصات جامعه آماری پرسشنامه مرحله دوم از نظر سطح تحصیلات



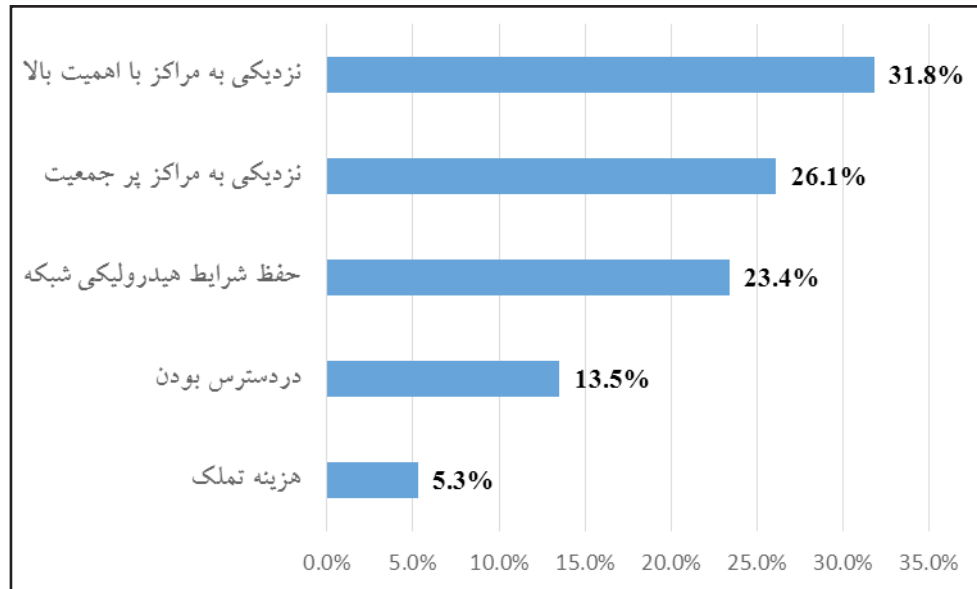
شکل ۴. نمودار ستونی مربوط به درصد فراوانی معیارهای جانمایی

مراتبی طراحی شده، محاسبات و تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده انجام شد. برای قضاوت گروهی خبرگان از روش میانگین هندسی استفاده و ضریب تاثیر نظرات افرادی که تجربه بیشتری داشتند دوبرابر در نظر گرفته شد. نرخ ناسازگاری ماتریس سلسله مراتبی محاسبه که کمتر از ۰/۱ و قابل قبول بود و نیازی به تجدید نظر در قضاوت‌ها نبود. شکل ۵ خلاصه نتایج وزن نسبی محاسبه شده برای هریک از معیارها را نشان می‌دهد.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد درصد فراوانی معیارهای انتخاب شده بالای ۷۰ درصد بوده و اکثر پاسخ دهندگان تاثیر آنها را زیاد و بسیار زیاد دانسته‌اند که این تأییدی بر معیارهای انتخابی می‌باشد.

محاسبه وزن نسبی معیارها

با استفاده از نرم افزار Expert Choice که جهت تحلیل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله



شکل ۵. نتایج وزن معیارها در جانمایی مخازن آبرسانی اضطراری

نتیجه گیری

به دلیل قرارگیری کشور ایران در مناطق زلزله خیز جهان، مدیریت بحران تأسیسات آب وفاضلاب نیز مورد توجه قرار گرفته است. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که یکی از مناسبترین روش‌های آبرسانی در شرایط اضطراری استفاده از مخازن ذخیره اضطراری در مناطق آسیب و نصب در یک مکان مناسب است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد:

- ۱- مهمترین معیارها جهت جانمایی این مخازن عبارت از در دسترس بودن، هزینه تملک، نزدیکی به مراکز با اهمیت بالا، نزدیکی به مراکز پر جمعیت و حفظ شرایط هیدرولیکی شبکه توزیع آب هستند.
- ۲- نزدیکی مخازن به مراکز حساس و با اهمیت بالا نسبت به دیگر معیارها در اولویت اول قرار دارد.
- ۳- دو اولویت بعدی نزدیکی به مراکز پر جمعیت و حفظ شرایط هیدرولیکی شبکه می‌باشند که همراه با اولویت اول جمعاً بیش از هشتاد درصد وزن تصمیم‌گیری را به خود اختصاص می‌دهند.
- ۴- هزینه تملک و در دسترس بودن محل مخزن، به ترتیب کمترین وزن را در بین معیارهای پنجگانه مورد بررسی دارد.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود جمع‌بندی نظر خبرگان نشانگر آن است که معیار نزدیکی به مراکز با اهمیت بالا بیشترین درصد وزنی را به خود اختصاص داده است و به ترتیب معیارهای نزدیکی به مراکز پر جمعیت، حفظ شرایط هیدرولیکی شبکه و در دسترس بودن اهمیت داشته و معیار هزینه تملک کمترین وزن را نسبت به بقیه معیارها جهت جانمایی مخازن دارا می‌باشد. برای جانمایی مخازن اضطراری در محلات مکانهای مختلفی از جمله پارک‌ها، فضای سبز، مدارس، مساجد و... را می‌توان در نظر گرفت. با ساخت ماتریس مقایسات زوجی و در نظر گرفتن ضریب‌های وزنی به دست آمده و با استفاده از روش تحلیل سلسه مراتبی AHP که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است می‌توان تصمیم درستی در خصوص انتخاب مکان مناسب مخزن از بین گزینه‌های مختلف موجود در منطقه گرفت و در واقع با توجه به اینکه ساخت و نصب این مخازن معمولاً هزینه زیادی در بر دارد انتخاب مکان مناسب کارایی مخزن را به حداکثر خواهد رساند. جهت انتخاب مکان مناسب باید ابتدا گزینه‌های مختلف مانند مدرسه، مسجد، پارک و... را در محله یا منطقه مورد نظر شناسایی و با در نظر گرفتن معیارهای فوق و ساختن ماتریس مقایسات زوجی و استفاده از روش AHP مکان‌ها را مقایسه کرده و بهترین گزینه را انتخاب کرد.



منابع

منابع فارسی

- بهرام پور، مهدی؛ بمانیان، محمدرضا (۱۳۹۱). تبیین الگوی جانمایی پایگاه‌های مدیریت بحران با استفاده از GIS، نمونه موردی شهر تهران منطقه ۳. دوفصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت بحران، بهار و تابستان ۱۳۹۱، ۵۱-۵۹. بازیابی از: http://www.joem.ir/article_1407.html
- پورمحمدی، محمدرضا؛ مصیب‌زاده، علی (۱۳۸۷). آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محله‌ای در امداد رسانی آنها. جغرافیا و توسعه، ۱۲ (پاییز و زمستان)، ۱۱۷-۱۴۴. بازیابی از: http://gdij.usb.ac.ir/article_1246_218.html
- حسنی، نعمت (۱۳۹۰). آسیب‌پذیری لرزه‌ای و راهکارهای مقابله با زلزله در سامانه‌های آبرسانی ایران. فصلنامه علمی - ترویجی دانش پیشگیری و مدیریت بحران، شماره اول، ۳۹-۶۳. بازیابی از: <http://tdmmo.tehran.ir/Portals/0/Document/1392/no%201.pdf>
- حسنی، نعمت؛ اکبری، حوریه (مترجم). مخازن آبرسانی اضطراری چدن نشکن مقاوم در برابر زلزله. انجمن مخازن چدن نشکن ژاپن.
- رفیعیان، مجتبی؛ مطهری، زینب‌السادات (۱۳۹۱). طراحی مدلی برای مطالعه رویکرد مدیریت ریسک بحران اجتماع محور. دوفصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت بحران، بهار و تابستان ۱۳۹۱، ۵-۱۲. بازیابی از: http://www.joem.ir/article_1402_b26fca5975868e98b6e31ae5f317fa4.pdf
- شرکت مهندسی مشاور پارس‌آیندآب، (۱۳۹۲). مطالعات پایه آبرسانی اضطراری منطقه چهار آبفای تهران.
- فقیهی، محمد؛ میرباقری، ایمان (۱۳۹۱). معرفی الگوهای مختلف مدیریت بحران در شبکه‌های آب و فاضلاب و جایگاه پدافند غیر عامل (سومین همایش مدیریت بحران در صنعت ساختمان). مشهد. بازیابی از: http://www.civilica.com/Paper-CMCILFUS03-CMCILFUS03_014.html

قدسی‌پور، سیدحسن (۱۳۸۷). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

معاونت بهره‌برداری و نظارت راه‌بردی ریاست جمهوری. (۱۳۹-۲). ضوابط طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی: نشریه شماره ۱۱۷-۳. بازیابی از: <http://seso.moe.gov.ir>

منابع انگلیسی

- Centers for Disease Control and Prevention and American Water Works Association (2012). Emergency water supply planning guide for hospitals and health care facilities, Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services. <http://www.cdc.gov/healthywater/pdf/emergency/emergency-water-supply-planning-guide.pdf>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2004). Food and water in emergency. U.S. Department of Homeland Security. <https://www.fema.gov/pdf/library/f&web.pdf>
- JICA (2006). The study on water supply system resistant to earthquakes in Tehran municipality.
- Rowland, J.G., Galvin, J.R. (2004). Emergency response planning guide for public drinking water systems. State of Connecticut, Department of Public Health, Drinking Water Division. http://www.ct.gov/dph/LIB/dph/drinking_water/pdf/CT_ERP_GUIDE.pdf
- Takada, S., Hassani, N., and Fukuda, K. (2001). A new proposal for simplified design of buried steel pipes crossing active faults. Journal of Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 30(8), 1243-1257. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eqe.62/full>
- Westech equipment catalog, Green Building Applications Water Underground Water Tanks http://www.westechfuel.com/Water_Tanks_2V7H.html