Archive of SID

نقش مخازن آب اضطراری به‌عنوان آب‌انبارهای نسل تازه در تأمین کمی و کیفی آب شبکه توزیع در مواقع بحرانی

ناصر مهردادی: دکترای تخصصی، عضو هیئت علمی، استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
غلامرضا نبی بیدهندی: دکترای تخصصی، عضو هیئت علمی، استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
اکبر امامی*: دانشجوی دکتری محیط زیست گرایش آب و فاضلاب پردیس بین‌الملل کیش دانشگاه تهران emami.akbar@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۶

چکیده

تأمین آب شرب در مواقع بحرانی از جمله زلزله در کلانشهری همچون تهران مهمترین پارامتر جهت حفظ حیات و تداوم عملیات امدادرسانی است. در این پژوهش کوشش شد با محوریت یکی از مناطق شش‌گانه آبفای شهر تهران که عمدتاً دارای بافت فرسوده است، به بررسی انواع روش‌های آبرسانی اضطراری در مواقع زلزله پرداخته و در ادامه به‌صورت ویژه نقش مخازن اضطراری (همیشه در مدار شبکه توزیع) در جهت تأمین کمی و کیفی آب در حداقل سه روز اول وقوع بحران‌ها را نشان داده تا از آن به‌عنوان آب‌انبارهای نسل تازه رونمایی کند.

نتایج حاصل از تحلیل‌ها و مدل‌سازی‌های هیدرولیکی انجام‌شده درباره ابعاد، جزییات اجرایی، نحوه اتصال و استقرار مخازن اضطراری نشان می‌دهد که با توجه به گردش مناسب آب در این مخازن می‌توان در حالت عادی از آنها به‌عنوان بخشی از شبکه توزیع بهره برد؛ در حالی که در مواقع اضطراری با استفاده از یک شیر هوشمند مخصوص ارتباط مخزن با شبکه توزیع قطع می‌شود. در این حالت آب ذخیره‌شده در این مخازن که شعاعی معادل هزار متر را پوشش خواهند داد، با استفاده از پمپ‌های دستی، بنزینی و ... خارج و جهت مصرف مردم حادثه‌دیده توزیع می‌شود.

با توجه به برآوردهای آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن[۱] یا جایکا (JICA) در صورت وقوع زلزله‌ای با بزرگی حدود ۷ ریشتر، دسترسی حدود چهار میلیون نفر از شهروندان تهران به‌مدت حدود ۸۲ روز به آب آشامیدنی لوله‌کشی قطع خواهد شد؛ در صورتی که با اجرای این طرح انتظار می‌رود جمعیت بی‌آب به حدود یک میلیون نفر و زمان هم به‌مدت ۳۰ روز کاهش و موجب صرفه‌جویی حدود ۴۰۰ میلیون دلاری در هزینه و خسارات پس از زلزله احتمالی شهر تهران شود.

کلمات کلیدی: *بحران، مخازن اضطراری، زلزله، بهینه‌سازی، شبکه توزیع آب*

The role of emergency water reservoirs as new generation water reservoirs in quantitative and qualitative distribution of water distribution networks in critical situations

Naser. Mehrdadi[1], Gholam Reza Nabi Bidhendi[2], Akbar emami*[3]

Abstract

Drinking water in critical times such as an earthquake in a metropolitan area such as Tehran is the most important parameter to preserve the survival and sustainability of relief operations. Various types of emergency water supply methods have been discussed during the earthquake, and in particular the role of emergency tanks (always in the distribution network circuit) to provide quantitative and qualitative water supply for at least the first three days of crises and as a new generation water storage depots.

The results of hydraulic analysis and modeling on dimensions, operating details and how to connect and deploy emergency tanks show that due to the proper flow of water in these tanks they can normally be used as part of the distribution network. The range of water stored in these tanks that will cover a radius of one thousand meters, using manual pumps, gasoline, in emergency situations, using a special smart valve and ... it is distributed outside and for the benefit of the people who are affected.

According to estimates by the Japan International Cooperation Agency (JICA) in the event of an earthquake measuring about 7 on the Richter scale, access to about four million Tehran citizens will be cut off from drinking water for about 82 days. The project, if implemented, is expected to reduce the population to about one million people by 30 days and save about $ 400 million in costs and damages after a potential earthquake in Tehran.

Keywords: *Crisis, emergency reservoirs, earthquake, optimization, water distribution network*

1. Prof. of Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Prof. of Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
3. PhD Student of Water and Environmental Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran, Email: emami.akbar@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پارامترهای ارزیابی خطرپذیری تأسیسات آب شامل احتمال وقوع، پیامدهای پس از وقوع و گستره تأثیرگذاری است که زمین‌لرزه به دلیل شدت اثرات بیش از سایر بحران‌ها در اولویت قرار می‌گیرد. ایمن‌سازی تأسیسات آبرسانی در برابر زمین‌لرزه را می‌توان به دو بخش قبل و بعد از وقوع بحران تقسیم‌بندی کرد. اقدامات قبل از وقوع بحران شامل مقاوم‌سازی و تاب‌آورسازی است. (جدول ۱)

آبرسانی اضطراری در فازهای زمانی مدیریت بحران در فاز هنگام بحران تعریف می‌شود. مراحل مدیریت بحران شامل پیشگیری، آمادگی، مقابله و بازسازی است. آبرسانی اضطراری در مرحله پیشگیری به مطالعات و ایجاد زیرساخت‌های اجرایی پرداخته، در مرحله آمادگی در تمرین‌ها و مانورهای آبرسانی تمرکز کرده، در مرحله مقابله ظرفیت‌های ایجادشده در مرحله پیشگیری را به خدمت گرفته و عملیات آبرسانی را در نقاط تعیین‌شده اجرا می‌کند. در مرحله بازسازی با تعمیر و بازیابی شبکه و تأسیسات شرایط را برای افزایش سرانه آبرسانی اضطراری فراهم کرده و گام به گام تا بازگشت به شرایط پیش از بحران پیش می‌رود.

همچنین در چارچوب استراتژی‌های مدیریت ریسک، آبرسانی اضطراری از طریق به‌کارگیری استراتژی کاهش ریسک، تبعات و اثرات نامطلوب ناشی از وقوع سوانح را کاهش می‌دهد.

شرکت‌های آبرسانی در بسیاری از کشورهای دنیا در حال برنامه‌ریزی برای تأمین آب شرب در شرایط اضطراری بوده و در این راستا استانداردهای کمی و کیفی آب در شرایط اضطرار منتشر شده و مطالعات متعددی برای شناسایی خلأهای منابع محلی آبرسانی انجام می‌شود تا برنامه‌ریزان در سطح استانی و ملی قادر باشند سایر منابع (امکانات، تجهیزات، نیروی انسانی و ...) را در برنامه‌ریزی‌های بعدی لحاظ کنند.

پورمحمدی و مصیب زاده [۲] به این نتیجه رسیده‌اند که افزایش جمعیت، ازدیاد اتومبیل در شهرها، مسکن نامناسب شهری، فعالیت افراد غیرمتخصص 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 هنگام وقوع و بعد از آن و تأسیسات زیربنایی شهر از جمله عواملی هستند که در مدیریت بحران می‌توانند مؤثر باشند.

مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی توسط پروفسور دوک آمریکایی در دهه هفتاد و بعد از زلزله سان‌فراندو مورد توجه قرار گرفت. [۳]

همچنین در مورد میزان مصرف به‌عنوان مثال سازمان مدیریت بحران فدرال آمریکا حداقل آب آشامیدنی موردنیاز یک نفر را نیم گالن (۲ لیتر در روز) تعیین و با اضافه کردن آب مورد نیاز یک نفر جهت پخت و پز توصیه کرده برای هر نفر حداقل یک گالن آب (۴ لیتر در روز) از طریق بطری آب یا ظروف پلاستیکی ذخیره شود. [۴] که این مقدار با توجه به استانداردهای مختلف و همچنین نشریه ۳-۱۱۷ (ضوابط طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی) [۵] برای ایران تعیین و در ستون سرانه جدول ۲ درج شده است.

همچنین رولند و گالوین[۶][1] راهنمایی برای برنامه واکنش اضطراری برای سیستم آب آشامیدنی عمومی تدوین کرده‌اند. یکی از الزامات عملیاتی سیستم آبرسانی تهیه آب خالص، سالم، قابل شرب و قابل اعتماد برای مردم است. این راهنما کمک می‌کند تا برنامه‌ریزی دقیق برای واکنش اضطراری در مواقع بحران جهت رساندن آب آشامیدنی و منبع قابل اعتماد انجام شود. فرآیند برنامه‌ریزی شامل جمع‌آوری اطلاعات کلی، 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 + مقد ار ذخیره آب = تأمین آب اضطراری

در نهایت و با تلفیق برنامه‌های مختلف اهداف و استراتژی‌های آبرسانی اضطراری در جدول ۲ نمایش داده شده است.

روش تحقیق و ابزارها

تعریف گستره طرح مورد مطالعه و منابع تأمین آب

منطقه مورد مطالعه آبفای منطقه ۴ تهران با وسعت ۷ هزار و ۳۲۰ هکتار دارای حدود یک میلیون و ۳۸۰ هزار نفر جمعیت است. در تصویر ۱ محدوده مطالعاتی نمایش داده شده است.

همچنین آب مورد نیاز ساکنین آبفای منطقه مورد مطالعه از طریق ۹ مخزن تأمین می‌شود. این محدوده در قالب سه ناحیه اداره می‌شود که عبارتند از ناحیه افسریه، ناحیه بهارستان و ناحیه سلیمانیه.

جمعیت تحت پوشش

میزان جمعیت منطقه در سال ۱۳۹۰ مطابق آمار برابر با یک میلیون و ۳۰۸ هزار و ۷۲۴ نفر و در سال انتهای طرح یعنی ۱۴۱۰ برابر با یک میلیون و ۵۳۴ هزار و ۳۴۱ نفر محاسبه شده که به تفکیک محدوده تحت پوشش هر یک از مخازن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۱: تقسیم‌بندی ایمن‌سازی تأسیسات آبرسانی در برابر زمین‌لرزه

اقدام اساسی	فاز زمانی	محور برنامه
ایمن‌سازی سیستم آبرسانی در برابر زمین‌لرزه	قبل از وقوع زمین‌لرزه	مقاوم‌سازی تأسیسات
		تاب‌آورسازی تأسیسات
	بعد از وقوع زمین‌لرزه	آبرسانی اضطراری
		تعمیر و بازیابی فوری تأسیسات

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: خلاصه اهداف و استراتژی‌های طرح آبرسانی اضطراری

مجری اصلی	موقعیت های برداشت	روش آبرسانی	حداکثر فاصله دسترسی به آب	حجم آب مورد نیاز هر مرحله	سرانه	زمان اجرا	مورد مصرف آب	استراتژی	هدف اساسی	مراحل آبرسانی اضطراری
داوطلبان مردمی (با نظارت آبفا)	پایگاه های آبرسانی اضطراری در محلات و شهرها	مخازن آبرسانی اضطراری ، تانکر ، آب بسته بندی و بطری	۱۰۰۰،۰۰	۱۰،۰۰	۳،۰۰	۳،۰۰ (۷۲ ساعت اولیه)	آشامیدن	تامین پایه آبرسانی اضطراری	حفظ حیات شهروندان	مرحله اول
سازمانها ، نهادها ، آبفا	خیابانها و اماکن اصلی شهر	علاوه بر روشهای مرحله اول ، شیرهای تامین موقت آب	۵۰۰،۰۰	۹۰،۰۰	۱۳،۰۰	۷(جمعا ۱۰ روز اول پس از حادثه)	آشامیدن ، توالت، وضو	آبرسانی اضطراری بدون شبکه	تداوم زندگی	مرحله دوم
آبفا شرکتهای معین	خیابانهای فرعی تا	علاوه بر روشهای مرحله اول و دوم ، شیرهای هیدرانت دو منظوره آبرسانی روی خطوط فرعی توزیع آب	۲۵۰،۰۰	۳۰۰۰،۰۰	۱۵۰،۰۰	۲۰(جمعا یک ماه)	آشامیدن ، توالت، وضو شستن دست و استحمام	بازیابی سریع شبکه و تاسیسات آبرسانی	بازگشت به زندگی روزمره	مرحله سوم

تصویر۱: محدوده تحت پوشش آبفای منطقه ۴ تهران

جدول (۳) جمعیت تحت پوشش هر مخزن براساس جمعیت سال ۱۴۱۰

ردیف	شماره مخزن	جمعیت (نفر)	مساحت ناحیه (هکتار)	درصد ناحیه	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)
۱	۲	۵۲۰۲۵	۲۲۰	٪۳	۲۳۶،۹
۲	۴	۱۲۴۴۱۸	۵۱۲	٪۷	۲۴۲،۸
۳	۵	۱۸۰۳۸۱	۸۷۸	٪۱۲	۲۰۵،۴
۴	۶	۲۲۴۵۸۷	۷۳۲	٪۱۰	۳۰۶،۸
۵	۷	۲۴۴۸۱۲	۱۱۷۱	٪۱۶	۲۰۹
۶	۳۱	۲۳۹۵۲۲	۵۸۶	٪۸	۴۰۹
۷	۴۳	۳۷۶۷۴	۱۵۳۷	٪۲۱	۲۴،۵
۸	۵۱	۴۲۸۰۸۹	۱۶۱۰	٪۲۲	۲۶۵،۸
۹	۶۳	۲۸۳۲	۷۳	٪۱	۳۸،۷
مجموع		۱۵۳۴۳۴۱	۷۳۲۰	٪۱۰۰	۲۰۹،۶

www.SID.ir

Archive of SID

آبرسانی در دوره اول (روز اول تا پایان روز سوم بحران)

قبل از هر اقدام باید تعداد تلفات را از فهرست متقاضیان دریافت آب در منطقه کم کرد. این تعداد شامل تلفات بافت فرسوده و تلفات در سایر نقاط خواهد بود. برای محاسبه تلفات در بافت فرسوده در ابتدا باید مساحت بافت فرسوده در منطقه مورد بررسی اندازه‌گیری شود و سپس با توجه به تعداد افراد ساکن در این مناطق و میزان خرابی ساختمان‌ها در اثر بدترین سناریوی زلزله تعداد تلفات محاسبه شود. جدول ۴ مساحت بافت فرسوده در هر یک از مناطق شهرداری را نشان می‌دهد.

جایکا مطالعات خود را با فرض ۸۰ درصد خرابی ساختمان‌های مسکونی در بافت فرسوده و ۳۰ درصد خرابی در مکان‌های دیگر انجام داده است. (جایکا ۲۰۰۶)[۲] اما اکثر مراجع میزان تخریب را در بافت فرسوده ۱۰۰ درصد در نظر گرفته‌اند. در این مطالعات با توجه به مطالب بیان‌شده ۸۰ درصد جمعیت بافت فرسوده به‌عنوان تلفات در نظر گرفته و فرض شده که این جمعیت با توجه به تخریب ساختمان‌ها به محل اسکان اضطراری منتقل می‌شوند و بعد از اتمام تعمیر لوله‌ها باز به این شهروندان باید آبرسانی مستمر صورت گیرد.

همچنین با توجه به حجم نوسازی ساختمان‌ها در سال‌های اخیر و با توجه به اطلاعات اخذشده از شهرداری‌های زیر پوشش، میزان نوسازی‌ها بر مبنای معابر و ساختمان‌ها (جوازهای صادرشده و بناهای ساخته‌شده) مدنظر قرار گرفته و بر این مبنا درصد بافت فرسوده تا سال ۱۴۱۰ به‌صورت سریالی محاسبه شده است. در این مطالعات مشخص شد ماکزیمم جمعیت بافت فرسوده و ماکزیمم جمعیت بی‌آب بافت فرسوده متعلق به محدوده مخازن ۶ و ۵ و ۴ است. بر این اساس در جدول ۵ میزان تلفات در سال ۱۴۱۰ محاسبه و ارائه شده است.

جدول ۴: مساحت بافت فرسوده در هر یک از مناطق شهرداری

منطقه	مساحت منطقه (هکتار)	بافت فرسوده (هکتار)	نسبت بافت فرسوده (درصد)	منطقه	مساحت منطقه (هکتار)	بافت فرسوده (هکتار)	نسبت بافت فرسوده (درصد)
۱	۴۵۷۴.۲۴	۶۴.۲۸	۱/۴	۱۲	۱۶۰۰.۸۱	۵۹۲.۶۵	۳۷/۰
۲	۴۷۶۱.۰۰	۱۸.۶۵	۰/۴	۱۳	۱۷۰۰.۰۱	۷۳.۰۴	۴/۳
۳	۲۹۳۸.۲۷	۲۴.۵۴	۰/۸	۱۴	۲۴۱۲.۴۲	۲۵۷.۵۴	۱۰/۷
۴	۶۱۶۰.۲۹	۷.۷۲	۰/۱	۱۵	۳۱۳۰.۳۱	۲۴۶.۲۸	۷/۹
۵	۵۳۲۱.۸۱	۱۱.۵۸	۰/۲	۱۶	۱۶۵۲.۱۴	۱۴۹.۱۱	۹/۰
۶	۲۱۴۱.۲۶	۵.۰۷	۰/۲	۱۷	۸۲۱.۶۹	۲۳۹.۸۸	۲۹/۲
۷	۱۵۳۶.۵۴	۲۳۷.۴۸	۱۵/۵	۱۸	۳۸۰۷.۹۸	۱۰۲.۸۲	۲/۷
۸	۱۳۲۲.۱۲	۱۴۳.۸۵	۱۰/۹	۱۹	۲۰۵۳.۳۷	۲۲.۳۶	۱/۱
۹	۱۹۵۱.۴۴	۱۴۶.۰۳	۷/۵	۲۰	۲۲۵۴.۸۹	۱۳۷.۲۳	۶/۱
۱۰	۸۰۷.۲۵	۱۴۶.۰۳	۱۸/۱	۲۱	۵۵۴۹.۹۰	۶.۹۲	۰/۱
۱۱	۱۲۰۴.۹۷	۳۵۲.۳۵	۲۹/۲	۲۲	۵۸۵۱.۰۹	۰.۹۵	۰/۰

جدول ۵: میزان تلفات در بافت فرسوده منطقه مورد مطالعه آبفا (سال ۱۴۱۰)

ردیف	شماره مخزن	جمعیت کل (نفر)	درصد بافت فرسوده	جمعیت موجود در بافت فرسوده (نفر)	تلفات بافت فرسوده (نفر)
۱	۲	۵۲۰۲۵	۰،۱۱۰۰	۵۷۲۳	۴۵۷۸
۲	۴	۱۲۴۴۱۸	۰،۱۳۰۰	۱۶۱۷۴	۱۲۹۳۹
۳	۵	۱۸۰۳۸۱	۰،۱۲۰۰	۲۱۶۴۶	۱۷۳۱۷
۴	۶	۲۲۴۵۸۷	۰،۱۰۰۰	۲۲۴۵۹	۱۷۹۶۷
۵	۷	۲۴۴۸۱۲	۰،۰۰۰۰	۰	۰
۶	۳۱	۲۳۹۵۲۲	۰،۰۵۰۰	۱۱۹۷۶	۹۵۸۱
۷	۴۳	۳۷۶۷۴	۰،۰۰۰۰	۰	۰
۸	۵۱	۴۲۸۰۸۹	۰،۰۰۰۰	۰	۰
۹	۶۳	۲۸۳۲	۰،۰۰۰۰	۰	۰
کل		۱۵۳۴۳۴۱	۵،۷	۷۷۹۷۸	۶۲۳۸۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول(۶): تلفات و جمعیت بدون آب در ۳ روز اول به تفکیک سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۱۰

سال	جمعیت (نفر)	تعداد تلفات (نفر)		کل تلفات (نفر)	جمعیت بی‌آب (نفر)
		بافت فرسوده	سایر نقاط		
۱۳۹۰	۱۳۰۸۷۲۴	۱۷۸۸۸۵	_	۱۷۸۸۸۵	۱۱۲۹۸۳۹
۱۴۰۰	۱۴۲۱۵۳۳	۱۲۶۰۵۰	_	۱۲۶۰۵۰	۱۲۹۵۴۸۲
۱۴۱۰	۱۵۳۴۳۴۱	۶۲۳۸۲	_	۶۲۳۸۲	۱۴۷۱۹۵۹

در نهایت و با توجه به نتایج گزارش‌های انجام‌شده توسط جایکا میزان تلفات به تفکیک در بافت فرسوده محاسبه و مقدار تلفات در سایر نقاط جهت افزایش اطمینان طرح صفر و در نهایت میزان کل تلفات موجود در منطقه و تعداد افراد بی‌آب در ۳ روز اول (جمعیت زنده) در جدول ۶ محاسبه و ارائه شده است.

مطابق جدول ۶ جمعیت کل بی‌آب این منطقه در سال‌های ۱۳۹۰، ۱۴۰۰ و ۱۴۱۰ به‌ترتیب معادل ۱۱۲۹۸۳۹ و ۱۲۹۵۴۸۲ و ۱۴۷۱۹۵۹ نفر بوده که با اختصاص حدود ۱۰ لیتر آب به ازای هر نفر در طول دوره ۳ روزه در سال‌های ۱۳۹۰،۱۴۰۰،۱۴۱۰ به‌ترتیب حجمی معادل ۱۱۲۹۸،۱۲۹۵۵، ۱۴۷۲۰ مترمکعب آب به ازای ۳ روز باید تأمین شود که در نهایت هم هدف، تأمین حدود ۱۲ هزار و ۹۵۵ متر مکعب حجم آب اضطراری برای سال افق طرح (سال ۱۴۰۰) در محدوده طرح در نظر گرفته شد.

تئوری و محاسبات

روش‌های مختلف تأمین آب در شرایط اضطراری

درباره روش‌های مختلف تأمین آب در شرایط اضطراری می‌توان به‌صورت عمومی این روش‌ها را پیشنهاد و به‌صورت زیر اولویت‌بندی کرد. لازم به ذکر است این موارد و به‌ویژه اولویت‌بندی آن بسته به منطقه و شرایط آن تغییر می‌کند.

اولویت اول: استفاده مخازن ذخیره آب موجود (شعاع تحت پوشش قابل استفاده: ۱۰۰۰ متر)

اولویت دوم: استفاده از چاه‌ها و پکیج‌های تصفیه سیار

اولویت سوم: استفاده از حجم آب موجود در خطوط انتقال واقع درمنطقه

اولویت چهارم: استفاده از مخازن آب اضطراری از جنس فولادی یا چدنی (شعاع تحت پوشش: ۱۰۰۰ متر)

اولویت پنجم: استفاده از تانکرهای ذخیره آب

در نهایت در صورت کمبود آب در منطقه و عدم تأمین مناسب نیاز مردم می‌توان از روش آبرسانی با بطری به‌عنوان روش مکمل استفاده کرد. نکته قابل تامل در این رابطه این است که اگر بخواهیم کل دبی مورد نیاز در سه روز اول را فقط با استفاده از بطری آب تأمین کنیم، با فرض جمعیت نزدیک به ۱۰ میلیونی تهران و با احتساب ۳ لیتر در هر روز به ازای هر نفر (جدول ۲) حدود ۳۰ میلیون لیتر در روز یا ۲۰ میلیون بطری ۱٫۵ لیتری آب احتیاج خواهد بود. این مقدار فقط برای سه روز اول به حدود ۶۰ میلیون بطری رسیده که علاوه بر نحوه تأمین، توزیع این تعداد بطری در مواقع بحران خود فرآیندی پیچیده را خواهد داشت.

به‌طور خلاصه و برای توضیح موارد فوق در منطقه مورد مطالعه تعداد ۷ مخزن اصلی تأمین آب وجود دارد (این منطقه از ۹ مخزن آبگیری می‌کند که ۲ مخزن آن در محدوده این منطقه واقع نشده و بنابراین در محاسبات محدوده آب‌دهی پس از بحران لحظ نشده) که با توجه به محدودیت‌های آبرسانی برای شرایط اضطراری در دوره اول (حداکثر فاصله دسترسی شهروندان به آب ۱۰۰۰ متر) می‌توان در حدود ۵۰۰ مترمکعب از حجم آب این مخازن را به‌صورت مستقیم استفاده کرد و مازاد حجم موجود در این مخازن باید با استفاده از تانکرها و آب بسته‌بندی‌شده (اولویت پنجم) در اختیار مردم قرار گیرد. لازم به ذکر است در تأمین مابقی کمبود آب باید از مخازن اضطراری با حجمی بین ۲۰ تا ۱۰۰ مترمکعب استفاده شود. [۷]

نکته مهم در این رابطه این است که از تمامی حجم مخزن به‌عنوان حجم فعال نمی‌توان استفاده کرد. در این رابطه و جهت جلوگیری از خروج بدون هماهنگی کل آب از مخزن و خالی بودن آن در زمان وقوع بحران باید با نصب سیفون بر روی خروجی این مخازن اصلی، حداقل حدود یک سوم از حجم آب مخازن را ذخیره و جهت مصرف حالت بحران مدیریت کرد. در حالت عادی هم پس از عبور آب از یک سوم آخر، هشدار استفاده از حجم ذخیره بحران داده شده و در صورت استفاده از این مقدار باید در اسرع وقت نسبت به جایگزینی آن اقدام شود.

در منطقه مورد مطالعه حدود ۶۱ چاه فعال هم موجود بوده که دستگاه‌های بسته‌بندی و تصفیه آب را می‌توان در محل این چاه‌ها مستقر و با ژنراتورهای درنظرگرفته‌شده برای شرایط اضطراری برق مورد نیاز را تأمین کرد که در نهایت با توجه به وضعیت نامشخص پایداری و ... به‌عنوان پشتیبان فرض می‌شود.

در مورد حجم آب موجود در خطوط انتقال هم بخشی از خط انتقال آب از سد ماملو که از منطقه مورد مطالعه عبور می‌کند را می‌توان به‌عنوان یکی دیگر از منابع تأمین آب در شرایط اضطرار استفاده کرد. این خط لوله با قطر ۱۲۰۰ میلیمتر از خیابان نبرد جنوبی در تقاطع خاوران عبور کرده و وارد مخزن ۱۶ (نبرد شمالی) می‌شود. طول این قسمت از خط انتقال در حدود ۲ کیلومتر است. به دلیل عدم اجرای تمهیدات لازم در این خطوط و همچنین طول کم آن نسبت به کل منطقه و برای اطمینان بیشتر از حجم آن در محاسبات محدوده صرف نظر می‌شود. در ادامه آیتم آبرسانی توسط مخازن اضطراری ثابت که بحث اصلی این مقاله بوده مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

آبرسانی توسط مخازن اضطراری ثابت

در این قسمت مطلب اصلی این مقاله یعنی استفاده از مخازن اضطراری ثابت در مدار شبکه توزیع مورد بحث قرار می‌گیرد. این مخازن به‌صورتی جانمایی‌شده که بتوانند در محدوده شعاع ۱۰۰۰ متر آبرسانی در مواقع بحران را به شهروندان انجام دهند. این حریم با توجه به تجربیات و مطالعات انجام‌شده و برای سهولت آبرسانی و همچنین جلوگیری از ازدحام جمعیت در زمان‌های بحران در مراکز تأمین آب تعیین می‌شود.

در کشور ژاپن به‌ویژه بعد از زلزله سال ۱۹۹۵ کوبه استفاده از مخازن اضطراری رونق بیشتری گرفت. [۸] به‌طور مثال می‌توان گفت که در شهر کوبه با مساحت تقریبی ۵۵ هزار و ۲۰۰ هکتار و جمعیت یک میلیون و ۵۰۰ هزار نفر، بعد از زلزله ۱۹۹۵ هانشین حدود ۶۶ مخزن با حجم بالا تعبیه شد. جهت مقایسه، منطقه مورد مطالعه ما با وسعتی معادل ۷ هزار و ۳۲۰ هکتار دارای جمعیتی نزدیک به شهر کوبه بوده که این نشان‌دهنده تراکم بالاتر جمعیت این ناحیه نسبت به شهر کوبه است.

بهرام پور و بمانیان[۹] برای جانمایی پایگاه‌های مدیریت بحران معیارهای مختلف تعریف کرده و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP ضریب وزنی هر کدام از معیارها را محاسبه و با این روش در مناطقی از تهران محل‌هایی برای پایگاه‌های مدیریت بحران مشخص کرده‌اند.

در تحقیقی دیگر از محمد فقیهی و ایمان میرباقری[۱۰] به این نتیجه می‌رسیم که مخازن آب به‌ویژه مخازن زیرزمینی باید از استتار و حفاظت کافی برخوردار باشند تا بتوان آب مورد نیاز یک جامعه را به‌ویژه برای شرایط اضطراری با اطمینان بالا تأمین کرد.

با توجه به مطالب فوق در این پژوهش هم پیشنهاد شده که این مخازن ثابت به‌صورت مدفون و در اولویت اول در پایگاه‌های مدیریت بحران و مراکز اسکان اضطراری و در اولویت‌های بعدی در مکان‌هایی مانند پارک‌ها، اماکن ورزشی، مدارس و ... که فضای عمومی محسوب می‌شوند، طراحی و ساخته شوند. این مخازن باید به گونه‌ای طراحی شوند که به سیستم آبرسانی شهری به‌طور مستقیم متصل بوده و همواره آب درون این مخازن در جریان باشد. شیرهای ورودی و خروجی متصل به این مخازن باید مجهز به سنسورهای تشخیص زلزله باشد تا به محض وقوع زلزله این شیرها به‌طور خودکار قطع شوند و هیچ‌گونه آلودگی یا هدررفتی در آب موجود در مخزن صورت نگیرد.

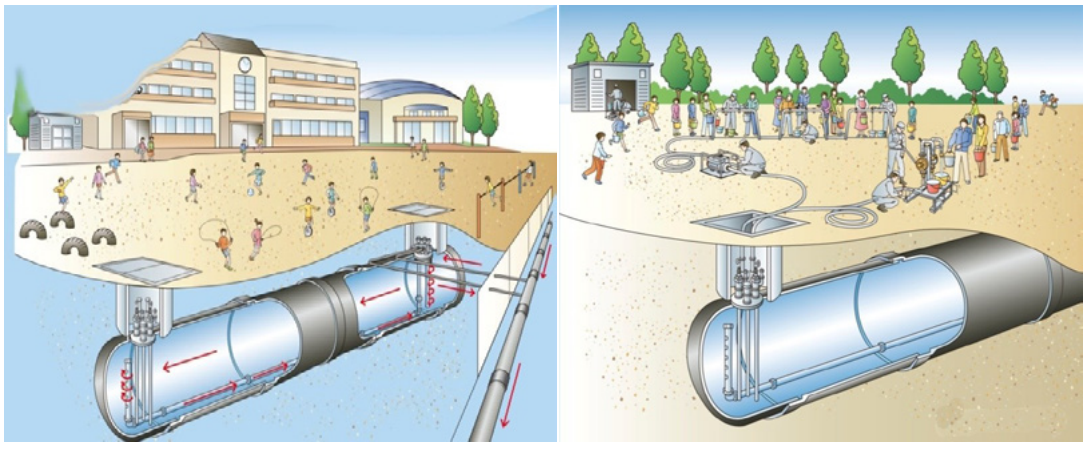
نعمت حسنی و سعیده نگارش[۱۱] در مقاله‌ای به تعیین معیارهای مؤثر در جانمایی مخازن اضطراری آبرسانی پرداخته و به نتایج زیر رسیده که مهمترین معیارها جهت جانمایی این مخازن عبارتند از در دسترس بودن، هزینه تملک، نزدیکی به مراکز با اهمیت بالا، نزدیکی به مراکز پرجمعیت و حفظ شرایط هیدرولیکی شبکه توزیع آب؛ که نزدیکی مخازن به مراکز حساس و با اهمیت بالا نسبت به دیگر معیارها در اولویت اول قرار دارد و در دو اولویت بعدی نزدیکی به مراکز پرجمعیت و حفظ شرایط هیدرولیکی شبکه بوده که همراه با اولویت اول جمعاً بیش از ۸۰ درصد وزن تصمیم‌گیری را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین هزینه تملک کمترین وزن را در بین معیارهای پنج‌گانه دارد.

تاییدی دیگر برای استفاده از آب این مخازن به‌عنوان یک ذخیره سالم، مطمئن و ایزوله این است که بلایای طبیعی مانند سیل می‌تواند آلودگی میکروبی آب‌های سطحی را به میزان قابل توجهی افزایش دهد(Faruque et al،۲۰۰۵)[۱۲]. همچنین دیگر مشکلات کیفیت آب پس از یک فاجعه عبارتند از شوری و آلودگی آب با انتشار مواد خطرناک (Young et al،۲۰۰۴[۱۳] - ۲۰۰۸, Srinivas and Nakagawa [۱۴] Violette et al،۲۰۰۹- [۱۵])

جالب‌تر آنکه مواد خطرناکی مانند رادیونوکلئیدها هم پس از زلزله ۲۰۱۱ ژاپن در آبراه‌ها شناسایی شدند. [۱۶] (Matsumoto,Inoue،۲۰۱۱)

در بلایا آلودگی بذر و کدورت آب تا NTU حدود ۱۰ هزار هم مشاهده شده است (Garsadi و همکاران،۲۰۰۹) [۱۷] که این نشان‌دهنده پیچیدگی و تنوع ترکیب آب پس از یک فاجعه بوده و وجود بیش از حد آلودگی‌های میکروبی و شیمیایی در آب، شکست بالقوه سیستم‌های تصفیه آب محلی را افزایش می‌دهد (Roig et al،۲۰۱۱) [۱۸] و این امر خود را در سه روز اول بحران بیش از پیش نشان خواهد داد.

در ادامه تصویر ۲ نمایی شماتیک از عملکرد مخزن در حالت عادی و غیرعادی در زیر حیاط یک مدرسه را ارائه می‌کند.



تصویر ۲:نمایی شماتیک از عملکرد مخزن در حالت عادی و غیرعادی در زیر حیاط یک مدرسه

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به برنامه‌ریزی انجام‌شده در جهت فراگیر شدن این مخازن در شهرهای کشور، وجود یک نماد جهت شناسایی محل این مخازن توسط مردم امری ضروری خواهد بود. در این رابطه ایده‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت و با توجه به سابقه قدیمی تأمین آب در آب‌انبارهای بادگیردار معروف ایران و همچنین رعایت منظر زیباشناختی به دلیل قرارگیری این مخازن در مکان‌های عمومی تصویر ۳ که از آب‌انبارهای مورد اشاره الهام گرفته‌شده پیشنهاد شد.

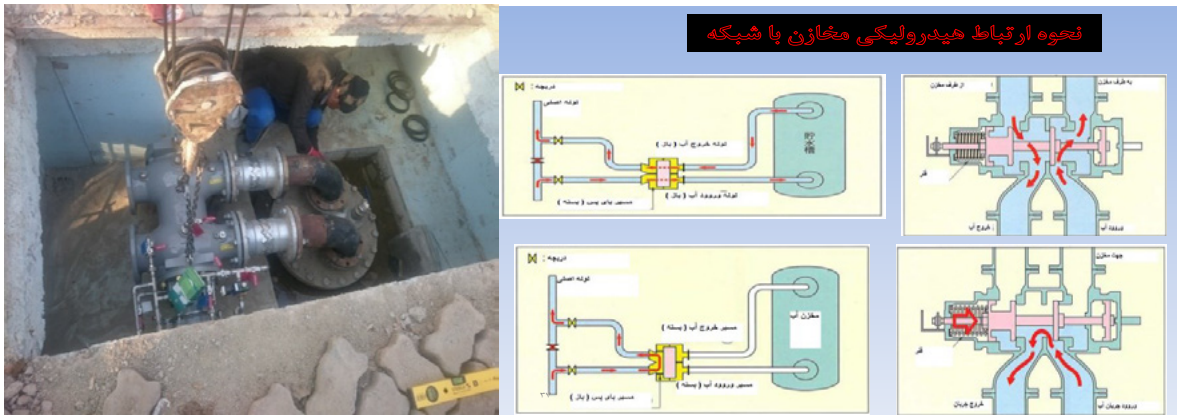
در این حالت بر روی مخازن مدفون فوق می‌تواند نماد ارائه‌شده زیر را طراحی و اجرا کرد که در واقع بادگیرها نقش دکل ارتباطی این مخازن با واحد تله‌متری را بازی کرده و قسمت گنبدی شکل محل دپوی تجهیزات مورد نیاز در مواقع بهره‌برداری از این مخازن شامل پمپ‌های پدالی، موتور پمپ‌های دیزلی یا بنزینی، نازل‌های برداشت آب و ... خواهد بود.

همچنین نحوع عملکرد خاص شیر قطع اضطراری این مخازن که در عمل نقش سه شیر برقی را همزمان بازی می‌کند، در تصویر ۴ نمایش داده شده است.

رفیعیان و مطهری[۱۹] در مقاله‌ای به طراحی مدلی برای مطالعه رویکرد مدیریت ریسک بحران به شکل اجتماع محور پرداخته‌اند و آن را بر اساس سطوح کارکردی به سه دسته محلی، منطقه‌ای و ملی تقسیم کرده‌اند. در 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. بنابراین در بهره‌برداری از این مخازن اضطراری نقش نهادهای مردمی در قالب اصطلاحاً میراب‌ها و انجام مانورهای مختلف جهت آشنا کردن مردم با محل استقرار این مخازن ضروری خواهد بود.

همچنین انجمن امور آب آمریکا راهنمای برنامه‌ریزی تأمین آب اضطراری برای بیمارستان‌ها و مراکز درمانی را تدوین کرده‌اند. 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، 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 است، نباید فقط نوشته شده و در کتابخانه‌ها موجود باشد؛ بلکه باید عملاً تمرین و به‌صورت مانور اجرا شود. [۲۰]

تصویر ۳:نمایی از طراحی مخازن اضطراری با الهام از آب‌انبارهای قدیمی در محوطه پارک و محل بازی کودکان



تصویر ۴:نصب شیر قطع اضطراری در مخزن پایلوت آبفای شهر تهران و نحوه عملکرد شیر قطع اضطراری در مخزن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷: روش‌ها و احجام مخزن تأمین آب در شرایط اضطرار (۳ روز اول)

ردیف	روش تأمین آب		حجم (مترمکعب)
۱	مخازن اصلی		۳۵۰۰
۲	مخازن اضطراری (۹۹۵۰ مترمکعب)	واقع در اماکن اسکان اضطراری	۶۶۵۰
۳		واقع در پارک‌ها	۱۸۰۰
۴		واقع در اماکن ورزشی	۱۳۰۰
۵		واقع در مدارس	۲۰۰
۶	جمع کل		۱۳۴۵۰

در نهایت و با توجه به موارد گفته‌شده در بند ۵ کل حجم آب مورد نیاز در سه روز اول پس از زلزله معادل ۱۲ هزار و ۹۵۵ مترمکعب برای سال ۱۴۰۰ بوده که با توجه به تیپ کردن احجام مخازن، حجم به تفکیک در جدول ۷ درج و معادل ۱۳ هزار و ۴۵۰ مترمکعب شد.

بحث و نتایج

نحوه ارتباط مخزن با شبکه با استفاده ازمدل نرم‌افزار Water GEMS V8i

در نحوه اتصال مخزن اضطراری به شبکه دو طرح مدنظر قرار گرفته است. در طرح اول مخزن اضطراری از شبکه جدا خواهد بود و به موازات آن عمل خواهد کرد و در طرح دوم مخزن اضطراری قسمتی از شبکه شده و به‌صورت سری عمل می‌کند. تصویر ۵ نحوه اتصال هر مخازن را نمایش می‌دهد.

طرح اول

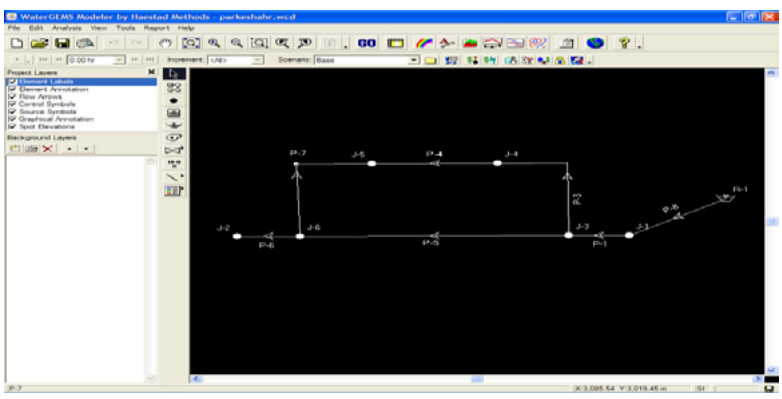
با استفاده از نرم‌افزار Water Gems مدل مربوط به این طرح ایجاد شده؛ به این ترتیب که فشار ورودی در محل انشعاب ۳۰ مترآب و سرعت در خط لوله در حدود یک متر بر ثانیه مدل شده است. قطر انشعاب هم با توجه به محاسبات زیر دو اینچ در نظر گرفته شده است. اجرای این مدل نشان می‌دهد که آب از خط لوله خروجی مخزن خارج نمی‌شود و این بدان معناست که آب در داخل مخزن گردش نخواهد کرد. بنابراین این طرح قابل قبول نیست. تصویر ۶ مدل طرح اول در نرم‌افزار Water Gems را نشان می‌دهد.

محاسبه قطر لوله ورودی مخزن

برای محاسبه قطر لوله ورودی به مخزن ذکر این نکته ضروری است که آب واردشده به این مخزن با توجه به استانداردهای موجود باید به‌مدت ۲۴ ساعت درآن باقی بماند و سپس خارج شد.

$$Q=(100_{m3}*1000)/(24_{hr}*60*60)= 1.16_{lit/s}$$

تصویر ۵: نحوه قرارگیری مخازن اضطراری



شکل ۶: مدل طرح اول در نرم‌افزار Water Gems

www.SID.ir

Archive of SID

Q= دبی ورودی به مخزن

$Q=A.V$

A= سطح مقطع لوله

V= سرعت آب در لوله (سرعت آب در لوله به‌طور متوسط ۰٫۸ متر بر ثانیه در نظر گرفته می‌شود)

$1.16_{lit/s}=A*0.8_{m/s}$

$A=0.00145_{m2}$

$d=0.043_{m}=43_{mm}$

بدبن ترتیب قطر لوله ورودی مخزن که باید از خط لوله چدن داکتیل به قطر ۴۰۰ میلیمتر منشعب شود، ۴۳ میلیمتر است. بنابراین لوله ای به قطر ۲ اینچ در مدل‌سازی طرح شماره یک مدنظر قرار گرفته است.

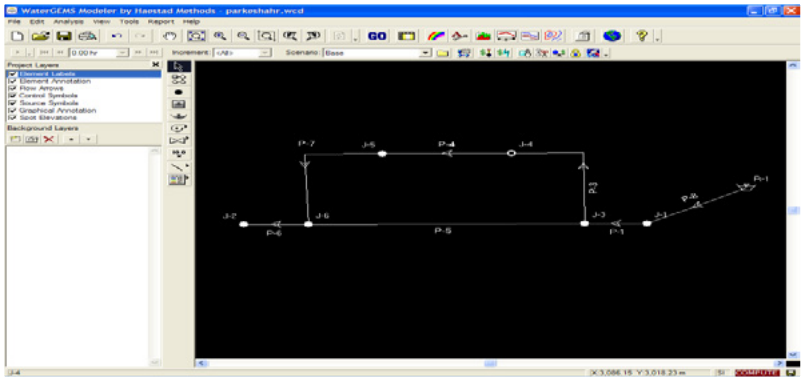
طرح دوم

همانطور که ذکر شد، در این طرح مخزن اضطراری بخشی از لوله شبکه توزیع است. فشار ورودی در محل انشعاب در حدود ۳۰ مترآب و میزان سرعت در خط لوله داکتیل ۴۰۰ میلیمتری در حدود یک مترآب در نظر گرفته شده است. قطر خط لوله پیشنهادی در ورودی و خروجی این طرح معادل ۱۵۰ میلی‌متر است. با مدل کردن این طرح به این نتیجه می‌رسیم که آب در این مخزن در حال گردش خواهد بود.

از معایب این طرح می‌توان به این نکته اشاره کرد که در صورت فاصله مخزن از خط لوله اصلی، طول خط لوله انشعابی زیاد خواهد شد و این قضیه بالطبع باعث افزایش هزینه‌ها خواهد شد. تصویر ۷ مدل طرح اول در نرم‌افزار Water Gems را نشان می‌دهد.

نحوه گردش آب در مخزن با استفاده از مدل فیزیکی ساخته‌شده

همانطور که قبلاً هم بیان شده، قطر مخزن در برابر قطر لوله‌های ورودی و خروجی بزرگ است و این موضوع منجر به کند شدن سرعت جریان شده و احتمال ماندآب و در ادامه افت کیفیت را بالا می‌برد. علی‌رغم مدل کردن این مخازن با استفاده از نرم‌افزار و به‌جهت اهمیت نحوه گردش و میزان ماندآب یک مدل با حجم ۲۰ لیتر ساخته و با ورود ماده رنگی نحوه پخش و خروج ماده رنگی از مخزن مورد بررسی میدانی قرار گرفت. تصویر ۸ وضعیت مخزن و



تصویر ۷: مدل طرح دوم در نرم‌افزار Water Gems

تصویر ۸: نحوه گردش آب در مخزن ساخته‌شده پایلوت ۲۰ لیتری

www.SID.ir

Archive of SID

ماده رنگی را در سه حالت با نمایش ساعت کنار آن جهت مشخص شدن مدت زمان این فرآیند نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج آزمایش انجام‌شده مشخص شد که تقریباً در تمامی حالات میزان جابه‌جایی در حدود ۴ تا ۵ برابر حجم مخزن است. به عبارت دیگر در صورتی که حجم آب ورودی به مخزن در بازه زمانی مشخص در حدود ۴ تا ۵ برابر حجم مخزن شد، جابه‌جایی کامل آب در داخل این مخزن اتفاق خواهد افتاد.

در تحقیق انجام‌شده در انجمن مخازن چدن نشکن ژاپن[۲۱] این بررسی به کمک مخازن واقعی و با استفاده از نمک اشباع به‌عنوان ردیاب انجام شده که شرایط اندازه‌گیری و درصد جابه‌جایی آب به‌ترتیب در جدول ۸ و تصویر۹ ارائه شده است. بر طبق نتایج حاصله مشخص شد برای رسیدن به درصد جابه‌جایی ۱۰۰ درصد میزان جایگزینی در حدود ۲,۴ برابر حجم مخزن است.

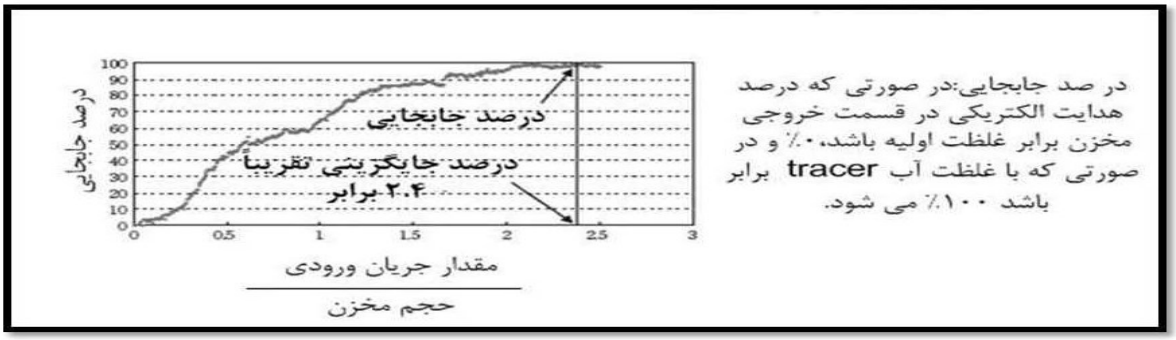
در آزمایش دیگر از تغییرات میزان کلر باقیمانده در ورودی و خروجی مخزن استفاده شده که بر طبق تصویر شماره ۱۰ بعد از دو ساعت تغییرات میزان غلظت اعمال‌شده در بخش ورودی، در بخش خروجی دیده می‌شود.

براورد مالی آبرسانی اضطراری

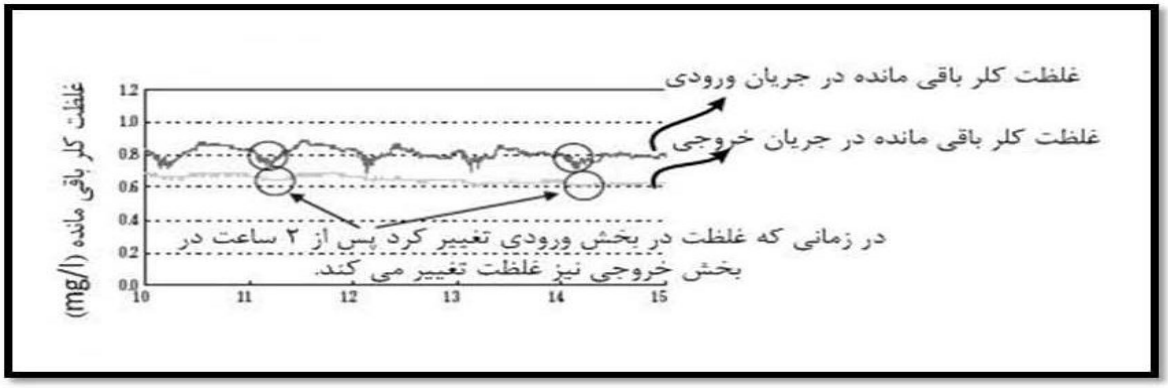
با محاسبه حجم آب مورد نیاز در شرایط اضطرار، تعداد مخازن مورد نیاز در احجام مختلف و مکان اجرای آنها مشخص شده و سپس با تهیه نقشه‌های این مخازن برآورد هزینه‌های ساخت و اجرای آنها به تفکیک محاسبه شده است. در جدول ۹ تعداد، هزینه ساخت و اجرای مخازن در احجام مختلف ذکر شده است.

جدول ۸:شرایط اندازه‌گیری در مخزن واقعی

قطر اسمی یا طول	Ø2600×19.3m
مدل	غیر متمرکز
قطر لوله ورودی و خروجی	Ø۱۰۰
حجم مخزن	۱۰۰ $_{m^3}$
مقدار جریان روزانه	۱۰۰ $_{m^3}$(ثابت در طول زمان)
آب ردیاب	تقریباً ۳۰۰ $_{mg/l}$ آب نمک اشباع با جریان ورودی مخلوط می‌شود.
موارد اندازه‌گیری	درصد رسانایی الکتریکی سرعت جریان (براساس دستگاه اندازه‌گیری امواج Ultrasonic)



شکل ۹ : درصد جابه‌جایی در حالت ردیابی درصد رسانایی الکتریکی



تصویر۱۰ : غلظت کلر باقیمانده در جریان ورودی و خروجی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۹: تعداد، هزینه ساخت و اجرای مخازن در احجام مختلف (کل منطقه مورد مطالعه آبفای تهران)

ردیف	حجم مخازن (مترمکعب)	تعداد	جنس	هزینه ساخت و اجرای واحد (ریال)	کل هزینه ساخت و اجرا (ریال)
۱	۵۰	۱۸	فولادی	۱,۲۵۰,۰۰۰,۰۰۰	۲۲,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۲	۱۰۰	۹۰	فولادی	۲,۵۶۰,۰۰۰,۰۰۰	۲۳۰,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۳	کل	۱۰۸	-	-	۲۵۲,۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰

جدول ۱۰: تعداد و هزینه شیرآلات و متعلقات مخزن اضطراری

ردیف	شرح	سایز (میلیمتر)	تعداد	هزینه خرید (ریال)	کل هزینه (ریال)
۱	شیر قطع و وصل اضطراری	۱۰۰	۴۰	۱,۰۱۲,۰۰۰,۰۰۰	۴۰,۴۸۰,۰۰۰,۰۰۰
		۱۵۰	۴۰	۱,۲۵۱,۰۰۰,۰۰۰	۵۰,۰۴۰,۰۰۰,۰۰۰
		۲۰۰	۲۲	۱,۵۵۲,۰۰۰,۰۰۰	۳۴,۱۴۴,۰۰۰,۰۰۰
		۲۵۰	۲	۱,۸۰۳,۰۰۰,۰۰۰	۳,۶۰۶,۰۰۰,۰۰۰
		۳۰۰	۴	۲,۱۰۴,۰۰۰,۰۰۰	۸,۴۱۶,۰۰۰,۰۰۰
۲	کیت سنجش کیفیت آب	-	۱۰۸	۶۱۰,۰۰۰,۰۰۰	۶۵,۸۸۰,۰۰۰,۰۰۰
۳	موتور پمپ بنزینی	-	۱۰۸	۱۰,۵۰۰,۰۰۰	۱,۱۳۴,۰۰۰,۰۰۰
۴	تلمبه دستی	-	۱۰۸	۲,۵۳۰,۰۰۰	۲۷۳,۲۴۰,۰۰۰
۵	نازل برداشت آب	-	۱۰۸	۲,۴۷۰,۰۰۰	۲۶۶,۷۶۰,۰۰۰
۶	کانکس یا نماد آب‌انبار (۶ مترمربع)	-	۱۰۸	۶۹,۰۰۰,۰۰۰	۷,۴۵۲,۰۰۰,۰۰۰
۷	کل				۲۱۱,۶۹۲,۰۰۰,۰۰۰

جدول ۱۱: جمع‌بندی کل هزینه‌های مخزن اضطراری با متعلقات

ردیف	شرح	هزینه (ریال)
۱	ساخت و اجرای مخازن اضطراری	۲۵۲,۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۲	شیرآلات و متعلقات مخزن اضطراری	۲۱۱,۶۹۲,۰۰۰,۰۰۰
برآورد کل (ریال)		**۴۶۴,۵۹۲,۰۰۰,۰۰۰**

در جدول ۱۰ هم تعداد و هزینه شیرآلات و متعلقات مخزن اضطراری به تفکیک شیر قطع و وصل اضطراری، کیت سنجش کیفیت آب، موتور پمپ بنزینی، تلمبه دستی، نازل برداشت آب و کانکس (۶ مترمربع) درج شده است.

در نهایت هم در جدول۱۱ جمع‌بندی کل هزینه‌های مخزن اضطراری در محدوده مورد مطالعه با توجه به نتایج گزارش مشاور درج شده است. [۲۲]

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با توجه بالا بودن احتمال وقوع بحران‌ها به‌ویژه زلزله در تهران (قابل بسط به کل کشور) احیای مجدد آب‌انبارها با توجه به سابقه تاریخی آن در ایران و البته این‌بار در قالب مخازن اضطراری همیشه در مدار شبکه امری ضروری است. نقش این مخازن به‌صورت ویژه برای تأمین آب در مرحله اول (۳ روز) بعد بحران بوده و البته در مراحل دوم (۷ روز) و مرحله سوم (۲۰ روز) هم کاربرد دارند.

در این راستا جدی گرفتن وقوع بحران‌ها و انجام اقدامات پیشگیرانه جهت کاهش تلفات قبل از دیر شدن نیازمند همکاری کلیه نهادها از جمله شهرداری‌ها، آتش‌نشانی، مدارس، استانداری و ... با شرکت‌های آب و فاضلاب در اجرایی کردن این امر مهم و تأمین مکان یا بخشی از هزینه ساخت این مخازن است.

نتایج تحلیل‌های انجام‌شده با نرم‌افزار Water Gems و همچنین خروجی آزمایشات انجام‌شده با مدل (در مقیاس کوچک) ساخته شده و در نهایت بررسی‌های انجام‌شده در تنها نمونه فولادی احداثی در ایران واقع در پارک شهر تهران که در ادامه و نتیجه همین پژوهش احداث شده نشان می‌دهد که جهت حفظ کیفیت آب و عدم ماند آن، نحوه نصب این مخازن باید به‌صورت بخشی از شبکه و نه یک مخزن ذخیره عادی باشد؛ به نحوی که عملاً این مخازن خطوط لوله‌ای با قطر بزرگ بوده که در حالت عادی نقش لوله شبکه توزیع را عمل کرده و در حالت وقوع بحران

www.SID.ir

Archive of SID

با استفاده از شیرهای قطع اضطراری که عملکرد آنها در این مقاله توضیح داده شده، نقش مخزن ذخیره آب را برای ۱۰ لیتر به ازای سه روز اول برای بازماندگان از بحران بازی خواهد کرد.

لازم به ذکر است در این حالت هیچ‌گونه ورود و خروج عادی آب به آن صورت نمی‌گیرد؛ اما با وارد مدار شدن یک بای‌پس شبکه توزیع به عمکرد عادی خود (در صورت عدم آسیب) ادامه خواهد داد.

نحوه پراکنش این مخازن هم در جهت دسترسی سریع، آسان و همچنین عدم ازدحام مردم در چند نقطه محدود که خود منشا مشکلات اجتماعی می‌شود، در شعاع آب‌دهی حدود ۱۰۰۰ متر برای هر مخزن اضطراری پیشنهاد شده است.

همچنین با توجه به نتایج بررسی‌شده بر روی دو پایلوت ساخته‌شده به‌ترتیب در منطقه زرگنده واقع در آبفا یک تهران (مخزن از جنس چدن) و پارک شهر واقع در آبفای ۴ تهران (مخزن از جنس فولادی) و با عنایت به محدودیت ساخت اقطار بیش از ۲ متر با سایز چدن در ایران و همچنین محدودیت‌های اجرایی در نصب، تعمیر و همچنین بهره‌برداری، جنس مورد تایید در تهران از نوع فولادی با پوشش داخلی و خارجی پیشنهاد شد. به‌عنوان نمونه برای ساخت یک مخزن ۱۰۰ مترمکعبی با قطر ۳ هزار و ۲۰۰ میلی‌متر، فولادی به طول ۱۲ متر احتیاج بوده که به‌سادگی پس از ساخت قابلیت حمل و اجرا را دارد (تصویر ۱۱). در صورتی که این طول برای لوله‌های چدن با محدودیت ۲ متر معادل ۳۲ متر خواهد بود.

پی‌نوشت

1. Rowland and Galvin
2. Japanese International Co-operation Agency

منابع

1. JICA (2006). The study on water supply system resistant to earthquakes in Tehran municipality.

۲. پورمحمدی، محمدرضا؛ مصیب زاده، علی (ص ۲۷-۱۳۸۷). آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محل‌ها در امدادرسانی آنها. جغرافیا و توسعه، ۱۲ (پاییز و زمستان)، ۱۱۷-۱۴۴. بازیابی از .http://gdij.usb.ac.ir/article_۱۲۴۶_۲۱۸.html

3. 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

4. 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

۵. ضوابط طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی (نشریه ۳-۱۱۷-سال ۱۳۹۲)

6. Rowland, J.G., Galvin, J.R. (2006). 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

۷. شرکت مهندسی مشاور پارس آیندآب، (۱۳۹۲). مطالعات پایه آبرسانی اضطراری منطقه چهارآبفای تهران.

۸. حسنی، نعمت (۱۳۹۰). آسیب‌پذیری لرزه‌ای وراهکارهای مقابله با زلزله در سامانه‌های آبرسانی ایران. فصل‌نامه علمی-ترویجی دانش پیشگیری و مدیریت بحران، شماره اول، ۳۹-۶۳. (ص ۲) بازیابی از: http://tdmmo.tehran.ir/Portals/0/Document/1392/no%201.pdf :

۹. بهرام پور، مهدی؛ بمانیان، محمدرضا (۱۳۹۱). تبیین الگوی جانمایی پایگاه‌های مدیریت بحران با استفاده از GISنمونه موردی: شهر تهران، منطقه ۳. دوفصل‌نامه علمی-پژوهشی مدیریت بحران، بهار و تابستان ۱۳۹۱،۵۱-۵۹-(ص ۸) بازیابی از: http://www.joem.ir/article_1407.html95

۱۰. فقیهی، محمد؛ میرباقری، ایمان (۱۳۹۱). معرفی الگوهای مختلف مدیریت بحران درشبکه‌های آب‌وفاضلاب و جایگاه پدافند غیرعامل (سومین همایش مدیریت بحران در صنعت ساختمان) مشهد.(ص ۹) بازیابی از:

۱۱. حسنی، نعمت و سعیده نگارش(۱۳۹۵، ص۸) در فصل‌نامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران (سال ۱۳۹۵).

12. aruque, S.M., Naser, I.B., Islam, M.J., Faruque, A.S.G.,

تصویر۱۱:نمایی از مراحل حمل و نصب مخزن فولادی با حجم ۱۰۰ متر مکعبی در پارک شهر تهران

www.SID.ir

Archive of SID

Ghosh, A.N., Nair, G.B., Sack, D.A., Mekalanos, J.J., 2115.Seasonal epidemics of cholera inversely correlate with the prevalence of environmental cholera phages. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 012, 0812-0818

13. Young, S., Balluz, L., Malilay, J., 2112. Natural and technologic hazardous material releases during and after natural disasters: a review. Science of the Total Environment 22222-21

14. Srinivas, H., Nakagawa, Y., 2117. Environmental implications for disaster preparedness: lessons learnt from the Indian Ocean Tsunami. Journal of Environmental Management 72, 2-02

15. Violette, S., Boulicot, G., Gorelick, S.M., 2112. Tsunami-induced groundwater salinization in southeastern India. Comptes Rendus Geosciences 220, 222-222

16. Matsumoto, M., Inoue, K., 2100. Editorial: earthquake, tsunami, radiation leak, and crisis in rural health in Japan. Rural and Remote Health 00, 0-2. McCann, D.G.C., Moore, A., Walker, M.-E.A., 2100. The public health implications of water in disasters. World Medical and Health Policy 2. Article 2

17. Garsadi, R., Salim, H.T., Soekarno, I., Doppenberg, A.F.J., Verberk, J.Q.J.C., 2112. Operational experience with a micro hydraulic mobile water treatment plant in Indonesia after the "Tsunami of 2112". Desalination 227, 20-27

18. Roig, B., Delpla, I., Baure` s, E., Jung, A.V., Thomas, O., 2100. Analytical issues in monitoring drinking-water contamination related to short-term, Schafer, A., Broeckmann, A., Richards, B., 2115. Membranes and renewable energy e a new era of sustainable development for developing countries. Membrane Technology, 2-01

۱۹. رفیعیان، مجتبی؛ مطهری، زینب السادات (۱۳۹۱). طراحی مدلی برای مطالعه رویکرد مدیریت ریسک بحران اجتماع‌محور. دوفصل‌نامه علمی-پژوهشی مدیریت بحران، بهار و تابستان۱۳۹۱-۵-۱۲. بازیابی از:
http://www.joem.ir/article_1402_b26fcad5975868e98b6e31ae5f317fa4.pdf

20. 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-supplyplanning-guide.pdf

۲۱. مخازن آبرسانی اضطراری چدن نشکن مقاوم دربرابر زلزله. انجمن مخازن چدن نشکن ژاپن ترجمه نعمت حسنی و سهله افروز.
http://www.civilica.com/Paper-CMCILFUS03-CMCILFUS03_014.html

۲۲. مهندسین مشاور مدیسه سامان (۱۳۹۵). مطالعات مرحله دوم آبرسانی اضطراری منطقه چهارآبفا.

www.SID.ir