

اصول پدافند غیرعامل در طراحی مخازن اضطراری سامانه‌های آبرسانی کلان شهر تهران

حسن ارجمندی^۱

سید عبدا... موسوی^۲

DOR: 20.1001.1.26765756.1398.8.27.1.0

چکیده

تهدیدات متنوعی می‌توانند به سامانه‌های آبرسانی آسیب رسانده و باعث قطع جریان آب و ایجاد حوادث ثانویه شود. تحقیق حاضر با هدف شناخت ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی مخازن آب اضطراری سامانه‌های آب رسانی کلان شهر تهران صورت گرفته است. این پژوهش با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی انجام پذیرفته است و از نوع کاربردی-توسعه ای است. روش ها و ابزارگردآوری اطلاعات در این تحقیق پرسش نامه، مشاهده و استفاده از جستجوهای کتابخانه ای و اینترنتی بوده است. یافته های تحقیق حاکی از آن است که مهم ترین ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی مخازن آب اضطراری سامانه های آب رسانی کلان شهر تهران به شرح زیر است: ۱- استتار، اختفاء و پوشش در طراحی مخازن اضطراری سامانه آب رسانی کلان شهر تهران موجب کاهش آسیب پذیری می شود. ۲- مکان یابی مخازن از لحاظ پراکندگی، جانمایی و دسترسی مناسب موجب تسهیل استفاده از مخازن اضطراری سامانه های کلان شهر تهران می شود. ۳- شکل سازه، نوع مصالح، نحوه نصب، نگهداری و تعمیر باعث مقاوم سازی مخازن می شود. ۴- بهره برداری هوشمند در ابعاد نرم افزاری و سخت افزاری مخازن اضطراری سامانه های آبرسانی کلان شهر تهران، باعث تداوم فعالیت های ضروری می شود.

واژگان کلیدی: ملاحظات پدافند غیرعامل، مخازن آب، سامانه های آبرسانی اضطراری

مقدمه

سامانه‌های آبرسانی نقش حیاتی در زندگی انسان داشته و به نیازهای مهمی مانند آشامیدن، بهداشت و تغذیه پاسخ می‌دهد. این تهدیدات می‌تواند به این سامانه‌ها آسیب رسانده و باعث قطع جریان آب و ایجاد حوادث ثانویه شود و عدم توانایی مدیریت شرایط اضطراری ناشی از زلزله یا جنگ، سبب قطع یا اختلال در تأسیسات آبرسانی منجر به بروز شرایط بحرانی و رویداد فاجعه گردد (جلالی، ۱۳۹۰، ۱).

افزایش آستانه تحمل مردم در بحران‌های طبیعی و انسان‌ساز از طریق بررسی اجمالی تهدیدات متصور و مشکلات اساسی مدیریت آبرسانی در زمان تهدید در حوزه سیستم آبرسانی شرب تهران و ارائه راهکارهای عملیاتی استفاده از مخازن آب اضطراری بر اساس ملاحظات پدافند غیرعامل، برای مدیریت آب شرب اضطراری شهر تهران در شرایط بحران‌های طبیعی و انسان‌ساز، زلزله و جنگ لازم است.

برای تأمین آب در شرایط اضطراری اولویت‌های زیر مورد توجه قرار می‌گیرند:

- تأمین آب از مخازن موجود از طریق نصب سیفون در لوله‌های خارجی؛
- تأمین آب از لوله‌های اصلی انتقال؛
- تأمین آب از طریق چاه‌ها؛
- تأمین آب از طریق تعبیه مخازن آبرسانی اضطراری؛
- تأمین آب از طریق تانکر برای مناطق خارج از دسترس (مظفری، ۱۳۸۹، ۲۳).

در شرایط بحرانی که امکان تخریب بسیاری از اماکن و اختلال در دسترسی به مسیرهای تردد وجود دارد، ایجاد پایگاه‌های تأمین آب اضطراری از اقدامات اساسی است به گونه‌ای که هر شخص بتواند بعد از زلزله با طی مسافت یک کیلومتر به آب دسترسی داشته باشد. بنابراین برای ایجاد و راه اندازی مخازن آب اضطراری برابر با استاندارد های جهانی، می بایست ملاحظات مدنظر قرار گیرد و ملاحظات پدافند غیر عامل می تواند به عنوان بهترین راه برای دست یابی به این منظور باشد.

در این پژوهش سعی خواهد شد ملاحظات پدافند غیر عامل برای طراحی مخازن آب اضطراری سامانه های شهر تهران در شرایط بحران، بررسی و راهکارهای مناسب ارائه شود.

هدف اصلی تحقیق: شناخت ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی مخازن آب اضطراری سامانه های آبرسانی کلان شهر تهران.

بررسی الزامات پدافند غیرعامل و مدیریت بحران در موارد زیر:

۱. استتار، اختفاء و پوشش مخازن اضطراری سامانه های آبرسانی کلان‌شهر تهران؛
۲. مقاوم سازی و استحکامات مخازن آب اضطراری از لحاظ جنس و الزامات طراحی و نصب؛
۳. پراکندگی مخازن آبرسانی اضطراری در کلان‌شهر تهران؛
۴. هوشمندسازی بهره‌برداری مخازن آب اضطراری کلان‌شهر تهران.

سوال اصلی تحقیق: ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی مخازن اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران کدامند؟

سوالات فرعی تحقیق

۱. نقش استتار، اختفاء، پوشش در طراحی مخازن اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران چیست؟
 ۲. شاخص های اثرگذار در مکان‌یابی مخازن آب اضطراری شهر تهران کدامند؟
 ۳. مقاوم‌سازی مخازن آب اضطراری از چه جنبه‌هایی باید انجام شود؟
 ۴. ابعاد هوشمند سازی بهره‌برداری مخازن اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران چیست؟
- فرضیه اصلی: بکارگیری ملاحظات پدافند غیرعامل (شامل استتار، اختفاء، پوشش، مکان یابی، مقاوم سازی و هوشمند سازی) در طراحی مخازن اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران، موجب کاهش آسیب پذیری‌ها و تداوم فعالیت‌های ضروری در زمان‌های بحران می‌گردد.
- فرضیه های فرعی:

۱. استتار، اختفاء، پوشش در طراحی مخازن اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران موجب کاهش آسیب پذیری می‌شود.
۲. مکان‌یابی مخازن از لحاظ پراکندگی، جانمایی و دسترسی مناسب موجب تسهیل استفاده از مخازن اضطراری سامانه های کلان شهر تهران می‌شود.
۳. مقاوم‌سازی مخازن آب اضطراری از جنبه‌های شکل سازه، مصالح، نصب، نگهداری و تعمیرات باید انجام شود.
۴. بهره‌برداری هوشمند در ابعاد نرم افزاری و سخت افزاری مخازن اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران تداوم فعالیت های ضروری را فراهم می‌کند.

مبانی نظری و مفاهیم

اصول پدافند غیر عامل:

اصول پدافند غیر عامل مجموعه اقدام های بنیادی و زیر بنایی است که در صورت بکارگیری می‌توان به اهداف پدافند غیر عامل از قبیل تقلیل خسارات و صدمات، کاهش قابلیت و توانایی سامانه های شناسایی

اهداف، هدف یابی و دقت هدف‌گیری تسلیحات آفندی دشمن و تحمیل هزینه بیشتر به وی نائل گردید. اصول عمده پدافند غیر عامل عبارتند از:

- ۱- مکان یابی
- ۲- استتار
- ۳- اختفاء
- ۴- فریب
- ۵- پوشش
- ۶- پراکندگی و تفرقه
- ۷- ایجاد استحکامات و پناهگاههای ضد انفجار
- ۸- اعلام خبر.

در یک تقابل نظامی باید به این واقعیت توجه داشت که هر اقدام موفقیت آمیزی از سوی دشمن میتواند به تناسب نوع و اهمیت آن، باورهای سیاسی و اجتماعی مردم را تحت تأثیر قرار دهد. (کیکاوسی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱)

شبکه آبرسانی تهران

طرح اولیه لوله‌کشی آب تهران برای جمعیتی معادل ۹۰۰ هزار نفر در سال ۱۳۳۰ به مرحله اجرا درآمد و برای تامین آب مورد نیاز این جمعیت از دو خط لوله آبرسانی فولادی به ظرفیت ۲۵۶۰۰۰ متر مکعب آب در شبانه روز برای انتقال آب از آبگیر بیلقان به اولین تصفیه خانه (جلالیه) استفاده شد و بهره برداری از این تصفیه خانه در سال ۱۳۳۴ آغاز گردید. به مرور و با افزایش نیاز آبی ساخت دومین تصفیه خانه آب تهران آغاز و این تصفیه خانه (تصفیه خانه کن) در سال ۱۳۴۲ وارد مدار گردید. آب این تصفیه خانه بوسیله دو خط لوله بتونی به قطر ۲۰۰۰ میلی متر از آبگیر بیلقان تامین می شود. پس از ساخت سد لتیان در ۳۲ کیلومتری شمال شرق تهران و بهره برداری از آن در سال ۱۳۴۶ آب آن بوسیله تونل ۹ کیلومتری تلو به تصفیه خانه سوم (تهرانپارس) وارد گردید و فاز دوم تصفیه خانه سوم نیز با نام تصفیه خانه شماره ۴ تهرانپارس در سال ۱۳۶۳ مورد بهره برداری قرار گرفت. (جایکا، ۲۰۰۶: ۹۵)

در شرایط فعلی تامین آب مورد نیاز برای مصارف شرب، بهداشت و سایر مصارف در شهر تهران از سدهای لار، لتیان، کرج و حدود ۴۰۰ حلقه چاه موجود در مناطق صورت می گیرد. لازم به ذکر است که در آینده سدهای ماملو در شرق و طالقان در غرب نیز به این منابع افزوده خواهند شد. (همان منبع) انتقال آب از منابع تامین سطحی تا مراکز تصفیه توسط خطوط انتقال با اقطار ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیمتر و تونل‌های احداث شده انجام می شود.

لوله های فولادی	لوله های بتنی	تونل	کانال
۷۳ کیلومتر	۶۷ کیلومتر	۲۸ کیلومتر	۸ کیلومتر

خطوط انتقال آب خام (جلالی، ۱۳۹۰: ۳۴)

آب انتقالی از سدهای مذکور توسط ۵ واحد تصفیه خانه، تصفیه و در اختیار بهره بردار قرار می گیرد. برای ذخیره آب از ۹۷ باب مخزن با ظرفیت کل نزدیک به ۲۰۰۰۰۰۰ متر مکعب استفاده به عمل می آید. بنا به ضرورت تامین آب در نقاط مرتفع و همزمان با بهره برداری از تصفیه خانه جلالیه در سال ۱۳۳۴ اولین ایستگاه پمپاژ مورد بهره برداری قرار گرفته و به مرور با گسترش شهر در ارتفاعات و همزمان با احداث مخازن تعداد این تلمبه خانه ها افزایش یافته و تعداد آنها در پایان سال ۱۳۸۶ به ۵۵ ایستگاه رسید. وظیفه ضد عفونی نمودن آب شرب تهران را سامانه تولید، نقل و انتقال و به کارگیری گاز کلر در کپسول های مختلف و تاسیسات تزریق ذریط در محل های تصفیه، پمپاژ ویا استحصال از چاه ها به عهده دارد ۳۹۹ کیلومتر خطوط اصلی انتقال و ۷۱۵۴ کیلومتر شبکه اصلی و فرعی توزیع با اقطار مختلف کار توزیع آب را انجام می دهند.

تاسیسات مخازن

از مشخصات بارز سیستم آبرسانی شهر تهران، تعداد زیاد و حجم بالای تاسیسات مخازن توزیع آن است که باید مورد توجه قرار گیرد. به طور کل تعداد ۱۱۴ مخزن توزیع و تاسیسات مشابه در سیستم آبرسانی شهر تهران وجود دارد که از این تعداد ۹۷ عدد ساخته شده و موجود و ۱۷ عدد نیز در برنامه وجود دارد. از تعداد ۹۷ تاسیسات موجود، ۶۹ عدد از تاسیسات شامل مخازن زمینی و هوایی صرفا برای تعدیل نوسانات مصرف آب در ساعات مختلف روز مورد استفاده قرار می گیرند.

ظرفیت کل مخازن توزیع موجود، ۵۷۰ ۹۴۰ مترمکعب می باشد که با احتساب حجم کل تاسیسات موجود در این قسمت، ظرفیت به ۲ ۲۱۶۰۴۰ مترمکعب خواهد رسید. این ظرفیت معادل ۱۸/۵ ساعت میانگین مصرف روزانه (۶۲۶ ۵۲۳ مترمکعب) و برابر ۱۴/۷ ساعت حداکثر مصرف روزانه در سال ۲۰۰۴ است. به منظور تعدیل نوسانات ساعتی مصرف، همواره نیمی از ظرفیت هر مخزن نگه داشته می شود (بعنوان مثال در ژاپن ظرفیت باقیمانده در مخازن توزیع برای تعدیل نوسانات برابر ۴ تا ۶ ساعت توزیع آب روزانه است). لذا طی یک اقدام موثر، کل این آب باقیمانده در مخزن می تواند در مصارف اضطراری و آتش نشانی در مراحل اولیه بحران مورد استفاده قرار گیرد.

به منظور آبرسانی در مواقع اضطراری، مدیریت شهری توکیو مخازن آب اضطراری با حجم ۱۵۰۰ و ۱۰۰ مترمکعب را در نظر گرفت که این مخازن در سال ۲۰۰۱ در ۱۸۷ نقطه این شهر نصب شد. هدف گذاری طرح آبرسانی اضطراری به گونه ایست که مخازن در فاصله ای حدود ۴ کیلومتری از یکدیگر واقع

شوند تا اینکه شهروندان بتوانند پس از طی حداکثر ۲ کیلومتر از هر محل در توکیو به آب سالم دسترسی پیدا کنند.

در حال حاضر تعداد مخازن توزیع موجود در تهران برای انجام چنین طرحی کافی است. البته با توجه به شرایط خاص راه‌های دسترسی در شهر تهران، امکان پذیر بودن و رضایت شهروندان این شهر برای طی مسافت ۲ کیلومتر برای رسیدن به آب سالم باید مورد بررسی قرار گیرد.

حجم آب مورد نیاز برای موقعیت تهران

آب موردنیاز برای هر نفر در شرایط بحرانی و به خصوص در روز اول و برای رفع احتیاجات شرب و پخت‌وپز بین ۳ تا ۵ لیتر و مصارف بهداشتی نیز در همین حدود برآورد می‌گردد. باتوجه به شرایط خاص کشور ما و نیاز به مصارف بهداشتی بیشتر و همچنین نیاز به آب برای عبادات، حداقل آب برای روز اول بحران معادل ده لیتر به ازای هر نفر برآورد می‌گردد. این نیاز در روز دوم به پانزده و در روز سوم به بیست لیتر افزایش می‌یابد. بدیهی است که نیازهای سرانه با افزایش مدت بحران ارتقاء یافته و به مصارف متعارف نزدیک خواهد شد. ضمناً مقادیر مصرف در فصول مختلف سال متفاوت می‌باشند، به همین دلیل آب مورد نیاز برای روز سوم را به عنوان معیار طراحی و پیشنهاد راهکارهای پدافند غیرعامل انتخاب می‌نمائیم تا با اطمینان بیشتر، نیاز حداکثر جمعیت تحت پوشش تأمین شده باشد. در صورتی که امکان تأمین حداقل آب مورد نیاز مردم در حالت بحران به هرطریق ممکن فراهم گردد، تنش‌های ناشی از کمبود آن به حداقل کاهش خواهد یافت. جدول زیر، آب مورد نیاز جمعیت تهران را با نیازهای متفاوت روزانه نمایش می‌دهد.

حجم آب موردنیاز (مترمکعب)				جمعیت (نفر)
مدول (L/day 70)	مدول (L/day 20)	مدول (L/day 15)	مدول (L/day 10)	
۵۳۹,۳۵۳	۱۵۴,۱۰۱	۱۱۵,۵۷۶	۷۷,۰۵۰	۷,۷۰۵,۰۳۶

حجم آب موردنیاز به ازای مدول‌های چندگانه در روزهای اولیه بحران در تهران

در روز اول بحران با معیار ده لیتر به ازای هر نفر، حدود ۷۷۰۵۰ مترمکعب و به ازای پانزده لیتر، حدود ۱۱۵ هزار مترمکعب و در صورت تأمین بیست لیتر، حدود ۱۵۴۰۰۰ مترمکعب و بر اساس مدول ۷۰ لیتر ۵۳۹ هزارمترمکعب آب موردنیاز خواهد بود. این نیاز مطابق با حداقل تقاضای آب در شرایطی که مصارف عمومی و فضای سبز و... از مدول مصرف آب بهداشتی حذف شده باشد. (مظفری، ۱۳۸۹: ۴۸)

مخازن ذخیره راهبردی

تهیه امکانات ذخیره منعطف و مطمئن، تقویت سامانه حفاظت فیزیکی، افزایش استحکام تأسیسات، چندگانه نمودن امکانات آبرسانی، ایجاد فضای ایمن برای کارکنان و تهیه برنامه منسجم مدیریت یکپارچه بر بحران از راهکارهای تقلیل آثار تهاجم هستند.

ارقام حاصل از بررسی‌ها نشان می‌دهد که برای ۷/۵ میلیون نفر جمعیت شهر تهران، در روز اول بحران

حداقل ۷۷ هزار مترمکعب و در سه روز اول بطور متوسط روزانه ۱۵۰ هزار مترمکعب و در صورتی که بحران بیش از یک هفته بطول انجامد (با در نظر گرفتن مصارف در حد نیاز روستاها یعنی ۷۰ لیتر به ازای هر نفر) روزانه ۵۳۹ هزار مترمکعب آب مطمئن مورد نیاز خواهد بود. حجم مخازن موجود در شهر در حدود دو میلیون مترمکعب است، نتیجه اینکه با حفظ حدود یک سوم حجم مخازن موجود، امکان ذخیره آب برای مدیریت بحران یا شرایط اضطراری وجود خواهد داشت، اما برخلاف پراکندگی مخازن در شهر، امکان استفاده همه مردم از این امکانات وجود ندارد و باید علاوه بر ایجاد مخازن بزرگ، تمهید لازم برای تهیه مخازن ذخیره و قابل حمل اضطراری آب انجام شود. برای اطمینان از غلبه بر شوک اولیه در شهر می‌توان با توجه به شرایط منطقه، مقادیر ذخیره ۱۰، ۱۵، ۲۰ لیتر به ازای هر نفر را مورد توجه قرار داد.

باتوجه به ارقام مربوط به نیاز آبی و جمعیت ۷,۷ میلیون نفری محاسبه شده برای شهر، حجم آب روزانه که باید در هر حالت ذخیره و برای ارائه آن به مردم تمهیدات لازم پیش‌بینی گردد، معادل ۱۵۴ هزار مترمکعب خواهد بود. چگونگی تأمین این مقدار ذخیره به شرایط تهدیدات مختلف و امکانات تأمین، ذخیره، انتقال، پمپاژ آب و... بستگی دارد. (ال یاسین، ۱۳۹۴: ۷۴)

حالت مطلوب برای روز اول بحران آن است که افرادی که هیچ ذخیره آبی در منزل ندارند، حداکثر با طی مسافت یک کیلومتری بتوانند آب مورد نیاز خود را بدست آورند. گرچه برای روزهای بعد این فاصله به کمتر از پانصد متر کاهش خواهد یافت. بدین ترتیب در روز اول بحران در هر یکصد هکتار از مساحت شهر حداقل یک منبع ذخیره یا تأمین آب و برای روزهای بعد هر بیست و پنج هکتار یک مخزن یا منبع تأمین آب در خود خواهد داشت.

بر اساس مساحت تحت پوشش و تراکم جمعیت شهر در هر منطقه، تعداد نفرات و حجم آب مورد نیاز آنها محاسبه می‌شود، در تهران با تراکم متوسط ۱۲۰ نفر در هکتار، مخازن ذخیره در نقاط لازم به ازای هر یکصد هکتار بطور متوسط معادل ۲۴۰ مترمکعب خواهد بود. چگونگی توزیع مکانی این حجم به موقعیت جغرافیائی و مقدرات منطقه بستگی خواهد داشت.

اثر جنس مخزن از منظر پدافند غیر عامل

با توجه به اینکه مخازن آبرسانی اضطراری، منبعی برای ذخیره نیازهای حیاتی مردم است، لذا از منظر پدافند غیر عامل و نگرش مدیریت بحرانی در ساخت و بهره برداری این مخازن از اهمیت بالایی برخوردار است. بررسی اصول پدافند غیر عامل از نظر مکان یابی، استتار، پوشش، اختفای و بهره برداری مطمئن و پایداری در برابر تهدیدات اصلی شامل تهدیدات انسان ساز (حملات موشکی و هوایی و...) و بارهای دینامیکی ناشی از امواج انفجار و زلزله ایجاب می‌کند که این مخازن بصورت دفنی در عمق خاک ایجاد گردد، بدلیل عدم تولید لوله های چدن داکتیل و پلی اتیلن در کشور، بهتر است از لوله های فولادی که به روش

اسپیرال در کشور تولید می شود استفاده گردد تکنولوژی ساخت لوله چدن داکتیل مقاوم در برابر لرزه در اقطار بالاتر (بدلیل محدودیت های فضایی در پارک ها و مکان های نصب مخزن) در مراکز تولید داخلی امکان پذیر باشد.

استتار و مکان یابی مخازن و دسترسی مردم در زمان بحران تجربه نشان داده است که مکان یابی صحیح و مطلوب می تواند مقدار بسیار زیادی از معضلات و مشکلات و استتار و اختفا را حل و فصل نموده ضمن آنکه تهدیدات و آسیب پذیری های احتمالی را نیز کاهش و تقلیل می دهد. محل اجرای آبرسانی اضطراری عمدتاً پارک ها و فضاهای سبز شهرداری ها تعیین شده است. لذا استفاده از استتار سنتی به معنی تغییر شکل و ایجاد همرنگی اماکن، تاسیسات و تجهیزات با محیط پیرامون خود به گونه ای بوده که کشف، شناسایی و تشخیص آن به سهولت ممکن نباشد. با مدفون نمودن مخازن در زیر خاک و استفاده از استتار با فضای سبز و یاکفپوش با هزینه های بسیار کم قابل انجام است. از طرفی برای نگهداری تجهیزات برداشت آب که از انبارک های سطحی استفاده می شود با ساخت اتاقک های بتونی مدفون کنار و یا روی مخزن و نصب درب های ایمن و مجهز به قفل، امکان دسترسی عموم مردم و یا افراد سودجو منتفی خواهد شد ولی با شناسایی و آموزش گروه های مردمی و تشکیل تیم های میرآب، ضمن رعایت اصول امنیتی در هر محله و نصب قفل های مخصوص که علاوه بر اکیپ های عملیاتی شرکت های آبفا با کلید مخصوص اعضای این گروه ها (میرآب) امکان دسترسی و بهره برداری در شرایط بحران امکان پذیر باشد. با رعایت اصل استتار و اختفا و پوشش در اجرای مخازن اضطراری با هدف کاهش آسیب پذیری خللی در بهره برداری از مخازن بوجود نخواهد آمد. به صورت کلی؛ اگر مکان یابی به خوبی انجام شود، استفاده از وسایل و ابزار مصنوعی برای استتار و اختفا ضرورت ندارد. (نیازی، ۱۳۸۷: ۵۶)

نحوه کنترل، هشدار و پیشگیری از حملات شیمیایی، میکروبی و مواد رادیو اکتیو هیچ روش که بتواند تمام عوامل بیولوژیک و بیوتورپستی را با دقت کامل و در کم ترین زمان تشخیص دهد وجود ندارد. زیرا عوامل میکروبی مانند قارچ ها و همچنین سموم پروتئینی مانند بوتولینوم و سموم غیر پروتئینی مانند مایکو توکسین ها نیازمند روش های شناسایی خاص خود هستند. با استفاده از روش های مختلف گند زدایی می توان بخشی از اثرات حملات شیمیایی، میکروبی را کاهش داد و یا از بین برد. مقدار حداقل غلظت کلر باقیمانده در شبکه های توزیع آب ۰/۲ میلی گرم بر لیتر است که باید به منظور کنترل رشد میکرب های پاتوژن رعایت شود و مقدار حداکثر آن بسته به pH بین ۰/۵ تا ۰/۸ میلی گرم بر لیتر متغیر است و باید بو و مزه و از آن مهم تر سمی بودن آن کنترل شود، که متأسفانه به دلیل عدم مدیریت صحیح در شبکه های توزیع آب این مسئله گاه باعث بروز بحران های شدید می گردد.

در بسیاری از سیستم های آب، تزریق کلر در تصفیه خانه ها و منابع آب آشامیدنی قبل از ورود آب به شبکه صورت می گیرد که این امر باعث وجود غلظت بیش از اندازه کلر باقیمانده در گره های نزدیک به مخازن ذخیره و عدم وجود میزان کلر باقیمانده مناسب در گره های انتهایی شبکه در برخی از ساعات می گردد، در نتیجه مکان و میزان تزریق کلر باید به گونه ای انتخاب شود که میزان کلر باقیمانده در کلیه نقاط یک شبکه توزیع آب شهری در محدوده استاندارد بوده و همچنین هزینه های مربوطه حداقل گردد، اما متأسفانه به دلیل عدم مدیریت صحیح در شبکه های توزیع آب کشور، این مسئله گهگاه باعث بروز بحران های شدید می گردد. (حسینی دوست، ۱۳۹۱: ۸۷)

تهدیدات زیرساخت آبرسانی:

بر اساس بررسی های سازمان پدافند غیرعامل کشور، مهمترین مشکلاتی که سیستم آبرسانی را تهدید و آنرا تحت تأثیر قرار می دهند به شرح زیر است:

تهدیدات غیرمستقیم	تهدیدات مستقیم
عملیات روانی بر روی پرسنل که گاهی منجر به ترس، فرار و یا تبدیل آنها به عوامل خرابکار می گردد. شایعه پراکنی در خصوص آلوده بودن آب شرب تهدید و قطع مراکز تامین برق فضاهای زیرساخت آبرسانی با انواع تهدیدات سخت و گرافیتی و الکترو مغناطیسی سرقت مخازن کلر بمنظور استفاده از آنها در عملیات های تروریستی در مراکز تجمع جمعیت تهدیدات سایبری علیه مراکز تله متری و زیرساخت IT شبکه های آبرسانی از قبیل سیستم ISMS مالی، کنتورهای هوشمند، صدور قبض و غیره	تهدیدات تروریستی در قالب آلوده سازی آب با عوامل CBR تهدیدات تروریستی در قالب بمب گذاری جعبه ای و خودرویی تهدید سخت کیسول ها و ایستگاه های کلر زنی بمنظور استفاده از قدرت کشندگی وسیع آنها استفاده از آب پشت سد ها، بعنوان سلاح آبی برای نابودی مراکز جمعیتی و یا مراکز حیاتی، حساس و مهم در پایین دست سد ها انواع تهدیدات سخت موشکی و یا برخورد پرتابه ناشی از اشتباه در نشانه روی یا اصابت اتفاقی ناشی از حملات کور دشمن. انواع تهدیدات طبیعی از جمله زلزله، سیل و ... بر علیه زیر ساخت آبرسانی علیه تاسیسات آبرسانی قطع آب های با منبع تامین خارجی از سوی کشورهای همسایه در مناطق مرزی ایجاد آلودگی های نفتی در منابع تامین و انتقال آب به دست گرفتن کنترل منابع آبی و قطع سراسری آب

تهدیدات زیر ساخت آبرسانی (مظفری، ۱۳۸۹: ۴۴)

پس از زلزله فراگیرترین تهدیدی که می تواند در کل سطح شهر تأثیر فوری داشته باشد، قطع جریان برق

ناشی از آسیب‌دیدگی سیستم تولید یا انتقال برق خواهد بود زیرا بخش‌های قابل ملاحظه‌ای از تاسیسات تامین شامل چاه‌ها، تصفیه‌خانه‌های پنجگانه، ایستگاه‌های پمپاژ، سیستم‌های گند زدائی والته سیستم‌های راهبری سدهای تامین آب به برق شبکه وابسته می‌باشند. بر همین اساس باید با مطالعه قبلی، کلیه منابع آب قابل استفاده و وابسته به برق را با دقت شناسائی و برای تأمین برق اضطراری آتخائی که دارای ظرفیت تأمین آب بیشتر، کیفیت بهتر، فراگیری جمعیتی افزون‌تر و امکان بکارگیری روش‌های پدافندی سهل‌تری هستند، اقدام نمود (AWWA, 2001).

تهدیدات دیگری که موجب بروز آسیب در تاسیسات مختلف تأمین تا توزیع آب می‌گردند، با توجه به تحلیل تهدید در هر منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرند. که انجام فعالیت‌های مربوط به مراحل مختلف مدیریت بحران می‌تواند در کاهش آثار ناشی از اعمال هر یک از تهدیدات مذکور مؤثر باشد.

در صورتیکه مواد میکروبی یا شیمیائی از هر طریق وارد منابع آب شوند نیز حل آثار ناشی از آن مشکل‌تر خواهد بود، زیرا حذف این مواد از آب با دشواری زیاد قابل انجام می‌باشد. به همین دلیل باید شیوه تأمین و توزیع آب با کیفیت مطمئن در فرض مذکور نیز مورد توجه قرار داشته باشد.

ارزیابی آسیب‌پذیری

ارزیابی آسیب‌پذیری سیستم آبرسانی، یک روند چهار مرحله‌ای به شرح زیر است:

مرحله اول: تشخیص اجزاء اصلی سیستم

شناخت اجزاء سیستم آبرسانی، اولین مرحله از ارزیابی آسیب‌پذیری محسوب می‌گردد. هر سیستم آبی را می‌توان به بخش‌های مختلف تقسیم نمود، این بخش‌ها عبارتند از:

- (۱) اجرایی، فنی و بهره‌برداری، (۲) منابع تأمین آب، (۳) شبکه انتقال، (۴) تاسیسات تصفیه، (۵) مخازن ذخیره، (۶) شبکه توزیع، (۷) سیستم تأمین برق، (۸) حمل و نقل، (۹) ارتباطات
- البته هر یک از بخش‌های فوق از اجزاء مختلفی تشکیل شده‌اند که برای ارزیابی آسیب‌پذیری، توجه به آنها نیز لازم می‌باشد.

مرحله دوم: تخمین اثرات خطرات بر اجزاء سیستم

خطرات می‌توانند سبب کاهش کیفیت و یا کمیت منابع آب شرب گردد. هر خطر، اثری بر اجزاء متفاوت یک مجموعه می‌گذارد و تخریب یک قسمت از سیستم ممکن است بر سایر بخش‌های یک مجموعه، اثر بگذارد. برای مثال، گردباد، اثری بر لوله‌های زیرزمینی نداشته، ولی بر خطوط انتقال برق که برای بهره‌برداری مستمر سیستم آبرسانی لازم هستند، اثر می‌گذارد؛ شکستگی سد و از دست رفتن مخزن ممکن است سبب تخریب ایستگاه‌های پمپاژ نگردد، ولی بدون یک منبع آب، سیستم آبرسانی، دیگر قابلیت بهره‌برداری ندارد؛ حملات هوایی نیز می‌تواند با تخریب بخش‌هایی از سیستم آبرسانی، بخصوص سد، تصفیه‌خانه،

تاسیسات تامین برق و شبکه ارتباطات، توانایی سیستم را برای سرویس دهی مناسب به سرعت و به شدت کاهش دهد.

خطرات ناشی از زمین‌لرزه، سیلاب، گردباد، آتش‌سوزی، حوادث جاده‌ای (حمل و نقل)، جنگ و اقدامات تروریستی (یا بیوتروریستی) می‌تواند به شدت بر سیستم‌های آبرسانی تأثیرگذار باشد. بطور کلی، خطرات در سیستم آبرسانی را می‌توان در موارد زیر مورد توجه قرار داد:

کمبود پرسنل: یکی از مهمترین اجزاء سیستم‌های آبرسانی، پرسنل بهره‌بردار محسوب می‌باشد. هر بلایی می‌تواند به صورت بالقوه منجر به کمبود نیروی انسانی گردد. به‌طور مثال در صورت بروز زلزله یکی از عمده فعالیت‌های پرسنل حفاظت از خود و خانواده‌هایشان بوده و در زمان جنگ امنیت خانواده و نگرانی از وضعیت آنها می‌تواند بر روند فعالیت پرسنل تأثیر گذار باشد.

در هنگام بروز یک بحران مانند جنگ، امکان بروز صدمات گسترده بر کارکنان وجود دارد و یا از رسیدن آنها به محل کار خود جلوگیری کند. همچنین انتشار گاز کلر می‌تواند از کارکرد افراد بکاهد.

آلودگی منابع آب: برخی از خطرات می‌تواند منابع آب خام و یا آب تصفیه شده را آلوده نماید. در گسترده‌ترین حالت، آلودگی را می‌توان اضافه شدن هر نوع ماده شیمیایی، بیولوژیک یا رادیواکتیو با هر غلظتی که بتواند اثرات خطرناک مزاحمی به هر نقطه از حوزه آبریز تا آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی، مخازن ذخیره یا شبکه توزیع ایجاد نماید، در نظر گرفت. هنگام بارش ممکن است بخشی از آن بر روی سطح روان شده و بخش دیگری به داخل زمین نفوذ نماید. جریان آب به همراه خود رسوبات و دیگر مواد اعم از آلی و معدنی، سمی و غیر سمی را حمل می‌نماید. رسوبات مازادی که به علت سیلاب، آتش‌سوزی و یا رانش زمین در حوزه آبریز، وارد مخازن می‌گردد به علت نیاز به افزایش عملیات تصفیه، جزء آلودگی محسوب می‌شوند.

افزوده شدن مواد شیمیایی سمی به مخازن ذخیره نیز آلودگی محسوب می‌شود. ردیابی چنین موادی ممکن است به استفاده از پایش ویژه نیاز داشته باشد. اغلب، موارد این آلودگی، ناشی از نشتی ناخواسته مواد نفتی از قبیل گازوئیل، روغن و یا مواد شیمیایی و سایر مواد خطرناک می‌باشد. آلودگی و مواد شیمیایی ممکن است توسط بادهای شدید نیز جابه‌جا شوند. آلودگی ممکن است با افزودن مقادیر اشتباه مواد شیمیایی در فرآیند تصفیه نیز به وجود آید. در نهایت آلودگی منابع آب می‌تواند به صورت تعمدی و در اثر یک اقدام تروریستی یا خرابکارانه رخ دهد. بسیاری از خطرات می‌تواند منجر به شکستگی لوله‌ها شده و در نتیجه فشار سیستم کاهش یابد، بنابراین آلودگی می‌تواند از محل شکستگی یا جریان برگشتی وارد سیستم گردد. به صورت مشابه، چاه‌ها نیز در صورت شکسته شدن آب بند بهداشتی ممکن است دچار آلودگی گردند.

انتشار گاز کلر و آلودگی هوا: نشت گاز سمی کلر که در فرآیند تصفیه و به منظور سالم سازی آب از آن استفاده می‌شود، یکی از شدیدترین خطراتی است که می‌تواند به سرعت مرگ‌آفرین باشد. هوا می‌تواند با

سایر مواد خطرناک همچون مواد و ذرات رادیواکتیو نیز آلوده شود.

گرچه منابع آب سطحی نیز می‌تواند تحت تأثیر آلودگی هوا قرارگیرد، ولی اثر ناگهانی آلودگی هوا، می‌تواند موجب صدمه و مرگ فوری کارکنان، به ویژه کارکنان کلیدی واحد بهره برداری گردد. انتشار کلر ممکن است بر اثر تخریب ایستگاه‌های کلر زنی، ناشی از جنگ یا اقدامات خرابکارانه و تروریستی در مراحل تولید، انتقال، انبارش یا بهره برداری گاز کلر انجام گیرد.

چاه: چاه‌ها یکی از اجزائی هستند که در معرض آسیب می‌باشند. کیسینگ چاه می‌تواند به علت سوانخی مانند روان گرایی خمیده شود و از عملکرد پمپ‌ها جلوگیری شود. لرزش زمین می‌تواند مشکل ماسه‌شویی ایجاد نماید و لوله‌های اتصالات می‌تواند به علت حرکت شکسته شود.

سیلاب نیز مشکلات مشابهی را همچون خمیدگی کیسینگ، وجود گل در آن و صدمه به پمپ‌ها و لوله‌ها ایجاد می‌نماید. چاه‌ها ممکن است در معرض آلودگی فاضلاب لوله‌ها و سپتیک‌های شکسته قرار گیرند.

همچنین تاسیسات چاه می‌تواند بر اثر تخریب های ناشی از بمباران نابود شود.

شکستگی خطوط لوله و صدمه به شبکه توزیع: شکستگی لوله، فشار سیستم را کاهش می‌دهد. معمولا شکستگی‌های گسترده شبکه، ناشی از سوانخی مانند زمین‌لرزه می‌باشند. اگرچه در مواردی نیز ممکن است شکستگی شبکه یا تاسیسات مرتبط با آن ناشی از اصابت موشک به شریان‌های حیاتی باشد. از منظر جنگ، هرچند شبکه های آبرسانی به نوعی از روئیت سنجنده های سطحی پنهان می‌مانند، ولی در حین نبرد، و عموماً همزمان با اقدام راههای مواصلاتی، کانال ها و لوله های آب صدمه دیده و فعالیت آنها دچار اختلال می‌شود.

صدمات سازه‌ای: سازه‌های سیستم آبرسانی که نسبت به خطرات بلایا آسیب‌پذیر هستند شامل: سدها، تاسیسات آبگیر، تصفیه‌خانه‌ها، ایستگاه‌های پمپاژ، ساختمان‌های اداری، مخازن ذخیره و انبار مواد می‌باشد. عمده زیر سیستم های آبرسانی در اثر وقوع جنگ آسیب پذیر بوده و با تسلیحات متعارف قابل شناسایی، هدف گیری و اقدام می‌باشند. در این میان سازه ها و تاسیسات سد، تصفیه خانه ها، سیستم های تامین انرژی و مراکز ارتباطی، از ارزش و تاثیر گذاری بیشتری در شرایط ناشی از جنگ برخوردار هستند. سازه های آبی عموماً قابل رویت بوده و به سادگی توسط سنجنده های موجود جهان تشخیص داده می‌شوند. اگرچه برخی از سدها در شیار کوهها طراحی شده و غالباً از استحکام بالایی برخوردار هستند، اما با توجه به پیشرفت‌های اخیر نظامی، کمتر سازه ساخت بشر وجود دارد که با سلاح های جدید آسیب پذیر نباشد. اکثر سازه های آبی، بر اثر اصابت بمب و موشک به نحو موثری تخریب می‌شوند.

صدمه مخازن یا حوضچه‌های فرآیندی: مخازن، ادوات مستغرق می‌توانند به علت رانش زمین، زمین لرزه های شدید و تخریب ناشی از مواد منفجره یا اصابت بمب و موشک صدمه ببینند. عموماً حفاظت از مخازن با

اطمینان بالا انجام نمی شود و امکان آلودگی سهوی یا آلوده سازی تعمدی آن وجود دارد.

قطع برق: بسیاری از ادوات سیستم آبرسانی، همچون پمپ‌ها، موتورهای محرک و رایانه ها به نیروی برق احتیاج دارند. تاسیسات برق و ترانسفورماتورها نسبت به طوفان، زمین‌لرزه، سیلاب و تسلیحات جنگی آسیب‌پذیر هستند. نوسانات ولتاژ و فرکانس ممکن است باعث صدمه دیدن موتورها در تاسیسات آبی گردد. همچنین ممکن است خطوط انتقال برق فرو ریخته و مشکلات دسترسی ایجاد نماید. در طرح های نظامی کنونی، بیشترین جذابیت را از میان تاسیسات حیاتی، اهدام یا مختل سازی شبکه های تامین و توزیع برق به خود اختصاص داده است؛ چراکه بیشترین اندرکنش و هم افزایی را در خدمات ضروری دارد. سلاح هایی مانند بمب های الکترو مغناطیس می توانند بدون ایجاد تخریب های سازه ای تاسیسات برق را از کار بیاندازند. تاسیسات آبرسانی برای تداوم خدمات به شدت به شبکه سراسری نیروی برق وابسته است و ژنراتورهای برق اضطراری عموماً به اندازه کافی موجود نمی باشد.

قطع سیستم ارتباطات و تله متری: سیستم‌های ارتباطی و تله متری در برابر بلایایی نظیر زمین‌لرزه، سیل و جنگ آسیب‌پذیر هستند. این اختلالات می‌تواند ناشی از صدمات فیزیکی یا افزایش بار سیستم باشد. معمولاً سیستم تلفن قبل از سایر موارد ارتباطی دچار اختلال می‌گردد، لیکن مواردی نیز وجود دارد که ارتباطات بیسیم و رادیویی دیگر از کار افتاده، در حالی که سیستم‌های تلفن قابل بهره‌برداری هستند. سیستم‌های ارتباطی معمولاً وابسته به برق بوده و تحت تاثیر قطع برق قرار می‌گیرند. زیرساخت های ارتباطی در سیستم‌های تله‌متری ممکن است بر اثر زمین لرزه و یا حملات ناشی از جنگ صدمه ببیند. همچنین سیستم های تله متری و اسکادامی تواند بر اثر حملات سایبری دچار اختلال شده و ناکارآمد شود.

حسگرهای لحظه‌ای اندازه‌گیری جریان، فشار و کیفیت آب، در تشخیص و ترمیم شرایط اضطراری بسیار مهم هستند؛ در صورت بروز جنگ و قطع برق و سیستم های ارتباطی، این تجهیزات دچار اشکال شده و راهبری سیستم آبرسانی را با دشواری و پیچیدگی عدیده مواجه می کند.

نقصان در حمل و نقل: بروز اشکال در سیستم حمل و نقل را می‌توان در حین وقوع بلایای طبیعی به علت آب شستگی معابر و جاده‌ها، پل‌های تخریب شده و شرایط ناشی از جنگ انتظار داشت. ممکن است پرسنل، تجهیزات و مواد بعد از زمین‌لرزه، تندبادها، سیلاب‌ها و جنگ محبوس گردند، وسائل نقلیه صدمه‌دیده و سوخت موجود کاهش یابد. در این حین، دسترسی به سیستم‌های آبی ممکن است محدود شده یا کلاً غیر قابل دسترس گردد.

بسیاری از راه های مواصلاتی، پلها و فرودگاه‌ها در روزهای آغازین جنگ آسیب می بینند و امور لجستیک و تدارکات را با وقفه و مشکلات فراوان روبه رو می سازند. بخشهایی از شبکه آبرسانی که در زیر راهها مدفون هستند، به همراه آنها صدمه دیده و عملیات فنی با تاخیر و مشکل مواجه می شود (تورنتون،

۱۳۹۱: ۴۹).

مرحله سوم: تعیین اهداف عملکرد و سطوح قابل پذیرش خدمات برای سیستم یک سیستم آبی به عنوان یک شریان حیاتی در نظر گرفته می شود، چراکه آب برای ایمنی و سلامتی جامعه ضروری است. مسئولین آب و فاضلاب بایستی اهدافی خاص و سطوح قابل پذیرشی را برای شرایط اضطراری ارائه نمایند؛ در ذیل به اهداف مذکور اشاره می گردد:

اهداف امنیت جانی: هدف اولیه یک سامانه آبرسانی حفظ سلامتی و امنیت پرسنل خود در حین تامین مقادیر کافی آب سالم برای عموم مردم می باشد. رسیدن به چنین هدفی بایستی به عنوان عملکرد مدام سیستم در زمان قبل، حین و بعد از بحران در نظر گرفته شود. مثال‌هایی از بهبود زندگی یا شرایط ایجاد مصدومیت عبارتند از:

- اختلال در شبکه توزیع
- شکستگی سدها
- توزیع آب آلوده
- رها شدن مواد خطرناک، به خصوص کلر
- فروریختن سازه‌ها

اطفاء حریق: عمده عملیات اطفاء حریق به شبکه آب وابسته است. در حین بحران، به خصوص زمین لرزه و جنگ، ممکن است آتش سوزی‌هایی رخ دهد که بر عملکرد سیستم تاثیرگذار است. برای اطفاء حریق بایستی، آب کافی در گستره شهر پس از وقوع بحران و در اسرع وقت تامین گردد.

نیازهای بهداشتی عمومی: آب به منظور حیات و سلامتی ضروری است. برخی از نیازها دارای فوریت بیشتری نسبت به سایر نیازها هستند؛ لیست زیر جزئیات نیازهای سلامتی عمومی و زمان مجاز برای بی‌آبی آن‌ها را ارائه می نماید:

- بیمارستانها: نیاز پیوسته
- آتش نشانی: نیاز پیوسته
- اورژانس: نیاز فوری
- پایگاه های پشتیبانی مدیریت بحران: نیاز فوری
- دیالیز کلیه: ۲۴ ساعت
- بهداشت فردی و دفع زباله: ۷۲ ساعت

کاربردهای صنعتی، تجاری و اداری: بسیاری از مراکز صنعتی مستقیماً به وجود آب در عملکرد خود وابسته هستند، اما تقریباً همه آن‌ها بدون وجود آب آشامیدنی به منظور شرب، دفع زباله، برج‌های

خنک‌کن و سایر موارد کارکرد مناسب خود را از دست می‌دهند. همچنین بسیاری از ساختمان‌های تجاری دارای سیستم‌های اطفاء حریق هستند که به آب کافی نیاز دارند.

تقدم خدمات: تقدم نیازها را می‌توان براساس حداقل میزان مورد نیاز برای سلامتی و بهداشت تعیین نمود. ارائه خدمات خدمات، مرحله‌ای مهم در تکمیل این بخش از آنالیز آسیب‌پذیری است.

بسیاری از مراکز پزشکی نیاز به خدمات پیوسته دارند و لذا لازم است نیازهای روزانه تقریبی آن‌ها را مشخص و ثبت گردد. سایر خدمات بایستی شامل پلیس، آتش‌نشانی و مراکز اورژانس باشد. برای مراکز پزشکی و سایر مصرف‌کنندگان اولویت دار، بایستی فرد یا افراد مورد نیاز جهت برقراری تماس را به همراه شماره تماس، علت نیاز به خدمات فوری، نیاز تقریبی روزانه و منابع جایگزین در صورت وجود، ضبط و ثبت نمود.

مرحله چهارم: تشخیص اجزاء بحرانی

تشخیص اجزاء بحرانی سیستم و یا زیر بخش‌های آن مرحله نهمی در آنالیز آسیب‌پذیری می‌باشد. اجزاء بحرانی مواردی هستند که بیشترین آسیب‌پذیری را در نقصان ناشی از مخاطرات دارند. نقصان در اجزاء بحرانی قابلیت سیستم آبرسانی را جهت رسیدن به اهداف عملکردی امنیتی و بهداشتی حداقل کاهش می‌دهد. بهترین روش به منظور رسیدن به این مرحله انتخاب سناریوی مناسب و سپس تمرکز بر اجزایی است که نقصان آن‌ها باعث تبدیل سیستم به حالت غیر قابل بهره‌برداری می‌گردد.

تکرار این فرآیند، برای مثال در نظر گرفتن بحران‌های گوناگون، تشکیل منحنی‌های جبران، تعیین اقدامات مورد نیاز جهت رسیدن به حداقل نیازهای بهداشتی و امنیتی در نهایت بحرانی‌ترین اجزاء را در کل سیستم مشخص می‌نماید. اقدامات پیشگیرانه قبل از بحران می‌تواند بر این اجزاء متمرکز گردد.

یک مدل رایانه‌ای شبکه آبرسانی و خطر می‌تواند جهت شبیه‌سازی شرایط بحران به کار گرفته شود. برای مثال، مدل می‌تواند اثرات خارج از مدار بودن مخزن ذخیره یا تصفیه‌خانه برای تامین آب، شبیه‌سازی آلودگی شبکه آبرسانی و شبیه‌سازی انتشار گاز کلر در محیط را بررسی نماید (همان).

هوشمندی در مدیریت بحران آب با رویکرد پدافند غیرعامل

پرداختن به مسائل فوری و ضروری در کشور، زمان اندکی برای اتخاذ اقدام درست در برابر مسائل باقی می‌گذارد. مسائل روزمره و منحصر بفرد، هر دو، ممکن است توسط گروه‌های تصمیم‌گیرنده‌ای حل شوند که قادر به بررسی کامل تعریف و ساختار مسئله، جمع‌آوری داده‌های مناسب برای تحلیل، مدل‌سازی و ارائه اقدامات جایگزین نیستند. این ناتوانی می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری‌های ضعیف و ناهنجاری گردد که خود به وجود آورنده مشکلاتی در آینده می‌باشند.

سامانه‌های تصمیم‌یار اغلب به عنوان ابزاری مطمئن برای قاعده‌مند ساختن تصمیمات موثر و کارآمد، به منظور

هدایت سازمان مربوطه با امکان دسترسی و تنظیم مدل‌های نموداری و شبیه‌سازی، انجام سریع و بلادرنگ محاسبات و دسترسی به بانک‌های اطلاعاتی قوی می‌باشند و با مدل محوری اطلاعات، داده‌ها و پارامترهای محدود داده شده توسط تصمیم‌گیرنده را برای کمک به وی در تحلیل موقعیت مورد استفاده قرار می‌دهند. پیچیدگی و عدم قطعیت روز افزون موقعیت‌های تصمیم‌گیری در دنیای امروز، باعث شده تا استفاده از مدل‌های کمی کارآمد بجای مدل‌های ساده خطی ضروری بنماید.

با افزایش پیچیدگی و نایقینی داده‌ها (که در واقع توصیف‌کننده وضعیت هستند)، توانایی مدل‌ها (که نمایانگر موقعیت هستند) نیز باید ارتقاء یابد، به گونه‌ای که قادر به استخراج روابط شدیداً غیر خطی بین متغیرها باشند. تکنیک‌های هوش محاسباتی بوسیله تحلیل روند داده‌ها، ارائه پیش‌بینی، حصول اطمینان از سازگاری داده‌ها، کمی‌سازی عدم قطعیت، پیش‌بینی نیازهای کاربر، تامین اطلاعات برای کاربر به مناسب‌ترین شکل و پیشنهاد اقدامات، سامانه‌های تصمیم‌یار را بخصوص در شرایط وجود نایقینی و پیچیدگی، توانمند ساخته‌اند (عبدا...زاده، ۱۳۸۹: ۱۸).

مفهوم این سامانه‌ها برای اولین بار در سال‌های آغازین دهه ۷۰ بوسیله اسکات مورتون تحت عنوان سامانه‌های تصمیم‌گیری مدیریت مطرح گردید. او چنین سامانه‌هایی را، سامانه‌های تعاملی بر مبنای رایانه نامید که با استفاده از داده‌ها و مدل‌ها، تصمیم‌گیرندگان را در حل مسائل ساختار نیافته یاری می‌رسانند، از داده‌ها و مدل‌ها بهره می‌برد، مسائلی با ساختارهای متفاوت را حل می‌کند، بر روی کارآمدی فرایند تصمیم‌گیری متمرکز است و انواع آن به شرح ذیل است:

- ۱- سامانه‌های تصمیم‌یار داده‌محور
بر دسترسی و بکارگیری سری زمانی داده‌های داخلی یک شرکت و گاه داده‌های خارجی و بلادرنگ تاکید دارند. سامانه‌های ساده فایلی که توسط ابزارهای جستجو و بازیابی قابل دسترسی‌اند، ابتدایی‌ترین سطح عملکرد سیستم‌های داده‌محوراند.
- ۲- سامانه‌های تصمیم‌یار مبتنی بر ارتباطات
از فن‌آوری‌های شبکه و مخابرات برای تسهیل فعالیت‌های مرتبط با تصمیم‌گیری بهره می‌گیرند. در این سامانه‌ها، فن‌آوری‌های مخابراتی مولفه اصلی می‌باشند.
- ۳- سامانه‌های تصمیم‌یار سندمحور
از ذخیره سازی کامپیوتری و فن‌آوری‌های پردازش برای بازیابی و تحلیل اسناد بهره می‌گیرند. پایگاه‌های بزرگ داده می‌توانند اسناد اسکن شده، اسناد متنی، تصاویر، صدا و ویدئو را در خود نگاه دارند.
- ۴- سامانه‌های تصمیم‌یار دانش‌محور
این نوع از تصمیم‌یارها، سامانه‌های انسان-رایانه هستند که از توانایی و مهارت حل مسئله برخوردارند. توانایی

و مهارت گفته شده شامل دانش درباره یک حوزه خاص، فهم مسئله در آن حوزه و مهارت حل برخی از این مسائل می‌باشند. (عبدال...زاده، ۱۸)

نوع و روش تحقیق

این تحقیق به لحاظ هدف، کاربردی است و در آن از روش توصیفی - تحلیلی استفاده شده است.

جامعه مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری

جمعیت این تحقیق با توجه به موضوع پژوهش عبارت است از، افرادی است که دارای حداقل مدرک کارشناسی مرتبط، ۱۰ سال تجربه و آشنا با موضوع پدافند غیرعامل و موضوعات آب و مخازن آب‌رسانی شهر تهران می‌باشد که بر این اساس حجم جامعه حدود ۵۰ نفر برآورد می‌گردد.

روش‌ها و ابزارگردآوری اطلاعات و داده‌ها

روش‌های گردآوری اطلاعات در این پژوهش به دو دسته کتابخانه‌ای و جهت گردآوری داده‌ها از جامعه آماری با استفاده از پرسشنامه و از روش میدانی استفاده شده است.

برای اندازه‌گیری شاخص‌های تحقیق، جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات لازم از پرسشنامه استفاده شده و سئوالات با عنایت به اهداف تحقیق و ماهیت موضوعی تحقیق به شکل باز، پنج‌گزینه‌ای (طیف لیکرت (و بسته و در سطوح اندازه‌گیری رتبه‌ای طراحی شده است.

اعتبار محتوایی پرسشنامه

به منظور بررسی ابزار، پس از احصاء شاخص‌های مربوط به ملاحظات پدافند غیرعامل در مخازن آب اضطراری شهر تهران، پرسشنامه در اختیار مدیران و کارشناسان آگاه به مسائل پدافند غیرعامل و متخصص در امر مخازن آب اضطراری قرارگرفت و نظر صاحب‌نظران در خصوص اعتبار آن مثبت بوده است.

پایایی پرسشنامه

میزان پایایی در پژوهش حاضر از طریق ضریب آلفای کرانباخ محاسبه شده است. به طور کلی نتایج حاصل از بررسی پایایی پرسشنامه‌های نهایی نشان داد که ضریب آلفای کرومباخ محاسبه شده برای پرسشنامه آسیب‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی برابر ۰/۹۵۶ گزارش شده است.

تحلیل یافته‌ها

به منظور نائل شدن به اهداف پژوهش و شناخت ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی مخازن آب اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان شهر تهران، الزامات، برابر روش‌های علمی، در چهار حوزه الف-استتار، اختفا و پوشش، ب-مقاوم سازی، ج-پراکندگی، د-هوشمندسازی بهره‌برداری مخازن آب اضطراری کلانشهر تهران، کسب گردید که نتایج حاصل شده زیر حاکیست هر چهار مولفه از سطح معناداری مطلوبی برخوردار هستند و از ملاحظات جدی مخازن آب اضطراری محسوب می‌گردند.

۱- استتار، اختفاء و پوشش در طراحی مخازن اضطراری سامانه آب رسانی کلان شهر تهران موجب کاهش آسیب پذیری می شود. نتایج بدست آمده از تحقیق و استفاده از روش های آماری، نشان می دهد که استفاده از استتار در طراحی مخازن اضطراری سامانه های آبرسانی تهران از طریق روش های زیر موجب کاهش آسیب پذیری ها می شود:

- جلوگیری و ممانعت از استفاده قدرت کشف و آشکارسازی و ردیابی انواع حسگر
- مخفی ساختن سامانه به وسیله حایل ها و تورها در برابر دید دشمن،
- همگون سازی هدف با زمینه پیرامون خود،
- استفاده از عوامل استتار متناسب با نوع کاربری
- بهره برداری از اختفاء در طراحی مخازن اضطراری سامانه های آبرسانی شهر تهران از طریق روش های زیر موجب کاهش آسیب پذیری ها می شود:
- حفاظت و مراقبت از پروژه ها در برابر دید دشمن
- پنهان سازی تاسیسات و تجهیزات، نیروی انسانی در برابر دشمن
- مخفی کردن تاسیسات و تجهیزات در دل عوارضی طبیعی
- بهره گیری از پوشش در طراحی مخازن اضطراری سامانه های آبرسانی شهر تهران از طریق روش های زیر موجب کاهش آسیب پذیری ها می شود:
- ایجاد پوشش حفاظتی در طرح ها و برنامه های دارای طبقه بندی،
- ایجاد پوشش حفاظتی و امنیتی در تردها،
- پوشش تجهیزات نظامی و غیرنظامی مهم،
- پوشش مواضع حساس و راههایی که به نقاط حیاتی ختم می شوند
- ۲- مکان یابی مخازن از لحاظ پراکندگی، جانمایی و دسترسی مناسب موجب تسهیل استفاده از مخازن اضطراری سامانه های کلان شهر تهران می شود.
- نتایج بدست آمده از تحقیق و بکارگیری آزمون های آماری نشان می دهد که شاخص های بکارگیری مولفه های پراکندگی، جانمایی و دسترسی مناسب از طریق روش های زیر باعث تسهیل سرویس دهی به مردم به آب می شود:
- پراکندگی در توزیع عملکردها متناسب با تهدیدات و جغرافیا
- فاصله مناسب بین اجزای یک مجموعه جهت جلوگیری از تسری تهدید و آسیب
- بهینه ترین پراکندگی و داشتن توجه اقتصادی طرح ها

- پراکندگی پروژه ها با توجه به کاهش خسارات در زمان بحران
- انتخاب مکان مناسب هماهنگ با نوع عملکرد و اهمیت آن
- اجتناب از همجواری عملکردهای حیاتی و حساس در کنار هم
- جلوگیری از استقرار عملکردهای مزاحم در مجاورت عملکردهای حیاتی و حساس
- رشد و توسعه منطقی جمعیت در شهرها و فعالیت‌های صنعتی
- تعادل در توزیع پراکندگی مراکز جمعیتی
- دسترسی سریع مردم به مخازن آب رسانی
- ۳- مقاوم‌سازی مخازن آب اضطراری از جنبه‌های شکل سازه، مصالح، نصب، نگهداری و تعمیرات باید انجام شود. نتایج بدست آمده از تحقیق و استفاده از روش‌های آماری و تجزیه و تحلیل اطلاعات، نشان می‌دهد که:
- شکل سازه‌ای مخازن آب اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران باعث مقاوم سازی آن در برابر تهدیدات می‌شود.
- نوع و کیفیت مصالح سازه‌ای مخازن آب اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران باعث مقاوم سازی آن در برابر تهدیدات می‌شود.
- شرایط نصب سازه‌ای مخازن آب اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران باعث مقاوم سازی آن در برابر تهدیدات می‌شود.
- روش‌های تعمیراتی و نگهداری مخازن آب اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران باعث مقاوم سازی آن در برابر تهدیدات می‌شود.
- ایجاد فضاهای امن و ایجاد استحکامات پدافند برای مراکز حیاتی، افزایش مقاومت تاسیسات و مخازن، حفاظت از تاسیسات زیرزمینی در مقابل حملات احتمالی باعث افزایش مقاومت مخازن می‌شود.
- ۴- بهره‌برداری هوشمند در ابعاد نرم افزاری و سخت افزاری مخازن اضطراری سامانه‌های آب‌رسانی کلان‌شهر تهران، تداوم فعالیت‌های ضروری را فراهم می‌کند.

نتیجه

مشخص شد که بهره‌برداری هوشمند در ابعاد نرم افزاری از مخازن آب اضطراری از طریق: بهره‌گیری از تکنیک‌های محاسباتی، پیش‌بینی نیازهای مردم، بهره‌گیری از سامانه‌های تصمیم‌یار، پیدا کردن از حل‌های بهینه و هوشمند، تجزیه و تحلیل داده‌ها، مدیریت در لحظه به منظور قطع و کاهنده مصرف آب، ارائه هشدارهای تبلیغاتی، کنترل کیفیت آب و... به منظور تداوم فعالیت‌های ضروری مردم انجام می‌شود. همچنین بهره‌برداری هوشمند در ابعاد نرم افزاری از مخازن آب اضطراری از طریق: بهره‌گیری از تجهیزات

هوشمند در حوزه آب رسانی، حفاظت پیرامونی هوشمند، سامانه قطع خودکار به منظور جلوگیری از هدر رفت آب، پایش آنلاین کیفیت آب، ایجاد علائم هوشمند در محیط و... به منظور تداوم فعالیت های ضروری مردم انجام می شود.

سامانه‌های آب‌رسانی نقش حیاتی در زندگی انسان داشته و به نیازهای مهمی مانند آشامیدن، بهداشت و تغذیه پاسخ می‌دهد. تهدیدات متنوعی می‌توانند به این سامانه‌ها آسیب رسانده و باعث قطع جریان آب و ایجاد حوادث ثانویه شود و عدم توانایی مدیریت شرایط اضطراری، سبب قطع یا اختلال در تأسیسات آب‌رسانی منجر به بروز شرایط بحرانی و رویدادهای فاجعه‌ای گردد.

افزایش آستانه تحمل مردم در بحران‌های طبیعی و انسان‌ساز از طریق بررسی اجمالی تهدیدات متصور و مشکلات اساسی مدیریت آب‌رسانی در زمان تهدید در حوزه سیستم آب‌رسانی شرب تهران و ارائه راهکارهایی عملیاتی استفاده از مخازن آب اضطراری بر اساس ملاحظات پدافند غیرعامل، برای مدیریت آب شرب اضطراری شهر تهران در شرایط بحران‌های طبیعی و انسان‌ساز، زلزله و جنگ لازم است.

پیشنهادهای:

در این راستا برای تأمین آب باید در شرایط اضطراری اولویت‌های زیر را مورد توجه قرار داد:

- تأمین آب از مخازن موجود از طریق نصب سیفون در لوله‌های خارجی؛
- تأمین آب از لوله‌های اصلی انتقال؛
- تأمین آب از طریق چاه‌ها؛
- تأمین آب از طریق تعبیه مخازن آب‌رسانی اضطراری؛
- تأمین آب از طریق تانکر برای مناطق خارج از دسترس.

منابع

- آزاده‌دل، رمضانعلی؛ نیک‌بین، حامد؛ عبدالحی، محمد، (۱۳۸۸)، «پیاپی‌سازی اتاق وضعیت بحران بومی مبتنی بر چارچوب معماری سازمانی C4ISR»، همایش فرماندهی و کنترل.
- افتخاری، اصغر، (۱۳۸۶)، «کالبد شکافی تهدید»، تهران، دانشگاه امام حسین (ع).
- آل یاسین، احمد، (۱۳۹۴)، بحران آب، انتشارات جامعه مهندسان مشاور ایران.
- تورنتون، جولیان؛ استرم، راینهارد؛ کانکل، جورج، (۱۳۹۱)، «مدیریت تلفات آب»، مترجم: عادل علاف‌صالحی، تهران، انتشارات فلدک ایستاتیس.
- جایکا، (۱۳۸۶) مطالعه ایمن سازی شبکه آب تهران در برابر زلزله، شرکت آب و فاضلاب تهران و سازمان همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (JICA)، تهران.
- جلالی، غلامرضا و همکاران، (۱۳۹۰) مطالعه تهدید شناسی شبکه آب تهران، سازمان پدافند غیرعامل کشور، تهران.
- جلالی، غلامرضا، (۱۳۸۹) سند پدافند غیرعامل در حوزه آب، سازمان پدافند غیرعامل کشور.
- حسینی دوست، رحیم، (۱۳۹۱) بيو تروریسم و سلاح های بیولوژیک، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج).
- گادسون، روی و دیگران، (۱۳۸۰)، «اطلاعات امریکا بر سر دوراهی»، تهران، معاونت پژوهش دانشگاه امام باقر (ع).
- مظفری، عبدالله، (۱۳۸۹) مدیریت بحران در سامانه های آبرسانی، آوای نشر، تهران.
- موحدی نیا، جواد، (۱۳۸۶) اصول و مبانی پدافند غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- نیازی، حسن، (۱۳۸۷) پدافند غیر عامل و تسلیحات کشتار جمعی، دانشگاه عالی دفاع ملی.
- رضوانی، حمیدرضا، (۱۳۸۷)، «تلفیق مدیریت بحران در راهبردهای سازمان»، ماهنامه تدبیر، سال هجدهم، شماره ۱۷۷.
- ندافی، کاظم، (۱۳۸۸) تامین آب در جنگ و شرایط اضطراری، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: دکتر علیرضا مصداقی نیا، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- علی‌زاده، تیمور، (۱۳۹۲)، «اثر مدیریت عرضه و تقاضای آب بر پویایی شبکه آب شرب شهر تهران» (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات کرمان.
- خانیکی، هادی، (۱۳۸۰)، جزوه درسی «مدیریت بحران های ارتباطی» (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران.
- Emergency Planning for Water Utilities, AWWA, U.S, 2001.

- Ludik, T., Sadovska, V., Barta, J. (2010) Crisis Staff Education Through a Process Simulation. In: Education in the Modern European Environment.