



مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران

تأمین آب در شرایط اضطراری برای شهر تهران



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران

تأمین آب در شرایط اضطراری برای شهر تهران

دانش شهر ۶۱۶

معاونت مطالعات و برنامه‌ریزی امور زیرساخت و طرح جامع
مدیریت مطالعات امور فنی و عمرانی، استانداردسازی و امور بحران

نویسنده: فرهاد بنی‌زمان لاری

ناظر علمی: دکتر نعمت حسینی

حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران است. ضمناً متن (PDF) از سایت ذیل و یا اسکن کد تصویری قابل دریافت است.
نشانی: تهران، خیابان شریعتی، پل رومی، خیابان شهید اکبری، نبش خیابان شهید آقابزرگی، شماره ۳۲، کدپستی ۱۹۶۴۶۳۵۶۱۱، امور مخاطبان: ۳ - ۲۲۳۹۲۰۸۰

info.rpc@tehran.ir rpc.tehran.ir

دانش شهر ۶۱۶

تأمین آب در شرایط اضطراری برای شهر تهران

نویسنده: فرهاد بنی‌زمان لاری
ناظر علمی: دکتر نعمت حسنی

تابستان ۱۴۰۰

.....	سخن نخست	۸
.....	چکیده	۹
.....	۱- مبانی و مفاهیم تأمین آب در شرایط اضطراری	۱۰
.....	۱-۱- اهمیت و ضرورت تأمین آب در شرایط اضطراری	۱۰
.....	۱-۲- انواع تهدیدها و مخاطرات تأثیرگذار بر سامانه تأمین آب مورد نیاز بازماندگان بحران‌های شهری	۱۱
.....	۱-۲-۱- مخاطرات طبیعی	۱۲
.....	۱-۲-۲- تهدیدهای انسان‌ساخت	۱۲
.....	۱-۳- بررسی گستره ذی‌نفعان آب و بررسی نیازهای آن‌ها	۱۳
.....	۲- مرور وقایع بزرگ اتفاق‌افتاده در کلان‌شهرهای دنیا و ایران با محوریت تأثیرات واردشده بر بخش آب	۱۵
.....	۱-۲- مرور مختصر درس‌های آموخته از بحران‌های رخ داده در نقاط مختلف دنیا در زمینه تأمین آب	۱۷
.....	۳- مرور دستورالعمل‌ها و استانداردهای جهانی و ملی استفاده‌شده برای تأمین آب در شرایط اضطراری	۱۹
.....	۱-۳- معرفی استاندارد پروژه اسفیر	۱۹
.....	۱-۱-۳- استاندارد ۱ تأمین آب: دسترسی و مقدار	۲۰
.....	۱-۲-۳- استاندارد ۲ تأمین آب: کیفیت آب	۲۴
.....	۱-۳-۳- استاندارد ۳ تأمین آب: تجهیزات آب	۲۶
.....	۴- بررسی روش‌های مختلف و مرسوم تأمین، تصفیه و توزیع آب در کلان‌شهرها در شرایط اضطراری پس از وقوع بحران‌ها	۲۸
.....	۱-۴- معرفی انواع منابع آب متعارف و غیرمتعارف قابل استفاده شامل منابع طبیعی و غیرطبیعی	۲۸
.....	۲-۴- روش‌های مختلف تصفیه آب در شرایط اضطراری	۲۹
.....	۳-۴- برآورد جمعیت بازماندگان	۳۷

۳۷	۴-۴- برنامه واکنش در شرایط اضطراری آب برای بازماندگان.....
۴۰	۴-۴-۱- بررسی روش‌های توزیع آب بین بازماندگان بحران.....
۴۰	۴-۴-۲- مراکز توزیع آب در شرایط اضطراری.....
۴۱	۴-۴-۲-۱- مراکز توزیع آب مستقیم و متمرکز.....
۴۶	۴-۵- شناسایی و معرفی امکانات، تأسیسات و تجهیزات مورد نیاز.....
۴۷	۵- ارائه الگوی عملی برای تأمین آب شهروندان در شرایط اضطراری.....
۴۸	۵-۱-۱- آب‌رسانی در دوره اول و دوم شرایط اضطراری- برنامه کوتاه‌مدت.....
۵۰	۵-۱-۲- آب‌رسانی در دوره اول و دوم شرایط اضطراری- برنامه میان‌مدت.....
۵۷	۵-۲- آب‌رسانی در دوره اول و دوم شرایط اضطراری- برنامه بلندمدت.....
۵۹	۵-۲-۱- آب‌رسانی در دوره اول شرایط اضطراری- برنامه بلندمدت.....
۶۰	۵-۲-۲- آب‌رسانی در دوره دوم شرایط اضطراری- برنامه بلندمدت.....
۶۱	۵-۳- تأمین آب برای مصارف آتش‌نشانی.....
۶۴	۵-۴- الگوی اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی.....
۶۴	۵-۴-۱- رویکرد پیشنهادی برای مطالعات و اجرا.....
۷۱	نتیجه‌گیری گزارش.....
۷۵	منابع و مراجع.....

جدول ۱-۱. دسته‌بندی انواع مخاطرات طبیعی.....	۱۳
جدول ۲-۱. جدول تهدیدهای انسان ساخت عمدی و غیر عمدی.....	۱۴
جدول ۱-۲. درس آموخته‌های سوانح گذشته.....	۱۸
جدول ۱-۳. مجموعه استانداردها و دستورالعمل‌های موجود در زمینه تأمین آب در شرایط اضطراری.....	۲۰
جدول ۲-۳. میزان نیاز پایه به آب	۲۲
جدول ۳-۳. میزان مصرف کاربری‌ها در زمان بحران.....	۲۲
جدول ۴-۳. بیشترین تعداد افراد برای هر منبع.....	۲۳
جدول ۵-۳. نکاتی درباره تأمین آب در شرایط اضطراری.....	۲۴
جدول ۶-۳. مقادیر پیشنهادی برای آب و فاصله محل تأمین آب از پناهگاه در زمان‌های مختلف.....	۲۴
جدول ۷-۳. دوز مورد نیاز برای گندزدایی آب با استفاده از سفیدکننده‌های خانگی (EPA 2006).....	۳۱
جدول ۸-۳. کیفیت آب در شرایط اضطراری- کلر باقی‌مانده در آب.....	۳۱
جدول ۹-۳. میزان پیشنهادی غلظت کلر باقی‌مانده متناسب با pH.....	۳۱
جدول ۱۰-۳. خلاصه روش‌های تصفیه آب در شرایط اضطراری.....	۳۵
جدول ۱۱-۳. واحدهای تصفیه پکیج.....	۳۶
جدول ۱۲-۳. اولویت‌بندی فناوری‌های تصفیه آب در شرایط اضطراری برای استفاده فردی.....	۳۷
جدول ۱۳-۳. آب قابل تصفیه با قرص NaDCC تولید شرکت آکواتب با غلظت‌های متفاوت در شرایط اضطراری.....	۳۷
جدول ۱۴-۳. طرح کلی برنامه عملیاتی واکنش در شرایط اضطراری آب.....	۳۹
جدول ۱-۵. جدول تأمین آب در شرایط اضطراری در دوره‌های مختلف زمانی.....	۴۸
جدول ۲-۵. سناریوهای آبرسانی در شرایط اضطراری طی اجرای برنامه کوتاه مدت آبرسانی در شرایط اضطراری.....	۵۱
جدول ۳-۵. تمهیدات اجرایشده در انطباق با سناریوهای برنامه میان مدت آبرسانی در شرایط اضطراری.....	۵۳
جدول ۴-۵. تمهیدات اجرایشده در انطباق با سناریوهای برنامه واکنش اضطراری برنامه بلندمدت آبرسانی اضطراری.....	۶۰
جدول ۵-۵. دبی اضافی ویژه آتش‌نشانی در لوله‌های شبکه آب شهرها برحسب لیتر در ثانیه (استاندارد آلمان).....	۶۳
جدول ۶-۵. دبی اضافی ویژه آتش‌نشانی در لوله‌های شبکه شهری (استاندارد آلمان).....	۶۳
جدول ۷-۵. تعداد آتش‌سوزی‌های هم‌زمان و زمان متوسط هر آتش‌سوزی (استاندارد آلمان).....	۶۳
جدول ۸-۵. نتایج قابل انتظار از اجرای طرح توزیع آب محله‌محور.....	۷۰

- شکل ۳-۱. تقسیم‌بندی منابع آب موجود..... ۲۹
- شکل ۳-۲. اولویت‌بندی منابع آب موجود برای برداشت آب شرب و آب آتش‌نشانی..... ۳۰
- شکل ۳-۳. برنامه‌های مربوط به آبرسانی در دوره اول..... ۴۰
- شکل ۳-۴. برنامه‌های مربوط به آبرسانی در دوره دوم..... ۴۰
- شکل ۳-۵. انواع مراکز توزیع آب در شرایط اضطراری..... ۴۲
- شکل ۳-۶. روش‌های برداشت آب از مخزن ثابت..... ۴۳
- شکل ۳-۷. مخازن ذخیره آب و شیرهای خودکار اضطراری مجهز به دستگاه شتاب‌نگار یا تجهیزات..... ۴۴
- شکل ۳-۸. مدل مفهومی مخازن ذخیره آب و روش بهره‌برداری از آن با شیرهای سیار..... ۴۴
- شکل ۳-۹. نمونه مخزن کمکی اجراشده در تهران (سمت راست: مخزن چدن داکتیل محله زرگنده، سمت چپ: مخزن فولادی پارک شهر در منطقه ۴ آبفای تهران)..... ۴۴
- شکل ۳-۱۰. نمونه مخزن پلی‌اتیلنی ذخیره آب..... ۴۵
- شکل ۳-۱۱. نمونه مخزن پلی‌اتیلنی مدفون برای ذخیره آب..... ۴۵
- شکل ۳-۱۲. نمونه‌ای از مخزن بالشتکی ذخیره آب..... ۴۶
- شکل ۳-۱۳. تصویر دستگاه بسته‌بندی آب..... ۴۶
- شکل ۵-۱. آرایش برنامه‌های آبرسانی در دوره‌های مختلف شرایط اضطراری..... ۴۹
- شکل ۵-۲. فعالیت‌های اصلی برنامه عملیاتی کوتاه‌مدت..... ۵۰
- شکل ۵-۳. حالت‌های وقوع زلزله در برنامه کوتاه‌مدت..... ۵۰
- شکل ۵-۴. سیمای کلی برنامه میان‌مدت دوره اول آبرسانی اضطراری..... ۵۵
- شکل ۵-۵. سیمای کلی برنامه میان‌مدت آبرسانی اضطراری برای دوره دوم آبرسانی اضطراری..... ۵۷
- شکل ۵-۶. حالت‌های وقوع زلزله در برنامه میان‌مدت..... ۵۸
- شکل ۵-۷. حالت‌های وقوع زلزله در برنامه بلندمدت آبرسانی اضطراری..... ۵۹
- شکل ۵-۸. سیمای کلی برنامه بلندمدت دوره اول آبرسانی..... ۶۱
- شکل ۵-۹. برنامه بلندمدت آبرسانی در دوره دوم شرایط اضطراری..... ۶۲
- شکل ۵-۱۰. مدل مفهومی مدیریت محله با رویکرد برنامه‌ریزی مشارکتی..... ۷۰

سخن نخست

کلان‌شهر تهران در معرض ریسک مخاطرات مختلفی قرار دارد که زلزله یکی از مهم‌ترین آن‌هاست. بررسی‌ها نشان می‌دهد در صورت وقوع زلزله‌ای مخرب در شهر تهران، بسیاری از زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی از جمله تأسیسات آبرسانی دچار آسیب جدی می‌شوند که با توجه به تراکم جمعیتی شهر تهران، تأمین آب شهر در چنین شرایطی چه برای مصرف خوراکی و چه برای سایر مصارف یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های تصمیم‌گیران و مدیران شهری خواهد بود. در حالت کلی، تأمین آب در شرایط اضطراری تابعی است از شرایط موجود در هر مرکز جمعیتی شامل امکانات و ظرفیت‌های موجود در زمینه منابع تأمین آب، تأسیسات آبی، خطوط انتقال آب، شبکه توزیع، تصفیه‌خانه‌ها و دیگر اجزای سامانه تأمین آب، گستردگی اجزای سامانه، دسترسی به فضاهای شهری از لحاظ برخورداری از فضاهای قابل استفاده به منظور اسکان اضطراری و درنهایت ویژگی‌های جمعیتی و اجتماعی شامل میزان جمعیت، بافت فرسوده، تراکم جمعیت، توزیع جمعیت و شرایط فرهنگی آن مرکز جمعیتی است. نکات کلیدی که لازم است در تأمین آب در شرایط اضطراری در نظر گرفته شوند عبارت از کمیت آب، کیفیت آب و سهولت دسترسی به آن هستند. میزان آب تأمین شده برای هر شهروند در شرایط اضطراری، نباید از حداقل‌های تعیین شده کمتر باشد و کیفیت و نحوه توزیع آن از اهمیت بسیاری برخوردار است. استانداردهای مختلف جهانی مانند اسفیر، اوکسفام، سازمان بهداشت جهانی و غیره کمیت‌های مختلفی را برای آب شرب مصرفی در دوره اضطراری اول (از ۱ تا ۳ روز پس از بروز سانحه) و دوره دوم شرایط اضطراری (۳ تا ۱۰ روز پس از بروز سانحه) پیشنهاد داده‌اند که با توجه به شرایط بومی کشورها اندک تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند. بر اساس نتایج مطالعات تأمین آب در شرایط اضطراری تهران که توسط شرکت آب‌وفاضلاب تهران انجام شده است، سرانه آب شرب مصرفی برای دوره اول شرایط اضطراری معادل ۳ لیتر در روز و برای دوره دوم برابر با ۱۳ لیتر تعیین شد که در حال حاضر این اعداد مبنای برنامه‌ریزی‌های جاری قرار می‌گیرد. با توجه به اهمیت موضوع آبرسانی اضطراری و در راستای اجرای ردیف ۱۱ مصوبه شماره ۵۷۱۴۴/ت ۵۳۵۱۸ ه مورخ ۱۳۹۶/۰۵/۱۱ هیأت وزیران در خصوص تأمین آب و برق اضطراری کلانشهرها در زمان بحران، در تاریخ ۹۷/۵/۷ طرح آبرسانی اضطراری شهر تهران در شورای اسلامی شهر تهران مورد تصویب قرار گرفت که در این مصوبه بر اهمیت فوق‌العاده تهران به عنوان مرکز حاکمیتی کشور در پایداری ملی تأکید شده است. همچنین تصریح شده که اجرای طرح آبرسانی اضطراری شهر تهران برای حفظ حیات شهروندان و محافظت شهر از طریق تأمین نیازهای فوری آب در بخش شرب، خاموش کردن آتش و اورژانس با رویکرد محله محور ضرورت و فوریت دارد. بر این اساس مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران به منظور درک بهتر از فرآیند آبرسانی اضطراری و تهیه مقدمات طرح آبرسانی اضطراری اطفاء حریق در شهر، اقدام به بررسی این مهم در قالب یک گزارش دانش شهر نموده که به سهم خود مقدمات طرحی بزرگ‌مقیاس در این مرکز را فراهم می‌نماید. دانش شهر پیش‌رو با در نظر گرفتن استانداردهای مختلف جهانی در زمینه کمیت و کیفیت آب، راهکاری سناریو محور برای رفع مشکل تأمین آب در زمان پس از بحران و شرایط اضطراری ارائه می‌کند که قابلیت تطابق‌پذیری با شرایط موجود تأمین، تصفیه، انتقال و توزیع آب در محیط‌های جمعیتی و ویژگی‌های جمعیتی را دارد به نحوی که تمهیدات آبرسانی اضطراری با استفاده از منابع مختلف را در قالب سه برنامه کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت ارائه می‌نماید. امید آنکه مطالعه گزارش حاضر امکان آشنایی کلیه دست‌اندرکاران موضوع آبرسانی اضطراری و ملزومات آن در شهر تهران را فراهم نماید. به‌رغم

تلاشی که برای تهیه مستندی ارزشمند به عمل آمده ، این مجموعه بی نیاز از پیشنهادهای و انتقادات مخاطبین محترم نیست. لذا از کلیه خوانندگان این گزارش دعوت می گردد نظرات و پیشنهادهای خود را جهت بهبود کیفی اقدامات پژوهشی از این دست به این مرکز ارسال فرمایند.

محمدحسین بوچانی

رئیس مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران

چکیده

تأمین آب برای بازماندگان شرایط بحرانی و اضطراری در زمرهٔ کلیدی‌ترین اقدامات مورد نظر مدیران، امدادگران و فعالان عملیاتی صحنهٔ وقوع شرایط اضطراری و بحران محسوب می‌شود. بدون غذا تا یک هفته نیز می‌توان به زندگی ادامه داد، ولی بدون برخورداری از آب، بسته به شرایط محیطی و دمای هوا، حداکثر می‌توان تا ۲/۵ روز زنده ماند. جدا از مصرف آب برای نوشیدن، پس از وقوع حادثه، بسیاری از فعالیت‌های اجرایی در صحنهٔ حادثه به آب نیاز دارند. به همین دلیل، تأمین آب در شرایط اضطراری، به یکی از دغدغه‌های مدیران بحران و شرایط اضطراری کشور تبدیل شده و این خود سبب شده است که در این زمینه پروژه‌هایی در نقاط مختلف کشور تعریف شود که به دلیل تغییر در شرایط جغرافیایی، هریک نسبت به دیگری تفاوت‌های جزئی دارد.

عناصر کلیدی مهم در آبرسانی در شرایط اضطراری عبارت‌اند از: منابع تهیهٔ آب، کمیت و کیفیت آب، دسترسی به آب، مکان‌های توزیع آب، روش و چگونگی توزیع آب بین بازماندگان سانحه. برای تدوین این دانش شهر که حاصل انجام پروژه‌های مطالعاتی متعددی در این زمینه است، مراحل زیر طی شده است:

- ۱- مرور سوانح و بحران‌های رخ داده در دیگر کشورها و ایران، خرابی‌های ایجادشده در تأسیسات و زیرساخت‌های آبی و به‌طور کلی، تجربیات موجود در این زمینه به منظور کسب اطلاع از موانع و مشکلات موجود در تأمین آب در شرایط اضطراری؛
 - ۲- شناخت انواع تهدیدها و مخاطرات تأثیرگذار بر تأسیسات و زیرساخت‌های تأمین، تصفیه، انتقال و توزیع آب؛
 - ۳- مرور استانداردها و دستورالعمل‌های مربوط به تأمین آب در شرایط اضطراری با هدف تعیین الگوی کمی، کیفی و دسترسی به آب در شرایط اضطراری؛ و
 - ۴- تعیین مؤلفه‌های طرح واکنش اضطراری تأمین آب شامل: تعیین منابع آب، برآورد جمعیت بازمانده تحت تأثیر وقوع سانحه، تعیین الگوی تدوین سناریوهای تأمین آب و معرفی انواع مراکز توزیع آب.
- در نهایت، براساس مطالعات صورت گرفته و مراحل طی شده، نتایج قابل استفاده‌ای در قالب طراحی الگوی آبرسانی در شرایط اضطراری بر اساس مؤلفه‌های ادامه به دست آمده است:
- طراحی الگوی آبرسانی در شرایط اضطراری براساس مؤلفه‌های زیر:

- تعیین دوره‌های زمانی شرایط اضطراری و تعیین کمیت آب مورد نیاز مرتبط با هر دوره؛
- طراحی یک برنامهٔ عملیاتی در گام‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت برای اجرای تمهیدات مورد نیاز آبرسانی در شرایط اضطراری؛
- ارائهٔ سناریوهای زمانی آبرسانی براساس زمان اجرای تمهیدات پیش‌بینی شده از طریق مراکز تعیین‌شده در شهر با در نظر گرفتن حجم آب برآوردشدهٔ مربوط به هر دوره؛
- ارائهٔ روش فرهنگ‌سازی، اطلاع‌رسانی و جلب مشارکت مردمی در اجرای طرح.

در پی انجام مطالعات پراکنده در خصوص آبرسانی اضطراری به مناطق مختلف تهران بزرگ، سرانجام در سال ۹۵ پروژه ای جامع با موضوع «تأمین آب در شرایط اضطراری تهران بزرگ» با هدف نظام‌بخشی به مطالعات انجام‌شده قبلی تعریف شد که در سال ۹۶ توسط مشارکت شرکت‌های مهندسين مشاور طرح نواندیشان-عمران محیط زیست تکمیل شد.

۱- مبانی و مفاهیم تأمین آب در شرایط اضطراری

۱-۱- اهمیت و ضرورت تأمین آب در شرایط اضطراری

مرور تجربیات موجود در کشور و خارج از کشور نشان می‌دهد که پس از وقوع یک بحران با ابعاد و مقیاس قابل توجه، بسیاری از زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی که از مقاومت و تاب‌آوری قابل قبولی برخوردار نبوده‌اند، آسیب دیده و از چرخه خدمت‌رسانی خارج شده‌اند. یکی از زیرساخت‌های مهمی که از این موضوع مستثنا نیست، عبارت است از: سامانه تأمین آب شامل: تأسیسات تأمین، تصفیه، انتقال و توزیع آب. این زیرساخت‌ها از نقشی محوری در تأمین حیات بازمندگان در جوامع شهری و روستایی برخوردارند.

در صورت آسیب دیدن یکی از اجزای چهارگانه سامانه تأمین آب، به‌طور قطع سامانه ناکارآمد می‌شود و قادر نخواهد بود مأموریت خود را که تأمین آب برای بازمندگان شرایط اضطراری یا بحرانی است، به انجام برساند. راه‌حل معمول در این زمینه عبارت است از: کاهش ریسک خرابی اجزای مختلف سامانه تأمین‌کننده آب. این امر در شرایطی تحقق می‌یابد که اجزای کلیدی سامانه در برابر خطرپذیری سامانه تقویت شود؛ به‌طور مثال، مقاوم‌سازی تأسیسات مختلف سامانه تأمین آب شامل مخزن، لوله، ایستگاه پمپاژ و تصفیه‌خانه در برابر وقوع مخاطره زلزله یا سیل. در مرحله بعد، با این فرض که راهکارهای مقاوم‌سازی به‌طور کامل خطرپذیری اجزای سامانه تأمین آب را کاهش ندهند؛ باید برای مراحل پاسخ‌گویی به شرایط شکست مأموریت سامانه تأمین آب تحت تأثیر وقوع سانحه و سپس، احیا و بازآوری سامانه توسط مسئولان و کارکنان شرکت‌های آب و فاضلاب، برنامه‌ریزی کارآمدی صورت گیرد تا در تأمین آب برای مصرف‌کنندگان خللی وارد نشود.

در شرایط اضطراری، نخست سازمان متولی تأمین آب (شرکت آب و فاضلاب) سپس دیگر سازمان‌های فرابخشی و مؤسسات کمکی و امدادی، برای تأمین آب کافی و سالم برای نیازهای ضروری، به‌ویژه آب شرب برای بازمندگان سانحه، موظف به همکاری هستند. در چنین شرایطی، تأمین آب کافی و سالم به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم سنجش خدمات‌رسانی به‌موقع به آسیب‌دیدگان ارزیابی می‌شود و اهمیت زیادی دارد. به‌طور کلی، در بحث تأمین آب در شرایط اضطراری، پرسش‌های زیادی وجود دارد که پاسخ‌گویی به آن‌ها در حل مسئله راه‌گشاست. شماری از پرسش‌های کلیدی در ادامه بیان شده‌اند:

۱. منبع تأمین آب موجود در کجا واقع شده است و کاربران کنونی آن چه کسانی هستند؟
۲. روزانه برای هر نفر چه مقدار آب موجود است؟
۳. روال دسترسی روزانه، یا هفتگی به منبع تأمین آب چگونه است؟
۴. آب موجود در منبع، برای رفع نیازهای کوتاه‌مدت و درازمدت همه گروه‌های جمعیت کافی است؟
۵. آیا نقاط برداشت آب به جایی که مردم زندگی می‌کنند، نزدیک است و مردم از این امر راضی‌اند؟
۶. آیا منبع تأمین آب فعلی قابل اتکا است؟ این منبع تا چه زمانی دوام می‌آورد؟
۷. آیا مردم ظرف‌های آب مناسب با گنجایش‌های مختلف دارند؟
۸. آیا منبع آب، آلوده است یا در برابر خطر آلودگی (میکروبیولوژیک، شیمیایی یا رادیولوژیکی) قرار دارد؟
۹. آیا دستگاه تصفیه آب کار گذاشته شده است؟ آیا تصفیه لازم یا ممکن است؟ در صورت لزوم چه نوع

تصفیه‌ای لازم است؟

۱۰. حتی اگر منبع آب آلوده نباشد، آیا ضدعفونی کردن ضروری است؟
 ۱۱. آیا در آن اطراف، منبع آب جایگزین دیگری هم وجود دارد؟
 ۱۲. برای برداشت، ذخیره و استفاده از آب، چه آداب و رسوم سنتی‌ای وجود دارد؟
 ۱۳. آیا برای استفاده از منابع آب موجود، موانعی هست؟
 ۱۴. اگر منابع آب موجود کافی نیست، آیا امکان جابه‌جایی مردم یا آوردن آب با تانکر وجود دارد؟
 ۱۵. اصلی‌ترین موضوعات بهداشتی مربوط به تأمین آب کدام‌ها هستند؟
 ۱۶. آیا مردم دارای وسایل استفاده بهداشتی از آب هستند؟
 ۱۷. منابع آب موجود برای دام‌ها کدام است؟
 ۱۸. آیا دخالت در امور آب، تصفیه و استفاده از آن، تأثیری بر محیط زیست خواهد گذاشت؟
 ۱۹. در حال حاضر چه کسان دیگری از منبع آب موجود استفاده می‌کنند؟ اگر جمعیت تازه‌وارد از این منبع آب استفاده کنند، خطری برای برخورد میان دو گروه مردم وجود خواهد داشت؟
- با توجه به حساسیت‌های موجود در خصوص آب، تأمین آب کافی و تصفیه آن در شرایط اضطراری و کنترل و نظارت بر کیفیت آب، به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم سنجش خدمات‌رسانی به‌موقع به آسیب‌دیدگان ارزیابی می‌شود و اهمیت زیادی دارد.

۲-۱- انواع تهدیدها و مخاطرات تأثیرگذار بر سامانه تأمین آب مورد نیاز بازماندگان بحران‌های شهری

حوادث و سوانح طبیعی بزرگ (مانند زلزله، سیل، آتش‌فشان، توفان، رانش زمین و بسیاری سوانح انسان‌ساز) طی دو دهه اخیر در دنیا میلیون‌ها نفر را متأثر کرده و منجر به مرگ هزاران نفر و وارد شدن آسیب اقتصادی بسیار زیادی شده است. بروز این تهدیدها در کشورهای در حال توسعه، به دلیل نبود ساختار مناسب مدیریت سانه و بحران، صدمات و خسارت‌های زیادی بر جا گذاشته است. بروز این شرایط، علاوه بر خسارت‌های جانی، به امکانات شهری و تأسیسات زیربنایی نیز آسیب می‌رساند و روند رشد اقتصادی را با مشکل مواجه می‌سازد.

رخ دادن تهدیدهای طبیعی با بزرگی قابل توجه، در منطقه‌ای وسیع سبب می‌شود که دامنه بحران‌های ناشی از آن‌ها، در تمامی حوزه‌های کالبدی، ارتباطی و فعالیتی گسترده شود و کیفیت خدمات پشتیبانی و امداد و نجات تحت تأثیر قرار گیرد و به‌شدت رو به کاهش بگذارد. به همین دلیل، کشورهای در حال توسعه در پی راهکارهایی هستند که خسارت‌های جانی و مالی و تأثیرات منفی مخاطرات طبیعی بر برنامه‌های بلندمدت اقتصادی را کمتر کنند.

در کنار تهدیدهای طبیعی، در دهه‌های اخیر، بروز تهدیدهای با منشأ غیرطبیعی با هدف تأثیر مستقیم بر زیرساخت‌های مرتبط با انرژی از جمله آب طی جنگ‌های مستقیم و سرد رو به افزایش نهاده است و حتی در شرایطی، به یک دیدگاه استراتژیک برای شماری از کشورها تبدیل شده است.

به‌طور کلی، از دیدگاه تهدیدشناسی، مجموعه تهدیدهایی که قابلیت تأثیرگذاری بر بسیاری از زیرساخت‌ها از جمله آب را دارند، به شرح ادامه دسته‌بندی می‌شوند.

۱-۲-۱- مخاطرات طبیعی

تهدیدهای طبیعی آن دسته از تهدیدهایی هستند که وابسته به شرایط محیط طبیعی و فیزیکی محل قرارگیری بوده و انگیزه وقوع آن‌ها خارج از اراده انسان است. انواع تهدیدهای طبیعی که تا کنون در بسیاری از کشورها به وقوع پیوسته‌اند و تأثیرات درخور توجهی بر زیرساخت‌های حیاتی گذاشته‌اند، در جدول ۱-۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱-۱. دسته‌بندی انواع مخاطرات طبیعی

انواع تهدیدهای طبیعی	(۱) تهدیدهای زمین‌شناختی	(۲) تهدیدهای جوی
	زمین‌لرزه	سیل، سیل ناگهانی، امواج توفانی
	لغزش زمین	خشکسالی
	رانش زمین	آتش (جنگل، شهر)
	نشست زمین	برف، یخ، بهمن، تگرگ
	روان‌گرایی	تندباد، گردبادهای موسمی، توفند، توفان، توفان شن و گردوغبار
	-	

مخاطرات دسته نخست، از طریق انجام مطالعات زمین‌شناسی و زمین‌لرزه‌ساخت، قابل مطالعه و بررسی هستند در حالی که مخاطرات جوی با انجام مطالعات هواشناسی، هیدرولیکی و هیدرولوژیکی قابل ارزیابی هستند.

۱-۲-۲- تهدیدهای انسان‌ساخت

تهدیدهای انسان‌ساخت به تهدیدهایی گفته می‌شود که به وسیله انسان به وجود می‌آیند. این تهدیدها خود از دو طریق عمدی و غیرعمدی قابلیت بروز دارند. تهدیدهای انسان‌ساخت عمدی، به تهدیدهایی گفته می‌شود که رخ دادن آن‌ها ناشی از تفکر آدمی است و دشمنی، کینه، اراده و فناوری در آن‌ها دخیل است. از طرف دیگر، تهدیدهای غیرعمدی، تهدیدهایی هستند که بر اثر ناآگاهی یا عدم دقت و کوتاهی افراد و نارسایی و کیفیت سطح پایین برنامه‌ها رخ می‌دهند. این تهدیدها در مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری از طرح فرصت ظاهر شدن را دارند و در هر مرحله ظهور، آثار مختلفی دارند. مجموعه تهدیدهای انسان‌ساخت تأثیرگذار بر زیرساخت‌های مختلف از جمله آب براساس آخرین رده‌بندی صورت گرفته توسط سازمان پدافند غیرعامل کشور در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲. جدول تهدیدهای انسان ساخت عمدی و غیر عمدی

استراتژی دشمن	سناریوی تهدید	روش یا شیوه تهدید	ابزار تهدید
انسان ساخت	سخت و نظامی	هوایی	بمباران هوایی
		موشکی	موشک
		زمینی	تسخیر، نیروی پیاده و زرهی
		تروریستی	بمب
	مردم محور	خرابکاری	ابزار آلات ساده
		کارکنان ناراضی	تهدید/ تطمیع/ تحریک/ اغفال
		اقتصادی	تحریم تجهیزات خاص
		جنگ نرم	شایعه
	فناوری پایه	سایبری	نفوذ/ هک/ ویروس
		امواج الکترومغناطیس	EMP
		پرتوی	آلاینده رادیواکتیو
		بیولوژیکی	آلاینده بیولوژیکی
		شیمیایی	آلاینده شیمیایی
	غیر عمدی	ذاتی/ صنعتی	آتش سوزی
			نشت و از بین رفتن آب بندی
			انفجار صنعتی
			ورود نخاله و آلودگی غیر عمدی
			اشکالات طراحی و اجرا

۳-۱- بررسی گستره ذی نفعان آب و بررسی نیازهای آنها

در درجه اول و به طور مستقیم، عامه مردم و جمعیت ساکن در مناطق مختلف، در زمان شرایط اضطراری پس از وقوع زلزله، نیازمند آب هستند که آب مورد نیاز را به مصارف شرب، پاک سازی از گرد و خاک و جراحات، بهداشت و نظافت و پخت و پز می رسانند. از طرف دیگر، طیف گسترده ای از سازمان های فعال در صحنه شرایط اضطراری برای انجام فعالیت های پاسخ گویی و باز آوری خدمات به آب نیاز دارند. فهرست سازمان هایی که به لحاظ نیازمندی به آب در رتبه اول قرار دارند در ادامه بیان شده است.

آتش نشانی

- انجام وظایف مربوط به اطفای حریق که وقوع آنها پس از وقوع زلزله و دیگر سوانح و در اسکان های اضطراری و موقت از احتمال زیادی برخوردار است.

آرامستان

- وظایف مربوط به کفن و دفن اموات؛
- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، بیمارستان ها و مراکز درمانی؛

● به منظور درمان جراحات‌ها و بیماری‌های شایع (سرپایی و بستری) پس از وقوع سوانح و بحران‌ها.

سازمان‌های امدادگر مانند هلال احمر و سمن‌ها

● اقدامات امداد و نجات که نیازمند آب است، مانند نجات و شست‌وشوی اولیه قربانیان سانحه که مجروح بوده یا زیر آوار مانده‌اند.

مراکز پرورش دام و طیور و شیلات

● دامداری‌ها شامل مرغداری‌ها و مراکز پرورش گوسفند، گاو، ماهی و دیگر انواع دام‌های محلی، به حجم آب متناسب با جثه دام (کوچک یا بزرگ) نیاز دارند تا به این ترتیب، روند تولید مواد غذایی متوقف نشود و چرخه غذایی تحت تأثیر قرار نگیرد.

وزارت جهاد کشاورزی و آبخیزداری - اداره کشاورزی

● مراکز تولید محصولات کشاورزی برای جلوگیری از توقف تولید و تأثیر بر چرخه غذایی نیازمند آب هستند.

وزارت صنایع - سازمان صنایع

● مراکز تولیدی به‌ویژه تولیدکنندگان غذا، دارو و مایحتاج درجه یک جوامع انسانی.

۲- مرور وقایع بزرگ اتفاق افتاده در کلان شهرهای دنیا و ایران با محوریت تأثیرات وارد شده بر بخش آب

از آغاز قرن اخیر تا کنون، سوانح ویرانگری در بسیاری از کشورها به وقوع پیوسته‌اند که خسارت‌های درخور توجهی در زیرساخت‌های آب بر جای گذاشته‌اند. در ادامه، مروری از خسارت‌های ناشی از وقوع زلزله‌های مخرب در بخش آب، به صورت فهرست‌وار ارائه شده است.

مرور وقایع اتفاق افتاده در کشورهای خارجی

زلزله ۱۹۲۳ کانتو (ژاپن)

- بیشترین تعداد خرابی در لوله‌های با قطرهای پایین مشاهده شد.
- خرابی لوله‌ها بیشتر در محل‌هایی بود که جنس زمین تغییر می‌کرد.
- خرابی در محل برخورد لوله به تأسیسات، ایستگاه‌های پمپاژ و مخزن مشاهده شد.

زلزله ۱۹۶۴ نی‌گاتا (ژاپن)

- بیشترین خرابی در لوله‌های چدنی معمولی (خاکستری) و محل اتصال آن که از نوع ساده (فشاری) مشاهده شده است.

- بر اثر پدیده روان‌گرایی بسیاری از لوله‌ها و تأسیسات از زمین بیرون زدند.

زلزله ۱۹۷۱ سان فرناندو (آمریکا)

- آب کل ناحیه قطع شد.
- ۱۴۰۰ مورد ترمیم انجام شد.
- ۲۲ هزار قطعه خطلوله تعویض شد.

از این زلزله به بعد مبحث جدیدی در مهندسی زلزله به نام مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی مطرح شد.

زلزله ۱۹۸۹ لوموپریتا (آمریکا)

- ۳۳۰۰ مایل لوله آسیب دید.

زلزله ۱۹۹۴ لس‌آنجلس (آمریکا)

- چهار خط اصلی انتقال آب که از طریق لوله فولادی، آب را از تصفیه‌خانه به شهر می‌آوردند، دچار آسیب شد.

- این خرابی‌ها به طور عمده در محل گسیختگی‌های زمین به خصوص محل برخورد با گسل رخ داده بود.

- در شبکه توزیع آب شهری ۱۵۰۰ نقطه فرار آب روی داد.

زلزله ۱۹۹۵ کوبه (ژاپن)

- شبکه آب‌رسانی و فاضلاب این شهر به کلی آسیب دید. شبکه آب کوبه در قسمت‌هایی که چدن داکتایل با اتصالات ضد لرزه‌ای بود، اصلاً صدمه ندید. عمده آسیب‌ها در زلزله کوبه، ناشی از روان‌گرایی در منطق ساحلی بوده است؛ به طوری که این روان‌گرایی‌ها نشست‌ها و رانش‌های زیادی داشته‌اند.

- تعداد ۱۴۲۲ محل در لوله‌های اصلی و ۱۰۱۳۵ محل در لوله‌های توزیع آب شهری آسیب دیدند و نیز

۴۰۴۷۴ نقطه در لوله‌های ورودی به خانه‌های مسکونی خراب شد.

زلزله ۱۹۹۹ از میت (ترکیه)

- لوله‌های چدنی معمولی با اتصالات ساده و لوله‌های آریستی به علت ارتجاعی نبودن به‌خصوص در محل اتصالات دچار آسیب شدند.
- در قسمتی از شهر به علت ماسه‌ای بودن خاک، پدیده روان‌گرایی اتفاق افتاد که تقریباً صد درصد لوله‌های توزیع آسیب دیدند.

زلزله ۱۹۹۹ جی جی (تایوان)

- در زلزله ۱۹۹۹ جی جی تایوان، شبکه آب‌رسانی دچار آسیب شد. عامل اصلی آسیب در لوله‌های با اقطار بالا، گسیختگی‌های سطحی و برخورد با گسل‌های سطحی بود.
- در لوله‌های با اقطار کم شکنندگی و دررفتگی اتصال دیده شد.

زلزله ۲۰۰۸ ونچوان چین

- بیش از ۳۴ هزار سامانه آب‌رسانی دچار آسیب شدند و ۲۹ هزار و ۳۰۰ کیلومتر از خطوط لوله توزیع آب نیز دچار خسارت شدند.
- عمده‌ترین خسارت‌ها به سامانه‌های نگهداری آب، خسارت‌های مربوط به سدها و بندها بود. به طوری که فقط ۱۹۹۶ مخزن آسیب‌دیده (سدها و بندها) در استان سیچوان قرار داشت.
- خسارت‌های مخازن، توزیع گسترده‌ای داشته و خسارت‌های مخازن کوچک‌تر، به نسبت شدیدتر بوده است. مخازن صدمه‌دیده در ۸ استان و شهرستان قرار دارند و میزان خسارت آن‌ها بی‌سابقه بوده است.
- یکی از دلایل وقوع ویرانی در این زلزله که منجر به وارد شدن خسارت‌های شدیدی به تأسیسات آب‌رسانی شد، ضعف‌های اجرایی و عدم رعایت جزئیات لرزه‌ای در طراحی‌ها بود.
- تعداد درختان توجهی از منابع هوایی بتنی درجا عملکرد خوبی داشتند، در حالی که تعدادی از منابع آب و هوایی بتنی غیرمسلح، یا کاملاً ویران شدند یا آسیب شدیدی دیدند؛ از جمله ترک‌های X شکل در قسمت سازه تکیه‌گاهی ایجاد شد. منابع آب و هوایی بتنی متحمل سایر خسارت‌ها از جمله کج شدن و ایجاد ترک برشی نیز شدند.

مرور وقایع اتفاق افتاده در داخل کشور

زلزله ۱۹۹۰ منجیل (ایران)

- ساختمان‌ها، راه‌ها و تأسیسات و حتی سد بتنی سفیدرود دچار آسیب‌های درختان توجه شدند.
- لوله‌های توزیع در ورودی به ساختمان‌ها دچار آسیب شدند.
- لوله‌های اصلی شبکه آب شهری به علت عمق کارگذاری و نیز جدید بودن شبکه، دچار آسیب جدی نشدند.
- در این زلزله ساختمان‌ها، راه‌ها و تأسیسات و حتی سد بتنی سفیدرود دچار آسیب‌های درختان توجه شدند.

زلزله ۲۰۰۳ بم (ایران)

- عمده خرابی در انشعابات خانه‌ها مشاهده شد.
- مقادیر آسیب در شبکه اصلی ناچیز بود.
- حجم آب موجود در مخزن ۳۰ هزار متر مکعبی در زمان زلزله، ۲۰ هزار متر مکعب بوده است.
- چند ساعت پس از وقوع زلزله، یکی از کارکنان شرکت آب و فاضلاب در اقدامی شیر اصلی خروجی مخزن را بسته بود.
- مخازن به علت مدفون بودن و نیز برخورداری از دیوارهای پشت‌بند دچار آسیب نشدند.
- مشکل قطع و کمبود آب ناشی از قطع برق ناشی شد.

۱-۲- مرور مختصر درس‌های آموخته از بحران‌های رخ داده در نقاط مختلف دنیا در زمینه تأمین آب

براساس یک مطالعه گسترده در شماری از بحران‌های رخ داده در دیگر کشورهای جهان، یافته‌های زیادی حاصل شد. در این مطالعه، سونامی اقیانوس هند در سال ۲۰۰۴، توفان کاترینای آمریکا در سال ۲۰۰۵، گردباد آلیای بنگلادش در سال ۲۰۰۹، زلزله هائیتی در سال ۲۰۱۰ و زلزله شیلی در سال ۲۰۱۰ بررسی شدند که به منظور درس‌آموزی از آن‌ها، از منظر آثار برجای‌مانده در بخش آب و شیوه رفع مشکل آب، چکیده‌ای از آن‌ها به صورت فهرست‌وار در جدول ۱-۲ ارائه می‌شود.

جدول ۱-۲. درس آموخته‌های سوانح گذشته

سوانح	خسارت‌ها	یافته‌های کلیدی در زمینه آب	درس‌های آموخته‌شده
سونامی اقیانوس هند در سریلانکا (سال ۲۰۰۴)	۳۵/۰۰۰ نفر قربانی؛ ۱۵۰/۰۰۰ نفر تغییر محل؛ ۲,۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰ دلار خسارت؛ وارد کردن ۸۰٪ خسارت به منابع اصلی کسب درآمد		آموزش به مردم محلی و انتشار آگاهی؛ آیا مردم محلی می‌توانند به‌طور دقیق ایمنی منبع آب را ارزیابی کنند؟
سونامی اقیانوس هند در مناطق کالوتوالیا و کالادی (با جمعیت ۷۰۰ تا ۹۰۰ نفر)	بر طبق گزارش‌ها، بین ۷۳٪ تا ۹۰٪ از چاه‌های آب شرب با آب شور سیل گرفته شدند. در ماه اول، تأمین آب با استفاده از آب بسته‌بندی‌شده (بطری آب) و کیت‌های تصفیه آب صورت گرفت. بی‌میلی مردم به استفاده دوباره از آب چاه، حتی وقتی که ایمن تشخیص داده شده‌اند.	فقط ۳۴٪ از مردم به سیستم آب‌لوله‌کشی دسترسی دارند. بیشتر مردم از چاه‌های کم‌عمق شخصی یا مشترک استفاده می‌کردند. چاه‌های مجهز به پمپ دستی و آب سطحی نیز مورد استفاده قرار می‌گرفت.	ارائه آموزش به کسانی که از چاه‌های خصوصی بهره‌برداری می‌کنند، آموزش در این زمینه که آیا آن‌ها می‌توانند به‌طور کامل چاه‌های تحت بهره‌برداری خود را در شرایط سیل‌زدگی پاک‌سازی کنند یا خیر؟ منابع آب جایگزین به این صورت که به‌عنوان پشتیبان برای چاه اولیه در شرایط آسیب‌دیدگی آن عمل کند. توسعه یک سیاست ملی برای پیش‌بینی و کاهش آثار افزایش تراز آب دریا.
سونامی اقیانوس هند در جزایر آندامان و نیکوچار (هند)	استفاده از آب باران به دلیل از بین رفتن سامانه‌های تأمین آب		

سوانح	خسارت‌ها	یافته‌های کلیدی در زمینه آب	درس‌های آموخته‌شده
توفان کاترینا در سال ۲۰۰۵ (آمریکا)	تأثیرات محلی توفان با درجه بین ۳ تا ۵ عبارت‌اند از: ارتفاع موج توفان معادل ۹ متر، تعداد قربانیان ۱۳۰۰ نفر، ۳۰۰/۰۰۰ خانه خسارت‌دیده یا ویران‌شده، ۱۵۶۰۰۰۰۰۰ دلار اثر اقتصادی؛ خسارت به تصفیه‌خانه‌های آب، قطع خدمات آب‌رسانی، قطع برق، ماندگاری جریان آب سیلابی برای دو هفته، توصیه عمومی به استفاده از آب جوشانده‌شده برای چندین هفته، خسارت به شبکه توزیع آب.	با توجه به کمبود آب در پناهگاههای اضطراری؛ آب حمل‌شده با تانکر از الجیرز به ناحیه کارولتون انتقال داده شد، همچنین در شرایط دسترسی‌نداشتن به آب بسته‌بندی‌شده، از آب بطری استفاده شد.	نیاز به برخورداری بالای مردم از آمادگی و مسئولیت در طول بلایا، به‌طور مثال هر خانواده‌ای باید از منبع تأمین آب اضطراری برخوردار باشد. نیاز به استقرار تسهیلات تأمین آب اضطراری دائمی در نزدیکی شهرها و دور از مناطق مستعد وقوع سوانح. اجرای سیاست‌های به‌کارگیری رسمی بخش خصوصی در مدیریت بلایا. برنامه‌ریزی جایگزین برای مدیریت امداد در زمان ماندگاری جریان سیلابی. استفاده از روش‌های ارتباطی جایگزین وقتی که سرویس مخابرات ضعیف است و تعیین پروتکل‌های ارتباطات بین سازمان‌ها و بنگاه‌های عملیاتی مختلف.
گردباد آلیا بنگلادش در سال ۲۰۰۹	۱۸۰ نفر قربانی؛ ۳۱۸/۰۰۰ هکتار خسارت به محصولات کشاورزی؛ ۶۰۰/۰۰۰ خانه خسارت‌دیده یا ویران‌شده؛ ۴/۸۰۰/۰۰۰ مردم که تحت تأثیر سوء قرار گرفته‌اند؛ ۴۰۰۰ برکه آب آشامیدنی و ۱۳/۰۰۰ حلقه چاه خسارت دیده‌اند؛ کمبود آب پاکیزه، شیوع بیماری اسهال.	جمعیت: ۱۶۰ میلیون نفر؛ ۷۲٪ روستایی، ۹۰ درصد دسترسی به آب بیشتر از نوع چاه جداره‌دار؛ آلودگی آب زیرزمینی از نوع آرسنیک و شوری؛ بسیاری از مردم مجبور به استفاده از آب سطحی تصفیه‌نشده هستند؛ آسیب‌پذیری زنان و کودکان به دلیل نیاز به استفاده از قوای بدنی در برداشت آب؛ سیلاب فصلی و دریایی ممتد در نتیجه، منابع آبی قادر به ارسال به مناطق دور از دسترسی نیستند؛ کاهش کمک‌رسانی به نحوی که بسیاری از مردم بعد از دو سال مجبور به جابه‌جایی شدند.	منابع آب اولیه و ثانویه در محل باید وجود داشته باشند. بنابراین منبع جایگزین در صورت نبود یک منبع وجود خواهد داشت. ایجاد سیستمی برای فراهم کردن پناهگاه موقتی و منابع آب پیش‌بینی‌شده برای مردم جابه‌جاشده پیش‌بینی شود. سیستم‌های تأمین آب دائمی مقاوم‌سازی شوند، به نحوی که قادر به مقاومت در برابر بلایای قابل وقوع در بنگلادش باشند. برنامه جایگزین برای مدیریت امداد، وقتی جریان سیلاب ادامه می‌یابد.
زلزله هائیتی در سال ۲۰۱۰	زلزله به بزرگای ۷ با عمق ۱۳ کیلومتر در زیر پرتوپرنس؛ ۲۲۲/۵۷۰ نفر قربانی؛ ۳۰۰/۰۰۰ نفر زخمی؛ ۱/۰۰۰/۰۰۰ جابه‌جاشده؛ ۱۰۰۰۰۰۰۰ دلار خسارت؛ شیوع بیماری وبا؛	۳ بنگاه دولتی درگیر بوده‌اند و هیچ‌کدام تحت کنترل نبوده‌اند، هیچ سیاست جامعی برای آب نبوده است. بخشی از آب توسط بخش خصوصی و بخشی به‌صورت رایگان حمل شد. توقف آب‌رسانی با دقت و به‌صورت تدریجی صورت گرفت. ارتباطات ضعیف با مردم در خصوص انتقال و توزیع آب. مناطق روستایی به‌سختی مورد دسترسی قرار گرفتند.	نیاز به سیاست ملی آب شامل همکاری با توزیع کنندگان خصوصی آب؛ منسوب کردن یک نهاد واحد که مسئولیت رفع مشکلات تأمین آب را بر عهده داشته باشد؛ آموزش مردم به منظور پیشگیری و تشخیص آلودگی‌ها در منابع آب، کاهش گسترش بیماری‌های ناشی از آب از جمله وبا؛ توسعه برنامه درازمدت و ایجاد سیستم‌های تأمین آب به‌صورت درازمدت؛ اتخاذ کردن گرایش آمادگی و اقدام‌های احتیاطی.
زلزله ۲۰۱۰ شیلی	زلزله با بزرگای ۸/۸ با عمق ۳۵ کیلومتر زیر زمین؛ ۵۲۱ نفر قربانی؛ ۱۲/۰۰۰ نفر مجروح؛ ۸۰۰/۰۰۰ نفر جابه‌جاشده؛ ۱/۸۰۰/۰۰۰ نفر تحت تأثیر؛ ۳۰۰۰۰۰۰۰ دلار خسارت اقتصادی.	هفته اول - بازسازی زون‌های شهری؛ هفته دوم - ۱۰۰٪ بازسازی (۹۶/۹٪) لوله‌ها، ۳/۱٪ با تانکرها و غیره؛ کمک خارجی برای آب‌رسانی فقط در اردوگاه‌ها صورت گرفته است. (۸ تا ۵) هفته؛	ارتقای خدمات پاسخ به بلایای واردشده به مناطق روستایی یا توسعه برنامه‌های آموزشی که بر آمادگی اشخاص و استراتژی‌های غلبه بر شرایط ایجادشده در شرایطی که کمک‌رسانی محدود است یا غیرقابل دسترسی است، تأکید دارد. در زمانی که زلزله به‌عنوان معمول‌ترین بلایا شناخته می‌شود، کسب اطمینان از اینکه یک سیاست قوی برای دیگر وقایع در اختیار است. ادامه به‌روز کردن، اجرایی کردن و تقویت کدهای ساختمانی طراحی‌شده برای مقاومت علیه فعالیت‌های لرزه‌ای.

۳- مرور دستورالعمل‌ها و استانداردهای جهانی و ملی استفاده‌شده برای تأمین آب در شرایط اضطراری

مجموعه متنوعی از استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی در کنار تعداد انگشت‌شماری از راهنماهای داخلی در زمینه تأمین آب در شرایط اضطراری موجود هستند که با دیدگاه‌های مختلف به جنبه‌های تأمین آب در شرایط اضطراری می‌پردازند. شماری از مهم‌ترین آن‌ها در جدول ۳-۱ فهرست شده‌اند.

جدول ۳-۱. مجموعه استانداردها و دستورالعمل‌های موجود در زمینه تأمین آب در شرایط اضطراری

ردیف	استانداردها و دستورالعمل‌های تدوین‌شده در زمینه تأمین آب در شرایط اضطراری
۱	کتاب راهنمای اسفیر: منشور بشردوستانه و حداقل استانداردها در پاسخ‌گویی‌های بشردوستانه The Sphere Handbook 2018
۲	استاندارد تأمین آب در شرایط اضطراری ناتو Water Supply in Emergency Situations
۳	راهنمای بهداشت آب و فاضلاب در شرایط اضطراری و بلایا، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تهران
۴	راهنمای فنی تأمین آب آشامیدنی، بهسازی محیط و بهداشت فردی در شرایط اضطراری، سازمان جهانی بهداشت ۱ و مرکز مهندسی آب و توسعه ۲
۵	راهنمای برنامه‌ریزی برای تأمین آب شرب در شرایط اضطراری سازمان حفاظت محیط زیست Planning for an Emergency Drinking Water Supply
۶	راهنمای غذا و آب سازمان مدیریت شرایط اضطراری آمریکا Food and Water in an Emerge
۷	راهنمای تأمین آب در شرایط اضطراری برای بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و بهداشتی Emergency Water Supply Planning Guide for Hospitals and Health Care Facilities

در ادامه، یکی از استانداردهای مهم جهانی به نام پروژه اسفیر که بیش از هر چیز، برای تأمین آب در شرایط اضطراری پناهجویان و بازماندگان سوانح و بحران‌های به‌وقوع‌پیوسته در دنیا استفاده شده است، به‌صورت مختصر معرفی می‌شود. درخور یادآوری است که مراجع معتبر عموماً در اصول و مبانی از وجوه مشترک زیادی برخوردارند و تفاوت آن‌ها در نکات مربوط به شرایط استفاده از آن‌ها خلاصه می‌شود.

۳-۱- معرفی استاندارد پروژه اسفیر

پروژه اسفیر در سال ۱۹۹۷ از سوی گروهی از سازمان‌های غیردولتی^۱ و جنبش صلیب سرخ و هلال احمر جهانی بنیان‌گذاری شد تا به تدوین مجموعه قوانین جهان‌شمولی از حداقل استانداردها در حوزه‌های خدمات بشردوستانه بپردازد. حاصل این کار، انتشار کتاب راهنمای اسفیر بود. هدف این کتاب ارتقای کیفیت امدادسانی بشردوستانه در شرایط ناگوار بلایا و اغتشاشات نیز افزایش مسئولیت‌پذیری جوامع انسانی در قبال مردم گرفتار است. «منشور بشردوستانه و حداقل استانداردها در امدادسانی بشردوستانه» محصول تجربه جمعی افراد و سازمان‌های گوناگون است؛ بنابراین نباید آن را مبلغ هیچ سازمان خاصی دانست.

1. NGO

استانداردهای اسفیر که ابتکار گروهی از سازمان‌های بشردوستانه غیردولتی، جنبش صلیب سرخ و هلال احمر بود، از بدو پیدایش خود در اواخر دهه ۱۹۹۰ تا به امروز، به‌عنوان استانداردهای عملی امدادسانی بشردوستانه به کار گرفته شده است. پروژه اسفیر و کتاب راهنمای آن از لحاظ ارائه ملاحظات مربوط به کیفیت و توانایی پاسخ‌گویی به نیازمندی‌های بشردوستانه به‌خوبی شناخته شده است.

کتاب راهنمای اسفیر برای استفاده طی امدادسانی بشردوستانه در زنجیره‌ای از وضعیت‌ها، از جمله در بلایای طبیعی، نزاع‌ها، رویدادهایی که در محیط‌های زیست شهری و حومه شهری در آغاز آهسته یا سریع هستند و بحران‌های پیچیده سیاسی در همه کشورها طراحی شده است.

تأمین آب براساس رهنمودهای استاندارد پروژه اسفیر

آب لازمه زندگی، بهداشت و کرامت بشر است. در شرایط حاد ممکن است آب کافی برای برآورده کردن نیازهای اساسی موجود نباشد و در چنین مواردی، تأمین آب آشامیدنی به مقدار لازم برای زندگی از اهمیتی حیاتی برخوردار است. در بسیاری موارد، مسائل عمده مربوط به سلامتی بر اثر بهداشت ضعیف، از مقدار ناکافی آب و مصرف آب آلوده ناشی می‌شود. در راهنمای اسفیر، سه استاندارد در زمینه تأمین آب در شرایط اضطراری وجود دارد که به طور مختصر در ادامه ارائه شده‌اند.

۱-۱-۳- استاندارد ۱ تأمین آب: دسترسی و مقدار

همه مردم به مقدار کافی آب برای آشامیدن، پخت‌وپز و بهداشت شخصی و خانگی، دسترسی ایمن و برابر دارند.

اقدامات کلیدی

با در نظر گرفتن مقدار منابع و تأثیر محیطی بر آن، منابع آب مناسب برای شرایط باید مورد شناسایی قرار گیرند. آب باید به منظور رفع نیاز جمعیت آسیب‌دیده فراهم و اولویت‌بندی شود.

شاخص‌های کلیدی

استفاده متوسط آب برای آشامیدن، پخت‌وپز و بهداشت شخصی در هر خانوار، دست‌کم برابر با ۱۵ لیتر برای هر نفر در روز است. حداکثر فاصله بین محل استقرار هر خانوار تا نزدیک‌ترین محل برداشت آب، ۵۰۰ متر است. زمان ایستادن در صف هر منبع آب، بیش از ۳۰ دقیقه نیست.

نکات راهنما

انتخاب منبع آب: در انتخاب منابع آب، عوامل زیر باید در نظر گرفته شوند:

- دسترسی، نزدیکی و وجود آب کافی، لزوم یا عدم لزوم تصفیه و امکان استفاده از آب، با توجه به عوامل اجتماعی، سیاسی یا قانونی سرچشمه آن. به‌طور کلی منابع آب زیرزمینی یا آب جاری، مناسب‌تر از آب چشمه است، چون کمتر به تصفیه نیاز دارد. در مراحل اولیه هر بحران، اغلب آمیزه‌ای از روش‌ها و منابع مورد نیاز است. برای پرهیز از بهره‌برداری بیش‌ازحد، باید به‌طور منظم بر همه منابع و سرچشمه‌ها نظارت کرد.
- نیازها: مقادیر آب لازم برای مصارف خانگی «شرایط‌محور» است و نسبت به آب‌وهوا، امکانات بهداشتی،

عادات مردم، رسوم مذهبی و فرهنگی آنان، غذایی که می‌پزند، لباس‌هایی که می‌پوشند و موارد مانند آن متفاوت است. به‌طور کلی هرچه سرچشمه آب نزدیک‌تر باشد، مصرف آب نیز بیشتر است. در هر جا که ممکن است و استاندارد محلی بالاتر است، مطابق با استانداردهای محلی، می‌توان برای هر نفر ۱۵ لیتر در روز افزود.

● نیاز پایه به آب برای ادامه زندگی

میزان نیاز پایه به آب در جدول ۲-۳ نمایش داده شده است.

جدول ۲-۳. میزان نیاز پایه به آب

نوع نیاز به آب	مقدار آب مورد نیاز	توضیحات
نیاز به ادامه زندگی: آب مصرفی (آشامیدنی و غذایی)	۲/۵ تا ۳ لیتر در روز	به آب‌وهوا و فیزیولوژی فردی بستگی دارد
رسوم اساسی بهداشتی	۲ تا ۶ لیتر در روز	به هنجارهای اجتماعی و فردی بستگی دارد
نیاز پایه برای پخت‌وپز	۳ تا ۶ لیتر در روز	به نوع غذا و هنجارهای اجتماعی و فرهنگی بستگی دارد
کل نیاز پایه به آب	۷/۵ تا ۱۵ لیتر در روز	

میزان مصرف آب برای کاربری‌های مختلف در زمان وقوع شرایط اضطراری و بحران در جدول ۳-۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳-۳. میزان مصرف کاربری‌ها در زمان بحران

مصارف آب	میزان سطوح راهنما
مراکز بهداشتی و بیمارستان‌ها	۵ لیتر به ازای هر بیمار یا درمان‌سرای. ۴۰×۶۰ لیتر به ازای هر بیمار بستری‌شده در هر روز. مقادیر اضافی ممکن است برای تجهیزات رختشوی‌خانه‌ها، شستن توالت‌ها و... لازم باشد
مراکز مراقبت از بیماران مبتلا به وبا	۶۰ لیتر به ازای هر بیمار در روز و ۱۵ لیتر به ازای هر مراقب در روز
مراکز تغذیه‌درمانی	۳۰ لیتر به ازای هر بیمار بستری‌شده در روز و ۱۵ لیتر به ازای هر مراقب در روز
مدارس	۳ لیتر به ازای هر دانش‌آموز در روز فقط برای آشامیدن و شستن دست (نه برای توالت)
مساجد	۵-۲ لیتر به ازای هر نفر در روز برای شست‌وشو و آشامیدن
توالتهای عمومی	۲-۱ لیتر به ازای هر مصرف‌کننده در روز برای شست‌وشو و نظافت شخصی و ۸-۲ لیتر به ازای هر توالت در روز برای تمیزکردن توالت
مصرف احشام	۲۰-۳۰ لیتر به ازای هر رأس گاو، اسب، قاطر، ۲۰-۱۰ لیتر به ازای هر رأس گوسفند و بز و ۲۰-۱۰ لیتر به ازای هر ۱۰۰ مرغ
آبیاری سبزیجات	۶-۳ لیتر در هر مترمربع زمین در روز

● مقدار یا پوشش: در یک فاجعه، تا وقتی که کمترین حد استانداردها برای کمیت و کیفیت آب رعایت نشده،

اولویت با تأمین دسترسی برابر به مقدار کافی آب است؛ حتی اگر کیفیت آن متوسط باشد. بنابراین، چون مردم آسیب‌دیده، به طرز چشمگیری در برابر بیماری‌ها آسیب‌پذیرند، باید به شاخص‌های مربوط به دسترسی و کیفیت توجه کرد، حتی اگر این شاخص‌ها بالاتر از هنجارهای مردم آسیب‌دیده یا میزبان باشد. برای تضمین

رفع نیاز افراد دارای شرایط بهداشتی خاص، مانند مبتلایان به ویروس HIV یا ایدز و برای رفع نیاز دام‌ها و کشت و زرع، باید به آب اضافی در شرایط خشکسالی توجه خاصی کرد. برای پرهیز از نزاع، توصیه می‌شود که در پوشش‌دهی مساوی آب به هر دو گروه آسیب‌دیده و میزبان دقت شود.

● بیشترین تعداد افراد برای هر منبع آب

بیشترین تعداد افراد برای هر منبع آب در جدول ۳-۴ ارائه شده است.

جدول ۳-۴. بیشترین تعداد افراد برای هر منبع

هر شیر برای ۲۵۰ نفر	براساس ریزش ۵ تا ۷ لیتر در دقیقه
هر شیر برای ۵۰۰ نفر	براساس ریزش ۱۷ لیتر در دقیقه
هر شیر برای ۴۰۰ نفر	براساس ریزش ۵-۱۲ لیتر در دقیقه

در این قوانین فرض بر این است که دسترسی به منبع آب، تقریباً فقط روزی ۸ ساعت است و طی این مدت، تأمین پیوسته آب ادامه دارد. در صورت بهبود دسترسی به آب، مردم می‌توانند بیش از ۱۵ لیتر لازم در روز برداشت کنند. با این ارقام باید با احتیاط برخورد کرد، چون رسیدن به آن‌ها، الزاماً به معنای تضمین دسترسی به حداقل مقدار آب یا دسترسی برابر به آن نیست.

زمان انتظار

صرف زمان زیاد در صف، نشان می‌دهد که یا آب کافی در دسترس نیست، یا منابع برداشت آب کفایت نمی‌کند. نتایج منفی بالقوه صرف وقت زیاد در صف، عبارت است از کاهش سرانه مصرف آب، افزایش مصرف آب‌های ناسالم سطحی و کاهش زمان برای انجام سایر کارهای اساسی زندگی، برای کسانی که در صف آب می‌ایستند.

دسترسی و برابری

حتی در صورت وجود آب کافی برای رفع نیازهای پایه، برای تضمین دسترسی برابر همه گروه‌ها به آب، اقدامات دیگری نیز لازم است. نقاط برداشت آب باید در جاهایی قرار گیرد که برای مثال، صرف نظر از جنسیت یا قومیت، در دسترس همه باشد. گاه لازم است چند تلمبه دستی برای استفاده کسانی که دچار HIV هستند، سالمندان، معلولان و کودکان اختصاص داده شود. در شرایطی که آب جیره‌بندی شده و فقط در زمان‌های اعلام‌شده ارائه می‌شود، این کار باید با مشورت نیازمندان به آب، از جمله زنان انجام گیرد.

نکته: حتی اگر حجم زیادی آب تأمین شده باشد، ممکن است محدودیت‌هایی برای مصرف آب وجود داشته باشد؛ مانند زمانی که مردم باید مسافت طولانی را طی کنند، یا در صف جمع‌آوری آب بایستند. اگر زمان صرف‌شده به منظور تهیه آب بیش از ۳۰ دقیقه باشد، میزان آب مصرفی مردم کاهش می‌یابد.

جدول ۳-۵. نکاتی درباره تأمین آب در شرایط اضطراری

یادآوری ۱: متوسط آب برای آشامیدن، پخت و پز و بهداشت فردی در هر خانوار حداقل ۱۵ لیتر به ازای هر نفر در روز ($1/p/d$) است.
یادآوری ۲: حداکثر فاصله محل سکونت هر خانوار تا نزدیک ترین محل تأمین آب ۵۰۰ متر است.
یادآوری ۳: زمان انتظار در صف برای برداشت آب باید کمتر از ۳۰ دقیقه باشد. افزایش این زمان به بیش از ۳۰ دقیقه منجر به کاهش مصرف آب به ازای هر نفر، افزایش مصرف آب های سطحی محافظت نشده و کاهش زمان لازم برای انجام سایر امور زندگی می شود.
یادآوری ۴: عواملی که در انتخاب منبع آب باید در نظر داشت عبارتند از: دسترسی، نزدیکی و قابلیت نگهداری آب، وجود آب کافی، نیاز به تصفیه، امکان تصفیه از نظر محدودیت های قانونی، سیاسی و اجتماعی.
یادآوری ۵: معمولاً منابع آب زیرزمینی با آبرسانی های با جریان ثقی از یک چشمه ارجحیت دارند. زیرا به پمپاژ نیاز نداشته و به تصفیه کمی نیاز دارند.
یادآوری ۶: برای همه منابع آب در زمان وجود خطر اپیدمی بیماری های اسهالی، تصفیه و گندزدایی آب ضروری است.
یادآوری ۷: در مورد بروز اپیدمی بیماری های اسهالی مطمئن شوید که میزان کلر باقیمانده بیش از ۱ میلی گرم در لیتر است.
یادآوری ۸: به ازای هر ۱۰۰ میلی لیتر آب در محل دریافت و مصرف، تعداد کلی فرم مدفوعی باید صفر باشد.
یادآوری ۹: هر خانوار باید حداقل ۲ ظرف تمیز ۱۰ تا ۲۰ لیتری برای برداشت آب داشته باشند.
یادآوری ۱۰: ممکن است برای کودکان، افراد ناتوان، مسن و مبتلایان به HIV، ظروف ذخیره آب کوچک یا ظروفی با طراحی ویژه نیاز باشد.
یادآوری ۱۱: مظرفیت ظروف نگهداری آب بستگی به تعداد افراد هر خانوار و ثبات دسترسی به منبع آب دارد. مثلاً بطور تقریبی ۴ لیتر به ازاء هر فرد برای شرایطی که آبرسانی به طور روزانه و ثابت می باشد، مناسب است.

در اولین مرحله از شرایط اضطرار، پیش بینی و تأمین همه نیازهای آبی غیرممکن است. بنابراین همان گونه که در جدول ۳-۶ نشان داده شده است، تأمین آب می تواند به تدریج و با گذشت زمان بهبود یابد. همچنین در جدول ۳-۶ میزان مصرف آب برای برخی کاربری ها در شرایط اضطراری آورده شده است.

جدول ۳-۶. مقادیر پیشنهادی برای آب و فاصله محل تأمین آب از پناهگاه در زمان های مختلف

زمان از اولین مداخله	میزان آب (لیتر / نفر / روز)	حداکثر فاصله پناهگاه تا محل تأمین آب (km)
۲ هفته تا یک ماه	۵	۱
۱ تا ۳ ماه	۱۰	۱
۳ تا ۶ ماه	۱۵	۰/۵

۲-۱-۳- استاندارد ۲ تأمین آب: کیفیت آب

آب گوارا و مقدار آن برای آشامیدن و مصارف پخت‌وپز و بهداشت شخصی و خانگی کافی است و هیچ خطری برای سلامتی ایجاد نمی‌کند.

اقدامات کلیدی

۱. لازم است خدمات بهداشتی ارزیابی شده و اگر وقت و شرایط اجازه داد، یک برنامه ایمنی برای سرچشمه آب اجرا شود.
۲. ضروری است همه مراحل لازم برای به حداقل رساندن آلودگی آب پس از برداشت رعایت شود.
۳. برای آب تأمین‌شده با لوله‌کشی، یا منابع آب، در زمان وجود خطر شیوع اسهال، آب به‌گونه‌ای با ضد عفونی‌کننده‌ها تصفیه شود که ته‌مانده کلر در شیر خروجی، نیم میلی گرم در لیتر و ناخالصی‌های آن زیر ۵ NTU (واحد کدورت آب) باشد. در صورت شیوع اسهال‌های خاص مطمئن شوید که مقدار کلر موجود در آب، بالای ۱ میلی گرم در لیتر است.
- در جایی که تصفیه آب در سطح خانوار پیشنهاد می‌شود، کسب اطمینان شود که این کار همراه با توضیحات، آموزش و نظارت لازم، انجام می‌گیرد.

شاخص‌های کلیدی

۱. در محل برداشت و مصرف آب، هیچ «کلیفرم مدفوعی» در فاصله ۱۰۰ میلی‌لیتری آب وجود ندارد.
 ۲. هر گزینه‌ای که برای تصفیه آب در سطح خانوار مورد استفاده قرار می‌گیرد، برای ارتقای کیفیت میکروبیولوژیکی آب مفید و همراه با آموزش مناسب و نظارت است.
 ۳. به دلیل استفاده کوتاه مدت از آب آلوده به مواد شیمیایی (از جمله ته‌مانده‌های تصفیه با مواد شیمیایی) یا منابع رادیولوژیکی، هیچ تأثیر منفی بر سلامت ایجاد نمی‌شود و ارزیابی‌ها هیچ احتمال چشمگیری از چنین تأثیری را نشان نمی‌دهد.
 ۴. همه مردم آسیب‌دیده از یک منبع حفاظت‌شده که بر سایر منابع آب آماده در دسترس ارجح است، آب می‌نوشند.
 ۵. هیچ‌گونه تولید یا شیوع بیماری حاصل از آب مشاهده نمی‌شود.
- هنجارهای اجتماعی و فرهنگی‌ای را که ممکن است موجب تعهد به عملکردهای بهداشتی یا زیر پا گذاشتن آن‌ها شوند، باید به‌عنوان بخشی از ارزیابی‌های عملی شناسایی کرد. در این ارزیابی باید به نیازهای مردم آسیب‌پذیر توجه ویژه کرد. اگر مشاوره با هیچ‌یک از این گروه‌های مردم ممکن نیست، باید در گزارش ارزیابی به‌وضوح ذکر شده و در اسرع وقت به آن رسیدگی شود.

نکات راهنما

۱. طرح ارزیابی بهداشتی و ایمنی آب: ارزیابی بهداشتی عبارت است از ارزیابی شرایط و اقداماتی که منجر به خطر عمومی می‌شود. این طرح به منابع احتمالی آلوده‌کننده آب هنگام حمل از سرچشمه، در خانه، طی کارهای تصفیه، مدیریت آب‌های سطحی و زباله‌های خشک می‌پردازد. ترسیم وضعیت و شرایط جامعه، به‌خصوص برای تشخیص مکان خطرات عمومی، راهی مفید است و جامعه را به یافتن روش‌هایی

برای کاهش این خطرها ملزم می‌کند. توجه داشته باشید، با اینکه مدفوع حیوانات به اندازه مدفوع بشر آلوده‌کننده نیست، می‌تواند حاوی میکروارگانیسم‌هایی مانند ۱- کریپتوسپوریدیوم، ۲- جیاردیا، ۳- سالمونل، ۴- کامپیلوباکتر، ۵- ویروس‌های کالیزی و سایر دلایل عادی اسهال در بشر باشد و بنابراین، سلامتی را تهدید می‌کند. برنامه جهانی غذا توصیه می‌کند که از طرح ایمنی آب (WSP^۱) که روشی کل‌نگرانه و شامل شناسایی و ارزیابی خطرات، طرحی برای توسعه و بهبودی، نظارت بر اقدامات کنترلی و از جمله برنامه‌های توسعه و حمایت است، استفاده شود.

۲. کیفیت میکروبیولوژیکی آب: باکتری‌هایی که در روده زندگی می‌کنند (و بیش از ۹۹ درصدشان [E. Coli] هستند)، یکی از شاخص‌های میزان آلودگی مواد دفعی بشر و حیوانات آبی و احتمال وجود عوامل بیماری‌زا هستند؛ در صورت وجود هرگونه باکتری روده‌زی در آب، باید تصفیه شود.

۳. شناسایی منابع حفاظت‌شده: فراهم کردن منابع حفاظت‌شده یا آب تصفیه‌شده، به‌تنهایی تأثیر کمی خواهد داشت، مگر اینکه مردم مزایای بهداشتی این آب را درک کنند. مردم ممکن است ترجیح دهند که از منابع حمایت‌نشده آب، مانند آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و چاه‌های حفاظت‌نشده استفاده کنند. در چنین شرایطی متخصصان فنی، مروجان بهداشت و بسیج‌کنندگان جمعیت، باید منطق اولویت‌ها را درک کنند تا بتوان ملاحظات آن‌ها را در پیام‌ها و بحث‌های آگاهی‌بخش جا داد.

۴. آلودگی پس از تحویل: آبی که در زمان تحویل سالم است، ممکن است هنگام تحویل دادن، ذخیره‌سازی و برداشت برای مصرف، دوباره آلوده شده و با خطرات مهمی همراه شود. گام‌هایی که برای به حداقل رساندن چنین خطراتی می‌توان برداشت، عبارت‌اند از: تحویل گرفتن، روند ذخیره‌سازی و توزیع آب پاک و مناسب و تانکرهای ذخیره‌سازی. برای نظارت بر میزان هرگونه آلودگی پس از تحویل، باید به‌صورت روالی همیشگی، در نقطه مصرف از آب نمونه‌برداری کرد.

۵. ضدعفونی کردن آب: اگر خطر عمده‌ای برای آلودگی آب در منبع یا پس از تحویل آن هست، باید با یک ضدعفونی‌کننده ماندگار مانند کلر، تصفیه شود. شرایط منطقه اقامتی، مانند پراکندگی جمعیت، اقدامات انجام‌شده برای دفع مدفوع، رسوم بهداشتی و شیوع بیماری اسهال، خطرات آلودگی آب را تعیین می‌کنند. در صورت وجود تهدید یا شیوع اسهال، همه آب آشامیدنی تأمین‌شده باید یا پیش از توزیع، یا در خانه‌ها تصفیه شود. برای اینکه آب به‌خوبی ضدعفونی شود، تیرگی آن باید زیر ۱۵ NTU باشد، با این حال در بحران‌های کوتاه‌مدت، آب با تیرگی بیش از این را هم می‌توان پس از فیلتر کردن و کاهش تیرگی، با مقدار دو برابر کلر، ضدعفونی و استفاده کرد.

۶. تصفیه در سطح خانوار آب: وقتی که استفاده از یک نظام تصفیه مرکزی ممکن نیست، به‌عنوان یک گزینه دیگر، می‌توان آب را در نقطه برداشت یا (POUWT^۲) در سطح خانوار تصفیه و استفاده کرد. تجربه نشان داده است که انواع روش‌های دیگر POUWT، مانند جوشاندن، کلر زدن، ضدعفونی کردن زیر آفتاب، فیلتر کردن با سرامیک، فیلتر کردن آهسته با استفاده از شن و ضدعفونی با تهنشین کردن، اسهال را کاهش می‌دهد. مناسب‌ترین روش POUWT، به شرایط موجود آب و فاضلاب، کیفیت آب،

1. Water safety Plan

2. Point-Of-Use Water Treatment

یا پذیرفتنی بودن آن از لحاظ فرهنگی و امکان اجرای هریک از این روش‌ها بستگی دارد. موفقیت در انجام POUWT، باید شامل مهیا کردن مواد و محصولات کافی و آموزش مناسب برای شرکای اجرایی باشد. در شرایط بحرانی باید از به کار بردن روش‌های آزمایش نشده تصفیه آب پرهیز کرد. در مناطقی که خطر پیش‌بینی شده است، برای سهولت امدادرسانی سریع، باید اقلام لازم برای POUWT را از پیش آماده کرد. اگر در مرحله پس از فاجعه، میل به استفاده مداوم وجود داشته باشد، اولویت با استفاده از محصولات محلی است. کاربرد مؤثر POUWT مستلزم پیگیری منظم، حمایت و نظارت است و این امر باید پیش شرط انتخاب آن به عنوان جایگزین تصفیه آب باشد.

۷. تصفیه آب در نقطه برداشت با استفاده از کلر: در جایی که منبع آب جایگزینی موجود نیست، برای تصفیه آب با تیرگی یا آلودگی‌های زیاد، می‌شود کلر زنی دو برابر را در نظر گرفت. این کار فقط باید برای دوره‌های کوتاه و پس از ارائه آموزش به افراد برای کاهش تیرگی (آلودگی) آب از طریق فیلتر کردن، ته‌نشین کردن و ریختن از ظرفی به ظرف دیگر انجام گیرد.

۸. آلودگی‌های شیمیایی و رادیولوژیکی: اگر با توجه به سوابق آب و زمین‌شناسی، دانش صنعتی یا فعالیت نظامی، ممکن است منابع آب، سلامتی را با خطرات شیمیایی و رادیولوژیکی روبه‌رو کند، باید فوراً با تحلیل شیمیایی، خطرات را مورد ارزیابی قرار داد و سپس برای تعادل خطرهای مزایای بهداشت عمومی دست به عمل زد. علاوه بر این، بر مبنای ارزیابی و تحلیل عمیق‌تر پیچیدگی‌های بهداشتی، باید درباره کاربرد آب آلوده برای مدت طولانی تصمیم‌گیری کرد.

۹. گوارایی: طعم (از جمله شوری) به خودی خود موضوعی نیست که ربط مستقیمی با سلامتی داشته باشد، اما اگر منبع آب سالم، طعم خوبی ندارد، برای تضمین اینکه فقط از منابع سالم استفاده شود، فعالیت‌های ارتقای وضع بهداشت لازم خواهد بود.

۱۰. کیفیت آب برای مراکز بهداشت: همه آب مصرفی بیمارستان‌ها، مراکز بهداشت و مراکز تغذیه باید با کلر یا تصفیه‌کننده پایدار دیگری ضد عفونی شود. در شرایطی که به دلیل قطع و وصل آب، احتمال جیره‌بندی آن می‌رود، باید مقدار کافی آب ذخیره‌شده، در مرکزی در دسترس عموم قرار داشته باشد، تا تأمین مداوم آن در سطوح مصرف معمول تضمین شود.

۳-۱-۳- استاندارد ۳ تأمین آب: تجهیزات آب

مردم برای برداشت، ذخیره و استفاده از مقادیر کافی آب برای آشامیدن، پخت‌وپز و اطمینان از اینکه آب آشامیدنی تا زمان مصرف سالم می‌ماند، به اندازه لازم تجهیزات دارند.

اقدامات کلیدی

۱. تجهیزات لازم را برای برداشت و ذخیره آب در اختیار مردم گذاشته شود.
۲. مشارکت فعالانه همه افراد و مردم آسیب‌پذیر در نشست‌ها و طراحی نقاط برداشت آب و ساخت امکانات رختشوی‌خانه و استحمام، مورد تشویق قرار گیرد.
۳. در نقاط توزیع آب و رختشوی‌خانه، امکانات شخصی برای شست‌وشو و خشک کردن لباس‌های زیر و پارچه‌های بهداشتی زنان در نظر گرفته شود.

شاخص‌های کلیدی

۱. هر خانوار حداقل دو ظرف تمیز ۱۰ تا ۲۰ لیتری، برای ذخیره و حمل آب دارد.
۲. ظروف برداشت یا ظرف‌های لوله‌باریک حمل آب و سطل‌ها و سایر وسایل سالم برای ذخیره‌سازی در دارند، تا نگهداری و حمل آن ایمن باشد. از این ابزار به‌طور معمول استفاده می‌شود.
۳. برای هر ۱۰۰ نفر دست‌کم یک لگن برای شست‌وشو و محلی برای شست‌وشوی خصوصی و استحمام زنان در نظر گرفته شده و برای استحمام و شست‌وشو، آب کافی در دسترس همه قرار داده شده است.
۴. آب در سطح خانوار همیشه عاری از هرگونه آلودگی است.
۵. همه مردم از امکانات کافی آب در دسترس خود برای برداشت، ذخیره، استحمام، شست‌وشوی خود و پوشاکشان راضی‌اند.
۶. تعمیر و نگهداری دستگاه‌های نصب‌شده و امکانات دیگر به شکل اطمینان‌بخش انجام می‌شود و در صورت امکان، کاربران نیز در این امر مشارکت می‌کنند.

نکات راهنما

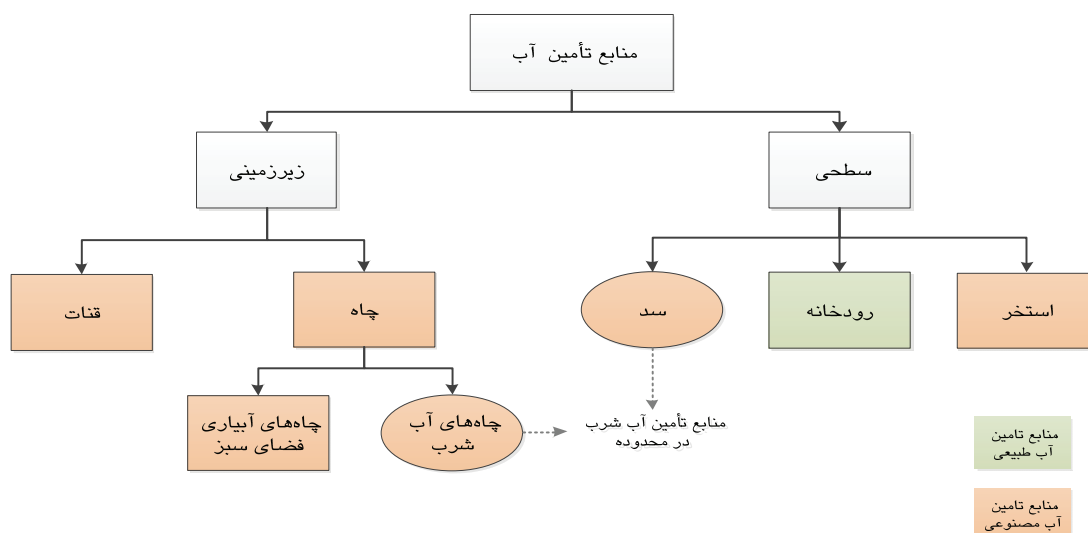
۷. برداشت و ذخیره آب: مردم برای برداشت آب، ذخیره آن و استفاده به‌منظور شرب، پخت‌وپز، شست‌وشو و استحمام به ظرف احتیاج دارند. ظرف‌ها باید تمیز، بهداشتی و از لحاظ اندازه، شکل و طرح، برای مصارف و عادات‌های محلی مناسب باشد. کودکان، افراد معلول، سالمندان و کسانی که دچار HIV هستند، ممکن است به ظرف آب کوچک و قابل حمل، یا دارای طرحی خاص هم نیاز داشته باشند. مقدار حجم آب ذخیره‌شده، به‌اندازه خانوار و دسترسی و ثبات جریان آب بستگی دارد. برای مثال در شرایطی که آب هرروز و به‌طور ثابت تأمین می‌شود، مقدار تقریباً ۴ لیتر برای هر نفر مناسب خواهد بود. ارتقای شرایط نظارت بر برداشت سالم، ذخیره و حمل، فرصتی است برای گفت‌وگو با افراد آسیب‌پذیر، به‌خصوص زنان و کودکان، درباره موضوعات مربوط به آلودگی آب.
۸. امکانات شست‌وشو و استحمام: مردم برای استحمام، به فضاهایی در خلوت و با حفظ کرامت نیاز دارند. اگر چنین امکانی در سطح خانوار ممکن نباشد، امکانات مرکزی مستقلی برای زنان و مردان لازم خواهد بود. درجایی که فراهم کردن صابون ممکن نیست، می‌توان از سایر مواد جایگزین مانند خاکستر، شن تمیز، سود سوزآور (کربنات کلسیم) یا سایر گیاهان مختلف مناسب برای این امر استفاده کرد. شستن پوشاک، به‌خصوص پوشاک کودکان، یک فعالیت اساسی بهداشتی است؛ ظروف پختن و خوردن غذا نیز باید شسته شود. درباره تعداد، محل، طرح، ایمنی، تناسب و رفاه امکانات، باید با مشورت بهره‌وران، به‌خصوص زنان، دختران نوجوان و افرادی که ناتوانی‌هایی دارند، تصمیم گرفت. موقعیت این امکانات در نواحی مرکزی، باید در دسترس و به‌خوبی نورپردازی شده و محوطه اطراف آن قابل دید باشد و امنیت کاربران آن را تضمین کند.
۹. تعمیر و نگهداری دستگاه‌های آب: این امر بسیار مهم است که مردم آسیب‌دیده از تعمیر و نگهداری وسایل فراهم‌شده مطلع و برای این امور آمادگی داشته باشند.

۴- بررسی روش‌های مختلف و مرسوم تأمین، تصفیه و توزیع آب در کلان‌شهرها در شرایط اضطراری پس از وقوع بحران‌ها

۱-۴- معرفی انواع منابع آب شرب و غیرمتعارف^۱ قابل استفاده شامل منابع طبیعی و غیرطبیعی

برای تأمین آب شرب و غیر شرب مورد نیاز گستره‌ی نفعان آب، شامل مردم و سازمان‌های مختلف، لازم است دسته‌های مختلف منابع آب شناسایی شوند تا پس از پتانسیل‌سنجی بتوان برای استفاده از آن‌ها در زمان‌های وقوع شرایط اضطراری تصمیم‌گیری کرد.

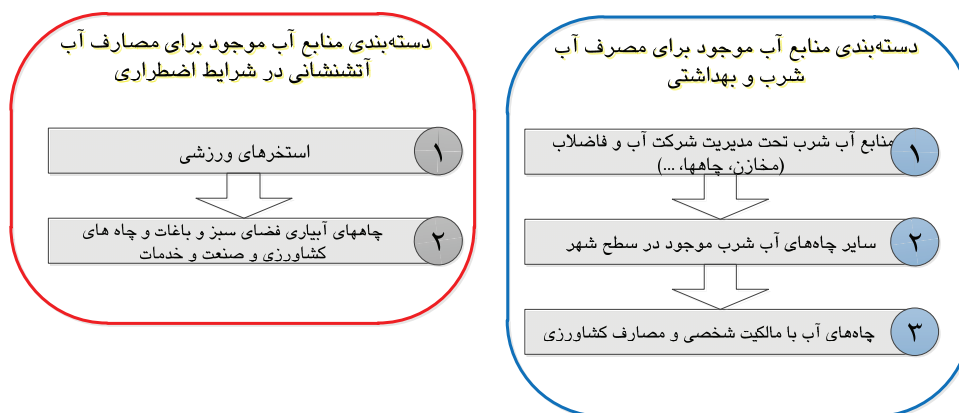
منابع تأمین آب در محدوده‌ی مطالعه‌شده به دو دسته‌ی منابع آب سطحی و منابع آب زیرزمینی تقسیم می‌شوند. رودخانه‌ها بخشی از آب‌های سطحی هستند که در گروه منابع طبیعی قرار می‌گیرند. آب‌های زیرزمینی چاه‌ها، قنات‌ها و آب‌های سطحی ذخیره‌شده در سدها، استخرها و آب‌نماها، که در تقسیم‌بندی منابع طبیعی و مصنوعی نمایش داده شده است.



شکل ۳-۱. تقسیم‌بندی منابع آب موجود

در خصوص استفاده از منابع آب طبیعی، با توجه به احتمال بروز آلودگی، استفاده از آب رودخانه‌ها و مسیل‌ها برای مصرف شرب، در زمان‌های اولیه پس از وقوع شرایط اضطراری، گزینه‌ی مناسبی محسوب نمی‌شود. علاوه بر منابع آب طبیعی، استفاده از دیگر منابع آب موجود، به دلیل موقعیت قرارگیری و پراکندگی آن‌ها در محدوده‌ی مورد مطالعه و امکان برنامه‌ریزی برای استفاده به منظورهای غیرشرب متصور است. طبقه‌بندی منابع آب موجود براساس اولویت بهره‌برداری در شرایط اضطراری (برای برداشت شرب و آتش‌نشانی) در شکل ۳-۲ نمایش داده شده است.

۱. آب غیرمتعارف به آبی گفته می‌شود که از تصفیه فاضلاب‌های (پساب‌ها) شهری و صنعتی، شیرین کردن آب شور دریا، جمع‌آوری آب باران و نظایر آن به دست می‌آیند و برای مصارف غیر شرب مورد استفاده قرار می‌گیرند



شکل ۳-۲. اولویت‌بندی منابع آب موجود برای برداشت آب شرب و آب آتش‌نشانی

۲-۴- روش‌های مختلف تصفیه آب در شرایط اضطراری

در شرایط اضطراری که دسترسی به آب سالم برای افراد مشکل می‌شود، تأمین آب سالم یکی از چالش‌های بزرگ اصلی مسئولان مدیریت بحران است. تأمین آب کافی، تصفیه آب مطابق استانداردهای کیفیت آب شرب، توزیع مناسب و اعمال کنترل، بازرسی و نظارت‌های لازم در بخش مدیریت تقاضا، مدیریت مصرف و توزیع آب باید همیشه سطح اطمینان لازم را برای سلامت آب فراهم کرده و عدم شیوع هرگونه بیماری را از طریق آب تضمین کنند. در نتیجه، تصفیه آب در حد استاندارد آب شرب و به مقدار کافی، در کنار حفظ کیفیت آب در مراحل بعد از تصفیه شامل انتقال، ذخیره‌سازی و توزیع و جلوگیری از آلودگی آن توسط مسئولان کنترل بحران ضروری است. آن‌ها باید با انجام اقدامات پیشگیرانه، آسیب‌پذیری منابع آب را به حداقل ممکن کاهش دهند تا در شرایط اضطرار، تصفیه آب با هزینه‌های کمتر و روش‌های ساده‌تر و سریع‌تر امکان‌پذیر باشد. از طرف دیگر شناخت و به‌کارگیری روش‌های ساده و کم‌هزینه تصفیه، به‌ویژه روش‌های ساده گندزدایی به‌عنوان فرایند ضروری تصفیه آب، یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است تا بتوانند آب شرب سالم مورد نیاز مردم آسیب‌دیده را فراهم آورند.

با توجه به امکان از بین رفتن شبکه و سیستم آبرسانی موجود، آب مورد نیاز شهروندان ممکن است از طریق ایستگاه‌های برداشت آب روی مخازن آب شهری، مخازن آب اضطراری^۱ در شبکه توزیع و تانکرهای سیار آبرسانی تأمین شود. کیفیت آب در این منابع، مشابه آب آشامیدنی موجود در شرایط عادی است و تنها ممکن است آلودگی به عوامل بیماری‌زا در اثر مانداب یا قطع سیستم گندزدایی به وجود بیاید. بنابراین مراحل تصفیه آب به گندزدایی و اطمینان از نبود عوامل بیماری‌زا در آب محدود خواهد شد. استفاده از ازون، اشعه فرابنفش و کلر، روش‌های گندزدایی متداول هستند. استفاده از ازون، نیازمند تجهیزات خاص و به نسبت گران‌قیمتی است. اشعه فرابنفش با هزینه نسبتاً کم، امکان گندزدایی آب را فراهم می‌سازد، اما ماندگاری ندارد و فقط در محل مصرف مناسب است، ضمن اینکه استفاده از آن، نیازمند الکتریسیته است که ممکن است در شرایط اضطراری در دسترس نباشد. بنابراین در شرایط اضطراری مناسب‌ترین روش گندزدایی آب همان متداول‌ترین روش گندزدایی یعنی کلرزنی است. این

۱. مخازن زیرزمینی در قالب لوله با قطر بالا که در مدار شبکه توزیع کار گذاشته شده‌اند و در صورت بروز زلزله با قطع جریان خروجی از آن‌ها، حجم آب در آن تله می‌افتد و برای استفاده ساکنین مناطق مجاور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش با وجود معایبی مانند تغییر در طعم آب و... به دلیل ویژگی ماندگاری، در شرایط اضطراری کارایی بیشتری دارد. استفاده از قرص‌های کلر یا آب‌ژاول، روش‌های کم‌هزینه و متداول در این زمینه هستند. بسته به میزان کلر موجود در قرص یا آب‌ژاول، مطابق جدول ۳-۷ یا جدول‌های کاربردی کارخانه تولیدکننده قرص‌های کلر، مقدار ماده‌گندزدا در حجم آب تعیین می‌شود. از آب کلرزنی شده بسته به مورد پس از حداقل ۳۰ دقیقه می‌توان استفاده کرد.

جدول ۳-۷. دوز مورد نیاز برای گندزدایی آب با استفاده از سفیدکننده‌های خانگی (EPA 2006)

میزان کلر موجود در محلول آب‌ژاول (درصد)	دوز مورد نیاز (قطره آب‌ژاول بر لیتر آب)	دوز مورد نیاز (میلی‌لیتر آب‌ژاول بر لیتر آب)
۱	۱۰	۰/۵
۴ تا ۶	۲	۰/۱
۷ تا ۱۰	۱	۰/۰۵

* در صورت کدورت یا گل‌آلود بودن آب، میزان استفاده‌شده باید دو برابر شود.

بنابراین، متناسب با حجم آب ذخیره‌شده در مخازن، باید مقدار کافی از آب‌ژاول یا قرص‌های کلر با مشخصات معین برای گندزدایی آب در دسترس باشد. در نگهداشت این میزان از مواد گندزدا باید به نیمه‌عمر کلر و بهترین تاریخ مصرف محصول دقت کرد. در صورت استفاده از کلر برای گندزدایی، برای اینکه اطمینان حاصل شود که عوامل بیماری‌زا از بین رفته‌اند، میزان کمینه غلظت کلر در آب در محل مصرف، باید مطابق جدول ۳-۸ و جدول ۳-۹ باشد. این موضوع باید به‌طور پیوسته با کیت‌های سنجش کلر کنترل شود.

جدول ۳-۸. کیفیت آب در شرایط اضطراری - کلر باقی‌مانده در آب

استاندارد	آب‌رسانی اضطراری برای حفظ بقا	زمان طولانی بعد از وقوع بحران	سیستم آب‌رسانی توسعه‌یافته
میزان کلر آزاد باقی‌مانده در محل توزیع آب	۰/۳ تا ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر	۰/۲ تا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر	۰/۲ میلی‌گرم در لیتر، اگر آب کلرزنی می‌شود

جدول ۳-۹. میزان پیشنهادی غلظت کلر باقی‌مانده متناسب با pH

pH آب هنگام نمونه‌برداری	کمینه غلظت کلر باقی‌مانده آزاد پس از زمان تماس لازم (حداقل ۱۰ دقیقه) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (ppm)	کمینه غلظت کلر باقی‌مانده ترکیبی پس از زمان تماس لازم (حداقل ۶۰ دقیقه) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (ppm)
۶/۰ - ۷/۰	۰/۲	۱/۰
۷/۰ - ۸/۰	۰/۲	۱/۵
۸/۰ - ۹/۰	۰/۴	۱/۸
۹/۰ - ۱۰/۰	۰/۸	-

در صورتی که در شرایط اضطراری به تأمین آب از سایر منابع مانند آب‌نماها و استخرهای سطح شهر نیاز باشد،

استفاده از پکیج‌های تصفیه‌سیار می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. لازم است پیش از بحران، برای تصفیه و به‌ویژه گندزدایی آب، آموزش‌های کافی به شهروندان داده شود. استفاده از آب‌لیمو، آب‌ژاول، هوادهی و ته‌نشین کردن روش‌های کم‌هزینه‌ای هستند که می‌توان در آموزش‌های عمومی مورد توجه قرار داد. همچنین در اختیار داشتن وسایل ارزان‌قیمتی مانند صافی‌های سرامیکی یا نی حیات یا لامپ‌های فرابنفش نیز می‌تواند به‌صورت توصیه‌هایی عمومی مطرح شود.

تصفیه آب در شرایط اضطراری وابسته به کیفیت آب خام است که شامل حذف آلودگی فیزیکی و میکروبی به کمک روش‌های آسان و کم‌هزینه است. تصمیم‌گیری در مورد درجه تصفیه لازم به کیفیت فیزیکی، شیمیایی و باکتریولوژیکی آب خام بستگی دارد که پس از تصفیه باید به دست مصرف‌کننده برسد. فناوری‌های قابل استفاده برای تصفیه آب در شرایط اضطراری، تا حد زیادی به شرایط پس از حادثه بستگی دارد. برای مثال در صورت قطع برق سرتاسری، استفاده از تکنولوژی‌های نیازمند الکتریسیته، مستلزم وجود منابع برق محلی (ژنراتورهای اضطراری، پنل‌های خورشیدی و...) است. اما اگر این منابع در دسترس نباشند، فناوری‌های یادشده عملاً بی‌استفاده و نیازمند جایگزینی روش‌های مکانیکی خواهد بود که نیاز به برق ندارند.

در شرایط اضطراری تصفیه آب معمولاً از نوع تصفیه در محل مصرف^۱ (POU) است. براساس این رویکرد، علاوه بر واحدهای تصفیه آب در سطح جوامع کوچک و محلی، روش‌ها و فناوری‌های ساده و کاربردی به منظور تصفیه آب و حذف آلاینده‌های فیزیکی و میکروبی در سطح فرد و خانوار نیز مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند. فناوری‌های مورد بررسی یا در زمره فناوری‌های کم‌هزینه‌اند که به شکل تجاری در دسترس هستند، یا از فناوری‌های تصفیه آب هستند که با مصالح بومی قابل ساخت‌اند. با توجه به اینکه روش‌های POU معمولاً ظرفیت (دبی) محدودی به منظور تصفیه آب دارند، در کنار این فناوری‌های واحدهای تصفیه‌سیار آب با قابلیت تأمین آب جوامع محلی در شرایط اضطراری نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

خلاصه‌ای از روش‌های تصفیه آب در شرایط اضطراری، در جدول ۳-۱۰ و شکل ۳-۱۱ آمده است. توضیح علائم و نمادهای به‌کاررفته در این جدول به شرح زیر است:

عملکرد

● ++: در صورت انجام صحیح فرایند تصفیه، آب تصفیه‌شده از نظر میکروبیولوژیکی سالم و مطمئن است.

(براساس استاندارد WHO^۲)

● +: آب تصفیه‌شده تحت شرایط خاصی از نظر میکروبیولوژیکی سالم است (برای مثال اگر آب خام کدر نباشد)؛ یا به‌جز چند استثنا، واحد تصفیه در برابر اغلب میکرو ارگانیسم‌ها کارآمد است.

سهولت استفاده

● ++: بهره‌برداری روزانه محدود به آوردن آب خام و جمع‌آوری آب تصفیه‌شده است.

● +: فعالیت‌های اضافی (وقت‌گیر) توسط افرادی با مهارت اندک یا آموزش‌ندیده مورد نیاز است.

پایداری

● +: واحد تصفیه با مصالح محلی قابل ساخت است و نیاز اندکی به استفاده از مواد شیمیایی و منابع انرژی

1. Point Of Use (POU)

2. World Health Organization

تجدیدناپذیر وجود دارد.

● - : واحد تصفیه به منظور بهره‌برداری روزانه، نیازمند استفاده از مواد شیمیایی و منابع انرژی تجدیدناپذیر است.

● - - : استفاده گسترده سبب خسارت‌های زیست‌محیطی قابل توجه شده یا می‌شود. (برای مثال، جنگل‌زدایی ناشی از بریدن درختان به منظور جوشاندن آب)

● POU^۱: تصفیه آب در محل مصرف

● SSS^۲: واحد تصفیه محلی (سامانه کوچک‌مقیاس)

هزینه‌های سرمایه‌گذاری که در جدول ۳-۱۰ فهرست شده‌اند، عموماً شامل کلیه هزینه‌های مورد نیاز خریداری، تحویل و نصب فناوری است. هزینه بهره‌برداری نیز هزینه واکنشگرها، انرژی، سرویس‌های دوره‌ای، تعمیر و نگهداری و تعویض قطعات (در صورت لزوم) را شامل می‌شود.

در جدول ۳-۱۲ نیز امکان کاربرد تکنولوژی‌های بحث‌شده تصفیه آب در شرایط اضطراری برای هر کدام از منابع تأمین آب (چاه یا مخزن) یادشده و اولویت‌بندی استفاده از این روش‌ها به کمک ارزیابی AHP^۳ براساس شاخص‌های «هزینه، راحتی کاربرد، سهولت دسترسی، قابلیت اتکا، منبع تأمین انرژی و دبی خروجی» ارائه شده است.

با ارزیابی روش‌ها و فناوری‌های تصفیه آب در شرایط اضطراری در کنار روش پیش‌بینی‌شده برای تأمین آب مورد نیاز شهروندان، می‌توان روش‌های قابل اتکا برای تصفیه و گندزدایی آب را انتخاب و توصیه کرد. از آنجاکه در شرایط اضطراری با فرض از بین رفتن شبکه و سیستم آب‌رسانی موجود، آب مورد نیاز شهروندان از طریق ایستگاه‌های برداشت آب روی مخازن اصلی، مخازن اضطراری و تانکرهای سیار آب‌رسانی تأمین می‌شود، مراحل تصفیه آب به گندزدایی و اطمینان از نبود عوامل بیماری‌زا در آب محدود خواهد شد. درواقع کیفیت آب در این منابع، مشابه آب آشامیدنی موجود در شرایط عادی است و تنها ممکن است در اثر مانداب یا قطع سیستم گندزدایی، آلودگی به عوامل بیماری‌زا به وجود آید. استفاده از ازن، اشعه فرابنفش و کلر روش‌های گندزدایی متداول هستند. استفاده از ازن نیازمند تجهیزات خاص و به نسبت گران‌قیمتی است. اشعه فرابنفش با هزینه نسبتاً کم، امکان گندزدایی آب را فراهم می‌سازد، اما ماندگاری ندارد و فقط در محل مصرف مناسب است؛ ضمن آنکه استفاده از آن، نیازمند الکتریسیته است که ممکن است در دسترس نباشد. در شرایط اضطراری، مناسب‌ترین روش گندزدایی آب همان متداول‌ترین روش گندزدایی یعنی استفاده از کلرزنی است. این روش با وجود معایبی مانند تغییر در طعم آب و... به دلیل ویژگی ماندگاری، در شرایط اضطراری کارایی بیشتری دارد. استفاده از قرص‌های کلر یا آب‌ژاول روش‌های کم‌هزینه و متداول در این زمینه هستند. مقدار ماده گندزدا در حجم آب، بسته به میزان کلر موجود در قرص یا آب‌ژاول مطابق جدول ۳-۷ و جدول ۳-۱۳ تعیین می‌شود. برای نمونه، برای تانکرهای ۱۰ هزار لیتری مقدار ۵ لیتر آب‌ژاول (با غلظت کلر ۱ درصد) برای گندزدایی آب کافی است. از آب کلرزنی‌شده بسته به مورد، پس از حداقل ۳۰ دقیقه می‌توان استفاده کرد. بنابراین متناسب با حجم آب ذخیره‌شده در مخازن، لازم است مقدار کافی از آب‌ژاول یا قرص‌های کلر با مشخصات معین برای گندزدایی آب در دسترس باشد. در نگهداشت این میزان از مواد گندزدا باید به نیمه‌عمر

1. Point of Use

2. Small Scale service

3. Analytic Hierarchy Process

کلر و بهترین تاریخ مصرف محصول دقت کرد. در صورت استفاده از کلر برای گندزدایی، برای آنکه اطمینان حاصل کنیم که عوامل بیماری‌زا از بین رفته‌اند، باید میزان کمینه غلظت کلر در آب در محل مصرف (ایستگاه آب‌رسانی کنار مخزن یا تانکر حمل آب) مطابق جدول ۳-۸ و جدول ۳-۹ باشد. این موضوع باید به‌طور پیوسته با کیت‌های سنجش کلر کنترل شود.

زمانی که آب موجود در مخازن موجود در شهر کاهش می‌یابد، شارژ دوباره مخازن با استفاده از چاه‌های نزدیک به مخازن، توسط خط لوله یا تانکر سیار صورت می‌گیرد. در این حالت بهتر است میزان کدورت آب با استفاده از صافی‌ها کاهش یابد و پس از آن گندزدایی صورت پذیرد. باید توجه داشت که برای آب دارای کدورت، لازم است میزان کلر دو برابر مقدار کلر در حالت عادی باشد.

در صورتی که در شرایط اضطراری نیاز به تأمین آب از سایر منابع مانند آب‌نماها و استخرهای سطح شهر باشد، استفاده از پکیج‌های تصفیه سیار می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. با توجه به حجم نیاز آبی در شهرها، تهیه چندین پکیج قابل حمل مانند GBI3000 برای تصفیه آب این منابع توصیه می‌شود.

در کنار روش‌هایی که برای تأمین آب در شرایط اضطراری مورد استفاده قرار می‌گیرند، لازم است پیش از بحران برای تصفیه و به‌ویژه گندزدایی آب، آموزش کافی به شهروندان آموزش کافی داده شود. استفاده از آبلیمو، آب‌ژاول، هوادهی و ته‌نشین کردن، روش‌های کم‌هزینه‌ای هستند که می‌تواند در آموزش‌های عمومی مورد توجه قرار گیرد. همچنین در اختیار داشتن وسایل ارزان‌قیمتی مانند صافی‌های سرامیکی، نی حیات یا لامپ‌های فرابنفش نیز می‌تواند به‌صورت توصیه‌های عمومی مطرح شود.

جدول ۳-۱۰. خلاصه روش های تصفیه آب در شرایط اضطراری

منبع انرژی	پایداری	نگهداری	سهولت استفاده	عملکرد	هزینه نگهداری	هزینه سرمایه گذاری	نوع کاربرد	فناوری
سوخت	خیلی ناپایدار	جمع آوری سوخت	آسان	خیلی خوب	بسته به هزینه سوخت	اجاق پخت، هزینه سوخت	POU	جوشاندن
خورشید	پایدار	پاکسازی منظم	آسان	خوب	ندارد	بطری شیشه ای / پلاستیکی	POU	SOPAS/SODIS
گرانش	پایدار	پاکسازی ماهانه	خیلی آسان	بسته به شرایط (حذف ویروس)	ندارد	۱۰ تا ۲۰ دلار	POU	صافی زیست شنی
ندارد	ناپایدار	مداوم	آسان	خوب	۱ تا ۳ دلار	۲ تا ۸ دلار	POU	کلرزنی
گرانش	پایدار	پاکسازی و جایگزینی	خیلی آسان	بسته به شرایط (حذف ویروس)	۲ تا ۱۲ دلار	۸ تا ۲۰ دلار	POU	صافی سرامیکی
فشار اسمزی	ناپایدار	پاکسازی و پرکردن	آسان	خیلی خوب	۳ دلار (پرکردن)	۲ تا ۳۰ دلار	POU	اسمز مستقیم (FO)
گرانش	بسته به شرایط	پاکسازی و جایگزینی	خیلی آسان	بسته به شرایط (حذف ویروس)	نامعلوم	۶ تا ۱۲۰ دلار	SSS/POU	میکروفلتراسیون (MF)
گرانش، پمپ، خورشید	پایدار	پس شویی	خیلی آسان	خیلی خوب	نامعلوم	۲۰ تا ۲۶۰۰۰ دلار	POU	اولترافیلتراسیون (UF)
دستی، باتری	بسته به شرایط	ندارد	خیلی آسان	خیلی خوب	نامعلوم	۲۲۰ دلار	POU	اسمز معکوس (RO)

* برای خانوار ۴ نفره طی سال

جدول ۳-۱۱. واحدهای تصفیه یکج

منبع انرژی	نگهداری / بهره‌برداری	هزینه سرمایه‌گذاری	کیفیت آب ورودی	ظرفیت (لیتر در روز)	نوع کاربرد	نوع غشاء	فناوری
تلمبه دوجرخه، باتری	جایگزینی فیلتر، پاک‌سازی لوله‌ها	۲۲۰ دلار	آب کدر تا پاک	۱۵۰	POU/SSS	RO	اسمز معکوس
گرنش	پس‌شویی روزانه	۴۰ دلار	آب سطحی با زیرزمینی	۲۰ تا ۳۰	POU	UF	نی تصفیه خانواده
پمپ دستی	پاک‌سازی منظم	۳۰۰ دلار	آب سطحی	۱۵ هزار	POU	UF	۲۰ لیتری نبات‌بخش
صفحه خورشیدی	حفاظت نگهداری	۲۵۰۰۰ دلار	آب سطحی یا آب چاه	۷ تا ۱۹ هزار	SSS	UF	چشمه خورشیدی
سوخت	نگهداری در دوره طولانی	۲۶۰۰۰ دلار	آب کدر و به شدت آلوده	۴۸ هزار	SSS	UF	پروفکتور- ای
جریان برق	جایگزینی فیلتر در صورت نیاز	۲۲۰۰ تا ۸۰۰۰ دلار	آب سطحی	۳۰ هزار	SSS	UF	جعبه آب
گرنش (۴ متر هدا آب)	پس‌شویی روزانه، شست‌وشوی شیمیایی ماهیانه	بیشتر از ۱۰۰۰ دلار	آب سطحی	۵۰۰ لیتر در ساعت	SSS	UF	اسکای هایدرنت
مکش انسان	یکبار مصرف	۵۰ دلار	آب سطحی	۱۰۰	POU	MF	خودکار تصفیه آب
مکش انسان	یکبار مصرف	۳ تا ۲۰ دلار	آب سطحی	۷۰۰	POU	MF	نی تصفیه آب فردی (نی حیات)
گرنش	ندارد	۴ تا ۲۵ دلار	آب سطحی	۱۰ هزار	POU	MF	صافی سرامیکی شمعی

جدول ۳-۱۲. اولویت‌بندی فناوری‌های تصفیه آب در شرایط اضطراری برای استفاده فردی

اولویت کاربرد	منبع آب قابل استفاده			تکنولوژی
	مخازن و استخرها	چاه	آب‌های سطحی	
۵	ü	ü	ü	هوادهی
۵	ü	ü	ü	جوشاندن
۲	ü	ü	ü	گندزدایی با آب‌لیمو
۵	ü	ü	ü	گندزدایی با ته‌نشینی
۵	ü	ü	ü	تقطیر
۶	ü	ü	ü	پاستوریزه کردن خورشیدی
۷	ü	ü	ü	اسمز مستقیم
۹	ü	ü	ü	گندزدایی خورشیدی
۸	ü	ü	ü	لامپ فرابنفش (UV)
۳	ü	ü	ü	کربن فعال (GAC)
۱	ü	ü	ü	کلرزنی
۳	ü	ü	ü	صافی سرامیکی
۴	ü	ü	ü	نی حیات
۴	ü	ü	ü	نی تصفیه خانواده
۴	ü	ü	ü	خودکار تصفیه آب
۱۰	ü	ü	ü	صافی کوله‌پشتی
۱۰	ü	ü	ü	جعبه آب
۴	ü	ü	ü	بیست لیتری نجات‌بخش

جدول ۳-۱۳. آب قابل تصفیه با قرص NaDCC تولید شرکت آکواتب با غلظت‌های متفاوت در شرایط اضطراری

غلظت کلر (میلی گرم)	میزان آب قابل تصفیه (لیتر)
۸/۵	۱
۳۳	۵
۶۷	۱۰
۱۶۷	۲۰
۸۶۸۰	۱۰۰۰
Aquatab Granules	احجام بالای ۱۰۰۰ لیتر

۳-۴- برآورد جمعیت بازماندگان

در محدوده مورد مطالعه، جمعیت بازمانده براساس تلفات مستقیم ناشی از وجود بافت فرسوده محاسبه می‌شود. جایکا مطالعات تهران را با فرض ۸۰ درصد خرابی ساختمان‌های مسکونی در بافت فرسوده و ۳۰ درصد خرابی در مکان‌های دیگر انجام داده است؛ اما اکثر مراجع میزان تخریب را در بافت فرسوده ۱۰۰ درصد در نظر گرفته‌اند. در روشی دیگر، میزان تلفات انسانی در صورت وقوع زلزله، معادل تعداد نفرات ساکن در بافت فرسوده در نظر گرفته شده است.

روش‌های تحلیلی یکی از مهم‌ترین روش‌ها در برآورد توابع خسارت است و از میان روش‌های تحلیلی مختلف، استفاده از متدولوژی HAZUS یکی از متداول‌ترین و به‌روزترین روش‌هاست. توانایی این روش در برآورد خسارت ساختمانی در چندین کشور زلزله‌خیز مهم همچون تایوان، ترکیه و... به اثبات رسیده است. تابع خسارت ساختمانی تحلیلی به شکل منحنی‌های شکنندگی نرمال لگاریتمی است که احتمال فراگشت از حالت مشخص تخریب یا خسارت سازه را به عامل تقاضا مربوط می‌سازد. این توابع اغلب برحسب پارامتری از اهمیت یا شدت زلزله، مانند بیشینه شتاب سطح زمین بیان می‌شوند؛ اما این روش برای تخمین خسارت و برآورد میزان تلفات به داده‌های جمعیتی دقیق و ساخت‌وساز در محدوده مطالعه نیاز دارد که متأسفانه در دست نیستند. یک روش تخمینی واقع‌گرایانه برای برآورد تعداد بازماندگان زلزله که بر آمار تلفات انسانی زلزله‌های پیشین در کشورهای جهان و ایران مبتنی است و بیان می‌دارد که در بافت فرسوده، به ازای هر ساختمان مسکونی ۱ نفر تلفات انسانی رخ می‌دهد. به‌طور مثال اگر ۲۰۰ ساختمان مسکونی در بافت فرسوده قرار داشته باشد، تلفات زلزله ۲۰۰ نفر در نظر گرفته می‌شود. با توجه به دراختیارنداشتن اطلاعات تعداد ساختمان‌های مسکونی، به منظور تسهیل برآورد، به ازای هر ۴ نفر از جمعیت یک ساختمان و به ازای هر ساختمان یک نفر تلفات در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین تعداد تلفات محدوده بافت فرسوده طبق معادله ۱ و ۲ محاسبه شده و همچنین، جمعیت بازمانده، نتیجه اختلاف تعداد تلفات انسانی از کل جمعیت شهر است.

معادله ۱:

$$\text{تعداد ساختمانها} = \frac{\text{جمعیت کل شهر}}{\epsilon}$$

معادله ۲:

$$\text{تلفات} = \text{درصد بافت فرسوده} \times \text{تعداد ساختمانها}$$

معادله ۳:

$$\text{تلفات} - \text{جمعیت کل شهر} = \text{جمعیت بازمانده}$$

۴-۴- برنامه واکنش در شرایط اضطراری آب برای بازماندگان

به‌واسطه وقوع زمین‌لرزه و بروز سوانح جنبی و پیامدهای آن، افراد محل سکونت خود را ترک کرده و تا زمان رفع خطر به مدت دست‌کم ۷۲ ساعت در مراکز تخلیه امن اضطراری مشخص‌شده توسط شهرداری‌ها مستقر می‌شوند. این مراکز فضاهای باز و سرپوشیده امن و مقاومی هستند که به منظور استقرار افراد محله در زمان وقوع بحران تا ۷۲ ساعت پس از آن پیش‌بینی شده‌اند.

نقشه موقعیت مراکز توزیع آب و آبرسانی در شرایط اضطراری به تفکیک شهرهای مختلف به‌صورت مکانی نسبت

به مراکز اضطراری احتمالی و مسیرهای کلی برداشت آب اضطراری از چاه‌ها، مخزن‌های آب موجود، خطوط لوله آب و موقعیت‌های مخازن آب اضطراری زیرزمینی تهیه می‌شود.

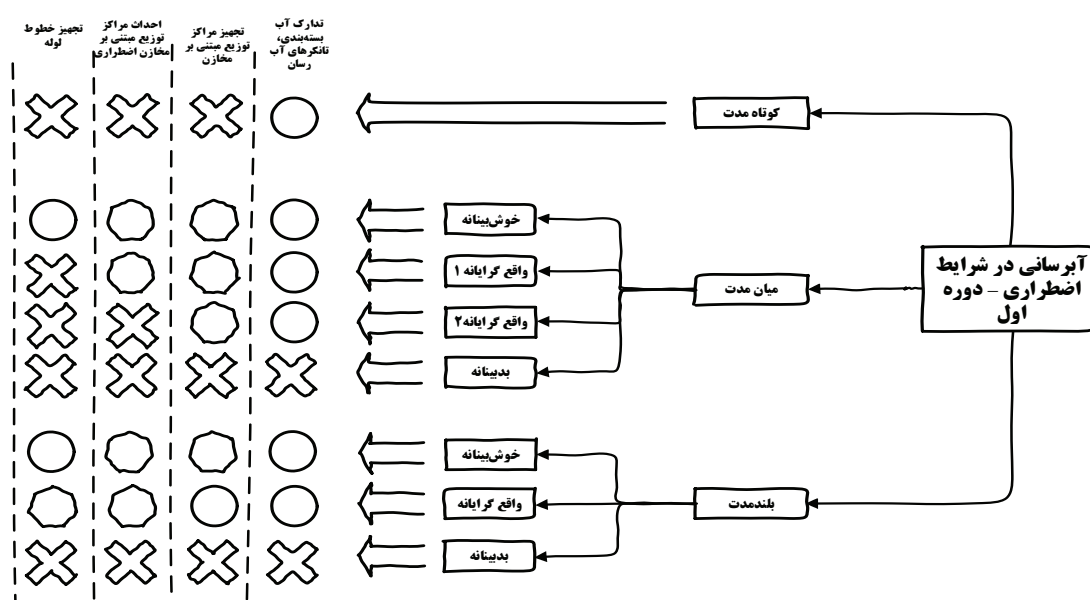
برای تأمین آب در شرایط اضطراری برای بازماندگان زلزله و دیگر سوانح مخرب، بر مبنای امکانات موجود در فضای شهری و امکانات سازمانی، یک برنامه واکنش اضطراری تدوین می‌شود. طرح کلی پیشنهادی برنامه عملیاتی تأمین آب در شرایط اضطراری برای کلان‌شهرها در جدول ۳-۱۴ نشان داده شده است.

جدول ۳-۱۴. طرح کلی برنامه عملیاتی واکنش در شرایط اضطراری آب

طرح کلی برنامه عملیاتی واکنش در شرایط اضطراری آب
هدف
تأمین آب شرب و بهداشتی برای بازماندگان سانحه زلزله در دوره‌های مختلف شرایط اضطراری شامل دوره اول و دوم، در مجموع به مدت ۱۰ روز
متغیرهای برنامه واکنش در شرایط اضطراری
۱- منابع موجود
منابع آب موجود و قابل استفاده به منظور تأمین آب شرب و بهداشتی بازماندگان زلزله عبارت‌اند از: مخازن موجود، مخازن آب اضطراری زیرزمینی، لوله‌های انتقال آب و چاه‌های آب شرب، آب بسته‌بندی
منابع آب موجود و قابل استفاده به منظور تأمین آب مورد نیاز برای مصارف غیرشرب بازماندگان زلزله عبارت‌اند از استخرهای ورزشی، چاه‌های آب آبیاری فضای سبز
۲- کمیت، زمان و کیفیت
کمترین آب مورد نیاز بازماندگان زلزله در ۷۲ ساعت اولیه پس از شرایط اضطراری، ۳ لیتر برای هر نفر در روز و در مجموع معادل ۱۰ لیتر در نظر گرفته شده است.
حداقل آب مورد نیاز بازماندگان زلزله در دوره دوم شرایط اضطراری (۷ روز) ۱۳ لیتر برای هر نفر در روز و در مجموع معادل ۹۰ لیتر در نظر گرفته شده است.
آب قابل تأمین باید از حداقل کیفیت آب قابل شرب برخوردار باشد.
۳- فاصله دسترسی
فاصله دسترسی مردم به آب در دوره اول شرایط اضطراری معادل یک هزار متر در نظر گرفته می‌شود.
فاصله دسترسی مردم به آب در دوره دوم شرایط اضطراری معادل ۵۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود.
ابزار استفاده‌شده
علمک و شیر برداشت آب؛ ظرف برداشت آب ۳ لیتری؛ ایستگاه‌های پمپاژ؛ لوله‌های انعطاف‌پذیر؛ دستگاه تصفیه آب در محل؛ دستگاه بسته‌بندی آب؛ تانکر؛ مخزن آب موقتی فلزی؛ مخزن برداشت آب انعطاف‌پذیر؛ مولد برق اضطراری.
محدودیت‌ها
بیشتر محدودیت‌های موجود در اجرایی کردن برنامه آبرسانی به بازماندگان زلزله مربوط می‌شود به: محدود بودن منابع آب؛ توزیع غیریکنواخت مکانی منابع آب؛ برخوردار نبودن از آموزش بهره‌برداری از سازوکار آبرسانی اضطراری؛ کمبود امکانات و تجهیزات کمبود بودجه

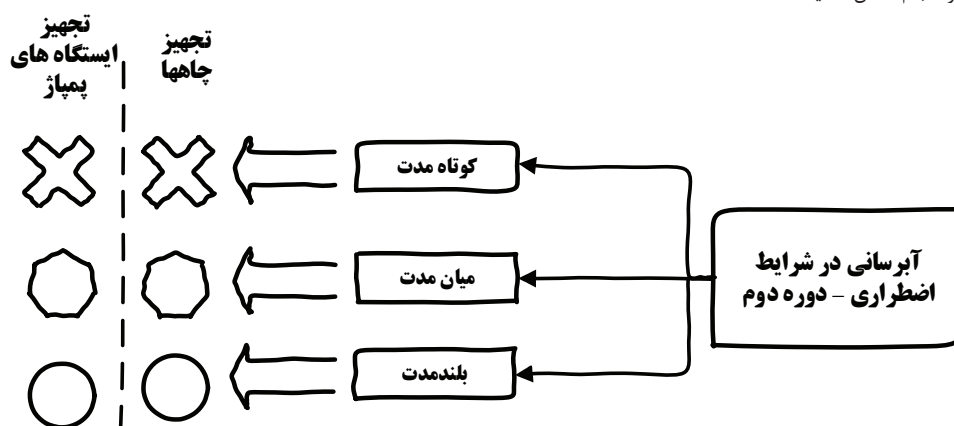
برنامه عملیاتی واکنش در شرایط اضطراری آب برای برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت در یک بازه زمانی بین ۲ تا ۱۰ سال در سطوح مختلف برای استفاده جمعیت بازمانده از زلزله یا سوانح دیگر قابل اجراست. مدت زمان اجرایی کردن این برنامه تا اندازه زیادی به بودجه و اراده مدیران و زمان وقوع زلزله بستگی دارد. برای آب‌رسانی در شرایط اضطراری، سناریوهای مختلف خوش‌بینانه، واقع‌گرایانه و بدبینانه در نظر گرفته می‌شود که نشان‌دهنده زمان وقوع سانحه مخرب مبنا، در تداخل با برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته برای تأمین آب در شرایط اضطراری و میزان پیشرفت تمهیدات زیربنایی در نظر گرفته شده، مطابق با اولویت‌های اجرایی در نظر گرفته شده برای اجرای برنامه واکنش آب در شرایط اضطراری است. لازم به یادآوری است که برنامه واکنش اضطراری آب برای دو دوره اضطراری سه‌روزه و هفت روزه پس از بروز شرایط اضطراری تمرکز دارد.

روش‌های آب‌رسانی و توزیع در شرایط اضطراری با توجه به برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت با روش سناریو محور طبق دیاگرام‌های ارائه شده در شکل ۳-۳ و شکل ۴-۳، در بند بعدی به‌طور مختصر شرح داده می‌شود.



شکل ۳-۳. برنامه‌های مربوط به آب‌رسانی در دوره اول

علامت دایره: انجام فعالیت
علامت ضربدر: انجام نشدن فعالیت



شکل ۴-۳. برنامه‌های مربوط به آب‌رسانی در دوره دوم

۴-۴-۱- بررسی روش‌های توزیع آب بین بازماندگان بحران

برای تصمیم‌گیری و انتخاب روش مناسب به منظور توزیع آب شرب و بهداشتی بین بازماندگان بحران، ضروری است ابتدا مراکز توزیع آب مشخص شوند، تا آب مورد نیاز بازماندگان بحران از طریق این مراکز بین مردم توزیع شود. آب به روش‌های مستقیم و غیرمستقیم به صورت‌های متمرکز و غیرمتمرکز بین مردم توزیع می‌شود. به این ترتیب، باید همه منابع آبی که در فاصله معقولی از سکونتگاه‌ها، موقعیت‌های مناسب برای برپاکردن مراکز و اردوگاه‌های اسکان اضطراری قرار دارند، شناسایی شده و بازدید شوند. سپس با رعایت حریم نسبت به انتخاب منبع و روش توزیع اقدام شود. روش‌های معمول توزیع در شرایط اضطراری به شرح زیر است:

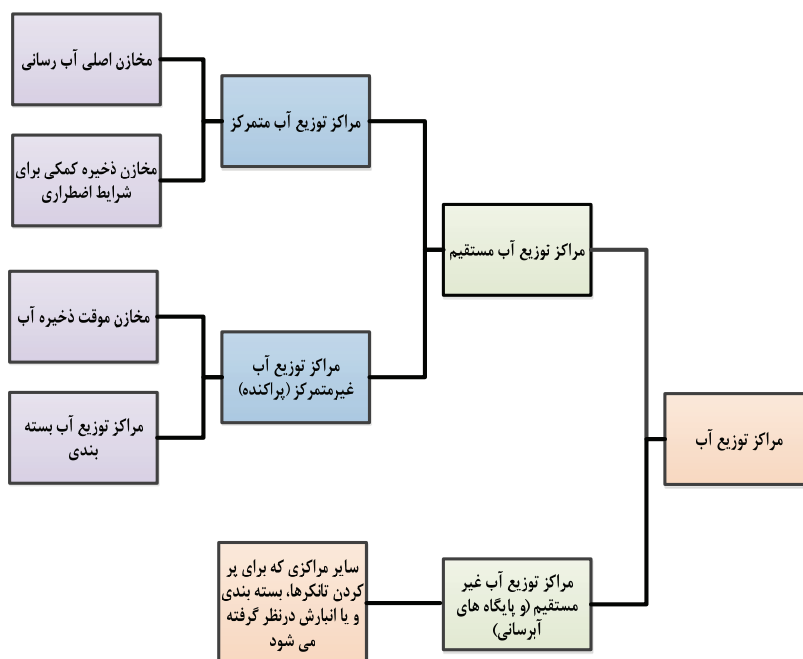
- **روش توزیع متمرکز:** در این روش بازماندگان برای دریافت سهمیه آب خود به یک نقطه از قبل تعیین شده مراجعه می‌کنند.
- **روش توزیع غیر متمرکز:** در این روش توزیع آب از طریق مراکز بیشتر از یک واحد و پراکنده که از قبل محل آن‌ها تعیین شده یا نشده است، صورت می‌گیرد.
- **روش توزیع مستقیم:** توزیع آب به صورت مستقیم و مراجعه به بازماندگان صورت می‌گیرد.
- **روش غیر مستقیم:** توزیع آب میان بازماندگان از طریق نماینده مردم یا داوطلبان و نماینده سازمان‌ها و مؤسسات مرتبط با مردم صورت می‌گیرد.

۴-۴-۲- مراکز توزیع آب در شرایط اضطراری

مراکز توزیع آب در شرایط اضطراری در محدوده‌های شهری، نقاط تحویل آب به شهروندان در شرایط اضطراری محسوب می‌شوند. این نقاط باید پیش از بروز شرایط بحرانی برای مردم شناخته شده باشند. معمولاً مراکز توزیع آب در هم‌جواری مراکز اسکان اضطراری انتخاب می‌شوند. در شرایطی که هم‌جواری آن‌ها وجود ندارد، مکان‌هایی که به عنوان مراکز توزیع آب انتخاب می‌شوند، باید طبق طرح واکنش اضطراری جدول ۳-۱۴ در فاصله یک هزارمتری (برای دوره اول آبرسانی در شرایط اضطراری)، در مجاورت مراکز اسکان جانمایی شوند، تا دسترسی مردم بازمانده، به راحتی امکان‌پذیر باشد.

مراکز توزیع آب در شرایط اضطراری به دو دسته کلی مراکز توزیع آب مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شوند. مراکز توزیع آب مستقیم نیز به دو دسته مراکز توزیع آب متمرکز و مراکز توزیع آب غیرمتمرکز (پراکنده) تقسیم می‌شوند. مراکز توزیع آب متمرکز خود شامل مخازن آب موجود در مناطق مسکونی، مخازن آب اضطراری زیرزمینی، مخازن اضطراری موقت و مراکز توزیع آب بسته‌بندی است. مراکز آب غیرمستقیم (پایگاه‌های آبرسانی) نیز شامل سایر مراکزی هستند که برای پرکردن تانکرها، بسته‌بندی یا انبارکردن در نظر گرفته می‌شوند. استفاده از مخازن کمکی (ثابت یا سیار) در سطح شهر یا شیرهای قرار داده شده روی لوله‌های اصلی، یا لوله‌های انعطاف‌پذیر، دسترسی به آب را ساده‌تر می‌کند. اما همچنان مخازن آب، نقاط اصلی تحویل آب محسوب می‌شوند.

به‌طور کلی روش‌های توزیع آب اضطراری با توجه به دسترسی برای بازماندگان، به دو دسته کلی مراکز توزیع آب مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شوند، که جزئیات بیشتر آن‌ها در شکل ۳-۵ نمایش داده شده است.



شکل ۳-۵. انواع مراکز توزیع آب در شرایط اضطراری

در ادامه، انواع مراکز توزیع به طور مختصر شرح داده می شوند.

۱-۲-۴-۴- مراکز توزیع آب مستقیم و متمرکز

مراکز توزیع آب متمرکز، مراکزی هستند که اغلب در نزدیکی مراکز اسکان اضطراری در نظر گرفته شده اند. در این مراکز، باید تمهیدات آبرسانی اضطراری نظیر فراهم کردن پمپ های دستی و ایجاد سازه هایی برای برداشت و توزیع آب برای بازماندگان پیش بینی شود. معیارهای انتخاب مراکز توزیع آب مستقیم و متمرکز عبارتند از:

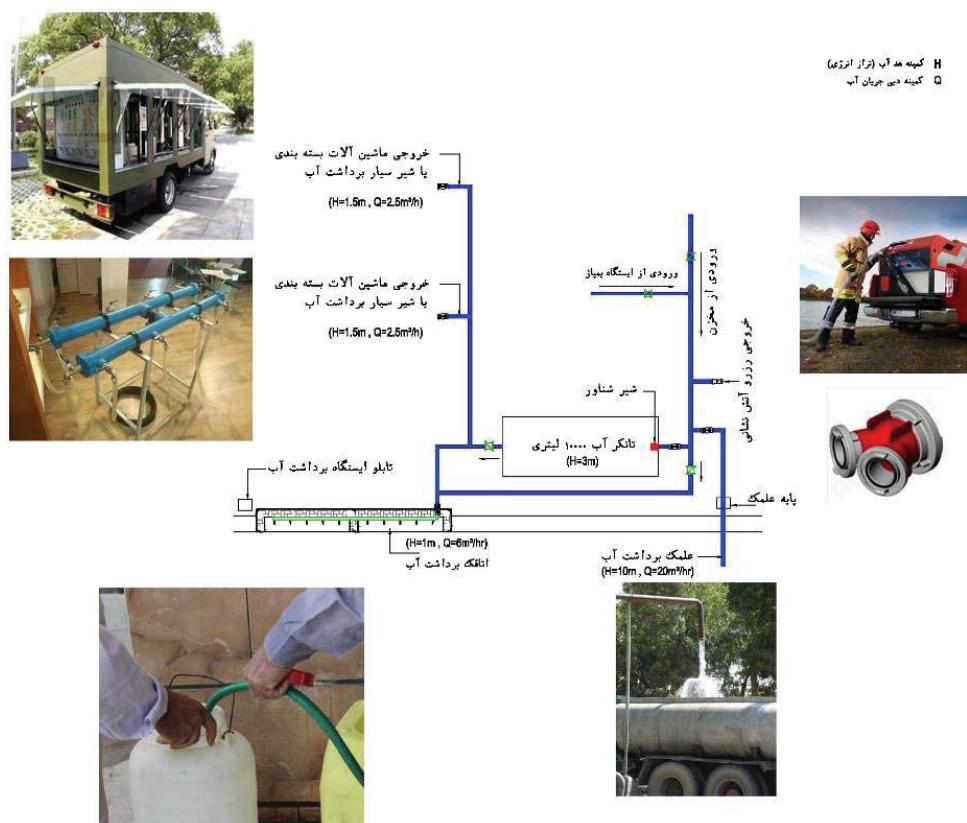
- نزدیکی به مراکز اسکان اضطراری؛
- دسترسی مناسب مردم به آن ها؛ و
- نزدیکی به مخازن آب موجود یا کمکی قابل احداث.
- منابع آبی که در این روش توزیع قابل استفاده هستند، در ادامه به طور مختصر شرح داده می شوند.

الف- مخزن های آب شهری موجود

مخازن آب شهری با فرض برخورداری از ایمنی سازه ای و پوشش دادن دیگر معیارهای انتخاب، نقاط کلیدی توزیع آب محسوب می شوند. آب موجود در مخازن شهر، در صورت مقاوم سازی و تجهیز شدن به تأسیسات حفظ و برداشت، از آغاز دوره اضطراری بحران قابل بهره برداری هستند. تخمین حجم، سهمیه بندی تأمین آب مخزن و کنترل کیفیت، در استفاده از آب این منابع ضروری است.

مناسب ترین روش برای بهره برداری از آب موجود در مخازن در شرایط اضطراری، استفاده از «ایستگاه برداشت آب» است. این ایستگاه به منظور برداشت آب موجود در مخازن و تحویل به ماشین (های) بسته بندی آب، ماشین آتش نشانی، تحویل مستقیم با شیر (های) برداشت آب و تحویل با استفاده از شیرهای سیار پیش بینی شده است.

مجموعه اجزای ایستگاه برداشت آب از اجزایی به شرح شکل ۳-۶ تشکیل شده‌اند. برای بهره‌برداری از آب مخازن در شرایط اضطراری باید در هریک از مخازن آب شهری، یک یا چندین ایستگاه برداشت آب اجرا شود.

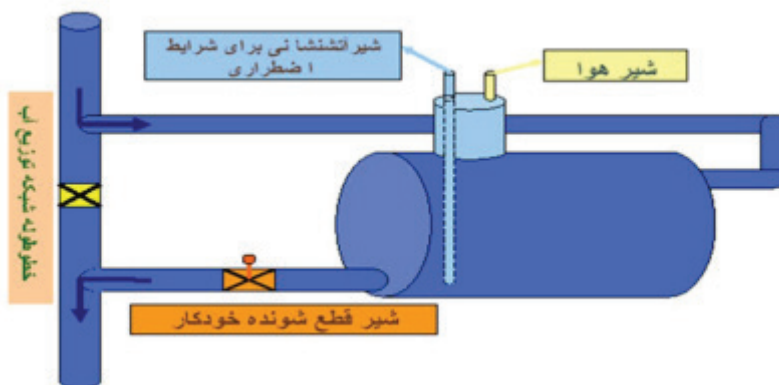


شکل ۳-۶. روش‌های برداشت آب از مخزن ثابت

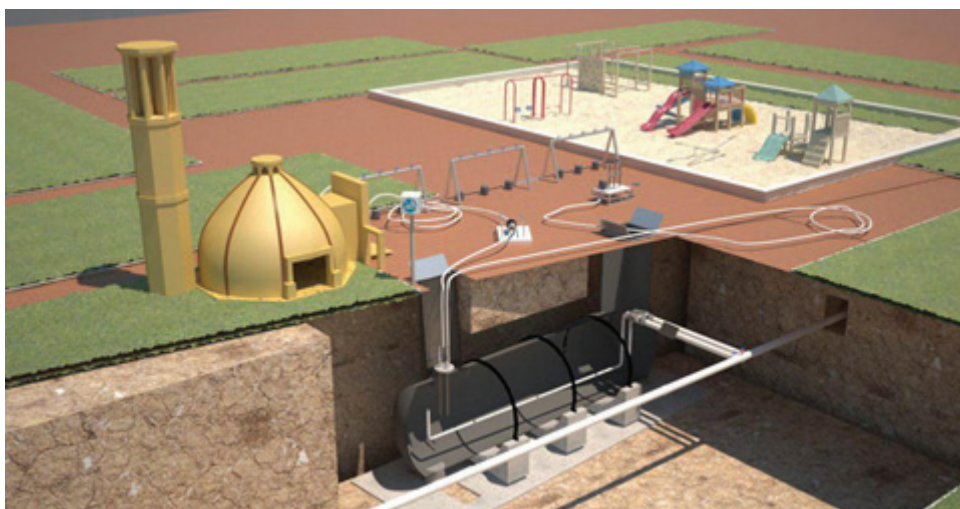
مخازن ذخیره کمکی زیرزمینی برای شرایط اضطراری (مخازن آب در شبکه توزیع)

با در نظر گرفتن مخازن اصلی شهر به عنوان نقاط کلیدی تحویل آب، در بعضی مناطق که فاصله دسترسی به آب برای بعضی شهروندان آسیب دیده زیاد است، پیشنهاد می‌شود که مخازنی در مکان‌های اسکان اضطراری یا نزدیک به آن‌ها احداث شوند. این مخزن‌ها که از لوله‌ای قطور در شاخه‌های ۱۲ متری ساخته شده‌اند، در حالت معمول به شبکه آب‌رسانی متصل هستند و از آن تغذیه می‌کنند. در زمان زلزله، حسگر موجود در روی شیرهای خط ارتباطی بین مخزن و شبکه آب‌رسانی یا فرمان دریافتی از مرکز کنترل، ارتباط بین این مخزن و شبکه را قطع می‌کند و آب ذخیره شده که از حجم قابل ملاحظه‌ای برخوردار است، در شرایط اضطراری قابل استفاده خواهد بود. می‌توان با نصب حسگرهای کیفیت آب از نقاط نصب مخزن، اطلاعات کیفیت آب را به صورت برخط به طور دائمی ثبت و پایش کرد.

(شکل‌های ۳-۷ تا ۳-۹)



شکل ۳-۷. مخازن ذخیره آب و شیرهای خودکار اضطراری مجهز به دستگاه شتاب‌نگار یا تجهیزات



شکل ۳-۸. مدل مفهومی مخازن ذخیره آب و روش بهره‌برداری از آن با شیرهای سیار



شکل ۳-۹. نمونه مخزن کمکی اجرا شده در تهران (سمت راست: مخزن چند داکتیل محله زرگنده، سمت چپ: مخزن فولادی پارک شهر در منطقه ۴ آبفای تهران)

۲-۲-۴-۴- مراکز توزیع آب غیرمتمرکز

چنانچه برای توزیع آب به بازماندگان، نتوان محل ثابتی مانند مراکز توزیع آب مستقیم برپا کرد، آب‌رسانی در شکل‌های دیگری مانند آب بسته‌بندی، تانکر و مخزن‌های انعطاف‌پذیر (برزنتی) یا فلزی در موقعیت‌های مکانی مختلف استفاده می‌شود.

۱. مخازن موقت ذخیره آب

در شرایط اضطراری در مکان‌هایی که امکان ساخت مخازن آب اضطراری زیرزمینی اشاره‌شده، از محدودیت مکانی و مالی برخوردار است، می‌توان از مخازن موقت آب استفاده کرد. این مخازن با توجه به نوع مصالح ساخت به‌صورت مخازن فولادی، چدنی، بتنی، پلی‌اتیلنی، فایبرگلاس، بالشتکی، برزنتی و... هستند.



شکل ۳-۱۰. نمونه مخزن پلی‌اتیلنی ذخیره آب



شکل ۳-۱۱. نمونه مخزن پلی‌اتیلنی مدفون برای ذخیره آب



شکل ۳-۱۲. نمونه‌ای از مخزن بالشتکی ذخیره آب

۲. مراکز توزیع آب بسته‌بندی

استفاده از آب بسته‌بندی شده یکی از راهکارهای مؤثر برای ارائه آب سالم به شهروندان نیازمند آب در شرایط اضطراری است. آب‌رسانی با این روش در ایران در زلزله شهر بم تجربه شده است. باید توجه داشت که آب آشامیدنی بسته‌بندی شده با وجود مزیت اطمینان از سلامت، بسیار پرهزینه است. اما استفاده از آن برای روزهای ابتدایی پس از بحران می‌تواند مناسب‌ترین راهکار باشد.



شکل ۳-۱۳- تصویر دستگاه بسته‌بندی آب

۳-۲-۴- مراکز توزیع آب غیرمستقیم (پایگاه‌های آب‌رسانی)

پایگاه‌های آب‌رسانی (مراکز توزیع آب غیرمستقیم) مراکزی هستند که به منظور ذخیره یا توزیع غیرمستقیم آب، به کار گرفته می‌شوند؛ مانند مخازنی که خارج از شهر هستند، یا امکان دسترسی به آن‌ها، برای جمعیت بازمانده نامناسب است. این مراکز، کمی دورتر از مناطق مسکونی شهرها هستند و امکان مراجعه مستقیم مردم برای دریافت سهمیه آب وجود ندارد و به این خاطر، آب شرب مصرفی مردم از این مراکز بارگیری شده و به دست آن‌ها می‌رسد.

جدا از این مراکز که خود تأمین‌کننده آب هستند، مراکز دیگری از جمله مراکز ستادی شامل اداره‌های آب و فاضلاب محلی، اداره‌های امور آب و سایت چاه‌ها و مخازن وجود دارند که می‌توانند به‌عنوان مراکز انبار کردن تجهیزات و آب بسته‌بندی در شرایط اضطراری ایفای نقش کنند.

۵-۴- شناسایی و معرفی امکانات، تأسیسات و تجهیزات مورد نیاز

فهرست شماری از ابزار و تجهیزات فنی مربوط به ذخیره، تصفیه، بسته‌بندی و توزیع آب مورد نیاز برای شرایط اضطراری در ادامه ارائه شده است.

ذخیره‌سازی و توزیع آب	
مخازن اصلی آب‌رسانی شهری، مخازن ذخیره کمکی برای شرایط اضطراری (مخازن فولادی، مخازن چدنی، مخازن از جنس چدن داکتیل، مخازن بتن مسلح، مخازن پلی‌اتیلنی، مخازن فایبرگلاس، مخازن کیسه‌ای یا بالشتکی).	
دستگاه‌های بسته‌بندی آب	
دستگاه‌های بسته‌بندی مایعات (پرکن تکنازل، ۱۵۰ ظرف یک لیتری در ساعت؛ پرکن دونازل، ۴۰۰ ظرف یک لیتری در ساعت؛ پرکن چهارنازل، ۷۰۰ ظرف یک لیتری در ساعت؛ پرکن شش‌نازل، ۱۰۰۰ ظرف یک لیتری در ساعت؛ پرکن هشت‌نازل، ۱۳۰۰ ظرف یک لیتری در ساعت؛ پرکن ده‌نازل، ۱۵۰۰ ظرف یک لیتری در ساعت).	
تجهیزات نگهداشت آب	
پکیج‌های بسته‌بندی آب، سیفون در محل لوله خروجی، شیر قطع اضطراری خارج از مخزن، قطع اضطراری جریان از داخل مخزن، شیرهای دروازه‌ای (شیر کشویی)، شیر کشویی موازی، شیر کشویی گوه‌ای، شیر کشویی چاقویی.	
تجهیزات برداشت آب	
(۱) پمپ برداشت، (۲) منهول دسترسی، (۳) اتاقک برداشت مجاور منهول، (۴) اتاق‌های تحویل آب در دیوار محوطه، (۵) مخزن تعادل ۱۰۰۰۰ لیتری، (۶) لوله‌های پلی‌اتیلن رابط، (۷) شیرها و اتصالات، (۸) علمک برداشت آب توسط تانکر، (۹) دیزل ژنراتور، (۱۰) مخزن سوخت (۱۱) کابل‌های برق، (۱۲) روشنایی‌ها و (۱۳) تابلوهای برق.	
تجهیزات و ادوات جانبی شیر قطع اضطراری	
حسگر، حسگر شتاب (شتاب‌نگار)، حسگر سرعت جریان خروجی	
تجهیزات تصفیه آب	
تجهیزات پاستوریزه کردن خورشیدی	اجاق‌های خورشیدی
تصفیه آب کتری خورشیدی	بسته‌های اسمز مستقیم برای تصفیه آب
تجهیزات اسمز مستقیم	سامانه گندزدایی آب با نور خورشید (SODIS)
گندزدایی خورشیدی	استری پن
لامپ‌های فرابنفش (UV)	صافی‌های GAC آغشته به نقره
روش صافی کربن فعال آغشته به نقره	هیپوکلریناتور برای گندزدایی آب با کلر
کلرزی	قرص NaDCC تولید شرکت آکواتب
قرص کلر	صافی سرامیکی صفحه‌ای
واحدهای تصفیه پکیج	صافی سرامیکی گلدانی
صافی سرامیکی شمعی	نی تصفیه آب فردی
ابزار فردی	خودکار تصفیه آب
نی تصفیه خانواده	صافی کوله‌پشتی
واحدهای تصفیه تحت فشار	بیست لیتری نجات‌بخش
جعبه آب	دستگاه چشمه خورشیدی
واحدهای تصفیه محلی	دستگاه اسکای‌هایدرنت
دستگاه تصفیه آب پرفکتور-ای	دستگاه GBI 3000
دستگاه Aspen 2000DM	

۵- ارائه الگوی عملی برای تأمین آب شهروندان در شرایط اضطراری

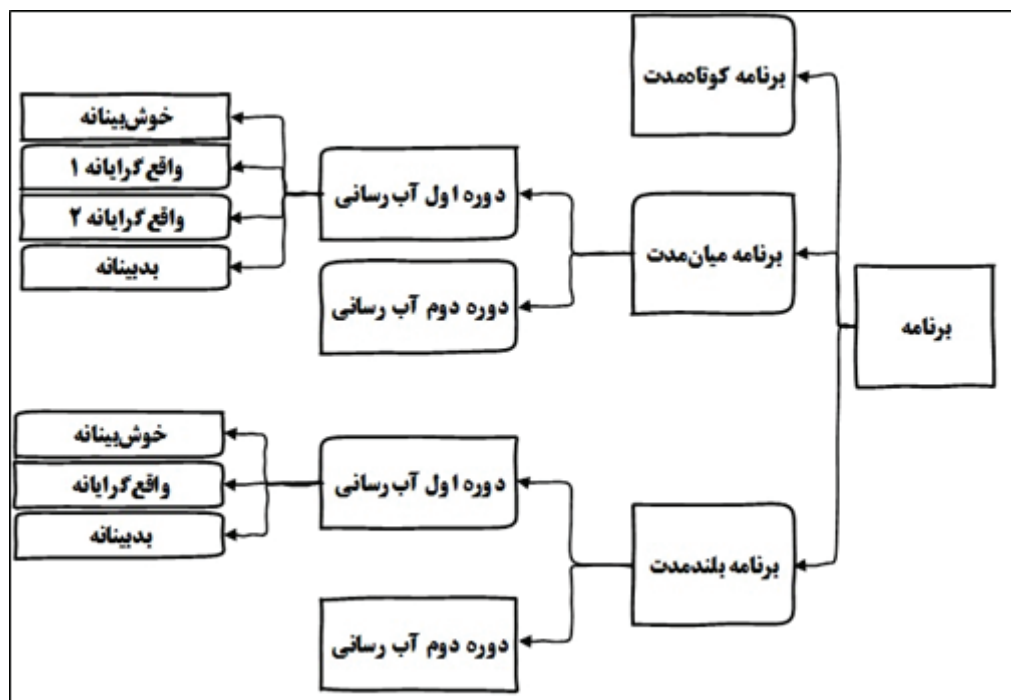
به منظور ارائه الگوی عملی تأمین آب مورد نیاز شهروندان در شرایط اضطراری، ملزومات مورد نیاز برای ارائه:

- مراحل و جدول زمانی رفع نیازهای آبی بازماندگان بحران؛
 - سناریوهای تأمین آب در شرایط اضطراری برای دوره‌های مختلف اضطراری و روش‌های عملی برگزیده؛
 - الگوی مکانی توزیع آب با استفاده از منابع در دسترس و قابل تهیه؛
 - الگوی کمی و کیفی تأمین آب در شرایط اضطراری.
 - تأسیسات، ابزار، تجهیزات و امکانات مؤثر و کارآمد مورد نیاز برای تأمین آب در شرایط اضطراری؛
 - الگوی اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی.
 - آب‌رسانی در شرایط اضطراری
- برنامه‌ریزی برای آب‌رسانی در دوره‌های پس از وقوع شرایط اضطراری به نام دوره‌های یکم تا سوم شرایط اضطراری، مطابق با مشخصات جدول ۵-۱ انجام می‌شود.

جدول ۵-۱. جدول تأمین آب در شرایط اضطراری در دوره‌های مختلف زمانی

مراحل آب‌رسانی اضطراری	هدف اساسی	استراتژی	مورد مصرف آب	زمان اجرا (روز)	سرانه (لیتر به ازای هر نفر در روز)	حجم آب مورد نیاز (لیتر برای هر نفر)	حداکثر فاصله دسترسی به آب (متر)
مرحله اول	حفظ حیات شهروندان	تأمین پایه آب‌رسانی اضطراری	آشامیدن	۳ (۷۲ ساعت اولیه)	۳	۱۰	۱۰۰۰
مرحله دوم	تداوم زندگی	آب‌رسانی اضطراری بدون شبکه	آشامیدن، بهداشتی، وضو، شستن دست و صورت	۷ (در مجموع ۱۰ روز اول پس از حادثه)	۱۳	۹۰	۵۰۰
مرحله سوم	بازگشت به زندگی روزمره	بازیابی سریع شبکه و تأسیسات آب‌رسانی	آشامیدن، بهداشتی، وضو، شستن دست و صورت، شست‌وشوی لباس، پخت‌وپز، استحمام عمومی	۲۰ (در مجموع یک ماه)	۱۵۰	۳۰۰۰	۲۵۰

در جدول ۵-۱، مدت زمان هر دوره، حجم آب مورد نیاز و فاصله بازماندگان تا محل دریافت آب آمده است. همچنین تصویر کلی برنامه تأمین آب در شرایط اضطراری پس از وقوع سوانح مخرب طی سه برنامه کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت در درختواره شکل ۵-۱ نمایش داده شده است.



شکل ۵-۱- آرایش برنامه‌های آب‌رسانی در دوره‌های مختلف شرایط اضطراری

در ادامه جزئیات برنامه‌های یادشده با جزئیات بیشتر به‌طور مختصر بیان می‌شود.

۱-۱-۵- آب‌رسانی در دوره اول و دوم شرایط اضطراری - برنامه کوتاه‌مدت

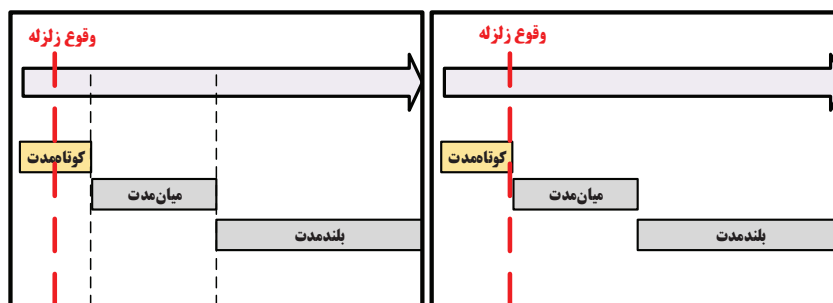
یکی از برنامه‌های عملیاتی پیش رو برای اجرای برنامه واکنش اضطراری آب، برنامه کوتاه‌مدت در بازه زمانی ۱ تا ۲ سال (کوتاه‌مدت) است. شرایط موجود در این بازه زمانی به این صورت فرض می‌شود که هنوز تمهیدات و سازوکار بهره‌برداری از تأسیسات آبی موجود و قابل پیش‌بینی برای اجرا، به مرحله اجرا نرسیده‌اند. مهم‌ترین این سازوکارها عبارت‌اند از برنامه‌ریزی برای تجهیز مخزن‌های آب موجود به تجهیزات نگهداشت و برداشت آب، مقاوم‌سازی و بهسازی لرزه‌ای آن‌ها، احداث مخزن‌های اضطراری در شبکه توزیع، برنامه‌ریزی و اجرای آموزش، مانور و ایجاد آمادگی برای پاسخ‌گویی به شرایط اضطراری. در چنین شرایطی، وقوع زلزله مخرب مساوی است با رخداد بدترین حالت در واکنش به شرایط نبود آب برای شرکت آب‌وفاضلاب و دیگر ذی‌نفعان آب؛ بنابراین بدترین سناریوی قابل تصور^۱ در زمینه تأمین آب در شرایط اضطراری زمانی رخ می‌دهد که در ابتدای شروع برنامه‌های تأمین آب در شرایط اضطراری قرار داریم. سناریوهای متصور برای وقوع زلزله در دوره زمانی کوتاه‌مدت در شکل ۵-۲ نشان داده شده است.

1. Worst Case scenario



شکل ۵-۲. فعالیت‌های اصلی برنامه عملیاتی کوتاه‌مدت

وقوع زلزله مخرب می‌تواند در زمانی رخ دهد که طبق محور زمان، در میانه راه یا پایان انجام برنامه کوتاه‌مدت قرار داشته باشیم. براساس فعالیت‌های نشان داده‌شده در شکل ۵-۲، فعالیت‌های قابل انجام در دوره کوتاه‌مدت، خود می‌توانند طی دو سناریوی کلی اجرایی شوند که مطابق با قالب‌های کاری ادامه نشان داده شده‌اند. شکل ۵-۳ حالت‌های وقوع زلزله در برنامه کوتاه‌مدت را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۳. حالت‌های وقوع زلزله در برنامه کوتاه‌مدت

جزئیات بیشتر از سناریوهای عملیاتی آبرسانی در شرایط اضطراری طی اجرایی شدن برنامه کوتاه‌مدت در جدول ۵-۲ ارائه شده است.

جدول ۵-۲. سناریوهای آبرسانی در شرایط اضطراری طی اجرای برنامه کوتاه مدت آبرسانی در شرایط اضطراری

سناریوی یکم	
شرح موضوع	زلزله مخرب در زمانی روی می‌دهد که هنوز برنامه کوتاه‌مدت تأمین آب در شرایط اضطراری به اتمام نرسیده است. در این صورت تنها برنامه‌های عملیاتی تدوین شده‌اند و بخشی از آموزش‌های اولیه به کارکنان ستادی شرکت آب و فاضلاب منتقل شده است. در این شرایط، وضعیت تأمین آب با مشکل جدی روبه‌روست و آمادگی کمی برای تأمین آن وجود دارد.
وضعیت قابل تصور	در این شرایط، استفاده از منابع آب شناخته‌شده موجود در شهر شامل مخزن‌ها و چاه‌ها، در عمل غیرممکن است و نیاز برای استفاده از دیگر پتانسیل‌های دیگر و عموماً خارج از شهرهای مطالعه افزایش می‌یابد.
مکان توزیع آب	مکان‌های توزیع آب با توجه به اینکه در مطالعات صورت‌گرفته گذشته در هر شهر به‌صورت مجزا تعیین شده‌اند، برای مدیران و کارکنان شرکت‌های آب و فاضلاب مشخص است و توزیع آب نیز از همان موقعیت‌ها صورت خواهد گرفت.
منابع آب قابل برداشت	آب مورد نیاز مردم شهر در این حالت عموماً از آب بسته‌بندی (بطری) که از استان‌های معین و مناطق هم‌جوار به سمت محدوده مطالعه‌شده روان می‌شوند.
برآورد مقدار آب	حجم آب مورد نیاز برای بازماندگان سانحه مطابق با جمعیت بازماندگان سانحه ویرانگر برای موقعیت‌های مختلف (محلات) معادل با آب بسته‌بندی و حجم آب تانکری مورد نیاز برآورد می‌شود.
ابزار مورد استفاده	ظرف برداشت آب
سناریوی دوم	
شرح موضوع	زلزله مخرب در زمانی روی می‌دهد که برنامه کوتاه‌مدت تأمین آب در شرایط اضطراری به اتمام رسیده یا نتایج حاصل از اجرای آن قابل بهره‌برداری است. در این صورت، تنها برنامه‌های عملیاتی تدوین شده‌اند و آموزش‌های اولیه به کارکنان ستادی شرکت آب و فاضلاب و دیگر دستگاه‌های ذی‌نفع منتقل شده است. چنانچه مخزن‌های در این شرایط، وضعیت تأمین آب با مشکل جدی روبه‌روست و آمادگی کمی برای تأمین آن وجود دارد.
وضعیت قابل تصور	در این شرایط، استفاده از منابع آب شناخته‌شده موجود در شهر شامل مخزن‌ها و چاه‌ها عملاً غیرممکن است و نیاز به استفاده از پتانسیل‌های دیگر و عموماً خارج از شهرهای مطالعه افزایش می‌یابد.
مکان توزیع آب	مکان‌های توزیع آب با توجه به اینکه در مطالعات صورت‌گرفته گذشته در هر شهر به‌صورت مجزا تعیین شده‌اند، برای مدیران و کارکنان شرکت آب و فاضلاب مشخص است و توزیع آب نیز از همان موقعیت‌ها صورت خواهد گرفت.
منابع آب قابل برداشت	آب مورد نیاز مردم شهر در این حالت عموماً از آب بسته‌بندی (بطری) و آب تانکری که از استان‌های معین و مناطق هم‌جوار به سمت محدوده مورد مطالعه روان می‌شوند، تأمین می‌شود.
برآورد مقدار آب	حجم آب مورد نیاز برای بازماندگان سانحه مطابق با جمعیت بازماندگان سانحه ویرانگر برای موقعیت‌های مختلف (محلات) معادل با آب بسته‌بندی و حجم آب تانکری مورد نیاز برآورد می‌شود.
ابزار مورد استفاده	ظرف برداشت آب، شیر و عملکرد، مخزن‌های انعطاف‌پذیر برزنتی، فلزی، پلی‌اتیلن و غیره

۲-۱-۵- آبرسانی در دوره اول و دوم شرایط اضطراری - برنامه میان مدت

برنامه میان مدت برای مدت زمان ۲ تا ۵ سال از زمان شروع هر پروژه G تأمین آب در شرایط اضطراری در نظر گرفته می‌شود. تا انتهای این دوره لازم است اقداماتی به شرح زیر انجام شده و به بهره‌برداری برسد:

- اقدامات غیر سازه‌ای ازپیش تعیین شده برای برنامه کوتاه مدت؛
- مقاوم سازی و بهسازی لرزه‌ای مخازن موجود با اولویت بهره‌برداری زیاد؛
- نصب تجهیزات نگهداشت آب در مخازن با اولویت بهره‌برداری زیاد؛
- تجهیز و آماده سازی مراکز توزیع مستقیم اولویت بندی شده؛
- ساخت مخازن آب اضطراری زیرزمینی (مخازن آب اضطراری در شبکه توزیع) با اولویت احداث زیاد؛

- فراهم نمودن امکان برداشت آب از خطوط لوله انتقال با اولویت زیاد؛
 - مقاوم سازی و تجهیز چاه های با اولویت بهره برداری زیاد؛ و
 - انبار کردن خطوط لوله انعطاف پذیر برای لوله کشی در شرایط اضطراری بین چاه ها و مخازن تجهیز شده.
- با توجه به طول زمان برنامه میان مدت، نیاز آبی مربوط به مرکزهای توزیع آب در موقعیت های شهری براساس جمعیت بازمانده در سال های افق کوتاه و بلند شامل ۲، ۵ و ۱۰ سال بعد قابل برآورد است.

آبرسانی در دوره های شرایط اضطراری

- در دوره اول شرایط اضطراری که شامل ۳ روز اول پس از وقوع شرایط اضطراری تأمین آب به میزان ۳ لیتر در شبانه روز و معادل ۱۰ لیتر در ۳ روز برای هر نفر، با فاصله دسترسی ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است. در صورت وقوع سانحه مخربی همچون زلزله در انتهای برنامه میان مدت، مراکز توزیع مبتنی بر مخزن های کمکی، مراکز توزیع مبتنی بر مخزن های موجود آب شهری، مراکز توزیع غیرمستقیم دارای مخزن و مجموعه کیلومتر از لوله انتقال آب که باید برای آبرسانی در دوره اول شرایط اضطراری تجهیز شوند، در برنامه ریزی ها وارد می شود.
 - دوره دوم که شامل روزهای چهارم تا دهم شرایط اضطراری است، تأمین آب به میزان ۱۳ لیتر در شبانه روز و معادل ۹۰ لیتر در هفت روز برای هر نفر در نظر گرفته می شود؛ همچنین فاصله دسترسی مردم به آب در دوره دوم شرایط اضطراری معادل ۵۰۰ متر در نظر گرفته می شود. در این دوره زمانی که آب موجود در مخازن موجود در شهر کاهش می یابد، شارژ دوباره مخازن با استفاده از چاه های نزدیک به مخازن توسط خط لوله یا تانکر سیار صورت می گیرد. در صورت وقوع زلزله در انتهای برنامه میان مدت، علاوه بر مخزن ها، چاه ها هم برای آبرسانی در دوره دوم شرایط اضطراری مورد بهره برداری قرار می گیرند.
- برنامه میان مدت براساس اجراشدن تمهیدات پیش بینی شده در قالب ۴ سناریو در نظر گرفته شده است. سناریوهای در نظر گرفته شده بر پایه وقوع زلزله مخرب و در زمان جاری از تاریخ اجرای برنامه تا افق ۱۰ ساله به گونه ای طراحی می شوند که با اجرای زیر برنامه های میان مدت در تقارن باشند. به بیان دیگر، وضعیت اجرایی فعالیت های برنامه میان مدت در زمان وقوع زلزله مخرب، تعیین کننده سناریوی برنامه واکنش اضطراری است. بر این اساس، سناریوهای آبرسانی در شرایط مختلف در جدول ۵-۳ نمایش داده شده اند.

جدول ۵-۳. تمهیدات اجرا شده در انطباق با سناریوهای برنامه میان مدت آبرسانی در شرایط اضطراری

ردیف	منابع موجود آب شرب برای شرایط اضطراری	سناریوی خوش بینانه	سناریوی واقع گرایانه ۱	سناریوی واقع گرایانه ۲	سناریوی بدبینانه
دوره اول آبرسانی اضطراری	۱	مخازن موجود	مخازن با اولویت بهره‌برداری زیاد تجهیز شده‌اند	مخازن با اولویت بهره‌برداری زیاد تجهیز شده‌اند	-
	۲	مخازن آب زیرزمینی (کمکی)	مراکز توزیع مبتنی بر مخزن اضطراری با اولویت احداث زیاد (متوسط در بعضی شهرها) احداث شده‌اند	-	-
	۳	استفاده از آب بسته‌بندی، تانکر آبرسانی	سایر مراکز توزیع مستقیمی که برنامه‌ای برای تجهیز مخزن موجود یا احداث مخزن آب اضطراری زیرزمینی ندارند و مراکز توزیع غیرمتمرکز برای تحقق این فعالیت آماده شده‌اند	سایر مراکز توزیع مستقیمی که برنامه‌ای برای تجهیز مخزن موجود ندارند، برای این منظور در نظر گرفته شده‌اند.	در تمام مراکز توزیع مستقیم تدارک دیده شده است
دوره دوم آبرسانی اضطراری	۴	برداشت از لوله‌های خطوط انتقال	خطوط لوله انتقال با اولویت تجهیز زیاد تجهیز شده‌اند	-	-
	۵	چاه‌ها	چاه‌ها با کیفیت و اولویت بالای بهره‌برداری تجهیز شده‌اند	چاه‌ها با کیفیت آب و اولویت بالای بهره‌برداری تجهیز شده‌اند	-
	۶	ایستگاه‌های پمپاژ	ایستگاه‌های پمپاژ در صورتی که خطوط لوله و مخزن پایین دست تجهیز شده و پس از وقوع زلزله سالم مانده باشند، راه‌اندازی شده‌اند	-	-
	۷	خطوط لوله انتقال انعطاف‌پذیر در شرایط اضطراری	لوله‌کشی بین مخازن و چاه‌های تجهیز شده در شرایط اضطراری انجام شده است	-	-

۱-۲-۵- آبرسانی در دوره اول شرایط اضطراری - برنامه میان مدت

نکات تکمیلی آبرسانی در برنامه میان مدت برای دوره اول آبرسانی اضطراری در ادامه شرح داده شده است:

- برای آن دسته از مخازن موجودی که تا انتهای دوره میان مدت تجهیز می‌شوند، فرض شده است که در شرایط اضطراری، از کمترین مقدار آب که یک سوم حجم نامی آن‌هاست برخوردارند. در صورت در اختیار داشتن داده‌های تراز آب درازمدت در مخازن آب، می‌توان برآورد دقیق‌تری از میزان آب باقی‌مانده در مخزن

آب در زمان‌های شرایط اضطراری در دست داشت.

● مخازن آب اضطراری زیرزمینی که از واحد حجم‌های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ مترمکعب و در صورت ترکیب آن‌ها از حجم بالاتری برخوردار هستند، به‌صورتی طراحی می‌شوند که از ترکیب چند لوله با قطر زیاد به‌صورت جداگانه و موازی، یا به‌صورت مجزا احداث شده و بهره‌برداری شوند. با توجه به منابع محدود در اختیار شرکت‌های آب و فاضلاب و لزوم توزیع عادلانه این امکانات در شهرها، در دوره نخست برنامه اجرایی، ابتدا یک دستگاه مخزن آب اضطراری زیرزمینی (یک خط لوله با حجم تقریبی ۱۰۰ مترمکعب) برای آن دسته از مراکز توزیعی که در میان‌مدت پیشنهاد می‌شود، ساخته می‌شود.

● در مراکز توزیع مستقیم مبتنی بر مخزن آب اضطراری زیرزمینی که مخزن آن‌ها احداث نشده و مراکز توزیع مستقیم مبتنی بر مخزن که تجهیز نشده‌اند، از دیگر شیوه‌های توزیع آب نظیر توزیع آب بسته‌بندی، تانکرهای آب‌رسان و مخازن موقت برای توزیع آب مستقیم به بازماندگان استفاده می‌شود. حجم آب مورد نیاز هر مرکز توزیع با توجه به جمعیت باقی‌مانده ساکن در محدوده مسکونی واقع در شعاع یک هزار متری آن برای سال‌های افق قابل برآورد است. می‌توان با توجه به حجم آب مورد نیاز و امکانات در اختیار شرکت‌های آب و فاضلاب، یکی از این شیوه‌های آب‌رسانی، یا ترکیبی از آن‌ها را فراهم کرد. روش‌های توزیع استفاده‌شده برای آب‌رسانی به شرح موارد ادامه است:

۱. استفاده از آب بسته‌بندی در محل و آب بطری؛

۲. استفاده از آب تانکرهای آب‌رسان؛ و

۳. استفاده از مخازن موقت آب به‌صورت انعطاف‌پذیر و صلب.

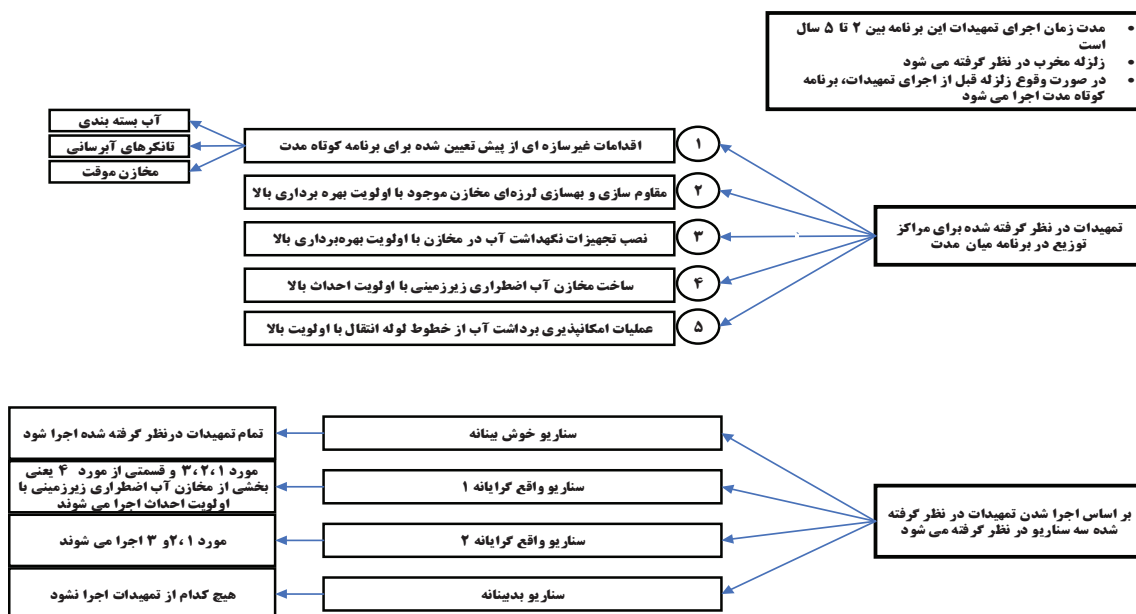
● محاسبات آب بسته‌بندی با در نظر گرفتن حجم هر بطری ۱ لیتر و تعداد تانکر با در نظر گرفتن حجم هر تانکر ۱۰ مترمکعبی می‌شود. مخازن موقت نیز در حجم‌های گوناگون (از ۱۰ تا ۲۰۰ مترمکعب) و جنس‌های مختلف (پلی‌اتیلنی، بالشتکی و...) در بازار قابل تهیه هستند. با توجه به این موضوع، انتخاب حجم و جنس مخزن، به شرایط بازار و انتخاب مستقیم کارفرما بستگی دارد.

در صورتی که در شرایط اضطراری ناشی از وقوع زلزله، مخزن منتسب به یک مرکز توزیع آب سالم مانده و شیرهای خروجی آن توسط اپراتور بسته شود، با اندیشیدن تمهیدات برداشت آب می‌توان از آب آن مخزن بهره برد.

● در صورتی که در سه روز اول بعد از بحران، خطوط لوله انتقال با اولویت زیاد برای بهره‌برداری در شرایط اضطراری به تمهیدات برداشت آب تجهیز شده باشند، آب موجود در این لوله‌ها قابل استحصال است. به منظور اطمینان، آب قابل بهره‌برداری حدود نصف ظرفیت آب لوله‌ها در این دوره در نظر گرفته می‌شود. درخور یادآوری است که در دوره میان‌مدت، حجم آب قابل بهره‌برداری از لوله‌های با قطرهای زیاد، به‌عنوان یک گزینه کمی و رزرو در نظر گرفته شده است.

در شکل ۴-۵ سیمای کلی برنامه میان‌مدت آب‌رسانی برای دوره اول شرایط اضطراری برای آب‌رسانی اضطراری نمایش داده شده است.

برنامه میان مدت دوره اول آبرسانی اضطراری



شکل ۵-۴. سیمای کلی برنامه میان مدت دوره اول آبرسانی اضطراری

۲-۱-۵- سناریوی خوش بینانه آبرسانی در دوره اول آبرسانی اضطراری - برنامه میان مدت

در سناریوی خوش بینانه از برنامه میان مدت برای آبرسانی در دوره اول شرایط اضطراری، وضعیت برخورداری از تمهیدات برنامه ریزی شده به گونه ای است که:

- مخازن آب اضطراری زیرزمینی که اولویت احداث زیاد دارند، بهره برداری می شوند؛
- مخازن با اولویت بهره برداری زیاد نیز به تمهیدات نگهداشت و برداشت آب مجهز شده اند؛ و
- قسمتی از خطوط لوله انتقال آب برخوردار از اولویت بهره برداری زیاد نیز برای برداشت آب در شرایط اضطراری مجهز شده است.

در این حالت، موارد اجرایی به شرح زیر اتفاق می افتد:

در مراکز توزیع مستقیم مبتنی بر مخزن که مخزن آن ها تجهیز نشده است، برای تأمین و توزیع آب مورد نیاز از مخازن موقت، تانکهای آبرسان و آب بسته بندی استفاده می شود.

در مراکز توزیع مستقیم مبتنی بر مخزن اضطراری در شبکه توزیع که مخزن آن ها احداث نشده است نیز برای توزیع آب مستقیم در میان بازماندگان، از شیوه های آب بسته بندی و تانکهای آبرسان استفاده می شود.

علاوه بر موارد بالا، خطوط انتقال آب با اولویت زیاد را نیز می توان برای برداشت آب در شرایط اضطراری پس از زلزله انتخاب کرد و به عنوان گزینه کمکی و رزرو برای آبرسانی در شرایط اضطراری در دوره میان مدت در نظر گرفت. در صورتی که در سه روز اول بعد از بحران، آب موجود در این لوله ها قابل استحصال باشد، با لحاظ کردن ضریب اطمینان ۵۰ درصد، دست کم حدود نیمی از ظرفیت آب لوله ها در این دوره قابل بهره برداری است. به این منظور، باید

لوله‌های دارای اولویت، به تمهیدات نگهداشت و برداشت آب تجهیز شوند.

۳-۲-۱-۵- سناریوی واقع‌گرایانه یکم آب‌رسانی اضطراری در دوره اول - برنامه میان‌مدت

همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، در سناریوی واقع‌گرایانه تعدادی از مخزن‌های آب اضطراری در شبکه توزیع که اولویت زیادی دارند، احداث شده‌اند؛ مخازن با اولویت بهره‌برداری زیاد برای برخورداری از تمهیدات لازم برای نگهداشت و برداشت آب تجهیز شده‌اند. در سایر مراکز توزیع مستقیم مبتنی بر مخزن اضطراری که مخزنی احداث نشده است، از شیوه‌های آب‌رسانی به‌وسیله تدارک مخزن موقت، تانکر و آب بسته‌بندی استفاده می‌شود.

۴-۲-۱-۵- سناریوی واقع‌گرایانه دوم آب‌رسانی اضطراری در دوره اول - برنامه میان‌مدت

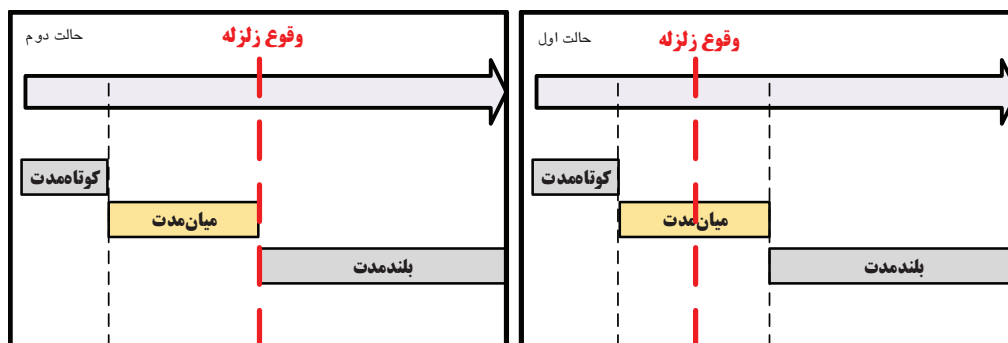
در سناریوی واقع‌گرایانه فرض می‌شود، درصدی از برخی مخزن‌های آب اضطراری در شبکه توزیع احداث شده باشند و مخازن با اولویت بهره‌برداری زیاد برای برخورداری از تمهیدات لازم برای نگهداشت و برداشت آب تجهیز شده باشند.

۵-۲-۱-۵- سناریوی بدبینانه آب‌رسانی اضطراری در دوره اول - برنامه میان‌مدت

در این سناریو به دلیل وقوع شرایط غیرمترقبه و غیرقابل پیش‌بینی، هیچ‌کدام از تمهیدات طراحی و پیش‌بینی شده از قبل، در زمان وقوع شرایط اضطراری قابل به‌کارگیری نیستند. در این شرایط برای آب‌رسانی در شرایط اضطراری، به امکانات و یاری مناطق مجاور و استان‌های معین نیاز فراوانی وجود دارد. در این حالت، تمام مراکز توزیع مبتنی بر مخزن آب اضطراری در شبکه، ساختمان‌های ستادی آب و فاضلاب، محوطه مخزن‌های موجود و غیره، همانند دوره کوتاه‌مدت به‌عنوان ایستگاه‌های توزیع آب از طریق تدارک آب بسته‌بندی، تانکرهای آب‌رسانی یا مخازن موقت، اقدام به آب‌رسانی اضطراری می‌کنند. اقدامات این سناریو مطابق برنامه در نظر گرفته‌شده برای دوره کوتاه‌مدت صورت می‌پذیرد. مکان‌های توزیع مستقیم آب و حجم مورد نیاز در سناریوی بدبینانه براساس برآورد جمعیت باقی‌مانده قابل محاسبه هستند.

۶-۲-۱-۵- آب‌رسانی در دوره دوم شرایط اضطراری - برنامه میان‌مدت

در دوره دوم شرایط اضطراری تأمین آب به میزان ۱۳ لیتر در شبانه‌روز و معادل ۹۰ لیتر در هفت روز برای هر نفر در نظر گرفته می‌شود؛ همچنین فاصله دسترسی مردم به آب در دوره دوم شرایط اضطراری معادل ۵۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود. جدول ۵-۵ سیمای کلی برنامه میان‌مدت دوره دوم آب‌رسانی را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۶. حالت‌های وقوع زلزله در برنامه میان مدت

در حالت اول، وقوع زلزله قبل از مقاوم سازی و بهسازی لرزه‌ای موجب آسیب دیدگی مخازن می‌شود. در این حالت، برداشت آب از چاه‌ها با تعبیه شیرهای برداشت مستقیم آب روی آن‌ها صورت می‌پذیرد. توزیع مستقیم آب برداشت شده با روش‌های متفاوتی انجام می‌پذیرد، از جمله:

- توزیع مستقیم در محل چاه؛
- انتقال به مراکز توزیع مستقیم توسط تانکرهای آب‌رسانی؛ و
- ذخیره آب استحصالی از چاه در بطری‌های بسته‌بندی و سپس توزیع آن.

در حالت دوم که مخازن آب پس از وقوع زلزله سالم می‌مانند، خطوط لوله جمع‌آوری آب چاه‌ها و انتقال به مخازن آب در اولویت ترمیم و تعمیر قرار دارند که آب از طریق آن‌ها به مخزن‌ها منتقل می‌شود.

۲-۵- آب‌رسانی در دوره اول و دوم شرایط اضطراری- برنامه بلندمدت

در برنامه بلندمدت آب‌رسانی در شرایط اضطراری، دوره زمانی ۷ تا ۱۰ ساله از زمان شروع یک پروژه تأمین آب در شرایط اضطراری به منظور اجرای تمهیدات و سازوکار آب‌رسانی در شرایط اضطراری در نظر گرفته می‌شود. لازم است که تا انتهای این دوره تمام اقدامات مربوط به آب‌رسانی اضطراری تکمیل شده باشند و به بهره‌برداری برسند. اقداماتی که مربوط به مراکز آب‌رسانی در دوره اول است عبارت‌اند از:

- تجهیز، مقاوم سازی و بهسازی تمام مخازن موجود؛
- ادامه نصب تجهیزات نگهداشت آب در تمام مخازن؛
- تجهیز و آماده سازی تمام مراکز توزیع مستقیم و غیرمستقیم؛
- ساخت تمام مخازن آب اضطراری زیرزمینی؛
- عملیات امکان‌پذیری برداشت آب از تمام خطوط لوله انتقال؛
- مقاوم سازی و تجهیز تمام چاه‌های باکیفیت آب مطلوب؛ و
- انبار کردن خطوط لوله انعطاف‌پذیر برای لوله‌کشی در شرایط اضطراری بین چاه‌ها و مخازن تجهیز شده و دیگر تجهیزات مورد نیاز.

تصویرسازی زمان وقوع سانحه با شدت و بزرگی زیاد (مانند زلزله مخرب) در انطباق با وضعیت اجرایی شدن سازوکار آب‌رسانی اضطراری (برنامه‌های عملیاتی)، در شکل ۵-۷ نمایش داده شده است.



شکل ۵-۷- حالت‌های وقوع زلزله در برنامه بلندمدت آبرسانی اضطراری
بر این اساس، سناریوهای آبرسانی در شرایط مختلف در جدول ۵-۲ نمایش داده شده است.

جدول ۵-۴. تمهیدات اجرا شده در انطباق با سناریوهای برنامه واکنش اضطراری برنامه بلندمدت آبرسانی اضطراری

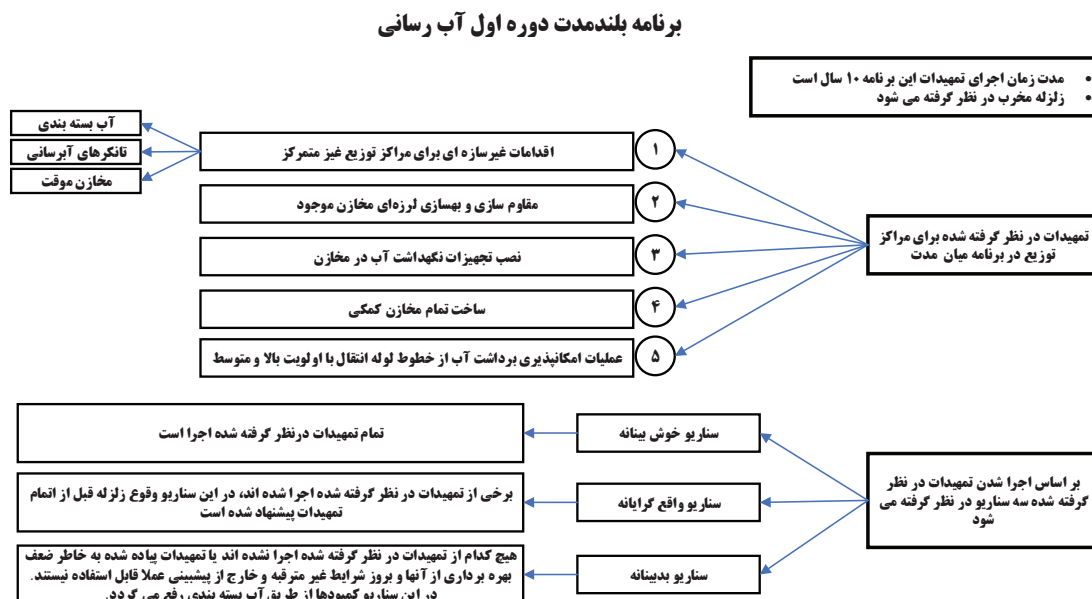
ردیف	منابع موجود آب شرب برای شرایط اضطراری	سناریوی خوش بینانه	سناریوی واقع گرایانه	سناریوی بدبینانه
۱	مخازن آب موجود	تمامی مخازن تجهیز شده‌اند	مخازن با اولویت بهره‌برداری زیاد تجهیز شده‌اند	-
۲	مخازن آب اضطراری در شبکه توزیع	مراکز توزیع مبتنی بر مخزن اضطراری با اولویت احداث زیاد و متوسط احداث شده‌اند	تعدادی از مراکز توزیع مبتنی بر مخزن اضطراری با اولویت زیاد احداث شده‌اند	-
۳	استفاده از آب بسته‌بندی، تانکر آبرسانی	مراکز توزیع غیرمتمرکز برای تحقق این فعالیت آماده شده‌اند	سایر مراکز توزیع مستقیمی که برنامه‌ای برای تجهیز مخزن موجود و یا احداث مخزن آب اضطراری زیرزمینی ندارند و مراکز توزیع غیرمتمرکز برای تحقق این فعالیت آماده شده‌اند	تدارک در تمام مراکز توزیع مستقیم
۴	برداشت از لوله‌های خطوط انتقال	خطوط لوله انتقال با اولویت تجهیز بالا و متوسط تجهیز شده‌اند	خطوط لوله انتقال با اولویت تجهیز بالا تجهیز شده‌اند	-
۵	چاه‌ها	همه چاه‌ها تجهیز شده‌اند	چاه‌ها با اولویت بهره‌برداری تجهیز شده‌اند	-
۶	ایستگاه‌های پمپاژ	ایستگاه‌های پمپاژ در صورتی که خطوط لوله و مخزن پایین دست تجهیز شده و پس از وقوع زلزله سالم مانده باشند راه اندازی شده‌اند	ایستگاه‌های پمپاژ در صورتی که خطوط لوله و مخزن پایین دست تجهیز شده و پس از وقوع زلزله سالم مانده باشند راه اندازی شده‌اند	-
۷	خطوط لوله انتقال انعطاف پذیر در شرایط اضطراری	لوله کشی بین مخازن و چاه‌های تجهیز شده در شرایط اضطراری انجام شده است	لوله کشی بین مخازن و چاه‌های تجهیز شده در شرایط اضطراری انجام شده است	-

۱-۲-۵- آبرسانی در دوره اول شرایط اضطراری - برنامه بلندمدت آبرسانی اضطراری

برای برنامه بلندمدت دوره اول آبرسانی در شرایط اضطراری، براساس اجرا شدن تمهیدات، ۳ سناریو در نظر گرفته شده است:

- **سناریوی خوش بینانه:** تمام اقدامات پیشنهاد شده برای افق طرح اجرا شده‌اند. درواقع در این سناریو، وقوع زلزله پس از تمام شدن اقدامات و تمهیدات سازوکار آبرسانی اضطراری در نظر گرفته شده است.
- **سناریوی واقع گرایانه:** برخی از تمهیدات در نظر گرفته شده اجرا شده‌اند. در این سناریو وقوع زلزله قبل از اتمام تمهیدات پیشنهاد شده است؛ بنابراین این سناریو تا حدودی مشابه سناریوی خوش بینانه در دوره میان مدت است و به دلیل تکراری بودن مورد بحث قرار نمی گیرد.
- **سناریوی بدبینانه:** هیچ کدام از تمهیدات در نظر گرفته شده اجرا نشده‌اند، وقوع زلزله قبل از اجرایی شدن آن‌ها رخ می دهد، یا تمهیدات پیاده شده به خاطر ضعف بهره‌برداری از آن‌ها و بروز شرایط غیرمترقبه و خارج از پیش بینی، قابل استفاده نیستند. در این صورت، اجرای این برنامه مشابه برنامه کوتاه مدت است؛ یعنی آبرسانی با کمترین امکانات و با اتکا به آب بسته بندی، تانکری و کمک استان های معین انجام می گیرد. در

شکل ۵-۸ سیمای کلی برنامه بلندمدت دوره اول آبرسانی نمایش داده شده است.



شکل ۵-۸. سیمای کلی برنامه بلندمدت دوره اول آبرسانی

در اینجا، خطوط لوله انتقال آب از سد یا دیگر منابع آب، به عنوان یک گزینه کمکی و رزرو در تأمین آب در نظر گرفته می شوند. علاوه بر خطوط لوله آبرسانی، از خطوط لوله رانش آب پس از ایستگاههای پمپاژ و خطوط لوله جمع آوری آب از چاههای دارای اولویت نیز می توان بهره برد.

۲-۲-۵- آبرسانی در دوره دوم شرایط اضطراری - برنامه بلندمدت

دوره دوم که شامل روزهای چهارم تا دهم بعد از بحران است، تأمین آب به میزان ۱۳ لیتر در شبانه روز مد نظر قرار می گیرد و فاصله دسترسی مردم به آب در دوره دوم شرایط اضطراری معادل ۵۰۰ متر در نظر گرفته می شود. در این دوره زمانی که آب موجود در مخازن شهر کاهش می یابد، شارژ دوباره مخازن با استفاده از چاههای نزدیک به مخازن توسط خط لوله یا تانکر سیار صورت می گیرد. ضروری است اقدامات لازم برای ترمیم شبکه آسیب دیده در دوره دوم انجام شوند و اصلاح شبکه برای شارژ دوباره مخازن مانند راه اندازی شبکه آبرسانی منابع تغذیه مخزن (مانند خطوط ارتباطی چاهها به مخزن)، در اولویت قرار گیرند.

نکات تکمیلی برنامه بلندمدت آبرسانی دوره دوم شرایط اضطراری در ادامه شرح داده شده است:

- شارژ دوباره مخازن با استفاده از چاههای نزدیک به مخازن توسط خط لوله یا تانکر سیار صورت می گیرد. اقدامات لازم ترمیم شبکه آسیب دیده در دوره دوم انجام می شود و اصلاح شبکه برای شارژ دوباره مخازن مانند راه اندازی شبکه آبرسانی منابع تغذیه مخزن (مانند خطوط ارتباطی چاهها به مخزن)، در اولویت قرار می گیرند.

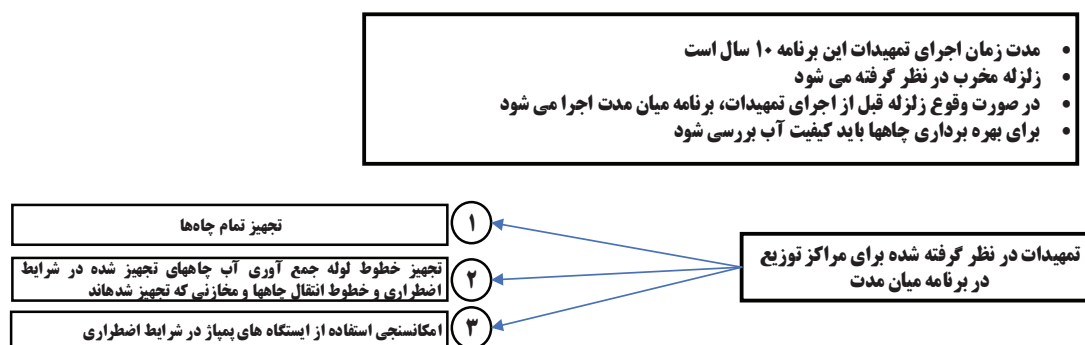
- برای بهره برداری چاهها باید کیفیت آب بررسی شود. اگر کدورت آب چاه زیاد باشد، میزان کدورت آب باید

با استفاده از صافی‌ها کاهش یابد و پس از آن گندزدایی صورت پذیرد.

● خطوط لوله جمع‌آوری آب چاه‌هایی که برای میان‌مدت تجهیز شده‌اند و خطوط انتقال چاه‌ها و مخازنی که تجهیز شده‌اند، پس از وقوع زلزله در اولویت ترمیم (یا لوله‌کشی خطوط انعطاف‌پذیر) برای دوره دوم آبرسانی قرار دارند.

● ایستگاه‌های پمپاژی (پمپاژ به مخزن) در اولویت بهره‌برداری هستند که مخزن پایین‌دست و شبکه لوله انتقال آن‌ها آسیب ندیده باشد. در اولویت بعدی نیز ایستگاه‌های پمپاژ به شبکه توزیع نیز در صورت آسیب‌ندیدن شبکه توزیع پایین‌دست یا ترمیم جزئی آن، در مدار بهره‌برداری قرار می‌گیرد. سیمای کلی آبرسانی برنامه بلندمدت دوره دوم در شکل ۵-۹ نمایش داده شده است.

برنامه بلندمدت دوره دوم آبرسانی



شکل ۵-۹. برنامه بلندمدت آبرسانی در دوره دوم شرایط اضطراری

در صورتی که مخزن آب متصل به چاه آسیب ببیند، آب چاه با تعبیه شیرهای برداشت مستقیم استخراج شده و به یکی از روش‌هایی که در ادامه آمده است، توزیع می‌شود:

● توزیع مستقیم در محل چاه؛

● انتقال به مراکز توزیع مستقیم توسط تانکرهای آبرسانی؛

● ذخیره آب استحصالی از چاه در بطری‌های بسته‌بندی و سپس توزیع آن.

در حالتی که مخزن آب آسیب ندیده باشد، ترمیم و تعمیر خطوط جمع‌آوری آب چاه‌ها و خطوط انتقال در اولویت هستند. در هر دو حالت برای بهره‌برداری از چاه‌ها باید کیفیت آب بررسی شود. اگر کدورت آب چاه زیاد باشد، میزان کدورت آب باید با استفاده از صافی‌ها کاهش یابد و پس از آن گندزدایی صورت پذیرد.

۳-۵- تأمین آب برای مصارف آتش‌نشانی^۱

مصرف آب در آتش‌نشانی از مصارف همگانی محسوب می‌شود و به‌طور کلی مقدار آب مورد نیاز برای اطفای حریق در آتش‌سوزی‌ها نسبت به مصارف دیگر بسیار ناچیز است؛ به طوری که ۰/۲ تا ۱ درصد میزان مصرف شبانه‌روزی است و با کاهش جمعیت، این مقدار افزایش یافته و به ۲۵ درصد نیز خواهد رسید. از آنجا که این مقدار آب باید در مدت کوتاهی در دسترس مأموران آتش‌نشانی قرار گیرد، توجه به آن در طراحی مخازن توزیع، خط لوله‌های شبکه

1. Fire Demand

آبرسانی و ایستگاه‌های پمپاژ اهمیت بسیاری دارد. به بیان دیگر، اهمیت آب مصرف آتش‌نشانی از نظر شیوه مصرف است و نه حجم مصرف.

● برآورد دبی آب آتش‌نشانی

به منظور محاسبه شبکه توزیع و نیز تعیین ظرفیت اضافی مخازن، باید مقدار حجم آب مورد نیاز آتش‌نشانی برآورد شود. مقدار آن به تعداد آتش‌سوزی‌های همزمان، مدت متوسط اطفای حریق و مقدار برداشت آب از هر شیر آتش‌نشانی بستگی دارد. برای خاموش کردن یک آتش‌سوزی بسته به بزرگی آن ممکن است تا 500 m^3 یا بیشتر آب لازم شود. بنابر استانداردهای شوروی سابق، مقدار دبی‌ای که برای آتش‌نشانی شهرها پیش‌بینی می‌شود، برابر جدول ۵-۵ است. بنابر استانداردهای آلمانی، اضافه دبی لحظه‌ای در لوله‌ها باید مطابق جدول ۵-۶ باشد و حجم ذخیره برای آتش‌نشانی در منبع‌های ذخیره آب نیز دست کم برای دو ساعت خاموش کردن آتش کافی باشد. استانداردهای ایران در جدول ۵-۷ ارائه شده است.

جدول ۵-۵. دبی اضافی ویژه آتش‌نشانی در لوله‌های شبکه آب شهرها برحسب لیتر در ثانیه (استاندارد آلمان)

مدت زمان مبارزه با آتش (ساعت)	شهرهایی با ساختمان‌های چندطبقه و بلند	شهرهایی با ساختمان‌های یک و چندطبقه درهم	احتمال آتش‌سوزی همزمان	جمعیت شهر یا ناحیه مسکونی
۵	۱۰	۱۰	۱	تا ۵۰۰۰
۵	۱۵	۱۵	۱	تا ۱۰۰۰۰
۴	۱۵	۱۵	۲	تا ۲۵۰۰۰
۴	۲۵	۲۰	۲	تا ۵۰۰۰۰
۴	۳۵	۳۰	۲	تا ۱۰۰۰۰۰
۳	۴۰	۳۰	۳	تا ۲۰۰۰۰۰
۳	۵۵	۴۰	۳	تا ۳۰۰۰۰۰
۳	۷۰	۵۰	۳	تا ۴۰۰۰۰۰
۳	۸۰	۶۰	۳	تا ۵۰۰۰۰۰

جدول ۵-۶. دبی اضافی ویژه آتش‌نشانی در لوله‌های شبکه شهری (استاندارد آلمان)

دبی اضافی بر حسب لیتر در ثانیه	تعداد طبقات ساختمان‌های ناحیه
۸/۴	۲
۱۱/۶-۱۶/۶	۳
۱۵-۲۸/۳	۴
۲۵-۳۳/۴	۵

جدول ۵-۷. تعداد آتش‌سوزی‌های همزمان و زمان متوسط هر آتش‌سوزی (استاندارد آلمان)

جمعیت تحت سرویس مخزن (نفر)*	تعداد آتش‌سوزی همزمان (عدد)	زمان متوسط هر آتش‌سوزی (ساعت)
کمتر از ۱۰۰۰۰	۱	۵
۱۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰	۲	۴
۱۰۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰	۳	۳

در مواردی که جمعیت استفاده کننده از یک مخزن بیش از ۳۰۰ هزار نفر باشد، تعداد آتش سوزی همزمان و زمان متوسط هر آتش سوزی با توجه به شرایط محلی تعیین می شود. استانداردهای اداره ملی آتش نشانی ایالات متحده آمریکا^۱ برای شهرک ها و حومه شهرها بسته به بلندی و طبقات ساختمان ها ۳۰-۴۰۰ Li/s و برای مرکز شهرها در صورتی که جمعیت آن ها کمتر از ۲۰۰ هزار نفر باشد، از رابطه زیر استفاده می شود:

$$Q = 64.35\sqrt{P}(1 - 0.01\sqrt{P}) \quad P = \text{جمعیت به هزار نفر}$$

در صورتی که ناحیه مورد نظر جمعیتی بیش از ۲۰۰ هزار نفر داشته باشد:

$$Q = 757 + 125 \text{ to } 550 \text{ Li/s}$$

یکی دیگر از فرمول های استفاده شده، فرمول کوچلینگ به صورت زیر است:
در سیستم متریک:

$$Q = 45\sqrt{P}$$

$$P = \text{جمعیت به هزار نفر}, Q = \text{دبی بر حسب Li/s}$$

به دلیل اینکه مقدار دبی به دست آمده از فرمول های فوق زیاد است و امکان تأمین آن وجود ندارد، بنابراین محدوده صفر تا ۲۵ درصد عدد به دست آمده را به عنوان دبی مورد نیاز آتش نشانی در نظر می گیرند. هرچه جامعه کوچک تر باشد، درصد بزرگ تر را فرض می کنند.

دسته بندی مناطق از نظر احتمال وقوع آتش سوزی:

مناطق مختلف را از نظر احتمال وقوع آتش سوزی به صورت زیر دسته بندی می کنند:

- **مناطق با احتمال آتش سوزی زیاد:** در مناطقی نظیر مناطق تجاری و بازارها به دلیل تراکم زیاد و وجود انواع مواد قابل اشتعال، خطر آتش سوزی زیادی وجود دارد.
- **مناطق با احتمال آتش سوزی متوسط:** مناطقی نظیر مراکز تجاری پراکنده و مسکونی متراکم، در این دسته قرار می گیرند.

- **مناطق با احتمال آتش سوزی کم:** مناطقی نظیر مناطق مسکونی پراکنده در این دسته قرار می گیرند.

بر اساس دسته بندی فوق، میزان دبی آب مورد نیاز آتش نشانی طبق استانداردهای وزارت نیرو برای مناطق با خطر آتش سوزی کم برابر ۷ لیتر در ثانیه، برای مناطق با احتمال آتش سوزی متوسط برابر ۱۰ لیتر در ثانیه و برای مناطق با خطر آتش سوزی زیاد برابر ۲۰ لیتر در ثانیه پیشنهاد می شود. در محاسبه مقدار آب مورد نیاز در شبکه توزیع آب، این مقادیر باید به حداکثر دبی روزانه اضافه شود.

مقایسه سرانه آب مورد نیاز آتش نشانی با متوسط سرانه مصرف آب در اجتماعات مختلف نشان می دهد، سرانه آب آتش نشانی در اجتماعات کوچک از متوسط سرانه مصرف آب بیشتر است (به دلیل جمعیت کم در مناطق روستایی) و در اجتماعات با جمعیت متوسط برابر و در اجتماعات بزرگ سرانه آب مورد نیاز آتش نشانی کمتر از متوسط سرانه مصرف آب است.

• ضوابط استقرار شیرهای آتش‌نشانی

چگونگی قرارگیری شیرهای آتش‌نشانی به صورت ادامه است:

- در تمام چهارراه‌ها باید شیر آتش‌نشانی پیش‌بینی شود. (در صورتی که چهارراه بزرگ باشد، به منظور جلوگیری از تردد ماشین‌ها باید بیش از یک عدد شیر آتش‌نشانی نصب شود).
- در محل تجمع افراد نظیر بیمارستان‌ها، مدارس، پمپ بنزین‌ها، کتابخانه‌ها و غیره.
- نصب در مناطق مختلف براساس احتمال وقوع آتش‌سوزی، به این صورت که در مناطق با احتمال آتش‌سوزی زیاد، فاصله شیرها ۱۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود، به‌طوری که هر شیر شعاع ۵۰ متر را پوشش دهد. در مناطق با احتمال آتش‌سوزی متوسط شیرها در فاصله ۲۰۰ متر و در مناطق با احتمال آتش‌سوزی کم، شیرها در فاصله ۳۰۰ متر قرار می‌گیرند.

۴-۵- الگوی اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی

سؤال اصلی، چگونگی تدوین مدل مفهومی و اجرایی اجتماعی آبرسانی در شرایط اضطرار پس از سانحه، با تأکید بر بر زلزله، برای شهروندان است. به این منظور موارد زیر باید بحث و بررسی شود:

- سناریوها و رویکردهای مختلف برای مدیریت و عملیاتی شدن بهینه این امر پس از سوانح (با تأکید بر زلزله) کدامند؟
- وضعیت موجود و وضعیت مطلوب مدیریت آبرسانی اضطراری از نظر اجتماعی و فرهنگی در شهرها پس از زلزله چگونه است؟
- نقشه راه اجتماعی تدوین طرح آبرسانی در شرایط اضطرار شهر چیست؟

۱-۴-۵- رویکرد پیشنهادی برای مطالعات و اجرا

رویکرد محله‌محور که برگرفته از رویکرد اجتماع‌محور است، با هدف مشارکت شهروندان در مدیریت امور شهری چه در مواقع عادی و چه در مواقع اضطرار و بحران، از کارآمدترین رویکردهاست. در این رویکرد، ساکنان محلات به‌عنوان شرکا و منتفعان اصلی به حساب می‌آیند. شورایی‌های محلات که افرادی منتخب از دل محلات هستند و به‌طور مستقیم با مسائل و مشکلات محل آشنا هستند، می‌توانند در این رویکرد نقشی اساسی و استراتژیک ایفا کنند. این افراد نخست توسط افراد محله انتخاب شده‌اند، دوم اینکه با مشکلات اصلی و دغدغه‌های محله آشنا هستند و با شناختی که از مردم و محله دارند، در صورت فراگیری آموزش و توانمندسازی، می‌توانند در مواقع اضطرار به‌خوبی طرح را مدیریت کنند.

مدل‌های مفهومی و اجرایی

- مدل‌های درک خطر و آسیب‌پذیری (اسمیت و واندل)
- مدل تخلیه و اقدام (دش و گلاوین)
- مدل‌های احیای پس از بحران (لمیر و همکاران)

- مدل دخالت دادن جوامع در تمام جنبه‌های سوانح (مدل چن)

۱-۱-۴-۵- مدل چن

مدل چن برای مشارکت کنندگان بالقوه پروژه^۱ ICBDMP (مدیریت جامع بحران جامعه‌محور) مدلی است که نشان می‌دهد برنامه‌های مدیریت جامع بحران جامعه‌محور چگونه قبل، حین و پس از سوانح کار می‌کنند. مدل چن مدل مهمی برای مشارکت دادن اجتماع در پروسه‌های برنامه‌ریزی و پاسخ است. از بررسی این مدل مشاهده می‌شود که تفکر در مورد آیتم‌های زیر قبل از یک پروژه مدیریت سانحه مهم است:

- چگونه یک کارگروه از جامعه انتخاب شود؟
- آیا بین ساکنان جامعه و کارشناسان فاصله وجود دارد؟
- در مدل چن تعداد زیادی سؤال مرتبط در خصوص ارتباط بین جامعه و دولت مطرح می‌شود: از جمله اینکه یک مشارکت تا چه اندازه واقعی است و چگونه باید ساختارمند شود؟
- ویژگی‌های کلیدی که باید در اجرای رویکرد محله محور مورد توجه قرار گیرند، به شرح زیر است:

۱- معرفی محله

- موقعیت جغرافیایی و شهری؛
- منطقه/ ناحیه؛
- نقشه محله؛
- جانمایی محله در شهرها؛
- برآورد اجمالی وضعیت آسیب‌پذیری محله در اثر زلزله براساس سایر مطالعات و گزارش‌ها؛
- برآورد اجمالی بروز بحران‌های احتمالی در محله پس از وقوع زلزله؛
- استخراج نیازهای اطلاعاتی مردم محله براساس نتایج به‌دست‌آمده از مطالعات شناسایی؛
- برآورد اولیه راهکارهای مناسب اطلاع‌رسانی و آگاهی‌بخشی مردم محله؛
- برآورد اولیه از محدودیت‌ها و قابلیت‌های اجتماعی و فرهنگی محله برای تحقق اهداف طرح.

۲- ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی محله

- قومیت‌ها و اقوام؛
- آداب و رسوم؛
- تفاوت‌های فرهنگی؛
- قشربندی و طبقات اجتماعی؛
- روابط خویشاوندی؛
- الگوهای رفتاری؛
- همگرایی؛

- واگرایی؛

- ارزش‌ها و هنجارها؛

- مذهب و فرقه‌های مذهبی.

۳- جمعیت و نیروی انسانی محله

- کل جمعیت؛

- تعداد خانوار؛

- ساختار سنی و جنسی؛

- تعداد سالخوردگان؛

- تعداد کودکان؛

- تعداد زنان بی‌سرپرست؛

- اقشار آسیب‌پذیر؛

- جمعیت حاضر در هتل‌ها؛

- وضعیت تحصیلات و سواد؛

- میزان اشتغال؛

- تعداد واحدهای تک‌خانوار؛

- تعداد واحدهای چندخانواده‌ای؛

- ساختار اجتماعی؛

- میزان جرم و جنایت و ناهنجاری‌های اجتماعی محله.

۴- آگاهی‌سنجی

- سطح آگاهی مردم محله؛

- سطح آگاهی مسئولان محله؛

- آگاهی نسبت به زلزله و عواقب آن؛

- آگاهی نسبت به سیستم آب‌رسانی؛

- آگاهی از امکانات موجود برای شرایط اضطراری؛

- تمایل مردم به مشارکت و ارتباط با شرکت آب و فاضلاب؛

- نگرانی‌های مردمی؛

- باورهای مردمی؛

- انتظارات مردم؛

- روش‌های ارتباط با مردم؛

- اولویت‌بندی روش‌های ارتباط.

۵- ارتباطات مردمی

- سطح آگاهی مردم محله؛

- نقش محیط اطراف در ارتباطات؛
- استمرار و تداوم در ارتباطات؛
- انواع ارتباطات؛
- اجزای ارتباطات؛
- فرستنده (منبع)؛
- ویژگی‌های فرستنده؛
- چگونگی و محتوای پیام (موضوع)؛
- عوامل مؤثر در پذیرش پیام؛
- گیرنده (مخاطبان)؛
- ویژگی‌های مخاطبان؛
- سطح آگاهی مردم محله؛
- رسانه (سامانه انتقال)؛
- محرک محیطی؛
- تکنیک‌های برقراری ارتباط؛
- راهکارهای ارتباط مردمی (راهکار کلان نگر / خرد نگر)؛
- استفاده از ارتباطات مردمی در آگاهی‌رسانی عمومی؛
- روش‌های آگاهی‌رسانی عمومی؛
- محتوای آگاهی‌رسانی عمومی؛
- آگاهی‌رسانی در محله؛
- راهکار ارتباطات مردمی در محله؛
- امکانات موجود آگاهی‌رسانی برای شرایط اضطرار در محله؛
- آگاهی مردم از فعالیت‌های شرکت آب و فاضلاب و تمایل مردم به همکاری.

۶- مشارکت

- پیش‌نیازهای مشارکت در قبل، حین و بعد از بحران؛
- عناصر (ارکان) اساسی مشارکت؛
- مزایای مشارکت؛
- موانع مشارکت؛
- روش‌های مشارکت مردمی؛
- مشارکت عمومی در زلزله؛
- شناخت بستر و زمینه‌های مشارکت؛
- شناخت گروه‌های مرجع برای افزایش مشارکت؛
- شناخت گروه‌های صاحب نفوذ برای افزایش مشارکت؛

- مشارکت عمومی قبل از وقوع بحران؛
- مشارکت عمومی حین بحران؛
- مشارکت عمومی پس از وقوع بحران؛
- آرا و دیدگاه‌های مردم محله نسبت به اجرای طرح، استقبال از آن و چگونگی مشارکت در مدیریت بحران؛
- شناسایی و چگونگی استفاده از عناصر ذی‌نفوذ و تأثیرگذار به منظور تعیین سازوکارهای لازم مشارکت؛
- شناخت تشکلهای مردمی موجود در محله و نقش آن‌ها در مشارکت مردمی؛
- چگونگی آگاه‌سازی مردم و گروه‌های تأثیرگذار در راستای جذب مشارکت؛
- آموزش، اطلاع‌رسانی و آگاه‌سازی مردم از چگونگی طرح و مشارکت آن‌ها؛
- ارائه مدل مناسب مشارکت مردمی با توجه به ویژگی‌های هر محله.

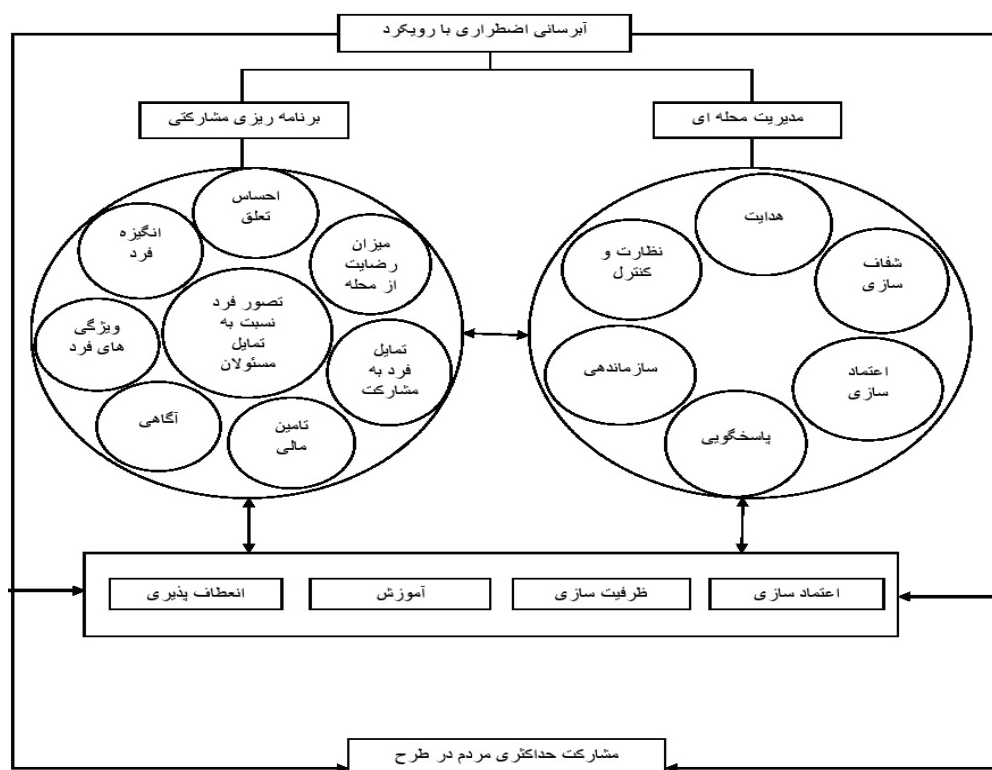
۷- سرمایه اجتماعی

- شامل: (اعتماد اجتماعی، شبکه روابط، مشارکت، همبستگی و انسجام اجتماعی)؛
 - سطح فردی: نوع‌دوستی، مشارکت و تعاون، اعتماد، باورهای دینی، ارزش‌ها، رضایت‌مندی و تعلق به محله؛
 - سطح گروهی: فرایندهای شکل‌گیری و مدیریت گروه‌های داوطلب واکنش اضطراری محله: انسجام، مسئولیت‌پذیری، چگونگی مدیریت و سازمان‌دهی؛
 - سطح سازمانی: عملکرد نهادهای محلی: تعامل و تأثیرگذاری، مدیریت و ساختار، منابع و توانمندی؛
 - سطح شبکه اجتماعی: ارتباط با همسایگان، ارتباط با مساجد و مراکز دینی، ارتباط با بسیج، حمایت خویشان محلی، حمایت دوستان محلی، حمایت همسایگان؛
- توجه به مؤلفه‌های یادشده در هر لایه برای افزایش تاب‌آوری اجتماعی در برابر بحران و مدیریت آبرسانی اضطراری ضروری است.

۸- تاب‌آوری اجتماعی

براساس مطالعه بندهای پیشین و همچنین شاخص‌هایی همچون آگاهی، دانش، مهارت، نگرش، سرمایه اجتماعی، شبکه‌های اجتماعی، ارزش‌های جامعه، سازمان‌های غیردولتی، درک محلی از خطر، میزان مشارکت اجتماعی، میزان امنیت اجتماعی، ظرفیت ارتباطی، سلامتی و رفاه، کیفیت زندگی، سن، نیازهای ویژه، دل‌بستگی به مکان، مشغولیت سیاسی، مذهبی، درگیری اجتماعی، تمایل به حفظ معیارهای فرهنگی قبل و بعد از سانحه و غیره، تاب‌آوری اجتماعی سنجیده می‌شود.

تصویر کلی مدل مفهومی برای اجرایی کردن رویکرد محله‌محور در توزیع آب در شکل ۵-۱۰ نمایش داده شده است.



شکل ۵-۱۰. مدل مفهومی مدیریت محله با رویکرد برنامه ریزی مشارکتی

با توجه به مدل ارائه شده، اجرایی کردن آن به منظور تحقق اهداف آبرسانی با رویکرد محله محور، نتایج به شرح جدول ۵-۸ را در پی خواهد داشت.

جدول ۵-۸. نتایج قابل انتظار از اجرای طرح توزیع آب محله محور

ردیف	موارد	نتایج مورد انتظار
۱	بررسی سوابق و تجارب پیشین و ادبیات مرتبط	افزایش دانش نظری بومی سازی دانش نظری دستیابی به الگوها و مدل های مناسب به کارگیری در دانش عملی و اجرا مستندسازی سوابق و تجربیات
۲	معرفی محله	برآوردهای اولیه و شناخت از محله مورد نظر برآورد اجمالی آسیب پذیری/ بروز بحران های احتمالی محله آمادگی برای انجام مطالعات تکمیلی متناسب با محله
۳	ویژگی های اجتماعی و فرهنگی محله	شناخت اقوام، خرده فرهنگ ها، تفاوت ها و تشابهات شناخت روابط، ارزش ها، هنجارهای مسلط در محله شناخت سطح همگرایی و واگرایی محله استفاده از نقاط قوت و ارائه راهکار در زمان بحران

ردیف	موارد	نتایج مورد انتظار
۴	جمعیت و نیروی انسانی محله	شناخت از وضعیت جمعیت و نیروی انسانی محله شناخت اقشار آسیب‌پذیر شناخت افراد بانفوذ و صلاحیت‌دار شناخت گروه‌های مرجع استفاده از پتانسیل نیروهای فعال در زمان بحران برنامه‌ریزی و آموزش کارگروه‌های جمعیتی
۵	آگاهی‌سنجی	سنجش سطح آگاهی مردم محله سنجش میزان احساس خطر مردم محله سنجش سطح آگاهی و آمادگی مسئولان محله استخراج نیازهای آگاهی‌رسانی و تعیین سرفصل‌های مناسب اطلاع‌رسانی برنامه‌ریزی و ارائه راهکار بهینه با توجه به اطلاعات، نگرانی‌ها، باورها و انتظارات مردم محله
۶	ارتباطات مردمی	شناخت انواع ارتباطات مردمی شناخت امکانات موجود ارتباطات مردمی در محله شناخت چگونگی ارتباط مردم با مسئولان، به‌ویژه شرکت آب و فاضلاب برنامه‌ریزی و ارائه مدل‌های ارتباط مردمی مناسب پیشنهاد مناسب‌ترین روش‌های ارتباط مردمی و اطلاع‌رسانی عمومی
۷	مشارکت	شناخت محدودیت‌ها و فرصت‌های مشارکت مردمی شناخت پتانسیل‌های موجود مشارکت مردمی محله شناخت و فهرست نهادهای غیردولتی مؤثر در محله تعیین راهکارهای مشارکت عمومی ارائه راهکارهای توانمندسازی مشارکتی مردم محله ارائه راهکارهای توانمندسازی بخش‌های مختلف شرکت در ارتباط با بهره‌گیری مشارکت مردمی تدوین دستورالعمل راهنمای جامع ارتباطات مردمی و مشارکت محله‌ای
۸	سرمایه اجتماعی	سنجش اعتماد اجتماعی در سطوح مختلف سنجش شبکه روابط و همبستگی اجتماعی محله‌ای شناسایی و درک روابط اجتماعی و ساختارهای قدرت محله‌ای شناخت شبکه‌های اجتماعی محله‌ای ارائه راهکارهایی برای افزایش سطح اعتماد اجتماعی ارائه راهکارهایی برای افزایش همبستگی اجتماعی محله‌ای ارائه راهکارهایی برای بالا بردن انسجام اجتماعی شناخت مؤلفه‌ها، شاخص‌ها، بستر و زمینه لازم برای بررسی تاب‌آوری اجتماعی
۹	تاب‌آوری اجتماعی	سنجش سطوح میزان تاب‌آوری اجتماعی سنجش راه‌حل‌های کالبدی تاب‌آوری اجتماعی سنجش راه‌حل‌های اقتصادی و اجتماعی تاب‌آوری اجتماعی سنجش ادراک ریسک در تاب‌آوری اجتماعی سنجش مهارت‌های مقابله در تاب‌آوری اجتماعی سنجش زمینه‌های لازم برای برنامه‌ریزی افزایش تاب‌آوری اجتماعی ارائه راهکارها و مدل‌های مناسب افزایش تاب‌آوری اجتماعی

نتیجه گیری گزارش

در شرایط اضطراری پس از وقوع سوانحی مانند زلزله که ویرانی‌های زیادی در ابعاد مختلف ایجاد می‌کنند، رفع نیازهای بازماندگان، از جمله مهم‌ترین اولویت‌های مدیران بحران به‌شمار می‌رود که در صورت عدم توجه می‌تواند خود موجب افزایش تلفات به نحوی چشمگیر گردد. یکی از مهم‌ترین موارد پس از وقوع بحرانهای طبیعی اعم از زلزله، سیل، زمین لغزش و ... که نبود آن باعث افزایش تلفات جانی می‌شود آب شرب است. در میان بحرانهای طبیعی، زلزله به دلیل وسعت محدوده اثرگذاری، شکسته شدن خطوط آبرسانی، از میان رفتن محورهای مواصلاتی و آسیب رساندن به زیرساختهای بهداشتی، بیش از سایر بحرانها تأمین آب را دشوار می‌سازد. تجربه وقوع زلزله در بسیاری از نقاط دنیا نشان داده است که در بسیاری از کشورها زیرساخت و تاسیسات آبی در برابر زلزله‌های مخرب از آسیب‌پذیری بالایی برخوردارند. با توجه به احتمال بالای وقوع زلزله در شهر تهران از سویی و قدیمی بودن، طراحی نامناسب و در نظر گرفته نشدن تاب آوری زیرساخت در طراحی، می‌توان اینگونه گفت که سامانه تأمین، تصفیه، انتقال و توزیع آب در تهران نیز از تاب آوری مناسبی برخوردار نیست. بنابراین، با توجه به آسیب‌پذیری بالای سامانه تأمین آب در کلان‌شهر تهران، روشن است که سطح بالایی از مشکلات در تأمین آب بازماندگان سانحه ایجاد خواهد شد که منجر به اختلال زیادی در اجرایی نمودن برنامه مدیریت بحران خواهد شد.

بر اساس بررسی داده و اطلاعات کسب شده از وضعیت شریان‌های حیاتی آبرسانی شهر تهران، اجزای سامانه تأمین آب تهران بزرگ در نقاط مختلف از درجه آسیب‌پذیری بالایی برخوردار است و در صورت وقوع زلزله محتمل در تهران دچار شکست شده و جوابگوی نیازهای آب شرب برای بازماندگان نخواهد بود. از این جهت، به منظور اطمینان از تأمین آب تهران در شرایط اضطراری، لازم است با فرض تخریب کامل اجزای آن، برنامه‌ریزی دراز مدتی برای آبرسانی اضطراری به بازماندگان صورت گیرد. محور اصلی آبرسانی اضطراری به مردم پس از سانحه، آبرسانی به موقعیت‌های اسکان موقت در پارک‌ها، فضای سبز، زمین‌های بایر و دیگر محل‌های مناسب اسکان است به طوری که در فاصله شعاعی مناسبی دسترسی افراد به آب فراهم شود.

بر اساس بررسی انجام گرفته در این گزارش، که بر اساس استانداردها، آئین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها موجود و موارد اجرا شده پروژه‌های تأمین آب در شرایط اضطراری در تطابق با وضعیت موجود در کشور صورت پذیرفته است، نتایج ذیل حاصل گردید:

۱- بعد از وقوع سوانح طبیعی یا غیرطبیعی با ابعاد قابل توجه که به بحران و متعاقب آن شرایط اضطراری می‌انجامد، تأمین آب شرب و غیرمتعارف برای بازماندگان در دو دوره شرایط اضطراری به شرح ادامه باید صورت پذیرد:

الف- پیشنهاد آبرسانی بر اساس دوره اول شرایط اضطراری به مدت ۳ روز

ب- پیشنهاد آبرسانی بر اساس دوره دوم شرایط اضطراری به مدت ۷ روز

علاوه بر دو دوره اول و دوم، پیشنهاد می‌گردد تمهیدات لازم برای بازتوانی و بازسازی تأسیسات و

سازوکار آبرسانی شهری در دوره سوم آبرسانی به مدت ۲۰ روز انجام پذیرد.

۲- از دید این مطالعات مهمترین شاخص‌های تأمین آب شرب برای بازماندگان بحران‌ها عبارت‌اند از:

الف- تأمین آب با کمیت مناسب: ۳ لیتر در روز برای هر نفر طی مدت دوره اول شرایط اضطراری و ۱۳ لیتر آب طی دوره دوم شرایط اضطراری

ب- تسهیل در آبرسانی به مردم با توزیع آب با فاصله مناسب به شرح ذیل:

۱. فاصله آبرسانی در دوره اول به میزان کمتر از ۱۰۰۰ متر طول

۲. فاصله آبرسانی در دوره دوم آبرسانی به میزان کمتر از ۵۰۰ متر طول

ج- تأمین حداقل کیفیت آب قابل شرب طبق استانداردهای موجود

د- کمیت آب موردنیاز برای مصارف دیگر مانند بیمارستان‌ها و آب مورد نیاز آتش‌نشانی با جزئیات کافی با استفاده از استانداردها و ضوابط موجود قابل برآورد هستند که در طرح‌هایی مجزا توسط وزارت بهداشت و مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران در دست تهیه و تدوین است.

۳- آبرسانی به مردم از طریق برنامه واکنش اضطراری آب صورت می‌گیرد که از مولفه‌های به شرح زیر برخوردار است:

الف- منابع آب کافی

ب- جمعیت بازمانده و برآورد دقیق میزان نیاز آبی آن‌ها

ج- تعیین مراکز توزیع آب و مکان‌یابی آن‌ها

د- در نظر گرفتن ابزارها و روش‌های توزیع آب

۴- بر اساس بررسی انجام گرفته منابع آب شرب قابل استفاده برای بازماندگان سوانح عبارتند از آب باقیمانده در مخازن آب شهری، آب زیرزمینی (چاه) برای دوره دوم شرایط اضطراری، مخازن آب اضطراری احداث‌شده در شبکه توزیع، لوله‌های انتقال آب و موجود در شبکه توزیع که از ایمنی و قابلیت استفاده برخوردار باشند. همچنین منابع دیگر قابل استفاده عبارتند از آب بسته‌بندی و تانکری که خارج از پتانسیل منابع موجود شهری قابل تأمین هستند.

۵- برآوردهای جمعیت بازمانده از زلزله بر اساس مساحت مناطق مسکونی واقع در بافت فرسوده و توزیع مکانی جمعیت صورت می‌گیرد و برای دیگر سوانح مانند سیل، این برآورد بر اساس جمعیت مناطق مسکونی واقع در معرض منابع مخاطرات صورت می‌گیرد.

۶- مراکز توزیع آب بر اساس مراکز اسکان اضطراری که در مکان‌های مناسب در فضای شهری مکان‌گزینی می‌شوند تعیین می‌شوند و به مراکز توزیع آب مستقیم، غیرمستقیم و پراکنده طبقه‌بندی می‌شوند.

۷- روش‌های توزیع پیشنهادی آب شرب به بازماندگان سوانح، تابع مراکز توزیع آب هستند و به‌صورت‌های زیر امکان‌پذیر هستند:

الف- مراجعه مستقیم مردم به مخزن‌های آب موجود و احداث‌شده در شبکه توزیع آب و برداشت آب از طریق

شیر آب و با استفاده از ظرف‌های آب (توزیع آب مستقیم)؛

ب- انتقال آب از مراکز توزیع آب غیر مستقیم به محل‌های اسکان اضطراری با تانکر یا به صورت بسته‌بندی شده در مبدأ

ج- توزیع آب بسته‌بندی شده یا تانکری حمل شده از منابع آب خارج از شهر به مردم ساکن در نقاط شناخته شده اسکان اضطراری یا اسکان‌های اضطراری پراکنده

۸- منابع آب قابل استفاده برای مصارف غیرشرب (نامتعارف) که به مصارفی مانند آتش‌نشانی یا شستشو اختصاص داده می‌شوند و عبارتند از آب استخرهای ورزشی، تفریحی، دریاچه‌ها و غیره، آب واقع در لوله‌های با قطر زیاد، آب چاه‌های آبیاری فضای سبز و غیره

۹- حداقل کیفیت آب قابل استفاده برای مصرف شرب طبق استانداردهای موجود تعیین شده است. در این راستا، برداشت از آب چاه‌ها در دوره شرایط اضطراری به دلیل نوسانات آب سفره زیرزمینی و تأثیر مستقیم بر کیفیت آب زیرزمینی توصیه نمی‌شود و استفاده از این منبع آب تنها در دوره دوم شرایط اضطراری پس از انجام آزمایش آب مجاز است.

۱۰- پیشنهاد می‌شود سناریوهای اجرایی نمودن برنامه تأمین آب در شرایط اضطراری بر اساس سه برنامه کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت و با توجه به پیش‌بینی زمان وقوع سانحه مخرب و تلاقی زمانی آن با روند اجرایی نمودن برنامه تأمین آب در شرایط اضطراری طراحی شوند تا در یک دوره زمانی بلند مدت، اهداف مربوط به اجرایی نمودن برنامه تأمین آب تحقق یابد.

۱. آب آشامیدنی- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریه استاندارد ۱۰۵۳، تجدید نظر پنجم، ۱۳۸۸.
۲. راهنمای بهداشت آب و فاضلاب در شرایط اضطراری و بلایا، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تهران، مرکز سلامت محیط و کار، ۱۳۹۱.
۳. سازمان برنامه و بودجه و وزارت نیرو، ۱۳۷۱، مبانی و ضوابط طراحی طرح‌های آبرسانی شهری، نشریه شماره ۳-۱۱۷.
۴. شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد، ۱۳۹۱، مطالعات طرح جامع مدیریت بحران آب شهر تهران در شرایط اضطراری، سند راهبردی مدیریت بحران شهر تهران، کارفرما: وزارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
۵. شرکت طرح نواندیشان، گزارش سطح‌بندی تأسیسات شبکه آبرسانی تهران، کارفرما: شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب شهر تهران.
۶. شرکت مهندسی مشاور پارس‌آیندآب، پاییز ۱۳۹۱- «مطالعات پایه تأمین آب در شرایط اضطراری»، شرکت آب و فاضلاب منطقه ۱ استان تهران.
۷. شرکت مهندسی مشاور راماب آسیا، بهار ۱۳۹۲- «مطالعات آبرسانی اضطراری در محدوده شرکت آب و فاضلاب منطقه ۲ شهر تهران»، شرکت آب و فاضلاب منطقه ۲ تهران.
۸. شرکت مهندسی مشاور شهراب‌زیست، فروردین ۱۳۹۵- «مطالعات طرح آبرسانی اضطراری آبفای منطقه ۳ شهر تهران»، شرکت آب و فاضلاب منطقه ۳ تهران.
۹. شرکت مهندسی مشاور مدیسه سامان- «مطالعات طرح آبرسانی اضطراری آبفای منطقه ۴ شهر تهران»، شرکت آب و فاضلاب منطقه ۴ استان تهران.
۱۰. شرکت مهندسی مشاور شهراب‌زیست، اردیبهشت ۱۳۹۵- «مطالعات طرح آبرسانی اضطراری آبفای منطقه ۵ شهر تهران»، شرکت آب و فاضلاب منطقه ۵ تهران.
۱۱. شرکت مهندسان مشاور راماب آسیا، صورت‌جلسه بررسی مطالعات پایه آبرسانی اضطراری در محدوده منطقه ۲۱ و ۲۲ شهرداری تهران (آبفای شهرها و شهرک‌ها).
۱۲. کنسرسیوم بین‌المللی پناهندگان در ایران، با همکاری سازمان پناهندگی نروژی و جمعیت هلال‌احمر جمهوری اسلامی ایران، سمعی، ع. پروژه اسفیر، ۱۳۹۳.
۱۳. مهندسین مشاور لار، ۱۳۹۳، مطالعات بازنگری مرحله اول طرح جامع آبرسانی شهر تهران. کارفرما: شرکت آب و فاضلاب استان تهران.
۱۴. مشارکت طرح‌نواندیشان- عمران محیط زیست، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، گزارش تجمیعی مطالعات پایه آبرسانی اضطراری (جلد اول- جمع‌آوری اطلاعات)، کارفرما: شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران.
۱۵. مشارکت طرح‌نواندیشان- عمران محیط زیست، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، گزارش تجمیعی مطالعات پایه آبرسانی اضطراری (جلد دوم- چگونگی تأمین آب در تهران)، کارفرما: شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران.
۱۶. مشارکت طرح‌نواندیشان- عمران محیط زیست، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، گزارش تجمیعی مطالعات پایه آبرسانی اضطراری (جلد سوم- مطالعات پایه آبرسانی اضطراری تهران)، کارفرما: شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران.
۱۷. مشارکت طرح‌نواندیشان- عمران محیط زیست، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، گزارش مطالعات زمین‌شناسی و تعیین سناریوهای زلزله، کارفرما: شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران.
۱۸. مؤسسه ارزیابی کاربازآزمای ایرانیان- صورت‌جلسه بررسی مطالعات پایه طرح آبرسانی اضطراری منطقه ۶ تهران.
۱۹. مرکز مطالعات زلزله و زیست‌محیطی تهران بزرگ و گروه مطالعاتی ژاپنی (مشاوران بین‌المللی پاسیفیک و شرکت اویو، تحت قرارداد سازمان همکاری‌های بین‌المللی ژاپن- جایکا) ۱۳۷۹: پروژه ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ.
۲۰. مهندسان مشاور لار، ۱۳۸۶، پروژه مقاوم‌سازی سامانه‌های آبرسانی شهر تهران در برابر زلزله، گزارش کیفی آسیب‌پذیری لرزه‌ای، کد شناسایی پروژه: GDA1004/2428417.
۲۱. مشارکت طرح‌نواندیشان- عمران محیط زیست، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، گزارش شناسایی و بهره‌برداری از منابع آب تهران (بررسی و امکان‌سنجی استفاده از منابع طبیعی و انسان‌ساخت)، کارفرما: شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران.

۲۲. مشارکت طرح‌نوااندیشان- عمران محیط زیست، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، گزارش تکنولوژی‌های تصفیه آب در زمان اضطراری، کارفرما: شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران.
۲۳. مشارکت طرح‌نوااندیشان- عمران محیط زیست، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، برداشت آب از مخازن در شرایط اضطرار، کارفرما: شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران.
۲۴. مشارکت طرح‌نوااندیشان- عمران محیط زیست، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، روش انتقال آب در شرایط اضطرار، کارفرما: شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران.
25. Chittaranjan, R. Ravi, J. Low Cost Emergency Water Purification Technologies, Integrated water Security Series, Elsevier, 2014;
26. EPA, Emergency Response Plan Guidance for Small and Medium Community Water Systems, Office of Water, EPA, 2004;
27. House S. and Reed B., Emergency Water Source- Guideline for Selection and Treatment, Water Engineering and Development Center (WEDC), Loughbrough University, UK, 2004;
28. Lantagne D. and Clasen T., Point of Use Water Treatment in Emergency Response, London School of Hygiene and Tropical Medicine, 2009;
29. Ray C. and Jain R., Low Cost Emergency Water Purification Technologies, Integrated Water Security Series, Elsevier, USA, 2014;
30. The Oregon Resilience Plan, Oregon Seismic Safety Policy Advisory Commission (OSSPAC), February 2013;
31. The Sphere Project, Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, Published by: The Sphere Project, 2011;
32. Veer, T. D., Water Supply in Disasters and Emergencies, Chapter 24;
33. WHO, Guide to promotion of Drinking Water Disinfection in Emergencies, WHO, Regional Office for the Eastern Mediterranean, 2004;
34. World Health Organization, Guidelines for Drinking- water Quality, WHO, Vol.1, Recommendations. 3rd ed. Geneva, 2008;
35. World Health Organization, Technical Notes on Drinking Water, Sanitation and Hygiene in Emergencies, WEDC, WHO, 2011;
36. Japan International Cooperation Agency (JICA), 2000, Tehran Comprehensive Master Plan Study on Urban Seismic Disaster Prevention.

وقوع زلزله در شهر تهران رخدادی اجتناب‌ناپذیر است که با توجه به قدیمی بودن برخی زیرساخت‌ها، عدم محاسبه اثرات لرزه‌ای بر زیرساخت و عدم برنامه‌ریزی صحیح در راستای حفظ زیرساخت در برابر رخداد زلزله، موجب اختلال در بسیاری از خدمت‌رسانی‌های شهری خواهد شد. یکی از مهم‌ترین شبکه‌ها که در حال حاضر نیز به دلیل فرسودگی بخش‌هایی از شبکه از بازدهی عملکردی کامل برخوردار نیست، شبکه آبرسانی شهر است. وقوع زلزله علاوه بر اینکه بر تأسیسات آبرسانی به شهر و تصفیه‌خانه‌های آب اثر خواهد گذاشت، موجب قطع و تخریب شبکه توزیع درون‌شهری آب خواهد شد. بر این اساس و با توجه به جمعیت ساکن در شهر تهران آبرسانی شرب و پس‌از آن آبرسانی جهت اطفاء حریق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این گزارش عمدتاً به موضوع آبرسانی شرب در شهر پرداخته شده است که با همکاری مشترک شهرداری و شرکت آب و فاضلاب تهران در دست احداث و توسعه می‌باشد. در این گزارش تلاش شده است تا ابعاد مختلف آبرسانی پس از رخداد زلزله در شهر تهران برای مخاطبین گزارش تشریح گردد. طیف مخاطبین این گزارش متخصصین حوزه آبرسانی و مدیریت بحران تا مخاطبین عمومی را در برمی‌گیرد و بر این اساس مطالعه گزارش برای کلیه افراد علاقه‌مند به موضوع توصیه می‌گردد.



rpc.tehran.ir

«به منظور حفاظت از محیط‌زیست، گزارش صرفاً به تعداد محدود چاپ شده است. فایل الکترونیکی از سایت مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران و یا اسکن کد تصویری قابل دریافت است»



مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران