



هیات ویژه گزارش ملی سیلاب ها



راهنمای تامین و گندزدایی آب در شرایط سیل و پس از آن

گردآوری و تدوین:

مهندس امیر زاهدی

دانشجوی دکترای دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

دکتر نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد

استاد دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

دکتر مهدی هادی

استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر سیمین ناصری

استاد دانشگاه علوم پزشکی تهران

خرداد ۱۳۹۸





راهنمای تامین و گنزدایی آب در شرایط سیل و پس از آن

گردآوری و تدوین:

دکتر نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد، استاد دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

دکتر سیمین ناصری، استاد دانشگاه علوم پزشکی تهران

مهندس امیر زاهدی، دانشجوی دکتری بهداشت محیط

دکتر مهدی هادی، استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران

این دستور العمل در راستای فعالیت های کارگروه محیط زیست هیات ویژه گزارش ملی سیلابها تدوین گردیده

است

خرداد ۱۳۹۸

فهرست مطالب

۵	درباره این راهنما
۵	سیل چیست؟
۵	چالش تامین آب بعد از سیل
۶	آب سالم و مطبوع
۷	نیاز به آب از نظر کمی و کیفی
۷	همکاری و مشارکت عمومی
۷	مشارکت عمومی
۹	هزینه‌های همکاری
۹	جلب موافقت تصمیم گیرندگان نهایی
۹	گردآوری اطلاعات اولیه
۹	گزینه‌های تامین آب مناطق سیل زده
۱۰	اولویت‌های تامین آب از نظر منبع آب
۱۰	روشهای تامین آب
۱۰	استفاده از آب‌های بطری شده
۱۱	ته‌نشینی و جوشاندن
۱۱	تامین آب با تانکر
۱۲	مقررات احداث تانکرهای آب
۱۳	مدیریت تانکر های آب
۱۵	سیستم های برداشت، تصفیه و ذخیره آب
۱۵	برداشت آب
۱۷	تصفیه آب
۱۹	گندزدایی آب با کلر
۱۹	روش تهیه محلول کلر مادر ۱٪
۲۰	گندزدایی آب با محلول مادر ۱٪
۲۲	نکات مورد توجه در مورد کلر
۲۳	ذخیره آب
۲۳	مخازن OXFAM بزرگ احداث شونده در محل بحران
۲۴	مخازن OXFAM فوری (قابل استفاده در اجتماعات کوچک)
۲۵	مخازن انبار کننده (آب انبارها) انعطاف پذیر
۲۶	منابع

درباره این راهنما

در این راهنما روش‌های تامین و گندزدایی آب در مناطق سیل زده و استانداردهای تامین آب آشامیدنی سالم برای جلوگیری از شیوع بیماری‌های منتقله از طریق آب ارائه خواهند شد.

سیل چیست؟

سیل یکی از شایع‌ترین خطرات طبیعی است که باعث آسیب به زیرساخت‌های شهری و روستایی، آسیب‌های جانی و مالی مستقیم و یا غیر مستقیم به جمعیت می‌شود. این پدیده می‌تواند به دنبال طوفان‌های گرمسیری و استوایی، تندبادها، طغیان رودخانه‌ها، باران‌های سنگین، پدیده‌های جزر و مد، آب شدن برف‌ها در بهار، شکسته شدن سدها، مشکلات زه‌کشی محلی و مشکلات اصلی توزیع آب رخ دهد.



شکل (1) پدیده سیل و سیلابی شدن شهرها و روستاها

چالش تامین آب بعد از سیل

از عمده‌ترین مشکلاتی که در بحران‌ها بویژه سیل گریبانگیر مردم و آسیب‌دیدگان می‌شود مشکل مربوط به تامین آب است. این مشکل چه در هنگام حادثه و چه بعد از حادثه همواره سلامت مردم را تهدید کرده و در صورت بی‌توجهی یا کم‌توجهی در تامین و نظارت بر آن، به شدت بحران افزوده خواهد شد. از اینرو یکی از مهمترین چالشها در شرایط اضطراری، تامین آب شرب سالم برای جمعیت در معرض می‌باشد چرا که سیل می‌تواند باعث تخریب کامل یا جزئی سیستم‌های تامین آب از جمله تصفیه‌خانه‌های آب و شبکه‌های توزیع شهری و روستایی شود.

بعد از سیلابهای سنگین، به دلیل تخریب منابع آبی از قبیل چشمه‌ها، چاه‌ها، قنوات و شکسته شدن مخازن زمینی و هوایی و نیز آسیب به لوله‌های فاضلاب و تخریب تأسیسات و تلمبه خانه‌ها توام با قطع برق، احتمال ورود فاضلاب یا عوامل آلوده کننده به داخل شبکه‌ها و منابع آب خانگی وجود داشته و زمینه برای افزایش بیماریها فراهم خواهد شد. به همین دلیل وضعیت شرایط بحرانی و فقدان آب از یک طرف و آلودگی منابع آب از طرف دیگر شدت حوادث را دو چندان می‌نماید.

کمبود آب موجب می‌شود تا آسیب‌دیدگان به آب‌های آلوده روی آورده و برای ادامه حیات هرگونه آبی را به مصرف برسانند. حتی تأمین آب از تانکرهای سیار و یا نصب تانکرهای ثابت در نقاط آسیب دیده و یا محل‌های موقت اسکان آسیب دیدگان بدلیل عدم حفاظت‌های لازم از زمان برداشت تا مصرف، خود نیاز به نظارت خاصی داشته و کنترل لحظه به لحظه‌ای را طلب می‌نماید. کمبود آب شرب در شرایط اضطراری باعث مصرف آبهای آلوده شده و مصرف اینگونه آبها موجب پیدایش بسیاری از بیماریها از جمله بیماریهای اسهالی می‌گردد.

از اینرو تأمین آب شرب سالم و مطبوع برای جمعیت سیل زده به منظور تأمین نیاز و جلوگیری از انواع انتشار بیماریهای منتقله از طریق آب در منطقه اعم از بیماری‌های روده‌ای مثل وبا، شیگلوزیس، حصبه و سایر بیماری‌های انگلی حائز اهمیت است.

آب سالم و مطبوع

آب سالم آبی است که برای مصرف کننده خطری نداشته باشد. آبی که دارای طعم یا ظاهر نامطبوع باشد ممکن است علیرغم سالم بودن، مصرف کننده را به سوی سایر منابع آب ناسالم سوق دهد. از این رو آب آشامیدنی نه تنها باید کاملاً سالم (عاری از عوامل بیماریزا) باشد بلکه باید مطبوع (فاقد رنگ و بوی نامطبوع) باشد یعنی مورد پسند مصرف کننده نیز باشد (۱). چنین آبی را می‌توان پذیرفتنی یا نوشیدنی نامید. از اینرو آب سالم آبی است که :

۱- بدون عوامل زنده بیماری‌زا باشد.

۲- بدون مواد شیمیایی زیان آور باشد.

۳- طعم مطبوع داشته باشد.

۴- قابل استفاده برای مصارف خانگی باشد.

آبی را آلوده می‌نامیم که دارای عوامل بیماری‌زای عفونی و یا مواد شیمیایی سمی باشد.

نیاز به آب از نظر کمی و کیفی

جمعیت آسیب دیده از بلایای طبیعی مانند سیل، مانند هر جمعیت دیگری به آب سالم (عاری از عوامل بیماریزا) و مطبوع (فاقد رنگ و بوی نامطبوع) و به مقدار کافی نیاز دارد. این نیاز در مورد اردوگاهها و مناطقی که تراکم جمعیت در آنها بالا بوده و خطر اپیدمی بیماریهای منتقله توسط آب زیاد است بیشتر می باشد.

در شرایط اضطراری مهمترین اصل، رفع تشنگی و نیاز پخت و پز و جلوگیری از انتقال عوامل بیماریزا از طریق آب است. بنابراین باید حداقل آب مورد نیاز برای این منظور تأمین شود. در سال ۱۹۹۳ سازمان بهداشت جهانی دستورالعمل‌های لازم برای تامین حداقل آب مورد نیاز برای زنده ماندن در زمان بحران سیل، تامین نیاز طولانی مدت بعد از سیل و تامین نیاز برای مصارف توسعه ای را ارائه نمود (۲). در جدول شماره ۱ این استانداردها آورده شده‌اند.

با توجه به محدود بودن منابع آب شرب در شرایط اضطراری، بایستی از حداقل آب بیشترین استفاده به عمل آید و تا حد ممکن از ریخت و پاش و هدر رفتن آب جلوگیری شود.

از نظر کیفیت، آب مصرفی باید سالم (عاری از عوامل بیماریزا) بوده و مطبوع (فاقد رنگ و بوی نامطبوع) باشد. توجه شود در شرایط اضطراری در صورت محدود بودن منابع آب، سالم بودن آب بایستی تضمین شود اما مطبوع بودن آن می تواند بدون عوارض بهداشتی قابل چشم پوشی باشد به عنوان مثال در جدول ۱ دیده می شود که مقدار حداکثر کدورت آب برای استاندارد حداقل آب مورد نیاز برای زنده ماندن ۲۰ NTU نیز می تواند باشد.

همکاری و مشارکت عمومی

مشارکت عمومی

مشارکت فعال نهادهای محلی در زمینه تهیه آب آشامیدنی و مداخلات آنها به منظور تامین آب آشامیدنی ممکن است بسیار موثر باشد، زیرا این موسسات معمولاً با سیستم‌های موجود آشنایی کامل دارند. افراد و ذینفعان محلی بهتر است به منظور بقاء سیستم موجود، وارد عمل شده و مشارکت و کمک‌های لازم را انجام دهند. مشاوره با زنان و کودکان کمک می کند تا در طراحی تاسیسات امکانات مطابق با نیازهای این افراد تنظیم شود و مشکل دسترسی توسط گروه زنان و کودکان کاهش یابد. در نهایت بایستی از متخصصان امر مشارکت گرفته شود و از نظرات آنها به نحو مطلوب استفاده شود.

جدول (۱) دستورالعمل های مهم برای تامین زنده ماندن، تامین طولانی مدت و ارتقاء سیستم های آب آشامیدنی برای مناطق سیل زده (۲)

استاندارد	تامین حداقل نیاز برای زنده ماندن در زمان بحران سیل	تامین نیاز طولانی مدت بعد از سیل	تامین نیاز برای توسعه ای
مقدار آب مورد نیاز برای استفاده	۳ تا ۵ لیتر برای هر نفر در روز	۱۵ لیتر برای هر نفر در روز	۲۰ تا ۵۰ لیتر برای هر نفر در روز
تعداد نقاط برای توزیع آب	۱ نقطه برای هر ۵۰۰ تا ۷۵۰ نفر	۱ نقطه برای هر ۲۵۰ تا ۵۰۰ نفر	۱ نقطه برای هر ۲۰۰ تا ۳۰۰ نفر
فاصله از نقاط توزیع آب	۱ کیلومتر	۵۰۰ الی ۷۰۰ متر	۱۰۰ تا ۴۰۰ متر
حداکثر زمان انتظار در نقاط توزیع آب	۲ ساعت	۲۰ دقیقه	-----
کدورت	> ۲۰ NTU	> ۱۰ NTU	> ۵ NTU
کلر آزاد باقیمانده در منبع توزیع آب	۰/۳ الی ۱ میلی گرم بر لیتر	۰/۲ الی ۰/۵ میلی گرم بر لیتر	اگر آب کلرزی شده استفاده می شود ۰/۲ میلی گرم بر لیتر
هدایت الکتریکی	۳۰۰۰ $\mu\text{s/cm}$	۲۰۰۰ $\mu\text{s/cm}$	۱۴۰۰ $\mu\text{s/cm}$
pH	محدودیتی وجود ندارد	۶ - ۸ برای انعقاد با سولفات آلومینیم، ۸ برای گندزدایی	ترجیحا > ۸ برای گندزدایی مؤثر با کلر
اشرشیاکلی و سایر کلیفرم های گرمای پای	همواره بهتر است از گندزدا استفاده کنیم. اما اگر گندزدا در اختیار نداریم بهتر است از بهترین منبع آب موجود و استفاده از نور مستقیم خورشید برای گندزدایی استفاده کرد.	همواره بهتر است از گندزدا استفاده کنیم. اما اگر گندزدا در اختیار نداریم بهتر است برای منبع با کمتر از ۱۰ کلیفرم مدفوعی و اشرشیاکلی در ۱۰۰ میلی لیتر، از نور مستقیم خورشید برای گندزدایی استفاده کرد.	کمتر از ۰ کلیفرم مدفوعی گرمای پای در ۱۰۰ میلی لیتر (گندزدایی را توسط نور خورشید انجام دهید)
مجموع خانواده ها و ظرفیت ذخیره	یک ظرف با حجم ۱۰ تا ۲۰ لیتر برای برداشت آب هر خانواده استفاده می شود. این ظرف بایستی دارای دهانه باریک و یک محافظ باشد.	۲ ظرف با حجم ۱۰ تا ۲۰ لیتر برای برداشت آب هر خانواده استفاده می شود. و ۱ ظرف برای ذخیره استفاده می شود. ظروف بایستی دارای دهانه باریک و یک	-----

	پوشش محافظ باشد.	
--	------------------	--

هزینه‌های همکاری

اقداماتی که توسط نیروهای انسانی در مناطق سیل زده انجام می‌شود یا به صورت خود جوش صورت می‌پذیرد و یا بابت آن هزینه پرداخت می‌شود. معمولاً برای ساخت و سازهای ساختمانی تاسیسات بایستی از روش پرداخت هزینه استفاده شود ولی برای مراقبت از شیرآلات و اتصالات، افراد می‌توانند به صورت خودجوش و مجانی کار کنند و یا هزینه‌ای که برای این منظور پرداخت می‌شود بسیار کمتر از هزینه‌های معمول می‌باشد.

جلب موافقت تصمیم گیرندگان نهایی

قبل از شروع به انجام هر اقدامی در مورد پیشنهادات و قبول یا عدم قبول آنها باید با افرادی که در راس کار هستند مشورت شود و تصمیمات لازم و پیشنهادات آنها مورد ارزیابی قرار بگیرد.

گردآوری اطلاعات اولیه

در ابتدا بایستی اطلاعات پایه‌ای منطقه از سازمانهای مربوطه و نهادهای محلی و همچنین مردم منطقه و افراد بومی گردآوری شود. اگر زمان کوتاه باشد این اطلاعات بایستی نهایتاً طی یک روز بدست آید. اطلاعات مربوط وضعیت آب آشامیدنی منطقه می‌بست توسط کارشناسان و محیط زیست منطقه از نظر بیماریهای جدید به دست آید تا نسبت به تامین وضعیت استاندارد آب آشامیدنی منطقه اقدام شود.

گزینه‌های تامین آب مناطق سیل زده

به طور کلی در شرایط اضطراری ناشی از سیلاب دو وضعیت برای سیستم تامین آب متصور است:

وضعیت اول: اگر بعد از وقوع سیل منبع آب مورد نظر آسیب خاصی ندیده باشد و همچنین آلودگی به داخل منبع راه پیدا نکرده باشد و هنوز منبع قابل دسترس مردم باشد، بایستی:

- سریعاً منبع آب را پایش کنید.
- تعداد موارد اسهالهای جدیدی که در منطقه ایجاد شده است را شناسایی و گزارش کنید. به عبارتی فقط کافی است که منبع را پایش نموده و با افزایش موارد اسهال مشاهده شده در منطقه به سرعت مقابله نمود.

وضعیت دوم: اگر منبع آب مورد نظر پس از سیل آسیب دیده باشد از یکی از دو گزینه بایستی استفاده شود:

- جایگزین کردن یک منبع سالم و بهداشتی به جای منبع تامین آب قبلی
- کلر زنی و ضد عفونی منبع موجود و بهداشتی و قابل شرب کردن آب و حفاظت از آن

اولویت‌های تامین آب از نظر منبع آب

سالم بودن آب مهمترین شرط انتخاب لازم برای استفاده از آب جهت مصارف شرب است. از اینرو در شرایط اضطراری از منابعی که احتمال آلودگی آنها نیز وجود دارد (مانند آب چاه، چشمه و آبهای سطحی) تنها در صورتی می‌توان برای شرب استفاده کرد که تصفیه و گندزدایی آنها تا حد کافی انجام شده باشد. مهمترین منابع تامین آب در شرایط اضطراری به ترتیب اولویت عبارتند از:

- ۱- آبهای بسته‌بندی (بطری شده)
- ۲- شبکه آبرسانی شهری (به شرط سالم بودن)
- ۳- چشمه‌ها و چاهها (به شرط انجام گندزدایی)
- ۴- آبهای سطحی (به شرط انجام تصفیه و گندزدایی)

روشهای تامین آب

در شرایط اضطراری از روشهایی که برای تامین آب می‌توان استفاده کرد موارد زیر قابل اجرا و استفاده هستند:

- استفاده از آبهای بطری شده
- ته نشینی و جوشاندن آب
- توزیع آب با تانکر
- برداشت، ذخیره و تصفیه آب

استفاده از آبهای بطری شده

در مراحل اولیه سیل و شرایط اضطراری که منابع آب تخریب شده است و دسترسی به منابع آب سخت و غیر ممکن می‌باشد، بهترین روش تامین سریع آب برای جمعیت منطقه، توزیع آبهای بطری شده است. این کار به سرعت بایستی توسط مقامات دولتی با صرف هزینه و یا توسط مردم در سراسر کشور به صورت خودجوش انجام شود.



شکل ۲) تامین آب به روش بطری شده برای افراد مواجهه با سیل

ته نشینی و جوشاندن




ته نشین کردن ساده ترین روش بهبود کیفیت آب می باشد. از این طریق مواد معلق و رسوبات به همراه بخشی از عوامل بیماریزا (و نه همه آنها) ته نشین می شوند. باید به این نکته توجه داشت که ته نشین شدن رسوبات تضمین کننده سالم و ایمن بودن آب تولیدی نیست و صرفاً باعث کاهش کدورت آب می شود. برای اطمینان از سالم شدن آب برای مصارف شرب، بایستی بعد از ته نشینی رسوبات، آب را جوشاند و یا کلرزنی کرده و سپس استفاده نمود (جدول ۱).

جوشاندن آب یکی از روشهای مطمئن برای گندزدایی آب در شرایط اضطراری است. این روش در اردوگاهها یا مواقعی که اشکالی در سیستم توزیع آب پیش آمده روش مناسبی برای گندزدایی مقادیر کم آب می باشد.

تامین آب با تانکر

در مواردی که محدودیت زمانی وجود دارد و سایر روشهای تامین آب زمانبر بوده و نمی توانند مورد استفاده قرار گیرند، تامین آب آشامیدنی توسط تانکر تنها راهکار اصلی برای تامین آب شرب جمعیت و حفظ زندگی آنها می باشد. تامین آب توسط تانکرها تنها زمانی ممکن خواهد بود که الزامات آن که در ادامه به آن اشاره می شود فراهم شود.

جدول ۱) مراحل ته نشینی و جوشاندن آب برای تامین آب شرب در شرایط اضطراری

	<p>در صورتی که کدورت آب بالاست آب کدر را در یک سطل (۲۰ لیتری یا بزرگتر) ثابت نگه دارید تا رسوبات آن ته نشین شود. سپس با استفاده از یک ظرف تمیز از آب بالای ظرف برداشته و آن را از یک پارچه تمیز عبور دهید و در ظرف دیگر جمع آوری کنید.</p>
	<p>آب حاصل شده از مرحله قبل را بجوشانید. جوشاندن آب مطمئن ترین راه برای از بین بردن میکروارگانیسم‌هایی مانند ژیا ردیا لامبلیا و کریپتوسپوریدیوم هستند که نسبت به کلر مقاومت بیشتری دارند. طبق اعلام سازمان بهداشت جهانی، با رساندن دمای آب به ۷۰ درجه سانتیگراد، ۹۹/۹۹ درصد از باکتری‌ها، انگلها و ویروسها در کمتر از یک دقیقه از بین می روند. لذا از آنجایی که آب در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد به جوش می آید. اجازه دهید آب به مدت ۱ دقیقه بجوشد (۳). بعد از جوشاندن آب را سرد کنید و استفاده نمایید.</p>
	<p>برای بهبود طعم آب قبل از خوردن می‌توانید آن را چند مرتبه از یک ظرف به ظرف دیگر جابجا کنید تا هم سریعتر سرد شود و هم مقدار اکسیژن آن بیشتر شود. بعلاوه در صورتیکه طعم آب مناسب نباشد می‌توانید به ازای هر لیتر آب مقدار یک نوک انگشت نمک به آن اضافه کنید تا املاح آب افزایش یابد.</p>

معمولاً این تانکرها باید به صورت محلی نصب داده شوند. در غیر این صورت از کامیون‌ها و وسایل نقلیه جهت تامین سیار آب استفاده خواهد شد. تامین آب توسط تانکرها پیچیدگی‌های مدیریتی خاص خود را دارد و نمیتواند برای طولانی مدت برای تامین آب یک منطقه مورد استفاده قرار گیرد. هر چند در برخی مواقع و در برخی از بحرانهای سیل از تانکرهای خیلی بزرگ استفاده می‌شود که می‌توانند آب را برای ماهها در منطقه تامین کنند(۴).

مقررات احداث تانکرهای آب

- ✓ تانکرهای آب کامیون‌های معمولی یا تریلرها هستند که مخازن ذخیره بر روی آنها نصب شده است. قبل از استفاده از این تانکرها بایستی داخل تانکرها کاملاً شسته و کلرزنی شود. عملیات کلرزنی هنگام استفاده مداوم نیز موثر خواهد بود.
- ✓ کیفیت آب به لحاظ فیزیکی بایستی مناسب باشد (با توجه به اینکه تانکر کلرزنی می‌شود مشکلی به لحاظ کیفیت میکروبیولوژیکی وجود نخواهد داشت).

- ✓ به منظور صرفه جویی آب تانکر می‌توان از قرار دادن یک پمپ آب به منظور تخلیه تانکر استفاده کرد.
- ✓ ظرفیت ذخیره‌سازی آب و شیرها باید مشخص شوند.
- ✓ باید سوخت و روغن برای کامیون‌های حمل‌کننده تانکرها در نظر گرفته شود.
- ✓ مقدار کلر کافی در منطقه برای گندزدایی آب تانکرها وجود داشته باشد.
- ✓ تعداد کافی راننده کامیون در منطقه به منظور رانندگی باید حضور داشته باشد.
- ✓ باید به جاده‌ها، پل‌ها و مسیرها به منظور انتقال آب توسط تانکر دقت کرد و در صورت تخریب یا نبودن جاده، مسیرهای جایگزین انتخاب یا جاده‌های قبلی بازسازی شوند.



شکل ۳) تهیه آب با استفاده از تانکرهای آب

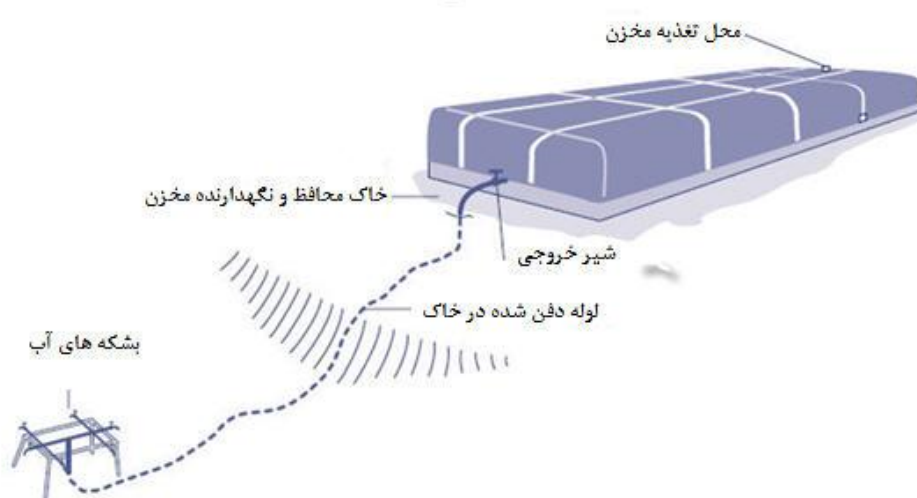
مدیریت تانکرهای آب

کارایی موثر در تامین آب با استفاده از تانکرها مستلزم برنامه‌ریزی و مدیریت تیم تدارکات، همکاری و تامین هزینه‌ها می‌باشد. جدول شماره ۲ نمونه‌ای از یک برنامه آبرسانی توسط تانکرها است که مفروضات اساسی و نحوه محاسبه ظرفیت تانکرها را ارائه می‌کند (۴).

در صورت امکان آب باید کلرزنی تانکر در نقطه پر شدن انجام شود. با توجه به حجم آب در مخزن، مقدار ثابت کلر (معمولا سدیم هیپوکلریت) باید به تانکر تزریق شود. در قسمت گندزدایی این راهنما نحوه تهیه کلر مادر و گندزدایی مخازن تشریح شده است. در طی انتقال آب یا طی سفر تا محل‌های استفاده، کلر فرصت پیدا می‌کند تا به خوبی با آب مخلوط شود. زمان تماس کلر در مخزن حداکثر باید ۳۰ دقیقه منظور

شود. دز کلری که وارد مخزن می شود ممکن است بسته به کدورت و محتوای آلی متفاوت باشد، و به همین دلیل دز کلر باید به طور منظم تعیین مقدار شود. توصیه می شود میزان کلر باقی مانده به طور منظم بررسی شود.

تانکرها بایستی در نقاط مناسبی به منظور تحویل آب به مردم قرار داده شوند. این نقاط باید دارای فضای کافی برای قرارگیری کامیون‌ها و تحویل آب به مصرف کننده باشند. این نقاط بایستی به گونه‌ای انتخاب شوند که ازدحام، تجمع و شلوغی جمعیت، حداقل ممکن باشد. یک راه حل مناسب این است که مخزن ذخیره‌سازی به تعدادی شیر برداشت که در فاصله‌ای مناسب از مخزن قرار دارند متصل شود (شکل ۴).



شکل ۴-۱) شماتیک نحوه آبرسانی با تانکر



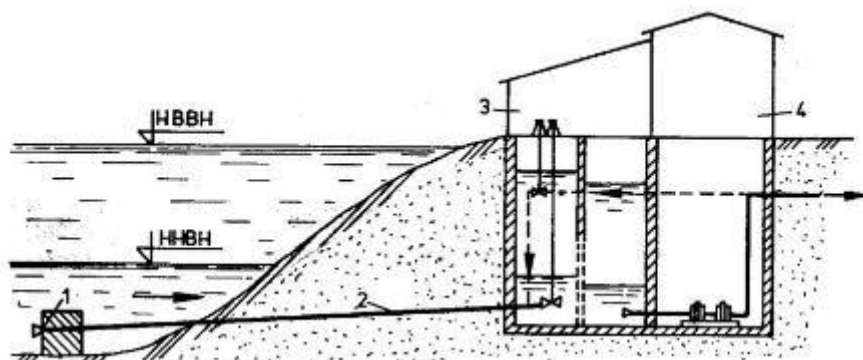
شکل ۴-۲) شکل واقعی نحوه آبرسانی با تانکر

سیستم های برداشت، تصفیه و ذخیره آب

تانکرهای آب معمولاً برای مواقع اجباری و سریع اولویت دارند اما اگر بخواهیم آب را برای مدت طولانی‌تری در اختیار مردم منطقه قرار دهیم بهتر است از سیستم‌های برداشت، تصفیه و ذخیره آب استفاده کنیم. معمولاً احداث این سیستم‌ها از طریق بسیج مردمی و همکاری مردم محلی و غیرمحلی انجام می‌شود. با توجه به اینکه همواره بعد از یک فاجعه، افراد مختلفی به منطقه و برای کمک‌رسانی بسیج می‌شوند، بنابراین احداث این سیستم‌ها از طریق بسیج مردمی و صرف حداقل هزینه دولتی انجام خواهد شد (۴).

برداشت آب

اگر منبع آب سطحی باشد، یک ساختار موقت را می‌توان به صورت سیل بندهایی از کیسه‌های پر از شن و ماسه ایجاد کرد. در نهایت لوله ورودی به منبع سطحی باید با نوعی فیلتر (مشبک) پوشانده شود و در قسمت بالای رودخانه مستقر شود. از تجهیزات پمپاژ برای انتقال استفاده خواهد شد. به منظور تهیه تجهیزات پمپاژ می‌توان هر آنچه که در کشور معمول است استفاده کرد. همواره باید یک نفر نگهبان یا سرایدار سیستم را مراقبت و چک کند تا در صورت بروز مشکل (کاهش سطح آب، گرفتگی و)، موارد را گزارش نماید. مزایای این ساختارها ساده بودن، سرعت احداث بالا، در دسترس بودن تجهیزات و مواد مورد نیاز، عدم نیاز به تکنسین‌های ماهر، مدیریت آسان و هزینه احداث پایین می‌باشد (شکل ۵).



شکل ۵) محل‌های برداشت آب

جدول ۲) محاسبات لازم برای تامین آب در مناطق سیل زده (۴)

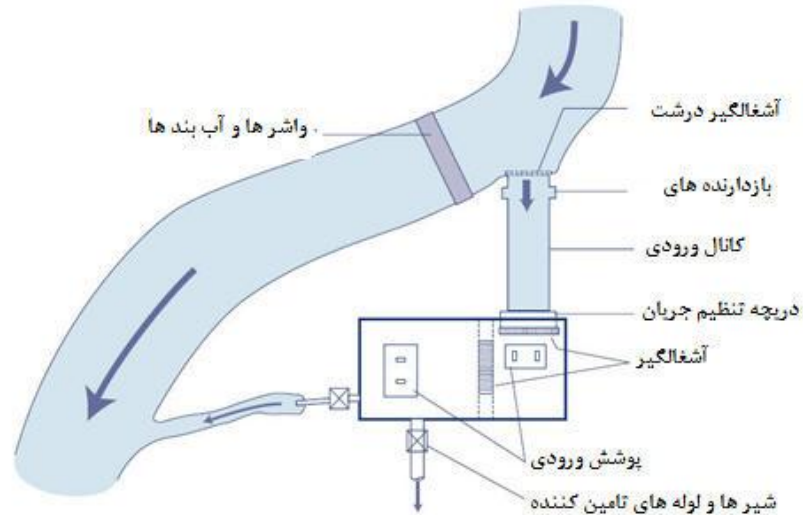
مفروضات اصلی	
جمعیت	۱۰۰۰۰ نفر
حداقل آب مورد نیاز	۱۵ لیتر در روز
فاصله ایستگاه آبیگری تا نقطه توزیع	۱۵ کیلومتر
سرعت تانکر آب	۲۰ کیلومتر بر ساعت
مدت زمان لازم برای پر کردن تانکر در نقطه آبیگری	۲۰ دقیقه
ساعات کاری روزانه	۱۲ ساعت
ظرفیت تانکر آب	۱۰۰۰۰ لیتر
محاسبه مقدار آب مورد نیاز تانکر	
آب مورد نیاز روزانه	۱۵۰۰۰۰ لیتر
در نظر گرفتن ۲۰ درصد مازاد برای اتلاف یا افراد تازه وارد به منطقه	۳۰۰۰۰ لیتر
آبی که باید در نهایت وارد تانکر شود.	۱۸۰۰۰۰ لیتر
محاسبه زمان ناخالص رفت و برگشت یک تانکر	
زمان آبیگری و پر کردن تانکر	۲۰ دقیقه
سفر از ایستگاه آبیگری به نقطه توزیع	۴۵ دقیقه
(اگر فرض کنیم تمام نقاط تحویل در فواصل یکسانی هستند که غالباً هم اینگونه نیست) زمان برای تخلیه مخزن آب در نقطه توزیع بازگشت به ایستگاه پر کردن	۸ دقیقه ۴۵ دقیقه
زمان خالص رفت و برگشت تانکر	۱۱۸ دقیقه
اضافه کردن ۳۰ درصد زمان بیشتر به زمان دست آمده	۳۵ دقیقه
زمان ناخالص رفت و برگشت تانکر	۱۵۳ دقیقه (۲/۶ ساعت)
محاسبه تعداد تانکر های مورد نیاز برای منطقه	
زمان ناخالص رفت و برگشت تانکر ÷ ساعات کاری روزانه = دفعات تحویل آب به ازای هر تانکر در روز	
$4/6 = 12 \div 2/6$	
لیتر ۴۶۰۰۰ = $4/6 \times 100000$ = مقدار آبی که توسط هر تانکر بایستی تحویل داده شود	
$4 \approx 180000 \div 46000$ = تعداد تانکر های آب مورد نیاز	

به منظور ارتقاء سیستم از شناورهای متصل به ورودی و در صورت افزایش سطح آب می‌توان ساختارهای انحراف کوچک برای مقابله با تغییرات جریان در رودخانه ایجاد کرد. شکل شماره ۶ نمونه ای از این سیستم‌ها را نشان می‌دهد. جنس لوله‌ها و تجهیزاتی که برای این سیستم‌ها می‌تواند در نظر گرفته شود شامل (۴):

(۱) شیلنگ های انعطاف پذیر

۲) لوله‌های پلی اتیلنی (PE)

۳) لوله‌های PVC



شکل ۶) ایجاد ساختارهای انحرافی برای شرایط بحرانی

تصفیه آب

در طی حوادثی مثل سیل و سایر بلایای طبیعی باید ابتدا سعی کرد که اگر منبع آبی در همان اطراف باشد سریعاً از همان منبع استفاده کرد. اما بایستی ابتدا منابع مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز عملیات تصفیه آب نیز انجام شود (۴). ساده ترین عملیات‌های تصفیه که می‌توانند انجام گیرند شامل روش‌های زیر می‌باشد:

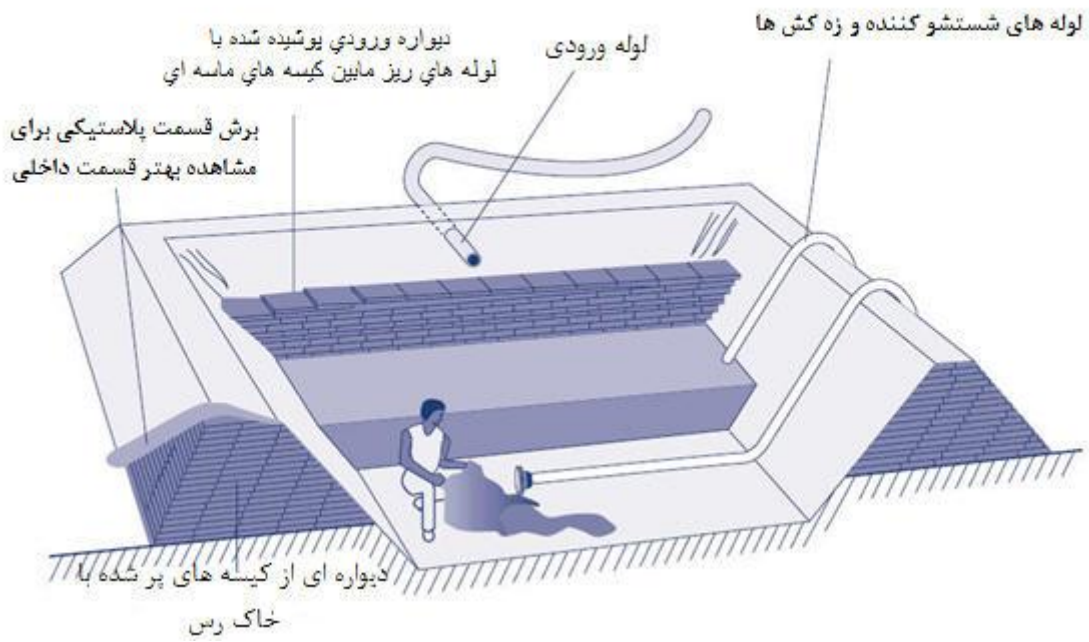
۱- ته‌نشینی ساده

۲- انعقاد/ لخته‌سازی

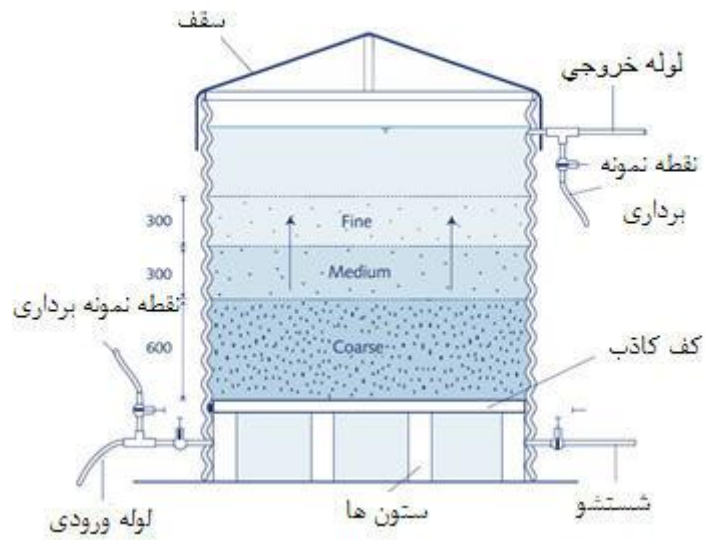
۳- صافی‌سازی چند مرحله‌ای

۴- گندزدایی

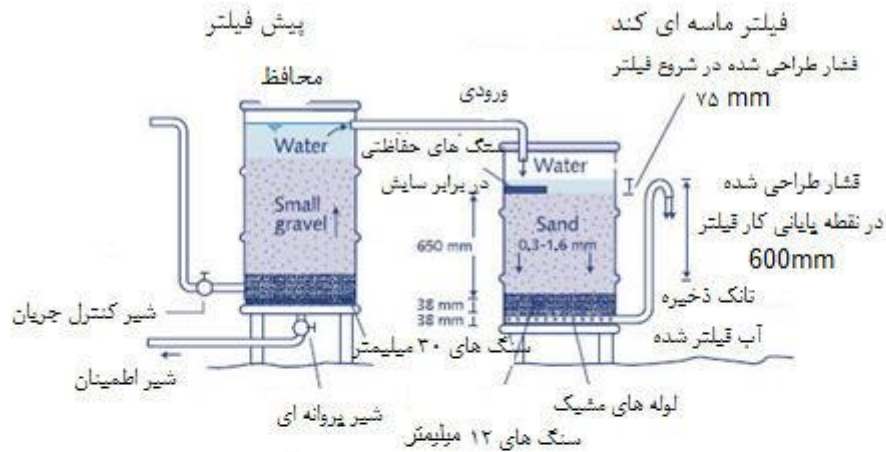
در شکل‌های ۷، ۸ و ۹ نمونه‌ای از عملیات تصفیه با استفاده از روش صافی‌سازی نشان داده شده است.



شکل ۷) مقطعی از یک صافی با حجم بالا احداث شده با جریان افقی



شکل ۸) صافی با حجم بالا با جریان عمودی



شکل ۹) واحد های مختلف از یک تصفیه خانه کوچک

گندزدایی آب با کلر

برای انجام گندزدایی بایستی ابتدا محلولی تهیه کنید با عنوان محلول کلر مادر که دارای غلظت ۱٪ از کلر می باشد.

روش تهیه محلول کلر مادر ۱٪

محلول کلر مادر می تواند از مواد شیمیایی مختلفی که حاوی کلر هستند تهیه شود. در جدول ۳ لیستی از این مواد و مقادیری از هر ماده که می تواند برای تهیه کلر مادر ۱٪ استفاده شود آورده شده است. مطابق جدول، مقادیر مورد نیاز از هر ماده را به یک لیتر آب اضافه کنید و در ظرف مناسب شیشه ای یا پلاستیکی تیره رنگ و به دور از نور آفتاب نگهداری کنید. محلول کلر مادر ۱٪ حاوی ۱۰۰۰۰ میلیگرم کلر در لیتر و به عبارتی دیگر دارای غلظت ۱۰۰۰۰ ppm (۱۰۰۰۰ قسمت در هر ۱ میلیون قسمت است) از کلر می باشد (۵).

برای ضد عفونی آب از ترکیبات مختلف کلر استفاده می کنند که از متداولترین این ترکیبات، هیپوکلریت سدیم می باشد. این ترکیب آب ژاول نام دارد و در بازار معمولاً محلول ۵٪ آن با آب دیونیزه وجود دارد.

توجه:

- از محلول هیپوکلریت سدیم با غلظت ۵٪ که در آن ترکیبات دترجنت نیز وجود دارند و تحت عنوان وایتکس نیز شناخته می‌شود به هیچ عنوان برای گندزدایی آب استفاده نکنید.
- از تماس پوست با هر یک از مواد شیمیائی و یا محلول کلر مادر و همچنین استنشاق بخار کلر خودداری کنید.
- محلول کلر مادر بایستی تازه باشد یعنی روزانه تهیه شود و از نور و حرارت محافظت گردد.

جدول ۳) مقادیر مورد نیاز و تقریبی از مواد گندزدایی مختلف جهت تهیه کلر مادر ۱٪

مواد شیمیائی	درصد کلر	مقادیر مورد نیاز	اندازه های تقریبی
هیپوکلریت کلسیم (پرکلرین جامد)	۳۵	۳۰ گرم	دو قاشق غذاخوری ^۱ پر
هیپوکلریت کلسیم (پرکلرین جامد)	۶۵-۷۰	۱۵ گرم	یک قاشق غذاخوری پر
هیپوکلریت کلسیم (پرکلرین مایع)	۶۵-۷۰	۱۴ میلی لیتر	یک قاشق غذاخوری از محلول
محلول هیپوکلریت سدیم (آب ژاول)	۴-۶	۲۰۰ میلی لیتر	۱۴ قاشق چایخوری
محلول هیپوکلریت سدیم (آب ژاول)	۷-۱۰	۱۴۵ میلی لیتر	۱۰ قاشق چایخوری
محلول هیپوکلریت سدیم (آب ژاول)	۱	خود یک محلول مادر ۱٪ می باشد.	یک لیتر آن خود معادل یک لیتر محلول مادر ۱٪ است.

۱- یک قاشق غذاخوری معادل ۳ قاشق چایخوری است.

مثال:

چنانچه قصد دارید کلر مادر ۱٪ را با استفاده از هیپوکلریت کلسیم جامد که دارای ۳۵٪ کلر می‌باشد تهیه کنید، بایستی مقدار ۳۰ گرم از آن را که معادل ۲ قاشق غذاخوری پر می‌باشد به یک لیتر آب اضافه کنید.

گندزدایی آب با محلول مادر ۱٪

برای گندزدایی آب توجه داشته باشید که ۳۰ دقیقه بعد از افزودن محلول کلر مادر به آب، به منظور اطمینان از گندزدایی کامل و همچنین اطمینان از عدم آلودگی مجدد آب، مقدار باقیمانده کلر در آب بایستی بین ۰/۷-۰/۵ میلیگرم در لیتر باشد. برای این منظور بعد از تهیه محلول کلر مادر به ترتیب زیر عمل کنید (۶):

در صورت دسترسی به کیت کلرسنجی:

- چهار ظرف آب غیرفلزی تهیه کنید (برای مثال، سطل‌های ۲۰ لیتری پلاستیکی) و ۱۰ لیتر آب در هر یک از آنها بریزید.

- با استفاده از یک سرنگ، از محلول ۱٪ کلر مادر به ترتیب به هر یک از ظرف‌ها مقادیر ۱، ۱/۵، ۲ و ۵ میلی‌لیتر محلول اضافه کنید:
 - اولین ظرف : ۱ میلی‌لیتر
 - دومین ظرف : ۱/۵ میلی‌لیتر
 - سومین ظرف : ۲ میلی‌لیتر
 - چهارمین ظرف : ۵ میلی‌لیتر
- مدت ۳۰ دقیقه صبر کنید، سپس با استفاده از یک کیت کلرسنج یا نوار تست، غلظت کلر آزاد باقیمانده را اندازه‌گیری کنید.
- ظرفی را که دارای ۰/۵-۰/۷ میلی‌گرم در لیتر کلر آزاد باقیمانده است را انتخاب کنید و بر اساس مقدار محلول مادری که در آن ریخته‌اید مقدار محلول کلر ۱٪ مورد نیاز برای ضد عفونی مقدار آب مورد نیاز را محاسبه کنید.

مثال:

فرض کنید در ظرف سوم که به آن ۲ میلی‌لیتر محلول مادر اضافه کردید مقدار کلر باقیمانده بین ۰/۵ تا ۰/۷ است، در اینصورت مقدار محلول مادر لازم برای هر ۱۰ لیتر معادل ۲ میلی‌لیتر می باشد. حال اگر مخزن آب مورد نظر شما یک تانکر هزار لیتری باشد:

$$10 \text{ L} \rightarrow 2 \text{ ml}$$

$$1000 \text{ L} \rightarrow ? = (1000 \text{ L} \times 2 \text{ mL}) / 10 \text{ L} = 200 \text{ mL}$$

برای گندزدایی آن بایستی مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول مادر ۱٪، داخل تانکر آب هزار لیتری بریزید و بعد از همزدن آن با یک همزن تمیز به مدت نیم ساعت صبر کنید تا گندزدایی آب تکمیل گردد. بعد از گندزدایی آب قابل مصرف می باشد.

در صورت عدم دسترسی به کیت کلرسنجی:

در مواردی که کیت کلرسنجی وجود ندارد تا مقدار مطلوب کلر مادر برای گندزدایی تعیین شود، می‌توانید مقدار ۷ قطره از محلول کلر مادر را به هر لیتر آب اضافه کنید و پس از ۳۰ دقیقه آنرا مصرف کنید. به همین ترتیب می‌توانید مقدار کلر مادر برای گندزدایی مخازن بزرگ را نیز محاسبه کنید.

مثال:

در مثال قبل برای گندزدایی یک تانکر هزار لیتری با فرض عدم دسترسی به کیت کلرسنجی مقدار کلر مادر مورد نیاز چقدر است؟

$$1 \text{ L} \rightarrow 7 \text{ قطره}$$

$$1000 \text{ L} \rightarrow ? = (1000 \text{ L} \times 7 \text{ قطره}) / 1 \text{ L} = 7000 \text{ قطره}$$

با در نظر گرفتن اینکه هر میلی لیتر در حدود ۲۵ قطره است:

$$7000 / 25 = 280 \text{ mL}$$

بدین ترتیب مقدار ۲۸۰ میلی لیتر از محلول کلر مادر بایستی به مخزن هزار لیتری آب اضافه شود.

نکات مورد توجه در مورد کلر

- پودر کلر یا پرکلرین را می‌توانید از مراکز بهداشتی که در تمام کشور فعال هستند (واحد بهداشت محیط) بصورت رایگان تهیه کنید.
- اگر پودر کلر مدتی بماند (بیش از یک تا دو هفته) هنگام استفاده آب را تلخ می‌کند پس برای هر برنامه گندزدایی باید محلول کلر مادر تازه تهیه کنید.
- پودر کلر را در ظرفهای کوچک شیشه‌ای یا پلاستیکی و دور از نور در جایی خشک و تاریک نگهداری کنید.
- پودر کلر را در کنار مواد غذایی یا در ظرفهای سرباز نگهداری نکنید و گرنه بوی آن در تمام محوطه پخش می‌شود (مثل بویی که در استخرها می‌آید).
- محلول مادر را که درست کردید، آن را در یک ظرف کوچک دارای قطره چکان (این ظرفها را میتوانید از داروخانه ها تهیه کنید) بریزید. ظرف را در یک فویل آلومینیومی بپیچید و در جای خنک نگهداری کنید.
- توجه کنید محلول کلر مادر دارای خاصیت رنگبری است پس دقت کنید در هنگام حمل و نقل و یا زمان استفاده روی لباسها یا وسایلتان نریزد.
- پس از اضافه کردن کلر به آب، حتماً نیم ساعت صبر کنید بعد از آب استفاده کنید.
- کلر رنگ بو یا مزه آب را چندان عوض نمی‌کند.
- اگر آب تصفیه شده در اختیار ندارید برای حفظ سلامت خود آبهای چاه، چشمه و بخصوص آبهای جاری را حتما با کلر گندزدایی کنید.

- ظروف نگهداری آب باید کاملاً تمیز بوده و درب آنها کاملاً بسته باشد تا از ورود آلودگی و حشرات به داخل آن جلوگیری شود در غیر این صورت می‌تواند مجدداً آلوده و یا محل مناسبی برای تکثیر و تخم‌ریزی حشرات باشد.

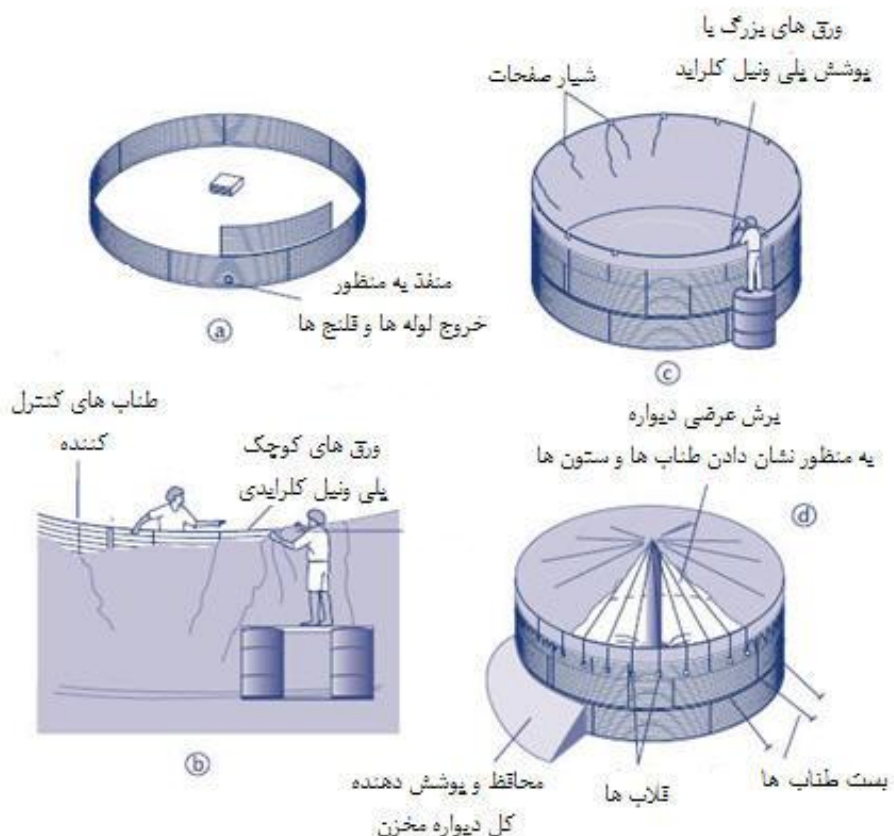
ذخیره آب

یک مخزن ذخیره آب معمولاً در شرایط اضطراری باید به آسانی و به سرعت نصب شود، همچنین قابلیت انتقال و حمل سریع به محل داشته باشد (بنابراین نیازمند استفاده از مواد سبک برای ساخت آنها است) و در پایان باید آسان و سریع در محل احداث شود. سه نوع مخزن برای استفاده در شرایط اضطراری مناسب هستند و توسط سازمانها پیشنهاد می‌شوند: مخازن OXFAM^۱ بزرگ، مخازن OXFAM فوری و مخازن با قابلیت انبار کردن (آب انبارها) (۴).

مخازن OXFAM بزرگ احداث شونده در محل بحران

این مخازن از ورق‌های فولادی که به همدیگر می‌چسبند و یک شکل استوانه‌ای را به منظور ذخیره آب ایجاد می‌کنند ساخته می‌شوند. به منظور جلوگیری از نشت باید درزگیری شوند. باید سقفی برای این مخازن برای بهداشتی کردن و جلوگیری از نفوذ در نظر گرفته شود. احداث این مخازن بسیار ساده است و یک تیم می‌تواند آنرا در طی یک روز احداث کند. معمولاً این مخازن را در حجم ۱۰/۵ تا ۹۵ متر مکعب می‌توان احداث کرد. این مخازن محکم هستند و دوام بسیار زیادی دارند، به طوری که می‌توان برای سالیان زیادی از آنها استفاده کرد. معمولاً از مخازن OXFAM با حجم بزرگ برای مناطق شهری پیشرفته و توسعه یافته که دچار بلایای طبیعی و شرایط بحرانی شده‌اند استفاده می‌شود. شکل شماره ۱۰ نحوه احداث این مخازن را نمایش می‌دهد (۴).

۱: OXFAM نامی برگرفته از کمیته اکسفورد برای بهبود وضعیت‌های بحرانی است که اولین بار در سال ۱۹۴۲ در انگلیس به اجرا درآمد.



شکل ۱۰) مخازن OXFAM بزرگ و نحوه ساخت آنها

مخازن OXFAM فوری (قابل استفاده در اجتماعات کوچک)

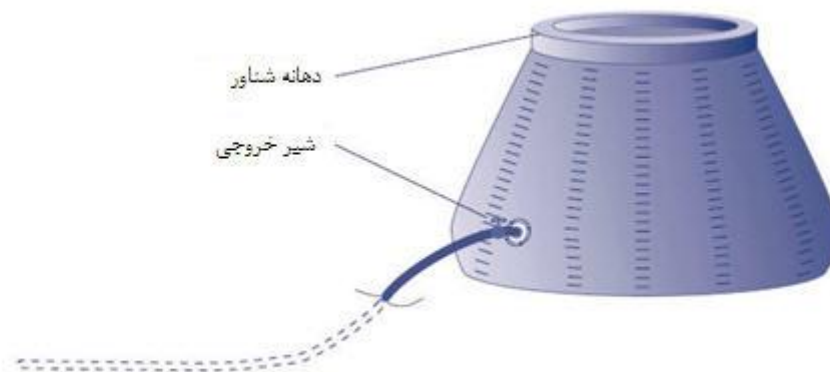
در شکل شماره ۱۱ مخزن ذخیره فوری OXFAM نشان داده شده است. این مخازن در حجم های کم و معمولاً در کمپ های اسکان و اجتماعات کوچک که شرایط زندگی و تامین آب سخت است مورد استفاده قرار می گیرد. این مخازن معمولاً با حجم های کم از حدود ۳ تا ۵ متر مکعب احداث می شوند (۴). مطابق شکل شماره ۱۱، به منظور احداث این مخازن از تانکرهای آماده که دارای جنس پلاستیکی یا فلزی هستند استفاده می شود. معمولاً این مخازن باید بر روی یک سکو و کمی بالاتر از سطح زمین قرار بگیرند، بالاتر قرار دادن این مخازن موجب راحتی تر شدن برداشت آب از این سیستم ها و همچنین موجب بهبود شرایط بهداشتی حین استفاده می شود.



شکل (۱۱) مخازن OXFAM برای مناطق روستایی و کمپ‌های اسکان

مخازن انبار کننده (آب انبارها) انعطاف پذیر

در شکل ۱۲ نمونه‌ای از مخازن انعطاف پذیر برای ذخیره آب نشان داده شده است. این مخازن از فیبرهای با قابلیت انعطاف بالا ساخته می‌شوند و بدون چهار چوب و دیواره خاصی قابلیت محافظت از خود را دارند. در حقیقت قابلیت انعطاف این امکان را به آنها می‌دهد که خودشان را حفظ کنند. آنها در حجم‌های کم بسته بندی شده اند و به راحتی قابل حمل هستند (۴).



شکل (۱۲) مخزن انعطاف پذیر

از مزیت‌های این مخازن این است که آنها بسیار سبک هستند و به راحتی می‌توانند به محل استفاده منتقل شوند. با این حال، معمولاً به صورت محلی در دسترس نیستند و بنابراین باید از خارج از کشور وارد شوند. همچنین دارای استحکام بالا نیستند و با اجسام نوک تیز مثل چاقو یا کاتر قابلیت تخریب دارند. معمولاً مهمترین استفاده از این مخازن برای مواقعی است که عملیات خیلی اورژانسی و سریع باشد و یا سایر مخازن جهت تهیه آب در دسترس نباشد. این مخازن دارای یک خروجی هستند که می‌توانند به یک شلنگ انعطاف پذیر متصل شوند (۴).

منابع

- (۱) WHO. Guidelines for drinking-water quality: World Health Organization; 2004.
- (۲) The Sphere Project. Humanitarian Charter and Minimum Standards in Disaster Response. The Sphere Project: Geneva, Switzerland <http://www.sphereproject.org>. 2004.
- (۳) WHO .Boil water. World Health Organization; 2015.
- (۴) De Veer T. 24 Water supply in disasters and emergencies. 2002.
- (۵) Wisner B, Adams J, Adams J. Water supply. Environmental health in emergencies and disasters: a practical guide: World health organization; 2002.
- (۶) WHO. Household Water Treatment and Safe Storage Following Emergencies and Disasters. South Asia Earthquake and Tsunami. 2002.

