



پدانشگاه علوم پزشکی  
دانشگاه علوم پزشکی تهران



سازمان بهداشت  
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی  
مرکز مدیریت پستی بی‌آلودگی

# راهنمای فنی تأمین آب آشامیدنی، بهبود محیط و بهداشت فردی در شرایط اضطراری

۳

## پاکسازی و کندزدایی مخازن و تانکرهای ذخیره آب

مترجمان:

کاسم ندافی

سید غلامرضا موسوی

رضا سعیدی

مهدی هادی

محمد صادق حسنونند

مهدی مختاری

۱۳۹۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای حاضر ترجمه سند منتشر شده توسط سازمان جهانی بهداشت (WHO) و مرکز مهندسی آب و توسعه (WEDC) در سال ۲۰۱۳ تحت عنوان زیر بوده است و استفاده غیرتجاری از آن با ذکر دقیق منبع بصورت زیر بلامانع است:

Technical Notes on Drinking-Water, Sanitation and Hygiene in Emergencies. Prepared for WHO by WEDC. Authors: Sam Godfrey and Bob Reed. Series Editor: Bob Reed. World Health Organization 2013.

لازم به ذکر است که این ترجمه توسط سازمان جهانی بهداشت و مرکز مهندسی آب و توسعه انجام نشده است. بنابراین سازمان جهانی بهداشت و مرکز مهندسی آب و توسعه هیچگونه مسئولیتی در قبال محتوا یا صحت مطالب ترجمه نشده ندارند.

این راهنما بدنبال وقوع سیل در مناطق وسیعی از کشور در بهار ۱۳۹۸، به سفارش مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر وزارت بهداشت، توسط پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران ترجمه شده است.

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران - خیابان کارگر شمالی - نرسیده به بلوار کشاورز - پلاک ۱۵۴۷ - طبقه هشتم

تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۹ - ۰۲۱، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸ - ۰۲۱

جهت دسترسی به این راهنما به تارگه اینترنتی پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به آدرس

<http://ier.tums.ac.ir>، (بخش انتشارات) مراجعه نمایید.



## مقدمه

کشور ما همچون بسیاری از کشورهای دیگر دنیا در معرض انواع بلایای طبیعی چون زلزله و سیل قرار دارد و بلایای طبیعی همه ساله در کشور ما اتفاق می‌افتد و به دنبال آن شیرازه زندگی عادی گروهی از مردم بلا دیده از هم گسیخته می‌شود و محتاج کمک در زمینه‌های مختلف می‌گردند. از جمله مهمترین نیازهای مردم در شرایط اضطراری بعد از وقوع بلایای طبیعی نیاز به آب آشامیدنی سالم و بهسازی محیط است که در کنار رعایت بهداشت فردی می‌تواند از بروز و شیوع بیماری‌های واگیر به نحو چشمگیری جلوگیری نماید.

بی‌تردید نظام بهداشتی کشور ما از کارشناسان، متخصصین و مدیران با تجربه‌ای برخوردار است که می‌توانند این شرایط را بخوبی مدیریت و به نحو شایسته‌ای به مردم بلا دیده کمک کنند. وجود راهنمای فنی مناسب از جمله نیازهای تکنسین‌ها، کارشناسان و مدیران بهداشتی بویژه در مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی است. در شرایط اضطراری، اغلب لازم است به سرعت یک منبع تأمین آب اولیه برای جمعیت آسیب دیده فراهم شود، زیرا سامانه اصلی تأمین آب آسیب دیده و یا تخریب شده است. متداول ترین و سریع ترین راه حل استفاده از مخازن و تانکر وسایل نقلیه با کاربری‌های دیگر و یا تهیه مخازن جمع شونده از انبار شرایط اضطراری (در صورت وجود) است. در هر صورت مخازن و تانکرها باید قبل از استفاده پاکسازی و گندزدایی شوند. این راهنمای فنی روشی چهار مرحله‌ای برای پاکسازی و گندزدایی مخازن و تانکرهای آب ارائه می‌دهد.

این راهنما بدنبال وقوع سیل در مناطق وسیعی از کشور در بهار ۱۳۹۸، به سفارش مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر وزارت بهداشت، توسط پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران ترجمه شده است که بدینوسیله از مترجم این راهنما، جناب آقای دکتر رضا سعیدی عضو محترم هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از دفتر یونسف در ایران بخاطر حمایت از انتشار بموقع این اثر، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

دکتر محمد مهدی گویا

دکتر کاظم ندافی

رئیس مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر

رئیس پژوهشکده محیط زیست

## فهرست مطالب

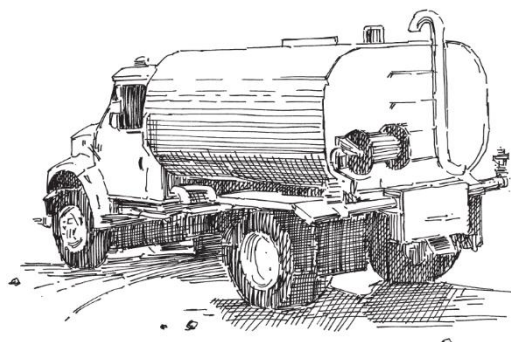
### صفحه

### عنوان

۱-۳	مراحل روش
۲-۳	مرحله ۱: انتخاب مخازن جهت استفاده
۳-۳	مرحله ۲: پاکسازی
۷-۳	مرحله ۳: گندزدایی
۱۰-۳	مرحله ۴: دفع ایمن محلول‌های شستشو

## پاکسازی و گندزدایی مخازن و تانکرهای ذخیره آب

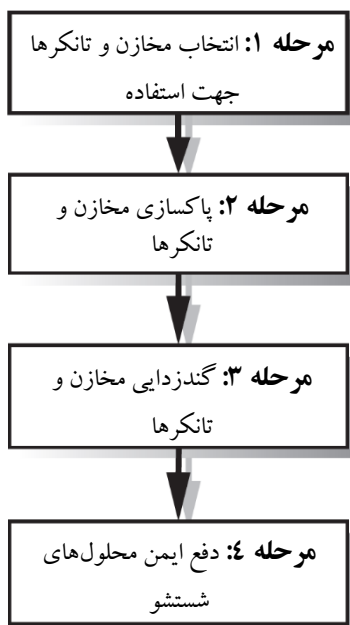
در شرایط اضطراری، اغلب لازم است به سرعت یک منبع تأمین آب اولیه برای جمعیت آسیب دیده فراهم شود، زیرا سامانه اصلی تأمین آب آسیب دیده و یا تخریب شده است. متداول ترین و سریع ترین راه حل استفاده از مخازن و تانکر وسایل نقلیه با کاربری های دیگر و یا تهیه مخازن جمع شونده از انبار شرایط اضطراری (در صورت وجود) است. در هر صورت مخازن و تانکرها باید قبل از استفاده پاکسازی و گندزدایی شوند. این راهنمای فنی روشی چهار مرحله ای برای پاکسازی و گندزدایی مخازن و تانکرهای آب ارائه می دهد.



### مراحل روش

در شرایط اضطراری، گندزدایی مخازن آلوده و یا خارج از مدار بهره برداری جهت انتقال و ذخیره سازی ایمن آب آشامیدنی ضروری است. شکل ۱-۳ روشی چهار مرحله ای را جهت پاکسازی و گندزدایی مخازن آب ارائه می دهد.

**نکته: مقادیر زیادی آب جهت پاکسازی و گندزدایی مخازن قبل از استفاده جهت انتقال یا ذخیره سازی آب لازم است.**



شکل ۳-۱. روش چهار مرحله‌ای جهت پاکسازی و گندزدایی مخازن آب

### مرحله ۱: انتخاب مخازن جهت استفاده

انتخاب مخازن بر اساس سه معیار انجام می‌شود: نوع کاربری اصلی، سهولت پاکسازی و بهداشتی بودن جهت ذخیره آب.

مخازن انتخاب شده باید فقط برای نگهداری مایعات خوراکی نظیر شیر، روغن آشپزی، آب میوه، سرکه و... استفاده شده باشند. مخازن بکار گرفته شده جهت نگهداری مایعات غیر خوراکی نظیر حلال، سوخت، فاضلاب و... به هیچ وجه قابل استفاده نیستند. مخازن آب خارج از بهره‌برداری نیز باید پاکسازی و گندزدایی شوند.

مخازنی باید انتخاب شوند که پاکسازی آنها آسان باشد؛ بدین معنی که دسترسی به داخل آنها راحت بوده و گوشه‌های تیز نداشته باشند. حفظ کیفیت بهداشتی آب در گروهی ذخیره‌سازی ایمن است. مخازن باید دارای سرپوش با در برداشت قفل شونده باشند.

## مرحله ۲: پاکسازی

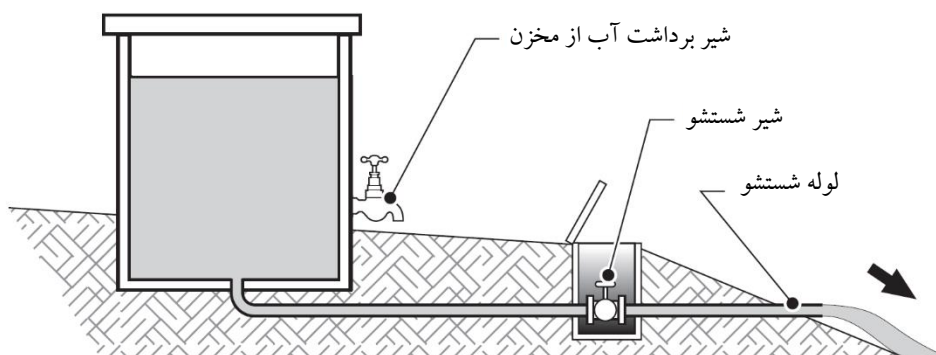
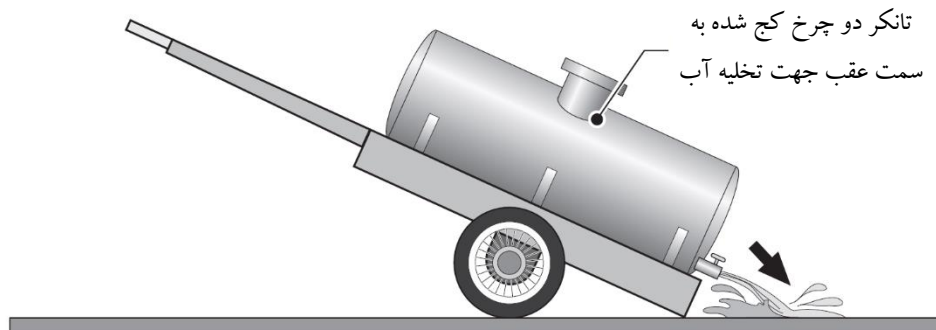
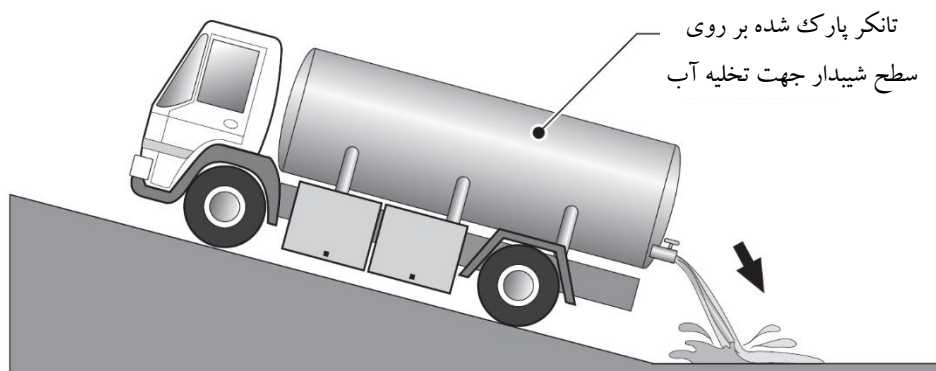
### تخلیه مخزن

شیر برداشت یا تخلیه مخزن را باز کنید تا باقیمانده مایع موجود در مخزن خالی شود. مایع خروجی را جمع آوری نموده و بصورت بهداشتی دفع نمایید (مرحله ۴ را ببینید).  
در تانکرها شیر تخلیه معمولاً در پشت مخزن قرار گرفته است، بنابراین پارک خودرو یا قرار دادن تانکر در یک سطح شیبدار موجب تخلیه کامل خواهد شد (شکل ۳-۲ را ببینید).  
مخازن ذخیره دائمی دارای شیر شستشو (زیر آب) هستند که مایعات موجود در مخزن را بطور کامل تخلیه می‌کند. در این مخازن برای تخلیه به جای شیر خروجی از شیر شستشو استفاده کنید.

### شستشوی سطوح داخلی مخزن

برای شستشو و پاکسازی سطوح داخلی مخزن از مخلوط دترجنت (مواد پاک کننده نظیر پودر لباسشویی خانگی) و آب داغ استفاده کنید. برای انجام این کار می‌توانید از یک برس زبر و یا جت آب (آب با فشار زیاد) استفاده نمایید. با تهیه یک دسته بلند برای برس می‌توانید بدون ورود به مخزن عملیات شستشو را انجام دهید (شکل ۳-۳).  
جهت پاکسازی گوشه‌ها و زوایای داخل مخزن توجه بیشتری کنید تا کمترین مقدار از محلول اولیه، داخل مخزن باقی نماند. حتی مقادیر کم از محلول اولیه می‌تواند طعم نامطبوعی در آب ایجاد کرده و مردم را از مصرف آن منصرف کند. در زمان شستشو شیر خروجی را باز بگذارید و آب شستشو را جمع آوری و بصورت بهداشتی دفع نمایید.





شکل ۳-۲. تخلیه مایعات از مخازن و تانکرها

### شستشوی مخزن با فشار آب

این کار به راحتی و با استفاده از یک شیلنگ آب فشار قوی یا جت آب انجام می‌شود. پاشیدن آب را تا از بین رفتن کامل اثر مواد پاک کننده در آب ادامه دهید. اگر تجهیزات پاشیدن آب در دسترس نیست، مخزن را با آب (در

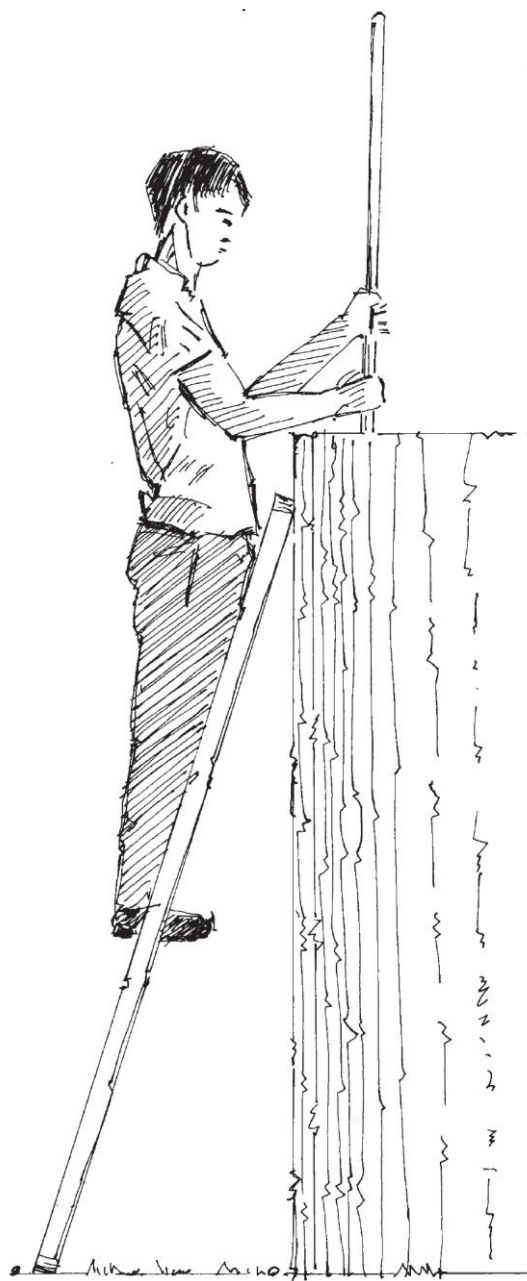


صورت دسترسی آب داغ) پر کنید و به مدت چند ساعت در تماس قرار دهید، سپس شیر شستشو را باز کرده و مخزن را بطور کامل تخلیه نمایید و پساب خروجی را بصورت بهداشتی دفع نمایید.

**نکته مهم:** پاکسازی مخازن باید در محیط باز و به دور از اماکن مسکونی انجام شود تا از مشکلات بهداشتی مربوط به دفع فاضلاب جلوگیری شود.

### پاکسازی شیلنگ‌ها

شیلنگ‌ها، پمپ‌ها و لوله‌های مورد استفاده در پر و خالی کردن مخزن باید پاکسازی شوند. مخلوطی از مواد پاک‌کننده و آب را داخل شیلنگ و پمپ پاشید تا مواد زائد و چسبیده به داخل آنها خارج شود. بعد از پاکسازی، باقیمانده مواد پاک‌کننده را با پاشیدن آب تمیز بزدانید.



شکل ۳-۳. پاکسازی سطوح داخلی مخزن با برس



### مرحله ۳: گندزدایی

متداولترین روش گندزدایی مخازن آب کلرزنی و متداولترین ترکیب برای کلرزنی هیپوکلریت کلسیم قوی است که حاوی ۸۰-۶۰ درصد کلر است.

### محاسبه حجم مخزن

مقدار کلر مورد نیاز برای گندزدایی به حجم مخزن بستگی دارد. نحوه محاسبه حجم اشکال متداول مخازن در نکته ۱-۳ توضیح داده شده است.

### افزودن ماده گندزدا

یک چهارم حجم مخزن را با آب تمیز پر کنید. به ازای هر ۱۰۰۰ لیتر حجم کل مخزن، ۸۰ گرم گرانول هیپوکلریت کلسیم قوی اضافه کنید. سپس بقیه حجم مخزن را با آب تمیز پر نمایید. در مخزن را ببندید و اجازه دهید مدت ۲۴ ساعت در این حالت بماند. اگر مخزن فوراً مورد نیاز است، مقدار کلر را دو برابر کنید و مدت زمان تماس را به ۸ ساعت کاهش دهید.

### گندزدایی شیلنگ و پمپ

اگر مخزن مجهز به پمپ است، شیلنگ را به پمپ متصل نموده و داخل مخزن پر شده از آب و ماده گندزدا قرار دهید، سپس پمپ را به مدت یک ساعت روشن کنید تا آب به داخل مخزن بازچرخش شود (شکل ۳-۴). این کار را در مرحله بعد با مخزن پر شده از آب تمیز تکرار کنید.

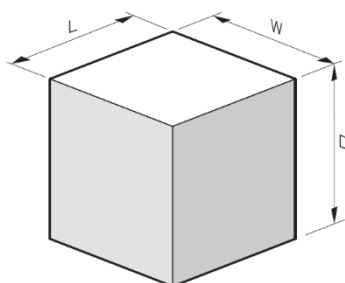
اگر مخزن مجهز به پمپ نیست، مقداری محلول گندزدایی از مخزن بردارید و به آرامی به داخل شیلنگ تا ظرفیت کامل پر کنید. برای این کار باید یک طرف شیلنگ را بسته و از طرف دیگر محلول گندزدایی را وارد نمایید و اجازه دهید به مدت ۲۴ ساعت تماس یابد. بعد از گذشت مدت تماس، محلول گندزدایی را از شیلنگ خالی کنید و شیلنگ را به خروجی مخزن محتوی آب تمیز متصل نمایید، سپس شیر مخزن را برای تخلیه باز نموده و اجازه دهید آب خروجی از شیلنگ عبور نماید. بدین ترتیب شیلنگ آماده استفاده می شود.

### آماده‌سازی مخزن برای استفاده

بعد از گذشت مدت تماس مخزن با محلول گندزدا، شیر خروجی مخزن را باز کنید تا محلول گندزدا بطور کامل تخلیه شود. محلول گندزدایی حاوی غلظت بالایی از کلر است و باید با در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی دفع گردد. در ادامه مخزن را از آب آشامیدنی پر کنید و اجازه دهید آب به مدت ۳۰ دقیقه با مخزن تماس داشته باشد، سپس مخزن را خالی کنید. بدین ترتیب مخزن آماده استفاده می‌شود.

#### نکته ۳-۱. محاسبه حجم مخزن

مخازن ذخیره معمولی آب به یکی از سه شکل مکعب مستطیل، استوانه یا بیضی هستند. اگر مخزن به شکل دیگری بود، حجم آن را با استفاده از فرمول شکل دیگری که به آن شباهت بیشتری دارد، تخمین بزنید.



$$V = L \times W \times D \times 1000$$

#### مخزن مستطیلی

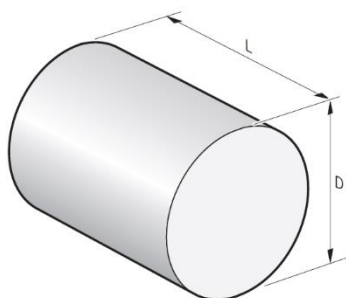
که در آن:

V: حجم مخزن بر حسب لیتر (L)

L: طول مخزن (m)

W: عرض مخزن (m)

D: عمق مخزن (m)



$$V = \pi \times D^2 \times L \times 250$$

#### مخزن استوانه‌ای

که در آن:

$\pi$ : عدد پی (۳/۱۴)

$= \pi \times (D + W)^2 \times L \times 62.5$

D: قطر مخزن، m

L: طول مخزن، m

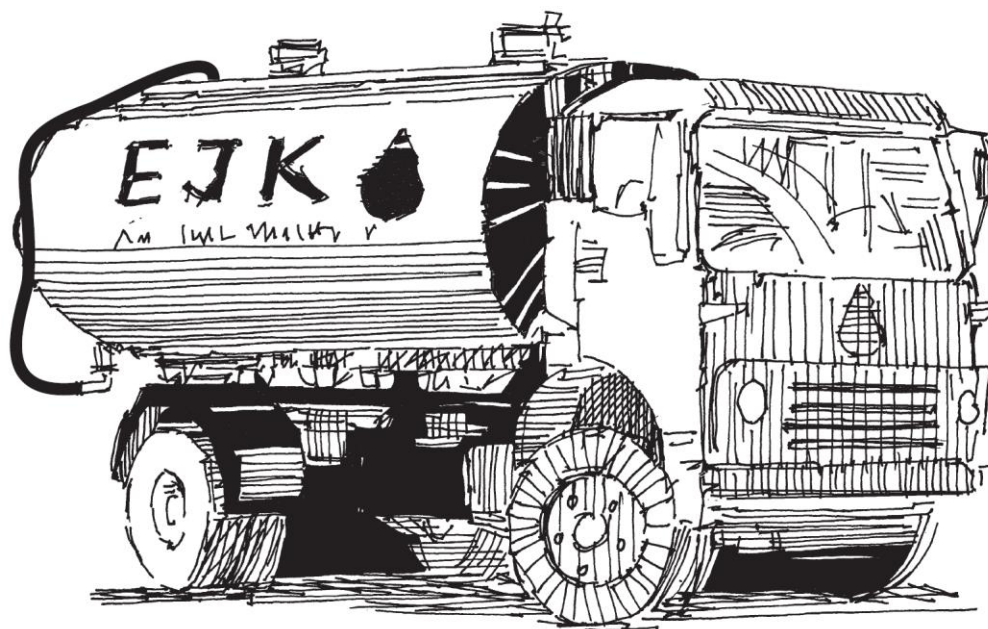
**مخزن بیضی شکل**

که در آن:

D: عمق مخزن، m

W: عرض مخزن، m

L: طول مخزن، m



شکل ۳-۴. بازچرخش محلول کلر به داخل مخزن به منظور گندزدایی شیلنگ و پمپ

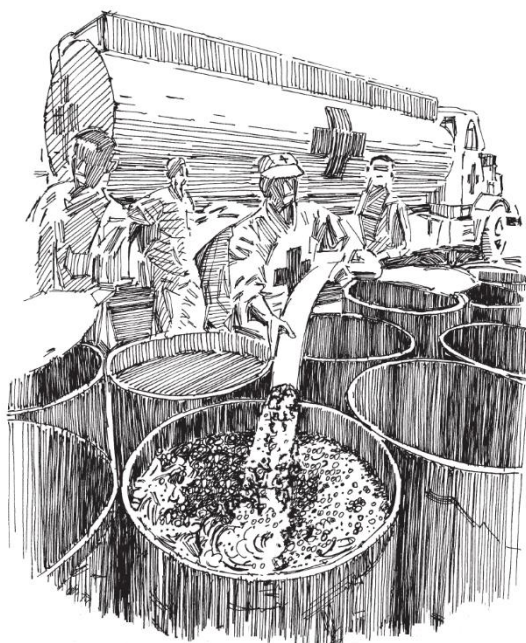
### مرحله ۴: دفع ایمن محلول‌های شستشو

دفع کلیه محلول‌های تولید شده در پاکسازی و گندزدایی مخازن باید با دقت انجام شود. تخلیه ناگهانی این محلول‌ها موجب فرسایش و آسیب‌دیدگی سطوح و یا آبگرفتگی می‌شود. قبل از تخلیه محلول‌های شستشو در کانال مطمئن شوید که مسیر کانال تا نقطه دفع نهایی باز است و آب به محل دفع نهایی هدایت می‌شود.



شکل ۳-۵. وسایل حفاظت فردی برای پاکسازی

محلول‌های شستشو نباید به رودخانه‌ها و برکه‌ها دفع شوند، زیرا حاوی غلظت بالایی از مواد آلی و کلر هستند و حیات ماهیان، سایر آبزیان و گیاهان را تهدید می‌کنند. محلول‌های شستشو باید به شبکه جمع‌آوری فاضلاب تخلیه شده و از این طریق به تانکر یا تصفیه‌خانه فاضلاب هدایت شوند. گزینه قابل قبول دیگر تخلیه به سپتیک تانک‌هایی است که خروجی آنها به سیستم نفوذ در زیرزمین دفع می‌گردد.



شکل ۳-۶. عرضه آب سالم با تانکر آب

### نکته ۳-۲. سایر نکات بهداشتی و ایمنی

دسترسی و کار داخل مخازن آب سخت و خطرناک است. تنها یک دریچه کوچک در بالای مخزن برای ورود و خروج تعبیه شده است. کارگران باید مطلع باشند که برخی مایعات نگهداری شونده در مخازن گازها و بخارات خطرناک منتشر می‌کنند. این گازها و بخارات ممکن است حتی پس از تخلیه مایعات در فضای داخلی مخزن وجود داشته باشد. مایعات داخل مخزن ممکن است با ایجاد لغزندگی در سطوح خطر آفرین شوند. مایعات خورنده همچنین باعث سوختگی می‌شوند.

همیشه باید قبل از ورود کارگران هوای تازه به داخل مخزن دمیده شود. کارگران باید از لباسهای حفاظتی شامل دستکش، چکمه، کلاه و عینک استفاده نمایند. در تمام مدت انجام کار داخل مخزن، باید فردی خارج از مخزن و نزدیک دریچه مراقب اوضاع باشد. برای کار در مخازن استفاده از ماسک گاز و دمنده بسیار توصیه می‌شود.





### منابع برای مطالعه بیشتر

- Davis, J. and Lambert, R. (2002) Engineering and Emergencies: A practical guide to fieldworkers, 2nd Edition, Practical Action Publishing, UK.
- Massachusetts Department of Environmental Protection (Undated) Procedures for Emergency Tank Truck Bulk Water Haulage. <http://www.mass.gov/dep/water/drinking/blkwfct.doc>.
- Louisiana Department of Health and Hospitals (Undated) Instructions for Emergency Tank Truck Bulk Water Hauling in Louisiana. <http://www.dhh.louisiana.gov/offices/publications/pubs-204/Bulk%20Water%20Hauling%20Instructions.pdf>.



Institute For Environmental Research  
Tehran University of Medical Sciences



Deputy for Health  
Ministry of Health and Medical Education  
Center for Communicable Disease Control

# Technical Notes on Drinking-water, Sanitation and Hygiene in Emergencies

Cleaning and Disinfecting Water Storage  
Tanks and Tankers

3