



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



سازمان بهداشت و آموزش پزشکی
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مرکز مدیریت پدافند غیرعامل

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

۵

تصفیه آب آشامیدنی در نقطه مصرف در شرایط اضطراری

مترجمان:

کازم 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. به طور معمول تأمین آب آشامیدنی در هنگام و یا بعد از شرایط اضطراری نیازمند تصفیه می‌باشد تا آب را برای مصرف کننده سالم و قابل قبول سازد. تصفیه در نقطه مصرف نسبت به اجرای سیستم متمرکز عموماً با سرعت بیشتری همراه است و هزینه‌ی کمتری دارد ولی مدیریت آن دشوارتر می‌باشد. تنها آبی که نیازمند تصفیه می‌باشد، آب مورد استفاده برای آشامیدن و تهیه غذا است؛ با این وجود برای هر نفر در روز مقدار ۵ لیتر آب مورد نیاز می‌باشد. نکات فنی ارائه شده در این فصل از راهنما به شرح بعضی از ساده‌ترین و رایج‌ترین گزینه‌های تصفیه‌ی مناسب در شرایط اضطراری می‌پردازد.

این راهنما دنبال 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 کاظم ندافی عضو محترم هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران 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

رییس مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر

رییس پژوهشکده محیط زیست

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱-۵	پیش تصفیه
۲-۵	هوادهی
۳-۵	ذخیره سازی و ته نشینی
۴-۵	فیلتراسیون
۷-۵	گندزدایی
۹-۵	سیستم های تصفیه مرکب
۹-۵	آموزش استفاده از فناوری
۱۰-۵	ذخیره سازی آب
۱۱-۵	ارتقاء بهداشت

تصفیه آب آشامیدنی در نقطه مصرف در شرایط اضطراری

به طور معمول تأمین آب آشامیدنی در هنگام و یا بعد از شرایط اضطراری نیازمند تصفیه می باشد تا آب را برای مصرف کننده سالم و قابل قبول سازد. تصفیه در نقطه مصرف نسبت به اجرای سیستم متمرکز عموماً با سرعت بیشتری همراه است و هزینه‌ی کمتری دارد ولی مدیریت آن دشوارتر می باشد. تنها آبی که نیازمند تصفیه می باشد، آب مورد استفاده برای آشامیدن و تهیه غذا است؛ با این وجود برای هر نفر در روز مقدار ۵ لیتر آب مورد نیاز می باشد. نکات فنی ارائه شده در این فصل از راهنما به شرح بعضی از ساده‌ترین و رایج‌ترین گزینه‌های تصفیه‌ی مناسب در شرایط اضطراری می پردازد.



پیش تصفیه

فناوری‌های متنوعی به منظور تصفیه آب در نقطه‌ی مصرف وجود دارند. روش‌هایی که در ذیل شرح داده شده است باعث حذف آلودگی فیزیکی و میکروبی خواهند شد ولی این روش‌ها برای آلودگی شیمیایی کاربرد ندارند.



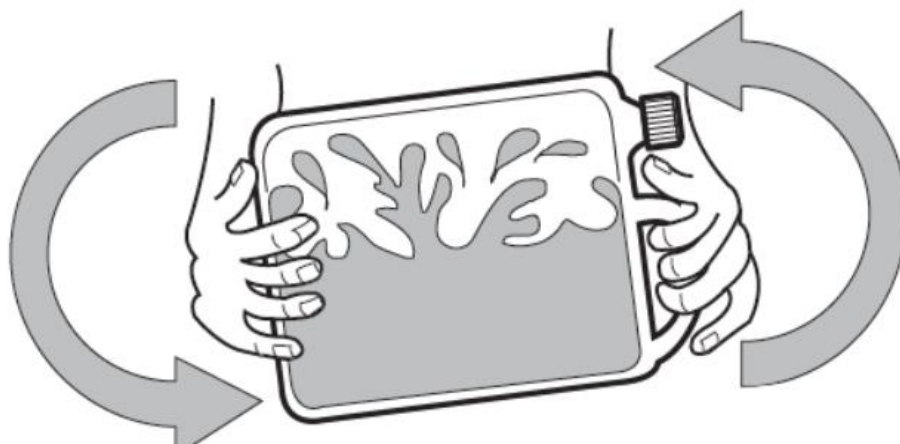
در حقیقت عملیات تصفیه آب قادر است، آب آشامیدنی سالم از منبع آب غیر سالم و یا از آبی که در نگهداری و حمل و نقل آلوده شده است، تولید نماید. بدین منظور با توجه به عواملی نظیر کیفیت منبع آب، میزان کدورت و یا تعداد ذرات معلق در آب، در دسترس بودن روش‌های متنوع و زنجیره تأمین، ترجیح مصرف کنندگان و هزینه، روش‌های متعددی وجود دارد.

هوادهی

هوادهی باعث تماس نزدیک آب و هوا می‌شود و به افزایش میزان اکسیژن موجود در آب کمک می‌کند. این عمل می‌تواند منجر به موارد زیر گردد:

- حذف مواد فرار مانند سولفید هیدروژن و متان موثر در مزه و بو
- کاهش دی اکسید کربن موجود در آب
- اکسید کردن مواد معدنی محلول مانند آهن و منگنز و حذف آنها توسط ته نشینی و فیلتراسیون

آب می‌تواند به روش‌های مختلفی مورد هوادهی قرار گیرد. یک روش ساده برای افراد خانه‌دار این است که ظرف آب را به مدت ۵ دقیقه با سرعت تکان دهند (شکل ۵-۱) و سپس آن را برای مدت بیش از ۳۰ دقیقه بدون حرکت قرار داده تا ذرات معلق اجازه‌ی ته نشینی پیدا نمایند.



شکل ۵-۱. شمایی از روش هوادهی با تکان دادن شدید آب

ذخیره‌سازی و ته‌نشینی

اگر آب کدر باشد، با ایجاد زمان ماند که ته نشینی مواد جامد معلق بزرگتر را در پی دارد، می‌توان اقدام به حذف مواد جامد معلق بزرگ کرد. با این وجود، حتی پس از ته نشینی، عمل تصفیه با روشی مطمئن و معتبر به منظور اطمینان از سالم بودن آب برای آشامیدن ضروری می‌باشد. علاوه بر این، عملیات ته نشینی آب سبب می‌شود مواد جامد معلق و برخی از پاتوژن‌ها در ته ظرف ته نشین شده و خطر بیشتری را از بین می‌برند. ذخیره‌سازی به مدت دو روز باعث کاهش آلودگی می‌شود و همچنین تعداد ارگانیزم‌هایی که به عنوان میزبان‌های واسط برای بیماری‌هایی مانند عفونت کرم گینه (dracunculiasis) عمل می‌کنند را کاهش می‌دهد.

فیلتراسیون

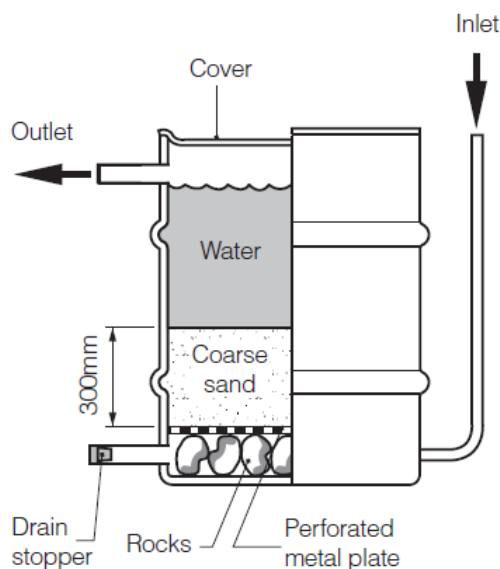
فیلتر با گرفتن مواد جامد معلق آب به صورت فیزیکی و اجازه عبور به آب، آلودگی را حذف می‌کند.

صافی‌های غشایی

صافی‌های غشایی با استفاده از مکانیزم‌های حذف مشابه با سایر صافی‌ها کار می‌کنند و می‌توانند در حذف ارگانیزم‌های کوچک مانند ویروس‌ها بسیار موثر باشند. رعایت دستورالعمل‌های سازنده این غشاها در هنگام استفاده از آنها امری ضروری می‌باشد. غالباً چنین صافی‌هایی نیاز به تمیز کردن منظم دارند.

صافی‌های شنی

صافی‌های شنی خانگی ممکن است در داخل ظروف سفالی، فلزی و یا پلاستیکی تعبیه شوند. ظروف توسط لایه‌هایی از شن و ماسه پر شده و لوله‌کشی‌ها به صورتی تنظیم شده است که جریان آب از بالای ظرف به سمت پایین ظرف برقرار گردد. شکل ۵-۲ نمونه‌ای از این صافی‌ها را به نمایش گذاشته است.



شکل ۵-۲. یک فیلتر ساده با جریان سریع رو به بالا

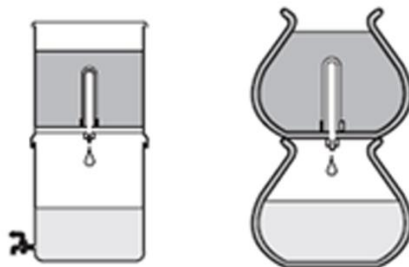


صافی های سرامیکی

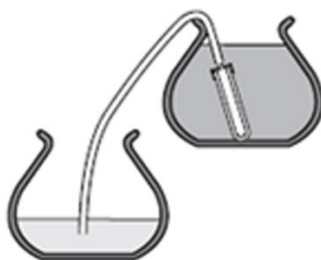
آب با سرعت کمی از صافی های سرامیکی یا شمعی عبور می کند (شکل ۵-۳). در این فرآیند مواد جامد معلق به صورت مکانیکی فیلتر می شوند. بعضی صافی ها به طور مثال آغشته به نقره هستند که به عنوان گندزدا عمل می کند و باعث حذف باکتری ها می شوند. در صورت استفاده از صافی های آغشته به نقره دیگر نیازی به جوشاندن آب بعد از فیلتراسیون نمی باشد.

صافی های سرامیکی را می توان به صورت محلی تولید کرد اما عمدتاً به صورت انبوه تولید و عرضه می شوند. آنها را می توان برای مدت زمان طولانی نگهداری کرد؛ لذا می توانند به منظور آماده سازی برای شرایط اضطراری در آینده ذخیره شوند.

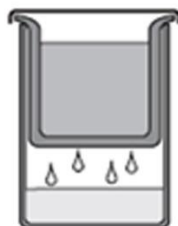
سطح صافی شمعی نیازمند شستشو در فواصل زمانی منظم می باشد؛ این عمل با توجه به وجود ناخالصی های به جا مانده ناشی از عبور آب بر روی سطح صافی ضروری می باشد.



(ب) صافی شمعی همراه با ظرف (الف) واحد ساخته شده



(ج) صافی شمعی با سیفون



(د) ظرف متخلخل



شکل ۵-۳. تصویر چند نمونه از صافی‌های سرامیکی یا شمعی



فرآیند گندزدایی، تمام ارگانیزم‌های مضر موجود در آب را از بین می‌برد و آن را برای آشامیدن سالم می‌سازد.

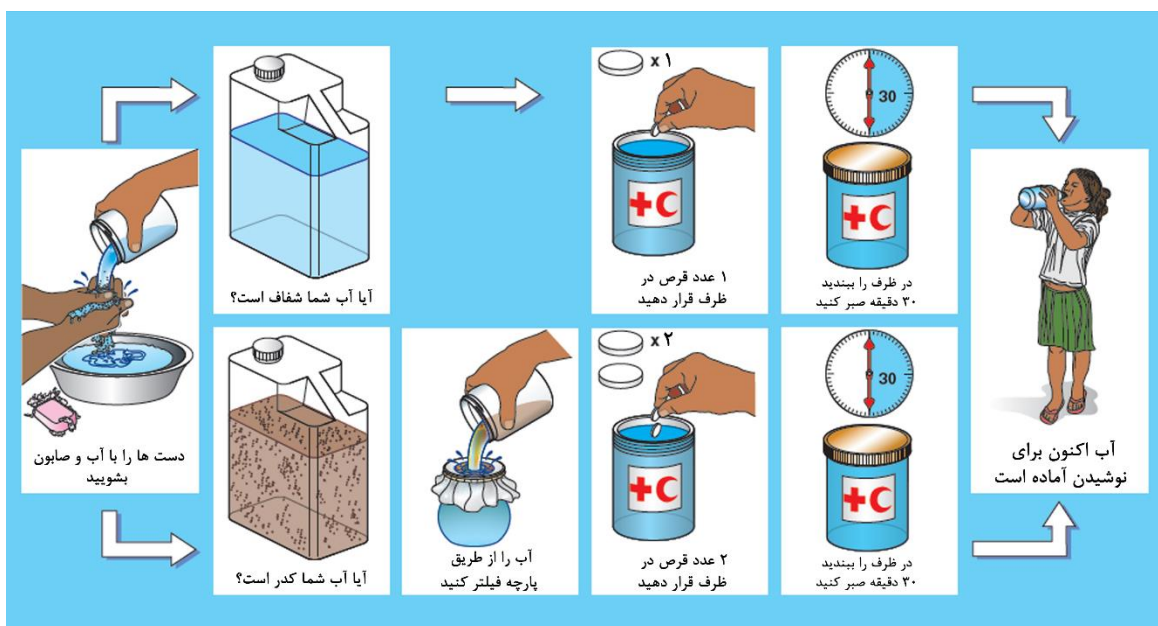
جوشاندن

اگر انرژی مصرفی مورد نیاز برای جوشاندن در نظر گرفته نشود، می‌توان از آن به عنوان یک روش بسیار موثر برای گندزدایی آب نام برد. بدین منظور باید آب را به نقطه جوش (حالت قلقل) رساند. علاوه بر هزینه انرژی مورد نیاز برای جوشاندن، این روش باعث تغییر در طعم آب نیز می‌گردد. هوادهی می‌تواند به بهبود این وضعیت کمک نماید. کافی است ظرف آب مورد نظر پس از خنک شدن به شدت تکان داده شود.

گندزدایی شیمیایی

بسیاری از مواد شیمیایی توانایی گندزدایی آب را دارند ولی به طور معمول از کلر استفاده می‌شود. با مقدار مناسب، کلر قادر به از بین بردن اکثر ویروس‌ها و باکتری‌ها خواهد بود. البته بعضی از گونه‌های تک یاخته نسبت به کلر مقاوم هستند (به ویژه کریپتوسپوریدیوم). کلر برای استفاده خانگی به صورت مایع، پودر و قرص وجود دارد و با توجه به میزان کلر موجود در آنها از لحاظ اندازه و قدرت متفاوتند. بنابراین بسته به ترکیب آنها، مقادیر مختلفی لازم است. همیشه برای استفاده از ترکیبات کلر از دستورالعمل سازنده پیروی کنید. برای جلوگیری از استفاده نادرست، دستورالعمل‌های واضح باید به همه کاربران داده شود (شکل ۴-۵)

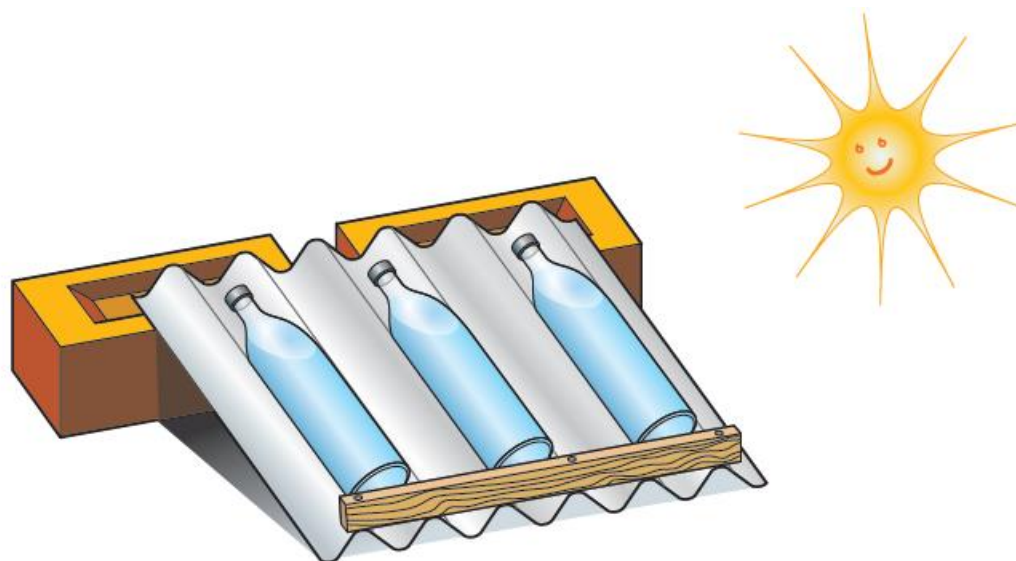
ترکیبات کلر نباید در خارج از ظروفی که توسط تولیدکننده تأمین شده است، در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گیرد زیرا در این شرایط میزان و نحوه استفاده از آن به سادگی برای عموم مردم قابل درک نیست.



شکل ۵-۴. شمایی از چگونگی تصفیه آب با قرص‌های کلر (برگرفته از IFRC، ژنو) - تعداد قرص کلر مورد نیاز به اندازه ظرف و درصد کلر فعال در قرص بستگی دارد. برای تعیین تعداد قرص‌هایی که باید استفاده شود از دستورالعمل‌های تولیدکننده قرص، پیروی کنید.

گندزدایی با نور خورشید (SODIS)

پرتوهای فرابنفش نور خورشید، ارگانیزم‌های مضر موجود در آب را از بین می‌برند. ظروف پلاستیکی یک یا دو لیتری شفاف را با آب زلال پر کنید و آنها را در معرض نور مستقیم خورشید قرار دهید (شکل ۵-۵). مدت لازم برای غیرفعال شدن پاتوژن‌ها بسته به شفافیت ظرف، شدت نور خورشید و میزان شفافیت آب متفاوت است. به منظور گندزدایی آب با استفاده از نور خورشید در مناطق نزدیک به استوا، در روز آفتابی، ۲۴ ساعت و در روز ابری ۴۸ ساعت به طور تقریبی مناسب می‌باشد. در حال حاضر تجهیزاتی در دسترس هستند که با متصل کردن آنها به ظروف، می‌توانند میزان درجه حرارت مناسب برای غیرفعال شدن پاتوژن‌ها را نشان دهند. قبل از استفاده، آب را سرد نموده و آن را به شدت تکان دهید.



شکل ۵-۵. نمایی از روش گندزدایی آب با نور خورشید (SODIS)

سیستم‌های تصفیه مرکب

چند شرکت بزرگ ترکیباتی را تولید کرده‌اند که مواد جامد معلق آب را حذف کرده و آن را گندزدایی می‌کنند. یکی از این ترکیب‌ها حاوی یک ماده شیمیایی است که به مواد جامد معلق کمک می‌نماید تا به یکدیگر متصل شده و ذرات بزرگتر و سنگین‌تری را بوجود آورند. سپس این ذرات بزرگتر در کف ظرف ته‌نشین می‌شوند. ترکیبات مورد نظر حاوی کلر نیز می‌باشند که بعد از ته‌نشین شدن ذرات، آب را گندزدایی می‌کنند.

آموزش استفاده از فناوری

برنامه‌های اضطراری موفق، روش‌های تصفیه موثری را که جمعیت تحت تاثیر از قبل با آن آشنا هستند در نظر می‌گیرد و به میزان کافی در توسعه فرهنگ و رویکردهای مناسب برای حمایت از استفاده صحیح از روش‌های انتخابی سرمایه‌گذاری می‌کنند.

مراقبت از آب تصفیه شده

آب تصفیه شده به هیچ عنوان نباید دوباره آلوده گردد. ذخیره‌سازی و استفاده از آب تصفیه شده به اندازه فرآیند تصفیه حائز اهمیت می‌باشد.

ذخیره‌سازی آب

آب باید در ظروف تمیز و پوشیده شده ذخیره و در یک محل تاریک و خنک نگهداری شود. برای این منظور، ظروف با دهانه‌ی گشاد که دارای درب محکمی هستند، بسیار مناسب می‌باشند زیرا پس از هر بار استفاده می‌توان آنها را به راحتی تمیز نمود.

امکان بروز آلودگی هنگام خروج آب از ظرف نگهداری وجود دارد. با توجه به تماس دست‌ها و وسایل با آب، بهتر است مصرف کنندگان را به شستن دست با صابون تشویق نماییم. همچنین ایجاد یک شیر در ظرف نگهداری آب به منظور انتقال مستقیم آب به ظرفی دیگر برای استفاده توصیه می‌گردد (شکل ۵-۶).



شکل ۵-۶. نمونه‌ای از ظرف نگهداری آب و شیر نصب شده بروی آن



ارتقاء بهداشت

اگر کاربران ندانند که چگونه از آب آشامیدنی سالم بهره ببرند، مزایای آن از دست خواهد رفت. تغییر رفتار غیربهداشتی به اندازه تأمین آب پاک اهمیت دارد. شرایط اضطراری می تواند فرصت خوبی برای معرفی رفتارهای بهداشتی جدید باشند. با قرار گیری افراد در محیطی جدید، احتمال پذیرش تغییرات در رفتار عادی توسط آنها بیشتر می شود. برای تأمین آب و بهداشت، مهمترین اقدام برای تغییر رفتار، مربوط به شستشوی دست است. متأسفانه اغلب مردم روش مناسب شستشوی دست ها را نمی دانند. در ادامه روش صحیح شستشوی دست ها به صورت مرحله ای ارائه شده است.

نکته ۵-۱: مراحل شستشوی صحیح دست ها

همه باید دست های خود را در این موارد با آب و صابون بشویند:

- ۱) بعد از دفع مدفوع
- ۲) قبل از تهیه غذا
- ۳) قبل از خوردن غذا، تغذیه با شیر مادر یا تغذیه کودکان
- ۴) پس از تمیز کردن مدفوع کودک



منابع برای مطالعه بیشتر

- CEHA (2004) Guide to the promotion of drinking-water disinfection in emergencies.
http://www.emro.who.int/ceha/pdf/Drinking_Water_Disinfection_En.pdf
- Centers for Disease Control and Prevention. Fact sheets on HWTS methods.
<http://www.cdc.gov/safewater/household-water.html>.
- IFRC (2008) Household water treatment and safe storage in emergencies.
<http://www.ifrc.org/Docs/pubs/disasters/resources/respondingdisasters/142100-hwt-en.pdf>.
- Shaw, Rod (ed.) (1999) Running Water: More technical briefs on health, water and sanitation, ITDG, UK.
- Smet, J. & Wijk, C. van (eds) (2002) Small community water supplies Chapter 19. Disinfection, IRC Technical Paper 40, IRC: Delft.
http://www.irc.nl/content/download/128541/351015/file/TP40_19%20Disinfection.pdf.
- SODIS (Undated) How do I use SODIS?
http://www.sodis.ch/Text2002/T_Howdoesitwork.htm
- United States Agency for International Development. Environmental health topics: Household water treatment. http://www.ehproject.org/eh/eh_topics.html.
- WHO/UNICEF International Network on Household Water Treatment and Safe Storage.
http://www.who.int/household_water/resources/en.



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

Emergency Treatment of Drinking-water
at the Point of Use

5