



پدانشگاه علوم پزشکی  
دانشگاه علوم پزشکی تهران



سازمان بهداشت  
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی  
مرکز مدیریت پداری بی‌آکبر

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

۲

## بازسازی سیستمهای توزیع آب لوله‌کشی در مقیاس کوچک

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 بلادیده از هم گسیخته می‌شود و محتاج کمک در زمینه های 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 بلادیده 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.

آسیب‌های ناشی از بلایای طبیعی به شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی لوله‌کشی می‌تواند گسترده بوده و وسعت قابل توجهی را شامل شود. این قبیل آسیب‌ها می‌توانند از شکستگی های جزئی گرفته تا از دست رفتن کامل بخش های مختلف سیستم، متنوع باشند. بررسی جامع کل شبکه توزیع تنها روش شناسایی انواع و وسعت این آسیب‌ها می‌باشد. با این وجود از آنجا که در شرایط اضطراری اولویت اول ایجاد سطح قابل قبولی از تأمین آب است، شاید امکان بررسی جامع سیستم توزیع در آن شرایط مقدور نباشد. از اینرو در این راهنمای فنی که بر تأمین آب در شرایط اضطراری به عنوان اولویت اول تأکید دارد، روند و مراحل بازسازی یا احیای مجدد سیستم‌های توزیع آب لوله‌کشی در مقیاس کوچک بررسی خواهد شد.

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 مهدی هادی عضو محترم هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از سرکار خانم دکتر سیمین ناصری عضو محترم هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران که مسئولیت ویرایش این فصل را بر عهده داشته اند صمیمانه سپاسگزاری می‌شود. همچنین از دفتر یونسف در ایران بخاطر حمایت از انتشار بموقع این اثر، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

دکتر کاظم ندافی

دکتر محمد مهدی گویا

ریس پژوهشکده محیط زیست

ریس مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱-۴	گام‌های بازسازی
۲-۴	گام ۱: ارزیابی میزان خسارت به شبکه
۳-۴	گام ۲: اطلاع‌رسانی شرایط موجود به مصرف‌کنندگان
۴-۴	گام ۳: تامین آب از منبع جایگزین
۵-۴	گام ۴: ایزوله کردن بخش‌های آسیب‌دیده شبکه توزیع
۵-۴	گام ۵: تعمیر شکستگی‌ها
۹-۴	گام ۶: انجام تست، تمیزسازی و گندزدایی قسمتهای تعمیر شده شبکه

## بازسازی سیستم‌های توزیع آب لوله‌کشی در مقیاس کوچک

آسیب‌های ناشی از بلایای طبیعی به شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی لوله‌کشی می‌تواند گسترده بوده و وسعت قابل توجهی را شامل شود. این قبیل آسیب‌ها می‌توانند از شکستگی‌های جزئی گرفته تا از دست رفتن کامل بخش‌های مختلف سیستم، متنوع باشند. بررسی جامع کل شبکه توزیع تنها روش شناسایی انواع و وسعت این آسیب‌ها می‌باشد. با این وجود از آنجا که در شرایط اضطراری اولویت اول ایجاد سطح قابل قبولی از تأمین آب است، شاید امکان بررسی جامع سیستم توزیع در آن شرایط مقدور نباشد. از اینرو در این راهنمای فنی که بر تأمین آب در شرایط اضطراری به عنوان اولویت اول تأکید دارد، روند و مراحل بازسازی یا احیای مجدد سیستم‌های توزیع آب لوله‌کشی در مقیاس کوچک بررسی خواهد شد.



### گام‌های بازسازی

اولویت اول، تعمیر شکستگی‌های بزرگ در سیستم توزیع است. با انجام این کار در عین حال که بخش قابل توجهی از آب ورودی به سیستم توزیع تا قبل از تعمیر سایر شکستگی‌ها از دست خواهد رفت، اما سیستم توزیع احیا خواهد شد. بدین ترتیب علاوه بر اینکه تأمین اضطراری نیاز آبی از این طریق صورت می‌گیرد، شناسایی و

تعمیر شکستگی های کوچک در سیستم توزیع نیز می تواند به موازات آن انجام شود. در ادامه گام های اساسی در جهت تعمیرات شکستگی های اصلی در شبکه های لوله کشی آورده شده است.

گام ۱: ارزیابی میزان خسارت به شبکه

گام ۲: مطلع ساختن مصرف کنندگان از شرایط موجود

گام ۳: تأمین منبع جایگزین آب

گام ۴: ایزوله کردن بخش های آسیب دیده شبکه توزیع

گام ۵: تعمیر شکستگی ها

گام ۶: تست، تمیز کردن و ضد عفونی کردن قسمت های تعمیر شده شبکه

### گام ۱: ارزیابی میزان خسارت به شبکه

از نیروها و کارکنان محلی که اطلاعات کافی از سیستم توزیع منطقه دارند در فرایند بازسازی استفاده کنید تا کار بازسازی با سرعت بیشتری انجام شود. هرگونه نقشه موجود از چیدمان شبکه توزیع، از جمله نقشه ها و اطلاعات مربوط به طول و قطر لوله ها و موقعیت اتصالات مانند شیر فلکه ها و شیرهای تخلیه را تهیه کنید. حداقل اطلاعات شامل اطلاعات مربوط به راهها و اماکن را در یک پلان یا نقشه از منطقه مورد بررسی جمع بندی کنید. شاید بخشی از این اطلاعات از طریق جستجو در اینترنت نیز قابل دسترس باشند. وضعیت شبکه را با نقشه های موجود انطباق داده و نقاطی از شبکه که دچار آسیب های عمده هستند را مشخص و علامت گذاری کنید و نوع آسیب (به عنوان مثال شکستگی شیرفلکه، شکستگی لوله، از بین رفتن بخشی از خط لوله) و همچنین جنس لوله های مورد استفاده را نیز معین نماید (شکل ۴-۲). تمرکز اولیه باید بر روی آسیب هایی باشد که قابل مشاهده هستند. با اینحال احتمال دارد برخی از آسیب ها و خسارات زیرزمینی باشند که تعمیر آنها بهتر است در اولویت های بعدی قرار گیرد. کفایت تجهیزات و ادوات مورد نیاز برای انجام تعمیرات و همچنین لوله و اتصالات موجود با اندازه و سایز مناسب را بررسی کنید و در صورتی که کافی نیست سریعاً سفارش دهید.

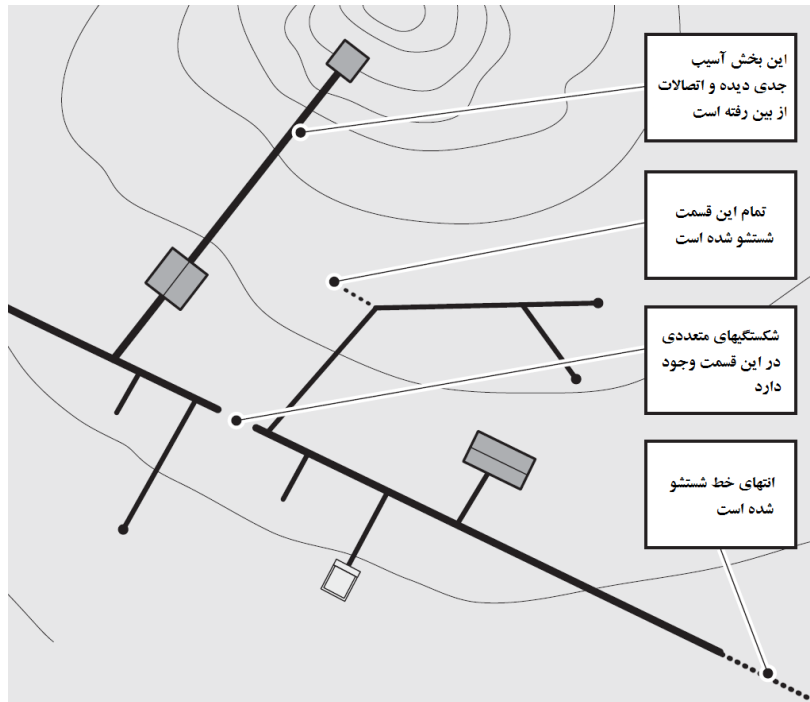
## گام ۲: اطلاع‌رسانی شرایط موجود به مصرف‌کنندگان

آنچه را که رخ داده است و برنامه شما برای تعمیرات شبکه را به موقع اطلاع‌رسانی کنید تا مصرف‌کنندگان در جریان شرایط موجود قرار گیرند (شکل ۴-۱). به آنها اجازه دهید تا بدانند کدام بخش از شبکه دچار آسیب شده است، برنامه زمانی و اجرایی شما برای تعمیرات چیست و آنها چه کاری باید انجام دهند تا سلامتی و ایمنی آنها طی برنامه تعمیرات تهدید نشود. در این راستا ارتباطات به عنوان یک مسئولیت پیوسته و اطلاع‌رسانی منظم و به روز می‌تواند بسیار اهمیت داشته باشد.



شکل ۴-۱. اطلاع‌رسانی به مصرف‌کنندگان آب

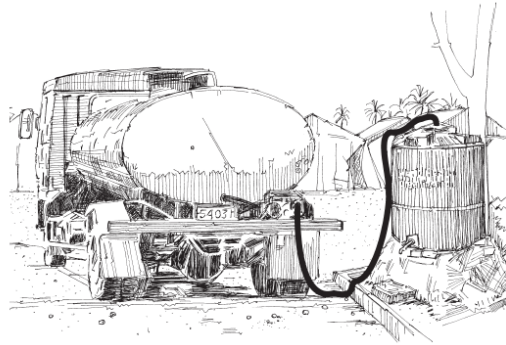




شکل ۴-۲. نقشه یک شبکه توزیع لوله کشی آب همراه با ثبت آسیب ها

### گام ۳: تأمین آب از منبع جایگزین

اگر وسعت آسیب وارده به شبکه بزرگ است و تعمیرات آن بیش از چند ساعت طول می کشد، یک منبع جایگزین برای تأمین آب آشامیدنی باید فراهم شود. در این شرایط استفاده از آبهای بطری شده، تحویل مستقیم آب به مصرف کننده با استفاده از تانکرهای آب و یا تحویل غیرمستقیم آن به مصرف کننده از طریق مخازن ذخیره سازی موقت آب، از راهکارهای تأمین آب می باشند (شکل ۴-۳). همچنین می توان از سایر منابع آب محلی (مانند چشمه یا چاه) نیز که ممکن است برای تأمین نیازهای غیرشرب هم مصرف شوند استفاده کرد.



### شکل ۴-۳. تأمین آب از یک منبع جایگزین

اطلاعات مربوط به سیستم های ساده تأمین آب خانگی و همچنین مواد شیمیایی گندزدایی که در محل در دسترس هستند را جمع بندی کنید.  
مصرف کنندگان آب در هر شرایط بایستی در جریان اقداماتی که شما انجام می دهید و چگونگی استفاده بهینه از سیستم های موقت تأمین آب قرار گیرند.

### گام ۴: ایزوله کردن بخش های آسیب دیده شبکه توزیع

بخش های آسیب دیده شبکه باید از بقیه قسمت ها جدا شوند. از این طریق میزان اتلاف آب از شبکه کمتر شده و امکان تأمین آب برای مناطقی که آسیب ندیده اند فراهم می شود. ایزوله کردن مناطق آسیب دیده شبکه معمولاً با استفاده از شیرهای کنترل انجام می شود. در صورتی که شیر کنترل منطقه مورد نظر از خط لوله وجود ندارد و یا امکان دسترسی به شیرهای کنترل روی شبکه نیست، لازم است شیرهای کنترل جدید برای آن بخش از شبکه نصب شود.

### گام ۵: تعمیر شکستگی ها

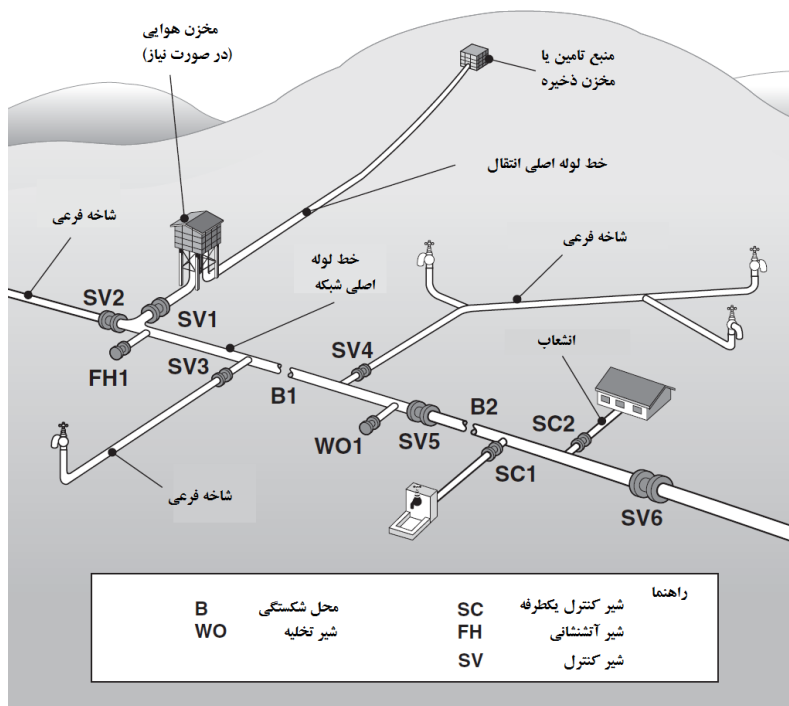
تعمیرات شبکه را از محل منبع تأمین آب یا نزدیک به آن شروع کنید و به سمت خارج شبکه ادامه دهید. تعمیرات بایستی برنامه ریزی شده و به صورت گام به گام مطابق شکل ۴-۴ انجام شود. مطابق شکل تعمیرات را از حد فاصل منبع تأمین و مخزن ذخیره هوایی شبکه شروع کنید.

در ادامه، تعمیر لوله اصلی بین شیر SV1 و SV5 را انجام دهید. اطمینان حاصل کنید که در حین تعمیر، شیرهای SV2، SV3، SV4 و هرگونه انشعاب دیگری که به این خط وصل شده است بسته باشند. انتخاب و ایزوله کردن بخش های آسیب دیده می تواند به آسانی با استفاده از شیرهای قطع و وصل انجام شود به گونه ای که بین دو شیر فاصله ای بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر وجود داشته باشد. در صورتی که در حد فاصل SV1 و SV5، شیر تخلیه و یا شیر آتشنشانی وجود نداشت، ترتیب نصب یک شیر تخلیه (مانند WO1) و یک شیر آتشنشانی (مانند FH1) اتخاذ شود.

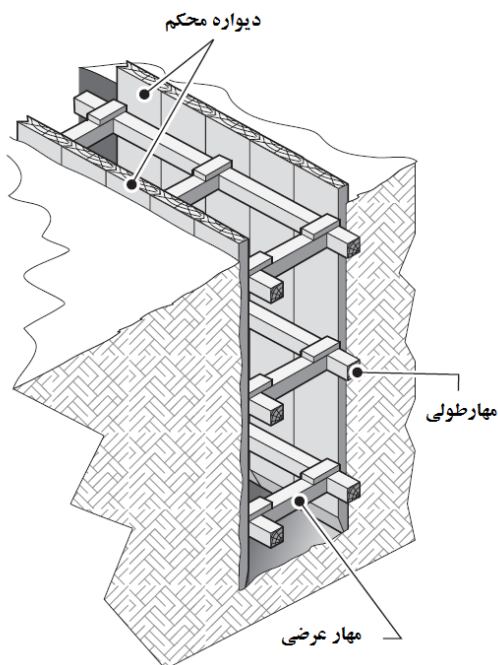
قبل از شروع هر گونه اقدامی برای تعمیرات:

- موقعیت سایر تاسیسات زیرزمینی (مانند گاز، برق و ...) در محدوده مورد نظر را مشخص کنید و در صورت لزوم با ادارات متولی نگهداری آنها هماهنگ کنید.
- مسیر ترافیک جاده ای را از محل مورد نظر تغییر دهید.

زمین را حفاری کرده و بخش هایی از خط لوله که دچار شکستگی شده اند را شناسایی و تعمیر کنید. محلی که باید تعمیر شود را از فروریختن احتمالی دیوارهای ترانشه محافظت کنید. این مسئله به طور معمول در مورد لوله های با قطر پایین مشکل ساز نیست اما اگر بافت زمین منطقه سست باشد باید از طریق شمع زنی (shoring) مطابق شکل ۴-۵ از فروریختن دیواره های ترانشه جلوگیری شود.



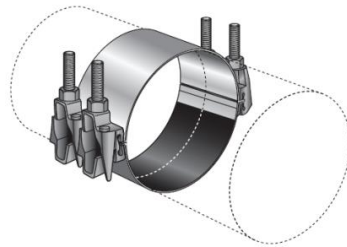
شکل ۴-۴. خط لوله را به شیوه ای برنامه ریزی شده و گام به گام تعمیر کنید.



شکل ۴-۵. شمع زنی محل حفاری

برای تعمیر محل آسیب دیده از ساده ترین و سریعترین روش استفاده کنید تا سریعتر خط لوله وارد سرویس شود. از روش های ساده برای تسریع کار می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بخش آسیب دیده لوله ممکن است به کمک بست مطابق شکل ۴-۷ تعویض شود.
- تعمیر ترک ها و شکستگی های لوله های فولادی با جوشکاری
- در صورتی که ترک های متعددی روی لوله وجود داشته باشد، شاید بهتر باشد کل قسمت آسیب دیده برای سرعت بخشیدن به کار تعویض شود.
- انجام لوله کشی موقت از روی زمین برای تأمین آب در شرایط اضطراری



شکل ۴-۶. اتصال لوله ها با بست

ساختارهای پشتیبانی لوله مانند آنکوراژ بتنی (concrete anchorage) و سازه های بتنی نگهدارنده (thrust blocks) را در صورت لزوم تعویض کنید.

اطراف لوله را با موادی چون شن و ماسه خشک یا سنگریزه شسته شده پر کنید (شکل ۴-۷). باقیمانده فضای حفاری شده ترانشه را می توانید با خاک حاصل از حفاری پر کنید. امکان دسترسی به محل اتصالات لوله ها را فراهم کنید تا در مرحله تست فشار، امکان بررسی نشت آب از محل اتصالات وجود داشته باشد.



شکل ۴-۸. خاکریزی اطراف لوله

### گام ۶: انجام تست، تمیزسازی و گندزدایی قسمتهای تعمیر شده شبکه

#### تست لوله

شیر کنترل در بالادست ناحیه ایزوله شده و شیر تخلیه پایین دست را با فشار کم باز کنید تا محدوده تعمیر شده از آب پر شود. پس از پر شدن، فشار آب در لوله را حداقل تا ۵۰٪ افزایش دهید. افزایش فشار می‌تواند به ترتیب زیر انجام شود:

- بستن شیر کنترل بالادست و شیر تخلیه پایین دست
- قرار دادن یک پمپ آب بین یک تانکر آب و شیر آتش‌نشانی بالادست
- روشن کردن پمپ آب و پمپاژ آب از تانکر به شیر آتش‌نشانی و حفظ فشار تأمین شده برای حداقل ۴ ساعت.

اتصالات لوله را از نظر هر گونه نشت کنترل کنید و در صورت لزوم تعمیرات لازم را انجام دهید. مقدار آب پمپاژ شده از تانکر به خط لوله را برآورد و با جدول ۴-۱ مقایسه کنید. اگر مقدار نشت بیشتر از مقدار توصیه شده در جدول باشد، نشان دهنده وجود نشت‌های پنهان دیگر در خط لوله است. برای اطلاعات بیشتر منابع علمی در مورد راه‌های جستجوی نشت‌های پنهان در صفحه ۴-۱۳ ارائه شده است.

## جدول ۴-۱. حدود مجاز نشت آب از لوله

حد مجاز بحرانی نشت (L/day/1000m)	حد مجاز نرمال نشت (L/day/1000m)	قطر لوله (mm)
۳۳۰	۱۶۵	۵۰
۵۰۰	۲۵۰	۷۵
۶۶۰	۳۳۰	۱۰۰
۱۰۰۰	۵۰۰	۱۵۰

منبع: California State University, ۱۹۹۴

## تمیز سازی خط لوله

یک تانکر کامل از آب تمیز را از طریق پمپ آب به بالادست (شیر آتش نشانی) یا شیر تخلیه پایین دست وصل و آب تمیز را به داخل لوله پمپاژ کنید تا جایی که لوله کاملاً تخلیه و تمیز شود.

در جدول ۴-۲ ضوابط مربوط به سرعت و دبی مناسب برای شستشوی خطوط لوله آورده شده است.

شیر آتش نشانی متصل شده به پمپ و تانکر را باز و سپس پمپ را روشن کنید. به تدریج شیر تخلیه پایین دست را باز کنید تا جایی که مقدار دبی به حد مورد نظر در جدول ۴-۲ برسد. عمل پمپاژ آب را تا زمانی که آب کاملاً تمیز، از شیر تخلیه خارج شود ادامه دهید. با اینحال زمان تخلیه آب، از زمان پیشنهاد شده در جدول نباید کمتر باشد.

آب خروجی از شیر تخلیه را به نحوی کنترل و هدایت کنید که وارد مسیر تردد وسایل نقلیه، پیاده‌رو و یا حریم های خصوصی نشود. با استفاده از پوشش های عایق مناسب (tarpaulins) و دستگاه های تخلیه کننده مناسب آب، از فرسایش خیابان‌ها، چمن‌ها و پوشش گیاهی جلوگیری کنید. همچنین آب ناشی از تخلیه لوله را به گونه ای کنترل کنید که منجر به سیلابی شدن خیابان و افزایش ترافیک و وسایل نقلیه نشود. هنگامی که آب خروجی از لوله به قدر کافی تمیز شد، شیر تخلیه را قبل از خاموش کردن پمپ، آهسته ببندید.

جدول ۴-۲. ضوابط مربوط به سرعت و دبی مناسب برای شستشوی خطوط لوله

قطر لوله (mm)	دبی مورد نیاز (L/s)	سرعت مورد نیاز (m/s)	حداقل زمان تخلیه برای هر ۱۰۰۰ متر (min)
۵۰	۲/۷	۱/۳	۷۷۰
۷۵	۷/۲	۱/۶	۶۲۵
۱۰۰	۱۵	۱/۸	۵۵۵
۱۵۰	۴۱	۲/۲	۴۵۵

منبع: Water Engineers and Scientists، ۱۹۸۴



## گندزدایی

با استفاده از جدول ۳-۴ حجم آب لازم برای پر کردن قسمتی از لوله که تعمیر شده است را محاسبه کنید. سپس تانکری با حجم برابر یا بیشتر از مقدار محاسبه شده را تهیه کنید. تانکر را از آب تمیز پر کنید و حین پر کردن به ازای هر ۱۰۰۰ لیتر آب، مقدار ۸۰ گرم گرانول هیپوکلریت کلسیم (HSCl) به داخل آن بریزید (برای اطلاعات بیشتر در مورد کلرزنی تانکرها راهنمای فنی شماره ۳ را مطالعه کنید).

تانکر را از طریق پمپ آب به بالادست (شیر آتش نشانی) متصل کرده و آب تانکر را به داخل لوله پمپاژ کنید و به تدریج شیر تخلیه پایین دست را باز کنید تا جایی که آب کلرزنی شده جایگزین آب تمیز داخل لوله شود. پمپاژ آب را تا زمانی که بوی تند کلر در شیر تخلیه استشمام شود ادامه دهید. شیر تخلیه را به تدریج ببندید اما اجازه دهید آب همچنان به داخل لوله پمپاژ شود تا آب کلرزنی شده، تمام فضای خالی لوله را پر کند. خط لوله را برای ۲۴ ساعت به همین صورت به حال خود بگذارید تا گندزدایی آن تکمیل شود.

تانکر آب را از شیر آتش نشانی جدا کنید و شیر کنترل بالادست را باز کنید. به تدریج شیر تخلیه پایین دست را باز کنید تا تخلیه آب انجام شود تا جایی که بوی تند کلر دیگر استشمام نشود. بعد از این مرحله خط لوله می تواند وارد سرویس شود.

جدول ۳-۴. حجم آب لازم برای پر کردن لوله‌ها با اقطار مختلف

قطر لوله (mm)	حجم تقریبی آب در هر ۱۰۰۰ متر لوله (لیتر)
۵۰	۱۹۶۰
۷۵	۴۴۲۰
۱۰۰	۷۸۵۰
۱۵۰	۱۷۶۷۰



### منابع برای مطالعه بیشتر

California State University, Sacramento School of Engineering (1994), Water Distribution System Operation and Maintenance, 3rd ed., California State University, Sacramento Foundation, USA.

Bhardwaj V (Undated) Technical Brief – Repairing Line Breaks. National Drinking Water Clearing House.

[http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/articles/OT/SP04/TechBrief\\_LineBreaks.pdf](http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/articles/OT/SP04/TechBrief_LineBreaks.pdf).

AWWA (1999) Water Distribution Operator Training Manual. American Water Works Association, 2nd ed. Denver, Colorado. USA.

Male, J. Walski, T.M. (1991) Water Distribution Systems: A Troubleshooting Manual. 2nd ed. Chelsea, MI Lewis Publishers, Inc, USA.

IWES (1982) Water Practice Manual 3: Water Supply and Sanitation in Developing Countries, IWES London.



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

## Rehabilitating Small-scale Piped Water Distribution Systems

4