

# ثبت و تحلیل گزارش حوادث

## در شبکه آبرسانی

بهار ۱۳۸۸

کارفرما:

**شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور**

معاونت نظارت بر بهره‌برداری

دفتر نظارت بر مدیریت مصرف و کاهش آب بدون درآمد

Web: [www.nww.co.ir](http://www.nww.co.ir)

مشاور:

**راه‌دان سما**

Web: [www.samacorp.com](http://www.samacorp.com)

## فهرست:

چکیده	۲
فصل ۱. حوادث و علل آن در شبکه های آبرسانی	۵
۱-۱. مقدمه	۵
۲-۱. علل وقوع حوادث	۶
۳-۱. چگونگی جلوگیری از رخداد حوادث و تکرار آن	۹
فصل ۲. کسب اطلاعات شبکه آبرسانی در زمان ترمیم حوادث	۱۵
۱-۲. مقدمه	۱۵
۲-۲. فرمهای حوادث	۱۵
فصل ۳. تهیه نقشه های حوادث و پردازش اطلاعات	۲۲
۱-۳. مقدمه	۲۲
۲-۳. نقشه های حوادث	۲۲
۳-۳. پردازش اطلاعات حوادث	۲۴
۴-۳. ساختار تشکیلاتی اکیپهای واحد امداد و حوادث	۲۶
پیوست ۱	۲۵
پیوست ۲	۲۹
پیوست ۳	۳۳
مراجع	۳۷





## چکیده

### چکیده

با بهره گیری از اطلاعات مربوط به حوادث در شبکه می‌توان به شناسایی و بررسی علل حوادث ایجاد شده در شبکه، هزینه‌های صرف شده و مقدار هدررفت آب، خصوصاً هدررفت واقعی پرداخت. همچنین از این اطلاعات می‌توان در تکمیل و تدقیق نقشه‌های شبکه آبرسانی استفاده کرد.

## چکیده

شناخت حوادث در شبکه‌های آبرسانی و ارزیابی پیامدهای آن، یکی از مسائل مهم در برنامه‌های کاهش آب بدون درآمد می‌باشد. در واقع آنچه که جمع‌آوری دقیق و کامل اطلاعات حوادث شبکه را ضروری می‌سازد، لزوم اطلاع دقیق از شرایط فعلی حاکم بر شبکه، افزایش دقت در محاسبات و ارائه پیشنهادهایی مبتنی بر شرایط موجود با نگاه به افق پیش‌رو است که از ملزومات برنامه کاهش آب بدون درآمد در شبکه‌های آبرسانی شمرده می‌شود.

با استفاده از اطلاعات مربوط به حوادث در شبکه می‌توان پارامترهایی را همچون علل حوادث ایجاد شده در شبکه، هزینه‌های صرف شده و مقدار هدررفت آب، خصوصاً هدررفت واقعی مورد ارزیابی قرار داد. از دیگر مزایایی که می‌توان در مورد عملیات ارزیابی حوادث در شبکه‌های آبرسانی برشمرد، تکمیل و تدقیق نقشه‌های شبکه آبرسانی با استفاده از به‌روز کردن اطلاعات بدست آمده از اجزای مختلف شبکه حاصل از انجام عملیات رفع حادثه می‌باشد.

در فصل اول، اهمیت شناخت حوادث، علل مختلف وقوع آن در شبکه‌های آبرسانی و چگونگی جلوگیری از رخداد مجدد آنها تشریح می‌شود. در فصل دوم، به معرفی و کاربرد مفید فرم‌های سه‌گانه در ثبت و انتقال اطلاعات ارزشمند بدست آمده از آخرین وضعیت قسمت‌های حادثه دیده و محل‌های مجاور آن پرداخته خواهد شد و در نهایت در فصل آخر، اصول تهیه نقشه‌های حوادث و نحوه پردازش آنها در تکمیل و به‌روز رسانی نقشه‌های شبکه توزیع آب ارائه می‌گردد. همچنین در پایان گزارش نیز برخی از اطلاعات مفید برای جلوگیری از بروز حادثه، ملاحظات اجرایی و روش‌های برآورد تقریبی میزان نشت به صورت پیوست‌های مجزا ارائه شده است.



کد	عنوان راهنما	مدارک مرتبط	پیشیناز مطالعاتی
۱	راهنمای بالانسینگ آب	۲ الی ۷، ۹، ۱۲، ۱۳	-
۲	راهنمای مدیریت هدررفت واقعی	۴، ۶، ۸، ۹، ۱۳، ۱۷، ۱۶	۱
۳	راهنمای مدیریت هدررفت ظاهری	۱۰، ۱۲، ۱۳	۱
۴	راهنمای طراحی و اجرای DMA	۵، ۶، ۱۲، ۱۳	۲، ۱
۵	شاخصه‌های عملکرد در آبرسانی شهری	۲، ۳	۱
۶	راهنمای مدیریت فشار و طراحی زون‌های فشاری	۴، ۸، ۹، ۱۳	۲، ۱
۷	راهنمای مدیریت مصارف مجاز بدون درآمد	-	۱
۸	راهنمای فشارسنجی	-	۶
۹	راهنمای ثبت و تحلیل گزارش حوادث و برداشت مؤثر داده‌های شبکه و حادثه	۱، ۲، ۶، ۱۷	-
۱۰	راهنمای ممیزی اماکن و تهیه نقشه‌های تفکیکی آماده GIS	۳، ۱۱	-
۱۱	راهنمای تهیه نقشه‌های بهنگام شبکه توزیع و ارتقاء مستمر کیفیت نقشه‌ها	۱۰	-
۱۲	راهنمای انتخاب و تست فلومترها	۱، ۳، ۴	-
۱۳	راهنمای ارزیابی اقتصادی برنامه‌های کاهش هدررفت	۱، ۴، ۶	۳، ۲
۱۴	راهنمای مدیریت مصرف	-	-
۱۵	راهنمای کاهش هدررفت داخلی مشترکین	-	-
۱۶	راهنمای اصلاح و بازسازی شبکه	۲	-
۱۷	راهنمای ارزیابی و کنترل خوردگی در لوله‌ها و تأسیسات آبرسانی شهری	۲، ۹	-

جدول ۱-۱. ارتباط راهنمای ثبت و تحلیل گزارش حوادث با سایر مدارک





## حوادث و علل آن در شبکه های آبرسانی

عوامل مختلفی می تواند منجر به بروز حادثه و ایجاد نشت در شبکه های آبرسانی شود. این عوامل می تواند به صورت فردی و یا ترکیبی با دیگر عوامل باعث وقوع حادثه گردد. در این فصل به بررسی علل وقوع حوادث و راهکارهای مقابله با آنها پرداخته می شود.

# فصل ۱.

## حوادث و علل آن در شبکه‌های آبرسانی

### ۱-۱. مقدمه

طی ۲۰ سال اخیر هزینه سرمایه‌گذاری تأمین هر مترمکعب آب در ایران ۱۸ برابر شده است و فقط در شهر تهران سالیانه بالغ بر ۲۴۰ میلیون مترمکعب آب تلف می‌شود. نتیجه این دو جمله اخیر صرف هزینه‌گرافی است که بر صنعت آب کشور تحمیل می‌گردد. از طرفی یکی از موارد مهم و در عین حال نگران‌کننده در افزایش میزان تلفات در شبکه‌های آبرسانی، حوادث و اتفاقات می‌باشد. لزوم توجه خاص به این امر منجر به تشکیل تیم‌های مسئول شناسایی و تعمیر حوادث در شبکه‌های آبرسانی به طور ۲۴ ساعته در شرکت‌های آب و فاضلاب شده است.

بدیهی است که وقوع حوادث و اتفاقات در شبکه‌های آبرسانی منجر به هدررفت آب می‌شود. آب تلف شده در این فرآیند دارای ارزش اقتصادی بالایی بوده و می‌تواند ضرر و زیان مالی قابل توجهی را متوجه شرکت آب و فاضلاب کند. (سالانه در ایران حدود ۲۰٪ از کل درآمدهای شرکت‌های آب و فاضلاب صرف عملیات ترمیم اجزای حادثه دیده شبکه می‌شود). در این راستا برخورد صحیح با مسئله حوادث در شبکه توزیع و کسب حداکثر اطلاعات از آن و تجزیه و تحلیل صحیح آنها می‌تواند در شناسایی نقاط ضعف فنی و



تشکیلاتی ساختار صنعت آبفا مؤثر واقع شده و با استفاده از آن از اتلاف بیشتر آب و همچنین صرف هزینه‌های مرتبط جلوگیری کرد.

## ۱-۲. علل وقوع حوادث

به طور کلی عوامل مختلفی می‌تواند در رخداد حادثه و ایجاد نشت در شبکه‌های آبرسانی دخیل باشد. این عوامل می‌تواند به صورت فردی و یا به صورت ترکیبی با دیگر عوامل منجر به حادثه گردد. مهمترین این عوامل عبارتند از:

### ۱-۲-۱. اضافه بار وارده به اجزای شبکه:

بار وارده بر لوله‌های مدفون شبکه‌های آبرسانی ترکیبی از بار خاک و بار ناشی از عوامل مستقر بر روی سطح خاک می‌باشد. مقاومت لوله‌های با جنس‌های مختلف نیز در برابر بارهای وارده متفاوت است. هنگام استفاده از یک لوله خاص باید موارد مرتبط با بار وارده به آن لوله مورد ارزیابی قرار گیرد. علیرغم ملاحظات صورت گرفته در مورد بار وارده بر لوله‌ها، بسترسازی نامناسب ترانشه‌های حفاری شده و یا پر نمودن آنها به روش‌های غیر اصولی، می‌تواند به وجود آورنده بارهای اضافی بر لوله باشد. از دیگر موارد، می‌توان ترافیک، رانش زمین و یا اجرای فونداسیون سازه‌ها در حوالی و یا بر روی مسیر خط لوله را نام برد. لازم به ذکر است که در صورت ایجاد اضافه بار بر روی لوله‌های موجود، احتمال رخداد شکست در یک زمان کوتاه بسیار بالا خواهد بود.

### ۱-۲-۲. اتصالات معیوب در شبکه:

یکی از عوامل اصلی به وجود آورنده نشت‌های مرئی و نامرئی در شبکه‌های آبرسانی، وجود اتصالات معیوب در شبکه است. اتصالات معیوب می‌تواند در اثر نصب نادرست، عدم مرغوبیت قطعات، عدم اجرای مطلوب تکیه‌گاه‌ها و دیگر عوامل ایجاد شود.

### ۱-۲-۳. فشار مازاد:

فشارهای بالا، مقدار جریان را افزایش داده و بالتبع تلفات آب ناشی از نشت زیاد می‌گردد. افزایش فشار از ۱/۸ تا ۳/۳ کیلوگرم بر سانتیمترمربع، مقدار جریان و تلفات ناشی از نشت را تقریباً ۳۰٪ افزایش می‌دهد. علاوه بر آن بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد که بر اثر اتلاف یک قطره آب در ثانیه ۳۶ لیتر آب در





طی یک هفته از دست می‌رود. لذا یکی از مشکلاتی که معمولاً در اکثر شبکه‌های آبرسانی مشهود است، وجود فشار مازاد در شبکه به ویژه در ساعات با حداقل مصرف (نیمه شب) می‌باشد. این فشار مازاد می‌تواند تحت اثر عواملی چون عدم پیاده‌سازی PMA (Pressure Management Areas) در شبکه و یا پیاده‌سازی نامناسب آن، پمپاژ مستقیم آب به داخل شبکه و عدم وجود سیاست صحیح مدیریت فشار، ایجاد شود. فشار مازاد به تنهایی نیز می‌تواند به وجود آورنده حادثه در شبکه بوده و موجب افزایش تعدد حوادث در شبکه گردد. البته این مسئله در نقاط پایین‌دست شبکه و یا نقاط پایین‌دست یک زون فشاری از اهمیت بیشتری برخوردار است.

### ۱-۲-۴. ضربه قوچ (ضربه آبی):

ضربه قوچ، پدیده‌ای است که در اثر تغییرات آنی فشار در شبکه‌های آبرسانی رخ می‌دهد. این تغییرات آنی فشار می‌تواند ناشی از باز و بسته کردن سریع یک شیر و یا روشن و خاموش شدن سریع یک پمپ (در مواقع پمپاژ مستقیم به داخل شبکه) حاصل گردد. نوسانات شدید فشار می‌تواند سبب بروز حادثه و نشت در لوله‌ها و متعلقات مربوط به آنها شود. این موضوع در مورد لوله‌هایی که در اثر خوردگی، دارای ساختار ضعیفی می‌باشند، به مراتب شدیدتر است.

### ۱-۲-۵. خوردگی:

خوردگی‌های خارجی و داخلی مربوط به شبکه‌های آبرسانی یکی از عوامل اصلی ایجادکننده حادثه در شبکه است. آنچه که می‌تواند به وجود آورنده خوردگی‌های داخلی باشد، شرایط خاص فیزیکی و شیمیایی آب است که می‌تواند منجر به خوردگی‌های شیمیایی و یا میکروبی گردد. از طرفی دیگر خاک و شرایط محیطی اطراف لوله نیز می‌تواند خوردگی خارجی لوله را تشدید کند. خوردگی‌های خارجی و داخلی با ضعیف کردن ساختار لوله منجر به ایجاد ترک و سوراخ‌هایی در ساختار لوله شده و در ادامه، بروز نشت و یا رخداد شکست اجتناب ناپذیر خواهد بود. لازم به ذکر است که این مسئله می‌تواند در نقاط پرفشار شبکه از اهمیت بیشتری برخوردار باشد.

### ۱-۲-۶. عدم رعایت اصول فنی به هنگام اجرای شبکه:

عدم رعایت اصول فنی به هنگام عملیات لوله‌گذاری شبکه نیز می‌تواند منجر به ایجاد بسیاری از مشکلات ذکر شده در بالا همچون اضافه بار، ایجاد اتصالات معیوب و حتی خوردگی شود. این اصول مشتمل بر عمق و عرض مناسب ترانشه لوله‌گذاری، آزمایش فشار، نظارت دقیق بر چگونگی عملیات لوله-



گذاری، کنترل کیفی بر تجهیزات مورد استفاده در شبکه، صلاحیت فنی پیمانکار عملیات لوله‌گذاری و مطابقت عملیات لوله‌گذاری با نقشه موجود است.

### ۱-۲-۷. گرفتگی متعلقات و اتصالات لوله:

یکی از مواردی که به طور معمول در شبکه‌های آبرسانی رخ می‌دهد، گرفتگی لوله‌ها و اتصالات شبکه می‌باشد. گرفتگی در لوله‌ها عمدتاً ناشی از عدم شست و شوی صحیح و به موقع شبکه است. در واقع شبکه‌های آبرسانی در دراز مدت حاوی رسوباتی خواهند شد، که نیاز به شست و شو دارند. از دیگر عواملی که می‌تواند منجر به گرفتگی لوله‌ها و متعلقات مربوط به آنها گردد، ورود اشیای خارجی به داخل شبکه می‌باشد. لازم به ذکر است که گرفتگی لوله‌ها با افزایش فشار موضعی در محل گرفتگی، باعث ایجاد حادثه در محل گرفتگی شبکه می‌گردد. این مسئله در بخش‌هایی از شبکه که دارای لوله‌هایی با ساختار ضعیف می‌باشند و یا دچار خوردگی شده‌اند، تشدید خواهد شد. خط انتقال آب را می‌توان در محل بوسیله یک و یا چندین روش که در ذیل به آن‌ها اشاره شده است، شستشو داد:

- فلاشینگ
- ابزار متصل به کابل
- تجهیزاتی که با نیروی آب درون لوله به حرکت در می‌آید
- ادوات هیدرولیکی

برای کسب اطلاعات مبسوط تر در این ارتباط می‌توان به راهنمای بازسازی شبکه مراجعه کرد.

### ۱-۲-۸. درجه حرارت:

درجه حرارت یکی از عواملی است که در ارتباط مستقیم با عمق عملیات لوله‌گذاری می‌باشد. به عبارتی دیگر در صورتی که عمق عملیاتی لوله‌های شبکه‌های آبرسانی کمتر از حداقل لازم باشد، در فصول سرد منجر به یخ‌زدگی آب داخل لوله و در فصول گرم باعث کاهش مقاومت لوله‌ها مخصوصاً لوله‌هایی از جنس پلاستیکی یا سینتتیک (مصنوعی) همچون پلی‌اتیلن می‌گردد. هر یک از این عوامل می‌تواند به وجودآورنده شرایطی برای رخداد حادثه در شبکه باشد.

### ۱-۲-۹. تعرض سازه‌های مدفون دیگر:

از دیگر عواملی که می‌توانند به وجود آورنده حادثه در شبکه‌های آبرسانی باشند، عملیات لوله‌گذاری فاضلاب، گاز، مخابرات و دیگر عملیات سازه‌های مانند ساخت و سازه‌های ساختمانی می‌است. در این راستا



باید هماهنگی‌های لازم توسط شرکت‌های مختلف صورت گرفته و نقشه شبکه آبرسانی در اختیار مجریان لوله‌های فاضلاب، گاز و دیگر عوامل قرار گیرد تا امکان ایجاد آسیب برای لوله و تجهیزات شبکه آبرسانی به حداقل برسد.

### ۱-۳. چگونگی جلوگیری از رخداد حوادث و تکرار آن

در راستای ایجاد زیرساخت‌هایی برای جلوگیری از رخداد حوادث در شبکه‌های آبرسانی، همواره باید چگونگی رخداد حادثه، علل و روش‌های ممکن برای جلوگیری از تکرار آن مورد ارزیابی قرار گیرد. از اینرو باید به هنگام رفع حوادث به وجود آمده در شبکه آبرسانی به یک سری نکات مربوط به شرایط محیطی محل وقوع حادثه، شرایط لوله‌گذاری و ساختار لوله‌های موجود توجه لازم مبذول گردد. این نکات عبارتند از:

- شکل محل حادثه و مکان مربوط به آن:
- در هنگام وقوع حادثه در شبکه آبرسانی، یکی از موارد مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد، شکل و نوع حادثه ای است که رخ داده است. اساساً سوراخ‌های کوچک در لوله‌های شبکه ناشی از خوردگی شبکه توسط عوامل خارجی همچون خاک نامناسب و یا عوامل داخلی همچون شرایط فیزیکی - شیمیایی آب شبکه می‌باشد. از طرفی دیگر ترکیب‌ها و نشت‌های حاصل می‌تواند در اثر وجود بارهای مضاعف، عدم رعایت اصول فنی لوله‌گذاری و همچنین بسترسازی ضعیف شبکه ایجاد شود. همچنین نشت از اتصالات و شیرآلات نیز می‌تواند دال بر استفاده از اتصالات و شیرآلات نامناسب در شبکه و یا عدم نصب صحیح آنها باشد.
- یخ‌زدگی و یا حالت تورم در خاک اطراف لوله:
- با ارزیابی احتمال وجود یخ‌زدگی و یا حالت تورم در خاک اطراف لوله می‌توان نسبت به عدم لوله‌گذاری صحیح و عمق مربوط به آن مطلع شده و برای اصلاح این مشکل در لوله‌های مجاور و مشابه در شبکه مربوطه اقدام نمود.
- تجهیزات الکتریکی در مجاورت شبکه:
- با شناسایی تجهیزات الکتریکی در اطراف شبکه می‌توان وجود میدان‌های الکتریکی در اطراف شبکه آبرسانی و ایجاد خوردگی‌های خارجی حاصله از آنها را مورد شناسایی قرار داده و در راستای حذف شرایط موجود و یا ایجاد روش‌های جلوگیری از خوردگی خارجی و یا تعویض لوله‌ها با لوله-

های محافظت شده اقدام کرد. بدین ترتیب می توان از توسعه خوردگی و رخداد حادثه در لوله‌های مشابه مجاور جلوگیری نمود.

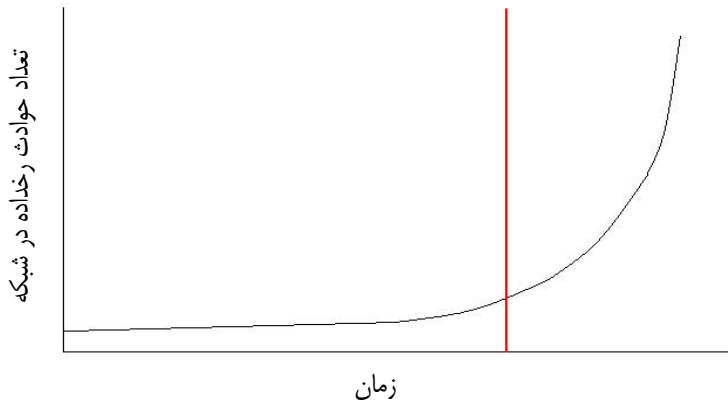
- شبکه‌های گاز در مجاورت شبکه آبرسانی و حفاظت کاتدیک برای آنها:

در مواردی که شبکه‌های آبرسانی در مجاورت شبکه گاز قرار می گیرند، با توجه به وجود حفاظت‌های کاتدی برای این نوع شبکه‌ها، احتمال ایجاد میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در محیط اطراف وجود خواهد داشت که این امر می‌تواند منجر به خوردگی خارجی شبکه آبرسانی گردد. در صورت شناسایی چنین شرایطی باید نسبت به بهینه‌سازی شرایط لوله‌های شبکه آبرسانی و محافظت آنها اقدام نمود.

- عمر شبکه در محل بروز حادثه:

یکی از مسائلی که می‌تواند منجر به ایجاد درز و شکاف و وقوع حادثه در لوله‌های شبکه گردد، کاهش ضخامت دیواره لوله در اثر عمر بالای آن می‌باشد. به هنگام بروز حادثه در شبکه یک منطقه، باید قدمت لوله‌های شبکه مورد ارزیابی قرار گیرد تا در صورت شناسایی ارتباط مستقیم بروز حوادث موجود با قدمت شبکه، نسبت به نوسازی اقدام نموده و بدین ترتیب از تکرار حادثه در شبکه مورد نظر جلوگیری نمود. نحوه ارتباط بین قدمت شبکه و حوادث، مساله ای است که امروزه مورد توجه زیادی قرار گرفته و تحقیقاتی در مورد آن در جریان است. بررسی این موضوع می تواند در تصمیم گیری برای انجام عملیات جایگزینی و نوسازی تاثیرگذار باشد. به عبارت دیگر در نظر گرفتن این ارتباط با احتساب آنالیز سود- هزینه اقدامات مدیریتی یا نوسازی، در انتخاب زمان مناسب برای اقدام به بازسازی، بسیار سودمند خواهد بود. بطور کلی می توان گفت که نرخ وقوع حادثه با گذشت زمان، افزایش می یابد. همانگونه که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است، هرچه عمر تاسیسات بیشتر می شود، نرخ افزایش حوادث نیز سرعت بیشتری می یابد. با مطالعه دقیق پارامترهای اقتصادی موثر و در نظر گرفتن تغییرات کیفی مذکور، می توان در مورد زمان مناسب برای اقدام به نوسازی تصمیم گیری کرد. این نقطه در شکل ۱-۱ با خط قرمز نشان داده شده است.





شکل ۱-۱: ارتباط بین قدمت شبکه و تعدد حوادث

#### فشار شبکه در محل رخداد حادثه:

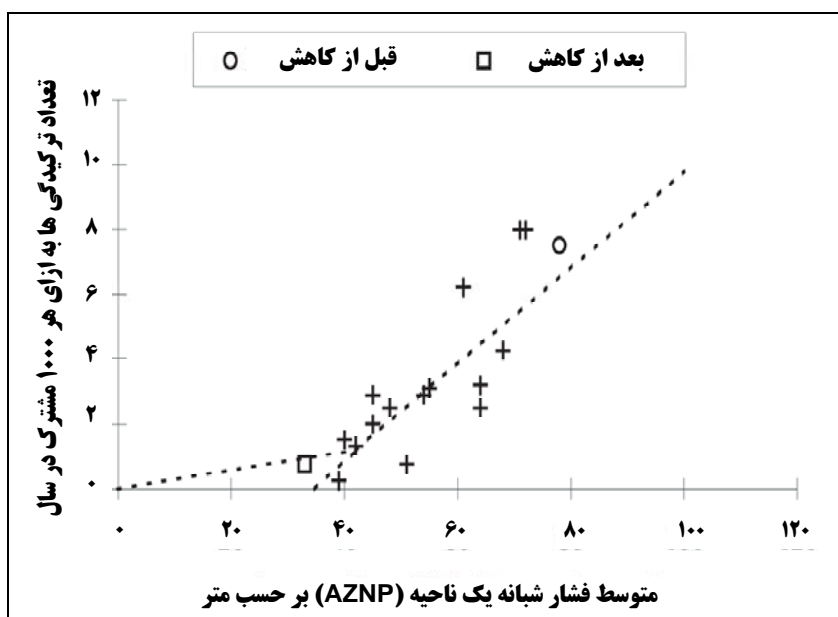
هنگام وقوع حادثه در یک منطقه از شبکه آبرسانی، ارزیابی فشار حاکم بر محل حادثه ضروری است، چرا که در صورت وجود فشار مازاد در محل شبکه می‌توان انتظار داشت که این فشار مازاد حوادث دیگری را رقم بزند. برای اصلاح مشکل ناشی از فشار مازاد باید نسبت به پیاده‌سازی برنامه مدیریت فشار، ارزیابی شرایط حاکم بر شیرهای فشارشکن و یا انجام اقدامات اصلاحی در مورد زون‌بندی فشاری شبکه مبادرت کرد.

از سال ۲۰۰۰ تاکنون کارگروه مدیریت تلفات آب (WLTF) در انجمن بین‌المللی آب IWA در حال بررسی و مطالعه ارتباط فشار و نرخ وقوع ترکیدگیها بوده است. تاکنون بیش از ۷۰ مطالعه موردی مورد بررسی قرار گرفته‌اند و نتایج بسیار متفاوتی به دست آمده است. بررسی‌ها و مطالعات انجام شده در خصوص ارتباط فشار با نرخ وقوع حوادث اغلب نشانگر ارتباط بسیار شدید و تأثیر چشمگیر مدیریت فشار بر کاهش نرخ وقوع ترکیدگیها در شبکه بوده است.

داده‌های میدانی گاه نتایجی بسیار تکان دهنده را به نمایش گذاشته‌اند. برای مثال تأثیر کاهش فشار از ۸۰ متر به ۴۰ متر بر کاهش نرخ ترکیدگی‌ها از ۷ عدد به ازای ۱۰۰ مشترک در سال به ۱ عدد ترکیدگی به ازای ۱۰۰ مشترک در سال تجربه و گزارش گردیده است. البته عوامل زیادی وجود دارند که می‌توانند بر میزان ترکیدگی‌های شبکه تأثیرگذار باشند، که این عوامل مشتمل بر شرایط آب و هوایی، امواج فشاری، ضرر و زیان‌های اتفاقی، رانش زمین و خوردگی می‌باشد.

به طور کلی آمار مربوط به تکرار ترکیدگی‌ها و ارتباط آن با مقدار فشار، در مناطق بزرگتر بیشتر قابل اطمینان است ولی متأسفانه در آن مقیاس ایجاد تغییرات عمده در فشار بسیار دشوار بوده و داده‌های میدانی کمی در چنین ابعادی مستندسازی گردیده است. بنابراین اغلب اطلاعات از DMA ها بدست می‌آید، که در آنها نرخ ترکیدگی‌ها بسیار نامنظم بوده و لذا برای دستیابی به اهداف

موردنظر شاید سال‌ها زمان موردنیاز باشد. شکل ۱-۲ رابطه بین متوسط فشار شبانه در یک ناحیه (AZNP) و تکرار ترکیدگی‌ها، براساس یک نمونه مطالعاتی مربوط به یکی از شبکه‌های آبرسانی در انگلستان را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که در فشارهای شبانه کمتر از ۴۰ متر، ارزیابی رابطه بین متوسط فشار شبانه و تکرار ترکیدگی‌ها دشوار می‌باشد.



شکل ۱-۲: ارتباط بین ANZP و تکرار ترکیدگی‌ها، براساس اطلاعات چندین DMA در انگلستان

لازم به ذکر است که اطلاعات بیشتر در این ارتباط در راهنمای مدیریت فشار موجود است.

– ضربه قوچ :

همانگونه که پیشتر توضیح داده شد، ضربه قوچ، پدیده‌ای است که در اثر تغییرات آنی فشار در شبکه‌های آبرسانی رخ می‌دهد. این تغییرات آنی فشار می‌تواند در اثر باز و بسته کردن سریع یک شیر و یا روشن و خاموش شدن سریع یک پمپ به وجود آید. امروزه تکنولوژی‌های جدیدی برای کاهش اثرات ناشی از ضربه قوچ مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان نمونه می‌توان به پمپ‌های VSD اشاره کرد. این پمپ‌ها در دبی‌های متفاوت به صورت خودکار دور پمپ را کم یا زیاد کرده و با تنظیم فشار خروجی مانع ایجاد ضربه قوچ می‌گردند. نمونه‌ای از این نوع دستگاه‌ها در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.



شکل ۱-۳: نمونه ای از پمپ های VSD برای محافظت در برابر اثرات ضربه قوچ





## کسب اطلاعات شبکه آبرسانی در زمان ترمیم حوادث

جمع‌آوری و ثبت دقیق و صحیح اطلاعات حاصل از حوادث می‌تواند در علت‌یابی و تفسیر صحیح نتایج موثر واقع گردد. همچنین از این این اطلاعات می‌توان به منظور بهینه‌سازی نقشه‌های موجود از شبکه و تأسیسات بهره جست.



## فصل ۲.

### کسب اطلاعات شبکه آبرسانی در زمان ترمیم حوادث

#### ۲-۱. مقدمه

بسیاری از عوامل وقوع شکستگی و نشت را می‌توان به هنگام عملیات رفع نشت در محل حادثه مشاهده نمود. همان طور که در فصل قبل نیز ذکر گردید، جمع‌آوری و ثبت دقیق و صحیح اطلاعات حاصل از حوادث می‌تواند در علت‌یابی و تفسیر صحیح نتایج بسیار مفید واقع گردد. از طرفی دیگر از این اطلاعات می‌توان برای بهینه‌سازی نقشه‌های موجود از شبکه و تأسیسات مربوط به آنها استفاده نمود.

#### ۲-۲. فرم‌های حوادث

برای جمع‌آوری و ثبت اطلاعات در هنگام بروز حوادث، استفاده از فرم‌های مخصوص بسیار سودمند خواهد بود. نمونه‌ای از این فرم‌ها در اشکال ۲-۱ تا ۲-۳ ارائه شده است.



شرکت آب و فاضلاب فرم دریافت خبر حادثه	
شماره حادثه:	روز و تاریخ:
اطلاعات فرد اطلاع‌دهنده	
نام و نام خانوادگی:	شماره تماس:
روش اطلاع‌رسانی	
<input type="checkbox"/> تلفنی	<input type="checkbox"/> حضوری
<input type="checkbox"/> روش‌های دیگر: <input type="checkbox"/>	
اطلاعات حادثه	
نوع حادثه: <input type="checkbox"/> ترکیدگی/شکست لوله <input type="checkbox"/> نشت <input type="checkbox"/>	زمان (احتمالی) وقوع حادثه: ..... : .....
سایر موارد: <input type="checkbox"/>	زمان تماس: ..... : .....
توضیحات:	
آدرس محل حادثه:	
اطلاعات متصدی دریافت خبر حادثه	
نام و نام خانوادگی:	امضاء:

شکل



شرکت آب و فاضلاب فرم ابلاغ حادثه به گروه		
شماره حادثه:		روز و تاریخ:
اطلاعات گروه		
نام و نام خانوادگی مسئول گروه:		کد گروه:
زمان ابلاغ به گروه تاریخ: ساعت و دقیقه:	زمان رسیدگی گروه تاریخ: ساعت و دقیقه:	زمان اتمام کار گروه تاریخ: ساعت و دقیقه:
اطلاعات حادثه		
نوع حادثه: <input type="checkbox"/> ترکیدگی / شکست لوله <input type="checkbox"/> نشت <input type="checkbox"/> سایر موارد <input type="checkbox"/> توضیحات:		
وضعیت نقشه شبکه محل حادثه: <input type="checkbox"/> موجود نیست <input type="checkbox"/> دریافت شد <input type="checkbox"/> نقص نقشه دریافتی <input type="checkbox"/> دریافت نشد		
آدرس محل حادثه:		
کروکی محل حادثه:		
شماره و محل شیرهایی که باید بسته شوند:		
اطلاعات متصدی دریافت خبر حادثه		
نام و نام خانوادگی:		امضاء:

شکل



کیرنده گزارش: کد _____	شماره گزارش: _____ سال _____	کد اکیپ عملیاتی: _____	شیفت _____
منبع گزارش: مردمی <input type="checkbox"/>	دولتی ( صدا و سیما ) <input type="checkbox"/>	کارکنان امور <input type="checkbox"/>	سایر با ذکر نام _____

**۱- نشانی:**  
 منطقه \_\_\_\_\_ خیابان \_\_\_\_\_ کوچه \_\_\_\_\_ میدان \_\_\_\_\_ پاساژ \_\_\_\_\_ بازار \_\_\_\_\_  
 کد جغرافیایی نزدیکترین مکان به محل حادثه \_\_\_\_\_ کد جغرافیایی مشترک \_\_\_\_\_ کد اشتراک \_\_\_\_\_

**۲- نوع پوشش زمین:**  
 آسفالت  خاکی  موزائیک و سنگفرش  بتنی  ضخامت پوشش \_\_\_\_\_ سانتیمتر

**۳- جنس خاک:**  
 رسی  ماسه ای  شنی  سنگی  خاکی

**۴- نوع خاکبرداری:**  
 دستی  مکانیکی

**۵- ابعاد خاکبرداری یا حفاری:**  
 دستی: طول \_\_\_\_\_ متر عرض \_\_\_\_\_ متر عمق \_\_\_\_\_ متر  
 مکانیکی: طول \_\_\_\_\_ متر عرض \_\_\_\_\_ متر عمق \_\_\_\_\_ متر

**۶- عرض از معبر:** حاصله \_\_\_\_\_ متر از \_\_\_\_\_ خیابان  کوچه  پیاده رو  سایر \_\_\_\_\_

**۷- کد شیر آلات بسته شده:** بالادست \_\_\_\_\_ پائین دست \_\_\_\_\_

**۸- مشخصات و موقعیت مورد حادثه یا اتفاق:**

**الف) لوله ها:**  
 لوله اصلی  لوله فرعی  انشعاب مشترک  -حادثه در لوله بین شبکه و شیر قطع و وصل   
 -حادثه در لوله بین شیر قطع و وصل و کنتور   
 کنتور  شیر فلکه  شیر یکطرفه  شیر قطع و وصل  شیر شبکه  اتصالات دیگر.....  
 قطر \_\_\_\_\_ میلیمتر / اینچ  
 جنس لوله: PE  PVC  AC  DCI  CI  GI  ST  GRP  سایر \_\_\_\_\_  
 عمق نصب لوله ..... متر ( از زیر لوله )

**ب) اتصالات:**  
 مانتن  فلنج  تبدیل  کمر بند  چهارراه  سه راه  زانو  سایر یا ذکر نام \_\_\_\_\_

**ج) شیر آلات:** شیر خطا  شیر انشعاب

**۹- حادثه بر روی:**

**الف) لوله ها:**  
 شکستگی  دررفتگی  ترکیدگی خوردگی  باز شدن جوش



گردبرشدن  گرفتگی  سایر یا ذکر نام \_\_\_\_\_

**ب) اتصالات**

شکستگی  دررفتگی  گرفتگی  خوردگی  خرابی واشر

جابجائی کمر بند  خرابی کمر بند  سایر یا ذکر نام \_\_\_\_\_

**ج) شیر آلات**

شکستگی  خوردگی  گرفتگی  خرابی پکینگ  افتادگی دریچه

خرابی واشر  سایر یا ذکر نام \_\_\_\_\_

**۱۰- شکل و ابعاد محل نشت بر روی لوله :**

سوراخ : قطر \_\_\_\_\_ سانتیمتر ترک طولی : طول \_\_\_\_\_ سانتیمتر گردبرشدن : طول \_\_\_\_\_ سانتیمتر

**۱۱- علت حادثه :**

فرسودگی  نامرغوب بودن مصالح  نصب غلط  ازدیاد فشار  ضربه  زیرسازی نامناسب

فعالتهای ساختمانی  عبور وسائط نقلیه سنگین  برگشت آب گرم  سایر باذکر نام \_\_\_\_\_

**۱۲- عوامل ایجاد حادثه یا اتفاق :**

شهرداری  شرکت برق  شرکت مخابرات  شرکت گاز  شرکت آب و فاضلاب

بخش خصوصی  مشترک  سایر یا ذکر نام \_\_\_\_\_

**۱۳- ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده :**

کمپرسور \_\_\_\_\_ ساعت بیل مکانیکی \_\_\_\_\_ ساعت خودرو \_\_\_\_\_ ساعت

کاتر \_\_\_\_\_ ساعت جرثقیل \_\_\_\_\_ ساعت سایر یا ذکر نام \_\_\_\_\_ ساعت

**۱۴- نیروی انسانی مورد استفاده:**

شرح	تعداد ( نفر )
سراکبپ	
کارگر ساده	
کارگر فنی	

**۱۵- لوازم و وسائل مصرفی:**

لوله	اتصالات			شیر آلات			سایر
	جنس	قطر	طول	نوع	قطر	تعداد	



## ۱۶- سایر موارد:

- نیاز به ادامه عملیات دارد  ندارد
- پر شدن چاله حفرشده انجام شد  انجام نشد
- حمل نخاله ناشی از انجام عملیات انجام شد  انجام نشد
- استفاده از علائم هشدار دهنده انجام شد  با ذکر نوع علائم ..... انجام نشد

## ۱۷- گزارش زمانی عملیات:

شرح	دریافت گزارش	اعزام به محل	آغاز عملیات	خاتمه عملیات	برگشت به مرکز	مجموع
تاریخ	۱۳ / /	۱۳ / /	۱۳ / /	۱۳ / /	۱۳ / /	
ساعت						
دقیقه						

## ۱۸- گزارش روش رفع حادثه و نتیجه کار:

نام و نام خانوادگی سראکیپ: امضاء

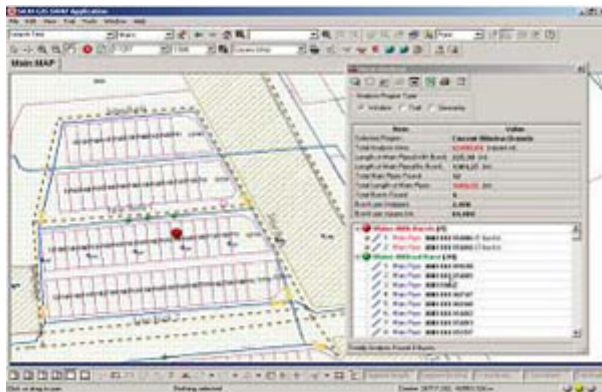
اطلاعات نقشه نیاز به اصلاح دارد؟ بلی خیر

اصلاحات انجام شد. تاریخ ۱۳ / / واحد فنی

ورود کاربرگ به کامپیوتر نام و نام خانوادگی: تاریخ ۱۳ / /

شک





## تهیه نقشه های حوادث و پردازش اطلاعات

در این فصل چگونگی تهیه نقشه های حوادث و پردازش اطلاعات بدست آمده در طول عملیات رفع حادثه تشریح می شود.

## فصل ۳.

### تهیه نقشه‌های حوادث و پردازش اطلاعات

#### ۳-۱. مقدمه

پس از اطلاع از محل حادثه و سپس انجام عملیات رفع حادثه و تکمیل فرم‌های مربوط به جمع‌آوری اطلاعات حادثه (فرم‌های ارائه شده در فصل ۲)، باید نسبت به اعمال اطلاعات بدست آمده در نقشه‌های موجود اقدام کرد.

در این فصل چگونگی تهیه نقشه‌های حوادث و پردازش اطلاعات بدست آمده در طول عملیات رفع حادثه تشریح می‌شود.

#### ۳-۲. نقشه‌های حوادث

برای انتقال اطلاعات بدست آمده از عملیات رفع حوادث، باید از نقشه‌های شبکه آبرسانی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ استفاده نمود. اطلاعات قابل انتقال به نقشه‌های شبکه‌های آبرسانی از نظر تنوع و تعداد، متفاوت است.



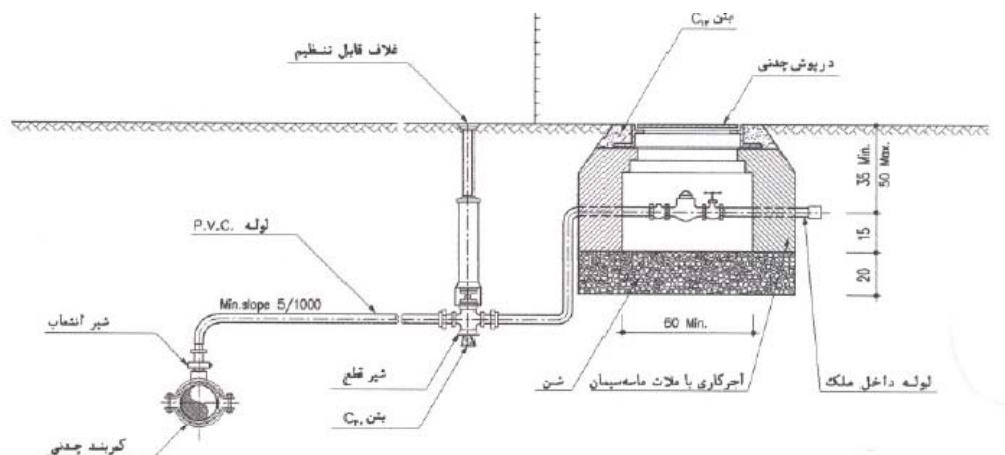


به طور کلی تنوع حوادث قابل رخداد در شبکه‌های آبرسانی را می‌توان مطابق جدول ۳-۱ دسته بندی کرد.

جدول ۱

محل حادثه	ناحیه حادثه
خطوط لوله اصلی با اقطار بیشتر از ۸۰ میلی‌متر (شهرهای کوچک/روستا) و یا ۱۰۰ میلی‌متر (شهرهای بزرگ) خطوط لوله فرعی شیرآلات شبکه	خط انتقال و شبکه توزیع
کمر بند انشعابات شیر شبکه بر روی کمر بند انشعابات لوله انشعاب از کمر بند تا شیر انشعاب شیر انشعاب مشترک لوله انشعاب از شیر انشعاب تا کنتور مشترک حوضچه کنتور مشترک	انشعابات

در راستای کاهش حوادث رخ داده در انشعابات که از عدم صحت در نصب نشات می‌گیرند، در شکل ۳-۱ نحوه انجام اتصالات و انشعاب استاندارد نشان داده شده است.



شکل ۳-۱: نحوه انجام اتصالات و انشعاب استاندارد



برای انتقال اطلاعات بر روی نقشه لازم است که نزدیک‌ترین نقطه به آدرس موجود در فرم‌ها را بر روی نقشه علامت‌گذاری کرده و سپس جهت بهنگام‌سازی نقشه نسبت به انتقال اطلاعات بدست آمده به واحد نقشه‌کشی یا واحد GIS اقدام نمود. لازم به ذکر است که برای انواع مختلف حادثه باید علائم مشخصی تعریف شود تا بتوان برای علامت‌گذاری نقشه از آنها استفاده کرد. همچنین در راستای بهسازی شرایط نقشه حوادث می‌توان فراوانی و تنوع حوادث در یک نقشه را نیز نشان داد.

با تهیه نقشه‌های حوادث می‌توان نسبت به وضعیت فعلی شبکه اعم از شرایط لوله‌گذاری، بسترسازی، کیفیت مصالح مورد استفاده و دیگر موارد آگاه شد و سپس نسبت به رفع مشکلات موجود برنامه‌ریزی و اقدامات لازم را طرح‌ریزی نمود. علاوه بر این، تهیه نقشه‌های حوادث بخشی از اطلاعاتی است که در تهیه نقشه خطر بروز نشت<sup>۱</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از این اطلاعات می‌توان نسبت به رفع نواقص موجود در شبکه‌های آبرسانی در شرکت آب و فاضلاب گام‌های مؤثری برداشت.

### ۳-۳. پردازش اطلاعات حوادث

به منظور بهره‌گیری از اطلاعات حاصله از حوادث برای شناسایی نواقص و ضعف‌های موجود در شبکه‌های آبرسانی لازم است تا با دسته‌بندی اطلاعات موجود، ارزیابی و تحلیل کامل بر روی آنها صورت گرفته و با استفاده از نتایج ارزیابی‌ها، نسبت به ارائه راه‌حل‌های مناسب اقدام نمود.

موارد مهم در فرم‌های مربوط به حوادث که می‌توان با استفاده از آنها نسبت به ارائه راه‌حل‌های مؤثر اقدام نمود، به صورت جدول ۳-۲ ارائه شده است.

<sup>۱</sup> Leakage Risk Map



جدول ۳-۲: موارد مهم قابل برداشت از فرم های حادثه

<p>اطلاع تا ابلاغ؛ ابلاغ تا رسیدن به محل؛ رسیدن به محل تا قطع جریان؛ شروع عملیات تا رفع حادثه؛ رفع حادثه تا برگرداندن خط به حالت سرویس دهی؛</p> <p>زمان اطلاع تا قطع جریان (برای محاسبه حداقل نشت)</p>	<p>فواصل زمانی</p>	<p>اطلاعات قابل برداشت از فرم های حوادث</p>
<p>در اماکنی که شیرآلات مانور شده خراب بوده اند؛ بر حسب نوع پوشش محل حادثه، جنس خاک، نوع معبر، برخورد آب زیرزمینی، عمق نصب لوله، مشکل محل نشت، نوع تجهیزات کاربردی؛ به تفکیک موقعیت و نوع حادثه و جنس لوله و تجهیزات مربوطه؛ ماهانه به تفکیک محل حادثه و همچنین به تفکیک موقعیت و نوع حادثه؛ بر روی لوله ها به تفکیک جنس و قطر لوله و همچنین به تفکیک علت حادثه؛ به تفکیک عوامل خارجی</p>	<p>تعداد و درصد حوادث</p>	

موارد دیگری که می توان با استفاده از فرم های حوادث نسبت به آنها آگاهی حاصل نمود، عبارتند از:

- میزان تخریب سطح پوشش زمین؛
  - گزارش مقدار ساعت کار انجام شده برای رفع حادثه و تعداد پرسنل مرتبط و همچنین هزینه های مربوط به این عملیات مانند هزینه تجهیزات، هزینه مصالح، هزینه پرسنل و غیره؛
  - مقدار هدررفت صورت گرفته و مسائل اقتصادی مربوط به آن و مقدار آب بازیافتی؛
  - ارتباط ترکیب های با عوامل محیطی همچون دما؛
  - ارتباط تعداد حوادث با زمان رخداد آن همچون فصل، ماه و ساعت وقوع؛
- به عنوان نمونه از جداولی نظیر جدول ۳-۳ می توان برای انجام قضاوت در مورد وضعیت فعلی لوله های موجود در شبکه و درصد حوادث رخ داده در مورد هر نوع لوله استفاده کرد. موارد مندرج در این جدول با استفاده از اطلاعات بدست آمده از بررسی حوادث یک پایلوت نمونه در شهر کرج بدست آمده است.



جدول ۳-۳: جنس لوله آسیب دیده بر حسب طول آنها در شبکه توزیع آب پایلوت مورد مطالعه

نسبت تعداد حادثه به طول لوله	طول لوله (km)	تعداد مورد حادثه دیده	جنس لوله حادثه دیده
۲۷۰/۳۴	۲/۹	۷۸۴	PVC
۴/۵۴	۱۲/۳	۵۶	PE
۰/۰۶	۱۳۷	۸	AC

### ۳-۴. ساختار تشکیلاتی اکیپ‌های واحد امداد و حوادث

انتقال صحیح و دقیق اطلاعات کسب شده از وضعیت اجزای شبکه که در هنگام وقوع حوادث امکان ثبت مشخصات آنها وجود دارد، از اهمیت زیادی برخوردار است. از طرفی با توجه به شرایط خاص محل حادثه دیده و لزوم انجام سریع عملیات توسط واحد امداد در رفع حادثه، امکان بوجود آمدن خطا و یا حتی سهل انگاری در ثبت اطلاعات محتمل می‌باشد. اکثر کارکنان اجرایی این واحدها فاقد مدارک دانشگاهی و آکادمیک بوده و بدین ترتیب فرصت و امکان تکمیل فرمها به شکل صحیح و قابل استفاده وجود نخواهد داشت؛ بنابراین آموزش واحد امداد در شناخت، اهمیت و کاربرد وسیع دستورالعملها و نیز فرمهای پیشنهادی در بهبود وضعیت شبکه از سوی کارشناسان با تجربه امری اجتنابناپذیر خواهد بود. در هر صورت توصیه می‌گردد به هنگام اعزام گروه امداد و حوادث، یک تکنسین آموزش دیده و مسلط جهت ثبت و انتقال اطلاعات مربوط به اجزای شبکه در هر شیفت عملیاتی حضور داشته باشد.





## پیوست ۱

در این پیوست به بررسی نحوه انتخاب نوع لوله با توجه به ملاحظات فنی و اقتصادی پرداخته می شود.

## پیوست یک

توصیه‌های پیشنهادی جهت انتخاب لوله‌های مناسب:

انتخاب نوع لوله با توجه به ملاحظات فنی و اقتصادی صورت گرفته و نکات زیر می‌باید مورد بررسی قرار گیرند:

۱. در دسترس بودن (محدودیت تهیه لوله‌ها و متعلقات از منابع داخلی و مشکلات تهیه از منابع خارجی).
۲. مقاومت در مقابل فشارهای داخلی و ضربه آب.
۳. مقاومت در مقابل نیروهای خارجی و انتخاب بسترسازی یا تکیه‌گاه مناسب.
۴. مقاومت در مقابل خوردگی داخلی و انتخاب پوشش و حفاظت‌های مناسب با توجه به میزان خوردگی محیط.
۵. کاهش قطر داخلی در نتیجه پوشش داخلی.
۶. ضریب زبری مناسب با توجه به نوع لوله و یا پوشش داخلی آن.
۷. تغییر قطر و ضریب زبری در اثر رسوبگذاری.
۸. آسیب‌پذیری در مقابل ضربات احتمالی.
۹. مسائل حمل و نقل و احتمال شکستگی.
۱۰. تغییر شکل‌پذیری لوله در مقابل نیروهای خارجی هنگام حمل و نصب و اثر آن بر روی پوشش داخلی.
۱۱. مقاومت در مقابل عوامل محیطی.
۱۲. پیش‌بینی تعمیرات و نگهداری.
۱۳. عبور از مناطق پرپیچ و خم کوهستانی.
۱۴. حساسیت خط لوله در مقابل نشست‌های غیرهمگن.
۱۵. نصب انشعابات خانگی.

به عنوان راهنما مزایا و معایب لوله‌هایی که در شبکه توزیع آب شهری کاربرد بیشتری دارند در جدول پ-۱ شرح داده شده و استفاده از لغاتی از قبیل خیلی خوب، خوب، متوسط و غیره برای لوله‌ها در شرایط



متعارف و یکسان و به منظور مقایسه عنوان گردیده است. بدیهی است همانگونه که در هر مورد بیان شده، برای جبران نقاط ضعف و بالابردن مقاومت هر یک از انواع لوله‌ها اقداماتی می‌توان انجام داد که در مقایسه اقتصادی، لازم است هزینه‌های مربوط به آن منظور گردد.



جدول پ-۱: مزایا و معایب لوله‌های مورد استفاده در شبکه آبرسانی

توضیحات	وضعیت ضریب زبری	وضعیت تعمیر و تعویض	وضعیت حمل و نقل	وضعیت نصب	وضعیت مقاومت		نوع لوله	
					در برابر بارهای خارجی	امکان افزایش مقاومت خوردگی با. (از داخل و خارج)		
محدودیت ساخت اقطار بالای ۷۰۰ مم (تحت فشار) بدلیل شکنندگی حمل و نقل آن مشکل است.	خوب	نسبتاً مشکل	مشکل	متوسط	متوسط	پوشش قیری و سیمان ضد سولفات	نسبتاً خوب	آزبست سیمان
حمل و نقل با پوشش سیمانی نیاز به دقت دارد. ضریب زبری بر حسب نوع پوشش متفاوت می‌باشد. با استفاده از اتصالات فشاری نصب نسبتاً آسانی دارد.	متوسط تا خوب	مشکل	نسبتاً آسان	نسبتاً آسان	خوب	پوشش قیری، سیمانی، اپوکسی و احتمالاً حفاظت کاتدیک	متوسط	چدن نشکن
بدون محدودیت در ساخت با قطرهای مختلف در اقطار بزرگ به منظور جلوگیری از تغییر شکل، استفاده از قید در دهنه لوله‌ها و مراقبت بیشتر در مورد لوله‌ها با پوشش سیمانی ضروری است. ضریب زبری بر حسب نوع پوشش متفاوت می‌باشد. اتصالات جوشی لوله‌های فولادی نسبتاً آسان انجام می‌پذیرد.	متوسط تا خوب	نسبتاً مشکل	نسبتاً آسان	نسبتاً آسان	نسبتاً خوب (مدنظر قرار دادن امکان تغییر شکل پذیری)	پوشش قیری، سیمانی، اپوکسی، پلاستیکی، حفاظت کاتودیک و یا ترکیبی از آنها	ضعیف	فولادی
تغییر شکل پذیر در اثر بارهای خارجی در قطرهای بزرگ لوله‌های GRP و آسیب پذیر در برابر ضربات محدودیت ساخت برای لوله‌های PVC و پلی‌اتیلن در اقطار بیش از ۴۰۰ مم (این محدودیت برای لوله‌های GRP وجود ندارد).	خیلی خوب	آسان	آسان	آسان	ضعیف	-	خوب	پلاستیکی
حمل و نقل آن بدلیل سنگینی مشکل است و معمولاً در منطقه مصرف ساخته می‌شود. محدودیت ساخت در اقطار کوچک (معمولاً کمتر از ۴۰۰ مم)	متوسط تا نسبتاً خوب	مشکل	مشکل	مشکل	خوب	سیمان ضد سولفات	نسبتاً خوب	بتن مسلح



## پیوست ۲

---

در این پیوست به بررسی نکات لازم در مورد تعیین موقعیت لوله های آب و فاضلاب مطابق موارد تصویب شده در کمیسیون عالی هماهنگی امور اجرایی شهرهای کشور پرداخته می شود.

---

## پیوست دو

موقعیت تأسیسات زیرزمینی در معابر عمومی:

کمیسیون عالی هماهنگی امور اجرایی شهرهای کشور<sup>۲</sup> متشکل از نمایندگان وزارتخانه‌های نیرو، مخابرات، مسکن و شهرسازی، راه و ترابری و سازمان برنامه و بودجه، در اجرای مصوبه مورخ ۶۶/۱۱/۴ هیئت وزیران دستورالعمل نحوه هماهنگی و صدور مجوز حفاری در سطح شهرهای کشور را تهیه نموده و طی بخشنامه شماره ۳/۳۴/۱۰۹۴ مورخ ۶۸/۱/۲۱ به استانداریهای کشور به منظور اجرا ابلاغ گردیده است. بخش مربوط به موقعیت تأسیسات شهری زیرزمینی در معابر عمومی از دستورالعمل فوق در جلسات آب و فاضلاب بررسی و اصلاحات لازم در مورد تأسیسات آب و فاضلاب اعمال شد و به عنوان راهنما در تعیین موقعیت لوله‌های آب و فاضلاب در معابر عمومی با رعایت نکات زیر ارائه می‌شود:

۱. از نصب تأسیسات زیرزمینی شهری در زیر عرضهای اختصاص یافته به جوی یا فضای سبز برای سهولت دسترسی برای تعمیرات و نگهداری اجتناب شود.
۲. عرض ترانشه برای کارگذاری لوله‌های آبرسانی و فاضلاب، با توجه به قطر و نوع لوله که در نشریات سازمان برنامه و بودجه تعریف شده است، انتخاب شود.
۳. فاصله‌های افقی و عمودی لوله‌های آب و فاضلاب طبق نشریه ۱۱۷-۳ سازمان برنامه و بودجه رعایت شود. (حداقل فاصله افقی ۳متر و حداقل فاصله عمودی ۵۰ سانتیمتر)
۴. در گذرگاههای با عرض بیش از ۱۴ متر مناطق مربوط به فضای سبز، جوی و جدول حاشیه‌ای مشخص شده است.
۵. مناطق مازاد بر عرضهای اختصاص یافته در گذرگاهها به عنوان منطقه آزاد در نظر گرفته شده است.
۶. برای عرض بالاتر از ۴۰ متر با توجه به آنکه تابع طرحهای خاص شهرسازی و ترافیک است، حسب مورد، زیر نظر کارشناسان شهرسازی و تأسیسات، جانمایی تأسیسات شهری انجام خواهد گردید.

---

<sup>۲</sup> وزارت کشور - حوزه معاونت امور محلی و عمران شهری

در جداول پیوست موقعیت تأسیسات زیرزمینی مخابرات، گاز و برق اعم از فشار قوی و ضعیف و لوله‌های توزیع و انتقال آب و جمع آوری فاضلاب در گذرگاه‌های از ۸ تا ۴۰ متر با علائم اختصاری به شرح زیر ارائه شده است:

جدول پ-۲: علائم اختصاری مربوط به سایر تأسیسات

علائم اختصاری	تأسیسات زیرزمینی
LV	کابل برق فشار ضعیف
HV	کابل برق فشار قوی
B	کابل خاکی مخابرات
C	کانال مخابرات
DN	لوله‌های گاز فشار ضعیف
BG	لوله‌های گاز فشار متوسط
WD	لوله‌های شبکه توزیع آب
WM	خطوط انتقال آب
SW	لوله‌های جمع آوری فاضلاب

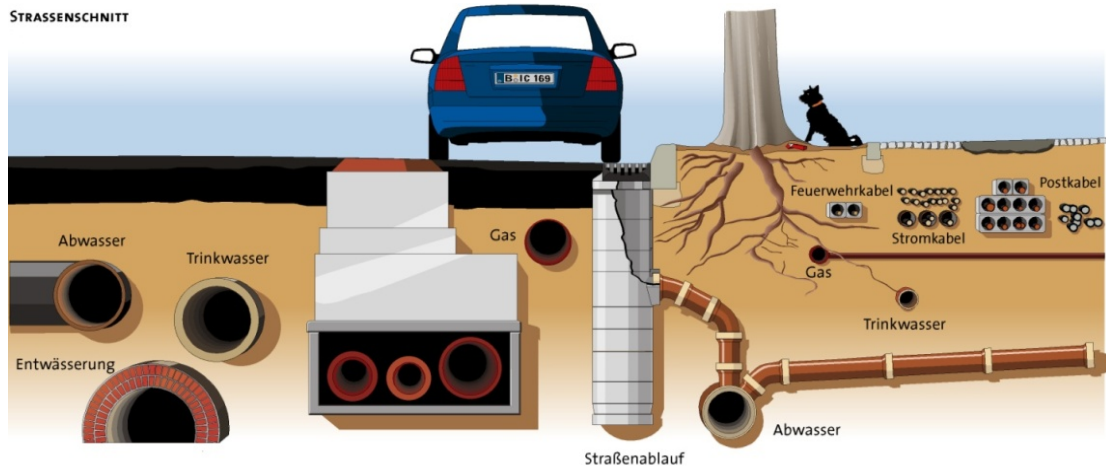
در این جداول عرض اختصاص یافته، همچنین حداقل و حداکثر عمق از سطح موجود و یا پروفیل شده سطح معبر برای تأسیسات فوق ارائه گردیده است.

علاوه بر اینها، در مورد عمق ترانشه لوله‌گذاری جهت جلوگیری از یخ زدگی، وضعیت زمین، عمق یخ زدگی در منطقه اجرای کار، نوع و قطر لوله، بارهای وارده به لوله و در نهایت ملاحظات فنی و هیدرولیکی برای نصب لوله ملاک عمل خواهد بود. در مناطقی که امکان یخ زدگی وجود نداشته باشد، حداقل عمق پوشش روی لوله به منظور جلوگیری از صدمه خوردن به لوله در اثر بارهای وارده حاصل از وسایل نقلیه و بارهای ضربه‌ای ۸۰ سانتیمتر است و در نقاطی از مسیر که به دلایل خاص پوشش روی لوله کمتر از ۸۰ سانتیمتر اختیار می‌شود باید تمهیدات خاص بر اساس مشخصات طرح اتخاذ شود. در مناطقی که امکان یخ زدگی وجود دارد، حداقل پوشش روی لوله یک متر خواهد بود. این رقم ممکن است بسته به موقعیت منطقه، نوع و قطر لوله، اضافه شود.

نکته دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد، موقعیت لوله گذاری نسبت به سایر تأسیسات از جمله برق، گاز و ... است. لوله گذاری باید به گونه ای انجام شود که در صورت بروز حادثه و انجام اقدامات ترمیمی مزاحمت و مشکلی برای سایر تأسیسات ایجاد نکند. در این ارتباط کشورهای مختلف استانداردهای متفاوتی دارند.



به عنوان مثال نمونه ای از این استاندارد که مربوط به کشور آلمان است، در شکل پ-۱ به صورت شماتیک نمایش داده شده است.



شکل پ-۱: جانمایی تاسیسات مختلف در کنار شبکه آبرسانی - استاندارد کشور آلمان



## پیوست ۳

---

در این پیوست به توضیح روش محاسبه تقریبی میزان نشت در نتیجه بروز حادثه در شبکه آبرسانی پرداخته می شود.

---

## پیوست سه

روش محاسبه تقریبی میزان نشت در نتیجه بروز حادثه در شبکه آبرسانی:

برای برآورد میزان نشت در انشعابات، لوله های توزیع و لوله های انتقال و تفکیک آنها می توان از آمار مربوط به اتفاقات در شبکه انتقال و توزیع آب بهره جست. روابط ارائه شده در زیر به ترتیب نشان دهنده میزان نشت از لوله های انتقال، شبکه توزیع و انشعاب می باشد. بقیه پارامترها نیز در ذیل روابط توضیح داده شده اند.

$$V_8 = \frac{(Q_t \times N_t \times T_t)}{[(Q_t \times N_t \times T_t) + (Q_d \times N_d \times T_d) + (Q_c \times N_c \times T_c)]} \times [V_{RL} - (V_{11} + V_{12})]$$

$$V_9 = \frac{(Q_d \times N_d \times T_d)}{[(Q_t \times N_t \times T_t) + (Q_d \times N_d \times T_d) + (Q_c \times N_c \times T_c)]} \times [V_{RL} - (V_{11} + V_{12})]$$

$$V_{10} = \frac{(Q_c \times N_c \times T_c)}{[(Q_t \times N_t \times T_t) + (Q_d \times N_d \times T_d) + (Q_c \times N_c \times T_c)]} \times [V_{RL} - (V_{11} + V_{12})]$$

پارامترهای بکار رفته در روابط فوق در زیر آورده شده اند:

$Q_t$ : دبی متوسط شکستگیهای گزارش شده لوله های انتقال

$N_t$ : تعداد شکستگیهای گزارش شده لوله های انتقال

$T_t$ : مدت زمان دبی شکستگیهای گزارش شده لوله های انتقال

$Q_d$ : دبی متوسط شکستگیهای گزارش شده لوله های توزیع

$N_d$ : تعداد شکستگیهای گزارش شده لوله های توزیع

$T_d$ : مدت زمان دبی شکستگیهای گزارش شده لوله های توزیع

$Q_c$ : دبی متوسط شکستگیهای گزارش شده لوله های انشعاب

$N_c$ : تعداد شکستگیهای گزارش شده لوله های انشعاب

$T_c$ : مدت زمان دبی شکستگیهای گزارش شده لوله های انشعاب



$V_{11}$  : نشت از مخازن

$V_{12}$  : سرریز از مخازن

$V_{RL}$  : هدررفت واقعی بدست آمده از جدول بالانس

بررسی آماری حوادث و اتفاقات :

به منظور تعیین میزان دبی نشت برای شکستگی های رخ داده در شبکه توزیع نیازمند تعیین میانگین مدت زمان واکنش پرسنل یا به عبارت دیگر متوسط مدت زمان بین دریافت گزارش حادثه تا حضور در محل و همچنین میانگین مدت زمان رفع حادثه در لوله های انتقال، شبکه و انشعاب می باشیم. با استفاده از نتایج بررسی حوادث، جدوالی مطابق جدول زیر تهیه کرده و به کمک آن می توان به محاسبه فاصله زمانی متوسط برای حضور اکیپ های شرکت آبفا به منظور رفع نشت پرداخت. در نهایت می توان از مقادیر محاسباتی میانگین گرفته و عدد متوسط نهایی را در ادامه برآورد به کار برد. به عنوان مثال در مورد جدول زیر که مربوط به پایلوتی در شمال شهر کرج می باشد، این مقدار برابر ۱۳۲ دقیقه بدست آمده است.

جدول پ-۳: محاسبه مدت زمان متوسط حضور در محل

فاصله زمانی بین دریافت گزارش تا حضور در محل (دقیقه)	تعداد	درصد حوادث	میانگین	ضریب وزنی
0-30	180	27.5	11.9	0.275
30-60	99	15.1	46.4	0.151
60-90	70	10.7	77.7	0.107
90-120	48	7.3	108.1	0.073
120-150	44	6.7	136.2	0.067
150-180	31	4.7	172.6	0.047
180-210	40	6.1	200.3	0.061
210-240	29	4.4	228.0	0.044
240-270	19	2.9	259.5	0.029
270-300	17	2.6	288.8	0.026
300-330	19	2.9	317.6	0.029
330-360	11	1.7	349.5	0.017
360-500	33	5.0	418.2	0.050
500-900	14	2.1	674.3	0.021
	654	100.0	132.0	



در جدول (۶) نیز متوسط زمان های لازم برای رفع حادثه به تفکیک محل وقوع، درصد حوادث نسبت به کل حوادث رخ داده در پایلوت مورد بررسی، قطر سوراخ نشت، فشار متوسط در هر کدام از بخش ها و نهایتاً میزان دبی نشت (لیتر بر دقیقه) آورده شده است. با دانستن اندازه متوسط سوراخ نشت (می توان از جداول آماده بر اساس ارتباط میزان فشار و اندازه ترک استفاده کرد) و فشار متوسط موجود در هر کدام از بخش ها، می توان بر اساس جدول های موجود، میزان دبی نشت را در هر یک از بخش های انتقال، توزیع و انشعاب برآورد نمود.

جدول پ-۳: محاسبه مدت زمان متوسط حضور در محل

محل وقوع حادثه	در صد حوادث	متوسط زمان رفع حادثه (دقیقه)	متوسط زمان حضور در محل (دقیقه)	کل زمان هدر رفت (دقیقه)	قطر متوسط سوراخ نشت	فشار آب متوسط (اتمسفر)	میزان جریان نشتی
لوله های انتقال	0.0	-	-	-	-	-	-
لوله های توزیع	19.5	192	132	324	7.6	5.2	74
انشعاب	79.4	154	132	286	4	3	15.6

اکنون با داشتن اطلاعات فوق می توان با کمک روابطی که قبلاً توضیح داده شد به محاسبه سهم هر کدام از بخش های انتقال، توزیع و انشعاب در بروز هدررفت واقعی آب در کل شبکه پرداخت. به عنوان نمونه محاسبات زیر برای پایلوت کرج شمالی آورده شده است. از آنجا که این آمار مربوط به ۳ ماه بوده، لذا برای برآورد یکساله در ۴ ضرب گردیده است. توصیه می شود که در صورت امکان از آمار سالانه و حتی المقدور با جزئیات و دقت بیشتر استفاده شود.

$$V_8 = \frac{0 \times 0 \times 132}{(285 \times 0 \times 132) + (74 \times 134 \times 4 \times 324) + (15.6 \times 545 \times 4 \times 286)} \times [303088] = 0$$

$$V_9 = \frac{74 \times 134 \times 4 \times 324}{(285 \times 0 \times 132) + (74 \times 134 \times 4 \times 324) + (15.6 \times 545 \times 4 \times 286)} \times [303088] = 1725189$$

$$V_{10} = \frac{15.6 \times 545 \times 4 \times 286}{(285 \times 0 \times 132) + (74 \times 134 \times 4 \times 324) + (15.6 \times 545 \times 4 \times 286)} \times [303088] = 1305697$$







## مراجع اصلی

در تهیه این راهنما مراجع متعددی مورد مطالعه و استفاده قرار گرفته‌اند. به دلیل تعدد مراجع و تشابه مطالب در بسیاری از منابع مورد استفاده تنها به تعدادی که حاوی مطالب مستقل‌تر بوده و یا در بیشتر منابع به عنوان مرجع مورد استناد بوده‌اند اشاره گردیده است.

## منابع و مراجع

- [۱] دستورالعمل حوادث، دفتر آب به حساب نیامده، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- [۲] پیش نویس دستورالعمل شناخت و نحوه مطالعه عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن، نشریه شماره ۳۰۸/الف، شرکت سهامی مدیریت منابع ایران.
- [۳] گزارش بررسی حوادث و اتفاقات در شبکه آب کرج شمالی، شرکت آب و فاضلاب غرب تهران (مهندس مشاور راهدان سما).
- [۴] راهنمای مدیریت فشار، دفتر آب به حساب نیامده، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور (مهندس مشاور راهدان سما).
- [۵] راهنمای بالانسینگ آب، دفتر آب به حساب نیامده، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور (مهندس مشاور راهدان سما).
- [۶] فهرست بهای واحد پایه رشته شبکه توزیع آب، معاونت امور فنی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
- [7] Parker Jo, (2008). "The repair or replace dilemma for services and main", International water association, water 21.

