



تحلیل شکست لوله ها در شبکه های آبرسانی روستایی (مطالعه موردی: شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان جنوبی)

محسن عزیزی^۱، وحیدرضا اقبالی^۲، جواد یزدانی^۳

۱- دانشجوی دکتری منابع آب، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۲- کارشناسی مهندسی مکانیک سیالات، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- کارشناسی مهندسی برق، دانشگاه گناباد

(m_azizi3863@yahoo.com)

خلاصه

افزایش حوادث و نشت در شبکه های آبرسانی روستایی به دلیل افزایش سن لوله ها از جمله عواملی است که اصلاح شبکه را ضروری می سازد. در کنار راهکارهایی از جمله مدیریت فشار و نشت، بازسازی و نوسازی شبکه، آخرین راه حل مقابله با این پدیده، مدیریت حوادث و اتفاقات شبکه های آبرسانی می باشد. در این تحقیق حوادث شبکه های آبرسانی روستاهای استان خراسان جنوبی از نظر جنس و قطر لوله، محل و زمان اتفاق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر اساس آمار ثبت شده در سامانه سپتا در سال ۱۳۹۵ تعداد حوادث کل ۲۱۱۳۱ مورد بوده که ۱۲۳۲۱ مورد آن در شبکه توزیع، ۳۲۲۴ مورد در خطوط انتقال و ۵۵۸۶ مورد در انشعابات مشترکین اتفاق افتاده است. نرخ حوادث سالانه در شبکه توزیع، خطوط انتقال و انشعابات به ترتیب ۳۰۷، ۰۸ و ۰۸ حادثه در کیلومتر و ۴۰۳ حادثه به ازای هر ۱۰۰ مشترک می باشد. از نظر جنس لوله ها نرخ شکست سالانه لوله های پلی اتیلن، گالوانیزه، آزیست و GRP به ترتیب برابر ۲۰۸۲، ۰۴۸، ۰۰۹ و ۰۰۸ ترکیدگی در هر کیلومتر در سال می باشد. با انجام تحلیل رگرسیون خطی مشاهده گردید که در لوله های پلی اتیلن با افزایش قطر، تعداد حوادث سالانه کاهش می یابد. فصل تابستان و ماه شهریور به عنوان پرحادثه ترین فصل و ماه سال شناخته شد.

کلمات کلیدی: شکست لوله، حوادث، شبکه آبرسانی روستایی

۱- رئیس اداره آب بدون درآمد و مدیریت مصرف، شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان جنوبی

۲- کارشناس نگهداری تاسیسات آب، شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان جنوبی



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



۱. مقدمه

مسئله کمبود ذخائر آب زمین هر دم جدی تر می شود، بر اساس داده های بانک جهانی، بیش از یک میلیارد نفر از مردم دنیا از دسترسی به آب آشامیدنی سالم محرومند و هر سال بیش از ۵ میلیون نفر بر اثر بیماریهای ناشی از آلودگی آب آشامیدنی جان می سپارند [۱]. بانک جهانی در گزارشی از کاهش سرانه آب قابل استحصال به عنوان چالش پیش روی کشورمان نام برده است. تمام آب ورودی به شبکه های توزیع آب مصرف نمی شود و بخش قابل توجهی از آن از طریق نشت به هدر می رود و هزینه سنگینی را به شرکت های آب فاضلاب تحمیل می کند [۲].

نشت آب نه تنها منجر به اتلاف منابع آب با کیفیت می شود بلکه منجر به آلودگی آبهای آشامیدنی و همچنین سبب بروز آسیب های جدی به انسان و ساختمانهای اطراف محل نشت می شود [۳]. بر اساس تجارب نگارندگان از مطالعات انجام شده در سطح کشور در ده سال گذشته، در ایران مقدار متوسط نشت از شبکه ها بین ۱۵ تا ۳۰ درصد می باشد [۴]. حدود ۲۹ میلیارد مترمکعب آب تصفیه شده هر سال در قاره آسیا هدر می رود که هزینه ای در حدود ۹ میلیارد دلار برای آن برآورد شده است [۵]. علل ایجاد نشت فشار زیاد آب، بار ترافیک و پوشش یا عمق ناکافی لوله ها، خورده شدن شیمیایی یا الکتروشیمیایی لوله ها و اتصالات در اثر گذشت زمان، ضربه و بی دقتی در حمل، بسترسازی و نصب غیر استاندارد لوله ها و اتصالات، کیفیت نامناسب و نامرغوب بودن لوله ها، اتصالات و تجهیزات، قدمت زیاد و فرسودگی لوله ها و اتصالات و تجهیزات، لغزش زمین و رانش خاک، ضربه قوچ، کیفیت نامناسب طراحی و کیفیت نامناسب اجرا است [۶].

تعداد رخداد حوادث در شبکه آبرسانی معمولاً بسیار بالا است. به عنوان مثال در سال ۱۳۷۷ حدود یک میلیون حادثه در سامانه های توزیع آب و فاضلاب کشور رخ داده است که بیش از ۲۰٪ از کل درآمدهای شرکت آب و فاضلاب کشور را برای تعمیر، بازسازی و اصلاح به خود اختصاص داده است که حدود ۳۰٪ این حوادث روی لوله های سامانه توزیع آب بوده است [۷]. در طول چند دهه اخیر مطالعات مختلفی برای بررسی شکست در شبکه های آبرسانی انجام گرفته است. بطور مثال تحقیقی بر روی حوادث شهر وینینگ کانادا نشان داد که نرخ شکست (تعداد شکست سالانه در واحد طول) با افزایش قطر لوله کاهش می یابد و رابطه بین آنها با همبستگی زیاد، خطی بوده و با بررسی ارتباط شکست لوله های آزیست و چدن با زمان به این نتیجه رسیدند که با افزایش سن لوله، تعداد شکستهای سالانه افزایش داشته و این افزایش با یک همبستگی متوسط، خطی است [۸].

سو و همکاران در سال ۱۹۸۷ با استفاده از داده های شهر سنت لوئیس یک رابطه غیر خطی بین نرخ شکست و قطر لوله های این شهر بدست آوردند که در آن نرخ شکست با افزایش قطر بطور غیر خطی کاهش می باشد [۹]. تابش و عابدینی، اولین بررسی و آنالیز شکست لوله ها در شبکه های آبرسانی را در تعدادی از شهرهای کشور انجام دادند. در این تحقیق به برخی روشهای تحلیل اطلاعات حوادث و شکست لوله ها اشاره گردیده است. هدف از این مقاله ارائه روشی برای جمع آوری اطلاعات و تحلیل حوادث متناسب با شرایط ثبت اطلاعات کشور بود. در نهایت روابطی بر اساس قطر و سن لوله ها و یا هر دو عامل برای تعدادی از شهرهای کشور ارائه شده است [۱۰].

تابش و همکاران اقدام به تدوین مدلی به منظور مدیریت حوادث شبکه های توزیع آب با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی و با توجه به نرخ شکست لوله ها نموده اند. در مطالعه مذکور بر اساس تعداد حوادث سالانه و طول لوله های موجود در یک شبکه توزیع، اقدام به محاسبه نرخ شکست به طور نسبی گردید. نتایج تحقیق نشان داده است که مناطقی که از ساختار و مدیریت نامناسب شبکه برخوردارند دارای نرخ شکست بالایی هستند [۱۱].

حوادث شبکه های آبرسانی یکی از عوامل مهم تلفات آب به حساب می آیند. این حوادث باعث اتلاف سرمایه مادی و انسانی (برای تعمیر و بازسازی شبکه) نیز می شوند. علاوه بر این هر حادثه به علت کاهش فشار و یا قطع آب در بخشی از شبکه باعث کاهش قابلیت اطمینان شبکه می شود که نتیجه آن نارضایتی مصرف کننده است. با توجه به نقش حیاتی آب در زندگی و کمبود منابع آب قابل شرب در کشور و همچنین هزینه های گزاف تعمیر و بازسازی شبکه، باید سعی شود با کاهش تعداد حوادث شبکه های آبرسانی، تلفات آب را به حداقل ممکن رساند و هزینه های تعمیر و بازسازی شبکه را نیز کاهش داد. لذا در این تحقیق با دریافت آمار و اطلاعات اتفاقات شبکه های آبرسانی روستاهای استان خراسان جنوبی در سال ۱۳۹۵، تحلیل و بررسی روی آمار حوادث، عوامل موثر در ایجاد حادثه و تاثیر مشخصات لوله ها در تعداد حوادث ارائه می گردد.

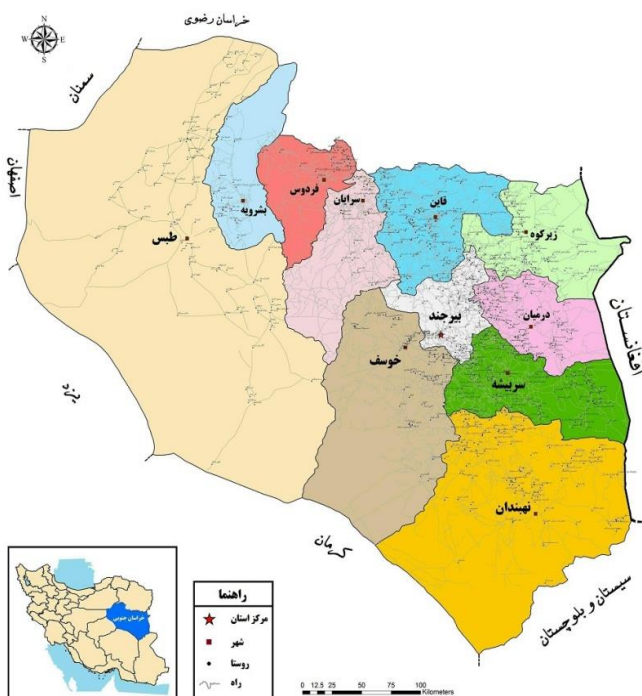
۲. مواد و روشها

۲.۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

استان خراسان جنوبی با برخورداری از وسعتی معادل ۱۵۰۸۰۰ کیلومتر مربع (حدود ۹,۲۷ درصد مساحت کل کشور)، در شرق کشور قرار دارد. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری این استان دارای ۱۱ شهرستان، ۲۵ بخش، ۲۸ شهر، ۶۱ دهستان و ۳۶۸۸ روستا و آبادی می باشد. طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ در سطح استان خراسان جنوبی در مجموع ۱۷۴۵ آبادی دارای سکنه گزارش شده است که از این تعداد ۸۲۷ روستای کمتر از ۲۰ خانوار و ۹۱۸ روستای بالای ۲۰ خانوار در استان وجود دارد، که از این تعداد ۵۳۵ روستا دارای شبکه های آبرسانی با ضریب بهره وری بیش از ۷۰٪ (سطح یک)، ۱۹۵ روستا دارای شبکه آبرسانی با ضریب بهره وری بین ۳۰ تا ۷۰٪ (سطح دو) و ۳۴ روستا راکد و ۱۵۴ روستا فاقد شبکه آبرسانی می باشد. به طور کلی سهم برخورداری استان از آبرسانی ۹۲,۰۹ درصد می باشد ولی متوسط سطح بهره وری استان ۷۰,۲۶ درصد گزارش شده است. اطلاعات کلی وضعیت آبرسانی روستاهای استان خراسان جنوبی در جدول ۱ آورده شده است، همچنین شکل ۱ موقعیت جغرافیایی این استان را نشان می دهد.

جدول ۱- اطلاعات کلی وضعیت آبرسانی روستاهای استان خراسان جنوبی

شرح	واحد	مقدار
خط انتقال	کیلومتر	۳۸۶۲
شبکه توزیع	کیلومتر	۳۳۳۵
مخزن ذخیره	مترمکعب	۱۰۰۹۴۸
مشترکین آب	فقره	۱۲۸۶۸۶
چاه	حلقه	۲۴۰
چشمه	دهنه	۲۶
قنات	رشته	۹۲
ایستگاه پمپاژ	باب	۲۵۷
روستای آبرسانی سیار	مورد	۴۳۸



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان خراسان جنوبی

۲.۲. روش تحقیق

بررسی، تجزیه و تحلیل حوادث لوله ها بر اساس آمار و اطلاعات موجود از حوادث شبکه های آبرسانی انجام می شود. در تحلیل های آماری از بین شاخص های موجود، شاخص هایی که به خوبی بیانگر همه جوانب مسئله باشند انتخاب و تحلیل بر روی آنها انجام می شود. ویژگی شاخص ها این است که می توان بر اساس آنها قضاوت یا مقایسه انجام داد. به عنوان اولین شاخص می توان تعداد کل شکستهای سالانه را در نظر گرفت. با تقسیم تعداد شکستهای سالانه بر طول لوله ها شاخص دیگری با نام نرخ شکست بدست می آید. نرخ شکست برابر است با تعداد شکستهای سالانه به ازای واحد طول لوله. شاخص های دیگری که می توان به آنها اشاره کرد عبارتند از: نسبت تعداد کل حوادث انشعاب ها به تعداد کل حوادث شبکه، نسبت تعداد کل حوادث انشعاب ها به طول شبکه توزیع آب یا تعداد حوادث انشعاب ها به ازای واحد طول شبکه. می توان به جای شاخص تعداد حوادث انشعاب ها به ازای واحد طول شبکه، با تقسیم تعداد کل حوادث انشعاب ها به تعداد کل مشترکین، شاخص تعداد حوادث انشعاب ها به ازای هر مشترک را به کار برد.

برای مقایسه تعداد شکست در ماهها و فصول مختلف سال می توان از شاخص درصد تعداد حوادث ماهانه و فصلی استفاده کرد. این شاخص برابر است با نسبت تعداد حوادث در هر ماه یا فصل به کل حوادث در سال. با استفاده از این شاخص ماههای پرحادثه و کم حادثه می شوند.

تحلیل شکست لوله های شبکه های آبرسانی شهری و روستایی بر اساس آمار و اطلاعات حوادث لوله ها انجام می گیرد. به همین منظور شرط انجام تحلیل جامع و کاربری، داشتن اطلاعات کامل و دقیق حوادث و اتفاقات لوله ها است. جهت تحلیل حوادث، جمع آوری اطلاعاتی شامل: آدرس محل حادثه، تاریخ و ساعت وقوع، جنس و قطر طول لوله، شکل و ابعاد شکستگی، فشار آب داخل لوله، عمق قرارگیری لوله، دمای آب، مدت زمان تعمیر، محل حادثه اعم از لوله اصلی یا انشعاب، سال نصب لوله و هر گونه اطلاعات دیگری می تواند مفید باشد. برای اولین بار یک فرم جامع جهت ثبت اطلاعات مربوط به حوادث در سال ۱۳۷۸ از سوی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور تهیه شده که متأسفانه به علت کمبود آگاهی و امکانات لازم، در عمل کمتر مورد استفاده قرار گرفته است. خوشبختانه از نیمه دوم سال ۱۳۹۴ شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور با ایجاد سامانه سپتا، بستری برای ثبت آمار و اطلاعات حوادث شبکه های آبرسانی شهری و روستایی فراهم نمود. لذا در این مقاله با استفاده از آمار و اطلاعات ثبت شده در سامانه سپتا در سال ۱۳۹۵، تجزیه و تحلیلی روی حوادث شبکه های آبرسانی روستاهای استان خراسان جنوبی ارائه گردید.

۳. نتایج

۳.۱. بررسی حوادث به تفکیک محل وقوع

آمار حوادث شبکه های آبرسانی روستایی استان خراسان جنوبی در سال ۱۳۹۵ به تفکیک محل وقوع حادثه در جدول ۲ آورده شده است. مطابق جدول ۲ تعداد کل حوادث در سال ۲۱۱۳۱ مورد بوده که ۱۲۳۲۱ مورد آن در شبکه توزیع، ۳۲۲۴ مورد در خطوط انتقال و ۵۵۸۶ مورد در انشعابات آب مشترکین اتفاق افتاده است. ملاحظه می شود که به ازای هر کیلومتر خطوط انتقال و شبکه توزیع به ترتیب ۰.۸ و ۳.۷ حادثه و به ازای هر ۱۰۰ مشترک آب ۴.۳ حادثه در انشعابات آب روستاهای این استان اتفاق افتاده است. شکل ۲ درصد حوادث سالانه را به تفکیک محل وقوع نشان می دهد.

جدول ۲- آمار کل حوادث شبکه های آبرسانی در سال ۱۳۹۵

محل وقوع	واحد	مقدار	آمار حوادث	عنوان شاخص تحلیل حوادث	مقدار شاخص
خطوط انتقال	کیلومتر	۳۸۶۲	۳۲۲۴	تعداد حادثه در کیلومتر	۰.۸
شبکه توزیع	کیلومتر	۳۳۳۵	۱۲۳۲۱	تعداد حادثه در کیلومتر	۳.۷
انشعابات آب	فقره	۱۲۸۶۸۶	۵۵۸۶	تعداد حادثه به ازای هر ۱۰۰ انشعاب	۴.۳
جمع			۲۱۱۳۱	-----	-----



شکل ۲- آمار کل حوادث به تفکیک محل وقوع

۲,۳. بررسی حوادث به تفکیک جنس لوله

آمار حوادث سال ۱۳۹۵ خطوط انتقال و شبکه توزیع روستاهای استان به تفکیک جنس لوله در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به جدول ۳ لوله های پلی اتیلن با ۱۶۶۴۴ حادثه در سال دارای بیشترین اتفاق می باشند. همچنین لوله های پلی اتیلن با ۲,۸۲ ترکیدگی در کیلومتر دارای بیشترین نرخ شکست و لوله های GRP با ۰,۰۸ ترکیدگی در کیلومتر دارای کمترین نرخ شکست می باشند.

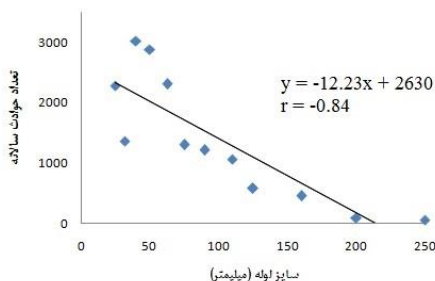
جدول ۳- آمار حوادث به تفکیک جنس لوله

جنس لوله	طول لوله (Km)	تعداد حوادث	نرخ شکست (تعداد حادثه در کیلومتر)
پلی اتیلن	۵۹۰۱	۱۶۶۴۴	۲,۸۲
گالوانیزه	۶۱۶	۲۹۴	۰,۴۸
آزبست	۶۱۴	۵۶	۰,۰۹
GRP	۶۶	۵	۰,۰۸

۳,۳. بررسی رابطه حوادث لوله های پلی اتیلن با سایز لوله

آمار حوادث سال ۱۳۹۵ لوله های پلی اتیلن خطوط انتقال و شبکه توزیع روستاهای استان از سایز ۲۵ تا ۲۵۰ میلیمتر در جدول ۴ آورده شده است. با توجه به جدول ۴ بیشترین ترکیدگی در بین لوله های پلی اتیلن مربوط به سایز ۴۰ می باشد. برای بدست آوردن رابطه بین شکست لوله های پلی اتیلن با سایز لوله از تحلیل رگرسیون خطی استفاده شد. شکل ۳ نشان می دهد که با افزایش قطر لوله، تعداد حوادث سالانه کاهش می یابد. با انجام تحلیل رگرسیون خطی، ضریب همبستگی بین داده ها برابر است با $r = -0,۸۴$ که نشان دهنده همبستگی خوب بین داده هاست، همچنین علامت منفی بیانگر نزولی بودن روند تغییرات، یعنی در لوله های پلی اتیلن با افزایش قطر، تعداد حوادث سالانه کاهش می یابد.

برای کنترل صحت برازش انجام شده از آزمون F استفاده می شود. در آزمون F با استفاده از جدول تجزیه واریانس (ANOVA) مقداری برای F به دست می آید که با مقدار حاصل از توزیع F با درجه آزادی (1, n-2) در سطح خطای P مقایسه می شود (n تعداد متغیرها در رگرسیون است). اگر مقدار F بزرگتر از مقدار حاصل از توزیع F باشد، رگرسیون در سطح خطای P قابل قبول است. در این مورد مقدار F برابر ۱۸,۷ است که از F آماری در سطح خطای ۰,۱ (۷,۹۵) بزرگتر است. بنابراین برازش کاملاً درست صحیح است و با اطمینان ۹۹٪ می توان گفت که روند تغییرات تعداد حوادث سالانه لوله های پلی اتیلن در برابر قطر لوله ها از معادله فوق پیروی می کند.



شکل ۳- تحلیل رگرسیون خطی تعداد حوادث سالانه لوله های پلی اتیلن در برابر سایز لوله

جدول ۴- آمار حوادث لوله های پلی اتیلن به تفکیک سایز لوله

قطر لوله (mm)	تعداد حوادث سالانه	درصد حوادث سالانه
۲۵	۲۲۸۶	۵,۵
۳۲	۱۳۵۹	۸,۹
۴۰	۳۰۲۲	۱۹,۹
۵۰	۲۸۸۲	۱۹
۶۳	۲۳۰۸	۱۵,۲
۷۵	۱۳۰۵	۸,۶
۹۰	۱۲۱۵	۸
۱۱۰	۱۰۶۸	۷
۱۲۵	۵۸۱	۳,۸
۱۶۰	۴۶۰	۳
۲۰۰	۹۷	۰,۶
۲۵۰	۶۱	۰,۴

۴,۳. آمار حوادث به تفکیک زمان وقوع

یکی از شاخص های تجزیه و تحلیل حوادث شبکه های آبرسانی برای بدست آوردن ماه ها و فصول پر حادثه، درصد تعداد حوادث ماهانه و فصلی می باشد. آمار کل حوادث شبکه های آبرسانی روستایی استان خراسان جنوبی در سال ۱۳۹۵ به تفکیک ماه و فصل وقوع به ترتیب در جداول ۵ و ۶ آورده شده است. مطابق جداول ۵ و ۶ فصل تابستان با ۶۱۵۲ اتفاق و ۲۹٪ حوادث سال و ماه شهریور با ۲۲۳۲ اتفاق، پر حادثه ترین فصل و ماه سال می باشند.

جدول ۵- آمار حوادث شبکه های آبرسانی به تفکیک ماه وقوع

ماه	تعداد حادثه	درصد حوادث ماهانه
فروردین	۱۲۴۵	۵,۹
اردیبهشت	۱۴۲۱	۶,۷
خرداد	۱۷۴۰	۸,۲
تیر	۱۷۳۲	۸,۲
مرداد	۲۱۸۸	۱۰,۴
شهریور	۲۲۳۲	۱۰,۶
مهر	۲۰۱۲	۹,۵
آبان	۱۹۴۷	۹,۲
آذر	۱۷۰۳	۸,۱
دی	۱۷۴۱	۸,۲
بهمن	۱۶۶۲	۷,۹
اسفند	۱۵۰۸	۷,۱



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



جدول ۶- آمار حوادث شبکه های آبرسانی به تفکیک فصل وقوع

فصل	تعداد حادثه	درصد حوادث فصلی
بهار	۴۴۰۶	۲۱
تابستان	۶۱۵۲	۲۹
پاییز	۵۶۶۲	۲۷
زمستان	۴۹۱۱	۲۳

۴. بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق حوادث سال ۱۳۹۵ شبکه های آبرسانی روستاهای استان خراسان جنوبی با استفاده از آمار ثبت شده در سامانه سپتا، از نظر جنس و قطر لوله، محل و زمان اتفاق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نتایج این تحقیق به شرح ذیل بیان می گردد.

۱. تعداد کل حوادث سال ۱۳۹۵ برابر ۲۱۱۳۱ مورد بوده که ۱۲۳۲۱ مورد آن در شبکه توزیع، ۳۲۲۴ مورد در خطوط انتقال و ۵۵۸۶ مورد در انشعابات آب مشترکین اتفاق افتاده است.

۲. میزان حوادث سالانه در خطوط انتقال و شبکه توزیع به ازای هر کیلومتر به ترتیب ۰٫۸ و ۳٫۷ حادثه در هر کیلومتر بوده است و در انشعابات مشترکین روستاهای استان به ازای هر ۱۰۰ مشترک سالانه ۴٫۳ حادثه اتفاق افتاده است.

۳. مشاهده گردید که میزان حوادث سالانه در لوله های پلی اتیلن نسبت به لوله های گالوانیزه، آزیست و GRP بیشتر می باشد. نرخ شکست سالانه لوله های پلی اتیلن، گالوانیزه، آزیست و GRP به ترتیب برابر ۲٫۸۲، ۰٫۴۸، ۰٫۰۹ و ۰٫۰۸ ترکیدگی در هر کیلومتر در سال می باشد.

۴. با انجام تحلیل رگرسیون خطی بین حوادث سالانه لوله های پلی اتیلن و قطر لوله، مشاهده گردید که در لوله های پلی اتیلن با افزایش قطر، تعداد حوادث سالانه کاهش می یابد. علت این امر را می توان چنین توجیه کرد که با افزایش قطر لوله ها، ضخامت جداره لوله نیز افزایش می یابد. بنابراین مقاومت لوله در برابر فشارهای داخلی و خارجی و عوامل مخرب محیطی افزایش می یابد.

۵. مشاهده گردید میزان حوادث در ماه شهریور و فصل تابستان از سایر ماهها و فصول سال بیشتر می باشد. علت این امر را می توان چنین توجیه کرد با توجه به خشکسالی چند سال اخیر و کاهش منابع تامین آب، بسیاری از روستاهای استان خصوصاً در فصل تابستان که میزان مصرف افزایش می یابد با کمبود آب مواجه می باشند. لذا مسئولین ناچار به جیره بندی منابع تامین آب در برخی از روزهای فصل تابستان می باشند. با جیره بندی عملاً برخی از ساعات شبانه روز شبکه از آب خالی شده و هوا وارد آن می شود. ورود هوا در خطوط و شبکه توزیع روستاها می تواند یکی از دلایل افزایش اتفاقات باشد. از طرفی انجام عملیات پیمانکاران در فصل تابستان می تواند یکی دیگر از دلایل افزایش حوادث باشد.

۵. قدردانی

نویندگان مقاله از شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان جنوبی و مرکز تحقیقات و ارتباط با صنعت شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور بابت حمایت مالی نهایت تشکر و قدردانی را می نمایند.



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management



۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

۶. مراجع

۱. تجربی، م. ابریشم چی، ا. (۱۳۸۳). مدیریت تقاضای منابع آب کشور، اولین همایش روشهای پیشگیری از اتلاف منابع ملی، تهران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران.
۲. کارآموز، م. تابش، م. نظیف، س. مریدی، ع. (۱۳۸۴). پیش‌بینی فشار در شبکه‌های آبرسانی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و استنتاج فازی، دو ماهنامه علمی پژوهشی آب و فاضلاب، ۱۶(۱): ۳-۱۴.
3. Campisano, A., Creaco, E. and Modica, C., (2010). RTC of valves for leakage reduction in water supply network, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 136(1), pp.138-141.
4. Jowitt, P.W. and Xu, C., (1990). Optimal valve control in water distribution networks. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 116(4), pp.455-472.
5. Frauendorfer, R. and Liemberger, R., (2010). The issues and challenges of reducing nonrevenue water. Asian Development Bank.
۶. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری و وزارت نیرو، (۱۳۹۱). "راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن (نشریه شماره ۵۵۶)"، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری. تهران، ایران.
۷. سلطانی، ج. محمدرضا پور طبری، م. (۱۳۹۱). تعیین عوامل مؤثر بر نرخ شکست لوله‌ها در شبکه‌های توزیع آب با استفاده از تلفیق شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک، دو ماهنامه علمی پژوهشی آب و فاضلاب، ۲۳(۳): ۲-۱۵.
8. Kettler, A, and Goulter, I., (1985). An analysis of pipe breakage in urban water distribution networks, *Canadian Journal of Civil Engineering*, 12(2), pp.286-293.
9. Su, YC., Mays, L.W., Duan, N., and Lansey, K.E., (1987). Reliability based optimization model for water distribution systems. *Journal of Hydraulic Engineering*, 114(12), pp.1539-1555.
۱۰. تابش، م. عابدینی، ا.ع. (۱۳۸۴). تحلیل شکست در لوله‌ها در شبکه‌های آبرسانی شهری، مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۱(۱): ۷۸-۸۹.
۱۱. تابش، م. جعفری، ه. دلاور، م.ر. (۱۳۸۸). مدل مدیریت حوادث شبکه هاب توزیع آب با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، دو ماهنامه علمی پژوهشی آب و فاضلاب، ۲۰(۲): ۲-۱۵.