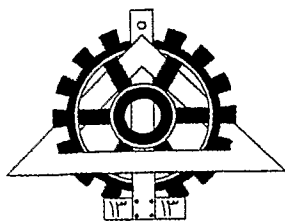


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۳۱۲۳۳

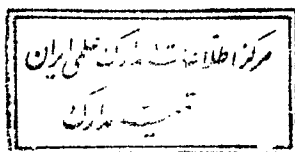


دانشگاه تهران

۸ / ۸ / ۱۳۷۹

موضوع:

آنالیز شکست لوله‌ها در شبکه‌های آبرسانی شهری



توسط:

امیر عباس عابدینی

استاد راهنما:

آقای دکتر مسعود تابش

8404-

پایان‌نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران

گرایش سازه‌های هیدرولیکی



دانشکده فنی

تابستان ۱۳۷۹

۳ / ۲ / ۳۳

تقدیم به

پدر و مادرم که در تحصیل علم و دانش

همواره مشوق من بوده‌اند

و

تقدیم به

همسر مهربانم

## چکیده

در این تحقیق روشهای آنالیز شکست لوله‌های شبکه‌های آبرسانی شهری مورد بررسی قرار گرفته است. لازمه انجام آنالیز، داشتن اطلاعات کامل و دقیق از حوادث و اتفاقات شبکه‌های آبرسانی می‌باشد. بنابراین در ابتدا سعی شده است، فرمتی مناسب برای جمع‌آوری اطلاعات ارائه شود به گونه‌ای که در برگزیده تمام پارامترهای لازم برای انجام آنالیز باشد. در ادامه، روند تغییرات تعداد حوادث سالانه در برابر قطر و سن لوله مورد بررسی قرار گرفته است. تعداد حوادث سالانه لوله‌ها با افزایش قطر لوله، کاهش می‌یابد و این کاهش برای انواع مختلف لوله (فولادی، آزیست و پی‌وی‌سی) مشاهده شده است. هم‌چنین میزان تلفات آب نیز با افزایش قطر لوله کاهش می‌یابد. در مقابل با افزایش سن لوله‌ها، تعداد حوادث سالانه افزایش می‌یابد. با بررسی قابلیت کاربری لوله‌ها در برابر دو متغیر قطر و طول لوله مشخص می‌شود که با افزایش قطر لوله، قابلیت کاربری لوله افزایش می‌یابد ولی در مقابل با افزایش طول لوله، قابلیت کاربری لوله کاهش می‌یابد.

بدینوسیله

از استاد بزرگوارم

جناب آقای دکتر مسعود تابش

که مرا در انجام این تحقیق راهنمایی

فرموده‌اند، کمال تشکر را دارم.

همچنین لازم می‌دانم از سرکار خانم آرزو رضایی

که در کار تهیه و تایپ پایان نامه

همکاری نموده‌اند،

تشکر نمایم.

## فهرست

### عنوان

صفحه

### فصل اول

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۲-۱- روشهای جمع آوری و دسته بندی اطلاعات ۲
- ۳-۱- روشهای آنالیز دادهها ۲

### فصل دوم

- ۱-۲- تعریف حوادث و اتفاقات در شبکههای آبرسانی شهری ۴
- ۲-۲- اهمیت بررسی و تجزیه و تحلیل آمار حوادث و اتفاقات شبکه آبرسانی ۵
- ۳-۲- روشهای بررسی و تجزیه و تحلیل حوادث و اتفاقات شبکههای آبرسانی شهری ۷
- ۱-۳-۲- اجزا شبکه ۷
- ۲-۳-۲- پارامترهای موثر در ایجاد حادثه ۱۰
- ۳-۳-۲- طبقه بندی شاخصهای مربوطه ۱۳
- ۴-۳-۲- آنالیزهای ریاضی انجام شده بر روی آمارهای حوادث و اتفاقات ۱۹
- ۴-۲- جمع بندی و نتیجه گیری ۲۲

### فصل سوم

- ۱-۳- مقدمه ۲۴
- ۲-۳- روشهای جمع آوری و دسته بندی اطلاعات ۲۴
- ۱-۲-۳- فرمت مناسب برای جمع آوری اطلاعات ۲۴
- ۲-۲-۳- مکانیزم پردازش اطلاعات ۲۹

۳۵	۳-۳- روشهای آنالیز داده‌ها
۳۵	۱-۳-۳- بررسی شکست لوله در برابر قطر لوله
۳۷	۲-۳-۳- بررسی شکست لوله در برابر سن لوله
۴۰	۳-۳-۳- دسته بندی زمانی و مکانی حوادث
۴۳	۴-۳-۳- آنالیز بقا (Survival Analysis)
۴۸	۵-۳-۳- برآورد قابلیت کاربری
۴۸	۱-۵-۳-۳- قابلیت کاربری هیدرولیکی
۵۰	۲-۵-۳-۳- قابلیت کاربری مکانیکی
۵۳	۴-۳- جمع بندی و نتیجه گیری

#### فصل چهارم

۵۵	۱-۴- مقدمه
۵۵	۲-۴- بررسی شکست لوله در برابر قطر لوله
۵۸	۱-۲-۴- لوله‌های فولادی
۶۴	۲-۲-۴- لوله‌های آزیست سیمان
۶۴	۱-۲-۲-۴- داده‌های شهر بوشهر
۷۲	۲-۲-۲-۴- داده‌های شهر کرمان
۷۷	۳-۲-۲-۴- داده‌های شهر یزد
۸۲	۳-۲-۴- لوله‌های پی. وی. سی (پلیکا)
۸۳	۴-۲-۴- لوله‌های پلی اتیلن
۸۵	۳-۴- بررسی شکست لوله در برابر زمان
۹۰	۴-۴- برآورد قابلیت کاربری
۹۲	۵-۴- بررسی تغییرات درصد تلفات آب در برابر قطر لوله
۹۴	۶-۴- مقایسه وضعیت حوادث و اتفاقات در شبکه‌های آبرسانی کل کشور
۹۷	۷-۴- جمع بندی و نتیجه گیری

### فصل پنجم

- ۱۰۰ ۱-۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
- ۱۰۰ ۱-۱-۵- یکسان‌سازی و ساماندهی روشهای جمع‌آوری اطلاعات حوادث و اتفاقات در کشور
- ۱۰۰ ۲-۱-۵- نتایج حاصل از آنالیزهای قابل اجرا بر روی اطلاعات موجود
- ۱۰۱ ۲-۵- پیشنهادات برای کارهای آینده

- ۱۰۳ منابع و مراجع

### پیوست‌ها

- ۱۰۶ پیوست ۱: برگ دریافت خبر حادثه و ابلاغ آن به اکیپ
- ۱۰۸ پیوست ۲: مفاهیم آماری آنالیز رگرسیونی



## فهرست جداول

صفحه

### فصل سوم

۲۷	جدول ۱-۳ برگ گزارش عملیات رفع حادثه
۳۰	جدول ۲-۳ تعداد اتفاقات ماهانه به تفکیک محل حادثه
۳۰	جدول ۳-۳ تعداد اتفاقات ماهانه به تفکیک عامل خارجی اتفاق
۳۱	جدول ۴-۳ تعداد اتفاقات ماهانه به تفکیک علت نشت
۳۱	جدول ۵-۳ تعداد اتفاقات ماهانه به تفکیک معبر محل حادثه
۳۲	جدول ۶-۳ تعداد اتفاقات ماهانه به تفکیک محل حادثه، نوع اتفاق، جنس لوله، اتصالات، شیرآلات
۳۳	جدول ۷-۳ تعداد اتفاقات ماهانه به تفکیک محل وقوع حادثه
۳۴	جدول ۸-۳ تعداد اتفاقات ماهانه به تفکیک جنس و قطر لوله
۴۱	جدول ۹-۳ تعداد حوادث بر اساس تعداد شکستهای بعدی
۴۴	جدول ۱۰-۳ طبقه بندی لوله‌ها بر اساس تعداد حوادث برای هر لوله در هر سن
۴۶	جدول ۱۱-۳ طبقه بندی لوله‌ها بر اساس تعداد سالها تا حادثه بعدی برای هر حادثه

### فصل چهارم

۵۶	جدول ۱-۴ تعداد حوادث سالانه و نرخ شکست لوله‌ها به تفکیک جنس و قطر (بوشهر، سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۷)
۵۷	جدول ۲-۴ تعداد حوادث سالانه لوله‌ها به تفکیک جنس و قطر (بوشهر، سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۷)
۵۷	جدول ۳-۴ تعداد حوادث سالانه و نرخ شکست لوله‌های آزیست به تفکیک قطر (کرمان، سال ۱۳۷۶)

- ۵۸ جدول ۴-۴ تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست به تفکیک قطر  
(یزد، سال ۱۳۷۵)
- ۶۴ جدول ۵-۴ محاسبه تا برای کنترل نقاط بیرونی رگرسیون  
(تعداد حوادث سالانه لوله‌های فولادی، شهر بوشهر)
- ۶۹ جدول ۶-۴ محاسبه تا برای کنترل نقاط بیرونی رگرسیون  
(تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست، شهر بوشهر)
- ۷۱ جدول ۷-۴ محاسبه تا برای کنترل نقاط بیرونی رگرسیون  
(نرخ شکست لوله‌های آزیست، شهر بوشهر)
- ۷۶ جدول ۸-۴ محاسبه تا برای کنترل نقاط بیرونی رگرسیون  
(تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست، شهر کرمان)
- ۸۱ جدول ۹-۴ محاسبه تا برای کنترل نقاط بیرونی رگرسیون  
(تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست، شهر یزد)
- ۸۷ جدول ۱۰-۴ تعداد حوادث سالانه به تفکیک سال نصب لوله  
(تبریز، سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۵)
- ۸۷ جدول ۱۱-۴ تعداد حوادث سالانه به تفکیک سن لوله  
(تبریز، سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۵)
- ۸۹ جدول ۱۲-۴ محاسبه تا برای کنترل نقاط بیرونی رگرسیون  
(تعداد حوادث سالانه لوله‌ها، شهر تبریز)
- ۹۳ جدول ۱۳-۴ درصد تلفات آب از لوله‌های آزیست به تفکیک قطر لوله  
(مشهد، خرداد ماه ۱۳۷۶)

#### پیوست ۱

- ۱۰۶ جدول پ-۱-۱ برگ دریافت خیر حادثه
- ۱۰۷ جدول پ-۱-۲ برگ ابلاغ حادثه به اکیپ

#### پیوست ۲

- ۱۱۰ جدول پ-۲-۱ تعریف نمادها
- ۱۱۲ جدول پ-۲-۲ تجزیه واریانس

## فهرست اشکال

صفحه

### فصل دوم

- ۱۴ شکل ۱-۲ تعداد شکستهای سالانه در برابر تعداد زمستانهای سپری شده از زمان  
نصب لوله (City of Winnipeg (1950 to 1959)
- ۱۴ شکل ۲-۲ تعداد حوادث سالانه در سالهای مختلف  
City of kenosha (1974 to 1983)
- ۱۵ شکل ۳-۲ تغییرات نرخ شکست (breaks/mi/yr) در برابر قطر لوله  
City of St. Louis (1985)
- ۱۶ شکل ۴-۲ نسبت تعداد نواقص انشعابات به تعداد حوادث شبکه سال ۱۳۷۷
- ۱۶ شکل ۵-۲ نسبت تعداد نواقص انشعابات به طول شبکه توزیع سال ۱۳۷۷
- ۱۷ شکل ۶-۲ نسبت تعداد نواقص انشعابات به تعداد انشعابات سال ۱۳۷۷
- ۱۸ شکل ۷-۲ درصد تعداد حوادث ماهانه (City of Cincinnati)
- ۱۹ شکل ۸-۲ درصد تعداد حوادث در ساعات مختلف روز (City of Kenosha)

### فصل سوم

- ۳۶ شکل ۱-۳ تغییرات نرخ شکست لوله‌های چدن در برابر قطر لوله  
City of Winnipeg (1975 to 1980)
- ۳۷ شکل ۲-۳ تغییرات نرخ شکست در برابر قطر لوله  
City of St. Louis (1985)
- ۳۹ شکل ۳-۳ تعداد حوادث سالانه لوله‌های آریست در برابر تعداد زمستانهای سپری  
شده از زمان نصب لوله (City of Winnipeg (1950 to 1959)
- ۳۹ شکل ۴-۳ تعداد حوادث سالانه لوله‌های چدن در برابر تعداد زمستانهای سپری شده  
از زمان نصب لوله (City of Winnipeg (1950 to 1959)
- ۴۱ شکل ۵-۳ تعیین حوادث بعدی حادثه ۱ در فاصله مکانی S

- ۴۵ شکل ۳-۶ درصد داشتن n حادثه در هر سال  
۴۷ شکل ۳-۷ متوسط تعداد سالها تا حادثه بعدی

#### فصل چهارم

- ۶۲ شکل ۴-۱ آنالیز رگرسیون خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های فولادی در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۶۳ شکل ۴-۲ آنالیز رگرسیون غیر خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های فولادی در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۶۳ شکل ۴-۳ فواصل تخمین ۹۵ درصد برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌های فولادی در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۶۴ شکل ۴-۴ نمودار باقیمانده‌ها برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌های فولادی در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۶۸ شکل ۴-۵ آنالیز رگرسیون خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۶۸ شکل ۴-۶ آنالیز رگرسیون غیر خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۶۹ شکل ۴-۷ فواصل تخمین ۹۵ درصد برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۶۹ شکل ۴-۸ نمودار باقیمانده‌ها برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۷۰ شکل ۴-۹ آنالیز رگرسیون خطی نرخ شکست لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۷۰ شکل ۴-۱۰ آنالیز رگرسیون غیر خطی نرخ شکست لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۷۱ شکل ۴-۱۱ فواصل تخمین ۹۵ درصد برای رابطه نرخ شکست لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)

- ۷۱ شکل ۴-۱۲ نمودار باقیمانده‌ها برای رابطه نرخ شکست لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۷۴ شکل ۴-۱۳ آنالیز رگرسیون خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر کرمان)
- ۷۵ شکل ۴-۱۴ آنالیز رگرسیون غیر خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر کرمان)
- ۷۵ شکل ۴-۱۵ فواصل تخمین ۹۵ درصد برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر کرمان)
- ۷۶ شکل ۴-۱۶ نمودار باقیمانده‌ها برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر کرمان)
- ۷۷ شکل ۴-۱۷ آنالیز رگرسیون خطی نرخ شکست لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر کرمان)
- ۷۹ شکل ۴-۱۸ آنالیز رگرسیون خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر یزد)
- ۸۰ شکل ۴-۱۹ آنالیز رگرسیون غیر خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر یزد)
- ۸۰ شکل ۴-۲۰ فواصل تخمین ۹۵ درصد برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر یزد)
- ۸۱ شکل ۴-۲۱ نمودار باقیمانده‌ها برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌های آزیست در برابر قطر لوله (شهر یزد)
- ۸۲ شکل ۴-۲۲ آنالیز رگرسیون خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های پی‌وی‌سی در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۸۴ شکل ۴-۲۳ آنالیز رگرسیون خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌های پلی‌اتیلن در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۸۴ شکل ۴-۲۴ آنالیز رگرسیون خطی نرخ شکست لوله‌های پلی‌اتیلن در برابر قطر لوله (شهر بوشهر)
- ۸۸ شکل ۴-۲۵ آنالیز رگرسیون خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌ها در برابر سن لوله (شهر تبریز)

- ۸۸ شکل ۴-۲۶ آنالیز رگرسیون غیر خطی تعداد حوادث سالانه لوله‌ها در برابر سن لوله (شهر تبریز)
- ۸۹ شکل ۴-۲۷ فواصل تخمین ۹۵ درصد برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌ها در برابر سن لوله (شهر تبریز)
- ۸۹ شکل ۴-۲۸ نمودار باقیمانده‌ها برای رابطه تعداد حوادث سالانه لوله‌ها در برابر سن لوله (شهر تبریز)
- ۹۱ شکل ۴-۲۹ تغییرات قابلیت کاربری در برابر طول لوله برای قطرهای ۱ اینچ تا ۱۰ اینچ (لوله‌های آزیست شهر بوشهر)
- ۹۱ شکل ۴-۳۰ تغییرات قابلیت کاربری در برابر قطر لوله برای طولهای ۱۰ متر تا ۱۰۰ متر (لوله‌های آزیست شهر بوشهر)
- ۹۳ شکل ۴-۳۱ تغییرات درصد تلفات آب در برابر قطر لوله (لوله‌های آزیست شهر مشهد)
- ۹۶ شکل ۴-۳۲ نسبت تعداد حوادث شبکه به طول لوله‌ها (سال ۱۳۷۷)
- ۹۶ شکل ۴-۳۳ مقادیر نرخ شکست لوله‌ها در برخی از شهرهای اروپایی

#### پیوست ۲

- ۱۰۸ شکل پ-۱-۲ تقریب یک منحنی با یک خط راست
- ۱۰۹ شکل پ-۲-۲ مقدار باقیمانده‌ها با توجه به خط برازش شده

فصل اول

کلیات