



بسم الله الرحمن الرحيم

مطالعات کاهش آب به حساب نیامده پایلوت مرودشت

بوسیله

محمد حسین ناصر معدلی

پایان نامه

ارائه شده به دانشکده تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیتهای  
تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی عمران - مهندسی محیط زیست

از

دانشگاه شیراز

شیراز، ایران

011709

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه : عالی  
امضاء اعضاء کمیته پایان نامه :

دکتر غلامرضا رخشنده رو، استادیار مهندسی عمران (رئیس کمیته) .....

دکتر سید احمد میرباقری، دانشیار مهندسی عمران .....

ر.ظ

دکتر محمد جواد عابدینی، استادیار مهندسی عمران .....

دکتر نادر هاتف، استادیار مهندسی عمران .....

تقدیم به همسر م بخاطر همدلی ، تأمل و همکاری او

تقدیم به پدر و مادر عزیزم بخاطر زحماتشان

۳۴۱۴۵

## سپاسگزاری

حال که با یاری و لطف خداوند متعال ، امور این پایان نامه به فرجام مطلوب رسیده است ، بر خود لازم می دانم تا از همه اساتید ارجمند ، مدیرعامل محترم شرکت آبفا فارس ، دوستان که در این راه مرا یاری نموده اند ، مراتب سپاس و قدردانی خود را ابراز نمایم ، خصوصاً از :

- ۱- جناب دکتر رخشنده رو که در مراحل مختلف اجرایی و در طول تهیه پایان نامه راهنماییهای ارزنده ای نمودند .
- ۲- جناب دکتر میرباقری که در انتخاب موضوع مرا راهنمایی نمودند.
- ۳- جناب دکتر عابدینی که در مفاهیم مدلسازی و پیاده سازی مدل هیدرولیکی در شبکه مرا راهنمایی نمودند .
- ۴- جناب مهندس غفاری پور که در مراحل مختلف اجرایی این مطالعات پشتیبانی مالی ، مدیریتی وافر نمودند .

## چکیده

### مطالعات کاهش آب به حساب نیامده پایلوت مرودشت

بوسیله

محمد حسین ناصر معدنی

در این پایان نامه دو موضوع اجزای آب بحساب نیامده شهر مرودشت و مدل‌سازی نشت در یک شبکه نمونه با استفاده از نرم افزار EPANET 2 بررسی شده است. در بخش اجزای آب بحساب نیامده، سهم و مقدار خطاهای انسانی و مدیریتی و منشأ آنها، خطای کنتور آب مشترکین و تاثیر عوامل مختلف از جمله عمر کنتور بر آن، مصارف عمومی، و نشت آب از تاسیسات و شیرآلات و شبکه تعیین شده اند. همچنین انواع مصارف روزانه و شبانه مشترکین با بررسی الگوی مصرف و متوسط مصارف ماهانه مشترکین با کاربریهای مختلف تعیین گردیده است. علل حوادث شبکه و انشعاب که در کنترل و کاهش تلفات فیزیکی آب اهمیت زیادی دارد، به تفصیل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. متوسط فشار شبکه و نقشه خطوط همفشار از طریق فشارسنجی در چندین نوبت از ۲۰ ایستگاه اندازه گیری، بدست آمده است که نتایج بیانگر ضعف شدید توزیع فشار و نا مناسب بودن وضعیت فعلی شبکه از لحاظ ظرفیت انتقال آب می باشد. خسارات مالی ناشی از آب بحساب نیامده به تفکیک اجزای آن بعنوان شاخصی برای تصمیم گیری و برنامه ریزی در جهت کنترل و کاهش تلفات آب تعیین گردیده است.

مدلسازی مقدار و محل نشت با استفاده از EPANET 2.0 به روش حل مستقیم در یک شبکه نمونه انجام گرفته است. برای بهینه سازی همبستگی میان مقادیر دبی و فشار اندازه گیری شده و محاسبه شده در مدل، ضریب نشت بعنوان یک پارامتر کالیبراسیون مورد استفاده قرار گرفته است. در پایان

راهکارهای کنترل و کاهش آب بحساب نیامده و همچنین پیشنهاداتی  
درخصوص مدلسازی نشت در شبکه آرایه شده است .

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
دوازده	فهرست جداول
شانزده	فهرست اشکال
۱	فصل اول : مقدمه
۳	۱-۱- تعاریف
۹	فصل دوم : مروری بر تحقیقات گذشته
۹	۱-۲- آب به حساب نیامده و روشهای اندازه گیری و کنترل آن
۹	۱-۱-۲- تاریخچه
۱۰	۲-۱-۲- اجزای آب به حساب نیامده
۱۰	۱-۲-۱-۲- اجزای مرتبط با خطاهای اجرایی و انسانی
۱۱	۲-۲-۱-۲- اجزای مرتبط با تلفات فیزیکی
۱۳	۳-۱-۲- روشهای اندازه گیری آب به حساب نیامده
۱۷	۱-۳-۱-۲- روشهای اندازه گیری و تعیین تلفات غیر فیزیکی
۲۰	۲-۳-۱-۲- روشهای اندازه گیری و محاسبه تلفات فیزیکی
۳۶	۴-۱-۲- روشهای کنترل آب به حساب نیامده
۳۷	۱-۴-۱-۲- روشهای کنترل تلفات غیر فیزیکی
۳۷	۲-۴-۱-۲- روشهای کنترل تلفات فیزیکی ( نشت )
۴۱	۲-۲- مدلسازی نشت در شبکه

۴۱	۱-۲-۲- هدف از مدلسازی نشت
۴۱	۲-۲-۲- مدل پیشنهادی Vela و همکاران برای اعمال نشت در مدل ریاضی شبکه توزیع آب ( Vela et al.,1991 )
۴۲	۱-۲-۲-۲- روشهای اعمال نشت در یک مدل ریاضی
۴۳	۲-۲-۲-۲- توزیع زمانی و مکانی تلفات شبکه
۴۵	۳-۲-۲-۲- نتیجه گیری
۴۵	۳-۲-۲- مدل شبیه سازی مصرف وابسته به فشار و نشت در شبکه آب ( Germanopoulos,1985 )
۴۶	۱-۳-۲-۲- حل هیدرولیکی شبکه
۴۷	۲-۳-۲-۲- مشمول نمودن عبارات معرف و نشت وابسته به فشار
۵۰	۳-۳-۲-۲- نتیجه گیری
۵۲	۴-۲-۲- مدل شبیه سازی نشت ( Pudar and ligget,1992 )
۵۳	۱-۴-۲-۲- مسایل Over-determined
۵۳	۲-۴-۲-۲- معادلات لوله
۵۵	۳-۴-۲-۲- روش حمل
۵۷	۴-۴-۲-۲- آنالیز خطا
۵۹	۵-۴-۲-۲- نشتهای حداقل
۶۰	۶-۴-۲-۲- نتیجه گیری
۶۲	<b>فصل سوم : روش تحقیق</b>
۶۲	۱-۳- ویژگیهای منطقه مورد مطالعه
۶۵	۲-۳- جمع آوری اطلاعات موجود
۶۶	۳-۳- تکمیل اطلاعات

۶۶	۱-۳-۳- تکمیل اطلاعات مشترکین
۶۶	۲-۳-۳- تکمیل اطلاعات حوادث ، فشار شبکه و کیفیت آب
۶۷	۳-۳-۳- برآورد الگوی مصرف مشترکین
۶۸	۴-۳-۳- جمع آوری اطلاعات مصارف عمومی و خدماتی
۶۹	۴-۳-۴- روش تعیین پارامترهای تولید، مصرف و نشت آب
۶۹	۱-۴-۳- کنتورگذاری منابع تولید
۷۰	۲-۴-۳- آزمون دقت درصدی از کنتورهای مشترکین
۷۳	۳-۴-۳- اندازه گیری نشت شیرها و تأسیسات شبکه
۷۴	۵-۳-۵- روش محاسبه اجزای آب به حساب نیامده و خسارات مالی ناشی از آن
۷۴	۱-۵-۳- تعیین حجم و درصد اجزای آب به حساب نیامده
۷۴	۱-۱-۵-۳- تلفات غیر فیزیکی
۷۵	۲-۱-۵-۳- تلفات فیزیکی
۷۷	۲-۵-۳- محاسبه خسارت مالی ناشی از تلفات فیزیکی و غیر فیزیکی
۷۷	۶-۳-۶- روش مدلسازی نشت در یک شبکه نمونه
۷۷	۱-۶-۳- معرفی نرم افزار EPANET 2.0
۸۲	۲-۶-۳- روش آماده سازی شبکه
۸۳	۳-۶-۳- مفروضات شبیه سازی و متغیرهای واسنجی
۸۶	۴-۶-۳- برداشت اطلاعات فشار و دبی
۸۶	۵-۶-۳- پارامترهای متغیر واسنجی
۸۸	فصل چهارم : نتایج
۸۸	۱-۴-۱- اطلاعات جمع آوری شده موجود



## عنوان

## صفحه

۸۸	۱-۱-۴-۱-۱-۴ اطلاعات مشترکین
۸۹	۲-۱-۴-۱-۱-۴ اطلاعات منابع تولید ، طول و اقطار شبکه و کیفیت آب
۹۰	۳-۱-۴-۱-۱-۴ اطلاعات مالی سال ۷۸
۹۰	۱-۳-۱-۴-۱-۳-۱-۴ هزینه های بالا سری تولید آب
۹۱	۲-۳-۱-۴-۲-۳-۱-۴ هزینه های بالاسری توزیع آب
۹۱	۳-۳-۱-۴-۳-۳-۱-۴ هزینه های مواد مصرفی در بخش تولید
۹۱	۴-۳-۱-۴-۴-۳-۱-۴ هزینه های تعمیر و نگهداری تولید و توزیع آب
۹۱	۵-۳-۱-۴-۵-۳-۱-۴ هزینه های پشتیبانی و اداری
۹۱	۶-۳-۱-۴-۶-۳-۱-۴ هزینه های بخش فروش و هزینه های متفرقه
۹۲	۴-۱-۴-۴-۱-۴ اطلاعات مربوط به مصرف آب و متوسط آب بهاء
۹۴	۲-۴-۲-۴-۲-۴ نتایج اطلاعات تکمیلی
۹۴	۱-۲-۴-۱-۲-۴ نتایج پیمایش مشترکین
۹۶	۲-۲-۴-۲-۲-۴ اطلاعات حوادث ، فشار شبکه و کیفیت آب
۱۱۰	۳-۲-۴-۳-۲-۴ عدم صدور صورتحساب
۱۱۱	۴-۲-۴-۴-۲-۴ الگوی مصرف مشترکین
۱۱۵	۵-۲-۴-۵-۲-۴ اطلاعات مصارف عمومی و خدماتی
۱۱۶	۳-۴-۳-۴-۳-۴ نتایج پرامترهای تولید، مصرف و نشت آب
۱۱۶	۱-۳-۴-۱-۳-۴ اندازه گیری تولید آب
۱۱۷	۲-۳-۴-۲-۳-۴ خطای کنتورهای مشترکین
۱۲۱	۳-۳-۴-۳-۳-۴ میزان نشت شیرها و تاسیسات شبکه

۱۲۲	۴-۴- نتایج اجزای آب به حساب نیامده
۱۲۳	۴-۴-۱- تلفات غیر فیزیکی
۱۲۷	۴-۴-۲- تلفات فیزیکی
۱۳۰	۴-۵- نتایج خسارات مالی ناشی از آب به حساب نیامده
۱۳۰	۴-۵-۱- خسارات مالی تلفات غیر فیزیکی
۱۳۲	۴-۵-۲- خسارات مالی تلفات فیزیکی
۱۳۳	۴-۶- نتایج شبیه سازی نشت در یک شبکه نمونه
۱۴۸	<b>فصل پنجم : بحث و نتیجه گیری و پیشنهادات</b>
۱۴۸	۵-۱- اطلاعات موجود جمع آوری شده و تکمیلی
۱۵۰	۵-۲- بررسی نتایج پارامترهای تولید، مصرف و نشت آب
۱۵۲	۵-۳- بررسی نتایج آب به حساب نیامده
۱۵۲	۵-۳-۱- تلفات غیر فیزیکی
۱۵۲	۵-۳-۱-۱- خطای انسانی
۱۵۲	۵-۳-۱-۲- خطای کنتور
۱۵۳	۵-۳-۱-۳- مصارف عمومی
۱۵۳	۵-۳-۱-۴- انشعابهای غیر مجاز
۱۵۴	۵-۳-۲- تلفات فیزیکی
۱۵۴	۵-۳-۲-۱- تلفات حوادث، شیرها و بررسی جنس لوله
۱۵۵	۵-۳-۲-۲- تلفات نامرئی
۱۵۵	۵-۴- خسارات مالی
۱۵۵	۵-۴-۱- تلفات غیر فیزیکی
۱۵۷	۵-۴-۲- تلفات فیزیکی
۱۵۷	۵-۵- نتیجه گیری از مدلسازی نشت در یک شبکه نمونه

صفحه

عنوان

۱۵۸

۵-۶- پیشنهادات

۱۶۱

پیوست (الف) جداول

۱۷۵

پیوست (ب) فرمها

۱۸۰

پیوست (ج) دستور العمل

۱۸۶

پیوست (د) نقشه

۱۸۷

فهرست مراجع

صفحه چکیده و صفحه عنوان به زبان انگلیسی

## فهرست جداول

صفحه	جدول
۸۵	۱-۲- مقدار تقریبی افت جزیبی شیرها و اتصالات
۸۹	۱-۴- اطلاعات موجود مشترکین در خصوص وضعیت کنتور و کاربری
۸۹	۲-۴- مشترکین با انشعاب ۲ اینچ و به بالا
۹۰	۳-۴- مشخصات ظرفیت چاهها براساس اطلاعات موجود
۹۲	۴-۴- ارقام مالی تولید و توزیع آب در سال ۷۸ به ریال
۹۳	۵-۴- متوسط تعداد مشترک، متوسط مصرف ماهانه، نسبت صرف هر کاربری، میانگین قیمت آب و تعداد قبضهای صادر شده به تفکیک کاربری
۹۵	۶-۴- انشعابهای غیر مجاز به تفکیک کاربری
۹۵	۷-۴- انشعابهای غیر مجاز به تفکیک محل نصب
۹۸	۸-۴- آمار حوادث سیستم توزیع آب امور آبفا مرودشت به تفکیک قطر و علت حادثه
۹۹	۹-۴- آمار حوادث سیستم توزیع آب امور آبفا مرودشت به تفکیک جنس لوله و نوع حادثه
۱۰۰	۱۰-۴- آمار حوادث مستقیم توزیع آب امور مرودشت به تفکیک محل حادثه و جنس زمین
۱۰۱	۱۱-۴- آنالیز یکساله حوادث سیستم توزیع آب امور آبفا مرودشت بر اساس نیروی انسانی

## جدول

## صفحه

- ۱۰۲-۴-۱۲- آمار حوادث سیستم توزیع آب امور آبفا مرودشت به تفکیک محل و نوع حادثه
- ۱۰۳-۴-۱۳- آمار حوادث سیستم توزیع آب امور آبفا مرودشت به تفکیک محل حادثه و جنس لوله
- ۱۰۴-۴-۱۴- آمار حوادث سیستم توزیع آب امور آبفا مرودشت به تفکیک علت و محل حادثه
- ۱۰۵-۴-۱۵- آمار حوادث سیستم توزیع آب امور آبفا مرودشت به تفکیک جنس لوله و علت حادثه
- ۱۰۹-۴-۱۶- طول و جنس قطر لوله‌های شبکه آب شهر مرودشت
- ۱۰۹-۴-۱۷- طول و قطر و جنس لوله‌های خط انتقال شهر مرودشت
- ۱۱۰-۴-۱۸- عدم صدور قبض مشترکین در سال ۷۸ به تفکیک کاربری
- ۱۱۴-۴-۱۹- نتایج الگوی مصرف بر حسب لیتر در هر بار مصرف
- ۱۱۵-۴-۲۰- میانگین مصرف ماهانه هر کاربری در سال ۷۸
- ۱۱۶-۴-۲۱- آمار توسعه و اصلاح شبکه بر حسب متر طول لوله و میلی‌متر قطر لوله
- ۱۱۷-۴-۲۲- مقایسه آبدهی چاهها بر حسب لیتر بر ثانیه قبل و پس از کنتورگذاری
- ۱۱۹-۴-۲۳- آنالیز خطای کلی کنتور به تفکیک نوع کنتور
- ۱۱۹-۴-۲۴- آنالیز خطای کلی کنتور به تفکیک نوع و نحوه کارکرد کنتور
- ۱۱۹-۴-۲۵- دبی‌های آزمون در شرایط استفاده یا عدم استفاده از بوستر پمپ بر حسب لیتر در ساعت
- ۱۲۰-۴-۲۶- خطای کنتور به تفکیک انواع دبی‌های آزمون

## جدول

## صفحه

- ۱۲۰-۴-۲۷- خطای کنتورهای مختلف با بوستر پمپ بر حسب درصد
- ۱۲۰-۴-۲۸- خطای کلی کنتور با نقصهای مختلف بر حسب درصد
- ۱۲۰-۴-۲۹- ارتباط عمر تقریبی کنتور با خطای کلی بر حسب درصد
- ۱۲۴-۴-۳۰- حجم مصرف معادل عدم صدور قبض به تفکیک کاربری
- ۱۲۶-۴-۳۱- مصارف غیر مجاز به تفکیک کاربری بر حسب متر مکعب

در سال

- ۱۲۹-۴-۳۲- اجزای آب به حساب نیامده و مقادیر آن
- ۱۳۰-۴-۳۳- قیمت هر متر مکعب فروش آب به ریال به تفکیک کاربری
- ۱۳۱-۴-۳۴- متوسط آبونمان بها به ریال و به تفکیک کاربری در سال

۷۸

- ۱۳۳-۴-۳۵- خسارات مالی آب به حساب نیامده به تفکیک اجزا
- ۱۳۴-۴-۳۶- مشخصات طول و قطر و ضریب هیزن ویلیامز شبکه
- ۱۳۵-۴-۳۷- مقادیر مشاهده شده فشار گره بر حسب متر در سه حالت

نشت

- ۱۳۵-۴-۳۸- مقادیر مشاهده شده دبی در گره‌های مختلف بر حسب لیتر

بر ثانیه

- ۱۳۹-۴-۳۹- داده‌های کالیبراسیون فشار برای نشت در گره ۲ با  $K=9$
- ۱۳۹-۴-۴۰- داده‌های کالیبراسیون دبی برای نشت در گره ۲ با  $K=9$
- ۱۴۰-۴-۴۱- داده‌های کالیبراسیون فشار برای نشت در گره ۲ با

$$K = 10/33$$

- ۱۴۰-۴-۴۲- داده‌های کالیبراسیون دبی برای نشت در گره ۲ با

$$K = 10/33$$

## جدول

## صفحه

۱۴۲	۴-۴۳- داده‌های کالیراسیون فشار برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ با $K = 9$
۱۴۲	۴-۴۴- داده‌های کالیراسیون دبی برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ با $K = 9$
۱۴۳	۴-۴۵- داده‌های کالیراسیون فشار برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ با $K = 10/33$
۱۴۳	۴-۴۶- داده‌های کالیراسیون دبی برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ با $K = 10/33$
۱۴۴	۴-۴۷- نتایج تغییرات $K$ برای نشت سوم در حالت $K = 10/33$ در گره‌های ۲ و ۴ و اثر آن بر ضریب همبستگی و حداقل مربعات فشار و دبی
۱۴۵	۴-۴۸- داده‌های کالیراسیون فشار برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ و ۶، $K = 1/1, K = 9$
۱۴۵	۴-۴۹- داده‌های کالیراسیون دبی برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ و ۶، $K = 1/1, K = 9$
۱۴۶	۴-۵۰- داده‌های کالیراسیون فشار برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ و ۶، $K = 1/1, K = 10/33$
۱۴۶	۴-۵۱- داده‌های کالیراسیون دبی برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ و ۶، $K = 1/1, K = 10/33$
۱۴۷	۴-۵۲- داده‌های کالیراسیون فشار برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ و ۷، $K = 0/4$ و $K = 10/33$
۱۴۷	۴-۵۳- داده‌های کالیراسیون دبی برای نشت در گره‌های ۲ و ۴ و ۷، $K = 0/4$ و $K = 10/33$