بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکز

دانشکده فنی و مهندسی ،گروه مهندسی عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش: مهندسی آب

عنوان :

مدیریت کنترل نشت در شبکه‌های توزیع آب شهری با استفاده از الگوریتم ژنتیک

استاد راهنما:

دکتر محمد صادق صادقیان

استاد مشاور:

دکتر روح اله پروانه‌خواه طهران

پژوهشگر:

مجید خدابخش پور باریکی

زمستان ۱۳۹۱

تقدیم به پدر دلسوز و مادر مهربان و همسر عزیزم

به پاس محبت‌ها و حمایت‌های بی‌دریغشان

تشکر و قدردانی

ابتدا از پدر و مادر خود که مشوقان اصلی من در کلیه مراحل زندگی‌ام بوده‌اند تشکر می‌نمایم. امید اینکه روزی فرصت جبران گوشه‌ای از زحمات این بزرگواران را داشته باشم. همچنین از زحمات و راهنمایی‌های اساتید راهنمای گرانقدر و ارزشمند خود، جناب آقای دکتر محمد صادق صادقیان و جناب آقای دکتر روح اله پروانه خواه طهران در طول دوره کارشناسی ارشد کمال تشکر و قدردانی را دارم. جدیت، تلاش، پشتکار، دانش بالا و حمایت‌های بی‌دریغ ایشان مایه دلگرمی و امید برای من بوده و دورانی بسیار ارزشمند را در زندگی‌ام رقم زده است. امید اینکه همچنان توفیق کسب علم و معرفت در محضر این اساتید بزرگوار را داشته باشم. از داور محترم پایان‌نامه نیز، جناب آقای دکتر هومن حاجی کندی که داوری این پایان‌نامه را تقبل فرموده و وقت ارزشمند خود را صرف داوری این پایان‌نامه نموده‌اند و با راهنمایی‌های مناسب خود کیفیت علمی و نوشتاری پایان‌نامه را به‌نحو چشمگیری ارتقا دادند تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین از کلیه دوستانی که همواره بنوعی اینجانب را در طی سالیان دانشجویی مورد لطف خویش قرار داده‌اند به ویژه جناب آقای مهندس محمد علیمحمد نژاد، مهندسین حسین فروتن ، رضا قلی پور، محمد صالح قاسم نژاد، علی برخوردار صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

چکیده:

مدیریت کنترل نشت در شبکه‌های توزیع آب شهری بی‌شک یکی از مهمترین دغدغه‌های مسئولین امر تهیه و توزیع آب شهری می‌باشد. تاکنون روش‌های مختلفی جهت مدیریت کنترل نشت ارائه شده است. یکی از بهترین و با صرفه‌ترین روش‌های ارائه شده، مدیریت فشار در شبکه است که استفاده از شیرهای فشارشکن از متداول‌ترین ابزارهای آن می‌باشد. در این پایان‌نامه مکان‌یابی بهینه نصب شیرهای فشارشکن در شبکه به عنوان یک مساله بهینه‌سازی در مدیریت بهره‌برداری از شبکه توزیع آب تعریف و مدل‌های بهینه‌سازی پیشنهادی جهت حل این مساله توسعه داده شد. به‌منظور کنترل نشت دو دیدگاه بررسی گردید: (۱) حداقل سازی میزان نشت در شبکه؛ (۲) حداکثر سازی محدوده فشارهای مطلوب در شبکه. این دو دیدگاه به صورت جداگانه در قالب توابع هدف اول و حداقل نمودن هزینه نصب شیرهای فشارشکن در شبکه توزیع آب به عنوان هدف دوم مساله تعریف شدند. هم‌چنین الگوریتم ژنتیک تک‌هدفه استاندارد و یکی از جدیدترین الگوریتم‌های ژنتیک چندهدفه با عنوان NSGA II به عنوان ابزار بهینه‌سازی به کار گرفته شدند. جهت حل مدل‌های بهینه‌سازی، یک برنامه کامپیوتری در محیط نرم افزار MATLAB نوشته شد و از نرم افزار شناخته شده EPANET برای شبیه‌سازی هیدرولیکی شبکه توزیع آب استفاده شد. سپس کارایی و قابلیت این مدل‌ها بر روی دو مطالعه موردی فرضی و واقعی آزموده شد. نتایج نشان داد که نصب و تنظیم شیرآلات فشارشکن مطابق با موقعیت‌ها و تنظیمات بهینه خروجی مدل‌های پیشنهادی بهبود قابل توجهی در اهداف مورد نظر به خصوص میزان تلفات سالانه این شبکه‌ها به وجود آورده است. به‌عنوان نمونه بهینه‌سازی موجب حدود ۶۰ درصد کاهش در مقدار نشت اولیه و حدود ۵۰ درصد افزایش پوشش محدوده فشارهای مطلوب در شبکه واقعی مورد مطالعه شده است.

کلمات کلیدی: *کنترل نشت، مدیریت فشار، مکان یابی بهینه، شیر فشار شکن، الگوریتم ژنتیک*

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: پیشگفتار

۱-۱- کلیات ۱

۱-۲- اهداف پایان‌نامه ۴

۱-۳- ساختار پایان‌نامه ۵

فصل دوم: سابقه مطالعات انجام شده

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- سابقه مدیریت نشت و آمار تلفات شبکه‌های توزیع آب شهری در جهان ۸

۲-۳- سابقه مدیریت نشت و آمار تلفات شبکه‌های توزیع آب شهری در ایران ۱۳

۲-۴- سابقه مدیریت فشار ۱۸

۲-۵- تاریخچه روش‌های بهینه‌سازی در مسایل مدیریت منابع آب ۲۳

۲-۵-۱- مقدمه ۲۳

۲-۵-۲- الگوریتم ژنتیک تک‌هدفه ۲۵

۲-۵-۳- بهینه‌سازی چندهدفه ۲۶

فصل سوم: مدیریت و کنترل نشت در شبکه‌های توزیع آب

۳-۱- مقدمه ۲۹

۳-۲- تعاریف و مبانی تلفات و نشت در شبکه‌های توزیع آب ۳۰

۳-۲-۱- تلفات واقعی ۳۱

۳-۲-۲- تلفات ظاهری..... ۳۳
۳-۲-۳- رشد طبیعی نشت ۳۴
۳-۳- مدیریت کنترل نشت در شبکه‌های توزیع آب ۳۵
۳-۴- مدیریت فشار ۳۶
۳-۴-۱- رابطه فشار و نشت ۳۷
۳-۴-۲- برآورد میزان نشت هر لوله از روش Germanopoulos ۳۹
۳-۴-۳- مزایای مدیریت فشار ۳۹
۳-۴-۵- روش‌های مدیریت فشار ۴۰
۳- ۴-۶- استفاده از شیرآلات فشارشکن ۴۱

فصل چهارم: مدل‌های شبیه‌سازی هیدرولیکی و بهینه‌سازی شبکه‌های توزیع آب

۴-۱- مقدمه ۴۵
۴-۲- مدل‌سازی هیدرولیکی شبکه‌های توزیع آب ۴۶
۴-۲-۱- هدف از مدل‌سازی و کاربردهای شبیه‌سازی هیدرولیکی ۴۷
۴-۲-۲- محدودیت‌های مدل‌سازی ۴۸
۴-۳- کاربرد مدل‌های بهینه‌سازی در شبکه‌های توزیع آب ۴۹
۴-۳-۱- مبانی الگوریتم ژنتیک ۵۰
۴-۳-۲- مراحل اجرای الگوریتم ژنتیک ۵۷
۴-۳-۳- الگوریتم ژنتیک چندهدفه NSGA-II..... ۵۹

فصل پنجم: مدل‌های پیشنهادی پایان‌نامه

۵-۱- مقدمه ۶۷

۵-۲- کلیات ۶۸

۵-۳- آماده سازی مدل هیدرولیکی ۶۹

۵-۴- تعیین توابع هدف و متغیرهای بهینه‌سازی ۷۱

۵-۴-۱- تابع هدف کاهش نشت در شبکه توزیع ۷۴

۵-۴-۲- تابع هدف افزایش پوشش محدوده فشارهای مطلوب ۷۵

۵-۴-۳- تابع هدف هزینه شیرآلات ۷۶

۵-۵- محدودیت‌های مدل بهینه‌سازی مدیریت فشار در شبکه ۷۷

۵-۶- مدل بهینه‌سازی با الگوریتم ژنتیک تک‌هدفه (SOGA) ۸۰

۵-۷- مدل بهینه‌سازی با الگوریتم ژنتیک چندهدفه (MOGA) ۸۱

۵-۸- ارتباط مدل شبیه‌ساز و مدل بهینه‌سازی ۸۳

فصل ششم: مطالعه موردی ۱: اجرای مدل بهینه‌سازی پیشنهادی بر روی شبکه ANYTOWN

۶-۱- مقدمه ۸۶

۶-۲- توصیف شبکه آب‌رسانی Anytwon ۸۷

۶-۳- تعیین تنظیمات مدل بهینه‌سازی مدیریت فشار ۸۹

۶-۴- مدل بهینه‌سازی مدیریت فشار با در نظر گرفتن تابع هدف نشت ۹۰

۶-۵- مقایسه الگوریتم‌های SOGA و MOGA در بهینه‌سازی مدیریت فشار شبکه ۹۶

۶-۶- اجرای مدل با در نظر گرفتن توابع هدف پوشش ۹۸

فصل هفتم:مطالعه موردی ۲: اجرای مدل بهینه‌سازی پیشنهادی بر روی شبکه آب شهر محلات

۷-۱- مقدمه ۱۰۶

۷-۲- توصیف شبکه توزیع آب محلات ۱۰۸

۷-۳- اسکلت‌بندی مدل شبکه توزیع آب محلات ۱۱۱

۷-۴- تعیین تنظیمات مدل بهینه‌سازی مدیریت فشار ۱۱۲

۷-۵- مدل بهینه‌سازی مدیریت فشار با در نظر گرفتن تابع هدف نشت ۱۱۳

۷-۶- اجرای مدل با در نظر گرفتن توابع هدف پوشش ۱۲۸

فصل هشتم: خلاصه، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۸-۱- خلاصه ۱۴۰

۸-۲- نتیجه‌گیری ۱۴۲

۸-۳- پیشنهادات ۱۴۵

فهرست منابع و مآخذ ۱۴۷

پیوست ۱: داده‌های ورودی مدل شبکه توزیع آب Anytown ۱۵۳

پیوست ۲: داده‌های ورودی مدل شبکه توزیع آب محلات ۱۵۷

چکیده انگلیسی ۱۷۱

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

۲-۱ جدول درصد تلفات آبی در جهان طبق گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۰۲..... ۹
۲-۲ جدول مقایسه خصوصیات عمومی و روش های مدیریت تلفات در آمریکا ، انگلستان - ولز و آلمان..... ۱۲
۲-۳ جدول برآورد آب به حساب نیامده در پایلوت های مطالعاتی کشور..... ۱۵
۲-۴ جدول وضعیت تولید ، مصرف و تلفات در سطع کشور در انتهای سال ۱۳۸۰ ..... ۱۶
۲-۵ جدول تاثیر مدیریت فشار بر وقوع شکست های جدید در ۱۳۰سیستم از ۱۰ کشور مختلف جهان..... ۲۰
۳-۱ جدول محدوده تغییرات N1در کشورهای محتلف..... ۳۸
۳-۲ جدول اجزای مختلف یک شیر فشار شکن پیلوت دار..... ۴۳
۵-۱- جدول اطلاعات ورودی به EPANET بسته به نوع شبیه سازی..... ۷۰
۶-۱ جدول جواب های بهینه SOGA برای مساله مدیریت بهینه فشار شبکه ANYTOWN با تابع هدف نشت..... ۹۴
۶-۲ جدول بهترین جواب های بهینه پارتو حاصل از اجرای الگوریتم MOGA برای مساله مدیریت بهینه فشار شبکه ANYTOWN با تابع هدف نشت..... ۹۵
۶-۳ جدول مقایسه تلاش های محاسباتی حل مساله با الگوریتم های MOGA , SOGAدر شبکه ANYTOWN..... ۹۷
۶-۴ جدول جدول بهترین جواب های بهینه پارتو حاصل از اجرای الگوریتم MOGA با تابع هدف پوشش ۱ برای مساله برای مساله مدیریت بهینه فشار شبکه ANYTOWN..... ۱۰۰
۶-۵ جدول بهترین جواب های بهینه پارتو حاصل از اجرای الگوریتم MOGA با تابع هدف پوشش ۱ برای مساله برای مساله مدیریت بهینه فشار شبکه ANYTOWN..... ۱۰۳
۷-۱ جدول خلاصه مشخصات لوله های مدل شبکه توزیع آب محلات..... ۱۰۹
۷-۲ جدول جواب های بهینه پارتو حاصل از اجرای الگوریتم MOGA برای مساله مدیریت بهینه فشار شبکه توزیع آب محلات با تابع هدف نشت در سناریوی اول..... ۱۱۷
۷-۳ جدول مقایسه طرح حاصل از بهینه سازی نشت (سناریوی اول) و طرح پیشنهادی کارشناس..... ۱۱۸
۷-۴ جدول جواب های بهینه پارتو حاصل از اجرای الگوریتم MOGA برای مساله مدیریت بهینه فشار شبکه توزیع آب محلات با تابع هدف نشت در سناریوی دوم..... ۱۲۳
۷-۵ جدول جواب های بهینه پارتو حاصل از اجرای الگوریتم MOGA برای مساله مدیریت بهینه فشار شبکه توزیع آب محلات با تابع هدف نشت در سناریوی سوم..... ۱۲۶
۷-۶ جدول مقایسه طرح حاصل از بهینه سازی نشت (سناریوی سوم) و طرح پیشنهادی کارشناس..... ۱۲۷
۷-۷ جدول جواب های بهینه پارتو حاصل از اجرای الگوریتم MOGA برای مساله مدیریت بهینه فشار شبکه توزیع آب محلات با تابع هدف پوشش ۱..... ۱۲۹
۷-۸ جدول مقایسه طرح حاصل از بهینه سازی پوشش ۱ و طرح پیشنهادی کارشناس..... ۱۳۰

۷-۹ جدول جواب های بهینه پارتو حاصل از اجرای الگوریتم MOGA برای مساله مدیریت بهینه فشار شبکه توزیع آب محلات با تابع هدف پوشش ۲ ..... ۱۳۴
۷-۱۰ جدول مقایسه طرح حاصل از بهینه سازی پوشش ۲ و طرح پیشنهادی کارشناس ۱۳۵

فهرست شکلها

عنوان صفحه

۱-۱ شکل وضعیت تنش آبی در مناطق مختلف جهان ۲
۱-۲ شکل کاهش نشت در انگلستان و ولز بین سالهای ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۶ ۱۰
۳-۱ شکل نمودا رشدنشت در طول زمان ۳۴
۳-۲ شکل روش ها و استراتژی های مدیریت کنترل نشت ۳۵
۳-۳ شکل اجزای مختلف یک شیر فشار شکن پیلوت دار ۴۲
۳-۴ شکل نمای خارجی یک شیر فشا شکن پیلوت دار ۴۳
۳-۵ شکل نحوه عملکرد یک شیر فشار شکن پیلوت دار ۴۴
۴-۱ شکل کد گذاری دو دویی ۵۲
۴-۲ شکل کدگذای مقداری ۵۲
۴-۳ شکل ارتبات فضای کدگذاری و فضای جواب ۵۳
۴-۴ شکل رابطه بین کوموزوم های کدگشایی شده و فضای جواب ۵۴
۴-۵ شکل گردونه شانس در انتخاب کروموزوم ها ۵۵
۶-۶ شکل نمونه ای از عملکرد ترکیب تک نقطه ای ۵۶
۴-۷ شکل نمونه ای از جهش در یک آن از یک کروموزوم ۵۷
۴-۸ شکل مراحل شماتیک الگوریتم ژنتیک ۵۸
۴-۹ شکل نمایش شماتیک شناسایی رویه های غیر پست در الگویتم ژنتیک دو هدفه ۶۱
۴-۱۰ شکل نحوه پر نمودن نسل بعدی از جهت والدین و فرزندان نسل جاری در الگوریتم NSGA-II ۶۶
۵-۱ شکل نمایش شماتیک یک کروموزوم مساله در مدل الگوریتم ژنتیک ۸۰
۵-۲ شکل محدوده جواب امکان پذیر و رویه بهینه پارتو و مجموعه نقاط غیر پست در مدل بهینه سازی دوهدفه ۸۲
۵-۳ شکل الگوریتم مدل شبیه ساز، بهینه ساز در مدل مدیریت فشار شبکه های توزیع آب ۸۴
۶-۱ شکل جانمایی شبکه توزیع آب Any town ۸۸
۶-۲ شکل موقعیت های با پتانسیل نصب شیر فشارشکن د شبکه توزیع آب Any town ۸۸

۶-۳ شکل همگرایی الگوریتم ژنتیکSOGA در یک اجرای نمونه ۹۰
۶-۴ شکل رویه های بهینه پارتو در پنج بار اجرای الگوریتم MOGA برای شبکه Any town ۹۱
۶-۵ شکل جواب های بهینه در اجرای الگوریتم MOGA نسبت به دو تابع هدف (نشت و تعداد) در شبکه Any town... ۹۲
۶-۶ شکل مقایسه جواب های بهینه در الگوریتم SOGA و الگویتم MOGA برای شبکه Any town ۹۶
۶-۷ شکل بهترین جواب در اجرای الگوریتم MOGA نسبت به دو تابع هدف (پوشش ۱ و تعداد) در شبکه Any town ۹۹
۶-۸ شکل بهترین جواب در اجرای الگوریتم MOGA نسبت به دو تابع هدف (پوشش ۲ و تعداد) در شبکه Any town ۱۰۱
۶-۹ شکل توزیع فشار در شبکه قبل از اعمال مدیریت بهینه فشار ۱۰۴
۶-۱۰ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب بهینه ۵ شیر (تابع هدف نشت) ۱۰۴
۶-۱۱ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب بهینه ۱۰ شیر (تابع هدف نشت) ۱۰۴
۶-۱۲ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب بهینه ۱۵ شیر (تابع هدف نشت) ۱۰۴
۶-۱۳ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۵ شیر (تابع هدف پوشش۱) ۱۰۵
۶-۱۴ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۱ شیر (تابع هدف پوشش۱) ۱۰۵
۶-۱۵ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۵ شیر (تابع هدف پوشش۲) ۱۰۵
۶-۱۶ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۱ شیر (تابع هدف پوشش۲) ۱۰۵
۷-۱ شکل تصویر ماهواره ای شهر محلات ۱۰۸
۷-۲ شکل جانمایی مدل شبکه توزیع آب محلات ۱۰۹
۷-۳ شکل مدل اسکلت بندی شده شبکه توزیع آب محلات ۱۱۱
۷-۴ شکل نتایج حاصل از الگویتم MOGA نسبت به دو تابع هدف (حداقل نشت و حداقل تعداد شیرها) در شبکه محلات در سناریوی اول ۱۱۶
۷-۵ شکل توزیع فشار در شبکه قبل از اعمال مدیریت بهینه فشار ۱۱۹
۷-۶ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱ شیر بهینه (تابع هدف نشت – سناریوی اول) ۱۱۹
۷-۷ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۲ شیر بهینه (تابع هدف نشت – سناریوی اول) ۱۱۹
۷-۸ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۵ شیر بهینه (تابع هدف نشت – سناریوی اول) ۱۱۹
۷-۹ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۰ شیر بهینه (تابع هدف نشت – سناریوی اول) ۱۲۰
۷-۱۰ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۵ شیر بهینه (تابع هدف نشت – سناریوی اول) ۱۲۰
۷-۱۱ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۷ شیر بهینه (تابع هدف نشت – سناریوی اول) ۱۲۰
۷-۱۲ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۲۰ شیر بهینه (تابع هدف نشت – سناریوی اول) ۱۲۰
۷-۱۳ شکل مقایسه طرح حاصل از بهینه سازی (تابع هدف نشت – سناریوی اول) طرح پیشنهادی کارشناس ۱۲۱
۷-۱۴ شکل نتایج حاصل از الگویتم MOGA نسبت به دو تابع هدف (حداقل نشت و حداقل تعداد شیرها) در شبکه محلات در سناریوی دوم ۱۲۲

۷-۱۵ شکل نتایج حاصل از الگویتم MOGA نسبت به دو تابع هدف (حداقل نشت و حداقل تعداد شیرها) در شبکه محلات در سناریوی سوم ۱۲۴
۷-۱۶ شکل مقایسه رویه های بهینه در سه سناریومساله نسبت به دو تابع هدف (نشت و تعداد)در شبکه توزیع محلات..... ۱۲۸
۷-۱۷ شکل نتایج حاصل از الگویتم MOGA نسبت به دو تابع هدف (پوشش۱ و تعداد) در شبکه محلات ۱۳۱
۷-۱۸ شکل مقایسه طرح حاصل از بهینه سازی (تابع هدف پوشش۱) و طرح پیشنهادی کارشناس ۱۳۲
۷-۱۹ شکل نتایج حاصل از الگویتم MOGA نسبت به دو تابع هدف (پوشش۲ و تعداد) در شبکه محلات ۱۳۳
۷-۲۰ شکل مقایسه طرح حاصل از بهینه سازی (تابع هدف پوشش۲) و طرح پیشنهادی کارشناس ۱۳۷
۷-۲۱ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۵ شیر بهینه (تابع هدف پوشش ۱)..... ۱۳۸
۷-۲۲ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۰ شیر بهینه (تابع هدف پوشش ۱)..... ۱۳۸
۷-۲۳ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۵ شیر بهینه (تابع هدف پوشش ۱)..... ۱۳۸
۷-۲۴ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۷ شیر بهینه (تابع هدف پوشش ۱)..... ۱۳۸
۷-۲۵ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۵ شیر بهینه (تابع هدف پوشش ۲)..... ۱۳۹
۷-۲۶ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۰ شیر بهینه (تابع هدف پوشش ۲)..... ۱۳۹
۷-۲۷ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۵ شیر بهینه (تابع هدف پوشش ۲)..... ۱۳۹
۷-۲۸ شکل توزیع فشار در شبکه پس از نصب ۱۷ شیر بهینه (تابع هدف پوشش ۲)..... ۱۳۹

فصل اول:

پیشگفتار

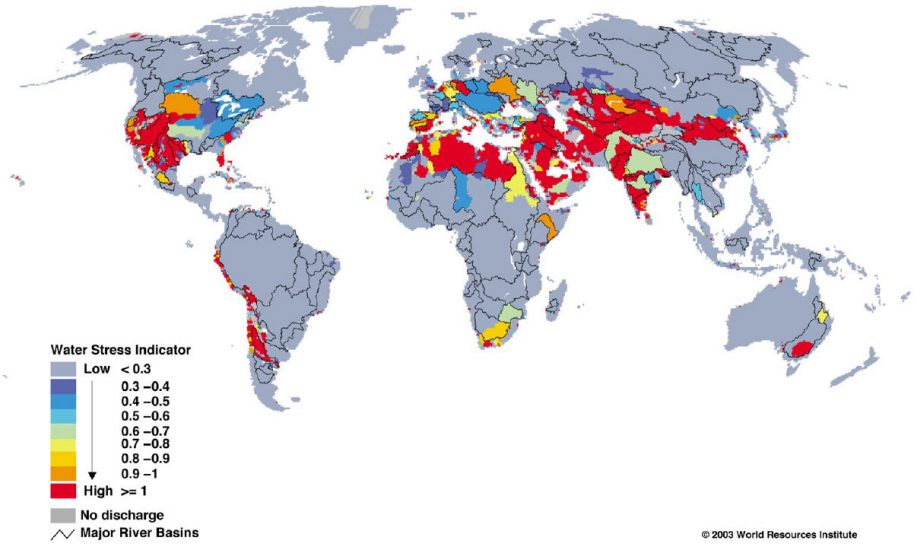
۱-۱- کلیات

آب به عنوان یکی از مهم‌ترین نیازهای بشر، در طول تاریخ نقش مهمی را در شکل‌گیری تمدن‌های مختلف ایفا کرده و همواره از دغدغه‌های اصلی جوامع بشری به شمار آمده است.

بیش از ۷۰ درصد سطح کره زمین را آب پوشانده است؛ اما، با وجود این حجم عظیم آب تنها ۲ درصد از آن قابل شرب است و باقی آن به علت وجود انواع نمک‌های محلول در آن غیر قابل شرب است. از همین ۲ درصد آب شرب نیز بیش از ۹۰ درصد آن به صورت منجمد در دو قطب کره زمین، دور از دسترس بشر واقع شده است [۴۲].

در مطالعه‌ای که توسط برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد[1] انجام شده، برآورد شده است که در سال ۲۰۲۵، جمعیت جهان درگیر تنش‌های آبی خواهند بود [۴۲]. شکل ۱-۱ وضعیت مناطق مختلف جهان را از نظر تنش‌های آبی (میزان تقاضا در برابر منابع آبی) نشان می‌دهد.

1 U.N. Environment program



شکل ۱-۱- وضعیت تنش آبی در مناطق مختلف جهان [۴۹]

با توجه به مطالب بیان شده توجه به چگونگی استفاده از آب، حفظ و صرفه‌جویی آن یکی از الزامات پیشرفت جوامع بشری است.

شکل‌گیری زندگی شهری و توسعه شهرها، در کنار نیاز جوامع شهری به آب، موجب پیدایش و گسترش شبکه‌های توزیع آب شهری شد. امروزه این شبکه‌ها به یکی از زیرساخت‌های مهم و حیاتی شهرها تبدیل شده‌اند.

نتایج مطالعات زیادی که در سطح جهان انجام شده است، نشان می‌دهد حجم قابل توجهی از آب ورودی به شبکه‌های توزیع بر اثر نشت هدر می‌رود [۴۲]. طبق تخمین بانک جهانی تلفات آب ناشی از نشت و شکست در شبکه‌های توزیع در کشورهای توسعه یافته سالانه ۹.۸ میلیارد متر مکعب و در کشورهای در حال توسعه سالانه ۱۶.۱ میلیارد متر مکعب است [۴۲].

تلفات آب در شبکه‌های توزیع مشکلات و مسایل زیادی به همراه دارد؛ از جمله [۴۲]:

- تلفات موجب افزایش حجم آبی است که شرکت‌ها باید تصفیه، انتقال و توزیع نمایند و این امر مستلزم مصرف بیش‌تر انرژی و افزایش هزینه‌های مربوط به آن است؛

- نشت، ترکیدگی لوله‌ها، و سرریز مخازن اغلب موجب وارد آمدن صدمات قابل توجهی به تاسیسات گشته و زیان‌های مالی شرکت‌ها را افزایش می‌دهد؛
- حجم زیادی از نشت، وارد سیستم‌های جمع آوری فاضلاب شده و در سیستم‌های تصفیه مجددا تصفیه می‌شود. به بیان دیگر، با وجود صرف هزینه دو بار تصفیه، آب تلف شده بدون هرگونه استفاده، کیفیت اولیه خود را نیز از دست داده است؛
- حوزه‌های آبخیز بیش‌تر مورد استحصال قرار گرفته و محیط زیست آسیب می‌بیند؛
- تلفات زیاد، توسعه مناطق را در پی کمبود منابع آبی محدود کند.

در مقابل، مدیریت نشت مزایای زیادی را برای جامعه، شرکت‌های آب‌رسانی و محیط زیست به همراه دارد. از جمله این مزایا می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [۴۲]:

- ✓ کاهش تنش وارد بر منابع آب و محیط زیست؛
- ✓ افزایش سطح خدمت رسانی به مشترکین با افزایش قابلیت اعتماد سیستم؛
- ✓ افزایش درآمد شرکت‌های آب‌رسانی و کاهش تعرفه‌های مشترکین؛
- ✓ کاهش نیاز به سرمایه‌گذاری در طرح‌های توسعه منابع آب؛
- ✓ بهبود دیدگاه عمومی نسبت به شرکت‌های آب‌رسانی.

اما با این حال نشت از شبکه‌های آب‌رسانی اجتناب ناپذیر است و امروزه به وضوح مشخص شده است که نمی‌توان آن را کاملا از بین برد [۴۲]. حتی در شبکه‌های توزیعی که تازه به بهره‌برداری می‌رسند نیز حداقلی از تلفات وجود دارد. اما واضح است که تلفات می‌تواند به گونه‌ای مدیریت شود تا در محدوده اقتصادی باقی بماند. برای حصول این هدف، طرح مدل مدیریت نشت به گونه‌ای که با حداقل سرمایه‌گذاری موجب حداکثر کاهش نشت شود همواره ذهن کارشناسان را به خود مشغول داشته و مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته و هم چنان در جریان است.

به منظور پاسخگویی به این نیاز اساسی، ابتدا بررسی تحقیقات صورت گرفته در این زمینه در سطح جهان مدنظر قرار گرفته است. نتایج بررسی‌ها (فصل دو) نشان می‌دهد که تلاش‌هایی برای طرح مدل‌های بهینه کنترل نشت به خصوص با استفاده از مدیریت فشار در شبکه انجام گرفته و استفاده از روش‌های مختلف ریاضی و تصادفی در بهینه‌سازی مدل‌ها پیشنهاد شده است. در این بین، استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی تصادفی به دلیل ویژگی‌های مسائل مورد نظر و گستردگی طیف جواب‌ها مورد اقبال بیش‌تری بوده است. هم‌چنین، پس از استفاده از الگوریتم‌های تک‌هدفه، محققان به تازگی به استفاده از الگوریتم‌های چندهدفه به عنوان مدل توسعه یافته الگوریتم‌های تک‌هدفه که افزایش قابل توجهی در زمان محاسبات و بهبود نتایج دارند، روی آورده‌اند.

در راستای تکمیل مطالعات گذشته، در این پایان‌نامه یکی از جدیدترین روش‌های بهینه‌سازی تصادفی چندهدفه در حل مساله مدیریت بهینه فشار شبکه‌های توزیع آب به کار می‌رود و بر این اساس یک مدل بهینه سازی مطابق با شرایط مساله، با توابع هدف متفاوت توسعه می‌یابد. هم‌چنین کارایی این مدل بر روی دو شبکه توزیع آب مصنوعی و واقعی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲- اهداف پایان‌نامه

هدف اصلی در این پایان‌نامه، استفاده از جدیدترین روش‌های بهینه‌سازی جهت طراحی یک مدل مدیریت بهینه فشار در شبکه‌های آب‌رسانی است. بدین منظور، حداقل نمودن نشت از طریق کاهش فشارهای اضافی در شبکه با لحاظ جنبه‌های علمی، عملی و هم‌چنین اقتصادی از طریق تعیین تعداد و مکان بهینه نصب شیرآلات فشارشکن[1]، مد نظر قرار گرفته است. به صورت دقیق‌تر اهداف و دستاوردهای قابل انتظار از انجام پایان‌نامه مورد نظر عبارتست از:

- تهیه مدل بهینه‌سازی تک‌هدفه برای طرح مدیریت بهینه فشار؛
- تهیه مدل بهینه‌سازی چندهدفه برای طرح مدیریت بهینه فشار؛

1 Pressure Reducing Valve (PRV)

- تهیه منحنی بهینه پارتو هزینه-بهبود برای مدیریت فشار در شبکه توزیع آب با در نظر گرفتن کاهش نشت کلی در شبکه به عنوان هدف بهبود؛
- تهیه منحنی بهینه پارتو هزینه-بهبود برای مدیریت فشار در شبکه توزیع آب با در نظر گرفتن افزایش پوشش محدوده فشارهای مطلوب در شبکه به عنوان هدف بهبود؛
- انتخاب مقادیر مناسب برای پارامترهای مدل‌های بهینه‌سازی مد نظر جهت حصول سریع‌تر و دقیق‌تر جواب؛
- اجرای مدل بهینه‌سازی تک‌هدفه و چندهدفه روی مطالعات موردی؛
- مقایسه مدل تک‌هدفه و چندهدفه در بهینه‌سازی مدیریت فشار؛
- تعیین تعداد و موقعیت بهینه شیرهای فشارشکن در شبکه توزیع با توجه به میزان کاهش نشت مورد انتظار.

۱-۳- ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه شامل سه بخش و هشت فصل است. در بخش اول پایان‌نامه پس از ارائه مطالب مقدماتی در فصل یک، سابقه ادبیات موضوع و مطالعات قبلی انجام شده در فصل دو مورد بررسی قرار می‌گیرد و آخرین دستاوردها و رویکردها که مبنای کار مطالعاتی این پایان‌نامه است به تفصیل بیان می‌گردد. در بخش دوم پایان‌نامه در فصول سوم و چهارم ابتدا اصول کنترل نشت به ویژه از طریق مدیریت فشار و سپس اصول مدل سازی هیدرولیکی شبکه‌های توزیع و اصول مدل‌های بهینه‌سازی به اختصار بیان می‌شود. در ادامه، در فصل پنج، روش پیشنهادی پایان‌نامه در طرح مدیریت بهینه فشار ارائه و توصیف می‌گردد. در بخش سوم، مدل‌های بهینه‌سازی پیشنهادی در فصول ششم و هفتم بر روی مطالعات موردی فرضی و واقعی مورد بررسی قرار می‌گیرند و در نهایت در فصل هشت با ارائه خلاصه پایان‌نامه، جمع‌بندی نتایج ارائه و هم‌چنین پیشنهاداتی برای ادامه تحقیقات در آینده بیان می‌شود.

فصل دوم:

سابقه‌ی مطالعات انجام شده

۲-۱- مقدمه

در این فصل سابقه مطالعات انجام شده در زمینه کنترل و مدیریت نشت و هم‌چنین مدیریت فشار در شبکه‌های توزیع آب شهری به عنوان یکی از روش‌های کنترل نشت بررسی می‌شود. هم‌چنین سابقه کاربرد روش‌های بهینه‌سازی شامل روش‌های تکاملی و غیرتکاملی برای حل مسائل مختلف مدیریت منابع آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. مطالب این فصل در چهار بخش به ترتیب زیر ارائه می‌شود:

- ابتدا در بخش ۲-۲، سابقه مدیریت نشت و آمار تلفات شبکه‌های توزیع آب شهری در جهان مورد توجه قرار می‌گیرد.
- سپس در بخش ۲-۳، سابقه مدیریت نشت و آمار تلفات شبکه‌های توزیع آب شهری در ایران بررسی می‌شود.
- در بخش ۲-۴، به طور خاص تر به مرور سابقه مطالعات مدیریت فشار پرداخته می‌شود.
- در نهایت در بخش ۲-۵، تاریخچه روش‌های بهینه‌سازی در مسایل مدیریت منابع آب مرور می‌شود.