

مبانی طراحی و تحلیل
سیستم‌های انتقال و توزیع آب شهری

نویسندگان:

دکتر سعید حسین پور

(عضو هیات علمی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه)

مهندس بهرام نعیمی

(دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران)

دکتر امیر محمدی

(عضو هیات علمی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه)



انتشارات آوای قلم

سرشناسه : حسین‌پور، سعید، ۱۳۶۱-
عنوان و نام پدیدآور : مبانی طراحی و تحلیل سیستم‌های انتقال و توزیع آب شهری/ نویسندگان سعید حسین‌پور، بهرام نعیمی، امیر محمدی.
مشخصات نشر : تهران: آوای قلم، ۱۴۰۵. مشخصات ظاهری: ۲۹۲ ص.: جدول.
شابک : ۹-۵۳-۸۲۶۱-۶۲۲-۹۷۸ وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت : کتابنامه: ص. ۲۸۸ - ۲۹۰.
موضوع : آب‌بخشی -- ایران Water -- Distribution -- Iran
آب‌رسانی شهری-- ایران Municipal water supply-- Iran
آب -- مهندسی Hydraulic engineering
شناسه افزوده : نعیمی، بهرام، ۱۳۸۰-
شناسه افزوده : محمدی، امیر، ۱۳۵۸بهمن-
رده بندی کنگره : TD۴۸۱
رده بندی دیویی : ۱۴۴/۶۲۸
شماره کتابشناسی ملی : ۱۰۴۷۵۲۵۳

مبانی طراحی و تحلیل سیستم های انتقال و توزیع آب شهری

نویسندگان: دکتر سعید حسین پور
مهندس بهرام نعیمی
دکتر امیر محمدی
ناشر: انتشارات آوای قلم
صفحه‌آرا: فاطمه دشتی رحمت‌آبادی
طراحی روی جلد: انتشارات آوای قلم(امین خانی)

نوبت چاپ: اول
تاریخ نشر: بهار ۱۴۰۵
شمارگان: ۱۰۰جلد
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۸۲۶۱-۵۳-۹
قیمت: ۷۸۰۰۰۰ تومان



با اسکن QRc روبرو به اخرین فهرست کتب انتشارات دسترسی داشته باشید.

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴-۶۶۵۹۱۵۰۵ -۰۲۱ **همراه:** ۰۹۲۱۲۰۵۷۷۵۱

فروشگاه کتاب چاپی و الکترونیکی:

www.avaieghalam.ir

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است.
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول:مقدمه ۱۹

۱-۱ پیش‌زمینه ۲۰

۱-۲ پیکربندی سیستم ۲۱

۱-۳ هیدرولیک جریان و تحلیل شبکه ۲۲

۱-۴ ملاحظات اقتصادی ۲۴

۱-۵ ملاحظات طراحی ۲۵

۱-۶ انتخاب بین سیستم‌های پمپاژ و ثقلی ۲۵

۱-۷ ترکیب شبکه (شبکه‌سازی) ۲۶

۱-۷-۱ طراحی یک زیرسیستم تدریجی (مرحله‌ای) ۲۶

۱-۷-۲ طراحی سیستم به صورت کلی (یکپارچه) ۲۷

۱-۷-۳ تقسیم منطقه به چندین ناحیه بهینه برای طراحی ۲۷

۱-۸ سازمان‌دهی مجدد یا تقویت دوباره سیستم‌های موجود تأمین آب ۲۷

۱-۹ مسائل ۲۸

۱-۱۰ منابع ۲۸

فصل دوم: مبانی طراحی سیستم‌های انتقال و توزیع آب ۳۱

۲-۱ مقدمه ۳۲

۲-۲ دوره طرح ۳۲

۲-۳ برآورد جمعیت ۳۴

۲-۳-۱ روش‌های پیش‌بینی جمعیت ۳۶

۲-۳-۱-۱ روش رشد هندسی ۳۷

۲-۳-۱-۲ روش رشد حسابی ۳۷

۲-۳-۱-۳ روش رشد با آهنگ کاهشی ۳۸

۲-۳-۱-۴ روش ریاضی – نموداری یا منحنی لجستیک ۳۹

۲-۳-۱-۵ روش نسبت و همبستگی ۴۰

۲-۳-۱-۶ روش مؤلفه‌ای ۴۱

۲-۳-۱-۷ روش امتداد ترسیمی (مقایسه‌ای) ۴۱

۲-۴ تعین مصرف سرانه ۴۲

۲-۴-۱ مصارف خانگی ۴۲
۲-۴-۲ مصارف عمومی ۴۳
۲-۴-۳ مصارف تجاری و صنعتی ۴۳
۲-۴-۴ مصارف فضای سبز عمومی ۴۴
۲-۴-۵ آب به حساب نیامده ۴۶
۲-۴-۶ مصرف کل ۴۶
۲-۵ نوسانات تقاضا و الگوهای مصرف آب ۴۷
۲-۵-۱ حداکثر مصرف روزانه ۴۸
۲-۵-۱-۱ تعیین ضریب حداکثر مصرف روزانه (C_1) ۴۹
۲-۵-۲ حداکثر مصرف ساعتی ۴۹
۲-۵-۲-۱ تعیین ضریب حداکثر مصرف ساعتی (C_2) ۵۰
۲-۶ آب مورد نیاز آتش‌نشانی ۵۱
۲-۶-۱ محاسبه آب مورد نیاز آتش‌نشانی ۵۲
۲-۷ مدیریت تقاضا ۵۳
۲-۷-۱ روش‌های فنی ۵۴
۲-۷-۲ اندازه‌گیری و تعرفه‌ها ۵۵
۲-۷-۳ تغییر سبک زندگی ۵۷
۲-۸ چشم‌اندازهای برای آینده ۵۸
۲-۸-۱ سامانه‌های با مصرف بسیار پایین آب ۵۸
۲-۸-۲ سامانه‌های دوگانه ۵۸
۲-۸-۳ تعرفه‌های پیشرفته ۵۹
۲-۸-۴ سهمیه‌ها و کارت‌های پرداخت پیشرفته ۶۰
۲-۸-۵ تغییرات رفتاری ۶۰
۲-۸-۶ زندگی در مواجهه با تغییرات زیست‌محیطی و اجتماعی ۶۰
۲-۸-۷ کاهش استانداردهای خدمات‌رسانی ۶۱
۲-۸-۸ حمایت متقابل در برابر تأمین محلی ۶۱
۲-۹ کیفیت آب در شبکه توزیع ۶۲
۲-۹-۱ عوامل مؤثر بر کیفیت آب در سیستم‌های توزیع ۶۳
۲-۱۰ مسائل ۶۶
۲-۱۱ منابع ۶۹

فصل سوم: اجزای سیستم توزیع آب ۷۱
۳-۱ مقدمه ۷۲
۳-۲ لوله‌ها ۷۲
۳-۲-۱ تاریخچه‌ای مختصر از شبکه‌های آبرسانی و مصالح لوله‌ها ۷۲
۳-۲-۳ طراحی خطوط لوله و انتخاب مصالح ۷۲
۳-۲-۳ تعامل خطوط لوله با محیط محلی ۷۳
۳-۲-۴ انتخاب لوله (ابعاد و درجه‌بندی فشار) ۷۵
۳-۲-۴-۱ لوله‌های اصلی ۷۵
۳-۲-۴-۲ لوله‌های توزیع ۷۵
۳-۲-۴-۳ انشعابات مصرف‌کنندگان ۷۶
۳-۲-۵ ساختار و انواع خطوط لوله در سیستم انتقال و توزیع آب ۷۶
۳-۲-۵-۱ لوله‌های فولادی ۷۷
۳-۲-۵-۲ لوله‌های چدنی ۷۸
۳-۲-۵-۳ لوله‌های چدن داکتیل ۷۹
۳-۲-۵-۴ لوله‌های آزبست سیمان ۸۰
۳-۲-۵-۵ لوله‌های بتن مسلح ۸۰
۳-۲-۵-۶ لوله‌های پلی‌اتیلنی ۸۱
۳-۲-۵-۷ لوله‌های PVC ۸۱
۳-۲-۵-۸ لوله‌های فایبرگلاس یا GRP ۸۲
۳-۲-۶ سیستم‌های حفاظت ۸۴
۳-۲-۶-۱ حفاظت خارجی ۸۵
۳-۲-۶-۲ پوشش اتصالات و متعلقات ۸۶
۳-۲-۶-۳ سیستم‌های مانع ۸۷
۳-۲-۶-۴ حفاظت داخلی ۸۸
۳-۲-۷ مهار لوله ۸۸
۳-۲-۸ اتصال لوله‌ها ۹۰
۳-۲-۸-۱ اتصال لوله‌های چدن داکتیل ۹۰
۳-۲-۸-۲ اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن (PE) ۹۱
۳-۲-۸-۳ اتصال لوله‌های PVC ۹۳
۳-۲-۹ انواع خرابی در خطوط لوله ۹۳
۳-۲-۹-۱ خرابی در اتصالات ۹۳

۳-۲-۹-۲ شکست‌های محیطی لوله ۹۴
۳-۲-۹-۳ شکست‌های طولی لوله ۹۵
۳-۲-۹-۴ سوراخ‌های سوزنی ۹۵
۳-۲-۹-۵ پیچیدگی‌ها ۹۶
۳-۳ پمپ‌ها ۹۶
۳-۳-۱ ویژگی‌های عملکردی پمپ‌ها ۹۹
۳-۳-۲ انتخاب پمپ ۱۰۱
۳-۴ شیرها ۱۰۴
۳-۴-۱ کنترل و قابلیت بهره‌برداری شبکه‌های توزیع ۱۰۴
۳-۴-۲ شیرهای خطی ۱۰۵
۳-۴-۲-۱ شیر دروازه‌ای یا کشویی ۱۰۵
۳-۴-۲-۲ شیرهای پروانه‌ای ۱۰۶
۳-۴-۲-۳ شیرهای سماوری غیر هم‌مرکز ۱۰۷
۳-۴-۳ شیرهای هوا ۱۰۷
۳-۴-۴ شیرهای کنترل خودکار ۱۰۹
۳-۴-۴-۱ شیر کاهنده فشار (PRV) ۱۰۹
۳-۴-۴-۲ شیر نگهدارنده فشار (PSV) ۱۱۰
۳-۴-۴-۳ شیر شکست خط (BMV) ۱۱۱
۳-۴-۴-۴ شیر کنترل ارتفاع ۱۱۱
۳-۴-۵ شیرهای یک‌طرفه (NRV) ۱۱۲
۳-۴-۶ شیرهای شناور کروی ۱۱۳
۳-۵ مخازن خدماتی ۱۱۴
۳-۵-۱ ذخیره متعادل‌سازی ۱۱۵
۳-۵-۲ ذخیره اضطراری ۱۱۷
۳-۶ ضربه قوچ ۱۱۸
۳-۶-۱ کنترل ضربه قوچ ۱۲۰
۳-۶-۱-۱ چرخ لنگر ۱۲۰
۳-۶-۱-۲ لوله کنار گذر پمپ ۱۲۱
۳-۶-۱-۳ دودکش خط لوله ۱۲۲
۳-۶-۱-۴ تانک ضربه‌گیر یک‌طرفه ۱۲۳
۳-۶-۱-۵ تانک ضربه‌گیر تحت فشار ۱۲۴

۳-۷ مسائل ۱۲۵
۳-۸ منابع ۱۲۷

فصل چهارم: اصول پایه جریان در لوله‌ها ۱۲۹
۴-۱ مقاومت سطحی ۱۳۱
۴-۲ مقاومت شکلی (افت موضعی) ۱۳۵
۴-۲-۱ خم (انحناء) لوله ۱۳۵
۴-۲-۲ زانویی‌ها ۱۳۶
۴-۲-۳ شیرها ۱۳۶
۴-۲-۳-۱ شیر دریچه‌ای ۱۳۷
۴-۲-۳-۲ شیر دوار ۱۳۷
۴-۲-۴ اتصالات انتقالی ۱۳۸
۴-۲-۴-۱ کاهنده تدریجی ۱۳۸
۴-۲-۴-۲ افزاینده تدریجی ۱۳۹
۴-۲-۴-۳ اتصال افزاینده بهینه ۱۴۰
۴-۲-۴-۴ افزاینده ناگهانی ۱۴۰
۴-۲-۴-۵ کاهنده ناگهانی ۱۴۰
۴-۲-۵ محل اتصال لوله‌ها (گره‌ها) ۱۴۱
۴-۲-۶ ورودی لوله‌ها ۱۴۱
۴-۲-۷ خروجی لوله ۱۴۲
۴-۲-۸ مجموع افت‌های ناشی از مقاومت شکلی ۱۴۲
۴-۲-۹ جریان در لوله با عملکرد سیفونی ۱۴۳
۴-۳ مسائل جریان در لوله‌ها ۱۴۷
۴-۳-۱ هد در گره ۱۴۷
۴-۳-۲ دبی عبوری از یک خط لوله ۱۴۷
۴-۳-۳ قطر لوله ۱۴۸
۴-۴ لوله معادل ۱۵۱
۴-۴-۱ لوله‌های متوالی ۱۵۲
۴-۴-۲ لوله‌های موازی ۱۵۴
۴-۵ مسائل ۱۵۵
۴-۶ منابع ۱۵۸

فصل پنجم: تحلیل سیستم انتقال و توزیع آب ۱۵۹
۵-۱ الگوی تقاضای آب ۱۶۰
۵-۲ افت فشار در یک خط لوله ۱۶۱
۵-۲-۱ افت فشار در مدل متمرکز معادل ۱۶۱
۵-۲-۲ افت فشار در مدل توزیع‌شده معادل ۱۶۱
۵-۳ تحلیل خطوط انتقال آب ۱۶۲
۵-۴ تحلیل لوله‌های اصلی شبکه توزیع ۱۶۴
۵-۵ سیستم انتقال و توزیع آب ۱۶۶
۵-۶ تحلیل سیستم‌های شاخه‌ای انتقال و توزیع آب ۱۶۷
۵-۷ تحلیل سیستم‌های حلقوی انتقال و توزیع آب ۱۶۸
۵-۷-۱ روش هاردی کراس ۱۶۹
۵-۷-۲ روش نیوتون _ رافسون ۱۷۸
۵-۷-۳ روش نظری خطی ۱۸۳
۵-۸ تحلیل شبکه توزیع آب با چند منبع ورودی ۱۸۶
۵-۸-۱ داده‌های خطوط لوله ۱۸۷
۵-۸-۲ داده‌های نقاط ورودی ۱۸۸
۵-۸-۳ داده‌های حلقه‌ها ۱۸۸
۵-۸-۴ اتصال گره و لوله ۱۸۸
۵-۸-۵ تحلیل شبکه ۱۸۹
۵-۹ توصیف مسیر جریان ۱۹۳
۵-۱۰ مسائل ۱۹۶
۵-۱۱ منابع ۱۹۷

فصل ششم: ملاحظات هزینه‌ای ۱۹۹
۶-۱ توابع هزینه ۲۰۲
۶-۱-۱ منبع و روند توسعه آن ۲۰۲
۶-۱-۲ خطوط لوله ۲۰۴
۶-۱-۳ مخزن ذخیره خدماتی ۲۰۷
۶-۱-۴ هزینه انشعاب آب خانگی ۲۰۸
۶-۱-۵ هزینه انرژی ۲۰۸
۶-۱-۶ هزینه استقرار و تأسیسات ۲۰۹

۶-۲ هزینه‌یابی چرخه عمر ۲۰۹
۶-۳ یکسان‌سازی هزینه‌ها ۲۱۰
۶-۳-۱ روش سرمایه‌ای ۲۱۱
۶-۳-۲ روش سالیانه ۲۱۲
۶-۳-۳ روش ارزش خالص فعلی یا ارزش فعلی ۲۱۳
۶-۴ پارامترهای تابع هزینه ۲۱۴
۶-۵ ضریب هزینه نسبی ۲۱۵
۶-۶ تأثیر تورم ۲۱۵
۶-۷ مسائل ۲۱۸
۶-۸ منابع ۲۱۹

فصل هفتم: اصول کلی طراحی و توسعه سیستم‌های انتقال و توزیع آب ۲۲۱
۷-۱ محدودیت‌ها ۲۲۳
۷-۱-۱ محدودیت‌های ایمنی ۲۲۳
۷-۱-۲ محدودیت‌های سیستم ۲۲۴
۷-۲ فرمول‌بندی مسئله ۲۲۵
۷-۳ گردکردن متغیرهای طراحی ۲۲۵
۷-۴ پارامترهای اساسی برای تعیین اندازه شبکه ۲۲۶
۷-۴-۱ الزامات حداقل فشار ۲۲۶
۷-۴-۲ الزامات حداکثر فشار ۲۲۷
۷-۴-۳ الزامات مربوط به سرعت آب در شبکه ۲۲۷
۷-۴-۴ حداقل قطر لوله در سیستم انتقال و توزیع آب ۲۲۷
۷-۴-۵ حداکثر قطر لوله در سیستم انتقال و توزیع آب ۲۲۸
۷-۴-۶ الزامات مربوط به ضریب زبری ۲۲۸
۷-۴-۷ ملاحظات مربوط به قابلیت اطمینان ۲۲۸
۷-۴-۸ دوره طرح سیستم‌های تأمین آب ۲۳۰
۷-۵ مدیریت نشت و آب بدون درآمد در شبکه‌های آبرسانی ۲۳۱
۷-۵-۱ روش‌های پایش و شناسایی نشت ۲۳۳
۷-۵-۲ روش‌های کاهش تلفات آب در شبکه ۲۳۴
۷-۵-۳ ابزارها و نرم‌افزارهای مدیریت آب بدون درآمد ۲۳۶
۷-۶ مسائل ۲۳۸
۷-۷ منابع ۲۳۹

فصل هشتم: مدلسازی سیستم انتقال و توزیع آب ۲۴۱
۸-۱ مقدمه ۲۴۲
۸-۲ مدل‌ها ۲۴۲
۸-۲-۱ مدلسازی حالت پایدار ۲۴۴
۸-۲-۲ مدل‌سازی دوره توسعه‌یافته (EPS) ۲۴۵
۸-۲-۳ مدل‌سازی کیفیت آب ۲۴۷
۸-۲-۴ پدیده‌های گذرای هیدرولیکی ۲۴۸
۸-۳ اصول پایه مدل‌سازی ۲۴۹
۸-۳-۱ پیچیدگی ۲۴۹
۸-۳-۲ عدم قطعیت ۲۵۳
۸-۴ داده‌ها برای مدلسازی شبکه ۲۵۴
۸-۴-۱ داده‌های شرکت آب ۲۵۵
۸-۴-۲ ارزیابی مصرف و تقاضای آب ۲۵۷
۸-۵ ساخت مدل ۲۵۹
۸-۵-۱ هدف مدل ۲۵۹
۸-۵-۲ جمع‌آوری داده‌ها ۲۶۵
۸-۶ کالیبراسیون مدل ۲۶۸
۸-۶-۱ مقدمه ۲۶۸
۸-۶-۲ اندازه‌گیری‌های میدانی ۲۶۹
۸-۶-۳ روش‌های کالیبراسیون ۲۷۰
۸-۶-۴ برخی مسائل مربوط به کالیبراسیون ۲۷۱
۸-۶-۵ نگهداری مدل ۲۷۲
۸-۷ کاربرد GIS در شبکه‌های انتقال و توزیع آب ۲۷۳
۸-۷-۱ مقدمه ۲۷۳
۸-۷-۲ مفاهیم و ساختار داده‌ای GIS در شبکه‌های آبرسانی ۲۷۴
۸-۷-۳ کاربرد GIS در طراحی شبکه‌های انتقال و توزیع ۲۷۶
۸-۷-۳-۱ مدیریت دارایی‌های شبکه ۲۷۸
۸-۷-۳-۲ کاهش تلفات آب و مدیریت نواحی اندازه‌گیری مجزا (DMA) ۲۷۸
۸-۷-۳-۳ یکپارچه‌سازی GIS با مدل‌های هیدرولیکی ۲۷۹
۸-۷-۳-۴ کاربرد GIS در مدیریت بحران و تاب‌آوری شبکه ۲۸۰
۸-۷-۳-۵ توسعه شبکه‌های هوشمند آب ۲۸۱

۸-۷-۳-۶ تحلیل ریسک و اولویت‌بندی نوسازی..... ۲۸۲
۸-۸ سامانه کنترل نظارتی و جمع‌آوری داده‌ها (SCADA)..... ۲۸۳
۸-۸-۱ شبکه مخابراتی ۲۸۵
۸-۸-۲ مرکز SCADA ۲۸۵
۸-۸-۳ ایستگاه‌های کاری و نرم‌افزارهای SCADA ۲۸۶
۸-۹ مسائل ۲۸۸
۸-۱۰ منابع ۲۸۹

پیوست ۲۹۳

شکل ۴-۹: پروفیل بهینه اتصال انتقالی ۱۴۰
شکل ۴-۱۰: اتصال افزاینده ناگهانی ۱۴۰
شکل ۴-۱۱: اتصال کاهنده ناگهانی ۱۴۱
شکل ۴-۱۲: ورودی لوله ۱۴۱
شکل ۴-۱۳: خروجی لوله ۱۴۲
شکل ۴-۱۴: جریان در لوله با عملکرد سیفونی ۱۴۳
شکل ۴-۱۵: سیستم پمپاژ با اتصالات مختلف لوله‌کشی ۱۴۴
شکل ۴-۱۶: شماتیکی از خط لوله ثقلی ۱۴۹
شکل ۴-۱۷: آرایش‌های لوله‌کشی ۱۵۱
شکل ۴-۱۸: آرایش سری لوله‌ها ۱۵۳
شکل ۴-۱۹: آرایش موازی لوله‌ها ۱۵۵
شکل ۴-۲۰: اطلاعات مسئله ۳ ..... ۱۵۷
شکل ۵-۱: الگوهای برداشت ۱۶۰
شکل ۵-۲: لوله انتقال ثقلی ۱۶۲
شکل ۵-۳: لوله انتقال پمپاژ ۱۶۳
شکل ۵-۴: لوله اصلی شبکه توزیع با جریان ثقلی ۱۶۴
شکل ۵-۵: لوله اصلی شبکه توزیع با جریان پمپاژی ۱۶۵
شکل ۵-۶: ساختار اتصال لوله‌ها و گره‌ها در شبکه ۱۶۶
شکل ۵-۷: شبکه شعاعی ۱۶۷
شکل ۵-۸: شبکه شاخه‌ای ۱۶۸
شکل ۵-۹: شبکه حلقوی ۱۶۹
شکل ۵-۱۰: شبکه توزیع با یک حلقه ۱۷۲
شکل ۵-۱۱: شبکه حلقوی ۱۷۴
شکل ۵-۱۲: شبکه توزیع با یک حلقه ۱۸۱
شکل ۵-۱۳: شبکه حلقوی با یک لوپ ۱۸۵
شکل ۵-۱۴: یک شبکه حلقه‌ای تأمین آب ۱۸۸
شکل ۵-۱۵: تغییرات هدهای ورودی محاسبه‌شده در طول تکرارهای تحلیل ۱۹۲
شکل ۵-۱۶: تغییرات دبی‌های ورودی محاسبه‌شده در طول تکرارهای تحلیل ۱۹۳
شکل ۵-۱۷: مسیرهای جریان در سیستم تأمین آب ۱۹۴
شکل ۶-۱: تعامل انواع مختلف هزینه‌ها ۲۰۱
شکل ۶-۲: تغییرات هزینه پمپ و ایستگاه پمپاژ نسبت به توان پمپ ۲۰۴

شکل ۶-۳: تغییرات هزینه هر متر لوله چدنی با پوشش سیمانی نسبت به قطر لوله ۲۰۵
شکل ۶-۴: تغییرات هزینه هر متر لوله چدنی نسبت به قطر لوله ۲۰۶
شکل ۶-۵: تغییرات هزینه کل نسبت به پیکربندی سیستم ۲۱۰
شکل ۷-۱: پیکربندی‌های سیستم انتقال و توزیع آب ۲۲۳
شکل ۸-۱: کاربردهای مدل‌سازی..... ۲۴۳
شکل ۸-۲: تصویری از مدلسازی با نرم‌افزار EPANET..... ۲۴۴
شکل ۸-۳: نمونه‌ای از خروجی حاصل از اجرای EPS..... ۲۴۶
شکل ۸-۴: سطوح باقی‌مانده کلر در یک گره طی یک دوره ۲۴ ساعته ۲۴۸
شکل ۸-۵: شبکه توزیع آب ۲۵۱
شکل ۸-۶: جزئیاتی از شبکه توزیع آب ۲۵۲
شکل ۸-۷: مدل شامل تمام خطوط اصلی (الف) و مدل اسکلت‌بندی‌شده (ب) ۲۵۲
شکل ۸-۸: مروری بر فرآیند ساخت و کالیبراسیون مدل..... ۲۵۵
شکل ۸-۹: کل تقاضا و اجزای آن ۲۵۹
شکل ۸-۱۰: یک مسئله طراحی شبکه توزیع آب ۲۶۱
شکل ۸-۱۱: الف) راه‌حل با هزینه کمتر ب) راه‌حل با قابلیت اطمینان بیشتر ۲۶۴
شکل ۸-۱۲: الف) نقشه GIS سیستم آبرسانی و ب) مدل حاصل‌شده از آن ۲۶۶
شکل ۸-۱۳: مدل ارتفاع رقومی (DEM) همراه با سیستم انتقال و توزیع آب..... ۲۶۷
شکل ۸-۱۴: ساختار توپولوژیک شبکه توزیع آب در محیط GIS و نمایش ارتباط بین گره‌ها و لوله‌ها ۲۷۵
شکل ۸-۱۵: مشخصات توصیفی لوله‌های شبکه شامل قطر، جنس، سال نصب و فشار کاری در محیط GIS ۲۷۵
شکل ۸-۱۶: تحلیل شیب زمین مبتنی بر مدل رقومی ارتفاع برای انتخاب مسیر مناسب خطوط انتقال ۲۷۷
شکل ۸-۱۷: تحلیل چندمعیاره مکان‌یابی مخزن ذخیره یا ایستگاه پمپاژ در محیط GIS..... ۲۷۷
شکل ۸-۱۸: تحلیل آسیب‌پذیری شبکه آب و تعیین مسیرهای جایگزین تأمین آب در شرایط اضطراری ۲۸۱
شکل ۸-۱۹: داشبورد پایش برخط شبکه هوشمند آب و یکپارچه‌سازی GIS با SCADA و حسگرهای IoT ۲۸۲

تقدیم به

انسان‌هایی که

به فردایی بهتر

می‌اندیشند.

مقدمه ناشر

سپاس بی‌کران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال‌طلب و پویا می‌دانند که جهت‌گیری او به‌سوی خالقش می‌باشد. از جمله راه‌های تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بی‌کران آن، هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقربش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است؛ اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهم‌ترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها، انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هم‌وطنان گرامی بتوانیم گام‌های مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنمایی‌های شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنمایی‌های شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آن‌ها برخوردار بوده‌ام به‌خصوص آقایان دکتر سعید حسین‌پور، مهندس بهرام نعیمی، دکتر امیر محمدی (نویسندگان) و مهندس علی‌محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

دکتر مهدی خانی

مدیرمسئول انتشارات آوای قلم

پیشگفتار

آب، این گوهر بی‌بدیل آفرینش، زیربنای حیات و بنیان پایداری تمدن‌های بشری است. استمرار زندگی انسان و سایر موجودات زنده، توسعه اقتصادی، بهداشت عمومی و امنیت اجتماعی، همگی در گرو دسترسی پایدار به آب سالم و باکیفیت است. با گسترش شهرنشینی، افزایش جمعیت، تغییرات اقلیمی و فشار روزافزون بر منابع آبی، تأمین، انتقال و توزیع مطمئن آب آشامیدنی به یکی از پیچیده‌ترین و در عین حال حیاتی‌ترین چالش‌های مهندسی و مدیریتی عصر حاضر بدل شده است. در چنین شرایطی، طراحی علمی و تحلیل دقیق سیستم‌های انتقال و توزیع آب شهری نه‌تنها یک ضرورت فنی، بلکه رسالتی اجتماعی در جهت صیانت از سلامت عمومی و توسعه پایدار به شمار می‌آید. کتاب «مبانی طراحی و تحلیل سیستم‌های انتقال و توزیع آب شهری» تلاشی علمی و نظام‌مند در پاسخ به این چالش‌هاست. این اثر می‌کوشد با تکیه بر اصول مهندسی، مبانی هیدرولیکی، الزامات بهداشتی، ملاحظات بهره‌برداری و رویکردهای نوین مدیریتی، چارچوبی جامع برای فهم، طراحی و ارزیابی سیستم‌های انتقال و توزیع آب ارائه دهد. پیچیدگی شبکه‌های آبرسانی شهری، تنوع شرایط اقلیمی و توپوگرافی، الزامات کیفی آب، مدیریت فشار، کاهش تلفات و ارتقای بهره‌وری، همگی مستلزم نگاهی یکپارچه و تحلیلی است که در این کتاب مورد توجه قرار گرفته است. ما، به‌عنوان مؤلفان این اثر، کوشیده‌ایم ضمن تبیین مبانی نظری، راهکارهای اجرایی و شرایط فنی لازم برای انتقال و توزیع ایمن و پایدار آب را بررسی کرده و با نگاهی مدیریتی به شبکه‌های آبرسانی، پیوند میان طراحی، بهره‌برداری، نگهداشت و سیاست‌گذاری را برجسته سازیم. تلاش ما بر آن بوده است که مفاهیم پیچیده مهندسی در قالبی منسجم، علمی و در عین حال کاربردی ارائه شود تا خوانندگان بتوانند علاوه بر درک مبانی نظری، توان تحلیل مسائل واقعی در سیستم‌های آبرسانی را نیز کسب نمایند. امید ما بر آن است که این کتاب نه‌تنها به‌عنوان منبعی آموزشی در دانشگاه‌ها و مراکز علمی مورد استفاده قرار گیرد، بلکه بتواند در ارتقای نگرش عمومی نسبت به اهمیت کیفیت آب توزیع‌شده در جوامع و نقش مؤثر افراد، نهادها و سیاست‌گذاران در مدیریت صحیح فرآیند انتقال و توزیع آب سهمی شایسته ایفا نماید. باور داریم که دستیابی به نظامی کارآمد و پایدار در آبرسانی شهری، نیازمند هم‌افزایی دانش فنی، مدیریت کارآمد و مسئولیت‌پذیری اجتماعی است. این کتاب با رویکردی آموزشی و کاربردی برای دانشجویان رشته‌های مهندسی بهداشت محیط، مهندسی محیط زیست، مهندسی عمران (گرایش آب و فاضلاب و سازه‌های هیدرولیکی)، مهندسی منابع آب، مهندسی آب و فاضلاب، برنامه‌ریزی شهری و سایر رشته‌های مرتبط تدوین شده است و می‌تواند برای کارشناسان، طراحان، بهره‌برداران و مدیران صنعت آب نیز منبعی مفید و قابل اتکا باشد. در پایان، بر خود لازم می‌دانیم از اساتید گرامی، متخصصان و صاحب‌نظران این حوزه که همواره راهنمای پژوهشگران جوان بوده‌اند، صمیمانه قدردانی نماییم و پذیرای هرگونه نقد، نظر و پیشنهاد اصلاحی آنان باشیم؛ چرا که عمیقاً باور داریم بهبود و تعالی این اثر جز در پرتو نگاه نقادانه، علمی و دلسوزانه اندیشمندان و اهل فن میسر نخواهد بود.