

طراحی شبکه های تامین آب



طراحی شبکه های تامین آب

DESIGN OF WATER SUPPLY PIPE NETWORKS

P.K.SWAMEE
A.K.SHARMA

Translated By:
Hossein Babazadeh
Mohammad Reza Beheshti

کتابی که در دست دارید، شامل مباحث اولیه و نیز نوین در تحلیل و طراحی شبکه های تامین آب می باشد. اصول هیدرولیک جریان در لوله ها و کاربرد آنها در تحلیل سیستم های تامین آب با نگرشی جدید در این کتاب ارائه شده است. همچنین موضوعات مرتبط با جنبه های مختلف طراحی سیستم های توزیع آب در این کتاب گنجانده شده است تا بدین وسیله بر ملاحظات اقتصادی و پارامترهای مورد نیاز در طرح یک شبکه توزیع آب تاکید گردد. در انتهای کتاب و در بخش پیوست، برنامه های رایانه ای به منظور تحلیل شبکه های توزیع آب با ارائه جزئیات کامل مربوط به کد برنامه و نیز کاربرد روش های برنامه ریزی خطی و هندسی در بهینه سازی شبکه های توزیع آب افزوده شده است. بخش عمده ای از کتاب شامل مثالهای عددی می باشد. اکثر مثالهای ارائه شده در فصول مختلف این کتاب براساس طرحهای موجود بوده، به گونه ای که مهندسان طراح و مشاور می توانند از آنها برای طرح یک شبکه توزیع آب بهینه با حداقل هزینه های ممکن استفاده نمایند.

نویسندگان:

آشوک. ک. شارما

پاراپالا. ک. سوامی

ترجمه:

محمد رضا بهشتی

حسین بابازاده

محمد رضا بهشتی
حسین بابازاده

ISBN 978-964-223-781-4



9 789642 237814

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

طراحی شبکه‌های تامین آب

نویسندگان:

پاراباتا.ک.سوامی

آشوک.ک.شارما

مترجمین:

حسین بابازاده

استادیار و عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب
دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران

محمدرضا بهشتی

کاندیدای دریافت درجه دکتری سازه های آبی
دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران

تابستان ۱۳۸۹

سرشناسه	: سوامی، پرابهاتا کومار، ۱۹۴۰ - م. Swamee, Prabhata K. (Prabhata Kumar)
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی شبکه‌های تامین آب / [پرابهاتا کومار سوامی، آشوک کومار شارما] ؛ ترجمه حسین بابازاده، محمدرضا بهشتی
مشخصات ناشر	: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۹
مشخصات ظاهری	: ۴۸۴ ص، : جدول، نمودار
شابک	: 978-964-223-781-4
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Design of Water Supply Pipe Networks .c2008
موضوع	: لوله‌های آب
موضوع	: آب، منابع - مدیریت
شناسه افزوده	: شارما، آشوک کومار، ۱۹۵۶ - م.
شناسه افزوده	: Sharma, Ashok K. (Ashok Kumar) :
شناسه افزوده	: بابازاده، حسین، ۱۳۵۶ - مترجم
شناسه افزوده	: بهشتی، محمدرضا، ۱۳۶۱ - مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۹ ط۹س/۴۹۱/TD
رده بندی دیویی	: ۶۲۸/۱۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۶۶۰۸۰۲



انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی
واحد علوم و تحقیقات تهران

عنوان کتاب	: طراحی شبکه های تامین آب
تالیف	: پ.ک.سوامی و ای.ک.شارما
ترجمه	: حسین بابازاده، محمدرضا بهشتی
ناشر	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
چاپ اول	: تابستان ۱۳۸۹
تیراژ	: ۲۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۱۱۰۰۰ تومان
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۲۳-۷۸۱-۴
	: ISBN:978-964-223-781-4

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

تقدیم به همسر مهربانم
حسین بابازاده

تقدیم به پدر و مادر فداکارم و همسر مهربانم
محمد رضا بهشتی

پیشگفتار

"طراحی شبکه‌های تامین آب" عنوان دومین کتابی است که توسط همکاران جوان و دانشمند آقایان دکتر حسین بابازاده و مهندس محمدرضا بهشتی از زبان انگلیسی به فارسی ترجمه و به وسیله انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی منتشر می‌شود.

مطالب این مجموعه تخصصی که در آن به یکی از مهم‌ترین زمینه‌های مسائل آب پراخته شده شامل کلیاتی در مورد تاریخچه شبکه‌های آبرسانی و طراحی سیستم‌های توزیع آب، مفاهیم هیدرولیک جریان در لوله‌ها، روش‌های تحلیل سیستم‌های توزیع آب، اصول کلی تحلیل شبکه‌های آبرسانی و ملاحظات طراحی این شبکه‌ها، روش‌های انتخاب و طراحی سیستم‌های انتقال و توزیع آب در شرایط مختلف ثقلی، پمپاژ، شاخه‌ای و حلقوی تک مخزنی و چند مخزنی و بالاخره بحث مقاومت‌سازی و بازسازی سیستم‌های موجود توزیع آب می‌باشد.

در کشور ما ایران به دلایل مختلف بحث طراحی شبکه‌های تامین آب از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و طبق شواهد موجود بهره‌گیری از روش‌های بهینه‌سازی در طراحی و ساخت و بهره‌برداری این شبکه‌ها در مراحل مقدماتی است. از این رو آگاهی و تسلط مهندسی جوان کشور که خوشبختانه در حال حاضر مسئولیت و مشارکت مشهودی در مسائل مهندسی عمومی و تخصصی عهده‌دار هستند می‌تواند راه را در بکارگیری این آگاهی‌ها هموارتر سازند و علاوه بر رعایت قواعد و شرایط تناسب و کارایی پروژه‌ها، صرفه‌جویی‌های قابل توجه و اقتصادی را نیز موجب گردد.

از فرصت استفاده می‌کنم و نقش ارزشمند گروه آموزشی علوم و مهندسی آب واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی را بخاطر برخورداری از مجموعه‌ای از اعضای هیئت علمی برجسته و فعال که کوشش‌های مستمری را در راه آموزش نیروهای جوان در سطوح مختلف تحصیلات تکمیلی و در گرایش‌های مختلف تخصصی آب معطوف می‌دارند یادآور می‌شوم. مترجمین این اثر علمی ارزشمند که می‌تواند در سطوح مختلف آموزشی مورد استفاده دانشجویان، و مهندسیین قرار گیرد و نیز به عنوان یک مرجع علمی معتبر در موسسات آموزشی، مطالعاتی و تحقیقاتی اثرگذار باشد، خود از دانش‌آموختگان و دانشجویان این گروه علمی هستند که یکی در کسوت هیات علمی و دیگری در حال حاضر دانشجوی دکتری تخصصی سازه‌های

آبی در کوتاه مدت خالق آثار مفید علمی تخصصی در رشته‌های مختلف علوم و مهندسی آب بوده‌اند. اینجانب از نعمت وجود همکاران عزیز نظیر آقای دکتر حسین بابازاده و دانشجوی محترمی مثل آقای مهندس محمدرضا بهشتی مترجمان این کتاب به خود می‌بالم و برای ایشان آرزوی موفقیت می‌کنم.

حسین صدقی

استاد و مدیر گروه علوم و مهندسی آب
دانشگاه آزاد اسلامی-واحد علوم و تحقیقات تهران

تنها با قلم آب می‌توان نوشت زندگی.

مقدمه مترجمین

با توجه به رشد سریع صنعت و توسعه زیربنایی شهری، مدیریت ساختارهای زیربنایی باید مجهز و کامل شوند که از جمله ساختارهای زیربنایی که از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشند، شبکه‌های آبرسانی است. این موضوع باعث گردیده که طراحی و بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع آب در ساختار مدیریت شهری امری حیاتی تلقی گردد. شبکه توزیع آب در حقیقت یک ساختار زیربنایی هیدرولیکی است که بخشی از سیستم آبرسانی محسوب می‌گردد و تجزیه و تحلیل آن نیز از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. این ساختار مجموعه‌ای از لوله‌ها، ابزارهای هیدرولیکی (پمپ‌ها، شیرآلات و اتصالات خطوط لوله) و مخازن می‌باشد. با توجه به هزینه‌های هنگفت اجرای شبکه‌های آبرسانی و نیز اهمیت تهیه و توزیع آب جهت مصارف گوناگون لازم است شبکه‌های توزیع آب بصورت واقعی مورد تحلیل و ارزیابی قرار گیرند.

براساس شواهد و مدارک موجود از طرح‌های عمرانی بویژه در بخش صنعت آب، بهره‌گیری از روش‌های بهینه‌سازی در طراحی شبکه‌های توزیع آب در کشور ما هنوز کاملاً نو و برای صنعت ناشناخته می‌باشد. شاید یکی از علل اصلی این امر نبود ارزیابی جامع در تعیین میزان صرفه جویی ممکن در هزینه‌های سرسام آور ساخت این شبکه‌ها در صورت بهره‌گیری از روش طراحی بهینه در مقایسه با روشهای سنتی و رایج در طراحی باشد. باید پذیرفت که چنانچه صنعت یا حداقل کارفرمایان صنعت بدانند که در صورت بکارگیری این روش‌ها، گذشته از آنکه طرح، تناسب و کارایی بیشتری دارد، مبالغ هنگفتی از هزینه پروژه صرفه جویی خواهد شد، بسیار بیش از این به این مقوله اهتمام خواهند ورزید.

مجموعه حاضر، ترجمه کتابی است جدید در زمینه توسعه مبانی و اصول نوین طراحی و بهره برداری شبکه‌های آبرسانی به عنوان یکی از شریان‌های اصلی و حیاتی ساختار مدیریت شهری که دربرگیرنده مفاهیم رایج و نوین طراحی مطلوب و بهینه سیستم‌های توزیع آب با اعمال ملاحظات اقتصادی و اعتمادپذیری می‌باشد و علاوه بر این، حاوی مثال‌ها و تمرینات گوناگونی است که یادگیری مفاهیم را آسان می‌نماید.

توسعه آگاهی و اطلاع از مباحث جدید و کاربردی برای کلیه مهندسان و محققان در رشته‌های عمران و مهندسی آب و نیز انطباق محتوی کتاب با اصول نوین طراحی شبکه‌های آبرسانی از جمله دلایل ترجمه این کتاب محسوب می‌شود. اگرچه در سال‌های اخیر، کتب متعددی در ارتباط با طراحی شبکه‌های آبرسانی توسط محققین و اساتید مجرب کشور نگاشته شده است لیکن در این میان کتابی که به تفصیل به مباحث و روابط خاص هیدرولیکی حاکم بر سیستم‌های آبرسانی پردازد، بسیار محدود و می‌توان گفت نایاب می‌باشد. از این رو انتظار می‌رود که ترجمه این کتاب بتواند به عنوان مکمل مرجع درسی برای دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری در رشته‌های عمران و مهندسی آب و نیز به عنوان راهنمای طراحی برای مهندسان درگیر در طراحی شبکه‌های آبرسانی، مفید واقع گردد. مطالب ارائه شده در این کتاب به گونه‌ای است که علاوه بر ارائه مفاهیم هیدرولیکی مورد نیاز مهندسین طراح جهت طراحی شبکه‌های آبرسانی، چند فصل از آن به کاربرد روشهای بهینه طراحی شبکه‌های توزیع آب و نیز اعمال راهکارهای مدیریتی شبکه در قالب ساماندهی و بازسازی شبکه‌های آبرسانی، ارائه گردیده است که در مجموع می‌توان از آن به عنوان رهنمود مناسبی جهت بهره برداران شبکه‌های توزیع آب و مهندسان طراحی این سیستم‌ها یاد نمود.

محتوای کتاب حاضر در قالب ۱۳ فصل سازماندهی شده است. در فصل اول، کلیاتی در ارتباط با تاریخچه شبکه‌های آبرسانی و پیکربندی سیستم‌های توزیع آب ارائه شده است. در فصل دوم در خصوص مفاهیم هیدرولیک جریان در لوله‌ها مطالبی بیان شده است. فصل سوم کتاب به بیان روش‌های تحلیل سیستم‌های توزیع آب می‌پردازد. در فصل چهارم، ملاحظات اقتصادی مورد نیاز جهت بررسی و تحلیل شبکه‌های آبرسانی ارائه شده است. فصل پنجم کتاب به ملاحظات طراحی و اصول کلی تحلیل شبکه آبرسانی می‌پردازد. روش انتخاب و طراحی سیستم انتقال آب بصورت ثقلی یا پمپاژ در فصول ششم و هفتم کتاب بحث شده است. طراحی سیستم توزیع آب شاخه‌ای با یک مخزن تامین کننده در فصل هشتم و طراحی سیستم توزیع شاخه‌ای با چند مخزن تامین کننده آب در فصل نهم ارائه شده است. همچنین طراحی سیستم‌های توزیع آب حلقوی با یک و چند مخزن تامین کننده آب بترتیب در فصول دهم و یازدهم تشریح شده است.

در فصل دوازدهم کتاب، تجزیه سیستم‌های بزرگ توزیع آب به سیستم‌های کوچک‌تر (فرعی) و سپس طراحی آنها تشریح شده است. یکی از جنبه‌های مهم طراحی و مدیریت شبکه‌های آبرسانی، بحث مقاوم‌سازی و بازسازی سیستم‌های موجود توزیع آب می باشد که روش‌های بازسازی این سیستم‌ها نیز در فصل سیزدهم ارائه شده است.

در ترجمه این مجموعه سعی گردیده که علاوه بر انتقال مفاهیم علمی، تا حد امکان حفظ امانت و روان بودن متن رعایت شود. همچنین تلاش گردیده معادل فارسی کلمات یا عبارات انگلیسی به نحوی انتخاب گردند که بیانگر هر چه بیشتر مفهوم کلمه باشند. با تمام تلاش و سعی مبذول شده در راستای ارائه ترجمه‌ای روان از کتاب، احتمال می‌رود نارسایی‌هایی در ترجمه متن اصلی وجود داشته باشد که بدین وسیله از کلیه متخصصین و صاحب‌نظران فن تقاضا می‌شود که مترجمین را از هرگونه نارسایی مطلع سازند.

در پایان مترجمین وظیفه خود می‌دانند تا از استاد فرزانه خود جناب پرفسور حسین صدقی مدیریت محترم گروه علوم و مهندسی آب واحد علوم و تحقیقات تهران که در طی ترجمه این کتاب، همواره از راهنمایی‌ها و نظرات آن عزیز بهره مند شده و زحمت تهیه مقدمه‌ای بر کتاب را نیز متقبل شده‌اند، نهایت سپاس و قدردانی را به عمل آورند. مترجمین کتاب بر خود لازم می‌دانند تا از شورای انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران جهت تصویب ترجمه کتاب و بخصوص سرکار خانم کاویانی جهت تسریع در فرایند تصویب تا چاپ و انتشار آن قدردانی نماید. در انتها نیز از زحمات سرکار خانم ساناز صولتی که در زمینه تایپ کتاب یاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

امید می‌رود که مطالب این کتاب مورد توجه و استفاده دانشجویان، اساتید و متخصصین علم مهندسی منابع آب و عموم علاقه‌مندان به این زمینه قرار گیرد و بتواند آنها را در دستیابی به مطالب جدیدتر یاری نماید.

حسین بابازاده h_babazadeh@srbiau.ac.ir

محمد رضا بهشتی Beheshti61@hotmail.com

تابستان ۱۳۸۹

فصل اول: مقدمه و کلیات ۱

- ۱-۱- پیشگفتار ۱
- ۲-۱- پیکربندی سیستم ۳
- ۳-۱- هیدرولیک جریان و تحلیل شبکه ۴
- ۴-۱- ملاحظات اقتصادی ۷
- ۵-۱- ملاحظات طراحی ۸
- ۶-۱- انتخاب سیستم‌های پمپاژ و ثقلی ۹
- ۷-۱- تحلیل تلفیقی شبکه ۹
- ۱-۷-۱- طراحی قطعه به قطعه زیر سیستم ۱۱
- ۲-۷-۱- طراحی سیستم بصورت یکپارچه ۱۱
- ۳-۷-۱- تفکیک منطقه مورد مطالعه به نواحی بهینه برای اهداف طراحی ۱۲
- ۸-۱- بازسازی و بهسازی سیستم‌های موجود توزیع آب ۱۲
- ۹-۱- انتقال مواد جامد در خطوط انتقال ۱۳
- ۱۰-۱- چشم‌انداز کتاب ۱۳

فصل دوم: مبانی و اصول جریان در خط لوله ۱۷

- ۱-۲- مقاومت سطحی ۲۰
- ۲-۲- مقاومت فرم ۲۴
- ۱-۲-۲- خم‌ها ۲۵
- ۲-۲-۲- زانویی‌ها ۲۶
- ۳-۲-۲- شیرآلات ۲۷
- ۱-۳-۲-۲- شیر کشویی ۲۷
- ۲-۳-۲-۲- شیر پروانه ای ۲۸
- ۴-۲-۲- تبدیل‌ها ۲۹
- ۱-۴-۲-۲- انقباض تدریجی ۳۰
- ۲-۴-۲-۲- انبساط تدریجی ۳۰
- ۳-۴-۲-۲- تبدیل‌های افزاینده بهینه ۳۱
- ۴-۴-۲-۲- انبساط ناگهانی ۳۲
- ۵-۴-۲-۲- انقباض ناگهانی ۳۳
- ۵-۲-۲- گره لوله ۳۳
- ۶-۲-۲- ورودی لوله ۳۴
- ۷-۲-۲- خروجی لوله ۳۴

شماره صفحه	فهرست عناوین
۳۵	۲-۲-۸- افت فرم کلی
۳۶	۲-۲-۹- جریان درون لوله تحت شرایط سیفونی
۴۱	۲-۳-۳- مسائل جریان در لوله
۴۲	۲-۳-۱- مسئله تعیین مقدار بار آبی در گره‌ها
۴۲	۲-۳-۲- مسئله تعیین دبی
۴۳	۲-۲-۳- مسئله تعیین قطر لوله
۴۷	۲-۴-۴- لوله‌های معادل
۴۸	۲-۴-۱- لوله‌های سری
۵۱	۲-۴-۲- لوله‌های موازی
۵۳	۲-۵- رابطه افت فشار در جریان های غلیظ
۵۶	۲-۶- رابطه افت فشار برای انتقال مواد جامد
۶۵	فصل سوم: تحلیل شبکه آبرسانی
۶۵	۳-۱-۱- الگوی تقاضای آب
۶۷	۳-۲-۲- افت فشار در خط لوله
۶۷	۳-۲-۱- افت فشار در حالت برداشت تجمعی آب از شبکه
۶۷	۳-۲-۲- افت فشار در حالت برداشت توزیعی آب از شبکه
۶۹	۳-۳-۳- تحلیل خطوط انتقال آب
۷۱	۳-۴-۴- تحلیل خطوط توزیع آب
۷۳	۳-۵-۵- مشخصات هندسی شبکه لوله‌ها
۷۴	۳-۶-۶- تحلیل شبکه‌های شاخه‌ای
۷۶	۳-۷-۷- تحلیل شبکه‌های حلقوی
۷۷	۳-۷-۱- روش هاردی کراس
۸۸	۳-۷-۲- روش نیوتن-رافسون
۹۴	۳-۷-۳- روش تتوری خطی
۹۹	۳-۸-۸- تحلیل شبکه‌های آبرسانی دارای چند منبع ورودی
۱۰۰	۳-۸-۱- داده‌های مربوط به لوله‌ها
۱۰۱	۳-۸-۲- داده‌های مربوط به نقاط ورودی
۱۰۲	۳-۸-۳- داده‌های مربوط به حلقه
۱۰۲	۳-۸-۴- اتصال لوله-گره
۱۰۳	۳-۸-۵- تحلیل شبکه
۱۰۸	۳-۹-۹- تشریح مسیر جریان

فصل چهارم: ملاحظات اقتصادی..... ۱۱۳

۱-۴-۱-۱-۴	توابع اقتصادی.....	۱۱۶
۱-۴-۱-۱-۴	منبع تامین آب و توسعه آن.....	۱۱۶
۱-۴-۲-۱-۴	خطوط لوله.....	۱۱۸
۱-۴-۳-۱-۴	مخزن اضطراری.....	۱۲۳
۱-۴-۴-۱-۴	هزینه انشعاب شهری.....	۱۲۵
۱-۴-۴-۱-۴	هزینه انشعاب شهری.....	۱۲۵
۱-۴-۵-۱-۴	هزینه انرژی.....	۱۲۵
۱-۴-۶-۱-۴	هزینه اجرا.....	۱۲۵
۲-۴-۲-۴	قیمت‌گذاری عمر پروژه (LCC).....	۱۲۶
۳-۴-۳-۴	یکسان‌سازی هزینه‌ها.....	۱۲۷
۱-۳-۴-۱-۴	روش تجمیع سرمایه.....	۱۲۸
۲-۳-۴-۲-۴	روش پرداخت‌های سالانه.....	۱۳۰
۳-۳-۴-۳-۴	ارزش خالص فعلی.....	۱۳۱
۴-۴-۴-۴	پارامترهای تابع هزینه.....	۱۳۳
۵-۴-۵-۴	ضریب هزینه نسبی.....	۱۳۴
۶-۴-۶-۴	اثر تورم.....	۱۳۵

فصل پنجم: اصول کلی تحلیل شبکه..... ۱۴۱

۲-۵-۲-۵	محدودیتها.....	۱۴۲
۱-۵-۱-۱-۵	محدودیت‌های ایمنی.....	۱۴۳
۲-۵-۲-۱-۵	محدودیت‌های سیستم.....	۱۴۴
۲-۵-۲-۵	فرمولبندی مسئله.....	۱۴۵
۳-۵-۳-۵	گرد کردن متغیرهای طراحی.....	۱۴۶
۴-۵-۴-۵	پارامترهای مهم در تعیین ابعاد شبکه.....	۱۴۶
۱-۴-۵-۱-۴-۵	تقاضای آب یا نیاز آبی.....	۱۴۷
۲-۴-۵-۲-۴-۵	نرخ تامین آب.....	۱۴۸
۳-۴-۵-۳-۴-۵	ضریب بیک مصرف.....	۱۵۰
۴-۴-۵-۴-۴-۵	حداقل فشار مورد نیاز.....	۱۵۳
۵-۴-۵-۵-۴-۵	حداقل قطر خط اصلی سیستم توزیع.....	۱۵۳
۶-۴-۵-۶-۴-۵	حداکثر قطر سیستم توزیع آب.....	۱۵۴
۷-۴-۵-۷-۴-۵	ملاحظات اعتمادپذیری.....	۱۵۴

شماره صفحه	فهرست عناوین
۱۵۶	۵-۴-۸- دوره طراحی سیستم‌های تأمین آب
۱۵۸	۵-۴-۹- نواحی تأمین آب
۱۵۹	۵-۴-۱۰- انتخاب کلاس و جنس لوله
۱۶۱	فصل ششم: خطوط انتقال آب
۱۶۲	۶-۱- خطوط اصلی ثقیلی
۱۶۵	۶-۲- خط اصلی پمپاژ
۱۶۷	۶-۲-۱- طراحی به روش تکرار
۱۶۹	۶-۲-۲- روش طراحی صریح
۱۷۱	۶-۳- پمپاژ مرحله‌ای
۱۷۲	۶-۳-۱- خط لوله طولانی در مناطق مسطح
۱۷۸	۶-۳-۲- خط لوله در مناطق با اختلاف ارتفاع زیاد
۱۸۴	۶-۴- اثر رشد جمعیت
۱۸۶	۶-۵- انتخاب بین سیستم‌های ثقیلی و پمپاژ
۱۸۷	۶-۵-۱- ضابطه انتخاب خط اصلی ثقیلی
۱۹۳	فصل هفتم: خطوط اصلی توزیع آب
۱۹۳	۷-۱- خطوط اصلی توزیع آب ثقیلی
۱۹۸	۷-۲- خطوط اصلی توزیع پمپاژ
۲۰۳	فصل هشتم: سیستم توزیع آب شاخه‌ای با یک منبع ورودی
۲۰۶	۸-۱- سیستم توزیع آب شاخه‌ای ثقیلی
۲۰۶	۸-۱-۱- سیستم‌های توزیع آب شعاعی
۲۰۷	۸-۱-۲- سیستم توزیع آب شاخه‌ای
۲۰۷	۸-۱-۲-۱- روش قطر پیوسته
۲۱۲	۸-۱-۲-۲- روش قطر گسسته
۲۱۷	۸-۲- سیستم‌های پمپاژ شاخه‌ای
۲۱۹	۸-۲-۱- سیستم‌های شعاعی
۲۲۳	۸-۲-۲- سیستم‌های پمپاژ شاخه‌ای
۲۳۲	۸-۳- روش شناسی انتخاب جنس و کلاس لوله
۲۳۷	فصل نهم: سیستم توزیع آب حلقوی تک مخزنه
۲۳۹	۹-۱- سیستم‌های توزیع آب حلقوی و ثقیلی

شماره صفحه	فهرست عناوین
۲۴۴	۹-۱-۱- روش قطر پیوسته.....
۲۴۸	۹-۱-۲- روش قطر گسسته.....
۲۵۲	۹-۲- سیستم پمپاژ.....
۲۵۵	۹-۱-۲- روش قطر پیوسته.....
۲۶۱	۹-۲-۲- روش قطر گسسته.....
۲۶۷	فصل دهم: سیستم‌های شاخه‌ای با مخازن ورودی مختلف.....
۲۶۹	۱۰-۱- سیستم‌های شاخه‌ای با توزیع ثقلی آب.....
۲۷۱	۱۰-۱-۱- روش قطر پیوسته.....
۲۷۵	۱۰-۲-۱- روش قطر گسسته.....
۲۸۰	۱۰-۲- سیستم شاخه‌ای توزیع آب به روش پمپاژ.....
۲۸۴	۱۰-۱-۲- روش قطر پیوسته.....
۲۸۸	۱۰-۲-۲- روش قطر گسسته.....
۲۹۳	فصل یازدهم: سیستم‌های توزیع آب حلقوی با مخازن ورودی متعدد.....
۲۹۴	۱۱-۱- سیستم‌های حلقوی از نوع ثقلی.....
۲۹۶	۱۱-۱-۱- روش قطرهای پیوسته.....
۳۰۳	۱۱-۲-۱- روش قطر گسسته.....
۳۰۷	۱۱-۲- سیستم‌های توزیع آب پمپاژ.....
۳۱۱	۱۱-۱-۲- روش قطر پیوسته.....
۳۱۱	۱۱-۲-۲- روش قطر گسسته.....
۳۱۵	فصل دوازدهم: تجزیه سیستم‌های توزیع آب بزرگ و تعیین ابعاد ناحیه بهینه... ..
۳۱۶	۱۲-۱- تجزیه شبکه توزیع آب حلقوی بزرگ با مخازن ورودی متعدد.....
۳۱۶	۱۲-۱-۱- تشریح شبکه.....
۳۱۷	۱۲-۲-۱- تحلیل اولیه شبکه.....
۳۲۲	۱۲-۳-۱- مسیر جریان در لوله‌ها و انتخاب منبع آب.....
۳۲۶	۱۲-۴-۱- ایجاد مسیر جریان از طریق اتصال مخازن ورودی.....
۳۳۰	۱۲-۵-۱- تعیین لوله ضعیف برای قطع مسیر.....
۳۳۰	۱۲-۵-۱- طراحی یک مسیر.....
۳۳۷	۱۲-۶-۱- سنتز شبکه.....
۳۴۰	۱۲-۲- تعیین ابعاد بهینه ناحیه تأمین آب.....
۳۴۱	۱۲-۲-۱- نواحی دایره‌ای شکل.....

شماره صفحه	فهرست عناوین
۳۴۱	۱۲-۲-۱-۱- هزینه سیستم توزیع.....
۳۴۵	۱۲-۲-۱-۲- هزینه خطوط و اتصالات سرویس.....
۳۴۶	۱۲-۲-۱-۳- هزینه سیستم به ازای دبی واحد.....
۳۴۷	۱۲-۲-۱-۴- بهینه‌سازی.....
۳۵۱	۱۲-۲-۲- ناحیه نواری شکل.....
۳۶۳	فصل سیزدهم: بازسازی و ساماندهی سیستم‌های توزیع آب.....
۳۶۴	۱۳-۱- شبکه‌های موازی.....
۳۶۴	۱۳-۱-۱- خطوط انتقال آب ثقلی و موازی.....
۳۶۵	۱۳-۱-۲- خطوط انتقال آب پمپاژ و موازی.....
۳۶۸	۱۳-۱-۳- خطوط توزیع آب بصورت پمپاژ و موازی.....
۳۶۹	۱۳-۱-۴- سیستم پمپاژ موازی از نوع شعاعی.....
۳۷۱	۱۳-۲- بهسازی سیستم توزیع آب.....
۳۷۱	۱۳-۲-۱- بهبود دبی سیستم توزیع.....
۳۷۵	۱۳-۲-۲- بهسازی خطوط لوله پمپاژ.....
۳۷۷	۱۳-۲-۳- بهسازی خط لوله توزیع آب.....
۳۸۱	۱۳-۲-۴- بهسازی شبکه توزیع آب.....
۳۸۹	پیوست الف: برنامه ریزی خطی.....
۳۹۷	پیوست ب: برنامه ریزی هندسی.....
۴۰۵	پیوست ج: برنامه رایانه‌ای تحلیل شبکه توزیع آب.....