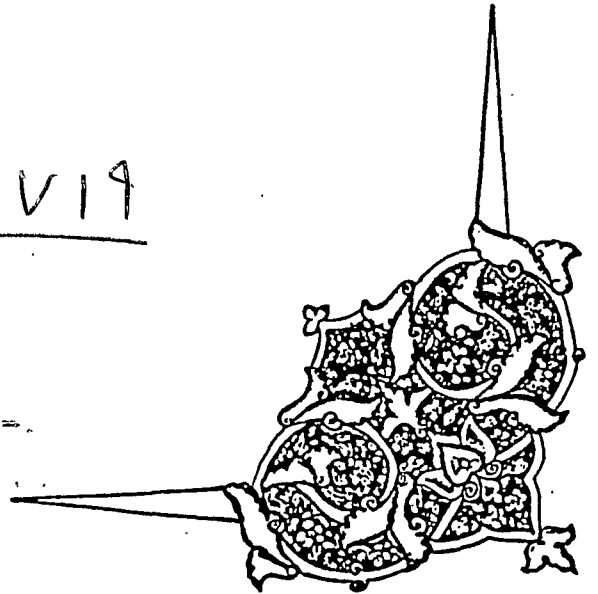
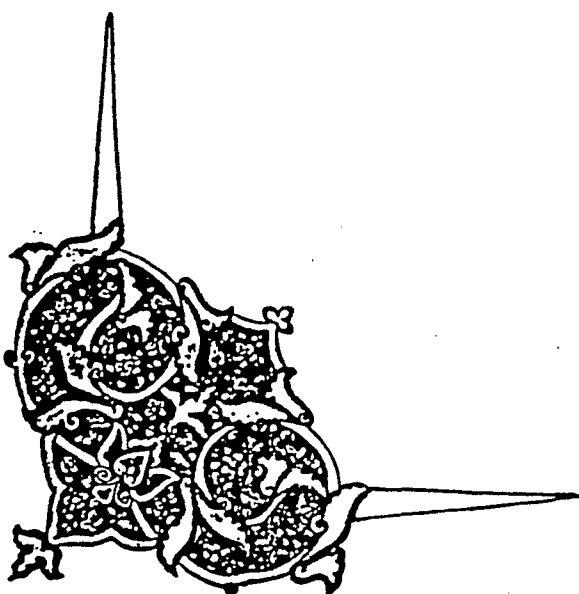


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

17719





دانشگاه صنعتی اصفهان

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان :

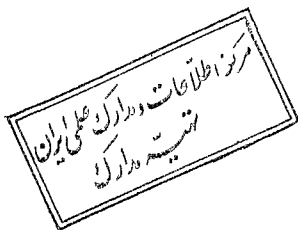
تعیین قطراقتصادی لوله‌ها در شبکه‌های توزیع آب

توسط :

مهدی بیجاری

زیر نظر :

جناب آقای دکتر فرهاد کیا نفر



مرکز برنامهریزی سیستمها

دانشگاه صنعتی اصفهان

۱۳۷۲ / ۷ / ۲۱

تابستان ۱۳۶۹

این پایان نامه در جلسه مورخ ۶۹/۵/۲۰ کمیته پایان نامه متشکل از

اساتید ذیل مورد بررسی و تأیید قرار گرفت .

.....
.....
.....
.....

۱- آقای دکتر احمد ابریشمچی

۲- آقای دکتر هدایت ذکائی آشتیانی

۳- آقای دکتر فرها دکیانفر

تقدیم به :

پدر و مادرم ،

که تا کنون سنگینی بار همهء مشکلات مرا به دوش کشیده اند و هر آنچه

را که داشته ام مدیون ایشانم .

و تمامی معلمان و استادانم ،

که دانسته هایم را به آنان مدیونم و رسیدنم تا به اینجا جز به

یاری آنان ممکن نبود .

* سپاس *

سپاس خدای را که ابتدا و انتهای عالم است و هر چه طلب کردم از او به منتهای مطلب
کامران شدم . تحریر این پایان نامه را مرهون و مدیون را هنمائیها و کمکیهای فکری و
دانسته های اشخاص زیر می دانم که لازم است از فرد فرد آنان تشکر و قدردانی کنم .
موضوع پایان نامه ابتدا " از جانب آقای مهندس معمار پور مدیر عامل محترم کمیته
آب و فاضلاب اصفهان مطرح و آغاز گرانجام کار در این زمینه شد و در ادامه بررسی موضوع و
نیاز را هنمائیهای ایشان بهره جسته ام . اطلاعات یکی از مثالهای حل شده نیز از کمیته
آب و فاضلاب اصفهان اخذ و مورد عمل قرار گرفته است . لازم است از همکاریهای ایشان و
دیگر کارشناسان این کمیته تشکر کنم .

در انجام این پایان نامه یاری اساتید محترم ذیل که به ترتیب حروف الفبا نامبرده
شده اند ، بسیار سودمند بوده است :

استاد محترم آقای دکتر ابریشمچی ، با وجود مشغله زیاد و فرصت کم در هر موقعیتی
که به ایشان مراجعه کرده ام ، من را شرمنده الطاف و همت والای خود کرده و از اطلاعات وسیع
خود بهره مند نموده اند . رهنمودهای استاد گرامی جناب آقای دکتر آشتیانی نیز بسیار
ارزشمند بوده است و اینجانب از معلومات عمیق ایشان در مورد شبکه ها بسیار بهره جسته ام و
از اینکه زحمت مطالعه و تصحیح دقیق متن پایان نامه را تقبل کرده اند ، سپاسگزارم .
در تمامی مراحل انجام پایان نامه ، از را هنمائیها و کمکیهای مفید و ارزنده استاد
ارجمندم جناب آقای دکتر کیا نفر بهره مند بوده ام . نه تنها در زمان نوشتن پایان نامه
که در تمام دوران تحصیل در دانشگاه صنعتی اصفهان همواره مرهون ایشان بوده ام و در این
مدت هیچگاه در اتاق ایشان را به روی خود و دانشجویان دیگر بسته ندیده ام .

* چکیده *

حل هر شبکه توزیع آب از نظر هیدرولیکی می تواند پدیا سخهاى متعدد و متفا و تى داشته باشد که از نظر طرا حى و فنى قابل قبول و اجرا باشد ، ولى تعيين و انتخاب بهترين شبکه از نظر اقتصادى امرى مشکل و احتمالاً " غير ممکن است .

در اين پايان نامه موضوع پيدا کردن قطرا قتصادى لوله ها در شبکه هاى توزیع آب بررسى شده است . مدل رياضى اين مسئله به صورت مدل برنا مه ريزى غير خطى است و حل آن در ابعاد عملى بسيار مشکل است . متخصصين و محققين روشهاى متفا و تى جهت بهينه نمودن شبکه توزیع آب ارائه کرده اند ، اما براساس روشهاى پيانشهاى تا کنون موفق به پيدا کردن بهترين شبکه نشده اند . روش ابتكارى پيانشهاى شده در اين پايان نامه جهت شبکه هاى يك منبعى با طرح استقرار مشخص و ثابت است . روش مبتنى بر پيدا کردن جريانهاى بهينه در شبکه با استفاده از کوتاه ترين مسيرو سپس حل يك مدل برنا مه ريزى غير خطى براى دست يابى به قطر بهينه لوله ها در شبکه مى باشد . گرچه روش پيانشهاى مذکور در اين پايان نامه نيز به بهينه واقعى دست رسى پيدانمى کند ، اما نسبت به بيشتر روشهاى ارائه شده قبلى پاسخ بهتر و دقيقتر است . برخى از ايده هاى استفاده شده در روش و مدل سازى ابتكارى ، براى اولين بار مطرح مى شود و از حيث ساده سازى و سرعت حل مدل شاين توجه است . براى حل مسئله از نرم افزارهاى موجود براى يافتن کوتاه ترين مسيرو حل برنا مه ريزى غير خطى و نيز برنا مه هاى نوشته شده توسط اينجا نب استفاده شده است .

* فهرست مطالب *

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	فصل اول : مقدمه
۵	فصل دوم : طراحی و محاسبه شبکه های لوله کشی آب
۵	۱-۲ : انواع شبکه های لوله کشی آب
۶	۲-۲ : قوانین هیدرولیکی
۸	۳-۲ : محدودیت های فنی
۸	۱-۳-۲ : محدودیت سرعت
۱۰	۲-۳-۲ : محدودیت فشار
۱۰	۳-۳-۲ : محدودیت قطر لوله
۱۱	۴-۲ : محاسبه شبکه های شاخه ای
۱۱	۵-۲ : محاسبه شبکه های حلقه ای
۱۳	۱-۵-۲ : روش های ردی کراس
۱۵	۲-۵-۲ : روش حل دستگانه n معادله و n مجهول
۱۶	فصل سوم : مروری بر کارهای انجام شده در زمینه طرح بهینه شبکه های توزیع آب
۱۶	۱-۳ : روش لای و شاکه
۱۸	۲-۳ : روش کوین دری و همکاران
۱۹	۳-۳ : روش آلپرویتس و شامیر
۲۴	۴-۳ : روش مورگان و گولتر
۲۸	۵-۳ : روش گسلر و والسکی

عنوان

صفحه

۳۰	..... ۶-۳ : روش‌بی‌ها و
۳۵	..... فصل چهارم : روش‌پیشنهادی
۳۵	..... ۱-۴ : مدل سازی
۳۹	..... ۲-۴ : تبیین و توضیح روش
۳۹	..... ۱-۲-۴ : پیدا کردن جریان‌ها و جهت‌های بهینه
۴۱	..... ۲-۲-۴ : پیدا کردن قطرهای بهینه
۴۴	..... ۳-۲-۴ : گام‌های روش
۴۵	..... ۳-۴ : توسعه مدل
۴۵	..... ۱-۳-۴ : توسعه مدل برای در نظرگیری پمپ
۴۷	..... ۲-۳-۴ : توسعه مدل برای بدست آوردن فضا ربهینه منبع
۴۷	..... ۳-۳-۴ : توسعه مدل برای در نظرگیری با رآتش نشانی
۴۸	..... ۴-۳-۴ : اصلاح روش برای شبکه‌های بزرگ
۴۹	..... ۴-۴ : مقایسه روش‌پیشنهادی با روش‌های قبلی
۵۲	..... ۵-۴ : تبدیل قطرهای بدست آمده به قطرهای موجود در بازار
۵۲	..... فصل پنجم : حل مثال با روش‌پیشنهادی
۵۲	..... ۱-۵ : مسئله تونل‌های تأمین آب شهر نیویورک
۶۱	..... ۲-۵ : مثال شبکه شهر گل آرا
۷۳	..... فصل ششم : پیشنهادات و زمینه‌های تحقیقات بعدی
۷۵	..... ضمائم : برنامه‌های استفاده شده
۷۷	..... ضمیمه ۱ : مدل مثال ۱
۷۸	..... ضمیمه ۲ : مدل مثال ۲

عنوان

صفحه

۸۰	.....	ضمیمه ۳ : برنامه MM
۸۳	.....	ضمیمه ۴ : لیست برنامه های M_{22} و SIZE
۸۴	.....	ضمیمه ۵ : لیست برنامه SI
۸۶	.....	منابع و مآخذ

* مقدمه *

تا ریخ آبرسانی از دورانی آغاز گردیده که انسان زیست‌گروهی را برگزید، لذا بمنظور تأمین نیاز روزمره خود و در دسترس داشتن مستمر آب، اولین شهرها را بر کرانه رودخانه‌ها و از جمله نیل، دجله و سند بنا نهاد. در مناطقی که به ضرورت اقامت گزید و منابع آب کافی در اختیار نداشت برای رفع نیازهای خود اقدام به حفر چاه و کنندن کانال و آبراهها نمود و چون آبهای موجود که در اختیار داشت از نظر کمی و کیفی جوابگوی نیازهای جامعه روبه رشد را نداشت به فکر جابجایی آب افتاد و از این رهگذر تکنیک آبیاری و آبرسانی را ایجاد کرد.

افزایش روزافزون جمعیت شهرها و پیشرفت صنایع در تمام کشورهای جهان برای آبرسانی شهرها مسئله بسیار مهم و پیچیده‌ای به وجود آورده که حل آن تنها با کمک متخصصین کارآموده امکان پذیر می باشد. طرح تأسیسات آبرسانی زمانی رضایت بخش خواهد بود که طراحان مطالعات مقدماتی کافی در مورد امکانات هیدرولیکی محل، مقدار آب موجود، مقدار آب مصرفی در حال و آینده، افزایش جمعیت در آینده و نیز نیاز صناعی که در آن ناحیه مستقر می باشند و یا در آینده تأسیس خواهند شد، به عمل آورده باشند.

شبکه آبرسانی شهرها دارای وظایفی در تأمین آب مورد نیاز می باشند که مهمترین آنها عبارتند از: تأمین آب آشامیدنی، تأمین آب مورد نیاز دستگاہها و کارخانجات کوچک و بزرگ، تأمین آب مورد نیاز برای آبیاری فضاهای سبز و استخرها، تأمین آب سازمان آتش نشانی در مواقع آتش سوزی و غیره. شبکه آبرسانی شهری باید قادر باشد نیازهای مذکور و نظایر آنها را از نظر کیفی (خواص فیزیکی و شیمیایی آب) و از نظر کمی

(دبی و فشار آب) برابر استانداردهای موجود بنحوا حسن انجام دهد. تأمین آب مورد نیاز باید در سخت ترین شرایط زمانی و مکانی و شرایط اضطراری امکان پذیر باشد. تأسیسات آبرسانی شهری متشکل است از:

۱- تأسیسات مربوط به برداشت آب از چاهها ، چشمه ها ، رودخانه ها و سدها

۲- تأسیسات تصفیه آب شامل استخرهای ته نشینی ، صافی ها ، دستگاہهای هوا -

رسانی و گند زدائی آب

۳- تأسیسات ذخیره آب و ایجاد فشار در شبکه نظیر منبع های هم سطح زمین ، منبع های

بلند و بالاخره منبع های بلند پایه دار (برجهای آب)

۴- شبکه پخش آب در شهر شامل لوله های اصلی و فرعی ، شیرها و ...

۵- قسمت های مربوط به انشعابهای مصرف کنندگان .

شبکه لوله کشی قسمتی از تأسیسات آبرسانی شهری است که آب مورد نیاز را به مصرف کنندگان می رساند. شبکه پخش آب در شهر حدود ۵۰ تا ۹۰ درصد تمام هزینه تأسیسات آبرسانی را به خود اختصاص می دهد. با توجه به حجم سرمایه گذاری در این قسمت استفاده از روشهای علمی بهینه سازی می تواند عامل مؤثری در تقلیل هزینه ها شود. برای یک سیستم توزیع آب ترکیبات بسیار متفاوتی از لوله ها را می توان در نظر گرفت که کلیه این ترکیبات قادر به توزیع آب مورد نیاز مصرفی می باشند. اما از میان آنها طرح شبکه ای با بهترین و اقتصادی ترین ترکیب کاری مشکل است. در هر شبکه حلقوی قطر هر یک از لوله ها بر روی دبی آب سایر لوله های حلقه تأثیر می گذارد و به همین دلیل یک کارشناس به هیچ وجه نمی تواند اطمینان یا بدکه با انتخاب یک ترکیب خاص از لوله ها با صرفه ترین طرح و یا طرحی نزدیک به آن را انتخاب کرده است. در سالهای اخیر تحقیقات زیادی جهت پیدا کردن شبکه بهینه توزیع آب انجام گردیده و اقتصادی بودن هزینه ایجاد شبکه مورد توجه واقع شده است.

هدف این پایان نامه ارائه روشی بر اساس تکنیکهای "تحقیق در عملیات"^۱ برای حل مسئله پیدا کردن قطره‌های اقتصادی در یک شبکه توزیع آب است. بدلیل ساختار مسئله فوق که مدل برنامه ریزی ریاضی آن بصورت مدل برنامه ریزی غیرخطی است حل این مسئله در ابعاد عملی بسیار مشکل است، لذا برای حل مسئله با مدل رابطه نوعی ساده‌سازی کرد. هیچکدام از روشهای قبلی در این زمینه به جواب بهینه واقعی مسئله دست نمی‌یابد و مسئله را بصورت تقریبی حل می‌کنند. روش ابتکاری وابداعی پیشنهاد شده در این پایان نامه بر اساس پیدا نمودن جریانهای بهینه در شبکه با استفاده از کوتاهترین مسیر^۲ و سپس حل یک مدل برنامه ریزی غیرخطی^۳ برای بدست آوردن قطرهای بهینه است. فرض بر این است که شبکه توزیع آب دارای یک منبع و طرح استقرار مشخص و ثابت است. روش پیشنهادی در این پایان نامه نیز ابتکاری^۴ بوده و به بهینه واقعی مسئله دست پیدا نمی‌کند، ولی در مقایسه با بیشتر روشهای ارائه شده قبلی جواب بهتر و دقیق تری میدهد. برخی از ایده‌های استفاده شده در روش و مدل سازی برای اولین بار مطرح می‌شود و از جهت ساده سازی و سرعت حل مدل قابل توجه است. برای حل مثالها از نرم افزارهای که توسط استاد ارجمند جناب آقای دکتر آشتیانی برای بدست آوردن کوتاهترین مسیر آماده شده و نرم افزار جینو^۵ برای حل مدل برنامه ریزی غیرخطی و نیز برنامه‌های که توسط اینجانب نوشته شده، استفاده شده است.

اکنون مطالب منعکس در فصول پایان نامه به اختصار توضیح داده می‌شود. فصل دوم پایان نامه مربوط به تشریح پاره‌ای مطالب ضروری در مورد طراحی و محاسبه شبکه‌های

1. *Operations Research*

3. *Non Linear Programming*

2. *Shortest Path*

4. *Heuristic*

5. *Gino*

لوله‌کشی آب است. فصل سوم به توضیح و بررسی کارهای انجام شده قبلی اختصاص دارد. در فصل چهارم مدل ریاضی ساخته شده و روش پیشنهادی ارائه گردیده، همچنین توسعه مدل برای حالت‌های مربوط به در نظرگیری با رآتش نشانی، وجود پمپ در شبکه، یافتن فشار بهینه منبع و حل مسئله برای شبکه‌های بزرگ بحث و بررسی شده است و روش پیشنهادی با روش‌های قبلی مقایسه گردیده است. فصل پنجم اختصاص به حل مثال با روش پیشنهادی دارد و نتایج حاصل از آن بررسی شده است. در این فصل دو مثال حل شده، یکی مثال مربوط به تونل‌های تأمین آب شهر نیویورک که جواب آن با جواب‌های بدست آمده در روش‌های قبلی مقایسه شده و دیگری مثال مربوط به شبکه شهر گل آرا از توابع کاشان که با روش هاردی کراس^۱ توسط کمیته تحقیقات آب و فاضلاب اصفهان قبلاً طراحی شده است و با روش بهینه‌سازی پیشنهادی مسئله حل شده و جواب آن مقایسه گردیده است. سرانجام در فصل ششم پیشنهادات و زمینه‌های تحقیقات بعدی مطرح می‌گردند. امید اینکه حاصل این تحقیق و ایجاد این روش در حد خود بعضی از نیازهای بهینه‌سازی شبکه‌های آب را مرتفع و زمینه‌های تحقیقات بعدی وسیله پژوهشگران و متخصصین در دست‌یابی به روش‌های کاملتر و بهتر گردد.

* طراحی و محاسبه شبکه‌های لوله‌کشی آب *

۱-۲ : انواع شبکه‌های لوله‌کشی آب

شبکه‌های لوله‌کشی آب دارای انواع زیرند :

الف - شبکه‌های شاخه‌ای :

درین شبکه‌ها که برابر شکل (۱-الف) مانند درخت هستند و ساده‌ترین نوع شبکه‌ها را تشکیل می‌دهند ، جریان آب همیشه یک‌طرفه و از سوی شاخه بزرگتر به شاخه کوچکتر متوجه می‌باشد . محاسبه این شبکه‌ها ساده ولی عیب مهم آنها این است که در موقع شکست لوله‌ای تمام قسمت‌های واقع در پشت سر آن بی آب می‌مانند . بعلاوه در انتهای شاخه‌ها بعلت مصرف کم آب ، ممکن است آب مدتی ساکن بماند که در تغییر مزه آن بی تأثیر نیست و نیز در این نوع شبکه‌ها بعلت یکسوی بودن همیشگی جریان و کم بودن سرعت در شاخه‌های فرعی ته‌نشینی بیشتری صورت می‌گیرد .

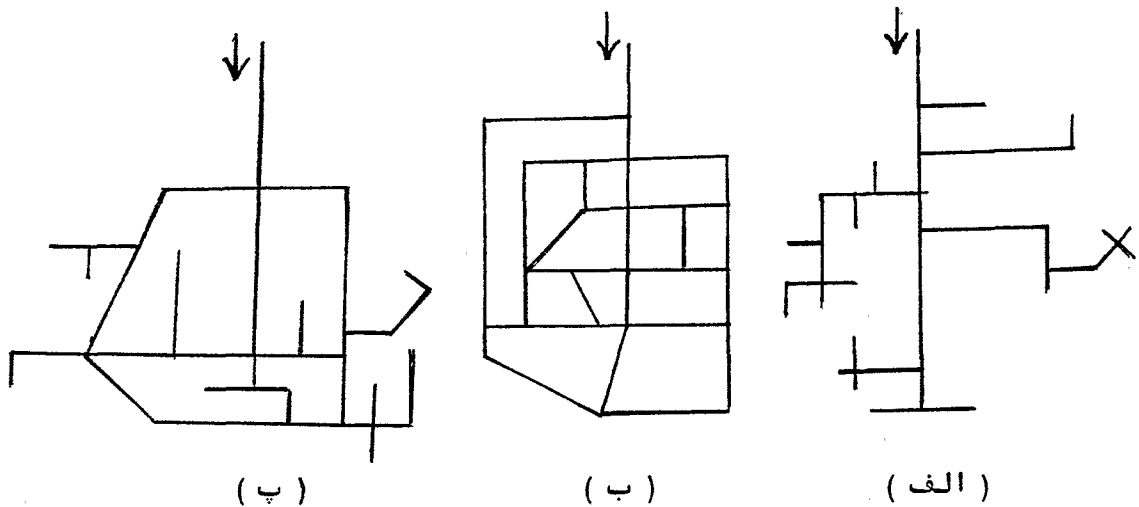
ب - شبکه‌های حلقه‌ای :

اگر مانند شکل (۱-ب) انتهای شاخه‌های شبکه شاخه‌ای را به همدیگر وصل نماییم ، شبکه حلقه‌ای بدست می‌آید . درین شبکه‌ها آب در لوله‌ها بسته به محل مصرف تغییر جهت می‌دهد و هر ناحیه از دو یا چند جهت امکان آبرسانی دارد . این شبکه‌ها عیب‌های شبکه‌های شاخه‌ای را ندارند ، ولی هزینه ساختمان آنها بیشتر و محاسبه آنها بعلت مشخص نبودن جهت جریان در لوله‌ها مشکل‌تر است .

پ - شبکه های درهم :

چون ساختمان شبکه های حلقه ای خیلی گران تمام می شوند و همیشه با صرفه نیستند لذا در عمل برای شبکه های لوله کشی شهرها از هر دو گونه شبکه استفاده می شود ، مانند شکل

(۱ - پ)



شکل ۱ : انواع شبکه های پخش آب در شهرها

۲-۲- قوانین هیدرولیکی :

منظور از محاسبه شبکه لوله کشی آب تعیین قطرهای مناسب و محاسبه فشار در نقاط گوناگون شبکه است . آب در لوله های آبرسانی برخلاف لوله های فاضلاب همیشه توأم با فشار جریان می یابد . برای تعیین قطر لوله ها و محاسبه افت فشار در آنها کاربرد رابطه کافیسیت :

الف - اصل بقا جرم یا رابطه پیوستگی :

از اصل بقا جرم که رابطه پیوستگی نیز گفته می شود ، همبستگی دبی جریان با سرعت

و سطح مقطع لوله بدست می آید . . .