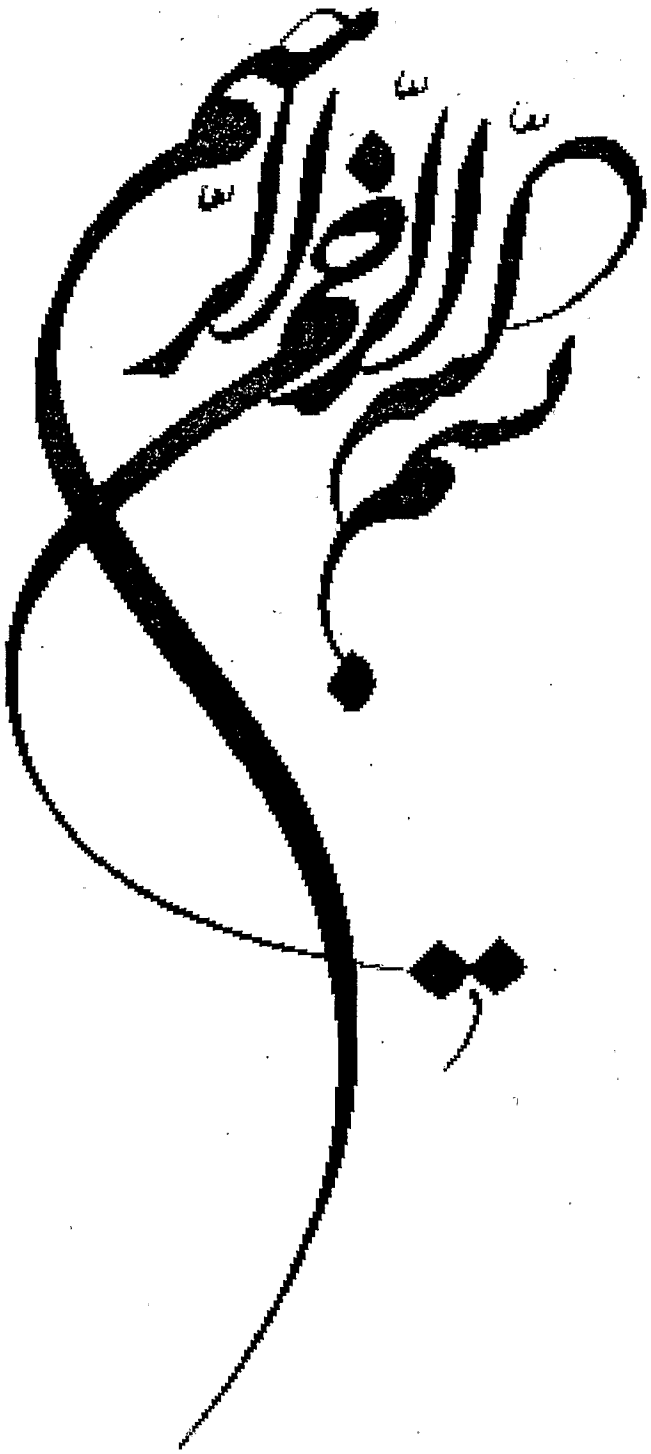

١٠٨٦١٩

۸۷/۱۱/۱۰۴۰۲
۸۷/۱۱/۱۷

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک (گرایش تبدیل انرژی)

طراحی بهینه سیستمهای انتقال آب با استفاده از الگوریتم ژنتیک

۱۳۸۷/۹/۱۲

توسط:
محسن کشاورزی

اساتید راهنما :
دکتر ابراهیم گشتاسبی راد
دکتر همایون امداد

شهریور ماه ۱۳۸۷

۱۰۸۶۱۹

به نام خدا

طراحی بهینه سیستمهای انتقال آب با استفاده از الگوریتم ژنتیک

به وسیله‌ی:

محسن کشاورزی

پایان نامه
ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی
از فعالیتهای لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه : عالی

دکتر ابراهیم گشتاسبی راد، استادیار بخش مهندسی مکانیک (استاد راهنما) .....
دکتر همایون امداد، استادیار بخش مهندسی مکانیک (استاد راهنما) .....
دکتر فرهنگ دانشمند، استادیار بخش مهندسی مکانیک (استاد مشاور) .....
دکتر محمد مهدی علیشاهی، استاد بخش مهندسی مکانیک (استاد مشاور) .....

شهریورماه ۱۳۸۷

تقدیم به پدر و مادرم که با مهر و محبت خود همواره
پشتیبان من بوده‌اند.

سپاسگزاری

ملاصدرا می‌گوید:

خداوند بی‌نهایت است و لامکان و بی‌زمان

اما به قدر فهم تو کوچک می‌شود

به قدر نیاز تو فرود می‌آید

به قدر آرزوی توگسترده می‌شود

و به قدر ایمان تو کارگشا می‌شود.

شکر خدای را که هستی‌ام بخشید و خلقت و نعمتش را در لحظه لحظه زندگی‌ام نو به نو زنده کرد، و سپاس بر انسانهای والایی که رهبر و راهنمای من در راه تحصیل علم بودند:

آقای دکتر ابراهیم گشتاسبی راد

آقای دکتر همایون امداد

آقای دکتر فرهنگ دانشمند

آقای دکتر محمد مهدی علیشاهی

همچنین از آقایان مهندس محمد وهابی، مهندس حمیدرضا هداوند میرزایی و مهندس حامد کلانتری به خاطر راهنمایی‌های مفید و موثرشان سپاسگزارم.

چکیده

طراحی بهینه سیستمهای انتقال آب با استفاده از الگوریتم ژنتیک

به وسیله‌ی:

محسن کشاورزی

امروزه با توجه به نیاز جامعه، افزایش رو به رشد جمعیت و محدودیت در منابع آب، بهینه سازی سیستمهای انتقال آب از اهمیت زیاد و قابل توجهی برخوردار است. در این مقاله به موضوع بهینه سازی سیستم انتقال آب با توجه به قیدهای لحاظ شده در آن، پرداخته شده است. از آنجا که این سیستم برای مناطق روستایی در نظر گرفته شده است، اجباراً بسیاری از محدودیت‌های فیزیکی و طبیعی در طراحی مورد لحاظ قرار گرفته است. سادگی سیستمها، نوع انتخاب لوله‌ها و قیود لازم بر اساس شرایط آبرسانی روستایی از ویژگیهای عمده این پژوهش است. همانند پروژه‌های کاربردی دیگر بهینه سازیِ هزینه کلی یک سیستم، از فاکتورهای مهم و اصلی در طراحی می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از روش مرسوم تابع جریمه، مسئله مقید تبدیل به مسئله نامقید می‌شود. با توجه به این که پارامترهای زیادی در این مسئله دخیل هستند و همچنین معادلات اساسی بسیار غیر خطی و پیچیده‌اند، روش الگوریتم ژنتیک پیشنهاد شده است. نتایج به دست آمده برای مسئله هانوی با تحقیقات گذشته مقایسه شده و صحت مدلسازی حاضر تایید شده است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول : مقدمه و مروری بر تحقیقات قبلی	۱
۱-۱ مقدمه	۲
۱-۲ مروری بر تحقیقات قبلی	۴
فصل دوم : معادلات حاکم	۸
۲-۱ معادلات کاربردی در حل هیدرولیکی خطوط انتقال	۸
۲-۱-۱- معادله پیوستگی	۸
۲-۱-۲- اصل بقاء انرژی	۹
۲-۱-۳- عدد رینولدز	۹
۲-۱-۴- معادله دارسی- وایسباخ	۱۰
۲-۱-۵- معادله کلبروک – وایت	۱۰
۲-۲- افت های جزیی	۱۲
۲-۳- شرحی بر سیستمهای معادلات دائمی در شبکه های توزیع	۱۴
۲-۴- روش نیوتن رافسون	۱۷
۲-۵- تشکیل معادلات H ها، Qها و ΔQ ها برای حل شبکه‌های توزیع به روش نیوتن-رافسون	۱۸
فصل سوم : بهینه سازی به روش الگوریتم ژنتیک	۲۲
۳-۱- تعریف بهینه‌سازی	۲۲
۳-۲- مفاهیم بهینه سازی	۲۲
۳-۳- تاریخچه بهینه‌سازی	۲۳
۳-۴- بیان مسئله‌ی بهینه‌سازی	۲۴
۳-۴-۱- بردار طراحی	۲۵

عنوان	صفحه
۳-۴-۲- قیدهای طراحی	۲۵
۳-۴-۳- تابع هدف	۲۶
۳-۵- بررسی روش های بهینه سازی	۲۶
۳-۵-۱- روش های شمارشی	۲۶
۳-۵-۲- روش های محاسباتی	۲۷
۳-۵-۳- روش های تصادفی	۲۸
۳-۶- الگوریتم ژنتیک	۲۸
۳-۶-۱- مقدمه	۲۸
۳-۶-۲- روش الگوریتم ژنتیک	۳۱
۳-۶-۳- مقایسه بین الگوریتم ژنتیک با تکامل زیستی	۳۳
۳-۶-۴- واژه شناسی الگوریتم ژنتیک	۳۳
۳-۶-۵- ساختار عمومی الگوریتم ژنتیک	۳۶
۳-۶-۶- تفاوت الگوریتم ژنتیک با روش های دیگر بهینه سازی	۳۸
۳-۷- اجزای الگوریتم ژنتیک	۳۹
۳-۷-۱- جمعیت	۳۹
۳-۷-۲- کد دهی مسئله	۴۰
۳-۷-۳- رمزگشایی متغیرهای گسسته	۴۲
۳-۷-۴- رمزگشایی متغیرهای پیوسته	۴۳
۳-۸- تغییر محدودهٔ متغیرهای پیوسته	۴۳
۳-۹- روشهای انتخاب	۴۵
۳-۹-۱- انتخاب قطعی	۴۶
۳-۹-۲- انتخاب تصادفی با جایگزین	۴۶
۳-۹-۳- انتخاب تصادفی بدون جایگزین	۴۷
۳-۹-۴- انتخاب تصادفی باقیمانده با جایگزین	۴۸
۳-۹-۵- انتخاب تصادفی باقیمانده بدون جایگزین	۴۸
۳-۹-۶- انتخاب مسابقه‌ای	۴۸
۳-۹-۷- انتخاب مسابقه‌ای احتمالی	۴۸
۳-۹-۸- انتخاب براساس رتبه‌بندی	۴۹
۳-۹-۹- انتخاب نخبه‌گرا	۴۹
۳-۱۰- عملگرهای ژنتیکی	۵۰

عنوان	صفحه
۳-۱۰-۱- تقاطع	۵۰
۳-۱۰-۲- جهش	۵۲
۳-۱۱- بهینه‌سازی با الگوریتم ژنتیک	۵۴
۳-۱۲- تابع برازندگی	۵۵
۳-۱۲-۱- شیوه‌های سنجش برازندگی	۵۶
۳-۱۲-۲- شیوه‌های تغییر مقیاس	۵۶
۳-۱۲-۳- درجه‌بندی توانی	۵۹
۳-۱۲-۴- رتبه‌بندی افراد جمعیّت	۶۰
۳-۱۳- همگرایی الگوریتم ژنتیک	۶۱
۳-۱۳-۱- معیار توقف محاسبات الگوریتم ژنتیک	۶۱
فصل چهارم : مدل سازی و روش حل	**۶۳**
۴-۱- مدل بهینه سازی	۶۳
۴-۲- تابع هدف	۶۴
۴-۳- قیود	۶۴
۴-۴- روش حل	۶۵
۴-۴-۱- تابع هزینه	۶۵
۴-۴-۲- تعیین ضریب جریمه	۶۶
۴-۵- گامهای مدل پیشنهادی	۶۶
فصل پنجم : نتایج بررسی مسئله‌های مختلف	**۶۸**
۵-۱- مسئله هانوی(مسئله اول)	۶۸
۵-۲- خط انتقال آب روستایی(مسئله دوم)	۷۴
۵-۳- شبکه توزیع روستایی(مسئله سوم)	۷۹
۵-۴- خط انتقال آب روستایی(مسئله چهارم)	۸۸
فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادات	**۹۴**
۶-۱- نتیجه گیری	۹۴
۶-۲- پیشنهادات	۹۵

فهرست شکل‌ها

عنوان و شماره	صفحه
شکل ۲-۱- نمودار مودی	۱۳
شکل ۲-۲- نحوه قرار گرفتن لوله‌ها در گره	۱۴
شکل ۳-۱- نمودار تابع چند متغییره	۳۰
شکل ۳-۲- ساختار کلی الگوریتم ژنتیک	۳۷
شکل ۳-۳- کاهش محدوده متغیرهای طراحی پیوسته در الگوریتم ژنتیک	۴۴
شکل ۳-۴- چرخ‌گردان جمعیّت اولیه جدول ۳-۳	۴۷
شکل ۳-۵- شکل های مختلف عملگر جابجایی	۵۱
شکل ۳-۶- شکل مربوط به تقاطع یکنواخت	۵۱
شکل ۳-۷- تغییر مقیاس خطی در نسلهای اولیه	۵۸
شکل ۳-۸- تغییر مقیاس خطی در نسلهای بالغ‌تر	۵۹
شکل ۳-۹- تغییرمقیاس خطی مناسب برای جلوگیری از منفی شدن تابع برازندگی	۵۹
شکل ۴-۱- فلوچارت فرآیند بهینه سازی با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک	۶۷
شکل ۵-۱- نمای شماتیک مسئله هانوی	۶۸
شکل ۵-۲- نمای شماتیک مسئله دوم	۷۴
شکل ۵-۳- نمودار تغییرات هزینه – تعداد شبیه سازی(الگوریتم ژنتیک)	۷۶
شکل ۵-۴- نمای شماتیک مسئله سوم	۷۹
شکل ۵-۵- نمودار تغییرات هزینه – تعداد شبیه سازی(الگوریتم ژنتیک)	۸۳

عنوان و شماره	صفحه
شکل ۵-۶- نمای شماتیک مسئله چهارم	۸۸
شکل ۵-۷- نمودار تغییرات هزینه – تعداد شبیه سازی(الگوریتم ژنتیک)	۹۱

فهرست جدول‌ها

عنوان و شماره **صفحه**

جدول ۳-۱ : تشریح اصطلاحات الگوریتم ژنتیک ۴۰
جدول ۳-۲ : رمزگشایی رشته دودویی سه بیتی با فرایند نگاشت ۴۲
جدول ۳-۳ : نمونه‌ای از چرخه الگوریتم ژنتیک ۴۵
جدول ۵-۱ : اطلاعات مربوط به طول لوله‌ها و دبی خروجی از گره‌ها در مسئله هانوی (مسئله‌ی اول) ۶۹
جدول ۵-۲ : اطلاعات لوله‌های موجود (مسئله‌ی اول) ۷۰
جدول ۵-۳ : نتایج به دست آمده مسئله هانوی و مقایسه با تحقیقات دیگران (مسئله‌ی اول) ۷۰
جدول ۵-۴ : چگونگی قرار گرفتن لوله‌ها در مسئله هانوی (مسئله‌ی اول) ۷۱
جدول ۵-۵ : مقدار فشار برای بعضی از گره‌ها در مسئله هانوی (مسئله‌ی اول) ۷۲
جدول ۵-۶ : مقدار دبی برای بعضی از لوله‌ها در مسئله هانوی (مسئله‌ی اول) ۷۲
جدول ۵-۷ : اطلاعات مربوط به خطوط لوله (مسئله‌ی دوم) ۷۴
جدول ۵-۸ : نتایج به دست آمده مربوط به انتخاب قطر لوله (مسئله‌ی دوم) ۷۷
جدول ۵-۹ : فشار نسبی خروجی از لوله‌ها (مسئله‌ی دوم) ۷۷
جدول ۵-۱۰ : نتایج به دست آمده مربوط به انتخاب پمپها (مسئله‌ی دوم) ۷۷
جدول ۵-۱۱ : طول لوله‌های مربوط به مسئله (مسئله‌ی سوم) ۸۰
جدول ۵-۱۲ : دبی خروجی از گره‌ها و ارتفاع گره‌های مسئله (مسئله‌ی سوم) ۸۱
جدول ۵-۱۳ : اطلاعات لوله‌های موجود (مسئله‌ی سوم) ۸۲
جدول ۵-۱۴ : نتایج مربوط به هزینه (مسئله‌ی سوم) ۸۳

عنوان و شماره	صفحه
جدول ۵-۱۵ : نتایج به دست آمده مربوط به انتخاب قطر و جنس لوله (مسئله‌ی سوم)	۸۳
جدول ۵-۱۶ : مقدار فشار خروجی در گره‌ها (مسئله‌ی سوم)	۸۶
جدول ۵-۱۷ : مقدار دبی مورد نیاز (مسئله‌ی چهارم)	۸۹

عنوان و شماره	صفحه
جدول ۵-۱۸ : اطلاعات مربوط به طول لوله‌ها و ارتفاع گره‌ها (مسئله‌ی چهارم)	۸۹
جدول ۵-۱۹ : اطلاعات لوله‌های موجود (مسئله‌ی چهارم)	۹۰
جدول ۵-۲۰ : نتایج مربوط به هزینه (مسئله‌ی چهارم)	۹۱
جدول ۵-۲۱ : نتایج به دست آمده مربوط به انتخاب قطر و جنس لوله (مسئله‌ی چهارم)	۹۱
جدول ۵-۲۲ : مقدار فشار خروجی در گره‌ها (مسئله‌ی چهارم)	۹۲

فصل اول- مقدمه و مروری بر تحقیقات قبلی

۱-۱- مقدمه

مهندسی مجموعه‌ای از فعالیتهاست که به خوبی پایه ریزی و با چیدمانی مناسب در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. این فعالیتها عبارتند از تحلیل، طراحی، اجرا، پژوهش و توسعهء سیستمها. فرآیند طراحی و ساخت سیستمها طی قرنها تدوین و مورد استفاده قرار گرفته است. وجود ساختمانها، پلها، بزرگراهها، خودروها، هواپیماها و دیگر سیستمها شاهد عالی بر این مدعاست. با این همه رشد این سیستمها کند و فرآیند کلی بسیار پر هزینه و طولانی است و معمولاً به منابع انسانی و مادی عمده‌ای نیاز دارد. معمولاً در مراحل ساخت اولیه این سیستمها که شامل طراحی، آنالیز و اجرا است کمتر مسائل بهینه یابی مورد توجه قرار گرفته است. مسائل بهینه یابی سیستمها زمانی مورد بررسی قرار می‌گردد که قسمت اعظمی از سرمایه اولیه ساخت آنها به مجموعه برگشت شده باشد. اصولاً سیستم بهینه شده دارای عملکرد مشابه یا بهتر از سیستم قبلی با هزینه به مراتب کمتر و بازده بالاتری است.

بحث بالا مشخص می‌کند که سیستمهای متعددی می‌توانند وظایف مشابهی را انجام دهند ولی از نظر هزینه ساخت، عملکرد و بازده یکسان نمی‌باشند. برای مثال، هدف از یک پل ایجاد ارتباط از یک طرف به طرف دیگر است. از آنجا که در این طراحی، تحلیل و اجرا روشهای متفاوتی وجود دارد این مسئله سبب می‌شود که بازدهی، عملکرد و هزینه ساخت هر کدام از شیوه‌ها متفاوت گردد.

طراحی سیستمهای پیچیده نیاز به محاسبات عظیم و پردازش داده‌ها دارد. در طی سه دهه گذشته، انقلابی در فن آوری رایانه و محاسبات عددی به وقوع پیوست. رایانه‌های امروزی محاسبات پیچیده و پردازش داده‌های بسیار بزرگ را به طور موثری انجام می‌دهند. فرآیند طراحی مهندسی از این انقلاب بسیار بهره‌مند شده است. سیستمهای بهتری را با تحلیل پارامترهای اختیاری متعددی می‌توان در زمان کوتاهی طراحی کرد. این نوع تحلیلها و طراحیها بسیار مورد توجه هستند، زیرا حاصل آن سیستمهای بهتر، کم هزینه‌تر، با ظرفیتهای بیشتر، عملکرد بهتر و نگه‌داری ساده‌تری خواهد بود.

طراحی سیستمها می‌تواند به عنوان مسائل بهینه سازی رابطه سازی شود، به طوری که یک یا چند معیار عملکرد تحت ارضاء قیودی بهینه شود. در سالهای اخیر، روشهای عددی بهینه‌سازی به میزان زیادی توسعه و بهبود یافته‌اند.

در این تحقیق سیستم مورد مطالعه سیستمهای انتقال آب هستند که ابتدا به معرفی این نوع سیستمها پرداخته شده است و در ادامه چگونگی طراحی بهینه مورد مطالعه قرار گرفته شده است.

یک شبکه توزیع آب سیستمی است که شامل لوله، مخزن آب، پمپ ،انواع شیرها و اتصالات می‌باشد که به هم متصل هستند تا آب را برای مصرف کننده آماده کنند. این مسئله برای مصرف کننده و مجریان طرح حائز اهمیت است که طرح از نظر اقتصادی دارای کمترین هزینه باشد[۱].

امروزه با توجه به نیاز جامعه، افزایش رو به رشد جمعیت و محدودیت در منابع، بهینه سازی سیستمهای انتقال آب از اهمیت زیاد و قابل توجهی برخوردار است. در سالهای اخیر در کشورمان اجرای طرحهای انتقال آب به صورت جدی تری آغاز شده است. این در حالی است که در بیشتر موارد، طراحی بدون در نظر گرفتن هزینه ها و شیوه مشخص برای بهینه سازی انجام می گیرد. معمولا پس از تعیین مشخصات هر لوله از قبیل طول، جمعیت مربوطه، مصرف سرانه، توپوگرافی منطقه و با رعایت ضوابط و معیارها، شبکه توزیع آب طراحی می شود. عمدتا چنین طرحی سلیقه ای است و ممکن است برای رعایت ضوابط، با چند سعی و خطا به طرح نهایی منتهی گردد. مسلماً کسی نمی تواند ادعا کند که این طرح بهینه است اگر چه طرحی قابل تایید و تصویب باشد.

با توجه به تکنیک پیشرفته ای که در علوم تجربی از جمله هیدرولیک و شاخه های منشعب از آن پدید آمده است، گرچه طراحی سازه های هیدرولیکی را پیچیده تر و عوامل موثر در پدیده های مزبور را گسترده تر می نماید ولی همزمان کاربرد ریاضیات و نیز استفاده از رایانه به عنوان ابزاری در حل بسیار دقیق پدیده‌های هیدرویکی تلقی می‌گردد.

لذا کوشش پژوهندگان و محققین بر این پایه است که همواره محاسبات با دقت بیشتر انجام شود، مضافا بر اینکه طرحها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و از نظر صرف وقت در حداقل زمان صورت گیرد [۲].

لذا چنانچه طرحی در زمینه این خطوط و شبکه ها دارای شرایط زیر باشد مورد قبول خواهد بود:

۱. دقت در محاسبات
۲. سهولت روشهای محاسباتی
۳. کاهش در مدت زمان طرح و محاسبه
۴. کاهش هزینه اجرای طرح و شرایط اقتصادی

اصولا در طراحی خطوط انتقال و شبکه های توزیع سرعت، فشار، شدت جریان حجمی یا دبی، قطر و مصالح کاربردی مناسب از پارامترهای موثر در طراحی هستند و تاثیر متقابل بر روی یکدیگر دارند. بنابراین با توجه به متغیرهای فراوانی که در یک شبکه توزیع وجود دارد، در طرح و محاسبه این خطوط انتقال و شبکه های توزیع در حالت های مختلف لازم است جهت طراحی و بهینه سازی از رایانه استفاده شود.

عموما جریان در خطوط انتقال و شبکه های توزیع در حالت دائمی مورد بررسی واقع می شود. کمینه سازی هزینه ها با استفاده از یک بهینه سازی کلی با الگوریتم جستجو ی گوناگون و شبیه سازی مدل شبکه بدست می آید. شایسته است که ارتباط بین دو ابزار زیر انجام شود:

۱. به دست آوردن پارامترهای مختلف برای شبکه انتقال آب
۲. محاسبه هزینه شبکه متناظر

برای طراحی بهینه شبکه‌های انتقال و توزیع آب باید پارامترهای متعددی مورد توجه قرار گیرد، از جمله : قابلیت اطمینان، موجودیت مواد، کیفیت آب و تقاضای طرح [۲].

طراحی سیستمهای توزیع آب به عنوان مسئله ای که در آن حد اقل هزینه مد نظر است، نگرینسته می شود و قطر لوله ها به عنوان متغیر اصلی و اساسی در نظر گرفته می شود.

هدف از این تحقیق کم کردن هزینه های تمام شده برای یک شبکه انتقال آب است. پس به همین دلیل به کار بردن یک آنالیز کلی مشکل است. برای این منظور یک الگوریتم جستجو برای مینیمم کردن هزینه ها باید ارائه شود تا روش مناسب بهینه نمودن جوابها به دست آید.

۱-۲- مروری بر تحقیقات پیشین:

مدیریت توزیع خطوط آب با توجه به منابع محدود در مناطق رو به رشد، به منظور رسیدن به توسعه اقتصادی کاملا حیاتی است. سیستم توزیع آب دارای یک ساختار هیدرولیکی شامل المانهایی نظیر لوله، مخازن ذخیره هوایی و زمینی، پمپها، شیرها و غیره هستند که برای رساندن آب به مصرف کننده لازم وضروری هستند. برای این کار لازم است که شبکه ای را طراحی کنیم که از داشتن هد کافی در آن مطمئن باشیم. به هر صورت طراحی شبکه بهینه به خاطر روابط غیر خطی بین جریان و تلفات هد و حضور متغییرهای مجزا، کاملا پیچیده است. به علاوه تابع هدف که نشانگر هزینه شبکه است، کاملا غیر خطی است و باعث مشکلات بزرگی در طراحی بهینه می شود.

مفاهیم پایه بهینه سازی سیستم و تکنیکهای مختلف بهینه سازی بطور گسترده برای سیستمهای چند متغییره در ۴۰ سال اخیر بسط و توسعه داده شده است. محققان در سالهای اخیر روی روشهای احتمالی[1] متمرکز شده اند.

برنل[2] و همکاران در سال ۱۹۹۳ از یک برنامه ریزی خطی برای بهینه سازی سیستم توزیع آب استفاده کردند. برنل و همکاران تحقیقات خود را بر روی قسمتی از سیستم آبرسانی شهر لندن تحت قید فشار هیدرولیکی، انجام دادند [۳].

کراولی[3] و دندی[4] نیز در سال ۱۹۹۳ از تکنیکی مشابه به عملکرد برنل و همکارانش برای بهینه سازی سیستم انتقال آب استفاده شده است [۴].

در سالهای اخیر علاوه بر روش برنامه ریزی خطی از روش برنامه ریزی غیر خطی نیز در بهینه سازی سیستمهای انتقال آب استفاده شده است. لیو[5] و همکاران در سال ۲۰۰۳ با استفاده از برنامه ریزی غیر خطی به بهینه سازی سیستم انتقال آب پرداختند [۵].

در یک دهه اخیر استفاده از الگوریتمهای جستجوی کلی برای حل مسایل بهینه سازی توزیع آب دیده شده است، دلیل این تمایل این است که اغلب روشهای جستجوی کلی از لحاظ پیاده سازی برای فائق شدن بر توابع هدف شدیدا غیرخطی، ساده اند و قابلیت رسیدن به جواب کلی یا جواب تقریبا کلی را دارد. روشهای جستجوی کلی به روشهایی گویند که نیازی به گرادیان تابع هدف ندارد و جستجوی خود را بر روی کل فضای جواب انجام می‌دهند [۶].

آقای تیو[6] و همکاران در سال ۲۰۰۵ اثبات کردند که ترکیب روشهای جستجوی کلی با روشهای گرادیانی مرسوم برای حل مسایل بهینه سازی پایه کارا هستند که عموما از طریق

---

[1] - probabilistic
[2] - Burnell
[3] - Crawley
[4] - Dandy
[5] - Liu
[6] - Tu

خطی کردن، ساده سازی و تجزیه استفاده شده تا مسایل فقط با روشهای گرادیانی حل شوند [۷].

آبب[۱] و سلمیشن[۲] در سال ۱۹۹۸ ، کانها[۳] و سوسا[۴] در سال ۱۹۹۹ ترکیبی از توابع رندمی و معین را به کار بردند. که این توابع GA[۵] و SA[۶] هستند.

آلپرویتس[۷] و شامیر[۸] در سال ۱۹۷۷ از یک برنامه ریزی خطی گرادیانی[۹](LPG) در بهینه سازی شبکه توزیع آب استفاده کردند. در این طرح طول لوله و قطر لوله به عنوان متغیر های طراحی به کار گرفته شده است. بدین صورت که روابط حاکم را خطی سازی کرده و از روشهای گرادیانی برای بهینه سازی استفاده کردند [۸].

روش LPG بعد ها به وسیله کسلر[۱۰] و شامیر در سال ۱۹۸۹ بهینه شد [۹]. کسلر و شامیر در دو مرحله از LPG استفاده کردند. در مرحله اول بخشهایی از متغیرها ثابت نگه داشته شدند، در حالی که متغیرهای دیگر به وسیله برنامه نویسی خطی حل شدند(LP). به طوری که برای یک سری از جریانهای داده شده، هدهای مربوطه به وسیله LP تعیین شدند. در مرحله دوم جستجو برای به دست آوردن مقدار بهینه بر اساس گرادیان تابع هدف انجام شد.

ایگر[۱۱] و همکارانش در سال ۱۹۹۴ همان فرمولهای کسلر و شامیر در سال ۱۹۸۹ را به کار بردند و مسئله را با روش برنامه ریزی خطی دوگان حل کردند [۱۰]. شایان ذکر است که برای هر مسئله برنامه ریزی خطی یک مسئله LP دیگر وجود دارد که دوگان آن نامیده می‌شود. مسئله LP اصلی، ابتدایی نامیده می‌شود. اگر مسئله ابتدایی شامل n متغیر و m قید باشد، مسئله دوگان شامل m متغیر و n قید است که از جواب یکی از آنها جواب دیگری به دست می‌آید.

از آنجا که مسئله غیر خطی است و ممکن است گرادیان تابع هدف در بسیاری از موارد درست محاسبه نشوند، محققین رو به روشهای دیگری آوردند. بنابراین روش برنامه ریزی غیر خطی (NPL) گسترش پیدا کرد و به وسیله چیپلانکار[۱۲] و همکارانش در سال ۱۹۸۶ به کار گرفته شد [۱۱].

---

[1] - Abebe
[2] - Solomation
[3] - Cunha
[4] - Sousa
[5] - Genetic Algorithms
[6] - Simulated Annealing
[7] - Alperovits
[8] - Shamir
[9]- linear programming gradient
[10] - Kessler
[11] - Eiger
[12] - Chiplunkar

گاپتا[1] و همکارانش در سال ۱۹۹۹ با مقایسه روش NPL با روش الگوریتم ژنتیک دریافتند که روش NPL به خاطر وابسته بودن به حل اولیه و مشتقات تابع هدف از نتایج قابل قبولی برخوردار نیست [۱۲].

به علاوه الگوریتمهای غیر خطی بر اساس متغیرهای پیوسته به عنوان مثال قطر لوله، انجام می‌شود.

کانها و سوسا در سال ۱۹۹۹ پی بردند که متغیر های در دسترس به طور معینی ناپیوسته هستند و تبدیل آنها به قطرهای پیوسته فرضی به حل بهینه کمک می کند [۱۳].

اخیراً محققین بر روشهای بهینه سازی تصادفی که به طور همزمان در ارتباط با یک سری از قیدها برای بهینه کردن کلی است، متمرکز شده اند. در این حالت استراتژی جستجو بر اساس تابع هدف است.

سیمپسون[2] و همکارانش در سال ۱۹۹۴ یک الگوریتم ژنتیک ساده را به کار بردند که در آن از یک کد باینری استفاده شده بود. که در این حل از سه مرحله انتخاب، تقاطع و جهش برای تولید فرزندان جدید استفاده کردند [۱۴].

بعدها این الگوریتم ساده توسط دنی[3] و همکارانش در سال ۱۹۹۶ با استفاده از تابع هدف[4] بهینه شد [۱۵].

ساویک[5] و والترز[6] در سال ۱۹۹۷ الگوریتم ژنتیک ساده را در ارتباط با حل کننده ایپانت[7] به کار بردند [۱۶].

آب و سلمیشن در سال ۱۹۹۸ به جای استفاده از یک الگوریتم ژنتیک منحصر به فرد از چندین الگوریتم جستجو استفاده کردند. آنها فهمیدند که تعداد کمی از این الگوریتمها به حل بهینه یا نزدیک بهینه ختم می شوند [۱۷].

کانها و سوسا در سال۱۹۹۹ یک الگوریتم جستجوی رندم بر اساس شباهت بین فر آیند فیزیکی آب دادن با روش جستجوی نیوتن، را برای حل معادلات شبکه معرفی کردند [۱۳].

یوی لیونگ[8] و آتیکزمن[9] در سال ۲۰۰۴ از یک الگوریتم بهینه سازی که با حل کننده ایپانت در ارتباط بود به کار بردند، در این پژوهش آنها برای حل کردن معادلات شبکه از نرم افزار ایپانت استفاده کردند [۱۸]. در این الگوریتم متغیرهای اصلی اندازه لوله بوده که به متغیرهای قابل دسترس (قطر لوله) تبدیل شده است.

---

[1] - Gupta
[2] - Simpson
[3] - Dandy
[4] - fitness function
[5] - Savic
[6] - Walters
[7] - EPANET
[8] - Yui Liong
[9] - Atiquzzaman

دجانی[1] و هایست[2] در سال ۱۹۷۴ با به کار گیری الگوریتم خطی (LP) سیستم جمع آوری فاضلاب را بهینه سازی کردند [۱۹].

آرگمن[3] و شامیر در سال ۱۹۷۳ با به کار گیری برنامه ریزی پویا (DP) سیستم جمع آوری فاضلاب را بهینه سازی کردند [۲۰].

جوینجا[4] و همکارانش در سال ۱۹۷۸ یک روش بهینه سازی ساده بر اساس مدل هیدرولیکی مانینگ در شرایط نیمه پر را ارائه دادند که این برنامه تغیرات ضریب زبری را نسبت به عمق جریان، قطر لوله و ویسکوزیته آب را در نظر نمی‌گیرد [۲۱].

مک کورمک[5] و پاول[6] در سال ۲۰۰۴ از روش بازپخت شبیه سازی شده[7] برای بهینه سازی سیستم انتقال آب استفاده کردند [۲۲].

گلدمن[8] و مایس[9] نیز در سال ۲۰۰۵ از همین روش برای بهینه سازی استفاده کردند. آنها به بهینه سازی سیستم توزیع آب فشرده که معمولا بر کاهش هزینه انرژی پمپاژ و مسایل انتقال کیفیت آب تمرکز دارد، پرداختند [۲۳].

شارما[10] در ۲۰۰۱ از روش برنامه ریزی غیر خطی ترکیبی- صحیح[11] برای بهینه سازی یک سیستم انتقال آب استفاده کرد [۲۴]. در این روش امکان به وجود آمدن جریان برگشتی وجود دارد.

بجورک[12] در سال ۲۰۰۸ با اضافه کردن متغییرهای باینری جدید به تحقیقات شارما این مشکل را حل نمود [۲۵]. بجورک با استفاده از بهینه سازی کلی برای مسئله نمونه به جواب ثابت رسید.

کاپلان[13] و همکارانش در سال ۲۰۰۶ بر روی بهینه سازی چند منظوره منابع آب بحث کردند. آنها از روش وزنی (وزن دار کردن) و روش مقید استفاده کردند. به طوری که تابع هدف آنها در الگوریتم ژنتیک از مجموع چند تابع مجزا با ضرایب وزنی مختلف تشکیل شده بود [۲۶].

---

[1] - Dajani
[2] - Haist
[3] - Argman
[4] - Joneja
[5] - McCormack
[6] - Powell
[7] - Simulated Annealing
[8] - Goldman
[9] - Mays
[10] - Sharma
[11] - Mixed Integer Nonlinear Programming
[12] - Björk
[13] - Kaplan