۱۳۸۹۰۲

دانشگاه ارومیه

بهینه سازی شبکه های آبرسانی با روش الگوریتم ژنتیک

لیلا رضانژاد

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

اسفند ۱۳۸۷

۱۳۸۹/۲/۸

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

تهیه و تنظیم اطلاعات مدارک علمی ایران

استاد راهنما:

دکتر حسین رضایی

۱۳۸۹۰۲

پایان نامه خانم لیلا رضانژاد به تاریخ۸۷/۱۲/۱۸ به شماره ۷۰ -۲ک مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه عالی ونمره ۱۸ قرار گرفت.

۱-استاد راهنما و رئیس هیئت داوران :

۲-استاد مشاور :

۳-داور خارجی : دکتر محمد صناف پور

٤-داور داخلی : دکتر مسعودی

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی :

حق طبع و نشر این رساله متعلق به دانشگاه ارومیه است.

تقدیم به:

پدر بزرگوار

مادر فداکار

و

همسر مهربانم

تشکر و قدردانی :

به مصداق (من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق) بر خود واجب می دانم که از زحمات بی دریغ و راهنماییهای ارزنده استاد ارجمند جناب آقای دکتر حسین رضایی که از ابتدا تا انتها مشوق و راهنمای اینجانب در اتمام این تحقیق بوده اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین مراتب تشکر و سپاس خود را از زحمات بی دریغ پدر و مادر عزیزم که از ابتدای تحصیل تا کنون همواره یاریگر و پشتوانه من بوده اند ابراز می دارم . در خاتمه از همسرم که در طول مدت تهیه این پایان نامه همواره پشتیبان من بوده اند تشکر و قدردانی می نمایم.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- بهینه سازی شبکه های توزیع آب ۱

فصل دوم : مطالعات انجام شده در گذشته

۲-۱- تحلیل شبکه های آبرسانی ۳

۲-۲- طراحی شبکه های آبرسانی ۴

۲-۳- مدل های بهینه سازی ۴

۲-۳-۱- مدل های بهینه سازی ریاضی ۵

۲-۳-۱-۱- روش برنامه ریزی خطی ۵

۲-۳-۱-۲- روش برنامه ریزی غیر خطی ۶

۲-۳-۲- مدل های بهینه سازی تکاملی (فراکاوشی) ۶

۲-۳-۲-۱- الگوریتم ژنتیک (GA) ۷

۲-۳-۲-۲- الگوریتم جامعه مورچه ها (AS) ۹

۲-۳-۲-۳- الگوریتم جفت گیری زنبورهای عسل ۹

۲-۴- مقایسه مقاومت روشهای جستجو و بهینه سازی مرسوم ۱۰

۲-۵- مقایسه روش GA با روشهای مبتنی بر NLP در شبکه های آب ۱۱

فصل سوم : مواد و روشها (بهینه سازی به روش الگوریتم ژنتیک)

۳-۱- اهداف بهینه سازی..... ۱۳

۳-۲- الگوریتم ژنتیک ۱۳

۳-۳- معرفی اصطلاحات ۱۴
۳-۴- اساس الگوریتم ژنتیک ۱۵
۳-۵ – ایجاد جمعیت اولیه و اندازه آن ۱۶
۳-۶- کدگذاری و انواع آن ۱۸
۳-۶-۱- کدگذاری اعداد باینری ۱۸
۳-۶-۲- کدگذاری خاکستری ۱۹
۳-۶-۳- کدگذاری اعداد حقیقی ۲۰
۳-۷- توابع هدف و اصلحیت ۲۱
۳-۷-۱- تابع Rank ۲۱
۳-۷-۲- تابع Top ۲۱
۳-۷-۳- تابع Proportional ۲۲
۳-۷-۴- تابع Shift Linear ۲۳
۳-۸- عملگر انتخاب ۲۳
۳-۸-۱- روش احتمال یکنواخت ۲۳
۳-۸-۲- روش چرخ رولت ۲۴
۳-۸-۳- روش انتخاب باقیمانده با جاگذاری (RSSR) ۲۵
۳-۸-۴- روش انتخاب باقیمانده بدون جاگذاری (RSSWR) ۲۵
۳-۹- عملگر آمیزش ۲۵
۳-۱۰- عملگر جهش ۲۶
۳-۱۱- نخبه گرایی ۲۷
۳-۱۲- معیار توقف الگوریتم ژنتیک ۲۷

۳-۱۲-۱- معیار حداکثر تعداد تولید نسل ۲۸
۳-۱۲-۲- معیار همگرایی جمعیت ۲۸
۳-۱۲-۳- معیار یک حد برای تابع اصلحیت ۲۸
۳-۱۳- همگرایی ۲۸
۳-۱۴- حل مسائل مقید با الگوریتم ژنتیک..... ۲۹
۳-۱۵- جایگاه الگوریتم ژنتیک در حل مسائل بهینه سازی ۲۹
۳-۱۶- موارد اختلاف الگوریتم ژنتیک با روشهای متداول دیگر..... ۳۱
3-۱۷- معرفی نرم افزار EPANET.2..... ۳۲
۳-۱۸- قابلیت مدل سازی هیدرولیکی ۳۲
۳-۱۹- قابلیت مدل سازی کیفیت آب..... ۳۳
۳-۲۰- ویژگیهای شبیه ساز هیدرولیکی..... ۳۴
۳-۲۱- گام های استفاده از EPANET..... ۳۴
۳-۲۲- سایر ویژه گی های نرم افزار EPANET..... ۳۵
۳-۲۳- نحوه نصب نرم افزار EPANET..... ۳۵

فصل چهارم

مبانی و ضوابط هیدرولیکی شبکه های آبرسانی

۴-۱- انواع شبکه های آبرسانی ۳۷
۴-۱-۱- شبکه های شاخه ای ۳۷
۴-۱-۲ – شبکه های حلقوی ۳۷
۴-۱-۳-شبکه های مرکب ۳۷
۴-۲- قوانین هیدرولیکی سیستم توزیع آب ۳۸

۴-۲-۱- رابطه پیوستگی ۳۸
۴-۲-۲- رابطه جریان ۳۸
۴-۳- تعیین ضریب زبری جدار داخل لوله ۴۰
۴-۴- تعیین دبی های پایه ۴۲
۴-۵- محدودیت های شبکه های آبرسانی ۴۲
۴-۵-۱- محدودیت فشار ۴۲
۴-۵-۲- محدودیت سرعت ۴۳
۴-۵-۳- محدودیت قطر لوله ۴۳
۴-۶- روشهای طرح و محاسبه شبکه های آبرسانی ۴۴
۴-۶-۱- روش هاردی کراس ۴۴
۴-۶-۱-۱- چگونگی همگرایی در روش هاردی کراس ۴۹
۴-۶-۲- روش نیوتن-رافسون ۵۰
۴-۶-۲-۱- محاسبه شبکه ها به روش نیوتن-رافسون ۵۲
۴-۶-۳- روش تئوری خطی ۵۴
۴-۷- مقایسه روشهای هاردی کراس ، نیوتن-رافسون و تئوری خطی ۵۵
۴-۸- عامل توزیع آب در شبکه ۵۵
۴-۹- شیرهای فشارشکن در شبکه های آبرسانی ۵۵
۴-۹-۱- روش انتخاب شیرهای فشارشکن ۵۶
۴-۱۰- منطقه بندی شبکه های آبرسانی ۵۶

فصل پنجم :

بحث و نتایج

(مطالعه موردی شهرک صنعتی چالدران)

۵-۱- موقعیت جغرافیایی و اجتماعی استان آذر بایجان غربی ۵۷

۵-۲- نگاهی به شهرکهای صنعتی استان ۶۰

۵-۳- شهرک صنعتی چالدران ۶۰

۵-۴- طبقه بندی صنایع ۶۰

۵-۵- مصرف صنعتی و تجاری آب ۶۲

۵-۵-۱- تعیین نیاز آبی شهرک صنعتی چالدران ۶۲

۵-۶- طراحی شبکه توزیع آب شهرک صنعتی چالدران..... ۶۴

۵-۷- تحلیل هیدرولیکی شبکه آب شهرک ۶۶

۵-۷-۱- رسم شبکه توزیع آب در نرم افزار EPANET.2..... ۶۷

۵-۷-۲- وارد نمودن مشخصات مربوط به گره ها ۶۸

۵-۷-۳- وارد نمودن مشخصات مربوط به لوله ها..... ۶۹

۵-۷-۴- وارد نمودن مشخصات مربوط به تانک..... ۷۰

۵-۷-۵- وارد نمودن مشخصات مربوط به شیر فشارشکن..... ۷۱

۵-۸- بهینه سازی شبکه توزیع آب شهرک صنعتی چالدران..... ۷۸

۵-۹- طراحی یک شبکه نمونه با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۹۱

فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۶-۱- نتیجه گیری ۹۵

۶-۲- پیشنهادات ۹۶
منابع و مراجع ۹۶

فهرست اشکال

فصل سوم

شکل (۳-۱): فلوچارت الگوریتم ژنتیک ۱۷
شکل (۳-۲): طرح شماتیک چرخ رولت ۲۴

فصل چهارم

شکل (۴-۱): مقدار ضریب ناصافی (C) در رابطه هیزن –ویلیامز ۴۱
شکل (۴-۲): مثال روش هاردی کراس..... ۴۷
شکل (۴-۳): روش نیوتن در حل معادله F(x)=0..... ۵۰

فصل پنجم

شکل (۵-۱): موقعیت استان آذربایجان غربی ۵۸
شکل (۵-۲): موقعیت شهرستان چالدران ۵۹
شکل (۵-۳): نمایی از شهرک صنعتی چالدران ۶۱
شکل (۵-۴): صفحه اصلی نرم افزار EPANET ۶۷
شکل (۵-۵): منوی مربوط به مشخصات گره ها ۶۸
شکل (۵-۶): منوی مربوط به مشخصات لوله ها ۷۰
شکل (۵-۷): منوی مربوط به مشخصات تانک ۷۱
شکل (۵-۸): منوی مربوط به مشخصات شیر..... ۷۲
شکل (۵-۹):فشار در شبکه بدون استفاده از شیر فشارشکن..... ۷۶
شکل (۵-۱۰): فشار در شبکه با استفاده از شیر فشارشکن..... ۷۶
شکل (۵-۱۱): صفحه اصلی نرم افزار Optidesigner..... ۷۹
شکل (۵-۱۲): اطلاعات کلی مربوط به لوله های مورد استفاده در طراحی شبکه ۸۰

شکل (۵-۱۳): منوی مربوط به اطلاعات لوله ها در GA..... ۸۱

شکل (۵-۱۴): منوی مربوط به اطلاعات گره ها درGA..... ۸۱

شکل (۵-۱۵): منوی مربوط به اطلاعات آنالیز به روش الگوریتم ژنتیک ۸۲

شکل (۵-۱۶): نمودار فشار در شبکه در روش GAبدون شیر فشارشکن..... ۸۶

شکل (۵-۱۷): نمودار فشار در شبکه در روش GA با شیر فشارشکن..... ۸۶

شکل (۵-۱۸): شبکه نمونه طراحی شده با روش الگوریتم ژنتیک ۹۲

فهرست جداول

فصل سوم

جدول (۳-۱):مقایسه کدگذاری اعداد باینری و خاکستری..... ۲۰

فصل چهارم

جدول(۴-۱):نتیجه آزمایش روند کاهش آبدهی با توجه به (PH)..... ۴۰

جدول (۴-۲): محدودیتهای قطر در شبکه های توزیع آب شهری ۴۳

جدول (۴-۳): مراحل محاسبات در روش هاردی کراس ۴۹

فصل پنجم

جدول (۵-۱): مقایسه جمعیت استان آذربایجان غربی با جمعیت کل کشور ۵۷

جدول (۵-۲): مصرف آب کارخانه برحسب مترمکعب به ازای هر واحد فراورده ۶۳

جدول (۵-۳): مشخصات لوله ها ۶۴

جدول (۵-۴): مشخصات گره ها..... ۶۵

جدول (۵-۵): نتایج حاصل برای لوله ها با استفاده از نرم افزار EPANET..... ۷۳

جدول (۵-۶): نتایج حاصل برای گره ها با استفاده از نرم افزارEPANET..... ۷۴

جدول (۵-۷): لوله های مورد استفاده در طراحی شبکه توزیع آب به همراه هزینه لوله گذاری ۷۷

جدول(۵-۸): هزینه خرید و لوله گذاری برای لوله ها..... ۷۸

جدول (۵-۹): نتایج حاصل برای لوله ها در روشGA ۸۳

جدول (۵-۱۰): نتایج حاصل برای گره ها در روشGA ۸۴

جدول (۵-۱۱): مقادیر فشار در شبکه در صورت با و بدون استفاده از شیر فشارشکن..... ۸۷

جدول (۵-۱۲): مقایسه قطر لوله های داوطلب و هزینه آنها..... ۸۹

جدول (۵-۱۳): هزینه اجرای شبکه توزیع آب با دو روش GA و EPA ۹۱
جدول (۵-۱۴): قطرهای تجاری مورد استفاده در شبکه نمونه..... ۹۱
جدول (۵-۱۵): نتایج طراحی شبکه نمونه توسط الگوریتم ژنتیک..... ۹۳
جدول (۵-۱۶): مشخصات گره های شبکه نمونه ۹۳
جدول (۵-۱۷): طراحی شبکه با قیود مختلف به روش الگوریتم ژنتیک..... ۹۳
جدول (۵-۱۸): مقایسه روش الگوریتم ژنتیک با روشهای دیگر ۹۴

چکیده:

شبکه های توزیع آب بعنوان بخش حیاتی از سیستم های آبرسانی از بزرگترین سرمایه های زیربنایی جامعه صنعتی می باشند که طراحی نادرست آنها از نظر هیدرولیکی و اقتصادی هزینه های فراوانی به دنبال دارد، بنابراین طراحی صحیح و بهینه همواره بعنوان هدف طراحان و سیاست گذاران بخش آب مطرح می باشد. شبکه های توزیع آب وابسته به پارامترهای مختلفی از جمله ارتفاع نقاط مصرف ، قطر لوله ، ضریب زبری و محلهای مصرف می باشد. که تغییر در هر یک از این پارامترها بر روی شبکه توزیع آب اثر می گذارد و طراحی را تحت تاثیر قرار می دهد. در روشهای معمول برای طراحی شبکه توزیع آب از حل معادلات غیر خطی موجود بصورت روش تکرار نیوتن – رافسون بصورت حل عددی استفاده می شود، که این امر باعث ایجاد تقریب در حل معادلات می گردد. لذا در این تحقیق سعی شده است با روش الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی شبکه توزیع آب که هم محدودیتهای هیدرولیکی را ارضا می کند و هم از نظر هزینه سرمایه گذاری حداقل می باشد استفاده شود. با استفاده از الگوریتم ژنتیک و با انتخاب تصادفی متغییرها ، مقادیر پارامترها مستقیما انتخاب شده و محدودیتهای بیشتری را می توان به معادلات اعمال کرد.

در این تحقیق برای مدل کردن به روش متعارف از نرم افزار EPANET و برای بهینه سازی به روش الگوریتم ژنتیک از نرم افزار Optidesigner استفاده شده است.

در نهایت به بررسی اقتصادی شبکه طراحی شده با روشهای متعارف و با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک پرداخته شده است. در نتیجه طراحی به روش الگوریتم ژنتیک حدود ۱۴-۱۲ درصد باعث کاهش هزینه های طراحی شده است.

واژه های کلیدی: شبکه های آبرسانی، بهینه سازی، الگوریتم ژنتیک

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

باتوجه به وسعت شبکه های آبرسانی طراحی و بهره برداری از آنها هزینه های بسیار سنگینی را طلب می کند، لذا به دلیل اهمیت مسائل اقتصادی درکارهای مهندسی وطراحی باید درطرح ها و اجرای عملیات ساخت و بهره برداری ، مسأله هزینه مورد توجه قرار گیرد. به همین منظور محققین همواره به دنبال ایجاد روشهای بهتر برای استفاده در طراحی و بهره برداری شبکه های آبرسانی بوده اند تا بتوانند راه حل بهینه ای را برای اینگونه مسائل ارائه دهند. این روشها غالباً بصورت برنامه های کامپیوتری ارائه شده اند. شبکه توزیع آب[1] یک ساختار زیربنایی هیدرولیکی است که بخشی از سیستم آبرسانی [2] محسوب می شود. این ساختار مجموعه ای از لوله ها ، ابزارهای هیدرولیکی (پمپها ،شیرهای فشار شکن[3] (PRV) وغیره) و مخازن می باشد. هزینه سرمایه گذاری مورد نیاز برای احداث، نگهداری و بهره برداری شبکه این ضرورت را بوجود می آورد که بین جنبه های فنی و اقتصادی بایستی یک هماهنگی و تعادل را برقرار نمود [۳۸].

مسائل طراحی و بهره برداری [4] مستقل از هم نبوده و لذا از نظر فنی هرکدام از آنها در هنگام حل دیگری باید به عنوان یک پارامتر مهم مد نظر قرار گیرد [۲۹].

نخستین بار هاردی کراس روشی را برای تحلیل شبکه های آبرسانی در سال ۱۹۳٦ بر مبنای دبی در لوله ها ابداع کرد. از آن زمان تاکنون تحلیل شبکه های آبرسانی از روش تحلیل دستی به روش هاردی کراس بصورت مدلهای توسعه یافته کامپیوتری کاملاً متحول شده اند. امروزه مدل سازی وطراحی سیستمهای توزیع آب به منظور تحلیل و نمایش پارامترهای هیدرولیکی و کیفی در قالب مدلهای جامع ارائه شده اند و می توان گفت که مدلسازی شبکه به وضعیتی کاملاً کاربردی رسیده است. ولی تلاش پژوهشگران و محققان به منظور طراحی بهتر و شناخت فرایند هایی که در شبکه اتفاق می افتد و تبدیل این درک و شناخت به ابزارهای کاربردی در این زمینه همچنان ادامه دارد.

۱-۲- بهینه سازی شبکه های توزیع آب

هدف یک سیستم توزیع آب آنست که مقدار کافی آب را با فشار مناسب در اختیار مصرف کنندگان قرار دهد. مهندس طراح باید سیستم را به گونه ای طراحی کند که با صرف حداقل هزینه این هدف تامین شود. برای نیل به این هدف محققین زیادی تحقیق نموده اند ودر این راستا از علوم ریاضی و هیدرولیک بهره جسته اند.در شبکه های آبرسانی

---

[1] - Water Distribution Network

2- Water Supply System

3- Pressure Reducing system

4-Design & Operation

منظور از بهینه سازی عبارتست از یافتن مشخصات و ابعاد اجزای شبکه از قبیل پمپ ، لوله ها ، شیر، تراز مخازن و ... با در نظر گرفتن کمترین هزینه و ارضا نمودن قیود هیدرولیکی موجود در شبکه آبرسانی . برای اینکه مسئله بهینه سازی رضایت بخش باشد و جوابهای بدست آمده در عمل کارکرد مناسبی ارائه دهند باید بهینه سازی بر پایه تئوری ها ومفاهیم مناسبی استوار باشد . در بهینه سازی شبکه های آبرسانی سه قسمت عمده وجود دارد: اولین قسمتی که در بهینه سازی شبکه های آبرسانی مطرح می شود، روش تحلیل شبکه می باشد. منظور از روش تحلیل اینست که با داشتن مشخصات شبکه آبرسانی و ابعاد اجزای شبکه با این روش بتوانیم دبی در لوله ها ، بار هیدرولیکی در گره ها و غیره را محاسبه نماییم. قسمت دوم عبارتست از در نظر گرفتن شبکه آبرسانی در شرایط بحرانی محتمل برای این شبکه و کنترل اینکه آیا می توان از عملکرد شبکه در این شرایط مطمئن بود یا خیر. قسمت سوم بکارگیری روشهای مناسب و کارا برای بهینه سازی می باشد. اولین تلاشها برای طراحی شبکه هایی که بتوانند تنها محدودیتهای فنی را ارضا کنند در اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی صورت گرفت. در ابتدا مسئله مورد نظر فقط تحلیل هیدرولیکی بود ولی سپس مسئله بهینه سازی شبکه نیز مطرح شد، چرا که برای یک شبکه آبرسانی گزینه های متعددی می توان یافت که بتواند محدودیتهایی نظیرفشار، سرعت و دبی مصرفی را برآورده نماید. رفتار فیزیکی یک شبکه حلقوی توسط مجموعه ای از معادلات بیان می شود که برخی از آنها خطی و برخی غیر خطی می باشند. در ۲۰ سال اخیر توسعه امکانات سخت افزاری و روشهای عددی نظیر روش نیوتن- رافسون این امکان را بوجود آورده اند تا شبیه سازی رفتار هیدرولیکی شبکه حتی برای شبکه های بسیار بزرگ بخوبی انجام گیرد و این در حالی است که مشکل تعیین طرح بهینه حتی برای شبکه های کوچک همچنان باقی مانده است[۲۹].

تا کنون در مراجع و مقالات علمی بر روی بهینه سازی شبکه های توزیع آب با روشهای کلاسیک شامل برنامه یزی خطی[۱]، برنامه ریزی پویا[۲]و برنامه ریزی غیر خطی[۳] بحث زیادی شده است. در اغلب موارد برای عملی کردن مدلها، ساده سازی های تعمدی زیادی صورت می گیرد که این ساده سازیها باعث فاصله گرفتن از بهینه واقعی می شود[۲۹] . در این پایان نامه سعی شده است با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک که یکی از قدرتمند ترین روشهای بهینه سازی است روشی مناسب برای بهینه سازی شبکه آبرسانی ارائه شود .

این پایان نامه شامل شش فصل می باشد. در فصل دوم به مطالعات انجام شده در گذشته و توصیف روشهای بهینه سازی پرداخته شده است. معرفی روش الگوریتم ژنتیک و معرفی نرم افزارEPANET نیز در فصل سوم ارائه شده . است.در فصل چهارم مبانی وضوابط هیدرولیکی شبکه ها ی آبرسانی بیان و توصیف شده است.در فصل پنجم به طراحی وبهینه سازی شبکه شهرک صنعتی چالدران و ذکر یک مثال نمونه پرداخته و روش الگوریتم ژنتیک با روشهای دیگر مورد مقایسه قرار گرفته است. نتیجه گیری و پیشنهادات برای کارهای آتی در فصل ششم ارائه شده است.

---

[1]- Linear Programming

[2] - Dynamic Programming

[3] - Non-Linear Programming

فصل دوم

مطالعات انجام شده در گذشته

۲-۱- تحلیل شبکه های آبرسانی

آنالیز شبکه های آبرسانی یکی از مسائل بسیار جذابی است که از چند دهه قبل ، تا کنون متخصصان علوم آب را به خود مشغول کرده است و آنها را بر آن داشته که با ابداع روش های جدید تحلیل ، تا حدودی معایب روش های قبل را بهبود بخشند. برنامه های کامپیوتری گوناگونی جهت تحلیل شبکه های آبرسانی تهیه شده است که از بین آنها می توان به برنامه Loop ,Epanet, Water cad اشاره کرد .

هاردی کراس اولین فردی بود که در سال ۱۹۳۶ میلادی یک روش سیستماتیک تکراری را برای تحلیل شبکه های توزیع پیشنهاد کرد [۱۳]. همگرایی این روش بستگی زیادی به انتخاب دبی های اولیه دارد و هر چه به مقدار واقعی دبی لوله در شبکه نزدیکتر باشد تعداد تکرارها کمتر خواهد شد . بعد ها کرنیش روش هاردی کراس را برای تحلیل شبکه های آبرسانی بر مبنای انرژی در گره ها ارائه کرد که این روش به مقادیر اولیه بسیار حساس بود ولی تکرار های آن نسبت به روش قبل خودش بیشتر بود [۱۴]. سپس روش دیگری توسط آقای مارتین و پیترز[1] بر حسب دبی لوله ها ارائه شد . این روش که بعد ها به روش نیوتن – رافسون معروف شد تا حدودی مشخصه های همگرایی را بهبود بخشید. ولی همگرایی در این روش ها نیز به دبی های اولیه بستگی داشت که تا چه حدی صحیح انتخاب شده باشند . روش دیگری توسط آقای وود[2] بر حسب دبی در لوله ها ارائه شد . این روش که به نام تئوری خطی معروف شد، همگرایی کندتری نسبت به روش نیوتن –رافسون از خود نشان می داد . لیکن اعتماد پذیری این روش بهتر از روش نیوتن- رافسون بود [50].

روش دیگری توسط آقای شامیر و هووارد[3] بر حسب انرژی در گره ها ارائه شد . این روش نیز نسبت به مقادیر حدس اولیه حساس بود [42].

به طور کلی مشکلات گفته شده در روش های فوق را می توان به صورت زیر تقسیم بندی کرد :

۱- حساس بودن به مقادیرحدس اولیه

۲- همگرایی ضعیف

۳- زیاد شدن تعداد گره ها هنگامیکه از تجهیزات در شبکه استفاده شده باشد .

۴- غلبه بر ظرفیت موجود حافظه کامپیوتر هنگامی که ابعاد شبکه بزرگ فرض شود.

1- Martin & Peters

2- Wood

3- Shamir & Howard

۲-۲- طراحی شبکه های آبرسانی

طراحی یک شبکه آبرسانی مستلزم انتخاب مناسب قطر هر یک از لوله های شبکه است.این انتخاب باید به صورتی باشد که اولا ، لوله های شبکه قادر باشند به آسانی جریان آب را هدایت کنند ثانیا ، کلیه قیود هیدرولیکی مربوط به شبکه را برآورده سازند ثالثا ، مقادیر حداقل فشار در گره های شبکه نیز تامین گردد. یکی از روشهای معمول و رایج جهت تعیین قطر لوله ها استفاده از روش آزمون و خطا[1] می باشد. در این روش طراح می کوشد تا به مجموعه ای از لوله ها با اندازه مشخص دست یابد بطوریکه لوله های مذکور شرایط مورد نظر او را تامین کنند. اگر مجموعه ای از لوله ها نتوانند خواسته های طراح را برآورده سازند، طراح مجموعه دیگری را بررسی می کند و این عمل را تا زمانیکه جواب مطلوب بدست آید ادامه می دهد.

در وهله نخست به نظر می رسد که برنامه های کامپیوتری براحتی و مستقیما قادر به حل شبکه و تعیین اندازه لوله های موجود در آن هستند لیکن داشتن چنین تصوری چندان صحیح به نظر نمی رسد. در طراحی شبکه های آبرسانی ترکیبات مختلفی از لوله وجود دارند که نیازهای مساله را برآورده می سازند. بعبارت دیگر مساله چندین جواب دارد و آنچه مطلوب است ارزیابی جوابهای موجود و تعیین جواب بهینه می باشد. غیر خطی بودن رابطه هزینه و افت فشار در شبکه نیز از جمله عواملی است که کار تعیین بهترین جواب را مشکلتر می سازد. عدم وجود لوله با هر قطر دلخواه نیز می تواند یکی از عوامل تلقی شود. در هر صورت تعیین جواب بهینه کار ساده ای نبوده و براحتی امکان پذیرنیست. به همین منظور استفاده از مدلهای بهینه سازی جهت برنامه ریزی و طراحی شبکه های آبرسانی توصیه می شود.

۲-۳- مدل های بهینه سازی

اخیراً یکی از مهمترین پیشرفت های حاصل شده در زمینه منابع آب بکارگیری و انطباق تکنیکهای بهینه سازی جهت برنامه ریزی ، طراحی و مدیریت سیستمهای پیچیده منابع آب می باشد .

«واژه برنامه ریزی ریاضی» بیانگر آن است که نوع خاصی از تکنیک های ریاضی ، مقادیر متغییر های تصمیم را به گونه ای محاسبه می کند که تابع هدف با توجه به قیود حداقل یا حداکثر شود . واژه وسیعتر برنامه ریزی ریاضی، بهینه سازی می باشد که بیانگر ابزاری برای تعیین سیاست های تصمیم گیری بهینه است . که می تواند شامل برنامه ریزی ریاضی ، شبیه سازی و قضاوت فردی باشد . در روش بهینه سازی یک تصمیم بهینه برای عملکرد سیستم می توان یافت که همه قیود سیستم را بر آورد سازد و در عین حال ، یک هدف را کمینه یا بیشینه کند . تابع و محدودیت ها در این مدل که به صورت تابعی از متغییر های تصمیم هستند بیان می شود . بطور نمونه در مسئله بهینه سازی شبکه های آبرسانی قطر لوله ها به عنوان متغییر های تصمیم[2] و قیود توابع ضمنی از متغییرهای تصمیم هستند و ناحیه ممکن، نامحدب و تابع هدف چند وجهی است.

مدی های بهینه سازی به دو دسته زیر تقسیم می شوند :

۱- مدل های بهینه سازی ریاضی[3] (دستی)

---

[1]-Trial and error technique

[2]-Decision Variables

[3]-Mathematical Programming Models