دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

۹۲۷۰۹٤۳٦

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش مهندسی آب

عنوان :

طراحی خطوط انتقال آب در جریان غیرماندگار با استفاده از بهینه‌سازی غیرخطی

استاد راهنما:

دکترحسین محمدولی سامانی

استاد مشاور:

دکترعلی حقیقی

نگارنده :

زینب حدادیان

دی ۱۳۹۲

فهرست عناوین

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ صورت مسأله ۳

۱-۳ ضرورت انجام تحقیق ۵

۱-٤ اهداف تحقیق ٦

۱-۵ ساختار پایان‌نامه ٦

فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین

۲-۱ مقدمه ۸

۲-۲ تاریخچه جریان ناماندگار ۸

۲-۳ تاریخچه بهینه‌سازی ۱۸

۲-۳-۱ بهینه‌سازی شبکه‌های آبرسانی ۱۹

۲-۳-۲ بهینه‌سازی خطوط لوله ۳۲

فصل سوم: مبانیhammer و مفاهیم و معادلات حاکم بر جریان ناماندگار

۳-۱ مقدمه ۳۷

۳-۲ نرم‌افزار hammer ۳۷

۳-۳ جریان غیرماندگار ۳۸

۳-۳-۱ تغییرات فشار بر اثر تغییر ناگهانی سرعت ۳۹

۳-۳-۲ محاسبه سرعت موج در مجرای بسته (لوله) صلب ٤۲

۳-۳-۳ سرعت موج در مجرای بسته (لوله)غیر صلب ٤۳

۳-۳-٤ تأثیر هوا بر سرعت موج ضربه قوچ ٤٩
۳-۳-٥ انتشار و انعکاس امواج فشاری در خط لوله ٥٠
۳-۳-٦ معادلات حاکم بر جریان غیر ماندگار در مجاری بسته ٥٥
۳-۳-٦-۱معادله پیوستگی ٥٦
۳-۳-٦-۲ معادله مومنتم ٦٠
۳-۳-۷ روش خطوط مشخصه ٦٣
۳-۳-۷-۱شرایط مرزی ٦٧
۳-۳-۷-۱-۱ مخزن با ارتفاع ثابت در بالادست لوله ٦٨
۳-۳-۷-۱-۲ مخزن با ارتفاع ثابت در پایین‌دست لوله ٦٩
۳-۳-۷-۱-۳ شیر کنترل در پایین‌دست خط لوله ٦٩
۳-۳-۷-۱-٤ مصرف‌کننده در پایین‌دست ۷۱
۳-۳-۷-۱-٥ اتصال چند لوله ۷۱
۳-۳-۷-۱-٦ وجود پمپ بین لوله‌ها ۷۲
۳-۳-۷-۱-۷ وجود مخزن هوای تحت فشار ۷۳
۳-۳-۷-۲ شرط پایداری و همگرایی معادلات در روش خطوط مشخصه ۷٦
فصل چهارم: بهینه‌سازی و الگوریتم ژنتیک
٤-۱ مقدمه ۷۸
٤-۲ بهینه‌سازی ۷۸
٤-۲-۱ دسته‌بندی مسائل بهینه‌سازی ۸۰
٤-۲-۲ روش‌های بهینه‌سازی ۸۱
٤-۳ الگوریتم ژنتیک ۸۳
٤-۳-۱ معرفی الگوریتم ژنتیک ۸٦

٤-٣-٢ مؤلفه‌های الگوریتم ژنتیک باینری ٨٩
٤-٣-٣ انتخاب پارامترها و تابع هزینه ٩٠
٤-٣-٣-١ اول ٩١
٤-٣-٣-٢ دوم ٩٢
٤-٣-٣-٣ سوم ٩٢
٤-٣-٤ معرفی پارامترها به الگوریتم ژنتیک ٩٣
٤-٣-٥ جمعیت اولیه ٩٥
٤-٣-٦ انتخاب طبیعی ٩٨
٤-٣-٦-١ مرتب‌سازی ٩٨
٤-٣-٦-٢ انتخاب جمعیت هر نسل N_{pop} ٩٨
٤-٣-٧ جفت‌یابی ١٠١
٤-٣-٧-١ انتخاب ترتیبی ١٠١
٤-٣-٧-٢ انتخاب اتفاقی ١٠٢
٤-٣-٧-٣ انتخاب اتفاقی وزنی ١٠٣
٤-٣-٧-٤ انتخاب ترنومنت ١٠٦
٤-٣-٨ آمیزش ١٠٨
٤-٣-٩ جهش ژنی ١٠٩
٤-٣-١٠ همگرایی ١١٤
٤-٣-١١ مزایا و معایب الگوریتم ژنتیک ١١٩
٤-٣-١٢ روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک در نرم‌افزار متلب ١٢٠
فصل پنجم: معرفی تابع هزینه
٥-١ مقدمه ١٢٤

۵-۲ تابع هزینه ۱۲٤
۵-۲-۱ تعیین تابع هزینه لوله‌ها و کارگذاری آن‌ها در شبکه ۱۲۵
۵-۲-۲ هزینه تأسیسات ایجاد فشار ۱۲۷
۵-۲-۲-۱مخازن زمینی بلند(بتنی یا فلزی) ۱۲۷
۵-۲-۲-۲مخازن بلند پایه‌دار(هوایی) ۱۲۸
۵-۲-۲-۳ ایستگاه‌های پمپاژ ۱۲۹
۵-۲-۳ هزینه تأسیسات کنترل فشار ۱۳۳
۵-۲-۳-۱ مخزن موج گیر ۱۳۳
۵-۲-۳-۲ مخزن هوای تحت فشار ۱۳۳
۵-۳ تحلیل اقتصادی ۱۳٦
۵-۳-۱ روش سرمایه‌گذاری ۱۳۷
۵-۳-۲ روش سالیانه ۱۳۷
۵-۳-۳ روش ارزش حال ۱۳۸
۵-۳-٤ پارامترهای هزینه‌ها ۱۳۸
۵-٤ محدودیت‌های حاکم بر شبکه ۱۳۹
۵-٤-۱ محدودیت سرعت ۱۳۹
۵-٤-۲ محدودیت فشار ۱٤۰
۵-۵ مدل بهینه‌ساز ۱٤۱
فصل ششم: ارزیابی مدل بهینه‌ساز در حل چند مثال
٦-۱ مقدمه ۱٤۷
٦-۲ مثال ۱ ..... ۱٤۷
٦-۳ مثال ۲: مدل خط انتقال طرح آبرسانی مهرانه رود تبریز ۱۵٤

فصل هفتم: خلاصه ، نتیجه‌گیری، پیشنهادات

۷-۱ خلاصه پژوهش ۱٦۷

۷-۲ نتیجه‌گیری ۱٦۷

۷-۳ پیشنهادات ۱٦۹

پیوست الف: فهرست اصطلاحات واختصارات ۱۷۰

منابع ومراجع ۱۷٦

فهرست اشکال

شکل ۳-۱ حرکت جبهه موج در جریان غیرماندگار ٤٠

شکل ۳-۲ جریان غیرماندگار تبدیل‌شده به جریان ماندگار ٤٠

شکل ۳-۳ حالت‌های مختلف تکیه‌گاهی لوله ٤٥

شکل ۳-٤ نیروهای وارده بر مقطع لوله ٤٧

شکل ۳-۵ شرایط سیستم در لحظه $t = \delta t$ ۵۱

شکل ۳-٦ شرایط سیستم در لحظه $t = L/a$ ۵۱

شکل ۳-۷ شرایط سیستم در لحظه $t = L/a + \delta t$ ۵۲

شکل ۳-۸ شرایط سیستم در لحظه $t = 2L/a$ ۵۲

شکل ۳-۹ شرایط سیستم در لحظه $t = 2L/a + \delta t$ ۵۲

شکل ۳-۱۰ شرایط سیستم در لحظه $t = 3L/a$ ۵۳

شکل ۳-۱۱ شرایط سیستم در لحظه $t = 3L/a + \delta t$ ۵۳

شکل ۳-۱۲ شرایط سیستم در لحظه $t = 4L/a$ ۵٤

شکل ۳-۱۳ تغییرات فشار در شیر – افت اصطکاکی نادیده گرفته شده است. ۵٤

شکل ۳-۱٤ تغییرات فشار در شیر – افت اصطکاکی در نظر گرفته شده است. ۵۵

شکل ۳-۱۵ دیاگرام حجم کنترل ۵٦

شکل ۳-۱٦ دیاگرام نیروها در حجم کنترل ٦۰

شکل ۳-۱۷ نمونه‌ای از نقاط خط لوله که خطوط مشخصه از آن‌ها عبور می‌کنند. ٦٦

شکل ۳-۱۸ شرط مرزی ابتدایی ٦۷

شکل ۳-۱۹ شرط مرزی انتهایی ٦۸

شکل ۳-۲۰ مخزن واقع در بالادست جریان ٦٨
شکل ۳-۲۱ مخزن واقع در پایین‌دست جریان ٦٩
شکل ۳-۲۲ شیر واقع در انتها ۷۱
شکل ۳-۲۳ اتصال چند لوله ۷۱
شکل ۳-۲٤ وجود پمپ بین لوله‌ها ۷۲
شکل ۳-۲۵ مخزن هوای تحت فشار ۷٤
شکل ٤-۱ مقایسه تکامل بیولوژیک و الگوریتم ژنتیک ۸۸
شکل ٤-۲ مراحل بهینه‌سازی در الگوریتم ژنتیک ۸۹
شکل ٤-۳ نمونه جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک متلب ۱۲۰
شکل ۵-۱ مخزن هوای تحت فشار و تجهیزات آن ۱۳۵
شکل ٦-۱ طرح شماتیک مثال ۱ از راهنمای نرم‌افزار Hammer ۱٤۷
شکل ٦-۲ فشارهای ماکزیمم ومینیمم در حالت ناماندگار بین دو مخزن برای مثال ۱ ..... ۱۵۳
شکل ٦-۳ پروفیل طولی مسیر خط انتقال مهرانه رود معرفی‌شده به مدل ۱۵۵
شکل ٦-٤ نتایج تحلیل جریان ناماندگار برای مدل مهرانه رود ۱٦٤

فهرست جداول

جدول ٤-١ جمعیت اولیه و هزینه متناظر هر کرومزوم برای مثال (٤-١).....٩٧

جدول ٤-٢ مراحل انتخاب طبیعی از بین جمعِت اولیه برای مثال (٤-١) ١٠٠

جدول ٤-٣ کرومزومهای خوب انتخابی برای مثال (٤-١) در حوضه آمیزش.....١٠١

جدول ٤-٤ انتخاب اتفاقی کرومزومهای والدین برای مثال (٤-١) ١٠٣

جدول ٤-٥ انتخاب اتفاقی والدین به روش مرتب‌سازی وزنی برای مثال (٤-١) ١٠٤

جدول ٤-٦ انتخاب اتفاقی والدین به روش هزینه‌های وزنی برای مثال (٤-١).....١٠٦

جدول ٤-٧ انتخاب والدین به روش ترنومنت برای مثال (٤-١) ١٠٧

جدول ٤-٨ مراحل آمیزش و تولید نسل مربوط به مثال (٤-١) نقطه تقاطع (*Crossover point*) به صورت اتفاقی بین کدها انتخاب می‌شود. $C.P = Random \times 10$ ١٠٩

جدول ٤-٩ جمعیت حاصل بعد از آمیزش و تولید نسل مربوط به مثال (٤-١) ١١١

جدول ٤-١٠ جمعیت نسل دوم منتج از آمیزش و موتاسیون نسل اولپس از مرتب‌سازی مربوط به مثال (٤-١) ١١٤

جدول ٤-١١ جمعیت نسل سوم منتج از آمیزش و موتاسیون نسل دوم پس از مرتب‌سازی مربوط به مثال (٤-١) ١١٦

جدول ٤-١٢ جمعیت نسل چهارم منتج از آمیزش و موتاسیون نسل سوم پس از مرتب‌سازی مربوط به مثال (٤-١) ١١٧

جدول ٤-١٣ جمعیت نسل پانزدهم منتج از آمیزش و موتاسیون نسل چهاردهم پس از مرتب‌سازی مربوط به مثال (٤-١) ١١٨

جدول ٥-١ هزینه‌های ایستگاه پمپاژ بر حسب توان پمپ برای یک پروژه واقعی.....١٣٢

جدول ٥-٢ هزینه مخزن هوای تحت فشار بر اساس حجم مخزن ١٣٥

جدول ۵-۳ پارامترهای هزینه برای تحلیل اقتصادی ۱۳۹
جدول ٦-۱ اطلاعات مربوط به گره‌ها برای مثال۱ ..... ۱٤۸
جدول ٦-۲ مشخصات لوله‌ها برای مثال۱ ..... ۱٤۸
جدول ٦-۳ قطرهای تجاری برای مثال۱ ..... ۱٤۹
جدول ٦-٤ نتایج بهینه‌ساز برای مثال (۱) ۱۵۲
جدول ٦-۵ قطرهای تجاری موجود در بازار برای مدل مهرانه رود ۱۵٦
جدول ٦-٦ نتایج بهینه‌سازی مدل مهرانه رود ۱٦۱

فهرست علائم

سطح مقطع لوله	A
سرعت موج ضربه قوچ	a
هزینه انرژی الکتریکی مصرفی سالیانه پمپ	A_e
میزان باز یا بسته شدن شیر نسبت به حالت ماندگار	A_R
هزینه کلی خط انتقال	C_{total}
هزینه لوله‌ها	$C(D_N)$
هزینه ایستگاه پمپاژ	$C(P)$
هزینه تأسیسات کنترل فشار	$C(V)$
مدول الاستیسیته یانگ	E
ضخامت جداره لوله	e
ضریب اصطکاک دارسی	f
ارتفاع نظیر انرژی	h
فشار هوای محبوس	H_{air}
فشار بارومتریک هوا	H_b
هد آب در مخزن	H_{res}
هدپمپاژ سیستم	Hp
هد پمپ فرض شده برای سیستم	hp
ارتفاع پیزومتریک در حالت ماندگار	H_0
مدول الاستیسیته حجمی هوا	k_{air}
مدول الاستیسیته حجمی مایع	k_{liq}
مدول الاستیسیته حجمی مخلوط	k_{mix}
تابع نرخ تورم	k_P

طول لوله	L
فشار پیزومتریک	p
قدرت پمپ پس از اعمال ضریب اطمینان	P_{pump}
کمترین فشار موجود محاسبه‌شده در گره‌ها	$(\frac{p}{\gamma})_{calc}$
فشار مورد نیاز در انتها	$(\frac{p}{\gamma})_{end}$
دبی در حالت ماندگار	Q_0
قیمت هر کیلووات ساعت	RE
ضریب اطمینان	s_b
نیروی کششی محیطی بر واحد طول لوله	T
زمان	t
سرعت	V
حجم هوای محبوس	V_{air}
سرعت تغییرات ناشی از انبساط یا انقباض	w
ارتفاع از سطح مقایسه	Z
کرنش واحد محوری	ε_L
تنش واحد محوری	σ_1
تنش واحد جانبی	σ_2
چگالی مخلوط	ρ_{mix}
چگالی سیال	ρ_{lip}
نسبت فضای خالی (حجم هوا به حجم مخلوط)	v
زاویه محور مجرا با افق	θ
تنش برشی مابین دیواره مجرا و سیال	τ_0
وزن مخصوص آب	γ
بازده یا راندمان پمپ	η

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

زیرساخت‌ها در هر کشوری از اهمیت خاصی برخوردار هستند. هم از نظر خدماتی که ارائه می‌دهند و هم از نظر هزینه‌هایی که برای طراحی، اجرا و نگهداری آن‌ها صرف می‌گردد. یکی از این زیرساخت‌ها، خطوط انتقال آب هستند که وظیفه توزیع آب را با کمیت و کیفیت مناسب در طول دوران بهره‌برداری و در شرایط مختلف بر عهده‌دارند و از آنجا که آب ماده‌ی حیاتی برای زندگی روزمره انسان‌هاست و تهیه و توزیع آن یکی از مهم‌ترین برنامه‌های کلان مدیریتی در هر کشور می‌باشد و با توجه به رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی، توسعه بخش‌های اقتصادی و نیاز روزافزون به آب همراه با کمبود منابع آب و لزوم کاهش هزینه‌های مازاد در پروژه‌های عمرانی و حفظ سرمایه‌های ملی، ضرورت پرداختن به مقوله بهینه‌سازی در سیستم های منابع آب از جمله بهینه‌سازی طرح انتقال آب کاملاً مشهود است. به گونه‌ای که بتوان با صرف حداقل هزینه‌ها، کلیه محدودیت‌های مورد نظر طرح را تأمین نمود. این موضوع به خصوص در کشور ما که به دلیل نازل بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن، جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌گردد بحرانی‌تر می‌شود. بدین دلیل لازم است مطالعات وسیعی در این زمینه صورت گیرد.

۱-۲ صورت مسأله

طراحی صحیح پارامترهای فنی، هیدرولیکی و همچنین اقتصادی بودن یک طرح، نقش اساسی در موفقیت آن طرح دارند و بدون در نظر گرفتن عوامل فوق ممکن است طرح با شکست مواجه گردد.

در مراحل مختلف یک پروژه از نظر طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری با توجه به محدودیت‌های موجود باید بهترین راهکار انتخاب و تصمیمات لازم گرفته شود. هدف نهایی چنین تصمیماتی می‌تواند کمینه نمودن تلاش و هزینه لازم یا بیشینه کردن منافع مورد نظر مانند هزینه‌های یک خط انتقال تحت فشار و یا بیشینه نمودن فواید ناشی از اجرای یک طرح خاص باشد.

به طور کلی هزینه‌های یک خط انتقال شامل ایستگاه پمپاژ، مخزن آب، لوله و اتصالات را می‌توان در سه قالب زیر بیان کرد:

۱- هزینه خرید لوله‌ها به همراه هزینه‌های حمل و کارگذاری آن‌ها در شبکه

۲- هزینه تأسیسات ایجاد فشار

۳- هزینه تأسیسات کنترل فشار

در تعیین قیمت هر کدام از موارد فوق، عوامل بسیاری دخالت دارند. مناسب‌ترین پارامتری که می‌توان براساس آن هزینه لوله‌ها و کارگذاری آن‌ها را بیان نمود قطر لوله است که بر اساس آن قیمت هر متر طول لوله مشخص می‌شود. از طرفی هزینه تأسیسات ایجاد فشار بستگی به این موضوع دارد که در طرح مورد نظر از ایستگاه پمپاژ استفاده شود یا اینکه با استفاده از یک مخزن، فشار مورد نیاز تأمین گردد. بنابراین در طراحی اقتصادی یک خط لوله با ترکیبات مختلفی از قطرها و پمپ‌ها مواجه بوده که هر گونه تغییری در ترکیب طراحی می‌تواند باعث افزایش یا کاهش هزینه کل گردد. به طور مثال در یک طرح انتقال آب، افزایش قطر لوله‌ها باعث کاهش افت و کاهش سرعت در نتیجه کاهش هزینه مربوط به تأسیسات ایجاد فشار گردیده، ولی هزینه لوله‌ها و کارگذاری آن‌ها افزایش می‌یابد. در حالت عکس، کاهش قطر لوله‌ها در شبکه موجب افزایش افت فشار و سرعت و هزینه تأسیسات ایجاد فشار شده ولی هزینه لوله‌ها و کارگذاری آن‌ها کاهش می‌یابد.

طرح بهینه خط انتقال و توزیع آب طرحی است که در آن همراه با تأمین قیود هیدرولیکی سیستم انتقال، حداقل هزینه نیز برای طرح حاصل شود. قیود هیدرولیکی شامل قید فشار در گره‌ها و قید سرعت در لوله‌ها می‌باشد. در طراحی یک خط انتقال آب ابتدا باید سیستم را برای جریان ماندگار و سپس جریان ناماندگار طراحی کرد. قید سرعت هم در حالت جریان ماندگار وهم ناماندگار دارای یک محدوده حداقل و حداکثر سرعت مجاز می‌باشد که باید تأمین شود.

در حالت جریان ماندگار، طرح باید به گونه‌ای باشد که بتواند آب کافی را با حداقل فشار مورد نیاز در تمام مدت طرح در اختیار قرار دهد و از طرفی باید این فشار به اندازه‌ای باشد که با توجه به فشار قابل‌تحمل توسط لوله باعث ترکیدن لوله نشود.

اگر در حالت جریان ماندگار در برآورد پارامترهای مختلف از قبیل افت هد اصطکاکی لوله و غیره اشتباهی رخ دهد ممکن است سیستم نتواند آب مورد نیاز را با فشار مناسب تأمین کند، اما در حالت جریان ناماندگار معمولاً مشکلات جدی تری در خطوط انتقال به وجود می‌آید. باز و بسته کردن ناگهانی شیرها و از کار افتادن ناگهانی پمپ‌ها می‌توانند جریان ناماندگار ایجاد کرده و به وقوع پدیده ضربه قوچ[1] بیانجامد، جریان ناماندگار در مهندسی آب از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا این نوع جریان می‌تواند باعث ایجاد فشارهای اضافی، صدا، خلأزایی و ارتعاشات در سیستم آبرسانی شود. میزان تخریب ناشی از جریان ناماندگار در سیستم آبرسانی به عوامل متعددی از قبیل تجهیزات بکار رفته در سیستم، خواص فیزیکی لوله‌ها و سیال و وجود هوا در سیستم بستگی دارد. در جریان ناماندگار نیز قید فشاری حداکثر باید به اندازه‌ای باشد که از مقدار فشار قابل‌تحمل لوله بیشتر نشود و حداقل فشار منفی نیز باید به گونه‌ای باشد که از فشار بخار آب کمتر نباشد تا از وقوع پدیده کاویتاسیون[2] و جدایی ستون مایع[3] جلوگیری شود. لذا مطالعه ضربه قوچ به عنوان یک پدیده مخرب جریان میرایی[4] در زمینه طراحی خطوط لوله اجتناب‌ناپذیر است. در گذشته طراحان با استفاده از

[1] Water hammer
[2] Cavitation
[3] Column Separation
[4] Transient flow

تجربه شخصی ضریب اطمینانی در محاسبات خود در رابطه با کنترل فشارهای ناشی از پدیده ضربه قوچ آب منظور می‌نمودند. این ضریب که معمولاً نیز بزرگ در نظر گرفته می‌شد، باعث افزایش ضخامت لوله و تجهیزات مربوطه می‌گردید و این در حالی است که افزایش ضخامت باعث کاهش قطر لوله و به تبع افزایش سرعت جریان و تشدید فشارهای منفی و مخرب ضربه قوچ و افزایش هزینه ساخت لوله می‌گردد به همین دلیل این راه‌حل به هیچ‌وجه اقتصادی و مقرون به صرفه نبوده، چرا که با توجه به مطالب گفته‌شده در مقدمه، طراحان باید سعی در ارائه پروژه‌های مطمئن و مقرون به صرفه و با کمترین قیمت‌ها برای مقابله با بحران کم آبی نمایند. پس لزوم بررسی هر چه دقیق‌تر عوامل هیدرولیکی خصوصاً ضربه قوچ و اثرات ناشی از آن در خطوط لوله، به عنوان یکی از راه‌حل‌های حفظ کمیت و کیفیت آب در آینده و همچنین حفظ سرمایه‌گذاری انجام‌شده، امری ضروری است.

۱-۳ ضرورت انجام تحقیق

این پژوهش از دو بخش تشکیل شده است، بخش اول طراحی خط انتقال آب در حالت جریان ناماندگار و بخش دوم بهینه‌سازی خط انتقال آب طراحی‌شده می‌باشد. در زمینه طراحی و بهینه‌سازی خطوط انتقال آب روش‌های مختلفی مورد استفاده قرارگرفته شده است اما با توجه به اینکه در دنیای امروز مدل ها ونرم افزارهای کامپیوتری نقش مؤثر و تأمین‌کننده‌ای را در تصمیم‌گیری‌ها، برنامه‌ریزی، مدیریت و اجرای پروژه‌ها ایفا می‌کنند و سیستم های انتقال و توزیع آب نیز از این قاعده مستثنی نیستند در این پژوهش بر آن شدیم تا این مهم را با استفاده از نرم‌افزارهای موجود در زمینه شبیه‌سازی هیدرولیک جریان و نرم‌افزارهای بهینه‌سازی ولینک مناسب بین آن‌ها انجام دهیم. تا به کاربردی تر شدن علم هیدرولیک و بهینه‌سازی خطوط لوله در اجرا خدمتی شایان توجه کرده باشیم.

در این راستا، نرم‌افزار قدرتمندHammer برای شبیه‌سازی جریان ماندگار و ناماندگار و الگوریتم ژنتیک در نرم‌افزار متلب[1] با توجه به عملکرد مناسب این الگوریتم در پیداکردن جواب بهینه ای به احتمال زیاد برابر با بهینه مطلق، برای بهینه‌سازی مورد استفاده قرار گرفت.

[1] Matlab

۱-۴ اهداف تحقیق

۱) طراحی خط انتقال آب در حالت جریان غیرماندگار و تعیین تابع هزینه و سپس بهینه‌سازی آن

۲) استفاده از نرم‌افزارهای موجود برای طراحی و شبیه‌سازی خطوط انتقال آب در حالت جریان غیرماندگار

۳) استفاده از یک الگوریتم بهینه‌سازی که مشکل افتادن در دام بهینه‌های محلی را نداشته باشد.

٤) لینک مناسب بین نرم‌افزار طراحی و شبیه‌سازی خطوط انتقال آب درحالت جریان غیرماندگارو الگوریتم بهینه‌سازی

۵) ارزیابی مدل پیشنهادی در مقیاس بزرگ برای یک شبکه واقعی

۱-۵ ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه شامل هفت فصل به شرح زیر می‌باشد:

فصل اول: مقدمه و طرح مسأله، به بیان مقدمه‌ای از پژوهش حاضر می‌پردازد و ضرورت انجام آن و اهداف مورد نظر را شرح می‌دهد.

فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین، مروری است جامع بر مطالعاتی که تاکنون در زمینه‌ی طراحی و بهینه‌سازی خطوط انتقال آب توسط محققان دیگر انجام شده است.

فصل سوم: معرفی نرم‌افزار hammer و معادلات حاکم بر جریان

فصل چهارم: معرفی بهینه‌سازی و الگوریتم ژنتیک

فصل پنجم: معرفی تابع هزینه

فصل ششم: ارائه نتیجه‌ها و تحلیل داده‌ها و بحث

فصل هفتم: جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد جهت ادامه پژوهش

فصل دوم

مروری بر پژوهش‌های پیشین

۲-۱ مقدمه

همان‌گونه که در فصل قبلی بیان شد این پژوهش از دو بخش تشکیل شده است و برای هر بخش نیز مطالب به صورت جداگانه مورد بررسی قرارگرفته‌اند. در این فصل در ابتدا مروری بر پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه جریان غیرماندگار و روش‌های حل آن و سپس به پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه بهینه‌سازی در سیستم های آبرسانی که خود به دو بخش بهینه‌سازی شبکه‌های آبرسانی که بیشتر مبتنی بر جریان ماندگار است و بهینه‌سازی خطوط لوله که عمدتاً مبتنی بر جریان غیر ماندگار است می‌پردازیم.

۲-۲ تاریخچه جریان ناماندگار

جریان غیر ماندگار[1]، جریانی است که خصوصیات آن (دبی، فشار و غیره) در هر نقطه با زمان تغییر کند. زمانی که جریان از یک حالت ماندگار[2] به حالت ماندگار دیگری در یک سیستم لوله تحت فشار تغییر شرایط می‌دهد، حالت میانی[3] ما بین را جریان میرا (گذرا) می‌نامند. به بیان دیگر هرگاه در اثر هرگونه اغتشاش هدفمند یا تصادفی، شرایط جریان از یک حالت ماندگار به حالت ماندگار دیگر تبدیل شود، حالت گذرا یا جریان گذرا در خط لوله ایجاد می‌شود.

جریان‌های گذرا در خطوط لوله در اثر باز یا بسته شدن ناگهانی شیر (خواه به صورت کنترل شده و خواه به شکل تصادفی و ناخواسته) یا توقف و راه‌اندازی سیستمهای پمپاژ یا هر عامل دیگری که سبب تغییر ناگهانی در شرایط ماندگار جریان شود، به وجود می‌آیند. در اثر این پدیده، یک موج فشاری در طول لوله منتشر می‌شود و به طور دوره‌ای سبب افزایش و کاهش فشار می‌گردد. چنانچه شدت نوسانات شدید باشد به وقوع ضربه قوچ یا چکش آبی منتهی می‌گردد. این مهم، در بسیاری موارد امری نامطلوب در هیدرولیک خطوط لوله محسوب می‌شود و یکی از شایع‌ترین عوامل بروز آسیب در خطوط لوله است. گاهی اوقات قدرت تخریبی این موج‌های فشار به حدی است که نتایج وخیمی به بار می‌آورد، ترکیدن خطوط لوله در سامانه‌های انتقال و شبکه‌های توزیع، خرابی و

[1] Unsteady flow
[2] Steady flow
[3] Intermediate-stage flow