١٩١٥٥

۸۷/۱/۱۰۶۹ ه‍
۱۸/۱/۸۸

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد سازه های آبی

بهره برداری بهینه از شبکه آبیاری سد با استفاده از الگوریتم ژنتیک (مطاله موردی: شبکه آبیاری و زهکشی سد جیرفت)

۱۳۸۷/۱۲/۲۷

استاد راهنما :

دکتر محمد باقر رهنما

استاد مشاور:

دکتر حسین ابراهیمی

مؤلف :

پیمان جهانشاهی جواران

تیر ۱۳۸۷

۱۰۹۱۵۵

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی آب

دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : پیمان جهانشاهی جواران

استاد راهنما: دکتر محمد باقر رهنما

استاد مشاور : دکتر حسین ابراهیمی

داور ۱ : دکتر غلامعباس بارانی

داور ۲ : دکتر شهرام کریمی

نماینده دانشکده : دکتر محمد حسن فولادی

دانشگاه شهید باهنر
کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به مؤلف است.

مادر و پدر ارجمند

ای بهترین گلهای عالم و ای خوشترین لبخندهای هستی
ای مهر و ماه راه من در این گذرگاه
همواره بر رویتان خواهم دوخت...
چشمان سیری ناپذیرم را تکرار نامتان باغ گل کرده است
صحرای خاموش ضمیرم را.
این تلاش اندک تقدیمتان باد.

سپاس تو را که روحت را در من دمیدی و وجودم دادی و سپاس تو را که علمت را به من دادی و آموخته شدم
سپاس تو را که لذت دیدن طلوع را به من دادی و سپاس تو را که سیاهی ندانستن را از من زدودی و هزار سپاس برای تو و تو و...

اکنون که به یاری خداوند متعال، پایان نامه تحصیلی خود را به پایان رسانیده ام، لازم می دانم تا از زحمات بی دریغ و همه جانبه استاد گرامی جناب آقای دکتر محمد باقر رهنما در انجام تمامی مراحل این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را نمایم. همچنین از زحمات استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر ابراهیمی و سایر اساتید ارجمند آقایان دکتر بارانی، دکتر خانجانی، دکتر کریمی و دکتر رحیم پور تشکر نمایم.

چکیده:

آب مهمترین مایع حیاتی موجودات زنده است. با افزایش جمعیت و نیاز روز افزون بشر به تـامین آب، استفاده بهینه از منابع آب در شبکه های آبیاری یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. یکی از عوامل موثر در بهره برداری از شبکه های آبیاری جهت دستیابی به راندمان مطلوب در سطح پروژه، برنامه تحویل آب می باشد. برنامه ریزی تحویل آب، علاوه بر مواقع بهره برداری از کانال ها، در زمان طراحی آنها نیز مورد توجه قرار می گیرد. زیرا نوع برنامه تحویل آب روی اندازه سازه ها، ظرفیت کانال ها و در نهایت هزینه احداث تاثیر می گذارد. به منظور بهینه سازی برنامه تحویل آب از روشهای بهینه سازی مرسوم که دارای محدودیت هایی بودند استفاده می شد، که برای رفع ایـن محـدودیت هـا از روش الگـوریتم ژنتیک که یک روش بهینه سازی عددی با تواناییهای جستجوی مجموعه ای از پارامترها با ماکزیمم یا مینیمم شاخصی خاص می باشد، استفاده شد. در این تحقیق شبکه آبیاری جیرفت مورد بررسی قـرار گرفت. در این ایده که به منظور مدیریت در شبکه های آبیاری می باشد، انشعابات کانال توزیع کننده را در بلوک های آبیاری مختلف (آبگیرهایی که به صورت همزمان آبیاری می شوند) به صورت تصادفی قرار داده، و با توجه به پارامترهای الگوریتم ژنتیک، بهترین دبی هـر انـشعاب و زمـان تکمیـل برنامـه آبیاری به دست آمد. نتایج نشان دهنده بهترین برنامه آبیاری با تامین اهداف متفـاوت اعـم از کـاهش ظرفیت کانال توزیع کننده آب به انشعاب ها، کاهش زمان مورد نیـاز بـرای تکمیـل برنامـه آبیـاری و کاهش تلفات زمانی در هر دور آبیاری بود.

واژه های کلیدی: برنامه تحویل آب، شبکه آبیاری جیرفت، الگوریتم ژنتیک، بلوک های آبیاری.

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

فصل اول: کلیات و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱ مقدمه ۱
۱-۲ تحقیقات انجام شده در زمینه توزیع آب ۲
۱-۳ استفاده از الگوریتم ژنتیک در علوم آب ۵
۱-٤ اهداف تحقیق ۱۴
۱-۵ دلایل استفاده از روش الگوریتم ژنتیک در این تحقیق ۱۴
a- استفاده از چندین نقطه جستجو به طور همزمان دریافتن نقطه بهینه مناسب ۱۵
b- امکان ترکیب با دیگر روش های بهنیه سازی ۱۵
c- کثرت تعداد ارزیابی و درصد بالای نزدیکی به تابع هدف ۱۵
d- استقلال الگوریتم ژنتیک از فضای طراحی مسأله ۱۵
e- عدم وجود مشکلات واگرایی و ناپایداری محاسبات ۱۵

فصل دوم: معرفی حوضه مورد مطالعه

۲-۱ مقدمه ۱۷
۲-۲ بررسی آبدهی رودخانه هلیل و موقعیت حوزه آبریز آن ۱۷
۲-۳ موقعیت و مشخصات عمومی سد جیرفت ۱۸
۲-۴ معرفی نیروگاه سد جیرفت ۱۹
۲-۵ مشخصات سدانحرافی و تنظمی جیرفت ۲۱
۲-۶ سازه های مهم سد انحرافی و تنظیمی جیرفت ۲۳
۱- سرریز آزاد بتنی ۲۳
۲- دهانه آبگیر ۲۳
۳- حوضچه رسوبگیر ۲۴
۴- مجرای تخلیه رسوبات ۲۴
۵- کانال کنار گذر ۲۴
۶- حوضچه آب پخش ۲۵
۷- سرریز اضطراری ۲۵
۸- مخزن ذخیره ۲۵

۹- دیوار آب بند بتنی ۲۶
۲-۷ شبکه آبیاری پایین دست سد انحرافی و تنظیمی جیرفت ۲۶
۱۰- دریچه های منشعب شده ازکانال های MC و۱PC و ۲PC ۳۰
۲-۸ نیاز آبی محصولات ۳۱
۲-۹ برآورد نیاز آب کشاورزی ۳۱
۱-۲-۹ نتایج بدست آمده از سند ملی آب ۳۲

فصل سوم: مقدمه ای بر بهینه سازی

۳-۱ مقدمه ۴۵
۳-۲ روشهای کلی بهینه سازی ۴۶
۳-۳ معرفی کلی یک مسئله بهینه سازی ۴۷
۳-۴ روش های بهینه سازی الهام گرفته شده از طبیعت ۴۸
۳-۵ مقدمه ای بر الگوریتم ژنتیک ۵۰
۳-۶ تعاریف مورد نیاز ۵۱
۳-۶-۱ کروموزوم ۵۱
۳-۶-۲ جمعیت ۵۲
۳-۶-۳ فضای جستجو ۵۲
۳-۶-۴ تابع برازندگی ۵۲
۳-۶-۵ نسل ، والد و فرزند ۵۳
۳-۶-۶ احتمال پیوند ۵۳
۳-۶-۷ احتمال جهش ۵۳
۳-۷ اصول الگوریتم ژنتیک ۵۳
۳-۷-۱ کدگذاری ۵۵
۳-۸ روشهای مختلف کدگذاری ۵۶
۳-۸-۱ کدگذاری دو دویی ۵۶
۳-۸-۲کدگذاری خاکستری ۵۷
۳-۸-۳ کدگذاری اعداد حقیقی ۵۷
۳-۸-۴ مقایسه روشهای مختلف کدگذاری ۵۸
۳-۹ انتخاب ۵۸
۳-۹-۱ روشهای انتخاب ۵۸
۳-۹-۲ انتخاب تصادفی ۵۹
۳-۹-۳ انتخاب به روش چرخ گردان ۶۰

۳-۹-۴ انتخاب به روش نمونه گیری تصادفی جهانی ۶۰
۳-۹-۵ انتخاب قطعی ۶۱
۳-۹-۶ انتخاب ترکیبی ۶۲
۳-۱۰ ترکیب ۶۲
۳-۱۰-۱ روشهای ترکیب در کدگذاری دودویی ۶۳
۳-۱۰-۱-۱ روش تک نقطه ای ۶۳
۳-۱۰-۱-۲ روش دو نقطه ای و چند نقطه ای ۶۳
۳-۱۰-۱-۳ روش ترکیب یکنواخت ۶۴
۳-۱۰-۲ روشهای ترکیب در کدگذاری حقیقی ۶۵
۳-۱۰-۲-۱ ترکیب ساده ۶۵
مثال ترکیب ساده یک نقطه ای ۶۵
۳-۱۱ جهش ۶۶
۳-۱۱-۱ جهش در کدگذاری دودویی ۶۶
۳-۱۱-۲ جهش در کدگذاری اعداد حقیقی ۶۷
۳-۱۱-۲-۱ جهش یکنواخت ، جهش محدوده و جهش ساده ۶۷
۳-۱۱-۲-۲ مثال جهش یکنواخت ۶۸
۳-۱۱-۲-۳ مثال جهش محدوده ۶۸

فصل چهارم: توسعه الگوریتم ژنتیک در شبکه آبیاری جیرفت

۴-۱ مقدمه ۷۱
۴-۲ معرفی جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک ۷۱
۴-۲-۱ نوشتن M فایل ۷۲
۴-۲-۱-۱ مثال نوشتن یک M فایل ۷۳
۴-۲-۱-۲ ماکزیمم کردن در مقابل مینیمم کردن ۷۴
۴-۲-۲- استفاده از جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک ۷۴
۴-۳ یافتن تابع هدف ۷۵
۴-۴ الگوریتم بهینه سازی ۷۵
تعیین ظرفیت کانال توزیع کننده ۷۵
تعیین حداکثر زمان صرف شده جهت تکمیل برنامه تحویل آب ۷۵
تعیین هیدروگراف ورودی کانال توزیع کننده ۷۵
۴-۵ پارامترهای مورد نیاز مدل ۷۶
۴-۶ قیدها ۷۶

۴-۷ تابع هدف ۷۷
۴-۸ نحوه تولید جامعه اولیه ۷۸
۴-۹ کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدل ۸۱
۴-۱۰ اندازه جمعیت ۸۳
۴-۱۱ تعیین حدود اولیه ۸۶
۴-۱۲ پراکندگی جمعیت ۸۷
۴-۱۳ مرتبه بندی صلاحیت ۸۷
۴-۱۴ انتخاب ۸۸
۴-۱۵ احتمال پیوند ۸۹
۴-۱۶ ترکیب و جهش ۸۹
فرزندان ترکیب ۸۹
فرزندان جهش ۹۰
۴-۱۷ مهاجرت ۹۱
الف- جهت ۹۱
ب — فرجه ۹۲
ج- کسر ۹۲
۴-۱۸ استفاده از تابع هیبرید ۹۲
۴-۱۹ معیارهای توقف ۹۲
- نسلها ۹۲
-محدودیت زمان ۹۳
-محدودیت مقدار صلاحیت ۹۳
-نسل های بدون تغییر ۹۳
-زمان بدون تغییر ۹۳
۴-۲۰ برداری کردن ۹۳

فصل پنجم: نتایج و بحث

۵-۱ مقدمه ۹۶
۵-۲ تعیین بهترین پارامترهای ژنتیک در تحقیق حاضر ۹۶
۵-۲-۱ تعیین تعداد افراد جامعه ۹۶
۵-۲-۲ تعیین احتمال پیوند ۹۸
۵-۲-۳ بهترین نوع انتخاب و نوع پیوند ۹۹
۵-۳ پارامترهای آبیاری در تحقیق حاضر ۱۰۰

۵-۳-۱ الگوی کشت غالب ۱۰۱
۵-۳-۲ نیاز آبیاری الگوی کشت غالب ۱۰۱
۵-۳-۳ دور آبیاری ۱۰۳
۵-۴ بررسی تأثیر تعداد بلوک های آبیاری برروی نتایج حاصله ۱۰۴
۵-۴-۱ نتایج حاصل از آزمون اول برای تابع هدف تک هدفی در آزمون اول ۱۰۶
۵-۴-۲ نتایج حاصل از آزمون اول برای تابع هدف دو هدفی ۱۱۱
۵-۴-۳ نتایج حاصل هنگامی که از حداکثر ظرفیت انشعاب ها استفاده شود(آزمون دوم)..... ۱۱۴
۵-۴-۳-۱ نتایج حاصل از آزمون دوم برای تابع هدف دو هدفی ۱۱۵
۵-۵ هیدروگراف تنظیم دریچه سراب ۱۲۰
۵-۶ الگوی کشت بهینه ۱۲۱
منابع و مآخذ ۱۲۹
پیوست الف (روشهای محاسبه تبخیر و تعرق) ۱۳۵
۱- روش پنمن ۱۳۶
۲- روش ترکیبی پنمن – مانتیت ۱۳۹
۳-روش بلانی – کریدل ۱۴۱
۴- روش هارگریوز- سامانی ۱۴۲
۵- روش جنسن – هیز ۱۴۳
۶- استفاده از نرم افزار CropWat ۱۴۴
پیوست ب (توابع هدف به کاررفته) ۱۵۴
پیوست ج (شکل های حوضه مورد مطالعه)..... ۱۸۲
پیوست د ۱۸۵

فصل اول

کلیات و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

آب، مهمترین مایع حیاتی موجودات زنده است، بشر از دیر باز جهت تامین این نیاز خود، نخستین شهرها را در کنار رودخانه هایی نظیر دجله وفرات ساخت و در مکانهایی که دسترسی به آب رودخانه نبود، برای رفع نیازهای خود، اقدام به کندن چاه نمود و به دلیل اینکه همه آبهای قابل دسترس از نظر کمی و کیفی پاسخگوی نیازهای انسان نبودند، تفکر انتقال آب و تکنیک آبیاری وآبرسانی به وجود آمد.

بشر این قانون طبیعی را از جریان رودخانه آموخت که آب می تواند خود به خود از ارتفاع به مناطق پست روان گردد بنابراین به پیروی از طبیعت، باکندن شیارهایی به صورت روباز در زمین شیب لازم را جهت برقراری جریان آب، ایجاد و کانالهای آبرسانی را احداث نمود. با گسترش این ایده، پس از هزاران سال، جهت برداشت آب از اعماق زمین به جای شیارهای روباز، آبراهه های زیرزمینی را برای جریان آب به وجود آورده و به این ترتیب قنات (کاریز) را ابداع نمود.

با افزایش جمعیت و نیاز روزافزون بشر به تامین آب، در زمینه بهره برداری بهینه از منابع آب سطحی و زیرزمینی و انتقال اصولی آن از یک مکان به مکان دیگر به منظور آبیاری، آبرسانی و ذخیره سازی، مطالعات اساسی به صورت علمی در این زمینه مورد توجه قرار گرفت.

با بررسیهای انجام شده مشخص گردید که طراحی واجرای صحیح و بهره برداری مناسب از مخازن آبی، می تواند نقش مهمی در افزایش راندمان آبیاری و تولیدات کشاورزی داشته باشد. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده در سطح جهانی، علل ناکامی بسیاری ازطرح های آبی عمدتا مدیریت ضعیف، طراحی و اجرای نادرست و عدم رعایت اصول بهره برداری و نگهداری بوده است. (برخوردار و چاوشیان، ۱۳۷۹)

درسه دهه اخیر، سرمایه گذاریهای عظیمی در سطح جهانی در زمینه آبرسانی به منظور افزایش تولیدات مواد غذایی صورت گرفته است. از سال۱۹۵۱تاکنون اراضی آبی سالیانه۱۳ درصد رشد داشته و از۹۴ میلیون هکتار به ۲۷۱ میلیون هکتار بالغ گردیده است. در کشورما طبق آمار اعلام

شده در سمینارارزیابی زیست محیطی طرح ها ی آبی در بهمن ماه ۱۳۷۶، وسعت شبکه هـای آب احداث شده ۱/۲ میلیون هکتار بوده است. با توجه به این آمارها و هزینه هـای هنگفـت بـه عمـل آمده، به نظر می رسد هر اقدام که در جهت بهینـه سـازی بهـره بـرداری از سـدها و نیـز افـزایش راندمان عملکرد شبکه های آبیاری صورت پذیرد، مفید خوا هد بود. (ذوالفقاری، ۱۳۷۶)

اقدامات مهندسی بجا، همواره دغدغه مهندسین درگیر در این رشته بوده است و همواره به ابـزاری جهت شبیه‌سازی پدیده موردنظر در عمل نیازمند بوده‌اند. در صورت عـدم وجـود و بـه کـارگیری چنین ابزاری، قضاوت های مهندسی غالباً باعث می‌گردد که طرح های موردنظر بـا محافظـه‌کـاری بیشتر که معمولاً با هزینه گران‌تر و بعضاً غیرفنی هستند به اجرا در آورده شوند.

در این تحقیق با تکیه بر تواناییهای روش الگوریتم ژنتیک در بهـره بـرداری بهینـه از شـبکه هـای آبیاری سد، پرداخته شده است.

۱-۲- تحقیقات انجام شده در زمینه توزیع آب

ژنمین[۱] (۱۹۹۲) تخصیص بهینه آب برای کانال با ۱۸ انشعاب واقع در پروژه آبیاری چنجای[۲] چین با استفاده از برنامه ریزی خطی را مورد بررسی قرار داد و پس از تعیین الگوی کشت بهینه، تخصص بهینه آب به انشعابات با هدف کاهش دور آبیاری مورد توجه قرار گرفت.

وانگ و همکارانش[۳] (۱۹۹۹) با استفاده از روش خطی ۰- ۱، برنامه ریزی بهینه جریان را در کانال های آبیاری مورد بررسی قرار دادند. در آن تحقیق زمانبندی تحویل آب به آبگیرها و نیز گروه بندی آنها برای آبگیری بصورت همزمان مد نظر بوده وهدف یافتن نحوه بهره برداری بود که ظرفیت کانال در آن حداقل باشد. بدین ترتیب هزینه ساخت کانال های جدید و یا اتلاف آب در کانال های ساخته شده به حداقل می رسید.

---

۱ Zhenmin

۲ Chenjay

۳ Wang et al

در تحقیقات دیگری که توسط کسب دوز و همکاران (۱۳۷۶) ارائه گردیده، توزیع آب در شبکه قوریچای (آذربایجان شرقی) مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق سه نوع برنامه تحویل به عنوان سه گزینه انتخابی (جریان دائمی با دبی ثابت، جریان دائمی با دبی متغیر و جریان گردشی) برای کانال توزیع کننده اصلی مورد ارزیابی قرار گرفته است. گزینه های فوق پس از شبیه سازی توسط مدل هیدرو دینامیک ICSS-POM با محاسبه شاخص های کفایت[۱]، اعتماد[۲] و عدالت تحویل مورد ارزیابی قرار گرفته اند. در نتیجه بررسی شاخص های فوق، گزینه دوم یعنی جریان دائمی با دبی متغیر برای کانال های مذکور توصیه گردیده است. در دو روش فوق برنامه های تحویل همگی از قبل تعیین شده و سپس مورد ارزیابی قرار گرفته اند که لزوما برنامه بهینه نمی باشند در حالیکه می توان با استفاده از روش های بهینه سازی برنامه تحویل بهینه را تعیین نمود.

در تحقیقات مانم و اسکرمنز[۳] (۱۹۹۹) عملکرد یک سیستم انتقال را تحت اثر برنامه های مختلف توزیع آب و سیستم های کنترل برای کانال اصلی کوشتیا در شبکه آبیاری گنگز-کودیاک[۴] (بنگلادش) مورد ارزیابی قرار دادند. اساس تحقیق ایشان بر این اصل استوار بود که عملکرد بهره برداری در یک شبکه علاوه بر روش های بهره برداری، متاثر از نوع سیستم کنترل شبکه نیز می باشد. بر این اساس دو سیستم کنترل (کنترل از بالا دست به شکل دستی و کنترل از بالا دست اتوماتیک) و سه نوع برنامه تحویل (گردشی، پیوسته با گام های بزرگ و پیوسته با گام های کوچک) را انتخاب و با استفاده از مدل هیدرودینامیک MODIS شبیه سازی نموده اند و نیز شاخص هایی اعم از عملکرد تحویل و راندمان بهره برداری برای ارزیابی موارد فوق معرفی نموده اند. بر اساس نتایج حاصله سیستم کنترل دستی از بالا دست همراه با روش تحویل پیوسته

---

۱ Adequecy

۲ Dependability

۳ Monem and Schurmans

۴Gangaz Kudyak

با گام های بزرگ و نیز کنترل اتوماتیک از بالا دست همراه با روش پیوسته با گام های کوچک، به عنوان روش مناسب تحویل و نوع سیستم کنترل تشخیص داده شده اند.

تحقیقات دیگری که توسط راجپوت و مایکل[1] (۲۰۰۰)، مدل نظری جامعی برای برنامه ریزی تحویل آب در کانال ها ارائه گردیده است. در این تحقیق پس از تعیین نیاز آبی مزارع، برای تهیه برنامه تحویل آب در کانال های توزیع، نیاز آبی آنها را به نوعی بر اساس قضاوت های کارشناسی با هم ترکیب نموده و با در نظر گرفتن سیستم، اعم از متناسب بودن دبی تحویلی با ظرفیت سیستم، برنامه توزیع آب به انشعابات را برای یک کانال توزیع کننده ارائه نموده اند. در این روش برای برنامه ریزی توزیع آب به انشعابات از قضاوت های کارشناسی بهره گرفته و از یک روش سیستمی که توسط آن بتوان خطا های موجود در قضاوت های کارشناسی را کاهش داد استفاده نگردیده است.

تحقیق دیگری که توسط نامداریان (۱۳۷۸) صورت گرفته است از روش بهینه سازی چند هدفی (SA) استفاده شده و بر این اساس مدل کامپیوتری (OWDIS) تهیه گردیده است. در این مدل برنامه بهینه توزیع آب در انشعابات کانال های توزیع کننده بگونه ای ارائه شده است که اهداف متفاوتی اعم از افزایش کفایت و برابری تحویل، افزایش سهولت بهره برداری، کاهش تلفات زمانی، و کاهش ظرفیت کانال توزیع کننده بصورت توام تامین گردیده و هر یک بشکل متعادلی بهینه گردند.

در تحقیق مشابهی که توسط ردی و همکارانش[2] (۲۰۰۲) انجام شده، بهره برداری بهینه از انشعابات یک کانال فرعی در پروژه هتائو چین با استفاده از برنامه ریزی ۰-۱ مورد مطالعه قرار گرفته است. در این تحقیق هدف حداقل نمودن اختلاف بین ظرفیت مورد نظر و ظرفیت واقعی کانال مذکور بوده است.

---

۱ Rajput and Micheal

۲ Reddy et al

در تحقیق دیگری آنالیز هیدرولیکی و طراحی بهینه قطر لاترال های (لوله های آبرسان) آبیاری توسط جان و واینتزس[۱] (۲۰۰۲) ارائه شده است. در این کار یک آنالیز جدید با جریان خروجی پیوسته یکنواخت که تاثیر قطر لاترال های هیدرولیکی را محاسبه می کند ارائه شده است. پروفیل هد فشار در طول خط لوله بوسیله یک تابع محاسباتی ساده توصیف می شود که بوسیله یک معادله جریان خروجی با متغیر تنظیمی بهبود می یابد. تاثیر شیب زمین بر روی محاسبه هیدرولیکی در نظر گرفته می شود. محاسبات ساده برای ماکزیمم و مینیمم هد فشار در طول خط لوله نتیجه داد. طراحی بهینه برای دو قطر لاترال بوسیله این آنالیز بدست آمد برای تعین طول لوله در این دو قطر از یک محاسبه جبری ساده استفاده شد که طول ها را برای قطر های مختلف طوری که هزینه کاهش یابد پیدا کند. مقایسه این روش با روش های عددی نتیجه داد که این آنالیز دقیق و از صحت قابل قبولی برخوردار است.

۱-۳- استفاده از الگوریتم ژنتیک در علوم آب

اگر چه استفاده از تکنیک الگوریتم ژنتیک در مهندسی آبیاری نسبت به علوم مهندسی دیگر فراوان نیست اما در سال های اخیر از این روش جهت بهینه سازی شبکه های توزیع، مدیریت آبهای زیر زمینی، مخازن آب در پشت سدها، آلودگی و غیره استفاده گردیده است.

الگوریتم ژنتیک که بر پایه تئوری تکامل داروین استوار است اولین بار توسط هولند[۲] در (۱۹۷۵) مطرح شد. بعد از آن گلدبرگ[۳] (۱۹۸۹) و میشلویکس[۴] (۱۹۹۲) معرفی کامل و دقیقی از این روش ارائه دادند. استفاده از الگوریتم ژنتیک در حوزه مطالعات منابع آب در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته است.

---

۱ John and Valiantzas

۲ Holland

۳ Goldberg

٤ Michalewicz

وانگ[۱] (۱۹۹۱) برای کالیبره کردن یک مدل بارندگی- رواناب از الگوریتم ژنتیک استفاده کرد. مدل وانگ هفت پارامتر کالیبره شدن داشت که مقدار آنها با مینیمم کردن مجموع مربعات انحرافات بین دبی مشاهده شده و محاسباتی بهینه شد. از ده مورد انجام بهینه سازی هشت مورد قادر به پیدا کردن مینیمم مطلق بودند.

مورفی و همکاران[۲] (۱۹۹۳) یک روش برای بهینه کردن شبکه ذخیره آب با استفاده از الگوریتم ژنتیک ساده را گسترش داد. هدف آن پیدا کردن ترکیب اندازه لوله ها برای مینیمم کردن هزینه های شبکه پخش آب بود.

ریتزل[۳] (۲۰۰۲) یک مسئله چند منظوره آبهای زیر زمینی را با الگوریتم ژنتیک حل کرد.

مک کینی و لین[۴] (۱۹۹۴) الگوریتم ژنتیک را برای حل یک مدل مدیریتی آبهای زیر زمینی به کار بردند.

فهمی و همکاران[۵] نیز از الگوریتم ژنتیک برای یک سیستم چند مخزنه استفاده کردند. آنها نتایج را با مدل دینامیکی مقایسه کرده و نشان دادند که الگوریتم ژنتیک از پتانسیل بالایی در کارکرد با سیستم حوزه های بزرگ برخوردار است.

ایست و هال[۶] (۱۹۹۴) از الگوریتم ژنتیک در حل یک سیستم چهار مخزنه استفاده کردند، مقاله آنها در این مورد نشان دهنده پتانسیل بالای الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سیستم منابع آب بود و به شکل قابل توجهی برتریهای الگوریتم ژنتیک را نسبت به برنامه ریزی دینامیکی نشان می داد.

---

۱ Wang

۲ Murphy et al

۳ Ritzl

٤ Mckinney and Lin

٥ Fahmy et al

٦ Eest and Hal

توسط دیویدسون و گولتر[۱] (۱۹۹۵)، امکان استفاده از الگوریتم ژنتیک برای ارائه طرح خط سیر انشعابات شبکه توزیع بررسی گردیده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد تکنیک های شبیه الگوریتم ژنتیک که مبتنی بر اصل تکامل هستند قادر به ارائه راه حل های بهتری نسبت به روش های تحلیلی می باشند.

یک روش الگوریتم ژنتیک گسترش یافته به وسیله دندی و همکاران[۲] (۲۰۰۰) برای بهینه سازی هزینه احداث شبکه لوله استفاده شد. نتایج حاصل نشان می داد که این روش نسبت به روشهای سنتی گذشته و الگوریتم ژنتیک ساده عملکرد بهتری داشته است.

طبق تحقیقات بعمل آمده توسط منعم (۱۳۷۶) برای بهینه سازی عملکرد شبکه های آبیاری، از روش الگوریتم ژنتیک در مدل مشابه سازی شبکه های آبیاری (ICSS-POM) استفاده گردیده است. در این تحقیق ضمن تشریح مدل ریاضی تهیه شده برای بهینه سازی عملکرد شبکه های آبیاری، نتایج حاصله از مشابه سازی یک کانال و بهینه سازی عملکرد آنها ارائه شده و نتایج حاصل از این مطالعات نشان داده است که روش الگوریتم ژنتیک روشی کارآمد در بهینه سازی عملکرد شبکه های آبیاری است که محدودیت های روش کلاسیک را ندارد.

ساویک و والترز[۳] (۱۹۹۷) از یک مدل کامپیوتری که بر پایه الگوریتم ژنتیک بود، استفاده کردند تا حداقل هزینه برای طراحی شبکه توزیع آب را به دست آورند. مطالعات آنها نشان می دهد که، الگوریتم ژنتیک نتایج بهتری نسبت به سایر روشها دارد.

اولیورا و لوکاس[۴] (۱۹۹۷) از الگوریتم ژنتیک برای پیدا کردن منحنیهای فرمان یک سیستم چند مخزنه استفاده کردند، و نشان دادند که الگوریتم ژنتیک می تواند به شکل موثری در سیاست

---

۱ Davidson and Goulter

۲ Dandy et al

۳ Savic and Walters

٤ Oliveira and Loucks

های بهره برداری به کار گرفته شود. سادگی استفاده از این روش باعث می شد که بتواند در حل مسائل پیچیده مفید واقع شود.

چانگ و چن[۱] (۱۹۹۸) دو نوع الگوریتم ژنتیک (کدگذاری با مقادیر واقعی و کدگذاری باینری) را برای بهینه کردن یک مدل مخزن کنترل سیلاب به کار بردند. مشاهده شد که هر دو نوع الگوریتم ژنتیک بسیار کارآ و موثرتر از روش های جستجوی اتفاقی هستند. همچنین آنها مشاهده کردند که کدگذاری با مقادیر واقعی عملکرد بهتری در دقت و کارآیی مدل در مقایسه با کدگذاری باینری دارد.

شریف و واردلو[۲] (۱۹۹۹) از الگوریتم ژنتیک در یک سیستم چهار مخزنه با افق زمانی محدود استفاده کردند. تحقیقات آنها در این مساله خاص نشان داد که نمایش اعداد از نوع واقعی، انتخاب افراد از نوع مسابقه ای[۳]، تلاقی وجهش یکنواخت جواب های رضایت بخشی را نتیجه می دهد. همچنین آنها یک مسئله چهار مخزنه غیر خطی با افق زمانی گسترده و یک مسئله ده مخزنه پیچیده را با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل کردند. این محققان یادآور شدند که الگوریتم ژنتیک یک روش قوی بهینه سازی است و به آسانی می توان آن را برای سیستم های پیچیده مهندسی بکار گرفت.

یک مدل مدیریتی آب زیر زمینی با استفاده از الگوریتم ژنتیک توسط ماک کنی و لین[۴] (۱۹۹۹)، ارائه شده است. مدل شبیه ساز آب زیر زمینی به یک مدل الگوریتم ژنتیک متصل شده و توسط آن اهدافی شامل حداکثر نمودن پمپاژ از یک شبکه، حداقل نمودن هزینه توسعه مخازن و کاهش هزینه اصلاح سفره تامین می شده است. نتایج حاصل از تحقیقاتشان نشان داده است که

---

۱ Chang and Chen

۲ Sharif and Wardlow

۳Tournament

٤ Mckinney and Lin