١٤٠٢٠

دانشکده فنی مهندسی عمران
گروه آب

پایان نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته سازه های هیدرولیکی

عنوان

بهینه سازی مقاطع کانال های روباز با استفاده از روش های فرا کاوشی

استاد راهنما

دکتر وحید نورانی

استاد مشاور

دکتر محمد تقی اعلمی

پژوهشگر

سیمین شهرادفر

۱۳۸۷/۱۰/۰۵

شهریور ۸۷

۱۰۲۳۵

انسان بیش از زندگی است.
آنجا که هستی پایان می یابد،
او ادامه می یابد.

تقدیم به تمامی آنان که شمع وجود خود را چراغی فرا راه دیگران قرار داده اند...

تقدیر و تشکر

من لم یشکرالمخلوق لم یشکرالخالق

خدایا ترا سپاس می گویم که مرا از زلال نور علم خویش چشاندی و توفیقم بخشیدی تا این پایان نامه را در معرض مطالعه دانش پژوهان عزیز قرار دهم. امید که مفید فایده باشد.

در این مهم از همراهی و ارشاد استاد بزرگوار، دانشمند و صبور خود آقای دکتر نورانی بهره گرفتم که وظیفه خود می دانم صمیمانه و متواضعانه مراتب قدردانی و سپاس خود را به محضرشان تقدیم نمایم.

و تشکر ویژه دارم از جناب آقای دکتر اعلمی که مشاوره این پایان نامه را پذیرفتند.

از دوستان عزیزم نیز که محبت بی شائبه آنان چراغ راهم شد و روحیه تلاشم بخشید تقدیر نموده و نام زیبایشان را زینت بخش این پایان نامه می نمایم:

آقایان کامران صالحی، خسرو خیاوی، مصطفی مراثی و دوست مهربان و همیشه یاورم خانم نعیمه ابوالواسط.

در پایان از محبت های بی دریغ پدربزرگوار و صبور، مادر مهربان و دوست داشتنی، خواهر عزیز و فداکار و برادر عزیزم که در تمام سختی های زندگی در کنارم بوده اند، کمال تشکر را دارم.

نام‌خانوادگی دانشجو : شهرادفر **نام :** سیمین

عنوان پایان‌نامه : بهینه سازی مقاطع کانال های روباز با استفاده از روش های فرا کاوشی

استاد راهنما : دکتر وحید نورانی

استاد مشاور : دکتر محمد تقی اعلمی

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته :** عمران **گرایش :** سازه های هیدرولیکی **دانشگاه :** تبریز

دانشکده : عمران **تاریخ فارغ‌التحصیلی :** شهریور ۸۷ **تعداد صفحه :** ۱۵۲

کلیدواژه‌ها : کانال های روباز - بهینه سازی - طراحی - روش های فراکاوشی

چکیده:

کانال های روباز مصنوعی، هزینه های زیادی از جمله هزینه های مصالح، ساخت و نگهداری را در بر می گیرند. از این رو در طی سالیان گذشته، تحقیقات زیادی برای طراحی بهینه مقاطع کانال های روباز با مدل های بهینه سازی مختلف، صورت گرفته است.

در این تحقیق، بر خلاف محققینَ گذشته که از رابطه جریان یکنواخت مانینگ با شدت ثابت در مقطع کانال استفاده کرده اند، سعی شده است که از پروفیل لگاریتمی سرعت برای طراحی مقطع بهینه کانال مرکب استفاده شود. برای این منظور، ابتدا از یک ضریب زبری معادل با توزیع لگاریتمی سرعت برای طراحی مقطع بهینه کانال استفاده شده است. سپس، تغییرات سرعت در امتداد افقی مقطع کانال علاوه بر تغییرات در عمق جریان، با تقسیم مقطع کانال توسط خطوط قائم به قسمت های مختلف در نظر گرفته شده است. در پایان، یک مدل بهینه سازی دیگر، که در آن تغییرات سرعت در امتداد قائم با تقسیم مقطع کانال توسط خطوط افقی به قسمت های مختلف منظور شده، ارائه گردیده است. در این تحقیق از روش های بهینه سازی فراکاوشی کلونی مورچه ها و الگوریتم ژنتیک برای طراحی مقطع بهینه کانال استفاده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، در نظر گرفتن توزیع لگاریتمی سرعت در امتداد عمق جریان، به جای سرعت ثابت مانینگ و در نظر گرفتن اثرات لایه مرزی، باعث نتایج بهتر در طراحی مقطع بهینه می گردد. همچنین در این تحقیق، بازده و کارایی روش بهینه سازی کلونی مورچه ها در طراحی مقطع بهینه کانال مورد بررسی قرار گرفته است.

فهرست مطالب

چکیده

بخش اول: مروری بر منابع

فصل اول (پیشینه تحقیق)

عنوان صفحه

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- مروری بر منابع ۴

فصل دوم (مشخصات کانال های روباز)

۲-۱- کانال های روباز و مشخصات هندسی مقاطع آنها ۸

۲-۲- هیدرولیک کانال ها ۱۰

۲-۳- ضریب زبری رابطه مانینگ ۱۲

فصل سوم (بهینه سازی)

۳-۱- بهینه سازی ۱۵

۳-۲- متغیرهای طراحی ۱۶

۳-۲-۱- متغیرهای طراحی در کانال ها ۱۶

۳-۳- فضای جستجو ۱۷

۳-۴- توابع محدودیتی یا قیود ۱۷

۳-۵- تابع هدف ۱۸

۳-۶- مدل های بهینه سازی ۱۹

۳-۶-۱- مدل های بهینه سازی تک هدفه ۲۰

۳-۶-۱-۱- برنامه ریزی خطی ۲۰

۳-۶-۱-۲- برنامه ریزی غیر خطی ۲۰

۳-۶-۱-۳- برنامه ریزی پویا ۲۱

۳-۶-۲- مدل های بهینه سازی چند هدفه ۲۱

۳-۶-۲-۱- روش وزن دهی ساده ۲۱

۳-۶-۲-۲- روش حدی ۲۲
۳-۶-۲-۳- روش شباهت به گزینه ایده آل ۲۲
۳-۶-۲-۴- روش تحلیل سلسله مراتبی ۲۲
۳-۷- بهینه سازی نا مقید ۲۳
۳-۸- بهینه سازی مقید ۲۴
۳-۹- انتخاب روش بهینه سازی ۲۴
۳-۱۰- روش مضارب لاگرانژ ۲۶
۳-۱۱- روشهای متعارف بهینه سازی ۲۷
۳-۱۲- روشهای بهینه سازی الهام گرفته از طبیعت ۲۸

بخش دوم : مواد و روش ها

فصل چهارم (بهینه سازی به روش الگوریتم ژنتیک)

۴-۱- مقدمه ۳۱
۴-۲- نحوه عملکرد الگوریتم ژنتیک ۳۳
۴-۳- عملگرها در الگوریتم ژنتیک ۳۶
۴-۳-۱- باز تولید ۳۷
۴-۳-۲- عملگر ادغام ۳۷
۴-۳-۳- نرخ ادغام ۳۸
۴-۳-۴- متدهای ادغام ۳۹
۴-۳-۴-۱- روش ادغام تک نقطه ای یا تک مکانی ۳۹
۴-۳-۴-۲- روش ادغام دو نقطه ای ۴۰
۴-۳-۴-۳- روش ادغام یکنواخت ۴۰
۴-۳-۵- جهش ۴۲
۴-۳-۶- نرخ جهش ۴۳
۴-۳-۷- انتخاب ۴۳
۴-۳-۸- انواع متدهای انتخاب ۴۴
۴-۳-۸-۱- متد چرخ رولت ۴۴
۴-۳-۸-۲- روش مسابقه ای ۴۶
۴-۳-۸-۳- متد یکنواخت ۴۶
۴-۴- مقایسه الگوریتم ژنتیک و دیگر روش های مرسوم بهینه سازی ۴۶
۴-۵- حل مسائل مقید با الگوریتم ژنتیک ۴۸
۴-۶- الگوریتم ژنتیک در نرم افزار MATLAB ۴۹
۴-۶-۱- ایجاد M-FILE ۴۹
۴-۶-۲- تنظیم گزینه های الگوریتم ژنتیک ۴۹

۴-۶-۲-۱- گزینه‌های ترسیم ۵۱
۴-۶-۲-۲- گزینه‌های جمعیت ۵۲
۴-۶-۲-۳- گزینه‌های شاخص برازش ۵۳
۴-۶-۲-۴- گزینه های انتخاب ۵۴
۴-۶-۲-۵- گزینه‌های باز تولید ۵۵
۴-۶-۲-۶- گزینه‌های جهش ۵۶
۴-۶-۲-۷- گزینه های ترکیب ۵۷
۴-۶-۲-۸- گزینه‌های مهاجرت ۵۸
۴-۶-۲-۹- تنظیمات الگوریتم ۵۹
۴-۶-۲-۱۰- گزینه‌های تابع ترکیبی ۵۹
۴-۶-۲-۱۱- گزینه‌های معیار خاتمه الگوریتم ۵۹
۴-۶-۲-۱۲- گزینه‌های تابع خروجی ۶۰

فصل پنجم (بهینه سازی به روش کلونی مورچه ها)

۵-۱- پایه و اساس بیولوژیکی الگوریتم ۶۲
۵-۲- روش تصمیم گیری مورچه ها ۶۵
۵-۳- مسأله فروشنده سیار ۶۶
۵-۴- الگوریتم Ant System ۶۷
۵-۵- الگوریتم Ant Colony System ۷۱
۵-۶- الگوریتم Max-Min Ant System ۷۳
۵-۷- الگوریتم AS_{rank} ۷۴
۵-۸- شباهتها و تفاوتهای بین مورچه های واقعی و مصنوعی ۷۵

بخش سوم: نتایج و بحث

فصل ششم (نتایج و بحث)

۶-۱- مقدمه ۷۸
۶-۲- بیان مسأله ۸۱
۶-۲-۱- مدل های بهینه سازی غیر خطی مقطع کانال ۸۳
۶-۲-۱-۱- مدل I ۸۳
۶-۲-۱-۲- مدل II ۸۶

۶-۲-۱-۳- مدل III ۸۸
۶-۲-۱-۴- مدل IV ۸۹
۶-۲-۱-۵- مدل V ۹۱
۶-۳- بهینه سازی مقطع کانال با روش مضارب لاگرانژ ۹۳
۶-۴- بهینه سازی مقطع کانال با روش الگوریتم ژنتیک ۹۶
۶-۴-۱- آنالیز حساسیت ۹۶
۶-۴-۱-۱- متدهای شاخص گذاری ۹۷
۶-۴-۱-۲- متدهای انتخاب ۱۰۰
۶-۴-۱-۳- متدهای ادغام و جهش ۱۰۲
۶-۴-۱-۴- اندازه جمعیت ۱۰۶
۶-۴-۱-۵- آرایش بهینه الگوریتم ژنتیک ۱۰۹
۶-۴-۲- تحلیل مسأله ۱۱۰
۶-۴-۲-۱- طراحی مقطع بهینه کانال با مقطع ذوزنقه ای با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۱۱۰
۶-۴-۲-۲- طراحی مقطع بهینه کانال با مقطع مثلثی با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۱۱۴
۶-۴-۲-۳- طراحی مقطع بهینه کانال با مقطع مستطیلی با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۱۱۸
۶-۵- بهینه سازی مقطع کانال های روباز با روش کلونی مورچه ها ۱۲۰
۶-۵-۱- راه‌های مجازی ۱۲۱
۶-۵-۲- تابع تصمیم مورچه ۱۲۲
۶-۵-۳- بینایی ۱۲۳
۶-۵-۴- بردار پخش مورچه ها ۱۲۴
۶-۵-۵- ماتریس فرومون ۱۲۴
۶-۵-۶- به روز رسانی فرومون ۱۲۵
۶-۵-۷- پارامترهای طراحی ۱۲۶
۶-۵-۸- تحلیل مسأله ۱۲۸
۶-۵-۸-۱- طراحی مقطع بهینه کانال با مقطع ذوزنقه ای با استفاده از ACO ۱۲۸
۶-۵-۸-۲- طراحی مقطع بهینه کانال با مقطع مثلثی با استفاده از ACO ۱۳۲
۶-۵-۸-۳- طراحی مقطع بهینه کانال با مقطع مستطیلی با استفاده از ACO ۱۳۶
۶-۶- بررسی نتایج ۱۳۹
۶-۶-۱- بررسی کارایی روش های بهینه سازی بکار گرفته شده ۱۳۹
۶-۶-۲- بررسی کارایی استفاده از توزیع لگاریتمی سرعت ۱۴۲
۶-۶-۳- بررسی نتایج مدل V ۱۴۲
۶-۶-۴- مقایسه نتایج بدست آمده برای مقاطع مختلف ۱۴۴
۶-۷- مطالعه موردی ۱۴۴
۶-۷-۱- مشخصات اختصاصی پروژه ۱۴۴
۶-۷-۱-۱- کلیات ۱۴۴
۶-۷-۱-۲- موقعیت جغرافیایی و را ه های دسترسی ۱۴۴
۶-۷-۱-۳- اهداف طرح ۱۴۵

۶-۷-۱-۴- خلاصه مشخصات فنی طرح..... ۱۴۵
۶-۷-۱-۵- مشخصات هیدولیکی کانال ذوزنقه ای اصلی ساحل چپ..... ۱۴۶
۶-۷-۱-۶- مشخصات هیدولیکی کانال مستطیلی اصلی ساحل چپ..... ۱۴۷
۶-۷-۲- تحلیل مسأله..... ۱۴۸

فصل هفتم (نتیجه گیری و پیشنهادات)

۷-۱- نتیجه گیری..... ۱۵۱
۷-۲- پیشنهادات..... ۱۵۲

منابع
پیوست
چکیده انگلیسی

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۴-۱- فلوچارت عملکرد الگوریتم ژنتیک ۳۵
شکل ۴-۲- نمای کلی عمل ادغام ۳۸
شکل ۴-۳- روش ادغام تک نقطه ای ۳۹
شکل ۴-۴- ادغام دونقطه ای ۴۰
شکل ۴-۵- ادغام یکنواخت ۴۱
شکل ۴-۶- روش ادغام یکنواخت با در نظر گرفتن mask ۴۱
شکل ۴-۷- a) قبل از عمل جهش b) بعد از عمل جهش ۴۳
شکل ۴-۸- نمای کلی چرخ رولت ۴۵
شکل ۵-۱- نمونه ای از همکاری مورچه ها در حل مسائل (ساخت پل) ۶۲
شکل ۵-۲- آزمایش پل دو راهی مساوی و متقارن ۶۴
شکل ۵-۳- حرکت مورچه های واقعی هنگام ایجاد مانع ۶۵
شکل ۶-۱- a) مقطع هندسی کانال با مقطع ذوزنقه ای b) مقطع هندسی کانال با مقطع مستطیلی c) مقطع هندسی کانال با مقطع مثلثی ۸۴
شکل ۶-۲- a) مقطع هندسی کانال با مقطع ذوزنقه ای تقسیم شده به سه قسمت b) مقطع هندسی کانال با مقطع مثلثی تقسیم شده به دو قسمت ۸۷
شکل ۶-۳- توزیع سرعت در مقطع عرضی کانال ۸۸
شکل ۶-۴- مقطع هندسی کانال تقسیم شده به بخش های افقی a) کانال ذوزنقه ای b) کانال مستطیلی c) کانال مثلثی ۹۱
شکل ۶-۵- تأثیر متد شاخص گذاری بر میزان برازش مدل I ۹۸
شکل ۶-۶- تأثیر متد شاخص گذاری بر میزان برازش مدل II ۹۸
شکل ۶-۷- تأثیر متد شاخص گذاری بر میزان برازش مدل III ۹۸
شکل ۶-۸- تأثیر متد شاخص گذاری بر میزان برازش مدل IV ۹۹
شکل ۶-۹- تأثیر متد شاخص گذاری بر میزان برازش مدل V ۹۹
شکل ۶-۱۰- تأثیر متد انتخاب بر میزان برازش مدل I ۱۰۱
شکل ۶-۱۱- تأثیر متد انتخاب بر میزان برازش مدل II ۱۰۱
شکل ۶-۱۲- تأثیر متد انتخاب بر میزان برازش مدل III ۱۰۱
شکل ۶-۱۳- تأثیر متد انتخاب بر میزان برازش مدل IV ۱۰۱
شکل ۶-۱۴- تأثیر متد انتخاب بر میزان برازش مدل V ۱۰۲
شکل ۶-۱۵- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل I ۱۰۵
شکل ۶-۱۶- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل II ۱۰۵
شکل ۶-۱۷- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل III ۱۰۵
شکل ۶-۱۸- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل IV ۱۰۶
شکل ۶-۱۹- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل V ۱۰۶
شکل ۶-۲۰- تأثیر اندازه جمعیت بر میزان برازش مدل I ۱۰۸

شکل ۶-۲۱- تأثیر اندازه جمعیت بر میزان برازش مدل II ۱۰۸
شکل ۶-۲۲- تأثیر اندازه جمعیت بر میزان برازش مدل III ۱۰۸
شکل ۶-۲۳- تأثیر اندازه جمعیت بر میزان برازش مدل IV ۱۰۹
شکل ۶-۲۴- تأثیر اندازه جمعیت بر میزان برازش مدل V ۱۰۹
شکل ۶-۲۵- نحوه همگرایی مدل I کانال با مقطع ذوزنقه ای با روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۲
شکل ۶-۲۶- نحوه همگرایی مدل II کانال با مقطع ذوزنقه ای با روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۲
شکل ۶-۲۷- نحوه همگرایی مدل III کانال با مقطع ذوزنقه ای با روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۳
شکل ۶-۲۸- نحوه همگرایی مدل IV کانال با مقطع ذوزنقه ای با روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۳
شکل ۶-۲۹- نحوه همگرایی مدل I کانال با مقطع مثلثی با روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۶
شکل ۶-۳۰- نحوه همگرایی مدل II کانال با مقطع مثلثی با روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۶
شکل ۶-۳۱- نحوه همگرایی مدل III کانال با مقطع مثلثی با روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۷
شکل ۶-۳۲- نحوه همگرایی مدل IV کانال با مقطع مثلثی با روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۷
شکل ۶-۳۳- نحوه همگرایی مدل I کانال با مقطع مستطیلی با روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۹
شکل ۶-۳۴- نحوه همگرایی مدل III کانال با مقطع مستطیلی با روش الگوریتم ژنتیک ۱۲۰
شکل ۶-۳۵- راه های مجازی برای کانال با مقطع ذوزنقه ای ۱۲۱
شکل ۶-۳۶- نحوه همگرایی مدل I کانال با مقطع ذوزنقه ای با روش ACO ۱۳۰
شکل ۶-۳۷- نحوه همگرایی مدل II کانال با مقطع ذوزنقه ای با روش ACO ۱۳۰
شکل ۶-۳۸- نحوه همگرایی مدل III کانال با مقطع ذوزنقه ای با روش ACO ۱۳۱
شکل ۶-۳۹- نحوه همگرایی مدل IV کانال با مقطع ذوزنقه ای با روش ACO ۱۳۱
شکل ۶-۴۰- نحوه همگرایی مدل I کانال با مقطع مثلثی با روش ACO ۱۳۴
شکل ۶-۴۱- نحوه همگرایی مدل II کانال با مقطع مثلثی با روش ACO ۱۳۴
شکل ۶-۴۲- نحوه همگرایی مدل III کانال با مقطع مثلثی با روش ACO ۱۳۵
شکل ۶-۴۳- نحوه همگرایی مدل IV کانال با مقطع مثلثی با روش ACO ۱۳۵
شکل ۶-۴۴- نحوه همگرایی مدل I کانال با مقطع مستطیلی با روش ACO ۱۳۸
شکل ۶-۴۵- نحوه همگرایی مدل III کانال با مقطع مستطیلی با روش ACO ۱۳۸
شکل ۶-۴۶- نتایج حاصل از ۵۰ تکرار برای مدل IV a) با استفاده از روش GA b) با استفاده از روش ACO ۱۴۱
شکل ۶-۴۷- مقادیر تابع هزینه نسبت به تعداد بخش های تقسیم شده افقی مقطع کانال در مدل V ۱۴۳
شکل ۶-۴۸- موقعیت محدوده طرح سبلان ۱۴۶
شکل ۶-۴۹- مقطع عرضی تیپ کانال ذوزنقه ای اصلی ساحل چپ ۱۴۷
شکل ۶-۵۰- مقطع عرضی تیپ کانال مستطیلی اصلی ساحل چپ ۱۴۸

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱- مشخصات هندسی مقاطع کانال ۹
جدول ۲-۲- روابط تجربی برآورد ضریب زبری مانینگ ۱۳
جدول ۵-۱- الگوریتم های بهینه سازی اجتماع مورچه ها ۷۵
جدول ۶-۱- پارامترهای مدلسازی ۹۳
جدول ۶-۲- تأثیر متد شاخص گذاری بر میزان برازش انواع مدل ها ۹۷
جدول ۶-۳- تأثیر متد انتخاب بر میزان برازش انواع مدل ها ۱۰۰
جدول ۶-۴- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل I ۱۰۲
جدول ۶-۵- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل II ۱۰۳
جدول ۶-۶- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل III ۱۰۳
جدول ۶-۷- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل IV ۱۰۴
جدول ۶-۸- تأثیر متدهای ادغام و جهش بر میزان برازش مدل V ۱۰۴
جدول ۶-۹- تأثیر اندازه جمعیت بر میزان برازش انواع مدل ها ۱۰۷
جدول ۶-۱۰- آرایش بهینه الگوریتم ژنتیک برای انواع مدل ها در طراحی مقطع بهینه کانال ۱۱۰
جدول ۶-۱۱- پارامترهای بهینه شده با مدل های مختلف برای کانال ذوزنقه ای با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۱
جدول ۶-۱۲- پارامترهای بهینه شده با مدل V برای کانال ذوزنقه ای با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۴
جدول ۶-۱۳- پارامترهای بهینه شده با مدل های مختلف برای کانال مثلثی با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۵
جدول ۶-۱۴- پارامترهای بهینه شده با مدل V برای کانال مثلثی با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۸
جدول ۶-۱۵- پارامترهای بهینه شده با مدل های مختلف برای کانال مستطیلی با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک ۱۱۹
جدول ۶-۱۶- پارامترهای بهینه شده با مدل V برای کانال مستطیلی با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک ۱۲۰
جدول ۶-۱۷- محدوده و میزان دقت برای متغیرهای طراحی مقطع بهینه کانال ۱۲۲
جدول ۶-۱۸- بررسی تاثیر تعداد مورچه ها در روند بهینه سازی ۱۲۷
جدول ۶-۱۹- پارامترهای بهینه شده با مدل های مختلف برای کانال ذوزنقه ای با استفاده از روش ACO ۱۲۹
جدول ۶-۲۰- پارامترهای بهینه شده با مدل V برای کانال ذوزنقه ای با استفاده از روش ACO ۱۳۲
جدول ۶-۲۱- پارامترهای بهینه شده با مدل های مختلف برای کانال مثلثی با استفاده از روش ACO ۱۳۳
جدول ۶-۲۲- پارامترهای بهینه شده با مدل V برای کانال مثلثی با استفاده از روش ACO ۱۳۶
جدول ۶-۲۳- پارامترهای بهینه شده با مدل های مختلف برای کانال مستطیلی با استفاده از روش ACO ۱۳۷
جدول ۶-۲۴- پارامترهای بهینه شده با مدل V برای کانال مستطیلی با استفاده از روش ACO ۱۳۸
جدول ۶-۲۵- نتایج بهینه سازی مدل های مختلف کانال ذوزنقه ای با روش های GA و ACO ۱۴۰
جدول ۶-۲۶- نتایج بهینه سازی کانال های ذوزنقه ای و مستطیلی با روش های GA و ACO و مقادیر واقعی ۱۴۹

فصل اول

پیشینه تحقیق

۱-۱- مقدمه

کانال های روباز برای اهداف مختلفی مانند آبیاری، زهکشی، آبرسانی شهری، تخلیه فاضلاب، کشتی رانی، انتقال آب از نقطه ای به نقطه دیگر و همچنین برای انتقال آب از رودخانه بطرف توربین های آبی ممکن است استفاده شوند. شبکه کانال های آبرسانی برای بازدهی مناسب، هزینه و منابع قابل توجهی را جهت ساخت و نگهداری طلب می کنند. عدم بکارگیری یک روش بهینه سازی قابل قبول و مشخص برای طراحی کانال های آبرسانی ممکن است باعث پایین آمدن بازده سیستم های آبرسانی گردد. در حالت عمومی، بازده کانال های آبیاری کمتر از حد مورد نظر می باشد که یکی از دلایل آن عدم استفاده از روش های بهینه سازی در طراحی شبکه کانال ها می باشد. هزینه های احداث کانال معمولاً شامل هزینه های خاکبرداری، هزینه لاینینگ سطوح و هزینه نگهداری می باشد. هزینه لاینینگ بستگی به حجم مواد به کار رفته دارد. بر اساس واحد طول، هزینه مصالح تابعی از ضخامت لاینینگ و طول محیط است که آن نیز به نوبه خود بستگی به شکل مقطع عرضی کانال دارد. بنابراین، اولین قدم در طراحی کانال، تعیین ابعاد بهینه آن جهت انتقال دبی مورد نیاز با کمترین هزینه ساخت می باشد. در طی دو دهه اخیر تحقیقات زیادی برای طراحی بهینه مقطع کانال ها صورت گرفته است. در اکثر تحقیقات انجام شده توسط محققین، ضریب زبری و سرعت در مقطع کانال به صورت یکنواخت و یکسان در نظر گرفته شده است. در حالی که در کانال های روباز ممکن است به دلیل مشکلات اجرائی و یا کاهش هزینه ها، در دیواره ها و کف از مصالح متفاوت استفاده شود. در چنین کانال هایی ضریب زبری ممکن است در قسمتهای مختلف محیط مقطع متفاوت باشد. طراحی مقطع بهینه کانال می تواند متأثر از نوع رابطه انتخابی برای محاسبه ضریب زبری معادل بر اساس فرضیات در نظر گرفته شده مربوط به هر رابطه باشد. در حالت کلی می توان چنین فرض کرد که در نظر گرفتن ضریب زبری متفاوت در قسمتهای مختلف پیرامون مقطع کانال مرکب به بطور فیزیکی مسأله متفاوت بودن توزیع سرعت در مقطع عرضی کانال را اصلاح می کند. ولی بررسی دقیق تغییرات ضریب زبری و سرعت در طول مقطع عرضی کانال نیازمند تحلیل دو بعدی

جریان می باشد. همچنین، برای طراحی مقاطع بهینه کانال، در نظر گرفتن توزیع مناسب سرعت در عمق جریان کانال ضروری است. با توجه به تأثیر لزجت آب، وجود جداره ها و زبری آنها، وجود سطح آزاد آب و همچنین نامنظمی مقاطع، به نظر می رسد در نظر گرفتن توزیع لگاریتمی سرعت در عمق جریان کانالهای روباز بر اساس قانون لایه مرزی مناسب باشد. در این تحقیق سعی شده است تا یک برنامه بهینه سازی غیر خطی با توزیع لگاریتمی سرعت برای برآورد ابعاد بهینه مقطع عرضی کانال مرکب ذوزنقه ای، مستطیلی و مثلثی که تغییرات سرعت هم در امتداد افقی و هم در امتداد قائم در مقطع کانال را در نظر می گیرد، بر اساس دبی عبوری مشخص، ضرایب زبری متفاوت در بخش های مختلف مقطع و شیب کف مشخص ارائه گردد. برای حل مسأله بهینه سازی می توان از روش های تحلیلی و یا روش های عددی استفاده کرد. با توجه به اینکه در روش های حل بر مبنای گرادیانی در حل مسائل پیچیده احتمال زیاد برای گیر افتادن در بهینه های محلی وجود دارد، باید از روش های بهینه سازی کلی احتمالاتی و قطعی که هیچ وابستگی به گرادیان تابع ندارند استفاده کرد. در این تحقیق از روش های بهینه سازی فرا کاوشی الگوریتم ژنتیک و کلونی مورچه ها که از طبیعت الهام گرفته شده اند، و جزو روش های بهینه سازی جستجوی کلی محسوب می شوند، در مسأله بهینه سازی کانال استفاده شده است.

در فصل اول به بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه طراحی مقطع بهینه کانال می پردازیم. در فصل دوم خصوصیات هندسی و هیدرولیکی کانال های روباز مورد بررسی قرار می گیرد. فصل سوم به بررسی مفاهیم، تعاریف و شاخه های بهینه سازی می پردازد. در فصل چهارم و پنجم، کلیات و اصول اساسی روش های بهینه سازی الگوریتم ژنتیک و کلونی مورچه ها معرفی می شود. فصل ششم شامل بیان چگونگی بهینه سازی کانال های روباز می باشد. در این فصل ابتدا پنج مدل بهینه سازی غیر خطی با فرضیات مختلف برای بهینه سازی مقاطع کانال ها معرفی شده و سپس به بیان چگونگی حل این مدل ها با روش ریاضی مضارب لاگرانژ و روش های فراکاوشی الگوریتم ژنتیک و کلونی مورچه ها برای سه مقطع ذوزنقه ای، مثلثی و مستطیلی پرداخته می شود. سپس روش ها بر اساس نتایج بدست

آمده با یکدیگر مقایسه می گردند. همچنین برای بررسی کارایی مدل های ارائه شده، یک طرح واقعی با استفاده از مدل ها ، بررسی می گردد.

در پایان نتایج مطالعه حاضر و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی آورده شده است.

۱-۲- مروری بر منابع

در طی دو دهه اخیر تحقیقات زیادی برای طراحی بهینه مقطع کانال ها توسط مهندسین هیدرولیک صورت گرفته است. برای اولین بار Trout [۱] یک روش جبری مستقیم برای طراحی مقطع بهینه کانال با کمینه کردن هزینه لاینینگ، در حالی که هزینه واحد طول مصالح کف و دیواره ها یکسان نیستند، ارائه کرد. Guo و Hughes [۲]، بر اساس اصول اولیه محاسبات، مقطع عرضی بهینه برای کانال طراحی کردند. آنها آنالیزی را برای برآورد ابعاد یک کانال روباز ذوزنقه ای که مقاومت اصطکاکی یا هزینه های ساخت را مینیمم کند، ارائه کردند. Guo و Hughes برای اولین بار ارتفاع آزاد را به عنوان یک پارامتر ورودی در مسائل بهینه سازی بکار بردند و نتایج را بصورت گرافیکی که می تواند در طراحی بکار برده شود، ارائه کردند. Kacimov [۳]، از روش متغیرهای پیچیده و بسط سری برای طراحی مقطع بهینه کانال استفاده کرد. او تلفات نشت آب و هزینه لاینینگ را در تابع هدف منظور کرد. Loganathan [۴]، شرایط بهینه را برای مقطع عرضی کانال سهمی شکل ارائه کرد. او ارتفاع آزاد را به عنوان پارامتر ورودی در نظر گرفت و برای سرعت و ابعاد کانال در فرمول بهینه سازی محدودیت قائل شد. Loganthan، بر خلاف اغلب محققین که شیب دیواره های جانبی کانال های سهمی شکل را برابر ۰,۷ در نظر می گیرند و به کانال های کم عرض با عمق زیاد گرایش دارند، این مقدار را برابر ۰,۵۱۴ در نظر گرفت. او در بررسی خویش به این نتیجه رسید که چنانچه نسبت هزینه لاینینگ به هزینه خاکبرداری افزایش یابد، باید عرض کانال سهمی شکل به تدریج افزایش یابد. وی نتایج بدست آمده را به صورت جداول مختلف ارائه کرده است. Babaeyan-Koopaei و همکاران [۵]، خصوصیات هیدرولیکی کانال با مقطع مثلثی با ته سهمی شکل را معرفی کردند. آنها برای بدست آوردن ابعاد بهینه این کانال، با این فرض که به ازای دبی، ضریب زبری و شیب کف مشخص، مقطع کانال با کمترین محیط خیس شده یا مساحت مقطع بهترین مقطع خواهد بود، از روش مضارب لاگرانژ استفاده کردند. Babaeyan-Koopaei و همکاران، پارامترهای مقطع بهینه کانال مثلثی با ته سهمی شکل را با پارامترهای مقاطع مثلثی،

سهموی و مثلثی ته گرد مورد مقایسه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که به ازای هر مقدار شیب دیواره های جانبی، با دبی عبوری مشخص، مساحت مقطع و محیط خیس شده کانال مثلثی با ته سهمی شکل کمتر از کانال با مقاطع مثلثی و سهمی شکل می باشد.

Chahar [۶]، شرایط بهینه را برای مقطع عرضی کانال سهمی شکل ارائه کرد. Froehlich [۷] از روش مضارب لاگرانژ برای برآورد ابعاد بهینه کانال با مقطع ذوزنقه ای استفاده کرد. او علاوه بر رابطه جریان مانینگ، عرض سطح آزاد و عمق را نیز به عنوان قید در نظر گرفت و برای حل معادلات غیر خطی از روش حل تکرار استفاده کرد. Monadjemi [۸]، از روش لاگرانژ برای پیدا کردن بهترین مقطع هیدرولیکی کانال با مقاطع مختلف مثل مستطیلی، ذوزنقه ای، مثلثی و مثلثی با ته گرد استفاده کرد. او در تابع هدف فقط مینیمم شدن هزینه لاینینگ را در نظر گرفت و به این نتیجه رسید که مینیمم شدن محیط تر شده و مینیمم شدن مساحت مقطع کانال از لحاظ ریاضی معادل می باشد. او همچنین به این نتیجه رسید که مقطع بهینه کانال مثلثی ته گرد، دارای هزینه کمتر نسبت به مقطع بهینه کانال ذوزنقه ای می باشد. Swamee و همکاران [۹ و ۱۰]، طراحی بهینه کانال با مقاطع مثلثی، مستطیلی و ذوزنقه ای را با در نظر گرفتن تلفات نشت مورد تحلیل قرار داده و از روش بهینه سازی غیر خطی در معادله طراحی استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که مقطع بهینه کانال ذوزنقه ای دارای مساحت مقطع و تلفات نشت کمتری نسبت به مقاطع مثلثی و مستطیلی می باشد. در سال های اخیر، Aksoy و Altan-sakarya [۱۱]، مقادیر بهینه متغیرهای طراحی شیب های جانبی، عرض کف، عمق جریان و شعاع کانال با مقاطع مثلثی، مستطیلی، ذوزنقه ای و دایره ای را محاسبه کردند. آنها برای این منظور، از تابع هزینه ای که شامل هزینه لاینینگ، عملیات خاکی و عامل افزایش هزینه عملیات خاکی در عمق های زیر سطح زمین باشد، با در نظر گرفتن رابطه جریان مانینگ به عنوان قید مسأله استفاده کردند. Bhattacharjya [۱۲]، یک مدل بهینه سازی برای طراحی مقطع بهینه کانال که شرایط جریان بحرانی در کانال را نیز در نظر می گیرد، ارائه کرد. پارامتر های هندسی کانال های ته گرد بر اساس عمق جریان و عرض مقطع کانال

توسط Chahar [۱۳]، تعریف شده است. وی برای بدست آوردن پارامترهای بهینه که مساحت مقطع و تلفات نشت را کمینه کنند از روش لاگرانژ استفاده کرده است. در بیشتر مطالعات ذکر شده، ضریب زبری در طول مقطع عرضی کانال بصورت یکنواخت در نظر گرفته شده است. در حالی که زبری در بخش های مختلف کانال ممکن است متفاوت باشد. بعنوان مثال، در حالتی که برای لاینینگ کف و دیواره ها از مصالح مختلف استفاده شده باشد. این مساله برای اولین بار توسط Trout [۱] مورد توجه قرار گرفت. وی حداقل کردن هزینه های لاینینگ را برای کانال های ذوزنقه ای، مستطیلی و مثلثی با ضریب زبری معادل مورد بررسی قرار داد. Das [۱۴ و ۱۵]، بهینه سازی مقطع کانال ذوزنقه ای و کانال با مقطع سهمی شکل با ته صاف را با استفاده از رابطه زبری معادل Horton [۱۶] و Einstein [۱۷]، بررسی کرده است. همچنین Das [۱۸]، با در نظر گرفتن ضریب زبری معادل، یک مدل بهینه سازی را که در آن تابع هدف، احتمال سیل در کانال را با در نظر گرفتن رابطه جریان یکنواخت به عنوان قید کمینه می کند، ارائه کرده است.

چندی است که روشهای هوش مصنوعی که از طبیعت الهام گرفته شده اند، توجه بسیاری از محافل را به خود جلب کرده است که از آن جمله می توان به روش های بهینه سازی الگوریتم ژنتیک[۱] (GA) [۱۹] و کلونی مورچه ها[۲] (ACO) [۲۰] اشاره کرد. الگوریتم ژنتیک به عنوان یک ابزار موثر برای حل مسائل بهینه سازی غیر خطی پیچیده مورد استفاده قرار می گیرد. در سال های اخیر، تحقیقاتی در زمینه کاربرد GA در مسائل هیدرولوژی و منابع آب صورت گرفته است. Wang [۲۱]، بطور موفقیت آمیز از تکنیک GA برای کالیبره کردن مدل بارش-رواناب استفاده کرد. Murphy و همکاران [۲۲]، با استفاده از الگوریتم ژنتیک ساده، روشی برای بهینه کردن شبکه آب ارائه کردند. Simpson و همکاران [۲۳]، کارائی روش های شمارش کامل، برنامه ریزی غیر خطی و الگوریتم ژنتیک را برای یک شبکه لوله نمونه مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که الگوریتم

---

[۱] - Genetic Algorithm

[۲] - Ant Colony Optimization