IN
THE NAME
OF GOD

WE MADE EVERY LIVING THING OF WATER

WE MADE EVERY LIVING THINGS OF WATER
THE HOLLy KORAN - THE PROPHETS CHAPTER

وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ

۱۳۸۹/۴/۸

از آب هرچیزی را زنده گردانیدیم
سوره انبیاء - قران کریم

۱۴۸۷۲۶

بهینه سازی ابعاد هسته رسی سدهای خاکی منطقه ای با استفاده از الگوریتم ژنتیک، تحت شرایط پایدار هیدرولیکی

اکرم دیمی نیت

دانشکده کشاورزی

بخش مهندسی آب

اسفند ۱۳۸۷

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

۱۳۸۹/۴/۸

مرکز اطلاعات مدارک علمی دانشگاه ارومیه

استاد راهنما: دکتر مجید منتصری

استاد مشاور: دکتر عباسعلی قزل سوفلو

۱۳۸۵۶۶

پایان نامه خانم اکرم دیمی نیت به تاریخ۸۷/۱۲/۱۷ به شماره ٦٩ -٢ک مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه عالی ونمره ۱۹/۰ قرار گرفت.

۱-استاد راهنما و رئیس هیئت داوران : دکتر مجید منتصری

۲-استاد مشاور : دکتر عباسعلی عزل سوفلو

۳-داور خارجی : دکتر رضا رادمهر

٤-داور داخلی : دکتر جواد بهنش

٥- نماینده تحصیلات تکمیلی :

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

تقدیم به . . .

مادرم

مادرم. او که زندگی ام برایش همه" رنج" بود.
و وجودش برایم همه "مهر" !!

تقدیر و تشکر

و من لم یشکر المخلوق، لم یشکر الخالق

سپاس و ستایش خداوند متعال را که توفیق خدمتی هر چند اندک به اینجانب عطا فرمود تا پایان نامه کارشناسی ارشد خود را به پایان برسانم.

بر خود واجب می دانم تا از زحمات و حمایت های بی شائبه عزیزانی که در انجام این مهم یاریگرم بوده اند تقدیر و تشکر نمایم.

با تشکر و سپاس فراوان از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر **مجید منتصری** که در تمامی مراحل با راهنمایی های سودمندشان مسیر شکل گیری این پایان نامه را برای من هموار نمودند.

از جناب آقای دکتر **عباسعلی قزل سوفلو**، استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی مشهد و قائم مقام مدیریت عامل شرکت مهندسی کاوش پی مشهد، نیز که با توجه به مشغله فراوان به اینجانب یاری نموده و در مقام استاد مشاور بنده را مرهون لطف خود قرار دادند کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر **رضا دادمهر** به عنوان داور خارجی و جناب آقای دکتر **جواد بهمنش** به عنوان داور داخلی که نکات ارزشمندی را اشاره گر بودند قدردانی می نمایم.

از جناب آقای دکتر **مهدی یاسی**، که در مقام استاد به بنده علم آب آموختند سپاسگذارم.

از تمامی عزیزانم:

آقایان امید دیمی نیت، قاسم اورعی میرزمانی، مهندس مهدی اورعی میرزمانی، مهندس مسعود فتاح پور، مسعود اورعی میرزمانی و خانم ها هبیبه فرخنده، اعظم دیمی نیت ، مهندس بهجت دیمی نیت، مهندس نوشین دهقانی و مهندس سیما گرشاسبی که مساعدت نموده و هر کدام به گونه ای به بنده یاری نموده اند نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

و با تشکر از پرسنل واحد مهندسی آب شرکت کاوش پی مشهد، آقایان مهندس علیزاده، مهندس خبیری، مهندس اشرف زاده و جناب آقای مهندس شاملو که با در اختیار گذاشتن اطلاعات سد حصارسنگی به بنده یاری نمودند.

اکرم دیمی نیت

بهار ۱۳۸۸

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	
۱-۱ مقدمه و کلیات	۱
۱-۲ اهداف و ضرورت مطالعه	۲
۱-۳ تهیه و تدوین پایان نامه	۲
فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده	
۲-۱ کلیات	۳
۲-۲ بهینه سازی در سدهای خاکی	۳
۲-۳ مطالعات انجام شده در جهان	٤
۲-٤ مطالعات انجام شده در ایران	۱۳
فصل سوم: سدهای خاکی	
۳-۱ کلیات	۱٤
۳-۲ تاریخچه و آمار سدهای خاکی ساخته شده در جهان و ایران	۱۵
۳-۳ سدهای خاکی و انواع آن	۱٦
۳-٤ سدهای خاکی منطقه ای	۱۸
۳-٤-۱ ناحیه بندی سدهای خاکی غیرهمگن	۱۸
۳-٤-۲ هسته های رسی	۱۹
۳-٤-۲-۱ شکل و موقعیت استقرار هسته در مقطع سد	۱۹
۳-٤-۲-۲ مصالح مصرفی هسته	۲۰
۳-٤-۲-۳ ضخامت هسته مرکزی	۲۱
۳-۵ طراحی سدهای خاکی	۲۲
۳-۵-۱ طرح مقدماتی	۲۳
۳-۵-۱-۱ کنترل تراوش	۲۳
۳-۵-۱-۱-۱ استفاده از هسته با نفوذپذیری بسیار کم در بدنه سد	۲٤
۳-۵-۱-۱-۲ کنترل آب نشتی با استفاده از زهکش	۲٤
۳-۵-۱-۲ معیارهای طراحی فیلتر	۲٤
۳-۵-۱-۲-۱ معیارهای طرح فیلتر برای لوله های زهکش	۲٦
۳-۵-۱-۲-۲ ضخامت لایه فیلتر	۲۷
۳-۵-۱-۳ فشارهای منفذی	۲۷
۳-۵-۱-٤ محافظت در برابر فرسایش	۲۸
۳-۵-۱-٤-۱ پوشش سنگریز	۲۸

۳-۵-۱-۵ عرض تاج سد ۲۹
۳-۵-۱-٦ شیب وجوه ۳۰
۳-۵-۱-۷ ابعاد و شکل هسته ۳۱
۳-۵-۱-۸ ضخامت هسته ۳۱
۳-٦ تحلیل پایداری ۳۲
۳-٦-۱ تراوش و کنترل آن ۳۲
۳-٦-۱-۱ تراوش در سدهای خاکی همگن ۳۲
۳-٦-۱-۲ تراوش در سدهای خاکی غیر همگن ۳۳
۳-٦-۲ شرایط هیدرولیکی ۳٤
۳-٦-۲-۱ شرایط اولین خط جریان در سدهای خاکی ۳٦
۳-٦-۲-۲ برآورد میزان تراوش ۳۷
۳-٦-۲-۳ نیروی تراوش و گرادیان هیدرولیکی بحرانی ۳۷
۳-٦-۳ تاثیرتراوش روی پایداری خاک ها ۳۹
۳-٦-٤ پایداری شیروانی ها ٤۰
۳-٦-٤-۱ مبانی تئوریک ٤۲
۳-٦-٤-۱-۱ رفتار مکانیکی خاکها ٤۲
۳-٦-٤-۱-۱-۱ پوش مهر- کولمب ٤۳
۳-٦-٤-۱-۱-۲ آزمایشات مقاومت برشی خاکها ٤۳
۳-٦-٤-۱-۱-۳ مقاومت برشی خاک های مختلف ٤٤
۳-٦-٤-۱-۲ فشار منفذی ٤۵
۳-٦-٤-۲ حالات بحرانی در پایداری شیروانی سدهای خاکی ٤٦
۳-٦-٤-۲-۱ فشار منفذی ساخت ٤٦
۳-٦-٤-۲-۱-۱ روش پارامترهای فشارهای منفذی ٤٦
۳-٦-٤-۲-۱-۲ روش HILF ٤۷
۳-٦-٤-۲-۱-۳ عوامل موثر در تغییرات فشار آب منفذی ٤۸
۳-٦-٤-۲-۲ فشار منفذی تراوش دائم ٤۸
۳-٦-٤-۲-۳ فشار منفذی تخلیه سریع ٤۹
۳-٦-٤-۲-۳-۱ پایداری بالادست در زمان تخلیه سریع ٤۹
۳-٦-٤-۳ روش های تحلیل پایداری ۵۰
۳-٦-٤-۳-۱ مبانی تحلیل ۵۰
۳-٦-٤-۳-۲ انواع روش ها ۵۱
۳-٦-٤-۳-۲-۱ تعادل حدی ۵۱
۳-٦-٤-۳-۲-۲ تنش- تغییر شکل (کرنش) ۵۱
۳-٦-٤-۳-۲-۳ اجزاء محدود ۵۲

فصل چهارم: الگوریتم ژنتیک

٤-١ کلیات ٥٤
٤-٢ بیان یک مسئله بهینه سازی ٥٤
٤-٣ بردار طراحی ٥٥
٤-٤ قید های طراحی ٥٦
٤-٤-١ قیود حدی ٥٧
٤-٤-٢ قیود رفتاری ٥٧
٤-٥ سطح قید ٥٧
٤-٦ تابع هدف ٥٨
٤-٧ بهینه سازی ٦٠
٤-٧-١ روش جستجوی تصادفی (Random Search Methods) ٦١
٤-٧-٢ روش های جستجو بر اساس شیب تغییرات تابع (Gradient Methods) ٦١
٤-٧-٣ جستجو به روش تکرار (Iterated Search Method) ٦١
٤-٧-٤ روش جستجوی ژنتیک (تکامل) (Evolutionary Search Method) ٦١
٤-٨ پیدایش الگوریتم ژنتیک ٦٢
٤-٨-١ ماهیت کلی الگوریتم های ژنتیکی ٦٣
٤-٨-٢ مفاهیم اولیه الگوریتم ژنتیک ٦٤
٤-٨-٢-١ کدکردن (رمزگشایی) ٦٤
٤-٨-٢-٢ کروموزوم ٦٤
٤-٨-٢-٣ مقدار برازندگی ٦٤
٤-٨-٢-٤ تکثیر ٦٥
٤-٨-٣ نحوه عملکرد الگوریتم ژنتیک ٦٦
٤-٨-٤ پروسه الگوریتم ژنتیک ٦٩
٤-٨-٥ عملگرهای الگوریتم ژنتیک ٦٩
٤-٨-٥-١ عملگر انتخاب ٧٠
٤-٨-٥-١-١ روش های مختلف انتخاب ٧١
٤-٨-٥-١-٢ عملگر انتخاب چرخ گردان ٧١
٤-٨-٥-١-٣ عملگر انتخاب رقابتی ٧٢
٤-٨-٥-١-٤ عملگر انتخاب بولتزمن ٧٣
٤-٨-٥-٢ عملگر آمیزش ٧٣
٤-٨-٥-٢-١ عملگر آمیزش یک نقطه ای ٧٣
٤-٨-٥-٢-٢ عملگر آمیزش دو نقطه ای ٧٤
٤-٨-٥-٢-٣ عملگر آمیزش چند نقطه ای ٧٤

٤-٨-٥-٢-٤ عملگر ادغام یکنواخت ٧٥
٤-٨-٥-٣ عملگر جهش ٧٦
٤-٨-٥-٣-١ جهش در کدگذاری اعداد باینری ٧٧
٤-٨-٥-٣-٢ جهش در کد گذاری مقدار واقعی ٧٧
٤-٨-٥-٣-٣ تابع جهش یکنواخت ٧٧
٤-٨-٥-٣-٤ تابع جهش گاوسی ٧٨
٤-٨-٦ مفهوم برگزیده (نخبه گرایی) ٧٨
٤-٨-٧ الگوی تشابه ٧٩
٤-٨-٨ خاتمه الگوریتم ژنتیک ٨٠
٤-٨-٨-١ معیار همگرایی جمعیت ٨٠
٤-٨-٨-٢ معیار حداکثر زمان اجرای الگوریتم ٨٠
٤-٨-٨-٣ معیار حداکثر تعداد نسل ها ٨٠
٤-٨-٨-٤ معیار حد مربوط به مقدار برازش ٨٠
٤-٨-٩ همگرایی در الگوریتم ژنتیک ٨١
٤-٨-١٠ الگوریتم های مختلف ژنتیکی ٨١
٤-٨-١٠-١ الگوریتم های ژنتیکی وفقی ٨١
٤-٨-١٠-٢ الگوریتم ژنتیکی اصلاح شده ٨٢
٤-٨-١١ حل مسائل بهینه سازی مقید با الگوریتم ژنتیک ٨٣
٤-٨-١٢ پارامترهای موثر و مهم در طراحی الگوریتم ژنتیک ٨٤
٤-٨-١٣ نحوه تطبیق روش الگوریتم های ژنتیک در بهینه سازی سدهای خاکی ٨٤
٤-٨-١٣-١ سد خاکی همگن با زهکش پنجه ای ٨٤
٤-٨-١٣-١-١ معرفی تابع هدف و متغیرهای بهینه سازی ٨٤
٤-٨-١٣-١-٢ تعریف جمعیت اولیه و اندازه جمعیت ٨٥
٤-٨-١٣-١-٣ روش کد گذاری ٨٥
٤-٨-١٣-١-٤ تابع انتخاب، عملگر انتخاب و انتخاب نخبه ٨٦
٤-٨-١٣-١-٥ عملگر آمیزش ٨٧
٤-٨-١٣-١-٦ عملگر جهش ٨٨

فصل پنجم: مدل های رگرسیونی

٥-١ مدل رگرسیونی (Regression Model) ٩٠
٥-٢ مدل رگرسیون چند متغیره خطی ٩٠
٥-٢-١ برآورد حداقل مربعات ضرایب رگرسیون ٩١
٥-٢-٢ فواصل اطمینان برای ضرایب رگرسیون ٩٤
٥-٢-٣ آزمون معنی دار بودن رگرسیون ٩٤

۵-۲-٤ ضریب تعیین چندگانه ۹٦
۵-۲-۵ هم خطی چندگانه ۹٦
۵-۲-۵-۱ تحلیل سیستم مقادیر ویژه $X'X$ ۹۷
۵-۲-۵-۲ رگرسیون مولفه های اصلی ۹۷
۵-۳ مدل رگرسیون غیرخطی ۹۹
۵-۳-۱ حداقل مربعات غیرخطی ۱۰۰
۵-۳-۲ تبدیل به یک مدل خطی ۱۰۰

فصل ششم: نرم افزارهای مورد کاربرد

٦-۱ مدل SEEP/W ۱۰۲
٦-۱-۱ موارد کاربرد مدل ۱۰۲
٦-۱-۲ تئوری مدل ۱۰۳
٦-۱-۳ فرآیند مدل سازی ۱۰۳
٦-۱-۳-۱ شبکه بندی ۱۰٤
٦-۱-۳-۲ شرایط مرزی ۱۰٤
٦-۱-۳-۳ اجرای مدل ۱۰٤
٦-۱-٤ شرایط محدود و نامحدود جریان ۱۰٤
٦-۱-٤-۱ Frontal function ۱۰٦
٦-۱-٤-۲ Van Genuchten method ۱۰۷
٦-۲ مدل FLAC/SLOPE ۱۰۷
٦-۲-۱ ویژگی های برنامه ۱۰۸
٦-۲-۲ تحلیل مدل ۱۰۸
٦-۲-۲-۱ مرحله ایجاد مدل ۱۰۹
٦-۲-۲-۲ مرحله ایجاد ساختمان مدل ۱۰۹
٦-۲-۲-۳ مرحله انجام محاسبات ۱۰۹
٦-۲-۲-٤ مرحله ایجاد پلات ۱۰۹
٦-۲-۵ تکنیک کاهش مقاومت ۱۰۹
٦-۲-٦ مقایسه نتایج تحلیل مدل با روش های تجربی ۱۱۰

فصل هفتم: روش تحقیق

۷-۱ کلیات ۱۱۳
۷-۲ تحلیل پارامترهای موثر در طراحی سدهای خاکی ۱۱۳
۷-۳ داده ها و مقاطع نمونه مورد استفاده ۱۱٤
۷-۳-۱ طراحی سدهای خاکی منطقه ای نمونه ۱۱٤
۷-۳-۲ معیارهای طراحی ۱۱۵

۷-۳-۲-۱ ضریب اطمینان پایداری شیب شیروانی ها ۱۱۵
۷-۳-۲-۱-۱ مقادیر مجاز ضریب اطمینان ۱۱۵
۷-۳-۲-۲ گرادیان هیدرولیکی ۱۱۵
۷-۳-۲-۳ تراوش ۱۱۶
۷-٤ تهیه قیود پایداری برای مدل بهینه سازی ۱۱۷
۷-٤-۱ مدل بندی ضریب اطمینان پایداری شیب شیروانی ها ۱۱۷
۷-٤-۱-۱ تهیه مدل ۱۱۷
۷-٤-۱-۲ پارامترهای موثر انتخابی ۱۲۱
۷-٤-۲ مدل بندی میزان تراوش ۱۲۱
۷-٤-۲-۱ تهیه مدل ۱۲۲
۷-٤-۲-۲ پارامترهای موثر انتخابی ۱۲۳
۷-٤-۳ مدل بندی گرادیان هیدرولیکی ۱۲۳
۷-٤-۳-۱ تهیه مدل ۱۲۳
۷-٤-۳-۲ پارامترهای موثر انتخابی ۱۲٤
۷-۵ انتخاب مناسب عوامل متغیر در طراحی بهینه سد های خاکی ۱۲٤
۷-٦ الگوریتم بهینه یابی ۱۲۵
۷-۷ شرایط مسئله ۱۲۵
۷-۷-۱ متغیرهای طراحی ۱۲٦
۷-۷-۲ توابع هدف ۱۲٦
۷-۷-۳ قیود طراحی ۱۲٦
۷-۸ مسئله بهینه سازی ۱۲۷
۷-۸-۱ بی بعد سازی مسئله ۱۲۷
۷-۸-۱-۱ بی بعد سازی متغیرهای طراحی ۱۲۸
۷-۸-۱-۲ بی بعد سازی توابع هدف ۱۲۸
۷-۸-۱-۳ بی بعد سازی قیود طراحی ۱۲۸
۷-۸-۲ تابع چند هدفه ۱۲۸
۷-۸-۳ آنالیزحساسیت ۱۲۹

فصل هشتم: نتایج

۸-۱ کلیات ۱۳۰
۸-۲ نتایج مدلسازی ۱۳۰
۸-۲-۱ مدل ضریب اطمینان پایداری ۱۳۰
۸-۲-۱-۱ معرفی مدل ۱۳۰
۸-۲-۱-۲ کالیبره کردن مدل ۱۳۲

۸-۲-۱-۳ ارزیابی مدل ۱۳۳
۸-۲-۲ مدل تراوش ۱۳۳
۸-۲-۲-۱ معرفی مدل ۱۳۳
۸-۲-۲-۲ کالیبره کردن مدل ۱۳۵
۸-۲-۲-۳ ارزیابی مدل ۱۳۶
۸-۲-۳ مدل گرادیان هیدرولیکی ۱۳۸
۸-۲-۳-۱ معرفی مدل ۱۳۸
۸-۲-۳-۲ کالیبره کردن مدل ۱۴۰
۸-۲-۳-۳ ارزیابی مدل ۱۴۱
۸-۳ نتایج انجام آنالیز حساسیت ۱۴۲
۸-۳-۱ آنالیز حساسیت نسبت به احتمال آمیزش ۱۴۲
۸-۳-۲ آنالیز حساسیت نسبت به احتمال جهش ۱۴۲
۸-۳-۳ آنالیز حساسیت نسبت به اندازه جمعیت ۱۴۲
۸-۴ نتایج بهینه سازی ۱۴۶
۸-۴-۱ الگویی جدید برای تعیین ابعاد بهینه هسته ۱۴۶
۸-۴-۲ مقایسه الگوی جدید با الگوهای موجود ۱۴۷
۸-۴-۳ کاربرد عملی ۱۴۸
۸-۴-۴ ارزیابی مدل ۱۵۰
۸-۴-۴-۱ بررسی عملکرد مدل ۱۵۰
۸-۴-۴-۲ صحت سنجی مدل ۱۵۱
۸-۴-۴-۳ بررسی رفتار مدل بهینه سازی ۱۵۲
۸-۴-۵ مطالعه موردی ۱۵۲
۸-۴-۵-۱ برآورد هزینه ها ۱۵۵
۸-۴-۵-۱-۱ مبانی برآورد هزینه ها ۱۵۵
۸-۴-۵-۱-۲ هزینه های اجرای بدنه سد حصار سنگی ۱۵۵
۸-۴-۵-۱-۳ مقایسه هزینه بدنه سد حصار سنگی با هزینه آن پس از بهینه سازی ابعاد هسته ۱۵۵

فصل نهم: خلاصه نتایج و پیشنهادات

۹-۱ کلیات ۱۵۷
۹-۲ خلاصه نتایج ۱۵۷
۹-۳ پیشنهادات ۱۶۰

پیوست ۱۶۱

منابع و مراجع

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول(۲-۱) خصوصیات مصالح	۵
جدول(۲-۲) طرح طراحی سد خاکی $N = 2^3$	۵
جدول(۲-۳) عوامل واقعی و استاندارد شده (کد بندی شده)	۷
جدول(۲-٤) جملات اندکنشی، ضرایب اطمینان و مقادیر تابع صلاحیت متناظر	۸
جدول(۲-۵) مقادیر پاسخ های اقتصادی و تابع مطلوبیت تعمیم یافته متناظر	۸
جدول(۲-٦) مشخصات گزینه های ممکن برای منابع قرضه	۸
جدول(۲-۷) چند جمله ای برازش شده بر تابع مطلوبیت تعمیم یافته و توابع اقتصادی	۹
جدول(۲-۸) عوامل موثر به دست آمده برای طرح بهینه سد	۱۰
جدول(۳-۱) معیارهای سازمان عمران آمریکا برای طرح فیلتر	۲٦
جدول(۳-۲) شیب های کناری توصیه شده توسط ترزاقی	۳۱
جدول(۳-۳) حداقل ضریب قابل قبول در تحلیل پایداری سدهای خاکی	٤۱
جدول(٤-۱) مقادیر تابع صلاحیت و احتمال انتخاب هر رشته بر اساس رتبه اش در رشته های جمعیت اولیه	۸٦
جدول(۵-۱) داده های مربوط به رگرسیون چند متغیره	۹۱
جدول(۵-۲) آنالیز واریانس برای معنی دار بودن رگرسیون در رگرسیون چند متغیره	۹۵
جدول(٦-۱) مقادیر ضرایب روش Van Genuchten برای برخی خاک ها	۱۰۷
جدول(٦-۲) مقایسه نتایج محاسبات پایداری شیب با نتایج مدل FLAC/SLOPE	۱۱۲
جدول(۷-۱) محدوده تغییرات پارامترهای موثر	۱۱٤
جدول(۷-۲) مدل های بدست آمده از تاثیر پارامترهای مختلف	۱۲۱
جدول(۸-۱) همبستگی ها و مقادیر r^2 و r	۱۳۱
جدول(۸-۲) آنالیز واریانس رگرسیون	۱۳۱
جدول(۸-۳) ضرائب رگرسیون استاندارد شده و استاندارد نشده	۱۳۱
جدول(۸-٤) ضرایب تعیین و خطای استاندارد مدل های مختلف	۱۳٤
جدول(۸-۵) همبستگی ها و مقادیر r^2 و r	۱۳۵
جدول(۸-٦) آنالیز واریانس رگرسیون	۱۳۵
جدول(۸-۷) ضرائب رگرسیون استاندارد شده و استاندارد نشده	۱۳۵
جدول(۸-۸) ضرایب تعیین و خطای استاندارد مدل های مختلف	۱۳۹
جدول(۸-۹) همبستگی ها و مقادیر r^2 و r	۱۳۹
جدول(۸-۱۰) آنالیز واریانس رگرسیون	۱۳۹
جدول(۸-۱۱) ضرائب رگرسیون استاندارد شده و استاندارد نشده	۱٤۰
جدول(۸-۱۲) خصوصیات مصالح پوسته سد	۱٤٦

جدول(۸-۱۳) متغیرهای طراحی بهینه، توابع هدف، قیود طراحی ۱٤٦
جدول(۸-۱٤) اطلاعات مربوط به طراحی سد ۱٤۸
جدول(۸-۱۵) وزن های پیشنهادی ۱٤۸
جدول(۸-۱٦) متغیرهای طراحی بهینه، توابع هدف و قیود طراحی محاسبه شده ۱٤۹
جدول(۸-۱۷) ابعاد هسته و مقطع بهینه ۱٤۹
جدول(۸-۱۸) ارزیابی نتایج جدول طراحی ۱٤۹
جدول(۸-۱۹) مقادیر محاسبه شده از برنامهMATLAB و مدل های کامپیوتری ۱۵۱
جدول(۸-۲۰) تاثیر ارتفاع سد در طراحی بهینه ۱۵۲
جدول(۸-۲۱) مشخصات هندسه سد حصار سنگی ۱۵۲
جدول(۸-۲۲) مشخصات مصالح بدنه سد حصار سنگی ۱۵۳
جدول(۸-۲۳) مشخصات ابعاد بهینه بدنه سد ۱۵۳
جدول(۸-۲٤) هزینه های اجرایی هسته و پوسته سد حصار سنگی بر اساس ابعاد طراحی شده ۱۵۵
جدول(۸-۲۵) هزینه های اجرایی هسته و پوسته سد حصار سنگی بر اساس ابعاد بهینه ۱۵۵

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل(۲-۱) خطوط هم میزان ضریب پایداری کل ($K_{s.o.y}$) برای سدی با ۳۰۰ متر ارتفاع	٦
شکل(۲-۲) نموگرام های تابع مطلوبیت کلی بر حسب m_1، m_2، α، β و γ_{dry}	۹
شکل(۲-۳) طراحی سد بهینه	۱۰
شکل(۳-۱) رابطه بین ارتفاع و عرض تاج برای تعدادی از سدهای خاکی ایران	۳۰
شکل(۳-۲) تغییرات حداقل و حداکثر ضخامت هسته بر اساس توصیه سازمان عمران آمریکا	۳۲
شکل(۳-۳) معادله دوپوئی برای جریان عبوری از سدهای خاکی	۳۳
شکل(۳-٤) شرایط خط فریاتیک در یک سد خاکی منطقه ای	۳٤
شکل(۳-٥) تراوش از حجم کنترل سه بعدی	۳٥
شکل(۳-٦) مسیر خط نشت در یک سد خاکی غیرهمگن	۳٦
شکل(۳-۷) نیروهای بدنه و نشت وارده بر یک المان خاک (a) بدون نشت، (b) نشت رو به پایین (c) نشت رو به بالا	۳۸
شکل(۳-۸) نیروی تراوش باعث بهبود یا ضعف پایداری می شود.(a) دیواره Sheet pile در شن ریز.(b) المان a. (c) المان b.	۳۹
شکل(۳-۹) تاثیر تراوش در سد بر روی نیروهای N نرمال و تانژانت T. (a) المان خاک. (b) نیروهای وارد بر شیب خشک. (c) نیروهای وارد بر شیب تر	٤۰
شکل(۳-۱۰) مش بندی مقطع سد در روش اجزای محدود	٥۲
شکل(۳-۱۱) مولفه های تنش در هر نقطه روی سطح لغزش	٥۲
شکل(٤-۱) سطوح قیود در یک فضای طراحی دو بعدی	٥۸
شکل(٤-۲) فلوچارت الگوریتم های ژنتیک	٦۸
شکل(٤-۳) طرح شماتیک چرخ گردان	۷۲
شکل(٤-٤) عملگر آمیزش تک نقطه ای	۷٤
شکل(٤-٥) عملگر آمیزش دو نقطه ای	۷٤
شکل(٤-٦) عملگر آمیزش چند نقطه ای بر روی تعداد مکان های زوج	۷٥
شکل(٤-۷) نحوه عملکرد عملگر آمیزش چند نقطه ای بر روی تعداد مکان های فرد	۷٥
شکل(٤-۸) عملگر آمیزش یکنواخت	۷٥
شکل(٤-۹) نحوه عملکرد عملگر آمیزش یکنواخت	۷٦
شکل(٤-۱۰) طرح سد خاکی همگن با زهکش پنجه ای	۸٤
شکل(٦-۱) مدل سازی جریان در شرایط محدود	۱۰۳
شکل(٦-۲) مدل سازی جریان در شرایط نا محدود	۱۰۳
شکل(٦-۳) موقعیت اولین خط جریان در شرایط نامحدود	۱۰٤
شکل(٦-٤) موقعیت اولین خط جریان در شرایط محدود یک سد خاکی	۱۰٥

شکل(٦-٥) موقعیت اولین خط جریان در شرایط محدود ١٠٥
شکل(٦-٦) تغییرات پارامتر k_r در روش Frontal function ١٠٦
شکل(٦-٧) جبهه یک پله ای در روش Frontal function ١٠٦
شکل(٦-٨) شیب ترکیبی از مواد و شرایط پیزومتریک مختلف ١١١
شکل(٦-٩) مدل شیب موجود برای حالت ٦ ١١١
شکل(٦-١٠) مدل شبکه بندی شده شیب موجود برای حالت ٦ ١١١
شکل(٦-١١) نتایج محاسبات مدل برای شیب موجود در حالت ٦ ١١٢
شکل(٧-١) نمونه ای از مقاطع سد خاکی غیرهمگن ١١٤
شکل(٧-٢) شرایط مرزی مدل مقطع سد خاکی غیرهمگن ١١٨
شکل(٧-٣) المان بندی مدل مقطع سد خاکی غیرهمگن ١١٨
شکل(٧-٤) سطوح لغزش و بردارهای سرعت روی شیب پایین دست سد ١١٨
شکل(٧-٥) شرایط مرزی مقطع سد خاکی غیر همگن ١٢٢
شکل(٧-٦) شرایط مرزی و المان بندی مقطع سد خاکی غیرهمگن ١٢٢
شکل(٧-٧) نحوه ترسیم شبکه جریان ١٢٢
شکل(٧-٨) نحوه ترسیم شبکه جریان در هسته سد خاکی ١٢٣
شکل(٧-٩) طرح یک سد خاکی با هسته مرکزی قائم و متغیرهای طراحی ١٢٥
شکل(٨-١) هیستوگرام متغیرهای وابسته ١٣٢
شکل(٨-٢) رابطه مقادیر محاسباتی و مشاهداتی ١٣٢
شکل(٨-٣) نمودار عملکرد مدل رگرسیونی ١٣٣
شکل(٨-٤) پراکندگی نتایج دو مدل در مقابل یکدیگر ١٣٣
شکل(٨-٥) منحنی های مربوط به مدل های رگرسیونی مختف ١٣٤
شکل(٨-٦) هیستوگرام متغیر های وابسته ١٣٦
شکل(٨-٧) رابطه مقادیر محاسباتی و مشاهداتی ١٣٦
شکل(٨-٨) نمودار عملکرد مدل رگرسیونی ١٣٦
شکل(٨-٩) پراکندگی مقادیر محاسبه شده از هردو مدل در اطراف خط برازش ١٣٧
شکل(٨-١٠) تغییرات تراوش نسبت به تغییرات ارتفاع سد ١٣٧
شکل(٨-١١) تغییرات تراوش نسبت به تغییرات عرض هسته روی پی ١٣٧
شکل(٨-١٢) نمودار محاسبه میزان تراوش از بدنه سد های خاکی بر اساس دو پارامتر بی بعد d/H و q/kh ١٣٨
شکل(٨-١٣) منحنی های مربوط به مدل های رگرسیونی مختف ١٣٩
شکل(٨-١٤) هیستوگرام متغیر های وابسته ١٤٠
شکل(٨-١٥) رابطه مقادیر محاسباتی و مشاهداتی ١٤٠
شکل(٨-١٦) عملکرد مدل رگرسیونی ١٤١
شکل(٨-١٧) پراکندگی مقادیر محاسبه شده از هردو مدل در اطراف خط برازش ١٤١

شکل(۸-۱۸) نمودار محاسبه شیب هیدرولیکی با استفاده از پارامترهای h/s و i ۱٤۲
شکل(۸-۱۹) نتایج انجام آنالیز حساسیت نسبت به احتمال آمیزش ۱٤۳
شکل(۸-۲۰) نتایج انجام آنالیز حساسیت نسبت به احتمال جهش ۱٤٤
شکل(۸-۲۱) نتایج انجام آنالیز حساسیت نسبت به اندازه جمعیت ۱٤٤
شکل(۸-۲۲) تغییرات مقادیر متوسط و بهترین جواب در نسل های متوالی اجرای GA ۱٤٥
شکل(۸-۲۳) تغییرات بهترین جواب در نسل های متوالی اجرای GA ۱٤٥
شکل(۸-۲٤) شکل(۸-۲٤) محدوده پیشنهادی برای هسته بهینه سدهای خاکی منطقه ای ۱٤۷
شکل(۸-۲٥) مقطع بهینه سد ۱٤۹
شکل(۸-۲٦) مقایسه عرض هسته روی پی در مقطع بهینه نسبت به طراحی مهندسی ۱٥۰
شکل(۸-۲۷) مقایسه عرض سد روی پی در مقطع بهینه نسبت به طراحی مهندسی ۱٥۰
شکل(۸-۲۸) مقایسه حجم هسته در مقطع بهینه نسبت به طراحی مهندسی ۱٥۰
شکل(۸-۲۹) مقایسه حجم سد در واحد طول در مقطع بهینه نسبت به طراحی مهندسی ۱٥۱
شکل(۸-۳۰) ابعاد بهینه هسته رسی سد حصارسنگی ۱٥٤

چکیده

امروزه ملاحظات اقتصادی یکی از مهمترین عوامل انتخاب طرح ها می باشد. سدها از جمله پروژه های کلان کشور می باشند. از این رو تلاش برای کاهش هر چه بیشتر هزینه های طرح و اقتصادی نمودن آن امری ضروری محسوب شده و تحقیق و مطالعه محققین و طراحان مربوطه را می طلبد. با توجه به اینکه بهینه نمودن تمام اجزاء و ساختار سد نیاز به مطالعه فراوان داشته و با مشکلاتی مواجه است توصیه می گردد که بهینه سازی اجزای سد بصورت مجزا و با در نظر گرفتن اثرات قسمت های مختلف روی یکدیگر انجام پذیرد. بطوریکه این عمل منجر به تهیه مقطع بهینه سد شده و طرح مورد نظر توجیه اقتصادی داشته باشد. در این پایان نامه سعی گردیده است مدلی در محیط MATLAB7.1 و به منظور بهینه سازی هسته نفوذ ناپذیر سدهای خاکی تهیه شود بطوریکه علاوه بر برآوردن خصوصیات خواسته شده دارای مناسب ترین حجم ممکن نیز باشد. این مدل تلفیقی، شامل مدل های رگرسیونی جدید و الگوریتم ژنتیکی می باشد. به منظور ارزیابی درستی مدل حاضر، از یک سطح مقطع نمونه استفاده شده است. نتایج یک هسته با هندسه بهینه برای سدهای خاکی ناحیه بندی شده که شرایط پایداری آن تامین شده باشد را نشان داده و الگوی جدیدی برای تعیین ضخامت بهینه هسته رسی ارائه می دهد. همچنین مقایسه مقادیر تراوش، گرادیان هیدرولیکی و ضریب اطمینان پایداری مربوط به مقطع بهینه بدست آمده از اجرای مدل با مقادیر واقعی محاسبه شده از مدل های کامپیوتری نشان داد که مدل های رگرسیونی جدید عملکرد بسیار موفقی در زمینه محاسبه این مقادیر داشته اند و مدل تلفیقی تهیه شده، قادر به طرح بهینه هسته در حین تعیین بهترین شیب برای وجوه سد با توجه به خصوصیات مکانیکی، فیزیکی و هندسی سد می باشد.

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه و کلیات

به طور کلی در عملیاتی شدن هر طرح عمرانی یکی از مهمترین پارامترها، معیار مطلوبیت طرح می باشد. بطور معمول معیار اقتصادی طرح نشان دهنده این مطلوبیت می باشد، بدین معنی که تا وقتی که طرح از نظر ملاحظات اقتصادی مطلوب نباشد اجرایی شدن آن قابل توجیه نخواهد بود. البته برخی از طرح های اضطراری و ملی ممکن است خارج از معیار مطلوبیت بطور استثنایی اجرا شوند.

طرح و احداث سازه های تنظیم و کنترل جریانهای رودخانه ای یعنی سدها یکی از زمینه های اصلی فعالیت متخصصین صنعت آب در دنیا و کشورمان ایران بشمار رفته و برای اهداف مختلفی از جمله تأمین آب کشاورزی، تأ مین آب شرب، کنترل سیلاب، تولید انرژی برق، پرورش ماهی و غیره انجام می پذیرد. پروژه های سدسازی در تمام نقاط دنیا جزء پروژه های بسیار بزرگ و پر هزینه محسوب شده و لذا یک طرح مناسب و بهینه در کاهش هزینه های پروژه و توجیه اقتصادی آن حائز اهمیت بالایی می باشد.

در طراحی سدهای خاکی منطقه ای اندازه و مشخصات مقطع سد یعنی ارتفاع، عرض تاج، شیب شیروانی های بالادست و پایین دست، شکل و ابعاد هسته و . . . متأثر از منابع قرضه و مصالح مورد استفاده در بدنه سد بوده و بر اساس معیارهای تجربی انتخاب می شوند. لذا طرح های متعددی بازای انتخاب های مختلف از شکل و ابعاد هسته و پوسته مقطع سد خاکی منطقه ای ممکن بوده که هر کدام از آنها در صورت ارضا نمودن قیود مورد نیاز طراحی یک سد خاکی یعنی ضریب اطمینان در مقابل لغزش، فرسایش داخلی (Piping)، آب شستگی و تراوش بعنوان یک طرح مورد قبول مطرح خواهد بود. بنابراین رسیدن به یک مقطع بهینه در طرح سد خاکی منطقه ای نیازمند روش سعی و خطا برای جستجو و مشخص کردن مقطع بهینه با حداقل هزینه یا توجیه بالاتر اقتصادی خواهد بود. حال وجود یک الگوی ساده برای انتخاب بهینه ابعاد هسته و پوسته سدهای خاکی منطقه ای یک ضرورت بنظر رسیده و این امر کمک قابل توجهی را برای طراحی چنین سدهایی فراهم خواهد کرد.

یک سد خاکی منطقه ای از قسمت های مختلفی تشکیل یافته است که هر قسمت کارایی مختلف و محدودیت مربوط به خود را دارا می باشد. بهینه سازی کل قسمت های مختلف سد مستلزم آگاهی کامل و شناخت دقیق قسمت های مختلف آن و محدودیت های اجرایی مربوط به هر کدام از آنها می باشد که امری مشکل بوده و فرصت زمانی زیادی را می طلبد. از این رو می توان این قسمت ها را به تنهایی مورد بررسی قرار داده و طرح بهینه آنها را بررسی نمود. البته باید متذکر شد که در تهیه طرح بهینه یک جزء نباید تأثیر عناصر دیگر را نادیده گرفت.

در این پایان نامه سعی گردیده است که با در نظر گرفتن تأثیر عوامل مختلف بر روی هسته های رسی و با توجه به محدودیت های محتمل موجود، یک طرح بهینه را برای این جزء از سد خاکی منطقه ای بدست آوریم. یکی از روش های

تهیه مدارک

بهینه یابی با قدرت همگرایی بالا الگوریتم های ژنتیک می باشد که برای دستیابی به طرح موجود از این الگوریتم استفاده شده است. این الگوریتم در فضای مسئله که شامل عوامل متغیر مسئله است جستجو کرده و امکان انتخاب بهترین و بهینه ترین حالت را در اختیار ما قرار می دهد. در حین جستجو تعدادی قید مانند تراوش، گرادیان هیدرولیکی و ضریب اطمینان پایداری شیروانی ها مورد کنترل قرار می گیرد. این قیدها به وسیله مدل های رگرسیون جدیدی که توسط نگارنده تهیه شده است به برنامه معرفی می گردد. در این روش با انتخاب یک طرح تصادفی و ترکیب طرح های بهتر و انتخاب عملگرهای مناسب تر سعی می گردد تا در هر مرحله به طرحی بهتر دست یابیم. در نهایت با تلفیقی از بهترین عملکرد الگوریتم ژنتیک و مدل های رگرسیونی جدید، مدلی در محیط MATLAB7.1 تهیه شده است که قادر به ارائه طرح بهینه ای برای هندسه هسته رسی با توجه به عوامل موثر طرح می باشد.

۱-۲ اهداف و ضرورت مطالعه

در تحقیق حاضر، هدف ارائه روشی جدید برای حداقل سازی هسته رسی سدهای خاکی منطقه ای با استفاده از یک مدل تلفیقی که شامل نوع جدید مدل های رگرسیون خطی و الگوریتم های ژنتیکی است، می باشد و تاثیر این عامل را در طراحی ها نشان می دهد.

الگوریتم های ژنتیکی کاربردهای فراوانی در علوم مهندسی آب دارند و در سال های اخیر نیز بسیار مورد توجه محققین امر قرار گرفته اند. علت این تمایل، حل مسائل پیچیده ریاضی توسط این الگوریتم ها می باشد. این الگوریتم ها هوشمندانه فضای مسئله را جستجو نموده و در نهایت به بهترین جواب همگرا می شوند.

در این تحقیق، مدل های ساده شده جدیدی برای محاسبه مقادیر تراوش، گرادیان هیدرولیکی و ضریب اطمینان پایداری براساس روش رگرسیونی ارائه می گردد. هدف از تهیه این مدل ها و کاربرد آنها، هم ارزیابی این مدل ها در محاسبه تراوش، گرادیان هیدرولیکی و ضریب اطمینان پایداری و هم بمنظور تسهیل در دستیابی به طرح بهینه بوده است. پس از تهیه مدل های رگرسیونی و تعیین بهترین متغیرهای آنها، از این مدل ها جهت معرفی قیود طراحی به برنامه استفاده شده است.

۱-۳ تهیه و تدوین پایان نامه

این پایان نامه مشتمل بر نه فصل است. فصل اول شامل مقدمه و اهداف مطالعه می باشد. در فصل دوم، مروری بر مطالعات انجام شده ارائه شده است. سدهای خاکی و انواع آن در فصل سوم توضیح داده شده است. فصل چهارم مربوط به معرفی الگوریتم های ژنتیک و اصول بهینه سازی می باشد. مدل های رگرسیونی و نرم افزارهای استفاده شده در این تحقیق در فصل پنجم و ششم بیان شده است. فصل هفتم تحت عنوان روش تحقیق، روش و نحوه بهینه سازی هسته رسی سدهای خاکی، مراحل مدل بندی و تهیه طرح بهینه را بیان می دارد. در فصل هشتم، نتایج حاصل از انجام تحقیق شامل عملکرد مدل های رگرسیونی، مدل الگوریتم زنتیک و کاربرد عملی آنها بهمراه اشکال و جداول مربوطه ارائه گردیده است. بحث و نتیجه گیری نهایی تحقیق و ارائه پیشنهادهای آتی مطالعاتی در فصل نهم بعنوان آخرین فصل پایان نامه بیان شده است.