بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی

موضوع:

بهره‌برداری بهینه از مخزن سد شهرچای با استفاده از الگوریتم شبیه‌سازی آنیلینگ

اساتید راهنما:

دکتر حسین رضایی

دکتر مهدی یاسی

تنظیم و نگارش:

پریسا مظلومی

بهمن ۱۳۹۰

حق چاپ برای دانشگاه ارومیه محفوظ است.

تقدیم به:

پدر و مادر بزرگوار

و خواهر عزیزم

و هر که به من آموخت...

تقدیر و تشکر

بی شک انجام این پایان نامه بدون زحمات و راهنمایی های اساتید ارجمندم ممکن نبود. بدین وسیله از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر حسین رضایی که با راهنمایی ها و نظرات ارزشمندشان و ایجاد جوی دوستانه و علمی مرا در انجام این پایان نامه یاری کردند تشکر و قدردانی می نمایم. همچنین از راهنمایی های استاد گرامی جناب آقای دکتر مهدی یاسی نیز کمال تشکر و امتنان را به عمل می آورم.

از پدر گرامی، مادر مهربان و خواهر عزیزم که در طول این دوره تحصیلی همانند سایر مراحل زندگی ام همراه و حامی ام بوده اند، سپاسگزارم.

همچنین از دوستان گرامی، خانم مهندس هاله آذرافزا، خانم مهندس آتوسا عطائیان، خانم مهندس پریسا لطفی، آقای مهندس مهرداد چاخرلو و آقای مهندس جواد حیدری به خاطر تمام مساعدتها و همفکریهای بی دریغشان کمال تشکر را دارم.

و در آخر از تمامی دوستانی که با کمک های خود اینجانب را به طرق مختلف مورد لطف قرار داده اند، صمیمانه سپاسگزارم.

چکیده

افزایش جمعیت، رشد تقاضا، رعایت معیارهای اقتصادی و نیز محدودیت منابع آبی، لزوم بهره‌برداری بهینه از این منابع را نمایان می‌سازد. سیاست بهره‌برداری، مجموعه‌ای از قوانین است که در شرایط مختلف بهره-برداری، مقدار آبی را که بایستی ذخیره یا رهاسازی شود، تعیین می‌نماید. این سیاست‌ها، قوانین از پیش تعیین شده برای مواجهه با شرایط مختلف را تعریف می‌کنند. تدوین سیاست مناسب در بهره‌برداری از مخازن، براساس مدل‌های بهینه‌سازی با هدف دستیابی به بهترین مقدار مورد نظر صورت می‌پذیرد. با توجه به جریان ورودی غیرقطعی، ارائهٔ دستورالعمل‌هایی براساس دامنهٔ تغییرات جریان ورودی، نیازها و حجم ذخیرهٔ مخزن، ضروری می‌باشد. منحنی‌های فرمان نمونه‌ای از این دستورالعمل‌ها می‌باشند که می‌توانند جریان خروجی از مخزن را به شکل تابعی از جریان ورودی و حجم ذخیرهٔ مخزن تعریف نمایند. در مطالعه حاضر، یک مدل الگوریتم شبیه‌سازی آنیلینگ، جهت بهره‌برداری بهینه از سد مخزنی شهرچای به منظور تامین نیازهای شرب و کشاورزی-زیست محیطی در محیط نرم افزار MATLAB7.8 تدوین گردیده است. جهت تحلیل، عدم قطعیت جریان ورودی به مخزن در نظر گرفته شده است و داده‌های جریان مصنوعی از طریق روش‌های سری‌های زمانی تولید و برای آینده پیش بینی گردیده است. سپس، تحلیل در شرایط طراحی برای داده‌های مصنوعی تولید شده انجام گرفته است. بدین منظور دو مدل سیاست بهره‌برداری خطی و غیر خطی، تحت سه سناریوی شرایط خشکسالی، نرمال و ترسالی در نظر گرفته شده است. نتایج مقادیر رهاسازی و حجم مخزن برای دو مدل در سه سناریوی اعمال شده، نشان از کارکرد خوب الگوریتم SA در برآورد مقادیر بهینه پارامترهای مدل می‌باشد به گونه‌ای که قادر به تامین نیازها با درصد بالا در ماه‌های مختلف بوده است. با توجه به مقادیر تابع هدف محاسبه شده توسط دو مدل، سیاست بهره‌برداری غیر خطی درجه دو به عنوان مدل بهینه انتخاب شده است. در نهایت با استفاده از این مدل منحنی فرمان در شرایط بهره‌برداری، برای داده‌های پیش بینی شده برای آینده استخراج گردیده و با منحنی ارائه شده توسط سازمان آب منطقه ای مقایسه گردیده است.

کلمات کلیدی: بهره‌برداری بهینه، سیاست بهره‌برداری، الگوریتم شبیه‌سازی آنیلینگ، سری زمانی، منحنی فرمان

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: کلیات ۱

۱-۱مقدمه ۱

۱-۲هدف تحقیق ۲

۱-۳دامنه و وسعت کار ۳

۱-۴ساختار پایان نامه ۳

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده ۴

۲-۱ مقدمه ۴

۲-۲ سیستم‌های مخازن ذخیره ۵

۲-۲-۱ مخازن درون سالی و برون سالی ۶

۲-۳ بهره‌برداری از سیستم مخازن ۶

۲-۴ تحلیل سیستم‌های مخازن ۶

۲-۴-۱ مدل‌های شبیه‌سازی ۷

۲-۴-۲ مدل‌های بهینه‌سازی ۷

۲-۴-۲-۱ مدل بهره‌برداری بهینه از سیستم تک مخزنی ۸

۲-۴-۲-۲ مدل بهره‌برداری بهینه در سیستم مخازن چندگانه ۱۲

۲-۵ روش‌های بهینه‌سازی ۱۵

۲-۵-۱ الگوریتم‌های دقیق ۱۵

عنوان صفحه

۲-۵-۲ الگوریتم‌های تقریبی ۱۶

۲-۵-۳ الگوریتم‌های فراکاوشی ۱۶

۲-۵-۴ تقسیم بندی الگوریتم‌های فراکاوشی ۱۷

۲-۵-۵ روش‌های بر پایه جمعیت ۱۹

۲-۵-۵-۱ الگوریتم ژنتیک (GA) ۱۹

۲-۵-۵-۲ الگوریتم بهینه‌سازی جامعه مورچگان (ACO) ۲۱

۲-۵-۵-۵ الگوریتم مجموعه ذرات (PSO) ۲۷

۲-۵-۶ روش‌های خط سیر ۳۰

۲-۵-۶-۱ الگوریتم جستجوی ممنوعه (TS) ۳۰

۲-۵-۶-۲ الگوریتم شبیه‌سازی آنیلینگ (SA) ۳۲

۲-۶ پیاده سازی الگوریتم‌های فراابتکاری ۴۰

۲-۷ مطالعات انجام گرفته در زمینه بهره‌برداری از مخازن ۴۰

۲-۵ کاربرد الگوریتم SA در علوم مختلف ۴۲

۲-۵ کاربرد الگوریتم SA در علم آب ۴۲

فصل سوم: تولید داده‌های مصنوعی ۴۵

۳-۱ مقدمه ۴۵

۳-۲ سری‌های زمانی و فرآیندهای تصادفی ۴۵

۳-۲-۱ سری‌های زمانی پیوسته و گسسته ۴۶

۳-۲-۲ سری‌های زمانی منظم و نامنظم ۴۶

۳-۲-۳ سری‌های زمانی ایست و ناایستا ۴۶

عنوان | صفحه

۳-۲-۴ سری‌های زمانی مستقل و وابسته ۴۷

۳-۳ مدل‌سازی سری جریان رودخانه ۴۷

۳-۴ مراحل مدل‌سازی سری‌های زمانی ۴۸

۳-۴-۱ آزمون داده‌های تاریخی ۴۹

۳-۴-۱-۱ آزمون همگن بودن داده‌ها ۴۹

۳-۴-۱-۲ آزمون تصادفی بودن داده‌ها ۴۹

۳-۴-۱-۱ آزمون نرمال بودن داده‌ها ۵۰

۳-۵ انواع مدل‌های سری‌های زمانی ۵۰

۳-۵-۱ تولید جریان‌های ماهیانه به طور مستقیم ۵۲

۳-۵-۱-۱ مدل اتورگرسیو ۵۲

۳-۵-۱-۲ مدل میانگین متحرک ۵۳

۳-۵-۱-۳ مدل میانگین متحرک خودهمبسته ۵۴

۳-۵-۱-۴ مدل میانگین متحرک تجمعی خودهمبسته ۵۵

۳-۵-۱-۵ مدل میانگین متحرک خودهمبسته متناوب ۵۶

۳-۵-۱-۶ تعیین رسته یا مرتبه مدل‌ها ۵۷

۳-۵-۱-۷ تعیین ضرایب مدل ۵۹

۳-۵-۱-۸ آزمون نیکویی برازش ۵۹

۳-۵-۲ تولید جریان‌های ماهیانه به طور غیر مستقیم ۶۰

۳-۵-۲-۱ تولید جریان‌های ماهیانه با مدل توزیع والن‌سیا-شاکی ۶۰

۳-۶ تولید داده‌های مصنوعی ۶۴

۳-۷ نرم افزارهای سری‌های زمانی ۶۵

عنوان | صفحه

۳-۷-۱ معرفی نرم افزار ۶۶

فصل چهارم: مواد و روش‌ها ۷۱

۴-۱ مقدمه ۷۱

۴-۲ سد مخزنی شهرچای ۷۳

۴-۳ فرمول بندی سیستم مخزن شهرچای ۷۵

۴-۴ تعیین افق بهره‌برداری ۷۶

۴-۵ اجزا و پارامترهای مدل SA ۷۷

۴-۶ داده‌های مورد نیاز ۷۷

۴-۶-۱ داده‌های جریان رودخانه شهرچای ۷۷

۴-۶-۲ میزان تقاضای آب در پایین دست شهرچای ۷۸

۴-۶-۳ رابطه سطح-حجم در مخزن سد شهرچای ۸۱

۴-۶-۴ داده‌های تبخیر در محل احداث سد شهرچای ۸۱

۴-۷ بررسی آماری داده‌ها ۸۲

۴-۷-۱ آزمون همگنی و تصادفی بودن داده‌های جریان ۸۲

۴-۸ پیش بینی داده‌های دبی جریان ۸۳

فصل پنجم: نتایج ۸۵

۵-۱ مقدمه ۸۵

۵-۲ آزمون همگن بودن داده‌ها ۸۵

عنوان | صفحه

۵-۳ آزمون تصادفی بودن داده‌ها ۸۵

۵-۴ نتایج روش‌های سری‌های زمانی ۸۶

۵-۴-۱ انتخاب مدل مستقیم تولید داده ماهیانه ۸۶

۵-۴-۲ تعیین مرتبه یا رسته مدل شبیه‌سازی PARMA(p,q) ۸۹

۵-۴-۳ تخمین پارامترهای مدل ۹۰

۵-۴-۴ کنترل صحت مدل انتخابی ۹۰

۵-۴-۵ ارزیابی نتایج مدل‌های تولید داده‌های مصنوعی جریان ماهیانه رودخانه ۹۲

۵-۵ نتایج انتخاب پارامترهای مدل SA از طریق آنالیز حساسیت ۹۶

۵-۶ بهره‌برداری بهینه از مخزن ۹۹

۵-۷ نتایج اجرای مدل الگوریتم SA ۹۹

۵-۷-۱ مدل شماره ۱ ..... ۹۹

۵-۷-۱-۱ نتایج حاصل از شرایط خشکسالی ۱۰۰

۵-۷-۱-۲ نتایج حاصل از شرایط نرمال ۱۰۳

۵-۷-۱-۳ نتایج حاصل از شرایط ترسالی ۱۰۵

۵-۷-۱ مدل شماره ۲ ..... ۱۰۸

۵-۷-۱-۱ نتایج حاصل از شرایط خشکسالی ۱۰۸

۵-۷-۱-۲ نتایج حاصل از شرایط نرمال ۱۱۱

۵-۷-۱-۳ نتایج حاصل از شرایط ترسالی ۱۱۴

۵-۸ نتایج اجرای مدل شماره ۲ برای داده‌های مصنوعی پیش بینی شده ۱۱۷

۵-۹ مقایسه رهاسازی SA با برنامه‌ریزی سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی ۱۲۰

عنوان صفحه

فصل ششم: خلاصه نتایج و پیشنهادات ۱۲۲

۶-۱ مقدمه ۱۲۲

۶-۲ خلاصه نتایج ۱۲۲

۶-۳ پیشنهادات ۱۲۳

منابع ۱۲۵

فهرست جداول

عنوان صفحه

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده ۴

جدول (۲-۱): مقایسه بین یک مسئله و الگوریتم بهینه‌سازی SA با یک سیستم فیزیکی ۳۳

فصل چهارم: مواد و روش‌ها ۷۱

جدول (۴-۱): مشخصات اصلی سد مخزنی شهرچای ۷۳

جدول (۴-۲): مقادیر جریان ماهیانه در محل سد مخزنی شهرچای بر حسب میلیون متر مکعب ۷۹

جدول (۴-۳): مشخصات آماری داده‌های جریان‌های ماهیانه شهرچای در محل مخزن سد ۸۰

جدول (۴-۴): مقدار تقاضای آب شرب و کشاورزی-زیست‌محیطی پایین دست سد و درصد توزیع آنها برای ماه های مختلف ۸۰

جدول (۴-۵): مقدار تقاضای کل و میانگین جریان و درصد توزیع آن‌ها برای ماه های مختلف ۸۰

جدول (۴-۶): میزان تبخیر از سطح آزاد آب در ماه های مختلف ۸۱

فصل پنجم: نتایج ۸۵

جدول (۵-۱): نتایج تصادفی بودن داده‌های جریان رودخانه شهرچای ۸۶

جدول (۵-۲): مقادیر AICC برای مدل PAR ۸۹

جدول (۵-۳): مقادیر AICC برای مدل PMA ۸۹

جدول (۵-۴): مقادیر AICC برای مدل PARMA ۹۰

جدول (۵-۵): پارامترهای مدل PARMA(1,1) در ماه‌های مختلف ۹۰

جدول (۵-۶): مقایسه مشخصات آماری سالیانه داده های تاریخی و داده های تولید شده ۹۳

جدول (۵-۷): مقادیر تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۱ در شرایط خشکسالی ۱۰۰

عنوان صفحه

جدول (۵-۸): پارامترهای آماری تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۱ در شرایط خشکسالی ۱۰۰
جدول (۵-۹): مقادیر متغیرهای تصمیم حاصل از حل مدل ۱ به روش SA برای تابع هدف کمینه ... ۱۰۰
جدول (۵-۱۰): نتایج حاصل از مدل ۱ برای شرایط خشکسالی ۱۰۱
جدول (۵-۱۱): مقادیر تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۱ در شرایط نرمال ۱۰۳
جدول (۵-۱۲): پارامترهای آماری تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۱ در شرایط نرمال .. ۱۰۳
جدول (۵-۱۳): مقادیر متغیرهای تصمیم حاصل از حل مدل ۱ به روش SA برای تابع هدف نرمال .. ۱۰۳
جدول (۵-۱۴): نتایج حاصل از مدل ۱ برای شرایط نرمال ۱۰۴
جدول (۵-۱۵): مقادیر تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۱ در شرایط ترسالی ۱۰۶
جدول (۵-۱۶): پارامترهای آماری تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۱ در شرایط ترسالی ۱۰۶
جدول (۵-۱۷): مقادیر متغیرهای تصمیم حاصل از حل مدل ۱ به روش SA برای تابع هدف کمینه . ۱۰۶
جدول (۵-۱۸): نتایج حاصل از مدل ۱ برای شرایط ترسالی ۱۰۶
جدول (۵-۱۹): مقادیر تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۲ در شرایط خشکسالی ۱۰۸
جدول (۵-۲۰): پارامترهای آماری تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۲ در شرایط خشکسالی ۱۰۹
جدول (۵-۲۱): مقادیر متغیرهای تصمیم حاصل از حل مدل ۲ به روش SA برای تابع هدف کمینه . ۱۰۹
جدول (۵-۲۲): نتایج حاصل از مدل ۲ برای شرایط خشکسالی ۱۰۹
جدول (۵-۲۳): مقادیر تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۲ در شرایط نرمال ۱۱۱
جدول (۵-۲۴): پارامترهای آماری تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۲ در شرایط نرمال .. ۱۱۱
جدول (۵-۲۵): مقادیر متغیرهای تصمیم حاصل از حل مدل ۲ به روش SA برای تابع هدف نرمال ... ۱۱۲
جدول (۵-۲۶): نتایج حاصل از مدل ۱ برای شرایط نرمال ۱۱۲
جدول (۵-۲۷): مقادیر تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۲ در شرایط ترسالی ۱۱۴
جدول (۵-۲۸): پارامترهای آماری تابع هدف در ۱۰ بار اجرای برنامه برای مدل ۲ در شرایط ترسالی ۱۱۴

عنوان صفحه

جدول(۵-۲۹): مقادیر متغیرهای تصمیم حاصل از حل مدل ۲ به روش SA برای تابع هدف کمینه .. ۱۱۵

جدول (۵-۳۰): نتایج حاصل از مدل ۲ برای شرایط ترسالی ۱۱۵

جدول (۵-۳۱): مقادیر تابع هدف در ۱۰ بار اجرای مدل ۲ برای داده‌های پیش بینی شده ۱۱۷

جدول (۵-۳۲): پارامترهای آماری تابع هدف در ۱۰ بار اجرای مدل ۲ برای داده‌های پیش بینی شده ۱۱۷

جدول (۵-۳۳): مقادیر متغیرهای تصمیم حاصل از حل مدل ۲ به روش SA برای تابع هدف کمینه ۱۱۸

فهرست اشکال

عنوان صفحه

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده ۴

شکل (۲-۱): سیستم رودخانه – مخزن ۴

شکل (۲-۲) : نمایش قسمت های مختلف حجم مخزن ۵

شکل (۲-۳): سیستم چند مخزنی سری ۱۲

شکل (۲-۴): سیستم چند مخزنی موازی ۱۴

شکل (۲-۵): انواع تقسیم بندی روش‌های فراکاوشی ۱۸

شکل (۲-۶):جابجایی تک نقطه‌ای در GA ۲۰

شکل (۲-۷): جابجایی دو نقطه‌ای در GA ۲۱

شکل (۲ ۸): جابجایی یکنواخت در GA ۲۱

شکل(۲-۹): نمایش گام‌های مختلف GA ۲۲

شکل (۲-۱۰): حرکت مورچه‌ها در مسیر برای یافتن غذا ۲۳

شکل (۲-۱۱): معرفی متغیرهای مختلف مورچه ۲۴

شکل (۲-۱۲): نمایش گام‌های مختلف الگوریتم ACO ۲۶

شکل(۲-۱۳): شماتیک طبیعت PSO ۲۷

شکل (۲-۱۴): نمایش گام‌های مختلف الگوریتم PSO ۲۹

شکل (۲-۱۵): نمایش گام‌های مختلف الگوریتم TS ۳۱

شکل (۲-۱۶): نحوه همگرایی الگوریتم SA ۳۴

شکل (۲-۱۷): نمایش گام‌های مختلف الگوریتم SA ۳۹

عنوان صفحه

فصل سوم: تولید داده‌های مصنوعی ۴۵

شکل (۳-۱): روند مدل‌سازی و پیش‌بینی باکس جنکینز ۴۸

شکل (۳-۲): صفحه اصلی نرم افزار SAMS2007..... ۶۶

شکل (۳-۳): صفحه جدید در SAMS..... ۶۶

شکل (۳-۴): منوی File و زیر منوهای آن ۶۷

شکل (۳-۵): منوی Data Analysis و زیرمنوهای آن..... ۶۷

شکل (۳-۶): زیر منوی Transformation to normal در منوی Data Analysis..... ۶۸

شکل (۳-۷): منوی Fit Model و زیر منوهای آن ۶۹

شکل (۳-۸): منوی Model و زیرمنوهای آن ۶۹

شکل (۳-۹): زیرمنوی Generate using current Model در منوی Generate Series ۷۰

فصل چهارم: مواد و روش‌ها ۷۱

شکل (۴-۱): موقعیت استان آذربایجان غربی و حوضه های آبریز ۷۲

شکل (۴-۲): موقعیت حوضه آبریز شهرچای و محل احداث سد ۷۴

شکل (۴-۳): نمودار مقایسه تغییرات درصد میانگین داده های جریان و درصد توزیع تقاضای سالیانه پایین دست سد برای ماه های مختلف ۷۸

شکل (۴-۴): نمودار تغییرات سطح – حجم مخزن و مدل خطی برازش شده ۸۱

شکل (۴-۵): فلوچارت گام‌های سری زمانی ۸۴

فصل پنجم: نتایج ۸۵

شکل (۵-۱): نمودار تست همگنی داده‌های جریان سالیانه جریان رودخانه شهرچای..... ۸۶

شکل (۵-۲): نمودار سری زمانی ماهانه داده‌های تاریخی دبی جریان ۸۷

عنوان | صفحه

شکل (۵-۳): هیستوگرام فراوانی داده‌های تاریخی دبی جریان ۸۷

شکل (۵-۴): نمودار آزمون نرمال بودن تاریخی دبی جریان ۸۸

شکل (۵-۵): نمودار تابع خودهمبستگی داده‌های تاریخی دبی جریان ۸۸

شکل (۵-۶): نمودار تابع خودهمبستگی جزیی داده‌های تاریخی دبی جریان ۸۹

شکل (۵-۷): هیستوگرام فراوانی باقیمانده‌ها ۹۱

شکل (۵-۸): نمودار آزمون نرمال بودن باقیمانده‌ها ۹۱

شکل (۵-۹): نمودار تابع خودهمبستگی باقیمانده‌ها ۹۲

شکل (۵-۱۰): نمودار تابع خودهمبستگی جزیی باقیمانده‌ها ۹۲

شکل (۵-۱۱): مقایسه میانگین جریان‌های ماهیانه داده‌های تاریخی و تولید شده ۹۳

شکل (۵-۱۲): مقایسه انحراف معیار جریان‌های ماهیانه داده‌های تاریخی و داده‌های تولید شده ۹۴

شکل (۵-۱۳): مقایسه ضریب تغییرات جریان‌های ماهیانه داده‌های تاریخی و داده های تولید شده ۹۴

شکل (۵-۱۴): مقایسه ضریب چولگی جریان‌های ماهیانه داده‌های تاریخی و داده های تولید شده ۹۵

شکل (۵-۱۵): همبستگی دو ماه متوالی جریان‌های ماهیانه داده‌های تاریخی و داده های تولید شده .. ۹۶

شکل (۵-۱۶): نحوه همگرایی و مقدار تابع هدف به ازای $T_0=1000$ و $a=0.9$ و $N_k=1500$ ۹۷

شکل(۵-۱۷): نحوه همگرایی و مقدار تابع هدف به ازای $T_0=500$ و $a=0.9$ و $N_k=1500$ ۹۷

شکل(۵-۱۸): نحوه همگرایی و مقدار تابع هدف به ازای $T_0=50$ و $a=0.9$ و$N_k=1500$ ۹۷

شکل (۵-۱۹): نحوه همگرایی و مقدار تابع هدف به ازای $T_0=50$ و $a=0.8$ و $N_k=1500$ ۹۸

شکل (۵-۲۰): نحوه همگرایی و مقدار تابع هدف به ازای $T_0=50$ و $a=0.7$ و $N_k=1500$ ۹۸

شکل (۵-۲۱): نحوه همگرایی و مقدار تابع هدف به ازای $T_0=50$ و $a=0.7$ و $N_k=2000$ ۹۹

شکل (۵-۲۲): مقایسه نمودار کل رهاسازی ماهانه و نیاز کل در مدل ۱ و شرایط خشکسالی ۱۰۱

شکل(۵-۲۳): مقادیر حجم ذخیره ماهانه مخزن در مدل ۱ و شرایط خشکسالی ۱۰۲

عنوان | صفحه

شکل (۵-۲۴): نمودار مقادیر ماهانه خروجی از مخزن به تفکیک برای نیازهای شرب و کشاورزی – زیست محیطی در مدل ۱ و شرایط خشکسالی ۱۰۲

شکل (۵-۲۵): مقایسه نمودار کل رهاسازی ماهانه و نیاز کل در مدل ۱ و شرایط نرمال ۱۰۴

شکل(۵-۲۶): مقادیر حجم ذخیره ماهانه مخزن در مدل ۱ و شرایط نرمال ۱۰۵

شکل (۵-۲۷): نمودار مقادیر ماهانه خروجی از مخزن به تفکیک برای نیازهای شرب و کشاورزی – زیست محیطی در مدل ۱ و شرایط نرمال ۱۰۵

شکل (۵-۲۸): مقایسه نمودار کل رهاسازی ماهانه و نیاز کل در مدل ۱ و شرایط ترسالی ۱۰۷

شکل(۵-۲۹): مقادیر حجم ذخیره ماهانه مخزن در مدل ۱ و شرایط ترسالی ۱۰۷

شکل (۵-۳۰): نمودار مقادیر ماهانه خروجی از مخزن به تفکیک برای نیازهای شرب و کشاورزی – زیست محیطی در مدل ۱ و شرایط ترسالی ۱۰۸

شکل (۵-۳۱): مقایسه نمودار کل رهاسازی ماهانه و نیاز کل در مدل ۲ و شرایط خشکسالی ۱۱۰

شکل(۵-۳۲): مقادیر حجم ذخیره ماهانه مخزن در مدل ۲ و شرایط خشکسالی ۱۱۰

شکل (۵-۳۳): نمودار مقادیر ماهانه خروجی از مخزن به تفکیک برای نیازهای شرب و کشاورزی – زیست محیطی در مدل ۲ و شرایط خشکسالی ۱۱۱

شکل (۵-۳۴): مقایسه نمودار کل رهاسازی ماهانه و نیاز کل در مدل ۲ و شرایط نرمال ۱۱۳

شکل(۵-۳۵): مقادیر حجم ذخیره ماهانه مخزن در مدل ۲ و شرایط نرمال ۱۱۳

شکل (۵-۳۶): نمودار مقادیر ماهانه خروجی از مخزن به تفکیک برای نیازهای شرب و کشاورزی – زیست محیطی در مدل ۲ و شرایط نرمال ۱۱۴

شکل (۵-۳۷): مقایسه نمودار کل رهاسازی ماهانه و نیاز کل در مدل ۲ و شرایط ترسالی ۱۱۶

شکل(۵-۳۸): مقادیر حجم ذخیره ماهانه مخزن در مدل ۲ و شرایط ترسالی ۱۱۶

شکل (۵-۳۹): نمودار مقادیر ماهانه خروجی از مخزن به تفکیک برای نیازهای شرب و کشاورزی – زیست محیطی در مدل ۲ و شرایط ترسالی ۱۱۷

شکل (۵-۴۰): نحوه همگرایی تابع هدف ۱۱۸

عنوان صفحه

شکل (۵-۴۱): مقایسه نمودار کل رهاسازی ماهانه با نیاز کل برای داده‌های پیش بینی شده از سال ۱۳۹۲-۱۳۸۳ ..... ۱۱۹

شکل (۵-۴۲): مقادیر حجم ذخیره ماهانه مخزن برای داده‌های پیش بینی شده از سال ۱۳۹۲-۱۳۸۳ ..... ۱۱۹

شکل (۵-۴۳): نمودار مقادیر ماهانه خروجی از مخزن به تفکیک برای نیازهای شرب و کشاورزی - محیط زیست برای داده‌های پیش بینی شده از سال ۱۳۹۲-۱۳۸۳ ..... ۱۲۰

شکل (۵-۴۴): مقایسه نمودار کل رهاسازی ماهانه برای داده‌های پیش‌بینی شده و نیاز کل ۱۲۰

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه

محدودیت منابع آب کشور که ناشی از تداوم افزایش تقاضا، در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت، شرب و زیست محیطی است، موجب شده تا استفاده بهینه از منابع آب موجود و افزایش بهره‌وری مطرح شود. بدیهی است که آب‌های استحصال شده فعلی و آب قابل استحصال بالقوه پاسخگوی روند توسعه کشاورزی و تامین نیازهای شرب و مواد غذایی جمعیت رو به رشد جامعه نخواهد بود؛ لذا آنچه در این زمینه اهمیت می‌یابد مدیریت مصرف و بهره‌برداری بهینه همراه با مدیریت تقاضا می‌باشد تا توسعه پایدار در کلیه بخش‌های اقتصادی را امکان‌پذیر سازد (ابریشم چی و آشتیانی، ۱۳۶۳).

سدهای مخزنی یکی از اجزای اصلی سیستم‌های منابع آب در تامین نیازهای آبی می‌باشند. اکثر سدهای ساخته شده در ایران که اکنون در حال بهره‌برداری می باشند یا فاقد قانون بهره‌برداری اصولی و مناسب هستند و یا به دلیل تغییر در حجم ورودی، حجم تقاضا و حجم مخزن از زمان ساخت تاکنون، دستورات بهره‌برداری آن‌ها تغییرکرده‌است (نجفی و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین با توجه به محدودیت منابع آب شیرین در کشور و سرمایه گذاری‌های کلانی که از طرف دولت برای احداث سیستم مخازن ذخیره انجام می‌پذیرد، لذا بررسی روش‌ها و ارائه الگوهای مناسب بهره‌برداری جهت استفاده بهینه از چنین سیستم‌هایی در دوره بهره برداری عادی و دوره‌های پر تنش خشکسالی از الویت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد.

روش‌های مختلفی برای تحلیل سیستم مخازن وجود دارد که در حالت کلی به دو دسته روش‌های شبیه سازی[1] و دیگری روش‌های بهینه سازی[2] تقسیم بندی می‌شوند. گرچه روش‌های شبیه‌سازی ابزاری عالی برای ارزیابی عملکرد مورد انتظار طرح‌ها و سیاست‌های بهره‌برداری از مخازن هستند اما قادر به شناسایی سیاست بهره‌برداری بهینه نیستند (شریفی و همکاران، ۱۳۸۷)؛ در حالی‌که مدل‌های بهینه‌سازی با بهره‌گیری از روابط ریاضی و استفاده از تابع هدف[3] که حداکثرسازی منافع خاص و یا حداقل‌سازی ضررهای ناشی از شکست در طول دوره بهره‌برداری می‌باشد، همچنین اعمال محدودیت‌های حاکم بر مسأله، نقیصه مدل‌های شبیه‌سازی را جبران می‌نمایند.

بهینه‌سازی مسائل سیستم‌های منابع آب دارای پیچیدگی‌هایی است که بعضاً حل آنها با روش‌های بهینه-سازی معمول امکان پذیر نیست و یا حداقل از لحاظ اقتصادی به صرفه نیست، لذا دانشمندان این علم در پی

[1]- Simulation
[2]- Optimization
[3] Objective Function