بسم الله الرحمن الرحیم

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

۴۶۷۷۲

دانشگاه تهران

دانشکده مهندسی عمران

بهینه‌سازی چندهدفه بهره‌برداری از مخزن با استفاده از الگوریتم ژنتیک

نگارش :

آرمین ضیایی

استاد راهنما :

خانم دکتر بنفشه زهرایی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشنا سی ارشد در
مهندسی عمران گرایش آب

۱۳۸۷ / ۱ / ۲۷

۴۶۷۳

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب آرش صیادی تائید می‌کند که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع گردیده‌است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده‌است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشگاه تهران می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: آرش صیادی

امضاء:

بهینه‌سازی چندهدفه بهره‌برداری از مخزن با استفاده از الگوریتم ژنتیک

پایان‌نامه کارشناسی ارشد آرمین ضیایی – رشته مهندسی آب

دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

استاد راهنما: بنفشه زهرایی

چکیده

ایجاد رابطه بین اهداف کوتاه‌مدت نظیر مهار سیلاب و بلندمدت نظیر تأمین نیازهای آبی کشاورزی یکی از وظایف اصلی در مدیریت بهره‌برداری از مخازن می‌باشد که اگر تنها یکی از اهداف بلندمدت ویا کوتاه‌مدت مدنظر قرار بگیرد، نتایج مناسبی را برای بهره‌برداری از مخازن حاصل نمی‌کند.

رویکردی که در این تحقیق برای مدیریت بهره‌برداری از سامانه دومخزنه مورد استفاده قرار گرفته است بهینه‌سازی چندهدفه می‌باشد.برای حل مدل بهینه‌سازی پیشنهادی برای سامانه دو مخزنه سدهای بختیاری و دز از الگوریتم ژنتیک NSGA-II[1] استفاده شده است که اهداف این روش حداقل کردن خسارت سیلاب در پایین‌دست و همچنین حداقل کردن خسارت عدم تأمین نیاز آب کشاورزی در پایین-دست مخازن می‌باشد.نتیجه نهایی این بهینه‌سازی چندهدفه یک برهم‌کنش(Trade- off) بین دو خسارت می‌باشد که بهره‌بردار بر اساس این راه‌حل‌های بهینه شده می‌تواند تصمیم مناسبی را اتخاذ کند.

برای در نظر گرفتن خسارت ناشی از سیلاب،میزان خسارات سیلاب وارد بر زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی با توجه به سیلاب‌ها با دوره‌بازگشت‌های مختلف، با استفاده از نرم‌افزارهای HEC-RAS و GIS[2] در پایین‌دست مخازن بدست آمده‌است. همچنین میزان خسارت عدم تأمین نیاز آب کشاورزی نیز بر اساس نسبت خروجی جریان از مخزن نسبت به نیاز در پایین‌دست تعیین می‌شود که این دو هدف توسط روش NSGA-II بهینه می‌شود. نتایج نهایی مدل بصورت چندین راه‌حل بهینه که نسبت به هم برتری ندارند ارائه شده است که هر یک از این راه حل‌ها، نحوه بهره‌برداری را برای افق بلندمدت مشخص می‌کند که براساس شرایط موجود در منطقه مورد مطالعه، این راه‌حل‌های بهینه قابل انتخاب خواهد بود. نتایج مطالعه موردی انجام‌شده در سامانه دو مخزنه دز و بختیاری نشانگر کارایی مدل بهینه-سازی ارائه شده در تأمین نیاز و کاهش خسارت سیلاب پایین‌دست بوده است.

-واژه‌های کلیدی

سیلاب،عدم تأمین نیاز آب، الگوریتم ژنتیک NSGA-II، ، مدل بهینه‌سازی چندهدفه

---

[1] Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II

[2] Geographic Information System

فهرست مطالب

صفحه

فصل اول- کلیات و اهداف

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت تحقیق ۳

۱-۳- هدف تحقیق ۴

۱-۴- ساختار پایان نامه ۴

فصل دوم- مرور ادبیات فنی و پیشینه مطالعات انجام شده

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۲- پیشینه مطالعات در زمینه کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدیریت منابع آب ۷

۲-۳- پیشینه مطالعات در زمینه مدل‌های بهینه‌سازی چندهدفه ۹

۲-۴- پیشینه مطالعات در زمینه کاربرد مدل‌های بهینه‌سازی چندهدفه در مدیریت منابع آب ۱۱

۲-۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۱۴

فصل سوم- متدولوژی

۳-۱- مقدمه ۱۶

۳-۲- الگوریتم ژنتیک ۱۷

۳-۲-۱- اجزای الگوریتم ژنتیک ۱۷

۳-۲-۲- عملگرهای ژنتیکی ۱۸

۳-۲-۳- مراحل اجرای الگوریتم ژنتیک برای حل مساله تخصیص منابع محدود ۱۸

۳-۲-۴-همگرایی الگوریتم ژنتیک ۲۰

۳-۲-۵- دلایل استفاده از الگوریتم ژنتیک ۲۱

۳-۳- بهینه‌سازی چندهدفه ۲۲

۳-۴- ساختار مدل بهینه‌سازی کوتاه مدت در شرایط سیلابی ۲۶

۳-۴-۱- تابع هدف و محدودیت‌ها ۲۷

۳-۵- مدل برآورد خسارت سیلاب در رودخانه پائین دست ۲۸

۳-۵-۱- برآورد خسارت سیلاب در مناطق مسکونی ۳۱

۳-۵-۲- برآورد خسارت سیلاب در مناطق کشاورزی ۳۲

فهرست مطالب صفحه

۳-۶- محاسبه خسارت عدم تأمین نیاز آب برای کشاورزی ۳۴
۳-۷- مدل بهینه‌سازی چندهدفه NSAGAII ۳۶
۳-۷-۱- روش مرتب سازی غیر پست سریع برای نزدیک شدن به جواب ۳۷
۳-۷-۲- تخمین ازدحام ۳۹
۳-۷-۲-۱- محاسبه فاصله ازدحام ۳۹
۳-۷-۲-۲- عملگر مقایسه ازدحام ۴۰
۳-۸- تشریح اجزای اصلی مدل بهینه‌سازی پیشنهادی ۴۱
۳-۸-۱- متغیرهای تصمیم ۴۲
۳-۸-۲- محدودیت‌ها ۴۲
۳-۸-۳- تابع هدف مدل بهینه‌سازی ۴۲
۳-۹- الگوریتم بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک با طول کرموزوم متغیر سازگار شونده ۴۴

فصل چهارم- مطالعه موردی و نتایج مدل‌های ارائه شده روی آن

۴-۱-مقدمه ۴۹
۴-۲- مشخصات رودخانه دز ۴۹
۴-۳- مشخصات کلی سدهای دز و بختیاری ۵۰
۴-۴- گزارش ایستگاه‌های شبکه هیدرومتری ۵۲
۴-۴-۱- ایستگاه هیدرومتری تنگه‌پنج ۵۲
۴-۴-۲- محاسبه هیدروگراف‌های سیلابی برای دوره بازگشت‌های مختلف ۵۴
۴-۵- مدل کوتاه مدت ۶۳
۴-۶- برآورد خسارت سیلاب در رودخانه پایین‌دست ۶۴
۴-۶-۱- مدل هیدرولیکی ۶۵
۴-۶-۲- نحوه مشخص کردن پهنه سیلاب ۶۶
۴-۶-۳- نحوه تعیین خسارت اراضی کشاورزی ۶۸
۴-۷- خسارت عدم تأمین نیاز کشاورزی ۷۱
۴-۸- مدل بهره‌برداری بلندمدت از مخازن (NSGAII) ۸۰

فهرست مطالب صفحه

فصل پنجم – خلاصه و نتیجه گیری

۵-۱- جمع‌بندی ۸۶

۵-۲- نتیجه‌گیری ۸۷

۵-۳- ارایه پیشنهادات ۸۸

منابع و مراجع ۹۰

پیوست‌ها

پیوست یک ۹۶

پیوست دو ۱۰۴

پیوست سه ۱۰۸

پیوست چهار ۱۱۱

پیوست پنج ۱۲۸

پیوست شش ۱۶۵

پیوست هفت ۱۷۲

فهرست جدول ها

صفحه

جدول (۳-۱): درصد خسارت برای گیاهان زراعی ۳۳

جدول (۴-۱): مشخصات سدهای دز و بختیاری مورد استفاده در مطالعه موردی ۵۲

جدول(۴-۲): مشخصات هیدروگراف‌های بحرانی در ماه‌های مختلف در ایستگاه تنگ‌پنج ۵۳

جدول (۴-۳): مشخصات هیدروگراف‌های با بزرگ‌ترین پیک سیلاب در ایستگاه تنگ‌پنج ۵۳

جدول (۴-۴) دبی پیک لحظه‌ای ۵۵

جدول(۴-۵): دبی‌های موجود در سال‌های مشترک دبی‌های پیک لحظه‌ای و پیک روزانه اردیبهشت ماه ۵۶

جدول(۴-۶): نتایج آزمون آماری برای انتخاب بهترین توزیع برای ماه اردیبهشت ۵۷

جدول (۴-۷): اطلاعات کامل شده دبی پیک‌های لحظه‌ای ۵۸

جدول (۴-۸): نتایج تحلیل فراوانی برای هیدروگراف ورودی به مخزن بختیاری ماه اردیبهشت ۵۹

جدول (۴-۹): هیدروگراف ورودی به رودخانه دز در پایین‌دست مخزن بختیاری مخزن ۶۲

جدول(۴-۱۰): مشخصات مدل الگوریتم ژنتیک مورد استفاده در بهینه‌سازی ۶۴

جدول(۴-۱۱): خسارت سیلاب برای زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی برای دوره‌بازگشت ۱۰۰ساله ۶۹

جدول(۴-۱۲):خسارت سیلاب برای زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی برای دوره‌بازگشت ۵۰۰ساله ۶۹

جدول(۴-۱۳):خسارت سیلاب برای زمین‌های کشاورزی‌و مناطق مسکونی برای دوره‌بازگشت ۱۰۰۰ساله ۷۰

جدول(۴-۱۴): خسارت عدم تأمین نیاز محصول پیاز ۷۱

جدول(۴-۱۵): خسارت عدم تأمین نیاز محصول خیار ۷۲

جدول(۴-۱۶): خسارت عدم تأمین نیاز محصول ذرت دانه‌ای ۷۲

جدول(۴-۱۷): خسارت عدم تأمین نیاز محصول سیب زمینی ۷۲

جدول(۴-۱۸): خسارت عدم تأمین نیاز محصول گندم ۷۳

جدول(۴-۱۹): خسارت عدم تأمین نیاز محصول گوجه فرنگی ۷۳

جدول(۴-۲۰): خسارت عدم تأمین نیاز محصول هندوانه ۷۳

جدول(۴-۲۱): خسارت عدم تأمین نیاز محصول برنج ۷۴

جدول(۴-۲۲): خسارت عدم تأمین نیاز محصول حبوبات ۷۴

جدول(۴-۲۳): خسارت عدم تأمین نیاز محصول نباتات علوفه‌ای ۷۴

جدول(۴-۲۴): خسارت عدم تأمین نیاز محصول چغندر قند ۷۵

جدول(۴-۲۵): خسارت عدم تأمین نیاز محصول سایر حبوبات ۷۵

فهرست جدول ها

صفحه

جدول(۴-۲۶): خسارت عدم تأمین نیاز محصول سایر خربزه ۷۵

جدول(۴-۲۷): خسارت عدم تأمین نیاز محصول سایر روغنی ۷۶

جدول(۴-۲۸): خسارت عدم تأمین نیاز محصولات جالیزی ۷۶

جدول(۴-۲۹): خسارت عدم تأمین نیاز سایر محصولات جالیزی ۷۶

جدول(۴-۳۰): خسارت عدم تأمین نیاز سبزیجات ۷۷

جدول(۴-۳۱): خسارت عدم تأمین نیاز سایر سبزیجات ۷۷

جدول(۴-۳۲): خسارت عدم تأمین نیاز غلات ۷۷

جدول(۴-۳۳): خسارت عدم تأمین نیاز کلزار ۷۸

جدول(۴-۳۴): خسارت عدم تأمین سایر محصولات ۷۸

جدول(۴-۳۵): نیاز آبی کشاورزی در پایین‌دست سد دز ۷۹

جدول (۴-۳۶): مشخصات مدل الگوریتم ژنتیک NSGAII مورد استفاده در بهینه‌سازی ۸۱

جدول(۴-۳۷): نقاط بهینه بدست آمده(مدل بلند مدت) ۸۴

فهرست شکل‌ها

صفحه

شکل (۳-۱):ساختار مدل الگوریتم ژنتیک برای حل مسایل بهینه‌سازی ۱۹

شکل (۳-۲): ساختار تشکیل کروموزوم‌های نسل اولیه ۲۹

شکل (۳-۳): نحوه در نظر گرفتن وضعیت مخزن در شروع سیلاب در بهینه‌سازی مقدار خروجی در زمان سیلاب ۲۹

شکل (۳-۴): الگوریتم مدل بهینه‌سازی کوتاه‌مدت ۳۰

شکل (۳-۵): منحنی‌های تراز – خسارت پیشنهادی برای خانه های تیپ شهری ایران ۳۲

شکل (۳-۶): نحوه محاسبه فاصله شلوغی ۳۸

شکل (۳-۷): نحوه کار مدل NSGAII ۴۱

شکل (۳-۸): الگوریتم مدل بهینه‌سازی چندهدفهNSGAII ۴۶

شکل (۴-۱): موقعیت سد های مخزنی بختیاری و دز بر روی رودخانه های بختیاری و دز ۵۱

شکل (۴-۲): هیدروگراف اردیبهشت ماه، ورودی به مخزن بختیاری ۵۴

شکل (۴-۳): رگرسیون بین دبی پیک لحظه ای با روزانه برای ماه اردیبهشت ۵۶

شکل (۴-۴): هیدروگراف اردیبهشت ماه (بین راهی) ۶۱

شکل (۴-۵): نمونه خروجی برنامه HEC-RAS ۶۵

شکل (۴-۶): خروجی برنامه GIS برای دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ۶۶

شکل (۴-۷): خروجی برنامه GIS برای دوره بازگشت ۵۰۰ ساله ۶۷

شکل (۴-۸): خروجی برنامه GIS برای دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله ۶۷

شکل (۴-۹): رگرسیون بین نسبت خروجی به نیار پایین‌دست سد با خسارت مجموع برای کل محصولات ۷۹

شکل (۴-۱۰): راه‌حل‌های پارتو (غیر پست) بعد از اجرای مدل NSGAII ۸۲

شکل (۴-۱۱): مقایسه بین نتایج نهایی مدل NSGAII با شرط اولیه مدل ۸۲

شکل (۴-۱۲): نمودار متوسط تغییرات خسار ت عدم تأمین نیاز در نسل‌های بهینه‌سازی ۸۳

شکل (۴-۱۳): نمودار متوسط تغییرات خسار ت سیلاب در نسل‌های بهینه‌سازی ۸۳

شکل(۴-۱۴): سری زمانی نیاز پایین‌دست سد دز و ورودی به مخزن سد بختیاری و دز ۸۴

فصل اول

کلیات
و
اهداف

۱-۱-مقدمه

مخزن سد یکی از مهم‌ترین ذخیره کننده‌های آب‌های سطحی می‌باشد و بهینه کردن بهره‌برداری از سامانه‌های تک‌مخزنه و چندمخزنه از بخش‌های مهم و جدایی‌ناپذیر در مدیریت منابع آب می‌باشد. تاریخچه بهره‌برداری از مخازن آشکارا نشان می‌دهد که تحقیقات بسیار زیادی در زمینه برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی سیستم‌های پیچیده منابع آب صورت گرفته است.کاربرد تکنیک‌های بهیه‌سازی برای بهره-برداری از مخازن مهم‌ترین موضوع در مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب می‌باشد و در دو دهه اخیر بسیار مورد توجه محققان قرار گرفته است.

در بسیاری از سیستم‌های منابع آب، مدنظر قرار دادن تنها یک هدف برای رسیدن به بهره‌برداری مطلوب، غیرممکن می‌باشد. در هنگام بهره‌برداری از مخزن سد با اهداف گوناگونی مانند مهار سیلاب، تأمین نیازآبی در پایین‌دست، تولید انرژی برق و اهداف زیست‌محیطی روبرو هستیم که رابطه بین این اهداف به صورت خطی نمی‌باشد و به همین دلیل بهره‌برداری از سیستم‌های منابع آب شامل پیچیدگی‌ها و مشکلات زیادی در زمینه تصمیم‌گیری می‌باشد.

در بهینه‌سازی چندهدفه تنها یک جواب بهینه وجود ندارد بلکه برهم‌کنش و ارتباط بین چند هدف، یک سری از جواب‌های بهینه شده غیرپست (نسبت به هم برتری ندارند) را حاصل می‌کند که به مجموعه این راه‌حل‌های بهینه، راه‌حل‌های بهینه پارتو(Pareto) گفته می‌شود. این مجموعه جواب، انعطاف پذیری بیشتری را به تصمیم‌گیرنده می‌دهد تا انتخاب مناسب‌تری داشته باشند.

در زمینه مهندسی منابع آب و به طور خاص بهره‌برداری از مخازن، روش الگوریتم ژنتیک با قدرت محاسباتی بالا نسبت به روش‌های کلاسیک وهمچنین با در نظر گرفتن پیچیدگی‌های سیستم‌های منابع آب مانند عدم قطعیت‌ها و عدم صراحت‌های موجود، جواب‌های مناسبی را پیدا می‌کند. هر چند روش-های چندهدفه الگوریتم ژنتیک زیادی وجود دارد در این تحقیق از یکی از پرکابردترین روش‌های تکامل یافته ژنتیک به نام[1] NSGAII استفاده شده است. دو هدف حداقل کردن خسارت سیلاب و

[1] Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II(NSGAII)

خسارت عدم تأمین نیاز آب کشاورزی برای دو مخزن دز و بختیاری مدنظر قرار گرفته است و بین این دو هدف در مقیاس کوتاه‌مدت و بلندمدت تعادل برقرار شده است. نتایج نهایی که با این روش بدست آمده است به صورت مجموعه‌ای از راه‌حل‌های بهینه ارائه شده است.

۱-۲-ضرورت تحقیق

محدودیت منابع با توجه به محدودیت‌های اعتباری و ظرفیت‌های اجرایی کشور، لزوم برنامه‌ریزی دقیق و منسجم را در توسعه منابع آب جهت بهره‌برداری منطقی ایجاب می‌کند. توسعه منابع آب که مستقیماً با قطب‌های گوناگون همبستگی نزدیک دارد و زیر بنای فعالیت‌های عمرانی را تشکیل می‌دهد می‌تواند برنامه‌ریزی اقتصادی را متأثر سازد. بنابراین با توجه به اهمیت و نقشی که برنامه‌ریزی توسعه منابع در رشد کشور دارد و رشد سریع جمعیت و متناسب با آن افزایش نیاز آبی اعم از مصارف شرب، صنعت، کشاورزی و توسعه شهری و محدودیت‌های موجود، ضرورت برنامه‌ریزی در جهت استفاده بهینه از این منابع حیات‌بخش را بیش از پیش ایجاب می‌کند.

با توجه به مواردی که بیان شد پیشرفت در زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب و رشد روش‌های جدید در این زمینه می‌تواند باعث بالا رفتن راندمان بهره‌برداری از این منابع و کاهش هزینه‌ها شود. بهینه-سازی بهره‌برداری از مخازن، به بهره‌برداران و مدیران کمک می‌کند تا بهره‌برداری از مخازن به صورت تک‌بعدی صورت نگیرد. یکی از مشکلات مدیران برقراری نسبت اهمیت هدف‌ها و اجزاء تشکیل دهنده آن‌ها و همچنین وجود عدم قطعیت‌ها بر پارامترها و متغیرهای منابع آب می‌باشد که بهینه ساختن اهداف را بسیار پیچیده می‌کند. مهار سیلاب در مخازن اغلب با پیچیدگی های فراوانی از جمله ایجاد تعادل بین اهداف مختلف شامل حداقل کردن خسارت عدم تأمین نیاز و خسارت سیلاب می‌باشد. سوالی که در این زمینه مطرح می شود این است که در سامانه رودخانه-مخزن چگونه می توان بهره برداری از مخزن سد در مقیاس های زمانی بلند و کوتاه مدت را بهینه نمود به نحوی که در زمان وقوع سیلاب، خسارت وارده در پایین‌دست حداقل شود. در تحقیقات گوناگون جنبه‌های مختلف مدیریت بهره‌برداری از مخزن مورد توجه قرار گرفته است، اما تلفیق رویکردهای بلندمدت و کوتاه مدت، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. کاری که در این تحقیق صورت گرفته است، تهیه مدل بهینه سازی بهره برداری از دو مخزن سری در مقیاس زمانی ماهانه و ایجاد ارتباط بین این مدل بلندمدت با اهداف و نتایج برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت بهره‌برداری در زمان سیلاب می‌باشد. روش‌های نوین بهینه‌سازی چندهدفه مانند روش‌های تکامل یافته چندهدفه الگوریتم ژنتیک می‌تواند کمک قابل توجهی در حل مشکلات بهره‌برداری از مخازن به مدیران و بهره‌برداران بنماید.

۱-۳-هدف تحقیق

در این پایان‌نامه سعی شده است بین اهداف کوتاه‌مدت نظیر مهار سیلاب و بلندمدت نظیر تأمین نیازهای آبی در سامانه رودخانه-مخزن که از وظایف اصلی در مدیریت بهره‌برداری از مخازن می‌باشد تعادل برقرار کنیم.

در این تحقیق جهت بهینه‌سازی جریان‌های خروجی از سامانه دو مخزنه از یک مدل تکامل یافته چندهدفه ژنتیک به نام NSGAII استفاده شده است. برای محاسبه خسارت سیلاب و همچنین بدست آوردن تابع خسارت آن در پایین‌دست مخازن برای دوره‌بازگشت‌های مختلف از نرم‌افزار GIS[1] استفاده شده است و همینطور تابع خسارت عدم تأمین نیاز آبی کشاورزی در پایین‌دست نیز با داشتن اطلاعات کشاورزی و نیاز آبی آن منطقه بدست آمده است که این دو تابع هدف در مدل الگوریتم ژنتیک NSGAII بهینه شده‌اند. نتیجه نهایی این مدل یک برهم‌کنش (Trade- off) بین دو تابع خسارت می‌باشد که شامل چندین راه‌حل بهینه برای تعیین جریان خروجی از سامانه دو مخزنه می‌باشد.

۱-۴-ساختار پایان نامه

در فصل جاری (فصل اول) به طرح مساله، ضرورت انجام این تحقیق و کاربردهای آن و هدف از این تحقیق پرداخته می‌شد. در فصل دوم به مرور تحقیقاتی که در گذشته صورت گرفته است، پرداخته می‌شود. در فصل سوم به بررسی اجمالی ساختار روش‌های بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک و همچنین الگوریتم‌های ژنتیک چندهدفه و نهایتاً روش الگوریتم ژنتیک NSGA-II و مزایای این روش پرداخته می‌شود. در فصل چهارم اقدام به تشریح و معرفی سیستم روخانه - مخزن مورد مطالعه و خصوصیات آن می‌شود و پس از آن نتایج روش‌های ارائه شده در فصل سوم بر روی این مطالعه موردی ارایه می‌شود. در نهایت در فصل پنجم پس از نتیجه‌گیری و جمع‌بندی کلی، پیشنهاداتی برای ادامه و بهبود این تحقیق ارایه شده است.

[1] Geographic Information System(GIS)

فصل دوم

مروری بر پیشینه مطالعات انجام شده

۲-۱-مقدمه

در دهه‌های اخیر به ویژه در قرن ۲۱ آب به عنوان موضوع مهم در کانون مباحثات و مذاکرات بین-المللی قرار گرفته است. بررسی تحولات و توجه به مسائل آب نشان می‌دهد که هرچند اولین جرقه‌ها و هشدارها از محافل و کانون‌های علمی برخاسته ولی بتدریج با مشاهده عینی پدیده‌های ناشی از بهره‌برداری و مدیریت منابع آب، به بالاترین رده‌های تصمیم‌گیری در سطوح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی رسیده است.

افزایش تقاضای آب با توجه به محدودیت این منابع در نقاط مختلف جهان، موجبات کاهش سرانه منابع آب تجدید شونده را فراهم آورده است. از این جهت، بهره‌برداری از این منابع باید به شکل مطلوب، موثر و کارا برای تضمین و توسعه پایدار، به عنوان یکی از مهم‌ترین موضوعات مطرح در محافل بین‌المللی ، صورت پذیرد.

راه‌حل‌های سنتی برای مقابله با مشکل کم‌آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، عبارت است از سرمایه‌گذاری هر چه بیشتر در تأسیسات آبی به منظور افزایش عرضه آب بوده است. البته راه‌حل مشکل آب در ایران تنها عرضه آب بیشتر نمی‌باشد. بنابراین افزایش راندمان در بهره‌برداری از سیستم‌های منابع آب را می‌تواند به عنوان یک راه‌حل منطقی و اقتصادی در این زمینه در نظر گرفت.

افزایش سریع جمعیت و افزایش مصارف آب، به دلیل توجه روز افزون به شاخص‌های بهداشتی و رفاه از یک سو، توسعه بخش‌های اقتصادی از سوی دیگر، موجب گردیده است که تقاضای آب روز به روز در حال افزایش باشد. این در حالی است که عرضه آب از حوضه‌های آبریز سطحی و زیرزمینی مشخص و محدود است. لذا استفاده بهینه از منابع آب به ویژه آب‌های سطحی از طریق مهار آب رودخانه‌ها، احداث سدها و روش‌های مدیریت بهره‌برداری این منابع امکان پذیر است.

برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب با تمام پیچیدگی‌ها و مشکلات آن می‌تواند نقش بسیار مهمی در ارتقاء شاخص‌های آبی ایفا کند و این امر با تلاش همه جانبه در این جهت عملی خواهد بود. مدیریت آب نقش خود را به عنوان معادله بحرانی عرضه و تقاضای آب نشان داده ولی سیاست مقابله اضطراری و کوتاه‌مدت با این پدیده، بدون توجه به جنبه‌های بلندمدت آن، موفقیت چندانی را در پی نداشته است.

فاکتورها و اهداف مختلفی در بهره‌برداری مخازن تأثیر گذار است. بهره‌برداری از مخازن بسیار پیچیده است و پیشرفت و ارائه روش‌های کاربردی در این زمینه می‌تواند باعث صرفه‌جویی‌های اقتصادی در بهره‌برداری از منابع آب باشد. به همین دلیل اهمیت ارزیابی و بهبود روش‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی بهره‌برداری منابع آب، روز به روز بیشتر احساس می‌شود.

در مدل‌های بهینه‌سازی، مسأله بهره‌برداری از سیستم‌های منابع آب در قالب مجموعه‌ای از روابط ریاضی خطی و غیر خطی و یک یا چند تابع هدف در راستای دستیابی به اهداف مورد نظر بیان می‌شود. از طرفی وجود برخی عدم قطعیت‌ها سبب می‌شود که هر یک از روش‌ها به دو دسته قطعی و غیر قطعی تقسیم شوند. در روش‌های غیر قطعی، عدم قطعیت موجود در پارامترها و متغیرهای سیستم در مدل‌سازی و روش حل در نظر گرفته می‌شود.

مدل‌های کامپیوتری و روش‌های بسیاری در زمینه بهینه‌سازی بهره‌برداری از منابع آب استفاده شده است. مقاله‌های فراوانی در مورد این روش‌ها منتشر شده است و آکادمی‌ها و همچنین ارگان‌های مختلفی در این زمینه تحقیق کرده‌اند که در این پایان‌نامه از این منابع استفاده شده است.

۲-۲- پیشینهٔ مطالعات در زمینه کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدیریت منابع آب

Yeh در سال ۱۹۸۵ مروری بر این مدل‌های ریاضی بهره‌برداری از مخازن داشته است و بیان کرد که انتخاب مدل مناسب به اطلاعات دردسترس، مشخصات سیستم، نوع و تعداد توابع هدف و محدودیت‌های مسئله بستگی دارد[1].

در سالهای اخیر تمایل برای استفاده از مدل‌های الگوریتم ژنتیک جهت بهینه‌سازی در سیستم‌های منابع آب افزایش پیدا کرده است:

از مطالعات عمده در این زمینه می‌توان به تحقیقات انجام شده توسط Goldberg در سال ۱۹۸۹ و Michalewicz در سال ۱۹۹۲ اشاره کرد که منجر به ارائه ویرایش‌های جدیدی از مدل‌های الگوریتم ژنتیک و افزایش کاربردهای آن در زمینه‌های مختلف علوم مهندسی از جمله مهندسی آب شد [3,2].

East & Hall در سال ۱۹۹۴ از مدل الگوریتم ژنتیک برای حل یک مساله چهار مخزنی با هدف حداکثر نمودن سود تولید برق و تهیه آب آبیاری و در نظر داشتن محدودیت‌های ذخیره و خروجی استفاده نمودند و بیان کردند که پتانسیل قابل توجهی در مدل الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی سیستم مخازن وجود دارد [4].

Fahmy و همکارانش در سال ۱۹۹۴ از مدل الگوریتم ژنتیک در یک سیستم مخزن استفاده نمودند و کارایی این مدل را با مدل برنامه‌ریزی پویا مقایسه کردند و بیان کردند که مدل الگوریتم ژنتیک پتانسیل کاربرد در سیستم رودخانه - مخازن بزرگ را دارد [5].

Oliveria & Loucks در سال ۱۹۹۷ از الگوریتم ژنتیک برای تعیین قوانین بهره‌برداری از مخزن استفاده کردند ونتیجه گرفتند که این روش بر بسیاری از مشکلات در تکنیک‌های قدیمی که بر اساس مدل‌های ریاضی بوده‌اند غلبه می‌کند[6].

Chang & Chen در سال ۱۹۹۸ از دو الگوریتم ژنتیک با دو نمایش اعداد بصورت باینری و واقعی برای بهینه‌سازی مدل کنترل سیلاب استفاده کردند.

Wardlaw & Sharif در سال ۱۹۹۹ از توانایی الگوریتم ژنتیک برای بهره‌برداری در زمان واقعی برای یک سیستم چهار مخزنه استفاده کردند. آن‌ها به این سه نکته پی بردند:

۱- الگوریتم ژنتیک توانایی بهره‌برداری سیستم‌های چندمخزنه با تابع هدف پیچیده را دارد.

۲- الگوریتم ژنتیک نیاز به امتحان سیاست خروجی اولیه ندارد.

۳- به آسانی توانایی حل مسائل غیر خطی را دارد.

۴- الگوریتم ژنتیک می‌تواند چندین راه‌حل که نزدیک به مقدار بهینه است را تولید کند[8].

Wardlaw & Sharif در سال ۲۰۰۰ از الگوریتم ژنتیک برای بهره‌برداری از یک سیستم چند مخزنه استفاده کردند. مقایسه‌ای نیز بین روش الگوریتم ژنتیک با روش برنامه‌ریزی پویای تفاضلی گسسته انجام دادند و نتیجه گرفتند که نتایج بهینه بدست آمده از این دو روش به هم نزدیک هستند[9]. در زمینه مقایسه الگوریتم ژنتیک و روش برنامه‌ریزی پویا در بهره‌برداری از مخزن می‌توان به تحقیق Juran & Arup Kumar در سال۲۰۰۴ نیز اشاره کرد[10].

Karamouz et al. در سال ۲۰۰۲ کارایی مدل‌های الگوریتم ژنتیک و مدل‌های پویای استوکستیک بیزی[1] را مقایسه کردند. در این تحقیق نشان داده شده است که علی رغم ساختار غیرقطعی مدل‌های (BSDP) مدل الگوریتم ژنتیک به علت عدم نیاز به گسسته‌سازی متغیرهای حالت، می‌تواند جواب‌های قابل قبول و حتی بهتر از ویرایش‌های جدید مدل‌های بهره‌برداری پویا را ارایه دهد [11].

Ching et al. در سال ۲۰۰۳ از الگوریتم ژنتیک با نمایش اعداد بصورت واقعی و همچنین با استفاده از یک مدل شبیه‌سازی، منحنی فرمان بهره‌برداری ۱۰ روزه برای یک سیستم مخزن در تایوان را بهینه کردند و به این نتیجه رسیدند که این روش در بهینه کردن منحنی فرمان مخزن بسیار قدرتمند است و محدودیتی در نوع تابع هدف و نوع مدل شبیه‌سازی ندارد[12].

Chang et al. در سال ۲۰۰٤ مقایسه‌ای بین الگوریتم ژنتیک با نمایش اعداد واقعی و باینری انجام دادند و از این دو حالت برای بهینه کردن منحنی فرمان یک مخزن استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که الگوریتم ژنتیک با نمایش واقعی اعداد کارایی بیشتری نسبت به حالت باینری دارد[13].

[1] Bayesian Stochastic Dynamic Programing (BSDP)

Akter & Simonovic در سال ۲۰۰۴ برای مدل نمودن عدم قطعیت‌ها در بهره‌برداری کوتاه‌مدت با استفاده از مجموعه فازی و الگوریتم ژنتیک تحقیقی ارائه نموده‌اند. در این مدل عدم قطعیت در تابع خسارت (جریمه) مخزن و مقدار خروجی مورد نیاز از مخزن در نظر گرفته شده است[14].

Janejira et al. در سال ۲۰۰۵ یک روش ترکیبی الگوریتم ژنتیک با رهیافت برنامه‌ریزی پویای تفاضلی گسسته(GA-DDDP) را برای بهره‌برداری از یک سیستم چند مخزنه در تایلند به کار گرفتند. هدف بهینه‌سازی بدست آوردن سیاست‌های اجرایی بهینه با حداقل نمودن آبیاری کل در طول یک سال خشک بحرانی می‌باشد. روش پیشنهادی با روش الگوریتم ژنتیک متعارف مقایسه شد. نتایج نشان داد که این روش دارای سرعت همگرایی بالاتری نسبت به روش الگوریتم ژنتیک متعارف می‌باشد [15].

Reis & Bessler در سال ۲۰۰۵ از ترکیب الگوریتم ژنتیک و برنامه‌ریزی خطی (GA-LP) برای بهره‌برداری از مخزن استفاده کردند. متغیرهای تصمیم در این روش، فاکتورهای کاهش هزینه و متغیرهای بهره برداری در نظر گرفته شده است[16] .

Jothiprakash & Ganesan Shanthi در سال ۲۰۰۶ از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی بهره-برداری از مخزنی در هند استفاده کردند. تابع هدف در این تحقیق ، حداقل کردن انحراف از خروجی مطلوب از مخزن برای آبیاری و مقدار ذخیره مطلوب در مخزن می‌باشد. متغیرهای تصمیم نیز خروجی از مخزن برای آبیاری و همچنین نیازهای صنعتی و خانگی می‌باشد که نتایج بدست آمده نشان داده است که منحنی فرمان بهینه شده برای این مخزن تأمین کننده نیازهای پایین‌دست بوده است و اینکه الگوریتم ژنتیک توانایی بالایی در بهره‌برداری واقعی از مخازن دارد[17].

Kerachian & Karamouz در سال ۲۰۰۴ برای تدوین مدل‌های شبیه‌سازی و بهره‌برداری بهینه کمّی و کیفی از سیستم‌های رودخانه‌ای و مخازن اقدام به پیشنهاد مدل الگوریتم ژنتیک با طول کروموزم متغیر برای کاهش مشکلات محاسباتی مدل‌های الگوریتم ژنتیک کلاسیک نمود، که نتایج نشان دادند که روش الگوریتم ژنتیک با طول کروموزم متغیر یک روش قدرتمند، مناسب و موثر و دارای سرعت همگرایی بالاتری نسبت به روش الگوریتم ژنتیک متعارف می‌باشد [18].

۲-۳- پیشینه مطالعات در زمینه مدل‌های بهینه‌سازی چندهدفه

مدل‌های بهینه‌سازی چندهدفه، مدل‌های واقع‌گرایانه‌ای هستند که قابلیت بهینه‌سازی مسائل پیچیده مهندسی را دارند. یک جواب قابل قبول در بهینه‌سازی چندهدفه، رسیدن به یک سری از راه‌حل‌های بهینه

می‌باشد بطوریکه هر یک از اهداف در یک سطح قابل قبول قرار گیرند، بدون اینکه راه‌حل‌های بهینه برتری نسبت به هم داشته‌باشند.

دو روش کلی برای بهینه‌سازی چندهدفه وجود دارد. روش اول تبدیل اهداف مسئله به یک تابع هدف است که این امر با روش جمع وزنی اهداف امکان پذیر می‌باشد. مهمترین مشکل این روش انتخاب وزن‌های مناسب برای اهداف است و همچنین حساس بودن این روش به مقدار این وزن‌ها می‌باشد.

روش دوم تعیین راه‌حل‌های بهینه پارتو می‌باشد که شامل یک سری راه‌حل‌های غیر پست (نسبت به هم برتری ندارند) هستند. این روش به روش اول ترجیح داده می‌شود، بدلیل اینکه تصمیم گیرنده در این روش با برهم‌کنش بین اهداف روبرو است و می‌تواند تصمیم مناسب را در موقع ضروری اتخاذ کند.

الگوریتم ژنتیک روش مناسبی برای حل مسائل چندهدفه می‌باشد. توانایی الگوریتم ژنتیک در جستجوی همزمان نواحی مختلف فضای راه‌حل، یافتن جواب‌های گوناگون برای مسائل مشکل با فضای تصمیم غیرمحدب، ناپیوسته و چند مدلی را امکان پذیر می‌کند. الگوریتم‌های ژنتیک چند هدفه در اکثر مواقع به کسی نیاز ندارد که بین اهداف تقدم ایجاد کند و یا به اهداف وزن بدهد. الگوریتم ژنتیک روش متداولی برای بهینه‌سازی چند هدفه به حساب می‌آید.

اولین الگوریتم چندهدفه به نام الگوریتم ژنتیک تکاملی برداری[1] (VEGA) توسط Schaffer در سال ۱۹۸۵ پیشنهاد شد[19]. بعد از آن محققین مختلفی شروع به تحقیق در این زمینه کردند و روش‌های مختلفی با قابلیت‌های مختلفی در این زمینه بوجود آمد. مانند روش‌های: MOGA[2] (Fonseca و Fleming در سال ۱۹۹۴)- NPGA[3] (Horn j و Goldberg در سال ۱۹۹۴)- RWGA[4] (Ishibunchi و Murta درسال ۱۹۹۵) - NSGA[5] (Deb و Srinivas در سال ۱۹۹۴)- SPEA[6] (Zitler وThiele در سال ۱۹۹۹)- PESA[7] (Knowles و Corne در سال ۲۰۰۰)- SPEA2 (Zitler و Laumanns در سال ۲۰۰۱)- NSGAII[8] (Deb و Purtapk در سال ۲۰۰۲)[20] - RDGA[9] (Yen و Lu در سال ۲۰۰۳) - MEA[10] (Sarker و Liang در سال ۲۰۰۳).

Gosh & Dehuri در سال (۲۰۰۴) مطالعه‌ای انجام داده اند در زمینه الگوریتم‌های تکاملی چند هدفه و بین این روش‌ها مقایسه کردنده و مزیت‌ها و نقص‌های این روش‌ها را بیان کرده‌اند [21]. در زمینه

[1] Vector Evaluated Genetic Algorithm (VEGA)
[2] Multi-objective Genetic Algorithm (MOGA)
[3] Niched Pareto Genetic Algorithm (NPGA)
[4] Random Weighted Genetic Algorithm (RWGA)
[5] Nondominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA)
[6] Strength Pareto Evolutionary Algorithm (SPEA)
[7] Pareto-Archived Evolution Strategy (PAES)
[8] Fast Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGAII)
[9] Rank-Density Based Genetic Algorithm (RDGA)
[10] Multi-objective Evolutionary Algorithm (MEA)