دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده مهندسی زراعی

گروه مهندسی آب

عنوان پایان‌نامه:

مدل ریاضی توزیع بهینه آب در کانال‌های آبیاری با استفاده از الگوریتم جامعه مورچگان

جهت اخذ درجه کارشناسی‌ارشد

رشته سازه‌های آبی

استاد راهنما:

دکتر علیرضا عمادی

استاد مشاور:

دکتر سید اسدالله محسنی موحد

نگارش:

ساحله کاکویی

دی ماه ۱۳۹۰

Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Agriculture Engineering College
Water Engineering Department

Subject:
Mathematical Model of Optimal Water Distribution in Irrigation Canals Using Ants Colony Algorithm

Thesis Submitted for the Degree of Master of Science in Hydro structures

Supervisor:
Dr Alireza Emadi

Advisor:
Dr Seyyed Asad Allah Mohseni Movahed

By:
Saheleh Kakouei

Jan 2012

چکیده

عدم بازده مورد انتظار از شبکه‌های آبیاری لزوم ارزیابی و بهبود عملکرد آنها را آشکار می‌سازد. تعیین روش‌های بهره‌برداری بهینه در شبکه‌های انتقال و توزیع آب یکی از اساسی‌ترین راهکارها برای تحقق افزایش بهره‌وری از منابع آب و شبکه‌های احداث شده می‌باشد. تعیین روش بهینه تحویل و توزیع آب یکی از راه‌های دست‌یابی به این هدف می‌باشد. به منظور بهینه‌سازی برنامه تحویل آب می‌توان از روش‌های تحلیلی و عددی بهینه‌سازی استفاده نمود. در سال‌های اخیر، الگوریتم‌های فراکاوشی با پیشرفتی سریع در مسائل پیچیده و مشکل بهینه‌سازی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این پژوهش از مدل بهینه‌سازی جامعه مورچگان برای تعیین برنامه‌ریزی بهینه توزیع آب استفاده شده است. بر این اساس با توجه به مبانی الگوریتم جامعه مورچگان یک برنامه کامپیوتری به زبان فرترن تهیه شد. سپس مدل تهیه شده بر اساس اصول حاکم بر مسئله توزیع آب در کانال‌های آبیاری به منظور تعیین توزیع بهینه آب در کانال توسعه داده شد. مدل تهیه شده برای کانال MC شبکه آبیاری البرز، کانال BP14 شبکه آبیاری فومنات، کانال AMX شبکه آبیاری ورامین و کانال دولت‌آباد شبکه آبیاری تجن به کار گرفته شد. برنامه‌ریزی توزیع آب در این کانال‌ها با در نظر گرفتن اهداف متفاوتی شامل کاهش ظرفیت کانال، حداقل‌سازی اختلاف حجم آب موردنیاز و تحویلی، تعداد تنظیمات دریچه سراب، حداقل نمودن زمان مازاد و یا ترکیبی از آنها انجام شد. نتایج نشان داد به کمک این مدل می‌توان اهداف تعیین شده را تامین کرد و یا با توجه به اهمیت، هدفی خاص را بهینه نمود.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های آبیاری، الگوریتم جامعه مورچگان، بهره‌برداری بهینه، برنامه‌ریزی توزیع آب.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات **۲-۵**

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت انجام پژوهش ۳

۱-۳- فرضیات پژوهش ٤

۱-٤- اهداف پژوهش ٤

۱-۵- نحوه‌ی تنظیم و تدوین پایان‌نامه ٤

فصل دوم: سوابق تحقیق **۷-۱۹**

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- تحقیقات انجام شده در زمینه توزیع آب ۷

۲-۳- الگوریتم بهینه‌سازی جامعه مورچه‌ها (ACO) ۱۳

۲-٤- کاربرد الگوریتم مورچگان در مهندسی آب ۱۵

۲-۵- نتیجه‌گیری ۱۹

فصل سوم: روش‌های توزیع و تحویل آب **۲۱-۳۱**

۳-۱- مقدمه ۲۱

۳-۲- بهره‌برداری ۲۱

۳-۳- برنامه تحویل آب ۲۱

۳-۳-۱- برنامه‌های گردشی ۲٤

۳-۳-۱-۱- برنامه‌های مبتنی بر جریان دائم ۲۵

۳-۳-۱-۲- برنامه‌های گردش آب با مقدار متغیر ۲۵

۳-۳-۱-۳- برنامه‌های گردش با دور متغیر ۲٦

۳-۳-۱-٤- تاثیر روش گردشی روی تاسیسات و ظرفیت کانال‌های آبیاری ۲۷

۳-۳-۱-۵- مزایا و معایب روش تحویل گردشی ۲۷

۳-۳-۲- برنامه‌های زمانی بر حسب تقاضا ۲۸

۳-۳-۲-۱- برنامه‌های زمانی بر اساس تقاضا با شدت جریان محدود ۲۸

۳-۳-۲-۲- برنامه‌های زمانی بر اساس تقاضا با دور آبیاری منظم ۲۹

۳-۳-۲-۳- تاثیر روش تحویل بر حسب تقاضا روی تاسیسات و ظرفیت کانال‌های آبیاری ۲۹

۳-۳-۳- برنامه‌های زمانی توافقی ۲۹

۳-۳-۳-۱- برنامه‌های زمان‌بندی نوبتی با شدت جریان محدود ۳۰

۳-۳-۳-۲- برنامه‌های زمان‌بندی نوبتی محدود ۳۱

فصل چهارم: مدل بهینه‌سازی ACS **۳۳-۶۱**
٤-۱- مقدمه ۳۳
٤-۲- تئوری بهینه‌سازی ۳۳
٤-۳- انواع الگوریتم‌های بهینه‌سازی ۳٤
٤-۳-۱- الگوریتم جستجوی ممنوعه ۳۷
٤-۳-۲- الگوریتم آنیلینگ شبیه‌سازی شده ۳۹
٤-۳-۳- الگوریتم ژنتیک ٤۰
٤-۳-٤- الگوریتم زنبور عسل ٤۱
٤-۳-۵- الگوریتم مورچگان ٤۱
٤-۳-۵-۱- پایه و اساس بیولوژیکی ٤۱
٤-۳-۵-۲- روش تصمیم‌گیری مورچه‌ها ٤٤
٤-۳-۵-۳- جستجوی موضعی ٤۸
٤-۳-۵-٤- بهنگام‌سازی فرامان ٤۹
٤-۳-۵-٤- ۱- سیستم مورچه‌ها ۵۰
٤-۳-۵-٤- ۲- سیستم مورچه‌های ممتاز ۵۱
٤-۳-۵-٤- ۳- سیستم مورچه‌های رتبه‌بندی شده ۵۱
٤-۳-۵-٤- ٤- سیستم مورچه‌های بیشینه- کمینه ۵۲
٤-۳-۵-٤- ۵- سیستم جامعه مورچگان ۵۲
٤-۳-۵-۵- گام‌های حل یک مسئله با ACO ۵۳
٤-٤- حداقل‌سازی توابع ریاضی (صحت‌سنجی توابع ریاضی) ۵۵
٤- ٤- ۱- تابع Goldstein and Price ۵٦
٤- ٤- ۲- تابع Rosenbrock ۵٦
٤- ٤- ۳- تابع Six Hump Camel Back ۵۷
٤- ٤- ٤- تابع Rastrigin ۵۷
٤- ٤- ۵- تابع Mc Cormic ۵۸
٤-۵- تهیه مدل کامپیوتری ACS به منظور توزیع بهینه آب در کانال‌های آبیاری ۵۹
٤-۵-۱- متغیرهای تصمیم‌گیری ۵۹
٤-۵-۲- قیدها و محدودیت‌های مدل ٦۰
٤-۵-۳- تابع هدف ٦۱
٤-٦- نتیجه‌گیری ٦۱

فصل پنجم: کاربرد مدل تهیه شده **٦۳-۸۹**
۵-۱- مقدمه ٦۳
۵-۲- شبکه آبیاری البرز ٦۳

۵-۲-۱- وضعیت موجود در محدوده مورد مطالعه ٦٤
۵-۲-۲- سیمای طرح توسعه و بهبود البرز ٦٧
۵-۲-۳- کانال مورد مطالعه در پژوهش حاضر ٦٧
۵-۲-٤- برآورد آب قابل دسترس ٦٩
۵-۲-۵- برآورد آب مورد نیاز ٦٩
۵-۲-۵- ۱- الگوی کشت ٦٩
۵-۲-۵- ۲- نیاز آبی محصولات الگوی کشت پیشنهادی ٧١
۵-۳- شبکه آبیاری فومنات ٧٢
۵-۳-۱- سد سفیدرود و کانال فومنات ٧٣
۵-۳-۲- منطقه فومنات ٧٣
۵-۳-۳- واحد عمرانی و کانال مورد پژوهش ٧٤
۵-۳-٤- نیاز آبی ٧٧
۵-٤- شبکه آبیاری ورامین ٧٧
۵-٤-۱- شرایط اقلیمی ٧٨
۵-٤-۲- منابع آب ٧٨
۵-٤-۳- وضعیت اراضی و آبیاری سنتی ٧٩
۵-٤-٤- هدف طرح ٧٩
۵-٤-۵- الگوی کشت ٨٠
۵-٤-٦- نیاز آبی گیاهان در ماههای مختلف سال ٨٠
۵-٤-٧- مشخصات فنی طرح ورامین ٨٢
۵-٤-٧-۱- شبکه کانال‌های درجه ۱ و ۲ ٨٢
۵-٤-٧-۲- کانال مورد مطالعه در پژوهش حاضر ٨٢
۵-۵- شبکه آبیاری تجن ٨۵
۵-۵-۱- شبکه‌های اصلی آبیاری و زهکشی ٨۵
۵-۵-۲- مشخصات واحدهای عمرانی ۱، ۲ و ۳ ٨٦
۵-۵-۳- الگوی کشت ٨٨
۵-۵-٤- کانال مورد مطالعه در پژوهش حاضر ٨٩

فصل ششم: نتایج و بحث **۹۱-۱۱۹**
٦- ۱- مقدمه ۹۱
٦-۲- کانال MC شبکه آبیاری البرز ۹۱
٦-۳- کانال BP14 شبکه آبیاری فومنات ۱۰۹
٦-٤- کانال AMX شبکه آبیاری ورامین ۱۱۵
٦-۵- کانال دولت‌آباد شبکه آبیاری تجن ۱۱۷

فصل هفتم: تحلیل حساسیت **۱۲۱-۱۲۸**

۷-۱- مقدمه ۱۲۱

۷-۲- تحلیل حساسیت ۱۲۱

۷-۲-۱- تحلیل حساسیت پارامترهای بهینه‌سازی برای شبکه آبیاری البرز ۱۲۲

۷-۲-۲- تحلیل حساسیت پارامترهای بهینه‌سازی برای شبکه آبیاری فومنات ۱۲۵

فصل هشتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها **۱۳۰-۱۳۳**

۸-۱- مقدمه ۱۳۰

۸-۲- خلاصه نتایج ۱۳۰

۸-۳- پیشنهادها ۱۳۲

منابع **۱۳۵-۱٤۰**

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱- کاربرد الگوریتم‌های بهینه‌سازی جامعه مورچه‌ها ۱٤
جدول ۳-۱- روش‌های برنامه‌ریزی تحویل آب ۲۳
جدول ٤-۱- توابع مورد استفاده جهت صحت‌سنجی مدل کامپیوتری بهینه‌سازی ACS ۵۵
جدول ٤-۲- خروجی مدل بهینه‌ساز برای تابع Goldstein and Price ۵٦
جدول ٤-۳- خروجی مدل بهینه‌ساز برای تابع Rosenbrock ۵۷
جدول ٤-٤- خروجی مدل بهینه‌ساز برای تابع Six Hump Camel Back ۵۷
جدول ٤-۵- خروجی مدل بهینه‌ساز برای تابع Rastrigin ۵۸
جدول ٤-٦- خروجی مدل بهینه‌ساز برای تابع Mc Cormic ۵۸
جدول ٤-۷- پارامترهای مناسب الگوریتم جامعه مورچگان برای توابع استاندارد ۵۹
جدول ۵-۱- خلاصه پارامترهای اقلیمی محدوده طرح مدیریت جامع آب و خاک البرز ٦٦
جدول ۵-۲- مشخصات انشعابات و مساحت تحت پوشش آن‌ها در کانال MC ۶۸
جدول ۵-۳- الگوی کشت پیشنهادی در اراضی آبخور کانال MC به تفکیک نواحی بهبود و توسعه ۷۰
جدول ۵-٤- مقادیر نیاز آبی خالص هر هکتار از محصولات الگوی کشت پیشنهادی در اراضی تحت پوشش کانال MC- مترمکعب در هکتار ۷۲
جدول ۵-۵- مشخصات اقلیمی دشت ورامین ۷۸
جدول ۵-٦- الگوی کشت پیشنهادی در دشت ورامین ۸۰
جدول ۵-۷- نیاز آبی گیاهان در ماه‌های مختلف سال بر حسب میلیمتر در شبکه آبیاری ورامین ۸۱
جدول ۵-۸- مشخصات انشعابات و مساحت تحت پوشش آن‌ها در کانال AMX ۸۳
جدول ۵-۹- مشخصات شبکه آبیاری و زهکشی تجن ۸٦
جدول ۵-۱۰- الگوی کشت در واحدهای عمرانی شبکه آبیاری تجن بر حسب هکتار ۸۸
جدول ۵-۱۱- مشخصات آبگیرها در کانال دولت‌آباد ۸۹
جدول ٦-۱- درصد تغییرات پارامتر تابع هدف رابطه (٦-۱) نسبت به روابط دیگر در کانال MC ۹۵
جدول ٦-۲- درصد تغییرات پارامتر تابع هدف رابطه (٦-۳) نسبت به روابط دیگر در کانال MC ۹۷
جدول ٦-۳- درصد تغییرات پارامتر تابع هدف رابطه (٦-٤) نسبت به روابط دیگر در کانال MC ۹۸
جدول ٦-٤- درصد تغییرات پارامتر تابع هدف رابطه (٦-۵) نسبت به روابط دیگر در کانال MC ۹۹
جدول ٦-۵- درصد تغییرات حداکثر ظرفیت کانال در رابطه (٦-۱۱) نسبت به روابط چندجمله‌ای دیگر در کانال MC ۱۰۱
جدول ٦-٦- دستورالعمل بهره‌برداری بهینه در رابطه (٦-۱۰) در کانال MC ۱۰۸
جدول ٦-۷- دستورالعمل بهره‌برداری بهینه در رابطه (٦-۷) در کانال BP14 ۱۱۲
جدول ٦-۸- دستورالعمل بهره‌برداری بهینه در رابطه (٦-۹) در کانال BP14 ۱۱۲
جدول ٦-۹- عوامل جواب بهینه در کانال BP14 ۱۱۳
جدول ٦-۱۰- عوامل جواب بهینه در دو حالت در کانال دولت آباد ۱۱۷

جدول ۷-۱- پارامترهای مناسب الگوریتم جامعه مورچگان در کانال MC ۱۲۵
جدول ۷- ۲- پارامترهای مناسب الگوریتم جامعه مورچگان در کانال BP14 ۱۲۸
جدول ۸-۱- عوامل جواب بهینه در کانال MC ۱۳۱
جدول ۸-۲- عوامل جواب بهینه در کانال BP14 ۱۳۱
جدول ۸-۳- عوامل جواب بهینه در کانال AMX ۱۳۱
جدول ۸-٤- عوامل جواب بهینه در کانال دولت‌آباد ۱۳۲

فهرست شکل‌ها

شکل ۳-۱- برنامه زمانبندی با مقدار و دور ثابت (گردشی) ۲۶
شکل ۳-۲- برنامه زمانبندی با مقدار ثابت و دور متغیر (گردشی با دور متغیر) ۲۷
شکل ٤-۱- نمونه‌ای از همکاری مورچه‌ها در حل مسائل (ساخت پل) ٤۲
شکل ٤-۲- نمونه رفتار واقعی مورچه‌ها ٤۵
شکل ٤-۳- گام‌های لازم در یک فرآیند مدلسازی توسط ACO ۵٤
شکل ۵-۱- شمای کلی شبکه آبیاری البرز ٦۵
شکل ۵-۲- شمای کلی شبکه آبیاری فومنات ۷۵
شکل ۵-۳- بخشی از واحد عمرانی $F2$ شرقی ۷٦
شکل ۵-٤- شمای کلی شبکه آبیاری ورامین ۸٤
شکل ۵-۵- شمای کلی شبکه آبیاری تجن ۸۷
شکل ٦-۱- مقادیر متوسط تابع هدف با تعداد بلوک‌های متفاوت در ده اجرا در کانال MC ۹۳
شکل ٦-۲- تغییرات تابع هدف بر حسب شماره مورچه در تکرارهای متوالی در رابطه (٦-۱) در کانال MC ۹٤
شکل ٦-۳- مقادیر حداکثر ظرفیت کانال در توابع هدف مختلف در کانال MC ۹٤
شکل ٦-٤- تغییرات تابع هدف بر حسب شماره مورچه در تکرارهای متوالی در رابطه (٦-۲) در کانال MC ۹٦
شکل ٦-۵- مقادیر زمان باقی‌مانده از دور آبیاری در توابع هدف مختلف در کانال MC ۹٦
شکل ٦-٦- مقادیر درصد تغییرات حجم آب تحویلی و حجم آب موردنیاز در توابع هدف مختلف در کانال MC ۹۷
شکل ٦-۷- مقادیر تغییرات فاصله آبگیرها در توابع هدف مختلف در کانال MC ۹۸
شکل ٦-۸- مقادیر تعداد تنظیمات دریچه سراب کانال در توابع هدف مختلف در کانال MC ۹۹
شکل ٦-۹- نسبت حجم آب تحویلی به حجم آب مورد نیاز با اهداف مختلف در کانال MC ۱۰۱
شکل ٦-۱۰- تغییرات تابع هدف در طول دوره در کانال MC ۱۰۲
شکل ٦-۱۱- نحوه‌ی تغییرات جواب توسط مورچه‌ها در جستجوی اصلی در رابطه (٦-۱۰) در کانال MC ۱۰۳
شکل ٦-۱۲- نحوه‌ی تغییرات جواب توسط مورچه‌ها در جستجوی موضعی در رابطه (٦-۱۰) در کانال MC ۱۰۳
شکل ٦-۱۳- تغییرات دبی کانال توزیع‌کننده بر حسب شماره مورچه در تکرار بهینه در رابطه (٦-۱۰) در کانال MC ۱۰٤
شکل ٦-۱٤- تغییرات حداکثر زمان تکمیل برنامه آبیاری بر حسب شماره مورچه در تکرار بهینه در رابطه (٦-۱۰) در کانال MC ۱۰٤
شکل ٦-۱۵- تغییرات تعداد تنظیمات دریچه سراب کانال توزیع‌کننده بر حسب شماره مورچه در تکرار بهینه در رابطه (٦-۱۰) در کانال MC ۱۰۵
شکل ٦-۱٦- نسبت حجم آب تحویلی به حجم آب مورد نیاز در آبگیرها در رابطه (٦-۱۰) در کانال MC ۱۰۵
شکل ٦-۱۷- نمودار زمانبندی تحویل بهینه آب به انشعابات در رابطه (٦-۱۰) در کانال MC ۱۰٦
شکل ٦-۱۸- هیدروگراف ورودی کانال MC در رابطه (٦-۱۰) ۱۰۷

شکل ٦-١٩- تغییرات تابع هدف در طول دوره در کانال BP14 ١٠٩
شکل ٦-٢٠- نمودار زمانبندی تحویل بهینه آب به انشعابات در رابطه (٦-١) در کانال BP14 ١١٠
شکل ٦-٢١- نمودار مقایسه حجم آب مورد نیاز و حجم آب تحویلی در رابطه (٦-١) در کانال BP14 ١١٠
شکل ٦-٢٢- نمودار اختلاف حجم آب مورد نیاز و تحویلی در کانال BP14 ١١١
شکل ٦-٢٣- هیدروگراف ورودی کانال BP14 در رابطه (٦-١) ١١٣
شکل ٦-٢٤- تغییرات تابع هدف در طول دوره در کانال AMX ١١٥
شکل ٦-٢٥- نمودار زمانبندی تحویل بهینه آب به انشعابات در رابطه (٦-٦) در کانال AMX ١١٦
شکل ٦-٢٦- هیدروگراف ورودی کانال AMX در رابطه (٦-٦) ١١٦
شکل ٦-٢٧- تغییرات تابع هدف در طول دوره در کانال دولت‌آباد ١١٧
شکل ٦-٢٨- نمودار زمانبندی تحویل بهینه آب به انشعابات در رابطه (٦-١) کانال دولت‌آباد ١١٨
شکل ٦-٢٩- هیدروگراف ورودی کانال دولت‌آباد ١١٨
شکل٧-١- مقادیر متوسط تابع هدف با ضرایب مختلف تبخیر فرامان در ده اجرا در کانال MC ١٢٣
شکل ٧-٢- مقادیر متوسط تابع هدف به ازاء مقادیر مختلف بهره‌برداری در ده اجرا در کانال MC ١٢٣
شکل ٧-٣- مقادیر متوسط تابع هدف به ازاء مقادیر مختلف تعداد مورچه در ده اجرا در کانال MC ١٢٤
شکل ٧-٤- مقادیر متوسط تابع هدف در تکرارهای مختلف بر حسب تعداد مورچه در ده اجرا در کانال MC ١٢٤
شکل ٧-٥- نحوه همگرایی مقادیر متوسط تابع هدف بر حسب تعداد مورچه‌ها در ده اجرا در کانال MC ١٢٥
شکل٧-٦- مقادیر متوسط تابع هدف با ضرایب مختلف تبخیر فرامان در ده اجرا در کانال BP14 ١٢٦
شکل ٧-٧- مقادیر متوسط تابع هدف به ازاء مقادیر مختلف بهره برداری در ده اجرا در کانال BP14 ١٢٧
شکل ٧-٨- نحوه همگرایی مقادیر متوسط تابع هدف بر حسب تعداد مورچه‌ها در ده اجرا در کانال BP14 ١٢٧
شکل ٧-٩- مقادیر متوسط تابع هدف در تکرارهای مختلف بر حسب تعداد مورچه در ده اجرا در کانال BP14 ١٢٨

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

بخش عمده‌ای از پروژه‌های آبیاری در جهان متشکل از شبکه‌های انتقال و توزیع با مجاری روباز هستند که غالبا از عملکرد بهره‌برداری ضعیف و گاه غیرقابل قبول برخوردار می‌باشند. امروزه با رشد روزافزون جمعیت در کشورهای در حال توسعه و محدودیت منابع آب قابل استفاده، بهره‌برداری صحیح و مناسب از منابع آب و مصرف بهینه آن لازم و ضروری می‌باشد. در این کشورها بخش عمده‌ای از پروژه‌های آبیاری و زهکشی به دلایل متفاوت از عملکرد مناسبی برخوردار نمی‌باشند و این امر تامین نیاز غذایی را بعنوان یک امر اساسی با مشکل مواجه خواهد کرد. یکی از دلایل کاهش عملکرد پروژه‌های آبیاری، توزیع نامناسب آب در سطح اراضی و انشعابات می‌باشد. این امر باعث می‌شود که میزان آب تحویلی در هر نقطه با نیاز واقعی پایین‌دست مطابقت نداشته باشد و ازطرف دیگر علاوه بر آن که نارضایتی تحویل گیرندگان آب در اراضی پایین‌دست را بدلیل کمبود آب به دنبال خواهد داشت، گاهی کاهش تولید را بر اثر آبیاری بیش از حد در اراضی بالادست موجب خواهد شد. یکی از مهمترین عوامل موثر در بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری جهت دستیابی به راندمان مطلوب در سطح پروژه برنامه تحویل آب می‌باشد. برنامه‌ریزی تحویل آب علاوه بر مواقع بهره‌برداری از کانال‌های آبیاری، در زمان طراحی آنها نیز مورد توجه قرار می‌گیرد.

۱-۲- ضرورت انجام پژوهش

انطباق بیشتر روش‌های بهره‌برداری با تغییرات نیاز آبی مطلوبیت بیشتر عملکرد بهره‌برداری را به همراه خواهد داشت. روش‌های قابل انعطاف همواره عملکرد مطلوبی نتیجه داده و گام موثری در جهت استفاده بهینه از منابع آب می‌باشند. بنابراین سوق دادن روش‌های بهره‌برداری به سمت قابلیت انعطاف بیشتر وضعیت بهره‌برداری سیستم‌ها را به طوری چشمگیری مطلوب ساخته و نقش مهمی در افزایش بهره‌وری سیستم‌ها ایفا خواهد نمود. در این راستا انجام تحقیقات برای تدوین نظام‌های بهره-برداری متناسب با روش‌های قابل انعطاف، ضروری و غیر قابل اجتناب می‌باشند. در زمان طراحی شبکه‌های آبیاری ضروری است که نگرش جامعی به نحوه بهره‌برداری از شبکه و مسائل کلی وابسته به آن صورت گیرد. گاهی ساختمان فیزیکی طرح شده برای شبکه‌ها معضلات جدی را در ارتباط با مسائل بهره‌برداری بهینه ایجاد می‌کند. محدودیت ظاهری استفاده از سیستم‌های متشکل از مجاری روباز برای پروژه‌های آبیاری، موجب شده که پیچیدگی واقعی فناوری آن، هزینه‌های بالای ساخت و بهره‌برداری و عملکرد ضعیف آن‌ها به طور واضح دیده نشوند. یکی از مهم‌ترین عواملی که می‌تواند عملکرد بهره‌برداری در یک شبکه انتقال و توزیع را تحت تاثیر قرار دهد روش بهره‌برداری از شبکه می‌باشد. برنامه‌ریزی تحویل آب در کانال‌ها تاکنون اغلب بصورت توصیفی و مبتنی بر قضاوت کارشناسی صورت می‌گرفته که با توجه به پیچیدگی موضوع و تاثیر عوامل مختلف ممکن است همواره مناسبترین برنامه نباشد. با پیشرفت‌های اخیر در زمینه علوم کامپیوتر و ارائه الگوریتم‌های جدید با سرعت و همگرایی بالا برای مسائل بهینه‌سازی به نظر می‌رسد روش بهینه‌سازی، روش مناسبی برای حل مسئله تحویل آب در کانال‌های آبیاری است. تمامی روش‌های بهینه‌سازی قدیمی بر اساس مفهوم مشتق جزیی توابع چند متغیره بیان شده‌اند. چنین روش‌هایی با عنوان روش‌های تحلیلی (کلاسیک) بهینه‌سازی شناخته می‌شوند. از آنجا که مفهوم مشتق فقط برای توابع پیوسته تعریف می‌شود، محاسبه بهینه کلی توابع گسسته با استفاده از روش‌های تحلیلی امکان‌پذیر نیست و اعمال آنها برای توابع گسسته صرفاً تخمینی از مقدار بهینه را بدست می‌دهد (Vanderplaats , 1984). با توجه به اینکه در مسئله توزیع بهینه آب در کانال ارتباط مشخصی بین تابع هدف و متغیرهای

تصمیم وجود ندارد و از طرف دیگر تابع هدف پیوسته و مشتق‌پذیر نمی‌باشد نمی‌توان از روش‌های ریاضی جهت حل استفاده نمود. بنابراین در این تحقیق از مدل بهینه‌سازی جامعه مورچگان[1] که یک روش بهینه‌سازی فراکاوشی می‌باشد برای اولین بار به منظور تعیین برنامه‌ریزی بهینه توزیع آب استفاده می‌شود. این روش به عنوان یک روش فراکاوشی توسط دوریگو و گامباردلا پیشنهاد شده است (Dorigo and Gambardella, 1997).

۱-۳- فرضیات پژوهش

فرضیات این پژوهش به شرح زیر می‌باشند:

۱- با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی می‌توان برنامه‌ریزی توزیع بهینه را تعیین کرد.

۲- با تعیین توزیع بهینه، عملکرد کانال‌ها و سیستم توزیع افزایش می‌یابد.

۳- روش بهینه‌سازی جامعه مورچگان توانایی حل مسئله توزیع آب در کانال‌ها را دارا می‌باشد.

۱-٤- اهداف پژوهش

مهم‌ترین اهداف این پژوهش را می‌توان بصورت زیر بیان نمود:

۱- تهیه مدل ریاضی توزیع بهینه آب در کانال

۲- تعیین برنامه‌ریزی توزیع بهینه آب در کانال

۱-۵- نحوه‌ی تنظیم و تدوین پایان‌نامه

بطور کلی مباحث این پایان‌نامه در ۸ فصل تنظیم شده که علاوه بر این فصل شامل جزئیات زیر می‌باشد:

فصل دوم- سوابق تحقیق

در این فصل مروری بر تحقیقات صورت گرفته در زمینه توزیع آب، الگوریتم بهینه‌سازی جامعه مورچه‌ها و در نهایت کاربرد الگوریتم بهینه‌سازی جامعه مورچه‌ها در مهندسی آب انجام شده است.

[1] Ant Colony System (ACS)

فصل سوم- روش‌های توزیع و تحویل آب

در این فصل روش‌های توزیع آب اعم از گردشی، بر حسب تقاضا و توافقی و مزایا و معایب هر یک از این روش‌ها ارائه شده است.

فصل چهارم- مدل بهینه‌سازی ACS

در این فصل برخی از رایج‌ترین روش‌های بهینه‌سازی بصورت مختصر توضیح داده شده، سپس در مورد انواع الگوریتم‌های جامعه مورچه‌ها بحث شده است. در نهایت نحوه‌ی توسعه مدل نهایی ACS به منظور توزیع بهینه آب در کانال‌های آبیاری تشریح و تابع هدف، متغیرهای تصمیم‌گیری، قیدها و محدودیت‌های مربوط به مدل معرفی شده است.

فصل پنجم- کاربرد مدل تهیه شده

در این فصل کانال‌های مورد مطالعه معرفی و سپس اطلاعات موردنیاز برای اجرای مدل توسعه یافته ارائه شده است.

فصل ششم- نتایج و بحث

در این فصل نتایج کاربرد مدل تهیه شده برای کانال MC شبکه آبیاری البرز، کانال BP14 شبکه آبیاری فومنات، کانال AMX شبکه آبیاری ورامین و کانال دولت‌آباد شبکه آبیاری تجن با اهداف متفاوت ارائه شده است و سپس بحث‌های لازم صورت گرفته است.

فصل هفتم- تحلیل حساسیت

در این فصل نتایج تحلیل حساسیت برای شبکه‌های آبیاری البرز و فومنات ارائه شده است.

فصل هشتم- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این فصل با توجه به نتایج حاصل از کاربرد مدل تهیه شده برای کانال MC شبکه آبیاری البرز، کانال BP14 شبکه آبیاری فومنات، کانال AMX شبکه آبیاری ورامین و کانال دولت‌آباد شبکه آبیاری تجن و بحث‌های صورت گرفته، نتیجه‌گیری‌های کلی و عمومی ارائه و در پایان با توجه به مطالعات انجام شده در این پژوهش پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی ارائه شده است.

فصل دوم

سوابق تحقیق

۲-۱- مقدمه

هدف یک سیستم آبیاری یا یک سیستم توأم آبیاری و زهکشی تحویل آب به صورت عادلانه و با راندمان بالا از منبع تامین آب به تمامی مصرف‌کنندگان است به طوری که با ملحوظ داشتن هزینه‌ها و منافع حاصله در سطح مزرعه و در مقیاس پروژه این کار از بیشترین توجیه اقتصادی برخوردار باشد. با توجه به اینکه هدف از این پژوهش توزیع و تحویل بهینه آب در کانال‌های آبیاری است، در این فصل سوابق مربوط به توزیع آب و سوابق مربوط به الگوریتم بهینه‌سازی جامعه مورچه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۲- تحقیقات انجام شده در زمینه توزیع آب

تحقیقات انجام شده در راستای توزیع آب را می‌توان به دو بخش تفکیک نمود. در سطح مزرعه، که چگونگی تحویل آب به قطعات تحت کشت مورد بررسی قرار می‌گیرد و در سطح کانال‌ها که چگونگی توزیع آب در بین انشعابات یک کانال مورد توجه واقع می‌شود.

راجپوت و میکائیل برای برنامه‌ریزی تحویل آب نظریه جامعی را ارائه کردند. آنها برای تهیه برنامه تحویل آب در کانال‌های توزیع، نیاز آبی مزارع را به نوعی بر اساس قضاوت‌های 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 کردند. آنها در این روش برای برنامه‌ریزی توزیع آب به انشعابات از قضاوت‌های کارشناسی بهره گرفتند و از روش سیستمی که توانایی کاهش خطاهای موجود در قضاوت‌های کارشناسی را داشته باشد، استفاده نکردند (Rajput and Mecheal, 1989). سوریوانشی و ردی مدل ریاضی برنامه‌ریزی توزیع آب در کانال را معرفی نمودند. آنها از مدل برنامه‌ریزی صفر و یک در پروژه کوکادی در مهاراشترا در هند استفاده کردند. در این مسئله آبگیرها به چند گروه تقسیم شدند و در هر گروه تعدادی آبگیر توزیع شد. نحوه بهره‌برداری آبگیرها در هر گروه به صورت متوالی می‌باشد. با تابع هدف کاهش هزینه ساخت، حداکثر ظرفیت کانال ۱۲۰ لیتر بر ثانیه بدست آمد (Suryavanshi and Reddy, 1986). هاجو و زاگردی مدل نرم‌افزاری CIMIC[1] را به منظور مدیریت آبیاری مزارع ارائه نمودند. اجزای زیربرنامه توزیع آب در مدل فوق عبارتنداز:

الف: برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی تحویل آب

ب: بهره‌برداری و مدیریت روزانه

پ: ارزیابی و کنترل

در مرحله برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی تحویل آب، نیاز آبی محصولات بر اساس اطلاعات هواشناسی محاسبه می‌گردد. سپس با میزان آب موجود مقایسه می‌شود. اگر چنانچه عرضه و تقاضا با هم هماهنگ نباشند با تغییراتی که در دوره کشت و سطح زیر کشت محصولات انجام می‌پذیرد این اختلاف کاهش می‌یابد. در مرحله بهره‌برداری و مدیریت روزانه با استفاده از داده‌های مربوط به الگوی کشت و نیاز آبی قطعات زراعی، زمان آبیاری هر قطعه بر اساس روش‌های مختلف تحویل آب اعم از گردشی و بر حسب تقاضا محاسبه می‌شود. در مرحله آخر پس از محاسبه حجم موردنیاز آب بر اساس روش‌های مختلف تحویل آب، راندمان بهره‌برداری با استفاده از حجم محاسبه شده و

[1] Computerized Irrigation Management Information System

نیاز خالص آبی بدست می‌آید (Hatcho and Sagardoy, 1992). شورمانز و کارگت در بخش هیدرولیک دانشگاه دلفت نرم‌افزاری بنام OMIS[1] به منظور بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری در سطح مزرعه و انشعابات ارائه دادند. مدل مذکور روی جنبه‌های مورد نیاز مدیریت آبیاری اعم از برنامه-ریزی الگوی کشت در شروع فصل آبیاری، بهره‌برداری از کانال‌ها در مدت زمان آبیاری و ارزیابی عملکرد در پایان فصل آبیاری تمرکز یافته است. اجزای اصلی مدل فوق شامل بانک اطلاعاتی، سیستم تحلیل داده‌ها و ارائه نتایج می‌باشد. در مدل فوق برنامه‌ریزی تخصیص آب به واحدها در سه مرحله انجام می‌شود.

الف: فهرست‌بندی[2] تقاضای آب

ب: متعادل نمودن عرضه و تقاضا

پ: عرضه و تخصیص

پس از هماهنگ نمودن عرضه و تقاضا تخصیص آب از ابتدای شبکه به سمت پایین‌دست آغاز می-شود و در هر انشعاب تحویل آب صورت می‌پذیرد (Schuurmans and Krogt, 1992). منعم و شورمانز در تحقیقات خود عملکرد یک سیستم انتقال را تحت تاثیر برنامه‌های مختلف توزیع آب و سیستم‌های کنترل برای کانال اصلی کوشتیا[3] در شبکه آبیاری گنگز-کودیاک (بنگلادش) مورد ارزیابی قرار دادند. اساس تحقیق ایشان بر این اصل استوار بود که عملکرد بهره‌برداری در یک شبکه علاوه بر روش‌های بهره‌برداری، متاثر از نوع سیستم کنترل شبکه نیز می‌باشد. بر این اساس دو سیستم کنترل (کنترل از بالادست به شکل دستی و کنترل از بالادست اتوماتیک) و سه نوع برنامه تحویل (گردشی، پیوسته با گام‌های بزرگ و پیوسته با گام‌های کوچک) را انتخاب و با استفاده از مدل هیدرودینامیک Modis شبیه‌سازی نمودند و نیز شاخص‌هایی اعم از عملکرد تحویل و راندمان بهره-برداری برای ارزیابی موارد فوق معرفی کردند. بر اساس نتایج حاصله، سیستم کنترل دستی از بالادست همراه با روش تحویل پیوسته با گام‌های بزرگ و نیز کنترل اتوماتیک از بالادست همراه با

[1] Operation Management of Irrigation System
[2] Inventory
[3] koshtia