به نام خداوند بخشنده مهربان

مدیریت تحصیلات تکمیلی
دانشکده کشاورزی
گروه اقتصاد کشاورزی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته اقتصاد کشاورزی

بهینه‌سازی تخصیص آب در شبکه آبیاری نکوآباد تحت شرایط عدم حتمیت

استاد راهنما :
دکتر محمود صبوحی صابونی

استاد مشاور:
دکتر احمدعلی کیخا

تهیه و تدوین:
مصطفی مردانی نجف‌آبادی

خرداد ۱۳۹۰

تقدیم به

مولایم امیر مؤمنان علی (ع)

که همواره ذکر نام ایشان احساس اعتماد به نفس را در من تقویت می کند

پدر و مادرم

که همواره عشق به زندگی را در پناه دستان پر محبت ایشان یافته ام

و حضورشان و وجودشان در هر کجا یعنی

صفا، صمیمیت، محبت و . . .

به پاس زحمات بی دریغشان

خواهران مهربانم

به خاطر تمام لحظاتی که از آنها دریغ کردم

و برادران خوبم

آنان که مهربانی و محبتشان بی دریغ، بی منت و بی ریاست است

تشکر و قدردانی

سپاس بی‌نهایت خدای را که دریای بی‌منتهای بخشش است و بال فضل، بر کائنات گشوده و سایه لطف بر بندگان گسترده و با منت خود، مرا به زینت ایمان آراسته و در خیمه لطف منزل داده است. چگونه شکر او را گویم که منت را بر من تمام کرده و از سر رحمت خود، مرا در زمره جویندگان علم و دانش قرار داده است. چگونه شکر او را گویم که آلاء و نعمت‌های او در اطراف آن چنان انباشته است که مرا مجال نه تشکر که شمارش نیست. من چگونه نوای لک الحمد سر دهم که این نوای ارادت، خود از بیشمار نعمت‌های اوست و محتاج لک الحمدی دیگر.

یا متین سپاس تو را که جهت عنایت به این هدف مقدس در انجام پروژه و نگاشتن این پایان نامه در خدمت استاد راهنمای گرانقدرم **آقای دکتر محمود صبوحی صابونی** که نمونه بارز تواضع و احترام ورزیدن هستند و استاد مشاور گرامی **آقای دکتر احمد علی کیخا** کسب فیض نمودم که از صمیم قلب کمال سپاس و تشکر را از لطف و محبت بی‌شائبه‌شان دارم. از **آقای دکتر ماشاالله سالارپور** داور محترم پایان نامه کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از یاران و همکلاسی‌هایم خانم‌ها اسلامی، ستاری، نیک‌بخش، درویشی و تیموری و آقایان حسن سخدری، قاسم بیکی، عباس بخشی، علیرضا سرگزی و غفار قاسمی که به نوعی مرا در انجام این مهم یاری رساندند و همچنین از دوستان عزیزم آقایان حسین جعفری ندوشن، محسن رستمی کامرود، فرهاد فرسادنیا، مصطفی عابدی تیزکی، سید سجاد سیدین بروجنی، محمد رحیمی و همه کسانی که در این مدت مشوق و همراه من بودند، تشکر می‌نمایم.

مصطفی مردانی نجف‌آبادی

خرداد ماه سال یک هزار و سیصد و نود

چکیده

تخصیص آب در سیستم‌های توزیع آب کشاورزی معمولاً بر اساس پیش بینی عواملی مثل تقاضای آب برای محصولات و مقدار آب قابل دسترس صورت می‌گیرد. عدم اطمینان در پیش‌بینی این عوامل جزء ذات این سیستم های است. در مطالعه حاضر، به بهینه‌سازی تخصیص آب سد انحرافی نکوآباد و اراضی تحت پوشش آن برای سال های۱۳۹۳-۱۳۹۱ پرداخته شد. برای بررسی تأثیر عدم حتمیت در تخصیص آب آبیاری و زمین‌های زراعی این منطقه از بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل کننده میزان محافظه‌کاری استفاده شد. همچنین، برای تحلیل حساسیت مدل نسبت به افزایش راندمان، قیمت آب آبیاری و میزان محافظه‌کاری سناریوهای متفاوتی اعمال شد. مدل ارائه شده در راندمان آب آبیاری ۳۵، ۴۵، ۵۵ و ۶۵ درصد، افزایش در قیمت آب آبیاری به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد، سطوح متفاوت عدم حتمیت و در نهایت ترکیبی از این سناریوها بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش قیمت آب آبیاری و میزان عدم حتمیت سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب آبیاری کاهش می‌یابد. در هر سه سال افق برنامه‌ریزی بیشترین مقدار جریان خالص و سطح زیرکشت به دو منطقه فلاورجان و نجف‌آباد اختصاص یافته است. با توجه به سازه‌های قدیمی شبکه آبیاری در این دو منطقه اصلاح و بازسازی این سازه‌ها برای کاهش اتلاف آب توصیه می‌شود. همچنین، می‌توان قسمتی از درآمد عمومی افزایش قیمت آب آبیاری که باعث کاهش سود ناخالص کشاورزان منطقه می‌شود، به امر سرمایه گذاری در تکنولوژی‌های آب اندوز اختصاص یابد.

کلمات کلیدی: نکوآباد، عدم حتمیت، قیمت آب، راندمان

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ ضرورت و اهمیت تحقیق ۴
۱-۳ اهداف تحقیق ۵
۱-۴ فرضیات تحقیق ۶
۱-۵ ساختار پایان‌نامه ۶

فصل دوم: مروری بر مطالعات گذشته

۲-۱ مقدمه ۹
۲-۲ مطالعات در زمینه مدیریت و تخصیص بهینه منابع آب ۱۰
۲-۲-۱ مدل‌های سری‌زمانی و پیش‌بینی ۱۲
۲-۲-۲ مدل پیش‌بینی تقاضای آب آبیاری ۱۳
۲-۲-۳ مدل‌های شبیه‌سازی جریان ۱۴
۲-۲-۴ مدل‌های فازی ۱۵
۲-۲-۵ مدل‌های غیر خطی ۱۸
۲-۲-۶ مدل‌های الگوریتم ژنتیک ۲۰
۲-۲-۷ مدل‌های برنامه‌ریزی مثبت ریاضی (PMP) ۲۱
۲-۲-۸ مدل‌های بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل کننده میزان محافظه‌کاری ۲۳
۲-۳ تعیین الگوی بهینه کشت ۲۴
۲-۴ سیاست‌های قیمتی آب ۲۶
۲-۵ جمع بندی و نتیجه‌گیری ۲۸

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱ مقدمه ۳۱
۳-۲ برنامه‌ریزی خطی (LP) ۳۲
۳-۳ چهار چوب مدل بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل کننده میزان محافظه‌کاری ۳۳
۳-۳-۱ مدل بهینه‌سازی سویستر (۱۹۷۳) ۳۳
۳-۳-۲ مدل بهینه‌سازی بن-تال و نمیرفسکی (۱۹۹۹ و ۲۰۰۰) ۳۴
۳-۳-۳ مدل بهینه‌سازی برتسیماس و سیم (۲۰۰۴) ۳۵
۳-۳-۴ نحوه برآورد پارامتر گاما ۳۸
۳-۴ طرح کلی شبکه آبیاری کشاورزی ۳۹
۳-۵ ساختار مدل مورد مطالعه ۴۰
۳-۶ پارامترهای مدل بهینه‌سازی ۴۲

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۶-۱ پارامترهای فنی ۴۲
۳-۶-۲ پارامترهای اقتصادی ۴۳
۳-۶-۳ متغیرهای تصمیم ۴۳
۳-۶-۴ تابع هدف ۴۳
۳-۶-۵ محدودیت‌ها ۴۴

۳-۷ پارامترهای نامطمئن ۴۶
۳-۸ مدل بهینه‌سازی سیستم آبیاری کشاورزی در شرایط عدم حتمیت ۴۷
۳-۹ فرایند فرآوری داده‌های اولیه ۵۰

۳-۹-۱ شبیه‌سازی داده‌های عرضه آب ۵۱
۳-۹-۲ برآورد حداکثر تقاضای آب آبیاری ۵۱
۳-۹-۳ برآورد حداقل تقاضای آب آبیاری ۵۴
۳-۹-۴ برآورد سود ناخالص ۵۴
۳-۹-۵ محاسبه قیمت آب آبیاری ۵۵
۳-۹-۶ برآورد سایر پارامترهای مدل ۵۵

۳-۱۰ نرم‌افزارهای مورد استفاده ۵۶

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ مقدمه ۵۸
۴-۲ بررسی حوضه آبریز منطقه مورد مطالعه ۵۹
۴-۳ موقعیت سد انحرافی نکوآباد ۵۹

۴-۳-۱ کانال‌های اصلی شبکه آبیاری ۶۰
۴-۳-۲ اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری ۶۲
۴-۳-۳ الگوی کشت در شبکه آبیاری ۶۴

۴-۴ جمع‌آوری و فرآوری اطلاعات برای منطقه تحت مطالعه ۶۵

۴-۴-۱ حجم آب ورودی به شبکه ۶۵
۴-۴-۲ ظرفیت کانال‌های اصلی شبکه ۶۶
۴-۴-۳ اتلاف آب در شبکه ۶۶
۴-۴-۴ سایر پارامترهای مورد نیاز ۶۷
۴-۴-۵ برآورد پارامتر گاما ۶۸

۴-۵ مدل‌سازی مسئله ۶۹

۴-۵-۱ مدل بهینه‌سازی در شرایط قطعیت ۷۰

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۵-۲ مدل بهینه‌سازی در شرایط عدم حتمیت ۷۱

۴-۶ حل مدل ۷۲

۴-۶-۱ حل مدل با افزایش در راندمان آبیاری ۷۲

۴-۶-۲ حل مدل با افزایش در قیمت آب آبیاری ۸۱

۴-۶-۳ نتایج حل مدل با افزایش میزان محافظه‌کاری (عدم حتمیت) ۸۶

۴-۶-۴ نتایج حل مدل با افزایش همزمان راندمان، قیمت آب و میزان محافظه‌کاری ۹۲

۴-۶-۵ نتایج تحلیل حساسیت کل سود ناخالص کشاورزان منطقه مورد مطالعه ۱۰۹

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱ مقدمه ۱۱۸

۵-۲ نتیجه‌گیری ۱۱۸

۵-۳ پیشنهادات ۱۲۰

پیوست الف

۱-۲ مقادیر برآورد شده پارامترهای مورد نیاز مدل ۱۳۷

پیوست ب

۱-۲ خروجی نرم‌افزار GAMS ۱۴۶

۱-۱-۲ تابع هدف ۱۴۶

۳-۱-۲ مجموعه محدودیت‌های ظرفیت کانال‌های اصلی (*CR2*) ۱۴۷

۴-۱-۲ مجموعه محدودیت‌های ظرفیت کانال‌های فرعی (*CR3*) ۱۴۸

۵-۱-۲ مجموعه محدودیت‌های محاسبه سطح زیرکشت (*CR4*) ۱۴۹

۶-۱-۲ مجموعه محدودیت‌های حداکثر تقاضای آب آبیاری (*CR4*) ۱۴۹

۷-۱-۲ مجموعه محدودیت‌های حداقل تقاضای آب (*CR5*) ۱۴۹

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱ محصولات عمده کشت شده در شبکه آبیاری نکوآباد به تفکیک منطقه..... ۶۴

جدول ۴-۲ ظرفیت کانال‌های فرعی مناطق تحت مطالعه (میلیون مترمکعب M.C.M) ۶۶

جدول ۴-۳ فاصله بین نقطه شروع کانال اصلی و نقطه شروع کانال‌های فرعی (کیلومتر KM) ۶۶

جدول ۴-۴ کل اتلاف آب در کانال‌های فرعی هر منطقه در هر سمت سد (درصد)..... ۶۷

جدول ۴-۵ مقادیر متفاوت پارامتر کنترل کننده میزان محافظه‌کاری با سطوح متفاوت p و n ۶۹

جدول ۴-۶ میزان جریان خالص و سطح زیرکشت تخصیصی با راندمان‌های مختلف ۷۴

جدول ۴-۷ مقدار کل جریان تخصیصی به کانال‌های اصلی در دو سمت سد در راندمان‌های مختلف ۷۸

جدول۴-۸ کل سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب در راندمان‌های مختلف آب ۸۱

جدول ۴-۹ میزان جریان خالص و سطح زیرکشت تخصیصی با قیمت‌های مختلف برای آب ۸۲

جدول ۴-۱۰ کل سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب در قیمت‌های مختلف آب..... ۸۶

جدول ۴-۱۱ میزان جریان خالص و سطح زیرکشت تخصیصی با سطوح مختلف عدم حتمیت..... ۸۷

جدول ۴-۱۲ جریان خالص تخصیصی به کانال‌های اصلی دو سمت سد در سطوح مختلف عدم حتمیت ۹۱

جدول ۴-۱۳ کل سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب در سطوح مختلف عدم حتمیت ۹۲

جدول ۴-۱۴ میزان جریان خالص تخصیصی با سطوح مختلف P، راندمان و قیمت آب آبیاری ۹۴

جدول ۴-۱۵ مقدار سطح زیرکشت تخصیصی با سطوح مختلف عدم حتمیت، راندمان و قیمت آب آبیاری ۱۰۱

جدول ۴-۱۶ سود ناخالص در واحد سطح (هکتار) مناطق تحت مطالعه به تفکیک سال‌های افق برنامه‌ریزی ۱۱۴

جدول ۴-۱۷ سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب در شرایط متفاوت به تفکیک منطقه ۱۱۵

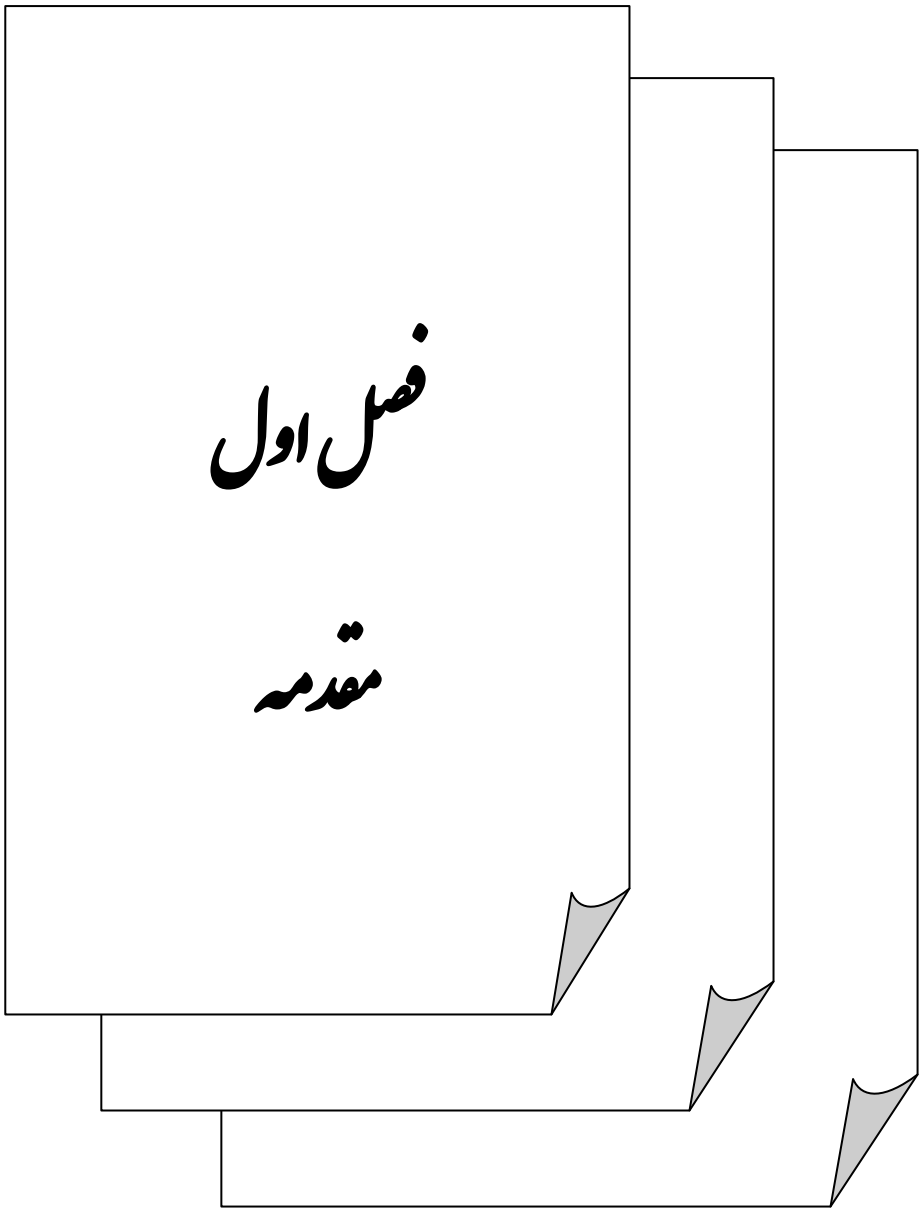
جدول ۴-۱۸ سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب در شرایط مختلف به تفکیک محصول ۱۱۶

جدول ۱-پیوست الف- مقادیر برآورد شده پارامترهای مورد نیاز مدل ۱۳۷

فهرست شکل‌ها و نمودارها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ نمایی شماتیک از ساختار پایان‌نامه ۷
شکل ۳-۱ طرح کلی شبکه آبیاری کشاورزی نکوآباد ۴۰
شکل۳-۲ طرح کلی روش RIO ۵۳
شکل۴-۱ شبکه آبیاری نکوآباد ۶۱
شکل ۴-۲ مناطق تحت پوشش شبکه آبیاری نکوآباد ۶۳
نمودار ۴-۱ حجم آب ورودی به شبکه آبیاری نکوآباد ۶۵
نمودار ۴-۲ جریان تخصیصی به کانال‌های فرعی در راندمان‌های مختلف آبیاری در سال اول افق برنامه‌ریزی ۷۹
نمودار ۴-۳ جریان تخصیصی به کانال‌های فرعی در راندمان‌های مختلف آبیاری در سال دوم افق برنامه‌ریزی ۷۹
نمودار ۴-۴ جریان تخصیصی به کانال‌های فرعی در راندمان‌های مختلف آبیاری در سال سوم افق برنامه‌ریزی ۸۰
نمودار ۴-۵ میزان کل جریان خالص تخصیصی به مجموع سطح زیرکشت هر محصول (شرایط قطعیت) ۱۰۷
نمودار ۴-۶ میزان کل جریان خالص تخصیصی به مجموع سطح زیرکشت هر محصول (در راندمان ۴۵٪) ۱۰۸
نمودار ۴-۷ میزان کل جریان خالص تخصیصی به مجموع سطح زیرکشت هر محصول (شرایط قطعیت) ۱۰۸
نمودار ۴-۸ میزان کل جریان خالص تخصیصی به مجموع سطح زیرکشت هر محصول (درراندمان ۶۵٪) ۱۰۹
نمودار ۴-۹ کل سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب در سطوح مختلف عدم حتمیت ۱۱۰
نمودار ۴-۱۰ کل سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب در سطوح مختلف راندمان و عدم حتمیت ۱۱۱
نمودار ۴-۱۱ کل سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب در سطوح مختلف قیمت آب و عدم حتمیت ۱۱۲
نمودار ۴-۱۲ کل سود ناخالص و جریان خالص تخصیصی به مناطق در سطوح مختلف عدم حتمیت ۱۱۲
نمودار ۴-۱۳ کل سود ناخالص و سطح زیرکشت تخصیصی به محصولات در سطوح مختلف عدم حتمیت ۱۱۳


فصل اول
مقدمه

۱-۱ مقدمه

بعد از کنفرانس دبلین (۱۹۹۲) این شعار که آب بایستی به عنوان یک کالای اقتصادی درنظر گرفته شود مطرح و مکراراً تکرار شده است. همچنین، مطرح شد که اگر با منابع آب به طور صحیحی به عنوان یک کالای اقتصادی برخورد شود مسائل کمیابی آب، مصرف بی‌رویه و کاهش کیفیت آن حل خواهد شد (صبوحی و سلطانی، ۱۳۸۷). نقش حیاتی آب در توسعه اقتصادی – اجتماعی، داشتن استراتژی برای توسعه و مدیریت آب را ضروری و اساسی ساخته است. استراتژی مدیریت منابع آب به عنوان مجموعه‌ای از برنامه‌های عملیاتی میان و بلندمدت در پشتیبانی از انجام اهداف توسعه و اجرای سیاست‌های مربوط به آب تعریف می‌شود (وزارت نیرو، شرکت مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۸۷).

به طور کلی برای نیل به اهداف پیش‌بینی شده در بخش کشاورزی باید تمامی پتانسیل موجود به کار گرفته‌شود و در همین حال از امکانات موجود به نحو مطلوب بهره‌برداری شود. این امر به ویژه در زمینه منابع آبی کشور به دلیل شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک حاکم بر کشور و درنتیجه پایین بودن بارش‌های آسمانی، اهمیت زیادی دارد.

ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی‌متر در سال از کشورهای خشک جهان به‌شمار می‌رود. از ۴۱۵ میلیارد مترمکعب نزولات سالانه، حدود ۷۰ درصد آن تبخیر می‌شود (وزارت نیرو، شرکت مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۸۷). این مسئله تأمین و انتقال آب را پرهزینه کرده است. محدودیت-های منابع آبی، نیاز به توسعه کشاورزی جهت نیل به خود کفایی و ضروری بودن استفاده مطلوب از آب کشاورزی حقایق انکار ناپذیری هستند که باید بیشتر مورد توجه مسئولان قرار گیرد (اسدی و همکاران، ۱۳۸۶).

از مقدار آب موجود، به ترتیب۹۳، ۵ و ۲ درصد در بخش‌های کشاورزی، شهری و صنعتی به مصرف می‌رسد (برهانی داریان و مرتضوی نائینی ۱۳۸۸، سامانی ۱۳۸۲). اختصاص این سهم عظیم از منابع قابل دسترس آب به بخش کشاورزی اهمیت توجه به بررسی تخصیص بهینه آب بین مصرف کنندگان این بخش را دوچندان می‌کند. محدودیت منابع آب، افزایش هزینه‌های استحصال و محدودیت منابع مالی، طرح‌های توسعه بهره‌برداری از منابع جدید آب را با مشکل و محدودیت مواجه کرده است (برهانی داریان و مرتضوی نائینی، ۱۳۸۸).

اندازه و ظرفیت اجزاء مربوط به سیستم‌های توزیع آب کشاورزی معمولاً بر اساس پیش‌بینی عواملی مثل سطح زیرکشت محصولات کشاورزی و شرایط آب و هوا در آینده مشخص می‌شوند. عدم اطمینان در پیش‌بینی این عوامل جزء اصلی سیستم‌های توزیع آب کشاورزی است. توجه صرف به کاهش هزینه‌های طراحی و عملیاتی و یا افزایش سود سیستم‌های شبکه توزیع آب، بدون در نظرگرفتن مسئله عدم حتمیت در این سیستم‌ها باعث بروز مشکلات فراوانی برای توسعه آنها در آینده خواهد شد. همچنین، عدم توجه به این مسئله باعث ایجاد هزینه‌های پیش‌بینی نشده مازاد، برای اعمال تغییرات در این سیستم‌ها خواهد شد. تصمیم‌گیری در مورد این سیستم‌ها بدون توجه به شرایط عدم حتمیت در مورد پیش‌بینی‌ها، دو نتیجه احتمالی را در بر دارد. اول باعث ایجاد منفعت خالص کمتر از حد بهینه می‌گردد و درثانی، احتمال شکست سیستم را به وجود می‌آورد. مفهوم شکست سیستم در اینجا با عدم تأمین تقاضا یا دیگر محدودیت‌ها بیان می‌شود (واتکینز و مک کینی[1]، ۱۹۹۷). این نتایج احتمالی ممکن است در طول دوره اجرای عملیات با پرداخت هزینه‌های بیشتر اصلاح شود. اما، برای ایجاد این اصلاحات یک سیستم انعطاف پذیر مورد نیاز است و بهینه‌سازی یک سیستم بدون توجه به شرایط عدم حتمیت این انعطاف پذیری را از

[1] Watkins and McKinney

بین می‌برد. بنابراین، یک ابزار بهینه‌ساز قابل اعتماد و منعطف برای کمک به تصمیم‌گیرندگان مورد نیاز است (واتکینز و مک کینی، ۱۹۹۷).

ازاینرو، در مطالعه حاضر از مدل بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل کننده میزان محافظه‌کاری[1] یا بهینه‌سازی قوی[2] برای تخصیص بهینه آب کشاورزی در شبکه آبیاری نکوآباد استفاده می‌شود. هدف اصلی، تعیین مقدار جریان ورودی به کانال‌های اصلی در دو سمت سد انحرافی نکوآباد و همچنین، تعیین مقدار جریان تخصیصی از هر یک از کانال‌های اصلی در دو سمت سد به مجموع سطوح زیرکشت محصولات عمده هر منطقه است. افزون بر آن، پیامدهای مختلف افزایش راندمان آبیاری و قیمت آب، پس از حذف یارانه‌ها بر کل سود ناخالص کشاورزان حاصل از انتقال آب رودخانه زاینده‌رود، تخصیص آب و سطح زیرکشت محصولات عمده منطقه بررسی می‌شود.

۱-۲ ضرورت و اهمیت تحقیق

افزون بر رشد تقاضای آب و عدم ثبات فزاینده در عرضه آن، آب قابل دسترس برای آبیاری به گونه‌ای پیوسته درحال کاهش است. در بیشتر کشورها، جایی که اراضی آبی نقش مهم را ایفا می‌کنند، کشاورزان پرداخت آب بهای ناچیز را حق خود می‌دانند (آب با هزینه‌های پایین و صفر در باور کشاورزان توجیه شده‌است). این باور به گونه‌ای معمول در سیستم‌های سیاسی آنها منعکس می‌شود (محمود[3]، ۲۰۰۲). با وجود آنکه بخش کشاورزی بزرگترین مصرف کننده منابع آب تجدید شونده کشور بوده، اما تولیدات کشاورزی بدست آمده از آن پایین است. بنابراین، هر گونه تلاشی برای صرفه جویی در مصرف آب این بخش حیاتی است (حیدری و همکاران، ۱۳۸۵). با توجه به آمار و ارقام موجود و مطالعات انجام گرفته در ایران می‌توان گفت که آب کمیاب‌ترین عامل تولید محصولات کشاورزی است و توسعه بخش کشاورزی رابطه مستقیم با کمیت و کیفیت

[1] Degree of Conservatism Control Parameter
[2] Robust optimization
[3] Mahmoud

منابع آب و چگونگی مدیریت و استفاده از این منابع دارد (خلیلیان و موسوی، ۱۳۸۴). بنابراین، مدیریت آب و استفاده درست از منابع آبی، به لحاظ نقش کارآمد و حساسی که در توسعه پایدار کشور دارد، باید با برنامه‌ریزی اصولی صورت گیرد (قرقانی و همکاران، ۱۳۸۸).

در استان اصفهان بیش از ۹۰٪ اراضی قابل بهره‌برداری آبی بوده که نشان‌دهنده وابستگی شدید کشاورزی به آب‌های زیرزمینی و سطحی به خصوص آب رودخانه زاینده‌رود می‌باشد. بنابراین، بازنگری در تخصیص منابع آبی، همچنین مدیریت تقاضا و مدیریت صحیح بهره‌برداری در بخش‌های مختلف به ویژه در بخش کشاورزی در حوضه آبریز زاینده‌رود امری ضروری است (حیدرپور و آقانوری، ۱۳۸۱). بر اساس گزارش سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اصفهان ۲۳ درصد نیاز آبی استان اصفهان از منابع آب سطحی (رودخانه‌ها و انهار) و ۷۷ درصد آن از منابع آب زیرزمینی (چاه‌ها، قنوات و چشمه‌ها) تأمین می‌شود. ظرفیت بالقوه‌ی شناخته‌شده آب‌های سطحی استان اصفهان در سال آبی ۷۴-۷۵ برابر ۳۷۶۳ میلیون مترمکعب برآورده شده که ۱۵۰۵ میلیون مترمکعب آن بهره‌برداری شده است. همچنین، ظرفیت بالقوه‌ی شناخته شده منابع آب زیرزمینی استان بالغ بر ۴۶۰۰ میلیون مترمکعب است، در حالی که میزان بهره‌برداری از این منابع، ۴۷۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. به بیان دیگر، در سال ۱۳۷۵ تنها از ۴۰ درصد ظرفیت آب‌های سطحی بهره‌برداری شده، در حالی که ۱۰۳ درصد از ظرفیت آب‌های زیرزمینی مورد بهره‌برداری قرار گرفته است (معنوی و همکاران، ۱۳۸۴).

۱-۳ اهداف تحقیق

با توجه به آن چه گفته شد اهداف مطالعه حاضر عبارتند از:

۱. تعیین کل سود ناخالص کشاورزان اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری نکوآباد حاصل از انتقال آب رودخانه زاینده‌رود در طی سه سال آینده (۹۳-۱۳۹۱)

۲. بررسی تأثیر افزایش میزان عدم حتمیت بر سود ناخالص کشاورزان اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری نکوآباد حاصل از انتقال آب رودخانه زاینده‌رود
۳. بررسی وضعیت موجود تخصیص آب در شبکه آبیاری نکوآباد و توزیع آب بین محصولات عمده هر منطقه مورد مطالعه
۴. بررسی تأثیر افزایش میزان عدم حتمیت بر میزان تخصیص بهینه آب به محصولات مورد مطالعه
۵. بررسی اثر افزایش قیمت آب (حذف یارانه آب) در تخصیص آب زاینده رود بین محصولات عمده اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری نکوآباد

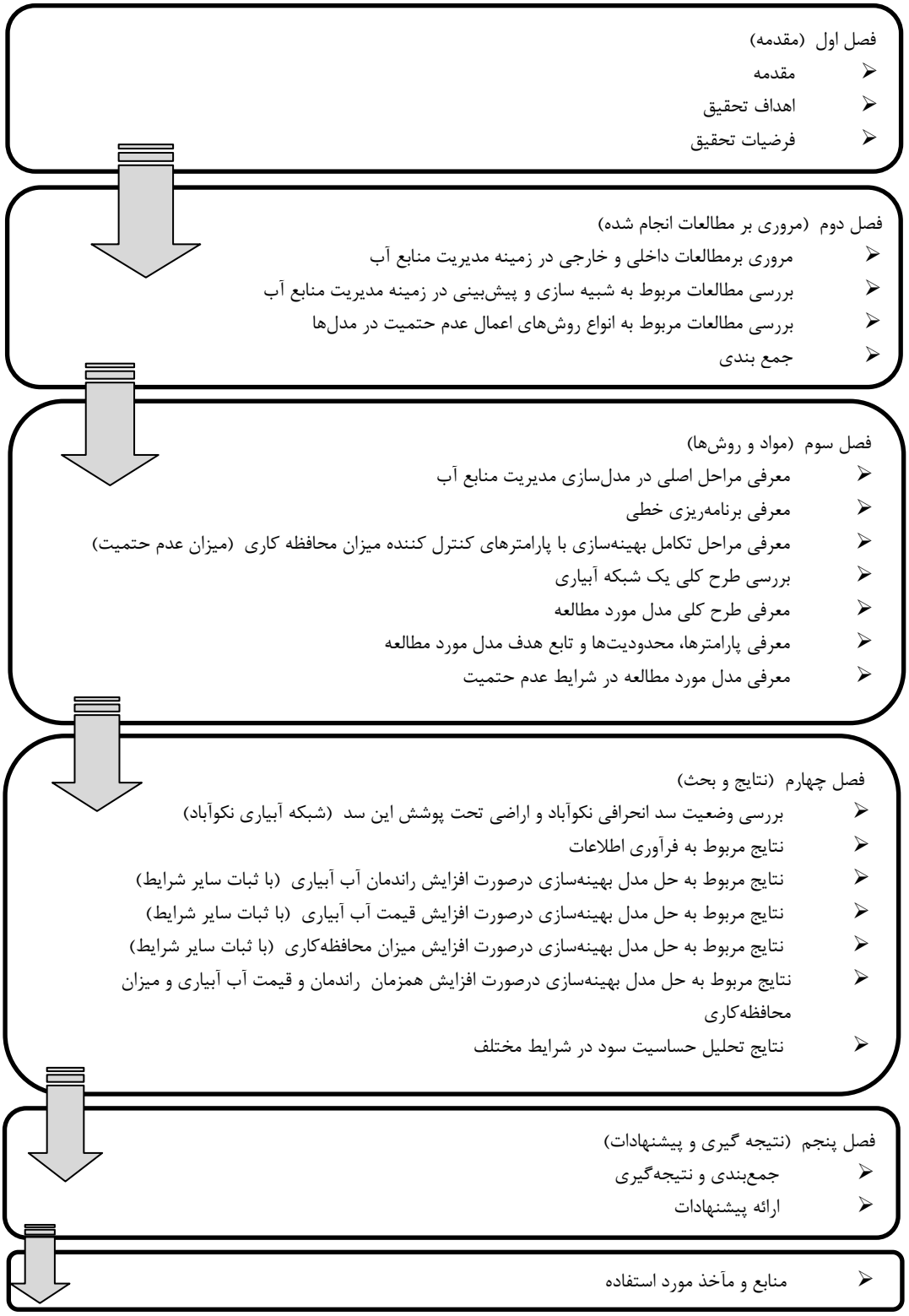
۱-۴ فرضیات تحقیق

فرضیات این تحقیق عبارتند از:

۱. میزان کل سود ناخالص اراضی کشاورزی تحت پوشش شبکه آبیاری نکوآباد حاصل از انتقال آب رودخانه زاینده رود با افزایش میزان عدم حتمیت در پارامترهای نامطمئن کاهش می‌یابد.
۲. با تخصیص مجدد آب بین محصولات عمده اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری نکوآباد مجموع سطح زیرکشت بعضی از محصولات افزایش خواهد یافت.
۳. افزایش قیمت آب آبیاری (حذف یارانه آب) باعث افزایش تخصیص آب به برخی از محصولات عمده منطقه خواهد شد.

۱-۵ ساختار پایان‌نامه

شکل ۱-۱ به صورت شماتیک نمایی از ساختار پایان‌نامه را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱ نمایی شماتیک از ساختار پایان‌نامه

فصل دوم

مروری بر مطالعات

انجام شده

۲-۱ مقدمه

طی دو دهه گذشته، به دلیل مجموع تغییر و تحولات در جمعیت، اقلیم، افزایش رفاه نسبی، میزان سرانه تجدیدپذیر آب، کاهش و بحران آب افزایش یافته است. کمیابی آب به عنوان بحرانی رو به افزایش در بیشتر کشورهای در حال توسعه باعث شده تا مصرف خردمندانه منابع آبی و سیاست‌های مناسب آبیاری برای تشویق به حفظ و نگهداری آب اتخاذ شود (قرقانی و همکاران، ۱۳۸۸). پژوهش سازمان بین‌المللی مدیریت منابع آب نشان داد که تا سال ۲۰۲۵ بسیاری از نواحی با مشکل کمبود آب شیرین رو به رو هستند (سکلر[۱] و همکاران، ۱۹۹۸). بنابراین، ضرورت برنامه‌ریزی دقیق، کنترل و مدیریت بهینه بهره‌برداری از آب به منظور ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا امری اجتناب ناپذیر است (کریم کشته و همکاران، ۱۳۸۰).

مسائل بهینه‌سازی از نیمه دوم قرن بیستم به بعد، کاربرد بسیار زیادی در مطالعات فیزیکی و شیمیایی، زمانبندی و برنامه‌ریزی تولید، مسائل مکانی و حمل و نقل، تخصیص منابع در سیستم‌های مالی و طراحی مهندسی پیدا کرد (ساهینیدیس[۲]، ۲۰۰۴). بهینه سازی در شرایط عدم حتمیت با مطالعات اولیه بیل[۳] (۱۹۵۵)، بلمن[۴] (۱۹۵۷)، بلمن و زاده[۵] (۱۹۷۵)، چارنز و کوپر[۶] (۱۹۵۹)، دانتزینگ[۷] (۱۹۵۵) و تینتر[۸] (۱۹۵۵) آغاز شد.

[1] Seckler
[2] Sahinidis
[3] Beale
[4] Bellman
[5] Bellman and Zadeh
[6] Charnes and Cooper
[7] Dantzing
[8] Tinter

در ادامه این فصل به مروری بر مطالعات انجام شده در مدیریت و تخصیص بهینه منابع آب پرداخته شده است. همچنین، برخی از مطالعات در زمینه تعیین الگوی بهینه کشت و سیاست‌های قیمتی آب نیز مورد توجه قرارگرفته است.

۲-۲ مطالعات در زمینه مدیریت و تخصیص بهینه منابع آب

معمولاً بسیاری از مراحل تصمیم‌گیری در مدیریت منابع آب با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی انجام می‌گیرد (لو[۱] و همکاران، ۲۰۰۹). بررسی بیشتر این موضوع در مطالعات برخی از محققین مدیریت منابع آب موجود است (موهان و ژوثیپراکاش[۲]، ۲۰۰۳، پولید-ولاسکوز[۳] و همکاران، ۲۰۰۶، کارآموز و همکاران، ۲۰۰۷، کاستل و لیندنبرگ[۴]، ۱۹۶۱، مکنون و برگز[۵]، ۱۹۸۷، کو[۶] و همکاران، ۱۹۹۰ و ضرغامی، ۲۰۰۸).

در ادامه این بخش به بررسی برخی مطالعات کاربردی در زمینه مدیریت منابع آب برای انواع منابع عرضه (سدهای تنظیمی و مخزنی، رودخانه‌ها، آب‌های زیرزمینی و تلفیقی از این منابع) پرداخته شده است.

وجولا[۷] و همکاران (۲۰۰۵)، به تخصیص بهینه آب در سیستم کشاورزی که شامل مخزن، کانال و آبخوان بود، پرداختند. مدلسازی این مطالعه برای ایالت کارناتاکای هندوستان و با استفاده از الگوی عطفی[۸] انجام گرفت. هدف، حداکثر کردن مجموع تولید نسبی محصولات تحت سه محدودیت، توازن جرمی در مخزن، بیلان رطوبتی خاک برای هر محصول و معادلات حاکم بر

[1] Lu
[2] Mohan and Jothiprakash
[3] Pulido-Velazquez
[4] Castle and Lindeborg
[5] Maknoon and Burges
[6] Coe
[7] Vedula
[8] Conjuctive Use Modeling