بسم الله الرحمن الرحیم

مدیریت تحصیلات تکمیلی
دانشکده کشاورزی
گروه اقتصاد کشاورزی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
در رشته اقتصاد کشاورزی

مقابله با اثرات تغییر اقلیم در منطقه تالاب هامون

استاد راهنما:
دکتر احمدعلی کیخا

اساتید مشاور:
دکترمحمود صبوحی
مهندس وحید دهباشی

تهیه و تدوین:
مرضیه قربانی بیرگانی

آبان ۱۳۹۲

تقدیم به

پیشگاه قطب عالم امکان، داد گستر جهان، منجی مستضعفان، مهدی موعود،

صاحب الزمان (عج)

تقدیم به کوه صبر و استقامت

پدر زحمتکش و مهربانم که در تمامی لحظات زندگی و تحصیل راهنما و مشوق من بوده و تمامی موفقیت هایی که تا به اکنون کسب کرده ام مدیون زحمات بی شائبه ایشان است

تقدیم به **مادر** مهربانم

آن عاشق بی ریا که با مهر و لطف، پرستار وجودم گشت

بر نگاهم لبخند زد صحنه خالی روحم را با مهر و عشق آشنا نمود.

مادر صبورم که شبی آسوده خاطر از فردای فرزندانش نخفت.

تقدیم به **برادر و خواهران** بزرگوارم آنان که همواره مشوق و پشتیبان من بودند و هستند

و تقدیم به کسانی که دوستشان دارم و یار و یاور من در این پایان نامه بودند.

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 بامنت 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. من چگونه نوای لک الحمد سر دهم که این نوای ارادت، خود از بیشمار نعمت‌های اوست و محتاج لک الحمدی دیگر. تمام مباهات من در طول تحصیل، نه دست یازیدن به درجه‌ای از دانش، بلکه فراسوی آن تلمذ در نزد استادانی بوده است که خود دریایی از معرفت بودند و سهم من پرتوی از تشعشع معرفت ایشان بر اندیشه بوده است. در این رهگذر، به رسم ادب خود را ملزم می‌دانم که با تواضع تام و از صمیم قلب تشکر و سپاس خالصانه خود را از استاد راهنمای گرانقدرم آقای **دکتر احمد علی کیخا** عرضه دارم، که بدون همراهی این عزیز بیگاه این تحقیق به سرانجام نمی‌رسید. همچنین از اساتید مشاورم آقایان دکتر **محمود صبوحی** و مهندس **وحید دهباشی** که طی انجام این پژوهش یاری ام دادند تشکرم. همچنین از دوستان عزیزم عالیه شاهرخی، ندا اسد فلسفی زاده، زهرا کاووسی ، بهاره پویان مهر ،صدیقه احمدزاده، حدیث کاوند، ام البنین آبگون، حدیث عباسی، امید زمانی، هم اتاقی‌های عزیزم و تمامی دوستانی که طی این مدت با شکیبایی تام از ابراز محبت و همکاری دریغ ننموده‌اند و به عناوین مختلف یار و یاورم بودند سپاسگزارم.

مرضیه قربانی بیرگانی

آبان ماه سال یکهزار و سیصد و نود و دو

چکیده

منابع آبی، در اغلب نقاط دنیا به علت تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش درجه حرارت و کاهش بارندگی و همچنین رقابت رو به رشد برای مصارف غیرکشاورزی، رو به کاهش است. در کشور ایران نیز ناپایداری شرایط اقلیمی، عدم توزیع یکنواخت زمانی- مکانی بارش و کمی بارندگی، منجر به ایجاد نوسانات شدید در میزان آب‌های سطحی شده است. با توجه به افزایش نیازهای آبی و وقوع خشکسالی‌های متناوب، صرفه‌جویی در مصرف آب و استفاده کارآمد از آن امری لازم و ضروری است. تالاب هامون یکی از تالاب‌های مهم دنیا، که با قرارگرفتن آن در یک اقلیم گرم و خشک، کمبود بارش به همراه تبخیر بسیار زیاد، کاهش جریان آب رودخانه هیرمند و تبدیل آن به یک کفه خشک موجب ظهور خشکسالی‌هایی در منطقه موردمطالعه شده است. در مطالعه حاضر، ابتدا دو روش کم‌آبیاری و افزایش راندمان آبیاری به ترتیب به عنوان دو سناریوی بهینه‌سازی مدیریت الگوی کشت و مصرف آب معرفی شدند. سپس با استفاده سناریوسازی در مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به بررسی میزان آب صرفه‌جویی شده جهت تأمین آب موردنیاز تالاب هامون و مقابله با اثرات تغییر اقلیم در تالاب هامون پرداخته شد. سناریوهای اعمال شده شامل کم‌آبیاری ۱۰ و ۲۰ درصد و افزایش راندمان آب آبیاری در سطوح ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد بود. نتایج نشان داد که اعمال کم‌آبیاری ۱۰ و ۲۰ درصد، باعث صرفه‌جویی در آب‌های سطحی به میزان ۶۲۲۴۲۶۱۰، ۸۶۶۹۸۰۴۰ مترمکعب می‌شود ولی درصد کاهش سود در نتیجه‌ی ذخیره آب، بیشتر از درصد کاهش آب است که این موضوع کاهش انگیزه کشاورزان در جهت ذخیره نمودن آب را در پی خواهد داشت. اعمال سناریوهای افزایش راندمان آب آبیاری در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد باعث افزایش میزان آب قابل دسترس شد از طرفی درصد افزایش سود بیشتر از درصد افزایش آب قابل دسترس بود که باعث گرایش بیشتر کشاورزان برای ذخیره آب و استفاده آن در اهداف اقتصادی و زیست محیطی می‌شود. با تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از کاربرد این استراتژی‌ها، تأکید بیشتر براعمال افزایش راندمان آبیاری نسبت به استراتژی کم‌آبیاری در منطقه پیشنهاد شد.

کلمات کلیدی: برنامه‌ریزی غیرخطی، تالاب هامون، راندمان آبیاری، کم‌آبیاری

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل اول مقدمه

۱-۱-مقدمه ۲
۱-۲- تعریف مسأله ۳
۱-۳- اهمیت موضوع ۵
۱-۴- سوالات تحقیق ۷
۱-۵- اهداف تحقیق ۸
۱-۶- فرضیات تحقیق ۸
۱-۷- ساختار پایان نامه ۸

فصل دوم مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱- مقدمه ۱۰
۲-۱-۱- مروری بر مطالعات داخلی انجام شده در زمینه تغییرات اقلیم ۱۰
۲-۱-۲- مروری بر مطالعات خارجی انجام شده در زمینه تغییرات اقلیم ۱۲
۲-۲- تکنیک کم‌آبیاری ۱۴
۲-۲-۱- مروری بر مطالعات داخلی در زمینه بکارگیری تکنیک کم‌آبیاری ۱۴
۲-۲-۲- مروری بر مطالعات خارجی در زمینه بکارگیری تکنیک کم‌آبیاری ۱۸
۲-۳- افزایش راندمان آب آبیاری ۲۰
۲-۳-۱- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه افزایش راندمان آبیاری ۲۰
۲-۴- مروری بر مطالعات داخلی انجام شده در زمینه برنامه‌ریزی غیرخطی ۲۳
۲-۵- مروری بر مطالعات خارجی انجام شده در زمینه برنامه‌ریزی غیرخطی ۲۴
۲-۶- جمع‌بندی مطالعات انجام شده ۲۵

فصل سوم مواد و روش‌ها

۳-۱- مقدمه ۲۸
۳-۲- بهینه سازی ۲۸
۳-۲-۱- مدل مسائل بهینه سازی ۲۸
۳-۲-۲- فرم برداری مسائل بهینه سازی ۲۹
۳-۲-۳- دسته بندی مسائل بهینه سازی ۳۰
۳-۲-۴- دسته بندی بر حسب خطی، درجه دوم و یا غیرخطی بودن توابع هدف و قیود ۳۰
۳-۳- برنامه ریزی خطی معمولی (DLP) ۳۱
۳-۳-۱- مدلسازی به روش برنامه‌ریزی خطی ۳۱

۳-۴- برنامه‌ریزی غیرخطی (NLP) ۳۳
۳-۴-۱- تاریخچه برنامه‌ریزی غیرخطی ۳۳
۳-۴-۲- روش‌های برنامه‌ریزی غیرخطی ۳۴
۳-۴-۲-۱- روش لاگرانژ ۳۴
۳-۴-۲-۲- روش برنامه‌ریزی مرتبه دوم (QP) ۳۵
۳-۴-۲-۳- روش گرادیان کاهش یافته عمومی (GRG) ۳۵
۳-۵- تعریف تابع تولید ۳۶
۳-۶- تکنیک کم‌آبیاری ۴۰
۳-۷- ساختار مدل مورد مطالعه ۴۵
۳-۸- جمع‌آوری داده‌ها ۴۹

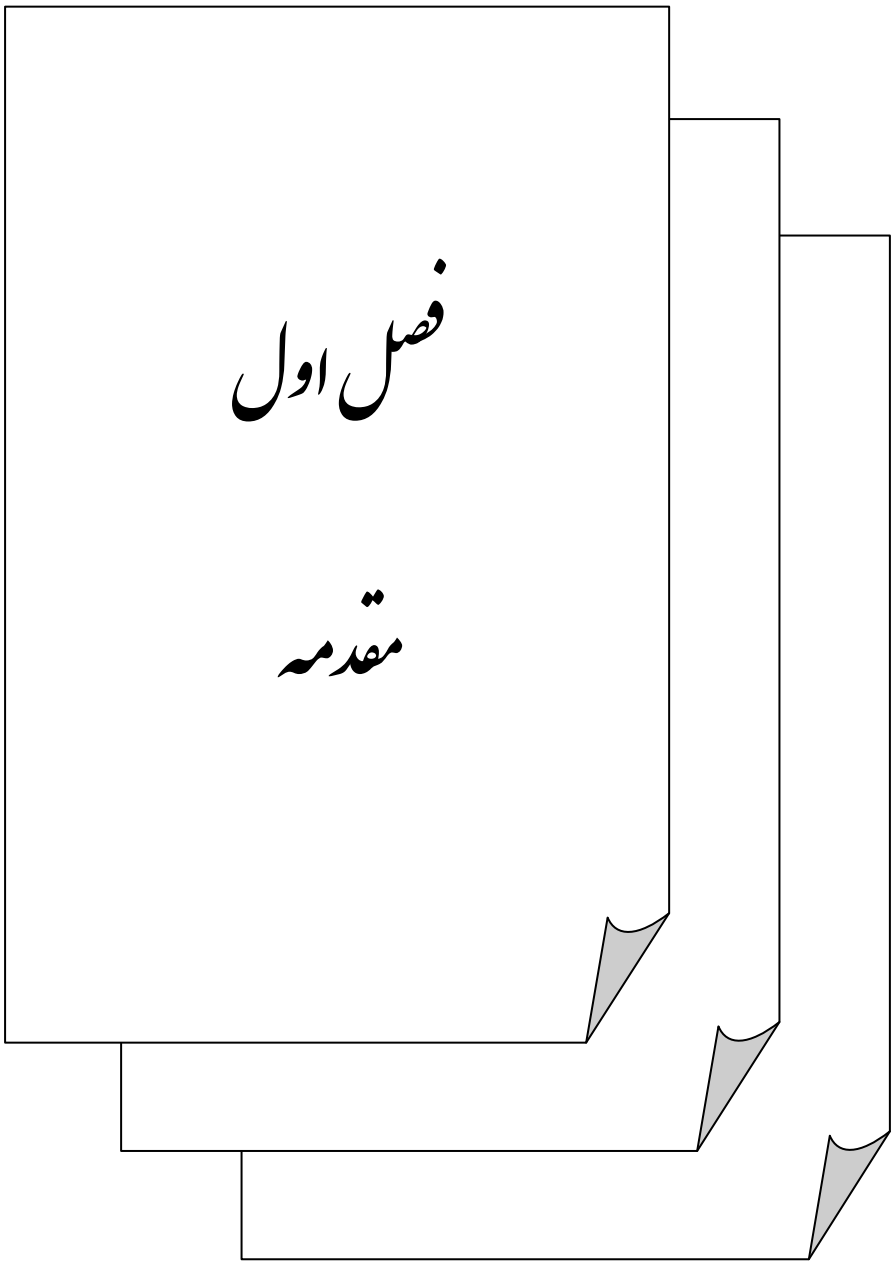
فصل چهارم نتایج و بحث

۴-۱- مقدمه ۵۱
۴-۲- موقعیت منطقه سیستان ۵۱
۴-۳- منابع تأمین آب آبیاری در منطقه سیستان ۵۳
۴-۳-۱- مخازن آب چاه نیمه ۵۴
۴-۳-۲- رودخانه هیرمند ۵۴
۴-۳-۳- تالاب بین المللی هامون ۵۵
۴-۳-۳-۱- هامون پوزک ۵۶
۴-۳-۳-۲- هامون صابری ۵۶
۴-۳-۳-۳- هامون هیرمند ۵۶
۴-۴- شهرستان مورد مطالعه ۵۸
۴-۵- داده‌های تاریخی مربوط به قیمت و آب مصرفی و عملکرد محصولات ۶۰
۴-۶- الگوی کشت سال پایه ۶۱
۴-۷- تخمین توابع تولید محصولات منتخب ۶۱
۴-۸- کاربرد تکنیک کم‌آبیاری ۶۲
۴-۹- میزان تغییر عملکرد و سطح زیرکشت با اعمال تکنیک کم‌آبیاری ۶۲
۴-۱۰- تغییرات سود ناخالص و آب مصرفی پس از اعمال کم‌آبیاری ۶۳
۴-۱۱- اعمال سناریوهای افزایش راندمان آب آبیاری ۶۵

فصل چهارم نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- مقدمه ۶۸
۵-۲- خلاصه ۶۸
۵-۳- نتیجه گیری ۶۹
۵-۴- پیشنهادات ۷۱

منابع و مآخذ ۷۵


فصل اول
مقدمه

۱-۱-مقدمه

آب یکی از عوامل محدودکننده تولید در بخش کشاورزی است. منابع آبی در اغلب نقاط دنیا به علت تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش درجه حرارت و کاهش بارندگی و همچنین، رقابت رو به رشد برای مصارف غیرکشاورزی، رو به کاهش است (farre and faci, 2009). رشد جمعیت، ارتقای سطح رفاه اجتماعی، توسعه صنعتی و کشاورزی و حفاظت اکوسیستم، سبب افزایش تقاضای آب شده است (آذرمسا و همکاران، ۱۳۸۴).

تغییرات اقلیم[1] متأثر از دو عامل دما و میزان بارش است و با تغییر هرکدام از این عوامل تغییرات اقلیم رخ می‌دهد، که در پی آن چگونگی زندگی انسان‌ها نیز تغییر می‌کند. شواهد حاکی از آن است که امروزه فعالیت انسان‌ها می‌تواند اقلیم را که یکی از بخش‌های اصلی محیط می‌باشد تحت تأثیر قرار دهد. اقلیم نیز به نوبه‌ی خود بر کشاورزی، محیط زیست و سیستم‌های منابع آب تأثیر می‌گذارد (واثقی و اسماعیلی، ۱۳۸۶).

محدودیت ذاتی منابع آب، خشکسالی، افزایش جمعیت، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع و ذخایر موجود و در نتیجه افت آب‌های زیرزمینی و اثرات تخریبی فعالیت انسان بر محیط زیست، جملگی زمینه‌ساز چالش‌های سنگینی در امر بهره‌گیری از منابع آب شیرین شده است. ایران به علت شرایط خاص جغرافیایی و آب و هوایی، سهم ناچیزی از آب شیرین را داراست. در حالی که، ۷۱ درصد از ۱۳۰ میلیارد مترمکعب منابع آب تجدیدشونده خود را مورد استفاده قرار داده است و این محدودیت منابع آبی، زمینه را برای بروز خشکسالی‌های شدید در بخش‌هایی از کشور بیشتر کرده است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). مدیریت ضعیف تقاضای آب در ایران منجر به افزایش تقاضا برای این نهاده حیاتی و هدر رفتن مقادیر قابل ملاحظه‌ای از آن شده و در نتیجه نه تنها آب برای آبیاری کل مناطق کافی نیست، بلکه کیفیت آن نیز رو به کاهش است (Qureshi *et al.*, 2008). با توجه به افزایش نیازهای آبی و وقوع خشکسالی‌های متناوب، صرفه‌جوئی در مصرف آب و استفاده

1 - Climate Change

کارآمد از آن امری لازم و ضروری است. این عوامل توجه بیش از پیش مسئولین به برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های کلان و منطقه‌ای در جهت استفاده بهینه از منابع آب و تخصیص اقتصادی این منبع کمیاب بین مصارف مختلف را ایجاب می‌کند. استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی برای رفع نگرانی‌های به‌وجود آمده در زمینه تغییرات اقلیم و تقاضای آب محیط زیست امری اجتناب ناپذیر است (مقدسی و همکاران، ۱۳۸۷).

با توجه به محدودیت منابع آب، راهکارهای کم‌آبیاری[1] و افزایش راندمان آب آبیاری می‌توانند به عنوان یک گزینه کارآمد و به منظور افزایش بهره‌وری آب در طرح‌ها و پروژه‌های آبیاری مورد استفاده قرارگیرند. (خیرابی، ۱۳۸۶).

۲-۱- تعریف مسأله

خشکسالی[2] از جمله اصلی‌ترین و قدیمی‌ترین بلاهای طبیعی است که انسان‌ها از دیر باز با آن آشنا بوده‌اند (فرجزاده، ۱۳۸۴). وقوع خشکسالی‌های متناوب و استفاده فزاینده از آب و کارایی پایین روش‌های بهره‌برداری آن موجب نگرانی‌های زیست‌محیطی شده است. انحراف گسترده آب از رودخانه و کانال به منظور آبیاری و مصارف دیگر، پدیده‌های ناخوشایند اکولوژیکی و زیست محیطی را برای مناطق پایین دست ایجاد کرده است. مسائل زیست‌محیطی، شامل کاهش آب قابل دسترس، کیفیت و افزایش شوری آب و خاک می‌باشد (اسد فلسفی‌زاده و صبوحی، ۱۳۸۹). آب یک منبع بسیار کمیاب برای بخش‌های کشاورزی و محیط زیست در بسیاری از مناطق دنیا، از جمله ایران می‌باشد. کمبود آب تنها تهدید اساسی برای بقای بشر، اکوسیستم طبیعی و تکوین تمدن‌ها است. امنیت غذایی، بهداشت و اقتصاد کلان تحت تأثیر کمبود آب به شدت صدمه می‌بینند. آمار و ارقام موجود نشان می‌دهد که متوسط بارندگی سالانه در ایران ۲۵۰ میلی‌متر بوده و این میزان کمتر از یک سوم حد متوسط بارش سالانه کره زمین (۸۶۰ میلی‌متر) می‌باشد

1- Deficit irrigation
2 - Drought

(کردوانی، ۱۳۸۱). کمی بارندگی در کشور سبب شده که در میزان آب‌های سطحی نوسانات شدیدی مشاهده شود، به طوری که با فرا رسیدن فصل گرما، به ویژه تابستان، آب‌های سطحی غالباً کاهش پیدا می‌کنند. در این شرایط کشاورزان برای تأمین آب آبیاری موردنیاز خود جهت کشت محصولات مختلف علاوه بر آب‌های سطحی از آب‌های زیرزمینی نیز استفاده می‌کنند. از طرف دیگر، در این شرایط کشاورزان برای دستیابی به سود بیشتر به کشت گیاهان با نیاز آبی بالا، روی آورده‌اند. در صورتی که با توجه به شرایط اقلیمی کشور، برداشت بی‌رویه از منابع آبی، به ویژه آب‌های زیرزمینی باعث وارد آمدن صدمات جبران ناپذیری بر پتانسیل آبی هر منطقه می‌شود (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۷).

استان سیستان و بلوچستان با وسعتی حدود ۱۸۷۵۰۲ کیلومترمربع، ۴/۱۱ درصد از مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. مساحت مناطق خشک آن ۱۷۸۴۳۱ کیلومتر مربع و مساحت مناطق آبی این استان ۷۱ کیلومتر مربع است. میزان متوسط بارش سالیانه در استان سیستان و بلوچستان حدود ۷۰ میلی‌متر و بسیار نامنظم است. دشت سیستان که در گروه اقلیم بیابانی قرار دارد، بارشی کمتر از ۶۵ میلی‌متر را در سال دریافت می‌کند و میزان تبخیر در آن به بیش از ۵۰۰۰ میلی‌متر می‌رسد. در سال‌هایی که میزان ورودی آب رودخانه هیرمند کاهش می‌یابد، خشکسالی‌های مخرب توسعه پیدا می‌کند (اطلس فرهنگی ایران، ۱۳۹۰).

تالاب بین المللی هامون[1] یکی از تالاب‌های مهم دنیا و بزرگترین دریاچه آب شیرین در سراسر فلات ایران محسوب می‌شود. این دریاچه از سه بخش به نام‌های هامون پوزک ، هامون صابری و هامون هیرمند در سیستان تشکیل شده است که در گذشته حیات اقتصادی و اجتماعی سیستان بستگی تام به حیات هامون‌ها داشت. یکی از عوامل بروز خشکسالی‌های شدید، قرارگرفتن تالاب هامون در یکی از گرم و خشک‌ترین اقلیم‌های جهان است (ضیاء توانا، ۱۳۷۱). کمبود بارش به

1 - Hamoun Wetlands International

همراه تبخیر بسیار زیاد (۴۷۴۷میلی‌متر در سال) و عمق کم دریاچه، باعث از دست رفتن سریع آب می‌گردد. تالاب بین‌المللی هامون به دلیل خشکسالی‌های متوالی و کاهش جریان آب رودخانه هیرمند از افغانستان خشک شده است. علاوه بر اینکه خشکسالی به عنوان یک عامل طبیعی این تالاب را دستخوش بحران کرده، احداث سد کجکی روی رودخانه هیرمند نیز آسیب زیست‌محیطی بزرگی را به این رودخانه و به تبع آن به تالاب هامون وارد کرده است (نوری و همکاران، ۱۳۸۶). بدین منظور، باید روش‌های صحیح مقابله با پیامدهای تغییر اقلیم را کسب نمود و صدمات وارد بر جامعه ناشی ازخشکسالی را کاهش داد و آثار مربوط به خشکسالی‌های آینده را نیز به کم‌ترین میزان ممکن رساند (مقدسی و همکاران، ۱۳۸۷).

در این مطالعه دو استراتژی کم‌آبیاری و افزایش راندمان آب آبیاری با هدف افزایش بهره‌وری آب در جهت مقابله با اثرات تغییر اقلیم و تأمین آب موردنیاز تالاب هامون مورد استفاده قرار گرفتند. تکنیک کم‌آبیاری راهکاری برای بهینه‌سازی آب در بخش کشاورزی است که در آن آگاهانه به گیاهان اجازه داده می‌شود با دریافت آب کمتر از نیاز، محصول خود را کاهش دهند. هدف اصلی به‌کارگیری تکنیک کم‌آبیاری، افزایش راندمان کاربرد آب، از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری‌هایی است که کمترین بازدهی را دارند (English and Raja, 1996). کاهش تلفات آب و استفاده بهینه از آن می‌تواند به مقدار قابل ملاحظه‌ای راندمان مصرف آب کشور را بالا ببرد. در واقع کاهش تلفات و افزایش راندمان آب آبیاری یکی از گام‌های اساسی در توسعه کشاورزی و افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک به حساب می‌آید و در افزایش تولیدات کشاورزی نقش تعیین‌کننده‌ای دارد (مرادی و آذرپور، ۱۳۹۰).

۳-۱- اهمیت موضوع

نگاهی گذرا به نقشه‌ی جهانی بارش نشان می‌دهد که مقدار بارندگی در سطح کره‌ی زمین تغییرات زمانی و مکانی زیادی را به همراه دارد. میانگین سالانه بارندگی در سطح کره‌ی زمین

۷۰۰ الی ۹۰۰ میلی‌متر تخمین زده شده است. این در حالی است که برخی از بیابان‌ها چه بسا سال‌های متمادی هیچ گونه بارشی را دریافت نکرده‌اند و مناطق دیگری بیش از ۱۱۰۰۰ میلی‌متر بارش دریافت می‌کنند (رامشت، ۱۳۷۵). افزایش دمای هوا در پی افزایش تبخیر و تعرق نیز موضوع دیگری است که سبب بحران آب و ایجاد خشکی در مناطق وسیعی از جهان شده است (نجف پور، ۱۳۸۵). در کشور ما نیز با توجه به ناپایداری شرایط اقلیمی و عدم توزیع یکنواخت زمانی- مکانی بارش، توجه به شیوه‌های مقابله با خشکی و خشکسالی ضروری است. با توجه به عرض جغرافیایی و میانگین بارش سالانه‌ی ۲۵۰ میلی‌متر، کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین واقع شده است (غیور و مسعودیان، ۱۳۷۶). در استان سیستان و بلوچستان نزولات آسمانی غالباً به شکل باران و در طول ماه‌ها و سال‌های مختلف پراکنش زمانی و مکانی نامنظمی دارند. پایین بودن میزان بارندگی سالانه، وزش بادهای تند، بالا بودن درجه حرارت و ساعات آفتابی باعث شده منطقه سیستان نسبت به سایر نقاط کشور بیشترین مقدار تبخیر پتانسیل سالانه را داشته باشد. جمع کل بارش سالیانه حدود ۴۷۴۷ میلی‌متر و تبخیر از سطح آزاد آب ۳۵۸۴ میلی‌متر بوده است که یکی از بیشترین مقادیر تبخیر در جهان محسوب می‌شود (نگارش و خسروی، ۱۳۸۴).

تالاب هامون به عنوان یکی از بزرگ‌ترین تالاب‌ها در منطقه شرقی کشور، بسته به شرایط اقلیمی و جغرافیایی خود به طور کلی خشک شده و اثرات جبران‌ناپذیر زیست محیطی و اقتصادی از خود برجای گذاشته و در طول تاریخ حیات خود تغییرات زیادی را شاهد بوده است. اهمیت موضوع این پژوهش به اهمیت اکولوژیکی و زیست محیطی تالاب در گذشته برمی‌گردد. تالاب در دوره‌های مختلف حیات خود، به عنوان سد طبیعی و جمع‌کننده سیلاب‌های فصلی، اثر مثبت روی پایداری فعالیت‌های کشاورزی، مانع فرسایش در منطقه، زیستگاه با ارزش برای گیاهان و جانوران، دوباره پرآب‌کردن آب‌های زیرزمینی،کانونی برای تحقیقات و مطالعات علمی، منبع تأمین معاش

حاشیه نشینان دریاچه وبه عنوان پناهگاه حیات وحش عمل می‌کرد ولی اکنون به دلیل خشکسالی‌های پی در پی و قطع کامل جریان آب رودخانه هیرمند، این تالاب به کفه خشک تبدیل شده و بزرگترین آسیب‌های اقتصادی و زیست محیطی را به منطقه وارد کرده است (نوری و همکاران، ۱۳۸۶).

در پژوهش حاضر ابتدا کم‌آبیاری به عنوان یک استراتژی مدیریتی با هدف حداکثر استفاده از واحد حجم آب مصرفی برای مقابله با تغییرات اقلیم مطرح می‌شود. سپس، اثرات سناریوهای مختلف کم‌آبیاری و افزایش راندمان آب آبیاری بر میزان آب دردسترس در تالاب بین‌المللی هامون مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور، از مدل برنامه‌ریزی غیرخطی و تابع تولید محصولات کشاورزی بهره گرفته می‌شود. به طور کلی، این تحقیق جهت پاسخگویی به سؤالات زیر طراحی شده است:

۴-۱- سوألات تحقیق

۱- آیا امکان افزایش تأمین آب برای تالاب بین‌المللی هامون از طریق اعمال روش کم‌آبیاری وجود دارد؟

۲- آیا امکان افزایش تأمین آب برای تالاب بین‌المللی هامون از طریق افزایش راندمان آب آبیاری وجود دارد؟

۳- تأثیر استراتژی کم‌آبیاری بر عملکرد و سود ناخالص زارعین منطقه مورد مطالعه چگونه خواهد بود؟

۱-۵- اهداف تحقیق

۱- بررسی اثر استراتژی کم‌آبیاری بر میزان آب دردسترس تالاب بین‌المللی هامون

۲- بررسی پیامدهای تغییر اقلیم بر تالاب بین‌المللی هامون

۳- بررسی اثر استراتژی افزایش راندمان آب آبیاری بر میزان آب دردسترس تالاب بین‌المللی هامون

۱-۶- فرضیات تحقیق

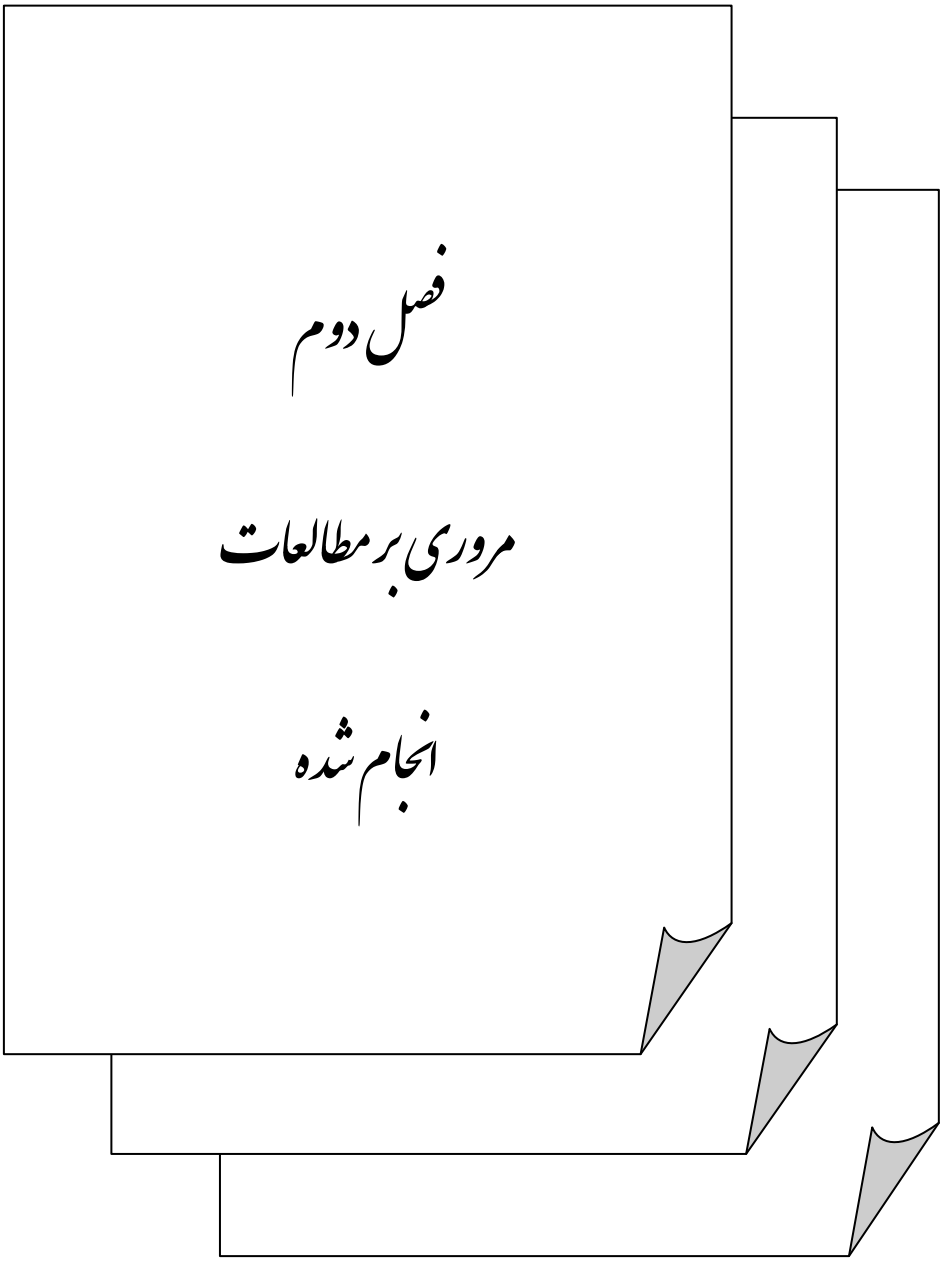
۱- استراتژی کم‌آبیاری به عنوان راهکاری برای صرفه‌جویی و ذخیره آب، می‌تواند در تأمین آب موردنیاز تالاب بین‌المللی هامون مؤثر واقع شود.

۲- استراتژی افزایش راندمان آب آبیاری با افزایش بهره‌وری آب می‌تواند در تأمین آب موردنیاز تالاب بین‌المللی هامون مؤثر واقع شود.

۳- تأثیر سناریوهای مختلف کم‌آبیاری بر عملکرد و سود ناخالص زارعین متفاوت خواهد بود.

۱-۷- ساختار پایان‌نامه

در فصل اول پایان‌نامه به کلیاتی در اهمیت موضوع تغییرات اقلیم، اثرات تغییر اقلیم بر منطقه موردمطالعه، استراتژی‌های کم‌آبیاری و افزایش راندمان آبیاری در شرایط محدودیت آبی اشاره شد. در فصل دوم مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه موضوع تحقیق آورده شده است. در فصل سوم، مواد و روش‌ها، فصل چهارم نتایج و بحث، فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات و در انتها منابع استفاده شده ذکر شده است.


فصل دوم
مروری بر مطالعات
انجام شده

۱-۲- مقدمه

گرم‌شدن آب و هوای زمین و تغییر اقلیم یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی جهان است. میانگین درازمدت شرایط متغیر جوی را اقلیم می‌گویند. بارندگی، درجه‌حرارت، رطوبت، تابش خورشید و سرعت باد و پدیده‌هایی نظیر مه، یخبندان و طوفان‌های همراه با رعد و برق از عناصر سازنده موقت هواست. بدین ترتیب، اقلیم در یک منطقه‌ی وسیع و برای زمانی طولانی میانگین کل عناصر یاد شده است، که فراوانی عناصر جوی را نیز توأم با انواع هوا و فراوانی آنها در فصول مختلف مشخص می‌کند. (Bates *et al.*, 2008). تغییرات اقلیمی به طرق مختلف بر اقتصاد کشاورزی و بر منابع آبی کشورها تأثیر می‌گذارد.

۱-۱-۲- مروری بر مطالعات داخلی انجام شده در زمینه تغییرات اقلیم

در این قسمت به بررسی پیشینه‌ای در مورد اثر تغییرات اقلیمی بر منابع آبی پرداخته شده است. بخشی از مطالعات بر پایه مدیریت منابع آب قرار داده شده است. هدف عمده برنامه‌ریزی سیستم‌های منابع آب تبیین گزینه‌های ممکن، طراحی و مدیریت طرح‌های منابع آب و معرفی مناسب‌ترین گزینه و یا ارزیابی جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی آن‌ها است.

انصافی مقدم در سال ۱۳۸۳ طی مطالعه‌ای با استفاده از روش بررسی و ارزیابی آماری آب و هوا نشان داد که حوضه دریاچه نمک واقع در استان قم در چهار دهه اخیر با حرکتی آرام و مداوم به سمت خشکی اقلیم سوق یافته است.

علیزاده و کمالی در سال ۱۳۸۴ به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر افزایش مصرف آب کشاورزی در دشت مشهد پرداختند. بدین منظور، پتانسیل افزایش نیاز آبی در اثر بالارفتن دمای هوا برای محصولات مختلف و در الگو و ترکیب کشت موجود بررسی شد. به طور کلی، افزایش نیاز آبی در این مطالعه تحت سه سناریوی افزایش دما (۲، ۴ و ۶ درجه سانتی‌گراد) بررسی و روش‌های سازگاری با آن به نحوی که مصرف آب کشاورزی در وضعیت کنونی ثابت بماند، مطالعه شدند.

نتایج نشان داد که در صورت افزایش دمای هوا به میزان ۲ درجه سانتی‌گراد نیاز خالص آبیاری با الگو و ترکیب کشت کنونی ۶ درصد نسبت به وضعیت نرمال افزایش خواهد داشت. میزان افزایش نیاز آبی به ازای ۴ و ۶ درجه افزایش دما نیز به ترتیب ۱۱ و ۱۷ درصد برآورد شد.

حجازی زاده و شیرخانی در سال ۱۳۸۴ طی مطالعه‌ای رخداد خشکسالی و دوره‌های کوتاه‌مدت وقوع آن را با بهره‌گیری از دو روش گیبس ماهر[1] و زنجیره مارکف[2] در منطقه خراسان مطالعه کردند. تعیین دقیق مقدار احتمال دو روز خشک متوالی، اختلاف بین احتمالات ساده و اقلیمی وقوع روزهای تر و خشک و نیز فراوانی وقوع دوره‌های خشک از نتایج این مطالعه بوده است.

نجف‌پور در سال ۱۳۸۵ در مطالعه خود به بررسی راهکارهای مقابله با کاهش اثرات تغییرات اقلیمی در کشور پرداخت. نتایج نشان داد که مدیریت ریسک و بحران دو راهکار مهم برای مقابله با اثرات تغییرپذیری و تغییرات اقلیمی می‌باشند و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی نیازمند همکاری جهانی است که پیمان کیوتو[3] نمونه‌ای از این عزم جهانی است. افزون بر آن نتایج نشان داد که خشکی و خشکسالی دو واقعیت انکارناپذیر شرایط جوی کشور ماست که هرگونه برنامه‌ریزی و آینده‌نگری بدون توجه به آن‌ها منجر به شکست خواهد شد.

جعفری در سال ۱۳۸۷ طی تحقیقی عوامل مؤثر بر تغییر اقلیم شامل حداکثر، حداقل و متوسط سالانه دما، میزان روزانه و سالانه نزولات جوی طی ۵۰ سال گذشته در جنگل‌های منطقه خزری ایران را مورد مطالعه قرارداد. نتایج نشان داد که طی نیم قرن گذشته، اقلیم جنگل‌های منطقه خزری گرم‌تر شده است. افزون بر آن، نتایج نشان داد که در برخی از مناطق، از جمله استان‌های گیلان و گلستان درجه حرارت به بیش از یک درجه افزایش یافته است.

1 - Gibbs and Maher
2 - Markov Chain
3 - Kyoto

آبابایی و همکاران در سال ۱۳۹۰ طی مطالعه‌ای، سری زمانی روزانه پارامترهای اقلیمی منطقه رودشت اصفهان را تحت سناریوهای تغییر اقلیم A_2 (۸۵۷ ppm غلظت CO_2 و افزایش دمای ۳/۸ درجه) و B_1 (۵۳۸ ppm غلظت Co_2 و افزایش دمای ۲ درجه) با استفاده از نتایج مدل گردش عمومی برای دوره ۲۰۱۱ تا ۲۰۳۰ میلادی مورد بررسی قرار دادند.. نتایج حاکی از آن بود که در منطقه مورد مطالعه، میانگین بارش سالانه، در طول دوره رشد گیاه و متوسط دمای روزانه تحت هر دو سناریوی تغییر اقلیم افزایش می‌یابد.

۲-۱-۲- مروری بر مطالعات خارجی انجام شده در زمینه تغییرات اقلیم

مارکو و تنسن (Marco and Tanssen, 2004) در مطالعه‌ای با توجه به اثر فعالیت‌های اقتصادی بر روی افزایش گازهای گلخانه‌ای که باعث تغییرات اقلیم می‌شود، مدل‌های پیچیده زیست محیطی را ارائه دادند. نتایج نشان داد که استفاده از تکنیک‌های بهینه‌سازی غیرخطی برای پیداکردن مقدار بهینه مصرف کل در آینده با توجه به محدودیت‌های خاص زیست محیطی، برای کنترل مستمر و پویای این عوامل مؤثر می‌باشند.

زمدزکا (Zmudzka, 2006) در مطالعه‌ای، پیامدهای تغییرات اقلیم را با تأکید بر دوران نامطلوب تولید کشاورزی کشور لهستان طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۵۱ بررسی کرد. نتایج نشان داد که درجه حرارت بالای تابستان به همراه بارندگی نامناسب موجب بروز دوره‌های خشک و همچنین خشکسالی‌های متوالی طی دو دهه آخر قرن بیستم شده و این امر باعث کاهش دوره رشد و در نتیجه کاهش میزان تولید محصول غلات شده است.

ایگلسیاس و همکاران (Iglesias *et al*, 2007) در مطالعه‌ای با استفاده از شاخص مدیریت اقتصادی خشکسالی[1] تحت عدم حتمیت، به سنجش عملکرد مؤسسات عرضه کننده آب در

1 - Economic Drought Management Index (EDMI)

آندولزیا[1] (جنوب اسپانیا)[2] پرداختند. شاخص مورد نظر به وسیله روش بهینه‌سازی تصادفی پویا[3] که مدیریت منبع ذخیره آب را ترسیم می‌کند، محاسبه شد. نتایج نشان دهنده مزیت آن، سهولت محاسبه و گستردگی کاربرد آن است.

فوجیهارا و همکاران (Fujihara *et al*, 2008) در مطالعه‌ای با استفاده از روش‌های گردش عمومی[4] و هیدرولوژی حوضه به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر هیدرولوژی و منابع آب حوضه رود سیحون در ترکیه پرداختند. تحلیل سیستم‌های منابع آب با استفاده از روش سناریوسازی صورت گرفت. نتایج نشان داد علی‌رغم وجود اثرات تغییر اقلیم، در صورت افزایش نیافتن تقاضای آب در آینده، کمبود آب در منطقه وجود نخواهد داشت، اما در صورت افزایش سطح زیرکشت محصولات، کمبود آب به علت کاهش آب‌های سطحی و افزایش تقاضای آب اتفاق خواهد افتاد.

کونر و همکاران (Connor *et al*, 2008) در تحقیقی به تخمین اثر تغییرات اقلیمی بر آبیاری حوضه پایین ماری استرالیا[5] با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی پرداختند. نتایج حاکی از آن است که استراتژی‌های کم‌هزینه برای کاهش دسترسی به آب وجود دارند و در نتیجه هزینه‌های مربوط به این کاهش نسبتاً کم خواهد بود. در سناریوهای تغییر اقلیم شدیدتر، هزینه‌های بیشتری برآورد شده و تغییر از کشت محصولات سالیانه به دائمی در این حالت سودمندتر خواهد بود.

هنسلر و همکاران (Henseler *et al*, 2009) با استفاده از مدل زراعی- اقتصادی[6] و تحت دو سناریوی " آزاد سازی کامل" و "حفاظت کامل"، اثر تغییرات اقلیم بر درآمد کشاورزان منطقه دانوب (جنوب آلمان)[7] را بررسی کردند. نتایج نشان داد که درآمد کشاورزان در سناریو آزادسازی

1 - Andolisa
2 - Andolisa (South Spain)
3 - Dynamic stochastic optimization
4 - General Circulation Models (GCM)
5 -Australia Murray Basin
6- Agro-Economic model
7- Danube