



دانشکده کشاورزی

گروه اقتصاد کشاورزی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته اقتصاد کشاورزی

عنوان

**تأثیر کاهش منابع آب زیرزمینی روی درآمد و الگوی کشت
(مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)**

**Effect of Groundwater Resources Depletion on the Income and
Cropping Pattern
(Case Study: East Azerbaijan Province)**

استاد راهنما

دکتر جواد حسینزاد

استاد مشاور

دکتر باباله حیاتی

پژوهشگر

هادی فرمانیا

بهمن ۱۳۹۳

عنوان پایان‌نامه: تأثیر کاهش منابع آب زیرزمینی روی درآمد و الگوی کشت
(مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)

استاد راهنما: دکتر جواد حسین‌زاد استاد مشاور: دکتر باب‌اله حیاتی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی کشاورزی گرایش: اقتصاد کشاورزی

دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۳/۱۱/۲۰ تعداد صفحه: ۸۸

کلیدواژه‌ها: استان آذربایجان شرقی، الگوی کشت، برنامه‌ریزی پویا، درآمد کشاورزان، منابع آب
زیرزمینی

چکیده

ایران یکی از کشورهای است که در مناطق خشک جهان قرار داشته و آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در توسعه کشاورزی و اقتصادی آن به شمار می‌رود. کاهش سفره‌های آب زیرزمینی و برداشت بی‌رویه آن باعث گردیده در آینده‌ای نزدیک آبی برای برداشت بیشتر وجود نداشته باشد. با توجه به اینکه اثرات تخلیه منابع آب زیرزمینی در طول زمان انباشته می‌شود، زمان به عنوان یک متغیر اساسی در حل مسائل بهینه‌سازی برای چنین منابعی مطرح است و استفاده از مدل‌های پویا را برای چنین مواردی ضروری می‌نماید، بر همین اساس در این مطالعه سعی شده است با تبیین یک مدل برنامه‌ریزی پویا تأثیر افت منابع آب زیرزمینی بر روی درآمد ناخالص کشاورزان و الگوی کشت محصولات عمده در محدوده حوزه آبریز ارومیه در استان آذربایجان شرقی (مناطق عجب‌شیر، آذرشهر و مراغه-بناب) بررسی گردد. دوره برنامه‌ریزی در این مطالعه ۱۰ ساله در نظر گرفته شده است. برای رسیدن به اهداف مورد نظر در این تحقیق با طراحی ۴ سناریوی اصلی که هر کدام از آنها به چند سناریوی فرعی تفکیک شدند، تأثیر تغییرات اقلیمی، تغییر قیمت آب، سهمیه‌بندی برداشت آب از منابع زیرزمینی و سیاست همزمان تغییر قیمت و مقدار آب بر مصرف آب، الگوی کشت و درآمد کشاورزان در مناطق مورد مطالعه بررسی و تحلیل شد. نتایج اعمال سناریوهای اقلیمی نشان داد که مقدار آب استخراج شده از منابع زیرزمینی برای هر سه منطقه در سال معمولی کاهش یافته که به ترتیب منجر به کاهش ۵/۴ درصد، ۱/۹ درصد و افزایش ۸/۳ درصدی درآمد سالانه کشاورزان در مناطق عجب‌شیر، آذرشهر و مراغه-بناب می‌شود. در شرایط خشک‌سالی برای جلوگیری از کاهش بیش از حد حجم آبخوان، مقدار آب بهره‌برداری شده باید کاهش پیدا کند. نتایج اعمال سناریوهای تغییرات قیمت آب زیرزمینی نشان داد که افزایش قیمت آب منجر به کاهش برداشت آب و بهبود حجم آب آبخوان می‌شود، در این سیاست همراه با کاهش مصرف آب، درآمد سالانه کشاورزان منطقه عجب‌شیر، آذرشهر و مراغه-بناب به ترتیب حدود ۴۷، ۴۱ و ۳۱ درصد کاهش پیدا می‌کند. نتایج اعمال سناریوهای سهمیه‌بندی حاکی از آن است که محدودیت میزان برداشت آب برای مناطق عجب‌شیر، آذرشهر و

مراغه-بناب به ترتیب منجر به کاهش ۳۷/۵ درصد، ۲۴ درصد و ۲۰/۲ درصدی درآمد کشاورزان نسبت به وضعیت موجود می‌شود. نتایج اعمال همزمان سیاست‌های افزایش قیمت آب و کاهش سهمیه نشان داد که ذخیره آبخوان افزایش زیادی داشته اما در عوض درآمد کشاورزان کاهش می‌یابد. در منطقه عجب‌شیر کاهش درآمد نسبت به دو منطقه آذرشهر و مراغه-بناب بیشتر می‌باشد. نتایج تغییرات الگوی کشت نیز نشان داد که با بهبود شرایط اقلیمی مقدار آب مصرفی افزایش پیدا کرده و الگوی کشت از محصولات با نیاز آبی پایین به سمت محصولات با نیاز آبی بالا متمایل شده که این امر باعث افزایش درآمد زارعین می‌شود. همچنین نتایج حاکی از آن است که برای اکثر سناریوهایی که با کاهش برداشت آب همراه بودند، الگوی کشت از محصولات پياز، گوجه و سیب‌زمینی (محصولات با نیاز آبی بالا) به سمت محصولات نخود، جو و گندم (محصولات با نیاز آبی پایین) تغییر پیدا کرده و این تغییر الگوی کشت منجر به کاهش درآمد کشاورزان می‌شود. در این راستا از جمله اقداماتی که جهت افزایش درآمد کشاورزان می‌توان انجام داد تعدیل متناسب قیمت محصولات همراه با تغییر قیمت آب می‌باشد. همچنین می‌توان با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های آباندوز و افزایش راندمان مصرف آب در حفظ منابع آبی اقدامات مفیدی انجام داد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: کلیات

- ۱-۱ مقدمه..... ۲
- ۲-۱ بیان مسئله..... ۳
- ۳-۱ ضرورت تحقیق..... ۶
- ۴-۱ اهداف تحقیق..... ۹
- ۵-۱ سؤالات تحقیق..... ۹
- ۶-۱ سازماندهی تحقیق..... ۱۰

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه تحقیق

- ۱-۲ مقدمه..... ۱۲
- ۲-۲ موجودیت آب در کره زمین..... ۱۲
- ۳-۲ وضعیت منابع آب در ایران..... ۱۳
- ۵-۲ اهمیت آب‌های زیرزمینی..... ۱۶
- ۱-۵-۲ مناطق ممنوعه و غیرممنوعه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در استان آذربایجان شرقی..... ۱۸
- ۶-۲ مروری بر مطالعات انجام شده..... ۱۹
- ۱-۶-۲ مطالعات داخلی..... ۱۹
- ۲-۶-۲ مطالعات خارجی..... ۲۱
- ۷-۲ چارچوب نظری..... ۲۶
- ۱-۷-۲ مدل دو دوره‌ای تخصیص منابع آب زیرزمینی..... ۲۷
- ۲-۷-۲ مدل چند دوره‌ای تخصیص منابع آب زیرزمینی..... ۳۱

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۳ مقدمه..... ۳۶
- ۲-۳ مدل عمومی برنامه‌ریزی پویا..... ۳۶
- ۳-۳ الگوی تجربی..... ۳۹
- ۴-۳ جامعه آماری و اطلاعات و آمار مورد نیاز..... ۴۲

۴۳-۵ ویژگی‌های مناطق مورد مطالعه..... ۴۳

فصل هفتم: نتایج بحث

۴۸-۱-۴ مقدمه..... ۴۸

۴۸-۲-۴ نتایج آمار توصیفی سطح زیرکشت و عملکرد محصولات در محدوده‌های مورد مطالعه..... ۴۸

۵۰-۳-۴ نتایج بررسی بیلان آب زیرزمینی و درآمد کشاورزان در محدوده‌های مورد مطالعه..... ۵۰

۵۱-۴-۴ نتایج حل الگوی تجربی برنامه‌ریزی پویا..... ۵۱

۵۴-۵-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس سناریوهای تغییرات اقلیمی..... ۵۴

۵۴-۱-۵-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس سناریوی تغییرات اقلیمی در منطقه عجب‌شیر..... ۵۴

۵۶-۲-۵-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس سناریوی تغییرات اقلیمی در منطقه آذرشهر..... ۵۶

۵۸-۳-۵-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس سناریوی تغییرات اقلیمی در منطقه مراغه-بناب..... ۵۸

۵۹-۶-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس سناریوهای تغییرات قیمت آب زیرزمینی..... ۵۹

۵۹-۱-۶-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس سناریوهای قیمت آب زیرزمینی در منطقه عجب‌شیر..... ۵۹

۶۲-۲-۶-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی بر اساس سناریوی تغییرات قیمت آب زیرزمینی در منطقه آذرشهر..... ۶۲

۶۵-۳-۶-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی بر اساس سناریوی تغییرات قیمت آب زیرزمینی در منطقه مراغه-بناب..... ۶۵

۶۸-۷-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس سناریوهای سهمیه‌بندی آب زیرزمینی..... ۶۸

۶۸-۱-۷-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی بر اساس سناریوهای سهمیه‌بندی آب زیرزمینی در منطقه عجب‌شیر..... ۶۸

۶۹-۲-۷-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی بر اساس سناریوهای سهمیه‌بندی آب زیرزمینی در منطقه آذرشهر..... ۶۹

۷۰-۳-۷-۴ نتایج الگوی برنامه‌ریزی بر اساس سناریوهای سهمیه‌بندی آب زیرزمینی در منطقه مراغه-بناب..... ۷۰

۷۱-۸-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس سناریوهای همزمان تغییر قیمت آب و سهمیه‌بندی..... ۷۱

۷۲-۱-۸-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی بر اساس سناریوی همزمان قیمت آب و سهمیه‌بندی در منطقه عجب‌شیر..... ۷۲

۷۳-۲-۸-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی بر اساس سناریوی همزمان قیمت آب و سهمیه‌بندی در منطقه آذرشهر..... ۷۳

۷۵-۹-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس نرخ تنزیل اجتماعی..... ۷۵

۷۶-۱-۹-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی بر اساس نرخ تنزیل اجتماعی در منطقه عجب‌شیر..... ۷۶

۷۷-۲-۹-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس نرخ تنزیل اجتماعی در منطقه آذرشهر..... ۷۷

۷۸-۳-۹-۴ نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی پویا بر اساس نرخ تنزیل اجتماعی در منطقه مراغه-بناب..... ۷۸

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۱-۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۸۱

فهرست منابع ۸۴

فهرست جداول داخل متن

عنوان	صفحه
جدول (۱-۲): مقادیر تخمینی آب موجود در جهان	۱۳
جدول (۲-۲): دشت‌های ممنوعه استان آذربایجان شرقی.....	۱۸
جدول (۳-۲): دشت‌های غیرممنوعه استان آذربایجان شرقی	۱۹
جدول (۱-۴): سطح زیرکشت و عملکرد محصولات عمده شهرستان عجب‌شیر از سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۱.....	۴۸
جدول (۲-۴): سطح زیرکشت و عملکرد محصولات عمده شهرستان آذرشهر از سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۱.....	۴۹
جدول (۳-۴): سطح زیرکشت و عملکرد محصولات عمده شهرستان‌های مراغه-بناب از سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۱.....	۴۹
جدول (۴-۴): تأثیر سناریوهای تغییرات اقلیمی بر بیلان آب، الگوی کشت و ارزش فعلی بازده ناخالص کشاورزان در منطقه عجب‌شیر.....	۵۶
جدول (۵-۴): تأثیر سناریوهای تغییرات اقلیمی بر بیلان آب، الگوی کشت و ارزش فعلی بازده ناخالص کشاورزان در منطقه آذرشهر.....	۵۷
جدول (۶-۴): تأثیر سناریوهای تغییرات اقلیمی بر بیلان آب، الگوی کشت و ارزش فعلی بازده ناخالص کشاورزان در منطقه مراغه-بناب	۵۸
جدول (۷-۴): تأثیر سناریوهای قیمت‌گذاری آب زیرزمینی بر بیلان آب، الگوی کشت و بازده ناخالص کشاورزان در منطقه عجب‌شیر	۶۱
جدول (۸-۴): تأثیر سناریوهای قیمت‌گذاری آب زیرزمینی بر بیلان آب، الگوی کشت و بازده ناخالص کشاورزان در منطقه آذرشهر.....	۶۴
جدول (۹-۴): تأثیر سناریوهای قیمت‌گذاری آب زیرزمینی بر بیلان آب، الگوی کشت و بازده ناخالص کشاورزان در منطقه مراغه-بناب.....	۶۷
جدول (۱۰-۴): تأثیر سناریوهای سهمیه‌بندی آب زیرزمینی بر منابع آب، الگوی کشت و بازده ناخالص کشاورزان در منطقه عجب‌شیر.....	۶۸
جدول (۱۱-۴): تأثیر سناریوهای سهمیه‌بندی آب زیرزمینی بر بیلان آب، الگوی کشت و بازده ناخالص کشاورزان در منطقه آذرشهر	۷۰
جدول (۱۲-۴): تأثیر سناریوهای سهمیه‌بندی آب زیرزمینی بر بیلان آب، الگوی کشت و بازده ناخالص کشاورزان در منطقه مراغه-بناب ..	۷۱
جدول (۱۳-۴): نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی ریاضی بر اساس سناریوهای همزمان قیمت و مقدار آب در منطقه عجب‌شیر	۷۳
جدول (۱۴-۴): نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی ریاضی بر اساس سناریوهای همزمان قیمت و مقدار آب در منطقه آذرشهر.....	۷۴
جدول (۱۵-۴): نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی ریاضی بر اساس سناریوهای همزمان قیمت و مقدار آب در منطقه مراغه-بناب.....	۷۵
جدول (۱۶-۴): نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی ریاضی با لحاظ نرخ تنزیل خصوصی و اجتماعی در منطقه عجب‌شیر.....	۷۶
جدول (۱۷-۴): نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی ریاضی با لحاظ نرخ تنزیل خصوصی و اجتماعی در منطقه آذرشهر.....	۷۸
جدول (۱۸-۴): نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی ریاضی با لحاظ نرخ تنزیل خصوصی و اجتماعی در منطقه مراغه-بناب.....	۷۹

فهرست نمودارهای داخل متن

عنوان	صفحه
نمودار (۱-۲) : روندافزایش جمعیت کشور در طی مدت ۸۰ سال گذشته	۱۴
نمودار (۲-۲) : روند کاهش سرانه آب تجدیدپذیر کشور	۱۵
نمودار (۳-۲) : مدل تخصیص دو دوره‌ای منبع آب در حالت عدم تخلیه منبع در پایان سال دوم	۲۸
نمودار (۴-۲) : مدل تخصیص دو دوره ای منبع آب در حالت تخلیه کامل منبع در پایان سال دوم	۲۹
نمودار (۱-۴) : منحنی استخراج آب زیرزمینی منطقه عجب‌شیر به ازای تغییرات قیمت آب زیرزمینی	۶۰
نمودار (۲-۴) : منحنی تغییرات حجم آبخوان منطقه عجب‌شیر به ازای تغییرات قیمت آب زیرزمینی	۶۰
نمودار (۳-۴) : منحنی استخراج آب زیرزمینی منطقه آذرشهر به ازای تغییرات قیمت آب زیرزمینی	۶۳
نمودار (۴-۴) : منحنی تغییرات حجم آبخوان منطقه آذرشهر به ازای تغییرات قیمت آب زیرزمینی	۶۳
نمودار (۵-۴) : منحنی استخراج آب زیرزمینی منطقه مراغه-بناب به ازای تغییرات قیمت آب زیرزمینی	۶۶
نمودار (۶-۴) : منحنی تغییرات حجم آبخوان منطقه مراغه-بناب به ازای تغییرات قیمت آب زیرزمینی	۶۶

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت جهان و در نتیجه تأمین نیازهای غذایی آن‌ها، سبب شده تا فعالیت‌های کشاورزی نیز رو به افزایش باشد. انجام چنین فعالیت‌هایی به منابع متنابهی از آب وابسته است از طرفی پیش‌بینی‌های سازمان ملل نشان‌دهنده آن است که تا سال ۲۰۵۰ میلادی محدودیت منابع آبی، اصلی‌ترین موضوع مورد بحث جهانی خواهد بود؛ زیرا تا آن زمان جمعیت جهان به مرز ۹/۴ میلیارد نفر خواهد رسید و در نتیجه تأمین آب، مواد غذایی و حفظ محیط زیست، مهم‌ترین دغدغه رهبران کشورها خواهد بود (وزارت نیرو، ۱۳۸۶). این وضعیت برای ایران نیز که در کمربند خشک آب و هوایی جهان قرار دارد، هشداردهنده‌تر است. متوسط بارندگی ایران ۲۵۰ میلی‌متر است که در مقایسه با متوسط بارندگی جهان (۷۵۰ میلی‌متر) خیلی پایین است. از طرف دیگر پراکندگی نامتناسب زمانی و مکانی ریزش‌های جوی با نیازهای کشاورزی و زمان‌های پرمصرف آبی (حداقل ۷۴ میلی‌متر در مناطق کویری و ۸۴۰ میلی‌متر در بعضی مناطق غرب و شمال کشور) مشکل را حادتر می‌کند (حسین‌زاد و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین می‌توان گفت کشور ایران با قرار گرفتن در منطقه خشک جهان از جمله مناطق کم‌آب به شمار می‌رود. کم بودن میزان بارندگی در ایران و همچنین توزیع نامناسب آن باعث شده است آب به عنوان مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین نهاده تولیدی در اغلب مناطق کشاورزی ایران شناخته شود (حسین‌زاد، ۱۳۸۳). در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای جهان برداشت آب از منابع زیرزمینی از میزان تغذیه سالیانه آن‌ها بیشتر شده است که این امر به معنای استخراج و استفاده از آبی است که در طول هزاران سال در لایه‌های آبدار زمین ذخیره شده است. با این کار سطح آب‌های زیرزمینی روز به روز افت کرده و سرانجام به جایی خواهد رسید که آبی برای استخراج وجود نخواهد داشت. در همین راستا رتبه‌های اول تا سوم

برداشت بیش از حد منابع زیرزمینی آب در سال ۲۰۰۵ به ترتیب به چین، هند و ایران اختصاص داشته است (براون و همکاران^۱، ۲۰۰۷).

از طرف دیگر افزایش تقاضا و عرضه‌ی محدود آب، عدم تعادل منابع را در بسیاری از دشت‌های کشور به دنبال داشته و ضرورت استفاده از سیاست‌های کارآمد مدیریت آب را مطرح ساخته است. این سیاست‌ها باید بگونه‌ای طراحی شود که نه تنها بر تولیدات کشاورزی و درآمد زارعین اثر منفی نگذارد که حتی‌الامکان با افزایش بهره‌وری آب، تولیدات بخش کشاورزی و درآمد زارعین افزایش یابد و مصرف آب تا رسیدن به تعادل منطقی، تعدیل شود. بنابراین چالش عمده‌ای که بخش کشاورزی با آن روبروست، این است که نه تنها باید مصرف آب را کاهش دهد که همزمان باید تولید بیشتری را عرضه نماید و درآمد بالاتری را برای زارعین ایجاد نماید (سلطانی و زیبایی، ۱۳۹۰).

به هر حال اهمیت بالای منابع آب و روش‌های نادرست و غیر علمی برداشت و مصرف آن، سبب شده تا تلاش‌های بسیاری برای یافتن یک برنامه بهینه در استفاده از این منابع انجام گیرد (پانگ کیچ‌ووراسین و همکاران^۲، ۲۰۰۸). به همین جهت در ادبیات اقتصادی جهان، کاربرد رهیافت‌های بهینه‌سازی پویا برای ایجاد مدیریت بهینه در استفاده از منابع طبیعی، بخصوص برای آب‌های زیرزمینی، رایج می‌باشد (جوادی، ۱۳۸۹).

۱-۲ بیان مسئله

بخش کشاورزی در ایران بر اساس آمار موجود به عنوان اصلی‌ترین مصرف‌کننده آب بوده و بیش از ۹۰ درصد آب قابل استحصال در این بخش مصرف می‌شود. بنابراین، مسائل پایداری منابع آب و مشکلات بوجود آمده در این زمینه بیش از هر بخش دیگر متوجه بخش کشاورزی بوده و پایداری آن را با مشکل مواجه می‌سازد. کمبود آب و پایین آمدن میزان آب قابل استحصال به

1 Brown et al

2 Pongkijvorasin et al

دلایلی از قبیل ضعیف بودن مدیریت این منابع، عدم تعریف درست مسئله کمبود آب و نبود دیدگاه بلندمدت در نزد مصرف‌کننده‌ها باعث شده است که در ایران علی‌رغم نیاز مبرمی که به پیشرفت کشاورزی برای نزدیک شدن به اهداف توسعه و برآورده ساختن نیاز غذایی جمعیت رو به رشد کشور وجود دارد، با مشکلات عدیده‌ای روبرو شویم. آثار منفی ناشی از عدم بهره‌برداری مناسب از منابع آب، کاهش چشمگیر و کمبود این منابع بر روی درآمد، تولید و بازدهی در بخش کشاورزی نه تنها باعث دلسرد شدن کشاورزان و ناامیدی آن‌ها به آینده و ایجاد مشکلات مالی فراوان برای آن‌ها گردیده، بلکه اقتصاد کشور را نیز در استفاده کامل از این بخش برای دستیابی به توسعه محروم ساخته است (حسین‌زاد، ۱۳۸۳).

منابع تأمین‌کننده نیاز آبی بخش کشاورزی به دو دسته منابع آب سطحی و زیرزمینی تقسیم می‌شود. در بهره‌برداری از این منابع توجه به این نکته ضروری است که هیچ یک از منابع فوق به تنهایی نمی‌تواند پاسخگوی نیازهای آبی بخش کشاورزی کشور باشد. عرضه تصادفی منابع آب سطحی موجب می‌شود که این منابع نتواند به عنوان منبع مطمئنی برای تأمین آب مورد نیاز برای آبیاری محصولات کشاورزی به شمار آید. لذا منابع آب زیرزمینی علاوه بر افزایش عرضه آب، نقش تثبیت‌کننده عرضه آن را نیز دارد (تسور^۱، ۱۹۹۰).

یکی از واقعیت‌های مهم در بیشتر دشتهای کشور این است که اگر بهره‌برداران مقدار استخراج خود را از آب‌های زیرزمینی کاهش ندهند، امکان دارد کل کشاورزی در آن منطقه به خطر افتد، آگاهی از این شرایط، کشاورزان و دولت را نسبت به آینده کشاورزان نگران کرده است و به همین دلیل طرح‌هایی در جهت مدیریت عرضه و تقاضای آب مطرح شده است. مطالعات اولیه درباره مدیریت آب زیرزمینی از مدل‌های هیدرولوژیکی ساده شروع شده است. با پیشرفته‌تر شدن مدل‌های هیدرولوژیکی، مدل برنامه‌ریزی خطی پویا^۲ برای نخستین بار از سوی لافتزگارد و هیدی^۳

1 Tsur

2 Dynamic Linear programming

3 Loftsgard and Heady

(۱۹۵۹) برای این منظور استفاده شده است. آن‌ها این مدل را برای برنامه‌ریزی تولید و رشد مزرعه در طول زمان به کار بردند و با توجه به فعالیت‌های مختلف تولید و هزینه‌ها، ارزش حال درآمدهای خالص واحد کشاورزی را حداکثر نمودند. از دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان از مطالعات بارت^۱ (۱۹۶۴ و ۱۹۶۶)، براون و داکن^۲ (۱۹۷۲)، براون^۳ (۱۹۷۴)، ماتانگا و مارینو^۴ (۱۹۷۹)، پرونچر^۵ (۱۹۹۳) و قریشی^۶ (۲۰۰۶) نام برد که اهداف مختلفی از قبیل حداکثرسازی رفاه اجتماعی، حداکثرسازی بازده فعالیت‌های کشاورزان، حداقل‌سازی هزینه‌های برداشت آب و کنترل بهینه استخراج منابع آب زیرزمینی را دنبال نمودند. از این رو استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی پویا برای مطالعه منابع آب زیرزمینی در سال‌های اخیر جایگاه خاصی در ادبیات اقتصادی برخوردار بوده و دامنه استفاده از آن در مطالعات اقتصادی مربوط به منابع آب زیرزمینی گسترش می‌یابد.

همانطور که اشاره شد بیشتر دشت‌های کشور از نظر منابع آب زیرزمینی در وضعیت مناسبی نمی‌باشند. در واقع به علت برداشت بیش از حد این منابع و عدم مدیریت صحیح آن‌ها، سطح بیشتر سفره‌های آب زیرزمینی افت زیادی داشته است. بررسی آب‌های زیرزمینی در دشت‌ها و آبخوان‌های استان آذربایجان شرقی نشان می‌دهد که تخلیه کل سالانه از منابع آب زیرزمینی استان حدود ۱۳۳۱/۹۸ میلیون مترمکعب در سال است. میانگین نوسانات سطح ایستایی در آبخوان‌های استان، سالانه ۱۶ سانتیمتر کاهش داشته و بررسی تغییرات حجم مخزن سالانه آبخوان‌ها در استان نشان از کاهش ۳۳/۷ میلیون مترمکعب در سال دارد. (سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی، ۱۳۸۸).

با توجه به وضعیت نامناسب منابع آب زیرزمینی در استان آذربایجان شرقی و بدلیل

گسترش سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا و برداشت‌های بی‌رویه در سال‌های اخیر، ارتفاع

1 Burt

2 Brown and Deacon

3 Brown

4 Matanga and Marino

5 Provencher

6 Qureshi

سطح آب در سفره‌های دشت‌های این استان به شدت کاهش یافته و منابع آب زیرزمینی با خطر جدی تخریب مواجه گردیده است. این وضعیت موجب شده است که اثرات سوئی هم بر تولیدات کشاورزی منطقه تحمیل شود. در این راستا مطالعه حاضر سعی دارد که اثرات کاهش منابع آب زیرزمینی را بر روی برخی ویژگی‌های مهم اقتصادی، کشاورزی و هیدرولوژیکی بخصوص درآمد و سطح زیرکشت محصولات عمده و میزان مصرف آب از منابع زیرزمینی در استان آذربایجان شرقی بررسی کرده و با توجه به نتایج حاصله راهکارهایی را برای استفاده بهینه از منابع آب زیرزمینی و جلوگیری از تخریب این منابع ارائه نماید. البته با توجه به وسعت زیاد استان آذربایجان شرقی و اینکه این استان خود شامل چند حوزه آبریز می‌باشد، انجام مطالعه در همه این حوزه‌ها از اختیار یک پایان‌نامه کارشناسی ارشد خارج می‌باشد. به همین دلیل از میان سه حوزه آبریز ارس، سفیدرود و ارومیه که در استان آذربایجان شرقی قرار دارد حوزه آبریز دریاچه ارومیه به عنوان جامعه آماری مطالعه انتخاب شد. با توجه به اهمیت حوزه دریاچه ارومیه و وضعیت چند سال اخیر آن و همچنین نقش و اهمیت آب‌های زیرزمینی در این حوزه، انجام مطالعه حاضر و مطالعات مشابه ضروری به نظر می‌رسد. محدوده‌های مطالعاتی عجب‌شیر، شیرامین، آذرشهر، تبریز (دامنه‌های شمالی، سهند، سفیدان، قوریگل)، شبستر-صوفیان، تسوج، میاندوآب (ملکان)، مراغه-بناب، بیلوردی-دوزدوزان (هریس)، بستان‌آباد، سراب و جزایر اسلامی در حوزه دریاچه ارومیه قرار دارند که از میان آن‌ها، سه محدوده مطالعاتی عجب‌شیر (جزء مناطق بحرانی)، آذرشهر (جزء مناطق نیمه بحرانی) و مراغه-بناب (جزء مناطق غیربحرانی) به عنوان مناطق نمونه انتخاب شدند.

۳-۱- ضرورت تحقیق

مدیریت منابع آب از اهمیت بسیار بالایی در توسعه کشاورزی برخوردار است. از سه دیدگاه، آب نقش کلیدی در توسعه پایدار دارد. نخست آنکه همچون یک محصول نهایی به مصرف می‌رسد. دوم آنکه، آب یک عنصر ورودی مهم در بسیاری از کسب و کارها می‌باشد. سومین دلیل این اهمیت، نقش کلیدی آب در زیست جانداران بر روی کره خاکی است. توسعه پایدار اجتماعی-

اقتصادی در کشورهای کم‌آب به میزان آب در دسترس و کاهش کیفیت آب محدود می‌گردد. کم-توانی در زمینه مدیریت منابع می‌تواند برنامه‌های توسعه‌ای را در بخش‌های گوناگون اقتصاد با ریسک بالایی روبرو سازد. شاید به دلیل همین نقش کلیدی آب در توسعه پایدار است که برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، آب را دارای ارزش ذاتی و سرمایه‌ای برای بهره‌برداری دانسته است. در چند سال گذشته، کمبود آب یک مسئله جدی در ایران بوده است. با وجود آنکه آمارهای سازمان آب منطقه‌ای در بسیاری از استان‌ها گواه ناکافی بودن منابع آب زیرزمینی و بیانگر کاهش روزافزون و کمبود آب‌های سطحی است، اما مصرف آب در بخش کشاورزی هنوز نیز ناکارآمد و اصراف‌گرایانه است و با هرزرفت فراوان همراه می‌باشد (سلیمی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۲).

ایران یکی از کشورهای است که در زمینه‌ی تولید محصولات کشاورزی و باغی دارای مزیت نسبی است و بخش قابل توجهی از این محصولات با استفاده از منابع آب‌های زیرزمینی تولید می‌شوند، به همین جهت تداوم وضعیت جاری و قبلی در خصوص برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی باعث می‌شود که به تدریج سطح آب‌های زیرزمینی افت کرده و در آینده‌ای نزدیک آبی برای برداشت وجود نداشته باشد. از این رو اتخاذ سیاست‌هایی برای جلوگیری از برداشت بی‌رویه منابع آب زیرزمینی و اصلاح رویه‌های گذشته، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. کاهش بارش، تداوم خشک‌سالی در طی سال‌های متمادی و برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی از جمله مواردی است که بخش آب را با چالش جدی مواجه کرده است (فتحی و زیبایی، ۱۳۸۹ الف).

بر اساس گزارش وزارت نیرو در سال ۱۳۸۶، میزان تغذیه منابع آب زیرزمینی معادل ۵۶/۵ میلیارد مترمکعب، ولی برداشت معادل ۶۱/۳ میلیارد مترمکعب بوده است. بنابراین سالانه ۴/۸ میلیارد مترمکعب اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی در سطح کشور وجود دارد. بطوریکه در اکثر نواحی کشور سطح سفره‌های زیرزمینی به شدت افت نموده و باعث بوجود آمدن خسارت جبران‌ناپذیری به منابع آب زیرزمینی کشور شده است (وزارت نیرو، ۱۳۸۷). آمارها حاکی از آن است که

بیش از نیمی از حجم برداشتی منابع آب زیرزمینی، توسط چاه‌های سراسر کشور انجام می‌گردد. مجموع تخلیه آب‌های زیرزمینی توسط چاه و چشمه و قنات حدود ۸۰ میلیارد مترمکعب در سال است. سهم تخلیه آبخوان‌ها توسط چاه‌ها ۶۲ درصد، قنات ۹ درصد و چشمه‌ها ۲۹ درصد است. این درحالیست که متوسط ریزش‌های جوی سالانه در سطح کشور ۴۱۱ میلیارد مترمکعب است که تنها ۱۳۰ میلیارد مترمکعب آن (معادل ۳۱/۶ درصد) جزء منابع تجدیدپذیر محسوب می‌شود. تعداد کل دشت‌های کشور ۶۰۹ عدد است که از این تعداد، ۳۲۱ عدد آزاد هستند. افزایش برداشت بی‌رویه باعث تغییر دشت‌ها از آزاد به ممنوعه شده است. روند افزایش تعداد دشت‌های ممنوعه از ۱۹۹ مورد در سال ۸۰ به ۲۹۱ دشت در سال ۹۰، نشان‌دهنده وضعیت نامناسب منابع دشت‌هاست (دفتر مطالعات آب‌های زیرزمینی وزارت نیرو، ۱۳۹۰).

روند فزاینده تعداد چاه‌ها نشان می‌دهد که تعداد چاه‌های کشور از حدود ۵ هزار حلقه در سال ۱۳۴۴ به حدود ۴۳۰ هزار حلقه در سال ۱۳۸۹ رسیده است. این روند افزایشی در ۱۵ سال اخیر سرعت بیشتری به خود گرفته است بطوریکه طی سه دوره پنج ساله از نظر تعداد به ترتیب ۱۵/۹، ۳۵/۸ و ۱۰/۲ درصد و از نظر حجم تخلیه نیز به ترتیب ۵/۱، ۱۰/۴ و ۹/۷ درصد رشد داشته است. با زیاد شدن تعداد چاه‌ها، میزان تخلیه آب از منابع زیرزمینی توسط آن‌ها نیز افزایش یافته است. بطوریکه میزان برداشت از این منابع در سال ۱۳۴۴ حدود ۱ میلیارد بود که به حدود ۸۰ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۸۹ رسیده است. از بررسی تغییر حجم آبخوان‌ها از سال ۱۳۴۳ تا ۱۳۸۹ نتیجه گرفته می‌شود که به طور متوسط در هر سال حدود ۲۰۶۵ میلیون مترمکعب در آبخوان‌ها کاهش حجم وجود داشته است، همچنین تغییرات سطح آب زیرزمینی در همین سال‌ها نشان دهنده حدود ۴۰ سانتی متر افت در هر سال است (دفتر مطالعات آب‌های زیرزمینی وزارت نیرو، ۱۳۹۰).

توازن میان تغذیه و برداشت منابع زیرزمینی اهمیت زیادی دارد. اگر میزان تخلیه سفره-های آب زیرزمینی در هر دوره بهره‌برداری بیشتر از میزان تغذیه آن‌ها باشد، موجب برهم خوردن

تعادل سیستم و کاهش ذخیره سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود که در نهایت تخریب سفره آب زیرزمینی را در پی خواهد داشت؛ لذا برای جلوگیری از این امر، بکارگیری مناسب از منابع زیرزمینی بسیار ضروری است. میزان استفاده از منابع آب سطحی و زیرزمینی در هر منطقه ارتباط مستقیم با آب مورد نیاز برای آبیاری محصولات کشاورزی در آن منطقه دارد. تنوع گیاهانی که کشت می‌شود و سطح زیر کشت آن‌ها تعیین‌کننده مقدار آبی است که برای مصارف آبیاری از جریان‌های سطحی برداشت و یا از سفره‌های آب زیرزمینی استخراج می‌گردد؛ به عبارت دیگر، میزان آب آبیاری با توجه به الگوی کشت منطقه تعیین می‌شود. توجه به پایداری منابع آب بدون تغییر در الگوی کشت منطقه موجب می‌شود آب کمتری برای مصارف کشاورزی در دسترس باشد و در نتیجه سطح زیرکشت محصولات کاهش یابد. کاهش سطح زیرکشت موجب کاهش تولید و درآمد بخش کشاورزی در منطقه خواهد شد. در این باره می‌توان با توجه به میزان آب برداشت شده، الگوی کشت جدیدی در منطقه طراحی و بدون کاهش در سطح زیرکشت، ترکیب بهینه‌ای از محصولات را کشت نمود. به طور خلاصه می‌توان گفت که استفاده بهینه از منابع آب سطحی و زیرزمینی در هر منطقه ممکن است باعث تغییر در الگوی کشت آن منطقه شود (باریکانی و همکاران، ۱۳۹۱)

۴-۱ اهداف تحقیق

بررسی کاهش منابع آب زیرزمینی بر روی درآمد و سطح زیرکشت محصولات عمده کشاورزی حوزه آبریز دریاچه ارومیه واقع در استان آذربایجان شرقی به عنوان هدف اصلی مطالعه حاضر در نظر گرفته شده است. همچنین بررسی تأثیر کاهش منابع آب زیرزمینی بر روی مقدار آب مصرفی کشاورزی در مناطق مورد مطالعه از دیگر اهداف تحقیق حاضر می‌باشد.

۵-۱ سؤالات تحقیق

در مطالعه حاضر سعی می‌شود به سؤالات زیر پاسخ داده شود:

الف- کاهش منابع آب زیرزمینی چه تأثیری بر درآمد کشاورزان حوزه آبریز دریاچه ارومیه واقع در استان آذربایجان شرقی داشته است؟

ب- کاهش منابع آب زیرزمینی چه تأثیری بر سطح زیرکشت محصولات عمده (الگوی کشت) حوزه آبریز دریاچه ارومیه واقع در استان آذربایجان شرقی داشته است؟

ج- کاهش منابع آب زیرزمینی چه تأثیری بر روی مقدار آب مصرفی کشاورزی در حوزه آبریز دریاچه ارومیه واقع در استان آذربایجان شرقی داشته است؟

۱-۶ سازمان‌دهی تحقیق

این تحقیق در پنج فصل سازمان‌دهی شده است. بعد از مرور کلیات تحقیق در فصل اول که شامل مقدمه و ضرورت تحقیق، بیان مسئله، اهداف و سؤالات تحقیق می‌باشد، در فصل دوم مروری بر ادبیات پژوهش (مبانی نظری و پیشینه تحقیق) صورت گرفته است. در فصل سوم پس از معرفی مدل برنامه‌ریزی عمومی پویا به الگوی تجربی و ویژگی‌های مناطق مورد مطالعه پرداخته می‌شود. فصل چهارم دو بخش نتایج آمار توصیفی و استنباطی را شامل می‌شود که در بخش اول به تشریح مهم‌ترین متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه پرداخته می‌شود. بخش دوم نیز شامل نتایج استنباطی حاصل از حل الگوی برنامه‌ریزی پویا می‌باشد و در نهایت فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادها را در بر می‌گیرد.

مبانی نظری و

روش تحقیق

۲-۱ مقدمه

در این فصل ابتدا توضیحی از وضعیت منابع آب، وضعیت کشاورزی ایران و جهان و اهمیت آب‌های زیرزمینی داده شده است. پس از آن به مرور مطالعات داخلی و خارجی پرداخته شده و در قسمت چارچوب نظری تحقیق، به مدل‌های برنامه‌ریزی ایستا و پویا اشاره شده و تخصیص منابع آب زیرزمینی در قالب مدل‌های دو دوره‌ای و چند دوره‌ای تشریح شده است.

۲-۲ موجودیت آب در کره زمین

حجم کل آب‌های موجود در کره زمین رقمی نسبتاً زیاد و در حدود ۱,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر مکعب تخمین زده شده است، که ۹۷ درصد این آب‌ها در دریاها و اقیانوس‌ها، حدود ۲ درصد بصورت یخچال‌ها در مناطق قطبی تجمع یافته است و تنها یک درصد از آب موجود در جهان ممکن است برای استفاده مستقیم در اختیار انسان قرار گیرد. بعلاوه از این یک درصد نیز همانطور که در جدول ۱-۲ نشان داده شده است، بخش زیادی در اعماق زمین بوده که استخراج آن مشکل و از دسترس انسان دور است. بیشترین حجم آب‌های شیرین موجود در جهان (حدود ۷۰ درصد) بصورت یخ در مناطق قطبی و یخچال‌های کوهستانی متمرکز است. بعد از یخ‌های قطبی بالاترین درصد حجم آب‌های شیرین مربوط به آب‌های زیرزمینی است (۳۰ درصد). البته تمام آب‌های زیرزمینی شیرین نیستند و تقریباً تمام آب‌هایی که در عمق بیش از ۵۰۰ متری قرار دارند به نوعی شور و غیر قابل استفاده‌اند (علیزاده، ۱۳۸۲).