مدیریت آب و آبیاری
(نشریه علمی)
دوره ۱۰ ■ شماره ۲ ■ پاییز ۱۳۹۹
صفحه‌های ۳۶۳-۳۴۷

مقاله پژوهشی:

بررسی نقش بازار در تخصیص بهینه آب در دشت شازند

مجید کارخانه[۱]، احمد سرلک[۲*]، کامبیز هژبر کیانی[۳]
۱. دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.
۲. استادیار، گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.
۳. استاد، گروه اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۱۷

چکیده
کمبود منابع آب یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریت آب در کشور است. این چالش با توجه به افزایش روزافزون تقاضا به‌دلیل رشد جمعیت و توسعه بخش کشاورزی بیش‌تر اهمیت می‌یابد. تلقی از آب به‌عنوان یک کالای باارزش ودارای قیمت واقعی، می‌تواند راه مناسب مصرف و مشوقی برای ذخیره و حفاظت آن را فراهم کند. هدف این مقاله بررسی نقش بازار در تخصیص بهینه آب در دشت شازند است. تغییرات سطح زیرکشت محصولات آبی و سود ناخالص در دو حالت (وجود بازار آب و عدم وجود بازار آب) در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ با استفاده از نرم‌افزار گمز[۱] و به‌روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت محاسبه و مقایسه گردید. داده‌های موردنیاز به‌صورت کتابخانه‌ای از سازمان آب منطقه‌ای، جهاد کشاورزی و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان‌مرکزی تهیه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که برقراری بازار آب، تأثیر مثبت ٤/۳۳ درصدی در سود ناخالص کشاورزان منطقه خواهد داشت. هم‌چنین کشت محصولاتی نظیر گندم، جو، لوبیا چیتی، نخود، لوبیای سفید و عدس سودآوری بیش‌تری برخوردار هستند و می‌توانند سطح زیرکشت بیش‌تری را به‌خود اختصاص دهند. براساس نتایج، پیشنهاد می‌شود جهت مدیریت بهینه تقاضای آب در اراضی‌شازند، بستر لازم برای شکل‌گیری بازار آب فراهم گردد و کشاورزان منطقه باید محصولات صادرات‌گرا و تجاری مانند لوبیای چیتی، لوبیای سفید، نخود و عدس و ... را که از سودآوری بیش‌تری برخوردار است را جایگزین محصولات با مصرف بالای آب و سود پایین کنند.

کلیدواژه‌ها: بازار آب، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، سود ناخالص، منطقه شازند.

The role of market in optimum allocation of water in Shazand plain

Majid Karkhaneh[1], Ahmad Sarlak[2*], Kambiz Hozhbar Kiani[3]
1. Ph.D. Candidate in Economics, Department of Economic Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Economic Arak Branch, Islamic Azad University Arak, Iran.
3. Professor, Department of Economics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
Received: August 15, 2020 Accepted: October 08, 2020

Abstract
Lack of water resources is one of the most important challenges in water management in the country, which is becoming more important due to increasing demand due to population growth and agricultural development. Considering water as a valuable and real-price commodity can provide a good way of consumption and incentives to store and protect it. The purpose of this article is to investigate the role of the market in the optimal allocation of water in the Shazand plain. Changes in the area under cultivation of irrigated crops, yield in two cases (existence of water market and absence of water market) in the crop year 2018-2019 were calculated and compared using Gamz software and positive mathematical programming method. Requirements have been prepared as a library from the Regional Water Organization, Agricultural Jihad and the Management and Planning Organization of Markazi Province. The results show that the establishment of a water market will have a positive effect of 4.33% on the gross profit of farmers in the region. Also, growing crops such as wheat, barley, pinto beans, chickpeas, white beans and lentils are more profitable and can take up more cultivation area. Based on the results, it is suggested that in order to optimally manage water demand in Shazand lands, the necessary basis should be provided for the formation of water market and farmers in the region should export and trade products such as pinto beans, white beans, chickpeas and lentils, etc. To replace more profitable products with high water consumption and low profit.

Keywords: Gross profit, Positive mathematical programming, Shazand region, Water market.

* نویسنده مسئول Email: a-sarlak@iau-arak.ac.ir

مقدمه

آب در فرایند توسعه پایدار، به‌ویژه برای ایران که از یک‌سو با رشد شدید جمعیت و توسعه بخش کشاورزی و از سوی دیگر با کاهش سطح منابع روبه‌روست، نقش مهمی دارد. آب برای مصارف آشامیدنی، کشاورزی و صنعتی یک کالا تلقی می‌شود که با مصرف آن به نسبت‌های متفاوت ارزش ایجاد می‌شود. هر کالای باارزش و کمیاب دارای قیمت است که به میزان عرضه و تقاضای آن بستگی دارد. سولانز و جاورولف (۴۳) به این نتیجه رسیده‌اند که پایین‌بودن قیمت آب تمایل به مصرف بی‌رویه آن را افزایش داده و استفاده اقتصادی از آن را کاهش می‌دهد. به‌نظر آنها، بازار آب یکی از ابزارهای مؤثر و کارآمد تخصیص در شرایط کم‌آبی است.

تخصیص مبتنی بر بازار، مبتنی برکارایی اقتصادی فردی و اجتماعی است و عرضه آب را به سمت مصارفی که ارزش اقتصادی آب در آن بالاست، تضمین و هدایت می‌کند. آل و شاه (۱۵) بیان می‌دارند که از طریق مدیریت مناسب آب و هم‌چنین تغییر در الگوی کشت کشاورزان، محدودیت منابع آب می‌تواند کاهش یابد. با تشکیل بازار آب، مدیریت تقاضا، تخصیص بهینه، پایداری منابع و تسریع در برنامه‌های خصوصی‌سازی و مشارکت مردمی در صنعت آب قوت می‌یابد. اسمعیل‌نیا و همکاران (۲) بیان می‌کنند که جهت کارآمدنمودن تخصیص منابع آب، مفهوم رویکرد تشکیل بازار آب در بسیاری از کشورهای دنیا مطرح شده است. صدر (۸) به این نتیجه رسید که بازارهای آب در ایران پراکنده و مجزا از هم هستند و وسعت جغرافیایی، وضعیت توپوگرافی، تنوع شرایط اقلیمی و آب‌وهوایی، تنوع منابع آب مورداستفاده در نقاط مختلف کشور و هزینه‌های بسیار زیاد انتقال آب بین حوضه‌های مختلف مانع از ایجاد یک بازار پیوسته و پیشرفته برای آب می‌شود.

براساس گزارش عملکردی منابع آب وزارت نیرو (۱۲) در ایران به‌ویژه در فلات مرکزی به‌دلیل محدودیت آب، چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی، بازار غیر رسمی آب فعال است. در طبقه‌بندی استان‌های کشور براساس شاخص پایش منابع آب وزارت نیرو از مهرماه تا اسفندماه سال ۹۷، هیچ استانی در کشور وضعیت مناسبی ندارد. استان‌های بوشهر، خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان، هرمزگان و یزد در رده مناطق مواجه با کمبود آب قرار گرفته‌اند. استان‌های اصفهان، ایلام، تهران، البرز، خوزستان، زنجان، قزوین، قم، کرمانشاه، گلستان، لرستان، مرکزی و همدان در دسته مناطق با تنش آبی شدید قرار دارند. استان‌های آذربایجان‌شرقی و غربی، اردبیل، چهارمحال و بختیاری، خراسان شمالی و رضوی، سمنان، کردستان، کهگیلویه و بویراحمد، گیلان و مازندران هم در دسته مناطق درگیر با تنش آبی قرار دارند. در استان‌های فلات مرکزی که کمبود آب بسیار جدی‌تر است بازارهای آب به‌صورت مشهودتری در مقایسه با سایر استان ها به چشم می‌خورد.

استان مرکزی دارای سه اقلیم اصلی مشتمل بر اقلیم اراک، اقلیم ساوه و اقلیم شازند است. براساس گزارش اقتصادی استان مرکزی (۷) اقلیم شازند، ۲٤/۵ درصد از مساحت استان را به‌خود اختصاص داده و از نظر بارندگی مرطوب شناخته شده است و زیر اقلیم‌های آن نیز در زمینه بارندگی در طبقه‌بندی مرطوب قرار دارند. در این اقلیم وجود مرتفع‌ترین کوه‌های استان موجب افزایش بارندگی نسبت به مناطق هم‌جوار و نیز سبب ریزش برف در مقیاس وسیع‌تر و با حجم بیش‌تری خواهد گشت. آمارهای مربوط به میزان بارش‌ها نشان می‌دهد که بالاترین میزان بارش در استان مرکزی در شهرستان شازند می‌باشد. متوسط بارندگی سال زراعی بلندمدت این شهرستان ٤۷۳/۳ میلی‌متر است. این شهرستان دارای ٤٦

هزار هکتار اراضی زراعی‌است که ۱۷ هزار هکتار آن به‌صورت دیم و ۲٤ هزار هکتارآن آبی کشت می‌شود و پنج هزار هکتار مابقی باغ‌های شهرستان را شامل می‌شود. مهم‌ترین و اصلی‌ترین رکن معاش و اشتغال این شهرستان کشاورزی و دامداری است. برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی دشت شازند توسط صنایع از یک‌سو و کاهش بارندگی در سال‌های اخیر از سوی دیگر باعث کمبود آب کشاورزی در شهرستان شازند و کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در این دشت شده است. در این منطقه تنها در ۱۲ درصد از زمین‌های کشاورزی از روش آبیاری مدرن استفاده می‌شود.

پس از کنفرانس بین‌المللی سران کشورها در دوبلین در سال ۱۳۷۱ و تأکید بر این‌که آب کالایی اقتصادی است، سیاست تشکیل و تقویت بازار آب در غالب مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا مد نظر قرار گرفت که به این سیاست، به‌عنوان دستاوردی مهم توجه شد. از این‌منظر، تشکیل بازار آب را در شازند و در سایر نقاط ایران می‌توان یکی از دستاوردهای قابل تأمل در پهنهٔ اقتصاد معاصر ایران به حساب آورد. این بازارمی‌تواند برای رفع نیاز مبادله جامعهٔ حقابه‌داران و کشاورزان و بدون دخالت دولت کارآمد باشد. در دشت شازند، بازارهای کوچک آب و تبادلات محلی یا محلی- دولتی به‌صورت سنتی وجود دارد و همین امر یکی از دلایل انتخاب این منطقه برای بررسی موضوع پژوهش بوده است.

انتخاب دشت شازند از این لحاظ اهمیت دارد که آبخوان این دشت اصلی‌ترین منبع آب زیرزمینی استان است که به‌دلیل ایجاد صنایع پالایشگاهی و نیروگاهی و برداشت بیش از حد، با کاهش منابع آب مواجه خواهد شد. ازآنجایی‌که بخش کشاورزی درصد بالایی از آب منطقه را مصرف می‌کند، افزایش بهره‌وری مصرف آب در این بخش باعث حفظ منابع آب ودر عین حال عدم کاهش تولید محصولات کشاورزی منطقه می‌شود. بنابراین با توجه به اهمیت این موضوع، لازم است نقش بازار آب در منطقه بررسی شود. بنابراین هدف این پژوهش، تبیین نقش بازار در تخصیص بهینه آب در دشت شازند است تا براساس آن تغییرات سطح زیرکشت محصولات آبی و سود ناخالص در دو حالت وجود و عدم وجود بازار آب مقایسه گردد.

مواد و روش‌ها

براساس نظریه اقتصادی لیانگ (۳۲) کاراترین سازوکار تخصیص منابع در یک بازار رقابت کامل اتفاق می‌افتد که در آن علائم قیمتی به مثابه‌دست نامرئی، بنگاه‌ها و اشخاص حداکثرکننده سود و مطلوبیت را به خرید یا فروش و تعقیب فعالیت‌هایی که در آن مزیت نسبی دارند، تشویق می‌کند. نظری (۱۱) فرض می‌کند که آب یک کالای خصوصی و بدون اثرات خارجی بوده و حقوق مالکیت آن در واحدهای استاندارد (همگن) قابل‌مبادله است.

خواجه روشنایی و همکاران (٦) بیان می‌دارند که منظور از بازار آب تخصیص مجدد آب بین مصارف و مصرف‌کنندگان مختلف براساس تخصیص اولیه و یا انتقال و واگذاری حق بهره‌برداری از منابع آب به سایر مصرف‌کنندگان می‌باشد. از دیدگاه اقتصادی، شرایطی برای خوب عمل‌کردن بازار آب باید وجود داشته باشد. از جمله این شرایط وجود تعداد زیاد خریدار و فروشنده است که باید اطلاعات کاملی از شرایط بازار در اختیار داشته باشند و هزینه مبادله حق مالکیت برای هر کدام مشابه باشد. براساس گزارش دفتر اقتصاد آب وزارت نیرو (۹)، شرط دوم آن است که تصمیم‌گیری هر یک از خریداران یا فروشندگان باید مستقل از همدیگر باشد و در نهایت این‌که افراد در این بازار به‌دنبال حداکثرسازی سود خود می‌باشند. در چنین شرایطی است که نیروهای

عرضه و تقاضا میزان آب مورد مبادله و هم‌چنین قیمت هر واحد آب را تعیین خواهد کرد. کمپر (۳۰) عنوان می‌کند که بازار آب امکان به‌کارگیری آب، طوری‌که هم هزینه‌های تأمین آب به نحو بهتری پوشش داده شود و هم جهت رفع کمبود آب برای مصارف و کاربردهای با ارزش اقتصادی بالاتر را فراهم خواهد نمود. ایستر و همکاران (۲۰) به این مهم دست یافتند که سیاست توسعه منابع جدید برای برآورده ساختن نیازهای آتی، بیش‌تر از این کارایی ندارد. لذا دولت‌ها در پذیرش ایده‌های جدید به‌منظور بهبود مدیریت منابع آبی، گسترده‌تر از قبل عمل می‌کنند. به نظر آنها، اختلاف در ارزش محصول نهایی آب پیش‌شرط مبادله است که این اختلاف بین دو مبادله کننده باید بیش‌تر از هزینه مبادله باشد. حضور نهادهای ناکارا برای مدیریت آب و هزینه‌های بالای مبادله، مانع از رسیدن بازار آب به پتانسیل واقعی خود برای تخصیص مجدد منابع کمیاب آبی می‌شوند. آنها بر این نظر هستند که همزمان با افزایش جمعیت و رشد درآمد و تنوع فعالیت‌های اقتصادی تقاضا برای آب نیز افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که از میزان عرضه آن فراتر می‌رود. هم‌چنین در بازار آب با فراهم‌شدن امکان فروش موقت یا دایم سهم آب اضافی از یک منبع و خرید از منبع نزدیک‌تر، سهولت در جابه‌جایی سهم آب را فراهم می‌سازد. کمپر و سیمپسون (۳۱) عقیده دارند که بازارهای آب می‌توانند به‌عنوان یکی از کاراترین ابزارها برای بهینه‌سازی و کارایی آب محسوب شوند. زیرا بازارها از مکانیسم‌های اداری (تخصیص سنتی) انعطاف‌پذیرتر هستند.

پاجول و همکاران (٤٠) نشان دادند که براساس یک تعادل جزئی در بخش کشاورزی، اگر فرض کنیم که در یک منطقه دو زارع A و B مقدار مشخص واحد سهم آب، از منابع آبی مختلف در اختیار داشته باشند، درصورتی‌که امکان مبادله آب بین این دو زارع وجود نداشته باشد، هر یک از دو زارع سهم آب خود را جهت تولید محصولات خود مورداستفاده قرار می‌دهند. با فرض تشکیل بازار و امکان مبادله آب بدون هیچ‌گونه هزینه مبادله‌ای، با توجه به ارزش تولید نهایی، زارع B و A، با یکدیگر وارد مبادله می‌شوند که هر دو زارع سود برده و سود کل بازار معادل مجموع سود هر دوی آنهاست. با فرض هزینه مبادلات در بازار آب، این هزینه به‌ازای هر واحد حجم مبادله در تصمیم‌گیری زارع تأثیر می‌گذارد و تمایل هر دو را برای خرید و فروش آب کاهش می‌دهد و مقدار کم‌تری نسبت به عدم وجود هزینه مبادله می‌شود. در این حالت کل سود از سود حالت عدم وجود هزینه مبادله کم‌تر است.

فرانسسکو و همکاران (۲۳) ابراز داشتند که بازار آب، امکان تصمیم‌گیری بهتر به‌منظور استفاده از منابع آبی را برای مالکان فراهم می‌کند. به‌طوری‌که استفاده‌کنندگان خود تصمیم می‌گیرند حقابه را استفاده کنند و یا بفروشند. زمانی که قیمت‌ها به اندازه کافی پایین است، مالکان وارد بازار شده و حقابه بیش‌تری خریداری می‌کند و وقتی قیمت‌ها بالا است، مالک حقابه خود را به فروش می‌رساند. آنها بر این عقیده هستند که کمبود اطلاعات، یکی از مشکلات موجود در تمام بازارهای آب است. اطلاعات کافی در مورد عرضه و تقاضای آب، نیاز اصلی در عملکرد مطلوب و کارای بازار است.

بررسی‌های مهنتی وگپتا (۳۵) بیان می‌دارد که غالباً در تمام بازارها ارزش‌های مختلف، اندازه‌گیری و با قیمت‌ها مقایسه می‌شوند؛ روشی که علائم قیمتی منابع اطلاعاتی پراکنده را هماهنگ می‌کند، یکی از منافع قابل‌توجه بازارهای آب می‌باشد. هرن و ایستر (٢٦) بررسی‌کردند که توزیع و تخصیص آب بین متقاضیان و مصرف‌کنندگان در ابتدا سنتی بوده و براساس قوانین و عرف تقسیم آب بین اعضا به‌صورت بهینه صورت می‌گرفت. اما با تجاری‌شدن

کشاورزی و جانشین‌شدن منابع آب جدید (مثل چاه و سد) به جای منابع آب قدیمی (قنات)، فنون آب و آبیاری نیز تغییر پیدا کرده است.

رامیرو و همکاران (٤١) این موضوع را بیان می‌کنند که در مناطقی که خرید و فروش آب به‌صورت غیر قانونی انجام می‌شود، رسمی و قانونی‌کردن خرید و فروش تحت شرایط کنترل‌شده و استفاده از بازار موجب مدیریت بهتر بازار آب در دشت‌های ممنوعه خواهد شد. هاریس (۲۵) اذعان می‌دارد که شواهد ناشی از فعالیت بازارهای محلی آب کشاورزی، بیانگر انتقال آب از مصرف کشاورزی به مصارف شهری (به‌دلیل قیمت‌های بالاتر) و یا اعتلای الگوی کشت می‌باشد. در نتیجه با تشکیل بازارهای آب و واقعی‌شدن قیمت‌ها، سهم سرمایه‌گذاری خصوصی در بهره‌برداری از منابع آبی افزایش می‌یابد. پرزبلانکو و استانداردی (۳۹) عنوان می‌کنند با توجه به گزارش‌های بانک جهانی، پروژه‌های بهره‌برداری‌شده توسط بخش دولتی در کشورهای در حال توسعه، به‌ندرت با منافع قابل‌ملاحظه در ازای عرضه آب همراه است. هم‌چنین بازگشت سرمایه در این کشورها مطلوب نمی‌باشد.

برزویک و همکاران (۱۷) به این مهم رسیده‌اند که ترکیب بازار مبادله دائمی و موقتی حقابه باعث می‌شود تا آب بران کمتر در معرض ریسک قرار گیرند، یعنی آنها می‌توانند آب را در یک بازار موقتی بخرند تا ریسک عرضه را کاهش دهند و سپس آب اضافی را در دوره‌های دیگر یا بازارهای دیگر بفروشند. پالمر و اسپون (۳۷) از جمله مزایای دیگر بازار آب را دسترسی زارعین کم بضاعت به آب بیش‌تر برای افزایش تولید درآمد دانستند. لوئو و شالویک (۳۳) بیان کردند که اطلاعات به‌دست‌آمده از بازار آب شرایط واقعی را برای برآورد توابع تقاضای آب و خدمات وابسته به آن فراهم می‌کند.

فرانسسکو و همکاران (۲۳) در تحقیقی مجموعه‌ای از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی اثرات اجتماعی و اقتصادی اصلاح قیمت‌گذاری آب کشاورزی در منطقه پیمونت، ایتالیا را بررسی نمودند. نتایج آنها نشان می‌دهد که در صورت وجود بازار آب در تمامی مدل‌ها، رفتار کشاورزان به سمت مصرف بهینه و مدیریت کاربردی منابع آب سوق داده می‌شود و منجر به افزایش سود کشاورزان شده و در ضمن ریسک سرمایه‌گذاری آنها را نیز کاهش می‌دهد.

پرزبلانکو و استانداردی (۳۹) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی مثبت در سطح خرد و هم‌چنین با استفاده از رویکرد مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی[۲]، بازار آب در منطقه مورسیا در جنوب شرقی اسپانیا را بررسی نمودند. آنها به این نتیجه رسیدند که تشکیل بازار آب منطقه‌ای ترکیب کشت محصولات را به سمت کشت محصولات تجاری با سودآوری بالاتر سوق می‌دهد.

رامیرو و همکاران (٤١) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی مثبت و هم‌چنین مدل تعادل عمومی، بازار آب در منطقه مورسیا را بررسی نمودند. آنها بازار آب را در دوسطح خرد و کلان تجزیه و تحلیل نمودند. نتیجه مشترک در سطح خرد و کلان، بیان‌کننده تأثیر مثبت تشکیل بازار بر کاهش مصرف و اقتصادی‌نمودن تخصیص منابع آب در منطقه مورسیا است.

آداپا و همکاران (۱۳) در مقاله‌ای به بررسی وضعیت منابع آب در استرالیا و منابع آب جایگزین در این کشور پرداخته‌اند. مورا و مورال (۳٦) در تحقیقی به بررسی تجربه ایجاد بازار آب در اسپانیا و اتحادیه اروپا پرداخته‌اند. آن‌ها نشان دادند سیاست‌های بازار آب در اتحادیه اروپا بیش‌تر به کاربردهای ابزارهای اقتصادی در ارتقای کمی تخصیص و بازدهی اقتصادی در استفاده از منابع کمیاب تأکید دارد.

الانصاری و همکاران (١٤) در پژوهشی بیان کردند که مدیریت تقاضای آب، کاهش بیش‌تر در مصرف آب را تضمین خواهد کرد. علاوه بر این، این امر کمک خواهد کرد که دفع آب در طبیعت به حداقل رسیده و منجر به استفاده کارآمد از منابع آب در دسترس گردد.

هوویت و همکاران (٢٨) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، به بررسی نقش بازارهای انتقال آب در کالیفرنیا پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که با تخصیص آب براساس مکانیزم بازار، زیان‌های درآمدی حاصل از خشکسالی تا ٣٠ درصد کاهش می‌یابد. ایجاز قرشی و رنجان (٢١) در تحقیقی سعی کردند روش‌هایی را مورد بررسی قرار دهند که جواب‌گوی خواسته‌های مالی کشاورزان نیز باشد. به این منظور با تعیین ارزش خالص سالانه و چندساله طرح کشاورزی در حوضه آبریز مورومبیج، چارچوب تحلیلی کلی را تدوین کردند و سپس ارزش کلی آب در حوضه را به‌دست آوردند. مدیلین وهمکاران (٣٤) در مطالعه‌ای در حوضه ریودوژانیرو برزیل علاوه بر بررسی تابع تقاضای آب کشاورزی، به بررسی تفاوت ارزش بنگاه آب و منطقه تحت چهار سناریو تغییرات فنی، تغییرات شرایط جوی گرم و خشک، تغییرات قیمت محصولات کشاورزی و هزینه‌های آب کشاورزان پرداختند. چاکراورتی و همکاران (١٩) در پژوهشی نشان داده‌اند مؤسسه‌های با قدرت بازار در تولید و استفاده نهایی به‌طور قابل‌توجهی رفاه بالاتری نسبت به دخالت انحصار در توزیع و رژیم رقابتی ایجاد می‌نمایند.

پرهیزکاری و همکاران (٤) در مقاله‌ای مدل‌سازی بیوفیزیکی- اقتصادی جامع اقلیم و کشاورزی در حوضه آبخیز رودشور با استفاده از مجموعه داده‌های پانل مربوط به متغیر اقلیمی بارش طی ١٣٩٥-١٣٦٥ و مقطعی سال پایه ١٣٩٥-١٣٩٤ بررسی نمودند. نتایج نشان داد الگوی رفتاری متغیر اقلیمی بارش در حوضه آبخیز رودشور پس از سال ١٣٨٠ با روندی کاهشی همراه بوده است.

ابوالحسنی و همکاران (١) نقش تشکیل بازار آب در میزان استفاده از منابع آبی در بخش کشاورزی، در دشت مشهد را بررسی نمودند. بدین منظور، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و توابع تولید منطقه‌ای محصولات کشاورزی استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد که با تشکیل بازار آب در منطقه، الگوی کشت به سمت محصولات با سوددهی بالاتر سوق پیدا می‌کند.

اسمعیل‌نیا و همکاران (٢) به بررسی اثرات اقتصادی و رفاهی تشکیل بازار آب در منطقه ورامین پرداختند. تغییرات سطح زیرکشت محصولات آبی، سود ناخالص را سال ١٣٩٠ با استفاده از نرم‌افزار گمز و به‌روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت محاسبه و مقایسه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد ایجاد بازار آب، تأثیر مثبت بر سود ناخالص کشاورزان منطقه ورامین خواهد داشت.

نظری (١١) ضمن تبیین مبانی نظری بازار آب، به تشریح الزامات اجرای آن در عمل و شناسایی موارد منجر به ناکارایی و شکست بازار آب می‌پردازد. نتایج بیان‌کننده آن است که پیشنهادها و راه‌حل‌های سیاست عمومی به منظور اصلاح این ناکارایی‌ها می‌باید مطابق با تجارب جهانی و داخلی و با تأکید بر شرایط اقتصادی، اجتماعی و حقوقی حاکم بر مدیریت منابع آب کشور ارائه شود.

بهلولوند و همکاران (٣)، نقش بازارهای آب کشاورزی در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع آب منطقه مجن را بررسی نمودند. نتایج نشان می‌دهد کشش‌های حاصل از تخمین توابع تقاضای نهادهٔ آب برای کل محصولات و تک‌تک محصولات، مؤید رابطهٔ منفی و معنی‌دار بین مقدار تقاضا و قیمت آب است. مقایسهٔ ارزش تولید متوسط آب در محصولات بالا بیان می‌کند که یکی از مهم‌ترین کارکردهای بازار آب در زمینهٔ

اولویت تخصیص آب و اصلاح الگوی کشت قلمداد می‌شود.

چیمه و همکاران (۵) در پژوهش خود بیان می‌کنند که در میان دیدگاه‌های مختلف، روش قیمت‌گذاری براساس نوع محصول در دشت قزوین، دیدگاه محصول- حجم آب مصرفی، مناسب‌ترین روش بهبود کارایی در این منطقه به‌شمار می‌رود.

کرامت‌زاده و همکاران (۱۰) با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت نقش بازار آب را در تعیین ارزش اقتصادی نهاده آب در اراضی پایین‌دست سد شیرین دره بجنورد مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که ارزش اقتصادی نهاده آب در سناریوهای مختلف نرمال و خشکسالی معادل ٤١٦ و ٥٧١ ریال می‌باشد.

بررسی پیشینه پژوهش بیان‌کننده آن است که تشکیل بازار آب در مناطق مختلف منجر به تغییر در زمینهٔ اولویت تخصیص آب و اصلاح الگوی کشت گردیده است. این نتایج با استفاده از الگوهای متفاوت به‌دست آمده است. مطالعه‌های بررسی‌شده بیان‌کننده آن است که برنامه‌ریزی ریاضی مثبت راه‌کار مناسبی برای بررسی اثرات تشکیل بازار آب در منطقه می‌باشد. به همین منظور در این مطالعه از این روش جهت بررسی و تحلیل تشکیل بازار آب و اثر آن بر سود ناخالص کشاورزان استفاده شده است.

براساس پژوهش‌های انجام‌شده، این فرضیه را می‌توان مطرح نمود که تشکیل بازار آب در دشت شازند باعث افزایش سود ناخالص کشاورزان منطقه می‌شود. در مطالعه حاضر به همانند سایر مطالعه‌های انجام‌شده، می‌توان براساس مبانی نظری و پیشینه پژوهش، به معرفی بازار آب و شناسایی متغیرهای اثرگذار نظیر سطح زیر کشت، حقابه کشاورزان، میزان تولیدات، تغییرات سود ناخالص سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در منطقه شازند اشاره نمود. به‌منظور تعیین روابط علی معلولی بین آنها به‌کمک نرم‌افزار GAMS، با استفاده از مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به تعیین حداکثر سود تولیدی پرداخته شد. بررسی ایجاد چنین بازاری به لحاظ تغییر در الگوی کشت و افزایش سود در سطح منطقه شازند برای نخستین‌بار انجام شده است. هم‌چنین، بررسی الگوی کشت در منطقه موردمطالعه نشان می‌دهد که تولید بیش از حد محصولاتی همچون سیب‌زمینی، منجر به کاهش جدی قیمت می‌شود که یک محدودیت اضافی به‌منظور محدودکردن سطح زیر کشت سیب‌زمینی به اندازه ۱۰ درصد (براساس نظر کارشناسان اقتصادی و کشاورزی استان) سطح زمین‌های موجود، به مدل اضافه شده است.

نتایج و بحث

براساس گزارش اقتصادی استان مرکزی (۷) در شهرستان شازند تعداد ٥٥٤ چاه عمیق، ۱۳۲۱چاه نیمه‌عمیق، ٦٧٦ چشمه، ۷۸۳ قنات و در مجموع با حجم تخلیه آب ۳۵۵/۲۰٦ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۷ وجود داشته است که بیش از ١٤/٦ درصد از حجم آب تخلیه‌ای استان را به‌خود اختصاص می‌دهد. لازم به‌ذکر است که در این شهرستان فقط ۱۳۲٦چاه عمیق و نیمه‌عمیق دارای مجوز بهره‌برداری می‌باشند. آمار ارائه‌شده در خصوص مصرف آب‌های سطحی در استان گویای آن است که بیش از ٤١٢ میلیون مترمکعب از منابع آب‌های سطحی استان به مصرف رسیده است که در حدود ۹۷ درصد آن از طریق نهرها بوده است. بر این اساس ۱۸۹۵ نهر از رودخانه‌های استان منشعب شده است که به‌طور عمده خاکی بوده و آب استحصالی از آنها در بخش کشاورزی مورداستفاده قرار می‌گیرد. متوسط حجم برداشت سالیانه از نهرهای استان ٤٠٠ میلیون مترمکعب است که شهرستان شازند با حدود ۱۸ درصد سهم، بعد از ساوه و زرندیه در رتبه سوم

قرار دارد. میزان مصرف ازآب رودخانه‌ها، با حجم تقریبی تخلیه ۰/۱۵ میلیون مترمکعب است که توسط دو موتور پمپ انجام می‌شود. هم‌چنین از آب ذخیره‌شده توسط طرح‌های کوچک تأمین آب (سدهاو بندهای خاکی و بندهای انحرافی و ...) حدود ۱/۰۰٦ میلیون مترمکعب از ۵۷ آب‌بند در کشاورزی استفاده می‌شود. رودخانه قره‌چای مهم‌ترین رود استان از ارتفاعات این شهرستان سرچشمه گرفته و سد کمال صالح بزرگ‌ترین سد استان در این شهرستان قرار دارد. در این شهرستان مبادله‌های بازاری آب منطقه‌ای بیش‌تر در درون هر سه منطقه مرکزی، زالیان و سربند انجام می‌شود و مبادله بین منطقه‌ای آن بسیار محدود است که در مبادله‌های بین منطقه‌ای بخش مرکزی به‌طور خالص فروشنده و دو بخش زالیان و سربند خریدار خالص آب هستند. در این منطقه هر لیتر آب کشاورزی به‌طور متوسط ۱۸۰ ریال در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ مبادله شده است.

اطلاعات این پژوهش به‌روش کتابخانه‌ای و اسنادی و با کمک پایگاه‌های اطلاعاتی وزارت نیرو، سازمان جهاد کشاورزی، اداره امور آب شهرستان شازند، شرکت آب منطقه‌ای استان مرکزی جمع‌آوری گردید. هم‌چنین، این پژوهش با مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و نرم‌افزار GAMS درسال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ به‌عنوان سال پایه انجام پذیرفت. براساس بررسی‌های انجام‌شده آخرین اطلاعات قابل‌دسترس در استان و منطقه شازند که به‌صورت رسمی منتشرشده، مربوط به سال زراعی ۱۳۹۷ می‌باشد.

روهام و دابرت (٤۲) و آرفینی و همکاران (١٦) بیان دارند که روش مرسوم برای شبیه‌سازی تصمیم‌های تولیدکنندگان این است که الگویی را که محدودیت‌ها، فرصت‌ها و اهداف شرایط موجود را منعکس می‌کند، ایجاد نموده و سپس تحت فرض‌های ناشی از اجرای سیاست موردنظر حل گردد. هم‌چنین پاریس و هوویت (۳۸) و هوویت (۲۷) به این نتیجه رسیدند که روش برنامه‌ریزی مثبت (PMP)، یک روش تحلیل تجربی است و در تحلیل‌های سیاستی، منطقه‌ای و بخشی اهمیت ویژه‌ای دارد. به‌طورکلی یک مدل برنامه‌ریزی اثباتی در سه مرحله به‌صورت زیر انجام می‌شود.

مرحله اول

تبیین یک مدل برنامه‌ریزی خطی معمولی (LP) با تابع هدف حداکثرسازی سود کشاورزان منطقه و محدودیت‌های کالیبراسیون به‌همراه محدودیت‌های منابع جهت برآورد قیمت‌های سایه‌ای[۳] سطح زیر کشت محصولات:

$$\text{Max } z = \sum_{j=1}^{n} (P_j Y_{ij} - C_j) X_j \qquad (۱)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \leq b_j \qquad [\lambda] \qquad (۲)$$

$$\varepsilon \qquad [\rho] \qquad + \leq \bar{X}_j X_j \qquad (۳)$$

که Z ارزش تابع هدف، P_j قیمت محصول jام، Y_j عملکرد محصول jام، C_j هزینه حسابداری تولید هر هکتار محصول jام، X_j سطح زیر کشت محصول jام، λ قیمت سایه‌ای مربوط به محدودیت‌های منابع و ρ قیمت سایه‌ای مربوط به محدودیت‌های کالیبراسیون می‌باشد.

مرحله دوم

برآورد ضرایب تابع هدف غیرخطی با استفاده از قیمت‌های سایه‌ای مدل (LP) مرحله قبل و اطلاعات الگوی کشت موجود منطقه:

تابع هدف غیرخطی در مرحله دوم از طریق قراردادن یک تابع عملکرد غیرخطی و یا یک تابع هزینه غیرخطی

در تابع هدف مدل LP به‌دست می‌آید. در اغلب پژوهش‌های انجام‌شده با استفاده از روش PMP یک تابع هزینه متغیر درجه دوم به‌صورت زیر استفاده شده است.

$$VC(X_j) = a_j X_j + \frac{1}{2} b_j X_j^{\,2} \qquad (٤)$$

که a_j پارامتر جزء خطی تابع هزینه محصول jام و b_j پارامتر جزء درجه دوم تابع هزینه محصول jام می‌باشد. هزینه نهایی متغیر (MVC) مربوط به تابع هزینه متغیر فوق برای هر محصول به‌صورت زیر می‌باشد:

$$MVC(X_j) = \frac{dVC(X_j)}{dX_j} = a_j + b_j X_j \qquad (٥)$$

مرحله سوم

تبیین یک مدل برنامه‌ریزی درجه دوم یا مدل غیرخطی از طریق قراردادن ضرایب برآوردی تابع هزینه در تابع هدف مدل LP بدون محدودیت‌های کالیبراسیون.

در این مرحله تابع هدف می‌باشد به‌صورت زیر اجرا می‌گردد:

$$s.t: Max \;\; z = \sum_j^n (P_j Y_j X_j - a_j X_j - \frac{1}{2} b_j X_j^{\,2}) \qquad (٦)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \le b_j \qquad [\lambda] \qquad (٧)$$

$$X_j \le 0 \qquad (٨)$$

براساس نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌های کالاتراوا و گریدو (۱۸) زمانی که سهم آب زارع مشخص و معین باشد، زارعین در یک بازار آب معامله‌های نقدی شرکت می‌کنند که دارای تابع هدف به‌صورت زیر می‌باشند:

$$Max_w \;\; \pi_M(w) = \pi(w) + P_w (A - w) - (B_w * tcb)(S_w * tcs) \qquad (٩)$$

که W مقدار آبی است که در فرایند تولید مصرف می‌شود، A سهم آب کشاورز، Pw قیمت بازاری آب، $\pi_M(w)$ تابع سود کل تولیدکنندگان، $\pi(w)$ سود حاصل از مصرف مقدار w واحد از آب برای کشاورز (تابع سود مقید)، $P_w (A - w)$ درآمد یا هزینه حاصل از خرید و فروش، اگر $A > w$ باشد، درآمد فروش و اگر $A < w$ باشد هزینه خرید محسوب می‌شود، B_w و S_w به‌ترتیب میزان آب خریداری‌شده و میزان آب فروخته‌شده tcb و tcs به‌ترتیب هزینه مبادله‌های خرید و فروش آب است. وینبرگ و همکاران (٤٤) اذعان می‌کنند همان‌طورکه در روابط فوق ملاحظه می‌شود افزایش سهم آب A باعث تغییر میزان مصرف بهینه نشده بلکه میزان آب فروخته‌شده فروشندگان را افزایش و از طرف دیگر، میزان آب خریداری‌شده خریداران را کاهش می‌دهد، در نتیجه سود آنها را افزایش می‌دهد.

از نظر کالاتراوا و گریدو (۱۸)، تابع سود مقید $\pi(w)$ نیز به‌صورت زیر می‌باشد:

$$\pi(w) = \{Max_z \; P.Q(w.z) - ćz/\forall w\} \qquad (١٠)$$

که z بردار نهاده‌های تولید به‌جز نهاده آب، P قیمت محصول، $Q(w.z)$ تابع تولید، ćz بردار هزینه‌های نهاده‌های تولید به‌جز آب می‌باشد. قهرمان و سپاسخواه (۲٤) بررسی کردند که برای تشکیل تابع سود مقید $\pi(w)$ از تابع تولید آب زمان‌دار، محصولات مختلف که رابطه بین تبخیر- تعریق گیاه و عملکرد متناظر با آن می‌باشد، به‌عنوان تابع تولید استفاده می‌گردد. هاورانگ و همکاران (۲۹) نتیجه گرفته‌اند که توابع تولید محصولات با استفاده از روابط زیر و با همکاری مؤسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی پس از بررسی فرم‌های مختلف تابعی و انتخاب مناسب‌ترین فرم که توابعی درجه دوم از مصرف آب می‌باشند، استخراج شده و برای شرایط اقلیمی منطقه کالیبره گردیده است.

$$\frac{Y_{ai}}{Y_{mi}} = \prod_{s=1}^{S} \left[1 - ky_{si}\left(1 - \frac{ET_{asi}}{ET_{msi}}\right)\right] = \prod_{s=1}^{S} \left[1 - ky_{si}\left(1 - \frac{W_{asi}}{W_{msi}}\right)\right] \qquad (١١)$$

$$\frac{Y_{ai}}{Y_{mi}} = 1 - \prod_{s=1}^{S} \left[ky_{si}\left(1 - \frac{ET_{asi}}{ET_{msi}}\right)\right] = 1 - \prod_{s=1}^{S} \left[ky_{si}\left(1 - \frac{W_{asi}}{W_{msi}}\right)\right] \qquad (١٢)$$

که در این روابط Y_{ai} عملکرد واقعی گیاه iام، Y_{mi} عملکرد حداکثر گیاه iام، ky_{si} ضریب حساسیت عملکرد گیاه iام در مرحله Sام رشد گیاه، ET_{msi} تبخیر- تعرق واقعی گیاه iام در مرحله Sام رشد گیاه، W_{asi} نیاز آبی واقعی گیاه iام در مرحله Sام رشد گیاه جهت حصول عملکرد واقعی گیاه iام در مرحله Sام رشد گیاه برای تأمین تبخیر- تعرق واقعی و W_{msi} نیاز آبی حداکثر گیاه iام در مرحله Sام رشد گیاه جهت حصول عملکرد حداکثر گیاه و هم‌چنین عمق آب کاربردی حداکثر گیاه iام در مرحله Sام رشد گیاه برای تأمین تبخیر- تعرق حداکثر می‌باشد. در روابط فوق، تبخیر و تعرق نسبی $(\frac{ET_a}{ET_m})$ به‌وسیله آب کاربردی به نیاز آبی پتانسیل $(\frac{W_a}{W_m})$ جایگزین شده است و در پایان تابع عملکرد محصولات مختلف به‌صورت فرم کلی درجه دوم زیر استخراج گردیده است:

$$Y_{ai} = f(W_{asi}) = a_0 + a_1 W + a_2 W^2 \qquad (۱۳)$$

یک تولیدکننده ریسک‌گریز باید مطلوبیت انتظاری خود را که مواجه با یک قیمت آب و عرضه آب نامطمئن به‌صورت زیر می‌باشد، حداکثر نماید. یعنی این‌که:

$$\begin{aligned} &\mathrm{Max}_w \quad E[U(\pi_M(w; A.P_w))] \\ &= E[U(\pi(w) - P_w(W - A))] \end{aligned} \qquad (۱٤$$

که $U(0)$ تولید مطلوبیت کشاورز، P_w قیمت آب، A سهم آب و $\pi(w)$ تابع سود مقید که بستگی به میزان مصرف آب در فرایند تولید دارد. با مشتق‌گیری از تابع مطلوبیت و شرایط مرتبه اول (F.O.C) داریم:

(۱۵) اگر خریدار آب

$$\acute{\pi}(w) > E(P_w) \quad for \quad w > A$$

(۱٦) اگر فروشنده آب

$$\acute{\pi}(w) < E(P_w) \quad for \quad w < A$$

کالاتراوا و گریدو (۱۸) بیان می‌کنند که در شرایط عدم اطمینان قیمت آب، خریداران آب $w > A$ مقدار آب کم‌تری $\acute{\pi}(w) > E(P_w)$ نسبت به شرایط اطمینان قیمت آب $\acute{\pi}(w) = E_M$ مصرف می‌نمایند. فروشنده آب نیز در شرایط عدم اطمینان مقدار آب کم‌تری نسبت به شرایط اطمینان کامل خواهد فروخت.

پژوهش حاضر با استفاده از روش کالیبراسیون که در سه مرحله انجام می‌شود به برآورد ضرایب تابع هزینه غیرخطی در تابع هدف زیر پرداخته شده است.

$$\begin{aligned} \mathrm{Max}\ \pi = \sum_r \sum_c [&A_{cr}(P_{cr}Y_{cr}(WU_{cr}) + SI_{cr} \\ &- PW_{ro}WU_{ro} - TC_{cr} - VC_{cr}(A_{cr})] \end{aligned} \qquad (۱۷)$$

که A_{cr} سطح زیر کشت محصول cام در منطقه rام برحسب هکتار، P_{cr} قیمت محصول cام در منطقه rام برحسب ریال به‌ازای هر کیلوگرم، Y_{cr} عملکرد محصول cام در منطقه rام برحسب کیلوگرم در هر هکتار که تابعی است از میزان آب مصرف، WU_{cr} محصول cام در منطقه rام برحسب مترمکعب در هکتار، SI_{cr} قیمت محصول cام در منطقه rام برحسب ریال در هر هکتار، PW_{ro} هزینه تأمین آب در منطقه rام از منبع oام برحسب ریال به‌ازای هر مترمکعب، WU_{ro} آب مصرفی منطقه rام از منبع oام برحسب مترمکعب در هکتار و TC_{cr} کل هزینه متغیر تولید محصول cام در منطقه rام برحسب ریال در هر هکتار می‌باشد. VC_{cr} هزینه غیرخطی متغیر محصول cام در منطقه rام است که تابعی از سطح زیر کشت می‌باشد.

$$VC_{cr}(A_{cr}) = \alpha_{cr}A_{cr} + \frac{1}{2}\beta_{cr}A_{cr}^2 + \frac{1}{2}\gamma_{cgr}A_{cgr}^2 \qquad (۱۸)$$

که α_{cr} پارامترهای جزء خطی تابع هزینه محصول cام در منطقه rام، β_{cr} پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه محصول cام در منطقه rام و γ_{cgr} پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه محصول cام از محصول هم‌گروه و مشابه gام در منطقه rام می‌باشد.

فلیپو پسسیا و همکاران (۲۲)، پارامترهای تابع هزینه غیرخطی متغیر فوق براساس سه مرحله بیان شده و تبیین یک مدل LP با تابع هدف رابطه (۱۸) و محدودیت‌های مختلف نهاده‌ها و محدودیت‌های کالیبراسیون زیر برآورد می‌گردد. محدودیت‌های کالیبراسیون به‌صورت زیر می‌باشند:

$$A_{cr} \leq CA_{cr}\left(1+\varepsilon_1\right) \qquad [\gamma_{cr}] \qquad (۱۹)$$

$$\sum_c A_{cr} \leq \sum_c CA_{cgr}\left(1+\varepsilon_2\right) \qquad [\rho_{gr}] \qquad (۲۰)$$

که A_{cr} سطح زیر کشت محصول cام در منطقه rام، CA_{cr} سطح زیر کشت فعلی محصول cام در منطقه rام، A_{cgr} سطح زیر کشت محصول cام از گروه محصولات مشابه gام در منطقه rام، CA_{cgr} سطح زیر کشت فعلی می‌باشد.

پایه اطلاعاتی به‌کارگرفته‌شده براساس آخرین اطلاعات در دسترس یعنی سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ است که برای کالیبره‌سازی و سایر محاسبات در مدل استفاده شده است که این اطلاعات از بانک اطلاعات هزینه جهاد کشاورزی استان و سازمان آب و منطقه‌ای استان استخراج شده است.

جدول (۱) مجموع سطح اراضی زیر کشت در سال پایه زراعی ۹۸-۱۳۹۷ را در منطقه شازند (شامل سه بخش سربند، مرکزی، زالیان) با توجه به اصلی‌ترین محصولات کشت‌شده را نشان می‌دهد.

جدول (۲) میزان و درصد تغییرات مجموع سطح زیر کشت محصولات زراعی بخش سربند را پس از استقرار بازار آب نشان می‌دهد.

در جدول (۲) ملاحظه می‌شود که با برقرارشدن بازار آب در بخش سربند، سطح زیر کشت محصولاتی همچون یونجه و سیب‌زمینی کاهش یافته و بر سطح زیر کشت سایر محصولات افزایش یافته است. بیش‌ترین درصد کاهش مربوط به یونجه با ۱۳/۵- درصد و بیش‌ترین افزایش مربوط به سطح زیر کشت لوبیا چیتی با ۱۲۹ درصد است. کشت نخود در رتبه دوم درصد افزایش سطح زیرکشت قرار دارد. به‌نظر می‌رسد با برقرارشدن بازار آب سطح زیر کشت محصولاتی که مصرف آب بالا دارند کاهش یافته است، اما بر سطح زیر کشت محصولاتی که از بازار مناسب‌تر تجاری برخوردارند افزوده می‌شود.

Table 1. Under-cultivation lands in basic crop year 2018-2019 in Shazand plian according to major aquatic crops (Hectare)

Products	Region			Under-cultivation lands
	Saraband	Central	Zaliyan	
Wheat	2010.01	4989	3398.25	10396.27
Barley	398.32	2001.12	1397.36	3796.8
Pea	31.31	124.23	598.93	754.47
White beans	592.87	400.97	461.57	1455.41
Potato	9.09	108.07	56.56	173.72
Pinto beans	3.03	1507.93	598.94	2109.9
Alfalfa	229.27	2212.91	1705.89	4148.07
Lentils	104.03	9.09	126.61	239.73

Table 2. Total lands in basic year 2018 considerng variety of crops in Saraband region

Water products	Under-cultivation nonexistence of water market (Hectar)	Under-cultivation existence of water market (Hectar)	Amount of land added (Hectar)	Percentage of changes in irrigated cultivation	Gross profit nonexistence of water market (Milion riyals)	Gross profit existence of water market (Milion riyals)
Wheat	2010.01	2038.03	28.02	1.4	106330.2	107812.25
Barley	398.32	427.5	29.17	7.3	12826.32	13765.13
Pea	31.31	41.16	9.85	31.5	11412.5	15002.8
White beans	592.87	620.12	27.25	4.6	360168.53	376722.9
Potato	9.09	8.8	-0.29	-3.2	12726	12320
Pinto beans	3.03	7.3	4.27	129	1840.73	4434.8
Alfalfa	229.27	198.31	-3096	-13.5	27388.6	23690
Lentils	104.03	112.03	8.27	7.95	60828	65493.4

در دو ستون آخر جدول (۲)، سود قبل و بعد از برقراری بازار آب در بخش سربند را نشان می‌دهد. در این بخش میزان سود ناخالص از ۵۹۳۵۲۰/۸۹ میلیون ریال قبل از تشکیل بازار به ٦١٩٢٤١/٢٨ میلیون ریال بعد از تشکیل بازار می‌رسد که بیانگر افزایش ٤/٣٣ درصدی در سود ناخالص است. اگرچه ٤/٣٣ درصد افزایش سود مقدار پایینی است لیکن مقدار مثبتی است که به سود اضافه شده است و بیان‌کننده تخصیص بهینه‌تر منابع نسبت به قبل است.

جدول (۳) میزان و درصد تغییرات مجموع سطح زیر کشت محصولات زراعی بخش مرکزی را پس از استقرار بازار آب نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که با برقرارشدن بازار آب در بخش مرکزی، سطح زیر کشت محصولاتی همچون یونجه و سیب‌زمینی همانند بخش سربند کاهش یافته و بر سطح زیر کشت سایر محصولات افزایش یافته است. بیش‌ترین درصد کاهش مربوط به سطح کشت سیب‌زمینی با ۱۰/۱٤- درصد و بیش‌ترین افزایش مربوط به سطح زیر کشت عدس با ۳۳/۳ درصد افزایش است. کشت لوبیا سفید در رتبه دوم افزایش سطح زیرکشت قرار دارد.

هم‌چنین در جدول (۳)، سود قبل و بعد از برقراری بازار آب در بخش مرکزی بیان شده است. در این بخش میزان سود ناخالص از ۱۹۷۸۰۷۵/٦۹ میلیون ریال قبل از تشکیل بازار به ۲۰۵۷۷٦٤/۰۱۸ میلیون ریال بعد از تشکیل بازار می‌رسد که نشان‌دهنده افزایش ٤/۰۳ درصدی در سود ناخالص است.

جدول (٤) میزان و درصد تغییرات مجموع سطح زیر کشت محصولات زراعی بخش زالیان را پس از استقرار بازار آب نشان می‌دهد. با برقرارشدن بازار آب در بخش زالیان، سطح زیر کشت محصولاتی هم‌چون یونجه و سیب‌زمینی همانند بخش سربند و مرکزی کاهش یافته است و بیش‌ترین افزایش مربوط به سطح زیر کشت جو و لوبیا سفید است.

Table 3. Total lands in basic year 2018 considerng variety of crops in Central region

Water products	Under-cultivation nonexistence of water market (Hectar)	Under-cultivation existence of water market (Hectar)	Amount of land added (Hectar)	Percentage of changes in irrigated cultivation	Gross profit nonexistence of water market (Milion riyals)	Gross profit existence of water market (Milion riyals)
Wheat	4989	5011	22	-0.4	263918.1	265089.9
Barley	2001.12	2121.22	120.1	6	64436.06	68300.064
Pea	124.23	141.26	17.03	13.71	45281.8355	51489.27
White beans	400.97	489.16	88.19	22	243589.275	297164.7
Potato	108.07	97.11	-10.96	-10.14	175127.435	157366.755
Pinto beans	1507.93	1597.13	89.2	5.92	916067.475	970256.76
Alfalfa	2212.91	2017.65	-195.26	-8.8	264354.23	241028.469
Lentils	9.09	12.12	3.03	33.3	5301.288	7068.384

Table 4. Total lands in basic year 2018 considerng variety of crops in Zaliyan region

Water products	Under-cultivation nonexistence of water market (Hectar)	Under-cultivation existence of water market (Hectar)	Amount of land added (Hectar)	Percentage of changes in irrigated cultivation	Gross profit nonexistence of water market (Milion riyals)	Gross profit existence of water market (Milion riyals)
Wheat	3398	3502.85	104.6	3.1	179767.425	185300.765
Barley	1397.36	1575.61	178.25	12.8	44994.992	50734.642
Pea	589.93	603.21	4.28	0.71	218309.985	219870.045
White beans	461.57	497.16	35.59	7.8	280403.775	302024.7
Potato	56.56	47.32	-9.24	-16.3	91655.48	76682.1
Pinto beans	598.94	613.3	14.9	2.5	363856.1	372579.75
Alfalfa	1705.89	1621.32	-84.57	-4.6	203875.619	193682.9
Lentils	126.61	129	2.4	1.9	73838.952	75232.8

در این جدول، سود قبل و بعد از برقراری بازار آب در بخش زالیان نشان می‌دهد که میزان سود ناخالص از ۱٤٥٦٦۱۲/۳۲۸ میلیون ریال قبل از تشکیل بازار به ۱٤۷٦۱۰۷/۷۰۲ میلیون ریال بعد از تشکیل بازار می‌رسد که نشان‌دهنده افزایش ۱/۳٤ درصدی در سود ناخالص است.

جدول (٥) اطلاعات مربوط به تغییر ایجادشده در سطح محصولات عمده زیر کشت در دشت شازند بعد از برقراری بازار آب را نشان می‌دهد. نتایج جدول حاکی از آن است که با شکل‌گیری بازار آب در منطقه شازند، سطح زیر کشت جو بیش‌ترین مقدار افزایش و گندم و لوبیا سفید رتبه‌های بعدی را به‌خود اختصاص داده است. کم‌ترین مقدار افزایش مربوط به کشت عدس است. هم‌چنین بیش‌ترین کاهش سطح زیر کشت مربوط به کشت یونجه است. بیش‌ترین درصد افزایش مربوط به کشت جو و بیش‌ترین کاهش مربوط به کشت سیب‌زمینی می‌باشد.

جدول (٦) تغییر ایجادشده در سطح زیر کشت تمامی محصولات، بعد از بر قراری بازار آب در هر یک از بخش های دشت شازند را نشان می‌دهد. نتایج جدول حاکی از آن است که با شکل‌گیری بازار آب در منطقه شازند، سطح زیر کشت در تمامی بخش‌ها افزایش می‌یابد. بیش‌ترین افزایش مربوط به بخش زالیان است که امکان افزایش ۲٤٥/٦٦ هکتار به اراضی قابل‌کشت فراهم می‌شود. در کل منطقه شازند نیز ٤٥۳/٥۷ هکتار به اراضی قابل‌کشت اضافه می‌شود که رشد ۱/۹۷ درصدی را نشان می‌دهد. براساس اطلاعات جدول (٦) درصد تغییرات اراضی آبی در بخش‌های سربند، مرکزی و زالیان به‌ترتیب ۲/۲٤، ۱/۱۷، ۰/۹٤ درصد می‌باشد.

در جدول (٦) با توجه به جواب‌های تابع هدف نتیجه می‌گیریم وجود بازار آب بر سود ناخالص در بخش سربند به مقدار ۲٥۷۲۰/۳۹ میلیون ریال تأثیر مثبت دارد. در بخش زالیان با وجود بازار آب سودناخالص به میزان ۱۹٤۹٥/۳۷٤ میلیون ربال افزایش یافته است. برای بخش مرکزی وجود بازار آب به اندازه ۷۹٦۸۸/۳۲۸ ریال بر سود ناخالص تأثیر مثبت دارد که بیش‌ترین تأثیر را هم در بین مناطق موجود دارد. در کل منطقه شازند نیزمیزان تغییر ایجادشده در سود ناخالص بعد از تشکیل بازار آب معادل ۱۲٤۹۰٤/۰۹۲ میلیون ریال می‌باشد.

Table 5. Total lands in basic year 2018 considerng variety of crops in Shazand region (Hectar)

Water products	Under-cultivation nonexistence of water market	Under-cultivation existence of water market	Amount of land added	Percentage of changes in irrigated cultivation
Wheat	10397.26	10550.97	153.71	1.5
Barley	3796.8	4124.32	327.52	8.6
Pea	754.47	785.63	31.16	4.13
White beans	1455.41	1606.44	151.03	10.4
Potato	173.72	153.23	-20.49	-11.8
Pinto beans	2110.9	2217.73	106.83	5.1
Alfalfa	4148.07	3837.28	-310.8	-7.5
Lentils	239.73	253.42	13.69	5.71

Table 6. Under-cultivation lands and gross profit in basic year regarding existence or nonexistence of water market

Region	Nonexistence of water market		Existence of water market		Percentage changes		Percentage of changes in irrigated cultivation
	Under-cultivation (Hectar)	Gross profit (Milion riyals)	Under-cultivation (Hectar)	Gross profit (Milion riyals)	Under-cultivation (Hectar)	Gross profit (Milion riyals)	
Saraband	3377.93	593520.89	3453.6	619241.28	75.67	25720.39	2.24
Central	11353.32	1978075.69	11485.65	2057764.018	132.33	79688.328	1.17
Zaliyan	8344.11	1456612.328	8589.77	1476107.702	245.66	19495.374	2.94
Shazand region	23075.36	4028208.91	23528.93	4153113	453.57	124904.092	1.97

میزان تغییر ایجادشده در سود با فرض برقرارشدن بازار آب است. محدوده مبادله آب در شهرستان شازند بیش‌تر درون هر منطقه انجام می‌شود و مبادله بین منطقه ای آن بسیار محدود است. برقراری بازار آب و واقعی‌شدن قیمت آن باعث افزایش بهره‌وری استفاده از آن و هم‌چنین مراقبت بیش‌تر در حفظ آب و در مجموع صرفه‌جویی مناسب در مصرف آن می‌گردد، که از محل این صرفه‌جویی و افزایش بهره‌وری زمینه افزایش ۱/۹۷ درصدی در کل سطح اراضی کشت آبی شهرستان فراهم می‌شود. با توجه به این‌که دو منطقه زالیان و سربند خریدار خالص آب از منطقه مرکزی هستند، بیش‌ترین درصد افزایش در سطح زیر کشت محصولات آبی مربوط به دو منطقه سربند و زالیان است.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، به‌منظور بررسی اثر تشکیل بازار آب در دشت شازند، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و توابع تولید منطقه‌ای محصولات کشاورزی و داده‌های سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ استفاده شد. نتایج مدل PMP ارائه‌شده با توجه به قابلیت بالای آن در تحلیل سیاست‌های کشاورزی، با گنجاندن توابع تولید منطقه‌ای و تابع هزینه غیرخطی نشان داد که تشکیل بازار آب، می‌تواند منجر به افزایش سود کشاورزان شود. نتایج تأییدکننده فرضیه پژوهش می‌باشد که سود ناخالص به‌عنوان یکی از معیارهای رفاه کشاورزان در منطقه موردمطالعه با وجود بازار آب افزایش می‌یابد.

در این پژوهش، به لحاظ اهمیت خاص منابع آب زیرزمینی و سطحی و هم‌چنین کشاورزی در حوزه شهرستان شازند، با کمیاب‌ترشدن آب در این مناطق، ضرورت استفاده از مکانیزم‌های کاراتر از مکانیزم‌های موجود جهت تخصیص و بهره‌برداری از منابع آب بیش‌تر می‌باشد. یافته‌ها نشان می‌دهد که با شکل‌گیری بازارهای آب منطقه‌ای در سطح منطقه شازند، کشاورزان این منطقه از سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا مانند یونجه و سیب‌زمینی کاسته و به سمت توسعه سطح زیرکشت محصولاتی غله‌ای مانند گندم و جو آبی که نیاز آبی کم‌تری در واحد سطح دارند، متمایل می‌شوند. علاوه بر آن تمایل به کشت محصولات تجاری و با سوددهی بیش‌تر هم‌چون لوبیا چیتی و لوبیا سفید را افزایش داده است. اما با توجه به این‌که محصولات غله‌ای گندم و جو آبی از نظر اقتصادی جایگاه بالایی را در الگوی بهینه کشت شهرستان شازند ندارند، با شکل‌گیری بازار آب می‌توان سطح زیرکشت محصولات با صرفه اقتصادی بالاتر مانند لوبیا سفید، لوبیا چیتی، عدس و نخود را توسعه داده و سود ناخالص کشاورزان را در الگوی کشت محصولات منتخب زراعی افزایش داد.

نتایج نشان می‌دهد که در منطقه شازند با فرض شکل‌گیری بازار آب، کشت محصولاتی هم‌چون یونجه وسیب‌زمینی کاهش یافته و کشت سایر محصولات به‌ویژه محصولاتی که ماهیت تجاری بیش‌تری دارند، افزایش می‌یابد که این نتایج با نتایج فرانسسکو و همکاران (۲۳)، پرزبلانکو و استانداردی (۳۹)، رامیرو و همکاران (٤١)، هوویت و همکاران (۲۸)، ابوالحسنی و همکاران (۱)، اسمعیل‌نیا و همکاران (۲) و چیمه و همکاران (۵) مطابقت دارد.

براساس نتایج این پژوهش، سطح زیر کشت محصولی هم‌چون یونجه باید کاهش یابد. با توجه به این‌که در این منطقه، فعالیت‌های دامداری و دامپروی نیز بسیار با اهمیت است، بنابراین توصیه می‌شود که هم‌زمان با اجرایی‌شدن سیاست‌های قیمت‌گذاری منابع آب براساس نهاد ساختاری بازار آب محلی، محصولات علوفه‌ای دیگری متناسب با شرایط منطقه موردمطالعه در الگوی کشت محصولات زراعی جایگزین شوند.

شکل‌گیری بازار آب در منطقه شازند و استفاده از تکنولوژی‌های آب‌اندوز، به‌عنوان یکی از مؤثرترین روش تعیین ارزش حقیقی، می‌تواند منجر به اثرات مثبت بر ترکیب تولیدات بخش کشاورزی و سود ناخالص کشاورزان منطقه داشته باشد. نتایج پژوهش نشان داد با توجه به شرایط منطقه، جهت مدیریت بهینه تقاضای آب در اراضی شازند، کشاورزان گندم‌کار منطقه باید محصولات تجاری مانند لوبیای چیتی، لوبیای سفید، نخود، عدس و ... را که قیمت هر کیلوی آنها بیش‌تر از گندم است، جایگزین کشت گندم کنند. با توجه به نقش حمایتی و سازنده بازارهای آب منطقه‌ای، مهیاشدن زمینه و شرایط لازم برای برقراری و استفاده بهینه از مکانیسم این نوع نهادها نه تنها در سطح منطقه شازند، بلکه در سایر مناطق کشور پیشنهاد می‌شود.

اگرچه استفاده از روش مدل‌سازی هیدرواقتصادی با رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، در این پژوهش جهت ارزیابی آثار اقتصادی تشکیل بازارهای آب نتایج مناسبی را حاصل می‌نماید، اما پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌گران در پژوهش‌های آتی از روش‌های دیگری که داده‌ها و اطلاعات سری زمانی چندین ساله را به‌کار می‌گیرند (مانند روش‌های اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی چند دوره‌ای)، جهت پیش‌بینی آثار شکل‌گیری بازارهای آب استفاده نمایند.

پی‌نوشت‌ها

1. Generalized Algebraic Modeling System (GAMS)
2. Dynamic Stochastic General Equilibrium Models
3. Shadow Price

منابع

۱. ابوالحسنی، ل. شاهنوشی، ن. رهنما، ع. اعظم رحمتی، ا و حیران، ف. (۱۳۹۸). نقش تشکیل بازار آب در میزان استفاده از منابع آبی در بخش کشاورزی (مطالعه موردی: دشت مشهد). اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۵(۱۰۶): ۳۰-۱.

۲. اسمعیل‌نیا بالا گتابی، ف. سرلک، ا و غفاری، ه. (۱۳۹۸). بررسی آثار اقتصادی و رفاهی بازار آب: رویکرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت. فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی.۱۲(٤۲): ۱۳٦-۱۱۹.

۳. بهلولوند، ع. صدر، ک. هاشمی، ا. (۱۳۹۳). بررسی نقش بازارهای آب کشاورزی در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع آب (مطالعه موردی: بازار آب مجن). تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ٤(٤٥): ٤٨-۲٦.

٤. پرهیزکاری، ا. یاوری، غ. محمودی، ا و بخشی خانیکی، غ. (۱۳۹۸). مدل‌سازی بیوفیزیکی- اقتصادی جامع اقلیم و کشاورزی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز رودشور). فصلنامه مدلسازی اقتصادی، ۱۳(٤٦): ۱٤٤-۱۲۱.

۵. چیمه، ط. ابراهیمی، ک. هورفر، ع و عراقی‌نژاد. ش. (۱۳۹۳). ارزیابی ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رویکرد قیمت‌گذاری براساس نوع محصول در دشت قزوین. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۲۸ (۱): ۱۸۱-۱۷۱.

٦. خواجه روشنایی، ن. دانشور کاخکی، م و محتشمی برزادران، غ. (۱۳۸۹). تعیین ارزش اقتصادی آب در روش تابع تولید با به‌کارگیری مدل‌های کلاسیک و آنتروپی (مطالعه موردی: محصول گندم در شهرستان مشهد). اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲٤ (۱): ۱۱۳-۱۱۹.

۷. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان مرکزی. (۱۳۹۸). گزارش اقتصادی، اجتماعیو فرهنگی استان مرکزی در سال ۱۳۹۷. ٦۵-۱۱.

۸. صدر، ک. (۱۳۷۵). بازار و نرخ‌گذاری آب در اسلام (تجربه ایران)، فصلنامه آب و توسعه، ۷ (۳): ۹۶-۸۷.
۹. وزارت نیرو. (۱۳۸۲). نقش نهاد بازار و بخش عمومی در مدیریت و توسعه پایدار بخش آب، شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران، دفتر اقتصاد آب، ۲۵-۱۰.
۱۰. کرامت‌زاده، ع. چیذری، ا و شرزه‌ای، غ. (۱۳۹۰). نقش بازار آب در تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رهیافت برنامه‌ریزی PMP (مطالعه موردی: اراضی پایین‌دست سد شیرین دره بجنورد). تحقیقات و توسعه کشاورزی ایران. ۲٤ (۱): ٤٤- ۲۹.
۱۱. نظری، م. (۱۳۹۵). بازار آب در تئوری و عمل: شکست بازار و سیاست عمومی. آب و توسعه پایدار، ۳ (۱): ۱۱٤-۱۰۳.
۱۲. وزارت نیرو، (۱۳۹۸). مدیریت منابع آب ایران، گزارش عملکرد سال ۱۳۹۷:٤۲-۲۱.

13. Adapa, S., Bhullar, N., & Souza, S.V. (2016). A systematic review and agenda for using alternative water sources for consumer markets in Australia. *Journal of Cleaner Production*, 124(15): 14-20.
14. Al-Ansari, N., Alibrahiem, N., Alsaman, M., & Knutsson, S. (2014). *Water Demand Management in Jordan*. Engineering, 6(1): 19-26.
15. Al-Weshah, R. A. (2001). Optimal use of irrigation water in the Jordan valley: A case Study. *Water Resources Management*, 14(5): 327-338.
16. Arfini, F., Donati, M., & Paris, Q. (2003). A national PMP model for policy evaluation in agriculture using micro data and administrative information. Paper presented at the International Conference Agricultural Policy reform and the WTO: Where are we heading Capri, Italy, 1-27.
17. Brozovic, N., Carey, J. M., & Sunding, D. L. (2002). Trading Activity in an Informal Agricultural Water Market: An Example form California. University of California.
18. Calatrava, J., & Garrido, A. (2005). Modeling water markets under uncertain water supply, *European Review of Agricultural Economics*, 32(2): 119-142.
19. Chakravorty, U., Hochman, E., Umestu, C., & Zilberman, D. (2008). Water allocation under distribution losses: Comparing alternative institutions. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 33(2): 463-475.
20. Easter, K.W., Rosegrant, M.W., & Dinar, A. (1999). Formal and Informal markets for Water: Institutions, Performance, and Constraints, The World Bank Research Observer, 14(1): 99-116.
21. Ejaz Qurashi, M., & Ranjan, R. (2010). An Empirical Assessment of the Value of Irrigation Water: The Case of Murrumbidgee Catchment. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(1): 99-118.
22. Filippo P., Abrahama, E., & Stoianova, I. (2015). Mathematical programming methods for pressure management inwater distribution systems Procedia. *Engineering*. 9(11): 937-946
23. Francesco, S., Dionisio, P., Carlos, G., & Vito, F. (2020). An ensemble experiment of mathematical programming models to assess socio-economic effects of agricultural water pricing reform in the Piedmont Region, Italy. *Journal of Environmental Management*, 17(3): 11-29.
24. Ghahraman, B., & Sepaskhah, A.R. (2004). Linear and non- linear models for allocation of a limited water supply. *Irrigation and drainage*, 53(1): 39-54.
25. Harris, G.D., (2003). Water Markets: Case study of chile`s Pontificia Universidad Catolica de, Faculty of Agriculture and Foresty, Department of Agricultural Economics, Santiago.
26. Hearne, R., & Easter, W. (1995). Water Allocation and Water Markets, an Analysis of Gains-from-trade in Chila, world bank technical paper number 315, World Bank Publications, Washington, D.C.
27. Howitt, R.E. (1995). A Calibration Method for Agricultural Economic Production Models. *Journal of Agricultural Economics*, 46(2): 147-159.
28. Howitt, R.E., Medeline, A., Macewan, D., & Lund, J. R. (2012). Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. *Environmental Modelling & Software*, 38: 244-258.
29. Hwarang, L., JiyongEomb, C., & Yoonmo, K. (2019). A bottom-up model of industrial energy system with positive mathematical programming. *Energy*, 173(3): 679-690
30. Kemper, K.E. (2001). The role of institutional arrangements for more efficient water resources use and allocation. *Water science and technology*, 43(4): 111-17.

31. Kemper, K.E., & Simpson, L.D. (1998). The water market in the northern Colorado water conservancy district- institutional implications. World Bank. Washington.
32. Liang, T.G. (2013). Trading and Economic Efficiency in Selected Victorian Water Markets in Australia. Thesis presented for the degree of Doctor of Philosophy, Murdoch University.
33. Louw, D.B., & van Schalkwyk, H.D. (2001). Efficiency of water allocation in South Africa: water markets az an alternative, university of the free state, south Africa.
34. Medellín-Azuara, J., Harou, J., & Howitt, R.E. (2010). Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation. *Science of the Total Environment*, 408(23): 5639-5648.
35. Mohanty, N., & Gupta, S. (2003). Breaking the Gridlock in Water Reforms through Water Markets: Internatinal Experience and Implementation Issues for India.
36. Mora, N.H., & Moral, L.D. (2015). Developing markets for water reallocation: Revisiting the experience of Spanish water Mercantilización. *Geoforum*, 62: 143-155.
37. Palmer-Jones, P.W.E. & Spon, F.N. (1997). Ground Water Management in South Asia: what role for the market?. *Water economics, management and demand*, 32(2): 19-32.
38. Paris, Q., & Howitt, R.E. (1998). An Analysis of Ill-Posed Production Problems Using Maximum Entropy. *American Journal of Agricultural Economics*, 80(1): 124-138.
39. Pérez-Blancoa, B., & Standardi, G. (2019). Farm waters run deep: a coupled positive multi-attribute utilityprogramming and computable general equilibrium model to assess theeconomy-wide impacts of water buyback. *Agricultural Water Management*. 2(13): 336-351.
40. Pujol, J., Raggi, M. & Viaggi, D. (2006). The potential impact of markets for irrigation Water in Italy and Spain: a comparison of two study areas. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 5(3): 361-380.
41. Ramiro, C., Dionisio, C., Gutiérrez, M., & Gabriele, S. (2019). Micro-macro feedback links of agricultural water management: Insights from a coupled iterative positive Multi-Attribute Utility Programming and Computable General Equilibrium model in a Mediterranean basin. *Journal of Hydrology*, (56)9: 291-309.
42. Roham, O., & Dabbert, S. (2003). Integrating Agri -Environmental Programs into Regional production Models: an Extension of Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(1): 254-265.
43. Solanz, M., & Jouravlev, A. (2006). Water Rights and Water Markets: Lessons from Technival Advisory Assistance in Latin America. *Irrigation and Drainage*, 55: 337-342.
44. Weinberg, M., Kling, C.L., & Wilen, J. E. (1993). Water markets and water quality. *American Journal of Agriculture Economics*, 75(2): 278-291.