



مدیریت آب و آبیاری

(نشریه علمی)

دوره ۱۰ ■ شماره ۲ ■ پاییز ۱۳۹۹

صفحه‌های ۳۴۷-۳۶۳

مقاله پژوهشی:

بررسی نقش بازار در تخصیص بهینه آب در دشت شازند

مجید کارخانه^۱، احمد سرلک^{۲*}، کامبیز هزبر 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 پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۱۷

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۲۵

چکیده

کمبود منابع آب یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریت آب در کشور است. این چالش با توجه به افزایش روزافزون تقاضا به دلیل رشد جمعیت و توسعه بخش کشاورزی بیش‌تر اهمیت می‌یابد. تلقی از آب به‌عنوان یک کالای باارزش و دارای 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 استان مرکزی تهیه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که برقراری بازار آب، تأثیر مثبت ۴/۳۳ 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 اراضی شازند، 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 Karkhaneh¹, Ahmad Sarlak^{2*}, Kambiz Hozhbar Kiani³

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.

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 با ارزش و کمیاب دارای قیمت است که به میزان عرضه و تقاضای آن بستگی دارد. سولانز و جاوولف (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 بر کارایی 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 مورد استفاده 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 آذربایجان شرقی 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 استان‌ها 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، ۲۴/۵ 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 ۴۷۳/۳ میلی‌متر است. این شهرستان دارای ۶۶

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 مثابه دست 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) قابل مبادله است.

خواجه روشنایی و همکاران (۶) 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 عمل کردن 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 به دنبال حداکثرسازی سود خود می‌باشند. در چنین شرایطی است که نیروهای

هزار هکتار اراضی زراعی است که ۱۷ هزار هکتار آن به‌صورت دیم و ۲۴ هزار هکتار آن 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 پهنه اقتصاد معاصر ایران به حساب آورد. این بازار می‌تواند برای رفع نیاز مبادله جامعه حقه‌داران 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. از آنجایی‌که بخش کشاورزی درصد بالایی از آب منطقه را مصرف می‌کند، افزایش بهره‌وری مصرف آب در این بخش باعث حفظ منابع آب و در عین حال عدم

نداشته باشد، هر یک از دو زارع سهم آب خود را جهت تولید محصولات خود مورد استفاده قرار می‌دهند. با فرض تشکیل بازار و امکان مبادله آب بدون هیچ‌گونه هزینه مبادله‌ای، با توجه به ارزش تولید نهایی، زارع A و B، 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 به‌زای 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 حبابه را استفاده کنند و یا بفروشند. زمانی که قیمت‌ها به اندازه کافی پایین است، مالکان وارد بازار شده و حبابه بیش‌تری خریداری می‌کند و وقتی قیمت‌ها بالا است، مالک حبابه 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 مهمتی 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 (۲۶) بررسی کردند که توزیع و تخصیص آب بین متقاضیان و مصرف‌کنندگان در ابتدا سستی بوده و براساس قوانین و عرف تقسیم آب بین اعضا به‌صورت بهینه صورت می‌گرفت. اما با تجاری‌شدن

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 آبی، 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 دائم 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 کارترین ابزارها برای بهینه‌سازی و کارایی آب محسوب شوند. زیرا بازارها از مکانیسم‌های اداری (تخصیص سنتی) انعطاف‌پذیرتر هستند.

پاجول و همکاران (۴۰) 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، در صورتی‌که امکان مبادله آب بین این دو زارع وجود

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 (۴۱) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی مثبت و هم‌چنین مدل تعادل عمومی، بازار آب در منطقه مورسیا را بررسی نمودند. آنها بازار آب را در دو سطح 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.

آدایا و همکاران (۱۳) در مقاله‌ای به بررسی وضعیت منابع آب در استرالیا و منابع آب جایگزین در این کشور پرداخته‌اند. مورا و مورال (۳۶) 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.

کشاورزی و جانسین‌شدن 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 (۴۱) این موضوع را بیان می‌کنند که در مناطقی که خرید و فروش آب به صورت غیر قانونی انجام می‌شود، رسمی و قانونی کردن 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 (به دلیل 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 بهره‌برداری شده توسط بخش دولتی در کشورهای در حال توسعه، به ندرت با منافع قابل‌ملاحظه در ازای عرضه آب همراه است. هم‌چنین بازگشت سرمایه در این کشورها مطلوب نمی‌باشد.

برزیو و همکاران (۱۷) به این مهم رسیده‌اند که ترکیب بازار مبادله دائمی و موقتی حقایق 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 به دست آمده از بازار آب شرایط واقعی را برای برآورد توابع تقاضای آب و خدمات وابسته به آن فراهم می‌کند.

رفتاری متغیر اقلیمی بارش در حوضه آبخیز رودشور پس از سال ۱۳۸۰ با روندی کاهشی همراه بوده است.

ابوالحسنی و همکاران (۱) 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 (۲) به بررسی اثرات اقتصادی و رفاهی تشکیل بازار آب در منطقه ورامین پرداختند. تغییرات سطح زیرکشت محصولات آبی، سود ناخالص را سال ۱۳۹۰ 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 (۱۱) 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 (۳)، نقش بازارهای آب کشاورزی در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع آب منطقه مجن را بررسی نمودند. نتایج نشان می‌دهد کشت‌های حاصل از تخمین توابع تقاضای نهاده آب برای کل محصولات و تک‌تک محصولات، مؤید رابطه منفی و معنی‌دار بین مقدار تقاضا و قیمت آب است. مقایسه ارزش تولید متوسط آب در محصولات بالا بیان می‌کند که یکی از مهم‌ترین کارکردهای بازار آب در زمینه

الانصاری و همکاران (۱۴) 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 (۲۸) 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 ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. ایجاز قرشی و رنجان (۲۱) 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 و همکاران (۳۴) در مطالعه‌ای در حوضه ریودورثانیرو 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 (۱۹) 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 (۴) 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 ۱۳۶۵-۱۳۹۵ و مقطعی سال پایه ۱۳۹۵-۱۳۹۴ بررسی نمودند. نتایج نشان داد الگوی

به منظور تعیین روابط علی معلولی بین آنها به کمک نرم افزار GAMS، با استفاده از مدل برنامه ریزی 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 نخستین بار انجام شده است. هم چنین، بررسی الگوی کشت در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که تولید بیش از حد محصولاتی همچون سیب زمینی، منجر به کاهش جدی قیمت می شود که یک محدودیت اضافی به منظور محدود کردن سطح زیر کشت سیب زمینی به اندازه ۱۰ درصد (براساس نظر کارشناسان اقتصادی و کشاورزی استان) سطح زمین های موجود، به مدل اضافه شده است.

نتایج و بحث

براساس گزارش اقتصادی استان مرکزی (۷) در شهرستان شازند تعداد ۵۵۴ چاه عمیق، ۱۳۲۱ چاه نیمه عمیق، ۶۷۶ چشمه، ۷۸۳ قنات و در مجموع با حجم تخلیه آب ۳۵۵/۲۰۶ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۹۷ وجود داشته است که بیش از ۱۴/۶ درصد از حجم آب تخلیه ای استان را به خود اختصاص می دهد. لازم به ذکر است که در این شهرستان فقط ۱۳۲۶ چاه عمیق و نیمه عمیق دارای مجوز بهره برداری می باشند. آمار ارائه شده در خصوص مصرف آب های سطحی در استان گویای آن است که بیش از ۴۱۲ میلیون مترمکعب از منابع آب های سطحی استان به مصرف رسیده است که در حدود ۹۷ درصد آن از طریق نهرها بوده است. بر این اساس ۱۸۹۵ نهر از رودخانه های استان منشعب شده است که به طور عمده خاکی بوده و آب استحصالی از آنها در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد. متوسط حجم برداشت سالیانه از نهرهای استان ۴۰۰ میلیون مترمکعب است که شهرستان شازند با حدود ۱۸ درصد سهم، بعد از ساوه و زرندیه در رتبه سوم

اولویت تخصیص آب و اصلاح الگوی کشت قلمداد می شود.

چیمه و همکاران (۵) در پژوهش خود بیان می کنند که در میان دیدگاه های مختلف، روش قیمت گذاری براساس نوع محصول در دشت قزوین، دیدگاه محصول-حجم آب مصرفی، مناسب ترین روش بهبود کارایی در این منطقه به شمار می رود.

کرامت زاده و همکاران (۱۰) با بهره گیری از مدل برنامه ریزی ریاضی مثبت نقش بازار آب را در تعیین ارزش اقتصادی نهاده آب در اراضی پایین دست سد شیرین دره بجنورد مورد بررسی قرار داده اند. نتایج نشان داد که ارزش اقتصادی نهاده آب در سناریوهای مختلف نرمال و خشکسالی معادل ۴۱۶ و ۵۷۱ ریال می باشد.

بررسی پیشینه پژوهش بیان کننده آن است که تشکیل بازار آب در مناطق مختلف منجر به تغییر در زمینه اولویت تخصیص آب و اصلاح الگوی کشت گردیده است. این نتایج با استفاده از الگوهای متفاوت به دست آمده است. مطالعه های بررسی شده بیان کننده آن است که برنامه ریزی ریاضی مثبت راه کار مناسبی برای بررسی اثرات تشکیل بازار آب در منطقه می باشد. 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 پژوهش های انجام شده، این فرضیه را می توان مطرح نمود که تشکیل بازار آب در دشت شازند باعث افزایش سود ناخالص کشاورزان منطقه می شود. در مطالعه حاضر به همانند سایر مطالعه های انجام شده، می توان براساس مبانی نظری و پیشینه پژوهش، به معرفی بازار آب و شناسایی متغیرهای اثرگذار نظیر سطح زیر کشت، حقایق کشاورزان، میزان تولیدات، تغییرات سود ناخالص سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در منطقه شازند اشاره نمود.

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:

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

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_j \quad [\lambda] \quad (2)$$

$$\varepsilon \quad [\rho] \quad + \leq \bar{X}_j X_j \quad (3)$$

که Z ارزش تابع هدف، P_j قیمت محصول Z_j، عملکرد محصول Z_j، C_j هزینه حسابداری تولید هر هکتار محصول Z_j، X_j سطح زیر کشت محصول Z_j، 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 قرارداد یک تابع عملکرد غیرخطی و یا یک تابع هزینه غیرخطی

قرار دارد. میزان مصرف از آب 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 (سدها و بندهای خاکی و بندهای انحرافی و ...) حدود ۱/۰۰۶ 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 سرپند 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 سرپند خریدار خالص آب هستند. در این منطقه هر لیتر آب کشاورزی به‌طور متوسط ۱۸۰ ریال در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ 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 در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ 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 (۴۲) و آرفینی و همکاران (۱۶) 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

فروش، اگر $w > A$ باشد، درآمد فروش و اگر $w < A$ باشد هزینه خرید محسوب می‌شود، B_w و S_w به ترتیب میزان آب خریداری شده و میزان آب فروخته شده tcb و tcs به ترتیب هزینه مبادله‌های خرید و فروش آب است. وینبرگ و همکاران (۴۴) اذعان می‌کنند همان‌طور که در روابط فوق ملاحظه می‌شود افزایش سهم آب A باعث تغییر میزان مصرف بهینه نشده بلکه میزان آب فروخته شده فروشندگان را افزایش و از طرف دیگر، میزان آب خریداری شده خریداران را کاهش می‌دهد، در نتیجه سود آنها را افزایش می‌دهد.

از نظر کالانراوا و گریو (۱۸)، تابع سود مقید $\pi(w)$

نیز به صورت زیر می‌باشد:

$$\pi(w) = \{ \text{Max}_z P \cdot Q(w, z) - \dot{c}z / \forall w \} \quad (10)$$

که z بردار نهاده‌های تولید به جز نهاده آب، P قیمت محصول، $Q(w, z)$ تابع تولید، $\dot{c}z$ بردار هزینه‌های نهاده‌های تولید به جز آب می‌باشد. قهرمان و سپاسخواه (۲۴) 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، به عنوان 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 تابعی درجه دوم از مصرف آب می‌باشند، استخراج شده و برای شرایط اقلیمی منطقه کالیبره گردیده است.

$$\frac{Y_{ai}}{Y_{mi}} = \prod_{s=1}^S \left[1 - ky_{si} \left(1 - \frac{ET_{asi}}{ET_{msi}} \right) \right] = \prod_{s=1}^S \left[1 - ky_{si} \left(1 - \frac{W_{asi}}{W_{msi}} \right) \right] \quad (11)$$

$$\frac{Y_{ai}}{Y_{mi}} = 1 - \prod_{s=1}^S \left[ky_{si} \left(1 - \frac{ET_{asi}}{ET_{msi}} \right) \right] = 1 - \prod_{s=1}^S \left[ky_{si} \left(1 - \frac{W_{asi}}{W_{msi}} \right) \right] \quad (12)$$

در تابع هدف مدل LP به دست می‌آید. در اغلب پژوهش‌های انجام شده با استفاده از روش PMP یک تابع هزینه متغیر درجه دوم به صورت زیر استفاده شده است.

$$VC(X_j) = a_j X_j + \frac{1}{2} b_j X_j^2 \quad (4)$$

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

$$MVC(X_j) = \frac{dVC(X_j)}{dX_j} = a_j + b_j X_j \quad (5)$$

مرحله سوم

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

در این مرحله تابع هدف می‌باشد به صورت زیر اجرا می‌گردد:

$$s. t: \text{Max } z = \sum_{j=1}^n (P_j Y_j X_j - a_j X_j - \frac{1}{2} b_j X_j^2) \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_j \quad [\lambda] \quad (7)$$

$$X_j \leq 0 \quad (8)$$

بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی‌های کالانراوا و گریو (۱۸) زمانی که سهم آب زارع مشخص و معین باشد، زارعین در یک بازار آب معامله‌های نقدی شرکت می‌کنند که دارای تابع هدف به صورت زیر می‌باشند:

$$\text{Max}_w \pi_M(w) = \pi(w) + P_w (A - w) - (B_w * tcb)(S_w * tcs) \quad (9)$$

که W مقدار آبی است که در فرایند تولید مصرف می‌شود، A سهم آب کشاورز، P_w 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

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.

$$\text{Max } \pi = \sum_r \sum_c [A_{cr} (P_{cr} Y_{cr} (WU_{cr}) + SI_{cr} - PW_{r0} WU_{r0} - TC_{cr} - VC_{cr}(A_{cr})] \quad (17)$$

که A_{cr} سطح زیر کشت محصول c ام در منطقه r ام برحسب هکتار، P_{cr} قیمت محصول c ام در منطقه r ام برحسب ریال به‌ازای هر کیلوگرم، Y_{cr} عملکرد محصول c ام در منطقه r ام برحسب کیلوگرم در هر هکتار که تابعی است از میزان آب مصرف، WU_{cr} محصول c ام در منطقه r ام برحسب مترمکعب در هکتار، SI_{cr} قیمت محصول c ام در منطقه r ام برحسب ریال در هر هکتار، PW_{r0} هزینه تأمین آب در منطقه r ام از منبع o ام برحسب ریال به‌ازای هر مترمکعب، WU_{r0} آب مصرفی منطقه r ام از منبع o ام برحسب مترمکعب در هکتار و TC_{cr} کل هزینه متغیر تولید محصول c ام در منطقه r ام برحسب ریال در هر هکتار می‌باشد. VC_{cr} هزینه غیرخطی متغیر محصول c ام در منطقه r ام است که تابعی از سطح زیر کشت می‌باشد.

$$VC_{cr}(A_{cr}) = \alpha_{cr} A_{cr} + \frac{1}{2} \beta_{cr} A_{cr}^2 + \frac{1}{2} \gamma_{cgr} A_{cgr}^2 \quad (18)$$

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

فلیپو پسیسیا 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:

که در این روابط Y_{ai} عملکرد واقعی گیاه i ام، Y_{mi} عملکرد حداکثر گیاه i ام، ky_{si} ضریب حساسیت عملکرد گیاه i ام در مرحله s ام رشد گیاه، ET_{msi} تبخیر-تعرق واقعی گیاه i ام در مرحله s ام رشد گیاه، W_{asi} نیاز آبی واقعی گیاه i ام در مرحله s ام رشد گیاه جهت حصول عملکرد واقعی گیاه i ام در مرحله s ام رشد گیاه برای تأمین تبخیر-تعرق واقعی و W_{msi} نیاز آبی حداکثر گیاه i ام در مرحله s ام رشد گیاه جهت حصول عملکرد حداکثر گیاه و همچنین عمق آب کاربردی حداکثر گیاه i ام در مرحله s ام 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:

$$Y_{ai} = f(W_{asi}) = a_0 + a_1 W + a_2 W^2 \quad (13)$$

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:

$$\text{Max}_w E[U(\pi_M(w; A, P_w))] = E[U(\pi(w) - P_w (W - A))] \quad (14)$$

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:

$$(15) \text{ اگر خریدار آب}$$

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

$$(16) \text{ اگر فروشنده آب}$$

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

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

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

در جدول (۲) ملاحظه می‌شود که با برقراردن بازار آب در بخش سرپند، 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 زیر کشت قرار دارد. به نظر می‌رسد با برقراردن 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.

$$A_{cr} \leq CA_{cr} (1 + \epsilon_1) \quad [V_{cr}] \quad (19)$$

$$\sum_c A_{cr} \leq \sum_c CA_{cgr} (1 + \epsilon_2) \quad [\rho_{gr}] \quad (20)$$

که A_{cr} سطح زیر کشت محصول c ام در منطقه cr ، CA_{cr} سطح زیر کشت فعلی محصول c ام در منطقه cr ، CA_{cgr} سطح زیر کشت محصول c ام از گروه محصولات مشابه c ام در منطقه cr ، 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 سرپند، مرکزی، زالیان) با توجه به اصلی‌ترین محصولات کشت‌شده را نشان می‌دهد.

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 considering 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

سیب‌زمینی با ۱۰/۱۴- 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 ۱۹۷۸۰۷۵/۶۹ میلیون ریال قبل از تشکیل بازار به ۲۰۵۷۷۶۴/۰۱۸ میلیون ریال بعد از تشکیل بازار می‌رسد که نشان‌دهنده افزایش ۴/۰۳ درصدی در سود ناخالص است.

جدول (۴) 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.

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 ۶۱۹۲۴۱/۲۸ میلیون ریال بعد از تشکیل بازار می‌رسد که بیانگر افزایش ۴/۳۳ درصدی در سود ناخالص است. اگرچه ۴/۳۳ 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

Table 3. Total lands in basic year 2018 considering 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 considering 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

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 ۲۴۵/۶۶ هکتار به اراضی قابل‌کشت فراهم می‌شود. در کل منطقه شازند نیز ۴۵۳/۵۷ هکتار به اراضی قابل‌کشت اضافه می‌شود که رشد ۱/۹۷ درصدی را نشان می‌دهد. براساس اطلاعات جدول (۶) درصد تغییرات اراضی آبی در بخش‌های سربند، مرکزی و زالیان به ترتیب ۲/۲۴، ۱/۱۷، ۰/۹۴ درصد می‌باشد.

در جدول (۶) با توجه به جواب‌های تابع هدف نتیجه می‌گیریم وجود بازار آب بر سود ناخالص در بخش سربند به مقدار ۲۵۷۲۰/۳۹ میلیون ریال تأثیر مثبت دارد. در بخش زالیان با وجود بازار آب سود ناخالص به میزان ۱۹۴۹۵/۳۷۴ میلیون ریال افزایش یافته است. برای بخش مرکزی وجود بازار آب به اندازه ۷۹۶۸۸/۳۲۸ ریال بر سود ناخالص تأثیر مثبت دارد که بیش‌ترین تأثیر را هم در بین مناطق موجود دارد. در کل منطقه شازند نیز میزان تغییر ایجادشده در سود ناخالص بعد از تشکیل بازار آب معادل ۱۲۴۹۰۴/۰۹۲ میلیون ریال می‌باشد.

در این جدول، سود قبل و بعد از برقراری بازار آب در بخش زالیان نشان می‌دهد که میزان سود ناخالص از ۱۴۵۶۶۱۲/۳۲۸ میلیون ریال قبل از تشکیل بازار به ۱۴۷۶۱۰۷/۷۰۲ میلیون ریال بعد از تشکیل بازار می‌رسد که نشان‌دهنده افزایش ۱/۳۴ درصدی در سود ناخالص است.

جدول (۵) 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 به خود 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 (۶) تغییر ایجادشده در سطح زیر کشت تمامی محصولات، بعد از برقراری بازار آب در هر یک از بخش‌های دشت شازند را نشان می‌دهد. نتایج جدول حاکی از

Table 5. Total lands in basic year 2018 considering 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

دهد 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 محصولات 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 محصولات هم‌چون یونجه و سیب‌زمینی کاهش یافته و کشت سایر محصولات به‌ویژه محصولاتی که ماهیت تجاری بیشتری دارند، افزایش می‌یابد که این نتایج با نتایج فرانسسکو و همکاران (۲۳)، پربلانکو و استاناردی (۳۹)، رامیرو و همکاران (۴۱)، هوویت و همکاران (۲۸)، ابوالحسینی 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 دامپروری 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 مورد مطالعه در الگوی کشت محصولات زراعی جایگزین شوند.

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 ۱۳۹۷-۱۳۹۸ 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 مورد مطالعه 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 کارتر از مکانیزم‌های موجود جهت تخصیص و بهره‌برداری از منابع آب بیش‌تر می‌باشد. یافته‌ها نشان می‌-

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 گتایی، ف. سرلک، ا و غفاری، ه. (۱۳۹۸). بررسی آثار اقتصادی و رفاهی بازار آب: رویکرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت. فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی. ۱۲(۴۲): ۱۳۶-۱۱۹.

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. ۴(۴۵): ۴۸-۲۶.

۴. پرهیزکاری، ا. یآوری، غ. محمودی، ا و بخشی خانیکی، غ. (۱۳۹۸). مدل‌سازی بیوفیزیکی - اقتصادی جامع اقلیم و کشاورزی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز رودشور). فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، ۱۳(۴۶): ۱۴۴-۱۲۱.

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.

۶. 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، ۲۴ (۱): ۱۱۳-۱۱۹.

۷. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان مرکزی. (۱۳۹۸). گزارش اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی استان مرکزی در سال ۱۳۹۷. ۶۵-۱۱.

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، مهیا شدن 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

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 in water 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 Forestry, Department of Agricultural Economics, Santiago.
26. Hearne, R., & Easter, W. (1995). Water Allocation and Water Markets, an Analysis of Gains-from-trade in Chile, 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.
۸. صدر، ک. (۱۳۷۵). بازار و نرخ‌گذاری آب در اسلام (تجربه ایران)، فصلنامه آب و توسعه، ۷(۳): ۸۷-۹۶.
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. ۲۴ (۱): ۲۹-۴۴.
۱۱. نظری، م. (۱۳۹۵). بازار آب در تئوری و عمل: شکست بازار و سیاست عمومی. آب و توسعه پایدار، ۳ (۱): ۱۱۴-۱۰۳.
۱۲. وزارت نیرو، (۱۳۹۸). مدیریت منابع آب ایران، گزارش عملکرد سال ۱۳۹۷: ۴۲-۲۱.
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 from 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.

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 as 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: International 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-Blanco, B., & Standardi, G. (2019). Farm waters run deep: a coupled positive multi-attribute utility programming and computable general equilibrium model to assess the economy-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 Technical 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.