



فصلنامه اقتصاد کاربردی  
دوره ۱۳، شماره ۴۵، تابستان ۱۴۰۲

## استفاده بهینه از آب در دشت شازند و تاثیر آن بر سودآوری بخش کشاورزی

مجید کارخانه<sup>۱</sup>، احمد سرلک<sup>۲</sup>، کامبیز هژبرکیانی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۱۹

DOI: 10.30495/JAE. 2023.70679.1453

### چکیده:

هدف این مقاله بررسی تخصیص بهینه آب در دشت شازند و تاثیر آن بر سودآوری بخش کشاورزی است. در سال‌های اخیر عدم تخصیص بهینه آب در این منطقه، مشکلات عدیده‌ای را برای ساکنان بخصوص کشاورزان منطقه به ارمغان آورده است. از این رو بر آن شدیم که این مهم را مورد بررسی قرار دهیم. برای تغییرات سطح زیر کشت محصولات آبی، سود ناخالص در دو حالت (وجود بازار آب و عدم وجود بازار آب) طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۴ با استفاده از نرم‌افزار گمز<sup>۱</sup> و به روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت محاسبه و مقایسه گردیده است. نتایج نشان دهنده تاثیر مثبت باز تخصیص منابع آب، بر سود ناخالص کشاورزان منطقه در دشت شازند است. همچنین، باز تخصیص سطح زیر کشت محصولات به سمت کشت محصولاتی نظیر گندم، جو، لوبیا چیتی، نخود، لوبیای سفید و عدس سودآوری بیشتری برای کشاورزان به همراه خواهد داشت. براساس نتایج، پیشنهاد می‌شود دولت بسترهای لازم جهت تشکیل بازار آب در این منطقه با همراهی مشارکت بخش خصوصی را فراهم کرده تا زمینه تخصیص مناسب منابع آب و سطح زیر کشت در این منطقه فراهم شود.

**کلید واژه:** بازار آب، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، منطقه شازند، سودآوری بخش کشاورزی.

**طبقه‌بندی JEL:** Q13, Q24, Q25.

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. ایمیل: [Majid.karkhaneh@gmail.com](mailto:Majid.karkhaneh@gmail.com)

<sup>۲</sup> استادیار گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران (نویسنده مسئول). ایمیل: [a-sarlak@iau-arak.ac.ir](mailto:a-sarlak@iau-arak.ac.ir)

<sup>۳</sup> استاد گروه اقتصاد دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. ایمیل: [khkiani@yahoo.com](mailto:khkiani@yahoo.com)

## مقدمه

آب در فرآیند توسعه پایدار<sup>۲</sup>، به ویژه برای ایران که با رشد شدید جمعیت و توسعه بخش کشاورزی همزمان با کاهش سطح منابع روبه‌روست، نقش مهمی دارد. آب یکی از عوامل مهم تولید در کشاورزی است. آب مهم‌ترین و اساسی‌ترین عامل در بخش کشاورزی می‌باشد. امروزه محدودیت آب و افزایش جمعیت جوابگوی نیاز کشاورزان نیست. امروزه مدیریت استفاده صحیح و بهینه از آب آبیاری در بخش کشاورزی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. مطمئناً با شرایط فعلی که با کاهش نزولات آسمانی و منابع آب زیر زمینی همراه است. 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 کمیابی دارای قیمتی است که به میزان عرضه و تقاضای آن بستگی دارد؛ بنابراین به سبب وجود عامل کمیابی و قابلیت مبادله، آب نیز کالایی اقتصادی است که می‌توان برای آن قیمت بازاری جست‌وجو کرد. پایین بودن قیمت آب تمایل به مصرف بی‌رویه آن را افزایش داده و استفاده اقتصادی از آن را کاهش می‌دهد. بازارهای آب یکی از ابزارهای مؤثر و کارآمد تخصیص آب در شرایط کم‌آبی است و از طریق قیمت‌گذاری واقعی آب موجب صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش کارایی‌های تخصصی و فنی (استفاده بهینه و صحیح از منابع، در تولید کالا و خدمات به طوری که هدر رفت آن به حداقل خود برسد) آب می‌شوند (سولانز و همکاران، ۲۰۰۶).

آب یک کالای اقتصادی محسوب می‌شود و یکی از مهم‌ترین ویژگی هر کالای اقتصادی، قابلیت مبادله و خرید و فروش آن در بازار است. تفسیر مفهوم «آب یک کالای اقتصادی است» سبب سردرگمی می‌شود. دو مکتب فکری را می‌توان تشخیص داد. مکتب نخست که می‌توان آن را طرفداران بازار نامید، معتقدند که آب باید به وسیله بازار قیمت‌گذاری شود. ارزش اقتصادی آن به طور طبیعی در نتیجه کنش و واکنش خریداران و فروشندگان راغب، افزایش خواهد یافت. با این کار، از تخصیص یافتن آب به استفاده‌هایی که بیشترین ارزش را دارند اطمینان حاصل خواهد شد. مکتب دوم، گزاره «آب

یک کالای اقتصادی است» را به معنای فرایند تصمیم‌گیری یکپارچه درباره تخصیص منابع کمیاب تفسیر می‌کند که لزوماً مستلزم مبادلات مالی نیست. مکتب دوم با این نگاه تطبیق دارد که اقتصاد به «کاربرد دلیل انتخاب» می‌پردازد. به بیانی دیگر، انتخاب درباره تخصیص و مصرف منابع آب بر پایه تحلیل یکپارچه تمام مزیت‌ها و کاستی‌های گزینه‌های مختلف (هزینه‌ها و فایده‌های به معنای گسترده آن). آب یک کالای خاص است که هیچ جایگزینی ندارد، و بنابراین تخصیص آن یک مسئله اجتماعی است که نمی‌تواند تنها به نیروهای بازار سپرده شود، و از این رو قیمت آب نباید به دست بازار تعیین شود. آب باید قیمتی داشته باشد که دو هدف را محقق کند، یعنی بازیابی هزینه فراهم‌آوردن خدمات آب و دادن علایم روشن به مصرف‌کنندگان مبنی بر اینکه آب در واقع یک کالای کمیاب است که باید بخرده استفاده شود. توسعه بخش‌های کشاورزی، صنعت، ساختمان و خدمات به سهم خود تقاضا برای آب را افزایش می‌دهند. اگر این افزایش در حجم تقاضا به شکل صحیحی مدیریت نشود، ممکن است بخش آب با افزایش تقاضای اضافی مواجه و به ناچار با تعارضات و مشکلات مرتبط با تخصیص آب به شکل گسترده‌تری روبه‌رو شود. از دیگر مشکلات موجود در بخش آب می‌توان به پایین بودن بهره‌وری تولید، انتقال و توزیع آب شرب در کشور اشاره کرد. لذا بازار آب به عنوان یکی از راهکارهای تخصیص بهینه منابع آب مورد توجه قرار گرفته است. تخصیص مبتنی بر بازار، کارایی اقتصادی را هم از نظر فردی و هم از نظر اجتماعی در نظر می‌گیرد و عرضه آب را برای مصارفی که ارزش اقتصادی آب در آن بالاست، بدون نیاز به توسعه منابع جدید، تأمین و تضمین می‌نماید. کمیابی آب می‌تواند از طریق مدیریت منابع آب، به کمک انتخاب نسبی محصولات و الگوی کشت کشاورزان کاهش یابد (آل و شاه<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱). با تشکیل بازار آب، مدیریت تقاضا، تخصیص بهینه، پایداری منابع و تسریع در برنامه‌های خصوصی‌سازی و مشارکت مردمی در صنعت آب قوت می‌یابد. امروزه بدلیل ناکارآمدی که شیوه تخصیص دولتی دارد، مفهوم رویکرد تشکیل بازار آب در بسیاری از کشورهای دنیا مطرح شده است.

بوده است. از این منظر، تشکیل بازار آب را در شازند و بررسی آن می‌تواند بسیار با اهمیت باشد، این بازار می‌تواند برای رفع نیاز مبادله‌های جامعهٔ حقه‌داران و کشاورزان و بدون دخالت دولت از کارایی لازم برخوردار باشد. تشکیل بازار آب و تنظیم عرضه و تقاضا به مدیریت موثر منابع آب در منطقه کمک خواهد کرد و منجر به افزایش راندمان تولید در بخش کشاورزی و کاهش هزینه‌های استحصال (به مجموع هزینه‌ها و منابع درآمدی اختصاص یافته برای جمع‌آوری آب‌های موجود شامل روان آب‌های فصلی، آب رودخانه‌ها، آب‌های روان و استخراج آب‌های زیر زمینی برای استفاده در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعتی و خانگی اطلاق می‌گردد) آب در این بخش می‌شود.

استان مرکزی دارای سه اقلیم اصلی مشتمل بر اقلیم اراک، اقلیم ساوه و اقلیم شازند می‌باشد. اقلیم شازند، بیست و چهارم و نیم درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده، مشخصات این اقلیم مرطوب معتدل با زمستان‌های سرد است. این منطقه از مرتفع‌ترین قسمت‌های استان مرکزی است. این اقلیم 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 چهارصد و هفتاد و سه ممیز یک دهم میلی‌متر است.

این شهرستان دارای چهل و شش هزار هکتار اراضی زراعی که هفده هزار هکتار آن به صورت دیم، بیست و چهار هزار هکتار آن آبی کشت می‌شود و باغات شهرستان هم پنج هزار هکتار است. در سال‌های اخیر با کاهش نزولات آسمانی و در کنار آن برداشت بی‌رویه صنایع این منطقه از سفره‌های آب زیرزمینی دشت حاصلخیز شازند، بخش عظیمی از باغات و مزارع این شهرستان بر اثر خشکسالی از بین رفته است. با توجه به اینکه شصت و

بنابراین باتوجه به آنچه بیان گردید با تشکیل بازار آب، مدیریت تقاضا، تخصیص بهینه، پایداری منابع و تسریع در برنامه‌های خصوصی سازی و مشارکت مردمی در صنعت آب قوت می‌یابد.

مقاله حاضر در شش بخش سازمان‌دهی شده است. در ادامه، بیان مساله و ادبیات موضوع و مطالعات تجربی مورد بررسی قرار می‌گیرد. بخش چهارم به معرفی روش پژوهش اختصاص دارد. در بخش پنجم برآورد و تجزیه و تحلیل مدل ارائه می‌گردد. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای بخش پایانی مقاله را تشکیل می‌دهد.

### ادبیات موضوع و مطالعات تجربی

در حال حاضر، ۲ میلیارد نفر در سراسر جهان در مناطقی با تنش آبی زندگی می‌کنند و همین امر درباره بیش از نیمی از جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ در صورت عدم توجه، صادق خواهد بود. بر اساس تقاضای پیش‌بینی‌شده، جهان طی ۱۰ سال آینده با ۴۰ درصد کمبود آب شیرین مواجه خواهد شد. تشدید سیل، طولانی شدن خشکسالی و استفاده بی‌رویه، آلودگی‌های فزاینده و تغییر الگوهای آب‌وهوایی ناشی از گرم شدن کره زمین و موارد دیگر، به شدت بحران آب در جهان را تشدید می‌کند و اگر اقدام فوری صورت نگیرد، این تاثیرات در سال‌ها و دهه‌های آینده بدتر خواهند شد (وزارت نیرو، ۱۴۰۲). در ایران به ویژه در فلات مرکزی به دلیل محدودیت آب، چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی، بازار غیر رسمی آب فعال است. بازارهای آب در ایران پراکنده و مجزا از هم هستند و وسعت جغرافیایی، وضعیت توپوگرافی، تنوع شرایط اقلیمی و آب و هوایی، 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 (صدر، ۱۳۷۵).

تشکیل بازار آب با این فرض که آب کالایی اقتصادی است به عنوان یکی از موضوعات مهم در اقتصاد آب مطرح است. در دشت شازند، در حال حاضر، بازارهای کوچک آب و تبادلات محلی یا محلی- دولتی به صورت سنتی وجود دارد و همین امر یکی از دلایل انتخاب دشت شازند

هشت درصد از جمعیت شهرستان شازند را روستاییان تشکیل می‌دهند، مهم‌ترین و اصلی‌ترین رکن معاش و اشتغال این شهرستان کشاورزی و دامداری است. در این منطقه تنها دوازده درصد بخش کشاورزی شهرستان شازند از روش‌های آبیاری مدرن بهره می‌برند (گزارش اقتصادی استان مرکزی، ۱۳۹۸).

آبخوان دشت شازند اصلی‌ترین منبع آب زیرزمینی استان است. برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی دشت شازند توسط صنایع از یک سو، 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. تشکیل بازار و افزایش بازدهی در توزیع مجدد آب، باعث حفظ منابع آب و در عین حال افزایش تولید خواهد شد. بنابراین بررسی تغییر در نحوه توزیع آب در این دشت و تاثیر آن بر سوددهی بخش کشاورزی در دو حالت شرایط فعلی استفاده از منابع آبی و تخصیص مجدد آن از اهمیت لازم برخوردار است. کاراترین ساز و کار تخصیص منابع، در یک بازار رقابت کامل اتفاق می‌افتد که در آن قیمت، بنگاه‌ها و اشخاص حداکثرکننده سود و مطلوبیت را به خرید، فروش و تعقیب فعالیت‌هایی که در آن مزیت نسبی دارند، تشویق می‌کند (لیانگ، ۲۰۱۳). تشکیل بازار آب پیامدهای مثبتی مانند افزایش کارایی مصرف آب، افزایش درآمد مشارکتکنندگان در بازار، کاهش ریسک درآمد مشارکت کنندگان در بازار، توجیه‌پذیری سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، افزایش مشارکت مردمی به واسطه تشکیل تشکل‌ها و انجمن‌ها و نیز کاهش هزینه‌های دولت دارد. در این دیدگاه فرض می‌شود که آب یک کالای خصوصی و بدون اثرات خارجی (شامل موارد و فعالیت‌هایی می‌گردد که از سوی یک فرد یا بنگاه تولیدی ایجاد می‌شود و این فعالیت‌ها بر روی سایر افراد یا بنگاه‌ها تاثیر می‌گذارد بدون آنکه فرد یا بنگاه ایجاد کننده اثر، هزینه‌ی مثبت یا منفی آن را پرداخت نماید) بوده و حقوق مالکیت آن در واحدهای استاندارد (همگن) قابل مبادله است (نظری، ۱۳۹۵).

منظور از بازار آب تخصیص مجدد آب بین مصارف و مصرف کنندگان مختلف براساس تخصیص اولیه و با

انتقال و واگذاری حق بهره‌برداری از منابع آب به سایر مصرف کنندگان 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. شرط دوم آن است که تصمیم‌گیری هر یک از خریداران یا فروشندگان باید مستقل از همدیگر باشد و دیگر اینکه تصمیم یک خریدار و یا یک فروشنده بر تصمیم دیگران تأثیری نداشته باشد و نهایتاً اینکه افراد در این بازار به دنبال حداکثر سازی سود خود می‌باشند (صدر، ۱۳۸۲). در چنین شرایطی است که نیروهای عرضه و تقاضا میزان آب مورد مبادله و همچنین قیمت هر واحد آب را تعیین خواهد کرد. تخصیص آب بر اساس بازار باعث به کارگیری آب در مصارف با ارزش اقتصادی بالاتر خواهد شد. در این صورت شرط کارایی اقتصادی هم برای افراد فعال در بازار و هم برای کل اجتماع برقرار خواهد بود. بازار آب امکان به کارگیری آب به نحوی که هزینه‌های تأمین آب به نحو بهتری پوشش داده شود و هم به رفع کمبود آب برای مصارف و کاربردهای با ارزش اقتصادی بالاتر فراهم خواهد نمود (احمدخان، ۲۰۱۸).

یکی از واکنش‌های ممکن در پاسخ به تقاضای در حال رشد آب در مواجهه با عرضه محدود آن، تخصیص مجدد آن از طریق استراتژی بازار آب است. با اینکه بازار مفهومی جدید نیست، آنچه که جدید است این است که سیاست توسعه منابع جدید برای برآورده ساختن نیازهای آتی، بیشتر از این کارایی ندارد. لذا دولت‌ها در پذیرش ایده‌های جدید به منظور بهبود مدیریت منابع آبی، گسترده‌تر از قبل عمل می‌کنند (داگلاس، ۲۰۱۵).

بازارهای آب می‌توانند به عنوان یکی از کاراترین ابزارها برای بهینه سازی و کارایی آب محسوب شوند. زیرا بازارها از مکانیسم‌های اداری (تخصیص سنتی) انعطاف پذیرتر هستند. در این شرایط عملکرد اختیاری برای خریداران و فروشندگان و دریافت مابه‌التفاوت مالی در بازار وجود دارد و مکانیسم بازار می‌تواند مناقشات را کاهش دهد. نیروی محرکه هر بازار آبی، اختلاف بین ارزش استفاده آب بین دو استفاده کننده از آن است

(احمدخان، ۲۰۱۸).

اختلاف در ارزش محصول نهایی<sup>۷</sup> آب پیش شرط مبادله است. به علاوه این اختلاف بین دو مبادله کننده باید بیشتر از هزینه مبادله باشد. در کشاورزی ارزش محصول نهایی آب از دیدگاه زارع، نه تنها از سالی به سال دیگر (بدلیل تغییر در حجم تخصیص آب و تصمیمات کشت) بلکه در طی فصل رشد نیز (بواسطه تعدیلاتی که کشاورزی در تولید محصول خود در نتیجه تغییرات اقلیمی و آب و هوایی می‌دهد) و حتی از محصولی به محصول دیگر متفاوت است. 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 (داگلاس، ۲۰۱۵).

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 صورتی که امکان مبادله آب بین این دو زارع وجود 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 به‌ازای هر واحد حجم مبادله در تصمیم‌گیری زارع تاثیر 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 (گوهایا<sup>۸</sup>، ۲۰۲۱).

بازار آب، امکان تصمیم‌گیری بهتر به منظور استفاده از منابع آبی را برای مالکان فراهم می‌کند. به‌طوری که استفاده‌کنندگان خود تصمیم می‌گیرند حقاچه (حقاچه به حق، سهم مشروع، و امتیاز مشخص و معلوم هر فرد در استفاده از منابع آبی شامل مزرعه، باغ، رودخانه، چشمه، قنات و غیره اطلاق می‌گردد. و جامعه حقاچه داران متشکل از تمامی افرادی است که در یک موقعیت مکانی و جغرافیایی گرد هم آمده‌اند و میزان مشخص و معلومی

از منبع آبی مورد نظر را دارا می‌باشند). را استفاده کنند و یا بفروشند، زمانی که قیمت‌ها به اندازه کافی پایین است، مالکان وارد بازار شده و حقاچه بیشتری خریداری می‌کند و وقتی قیمت‌ها بالا است، مالک حقاچه خود را به فروش می‌رساند (فرانسسکو و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۲۰).

همزمان با افزایش جمعیت و رشد درآمد و تنوع فعالیت‌های اقتصادی تقاضا برای آب نیز افزایش یافت. به طوری که از میزان عرضه آن فراتر رفت. در این حالت به منظور توزیع و تخصیص آب بین متقاضیان و مصرف‌کنندگان روش‌ها و سنت‌هایی ابداع و اعمال گردید (وانگا<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۳). چون این سنت‌ها مطابق با قوانین و حقوق مورد قبول افراد جامعه بود، لذا نوع تقسیم و توزیع نیز مورد قبول همه افراد جامعه واقع می‌شد. به عبارت دیگر تقسیم آب بین اعضا بصورت بهینه صورت می‌گرفت. اما با تجاری شدن کشاورزی و جانسین شدن منابع آب جدید (مثل چاه و سد) به جای منابع آب قدیمی (قنات)، فنون آب و آبیاری نیز تغییر پیدا کرده است (داگلاس، ۲۰۱۵).

کمبود اطلاعات، یکی از مشکلات موجود در تمام بازارهای آب است. به طوری که خریداران و فروشندگان به سختی یکدیگر را پیدا می‌کنند و مبادله انجام می‌دهند. اطلاعات کافی در مورد عرضه و تقاضای آب، نیاز اصلی در عملکرد مطلوب و کارای بازار است (فرانسسکو و همکاران. ۲۰۲۰). 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 قابل توجه بازارهای آب می‌باشد (مهننتی و گپتا<sup>۱۱</sup>، ۲۰۰۳).

با شکل‌گیری و فعال‌سازی بازارهای محلی در مناطق کم آب به دلیل ارزش بالای آب، انگیزه کافی برای کاهش تلفات و صرفه‌جویی با هدف استفاده یا فروش آب مازاد، ایجاد می‌شود. بازار آب با فراهم کردن امکان فروش موقت یا دائم سهم آب اضافی از یک منبع و خرید از منبع نزدیک‌تر، سهولت در جابجایی سهم آب را فراهم می‌سازد. همچنین کاهش تلفات زمینه را برای فروش آب صرفه‌جویی شده در بازار را امکان‌پذیر می‌کند (داگلاس، ۲۰۱۵). وجود بازار آب در مواقعی که ارزش آب

ملاحظه در ازای عرضه آب همراه است (پرز بلانکو و همکاران<sup>۱۴</sup>، ۲۰۱۹). همچنین بازگشت سرمایه در این کشورها مطلوب نمی‌باشد. توسعه و تخصیص خدمات آبی با توجه جمعیت خصوصاً قشر فقیر جامعه، بدون تحقق سودهای متناسب امکان‌پذیر نخواهد بود. 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 طی سال‌هایی که نیاز به تمام آیشان ندارند، بفروشند یا آنها می‌توانند آب را در یک بازار رسمی برای کسب پول نقد بفروشند و بیشتر بر خریدهای سالانه آب تکیه کنند.

از جمله مزایای دیگر بازار آب می‌توان دسترسی زارعین کم بضاعت به آب بیشتر برای افزایش تولید درآمد دانست. در این حالت، این زارعین بدون تقبل سرمایه‌گذاری برای حفر و تجهیز چاه می‌توانند آب مورد نیاز خود را از بازار محلی تأمین نمایند (پالمر و جونز<sup>۱۵</sup>، ۱۹۹۷). به علاوه اطلاعات بدست آمده از بازار آب شرایط واقعی را برای برآورد توابع تقاضای آب و خدمات وابسته به آن فراهم می‌کند.

چیانگ شنگ و همکاران<sup>۱۶</sup> (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان کیفیت آب مشوقی جهت بهبود در بازارهای آب: مسیر شرقی پروژه انتقال آب جنوب به شمال چین بیان می‌دارند که اجرای گسترده برنامه‌های بازار آب در سراسر جهان توجه همگان را افزایش داده است، در حالی که تحقیقات کمی مرتبط با کیفیت آب در بازارهای آب توجه کرده است. در این مطالعه با استفاده از روش تئوری بازی‌ها چگونگی تخصیص منابع آبی مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعه نشان می‌دهد که مکانیسم بازار مجموعه‌ای از تکنیک‌ها و شیوه‌ها را برای رسیدن به حالت بهینه افراد و جامعه به طور همزمان بسیج می‌کند. که می‌تواند ناتوانی بازارهای آب فعلی برای بهبود کیفیت آب و تخصیص آب به طور همزمان برطرف نماید.

نوری و همکاران (۲۰۲۲). در مقاله خود با عنوان، توسعه بازار آب محلی براساس رویکرد شبیه‌سازی مبتنی بر چند عامل بیان می‌دارند که مبادله آب به عنوان ابزاری برای بهبود بهره‌وری آب و کاهش اثرات منفی کمبود آب

صرفه‌جویی شده و فروش آن می‌تواند پاسخگوی هزینه‌های مرتبط باشد می‌تواند منجر به تغییر شیوه آبیاری شود. بعلاوه، در مناطقی که خرید و فروش آب بصورت غیر قانونی انجام می‌شود، این اعتقاد وجود دارد که رسمی و قانونی کردن خرید و فروش تحت شرایط کنترل شده و استفاده از بازار موجب مدیریت بهتر بازار آب در دشت‌های ممنوعه خواهد شد (رامیرو و همکاران<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۹).

بازار آب جایگاهی است که در مناطق کم آب باعث بالا بردن هزینه فرصت برای حقایق داران موجود می‌شود. در این شرایط حقایق داران که در شرایط متفاوتی از نظام تولید کشاورزی به سر می‌برند تلاش خواهند کرد که با مدیریت بهتر منابع آب در اختیار یا از منابع خود درآمد بیشتری کسب کنند و یا بخشی از آب را در اختیار مصرف کنندگان دیگری که می‌توانند کارا تر از آب استفاده کنند قرار دهند. شواهد ناشی از فعالیت بازارهای محلی آب کشاورزی، بیانگر انتقال آب از مصرف کشاورزی به مصارف شهری و یا اعتلای الگوی کشت می‌باشد (هاریس<sup>۱۳</sup>، ۲۰۰۳).

با امکان‌پذیر شده خرید از بازارهای محلی آب کشاورزی امکان تأمین آب مصارف شهری و صنعتی بدون انجام سرمایه‌گذاری‌های سنگین تأمین و انتقال آب جدید، فراهم خواهد شد. در این حالت نیز به جای ندیده انگاشتن حقوق کشاورزان می‌توان وجوه مناسبی را برای انتقال حقایق‌ها در نظر گرفت و در عین حال با هزینه‌های کمتر اقتصادی و زیست محیطی آب اضافی برای مراکز جمعیتی تأمین کرد. در مواقع خشکسالی مدیریت آب، معمولاً برای تأمین مصارف الزامی از تأمین سایر مصارف صرف نظر می‌نماید. در این مورد هم به جای نادیده انگاشتن حقوق بهره برداران موجود، می‌توان این مبادلات را به صورت بهتر ساماندهی کرد (داگلاس، ۲۰۱۵).

در نتیجه تشکیل بازارهای آب، سهم سرمایه‌گذاری خصوصی در بهره‌برداری از منابع آبی افزایش می‌یابد. مشکل اصلی قیمت پایین منابع آبی است، به طوری که فرصت افزایش سود را از بین می‌برد. با توجه به گزارشات بانک جهانی، پروژه‌های بهره‌برداری شده توسط بخش دولتی در کشورهای در حال توسعه، ندرتاً با منافع قابل

مورد بررسی قرار داده‌اند که می‌تواند به عنوان یک سرمایه از طرف کشاورز در بورس خرید و فروش شود و تامین کننده خواسته‌های مالی کشاورزان نیز باشد که پیش شرط حضور در بازارهای مالی تشکیل بازار آب و تعیین قیمت واقعی آن است.

رامیرو وهمکاران<sup>۲۰</sup> (۲۰۱۹) 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 و بازخورد دو طرفه در را اندازه‌گیری نمودند و بیان داشتند که دامنه نوسان آن در دو سطح خرد و کلان از نوسان با ثبات برخوردار نیست. لیکن نتیجه مشترک در سطح خرد و کلان، تاثیر مثبت تشکیل بازار بر کاهش مصرف و اقتصادی نمودن تخصیص منابع آب در منطقه مورسیا است.

گرافتون<sup>۲۱</sup> (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای در زمینه ایجاد چارچوبی برای ارزیابی استفاده از بازار آب، به بررسی تابع تقاضای آب کشاورزی، به بررسی تفاوت ارزش بنگاه آب و منطقه تحت چهار سناریو: تغییرات فنی، تغییرات شرایط جوی گرم-خشک، تغییرات قیمت محصولات کشاورزی و هزینه‌های آب کشاورزان در منطقه برزیل پرداخته است. براساس نتایج او ایجاد بازار آب تاثیر مثبت بر رفاه کشاورزان دارد.

زنگست و همکاران<sup>۲۲</sup> (۲۰۱۶) در تحقیقی با عنوان مدل‌سازی تجارت آب در شرایط عدم قطعیت جهت حمایت از مدیریت منابع آب در یک منطقه خشک، نشان داده‌اند موسسات با قدرت بازار در تولید و استفاده نهایی به طور قابل توجهی رفاه بالاتری نسبت به دخالت انحصار در توزیع و رژیم رقابتی ایجاد می‌نمایند؛ نتایج آنان بیان کننده افزایش تشدید شونده ریسک بازتوزیع منابع آب در مناطق خشک در مقایسه با سایر مناطق است.

گراولین<sup>۲۳</sup> (۲۰۱۶) به بررسی مدل‌های موجود اقتصادی برای تخصیص آب در تولیدات کشاورزی و نقش بازارهای انتقال آب پرداخته‌اند و در بهترین مدل از تابع هزینه نمایی و تابع تولید با کشش‌های جانشینی ثابت بهره گرفتند. به نظر آنها استفاده از این نوع مدل برای تحلیل سیاست ارزیابی قیمت‌گذاری آب بسیار مفید

شناخته شده است. با این حال، موفقیت تجارت آب به تنظیمات منطقه‌ای، چارچوب نهادی، مکانیسم تجاری و رفتار مصرف کننده آب بستگی دارد. تحقیق یک رویکرد مبتنی بر عامل را برای شبیه‌سازی رفتار کشاورزان نسبت به سیاست تشکیل بازار آب محلی و سنجش بازخورد آن در سیستم هیدرولوژیکی- کشاورزی- اقتصادی ارائه نموده است. بر این اساس، کشاورزان در هر منطقه به عنوان یک عامل کشاورزی هستند، در حالی که محیطی که کشاورزان با آن تعامل دارند به سه بخش محیط فیزیکی، محیط اقتصادی و محیط اجتماعی تقسیم می‌شوند. رفتار عوامل کشاورزی براساس برنامه‌ریزی ریاضی مرتبط و یک مدل بهینه‌سازی چند هدفه، همراه با روش شمارش بوردا برای حل تعارض بین عوامل شبیه‌سازی شده است.

فرانسسکو و همکاران<sup>۱۷</sup> (۲۰۲۰) در تحقیقی مجموعه‌ای از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی اثرات اجتماعی و اقتصادی اصلاح قیمت‌گذاری آب کشاورزی در منطقه پیمونت، ایتالیا را بررسی نمودند و در سناریوهای مختلف و از طریق بهینه‌یابی مدل‌های متفاوتی از برنامه‌ریزی ریاضی را در منطقه پیمونت 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 در دو حالت کوتاه مدت و بلند مدت منجر به افزایش سود کشاورزان شده و در ضمن ریسک سرمایه‌گذاری آنها را نیز کاهش می‌دهد.

پرز بلانکو و همکاران<sup>۱۸</sup> (۲۰۱۹) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی مثبت در سطح خرد و همچنین با استفاده از رویکرد مدل‌های تعادل عمومی، بازار آب در منطقه مورسیا در جنوب شرقی اسپانیا را بررسی نمودند. آنها به این نتیجه رسیدند که تشکیل بازار آب منطقه‌ای منجر به صرفه‌جویی گسترده در مصرف آب می‌شود و علاوه بر آن ترکیب کشت محصولات را به سمت کشت محصولات تجاری با سودآوری بالاتر سوق می‌دهد.

سدیک و همکاران<sup>۱۹</sup> (۲۰۱۹) در تحقیقی سعی کردند با عنوان، رفتار با بازارهای آب مانند بازارهای سهام، آب را به مانند یک کالای اقتصادی و قابل مبادله در بورس

خواهد بود.

آداپا، بولار و سوزا<sup>۲۴</sup> (۲۰۱۶) در مقاله‌ای به بررسی وضعیت منابع آب در استرالیا و منابع آب جایگزین در این کشور پرداخته‌اند. مورا و مورال<sup>۲۵</sup> (۲۰۱۵) در تحقیقی به بررسی تجربه ایجاد بازار آب در اسپانیا 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 تاکید دارد.

براون و همکاران<sup>۲۶</sup> (۲۰۱۵) در تحقیقی خود با عنوان آینده تحلیل سیستم های منابع آب، با هدف یک چارچوب علمی برای مدیریت پایدار آب: تحلیل سیستم‌های آینده منابع آب بیان کردند مدیریت تقاضای آب، نیازمند یک برنامه منظم سیستمی براساس قیمت گذاری بازار است تا براساس آن تخصیص کارآمد منابع آب صورت پذیرد. تشکیل بازارهای آب منطقه ای در این زمینه امری ضروری است.

پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله‌ای مدل‌سازی بیوفیزیکی- اقتصادی جامع اقلیم و کشاورزی در حوضه آبخیز رودشور با استفاده از مجموعه داده‌های پانل (سری زمانی) مربوط به متغیر اقلیمی بارش طی ۱۳۶۵-۱۳۹۵ و مقطعی سال پایه ۱۳۹۵-۱۳۹۴ بررسی نمودند. نتایج نشان داد الگوی رفتاری متغیر اقلیمی بارش در حوضه آبخیز رودشور پس از سال ۱۳۸۰ با روندی کاهشی همراه بوده و با تغییر اقلیم ناشی از کاهش بارش تحت سناریوهای ملایم تا شدید، منابع آب منطقه پنج ممیز هفتاد و پنج صدم درصد تا سیزده ممیز هشت دهم درصد، تولیدات کشاورزی سه ممیز شش دهم درصد تا هشت ممیز پنجاه و چهار صدم درصد و سود ناخالص کشاورزان دو ممیز هفتاد و یک صدم درصد تا هشت ممیز چهار صدم درصد کاهش می‌یابد؛ اما، ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب آبیاری نسبت به سال پایه پنج ممیز سیزده صدم تا دوازده ممیز هفت دهم درصد افزایش می‌یابد.

ابوالحسنی و همکاران (۱۳۹۸) نقش تشکیل بازار آب در میزان استفاده از منابع آبی در بخش کشاورزی، نقش تشکیل بازار آب در میزان استفاده از منابع آبی در دشت مشهد (شهرستان‌های مشهد، چناران، طرهبه- شانندیز)

بررسی نمودند. برای رسیدن به این منظور، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت<sup>۲۷</sup> (PMP) و توابع تولید منطقه‌ای محصولات کشاورزی (SWAP) استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که با تشکیل بازار آب در منطقه، الگوی کشت به سمت محصولات با سوددهی بالاتر سوق پیدا می‌کند. همچنین در استفاده از آب صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در منطقه شکل می‌گیرد به نحوی که پس از تشکیل بازار آب در شهرستان‌های مشهد، چناران، طرهبه و شانندیز میزان مصرف آب به ترتیب با کاهش سی و هفت، بیست و سه ممیز هشتاد و پنج صدم و بیست و نه ممیز نه صدم درصدی مواجه می‌شود که نشان دهنده مفید بودن تشکیل بازار آب در راستای کاهش استفاده از منابع آبی در منطقه است.

اسمعیل‌نیا و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی اثرات اقتصادی و رفاهی تشکیل بازار آب در منطقه ورامین پرداختند و تغییرات سطح زیرکشت محصولات آبی، سود ناخالص در دو حالت (وجود بازار آب و عدم وجود بازار آب) طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ با استفاده از نرم‌افزار گمز و به روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت محاسبه و مقایسه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد برقراری بازار آب، تاثیر مثبت و افزایشی بر مجموع سود ناخالص کشاورزان منطقه خواهد داشت. همچنین، کشت محصولات نظیر گندم، برنج، جو، خیار و ماشک، گوجه و سیر از سودآوری بیشتری برخوردار بوده و می‌توان سطح زیرکشت بیشتری را به خود اختصاص دهند.

نظری (۱۳۹۵) در مقاله‌ای ضمن تبیین مبانی نظری بازار آب، به تشریح الزامات اجرای آن در عمل و شناسایی مواردی پرداخت که منجر به ناکارایی و شکست بازار آب می‌گردد. بر این اساس، پیشنهادها و راه‌حل‌های سیاست عمومی به منظور اصلاح این ناکارایی‌ها مطابق با تجارب جهانی و داخلی و با تأکید بر شرایط اقتصادی، اجتماعی و حقوقی حاکم بر مدیریت منابع آب کشور ارائه نمود.

بهلول‌وند و همکاران (۱۳۹۳)، نقش بازارهای آب کشاورزی در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع آب منطقه مجن را بررسی نمودند و بیان می‌کنند که بازار آب مجن، بازار رقابتی موفق و کارآمدی است که بیش از چهل سال زمینه انواع مبادله‌های آب را فراهم کرده است و سالانه



## - تصریح مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت

روش مرسوم برای شبیه‌سازی تصمیمات تولیدکنندگان این است که الگویی را که محدودیت‌ها، فرصت‌ها و اهداف شرایط موجود را منعکس می‌کند، ایجاد نموده و سپس تحت فروض ناشی از اجرای سیاست مورد نظر حل گردد. این روش که روش برنامه‌ریزی مثبت (PMP) نامیده می‌شود، یک روش تحلیل تجربی است و از تمام اطلاعات شرایط موجود جهت الگوی کالیبره استفاده می‌کند، در وضعیتی که داده‌های سری زمانی اندک باشد؛ به‌ویژه در تحلیل‌های سیاستی، منطقه‌ای و بخشی اهمیت ویژه‌ای دارد (آرفینی، دوناتی و پاریس<sup>۲۸</sup>، ۲۰۰۳). به طور کلی یک مدل برنامه‌ریزی اثباتی در سه مرحله به صورت زیر انجام می‌شود.

مرحله اول: تبیین یک مدل برنامه‌ریزی خطی معمولی<sup>۲۹</sup> (LP) با تابع هدف حداکثرسازی سود کشاورزان منطقه و محدودیت‌های کالیبراسیون به همراه محدودیت‌های منابع جهت برآورد قیمت‌های سایه‌ای<sup>۳۰</sup> سطح زیر کشت محصولات:

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

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

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

که Z ارزش تابع هدف،  $P_j$  قیمت محصول زام،  $Y_j$  عملکرد محصول زام،  $C_j$  هزینه حسابداری تولید هر هکتار محصول زام،  $X_j$  سطح زیر کشت محصول زام،  $\lambda$  قیمت سایه‌ای مربوط به محدودیت‌های منابع و  $\rho$  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 به دست می‌آید. در اغلب مطالعات انجام شده با استفاده از روش PMP یک تابع هزینه متغیر درجه دوم به صورت زیر استفاده شده است.

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

بیش از سی درصد از آب مصرفی کشاورزان از طریق آن تأمین می‌شود. 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. تفاوت کشت‌ها نیز اصلی بودن کشت سیب‌زمینی در مقابل گندم را نشان می‌دهد که یکی از کارکردهای مهم بازار است. مقایسه ارزش تولید متوسط آب در محصولات بالا بیان می‌کند که یکی از مهم‌ترین کارکردهای بازار آب در زمینه اولویت تخصیص آب و اصلاح الگوی کشت قلمداد می‌شود.

چیمه، ابراهیمی، هورفر و عراقی‌نژاد (۱۳۹۳) تحقیقی با عنوان «ارزیابی اقتصادی آب کشاورزی با رویکرد قیمت‌گذاری براساس نوع محصول در دشت قزوین» به عمل آورده‌اند. نتایج نشان داده در میان دیدگاه‌های مختلف وزن‌دهی، روش قیمت‌گذاری براساس نوع محصول در دشت قزوین، دیدگاه محصول حجم آب مصرفی، مناسب‌ترین روش بهبود کارایی در این منطقه به شمار می‌رود.

کرامت‌زاده، چیدری و شرزهای (۱۳۹۰) با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت نقش بازار آب را در تعیین ارزش اقتصادی نهاده آب در اراضی پایین دست سد شیرین دره بجنورد مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داده ارزش اقتصادی نهاده آب در سناریوهای مختلف نرمال و خشکسالی معادل چهارصد و شانزده و پانصد و هفتاد و یک ریال می‌باشد.

بررسی تحقیقات داخلی و خارجی مرتبط با تحقیق نشان می‌دهد که تاکنون در منطقه مورد مطالعه تحقیق مشابهی انجام نشده، و این تحقیق با توجه به منطقه‌ای بودن آن نیز از نوآوری لازم برخوردار می‌باشد.

## روش تحقیق

اطلاعات این تحقیق به روش کتابخانه‌ای و اسنادی و با کمک پایگاه‌های اطلاعاتی وزارت نیرو، سازمان جهاد کشاورزی، اداره امور آب شهرستان شازند، شرکت آب منطقه‌ای استان مرکزی و شبکه‌های کامپیوتری جمع‌آوری گردید. همچنین، این پژوهش با مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و نرم‌افزار GAMS طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۴۰۱ انجام پذیرفت.

خریداری شده خریداران را کاهش می‌دهد، در نتیجه سود آنها را افزایش می‌دهد (وینبرگ، کلینگ و ویلن<sup>۳۴</sup>، ۱۹۹۳).

تابع سود مقید  $\pi(w)$  نیز به صورت زیر می‌باشد:

$$\pi(w) = \{Max_z P \cdot Q(w, z) - cz/\forall w\} \quad (10)$$

که Z بردار نهاده‌های تولید به جز نهاده آب، P قیمت محصول،  $Q(w, z)$  تابع تولید،  $cz$  بردار هزینه‌های نهاده‌های تولید به جز آب می‌باشد (کالاتراوا و گریدو، ۲۰۰۵). برای تشکیل تابع سود مقید  $\pi(w)$  از تابع تولید آب زمان‌دار (DWPE<sup>۳۵</sup>) محصولات مختلف که رابطه بین تبخیر- تعریق گیاه و عملکرد متناظر با آن می‌باشد، به‌عنوان تابع تولید استفاده می‌گردد. 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.

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

$$\prod_{s=1}^S \left[ 1 - ky_{si} \left( 1 - \frac{W_{asi}}{W_{msi}} \right) \right]$$

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

$$1 - \prod_{s=1}^S \left[ ky_{si} \left( 1 - \frac{W_{asi}}{W_{msi}} \right) \right]$$

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

که  $a_j$  پارامتر جزء خطی تابع هزینه محصول  $Z_j$  و  $b_j$  پارامتر جزء درجه دوم تابع هزینه محصول  $Z_j$  می‌باشد. هزینه نهایی متغیر<sup>۳۱</sup> (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<sup>۳۲</sup> یا مدل غیرخطی از طریق قراردادن ضرایب برآوردی تابع هزینه در تابع هدف مدل LP بدون محدودیت‌های کالیبراسیون:

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

$$Max \ z = \sum_{j=1}^n (P_j Y_j X_j - a_j X_j - \quad (6)$$

$$\frac{1}{2} b_j X_j^2) \quad [ \lambda ] \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_j$$

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

#### ساز و کار بازار آب

زمانی که سهم آب زارع مشخص و معین باشد، زارعین در یک بازار آب معاملات نقدی شرکت می‌کنند که دارای تابع هدف به صورت زیر می‌باشند:

$$Max_w \ \pi_M(w) = \pi(w) + P_w (A - w) - (B_w * \quad (9)$$

$$tcb) - (S_w * tcs)$$

که  $W$  مقدار آبی است که در فرآیند 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 فروش، اگر  $A > w$  باشد، درآمد فروش و اگر  $A < w$  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 مبادلات خرید و فروش آب است (کالاتراوا و گریدو<sup>۳۳</sup>، ۲۰۰۵). همان‌گونه 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

گردیده است:

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

یک تولیدکننده ریسک‌گزیب باید مطلوبیت انتظاری خود را که مواجه با یک قیمت آب و عرضه آب نامطمئن به صورت زیر می‌باشد حداکثر نماید. یعنی این که:

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

که  $U(0)$  تولید مطلوبیت کشاورز، 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:

$$\dot{\pi}(w) > \text{اگر خریدار آب} \quad (15)$$

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

$$\dot{\pi}(w) < \text{اگر فروشنده آب} \quad (16)$$

$E(P_w) \quad \text{for } w < A$   
در شرایط عدم اطمینان قیمت آب، خریداران آب  $w > A$  مقدار آب کمتری  $\dot{\pi}(w) > E(P_w)$  نسبت به شرایط اطمینان قیمت آب  $\dot{\pi}(w) = E_M$  مصرف می‌نمایند، فروشنده آب نیز در شرایط عدم اطمینان مقدار آب کمتری نسبت به شرایط اطمینان کامل خواهد فروخت (کالاتراوا و گریو، ۲۰۰۵).

### برآورد مدل و تجزیه و تحلیل آن

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.

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

که  $A_{cr}$  سطح زیر کشت محصول  $c$ ام در منطقه  $r$ ام بر حسب هکتار،  $P_{cr}$  قیمت محصول  $c$ ام در منطقه  $r$ ام بر حسب ریال به ازای هر کیلوگرم،  $Y_{cr}$  عملکرد محصول  $c$ ام در منطقه  $r$ ام بر حسب کیلوگرم در هر هکتار که تابعی است از میزان آب مصرف،  $WU_{cr}$  محصول  $c$ ام در

منطقه  $r$ ام بر حسب مترمکعب در هکتار،  $SI_{cr}$  قیمت محصول  $c$ ام در منطقه  $r$ ام بر حسب ریال در هر هکتار،  $PW_{ro}$  هزینه تأمین آب در منطقه  $r$ ام از منبع  $o$ ام بر حسب ریال به ازای هر مترمکعب،  $WU_{ro}$  آب مصرفی منطقه  $r$ ام از منبع  $o$ ام بر حسب متر مکعب در هکتار و  $TC_{cr}$  کل هزینه متغیر تولید محصول  $c$ ام در منطقه  $r$ ام بر حسب 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.

$$VC_{cr}(A_{cr}) = \alpha_{cr} A_{cr} + \quad (18)$$

$$\frac{1}{2} \beta_{cr} A_{cr}^2 + \frac{1}{2} \gamma_{cgr} A_{cgr}^2$$

که  $\alpha_{cr}$  پارامترهای جزء خطی تابع هزینه محصول  $c$ ام در منطقه  $r$ ام،  $\beta_{cr}$  پارامترهای جزء دوم تابع هزینه محصول  $c$ ام در منطقه  $r$ ام و  $\gamma_{cgr}$  پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه محصول  $c$ ام از محصول هم‌گروه و مشابه  $g$ ام در منطقه  $r$ ام می‌باشد.

پارامترهای تابع هزینه غیرخطی متغیر فوق براساس سه مرحله بیان شده و تبیین یک مدل LP با تابع هدف رابطه (۱۷) و محدودیت‌های مختلف نهاده‌ها و محدودیت‌های کالیبراسیون زیر برآورد می‌گردد. محدودیت‌های کالیبراسیون به صورت زیر می‌باشند:

$$A_{cr} \leq CA_{cr}(1 + \varepsilon_1) \quad (19)$$

$$[\rho_{gr}] \sum_c A_{cr} \leq \sum_c CA_{cgr}(1 + \varepsilon_2) \quad (20)$$

که  $A_{cr}$  سطح زیر کشت محصول  $c$ ام در منطقه  $r$ ام،  $CA_{cr}$  سطح زیر کشت فعلی محصول  $c$ ام در منطقه  $r$ ام،  $A_{cgr}$  سطح زیر کشت محصول  $c$ ام از گروه محصولات مشابه  $g$ ام در منطقه  $r$ ام،  $CA_{cgr}$  سطح زیر کشت فعلی می‌باشد (فلیپو پسیسیا و همکاران<sup>۳۶</sup>).

جدول (۱) مجموع سطح اراضی زیر کشت در سال پایه ۱۴۰۰ را در منطقه شازند با توجه به اصلی‌ترین محصولات کشت شده را نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۱) کشت غلات اصلی‌ترین نوع محصول در این منطقه است و بعد از آن کشت حبوبات در این منطقه رایج است.

جدول ۱- سطح اراضی زیر کشت در سال پایه زراعی ۴۰۱-۱۴۰۰ در منطقه شازند بر حسب عمده ترین محصولات آبی (هکتار)

کل سطح زیر کشت	بخش			محصولات
	زالیان	مرکزی	سربند	
۱۰۳۹۰	۳۳۹۳	۴۹۸۸	۲۰۰۹	گندم
۳۷۹۶/۸	۱۳۹۷/۳۶	۲۰۰۱/۱۲	۳۹۸/۳۲	جو
۷۵۴/۴۷	۵۹۸/۹۳	۱۲۴/۲۳	۳۱/۳۱	نخود
۱۴۵۵/۴۱	۴۶۱/۵۷	۴۰۰/۹۷	۵۹۲/۸۷	لوبیا سفید
۱۷۳/۷۲	۵۶/۵۶	۱۰۸/۰۷	۹/۰۹	سیب زمینی
۲۱۰۹/۹	۵۹۸/۹۴	۱۵۰۷/۹۳	۳/۰۳	لوبیا چیتی
۴۱۴۸/۰۷	۱۷۰۵/۸۹	۲۲۱۲/۹۱	۲۲۹/۲۷	یونجه
۲۳۹/۷۳	۱۲۶/۶۱	۹/۰۹	۱۰۴/۰۳	عدس

ماخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی

است. به نظر می‌رسد با برقرار شدن بازار آب سطح زیر کشت محصولاتی که مصرف آب بالا دارند کاهش یافته اما بر سطح زیر کشت محصولاتی که از بازار مناسب تر تجاری برخوردارند افزوده می‌شود. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد که در مجموع در منطقه سربند و شازند سود به میزان سی و سه هزار و چهار صد و شش و شش ممیز شش دهم میلیون ریال افزایش یافته که افزایش چهار ممیز سه دهم درصدی نسبت به قبل از برقراری بازار آب 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. با برقرار شدن بازار آب در بخش سربند، سطح زیر کشت محصولاتی همچون یونجه و سیب زمینی کاهش یافته و بر سطح زیر کشت سایر محصولات افزایش یافته است. بیشترین درصد کاهش مربوط به یونجه با منفی هفده ممیز دوازده صدم درصد و بیشترین افزایش مربوط به سطح زیر کشت لوبیا چیتی و یکصد و پنجاه و هفت ممیز چهل و سه صدم درصد

جدول ۲- تغییر در سطح زیر کشت و سود در سال پایه ۱۴۰۰ به تفکیک محصولات در بخش سربند

سود ناخالص با وجود بازار میلیون ریال	سود ناخالص در نبود بازار میلیون ریال	درصد تغییرات اراضی آبی	میزان اراضی اضافه شده (هکتار)	سطح اراضی باوجود بازار آب (هکتار)	سطح اراضی در نبود بازار آب (هکتار)	محصولات آبی
۱۴۰۱۵۵/۹	۱۳۸۲۲۹/۳	۱/۴۵	۲۹/۰۳	۲۰۳۸/۰۳	۲۰۰۹	گندم
۱۷۸۹۴/۷	۱۶۶۷۴/۲۲	۷/۵۳	۲۹/۹۸	۴۲۸/۳	۳۹۸/۳۲	جو
۱۹۵۰۳/۶	۱۴۸۳۶/۲۵	۳۴/۷۲	۱۰/۸۷	۴۲/۱۸	۳۱/۳۱	نخود
۴۸۹۷۴۰	۱۴۶۸۲۱۹	۶	۳۵/۴۵	۶۲۸/۳۲	۵۹۲/۸۷	لوبیا سفید
۱۶۰۱۶	۱۶۵۴۳/۸	-۱۱	-۰/۹۹	۸/۱	۹/۰۹	سیب زمینی
۵۷۶۵/۲۴	۲۳۹۲/۹۵	۱۵۷/۴۳	۴/۷۷	۷/۸	۳/۰۳	لوبیا چیتی
۳۰۷۹۷	۳۵۶۰۵/۲	-۱۷/۱۲	-۳۹/۲۶	۱۹۰/۰۱	۲۲۹/۲۷	یونجه
۸۵۱۱۴/۴۲	۷۹۰۷۶/۴	۱۳/۳۳	۱۳/۸۷	۱۱۷/۹	۱۰۴/۰۳	عدس

منبع: یافته‌های تحقیق

و سیب زمینی همانند بخش سربند کاهش یافته و بر سطح زیر کشت سایر محصولات افزایش یافته است. بیشترین درصد کاهش مربوط به سطح کشت سیب زمینی با منفی هشت ممیز هفت دهم درصد و بیشترین

جدول (۳) میزان و درصد تغییرات مجموع سطح زیر کشت محصولات زراعی بخش مرکزی را قبل و بعد از استقرار بازار آب نشان می‌دهد. با برقرار شدن بازار آب در بخش مرکزی، سطح زیر کشت محصولاتی همچون یونجه

ریال افزایش یافته است که رشد مثبت چهار درصدی نسبت به قبل از تشکیل بازار آب را نشان می‌دهد.

افزایش مربوط به سطح زیر کشت عدس با چهل و دو ممیز هفت دهم درصد می‌باشد. در بخش مرکزی میزان سود ناخالص یکصد و سه هزار و پانصد و نود و سه میلیون

جدول ۳- تغییر در سطح زیر کشت و سود در سال پایه ۱۴۰۰ به تفکیک محصولات بخش مرکزی

محصولات آبی	سطح اراضی در نبود بازار آب (هکتار)	سطح اراضی با وجود بازار آب (هکتار)	میزان اراضی اضافه شده (هکتار)	درصد تغییرات اراضی آبی	سود ناخالص در نبود بازار (میلیون ریال)	سود ناخالص با وجود بازار (میلیون ریال)
گندم	۴۹۸۹	۵۰۲۱	۳۲	۰/۶۴	۳۴۴۶۱۵/۷	۳۴۴۶۱۵/۷
جو	۲۰۲۱/۱۱	۲۱۹۱/۲۳	۱۷۰/۱۲	۸/۴	۸۳۷۶۶/۸	۸۸۷۹۰
نخود	۱۲۳/۴۶	۱۴۹/۹۶	۲۶/۵	۲۱/۴۶	۵۸۸۶۵/۳	۶۶۹۳۵/۷
لوبیا سفید	۴۰۱/۰۷	۴۹۰/۱۹	۸۹/۱۲	۲۲/۲۲	۳۱۶۶۵/۷	۳۸۶۳۱۳/۲
سیبزمینی	۱۰۷/۱۷	۱۰۳/۱۱	-۴/۰۶	-۳/۸	۲۲۷۶۶۵/۱	۲۰۴۵۷۵/۸
لوبیا چیتی	۱۵۱۷/۰۲	۱۶۱۷/۱۳	۱۰۰/۱۱	۶/۶	۱۱۹۰۸۸۷	۱۲۶۱۳۳۳
یونجه	۲۲۲۲/۰۱	۲۰۲۹/۰۱	-۱۹۳	-۸/۷	۳۴۳۶۶۰/۲	۳۱۳۳۳۶/۴
عدس	۹/۱۹	۱۳/۱۱	۳/۹۲	۴۲/۷	۶۸۹۱/۳	۹۱۸۸/۴

منبع: یافته‌های تحقیق

یافته است. بیشترین افزایش مربوط به سطح زیر کشت جو با چهارده ممیز یک دهم درصد می‌باشد. میزان سود ناخالص بیست و پنج هزار و سیصد و چهل و پنج میلیون ریال افزایش یافته است که نشان دهنده افزایش یک ممیز سی و سه صدم درصدی سود در این بخش بعد از تشکیل بازار آب است.

جدول (۴) میزان و درصد تغییرات مجموع سطح زیر کشت محصولات زراعی بخش زالیان را پس از استقرار بازار آب نشان می‌دهد. سطح زیر کشت محصولاتی همچون یونجه و سیب زمینی همانند بخش سربند و مرکزی به ترتیب با منفی پنج ممیز هشتاد و چهار صدم درصد و منفی سی و یک ممیز سه دهم درصد کاهش

جدول ۴- تغییر در سطح زیر کشت و سود در سال پایه ۱۴۰۰ به تفکیک محصولات بخش زالیان

محصولات آبی	سطح اراضی در نبود بازار آب (هکتار)	سطح اراضی با وجود بازار آب (هکتار)	میزان اراضی اضافه شده (هکتار)	درصد تغییرات اراضی آبی	سود ناخالص در نبود بازار (میلیون ریال)	سود ناخالص با وجود بازار (میلیون ریال)
گندم	۳۳۹۰/۱۵	۳۵۱۲/۸۵	۱۲۲/۷	۳/۶۲	۲۳۳۶۹۷/۱	۲۴۰۸۹۰
جو	۱۳۹۰/۱۱	۱۵۸۵/۵۱	۱۹۵/۴	۱۴/۱	۲۸۴۹۲/۲	۶۵۹۵۴/۲
نخود	۵۹۹/۰۳	۶۱۳/۳۱	۱۴/۲۸	۲/۴	۲۸۳۸۰۱/۷	۲۸۵۸۳۱
لوبیا سفید	۴۵۳/۰۷	۵۰۳/۱۹	۵۰/۱۲	۱۱/۱	۳۶۴۵۳۴	۳۹۲۶۳۱
سیبزمینی	۵۶/۱۱	۳۸/۶۲	-۱۷/۴۹	-۳۱/۳	۱۱۹۱۵۱/۵	۹۹۶۸۶/۶
لوبیا چیتی	۵۹۷/۰۱	۶۲۳/۱۳	۲۶/۱۲	۴/۳۷	۴۷۳۰۱۲/۸	۴۸۴۳۵۲/۷
یونجه	۱۷۰/۱/۱۹	۱۶۰/۱/۹۲	-۹۹/۲۷	-۵/۸۴	۲۶۴۹۲۰/۵	۲۵۱۷۸۷
عدس	۱۲۶/۱۱	۱۳۸	۱۱/۸۹	۹/۴۳	۹۵۹۸۹/۴	۹۷۸۰۱/۷

منبع: یافته‌های تحقیق

نیز افزایش یافته است. جدول (۵) سود ناخالص در سال پایه با وجود و بدون وجود بازار آب، در هر یک از بخش‌های دشت شازند را نشان می‌دهد. نتایج جدول حاکی از آن است که با شکل

نتایج جداول ۲، ۳ و ۴ حاکی از آن است که با شکل‌گیری بازار آب در منطقه شازند، سطح زیر کشت در کل منطقه افزایش می‌یابد و به غیر از دو محصول سیب زمینی و یونجه، سطح زیر کشت بر حسب نوع محصول

گیری بازار آب در منطقه شازند، سود در تمامی بخش‌ها افزایش می‌یابد. بیشترین افزایش مربوط به بخش سربند با چهار ممیز سه دهم درصد افزایش سود است و کمترین مربوط به بخش زالیان با یک ممیز سی و سه صدم درصد است. در مجموع سه منطقه سود حاصل از بازتوزیع منابع آب سه ممیز یک دهم درصد است.

جدول ۵- سود ناخالص در سال پایه با وجود و بدون وجود بازار آب

بخش	سود ناخالص (میلیون ریال)		تغییرات سود	
	نبود بازار آب	وجود بازار آب	مقدار (میلیون ریال)	درصد
سربند	۷۷۱۵۷۷/۱	۸۰۵۰۱۳/۷	۳۳۴۳۶/۶	۴/۳
مرکزی	۲۵۷۱۴۹۵	۲۶۷۵۰۸۸	۱۰۳۵۹۳	۴
زالیان	۱۸۹۳۵۸۹	۱۹۱۸۹۳۴	۲۵۳۴۵	۱/۳۳
منطقه شازند	۵۳۳۶۶۶۱/۱	۵۳۹۹۰۳۵/۷	۱۶۲۳۷۴/۶	۳/۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با نیاز آبی بالا مانند یونجه و سیب زمینی کاسته و به سمت توسعه سطح زیرکشت محصولات غله ای 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 سود دهی بیشتر همچون لوبیا چیتی و لوبیا سفید را افزایش داده است. که این امر به مدیریت پایدار منابع آب در این منطقه کمک شایانی می‌کند؛ اما با توجه به این که محصولات غله ای گندم و جو آبی از نظر اقتصادی جایگاه بالایی را در الگوی بهینه کشت شهرستان شازند ندارند، اگر بتوان به مدیریت توزیع آب و آبیاری بهبود بخشید و از هدررفت نهاده آب در طول مسیرهای انتقال جلوگیری نمود، می‌توان سطح زیرکشت محصولات با صرفه اقتصادی بالاتر مانند لوبیا سفید، لوبیا چیتی، عدس و نخود را توسعه داده و از این طریق وضعیت درآمدی کشاورزان را بهبود بخشید و سود ناخالص آنها را در الگوی کشت محصولات منتخب زراعی افزایش داد.

براساس نتایج این تحقیق سطح زیر کشت محصولی همچون یونجه بایستی کاهش یابد. با توجه به این که در این منطقه فعالیت‌های دامداری و دامپروری نیز بسیار با اهمیت است، لذا توصیه می‌شود که همزمان با اجرایی شدن 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.

نتایج تایید کننده فرضیه تحقیق می‌باشد که سود

در جدول (۵) با توجه به جواب‌های تابع هدف نتیجه می‌گیریم وجود بازار آب بر سود ناخالص در بخش سربند به سی و سه هزار و چهارصد و سی و شش ممیز شش دهم میلیون ریال تاثیر مثبت دارد. در بخش مرکزی با وجود بازار آب سود ناخالص به میزان یکصد و سه هزار و پانصد و نود و سه میلیون ریال افزایش یافته است که بیشترین تاثیر را هم در بین مناطق موجود دارد. برای بخش زالیان وجود بازار آب به اندازه یکصد و شصت و دو هزار و سیصد و هفتاد و چهار ممیز شش دهم میلیون ریال بر سود ناخالص تاثیر مثبت دارد. در کل منطقه شازند نیز میزان تغییر ایجاد شده در سود ناخالص بعد از تشکیل بازار آب معادل یکصد و شصت و دو هزار و سیصد و هفتاد و چهار ممیز شش دهم میلیون ریال با درصد افزایش سه ممیز یک دهم درصدی می‌باشد. میزان تغییر ایجاد شده در سود با فرض برقرار شدن بازار آب در منطقه وانجام مبادله آب در درون مناطق و بین مناطق است. برقراری بازار آب می‌تواند از طریق تخصیص کارآمد تر منابع آبی، کارایی حاصل از مصرف آن را افزایش دهد. دو منطقه سربند و مرکزی خریداران خالص آب و بخش زالیان فروشنده خالص آب می‌باشد در نتیجه افزایش سطح زیر کشت و میزان سود آوری دوبخش سربند و مرکزی بیشتر از زالیان است.

#### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که با شکل‌گیری بازارهای آب منطقه‌ای در سطح منطقه شازند، کشاورزان این منطقه از سطح زیرکشت محصولات

محصولات صادرات‌گرا و تجاری مانند لوبیای چیتی، لوبیای سفید، نخود و عدس و ... را که سود هر واحد آن 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. همچنین، در زمینه‌های فنی و مدیریتی نیز توصیه می‌شود که به منظور مقایسه هزینه‌های برقراری بازارهای آب منطقه‌ای با منافی که پس از برقراری آنها برای کشاورزان حاصل می‌شود، تحلیل‌های اقتصادی مناسبی توسط محققان در دوره‌های آتی صورت گیرد.

اگر چه استفاده از روش مدل‌سازی هیدرو اقتصادی با رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی و اطلاعات مقطعی یا سالانه در این پژوهش جهت ارزیابی آثار اقتصادی تشکیل بازارهای آب نتایج مناسبی را حاصل می‌نماید، اما پیشنهاد می‌شود که محققان در پژوهش‌های آتی از روش‌های دیگری که در ضمن خود داده‌ها و اطلاعات سری زمانی یا چندین ساله را به کار می‌گیرند (مانند روش‌های اقتصاد سنجی و برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی چند دوره‌ای)، جهت پیش‌بینی آثار شکل‌گیری بازارهای آب استفاده نمایند.

در این تحقیق سعی شد با توجه به اطلاعات در دسترس، بهترین برآوردهای ممکن در راستای هدف تحقیق انجام پذیرد. لیکن این تحقیق نیز دارای محدودیت‌های خاص خود می‌باشد. نتایج این تحقیق با توجه به مدل، جامعه آماری و دوره زمانی آن قابلیت تحلیل دارد و در تعمیم‌پذیری آن به سایر مناطق یا دوره‌ها بایستی احتیاط لازم مدنظر قرار گیرد.

#### منابع

ابوالحسنی، لیلی؛ شاهنوشی، ناصر؛ رهنما، علی؛ اعظم رحمتی، الهه؛ حیران، فاطمه (۱۳۹۸). نقش تشکیل بازار آب در میزان استفاده از منابع آبی در بخش کشاورزی (مطالعه موردی دشت مشهد) مجله: اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۱۰۶.

اسمعیل‌نیا بالا کتابی، فاطمه، سرلک، احمد، غفاری،

ناخالص به عنوان یکی از معیارهای رفاه کشاورزان در منطقه مورد مطالعه با وجود بازار آب افزایش می‌یابد.

شکل‌گیری بازار آب در منطقه شازند می‌تواند منجر به اثرات مثبت و مناسبی بر تولیدات بخش کشاورزی و سود ناخالص کشاورزان منطقه داشته باشد که افزایش سطح زیر کشت محصولات را در این منطقه بدنبال دارد و می‌تواند منجر به افزایش نهاده‌های سرمایه و نیروی کار در واحد سطح اراضی شود که این امر به نوبه خود ایجاد اشتغال و کاهش مهاجرت مردم منطقه را در پی دارد. لذا، تشکیل بازار آب منطقه‌ای راهکار مناسبی برای اشتغال‌زایی و افزایش درآمد را برای کشاورزان بدنبال دارد.

در مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات رفاهی اقتصادی در دشت شازند، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و توابع تولید منطقه‌ای محصولات کشاورزی و داده‌های مقطعی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۴ استفاده شد. نتایج مدل PMP ارائه شده با توجه به قابلیت بالای آن در تحلیل سیاست‌های کشاورزی، با گنجاندن توابع تولید منطقه‌ای و تابع هزینه غیرخطی نشان داد که با تشکیل بازار آب می‌تواند منجر به افزایش سود کشاورزان شود. نتایج تحقیق با تحقیقات، اسمعیل‌نیا و همکاران (۱۳۹۷)، ابوالحسنی و همکاران (۱۳۹۸)، پرهیزگار و همکاران (۱۳۹۸)، فرانسيسكو و همکاران (۲۰۲۰)، پرز بلانکو و همکاران (۲۰۱۹)، رامیرو و همکاران (۲۰۱۹)، براون و همکاران (۲۰۱۵) همراستا می‌باشد.

تشکیل و تقویت نهاد بازارهای آب در تخصیص منابع آب کشاورزی با اهمیت است. تشکیل بازار آب منطقه‌ای منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود و می‌تواند زمینه‌ساز افزایش سطح زیر کشت محصولات شود و ترکیب کشت محصولات را به سمت کشت محصولات تجاری با سودآوری بالاتر سوق می‌دهد. ایجاد بازار آب تاثیر مثبت بر رفاه کشاورزان دارد.

نتایج تحقیق نشان داد با توجه به شرایط منطقه (محدودیت آب، سطح زیر کشت، هزینه تولید، نوع محصول کشت شده و ...) جهت مدیریت بهینه تقاضای آب در اراضی شازند، کشاورزان گندم‌کار منطقه باید

شکست بازار و سیاست عمومی، نشریه آب و توسعه پایدار، ۳(۱): ۱۱۴-۱۰۳.  
وزارت نیرو بولتن آب گزارش شماره ۳۳ سال ۱۴۰۲

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.

Ahmad khan (2018). The role of institutional arrangements for more efficient water resources use and allocation. *Water science and technology*, 44(5):101-15.

Al- Weshah, R. A (2001). Optimal use of irrigation water in the Jordan valley: A case Study. *Water Resources Management*, 14(5):327-338.

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), June 2003, 1-27.

Brown CM, Lund JR, Cai X, Reed PM, Zagona EA, Ostfeld A, Hall J, Characklis GW, Yu W, Brekke L (2015) The future of water resources systems analysis: toward a scientific framework for sustainable water management: the future OF water resources systems analysis. *Water Resources Research* 51(8):6110-6124

Calatrava, J & Garrido, A (2005). Modeling water markets under uncertain water supply, *European Review of Agricultural Economics*, 32(2):119-142.

Douglas, A (2015). Formal and Informal markets for Water: Institutions, Performance, and Constraints, *The World Bank Research Observer*, vol. 14, no.1.

Francesco, S. Dionisio, P. Carlos, G. Vito, F (2020). An ensemble experiment of mathematical programming models to

هادی (۱۳۹۷). بررسی آثار اقتصادی و رفاهی بازار آب: رویکرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی. ۱۲(۴۲):۱۳۶-۱۱۹

بهلولوند عباس، صدر سیدکاظم، هاشمی سید ابوالقاسم (۱۳۹۳). بررسی نقش بازارهای آب کشاورزی در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع آب (مطالعه موردی: بازار آب مجن)، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۴(۴۵):۴۸-۲۶

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

چیمه، طیبه، ابراهیمی، کیومرث، هورفر، عبدالحسین، عراقی‌نژاد، شهاب (۱۳۹۳). ارزیابی ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رویکرد قیمت‌گذاری براساس نوع محصول در دشت قزوین. نشریه پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۲۸(۱): ۱۸۱-۱۷۱.

مدل‌های کلاسیک و آنتروپی (مطالعه موردی: محصول گندم در شهرستان مشهد). نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۴(۱): ۱۱۳-۱۱۹.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان مرکزی (۱۳۹۹). گزارش اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی استان مرکزی در سال ۱۳۹۸. شماره نشریه: ۶۱۱.

صدر، کاظم (۱۳۷۵). بازار و نرخ گذاری آب در اسلام (تجربه ایران)، فصلنامه آب و توسعه، سال هفتم، شماره ۳ و ۲: ۸۷-۹۶

صدر، کاظم (۱۳۸۲). نقش نهاد بازار و بخش عمومی در مدیریت و توسعه پایدار بخش آب، شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران، دفتر اقتصاد آب.

کرامت‌زاده، علی، چیدری، امیرحسین، شرزهای، غلامعلی (۱۳۹۰). نقش بازار آب در تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رهیافت برنامه‌ریزی PMP (مطالعه موردی اراضی پایین‌دست سد شیرین دره بجنورد). مجله تحقیقات و توسعه کشاورزی ایران. ۲۴(۱): ۴۴-۲۹.

نظری، محمدرضا (۱۳۹۵). بازار آب در تئوری و عمل:



the market? Melvyn key and et al (ed): water economics, management and demand, E&FN spon (1997).

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

Guohua. ya (2021). 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.

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

Seidl C, Wheeler SA, Zuo A (2019). Treating water markets like stock markets: Key water market reform lessons in the Murray-Darling Basin. *Journal of Hydrology* 581:124399

Solanz, M and Jouravlev, A (2006). Water Rights and Water Markets: Lessons from Technival Advisory Assistance in Latin America. *Irrigation and Drainage*, 55:337-342.

Weinberg, M & Kling, C .L & Wilen, J. E (1993). Water markets and water quality. *American Journal of Agriculture Economics*, 75(2): 278-291.

Wonghaa.c.a (2013). Water Allocation and Water Markets, an Analysis of Gains-from-trade in Gana, world bank technical paper number 315, the world bank, Washington, D.C.

Zeng XT, Li YP, Huang GH, Liu J (2016). Modeling water trading under uncertainty for supporting water

assess socio-economic effects of agricultural water pricing reform in the Piedmont Region, Italy. *Journal of Environmental Management*.

Jichuan Sheng, Hui Wang, Wenge Qiu (2022). Water quality and incentive coordination in water markets: The eastern route of China's South-North Water Transfer Project. *Journal of hydrology*.

Grafton R (2017). Developing a water market readiness to assessment framework. *Journal of Hydrology* 552:807-820.

Graveline C (2016). Economic calibrated models for water allocation in agricultural production: A review. *Environmental Modelling and Software* 81:12-25.

Harris, G.D, Water Markets: Case study of chile`s (2003). Pontificia Universidad Catolica de, Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Agricultural Economics, Santiago.

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.

Mohanty, N and Gupta, S (2003). Breaking the Gridlock in Water Reforms through Water Markets: Internatinal Experience and Implementation Issues for India.

Mora, N.H & Moral, L.D (2015). Developing markets for water reallocation: Revisiting the experience of Spanish water Mercantilización. *Geoforum*, 62:143-155.

Nouri Alireza, Saghafian Bahram, Bazargan Mohammad Reza, Delavar Majid (2022). Local water market development based on multi-agent based simulation approach. *Groundwater for Sustainable Development*. 19(3). 62-79.

Palmer, Jones, P.W, Ground Water Management in South Asia: what role for

Management 142(2):66-83.

resources management in an arid region.  
Water Resources Planning and

یادداشت

<sup>۱</sup>GAMS

استفاده درست و کارا از تمامی منابع در اختیار، شامل منابع توسعه پایدار<sup>۲</sup> پایه، منابع طبیعی، منابع مالی و انسانی در جهت دستیابی به یک الگوی مناسب مصرف برای از بین بردن نیازهای جامعه با حداکثر رضایت ایجاد شده.

<sup>۲</sup>Al- Weshah

<sup>۳</sup>Liang

<sup>۴</sup>Ahmad khan

<sup>۵</sup>Douglas

<sup>۶</sup>Marginal production value

<sup>۷</sup>Gohya

<sup>۸</sup>Francesco at all

<sup>۹</sup>Wonghaa

<sup>۱۰</sup>Mohanty, and Gupta

<sup>۱۱</sup>Ramiro atall

<sup>۱۲</sup>Harris

<sup>۱۳</sup>Pérez-Blanco

<sup>۱۴</sup>Palmer, Jones

<sup>۱۵</sup>Jichuan Sheng et all

<sup>۱۶</sup>Francesco

<sup>۱۷</sup>Blanco

<sup>۱۸</sup>Seidl

<sup>۱۹</sup>Ramiro

<sup>۲۰</sup>Grafton

<sup>۲۱</sup>Zengxt

<sup>۲۲</sup>Graveline

<sup>۲۳</sup>Adapa

<sup>۲۴</sup>Mora

<sup>۲۵</sup>Brown

<sup>۲۶</sup>Positive Mathematical Programming Model

<sup>۲۷</sup>Arfini

<sup>۲۸</sup>Linear Programming

<sup>۲۹</sup>Shadow Price

<sup>۳۰</sup>Marginal Variable Cost

<sup>۳۱</sup>Quadratic Programming

<sup>۳۲</sup>Calatrava

<sup>۳۳</sup>Weinberg

<sup>۳۴</sup>Dated water production function

<sup>۳۵</sup>Filippo