

## برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از مدل توابع تولید و روش گاردنر (مطالعه موردی: ناحیه شمال خوزستان)

فروزان بکتاش<sup>۱\*</sup>، کریم آذربایجانی<sup>۲</sup>، غلامحسین کیانی<sup>۳</sup> و سعید دائی کریمزاده<sup>۴</sup>

### چکیده

اصلاح نظام قیمت‌گذاری مبتنی بر ارزش اقتصادی آب، در بخش کشاورزی، از کارآمدترین ابزارهای مدیریت تقاضا توسط برنامه‌ریزان و سیاستگذاران است که می‌تواند به تنظیم الگوی مصرف آب بیانجامد. در واقع از بهترین سیاست‌ها و روش‌ها، برای حفظ منابع آبی، سیاست قیمت‌گذاری صحیح آب در بخش‌های مختلف است تا بتوان از یک الگوی بهینه در مصرف آب بهره برد. بر این اساس هدف این پژوهش، محاسبه هزینه تمام شده آب کشاورزی، تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از رهیافت تابع تولید (توابع انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر)، تعیین کشتش قیمتی تقاضای آب کشاورزی و در نهایت تعیین قیمت آب با استفاده از روش گاردنر در فصل زراعی بهار و تابستان ۱۳۹۶ در ناحیه شمال خوزستان است. آمار و اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه و از روش کوکران نمونه آماری معادل ۳۵۷ نفر از کشاورزان ناحیه شمال خوزستان و با همکاری کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان و سازمان امور آب منطقه تهیه شد. نتایج پژوهش بیان‌کننده آن است که متوسط هزینه تمام شده هر مترمکعب آب بر اساس عملکرد ۱۲۳۱ ریال و قیمت آب‌بها برای محصولات گندم، ذرت و صیفی‌جات ۱۵۹۴/۲ و ۱۶۹۷/۵ و ۱۳۵۸/۰۷ ریال بود. از آنجا که آب بهای پرداختی فعلی در اراضی کشاورزی با مبالغ فوق اختلاف زیادی دارد و با توجه به پایین بودن کشتش قیمتی تقاضای آب برای بهبود و پایداری نظام تولید کشاورزی، با تعدیل آب بهای بر اساس ارزش اقتصادی آب شرایط استفاده صحیح از آب و صرفه‌جویی در مصرف این نهاده فراهم آید.

**واژه‌های کلیدی:** ارزش اقتصادی آب، تابع تولید، روش گاردنر، مدیریت تقاضای آب، هزینه تمام شده.

**ارجاع:** بکتاش ف. آذربایجانی ک. کیانی غ. و دائی کریمزاده س. ۱۳۹۹. برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از مدل توابع تولید و روش گاردنر (مطالعه موردی: ناحیه شمال خوزستان). مجله پژوهش آب ایران. ۳۷: ۱۴۵-۱۵۷.

۱- دانشجوی دکتری رشته علوم اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان.

۲- استاد گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان.

۳- استادیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان.

۴- دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان.

نویسنده مسئول: [F.Baktash@gmail.com](mailto:F.Baktash@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۳۰

## مقدمه

در نرخ گذاری منطقی آب باید قیمت تمام شده واقعی آب و قدرت خریدگروه‌های مصرف‌کننده در نظر گرفته شود؛ زیرا قیمت‌گذاری صحیح و مناسب دقیقاً به مصرف‌کنندگان کشاورز نشان می‌دهد که آب چه هزینه‌هایی دارد و چگونه باید مصرف شود (نوری، ۱۳۷۲). با توجه به محدودیت منابع آبی در اکثر نقاط کشور، به‌ویژه منطقه مورد مطالعه، مهم بودن نقش آب در بخش کشاورزی و توسعه آن، نرخ‌گذاری آب ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به نقش آب در فعالیت‌های کشاورزی دشت‌های کم آب کشور، می‌توان گفت بهترین گزینه برای دوام و پایداری فعالیت‌های کشاورزی در آینده، استفاده درست از آب است. شبکه آبیاری ناحیه شمال خوزستان، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شبکه‌های آبیاری خوزستان مطرح است. شرکت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری خوزستان در سال ۱۳۷۰ برای بهره‌برداری از شبکه عظیم آبیاری دز تأسیس شد و عملاً از سال ۱۳۷۲ آغاز به کار کرد. از سال ۱۳۸۹ با واگذاری مدیریت سد تنظیمی انحرافی کرخه به این شرکت، بهره‌برداری از شبکه آبیاری کرخه شمالی شامل دشت لوان و دشت‌های پای پل (دوسالقی، اریض و باغه) و نیز شبکه آبیاری لور به مدیریت این شرکت اضافه شد. مشترکان این شرکت علاوه بر ۱۸ هزار باغدار و زارع، چهار شرکت بزرگ کشت و صنعت منطقه، شامل هفت تپه، شهید رجائی، شهید بهشتی و کارون است و برخی از مصارف صنعتی نیز از ظرفیت آبی کانال‌های شبکه بهره‌مند می‌شوند. شبکه‌های آبیاری شمال خوزستان محدوده‌ای بالغ بر ۱۹۱ هزار هکتار را در بر می‌گیرد. از اهداف عمده در تأسیس این شرکت، بهبود ساختار نیروی انسانی و اقتصادی کردن فعالیت‌ها بوده که تا امروز با تلاش مدیریت و کارکنان شرکت دنبال شده است. از طرفی اجرای طرح‌های آبیاری و زهکشی در مناطق مختلف شرکت کرخه و شاوور که عمده مشتریان آن‌ها، کشاورزان بومی و کم‌بضاعت هستند، تنها جنبه اقتصادی نداشته، بلکه ثمره‌های اجتماعی آن مانند ایجاد اشتغال، جلوگیری از مهاجرت به سایر اصناف و مشاغل، افزایش درآمد سرانه و سرانجام بالا بردن سطح زندگی اهالی بومی را در پی خواهد داشت. در این زمینه ارزش اقتصادی آب، از جمله ابزارهای شیوه مصرف بهینه آب، تغییر الگوی کشت به

سوی کشت‌های اقتصادی، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، تغییر در فصول آبیاری و از طرفی تعیین میزان سود یا زیان دولت حاصل از فروش آب به مشترکین حاصل می‌شود. در واقع مدیریت مزارع و آبیاری، عواملی هستند که قیمت تمام شده آب و کاهش هزینه‌ها را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در استان خوزستان، پس از احداث شبکه آبیاری دز (در سال ۱۳۷۰)، با تسطیح اراضی و به‌کارگیری روش‌های مهندسی آبیاری هم‌اکنون در محدوده شبکه دز قریب به ۵۰ نوع کشت مختلف در فصول تابستان و زمستان کشت می‌شود که می‌توان به ۴۰ هزار هکتار گندم آبی، ۲۰ هزار هکتار ذرت دانه‌ای، ۱۵ هزار هکتار نیشکر در شرکت‌های هفت تپه و کارون، ۴ هزار هکتار باغ‌ها و مرکبات، ده‌ها هکتار سبزیجات و انواع گل و صدها هکتار صیفی‌جات که به‌صورت باز یا گلخانه‌ای کشت می‌شوند، اشاره کرد. سطح زیر کشت در شبکه‌های آبیاری کمتر از مساحت ناخالص اراضی است؛ زیرا بخشی از اراضی به کانال‌ها، زهکش‌ها، جاده‌ها و سایر تأسیسات مورد نیاز شبکه آبیاری اختصاص دارد. با کسر این اراضی از وسعت ناخالص شبکه، سطح خالص به دست می‌آید که این سطح معادل حداکثر سطح قابل کشت است. ولی در عمل در اغلب موارد سطح زیرکشت واقعی کمتر از سطح خالص است که علت آن به محدودیت منابع آب در مواقع کم آبی، در نظر گرفتن بخشی از اراضی به‌عنوان آیش و حتی در مواردی به‌دلیل عدم تمایل کشاورزان در کشت کامل در اراضی خود هستند. به‌طور متوسط می‌توان گفت در کل شبکه‌ها آبیاری مورد مطالعه، ۸۰ درصد اراضی ناخالص تحت کشت بوده است و مابقی یا به کانال‌ها، زهکش‌ها، جاده‌ها و سایر تأسیسات مورد نیاز شبکه آبیاری اختصاص دارد یا تحت آیش است. به دنبال قیمت‌گذاری و تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی در شبکه‌های آبیاری ناحیه شمال خوزستان، می‌توان با مدیریت صحیح اقتصادی استفاده از منابع آب این منطقه به طریقی مؤثرتر برنامه‌ریزی کرد تا زمینه برای صرفه‌جویی و جلوگیری از هدر رفتن و آلودگی این منبع مهم، فراهم شود (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۹).

مهم‌ترین نقش قیمت آب را می‌توان توزیع مناسب آب بین متقاضیان و مصارف مختلف ذکر کرد. در واقع از جمله بهترین سیاست‌ها و روش‌ها برای حفظ منابع آبی، سیاست قیمت‌گذاری صحیح آب در بخش‌های مختلف است تا

حسین‌زاد و کاظمیه (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای با عنوان جایگاه مدیریت منابع آب در توسعه کشاورزی مطالعه موردی دشت تبریز برای بررسی سهم و جایگاه مدیریت منابع آب در توسعه کشاورزی از تحلیل همبستگی کانونی استفاده کردند. آنان معتقدند که هر گونه تغییر و بهبود در مدیریت آب، بر توسعه کشاورزی تأثیر خواهد گذاشت و چگونگی ارتباط بین مدیریت منابع آب و توسعه کشاورزی از اهمیت خاصی برخوردار است. نتایج نشان داد که ۳۲/۳۵ درصد از واریانس مجموعه شاخص‌های مدیریت آب با سه متغیر کانونی توسعه کشاورزی تبیین می‌شود. همچنین سه متغیر کانونی مدیریت آب کشاورزی قادر به بیان ۴۲/۳۲ درصد از واریانس مجموعه شاخص‌های توسعه کشاورزی هستند. نتایج نشان می‌دهد، هر چند بین مدیریت آب و توسعه کشاورزی ارتباطی دوطرفه وجود دارد، با توجه به اهمیت منابع آب در توسعه کشاورزی، لازم است در برنامه‌ریزی‌های توسعه، شاخص‌های استفاده پایدار از منابع آب جدی گرفته شود.

کرامت‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم را بررسی کردند. هدف این مطالعه، تعیین ارزش اقتصادی آب، از دیدگاه تقاضاکنندگان با استفاده از رهیافت تابع تولید در مزارع گندم، شهرستان گرگان در سال زراعی ۱۳۹۳-۹۴ است. بر اساس نتایج، تابع کاب-داگلاس به‌عنوان تابع تولید برتر انتخاب شد و ارزش اقتصادی آب معادل ۱۵۶۴ ریال به ازای هر مترمکعب برآورد شد. همچنین قدر مطلق کشش خود قیمتی تقاضای آب برای گندم ۱/۲۸ برآورد شد و بزرگ‌تر از یک بودن مقدار این کشش نشان می‌دهد که سیاست‌های قیمتی می‌توانند عامل مهمی در کنترل مصرف غیر بهینه این نهاد با ارزش باشد.

دهقانپور و شیخ زین‌الدین (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای ارزش اقتصادی آب کشاورزی را در دشت یزد-اردکان در سال زراعی ۱۳۹۰-۸۹ بررسی کردند. نتایج حاصل از برآورد تابع تقاضای آب نشان داد که قدرمطلق کشش قیمتی تقاضا برابر ۲ که مبین کشش‌پذیری تقاضای این نهاد نسبت به تغییرات قیمت آب است؛ لذا استفاده از سیاست‌های قیمت‌گذاری، ابزار اقتصادی مناسبی در کاهش مصرف آب به شمار می‌آید. همچنین ارزش اقتصادی و قیمت تمام شده آب به ازای هر مترمکعب به ترتیب ۹۹۷/۵ و ۵۳۰/۸ ریال محاسبه شد. اختلاف

بتوان از یک الگوی بهینه در مصرف آب بهره برد؛ بنابراین اگر به آب، به‌عنوان یک کالای اقتصادی نگاه شود، باید برای آن مثل کالاهای دیگر، قیمت‌گذاری صحیح انجام شود. (صنوبر، ۱۳۷۵). مطالعات زیادی بر قیمت‌گذاری آب به‌عنوان راه‌حل اساسی جلوگیری از اتلاف منابع آبی اشاره کرده‌اند.

گاریدو و کالاتراوا (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با عنوان "قیمت‌گذاری آب کشاورزی: اتحادیه اروپا و مکزیک، به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. آنان بیان می‌کنند این مطالعه برای، مطالعه تجربی قیمت‌گذاری آب کشاورزی (برای آبیاری) در پنج کشور اتحادیه اروپا و کشور مکزیک که آبیاری برای آن‌ها مهم است، انجام شده است تا محدوده قیمتی آب کشاورزی و ویژگی‌ها آن بررسی شود. این‌که تا چه حد پرداختی برای آبیاری منجر به بهبود عملیاتی و هزینه نگاهداری و هزینه‌های سرمایه‌ای برای تحویل آب به مزرعه می‌شود، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. یافته‌های اصلی این مطالعه نشان می‌دهد که قیمت‌گذاری آب، می‌تواند فراتر از راهی برای تجدید منابع آبی و بهبود عرضه عمل کند و می‌تواند همچنین وسیله‌ای برای اطمینان از استفاده کارآمدتر از آن شود.

چیفامبو و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای با عنوان قیمت‌گذاری آب آبیاری و بهبود هزینه‌ها برای توسعه پایدار پروژه‌های آبیاری در نیان یادزی و زیمباوه بررسی کردند که قیمت‌گذاری آب و بهبود هزینه‌های سرمایه‌گذاری آبیاری، از مسائل بحث برانگیز برای بسیاری از مناطق خشک نیان یادزی بوده است. در این مطالعه از هر دو روش کمی و کیفی استفاده شد. یافته‌های اصلی نشان می‌دهد که موقعیت اقتصادی منطقه معمولاً به‌صورت دریافت یارانه‌های دولتی و هزینه آبرسانی بسیار پیچیده و دشوار است. از آن‌جا که منطقه نیان یادزی با مشکلات، مالی شدید در تأمین مالی پروژه‌های آبیاری مواجه است، باید روش‌های پایدار ارزیابی آبیاری و مجموعه هزینه‌های تولید در محیط اقتصادی کشور نیان یادزی در نظر گرفته شود.

کوه (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای با عنوان وضعیت آب کشاورزی در کره، نظارت مداوم برکیفیت آب آبیاری و کاهش آب‌های زیرزمینی را مهم دانستند و برای بهبود مدیریت آب کشاورزی راهکارهایی مانند استفاده دوباره از آب و منابع آبی جایگزین را پیشنهاد کردند.

اقتصادی آب مبتنی بر برآورد پارامترهای الگوهای اقتصادسنجی می‌باشد. به‌طور کلی الگوهای اقتصادسنجی مورد استفاده در تعیین قیمت سایه‌ای آب به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف) روش دوگان که برآورد توابع سود و هزینه را در بر می‌گیرد و ب) روش مستقیم که مشتمل بر برآورد تابع تولید می‌شود.

کاربرد روش‌های پارامتری در تعیین ارزش اقتصادی آب دارای مزایایی است؛ از جمله اینکه در روش‌های پارامتری امکان آزمون آماری پارامترهای برآورد شده الگوهای اقتصادسنجی که مبنای تعیین ارزش اقتصادی آب است، فراهم می‌باشد. برای استفاده از روش‌های پارامتری نیاز به تعیین سقف محدودیت آب و نوع منبع آب نیست. به‌عبارت دیگر در وضعیتی که امکان تعیین حداکثر آب قابل دسترس به تفکیک هر یک از منابع شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی وجود نداشته باشد، روش پارامتری راه عملی‌تری برای برآورد ارزش آب است. از طرف دیگر استفاده از الگوهای اقتصادسنجی امکان بهره‌گیری از توابع مختلف به ویژه توابع انعطاف پذیر را بهتر و راحت‌تر از روش‌های انعطاف ناپذیر فراهم می‌کند. فرم‌های انعطاف‌پذیر، فرم‌های تابعی هستند که می‌توانند ناحیه سوم تولید را نیز نشان دهند و از این جهت بر فرم‌های تابعی انعطاف ناپذیر ترجیح دارند (حسین‌زاد و سلامی، ۱۳۸۳).

در این پژوهش هزینه تمام شده آب کشاورزی با توجه به هزینه‌های سرمایه‌ای و هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات محاسبه می‌شود. ارزش اقتصادی نهاده آب مصرفی در تولید محصولات عمده از جمله گندم، ذرت و صیفی‌جات در فصل زراعی بهار و تابستان ۱۳۹۶ در ناحیه شمال خوزستان از طریق رهیافت تابع تولید تعیین می‌شود، همچنین کشش قیمتی تقاضای آب کشاورزی با استفاده از نتایج تابع تقاضای تخمین زده شده به دست می‌آید و سپس نرخ آب با استفاده از روش گاردنر (گاردنر، ۱۹۷۴) تعیین می‌شود. دقت در انتخاب شکل تابع در روش پارامتری اهمیت ویژه‌ای دارد؛ بنابراین پس از برآورد توابع مختلف مطابق جدول ۱، بهترین فرم تابع، با استفاده از آزمون‌ها و معیارهای اقتصادسنجی شناسایی شد.

فرض می‌کنیم یک واحد تولیدی مقدار  $Y$  کیلوگرم محصول را با به‌کارگیری یک مجموعه از نهاده‌ها  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) و از جمله نهاده آب تولید می‌کند و

موجود بین ارزش اقتصادی و قیمت تمام شده آب، می‌تواند از دلایل مصرف بیش از حد و عدم صرفه‌جویی آب در تولید محصول گندم باشد.

همان‌گونه که بیان شد، مطالعات مختلف به برآورد ارزش اقتصادی آب در مصارف کشاورزی و قیمت‌گذاری کارا در آبیاری محصولات کشاورزی پرداخته‌اند. در این مطالعه برای تحقق‌پذیری سیاست قیمت‌گذاری و قیمت‌های پیشنهادی برای آب در محصولات کشاورزی خوزستان دو دیدگاه طرف عرضه (هزینه تمام شده) و طرف تقاضا (ارزش اقتصادی) توجه و نرخ آب را بر اساس روش گاردنر که هر دو دیدگاه را در نظر می‌گیرد، محاسبه شده است. همچنین سعی شده است با انتخاب فرم‌های مختلف تابع تولید و تصریح درست آن با نشان دادن حساسیت تعیین قیمت نهاده آب مصرفی در تولید محصولات عمده شامل: گندم، ذرت و صیفی‌جات توجه بیشتر پژوهشگران دست‌اندرکار این گونه مطالعات تجربی به این مسأله جلب کرد. با توجه به ضرورت موضوع و اینکه تاکنون بررسی جامع و کاملی در زمینه ارتباط قیمت‌گذاری آب و توسعه کشاورزی در کشور توامان انجام نشده است، سعی شد این مهم در شبکه آبیاری ناحیه شمال استان خوزستان بررسی شود.

### مواد و روش‌ها

در یک تقسیم‌بندی کلی روش‌های تعیین ارزش آب را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: از دیدگاه مصرف‌کننده و از دیدگاه تولیدکننده. از دیدگاه مصرف‌کننده، آب یک کالای مصرفی تلقی می‌شود که مصرف آن ایجاد مطلوبیت می‌کند؛ اما از دیدگاه تولیدکننده آب، یک نهاده در فرآیند تولید که استفاده از آن برای تولید، ضروری است.

ارزش‌گذاری آب از دیدگاه مصرف‌کننده، خود به دو دسته پارامتری و غیرپارامتری تقسیم می‌شود. در روش غیرپارامتری ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از تکنیک‌های ریاضی در چهارچوب نظریه‌های اقتصادی برآورد می‌شود. روش‌های غیرپارامتری ارزش آب، خود به پنج گروه (۱) روش ارزش‌گذاری حاشیه‌ای، (۲) روش بودجه‌بندی، (۳) روش گاردنر، (۴) روش برنامه‌ریزی خطی و (۵) اقتصادمهندسی تقسیم می‌شوند. در روش پارامتری برآورد ارزش اقتصادی آب، مبتنی بر برآورد پارامترهای الگوهای اقتصادسنجی است. روش پارامتری برآورد ارزش

هزینه نهاده های مصرف شده است، از کشاورزان ناحیه شمال خوزستان شهر دزفول، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ با تکمیل پرسشنامه گردآوری شده است. جامعه آماری شامل ۵۰۰۰ کشاورز است که ۳۰۰۰ نفر گندمکار و ۲۰۰۰ نفر ذرت کار و بعضی از کشاورزان در آن منطقه به کاشت محصولات دیگر از جمله صیفی جات می پردازند. از طریق نمونه گیری تصادفی ساده (با خطای پنج درصد) در نهایت حجم نمونه برابر با ۳۵۷ (مطابق روش کوکران با جامعه مشخص) تعیین شد. با توجه به محدودیت آماری، حدود ۲۱۰ نمونه از کشاورزان گندمکار و حدود ۱۴۷ نفر نمونه از کشاورزان ذرت کار برای تخمین به کار گرفته شد. هر محصول به طور جداگانه تفکیک و جداگانه تخمین زده شد. برای انجام محاسبات و برآورد توابع تولید از بسته نرم افزاری Eviews10 و Excel استفاده شد.

برای محاسبه هزینه تمام شده آب کشاورزی با توجه به هزینه های سرمایه ای و هزینه های بهره برداری و نگهداری تأسیسات (که از اداره آب منطقه جمع آوری شده است) و تبدیل آن از سال پایه (۱۳۶۷ یا ۱۳۵۴) به قیمت های سال مطالعه ۱۳۹۶، از شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (شاخص قیمت ها) استفاده شد. همچنین برای محاسبه هزینه تأمین یک مترمکعب آب کشاورزی از معادله (۷) استفاده شد.

(کل آب آبیاری مصرفی) / (هزینه استهلاک بهره سالانه سرمایه + هزینه استهلاک تأسیسات و شبکه ها + هزینه استهلاک سدها + هزینه بهره برداری و نگهداری) = هزینه تأمین یک مترمکعب آب کشاورزی

در این پژوهش به موازات روش فوق برای محاسبه نرخ آب آبیاری از روش گاردنر (گاردنر، ۲۰۰۳) استفاده شده است که فرم کلی آن به صورت معادله (۸) است:

$$\frac{F - C_u}{L_u - C_u} = X \quad (8)$$

در معادله (۸)،  $C_u$  بهای تمام شده هر مترمکعب آب آبیاری،  $L_u$  ارزش بازده نهایی آب آبیاری (حد بالای قیمت آب)،  $X$  درصد تفاوت بین حد بالای قیمت آب و بهای تمام شده هر مترمکعب آب و  $F$  نرخ آب است. البته نسبت کل رانت آبی که نصیب کشاورزان می شود، برابر است با:

$$(L_u - F) / (L_u - C_u) \quad (9)$$

که در آن  $L_u - C_u$  معرف رانت آب و تفاوت بین حد بالای قیمت آب و نرخ آب،  $(L_u - F)$  همان مازاد آبیاری است که نصیب کشاورزان می شود. در این تحقیق حد بالای قیمت

برای تولید این محصول از یک تکنولوژی ثابت در قالب یک تولید به صورت زیر استفاده می شود:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

به علاوه فرض می شود این واحد تولیدی بتواند نهاده ها را از بازار رقابت آزاد و با قیمت  $r_i$  تهیه کند و محصول را با قیمت  $P$  در بازار به فروش برساند؛ لذا تابع زیر بیان کننده تابع سود حاصل از فروش محصول برای زارع خواهد بود:

$$\Pi = P \cdot f(x_1, x_2, \dots, x_n) - \sum_{i=1}^n r_i x_i \quad (2)$$

برای حداکثر سود باید هر یک از نهاده ها را تا جایی مصرف کند که مصرف هر واحد نهاده حداقل به اندازه قیمت هر واحد از نهاده ها به ارزش تولید اضافه کند؛ به عبارت دیگر از معادله (۲) نسبت به هر یک از نهاده ها مشتق گرفته و مساوی صفر قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial w} = p \cdot \frac{\partial f(w)}{\partial w} - p_w = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial w} = P \cdot MP_w - p_w = 0 \quad VMP_w = P \quad (4)$$

که در آن  $P$  قیمت محصول،  $P_w$  ارزش اقتصادی آب،  $VMP_w$  ارزش تولید نهایی نهاده آب و  $MP_w$  تولید نهایی نهاده آب است. به همین ترتیب مقدار تولید نهایی را بر اساس معادله زیر می توان محاسبه کرد:

$$MP_w = E_w \cdot AP_w = \frac{\partial Ln(y)}{\partial Ln(w)} \cdot AP_w \quad (5)$$

کشش تولید آب یا همان درصد تغییرات تولید به درصد تغییرات مقدار آب را می توان بر اساس معادله زیر به دست آورد:

$$E_w = \frac{\partial y}{\partial w} \cdot \frac{w}{y} = \frac{\partial Ln(y)}{\partial Ln(w)} \quad (6)$$

کشش تولید آب می تواند حساسیت کشاورزان به تغییرات قیمت آب را نشان دهد و در سیاست گذاری ها می توان از آن استفاده کرد. هر نوع تغییر در شکل و فرم تابع تولید که بر پارامترهای برآورد شده اثر بگذارد، بر ارزش اقتصادی محاسبه شده آب نیز اثر خواهد گذاشت؛ لذا دقت در انتخاب شکل تابع در روش پارامتری اهمیت ویژه ای دارد. پس از برآورد توابع مختلف مطابق جدول ۱، بهترین فرم تابع، با استفاده از آزمون ها و معیارهای اقتصادسنجی شناسایی می شود. در این باره تلاش در انتخاب فرم درست امری ضروری برای تعیین ارزش واقعی هر نهاده و از جمله نهاده آب است (کندی، ۱۹۹۸).

آمار و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش که شامل متغیرهای سطح زیر کشت، مقدار تولید، مقدار نهاده های مصرف شده در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت و همچنین

ترکیبی از بازده نهایی آب برای تولید محصولات کشاورزی و هزینه‌های نگهداری آب در پشت سد و هزینه‌های مربوط به سازمان آب است. برای برقراری ارتباط بین این دو بخش (بازده نهایی آب و هزینه‌های نگهداری و انتقال آب) از روش گاردنر استفاده شده است.

آب همان قیمت سایه‌ای یا ارزش بازده نهایی آب و حد پایین قیمت آب هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات آبی در نواحی مختلف است. در واقع با این روش قیمت تمام شده آب بر اساس روش گاردنر به دست می‌آید. در این مسیر قیمت تمام شده،

جدول ۱- شکل و ویژگی‌های تعدادی از اشکال توابع

نام تابع	شکلی تابعی	تولید نهایی	نام کشش نهاده
کاب-داگلاس	$y = \alpha \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i}$	$\alpha \beta_i x_i^{-1} \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i}$	$\beta_i$
ترانسندنتال	$y = \alpha \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i} e^{r_i x_i}$	$\left(\frac{\beta_i}{x_i} + \gamma_i\right) * Y$	$\left(\frac{\beta_i}{x_i} + \gamma_i\right) * x_i$
ترانسلوگ	$\ln(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln(x_i) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \gamma_{ii} (\ln x_i)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (\ln x_i) (\ln x_j)$	$\beta_i + \gamma_{ii} (\ln x_i) + \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (\ln x_j) / x_i$	$\beta_i + \beta_{ii} (\ln x_i) + \sum_{j=2}^n (\ln x_j)$
لئونتیف تعمیم یافته	$y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i (x_i)^{1/2} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (x_i)^{1/2} (x_j)^{1/2}$	$\frac{1}{2} \beta_i (x_i)^{-1/2} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (x_j)^{-1/2} (x_i)^{1/2}$	$\frac{1}{2} \beta_i (x_i)^{-1/2} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (x_j)^{-1/2} (x_i)^{1/2}$
درجه دوم تعمیم یافته	$y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \gamma_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (x_i) (x_j)$	$(\beta_i + \gamma_{ii} (x_i) + \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (x_j)) (x_i / Y)$	$(\beta_i + \gamma_{ii} (x_i) + \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (x_j)) (x_j / Y)$

منبع: حسین‌زاد و سلامی (۱۳۸۳)

**نتایج و بحث**

برای نشان دادن تأثیر انتخاب الگوهای مختلف بر مقدار ارزش اقتصادی نهاده آب به دست آمده در تولید محصولات گندم، ذرت و صیفی‌جات پنج نوع تابع تولید که شامل کاب-داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته، برای بیان رابطه بین عوامل تولید و مقدار تولید محصولات، انتخاب و با استفاده از اطلاعات و آمار جمع‌آوری شده برآورد شدند که نتایج حاصل از برآورد، در جدول ۲ گزارش شده است. در توابع برآورد شده مقدار عملکرد گندم (Y) برحسب کیلوگرم در هکتار و تابعی از سطح زیرکشت (A) و کود شیمیایی شامل اوره، فسفات و پتاس (f) بر حسب کیلوگرم، بذر (s) بر حسب کیلوگرم، سم (h) بر حسب لیتر، نیروی کار (L) برحسب نفر روز کار و مقدار حجم آب

(W) بر حسب مترمکعب است.

متغیر بذر و سم به دلیل معنی‌دار نبودن پارامترهای آن‌ها از لحاظ آماری و عدم تأثیر مناسب در الگو حذف شدند. با توجه به فرهنگ کشاورزی منطقه و عملیات زراعی مرسوم و معمول در آن به این ترتیب که تقریباً همه کشاورزان برای عملیات مشخص به یک میزان از بذر، سم در واحد سطح استفاده می‌کنند و اختلاف زیادی میان آن‌ها در استفاده از نهاده‌های تولید گندم، ذرت و صیفی‌جات وجود ندارد، معنی‌دار نبودن این عوامل دور از انتظار نیست. از پارامترهای گزارش شده در جدول ۲ برای محاسبه کشش‌های تولیدی و قیمت سایه‌ای آب استفاده شد که نتایج در جدول ۳ و ۴ و ۵ گزارش شده است. برای بررسی پیامدهای انتخاب مدل نامناسب این تصمیم‌گیری، ارزش اقتصادی آب و کشش تولیدی آب از طریق تمامی الگوها

تذکر: در جدول ۲ اعداد داخل پرانتز، انحراف معیار ضرایب و اندیس‌های  $s$ ،  $f$ ،  $l$  و  $w$  به ترتیب مربوط به نهاده‌های بذر، کود شیمیایی، نیروی کار و مصرف آب و  $c$  عرض از مبدأ است.

برآورد و مقایسه شده است. با توجه به توابع تولید به‌دست آمده، ارزش اقتصادی و کشش تولیدی نهاده آب در تولید گندم، ذرت و صیفی‌جات علاوه بر مقدار مصرف خود آب تابعی از مقادیر عوامل کودشیمیایی و نیروی کار است؛ به‌عبارتی با تغییر مقدار مصرف هر کدام از این نهاده‌ها ارزش اقتصادی آب و کشش تولید آن تغییر خواهد یافت.

جدول ۲- نتایج برآورد پارامترهای توابع مختلف محصولات مختلف

پارامترها	کاب-داگلاس		لئونتیف		ترانسدنتال		ترانسلوگ		درجه دو تعمیم یافته	
	ضریب	آماره t (prob)	ضریب	آماره t (prob)	ضریب	آماره t (prob)	ضریب	آماره t (prob)	ضریب	آماره t (prob)
گندم										
$c$	-5/15895	4/613759 (0/000)	-70/37415	22/88368 (0/0000)	-22/88368	-6/151552 (0/0000)	-75/436	2/676068 (0/0107)	-25/0139	2/41943
$\beta_f$	8/8484	4/429719 (0/0001)	-0/314631	4/233663 (0/0000)	4/233663	6/019185 (0/0000)	24/1297	2/496829 (0/0167)	0/053265	1/500543 (0/1413)
$\beta_l$	0/667489	9/48745 (0/0000)	0/383359	4/217262 (0/0001)	0/402770	4/217262 (0/0001)	-1/669064	1/999080 (0/0524)	0/700736	2/760194 (0/0087)
$\beta_w$	0/100711	2/67575 (0/0103)	-0/004133	3/579096 (0/0009)	0/141040	3/579096 (0/0009)	0/299038	0/452477 (0/6534)	0/010611	11/70550 (0/0000)
$\beta_{ff}$			7/413652	-0/005391 (0/0001)	-0/005391	-4/437339 (0/0001)	-3/85329	-2/28057 (0/028)	-9/00001	-0/15906 (0/8744)
$\beta_{ll}$			-11/45737	0/002154 (0/0119)	0/002154	2/627032 (0/0119)	-0/08145	-2/12031 (0/0402)	-0/00051	-1/45005 (0/1549)
$\beta_{ww}$			0/688660	-1/000016 (0/0260)	-1/000016	-2/306263 (0/0260)	0/089369	1/957909 (0/0572)	-1/00075	-12/9617 (0/0000)
$\beta_{ll}$			3/311984 (0/0020)				0/495194	3/734272 (0/006)	-0/00018	-0/63716 (0/5276)
$\beta_{fw}$			-0/884478 (0/3871)				-0/08557	-0/66163 (0/5120)	-1/00005	-13/4423 (0/0000)
$\beta_{lw}$			6/588464 (0/0000)				-0/07561	-2/06963 (0/0450)	8/00006	5/665981 (0/0000)
		$\bar{R}^2=0.8985$ DW=1.79789		$\bar{R}^2=0.924607$ DW=1.693113		$\bar{R}^2=0.977557$ DW=1.405285		$\bar{R}^2=0.910974$ DW=1.527026		$\bar{R}^2=0.995005$ DW=1.667506

## ادامه جدول ۲-

درجه دو تعمیم یافته		ترانسلوگ		ترانسندنتال		لئونتیف		کاب-داگلاس		پارامترها
ضریب	t آماره (prob)	ضریب	t آماره (prob)	ضریب	t آماره (prob)	ضریب	t آماره (prob)	ضریب	t آماره (prob)	
ذرت										
-1.79636 (0.0796)	-8.59244	-2.59861 (0.0129)	-14.4649	-9.896184 -9.363039 (0.0000)	37.15513 5.043873 (0.0000)	-3.530993 (0.009)	-2.68210	c		
3.259038 (0.0022)	0.061096	2.661865 (0.0110)	3.763100	1.558921 4.786083 (0.0000)	-0.058405 -3.897911 (0.0003)	2.680860 (0.010)	0.32583	$\beta_f$		
-1.97471 (0.0549)	-0.67783	-4.75029 (0.0000)	-3.80235	0.135070 1.892193 (0.0000)	-0.760294 -2.454818 (0.0183)	4.645052 (0.000)	0.33284	$\beta_l$		
0.291309 (0.7722)	0.001823	1.696433 (0.0972)	1.60136	0.443072 2.446041 (0.0184)	-0.005750 -1.721712 (0.0925)	4.681248 (0.000)	0.36218	$\beta_w$		
-3.07935 (0.0036)	-2.0006	-3.76408 (0.0005)	-0.67027	-0.000653 -4.082518 (0.0002)	-2.474212 -4.115325 (0.0002)			$\beta_{ff}$		
-2.02326 (0.0494)	-0.00187	-3.36941 (0.0016)	-0.23664	0.000317 0.489468 (0.6269)	-12.03289 -4.126775 (0.0002)			$\beta_{ll}$		
1.780012 (0.0823)	-2.0004	-2.66748 (0.0108)	-0.23636	-4.00048 -2.771744 (0.0081)	-0.279009 -1.114799 (0.2713)			$\beta_{ww}$		
2.158875 (0.0366)	0.01509	5.121191 (0.0000)	0.635298		2.273230 11.22750 (0.0000)			$\beta_{ll}$		
-0.04140 (0.9672)	-2.0008	0.019399 (0.9846)	0.004573		0.094462 1.836767 (0.0733)			$\beta_{fw}$		
0.644360 (0.5228)	2.00006	1.249399 (0.2184)	0.100924		-0.209673 -1.521109 (0.1357)			$\beta_{lw}$		
$\bar{R}^2=0.867399$ DW=1.778569		$\bar{R}^2=0.871985$ DW=1.880796		$\bar{R}^2=0.860407$ DW=1.765359	$\bar{R}^2=0.898346$ DW=2.063433	$\bar{R}^2=0.752889$ DW=1.738974				

درجه دو تعمیم یافته		ترانسلوگ		ترانسندنتال		لئونتیف		کاب-داگلاس		پارامترها
ضریب	t آماره (prob)	ضریب	t آماره (prob)	ضریب	t آماره (prob)	ضریب	t آماره (prob)	ضریب	t آماره (prob)	
صیفی جات										
1/83771- (0/0732)	-207.895	1/707485 (0/0951)	6/809640	-4/816076 -2/023211 (0.0490)		-3/956438 (0/0003)	-4.94663	c		
1/929776 (0/0604)	0.847120	-1/32842 (0/1912)	-2/22818	0/757616 1/767907 (0.0839)		2/824328 (0/0069)	0/67968	$\beta_f$		
1/23136- (0/2250)	-0/03451	0/07005- (0/9445)	-0/11451	0/160895 2/540219 (0.0146)		3/211099 (0/0024)	0/20095	$\beta_l$		



## ادامه جدول ۲-

پارامترها		کاب-داگلاس		لئونتیف		ترانسدنتال		ترانسلوگ		درجه دو تعمیم یافته	
ضریب	آماره t (prob)	ضریب	آماره t (prob)	ضریب	آماره t (prob)	ضریب	آماره t (prob)	ضریب	آماره t (prob)	ضریب	آماره t (prob)
$\beta_w$	0/40288 (0/000)	5/883647 (0/000)			0/343842 3/565713 (0/0009)			-0/14045 (0/8890)	-0/20469	-0/00018	-0/02847 (0/9774)
$\beta_{ff}$					-0/000245 -0/629687 (5321/0)			1/036391 (0/3060)	0/39549	-0/00149	-1/84573 (0/072)
$\beta_{ll}$					-1/00002 -1/805115 (0/0778)			-1/06238 (0/2941)	-0/09242	-6/00001	(0/9159) -0/106175
$\beta_{ww}$					1/00007 2/368539 (0/0222)			0/865487 (0/3917)	0/106842	-7/0001	-0/097823 (0/9225)
$\beta_{ll}$								0/370386 (0/7130)	0/121600	5/00007	1/256716 (0/2158)
$\beta_{fw}$								0/08359 (0/9338)	-0/02084	1/00009	1/205039 (0/2349)
$\beta_{lw}$								0/007780 (0/9938)	0/00601	-2/0004	-0/108228 (0/9143)
								$R^2=0.793659$ DW=1.656420			$R^2=0.999179$ DW=2.086319
								$R^2=0.916313$ DW=1.873427			
											$R^2=$ DW=
											$R^2=0.856636$ DW=1.911860

مأخذ: یافته‌های تحقیق

( $R^2$ ) نسبتاً مناسب هستند. به علاوه آماره دوربین واتسون نیز نبود مشکل همبستگی بین جملات خطا را نشان می‌دهد. برای مقایسه فرم‌های مختلف برآورد شده و مشخص کردن فرم ارجح مراحل مختلفی طی شد. برای انتخاب فرم تابعی برتر از میان فرم‌های ترانسلوگ، درجه دوم و لئونتیف تعمیم یافته کاب-داگلاس و ترانسدنتال، بر اساس آزمون نرمال بودن توزیع جملات اخلاص، تعداد پارامترهای معنی‌دار در الگوی برآورد شده و آماره  $R^2$  و آزمون JB (در هنگام استفاده از روش رگرسیون، نرمال بودن جملات پسماند در مدل برآورد شده از اهمیت به سزایی برخوردار است. از جمله آزمون‌هایی که نرمال بودن جملات پسماند را مورد آزمون قرار می‌دهد آزمون جارک-برا است. مشخص شده که جدول ۶ و ۷ و ۸ این مقایسه آورده شده است. به غیر از تابع درجه دوم تعمیم یافته، نرمال بودن توزیع اجزای اخلاص بقیه مدل‌ها رد نمی‌شود. در بررسی نتایج، تابع ترانسدنتال برای محصول گندم و صیفی‌جات و تابع لئونتیف تعمیم یافته برای محصول ذرت مناسب‌تر از سایر فرم‌های تابعی در منطقه مورد مطالعه است.

همان‌گونه که در جدول‌های ۳ تا ۵ مشاهده می‌شود ارزش اقتصادی برآورد شده آب و کشش‌های تولیدی آن‌ها در الگوهای مختلف تولید به ازاء هر مترمکعب آب بسیار متفاوت است. بیشترین قیمت آب برآوردی برای تولید گندم متعلق به تابع درجه دوم تعمیم یافته ۴۱۴۰/۹۳ ریال و با کشش تولیدی ۰/۲۶۷۲ و کمترین آن متعلق به تابع لئونتیف تعمیم یافته با ۱۵۴۳/۵۵ ریال و با کشش تولیدی ۰/۱ است. همچنین بیشترین قیمت آب برآوردی برای تولید ذرت تابع ترانسلوگ ۲۳۷۶/۱۹ ریال و با کشش تولیدی ۰/۵۳ و کمترین آن متعلق به تابع کاب-داگلاس با ۱۶۱۳/۰۸ ریال و با کشش تولیدی ۰/۳۶۲۱ است. در نهایت قیمت آب برآوردی برای تولید صیفی‌جات متعلق به تابع ترانسدنتال ۱۴۸۵/۱۴ ریال و با کشش تولیدی ۰/۳۵ است. عملکرد توابع از لحاظ بیان روابط تولیدی موجود، نه تنها بین توابع انعطاف‌پذیر (ترانسلوگ، لئونتیف تعمیم یافته و درجه دوم تعمیم یافته) و انعطاف‌ناپذیر (کاب-داگلاس و ترانسدنتال) بلکه بین فرم‌های انعطاف‌پذیر نیز متفاوت است. تمامی این توابع از لحاظ معنی‌دار بودن پارامترها و قدرت توضیح‌دهندگی آن‌ها

## جدول ۳- نتایج محاسبه کشتش تولیدی و ارزش اقتصادی آب بر اساس انواع تابع تولید (محصول گندم)

گندم	کشتش تولیدی آب	ارزش اقتصادی آب (ریال)
کاب-داگلاس	۰/۱۰۰۷	۱۵۶۰/۵۹
درجه دو تعمیم یافته	۰/۲۶۷۲	۴۱۴۰/۹۳
ترانسندنتال	۰/۱۲۶۳	۱۹۵۷/۳۳
ترانسلوگ	۰/۱۹۰۲	۲۹۴۷/۶۲
لئونتیف	۰/۰۹۹۶	۱۵۴۳/۵۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

## جدول ۴- نتایج محاسبه کشتش تولیدی و ارزش اقتصادی آب بر اساس انواع تابع تولید (محصول ذرت)

ذرت	کشتش تولیدی آب	ارزش اقتصادی آب (ریال)
کاب-داگلاس	۰/۳۶۲۱	۱۶۱۳/۰۸
درجه دو تعمیم یافته	۰/۲۴۹۶	۱۱۱۱/۹۱
ترانسندنتال	۰/۴۱۸۶	۱۸۶۴/۷۷
ترانسلوگ	۰/۵۳۳۴	۲۳۷۶/۱۹
لئونتیف	۰/۴۷۷۷	۲۱۲۸/۰۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

## جدول ۵- نتایج محاسبه کشتش تولیدی و ارزش اقتصادی آب بر اساس انواع تابع تولید (محصول صیفی جات)

صیفی جات	کشتش تولیدی آب	ارزش اقتصادی آب (ریال)
کاب-داگلاس	۰/۴۰۲۸	۱۶۹۳/۲۲
ترانسندنتال	۰/۳۵۳۳	۱۴۸۵/۱۴
لئونتیف	۰/۹۳۰۵	—

مأخذ: یافته‌های پژوهش

## جدول ۶- نتایج حاصل از بر آورد تابع های مختلف تولید گندم برای مقایسه و انتخاب تابع برتر

نوع تابع	تعداد کل ضرایب	تعداد ضرایب معنی‌دار شده	مقدار آماره JB	$\bar{R}^2$
کاب-داگلاس	۴	۴	۰/۲۴۸۸ [۰/۸۸۳۰]	۰/۸۹
درجه دو تعمیم یافته	۱۰	۶	۴/۵۱۸۰ [۰/۱۰۴۴]	۰/۹۹
ترانسلوگ	۱۰	۸	۰/۵۹۶۲ [۰/۷۴۲۲]	۰/۹۱
ترانسندنتال	۷	۷	۰/۰۷۹۹ [۰/۹۶۰۸]	۰/۹۲
لئونتیف	۱۰	۷	۰/۶۱۴۵ [۰/۷۳۵۴]	۰/۹۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش. با توجه به آزمون JB، تمامی مدل‌ها پذیرفته می‌شود.

## جدول ۷- نتایج حاصل از بر آورد تابع‌های مختلف برای تولید ذرت برای مقایسه و انتخاب تابع برتر

نوع تابع	تعداد کل ضرایب	تعداد ضرایب معنی‌دار شده	مقدار آماره JB	$\bar{R}^2$
کاب-داگلاس	۴	۴	۰/۹۳۴۵ [۰/۶۲۶۶]	۰/۸۷
درجه دو تعمیم یافته	۱۰	۷	۱۲/۱۷۰۱ [۰/۰۰۲۲]	۰/۸۳
ترانسلوگ	۱۰	۸	۰/۷۷۵۸ [۰/۶۷۸۴]	۰/۸۴
ترانسندنتال	۷	۶	۱/۶۳۴۳ [۰/۴۴۱۶]	۰/۸۴
لئونتیف	۱۰	۸	۴/۱۰۳۲ [۰/۱۲۸۵]	۰/۸۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش. با توجه به آزمون JB، تنها مدل درجه دوم تعمیم یافته رد می‌شود.

جدول ۸- نتایج حاصل از برآورد تابع های مختلف تولید صیفی جات برای مقایسه و انتخاب تابع برتر

نوع تابع	تعداد کل ضرایب	تعداد ضرایب معنی دار شده	مقدار آماره JB	R <sup>2</sup>
کاب-داگلاس	۴	۴	۲/۹۵۳۸ [۰/۲۲۸۳]	۰/۸۴
درجه دو تعمیم یافته	۱۰	۳	۵۳۶/۵۷۰۶ [۰/۰۰۰]	۰/۹۹
ترانسلوگ	۱۰	۱	۱/۰۶۸۷ [۰/۲۱۵۵]	۰/۷۴
ترانسندنتال	۷	۶	۳/۰۲۶۵ [۰/۲۲۰۱]	۰/۹۰
لئونتیف	۵	۴	۲۴/۳۹۹۸ [۰/۰۰۰]	۰/۷۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش، با توجه به آزمون JB، مدل‌های درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف رد می‌شود.

گاردنر (معادله ۸)) برای برقراری ارتباط بین دو بخش (بازده نهایی آب و هزینه‌های نگهداری و انتقال آب)، Lu ارزش بازده نهایی آب آبیاری که از روش تابع تولید به دست آورده شده (همان VMP است) و C<sub>II</sub> هزینه تمام شده آب در نظر گرفته شده است. برای مقدار X روش‌های متفاوت در نظر گرفته می‌شود که در این جا دو مقدار ۵۰ درصد و ۳۰ درصد قرارداد شده است. مطابق جدول ۹ با در نظر گرفتن ۲۰ درصد سود ناخالص نسبت به بهای تمام شده و با در نظر گرفتن اینکه پرداخت آب برای کشاورزان و سازمان به طور یکسان باشد (یعنی ۵۰ درصد = X)، لذا قیمت نهایی آب برای هر یک از محصولات گندم، ذرت و صیفی جات به ترتیب ۱۵۹۴/۲ و ۱۶۹۷/۵ و ۱۳۵۸/۰۷ ریال به دست می‌آید. در جدول ۱۰ مقدار X برابر ۳۰ درصد در نظر گرفته شده و C<sub>II</sub> ۲۰ درصد سود ناخالص نسبت به بهای تمام شده است؛ لذا قیمت نهایی آب برای هر یک از محصولات گندم، ذرت و صیفی جات به ترتیب ۱۴۴۸/۹ و ۱۵۰۰ و ۱۳۰۷ ریال به دست می‌آید. اگر مقدار X را ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شود؛ یعنی تمام رانت توسط سازمان آب جذب شود، قیمت تمام شده آب معادل مقدار ارزش اقتصادی آب (VMP) به دست می‌آید؛ بنابراین نتیجه می‌شود که هر چقدر مقدار X بزرگ‌تر باشد، قیمت نهایی آب بیشتر خواهد بود.

لذا سازمان آب می‌تواند مقدار X را به گونه‌ای انتخاب کند که با اجرای سیاست‌های مناسب نرخ عادلانه‌ای برای آب تعیین کند که از یک سو بتواند حداقل هزینه‌های بهره‌برداری شبکه و نگهداری از تأسیسات آبی را جبران کند و از سوی دیگر، نشان‌دهنده ارزش واقعی آب تحویلی به کشاورزان در جریان تولید محصولات و استفاده بهینه مصرف آب باشد.

بر اساس نتایج برآوردها و با استفاده از معادله (۴)، ارزش تولید نهایی آب محاسبه شده است. در تابع ترانسندنتال برای تولید گندم ارزش اقتصادی آب به ۱۹۵۷/۳۳ ریال و کشتش تولیدی آب معادل ۰/۱۲۶۳ محاسبه شد و در تابع لئونتیف تعمیم یافته برای تولید ذرت ارزش اقتصادی آب به ۲۱۲۸/۰۵ ریال و کشتش تولیدی آب معادل ۰/۴۷۷۷ محاسبه شد. در تابع ترانسندنتال برای تولید صیفی جات ارزش اقتصادی آب به ۱۴۸۵/۱۴ ریال و کشتش تولیدی آب معادل ۰/۳۵۳۳ محاسبه شد. با توجه به اینکه قیمت تضمینی گندم، ذرت و میانگین قیمت صیفی جات در سال ۱۳۹۶ به ترتیب معادل ۱۴۳۰۰ و ۱۱۵۰۲ و ۷۰۰۳ ریال گزارش شده است، در نهایت قیمت سایه‌ای آب یا به عبارتی ارزش اقتصادی آب در سطح متوسط سایر نهادهای مصرف شده در تولید گندم، ذرت و صیفی جات به ترتیب برابر با ۱۹۵۷/۳۳ و ۲۱۲۸/۰۵ و ۱۴۸۵/۱۴ ریال برای هر مترمکعب آب تعیین شد؛ در صورتی که قیمت پرداختی توسط کشاورزان برای هر یک از کالاهای گندم، ذرت و صیفی جات به ترتیب ۱۴۲/۱ و ۲۰۱/۳ و ۴۵۷ ریال است.

در روش محاسبه هزینه تمام شده آب کشاورزی با توجه به هزینه‌های سرمایه‌ای و هزینه‌های بهره‌برداری سدها و نگهداری تأسیسات و استهلاک سدها، (بدون در نظر گرفتن اینکه کشاورز چه کالایی تولید می‌کند) هزینه تأمین یک مترمکعب آب کشاورزی ۱۰۲۶ ریال به دست آمده است. این حداقل قیمت برای آب است، چنان‌که ۲۰ درصد سود ناخالص نسبت به بهای تمام شده مورد انتظار باشد، قیمت آب از روش هزینه‌های سازمان آب استان خوزستان ۱۲۳۱ ریال است.

در روش گاردنر<sup>۱</sup> که قیمت تمام شده آب ترکیبی از بازده نهایی آب برای تولید محصولات کشاورزی و هزینه‌های نگهداری آب در پشت سد یا سازمان است. مطابق فرمول

معنی‌دار در الگوی برآورد شده و آماره  $R^2$  و آزمون JB تابع ترانسندنتال برای تولید محصول گندم و صیفی‌جات و تابع لئونتیف برای تولید محصول ذرت به‌عنوان تابع مرجع در منطقه بررسی شده برگزیده شد. پس از آن، ارزش اقتصادی آب مصرفی در تولید محصولات بررسی شده، محاسبه شد. نتیجه‌های به دست آمده، نشان می‌دهد ارزش اقتصادی برآورد شده محصولات گندم، ذرت و صیفی‌جات به‌ترتیب برابر با  $۱۹۵۷/۳۳$  و  $۲۱۲۸/۰۵$  و  $۱۴۸۵/۱۴$  ریال برای هر مترمکعب آب تعیین شد در صورتی که میزان آب‌بهایی که کشاورزان در منطقه بررسی شده برای هر مترمکعب می‌پردازند برای هر یک از کالاهای گندم، ذرت و صیفی‌جات به‌ترتیب  $۱/۴۲$  و  $۳/۱۰$  و  $۳/۴۵$  ریال است. کشاورزان برای هر یک از محصولات گندم، ذرت و صیفی‌جات به‌ترتیب تنها  $۲/۷$  درصد و  $۴/۹$  درصد و  $۳۰$  درصد ارزش اقتصادی آب را پرداخت کرده‌اند که این خود نشان دهنده تفاوت نسبتاً زیاد ارزش بازاری و اقتصادی نهاده استفاده شد. با توجه به این اختلاف توصیه می‌شود برای بهبود و پایداری نظام تولید کشاورزی، با تعدیل آب بها بر اساس ارزش اقتصادی آب، شرایط استفاده صحیح از آب و صرفه‌جویی در مصرف این نهاده فراهم آید. با توجه به شکاف بین قیمت حقیقی و آب بهای کشاورزی در کوتاه مدت، ممکن است موجب نارضایتی کشاورزان شود و تأثیر منفی در انگیزه تولید آنان بگذارد؛ اما در بلندمدت می‌تواند انگیزه لازم را برای استفاده از فناوری‌های آب اندوز و حذف روش‌های کم بازده آبیاری و انتقال آب که مقدار قابل توجهی از آب را هدر می‌دهد، ایجاد کند.

با افزایش قیمت نهاده آب، کشاورزان واکنش‌های متفاوتی از خود نشان خواهند داد. افزایش قیمت این نهاده می‌تواند منجر به کاهش مصرف این نهاده در تولید محصول شود و بنابراین عملکرد محصول در واحد سطح کاهش خواهد یافت. علاوه بر این، کشاورزان ممکن است با سرمایه‌گذاری در تکنیک‌های آبیاری نوین بازدهی آبیاری را افزایش دهد که این امر، منجر به استفاده کارتر از هر واحد آب خواهد شد، بنابراین به این مسأله باید توجه شود.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که قیمت واقعی آب کشاورزی به مراتب بیشتر از آب بهای رایج آن است. تفاوت در ارزش تولیدنهایی آب با قیمت پرداختی کشاورزان بابت آن، باعث از بین رفتن انگیزه کشاورزان برای سرمایه‌گذاری جهت

جدول ۹- محاسبه قیمت نهایی آب بر اساس روش گاردنر که VMP ارزش بازده نهایی آب و Cu هزینه تمام شده آب و

X=50% است

نام کالا	VMP (ریال)	Cu (ریال)	P نرخ آب (ریال)
گندم	۱۹۵۷/۳۳	۱۰۲۶	۱۴۹۱/۶۶
گندم	۱۹۵۷/۳۳	۱۲۳۱	۱۵۹۴/۲
ذرت	۲۱۲۸/۰۵	۱۰۲۶	۱۵۷۷/۰۲
ذرت	۲۱۲۸/۰۵	۱۲۳۱	۱۶۷۹/۵
صیفی‌جات	۱۴۸۵/۱۴	۱۲۳۱	۱۳۵۸/۰۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۰- محاسبه قیمت نهایی آب بر اساس روش گاردنر که VMP ارزش بازده نهایی آب و Cu هزینه تمام شده آب و

X=30% است

نام کالا	VMP (ریال)	Cu (ریال)	P نرخ آب (ریال)
گندم	۱۹۵۷/۳۳	۱۰۲۶	۱۳۰۵/۴
گندم	۱۹۵۷/۳۳	۱۲۳۱	۱۴۴۸/۹
ذرت	۲۱۲۸/۰۵	۱۰۲۶	۱۳۵۶/۶
ذرت	۲۱۲۸/۰۵	۱۲۳۱	۱۵۰۰
صیفی‌جات	۱۴۸۵/۱۴	۱۲۳۱	۱۳۰۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق جدول ۱۱ نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان می‌دهد قیمت پرداختی از سوی کشاورزان با ارزش واقعی آب در جریان تولید محصولات عمده منطقه، تفاوت زیادی دارد. این امر، یعنی پایین بودن قیمت پرداختی برای آب، از مهم‌ترین عوامل استفاده بهینه نکردن از منابع آبی در منطقه مورد مطالعه است.

جدول ۱۱- مقایسه بین قیمت واقعی آب از روش گاردنر و

میزان پرداختی کشاورزان سال ۱۳۹۶

نوع محصول	قیمت پرداختی کشاورز (ریال)	قیمت آب (ریال)
گندم	۱۴۲/۱	۱۵۹۴/۲
ذرت	۳/۱۰	۱۶۷۹/۵
صیفی‌جات	۱/۴۵	۱۳۵۸/۰۷

منبع: یافته‌های پژوهش

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه با هدف تعیین قیمت نهایی آب مصرفی در تولید محصولات عمده ناحیه شمال خوزستان از جمله گندم، ذرت و صیفی‌جات، پس از استخراج داده‌ها و مقایسه تابع‌ها از طریق معیارهای مختلف (بر اساس آزمون نرمال بودن توزیع جملات اخلاص، تعداد پارامترهای

- پوستری نخستین گردهمایی علمی کاربردی آب. ۷۱-۶۵:۱.
۵. کرامت‌زاده ع. اشراقی ف. و گلزاری ز. ۱۳۹۵. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم در شهرستان گرگان. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰(۴): ۴۵۷-۴۶۶.
۶. نوری ا. ۱۳۷۲. نگرش جامع بر مدیریت اقتصادی آب. مجله آب و توسعه. ۱۲: ۱۶-۱۹.
۷. وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۷۹. آمارنامه هزینه تولید محصولات کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و بودجه. اداره کل آمار و اطلاعات تهران. ۱-۱۲۵.
8. Chifamba E. Nyanga T. and Gukurume S. 2013. Irrigation Water Pricing and Cost Recuperation for Sustainability of Irrigation Projects in Nyanyadzi. Zimbabwe. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 15(3): 39-53.
9. Gardner B. D. 1974. Pricing irrigation water in Iran. Water Resources Research. 10(6): 1080-108.
10. Gardner L. and Stough C. 2003. Assessing the relationship between workplace emotional intelligence. Job satisfaction and organizational commitment. Australian Journal of psychology. 55: 124-135.
11. Garrido A. and Calatrava J. 2016. A mathematical programming model applied to the study of water markets within the Spanish agricultural sector. Annals of Operation Research. 94: 105-123.
12. Kennedy P. 1998. A guide to econometrics. MIT press. Cambridge. 468 p
13. Koh M. H. 2013. Status of agricultural water in Korea: Water use and water quality. Jeonju. Korea National Institute of Agricultural Science and Technology (RDA). Korea.

افزایش بازده آبیاری و استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری شده که نتیجه آن، استفاده از روش‌های سنتی آبیاری و هدر رفتن بیش از حد آب در مزرعه است. لذا پیشنهاد می‌شود که این سیاست به گونه‌ای اعمال شود که اولاً باعث ایجاد عدم انگیزه در کشاورزان برای تولید نشود و ثانیاً از مشارکت کشاورزان در اجرای آن استفاده شود. به نظر می‌رسد سیاست‌گذاری‌های مناسب در جهت نزدیک‌تر کردن قیمت آب به ارزش واقعی آن می‌تواند در بهبود الگوی مصرف آب در بخش کشاورزی تأثیر به‌سزایی داشته باشد. آگاه کردن کشاورزان نسبت به عواقب ناشی از مصرف بی‌رویه منابع آب از طریق نظام‌های آموزشی ترویج نیز می‌تواند در راستای هدف موردنظر کارساز باشد. همچنین ارائه تسهیلات با بهره کم و تشویق کشاورزان به استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار برای افزایش بازده آبیاری در جهت استفاده بهینه از آب مؤثر است. با توجه به نتایج حاصل از محاسبه قیمت هر مترمکعب آب برای جبران کاهش سود ناشی از کم مصرف کردن آب، می‌توان با پرداخت مابه‌التفاوت قیمت هر مترمکعب آب ذخیره شده، در جهت بالا بردن بازدهی آبیاری، برای بهره‌برداران ایجاد انگیزه و آنان را به سمت کم مصرف کردن هدایت کرد.

#### منابع

۱. حسین‌زاد ج. و سلامی ح. ۱۳۸۳. انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی (مطالعه موردی تولید گندم). فصلنامه علمی-پژوهشی اقتصاد کشاورزان و توسعه. ۱۲(۴۸): ۵۳-۷۳.
۲. حسین‌زاد ج. و کاظمیه ف. ۱۳۹۶. جایگاه مدیریت منابع آب در توسعه کشاورزی (مطالعه موردی: دشت تبریز). مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۴۴(۳): ۳۶۹-۳۷۷.
۳. دهقانپور ح. و شیخ زین‌الدین آ. ۱۳۹۲. تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی در دشت یزد- اردکان استان یزد. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۸۲: ۴۵-۶۸.
۴. صنوبر ن. ۱۳۷۵. قیمت‌گذاری آب. مطالعه موردی سد علویان در آذربایجان شرقی. مجموعه مقالات

