تحقیقات منابع آب ایران
انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران

ارزش‌گذاری اقتصادی آب محصولات زراعی منتخب در طرح جامع الگوی کشت در شهرستان دهلران

اسحاق قاسمی*

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران (نویسنده مسئول)

qasemiissac@gmail.com

علی نجفی فر

دانشیار بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام ، ایران

alinajafifar@yahoo.com

چکیده

استفاده بهینه از منابع آب به‌عنوان یکی از اهداف مهم طرح جامع الگوی کشت، به ارزش‌گذاری اقتصادی آبِ محصولات مندرج در طرح جامع الگوی کشت در جهت اصلاح سیاست‌های قیمت‌گذاری در حوزه منابع آب در بخش کشاورزی اهمیت ویژه‌ای می‌بخشد. در این مطالعه، با بهره‌گیری از داده‌های میدانی جمع‌آوری‌شده از طریق مصاحبه با ۱۰۰ کشاورز منطقه در قالب نمونه‌گیری طبقه‌بندی‌شده در سال زراعی ۱۴۰۳–۱۴۰۲، ارزش اقتصادی آب برای محصولات گندم، کلزا، جو، هندوانه و سیب‌زمینی با استفاده از روش‌های پارامتری و توابع تولید شامل توابع تولید خطی، ترانسلوگ و ترنسدنتال، محاسبه شد. باتوجه‌به آزمون‌های اقتصادسنجی و آزمون فروض کلاسیک تابع تولید ترانسلوگ به‌عنوان تابع برتر شناخته شد. نتایج نشان داد ارزش اقتصادی آب برای هرکدام از محصولات مذکور به ترتیب ۲۶۷۹۹، ۴۴۵۲۵، ۲۱۹۲۶، ۳۹۴۶۱ و ۴۰۷۵۶ ریال است که نسبت به آب‌بهای پرداختی توسط کشاورزان در شهرستان دهلران اختلاف محسوس و قابل‌توجهی دارد. نتایج به‌دست‌آمده، لزوم اصلاح سیاست‌های قیمت‌گذاری در حوزه منابع آب در بخش کشاورزی شامل افزایش تدریجی آب‌بهای پرداختی توسط کشاورزان و نزدیک‌شدن قیمت آب به ارزش اقتصادی آن به‌منظور تقویت طرح جامع الگوی کشت و استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ارزش‌گذاری اقتصادی آب، طرح جامع الگوی کشت، توابع تولید، محصولات زراعی، شهرستان دهلران.

۱- مقدمه

در کتاب «الگوی کشت ملی محصولات زراعی» منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی برای سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ (و سال‌های پیشین)، به‌منظور دستیابی به یک طرح جامع برای الگوی کشت ملی، تولید محصولات زراعی از مناظر مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در تدوین طرح جامع الگوی کشت ملی، با بهره‌گیری از داده‌های پایه‌ای شامل توان سرزمینی، میزان آب قابل‌برنامه‌ریزی، محدودیت‌های کشت، شاخص‌های اقلیمی و نیاز آبی محصولات، گزاره‌هایی متنوع و متناسب با شرایط مناطق مختلف کشور طراحی شده است. در این طرح، مجموعه‌ای از شاخص‌های تخصصی برای ارزیابی و پایش عملکرد الگوی کشت مورد توجه

قرار گرفته که در میان آن‌ها، شـــاخص بهره‌وری آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین معیارهای اقتصـادی و محیط‌زیسـتی مطرح شـده اسـت (Ministry of Agriculture Jihad, 2023). شـــاخص بهره‌وری آب در طرح جامع الگوی کشـــت از دو جنبه مورد بررســـی قرار می‌گیرد: بهره‌وری فیزیکی که نسبت عملکرد محصول به میزان آب مصرفی است، و بهره‌وری اقتصادی که درآمد حاصل از تولید را نسبت به آب کاربردی می‌سنجد. با این حال، در تدوین طرح الگوی کشـت، موضـوع قیمت‌گذاری آب از طریق برآورد ارزش اقتصـادی آن برای محصـولات زراعی، کمتر مورد توجه قرار گرفته اســـت. قیمت‌گذاری واقعی و علمی آب آبیاری از طریق محاســـبه ارزش اقتصـادی آن، اهمیتی اسـاسـی دارد؛ چرا که افزون بر ارتقای بهره‌وری، کشـاورزان را به مصرف بهینه ترغیب می‌کند، منابع آب را به‌سوی فعالیت‌های با ارزش افزوده اقتصادی بیشـتر سـوق می‌دهد، و زمینه حذف یا هدفمندسـازی یارانه‌های ناکارآمد را فراهم می‌سـازد. همچنین این رویکرد می‌تواند فشـــار مالی دولت را کاهش داده و انگیزه ســـرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین آبیاری را افزایش دهد (Young, 2005).

افزایش بهره‌وری آب در کشـــاورزی مســـتلزم اتخاذ رویکردی چندبعدی اســـت که علاوه بر ابزارهای اقتصـادی، راهکارهای فنی و مدیریتی را نیز در بر گیرد. مطالعات نشـان می‌دهد بهبود سامانه‌های آبیاری از طریق توسعه روش‌های تحت فشار (قطره‌ای و بارانی)، استفاده از آبیاری هوشمند مبتنی بر حسگرهای رطوبتی و سیستم‌های کنترل خودکار، و کاهش تلفات انتقال آب می‌تواند به طور معناداری بهره‌وری فیزیکی آب را افزایش دهد (FAO, ۲۰۲۱; Burek et al., ۲۰۱۶). همچنین مدیریت الگوی کشـــت، انتخاب ارقام مقاوم به خشـــکی، تنظیم تاریخ کاشـــت و بهبود مدیریت خاک از طریق افزایش ماده آلی و کاربرد مالچ از جمله اقدامات مکمل در ارتقای کارایی مصرف آب محسوب می‌شوند (Falkenmark et al., ۲۰۰۹; Strzepek & Boehlert, ۲۰۱۰). بنابراین اگرچه به صـورت کلی در راسـتای بهبود بهره‌وری آب در کشاورزی راهکارهای متعددی از جمله: بهبود روش‌های آبیاری، استفاده از آبیاری تحت فشار، انتخاب زمان مناسب آبیاری بر اساس نیاز واقعی گیاه، اجرای آبیاری هوشمند با سنسور رطوبت، دیتالاگرها و سیسـتم‌های کنترل خودکار، مرمت و پوشـش کانال‌ها برای کاهش تلفات انتقال آب، استفاده از کنتور و ابزار اندازه‌گیری برای کنترل مصرف، مدیریت محصول و الگوی کشت، تغییر الگوی کشت به محصـولات کم‌آب‌بر و مقاوم به خشـکی، اسـتفاده از ارقام اصـلاح‌شده با نیاز آبی کمتر و عملکرد بالاتر، اجرای تناوب زراعی مناســـب، تعیین تاریخ کاشـــت بهینه برای کاهش تبخیر و تنش آبی، مدیریت خاک و کاهش تبخیر، اسـتفاده از مالچ (پلاسـتیکی /گیاهی)، افزایش ماده آلی خاک برای افزایش نگهداشـت آب، شـخم حفاظتی و کم‌خاک‌ورزی، تسـطیح دقیق زمین برای پخش یکنواخت آب، بهره‌گیری از فناوری و دانش، سـامانه‌های پایش آنلاین آب و رطوبت خاک، مدل‌های پیش‌بینی آبیاری، اسـتفاده از تصـاویر ماهواره‌ای و پهپادها برای مدیریت مزرعه، اسـتفاده مجدد و بهینه از منابع آب و اسـتفاده از پس‌آب تصـفیه‌شـده شـهری در کشـاورزی نیاز اسـت ولی این پژوهش صـرفا از منظر ابزارهای اقتصـادی نظیر ارزش‌گذاری اقتصادی آب هدف این پژوهش را دنبال می کند.

آب زمانی دارای ارزش اقتصادی است که منابع آن در مقایسه با تقاضا محدود باشد. در شرایط وجود منابع نامحدود، آب یک کالای رایگان محسوب می‌شود؛ اما کمبود آن باعث شکل‌گیری مفهوم ارزش اقتصـــادی می‌شـــود که به دلیل رقابت کاربران مختلف ایجاد می‌گردد. ارزش اقتصادی آب در بازار، ابزار راهبردی برای تخصیص بهینه میان مصارف مختلف بوده و موجب هدایت منابع به سمت فعالیت‌هایی با بازدهی بالاتر می‌شود. با رشد جمعیت و اقتصاد در مناطق خشک، کمبود آب تشدید شده و نیاز به سیاست‌ها و نهادهایی برای استفاده بهینه از منابع آبی

ویرایش شده پذیرفته شده در انتظار انتشار

بیش‌ازپیش احساس می‌شود (Ward et al., 2020).

به دلیل کمبود منابع، هزینه‌های بالای تأمین و نیاز به افزایش بهره‌وری، ارزش‌گذاری اقتصادی آب در سطح جهانی به یکی از اولویت‌های مهم تبدیل شده است. این رویکرد، تصمیم‌گیری در مدیریت منابع آب را بهبود داده، مصرف پایدار را تشویق می‌کند و از طریق سیاست‌گذاری هدفمند، استفاده مؤثر و توزیع عادلانه منابع را ممکن می‌سازد (Mukherji et al. 2020). قیمت‌گذاری صحیح آب، علاوه بر افزایش کارایی، نقش مهمی در حفظ منابع آبی دارد و نبود آن، منجر به هدررفت، سرمایه‌گذاری ناکافی و مدیریت ضعیف منابع می‌شود (Grafton et al., 2018).

طرف‌داران ارزش اقتصادی آب معتقدند که اجرای صحیح قیمت‌گذاری باعث بهبود مدیریت منابع آبی و رفتار مصرف‌کنندگان می‌شود و کشورهای درحال‌توسعه با اصلاح قیمت‌گذاری آب کشاورزی می‌توانند به سمت کشاورزی پایدار حرکت کنند(Christoforidou et al., 2023).

کشاورزی، با اختصاص بیشترین سهم از مصرف آب، نقش کلیدی در استفاده از منابع آبی دارد. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) در سال ۲۰۲۳، بخش کشاورزی حدود ۷۲ درصد از برداشت آب شیرین جهان را به خود اختصاص داده است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۵۰، برای تأمین تقاضای روبه‌رشد مواد غذایی، الیاف و خوراک، نیاز به ۳۵ درصد منابع آب اضافی وجود خواهد داشت (Antonelli and Greco, 2015). کمبود آب یکی از محدودیت‌های حیاتی در تولید کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است و مدیریت مؤثر منابع آب برای تضمین تولید پایدار در این مناطق حیاتی است (Nikpey et al., 2025). در ایران نیز به دلیل محدودیت مالی کشاورزان و نقش پررنگ دولت، قیمت‌گذاری آب معمولاً منعکس‌کننده ارزش واقعی آن نیست. این مسئله باعث برداشت بیش از حد، تخصیص غیربهینه منابع و آسیب‌های زیست‌محیطی و اقتصادی شده است (Zamani et al., 2025). اصلاح سیاست‌های قیمت‌گذاری آب می‌تواند به حفظ منابع آب و استفاده پایدار در بخش کشاورزی کمک کند(Wheeler et al., 2025).

باتوجه‌به سهم عمده بخش کشاورزی در مصرف منابع آب کشور و کاهش تجدید سرانه آب تجدیدپذیر از حدود ۵۵۷۰ مترمکعب در سال ۱۹۶۲ به حدود ۱۱۰۰ مترمکعب در سال ۲۰۲۴(World Bank, 2024)، مدیریت بهینه منابع آب از طریق برآورد ارزش اقتصادی آب بیش‌ازپیش ضروری شده است. تعیین ارزش اقتصادی آب آبیاری در هر منطقه نیازمند توجه به شرایط اقلیمی، منابع موجود و نوع محصولات آن منطقه است (Mukherji et al., 2020). در این راستا، مطالعه ارزش اقتصادی آب محصولات کشاورزی در مناطق خاص با درنظرگرفتن شرایط اقلیمی و مزیت‌های منطقه‌ای، می‌تواند در جهت دستیابی به یک الگوی کشت ملی جامع مفید باشد.

شهرستان مرزی دهلران به‌عنوان یکی از مناطق بسیار بااهمیت کشاورزی در ایران و استان ایلام با سطح زیر کشت بیش از ۱۰۰ هزار هکتار و متوسط بارش سالیانه ۱۷۵.۲ میلی‌متر (در سال زراعی ۱۴۰۳) به دلیل تهدید سفره‌های زیر زمینی، برداشت‌های غیرمجاز، سهم قابل‌توجه این شهرستان در تولید محصولات زراعی استان و مواجهه با محدودیت منابع آبی می‌تواند به‌عنوان یکی از موارد مطالعاتی مهم منطقه‌ای ارزش‌گذاری اقتصادی آب (برای محصولات مندرج در طرح جامع الگوی کشت که به‌صورت عمده در این شهرستان کشت می‌شود) تلقی شود. این پژوهش به دنبال ارزش‌گذاری اقتصادی آب برای محصولات منتخب در طرح جامع الگوی کشت که به‌صورت عمده در این شهرستان تولید می‌شوند (گندم، کلزا، جو، سیب‌زمینی و هندوانه) است، و به دنبال پاسخ به این سؤالات است که ارزش اقتصادی آب برای هر کدام از محصولات گندم، کلزا، جو، سیب‌زمینی و هندوانه در این شهرستان چقدر است و آیا ارزش

ویراستاری نشده و غیر قابل استناد

واقعی اقتصـــادی آب برای هر کدام از این محصـــولات داری اختلاف معناداری با آب‌بهای پرداختی توسط کشاورزان است؟

موضوع ارزش‌گذاری اقتصادی آب در پژوهش‌های متعددی بر اساس قیمت داخلی محصولات کشاورزی مورد ارزیابی قرار گرفته است. Pahlevani et al. (2011) با استفاده از تابع هزینه ترانسلوگ، اثر آزادسازی قیمت نهاده‌ها بر مصرف آن‌ها را در بخش کشاورزی بررسی کردند. نتایج نشـان داد که کشـش قیمتی نهاده‌ها به‌ویژه سـم بسـیار بالا بوده و آزادسـازی ناگهانی می‌تواند مصرف را به شدت کاهش دهد. بنابراین، پیشنهاد شده است که آزادسازی قیمت سم به‌تدریج و با حمایت‌های جانبی صورت گیرد. این مطالعه اهمیت مدیریت تدریجی سیاست‌های قیمتی در بخش نهاده‌ها را برجسـته می‌کند. Nematollahi et al (2013) نشـان دادند که افزایش قیمت حامل‌های انرژی باعث افزایش هزینه تولید در بخش کشاورزی و صنایع غذایی می‌شود و به‌دنبال آن، کاهش سرمایه‌گذاری، افت تولید و کاهش تقاضای مصرفی را به همراه دارد. این وضـــعیت به‌ویژه در بلندمدت امنیت غذایی خانوارها را تهدید می‌کند. این پژوهش بر لزوم حمایت هدفمند از بخش کشاورزی و صنایع غذایی برای جلوگیری از بحران‌های احتمالی تأکید می‌کند. Gooran et al. (2014) شان دادند که حذف یارانه نهاده‌های کشاورزی، گرچه اثر مسـتقیم بزرگی بر قیمت کل ندارد، اما در مورد ارقام مرغوب اثر بیشـتری دارد. این نتایج اهمیت سـیاسـت‌گذاری دقیق و تدریجی در کاهش یارانه‌ها را برجسـته می‌سـازد. Alimohammad Jafari et al. (2023) با تخمین تابع تولید برای محصـولات عمده کشاورزی در استان همدان، نشـان دادند که ارزش اقتصـادی آب به‌طور میانگین حدود ۹۲۳۲ ریال اسـت که فاصـله قابل‌توجهی با هزینه واقعی تأمین آن دارد. این یافته از امکان‌پذیری اسـتفاده از سـیاسـت‌های قیمت‌گذاری در راسـتای مدیریت بهینه منابع آب حکایت دارد و بر ضـرورت طراحی ابزارهای انگیزشـی برای تخصـیص کاراتر آب در بخش کشـاورزی تأکید می‌کند. Becker et al. (2010) نشـان دادند که کشاورزان آمریکایی در مقابل افزایش قیمت انرژی واکنش جایگزینی نهاده‌ای از خود نشـان نمی‌دهند این یافته، بیانگر چسـبندگی سـاختار نهاده‌ای در بخش کشاورزی و دشواری در تنظیم مصرف انرژی است. Vasquez-Lavin et al (2020) نشان دادند که در صنعت شیلی، تقاضای آب دارای کشش قیمتی بالایی است و ارزش اقتصـــادی آب در ســـطحی بالاتر از قیمت‌گذاری‌های فعلی قرار دارد. این یافته بیانگر ظرفیت بالقوه برای بازنگری سیاست‌های قیمتی آب در صنایع بدون آسیب به عملکرد اقتصادی شرکت‌هاست. Buttinelli et al. (2024) با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی پیشرفته، نشان دادند که آب نه تنها نهاده‌ای حیاتی در تولید ذرت اســـت بلکه باعث افزایش بهره‌وری ســـایر نهاده‌ها نیز می‌شود. این مطالعه تأکید دارد که قیمت‌گذاری اقتصادی آب و تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری،ابزارهایی مهم برای سیاسـت‌گذاری هوشـمندانه در مدیریت منابع آبی کشـاورزی هسـتند. Jaafar et al. (2024) نشـان دادند که بهره‌وری اقتصـادی آب در تولید سـیب‌زمینی زودرس بسیار بالاتر از گندم است و تفاوت‌های جغرافیایی قابل توجهی در بهره‌وری بین مناطق جنوبی و شـمالی لبنان وجود دارد که به شـرایط بارندگی مرتبط اسـت. این یافته‌ها بر اهمیت تحلیل فضایی و محصول‌محور در مدیریت منابع آبی تأکید می‌کنند.

قیمت‌گذاری دقیق آب از طریق برآورد «ارزش اقتصادی آب» بر مبنای تولید نهایی آب که می‌تواند نقشی کلیدی در بهبود بهره‌وری و تخصیص بهینه منابع آبی ایفا کند، کمتر به طور عملیاتی موردتوجه قرار گرفته است. این پژوهش با استفاده از رویکرد تابع تولید، ارزش اقتصادی آب را بر اساس تولید نهایی آب برای محصولات منتخب شهرستان دهلران محاسبه کرده است. برخلاف شاخص «درآمد به‌ازای هر مترمکعب آب» که تنها میانگین کلی بازدهی آب را نشان می‌دهد، برآورد ارزش اقتصادی آب اثرات حاشیه‌ای و واقعی مصرف آخرین واحد آب را مشخص

ویراستاری نشده و غیر قابل استناد

می‌سازد. این دقت بیشتر باعث می‌شود بتوان تصمیم‌های بهینه‌تری در تخصیص منابع اتخاذ کرد.

یافته‌های این پژوهش می‌تواند به طور مستقیم در مدل‌سازی و تغییر الگوی کشت به کار رود؛ به این صورت که طراحان الگوی کشت قادر خواهند بود، علاوه بر ملاحظات مهمی همچون امنیت غذایی، محدودیت‌های اقلیمی و تنوع محصول، از داده‌های ارزش اقتصادی آب برای اولویت‌بندی محصولات و تعیین سطح زیر کشت بهره‌مند شوند. همچنین، این اطلاعات می‌تواند به‌عنوان ورودی در مدل‌های بهینه‌سازی، برای تدوین سیاست‌های قیمتی و ایجاد مشوق‌های کشت محصولات با بهره‌وری بالاتر استفاده شده و به افزایش کارایی و پایداری نظام تولید کشاورزی منجر شود.

۲- روش تحقیق

ارزش‌گذاری منابع آبی را می‌توان از دو منظر اساسی بررسی کرد: یکی بر پایه دیدگاه مصرف‌کنندگان و دیگری بر مبنای دیدگاه تولیدکنندگان. در رویکرد مصرف‌کننده محور، روش‌های ارزش‌گذاری به دودسته کلی پارامتریک و ناپارامتریک طبقه‌بندی می‌شوند. در چارچوب روش‌های ناپارامتریک، ارزش اقتصادی آب مورداستفاده در کشاورزی با بهره‌گیری از مدل‌های ریاضی و مبتنی بر اصول نظری اقتصاد تخمین زده می‌شود. این دسته از روش‌ها به پنج شیوه اصلی تقسیم می‌شوند: ۱) نرخ‌گذاری نهایی، ۲) بودجه‌ریزی، ۳) روش گاردنر، ۴) برنامه‌ریزی خطی، و ۵) تحلیل اقتصاد مهندسی (Sanobar et al, 1997).

در رویکرد پارامتریک به‌منظور محاسبه ارزش اقتصادی آب که بیشتر مورداستفاده اقتصاددانان است، انواع مختلفی از توابع تولید نظیر کاب–داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، فرم درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته استفاده می‌شود. این روش‌ها مزایای متعددی در تحلیل ارزش اقتصادی آب دارند؛ از جمله قابلیت انجام آزمون‌های آماری روی پارامترهای به‌دست‌آمده از مدل‌های اقتصادسنجی. یکی دیگر از مزایای این رویکرد آن است که اجرای آن مستلزم تعیین دقیق سقف مصرف آب یا نوع منبع تأمین‌کننده آب (نظیر منابع سطحی یا زیرزمینی) نیست. به‌عبارت‌دیگر، در مواردی که اطلاعات دقیقی درباره حداکثر میزان آب قابل‌بهره‌برداری از هر منبع وجود نداشته باشد، استفاده از روش‌های پارامتریک گزینه مناسب‌تری برای محاسبه ارزش اقتصادی آب خواهد بود (Piri and Heydai, 2022). از طرفی، به‌کارگیری مدل‌های اقتصادسنجی این امکان را فراهم می‌سازد که از انواع مختلف توابع، به‌ویژه توابع انعطاف‌پذیر، به‌مراتب آسان‌تر و مؤثرتر از روش‌های غیرانعطاف‌پذیر استفاده شود براین‌اساس، در این تحقیق از رویکرد پارامتریک یا اقتصادسنجی بهره گرفته شده است. یکی از موضوعات اساسی در این روش، انتخاب فرم تابعی مناسب است که نقش تعیین‌کننده‌ای در تعریف رابطه ریاضی میان متغیرهای موردبررسی دارد. به‌طورکلی، هرچه دقت بیشتری در گزینش الگوی تابع تولید صورت گیرد و شکل تابعی متناسب‌تری انتخاب شود، روابط میان نهاده‌ها و ستانده‌ها به‌صورت دقیق‌تری بازنمایی شده و احتمال بروز خطا در تخمین این روابط کاهش می‌یابد (Hosseinzadeh and Salami, 2005).

ارزش‌گذاری منابع آبی را می‌توان از دو منظر اساسی بررسی کرد: یکی بر پایه دیدگاه مصرف‌کنندگان و دیگری بر مبنای دیدگاه تولیدکنندگان. در رویکرد مصرف‌کننده محور، روش‌های ارزش‌گذاری به دودسته کلی پارامتریک و ناپارامتریک طبقه‌بندی می‌شوند. در چارچوب روش‌های ناپارامتریک، ارزش اقتصادی آب مورداستفاده در کشاورزی با بهره‌گیری از مدل‌های ریاضی و مبتنی بر اصول نظری اقتصاد تخمین زده می‌شود. این دسته از روش‌ها به پنج شیوه اصلی تقسیم می‌شوند: ۱) نرخ‌گذاری نهایی، ۲) بودجه‌ریزی، ۳) روش گاردنر، ۴) برنامه‌ریزی خطی، و ۵) تحلیل اقتصاد مهندسی (Sanobar et al, 1997).

در رویکرد پارامتریک به‌منظور محاسبه ارزش اقتصادی آب که بیشتر مورداستفاده اقتصاددانان است، انواع مختلفی از توابع تولید نظیر کاب–داگلاس[۱]، ترانسندنتال[۲]، ترانسلوگ[۳]، فرم درجه دوم تعمیم‌یافته[۴] و لئونتیف تعمیم‌یافته[۵] استفاده می‌شود. این روش‌ها مزایای متعددی در تحلیل ارزش اقتصادی آب دارند؛ از جمله اینکه امکان انجام آزمون‌های آماری روی پارامترهای به‌دست‌آمده از مدل‌های اقتصادسنجی را فراهم می‌کنند. یکی دیگر از مزایای این رویکرد آن است که اجرای آن مستلزم تعیین دقیق سقف مصرف آب یا نوع منبع تأمین‌کننده آب (نظیر منابع سطحی یا زیرزمینی) نیست. به‌عبارت‌دیگر، در مواردی که اطلاعات دقیقی درباره حداکثر میزان آب قابل‌بهره‌برداری از هر منبع وجود نداشته باشد، استفاده از روش‌های پارامتریک گزینه مناسب‌تری برای محاسبه ارزش اقتصادی آب خواهند بود (Piri and Heydai, ۲۰۲۲). در این مطالعه، باتوجه‌به محدودیت در دسترسی به اطلاعات دقیق درباره حداکثر میزان آب قابل‌بهره‌برداری از منابع سطحی و زیرزمینی در منطقه دهلران، به‌ویژه در سطح مزرعه، استفاده از روش‌های پارامتریک و تخمین توابع تولید به‌عنوان گزینه مناسب‌تری برای محاسبه ارزش اقتصادی آب در نظر گرفته شده است. این انتخاب با شرایط داده‌ای موجود در منطقه موردمطالعه هم‌خوانی دارد و امکان تحلیل دقیق‌تر روابط بین نهاده‌ها و عملکرد محصولات را فراهم می‌کند. از طرفی، به‌کارگیری مدل‌های اقتصادسنجی این امکان را فراهم می‌سازد که از انواع مختلف توابع، به‌ویژه توابع انعطاف‌پذیر، به‌مراتب آسان‌تر و مؤثرتر از روش‌های غیرانعطاف‌پذیر استفاده شود. براین‌اساس، در این تحقیق از رویکرد پارامتریک یا اقتصادسنجی بهره گرفته شده است. یکی از موضوعات اساسی در این روش، انتخاب فرم تابعی مناسب است که نقش تعیین‌کننده‌ای در تعریف رابطه ریاضی میان متغیرهای موردبررسی دارد. به‌طورکلی، هرچه دقت بیشتری در گزینش الگوی تابع تولید صورت گیرد و شکل تابعی متناسب‌تری انتخاب شود، روابط میان نهاده‌ها و ستانده‌ها به‌صورت دقیق‌تری بازنمایی شده و احتمال بروز خطا در تخمین این روابط کاهش می‌یابد (Hosseinzadeh and Salami, ۲۰۰۵).

در این مطالعه به‌منظور تعیین ارزش اقتصادی آب در محصولات کشاورزی شهرستان دهلران سه تابع تولید خطی، ترانسلوگ و ترانسندنتال به دلیل کاربرد در ادبیات اقتصاد کشاورزی و منابع طبیعی برای تحلیل‌های تولیدی مورداستفاده قرار گرفته است. فرم کلی این توابع به ترتیب در روابط (۱)، (۲) و (۳) آمده است:

$$Y= \alpha_0+\prod_{i=1}^{n} \alpha_i X_i \qquad (۱)$$

در این تابع، فرضیه‌های پایه‌ای تحلیل توابع مانند منفی بودن مشتق دوم تولید نسبت به هر یک از نهاده‌ها و همچنین کاهش بازدهی نسبت به مقیاس، نقض می‌شود.

$$Y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \ln X_i + \frac{1}{2}\gamma_{ii}(\ln X_i)^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{n} \gamma_{ii} (\ln X_i)(\ln X_j) \qquad (۲)$$

این تابع ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک را تأمین کرده و علاوه‌برآن، اجازه می‌دهد کشش‌های جانشینی و کشش‌های تولیدی بسته به سطح مصرف نهاده‌ها تغییرکند، از دیگر ویژگی این تابع، این است که مشتق اول آن، محدودیتی از نظر علامت نداشته و هر سه ناحیه تولید را نشان می‌دهند. در این تابع علاوه بر پارامترهای متغیرهای اصلی، ضریب‌های روابط متقابل متغیرها نیز برآورده شده، بنابراین امکان ارزیابی هم‌زمان اثر متقابل نهاده‌ها بر یکدیگر

ویرایش شده توسط فرشاد استاد

فراهم می‌شود(J. Wilcoxen, 2007). از محدودیت‌های این تابع شامل ثابت‌بودن کشش‌های تولید و عدم امکان تعیین تمامی سه ناحیه تابع تولید است. علاوه بر این، بازده نسبت به مقیاس در این تابع، صرف‌نظر از سطح تولید، به‌صورت نزولی در نظر گرفته می‌شود (Debroutin, 1997). تابع تولید ترانسندنتال که نوعی تغییریافته از تابع کاب داگلاس به شمار می‌رود، تمامی ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک را دارا است. در این فرم، کشش‌های تولید نهاده‌ها ثابت نبوده و تنها به میزان مصرف همان نهاده وابسته هستند. از دیگر ویژگی‌های مثبت این تابع می‌توان به غیرثابت بودن بازده نسبت به مقیاس اشاره کرد که این بازده به مقدار مصرف نهاده‌ها بستگی دارد. همچنین، این فرم قادر است سه ناحیه تولیدی نئوکلاسیک‌ها را به‌خوبی نمایش دهد (Halter et al, 1957).

شکل کلی این تابع به‌صورت زیر ارائه می‌شود:

$$Y = \alpha \prod_{i=1}^{n} X_i^{\beta_i} e^{\gamma_i \times X_i} \qquad (۳)$$

در هر کدام از توابع گفته‌شده α، β و γ پارامترهای مدل، y مقدار عملکرد (تن در هکتار)، x_i مقدار نهاده به‌کار رفته شامل: حجم آب آبیاری x_1 (مترمکعب)، بذر مصرفی x_2 (کیلوگرم)، کودشیمیایی x_3 (کیلوگرم) و نیروی کار x_4 (تعداد) می‌باشد. در واقع در این پژوهش عملکرد محصول گندم، کلزا، جو، هندوانه و سیب زمینی به عنوان متغیر وابسته و مقدار آب مصرفی، بذر مصرفی، کود مصرفی و نیروی کار مورد استفاده به عنوان متغیرهای مستقل آورده شده اند. هر چند هدف اصلی این مطالعه، برآورد ارزش اقتصادی آب آبیاری محصولات مذکور است اما به منظور جلوگیری از تصریح خطا در برازش مدل سایر متغیرهایی که می توانند بر متغیر وابسته تاثیرگذار باشند نیز آورده شده است. پس از برآورد این توابع به منظور انتخاب بهترین شکل تابع تولید از فروض کلاسیک و آزمون های اقتصادسنجی استفاده می شود که نتایج آن در بخش نتایج تجربی ارائه شده است. در نهایت بعد از تعیین تابع تولید، ارزش اقتصادی نهاده‌ها با استفاده از روابط زیر محاسبه خواهد شد.

برای به‌دست‌آوردن ارزش تولید نهایی نهاده آب برای هر کدام از محصولات بعد از محاسبه ضریب آب برای هر کدام از محصولات مذکور باتوجه‌به معادله زیر ارزش اقتصادی آب محاسبه خواهد شد.

$$\mathrm{MP_W} = \frac{dY}{dw} = \frac{\bar{Y}}{\bar{W}} \times \beta \qquad (۴)$$

$$\mathrm{VMPW} = P_y \times \mathrm{MPW} \qquad (۵)$$

در روابط فوق VMPW: ارزش اقتصادی آب برای محصول موردنظر، MPW: تولید نهایی نهاده آب برای محصول موردنظر، P_y: قیمت هر کیلوگرم محصول، $\bar{Y}$: میانگین عملکرد محصول موردنظر در شهرستان دهلران، $\bar{W}$: میانگین حجم آب مصرفی محصول مورد نظر در شهرستان دهلران و β: ضریب آب در تابع تولید برای محصول موردنظر است.

در ارتباط باارزش گذاری اقتصادی آب باید بین سه مفهوم ارزش کل، ارزش نهایی و ارزش متوسط تمایز قائل شد. ارزش کل آب از طریق مجموع تمایل به پرداخت برای مقدار مشخصی از آب مصرف‌شده اندازه‌گیری می‌شود. ارزش نهایی به سهم یا ارزش افزودهٔ هر واحد اضافی آب در تحقق یک هدف خصوصی یا عمومی اشاره دارد. ارزش متوسط برابر است باارزش کل تقسیم بر مقدار کل آب تأمین‌شده. هرچند این شاخص به دلیل سادگی مفهومی و سهولت محاسبه جذاب است، اما در سیاست‌گذاری‌های تخصیص آب، کمتر از ارزش نهایی یا کل

ویراستاری شده

اهمیت دارد. ازآنجاکه ارزش متوسط معمولاً بیشتر از ارزش نهایی است، اگر سیاست‌گذار به‌جای ارزش نهایی از ارزش متوسط استفاده کند، ممکن است در نهایت منجر به مصرف بی‌رویه آب شود (Grafton et al, 2023).

به‌طورکلی سه فرضیه برای مقایسه ارزش بهره‌وری نهایی آب باقیمت بازار آن مطرح شده است: ۱ــ در صورتی که ارزش تولید نهایی آب با قیمت بازاری آن برابر باشد، می‌توان گفت که نهاده آب به‌صورت بهینه در فرایند تولید به‌کار رفته است. ۲ــ اگر ارزش تولید نهایی آب کمتر از قیمت بازار آن باشد، نشان‌دهنده استفاده نابهینه از این نهاده است؛ زیرا هر واحد آب ارزش اقتصادی کمتری نسبت به قیمت پرداختی دارد و عملاً کمتر از هزینه خود تولید ایجاد می‌کند. ۳ــ چنانچه ارزش تولید نهایی آب بیشتر از قیمت بازاری آن باشد، بیانگر آن است که میزان استفاده از آب کمتر از سطح بهینه است؛ چرا که این نهاده ارزشی بالاتر از قیمت خرید خود در تولید ایجاد می‌کند. بنابراین، افزایش مصرف آن تا زمانی که ارزش تولید نهایی با قیمت بازار برابر شود، اقتصادی و به‌صرفه خواهد بود. این پژوهش ازنظر نوع روش تحقیق، کمّی، توصیفی و تحلیلی است. ازنظر نوع هدف، کاربردی است. باتوجه‌به ماهیت موضوع این مقاله روش تحلیل به‌کاررفته استفاده از روش‌های پارامتری و در این پژوهش، از توابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب بهره گرفته شده است.

در این مطالعه، با بهره‌گیری از داده‌های میدانی جمع‌آوری‌شده از طریق مصاحبه با ۱۰۰ کشاورز منطقه در قالب نمونه‌گیری طبقه‌بندی‌شده در سال زراعی ۱۴۰۳–۱۴۰۲ و قیمت‌های سرخرمن اعلام‌شده توسط مرکز آمار ایران برای بهار ۱۴۰۳ ارزش اقتصادی آب محاسبه شد.

۳- نتایج و تحلیل نتایج

۳-۱- انتخاب مدل برتر تولید برای محصولات منتخب

به‌منظور برآورد بهترین تابع تولید از بین توابع تولید خطی، ترانسلوگ و ترنسندتال پس از برآورد این توابع از آزمون‌های اقتصادسنجی و فروض کلاسیک در قالب جدول زیر استفاده شده است.

Table 1- Selection of the superior production model for selected crops

جدول ۱: انتخاب مدل برتر برای محصولات منتخب

محصول گندم			
تابع تولید	خطی	ترانسلوگ	ترنسندنتال
ضریب تعیین تعدیل شده	۵۹/۴۱	۷۰/۳۲	۶۶/۱۴
تصریح فرم تابعی (آزمون ریست رمزی)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۲۳۶۲	۰/۲۲۷۵	۰/۲۴۶۱
آزمون نرمالیتی (جاک برا)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۷۵۵۸	۰/۹۴۶۲	۰/۰۹۲۱
بررسی واریانس همسانی (آزمون بروش پاگان)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۰۳۱۷	۰/۱۳۱۲	۰/۶۷۵۲
محصول کلزا			

تابع تولید	خطی	ترانسلوگ	ترنسندنتال
ضریب تعیین تعدیل شده	۵۷/۲	۶۹/۳	۶۴/۵
تصریح فرم تابعی (آزمون ریست رمزی)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۲۴۱۱	۰/۴۴۱۹	۰/۵۲۱۳
آزمون نرمالیتی (جاک برا)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۰۹۱۱	۰/۱۱۱۴	۰/۰۷۴۴
بررسی واریانس همسانی (آزمون بروش پاگان)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۰۵۰۶	۰/۱۶۱۴	۰/۲۱۲۶
محصول جو			
تابع تولید	خطی	ترانسلوگ	ترنسندنتال
ضریب تعیین تعدیل شده	۴۱/۷۲	۵۴/۹۴	۵۰/۲۳
تصریح فرم تابعی (آزمون ریست رمزی)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۳۲۱۲	۰/۴۸۵۷	۰/۵۱۲۲
آزمون نرمالیتی (جاک برا)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۳۵۱۲	۰/۱۹۰۱	۰/۰۸۴۴
بررسی واریانس همسانی (آزمون بروش پاگان)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۰۷۱۲	۰/۱۴۵۶	۰/۱۱۱۶
محصول هندوانه			
تابع تولید	خطی	ترانسلوگ	ترنسندنتال
ضریب تعیین تعدیل شده	۴۰/۹۱	۵۷/۳۶	۵۲/۹۴
تصریح فرم تابعی (آزمون ریست رمزی)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۵۴۱۳	۰/۲۶۱۴	۰/۲۲۰۳
آزمون نرمالیتی (جاک برا)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۲۶۱۹	۰/۱۳۲۱	۰/۰۷۲۱
بررسی واریانس همسانی (آزمون بروش پاگان)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۰۹۷۱	۰/۲۸۹۲	۰/۱۸۶۴

ویرایش

محصول سیب‌زمینی			
تابع تولید	خطی	ترانسلوگ	ترنسندنتال
ضریب تعیین تعدیل شده	۴۲/۷۴	۵۸/۳	۵۱/۶
تصریح فرم تابعی (آزمون ریست رمزی)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۳۳۱۷	۰/۱۵۱۱	۰/۱۱۲۱
آزمون نرمالیتی (جاک برا)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۳۴۱۲	۰/۴۲۳۶	۰/۰۸۹۳
بررسی واریانس همسانی (آزمون بروش پاگان)	معناداری	معناداری	معناداری
	۰/۰۲۴۱	۰/۲۹۱۳	۰/۲۴۲۲

منابع: یافته‌های تحقیق

به‌منظور برآورد بهترین تابع تولید از بین توابع تولید خطی، ترانسلوگ و ترنسندنتال برای هر کدام از محصولات گندم، کلزا، جو، هندوانه و سیب‌زمینی پس از برآورد این توابع در ابتدا ضریب تعیین تعدیل شده برای هر کدام از محصولات موردبررسی قرار گرفت ضریب تعیین تعدیل شده برای هر کدام از توابع تولید در محصولات مختلف به‌صورت کلی نشان می‌دهند که متغیرهای مستقل (بذر مصرفی، کود مصرفی، مقدار آب مصرفی و نیروی کار) متغیر وابسته را (عملکرد محصول) تقریباً به‌خوبی توضیح داده‌اند.

در ادامه پس از پس از برآورد این توابع برای هر کدام از محصولات فروض کلاسیک موردبررسی قرار گرفت. به‌منظور بررسی واریانس همسانی از آزمون بروش پاگان استفاده شد؛ زیرا چنانچه بدون در نظر گرفتن مشکل ناهمسانی واریانس و تخمین مدل ضرایب دارای اریب بوده و آزمون‌های t و F و R^2 قابل‌اعتماد نخواهد بود. به منظوربررسی نقض فرض نرمال بودن خطاها از آزمون جاک برا استفاده شد و در نهایت به منظور بررسی نقض فرض درست‌بودن شکل تابعی مدل از آزمون ریست رمزی استفاده شد. با توجه به رد فرض واریانس همسانی برای تابع تولید خطی و رد فرض صفر مبنی بر نرمال نبودن داده ها برای تابع تولید ترنسندنتال، در نهایت تابع تولید ترانسلوگ به علت ضریب تعیین مناسب و عدم نقض فروض کلاسیک، برای هر کدام از محصولات به عنوان تابع برتر شناسایی شد.

۳-۲- نتایج برآورد مدل برتر برای محصولات منتخب

بعد از انتخاب بهترین تابع تولید و تخمین در قالب به‌منظور برآورد بهترین تابع تولید به‌منظور تفسیر ضرایب از جدول زیر استفاده شده است.

Table 2- Estimation Results for Selected Crops

جدول ۲: نتایج تخمین برای محصولات منتخب

محصول گندم		
فاکتورهای موردبررسی	معنی‌داری ضرایب	انحراف معیار
حجم آب	۰/۰۲۲	۰/۰۵۱۵

	۰/۱۴	
کود مصرفی	۰/۰۸۴	۰/۰۱۹۵
	۰/۰۳۴	
بذر مصرفی	۰/۰۰۵	۰/۰۳۹۳
	۰/۱۱۳	
نیروی کار	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱۳
	۰/۰۰۳	
عرض از مبدأ	۰/۰۴۲	۲/۲۴۱۱
	۴/۶۲۱	
محصول کلزا		
فاکتورهای موردبررسی	معنی‌داری	انحراف معیار
	ضرایب	
حجم آب	۰/۰۰۲	۰/۰۵۰۳
	۰/۱۸	
کود مصرفی	۰/۱۴۲	۰/۰۰۵۴
	۰/۰۰۸	
بذر مصرفی	۰/۰۱۱	۰/۰۳۸۹
	۰/۱۰۱	
نیروی کار	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷۳
	۰/۰۲۱	
عرض از مبدأ	۰/۰۴۱	۰/۶۸۰۴
	۱/۴۱	
محصول جو		
فاکتورهای موردبررسی	معنی‌داری	انحراف معیار
	ضرایب	
حجم آب	۰/۰۲۲	۰/۰۷۷۳
	۰/۱۹	

ویرایش استان

کود مصرفی	۰/۱۸۱	۰/۰۱۷۸
	۰/۰۲۴	
بذر مصرفی	۰/۰۱۱	۰/۰۴۷۸
	۰/۱۲۴	
نیروی کار	۰/۰۱۵	۰/۰۰۲۸
	۰/۰۰۷	
عرض از مبدأ	۰/۰۴۷	−۱/۵۶۰۸
	−۳/۱۴۱۹	
محصول هندوانه		
فاکتورهای موردبررسی	معنی‌داری	انحراف معیار
	ضرایب	
حجم آب	۰/۰۰۲	۰/۲۳۹۰
	۰/۸۳	
کود مصرفی	۰/۶۰۸	۰/۰۱۳۶
	۰/۰۰۷	
بذر مصرفی	۰/۰۱۵	۰/۰۴۷۲
	۰/۱۱۷	
نیروی کار	۰/۰۲۳	۰/۰۶۶۲
	۰/۱۵۳	
عرض از مبدأ	۰/۰۰۲	۰/۴۴۳۴
	۱/۴۱	
محصول سیب‌زمینی		
فاکتورهای موردبررسی	معنی‌داری	انحراف معیار
	ضرایب	
حجم آب	۰/۰۰۴	۰/۱۴۲۳
	۰/۱۹	
کود مصرفی	۰/۰۲۱۲	۰/۰۵۵۱

ویرایش

	۰/۰۰۶	
بذر مصرفی	۰/۰۱۱	۰/۰۷۸۲
	۰/۱۹۷	
نیروی کار	۰/۲۰۱۵	۰/۰۵۰۵
	۰/۰۶۵	
عرض از مبدأ	۰/۰۴۴۷	۱/۳۲۱۹
	۲/۶۹	

منابع: یافته‌های تحقیق

نتایج تخمین برای محصول گندم نشان می‌دهد که نهاده‌های موردبررسی شامل حجم آب مصرفی، بذر مصرفی و نیروی کار دارای اثرات معنی‌دار هستند و فقط نهاده کود مصرفی معنادار نیست. نتایج نشان داد که با یک درصد افزایش در نهاده بذر عملکرد محصول گندم ۰/۱۱۳ درصد افزایش می‌یابد و با یک درصد افزایش در نهاده نیروی کار عملکرد محصول گندم ۰/۰۰۳ درصد افزایش می‌یابد. هدف اصلی این پژوهش محاسبه ارزش اقتصادی آب است و صرفاً به‌منظور رفع تصریح خطای مدل از سایر نهاده‌ها استفاده شد. در نهایت نتایج نشان داد با یک درصد افزایش در نهاده آب عملکرد محصول گندم ۰/۱۴ درصد افزایش می‌یابد.

نتایج برای محصول کلزا نشان داد نهاده‌های موردبررسی شامل حجم آب مصرفی، بذر مصرفی و نیروی کار دارای اثرات معنی‌دار هستند و فقط نهاده کود مصرفی معنادار نیست. باتوجه‌به اطلاعات به‌دست‌آمده به این دلیل که مصرف کود در محصول کلزا در شهرستان دهلران در آستانه مصرف خود مورداستفاده قرار می‌گیرد با مصرف بیشتر نهاده کود تأثیر معنی‌داری در تولید نهایی محصول به دست نخواهد آمد. هم چنین نتایج نشان داد با یک درصد افزایش در نهاده بذر عملکرد محصول کلزا ۰/۱۰۱ درصد افزایش می‌یابد و با یک درصد افزایش در نهاده نیروی کار عملکرد محصول کلزا ۰/۰۲۱ درصد افزایش می‌یابد. نتایج در نهایت نشان داد با یک درصد افزایش در نهاده آب عملکرد محصول کلزا ۰/۱۸ درصد افزایش می‌یابد.

نتایج برای محصول جو نشان داد نهاده‌های موردبررسی شامل حجم آب مصرفی، بذر مصرفی و نیروی کار دارای اثرات معنی‌دار هستند؛ ولی نهاده کود مصرفی معنادار نیست که می‌تواند دلایل متفاوتی از جمله استفاده نامناسب یا بیش از حد از کود داشته باشد. نتایج نشان داد که با یک درصد افزایش در نهاده بذر عملکرد محصول جو ۰/۱۲۴ درصد افزایش می‌یابد و با یک درصد افزایش در نهاده نیروی کار عملکرد محصول جو ۰/۰۰۷ درصد افزایش می‌یابد. نتایج در نهایت نشان داد که با یک درصد افزایش در نهاده آب عملکرد محصول جو ۰/۱۹ درصد افزایش می‌یابد.

نتایج برای محصول هندوانه نشان می‌دهد که نهاده‌های موردبررسی شامل حجم آب مصرفی، بذر مصرفی و نیروی کار دارای اثرات معنی‌دار هستند؛ ولی نهاده کود معنادار نیست. نتایج نشان داد که با یک درصد افزایش در نهاده بذر عملکرد محصول هندوانه ۰/۱۱۷ درصد افزایش می‌یابد. هم چنین نتایج نشان داد که با یک درصد افزایش در نهاده نیروی کار عملکرد محصول هندوانه ۰/۱۵۳ درصد افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که با یک درصد افزایش در نهاده آب عملکرد محصول هندوانه ۰/۸۳ درصد افزایش می‌یابد.

نتایج برای محصول سیب‌زمینی نشان می‌دهد که نهاده‌های موردبررسی شامل حجم آب مصرفی، کود مصرفی و بذر مصرفی دارای اثرات معنی‌دار هستند ولی نهاده نیروی کار معنادار

نیست. نتایج نشان داد که با یک درصد افزایش در نهاده کود عملکرد محصول سیب‌زمینی ۰/۰۰۶ درصد افزایش می‌یابد و با یک درصد افزایش در نهاده بذر عملکرد محصول سیب‌زمینی ۰/۱۹۷ درصد افزایش می‌یابد. نتایج در نهایت نشان داد با یک درصد افزایش در نهاده آب عملکرد محصول سیب‌زمینی ۰/۱۹ درصد افزایش می‌یابد.

۳-۳- محاسبه ارزش اقتصادی آب برای محصولات منتخب

برای به‌دست‌آوردن ارزش تولید نهایی نهاده آب برای هر کدام از محصولات گندم، کلزا، جو، هندوانه و سیب‌زمینی بعد از محاسبه ضریب آب برای هر کدام از محصولات مذکور باتوجه‌به معادله زیر ارزش اقتصادی آب محاسبه خواهد شد.

$$MP_W = \frac{dY}{dw} = \frac{\overline{Y}}{\overline{W}} \times \beta \qquad (۶)$$

$$VMPW = P_y \times MPW \qquad (۷)$$

VMPW: ارزش اقتصادی آب برای محصول موردنظر

MPW: تولید نهایی نهاده آب برای محصول موردنظر

P_y : قیمت هر کیلوگرم محصول موردنظر

$\overline{Y}$: میانگین عملکرد محصول موردنظر در شهرستان دهلران

$\overline{W}$: میانگین حجم آب مصرفی محصول مورد نظر در شهرستان دهلران

β: ضریب آب در تابع تولید برای محصول موردنظر

برای مثال دررابطه‌با محصول گندم ارزش اقتصادی آب به توجه به روابط فوق به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$VMPW = \frac{dY}{dw} = P_y \times \frac{\overline{Y}}{\overline{W}} \times \beta \qquad (۲)$$

به‌منظور محاسبه ارزش اقتصادی آب از قیمت سرخرمن برای محصولات گندم، کلزا، جو، هندوانه و سیب‌زمینی در بهار ۱۴۰۳ استفاده شده است.

ارزش اقتصادی آب برای هر کدام از محصولات موردمطالعه باتوجه‌به رابطهٔ فوق در قالب جدول زیر محاسبه شد.

Table 3- Calculation of the Economic Value of Water for Selected Crops

جدول ۳: محاسبه ارزش اقتصادی آب محصولات منتخب

محصول	ارزش اقتصادی آب (ریال)
گندم	۲۶۷۹۹
کلزا	۴۴۵۲۵
جو	۲۱۹۲۶
هندوانه	۳۹۴۶۱
سیب‌زمینی	۴۰۷۵۶

منابع: یافته‌های تحقیق

ارزش اقتصادی آب برای هر کدام از محصولات گندم، کلزا، جو، هندوانه و سیب‌زمینی به ترتیب ۲۶۷۹۹، ۴۴۵۲۵، ۲۱۹۲۶، ۳۹۴۶۱ و ۴۰۷۵۶ ریال محاسبه شد که نشان می دهد اختلاف

معناداری بین ارزش اقتصادی آب برای محصولات مذکور با آب بهای پرداختی توسط کشاورزان وجود دارد به طوری که در آخرین مقررات رسمی مرتبط با آب‌بهای کشاورزی حق برداشت از چاه‌های مجاز و غیرمجاز، بند «ب» ماده ۳۳ قانون توزیع عادلانه آب **در** قانون بودجه ۱۴۰۴ بدین صورت است که در چاه های مجاز با کنتور هوشمند در صورت رعایت الگوی کشت ابلاغی یا کاشت محصولات استراتژیک ۳۰۰ ریال و در غیر این صورت **۷۰۰ ریال**، در چاه های مجاز بدون کنتور نیز در صورت رعایت الگوی کشت مناسب ۴۰۰ ریال و در صورت عدم رعایت الگوی کشت **۱۰۰۰ ریال** به‌ازای هر مترمکعب برداشت در نظر گرفته شده است. ارزش اقتصادی آب در محصولات کشاورزی مطالعه‌شده، به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از آب‌بهای پرداختی کنونی توسط کشاورزان است؛ بنابراین، نزدیک‌کردن تدریجی بهای پرداختی آب به ارزش اقتصادی آن می تواند به عنوان یکی از اقدامات موثر تلقی شود. این اقدام باید به‌صورت مرحله‌ای و با در نظر گرفتن توان مالی کشاورزان اجرا شود تا ضمن جلوگیری از فشار ناگهانی بر تولیدکنندگان، زمینه برای بهبود بهره‌وری آب و کاهش مصارف غیرضروری فراهم گردد. چنین رویکردی می‌تواند موجب تقویت اجرای طرح جامع الگوی کشت، هدایت الگوی تولید به سمت محصولات با بهره‌وری بالاتر آب، و استفاده بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی شود.

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده، محصولات کلزا، سیب‌زمینی، هندوانه، گندم و جو به ترتیب دارای بیشترین ارزش اقتصادی آب هستند. بررسی سطح زیر کشت و میزان تولید محصولات زراعی در شهرستان دهلران در سال زراعی موردمطالعه نشان می‌دهد که ترتیب فعلی کشت، همسو با رتبه‌بندی بر اساس ارزش اقتصادی آب نیست. هرچند، باید توجه داشت که افزایش تولید یک محصول در پی تخصیص بیشتر آب به آن می‌تواند به دلیل افزایش عرضه، منجر به کاهش قیمت بازار و در نتیجه کاهش ارزش اقتصادی آب شود. ازاین‌رو، ارزش اقتصادی آب یک شاخص پویا بوده و وابسته به شرایط عرضه و تقاضا است و استفاده از آن در تغییر الگوی کشت نباید صرفاً بر مبنای یک سال یا یک وضعیت ثابت انجام گیرد.

بنابراین، رتبه‌بندی سطح زیر کشت و تولید محصولات کشاورزی بر مبنای ارزش اقتصادی آب می‌تواند به بهبود بهره‌وری و تقویت طرح جامع الگوی کشت کمک کند، اما باید در چارچوبی جامع که سایر شاخص‌های کلیدی همچون امنیت غذایی، تنوع محصول، محدودیت‌های اقلیمی و پایداری بازار نیز در آن لحاظ شده‌اند، مورداستفاده قرار گیرد.

Table 4- Cultivated Area and Production of Selected Crops in the Study Year in Dehloran County

جدول ۴: سطح و تولید محصولات منتخب در سال مورد بررسی در شهرستان دهلران

محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان تولید (تن)
گندم	۴۷۰۰۰	۱۵۰۰۰۰
کلزا	۸۰۰۰	۱۴۰۰۰
هندوانه	۴۰۰۰	۸۰۰۰۰
سیب‌زمینی	۱۲۰۰	۲۴۰۰۰
جو	۴۰۰	۷۰۰

منابع: یافته‌های تحقیق

۴- خلاصه و جمع‌بندی

این پژوهش ارزش اقتصادی آب را برای محصولات منتخب در طرح جامع الگوی کشت که به‌صورت عمده در شهرستان دهلران کشت می‌شوند را به دست آورد، تا به این سؤال پاسخ دهد که آیا ارزش اقتصادی آب با آب‌بهای پرداختی توسط کشاورزان که توسط دولت تعیین می‌شود تفاوت دارد و آیا این اختلاف و تفاوت فاحش و محسوس است یا خیر؟

نتایج تحقیق نشان داد که ارزش اقتصادی آب برای هر یک از محصولات منتخب در شهرستان دهلران، به طور معناداری با میزان آب‌بهای پرداختی توسط کشاورزان تفاوت دارد. این اختلاف بیانگر آن است که قیمت فعلی آب در منطقه، بازتاب‌دهندهٔ کامل ارزش واقعی و اقتصادی آن در تولید محصولات کشاورزی نمی‌باشد.

نتایج این مطالعه شامل اختلاف آب‌بهای پرداختی فعلی توسط کشاورزان و ارزش اقتصادی آب برای هر یک از محصولات با مطالعات پیشین در سایر مناطق کشور هم‌خوانی دارد، با این تفاوت که در پژوهش حاضر، میزان برآوردشده ارزش اقتصادی آب بالاتر از مقادیر گزارش‌شده در مناطق دیگر است. مهم‌ترین عامل این تفاوت را می‌توان در افزایش نرخ تورم عمومی و جهش قیمت محصولات کشاورزی در سال‌های اخیر دانست.

ازآنجاکه ارزش اقتصادی آب تابعی از درآمد حاصل از تولید و قیمت فروش محصول نهایی است، افزایش قیمت نهاده‌ها و به‌ویژه افزایش قیمت فروش محصولات کشاورزی در سال زراعی موردبررسی، منجر به افزایش محسوس در برآورد ارزش اقتصادی آب شده است. این در حالی است که آب‌بهای پرداختی توسط کشاورزان طی سال‌های اخیر تغییر چندانی نداشته و همچنان با واقعیت‌های اقتصادی روز، به‌ویژه بحران فزاینده منابع آبی در کشور و منطقه، هم‌خوانی ندارد. این شکاف میان ارزش واقعی و قیمت پرداختی آب می‌تواند پیامدهای منفی در بهره‌برداری غیربهینه از منابع آبی را به همراه داشته باشد و ضرورت بازنگری در نظام قیمت‌گذاری آب کشاورزی را از منظر عدالت، کارایی اقتصادی و پایداری منابع دوچندان می‌کند.

باوجود اختلاف ارزش اقتصادی آب در بخش کشاورزی در مناطق مختلف به دلیل تفاوت در اقلیم، شرایط آب‌وهوایی و جغرافیایی می‌توان نتایج حاصل از این پژوهش را به سایر مناطق کشور به‌خصوص مناطق دارای ویژگی مشترک آب‌وهوایی با شهرستان دهلران تعمیم داد؛ بنابراین باتوجه‌به شکاف قابل‌توجه بین ارزش اقتصادی آب و آب‌بهای پرداختی توسط کشاورزان در شهرستان دهلران، پیشنهاد می‌شود که نظام قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی مورد بازنگری قرار گیرد. این بازنگری باید به‌گونه‌ای انجام شود که از یک‌سو قیمت آب به‌تدریج به ارزش اقتصادی آن نزدیک‌تر شود تا بهره‌برداری از منابع آبی کاراتر و مسئولانه‌تر گردد، و از سوی دیگر، با درنظرگرفتن توان مالی کشاورزان و ارائه سیاست‌های حمایتی هدفمند مانند یارانه‌های هوشمند یا تسهیلات تجهیز به آبیاری نوین، امکان گذار تدریجی و عادلانه به‌نظام جدید فراهم گردد. این رویکرد می‌تواند هم‌زمان در جهت کاهش فشار بر منابع آبی، افزایش بهره‌وری کشاورزی و بهبود عدالت در توزیع منابع عمل کند.

در نهایت، باوجود ملاحظاتی که در خصوص پویایی ارزش اقتصادی آب و تأثیر تغییرات عرضه و تقاضا بر آن وجود دارد، همچنان این شاخص می‌تواند به‌عنوان یکی از معیارهای کلیدی تصمیم‌گیری در تخصیص منابع آب کشاورزی مورداستفاده قرار گیرد، به‌شرط آنکه در کنار سایر شاخص‌های مهم نظیر بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی، امنیت غذایی، تنوع محصول و محدودیت‌های اقلیمی و بازار به کار گرفته شود. بی‌تردید اتکا صرف به بهره‌وری فیزیکی یا اقتصادی بدون توجه به ارزش واقعی اقتصادی آب، خطر تخصیص غیربهینه منابع و تداوم کشت محصولات کم‌ارزش و پرمصرف را افزایش می‌دهد. ازاین‌رو، پیشنهاد می‌شود وزارت جهاد کشاورزی، وزارت نیرو و سازمان برنامه‌وبودجه، با همکاری مراکز پژوهشی و دانشگاهی، چارچوبی

جامع و چند شاخصه برای محاسبه و به‌کارگیری منظم ارزش اقتصادی آب در طراحی الگوی کشت و سیاست‌های حمایتی تدوین کنند. این رویکرد ترکیبی می‌تواند به تصمیم‌گیری دقیق‌تر، ارتقای بهره‌وری پایدار و جلوگیری از اتلاف منابع کمک شایانی نماید.

پی‌نوشت

[1] Cobb Douglas
[2] Transcendental
[3] Translog
[4] generalized quadratic
[5] Generalized Leontief

ویراستاری نشده، غیر قابل استناد

منابع

Antonelli, M. and Greco, F. (2015). The water we eat. Cham: Springer.

Becker, J. (2010). Energy substitution in agriculture: A translog cost analysis of the US agricultural sector, 1992-2007 (Doctoral dissertation).

Brînzan, O., Drăgoi, M., Bociort, D., Țigan, E., Mateoc-Sîrb, N., & Lungu, M. (2020). A market-based economic instrument to better use water in agriculture. Sustainability, 12(4), 1473.

Burek, P., Satoh, Y., Fischer, G., Kahil, M. T., Scherzer, A., & Tramberend, S. (2016). Water futures and solution: Fast track initiative (final report). IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).

Buttinelli, R., Cortignani, R., & Caracciolo, F. (2024). Irrigation water economic value and productivity: An econometric estimation for maize grain production in Italy. Agricultural Water Management, 295, 108757.

Christoforidou, M., Borghuis, G., Seijger, C., van Halsema, G. E., & Hellegers, P. (2023). Food security under water scarcity: A comparative analysis of Egypt and Jordan. Food Security, 15, 171–185.

Dabertin, D. L. (1997). Agricultural production economics [Translated by M. Mousinejad & R. Najjarzadeh]. Tehran: Institute of Economic Research, Tarbiat Modares University. (In Persian)

Dinar, A., & Saleth, R. M. (2005). Issues in water pricing reforms: From getting correct prices to setting appropriate institutions. Environment and Development Economics, 10(6), 731–745.

Easter, K. W., & Liu, Y. (2005). Cost recovery and water pricing for irrigation and drainage projects (pp. 1-62). Washington, DC: World Bank.

Esmaeili Mokhayer Fardoui, M. (2022). Determining the economic value of agricultural water with a pricing approach based on crop type in Markazi province. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research, 53(2), 341-356. (In Persian)

Falkenmark, M., Rockström, J., & Karlberg, L. (2009). Present and future water requirements for feeding humanity. Food Security, 1, 59-69.

Ghoran, N., Majorian, S. M., & Norouzi, G. (2014). Estimating the increase in the final cost of agricultural products due to subsidy removal on inputs: A case study of rice in Mazandaran Province. (In Persian)

Hosinzadeh, J., & Salami, H. (2004). Production function selection for estimating the economic value of agricultural water: A case study of wheat production. Agricultural Economics and Development, 12(48), 53-71. (In Persian)

Larijani, S., Banjad, H., & Salarian, M. (2018). Economic valuation framework and water pricing in Iran. Proceedings of the National Conference on Novel Research in Agricultural Engineering, Environment and Natural Resources. (In Persian)

Ne'matollahi, Z., Shahnoushi Forushani, N., Azar Javanbakht, A., & Daneshvar Kakhaki. (2013). Impact of increasing energy carrier prices on food security: Application of a computable general equilibrium model. Agricultural Economic Research, 7, Article number. (In Persian)

Pahlevani, N., Tayebi, S. K., Taheri, P., & Kalate Arabi. (2011). Determining the changes in consumption of agricultural inputs due to price liberalization (Case study: cotton production in Iran). Agricultural Economics and Development, 26(4), 228-236. (In Persian)

Sanobar, N. (1996). Water pricing: Case study of Alavian Dam in East Azerbaijan. Proceedings of the First Applied Scientific Conference on Water, 65-71. (In Persian)

Soltani, G., & Zibaei, M. (1996). Pricing agricultural water. Water and Development Journal, 14, 12-21. (In Persian)

FAO. (2023). The state of food and agriculture 2023: Overcoming water challenges in agriculture. Rome, Italy: FAO.

Grafton, R. Q., Manero, A., Chu, L., & Wyrwoll, P. (2023). The price and value of water: An economic review. Cambridge Prisms: Water, 1, e3.

Grafton, R. Q., Williams, J., & Jiang, Q. (2018). The paradox of water pricing: Why economic valuation matters for sustainable water management. Water Resources Research, 54(5), 3369–3381.

Jafari, A., et al. (2023). Economic valuation of water in the agricultural sector of Hamedan province. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 54(4), 859-875. (In Persian)

Jaafar, H., Karimi, P., & Borgomeo, E. (2024). Economic irrigation water productivity of wheat and potato: An earth observation perspective on policy implications in the Litani Basin, Lebanon. Agricultural Water Management, 306, 109180.

Karami, E., & Hayati, D. (2005). Rural poverty and sustainability: The case of groundwater depletion in Iran. Asian Journal of Water, Environment and Pollution, 2(2), 51–60.

Ministry of Agriculture Jihad. (2023).

Mu, L., Luo, C., Tan, Z., Zhang, B., & Qu, X. (2023). Assessing the impact of different agricultural irrigation charging methods on sustainable agricultural production. Sustainability, 15(18), 13622.

Mukherji, A., Shah, T., & Krishnan, A. (2020). Water valuation and management: Global perspectives and regional experiences. Water Resources Management, 34(9), 2823–2840.

Mutenje, M. J., Farnworth, C. R., Stirling, C., Thierfelder, C., Mupangwa, W., & Nyagumbo, I. (2019). A cost-benefit analysis of climate-smart agriculture options in Southern Africa: Balancing gender and technology. Ecological Economics, 163, 126-137.

Mutuku, K., & Dana, L. (2008). Production structure and derived demand for factor inputs in smallholder dairying in Kenya. Agricultural Economic Research Review, 3, 135-139.

Nikpey, S., Rahimibadr, B., Nozari, N., & Rezaei, S. (2025). The effect of water scarcity on Iran's food security. Brazilian Journal of Biology, 85, e291705.

Rost, S., Gerten, D., Hoff, H., Lucht, W., Falkenmark, M., & Rockström, J. (2009). Global potential to increase crop production through water management in rainfed agriculture. Environmental Research Letters, 4(4), 044002.

Strzepek, K., & Boehlert, B. (2010). Competition for water for the food system. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365(1554), 2927-2940.

Ward, F. A., & Michelsen, A. (2002). The economic value of water in agriculture: Concepts and policy applications. Water Policy, 4(5), 423-446.

Wheeler, S. A., Nauges, C., & Grafton, R. Q. (2025). Water pricing and markets: Principles, practices and proposals. Applied Economic Perspectives and Policy.

Young, R. A. (2005). Determining the economic value of water: Concepts and methods. Resources for the Future.

Zamani, O., Azadi, H., Mortazavi, S. A., Balali, H., Moghaddam, S. M., & Jurik, L. (2021). The impact of water-pricing policies on water productivity:

ویرایشگر
تایید

Evidence of agriculture sector in Iran. Agricultural Water Management, 245, 106548.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2023).

ویر

تنال

تحقیقات منابع آب ایران
انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران

ویرایشی

Economic valuation of water for selected crops in the comprehensive cropping pattern plan in Dehloran County

Eshagh Ghasemi *
Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Ilam Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ilam, Iran.
qasemiissac@gmail.com
Ali Najafifar
Professor, Research Division of Natural Resources, Ilam Associate Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran
alinajafifar@yahoo.com

استناد

Abstract
Efficient use of water resources is one of the main goals of the National Cropping Pattern Plan. For this reason, estimating the economic value of water for the crops listed in the plan is important for improving water pricing policies in agriculture. In this study, field data were collected through interviews with 100 farmers in the region, using stratified sampling, during the 2023–2024 farming year. The economic value of water was calculated for wheat, canola, barley, watermelon, and potatoes using parametric methods and production functions, including linear, translog, and transcendental functions. Based on econometric tests and classical assumptions, the translog production function was identified as the most suitable. The results showed that the economic value of water for each crop was 26,799, 44,525, 21,926, 39,461, and 40,756 rials, respectively. These values are significantly higher than the current water fees paid by farmers in Dehloran. The findings highlight the need to reform agricultural water pricing policies. This includes gradually increasing the water fees paid by farmers so that the price of water

comes closer to its true economic value, thereby strengthening the cropping pattern plan and promoting more efficient use of water in agriculture.

Keywords : Economic Valuation of Water, Comprehensive Cropping Pattern Plan, Production Functions, agricultural crops, Dehloran County.

ویراستاری نشده، غیر قابل استناد