چغندرقند/ جلد ۳۹/ شماره ۱/ ۱۴۰۲

برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول چغندرقند در استان گلستان

Estimating the economic value of water in the production of sugar beet in Golestan province

آتنا ارباب‌زائی مقدم[۱]، علی کرامت‌زاده[۲*]، فرشید اشراقی[۳] و فرهاد شیرانی بیدآبادی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹
نوع مقاله: پژوهشی
DOI: 10.22092/jsb.2023.360462.1313

آ، ارباب زائی مقدم، ع، کرامت‌زاده ف، اشراقی و ف، شیرانی بیدآبادی. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول چغندرقند در استان گلستان. **چغندرقند، ۳۹(۱): ۱۲۰- ۱۰۳.**

چکیده

آب یکی از ارزشمندترین منابع‌طبیعی است که به عنوان یکی از نهاده‌های اصلی تولید محصولات کشاورزی، جایگاه خاصی در تأمین امنیت غذایی و توسعه پایدار بخش کشاورزی دارد. تعیین قیمت واقعی مبتنی بر ارزش اقتصادی آب، به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای اقتصادی مدیریت تقاضای آب، نقش مهمی در تخصیص بهینه منابع آب بین مناطق و محصولات مختلف خصوصاً در شرایط بحران کم آبی دارد. بر این اساس در این مطالعه ارزش اقتصادی نهاده آب با استفاده از تخمین تابع تولید محصول چغندرقند در استان گلستان برآورد گردید. به این منظور، ابتدا فرم تابعی مناسب و منطبق بر فناوری تولید این محصول براساس معیارهای اقتصادسنجی با استفاده از اطلاعات مربوط به ۱۶۶ چغندرکار استان گلستان در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ با روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده تصادفی انتخاب شد، نتایج این مطالعه نشان داد که تابع تولید ترانسلوگ بهترین فرم تابعی می‌باشد. پس از تخمین تابع تولید، ارزش اقتصادی نهاده آب، معادل ۲۰۶۹۰ ریال به ازای هر مترمکعب برآورد شد. نتایج همچنین نشان داد که مبلغ پرداختی کشاورزان به عنوان آب‌بها (۳۴۹۰ ریال) تقریباً حدود ۱۷ درصد ارزش اقتصادی آب است که با قیمت واقعی آب اختلاف زیادی دارد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد با حذف تدریجی اختلاف آب‌بهای پرداختی کشاورزان با ارزش اقتصادی آب، قیمت واقعی آب اخذ گردد.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی آب، تابع تولید، تابع ترانسلوگ، محصول چغندرقند

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان ایران. *- نویسنده مسئول: alikeramatzadeh@gau.ac.ir
۳- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

مقدمه

امروزه جوامع بین‌المللی از اهمیت آب در راستای داشتن رشد اقتصادی پایدار در زمان حال و آینده آگاه شده‌اند. در سطح ملی سهم زیادی از سرمایه‌گذاری‌ها صرف زیرساخت‌ها و امور زیربنایی و بهبود مدیریت منابع آب می‌شود که بیان‌گر اهمیت بخش آب در سطح ملی است. لذا، آب نقشی مهم در اقتصاد ملی دارد که باید توجه زیادی به آن شود (Bouhia 1998). مهم‌ترین عامل محدودکننده بخش کشاورزی در بسیاری از نقاط جهان و از جمله ایران نهاده آب می‌باشد. کافی نبودن آب برای محصولات کشاورزی و کمبود آن در دیگر مصارف یکی از مسائل مهم اقتصادی در یک اقلیم خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌رود. مقدار بارندگی در کشور به گونه‌ای است که در بیشتر نواحی بدون توسل به آبیاری، فعالیت کشاورزی امکان‌پذیر نمی‌باشد، بنابراین اگر نقش آب در توسعه کشور در نظر گرفته نشود، قطعاً امنیت غذایی کشور با مشکلات جدی مواجه خواهد شد (Karimirad *et al*. 2019).

تعیین قیمت واقعی آب به تخصیص بهینه آب در بین محصولات مختلف و نیز به مصرف منطقی و مناسب آن که درنهایت افزایش راندمان آب را منجر می‌شود، کمک شایانی خواهد نمود، لذا نیاز به تعیین قیمت واقعی آب احساس می‌شود، زیرا ادامه روند تعیین غیرواقعی و غیراقتصادی قیمت آب روند مصرف و تلفات بی‌رویه را تشدید خواهد کرد (Biswas 2005). اگر بازار کاملی برای نهاده آب وجود داشته باشد، قیمت ایجاد شده در آن، همان بهایی است که خریداران (مصرف‌کنندگان) و عرضه‌کنندگان مایل هستند برای خرید و فروش هر واحد این نهاده بپردازند. تا زمانی که چنین بازاری وجود نداشته باشد و دولت عرضه‌کننده عمده و اصلی آن باشد، استفاده غیربهینه و غیراقتصادی منابع آب و هدررفت زیاد آن دور از انتظار نیست (Rogrers *et al*. 2002). قیمت‌های ارزان آب موجب استفاده بیش از اندازه این منبع کمیاب می‌شود و در این موقعیت لازم است که قیمت آب عرضه شده، حداقل هزینه‌های واقعی آن را بپوشاند (Al-Karablieh *et al*. 2012).

ارزش اقتصادی آب در بخش کشاورزی و صنعت، بیان‌کننده تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان براساس تابع تقاضای آب می‌باشد که از حداکثرسازی سود به دست می‌آید (Chowdhury 2013). به عبارت دیگر، قیمت‌گذاری مناسب نهاده آب و ایجاد زمینه‌های پذیرش آن میان کشاورزان و قانون‌گذاران، بازدهی تولیدات کشاورزی را افزایش داده و در استفاده کاراتر از منابع آب مؤثر واقع می‌شود (Khajeh Roshanaei *et al*. 2010). ارزش اقتصادی آب و چگونگی قیمت‌گذاری آن در طول دهه‌ها در سطح بین‌المللی مورد بحث قرار گرفته و با افزایش کمبود آب در بعضی از نقاط دنیا ازجمله ایران بحث قیمت‌گذاری و روش‌های آن در سال‌های اخیر شدت گرفته است (Ehsani *et al*. 2011). تعیین ارزش اقتصادی آب ابزاری ضروری جهت تخصیص بهینه و عادلانه منابع آب کمیاب بین مناطق، محصولات و مصارف مختلف می‌باشد (Chowdhury 2013). مهم‌ترین نقش قیمت آب را می‌توان توزیع مناسب آب بین متقاضیان و مصارف مختلف ذکر کرد، لذا تعیین قیمت آب باعث می‌شود که آب بین متقاضیان متناسب با ارزش تولید نهایی توزیع گردد. نقش دیگر قیمت آب، ایجاد انگیزه برای صرفه‌جویی در مصرف آب و جلوگیری از اتلاف آن است (Golzari *et al*. 2016). تعیین قیمت و سیاست‌های قیمت‌گذاری منابع آب می‌تواند هدف‌های مختلفی نظیر عادلانه بودن قیمت‌ها، ایجاد درآمد کافی و پایدار برای عرضه‌کنندگان منابع آبی، بهبود حفاظت منابع و استفاده بهینه از منابع آب را برآورده کند (Keramatzadeh *et al*. 2006). بنابراین، تعیین قیمت واقعی آب درواقع ابزاری است که احساس کمبود آب را از بلندمدت به کوتاه‌مدت تبدیل خواهد کرد، چراکه مدیریت مؤثر آب در مزرعه به وسیله‌ی زارعین، تحت تأثیر میزان دسترسی به آب، ارزش آب و همچنین ارزش تولید آن می‌باشد (Abdolahi Ezatabadi and Javanshah 2007).

با توجه به اهمیت نهاده‌ی آب و نقش قیمت‌گذاری در مدیریت منابع آب مطالعات بسیاری پیرامون تعیین ارزش اقتصادی آب به روش‌های مختلف صورت گرفته است. برخی از این مطالعات با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی به تعیین

ارزش اقتـصادی آب پـرداختـه‌اند که در این روش قیمت آب برای یک منطقه و براساس الگوی کشت تعیین می‌گردد (Chizari *et al*. 2005; Keramatzadeh *et al*. 2006; Medellin-Azuara *et al*. 2010; Gallego-Alyala, 2012; Amirnezhad *et al*. 2014; Watto and Mugera 2016; Parhizkari and Badiibarzin 2017; Keramatzade *et al*. 2020).

برخی از مطالعات با استفاده از روش باقی مانده به تعیین ارزش اقتصادی آب پرداخته‌اند (Hellegers and Davidson 2010; Berbel 2011; Al-Karablieh 2012; Niazi and Sabooni 2013; Urujeni and Ngabitdinze 2015; Muchara *et al*. 2016; Hassanli *et al*. 2020).

روش دیگر جهت تعیین ارزش اقتصادی آب، روش تابع تولید است. رویکرد تابع تولید متداول‌ترین روشی است که در ادبیات اقتصادی برای تخمین ارزش اقتصادی آب آبیاری استفاده می‌شود (Chowdhury 2013). مزیت استفاده از روش تابع تولید نسبت به روش برنامه‌ریزی ریاضی در این است که روش تابع تولید، برای هر محصول قابل تعیین بوده و امکان آزمون‌های آماری نیز در آن وجود دارد، همچنین حجم داده‌های مورد نیاز در روش برنامه‌ریزی ریاضی بسیار بیشتر از روش تـابع تولیـد اسـت، چـرا کـه در روش برنامه‌ریزی ریاضی لازم است که محدودیت‌های منابع را نیز مشخص کنیم، اما روش برآورد تابع تولیـد تنهـا نیازمنـد مقـدار و قیمـت نهاده‌ها و ستانده‌ها در تولید کشاورزی است (Al-Karablieh 2012).

مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور با استفاده از روش تابع تولید به برآورد ارزش اقتصادی آب پرداخته‌اند که به بـرخی از آنها اشاره می‌گردد. شرزه‌ای و امیرتیموری (Sharzehi and Amirtaimoori 2012) با استفاده از روش تابع تولید به تعیین ارزش اقتصادی آب زیرزمینی برای محصول پسته شهرستان راور استان کرمان پرداختند. براساس تابع تولید ترانسلوگ به عنوان یک تابع برتر، ارزش اقتصادی آب در تولید پسته برای هر مترمکعب آب زیرزمینی به‌طور متوسط ۱۹۸۷۰ ریال برآورد گردید، در حالی که هزینه متوسط هر مترمکعب آب معادل ۲۰۰۰ ریال بوده است. قلی‌زاده و مولایی (Gholizadeh and Molaei 2015) با استفاده از رهیافت تابع تولید به برآورد ارزش اقتصادی آب محصول برنج در شهرستان بابل استان مازندران پرداختند. در این بررسی فرم تابع تولید لئونتیف تعمیم‌یافته به عنوان فرم برتر انتخاب و ارزش تولید نهایی نهاده آب معادل ۱۰۹ریال برآورد گردید. گلزاری و همکاران (Golzari *et al*. 2016) با استفاده از رهیافت تابع تولید به برآورد ارزش اقتصادی آب محصول گندم (*Ctriticum aestivum*) شهرستان گرگان پرداختند. براساس نتایج، تابع کاب- داگلاس به عنوان تابع تولید برتر انتخاب و ارزش اقتصادی آب معادل ۱۵۶۴/۵ریال به ازای هر مترمکعب برآورد گردید. محمودی و کریمی (Mahmoodi and Karimi 2017) با استفاده از تخمین توابع تولید کشاورزی به برآورد ارزش اقتصادی آب محصول گندم در شهرستان طبس استان خراسان جنوبی پرداختند و ارزش اقتصادی آب را معادل ۲۹۳۰ ریال برای هر مترمکعب برآورد نموده و بیان کردند تفاوت در ارزش اقتصادی آب با قیمت پرداختی کشاورزان (۸۹۰ ریال) موجب از بین رفتن انگیزه کشاورزان در سرمایه‌گذاری برای افزایش راندمان آبیاری و استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری شده است. اسماعیلی مؤخر فردویی و همکاران (Esmaeili moakhar fordoei *et al*. 2018) ارزش اقتصادی آب را براساس روش تابع تولید در شهرستان‌های مختلف استان مرکزی برای یونجه (*Medicago stiva*) بین ۴۸۵۰ تا ۸۹۵۰، برای گندم بین ۳۳۰۰ تا ۵۰۰۰ و برای جو (*Hordeum vulgare*) بین ۲۵۰۰ تا ۴۵۳۰ ریال بر مترمکعب برآورد نمودند. قادرزاده و جزایری (Ghaderzadeh and Jazayeri 2018) با استفاده از رهیافت تابع تولید به برآورد ارزش اقتصادی آب مصرفی برای محصول یونجه دشت دهگلان استان کردستان پرداختند. نتایج نشان داد که، ارزش تولید نهایی هر مترمکعب آب بر مبنای تابع تولید کاب-داگلاس و ترانسندنتال به‌ترتیب برابر با ۱۶۸۹ و ۱۰۹۳ ریال و هزینه تمام شده هر مترمکعب آب آبیاری نیز معال ۶۲۵ ریال می‌باشد.

اختلاف موجود بین ارزش اقتصادی و هزینه تمام شده آب می-تواند یکی از دلایل مصرف بیش از حد و عدم‌صرفه‌جویی آب در تولید محصول یونجه باشد. اسعدی و همکاران (Asaadi *et al*. 2019) با استفاده از رهیافت تابع تولید به برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی از دید تقاضاکنندگان در مزارع گندم و کلزا در شبکه‌ی آبیاری دشت قزوین پرداختند. ارزش اقتصادی هرمترمکعب آب براساس تابع تولید ترانسلوگ در تولید محصول گندم و کلزا (*Brassica napus*) به‌ترتیب برابر با ۳۷۱۵ و ۳۳۷۰ ریال برآورد گردید، که اختلاف بسیار زیادی با آنچه کشاورزان به عنوان آب‌بها (۴۱۸ریال) پرداخت کرده‌اند دارد. قدمی فیروزآبادی و همکاران (Ghadami Firoozabadi *et al*. 2021) به بررسی ارزش اقتصادی آب در تولید دو محصول گندم و جو استان همدان پرداختند. نتایج نشان داد که براساس تابع تولید منتخب کاب–داگلاس، ارزش اقتصادی آب برای دو محصول گندم و جو، به ترتیب ۲۰۴۳ و ۳۷۵۵ ریال بر مترمکعب است که ارزش اقتصادی آب بسیار بیشتر از هزینه‌ای می‌باشد که کشاورزان برای استحصال آب (۴۹۶ ریال) متحمل می‌شوند. چاودری (Chowdhury 2013) با تأکید بر اهمیت قیمت‌گذاری در مدیریت منابع آب در تولید محصولات کشاورزی بنگلادش، با استفاده از روش تابع تولید به تعیین ارزش تولید نهایی آب آبیاری برنج (*Oryza sativa*) در فصول خشک سال در بنگلادش پرداخت. ایشان با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ ارزش اقتصادی آب را بین ۰/۰۱ تا ۰/۰۳ دلار آمریکا برآورد نمود. مایکل و همکاران (Michael *et al*. 2014) برای بررسی قیمت آب در تولید محصول برنج در تانزانیا مطالعه‌ای را با استفاده از تابع تولید انجام دادند. در این مطالعه از روش حداقل مربعات معمولی و روش تحلیل رگرسیون استفاده گردید. ضریب قیمت آب ۰/۰۳- برآورد شد، بدین معنی که افزایش یک درصدی قیمت آب موجب کاهش ۳۰ درصدی تقاضای آب می‌شود. با این حال بهره‌وری آب ۰/۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود، اما تولید ۲/۵ تن در هکتار تخمین زده شد که نتایج نشان‌دهنده تأثیر مستقیم قیمت آب بر قیمت محصول می‌باشد. سان و همکاران (Sun *et al*. 2018) تابع تقاضای آب و کشش قیمتی تقاضای آب آبیاری را در حوضه ژانگیه (یک رودخانه داخلی در چین) با استفاده از قیمت سایه‌ای برآورد نمودند. نتایج نشان داد که تقاضا برای آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی کشش‌پذیر نیستند و ارزش تولید نهایی آب بیشتر از هزینه قطعات آبیاری شده توسط آب سطحی یا آب زیرزمینی است، بنابراین پیشنهاد گردید که قیمت آب باید به‌طور قابل‌توجهی افزایش یابد تا موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شود. زایولکوسکا (Ziolkowska 2018) ارزش اقتصادی آب را برای ذرت (*Zea mays*)، پنبه (*Gossypium hirsutum*) و سویا (*Glycine may*) در ایالت اوکلاهاما به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۰۶ و ۰/۰۱ دلار بر مترمکعب و در تگزاس برای ذرت و سویا به ترتیب ۰/۰۸ و ۰/۱۲ دلار بر مترمکعب محاسبه نمود. نتایج مطالعه نشان داد که ارزش اقتصادی آب تابعی از نوع محصول و ناحیه جغرافیایی است. چو و گرافتون (Chu and Grafton 2020) به برآورد ارزش اقتصادی آب آبیاری برای محصولات مختلف در ویتنام پرداختند. نتایج نشان داد که به ازای کاهش هر مترمکعب آب آبیاری، به‌طور متوسط سود کشاورزان به میزان۰/۵۶ دلار کاهش می‌یابد. نتیجه اینکه با قیمت‌گذاری مناسب آب آبیاری می‌توان میزان آب آبیاری مصرفی را حدود ۴۸ درصد کاهش داد در حالی که سود کشاورزان تنها ۱۷ درصد کاهش یابد.

یکی از اهداف دولت، خودکفایی در تأمین کالاهای اساسی از جمله شکر است. شکر یکی از منابع مهم تأمین انرژی خانوارهای ایرانی است. بیشتر شکر موردنیاز کشور از منابع چغندرقند (*Beta vulgaris*) و نیشکر (*Saccharum officinarum*) داخلی تأمین و بخشی از آن نیز از خارج کشور وارد می‌شود (Nemati *et al*. 2010). ایران یکی از شش کشور جهان محسوب می‌شود که به لحاظ تنوع اقلیمی و عرض جغرافیایی، شرایط رشد و تولید شکر از هر دو محصول چغندرقند و نیشکر را دارا می باشد. چغندرقند را می‌توان با توجه به تنوع اقلیمی به دو صورت بهاره (در مناطق معتدل سرد) و پاییزه (در مناطق گرم و معتدل) تولید کرد. چغندرقند یکی از محصولات استراتژیک ایران است که از نظر تغذیه شامل مواد آلی و معدنی می‌باشد. این محصول یکی از مهم‌ترین گیاهانی است که در

تأمین غذای مردم جهان نقش کلیدی دارد و از نظر ارزش غذایی در ردیف برنج، ذرت، گندم، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) و حبوبات قرار دارد. چغندرقند به صورت مستقیم از طریق تولید قند و شکر و به صورت غیرمستقیم از طریق تأمین خوراک دام بخشی از نیازهای جامعه را تأمین می‌کند. بر این اساس توسعه سطح زیرکشت و افزایش تولید محصول چغندرقند در مناطق مختلف کشور از مهم‌ترین سیاست‌های وزارت جهادکشاورزی می‌باشد. سطح زیرکشت چغندرقند در ایران در سال ۱۳۹۹ حدود ۱۰۸ هزار هکتار، کل تولید این محصول در حدود ۵۶۰۶ هزار تن و میانگین عملکرد آن ۵۲ تن در هکتار بوده است (Anonymous 1399).

تولید چغندرقند دارای مزایای زراعی، اقتصادی و صنعتی فراوانی است و هر سال به سطح زیرکشت این محصول در سطح استان گلستان افزوده می‌شود (Nemati *et al*. 2010). به طوری که سطح زیرکشت چغندرقند در استان گلستان از ۸۳ هکتار در سال ۱۳۹۳ به ۴۵۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۹ رسیده است. میانگین عملکرد چغندرقند در استان گلستان معادل ۴۸ تن در هکتار می‌باشد. بیش‌ترین سطح زیرکشت چغندرقند در استان گلستان نیز مربوط به شهرستان‌های گرگان، علی آباد، رامیان و بندرترکمن است (Anonymous 1399). در استان گلستان به دلیل خشکسالی‌های اخیر و با هدف تأمین آب موردنیاز کشت از طریق بارندگی‌های فصلی، چغندرقند بیشتر در پاییز کشت می‌شود. کاشت پاییزه چغندرقند در استان گلستان در دهه سوم مهر و اوایل آبان آغاز و در دهه سوم خرداد تا اوایل تیر ماه نیز برداشت می‌گردد. روش آبیاری غالب در منطقه نیز روش غرقابی و جوی و پشته است. همچنین تفاله چغندرقند نقش مؤثری در تأمین پروتئین موردنیاز دام دارد، بنابراین از یک طرف توسعه کشت این محصول قادر است با تأمین علوفه در جیره غذای دام به صنعت دامداری استان گلستان کمک کند و از طرف دیگر، بحران آب استان و کشت محصول چغندرقند، چالش اساسی برای استان گلستان محسوب می‌شود. چغندرقند از محصولاتی است که خرید تضمینی آن توسط دولت، موجب ترغیب کشاورزان به کشت آن در سطح وسیع می‌شود، همچنین بر اساس مصرف زیاد آب (۷۳۰۳ مترمکعب در هر هکتار براساس اطلاعات پرسشنامه در این مطالعه) در کشت این محصول باعث افزایش مصرف آب در بخش کشاورزی می‌گردد.

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش استان گلستان می‌باشد. استان گلستان با بیش از ۶۱۰ هزار هکتار اراضی کشاورزی (۵۷۷ هزار هکتار زراعی و ۳۳ هزار هکتار باغی) و ۲۴۸۵ میلیون مترمکعب منابع آبی، با سطح زیرکشت اول و دوم محصولات زراعی ۶۶۲ هزار هکتار (۹۳/۵ ٪) و سطح زیرکشت باغات ۴۶ هزار هکتار (۶/۵ ٪) ضمن تولید بیش از ۴۳۴۹ هزارتن محصولات کشاورزی (۳۵۶۰ هزارتن زراعی، ۱۶۱۶۸۰ تن باغی، ۶۲۷۵۷۲ تن دام و طیور) با تنوع تولید بیش از ۹۲ نوع محصول، ۴/۳ درصد از تولید کشور را برعهده دارد. این استان در تولید دانه‌های روغنی، گندم، پنبه، برنج به ترتیب مقام های اول تا چهارم و در توسعه زیتون (*Olea europaea*) رتبه دوم، تولید مرکبات رتبه هفتم و تولید میوه‌های هسته‌دار رتبه سوم کشوری را دارا می‌باشد. محور فعالیت‌های اقتصادی استان گلستان، فعالیت‌های کشاورزی است و از پتانسیل بالایی در جهت شکل‌گیری صنایع تبدیلی و تکمیلی در بخش زراعت و دامداری برخوردار است. عمده فعالیت‌های کشاورزی این استان شامل زراعت، باغداری، جنگل و مرتع، دام و طیور و شیلات و آبزیان می‌باشد. عمده‌ترین محصولات زراعت آبی (بیش از ۸۰ ٪) استان گلستان در سال زراعی ۱۳۹۹ شامل گندم ۳۷، برنج ۲۷، کلزا ۸، پنبه ۵، سویا ۳ و سیب‌زمینی ۲ درصد می‌باشد (Anonymous 1399).

متوسط بارندگی سالیانه استان گلستان بالغ بر ۴۷۰ میلی‌متر (توزیع مکانی بارندگی به نحوی است که دو سوم استان، بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر دارند) و متوسط تبخیر در استان ۱۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد. پتانسیل آب‌های سطحی و زیرزمینی استان گلستان حدود ۲۴۸۵ میلیون مترمکعب در سال است. آب‌های زیرزمینی ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب و آب‌های سطحی ۱۲۳۵ میلیون مترمکعب از حجم کل آب‌های استان را تشکیل می‌دهند. میزان کل مصرف آب استان ۲۰۹۰ میلیون مترمکعب بوده و سهم آن از منابع آب سطحی و زیرزمینی به ترتیب ۸۸۰

و ۱۲۱۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. از کل آب مصرفی در استان حدود ۹۱ درصد در بخش کشاورزی، ۸ درصد در بخش شرب و یک درصد در بخش صنعت مصرف می‌گردد. سرانه منابع آب تجدیدپذیر در استان گلستان حدود ۱۵۵۰ مترمکعب به ازای هر نفر در سال می‌باشد که این میزان با توجه به متوسط سرانه کشور (۱۷۰۰ مترمکعب در سال) پایین‌تر از میانگین کشور است. با توجه به محدودیت منابع آب در استان گلستان و در راستای استفاده بهینه از منابع آب، در این مطالعه به بررسی ارزش اقتصادی آب در تولید محصول چغندرقند در استان گلستان پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

به طور کلی روش‌های ارزش‌گذاری آب از دو دیدگاه مصرف‌کننده و تولیدکننده بررسی می‌گردد. برای تعیین ارزش اقتصادی آب از منظر مصرف کننده، دو روش کلی با عنوان روش‌های پارامتری و غیرپارامتری وجود دارد. رهیافت پارامتری شامل روش‌های بازار آب، تابع سود مقید، تابع هزینه مقید و تابع تولید می‌باشد که از طریق الگوهای اقتصادسنجی جهت تعیین قیمت واقعی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند و روش غیرپارامتری هم به روش‌های ارزش‌گذاری حاشیه‌ای، بودجه‌بندی، گاردنر، برنامه‌ریزی خطی و اقتصاد مهندسی تقسیم می‌شوند.

دلایل ارجحیت روش‌های پارامتری نسبت به روش‌های غیرپارامتری برای برآورد ارزش اقتصادی آب شامل: الف- در روش‌های پارامتری آزمون آماری پارامترهای برآورد شده فرم‌های اقتصادسنجی امکان‌پذیر است. ب- در استفاده از روش‌های پارامتری نیازی به تعیین سقف استفاده از آب و نوع منبع آب نمی‌باشد. همچنین، استفاده از روش‌های پارامتری امکان استفاده از توابع مختلف به‌ویژه توابع انعطاف‌پذیر (Flexible functional form) را راحت‌تر از روش‌های انعطاف‌ناپذیر (Inflexible functional form) فراهم می‌نماید. فرم‌های انعطاف‌پذیر، می‌توانند ناحیه سوم تولید را نشان دهند و بر فرم‌های تابعی انعطاف ناپذیر ترجیح دارند (Hosseinzad and Salami 2007). بر این اساس در این مطالعه برای برآورد ارزش اقتصادی آب محصول چغندرقند در استان گلستان از روش تابع تولید که یک روش پارامتری است، استفاده شده است.

اصولاً تابع تولید روشی برای نشان دادن رابطه بین مقادیر مختلف یک نهاده و میزان تولید یک محصول می‌باشد. اگر Y بیانگر مقدار تولید باشد، فرم کلی تابع تولید به صورت رابطه ۱ می‌باشد (Debertin 1997).

$$Y = f(x, z) \qquad (۱)$$

که در آن x بردار نهاده‌های متغیر و z بردار نهاده‌های ثابت می‌باشد. اگر مقدار نهاده آب با w نشان داده شود، ارزش تولید نهایی آب (VMP_w) برابر حاصلضرب تولید نهایی آب (MP_w) در قیمت محصول (P_y) می‌باشد که معادل ارزش اقتصادی آب خواهد بود (رابطه ۲).

$$P_W = \frac{\delta f(x, z)}{\delta w} \times P_y = MP_W \times P_y \qquad (۲)$$
$$= VMP_W$$

به همین ترتیب مقدار تولید نهایی آب (MP_w) را می‌توان از حاصلضرب کشش تولید آب (E_w) در تولید متوسط آب (AP_w) نیز محاسبه کرد (رابطه ۳).

$$MP_W = E_W \times AP_W \qquad (۳)$$

بنابراین ارزش اقتصادی آب نیز از رابطه ۴ محاسبه می‌گردد.

$$P_W = MP_W \times P_y = E_W \times AP_W \times P_y = \frac{\partial Ln(y)}{\partial Ln(W)} \times$$
$$AP_W \times P_y = VMP_W \qquad (۴)$$

با توجه به اینکه در رابطه ۴ ارزش اقتصادی آب به دست آمده تابعی از تولید نهایی آب و خود تولید نهایی نیز مشتق تابع تولید است، لذا ارزش اقتصادی نهاده آب از تابع تولید اولیه نیز تأثیر می‌پذیرد و 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 اهمیت ویژه‌ای برای تعیین ارزش واقعی هر نهاده و از جمله نهاده آب دارد و نبود دقت کافی در تصریح مناسب فرم‌های تابعی منجر به انتخاب نوعی از تابع می‌شود که ارتباط واقعی بین متغیرها را

نشان نمی‌دهد و پارامترهای برآورد شده از این رهگذر اعتبار لازم را ندارند (Greene and Kennedy 1990).

در مقایسه ارزش تولید نهایی نهاده آب (VMP_w) با قیمت بازاری آب (r_w) سه حالت زیر وجود دارد (Asadi *et al.* 2007):

الف- اگر ارزش تولیدنهایی نهاده با قیمت بازاری آن برابر باشد ($VMP_W = r_w$)، مصرف بهینه یا شرط تعادل در مصرف آن برقرار بوده و از این نهاده در تولید محصول موردنظر استفاده بهینه شده است.

ب- اگر ارزش تولید نهایی نهاده بیشتر از قیمت بازاری آن باشد ($VMP_W > r_w$)، استفاده از این نهاده کمتر از حد بهینه بوده، یعنی مقرون به صرفه است که می‌توان از این نهاده تا جایی که شرط برقرار باشد، خریداری و در تولید استفاده نمود.

پ- اگرارزش تولید نهایی نهاده کمتر از قیمت بازاری آن باشد ($< r_w$)، کشاورز به ازای مصرف هر یک واحد بیشتر از آن متحمل زیان خواهد شد که نشان‌دهنده استفاده غیر بهینه از این نهاده در تولید محصول موردنظر است.

برای محاسبه شاخص‌های سودآوری از روابط زیر استفاده شده است (Deberti 2012) :

$$TC = \sum r_i . X_i \quad (۵)$$

$$TR = P_y . Y \quad (۶)$$

$$\pi = TR - TC \quad (۷)$$

در این روابط TR بیانگر درآمد کل، TC هزینه کل، π سود، r_i قیمت نهاده iام، X_i میزان مصرف نهاده iام، Py قیمت چغندرقند و Y میزان تولید چغندرقند می‌باشد.

برای تعیین تولید نهایی (MP_w) و در نهایت ارزش تولید نهایی نهاده آب (VMP_w)، به تخمین تابع تولید محصول موردنظر نیاز می‌باشد. در تخمین تابع تولید می‌توان از فرم‌های گوناگونی استفاده کرد. اشکال گوناگون تابع تولید و فناوری تولید نیز چگونگی ترکیب نهاده‌های گوناگون را نشان می‌دهد. اختلاف موجود در شرایط تولید و مدیریت کشاورزان موجب می‌شود که آنها به شیوه‌های گوناگون نهاده‌های تولید را با هم ترکیب کنند؛ بنابراین، به توابعی نیاز است که این اختلاف را بهتر نشان دهد.

در این پژوهش از توابع انعطاف‌پذیر (ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته) و انعطاف‌ناپذیر (کاب-داگلاس و ترانسندنتال) استفاده شد. مفهوم انعطاف‌پذیری در اشکال تبعی که نخستین بار به وسیله دایورت (Diewert 1971) مطرح شد، عبارت است از وجود پارامترهای آزاد در یک شکل تبعی برای ارائه یک تقریب (معمولاً مرتبه دوم) از هر تابع دلخواه، به بیان دیگر، انعطاف‌پذیری به مفهوم قدرت یک تابع در ارائه تقریبی مرتبه دوم از هر تابع دلخواه پیرامون هر نقطه در دامنه تابع است (Hosseinzad and Salami 2007). بنابراین پس از برآورد توابع مختلف، بهترین فرم تابع، با استفاده از آزمون‌ها و معیارهای اقتصادسنجی شناسایی می-گردد. همچنین تعداد پارامترهای کمتر، سادگی تفسیر، سادگی محاسباتی، خوبی برازش، قدرت تعمیم‌دهی و پیش‌بینی از جمله معیارهای مهم در تعیین الگوی اقتصادسنجی برتر برای کارهای تجربی می‌باشند (Gujarati 1993). مطابقت و سازگاری علامت‌ها و مقادیر پارامترهای تابع با تئوری‌های اقتصادی نیز از معیارهای مهم در شناسایی الگوی برتر از دیدگاه تامپسون (Thompson 1988) می‌باشند. آزمون نرمال بودن جملات اخلال نیز از مواردی است که به انتخاب الگوی مناسب کمک می‌کند. بنابراین در مطالعه حاضر نیز تابع تولید مناسب با توجه به معیارهای گزینش تابع برتر از میان فرم‌های مختلف تابع تولید (جدول ۱) انتخاب گردید. سپس جهت بررسی آزمون های نقض فروض از آزمون LM جهت بررسی خودهمبستگی، از آزمون جارک- برا (Jarque-Bera)جهت بررسی نرمال بودن و از آزمون وایت (White Heteroscedasticity Test) جهت بررسی ناهمسانی واریانس استفاده گردیده است.

در این مطالعه اطلاعات موردنیاز از روش مطالعات کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی (پرسشنامه) جمع‌آوری گردید. برای تعیین حجم نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده مطابق رابطه ۸ استفاده گردید (Arghami *et al.* 2001).

$$n = \frac{\sum_{i=1}^{l} N_i^2 \sigma_i^2}{\frac{W_i}{N_i^2 D + \sum_{i=1}^{l} N_i \sigma_i^2}} \quad (۸)$$

$$D = \frac{\beta^2}{4} \quad (۹)$$

که در آن N_i حجم جامعه در طبقه iام، W_i سهم طبقه iام، σ_i واریانس سطح زیرکشت در طبقه iام و D مقدار خطای برآورد و β سطح خطای نمونه‌گیری است که معادل ۱۰ درصد لحاظ شد.

برای تعیین حجم نمونه در روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده تصادفی، استان گلستان با استفاده از شاخص خشکی دومارتون (De Martonne) (جدول ۲) به سه طبقه اقلیمی تقسیم گردید (جدول ۳). این شاخص روشی برای مشخص نمودن اقلیم یک منطقه براساس دو متغیر درجه حرارت و بارندگی سالانه طبق رابطه ۱۰ می‌باشد (Gavrilov 2019):

$$\mathbf{I_{DM}} = \frac{\mathbf{P}}{\mathbf{T + 10}} \quad (۱۰)$$

دررابطه فوق، I شاخص خشکی دومارتن، P میانگین بارندگی سالانه برحسب میلی‌متر ، T میانگین درجه حرارت سالانه هوا برحسب درجه سانتی‌گراد است.

جدول ۱ شکل و خصوصیات تعدادی از اشکال توابع

نام تابع	شکل تابعی	تولید نهایی (dy/dx)	کشش نهاده iام (dy.x/dx.y)
کاب-داگلاس	$y = \alpha \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i}$	$\alpha\beta_i x_i^{-1} \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i}$	β_i
ترانسندنتال	$Y = \alpha \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i} e^{ri*xi}$	$((\frac{\beta_i}{x_i}) + {}^{\gamma}{}_i) * Y$	$((\frac{\beta_i}{x_i}) + {}^{\gamma}{}_i) * x_i$
ترانسلوگ	$\ln(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \ln(x_i) + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} \gamma_{ii} (lnx_i)^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij} (lnx_i)(lnx_j)$	$\beta_i + \gamma_{ii}(lnx_i) + \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij} (lnx_j))(Y/x_i)$	$\beta_i + \gamma_{ii}(lnx_i) + \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij}(lnx_{j)})$
لئونتیف تعمیم یافته	$Y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i (x_i)^{1/2} + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} (x_i)^{1/2}(x_j)^{1/2}$	$(1/2 \beta_i(x_i)^{-1/2} + 1/2\sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} (x_i)^{-1/2}(x_j)^{1/2}$	$(1/2 \beta_i(x_i)^{-1/2} + 1/2\sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} (x_i)^{-1/2}(x_j)^{1/2}(x_i/Y)$
درجه دوم تعمیم یافته	$Y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i x_i + 1/2\sum_{i=1}^{n} \gamma_{ii} (x_i)^2 \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij} (x_i)(x_j)$	$(\beta_i + \gamma_{ii}(x_i) + \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij} (x_j))$	$(\beta_i + \gamma_{ii}(x_i) + \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij} (x_j))(x_i/Y)$

جدول۲ محدوده طبقه‌بندی اقلیمی براساس شاخص خشکی دومارتون

نوع اقلیم	خشک	نیمه مرطوب	مرطوب
محدوده ضریب خشکی دومارتون (I)	۲۰-۰	۲۸-۲۰	۳۵-۲۸

جدول۳ طبقه‌بندی اقلیمی استان گلستان براساس شاخص دومارتون

طبقه	طبقه‌بندی I_{DM}	شهرستان	حجم جامعه(N)	حجم نمونه(n)	سهم هر طبقه(درصد)
۱	کم باران	گرگان،گنبد،آق قلا، بندرترکمن، گمیشان، کردکوی، علی‌آباد	۴۷۱	۱۰۲	۶۱
۲	متوسط	کلاله	۱۳۰	۲۸	۱۷
۳	پرباران	گالیکش، مینودشت، آزادشهر، رامیان	۱۶۸	۳۶	۲۲
		جمع	۷۶۹	۱۶۶	۱۰۰

بر اساس اطلاعات سال زراعی ۱۳۹۹ و با استفاده از رابطه ۱۰ شهرستان‌های استان گلستان به سه طبقه کم باران، متوسط و پر باران مطابق نتایج جدول ۳ تقسیم‌بندی شدند. بر اساس رابطه ۸ حجم نمونه در روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده محاسبه گردید. در نهایت، حجم نمونه هر طبقه و هر شهرستان مشخص و در مجموع ۱۶۶ پرسشنامه در سال زراعی ۱۳۹۹ تکمیل گردید.

نتایج و بحث

نتایج تحلیل توصیفی متغیرهای استفاده شده در مدل تابع تولید چغندرقند استان گلستان برحسب یک هکتار در جدول ۴ ارائه گردیده است، همانگونه که ملاحظه می‌گردد میزان عملکرد در میان بهره‌برداران چغندرقند بین ۳۸ تا ۱۳۳ تن در هکتار متفاوت است، که میانگین عملکرد ۴۸ تن در هکتار می‌باشد. میزان آب مصرفی در بین چغندرکاران نیز از ۵۱۸۴ تا ۱۰۳۶۸ مترمکعب در هر هکتار متغیر است که میانگین آن معادل ۷۳۰۳ مترمکعب در هکتار می‌باشد.

جدول ۵، ویژگی‌های فردی کشاورزان چغندرکار استان گلستان را نشان می‌دهد. طبق نتایج، سن کشاورزان چغندرکار از ۲۹ تا ۸۴ سال است و چغندرکاران به طور میانگین سنی معادل ۵۵ سال دارند که نشان دهنده میانسالی بیشتر چغندرکاران می‌باشد. سطح تحصیلات در این افراد متفاوت است و دارای مدرک سیکل، دیپلم، فوق‌دیپلم، لیسانس و فوق‌لیسانس هستند که پایین‌ترین میزان تحصیلات در بین چغندرکاران (سیکل معادل ۹) و بالاترین (فوق‌لیسانس معادل ۱۸) می‌باشد، بنابراین می‌توان گفت که طبق نمونه‌گیری انجام شده چغندرکاران استان مورد مطالعه از سطح سواد نسبتاً مناسبی برخوردار هستند. این افراد به طور متوسط نه نفر تحت تکفل دارند که به طور میانگین سه نفر آنها به عنوان نیروی‌کار در مزرعه فعالیت کشاورزی دارند.

جدول ۶، نتایج تحلیل میزان درآمد، هزینه و سود چغندرکاران استان گلستان به ازای هر هکتار را در مقایسه با محصولات عمده زراعی استان گلستان نشان می‌دهد. میزان درآمد از حاصلضرب سطح زیرکشت، قیمت چغندرقند و عملکرد و میزان هزینه تولید از مجموع هزینه کل (جمع‌آوری محصول، حمل و نقل، اجاره زمین، وجین، آب، آبیاری، سم‌ها (قارچ‌کش، علف‌کش و حشره‌کش)، سم‌پاشی، کودها (پتاس، اوره و فسفات)، کودپاشی، بذرپاشی، بذر، دیسک، شخم به دست آمد. میزان سود نیز از اختلاف هزینه تولید از کل درآمد محاسبه گردید. بر اساس نتایج جدول ۶ حداقل درآمد چغندرکاران استان گلستان معادل ۵۷۱ میلیون ریال، حداکثر درآمد ۱۶۰۵ میلیون ریال و میانگین درآمد ۶۷۸ میلیون ریال در هکتار است. حداقل هزینه ۳۵۵ میلیون ریال در هکتار، حداکثر هزینه ۶۹۸ میلیون ریال و میانگین هزینه ۵۰۷ میلیون ریال در هکتار است. همچنین حداقل سود معادل ۲۸۰ میلیون ریال، حداکثر سود ۱۰۳۷ میلیون ریال و میانگین سود ۱۷۱ میلیون ریال در هکتار می‌باشد. همانگونه که در جدول ۶ ملاحظه می‌گردد بیشترین سودآوری مربوط به برنج حدود ۵۲۰ میلیون ریال در هر هکتار می‌باشد. محصولات چغندرقند، کلزا، پنبه، جو و گندم در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بنابراین می‌توان گفت کشت چغندرقند برای چغندرکاران استان گلستان مقرون به صرفه است. به منظور نشان دادن تأثیر انتخاب فرم‌های تابعی مختلف بر ارزش اقتصادی آب در تولید محصول چغندرقند پنج

نوع تابع تولید شامل کاب- داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته انتخاب و با استفاده از اطلاعات و آمار جمع‌آوری شده و با استفاده از نرم‌افزار Eviews برآورد گردید، همچنین برای سطح معنی‌داری ضرایب تابع تولید نیز از آزمون t استفاده شد که نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۴ نتایج تحلیل توصیفی متغیرهای استفاده شده در مدل تابع تولید چغندرقند استان گلستان برحسب یک هکتار

متغیر	نماد متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
عملکرد (تن/هکتار)	Y	۳۸	۱۳۳	۴۸	۱۴
سطح زیرکشت (هکتار)	X_C	۱	۲۰	۶/۴۷	۴/۰۶
بذر (کیلوگرم/هکتار)	X_S	۲	۳	۲/۵	۱
کود اوره (کیلوگرم/هکتار)	X_U	۵۰	۴۰۰	۱۶۳/۳	۷۰
کود فسفات (کیلوگرم)	X_{PH}	۰	۲۵۰	۸۷/۷	۶۵
کود پتاس (کیلوگرم/هکتار)	X_P	۰	۲۰۰	۶۵/۱	۶۲
ماشین‌آلات (ساعت/هکتار)	X_{MA}	۵	۲۲	۱۱/۶	۳
نیروی کار (نفر روز کار/هکتار)	X_{LA}	۱۲	۱۹	۱۴/۳	۱
آب مصرفی (متر مکعب/هکتار)	X_W	۵۱۸۴	۱۰۳۶۸	۷۳۰۳/۴	۸۰۲
سم قارچ‌کش (لیتر/هکتار)	X_F	۰	۴	۲/۱	۱
سم علف‌کش (لیتر/هکتار)	X_H	۰	۶	۲/۹	۲
سم حشره‌کش (لیتر/هکتار)	X_I	۰	۴	۲/۱	۱

جدول۵ نتایج آماره توصیفی چغندرکاران استان گلستان

متغیر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
سطح زیرکشت	هکتار	۱	۲۰	۶/۴۷	۴/۰۶
سن	سال	۲۹	۸۴	۵۱	۹/۳۲
میزان تحصیلات	سال	۹	۱۸	۱۳	۲/۹
تعداد کل افراد خانواده	نفر	۲	۹	۵	۱/۳
تعداد افراد خانواده شاغل کشاورزی غیر از سرپرست خانواده	نفر	۱	۴	۰/۷	۰/۷۶

جدول۶ مقایسه هزینه، درآمد و سود در یک هکتار محصولات عمده زراعی استان گلستان با چغندرقند (واحد ۱۰ ریال)

محصولات	شاخص‌های سودآوری	حداقل	حداکثر	میانگین
برنج	درآمد	۲۴،۷۵۰،۰۰۰	۱۱۰،۳۵۷،۱۴۳	۸۶،۸۵۴،۵۷۹
	هزینه	۱۲،۹۲۷،۶۱۶	۵۲،۵۹۹،۱۵۳	۳۴،۸۶۱،۸۷۶
	سود	۱۰،۶۷۸،۰۳۳	۷۷،۰۰۳،۱۵۴	۵۱،۹۹۲،۷۰۳
چغندرقند	درآمد	۵۷،۱۹۰،۰۰۰	۱۶۰،۵۳۳،۳۳۳	۶۷،۸۵۳،۲۹۱
	هزینه	۳۵،۵۹۵،۲۰۰	۶۹،۸۷۵،۱۰۴	۵۰،۷۵۰،۶۳۸
	سود	۲۸،۸۷۳،۴۴۰	۱۰۳،۷۹۶،۵۹۷	۱۷،۱۰۲،۶۵۳
کلزا	درآمد	۱۴،۱۴۴،۴۴۴	۲۷،۱۳۳،۳۳۳	۱۹،۴۸۵،۵۹۷
	هزینه	۸،۳۶۱،۰۰۱	۱۲،۸۸۵،۷۸۴	۱۱،۰۵۳،۵۹۱
	سود	۳،۳۲۴،۷۵۵	۱۴،۳۹۳،۳۳۴	۸،۴۳۲،۰۰۶
پنبه	درآمد	۱۶،۸۰۰،۰۰۰	۳۰،۴۳۱،۶۶۷	۲۳،۶۱۵،۸۳۳
	هزینه	۱۵،۸۴۱،۱۳۳	۱۸،۴۰۷،۶۰۰	۱۷،۱۲۴،۳۶۷
	سود	-۱،۶۰۷،۶۰	۱۴،۵۹۰،۵۳۳	۶،۴۹۱،۴۶۷
جو	درآمد	۹،۰۰۰،۰۰۰	۲۴،۰۰۰،۰۰۰	۱۶،۵۰۰،۰۰۰
	هزینه	۹،۱۸۵،۰۰۰	۱۲،۶۳۹،۰۰۰	۱۰،۹۱۲،۰۰۰
	سود	-۱۸۵،۰۰۰	۱۱،۳۶۱،۰۰۰	۵،۵۸۸،۰۰۰
گندم	درآمد	۱۱،۹۶۸،۰۳۳	۲۴،۰۰۰،۰۰۰	۱۸،۷۱۷،۰۱۱
	هزینه	۶،۳۸۹،۸۴۳	۱۶،۷۸۵،۰۰۰	۱۳،۲۱۰،۹۶۷
	سود	-۲،۴۹۲،۶۰۶	۸،۳۲۳،۰۴۶	۵،۵۰۶،۰۴۵

نتایج مقایسه توابع مختلف تولید چغندرقند استان گلستان از لحاظ معنی‌داری پارامترها در جدول ۸ ارائه شده است. با توجه به جدول ۸، برای محصول چغندرقند در مرحله اول بین توابع تولید کاب‌داگلاس، ترانسندنتال و ترانسلوگ که متغیر وابسته (لگاریتم تولید) یکسان دارند، به‌دلیل تعداد ضرایب معنی‌دار بیشتر، تابع ترانسلوگ انتخاب شد، بین توابع تولید لئونتیف (Leontief Production Function) تعمیم یافته و درجه دوم تعمیم یافته نیز که متغیر وابسته (میزان تولید) یکسان دارند، تابع درجه دوم تعمیم‌یافته انتخاب شد. سپس جهت مقایسه بین فرم‌های تابعی غیرمتداخل درجه دوم تعمیم‌یافته و ترانسلوگ، از آزمون J استفاده شد که نتایج در جدول ۹ ارائه شد. براساس نتایج آزمون J در جدول ۹، تابع تولید ترانسلوگ با سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۵ و پذیرش فرضیه صفر به‌عنوان تابع تولید برتر انتخاب گردید که با نتایج مطالعه شرزهی و امیرتیموری (Sharzehi and Amirtaimoori 2012) و اسدی و همکاران (Asaadi *et al*. 2019) مطابقت دارد. برای بررسی نقض فروض کلاسیک در توابع تخمین زده شده، آزمون‌های مربوطه شامل خودهمبستگی، نرمال بودن و واریانس ناهمسانی بررسی شد که نتایج آن در جدول شماره (۱۰) ارائه شده است.

جدول ۷ نتایج برآورد الگوهای مختلف توابع تولید چغندرقند در استان گلستان

متغیر	کاب–داگلاس	ترانسندنتال	ترانسلوگ	لئونتیف تعمیم‌یافته	درجه دوم تعمیم‌یافته
عرض از مبدأ	۲/۵۴۹***	۳/۸۳۹***	۴/۸۸۲***	۲۶/۹۳***	۱/۳۱۹
X_C	-	NS	-	NS	۷۲/۳۳۹***
X_S	-	NS	-	NS	−۳/۱۲۲***
X_H	-	NS	-	−۱۱/۷۸***	−۱/۰۵۰***
X_I	-	NS	-	۳/۶۸***	NS
X_W	-	۳/۷۰**	-	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۰۰۱
X_{MA}	-	NS	-	NS	−۱/۴۹۹***
جذرX_U	-	-	-	۰/۸۷۸***	-
جذرX_H	-	-	-	۱۰/۹۴**	-
جذرX_I	-	-	-	−۲۸/۱۹***	-
جذرX_W	-	-	-	۰/۰۳۸	-
مجذورX_I	-	-	-	-	۰/۰۷۷***
مجذورX_W	-	-	-	-	۷/۹۰**
مجذورX_{MA}	-	-	-	-	۰/۰۱۶***
لگاریتمX_C	-	۱/۰۳۹***	۱/۱۲۴***	−۱۶۹/۲۹*	-
لگاریتم X_S	۰/۲۹۸***	NS	NS	-	-
لگاریتم X_P	NS	NS	−۰/۰۰۱*	-	-
لگاریتم X_F	NS	NS	NS	−۱۱۶/۸۷	-
لگاریتم X_H	NS	NS	NS	−۱۱۲/۶۳*	-
لگاریتم X_I	۰/۲۳۰***	−۰/۰۵۱***	۰/۲۹۰***	۳/۹۸	-
لگاریتم X_W	۰/۰۵۵***	−۰/۰۰۳	−۰/۳۳***	−۵۷۷/۷۳	-
لگاریتم X_{LA}	NS	-	NS	۲۸/۱۷	-
لگاریتمX_{MA}	۰/۲۳۳***	۰/۰۵۷***	NS	−۱۷/۰۶	-
مجذورلگاریتم X_H	-	-	−۰/۵۵۳***	-	-
مجذورلگاریتم X_I	-	-	۰/۰۳۹***	-	-
مجذورلگاریتم X_W	-	-	۰/۰۰۵	-	-
مجذورلگاریتم X_{LA}	-	-	۰/۰۲۲***	-	-
مجذورلگاریتم X_{MA}	-	-	۰/۰۷۱***	-	-
اثرمتقابل X_S X_C	-	-	NS	−۱۶/۵۷***	NS
اثرمتقابلX_P X_C	-	-	NS	NS	−۰/۰۵۱***
اثرمتقابلX_{PH} X_C	-	-	NS	۱/۱۳۶***	NS
اثرمتقابلX_F X_C	-	-	NS	−۱۷۴/۸۶***	−۳/۸۸۲***
اثرمتقابلX_H X_C	-	-	NS	NS	۱/۳۴۵***
اثرمتقابلX_I X_C	-	-	NS	۱۹۵/۹۸***	۱/۵۰۲***

ادامه جدول ۷ نتایج برآورد الگوهای مختلف توابع تولید چغندرقند در استان گلستان

متغیر	کاب–داگلاس	ترانسندنتال	ترانسلوگ	لئونتیف تعمیم‌یافته	درجه دوم تعمیم‌یافته
اثرمتقابل $X_W X_C$	-	-	NS	-۰/۰۶۴	-۹/۲۱***
اثرمتقابل $X_{LA} X_C$	-	-	NS	۷/۳۶۳***	-۰/۰۳۷**
اثرمتقابل $X_{MA} X_C$	-	-	NS	۸/۸۶۲***	-۰/۲۰۸***
اثرمتقابل $X_F X_S$	-	-	NS	۲۴/۹۶***	NS
اثرمتقابل $X_U X_S$	-	-	NS	NS	-۰/۰۰۱***
اثرمتقابل $X_I X_S$	-	-	NS	-۲۹/۶۰***	-۰/۰۳۲***
اثرمتقابل $X_W X_S$	-	-	-۰/۰۴۱***	-۰/۰۱۹	-۱/۵۷**
اثرمتقابل $X_{MA} X_S$	-	-	۰/۱۳۶***	NS	۰/۰۹۳***
اثرمتقابل $X_H X_U$	-	-	NS	۰/۵۰۶***	۰/۰۰۰۹***
اثرمتقابل $X_H X_S$	-	-	-۰/۰۳۶***	NS	NS
اثرمتقابل $X_{PH} X_U$	-	-	NS	-۰/۰۰۷	NS
اثرمتقابل $X_I X_U$	-	-	-۰/۰۰۹***	-۰/۶۶۹***	-۰/۰۰۲***
اثرمتقابل $X_W X_U$	-	-	۰/۰۱۳***	۰/۰۰۱	۲/۴۸***
اثرمتقابل $X_{MA} X_U$	-	-	NS	-۰/۱۳۲***	۰/۰۰۰۷***
اثرمتقابل $X_{LA} X_U$	-	-	-۰/۰۱۷***	NS	NS
اثرمتقابل $X_H X_{PH}$	-	-	NS	-۰/۰۴۱*	NS
اثرمتقابل $X_W X_{PH}$	-	-	-۱/۲۶	۰/۰۰۰۶	-۴/۷۳**
اثرمتقابل $X_{LA} X_{PH}$	-	-	NS	NS	-۰/۰۰۰۱*
اثرمتقابل $X_{MA} X_{PH}$	-	-	NS	-۰/۳۰۵***	۰/۰۰۰۶*
اثرمتقابل $X_H X_P$	-	-	NS	NS	-۰/۰۰۱**
اثرمتقابل $X_I X_P$	-	-	NS	NS	۰/۰۰۳**
اثرمتقابل $X_W X_P$	-	-	۹/۷۲	۰/۰۰۰۱	-۴/۲۸
اثرمتقابل $X_{MA} X_P$	-	-	NS	NS	۰/۰۰۴***
اثرمتقابل $X_H X_F$	-	-	NS	۲۶/۴۶***	۰/۰۹۹***
اثرمتقابل $X_I X_F$	-	-	-۰/۹۸۷***	-۳۰/۷۱***	-۰/۲۱۹***
اثرمتقابل $X_W X_F$	-	-	-۰/۰۷۷***	-۰/۲۹۲***	-۸/۰۲
اثرمتقابل $X_{MA} X_F$	-	-	۱/۱۷۸***	۴۱/۶۶۹***	۰/۴۴۴***
اثرمتقابل $X_{LA} X_F$	-	-	-۰/۴۲۲***	۲/۸۸۳***	NS
اثرمتقابل $X_I X_H$	-	-	۱/۳۴۷***	۹/۲۶۹***	۰/۰۳۵***
اثرمتقابل $X_W X_H$	-	-	۰/۰۶۴***	۰/۱۹۷***	۱/۱۵
اثرمتقابل $X_{MA} X_H$	-	-	-۰/۲۳۸***	-۸/۰۸***	-۰/۱۵۵***
اثرمتقابل $X_{LA} X_H$	-	-	NS	-۲/۰۸***	NS
اثرمتقابل $X_W X_I$	-	-	-۰/۰۲۹**	۰/۰۰۶	-۱/۶۶***
اثرمتقابل $X_{LA} X_I$	-	-	۰/۴۹۰***	NS	۰/۰۰۰۸***
اثرمتقابل $X_{MA} X_I$	-	-	-۱/۲۲۳***	-۳۴/۵۴***	-۰/۱۵۴***
اثرمتقابل $X_{LA} X_W$	-	-	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۱	-۱/۳۷***
اثرمتقابل $X_{MA} X_W$	-	-	۰/۰۹۶***	۰/۰۲۳***	۱/۵۴***
اثرمتقابل $X_{MA} X_{LA}$	-	-	-۰/۰۹۲***	-۲/۲۳***	۰/۰۰۳**
$\bar{R}^2$	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۸

جدول ۸ نتایج مقایسه توابع مختلف تولید چغندرقند استان گلستان از لحاظ معنی‌داری پارامترها و ضرایب تعیین

نام تابع	تعداد کل ضرایب	تعداد ضرایب معنی‌دار	ضریب تعیین (R^2)
کاب داگلاس	۱۲	۶	۰/۹۸
ترانسندنتال	۲۳	۴	۰/۹۵
ترانسلوگ	۶۹	۲۷	۰/۹۹
لئونتیف تعمیم‌یافته	۷۸	۱۹	۰/۹۷
درجه دوم تعمیم‌یافته	۸۱	۲۳	۰/۹۸

جدول ۹ نتایج آزمون J جهت مقایسه توابع غیرمتداخل در توابع تولید چغندرقند استان گلستان

فرضیه صفر	فرضیه جایگزین	سطح معنی‌داری	نتیجه آزمون
پذیرش درجه دوم تعمیم‌یافته	پذیرش ترانسلوگ	۰	رد فرضیه صفر
پذیرش ترانسلوگ	پذیرش درجه دوم تعمیم‌یافته	۰/۵	پذیرش فرضیه صفر

جدول ۱۰ نشان می‌دهد سطح معنی‌داری آزمون LM جهت بررسی بزرگ‌تر از ۰/۰۵ بوده و فرض صفر مبنی بر عدم‌وجود خودهمبستگی بین جملات اخلال رد نمی‌شود، بنابراین همبستگی بین جملات اخلال وجود ندارد. یکی از مشکلات اصلی داده‌های مقطعی، ناهمسانی واریانس است که این مسئله با استفاده از آزمون واریانس ناهمسانی وایت (White Heteroscedasticity Test) مورد بررسی قرار گرفت. مقدار آماره این آزمون در هیچ یک از مدل‌های برآوردی معنی‌دار نمی‌باشد بنابراین، تمامی توابع دارای واریانس همسان هستند. همچنین، برای آزمون نرمال بودن جملات اخلال از آماره جارک– برا (Jarque-Bera) استفاده شده است که در این آزمون فرض صفر مبنی بر نرمال بودن توزیع جملات اخلال مورد آزمون قرار می‌گیرد. با توجه به سطح معنی‌داری این آماره، تمامی توابع تولید شرط نرمال بودن توزیع جملات اخلال را دارند. در مجموع هیچ یک از توابع تولید، فروض کلاسیک را نقض نکرده‌اند اما از آنجایی که هرچه تعداد ضرایب معنی‌دار در یک الگو بیشتر باشد نشان دهنده‌ی تصریح مناسب‌تر آن الگو می‌باشد (Gujarati 1993) و همچنین با توجه به نتایج آزمون J، تابع تولید ترانسلوگ که مناسب با فناوری تولید چغندرقند است، به عنوان تابع تولید برتر انتخاب شد، بنابراین ارزش اقتصادی آب با فرم تابع تولید برتر ترانسلوگ تعیین گردید.

جدول ۱۰ نتایج آزمون فروض کلاسیک در توابع تولید چغندرقند

تابع / آزمون	خود همبستگی LM		نرمال بودن جارک– برا		واریانس ناهمسانی وایت	
	آماره F	معنی‌داری	آماره JB	معنی‌داری	آماره F	معنی‌داری
کاب–داگلاس	۰/۴۵	۰/۳۶	۲/۹۳	۰/۳۵	۱/۲۳	۰/۳۱
ترانسندنتال	۰/۱۸	۰/۵۳	۱/۲۴	۰/۲۳	۰/۸۵	۰/۲۳
ترانسلوگ	۰/۰۸	۰/۶۵	۳/۸۶	۰/۱۲	۱/۰۸	۰/۲۸
لئونتیف تعمیم‌یافته	۰/۳۶	۰/۴۳	۲/۳۲	۰/۲۹	۳/۰۹	۰/۵۲
درجه دوم تعمیم‌یافته	۱/۰۵	۰/۶۳	۲/۰۹	۰/۲۶	۰/۸۶	۰/۳۸

جدول ۱۱ نتایج ارزش اقتصادی آب را که براساس پارامترهای برآورد شده تابع تولید برتر (ترانسلوگ) محاسبه شده است را نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌گردد تولید نهایی نهاده آب در تولید چغندرقند معادل ۱/۷ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب می‌باشد که با لحاظ قیمت چغندرقند معادل ۱۲۰۴۰ ریال به ازای هر کیلوگرم، ارزش اقتصادی آب در تولید چغندرقند در استان گلستان معادل ۲۰۶۹۰ ریال به ازای هر مترمکعب برآورد گردید. این نتایج نشان می‌دهد در تولید چغندرقند، با مصرف آخرین مترمکعب آب، به میزان ۲۰۶۹۰ ریال به سود چغندرکار اضافه می‌گردد.

جدول ۱۱ ارزش تولید نهائی آب چغندرقند استان گلستان با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ

متوسط آب مصرفی (مترمکعب/هکتار)	۷۳۰۳
متوسط عملکرد (تن/هکتار)	۴۸
قیمت چغندرقند (کیلوگرم/۱۰ ریال)	۱۲۰۴
تولید نهایی آب (کیلوگرم)	۱/۷۱۸۵
ارزش تولید نهایی آب (مترمکعب/۱۰ ریال)	۲۰۶۹
قیمت پرداختی کشاورزان (مترمکعب/۱۰ریال)	۳۴۹
سهم قیمت پرداختی کشاورزان از ارزش اقتصادی آب (درصد)	۱۶/۸۶

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

از آنجا که دو جزء اساسی در تعیین ارزش اقتصادی آب، میزان تولید نهایی آب و قیمت محصول است، در مطالعهٔ حاضر تأثیر این دو جزء بر قیمت واقعی آب بررسی شد. به این منظور، با استفاده از اطلاعات پرسشنامه در سال ۱۳۹۹ ابتدا توابع تولید مختلف انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر برآورد و سپس بهترین شکل تابع تولید از بین آنها انتخاب گردید. براساس نتایج، تابع تولید ترانسلوگ به‌عنوان تابع تولید برتر منطبق بر فناوری تولید محصول چغندرقند انتخاب گردید. ارزش اقتصادی نهاده آب برای محصول چغندرقند معادل ۲۰۶۹۰ ریال محاسبه گردید که در واقع قیمتی است که تولیدکنندگان در متوسط مقادیر مصرف سایر نهاده‌ها و براساس اصول استفاده بهینه از آنها تمایل به پرداخت آن را دارند، در حالی که کشاورزان برای چغندرقند درسال ۱۳۹۹ معادل ۳۴۹۰ ریال (۱۷ درصد ارزش اقتصادی آب) برای هر مترمکعب آب پرداخت می‌کنند. پرداخت قیمت بسیار پایین آب باعث شده است تا تقاضای این نهاده حائز اهمیت در مقابل افزایش قیمت آن واکنشی نشان ندهد و با توجه به ارزش تولید نهایی آب، می‌توان قیمت آن را تا سطح ارزش اقتصادی آب افزایش داد. همچنین سهم بسیار پایین (۱۷ درصد) قیمت پرداختی کشاورزان از ارزش اقتصادی آب، باعث از بین رفتن انگیزه کشاورزان برای سرمایه‌گذاری جهت افزایش بازده آبیاری و استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری شده است که نتیجه آن استفاده از روش‌های سنتی آبیاری و هدر رفت بیش از حد آب در مزرعه می‌باشد. بنابراین بایستی به منظور 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. این سیاست با توجه به شکاف بسیار زیاد بین قیمت حقیقی و آب‌بهای پرداختی توسط کشاورزان در کوتاه‌مدت ممکن است موجب نارضایتی کشاورزان شود و تأثیر منفی در انگیزه‌ی تولید آنها بگذارد، اما در بلند مدت و به صورت تدریجی می‌تواند، باعث افزایش کارایی استفاده از آب و جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب شود. از این رو، پیشنهاد می‌شود تا سیاست‌گذاران عرصهٔ قیمت‌گذاری، به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری و تخصیص بهینهٔ آن با توجه به بحران کم آبی سال-های اخیر، قیمت آب را براساس ارزش تولید نهایی محصول تعیین کنند. در اجرای این سیاست، باید به این نکته توجه کرد که آب یکی از نهاده‌های اصلی در تولید محصولات کشاورزی است و شاید افزایش ناگهانی قیمت آن امکان‌پذیر نباشد؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود در یک برنامهٔ تدریجی، اختلاف قیمت آب با قیمت واقعی آن کاهش یابد.

منابع مورد استفاده:

References:

Al-Karablieh E, Salman ZA, Al-Omari SA, Wolf H, Al-Assad AT, Hunaiti AD, Subah MA. Estimation of the economic value of irrigation water in Jordan. Agriculture Science and Technology. 2012, B2:487-497.

Asaadi MA, Khalilian S, Moosavi SH. Assessment of water economic value in wheat and rapeseed farms (Case Study: Qazvin plain irrigation network). Journal of Water Resources Engineering. 2019; 40:137-148. **doi:20.1001.1.20086377.1398.12.40.12.8**. [In Persian]

Asadi H, Soltani GhR, Torkamaani J. Irrigation water pricing in Iran (a case study on land downstream of Taleghan dam). Quarterly Journal of Agricultural Economics and Development. 2007; 58: 61-90. **doi: 10.30490/aead.2007.58892.** [In Persian]

Abdolahi Ezatabadi M, Javanshah AA. Economic investigation of the possibility of using new methods for water supply and demand in agriculture: a case study of pistachio producers in Rafsanjan. Journal of research and construction. 2007; 75(2):113-126. [In Persian]

Amirnezhad H, Asadpoor M, Babaee F. Determining the economic value of water using a linear programming model: a case study of Sari rice. The Second National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources. 2014. [In Persian]

Anonymous. Agricultural Organization of Golestan Province. 2020. http://dbagri.maj.ir/zrt/year.asp. [In Persian]

Arghami N, Sanjari R, Bozorgnia A. An introduction to sample reviews. (authorship: Shiffer, Mendenhall and Ott). Publications of Ferdowsi University of Mashhad. 2001. [In Persian]

Bouhia H. Water in the economy: integrating water resources in to national economic planning. Harvard University. 1998.

Biswas AK. An Assessment of Future Global Water Issues, Water Resources Development, 2005. .21(2):229-237. **doi:10.1080/07900620500098885.**

Berbel J, Azahara Mesa-Jurado M, Máximo Pistón J. Value of irrigation water in Guadalquivir Basin (Spain) by residual value method. Water Resource Management. 2011; 25:1565-1579. **doi:10.1007/s11269-010-9761-2.**

Chu L, Grafton RQ. Water pricing and the value-add of irrigation water in Vietnam: Insight from a crop choice model fitted to a national household survey. Agricultural Water Management. 2020. **doi:10.1016/j.agwat.2019.105881.**

Chowdhury NT. Marginal product of irrigation expenses in Bangladesh. Water Resources and Economics, 2013; 4:38–51. **doi:10.1016/j.wre.2013.11.002.**

Chizari AH, Sharzehei GhA, Keramatzadeh A. Determination of the economic value of the irrigation water using goal programming approach (case study of Shirvan barzo dam). Journal Economic Research. 2005; 40(4):39-66. **doi:20.1001.1.00398969.1384.40.4.2.4.** [In Persian]

Debertin DL. Agricultural Production Economics, Second Edition. University of Kentucky. Macmillan Publishing Company. 2012.

Debertin DL. Economics of agricultural production, translated by: Musinejad MQ, Najarzadeh R, Tarbiat Modares University Press, 1997. Tehran. [In Persian]

Diewert WE. An application of the Shepherd duality theorem: A generalized Leontief production function, Journal of Political Economics, 1971. 79:481-507. **doi:10.1086/259764.**

Ehsani M, Hayati B, Dashti G, Gahremanzadeh M, Hossenzad J. Water Economic Value Estimation in Barley Production at Qazvin Plane Irrigation Network. Water and Soil Science. 2011; 22(1): 237-245. [In Persian]

Esmaeili Moakhar Fordoei MA, Ebrahimi K, Araghinejad Sh, Fazlolahi H. Economic value determination of the agricultural water based on crop-type in Markazi Province, IRAN. Journal of Water and Irrigation Management. 2018; 8(1): 149-163. **doi:10.22059/jwim.2018.254828.602.** [In Persian]

Gallego- Alyala J. Selecting irrigation water pricing alternatives using a multimethodogical approach. Math. Comp. Model. 2012. 55:861-883. **doi:10.1016/j.mcm.2011.09.014.**

Greene B, Kennedy PA. Guide to econometrics, MIT Press, Cambridge. 1990. 74P.

Ghaderzadeh H, Jazayeri A. Determination of economic value of water and its demand function production for alfalfa crop in Kurdistan province (Case study: Dehgalan plain). Agricultural Economics Research. 2018; 10(3):23-54. **doi: 20.1001.1.20086407.1397.10.39.2.6.** [In Persian]

Golzari Z, Eshraghi F, Keramatzadeh A. Estimating the economic value of water in wheat production in Gorgan county. Journal of Water Research in Agriculture. 2016; 30(4):457- 466. **doi:20.1001.1.22287140.1395.30.4.4.3.5.2**. [In Persian]

Ghadami Firouzabadi A, Solghi M, Salimi A. Economic valuation and water productivity of wheat and barley crops in Hamadan province. Iranian Journal of Irrigation and Drainage. 2021. 16(2):308-318. **doi:20.1001.1.20087942.1401.16.2.4.3.** [In Persian]

Gholizadeh Roshan S, Molaei M. Estimating the economic value of water in rice production in Babol county. International Development Conference Focusing on Agriculture, Environment and Tourism. 2015. [In Persian]

Gujarati D. The basics of econometrics. Translated by: Abrishami H, Volume II, Tehran University Press, 1993. [In Persian]

Gavrilov MB, An W, Xu C, Radakovic MG, Hao Q, Yang F, Guo Z, Peric Z, Gavrilov G, Markovic SB. Independent aridity and drought pieces of evidence based on meteorological data and tree ring data in Southeast Banat, Vojvodina, Serbia. 2019.10. 586. **doi:10.3390/atmos10100586.**

Hellegers P, Davidson B. Determining the disaggregated economic value of irrigation water in the Musi sub-basin in India. Agricultural Water Management. 2010; 933–938. **doi:10.1016/j.agwat.2010.01.026.**

Hassanli M, Afrasiab P, Sabouhi M, Ebrahimian H. Groundwater valuation using residual method and considering water salinity in Varamin county. Journal of Water Research in Agriculture. 2020; 2:301-315. **doi:10.22092/jwra.2020.122265.** [In Persian]

Hosseinzad J, Salami HA, Sadr SK. Estimation of economic value of water used in agricultural products using flexible production functions (case study: Maragheh- Bonab plain). Agricultural Knowledge Quarterly. 2007; 17(2):1-14. [In Persian]

Karimirad I, Ebrahimi K, Araghinejad Sh. Evaluation of sustainability of groundwater development in a multilayer aquifer (case study: aquifer of Golestan province). Journal of Irrigation and Water Engineering. 2019; 9(4):132-145. **doi:10.22125/iwe.2019.90257**. [In Persian]

Khajeh Roshanaei N, Daneshvar M, Mohtashami GhR. Estimating economic value of water in production Function Method, Applying Classic and Entropy Approaches (Case Study: Wheat in Mashhad). Journal of agricultural economics and development (Agricultural Sciences and Industries). 2010; 24(1):113-119. **doi:10.22067/jead2.v1389i1.3497.** [In Persian]

Keramatzadeh A, Chizari AH, Mirzaei A. Determining the economic value of irrigation water through: Optimal cropping pattern for integrated farm and horticulture. Agricultural Economics and Development. 2006; 14(2): 35-60. **doi:10.30490/aead.2006.58914.** [In Persian]

Keramatzadeh A, Khosravipayam V, Joolaie R. The Impact of water pricing method on agricultural water consumption in Gonbad Kavoos county. Journal of Water and Soil Protection Research. 2020; 2:179-194. **doi:10.22069/jwsc.2020.16797.3213.** [In Persian]

Medellin- Azuara J, Harou JJ, Howitt RE. Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation. Science of the Total Environment. 2010; 408(23):5639-5648. **doi:10.1016/j.scitotenv.2009.08.013.**

Michael A, Kuznetsov D, Mirau S. Analysis of the irrigation water price in rice production Tanzania. Applied and Computational Mathematics. 2014; 3(4): 177-185. **doi:10.11648/j.acm.20140304.19.**

Mahmoodi A, Karimi H. Economic valuation of irrigation water for large and small farm of wheat (case study: Tabas county). Journal of Agricultural Economics and Development. 2017; 25(4):1-19. **doi:10.30490/aead.2018.60991.** [In Persian]

Muchara B, Ortmann G, Mudhara M, Wale E. Irrigation water value for potato farmers in the Mooi River Irrigation Scheme of KwaZulu-Natal, South Africa: A residual value approach. Agricultural Water Management. 2016; 164:243-252. **doi:10.1016/j.agwat.2015.10.022.**

Nemati A, Jafari A, Basati J. Investigation comparative advantage of sugar beet in Kermanshah province. Agricultural Economics. 2010; 5(1):187-208. [In Persian]

Niazi Sh, Sabohi Sabooni M. Determining the production function and estimating the economic value of water using the residual value method in date production (case study of Qasr Shirin city). 6th National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management. 2013. [In Persian]

Parhizkari A, Badi Barzin H. Determination of the economic value of water and simulating farmers'behavior in Takestan region in response to reducing the agricultural water resources. Journal of Water Research in Agriculture. 2017; 31(1):105-118. **doi.org/10.22092/jwra.2017.109911.** [In Persian]

Rogrers P, Silva RD, Bhatia R. Water is an economic good: How to use price to promote equality, efficiency and sustainability. Water Policy. 2002; 4:1-17. **doi:10.1016/S1366-7017(02)00004-1.**

Sun T, Huang Q, Wang J. Estimation of irrigation water demand and economic returns of water in Zhangye Basin. Water. 2018; 10(19):2-21. **doi:10.3390/w10010019.**

Sharzehi GhA, Amirtaimoori S. Determining the economic value of ground water: a case study of city of Ravar (Kerman province). Journal of Economic Research. 2012; 47(1):113-128. **doi:10.22059/jte.2012.24675**. [In Persian]

Thompson CD. Choice of flexible functional forms: Review and appraisal. Western Journal of Agricultural Economics, 1988. 13:169-183.

Urujeni S, Ngabitdinze JC. Economic valuation of irrigation water in small holder farming system in Rwanda: The Case of Kibaya- Cyunuzi Scheme. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 2015. 4(1):37-46.

Watto MA, Mugera AW. Irrigation water demand and implications for groundwater pricing in Pakistan. Official Journal of the World Water Council. 2016; 18(3):565–585. **doi:10.2166/wp.2015.160.** [In Persian]

Ziolkowska JR. Profitability of irrigation and value of water in Oklahoma and Texas agriculture, International Journal of Water Resources Development. 2018. 34(6):944-960. **doi:10.1080/07900627.2017.1353410.**

Estimating the economic value of water in the production of sugar beet in Golestan province

A. Arbabzaei Moghadam[1], A. Keramatzadeh [2] *, F. Eshraghi[3] and F.Shirani Bidabadi [3]

(Received 26 Jul. 2022 ; Accepted 10 Dec. 2022)

A. Arbabzaei Moghadam, A. Keramatzadeh, F. Eshraghi and F.Shirani Bidabadi. 2023. The effect of increase in water price on the comparative advantage of sugar beet production in Golestan province. **J. Sugar Beet**. **39(1): 103- 120 (in Persian).**

Abstract

Water is one of the most valuable natural resources that, as one of the main inputs for the production of agricultural products, has a special place in providing food security and sustainable development of the agricultural sector. Determining the real price based on the economic value of water, as one of the most important economic tools of water demand management, plays an important role in the optimal allocation of water resources between different regions and products, especially under water shortage crisis. In this regard, in the economic value of water input was estimated using the production function estimation of sugar beet in Golestan province in the present study. For this purpose, at the beginning, a suitable functional form was selected according to the production technology of this product based on econometric criteria using information related to 166 sugar beet growers in Golestan province in the crop season of 2020-21 with a random stratified sampling method. Results of this study showed that the translog production function is the best functional form. After estimating the production function, the economic value of water input was estimated as 20,690 Iranian Rials per m^{-3}. The results also showed that the amount paid by growers as water price (3490 Rials) is approximately 17% of the economic value of water, which is very different from the actual price of water. Therefore, it is suggested to obtain the real price of water by gradually eliminating the difference between the water price paid by growers and the economic value of water.

Key words: Economic value of water, Production function, Sugar beet, Translog function

1MSc in Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2Associate Professor of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gourgan, Iran. *- Corresponding Author contact information email: alikeramatzadeh@gau.ac.ir
3Assistant Professor of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gourgan, Iran.