# تعیین ارزش اقتصادی و بهره‌وری آب در محصولات عمده ایرانشهر

حلیمه پیری[۱*] و ملیحه حیدری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۶

## چکیده

آب یک نهاده مهم در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. به‌گونه‌ای‌که بخش کشاورزی به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب در تمام دنیا می‌باشد. هدف این مطالعه، تعیین ارزش اقتصادی و بهره‌وری آب کشاورزی از دید تقاضاکنندگان با استفاده از رهیافت تابع تولید، در مزارع زیر کشت گندم و هندوانه در منطقه ایرانشهر در سال زراعی ۹۷-۹۶ می‌باشد. آمار و داده‌های مورد نیاز پژوهش که شامل نهاده‌های گوناگون مصرف شده برای تولید گندم و هندوانه (سطح زیرکشت (هکتار)، بذر مصرفی (کیلوگرم)، سم‌های مصرفی (لیتر)، کود شیمیایی (کیلوگرم)، مقدار آب مصرفی (مترمکعب)، هزینه آن‌ها، مقدار عملکرد و قیمت محصولات می‌باشد، از ۸۰ کشاورز منطقه از راه نمونه‌گیری تصادفی و تکمیل پرسشنامه گردآوری و بمنظور تخمین مدل‌ها و انجام آزمون‌های مربوطه از نرم‌افزار اقتصادسنجی Eviews استفاده شد. برای تعیین ارزش اقتصادی آب، توابع انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر مورد استفاده قرار گرفت. پس از برآورد این توابع، بمنظور انتخاب بهترین شکل تابع تولید از فرض‌های کلاسیک و آزمون‌های اقتصادسنجی استفاده شد. هم‌چنین، بر اساس شاخص‌های بهره‌وری مصرف آب کشاورزی (CPD، BPD وNBPD) مقدار بهره‌وری برای این دو محصول محاسبه شد. بر اساس نتایج، تابع کاب داگلاس برای هر دو محصول به‌عنوان تابع برتر تقاضا انتخاب شد. قدر مطلق کشش خود قیمتی تقاضای مشتق شده آب برای گندم و هندوانه به ترتیب ۱/۱۳ و ۱/۲۷ بدست آمد که بزرگ‌تر از یک بودن مقدار این کشش نشان می‌دهد، سیاست‌های قیمتی می‌توانند عاملی مهم در کنترل مصرف غیربهینه این نهاده با ارزش باشند. بهره‌وری نهایی تولید برای گندم و هندوانه به ترتیب۰/۸۷ و ۲ محاسبه شد. ارزش اقتصادی آب برای گندم ۱۲۴۴۱ ریال به ازای هر متر مکعب آب و برای هندوانه ۱۴۰۰۰ ریال به ازای هر مترمکعب بدست آمد. نتایج شاخص‌های بهره‌وری نشان دادند هندوانه نسبت به گندم از شاخص بهره‌وری بالاتری برخوردار می‌باشد. بنابراین، با توجه به نتایج این پژوهش، کشت‌های با مصرف آب بالا و بازده اقتصادی پایین بایستی از الگوی کشت حذف شود. این کار هم باعث کاهش مصرف و استحصال آب شده و هم متضمن منافع اقتصادی بالا برای کشاورزان می‌باشد.

[۱]- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

[۲]- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد مالی.

* - نویسنده مسئول مقاله : H_piri2880@uoz.ac.ir

**طبقه‌بندی JEL**: Q21, Q25, Q12.

**واژه‌های کلیدی:** تابع انعطاف‌پذیر، تابع انعطاف‌ناپذیر، شاخص بهره‌وری، قیمت سایه‌ای، کشش خود قیمتی.

## پیش‌گفتار

کمبود آب یکی از مشکلات عمده بیش‌تر کشورهای جهان، به‌ویژه کشورهای دارای جمعیت روبه رشد، می‌باشد. تنها راه حل این بحران نیز، استفاده بهینه و افزایش بهره‌وری منابع آب در بخش‌های گوناگون به‌ویژه بخش کشاورزی است (keramatzadeh *et al*., 2004). ارزش اقتصادی آب و موضوع چگونگی قیمت‌گذاری آن در طول دهه‌ها در سطح بین‌المللی مورد بحث قرار گرفته و با افزایش محدودیت و کمیابی آب در برخی از نقاط دنیا، از جمله ایران، بحث قیمت‌گذاری و روش‌های آن در سال‌های اخیر شدت گرفته است. طرفداران قیمت‌گذاری معتقدند که این سیاست به گونه‌ای معنی‌دار وضعیت عملیات مدیریت آب را بهبود می‌بخشد و اساساً به‌گونه جزیی یا کلی هزینه‌های خدمات آب را تأمین می‌کند و از راه تأثیر در رفتار مصرف‌کنندگان، امکان استفاده منطقی از آب را فراهم می کند (shajari *et al*., 2007). با توجه به این‌که ایران نیز یک کشور خشک و نیمه‌خشک است و بیش‌تر مکان‌های آن با مشکل کم‌آبی روبه‌روست، بنابراین بررسی مشکلات و مسائل در زمینه آب امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. در این راستا، فعالیت‌هایی صورت گرفته و سیاست‌های قیمت‌گذاری اجراشده است، اما تعیین قیمت آب موجود در کشور، ارزش واقعی خود را در قیمت‌گذاری و اقتصاد کشور ندارد. در ایران به‌دلیل توان مالی پایین کشاورزان، هزینه‌ی آبی که از بهره‌برداران در بخش کشاورزی دریافت می‌شود، خیلی کم‌تر از قیمت آبی است که از مصرف‌کنندگان بخش‌های غیرکشاورزی دریافت می‌شود. لذا عمل تخصیص آب بین کشاورزان غیر مناسب و کشاورزان از این نهاده به مقدار غیربهینه استفاده می‌کنند و این شیوه قیمت‌گذاری آب منجر به برداشت بی‌رویه از منابع آبی کشور شده است. هم‌چنین، با توجه به این‌که کشاورزان از منابع آب زیرزمینی برداشت مشترک دارند و هدف هر کشاورز دست‌یابی به بیش‌ترین سود است بنابراین هر کشاورز تا جایی از نهاده آب استفاده می‌کند که ارزش تولید نهایی هر واحد نهاده آب برابر هزینه‌ی نهایی هر واحد نهاده در تولید محصول شود و در این راستا اثر منفی برداشت بیش از حد را به منابع آب زیرزمینی در نظر نمی‌گیرد (Sherzei & Amir Timuri, 2011). بنابراین، باید بین ارزش اقتصادی آب و قیمت آن تفاوت قائل شد که دراین میان، استفاده از دانش و توجه‌های اقتصادی و اجتماعی در برنامه‌ریزی و مدیریت عرضه و تقاضای آب جایگاهی مهم دارد (Mansoori & Ghiasi, 2002). از این‌رو همواره در مطالعات گوناگون، تلاش شده تا ارزش اقتصادی آب با استفاده از روش‌های اقتصادی برآورد شود. در ارتباط با ارزش اقتصادی آب، پژوهش‌های متعددی در داخل و خارج کشور انجام شده است. Sun *et al*. (2018) بازده اقتصادی و تابع تقاضای آب را در حوضه ژآنگیه چین با استفاده از قیمت سایه‌ای و محدودیت آب آبیاری مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که تقاضا برای سطح آب، آب‌های زیرزمینی و آب آبیاری در محدوده غیراستاتیک هستند و نیاز به افزایش قیمت آب می‌باشد تا بتواند صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف آب ایجاد کند. Golzari *et al*. (2016) در بررسی ارزش اقتصادی آب در تولید گندم در شهرستان گرگان با استفاده از روش‌های ریاضی در چارچوب نظریه‌های اقتصادی و روش‌های غیرپارامتری ارزش این نهاده را ۱۵۶۴/۵ ریال به ازای هر مترمکعب بدست آوردند و نتیجه گرفتند، سیاست‌های قیمتی می‌توانند عاملی مهم در کنترل مصرف نابهینه این نهاده با ارزش باشند. Al-Karablieh *et al*. (2012) در پژوهشی به تخمین ارزش اقتصادی آب در اردن با استفاده از روش باقی‌مانده نسبی پرداختند. در این روش ارزش هر

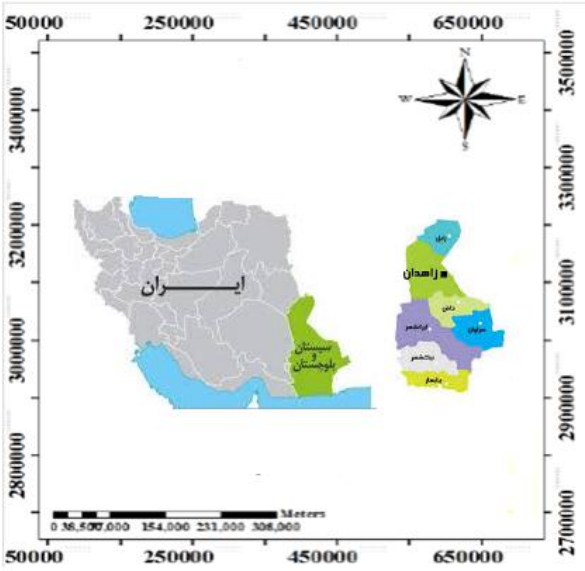
کدام از نهاده‌های تولید مشخص شد و تابع تولید خطی بیان ارائه شد. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که کشاورزان مایل به پرداخت بیش‌ترین قیمت آب در شرایط بازار هستند، بنابراین، قیمت‌های ارزان آب موجب استفاده بیش از اندازه این منبع کمیاب می‌شود و در این موقعیت لازم است که قیمت آب عرضه شده، هزینه‌های واقعی آن را بپوشاند. Parhizkari, & Badi Barzin (2017) ارزش اقتصادی آب در اراضی تاکستان را مورد بررسی قرار دادند. برای تحقق این هدف از رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و توابع تولید منطقه‌ای محصولات کشاورزی (SWAP) استفاده شد. ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب آبیاری در سطح شهرستان تاکستان ۱۶۹۰ ریال برآورد شد. نتایج نشان دادند که تفاوت فاحشی بین ارزش اقتصادی آب آبیاری و نرخ آب‌بهای پرداختی کشاورزان در این شهرستان وجود دارد و کاهش آب دردسترس سبب افزایش ارزش اقتصادی آب آبیاری و کاهش سود ناخالص کشاورزان می‌شود. یکی از رایجترین و ساده‌ترین روش‌های اقتصادی که تاکنون جهت برآورد ارزش اقتصادی آب، مورد استفاده قرار گرفته، روش تابع تولید است. این روش در مطالعات متعددی مانند Hosseinzad,& Salam ، Hosseinzad *et al.*(2013) (2010) و Huang *et al.* (2008) برای تعیین ارزش اقتصادی آب بکار گرفته شده است. برآورد دقیق و مناسب روابط بین متغیرهای وابسته و مستقل، از جمله مسائل بسیار مهم و اساسی در برآورد توابع تولید است که بایستی مورد توجه محققان قرار گیرد چرا که مقادیر و ارزش‌های نهایی نهاده‌ها به‌شدت متأثر از شکل تابع انتخاب شده توسط محقق هستند (Chalfant, 1984). یکی دیگر از راه‌کارهای مقابله با بحران آب و افزایش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی توجه به بهره‌وری آب و ارتقای آن با استفاده از روش‌ها و سیاست‌های درست می‌باشد. بهره‌وری آب کشاورزی شاخص مناسبی برای ارزیابی مدیریت کشاورزی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. اختلاف در بهره‌وری آب محصولات گوناگون در سطح کشور و هم‌چنین، در مقایسه با سایر کشورها با شرایط اقلیمی مشابه، نشان‌دهنده وجود پتانسیل برای افزایش بهره‌وری آب کشاورزی است. این مهم حتی در بین کشاورزان یک منطقه نیز که مدیریت‌های متفاوتی را اعمال می‌کنند، قابل مشاهده است. بنابراین، با توجه به نیاز بالای بخش کشاورزی به آب از یک سو و کاهش کمی و کیفی منابع آب از سوی دیگر، لازم است در جهت ارتقاء بهره‌وری آب گام‌های مؤثری برداشته شود (Karimi & Jalini, 2017). تعیین و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری آب می‌تواند راهکار مناسبی جهت سیاستگذاری‌های صحیح برای تولید محصولات کشاورزی و غیرکشاورزی در راستای تحصیل بیش‌ترین سود، توسعه پایدار و امنیت غذایی بوده و بدیهی است که نمی‌توان تنها به راندمان آبیاری جهت تعیین مصرف صحیح آب اکتفا کرد. Pouran *et al.* (2016) ارزش اقتصادی آب را با رویکرد حداکثرسازی بهره‌وری آب آبیاری برای پنج استان ایلام، بوشهر، آذربایجان‌غربی، اصفهان و سمنان در پنج گروه از محصولات زراعی (غلات، حبوبات، محصولات صنعتی، سبزیجات و محصولات جالیزی) با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی فازی خطی مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان دادند هرچه استان‌ها وضعیت آبی نامساعدتری داشته باشند، ارزش اقتصادی محتوی آب محصولات آن‌ها بیش‌تر است. ارزش اقتصادی محتوی آب آبی (مجموع آب‌های سطحی و زیرزمینی) محصولات استان‌های آذربایجان غربی، بوشهر، اصفهان، ایلام و سمنان با هدف بیشینه شدن بهره‌وری آب کشاورزی به ترتیب ۱۴۶۱۵ ،۴۰۶۰۸ ، ۷۲۴۰ ،۴۶۷۳ و ۳۹۲۷۴ ریال به ازای هر مترمکعب آب آبی صرف شده در امور کشاورزی است. دشت ایرانشهر یکی از مناطق مهم برای توسعه گندم و هندوانه در کشور می‌باشد. این شهرستان با ۳۰ هزار هکتار زمین زراعی و باغی یکی از عمده مراکز تولید محصولات کشاورزی در جنوب سیستان و بلوچستان است که به‌دلیل سهم عمده آن در تأمین نیاز مردم سیستان و بلوچستان به‌عنوان قطب کشاورزی استان شناخته می شود. هدف از این پژوهش تعیین ارزش واقعی آب و

بهره‌وری آب کشاورزی برای اعمال سیاست‌های لازم برای مصرف بهینه این منبع با ارزش در منطقه ایرانشهر می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

شهرستان ایرانشهر در قسمت مرکزی استان سیستان و بلوچستان واقع شده است. این شهرستان با مساحتی بالغ بر ۳۰۲۰۰ کیلومتر مربع و با ارتفاع متوسط ۵۹۱ متر از سطح دریا در فاصله ۳۴۵ کیلومتری مرکز استان سیستان و بلوچستان واقع و ۱۵ درصد وسعت استان را به خود اختصاص داده است و هم‌چنین، سومین شهر پرجمعیت استان می‌باشد. از نظر جغرافیایی بین طول‌های ۵۸ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض‌های ۲۶ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۷ دقیقه شمالی قرار دارد. ایرانشهر در قلب بلوچستان واقع شده است و یک موقعیت استراتژیک و چهارراهی دارد به‌گونه‌ای‌که از شمال و شمال‌شرقی با شهرستان‌های زاهدان و خاش، از جنوب‌شرق با شهرستان مهرستان، از جنوب با شهرستان نیکشهر و سرباز، از غرب و جنوب‌غربی با شهرستان دلگان و از شمال‌غربی با استان کرمان همسایه است. دارای آب وهوای گرم و اقلیم بیابانی گرم و خشک است. درجه حرارت این شهرستان در تابستان ۵۰ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای روزانه در تابستان ۳۷/۲ و در زمستان ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است (Hatami *et al*., 2017). این شهرستان دارای بیش از ۳۰ هزار هکتار اراضی کشاورزی می‌باشد که تحت کشت محصولات زراعی و باغی قرار دارد. از عمده محصولات زراعی آن می‌توان به گندم، هنداونه، ذرت علوفه‌ای و یونجه و از محصولات باغی به خرما و مرکبات اشاره کرد. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.




**شکل ۱– موقعیت منطقه مورد مطالعه**

**Fig. 1- Location of the study area**

## تعیین ارزش اقتصادی آب

بمنظور محاسبه ارزش اقتصادی آب دو روش پارامتری و ناپارامتری پیشنهاد شده است. در روش غیرپارامتری نیازی به تصریح مدل و بیان فرضیه‌ها نیست بلکه در این روش ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از روش‌های ریاضی در چارچوب نظریه‌های اقتصادی برآورد می‌شود. روش پارامتری که اقتصاددانان بیش‌تر از آن استفاده می‌کنند، مدل‌های متفاوت توابع تولید مانند تابع کاب داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته را در بر می‌گیرد. کاربرد روش‌های پارامتری در تعیین ارزش اقتصادی آب دارای مزایایی است از جمله این‌که در روش‌های پارامتری امکان آزمون آماری پارامترهای برآورد شده الگوهای اقتصادسنجی فراهم می‌باشد. دوم این‌که برای استفاده از روش‌های پارامتری نیاز به تعیین سقف محدودیت آب و نوع منبع آب نمی باشد. به بیان دیگر، در شرایطی که امکان تعیین بیش‌ترین آب قابل دسترس به تفکیک هر یک از منابع شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی وجود نداشته باشد، روش پارامتری راه عملی‌تری برای برآورد ارزش آب می‌باشد. از سوی دیگر، استفاده از الگوهای اقتصاد سنجی امکان بهره‌گیری از توابع گوناگون بویژه توابع انعطاف‌پذیر را بهتر و راحت‌تر از روش‌های انعطاف‌ناپذیر فراهم می‌کند (Hosseinzad *et al.*, 2013). به‌همین منظور در این پژوهش، استفاده از روش پارامتری یا اقتصادسنجی مد نظر قرار گرفته و پس از تعیین تابع تولید مناسب و تخمین آن، تابع تقاضای آب برآورد شده است. در روش پارامتری یکی از مسائلی مهم که در برآورد توابع به آن توجه می‌شود، شکل تابعی است که به‌عنوان رابطه ریاضی بین متغیرها استفاده می‌شود. در این پژوهش برای تعیین بهترین مدل تابع جهت برآورد قیمت سایه‌ای آب توابع انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر کاب داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته بررسی شدند.

فرم کلی این توابع به صورت زیر است:

(۱) تابع کاب داگلاس

$$y = \alpha \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i}$$

(۲) تابع ترانسندنتال

$$y = \alpha \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i} e^{\gamma_i \times x_i}$$

(۳) تابع ترانسلوگ

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \ln x_i + {}^{1}/_{2}\, \gamma_{ii} (\ln x_i)^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ii} (\ln x_i)(\ln x_j)$$

(۴) تابع درجه دوم تعمیم‌یافته

$$\mathrm{y} = \alpha + \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \beta_{\mathrm{i}} \mathrm{x}_{\mathrm{i}} + {}^{1}/_{2}\, \gamma_{\mathrm{ii}} (\mathrm{x}_{\mathrm{i}})^2 + \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \sum_{\mathrm{j}=2}^{\mathrm{n}} \gamma_{\mathrm{ij}} (\mathrm{x}_{\mathrm{i}})(\mathrm{x}_{\mathrm{j}}) \,,\ \mathrm{i} \neq \mathrm{j}$$

(۵) تابع لئونتیف تعمیم‌یافته

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i (x_i)^{1/2} + {}^{1}/_{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} (x_i)^{1/2} (x_j)^{1/2}$$

در هر کدام از توابع گفته شده $\beta$، $\alpha$ و $\gamma$ پارامترهای مدل، y مقدار عملکرد (تن در هکتار)، $x_i$ مقدار نهاده بکار رفته در تولید شامل: سطح زیرکشت $x_1$ (هکتار)، بذر مصرفی$x_2$ (کیلوگرم)، سم های مصرفی$x_3$ (لیتر)، کود شیمیایی $x_4$(کیلوگرم)، مقدار آب مصرفی$x_5$ (متر مکعب) می باشد. پس از برآورد توابع گوناگون، بهترین فرم تابع، با استفاده از آزمون ها و معیارهای اقتصادسنجی تعیین شد. پس از تعیین تابع تولید، ارزش اقتصادی نهاده ها با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Hosseinzad & salami, 2010):

$$VMP_w = P_Y \times MP_w = P_w \qquad (۶)$$

$$MP_w = \frac{dY}{dw} \qquad (۷)$$

$MP_w$: تولید نهایی نهاده آب $P_Y$: قیمت محصول $VMP_w$: ارزش تولید نهایی $P_w$: ارزش اقتصادی آب

در مقایسه ارزش بهره‌وری نهایی آب با قیمت بازاری آن سه فرضیه زیر وجود دارد (Pakrawan & Mehrabi Basharabadi, 2010):

۱- هرگاه ارزش تولید نهایی آب با قیمت بازاری آن برابر باشد ($VMP_{x5} = rx_5$) از نهاده آب در تولید استفاده بهینه شده است.

۲- در صورتی که ($VMP_{x5} < rx_5$) باشد، نشان‌دهنده استفاده نابهینه از نهاده آب می باشد، زیرا ارزش هر واحد تولید نهایی این نهاده کم‌تر از قیمت خرید این نهاده است و در واقع کم‌تر از ارزش خود تولید می‌کند.

۳- اگر($VMP_{x5} > rx_5$) باشد نشان می‌دهد که استفاده از این نهاده کم‌تر از حد بهینه است زیرا ارزش تولید نهایی آن بیش از قیمت بازاری آن بوده و مقرون به‌صرفه است که از این نهاده تا جایی‌که ( $VMP_{x5} = rx_5$) شود، در تولید استفاده شود.

در ادامه جهت بررسی حساسیت آب در منطقه مورد مطالعه از کشش قیمتی تقاضای آب استفاده شد. این کشش در تولید یک محصول توضیح می‌دهد که چنانچه یک درصد قیمت آب تغییر کند، تقاضا برای آب چند درصد در جهت عکس عمل خواهد کرد به‌بیان دیگر، اگر یک درصد قیمت آب افزایش یابد، تقاضا برای مصرف آب چند درصد کاهش می‌یابد. اگر مقدار قدر مطلق کشش خود قیمتی آب برای یک محصول بزرگ‌تر از یک باشد، نشان می‌دهد که سیاست‌های قیمت‌گذاری می‌تواند در کنترل مصرف بی‌رویه آب مؤثر باشد ( Pakrawan & Mehrabi Basharabadi, 2010).

برای محاسبه کشش خود قیمتی آب از تابع سود استفاده می‌شود. با توجه به تابع منتخب کاب داگلاس در این پژوهش، تابع سود به شکل زیر می‌باشد:

$$\pi = P_y (A \prod_{i=1}^{n} X_i^{\beta_i}) - (C_f - \sum_{i=1}^{5} r_i x_i) \qquad (۸)$$

از تابع سود نسبت به مقدار $x_5$ مشتق جزیی گرفته و مساوی صفر قرار می‌دهیم. معادله ۹ مشتق تابع سود را نسبت به نهاده آب نشان می‌دهد. اگر معادله ۹ را نسبت به متغیر آب حل کنیم، تابع تقاضای مشتق شده آب به صورت معادله ۱۰ بدست می‌آید (Henderson and Quandt, 1980).

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_5} = P_y \beta_5 A X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} X_4^{\beta_4} X_5^{\beta_5 - 1} - r_5 = 0 \rightarrow \frac{P_y \beta_5 y}{x_5} - r_5 = 0 \qquad (۹)$$

$$DX55 = (AP)^{\frac{1}{\gamma}} \left(\frac{\beta_1}{r_1}\right)^{\frac{\beta_1}{\gamma}} \left(\frac{\beta_2}{r_2}\right)^{\frac{\beta_2}{\gamma}} \left(\frac{\beta_3}{r_3}\right)^{\frac{\beta_3}{\gamma}} \left(\frac{\beta_4}{r_4}\right)^{\frac{\beta_4}{\gamma}} \left(\frac{\beta_5}{r_5}\right)^{\frac{1-\theta}{\gamma}} \qquad (۱۰)$$

که در آن $C_f$ مقدار هزینه‌های ثابت ، $r_i$ قیمت نهاده‌های تولیدی بررسی شده، $\gamma = 1 - \sum_{i=1}^{7} \beta_i$ و $\theta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4$ می‌باشد.

با جایگذاری معادله (۹) در فرمول کشش قیمتی تقاضا، کشش خود قیمتی نهاده آب برای بررسی سیاست قیمت گذاری به‌صورت زیر است:

$$e_{x_{55}} = \frac{\partial x_{55}}{\partial r_{55}} \times \frac{r_{55}}{x_{55}} = -\frac{\beta_{55} P_y y}{r_{55} x_5} \qquad (۱۱)$$

که در آن $x_5$ مترمکعب آب مصرفی، $r_5$ قیمت نهاده آب، $\beta_5$ ضریب متغیر آب در تابع تولید، $P_y$ قیمت محصول و y متوسط تولید می‌باشد.

## تعیین بهره‌وری مصرف آب کشاورزی

برای تعیین بهره‌وری مصرف آب کشاورزی از سه شاخص CPD و BPD و NBPD استفاده شد (Karimi & Jalini, 2017).

**شاخص CPD:** عبارت است از نسبت محصول تولید شده به حجم آب مصرف شده برای آبیاری در هکتار.

$$CPD = \frac{TP}{TW_C} \qquad (۱۲)$$

TP: مقدار محصول تولید شده (کیلوگرم در هکتار)

$TW_C$: مقدار آب مصرف شده (مترمکعب در هکتار)

هر چه این نسبت بزرگ‌تر باشد نشان‌دهنده مصرف صحیح‌تر آب است. اما نشان‌گر سود اقتصادی بیش‌تر نمی‌باشد.

**شاخص BPD:** این شاخص در واقع نسبت مقدار سود ناخالص (درآمد) در هر هکتار به ازای حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) را نشان می‌دهد.

$$BPD = \frac{TR}{TW_C} \qquad (۱۳)$$

TR: مقدار ارزش کل فروش محصول در هکتار (ریال)

بر اساس این شاخص مصرف آب باید به‌گونه‌ای باشد که مقدار سود ناخالص بدست آمده در واحد آب مصرف شده بیش‌تر باشد. در این روش هزینه تولید محصول در نظر گرفته نمی‌شود.

**شاخص NBPD:** این شاخص بهترین شاخص برای بهره‌وری مصرف آب کشاورزی یا سود خالص به‌ازای واحد آب مصرفی در هکتار می‌باشد که نه تنها مقدار سود خالص را به‌ازای واحد حجم آب مصرف شده تعیین می‌کند بلکه این شاخص اهمیت زیادی در برنامه‌ریزی الگو و ترکیب کشت در مناطق خشک مواجهه با محدودیت شدید آب دارد زیرا از راه این شاخص می‌توان منابع کمیاب آب را به کشت‌هایی اختصاص داد که با کم‌ترین واحد مصرف آب بیش‌ترین سود را نصیب بهره‌برداران کند.

$$BPD = \frac{NB}{TW_C} \qquad (۱۴)$$

NB: مقدار سود خالص (ریال در هکتار)

آمار و داده‌های مورد نیاز پژوهش از راه نمونه‌گیری تصادفی و تکمیل پرسش‌نامه توسط ۸۰ نفر از صاحبان مزارع بدست آمد. برای انجام محاسبات و تخمین معادلات و تعیین توابع از نرم افزار Eviews استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج برآورد فرم‌های گوناگون توابع تولید برای دو محصول گندم و هندوانه در جداول ( ۲و ۱) آورده شده است.

**جدول۱– نتایج برآورد فرم‌های گوناگون توابع تولید گندم**

**Table 1- Results of estimation of different forms of wheat production functions**

| متغیر Variable | کاب داگلاس Cobb Douglas | ترانسندنتال Transcendental | ترانسلوگ Translog | لئونتیف تعمیم‌یافته Generalized Leontief | درجه دوم تعمیم‌یافته Second degree generalized |
|---|---|---|---|---|---|
| عرض از مبدأ Width of origin | 1.6** | -15.77 | 1998.57 | 0.25* | -26.21** |
| X1 | | 4.36* | | 24.34 | -32.5 |
| X2 | | 0.006 | | 0.005 | -0.87 |
| X3 | | -.03 | | -0.08 | -1.05 |
| X4 | | .0002** | | 0.002* | 36.28** |
| X5 | | -0.00001 | | 3.74E-0.6 | -.12 |
| X1 لگاریتم Logarithm X1 | 1.39 | -2.9 | 564.46 | | |
| X2 لگاریتم Logarithm X2 | 0.7** | 2.92** | -312.78 | | |
| X3 لگاریتم Logarithm | -1.18** | -.04 | 22.88 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | X3 |
| | | 21.07 | 0.19** | -1.19* | X4 لگاریتم |
| | | | | | Logarithm X4 |
| | | -303.88** | 0.01 | 0.85** | X5 لگاریتم |
| | | | | | Logarithm X5 |
| | 12.7 | | | | X1 جذر |
| | | | | | SQRT X1 |
| | 0.0009 | | | | X2 جذر |
| | | | | | SQRT X2 |
| | -0.02 | | | | X3 جذر |
| | | | | | SQRT X3 |
| | 2.12E-0.5 | | | | X4 جذر |
| | | | | | SQRT X4 |
| | -1.82E-0.7 | | | | X5 جذر |
| | | | | | SQRT X5 |
| -132.4 | | 46.83 | | | X1 مجذور |
| | | | | | Squared X1 |
| 0.19 | | 31.45 | | | X2 مجذور |
| | | | | | Squared X2 |
| 1.1 | | -0.18 | | | X3 مجذور |
| | | | | | Squared X3 |
| -25.7** | | -1.4 | | | X4 مجذور |
| | | | | | Squared X4 |
| 0.0004 | | 0.19 | | | X5 مجذور |
| | | | | | Squared X5 |
| -4.1 | -0.14 | -115.34 | | | X1×X2 |
| 15.7 | 1.69** | 0.62 | | | X1×X3 |
| 28.45 | 0.018 | -0.55 | | | X1×X4 |
| 0.07 | 0.004 | -63.84 | | | X1×X5 |
| -1.15 | 0.0003 | -2.66 | | | X2×X3 |
| 1.14 | -0.0002 | -4.78** | | | X2×X4 |
| 0.005 | 6.03E-0.6 | 0.006 | | | X2×X5 |
| 5.88 | -.001 | 12.45 | | | X3×X4 |
| -.023 | -.0003 | -13.55 | | | X3×X5 |
| 0.14** | 4.16E-0.6* | 3.26** | | | X4×X5 |

** و * معنی داری به ترتیب در سطح پنج و یک درصد

significant at the level of five and one percent, respectively **and *

ماخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research finding

**جدول۲– نتایج برآورد فرم های گوناگون توابع تولید هندوانه**

**Table 2- Results of estimating different forms of watermelon production functions**

| متغیر Variable | کاب داگلاس Cobb Douglas | ترانسندنتال Transcendental | ترانسلوگ Translog | لئونتیف تعمیم‌یافته Generalized Leontief | درجه دوم تعمیم‌یافته Second degree generalized |
|---|---|---|---|---|---|
| عرض از مبدأ Width of origin | -1.37** | -36.68 | -66.41 | -4.83* | -38.24** |
| X1 | | 64.94* | | -31.27 | -43.14 |
| X2 | | -19.37 | | 26.35 | -1.46 |
| X3 | | -6.91* | | 9.18 | -2.7 |
| X4 | | -0.048** | | -0.016* | 54.25** |
| X5 | | 0.004 | | -0.0002 | -0.38 |
| X1 لگاریتم Logarithm X1 | 8.01 | -2.9 | -170.99 | | |
| X2 لگاریتم Logarithm X2 | 2.35** | 35.57** | 549.01 | | |
| X3 لگاریتم Logarithm X3 | -0.7** | 41.08 | 112.73 | | |
| X4 لگاریتم Logarithm X4 | -0.44** | 21.06** | 59.7 | | |
| X5 لگاریتم Logarithm X5 | 0.7** | -54.92 | -269.5** | | |
| X1 جذر SQRT X1 | | | | 752.7 | |
| X2 جذر SQRT X2 | | | | 11.56 | |
| X3 جذر SQRT X3 | | | | -6.97 | |
| X4 جذر SQRT X4 | | | | 4.4 E 0.5 | |
| X5 جذر SQRT X5 | | | | -3.57 E 0.6 | |
| X1 مجذور Squared X1 | | | -138.28 | | -164.7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0.35 | | -20.18 | X2 مجذور |
| | | | Squared X2 |
| 1.48 | | 47.37 | X3 مجذور |
| | | | Squared X3 |
| -30.2** | | -11.91 | X4 مجذور |
| | | | Squared X4 |
| 0.0007 | | 32.16 | X5 مجذور |
| | | | Squared X5 |
| -6.38 | 251.39 | 279.78 | X1×X2 |
| 19.64 | -89.86** | 0.62 | X1×X3 |
| 33.61 | -1.005 | -0.55 | X1×X4 |
| 0.067 | -0.005 | 349.1 | X1×X5 |
| -1.3 | -27.1 | -2.66 | X2×X3 |
| 1.84 | 0.02 | -167.33** | X2×X4 |
| 0.007 | -0.008 | 0.006 | X2×X5 |
| 6.42 | 0.069 | 159.06 | X3×X4 |
| -0.042 | 0.009 | -376.83 | X3×X5 |
| 0.2** | -4.04 E0.5* | 5.48** | X4×X5 |

** و * معنی داری به ترتیب در سطح پنج و یک درصد

significant at the level of five and one percent, respectively **and *

ماخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research finding

سپس تابع برتر با استفاده از آزمون‌ها و معیارهای اقتصاد سنجی تعیین شد (جدول ۳).

**جدول ۳ – نتایج حاصل از آزمون‌های اقتصاد سنجی جهت تعیین تابع برتر**

**Table 3- Results of econometric tests to determine the superior function**

| محصول | نام تابع Function name | تعداد ضریب‌های معنی‌دار Number of significant coefficients | آماره F Statistics F | آماره $R^2$ Statistics $R^2$ | آماره D.W Statistics of D.W |
|---|---|---|---|---|---|
| گندم Wheat | کاب داگلاس Cobb Douglas | 5 | 125.01 | 98.79 | 1.68 |
| | ترانسندنتال Transcendental | 4 | 146.1 | 97.45 | 1.93 |
| | ترانسلوگ Translog | 3 | 455.53 | 96.07 | 1.77 |
| | لئونتیف تعمیم‌یافته Generalized Leontief | 4 | 596.61 | 96.5 | 2.05 |
| | درجه دوم تعمیم‌یافته Second degree generalized | 4 | 147.7 | 97.59 | 1.58 |
| هندوانه Watermelon | کاب داگلاس Cobb Douglas | 5 | 156.04 | 98.33 | 1.24 |
| | ترانسندنتال Transcendental | 5 | 461.29 | 97.52 | 2.23 |
| | ترانسلوگ Translog | 3 | 356.06 | 98.81 | 2.03 |
| | لئونتیف تعمیم‌یافته Generalized Leontief | 4 | 275.95 | 98.94 | 2.27 |
| | درجه دوم تعمیم‌یافته Second degree generalized | 4 | 175.44 | 97.25 | 2.4 |

ماخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research finding

در مورد انتخاب تابع تولید مناسب برای گندم و هندوانه در ایرانشهر می‌توان بیان کرد که با توجه به نتایج تخمین مدل‌ها برای بررسی مشکلات نقض فروض کلاسیک (هم‌خطی، ناهمسانی واریانس، خودهمبستگی، نرمال بودن جملات پسماند و خطای تصریح) از آزمون‌های آرچ و وایت جهت بررسی ناهمسانی واریانس استفاده شد و با توجه به نتایج حاصل آزمون‌ها، همسانی واریانس همه مدل‌ها پذیرفته شد. از آزمون دوربین واتسون برای بررسی فرض خودهمبستگی استفاده شد. نتایج حاصل از آزمون D.W نیز نبود خودهمبستگی مدل‌ها را اثبات کرد. مقایسه نتایج الگوهای برآورد شده نشان دادند تمامی الگوهای برآوردی بر اساس آماره $R^2$ و نیز آماره دوربین واتسون (D.W) مشابه با یکدیگر بوده و برتری قابل توجهی ندارند، اما از آن‌جایی‌که هرچه تعداد ضرایب معنی‌دار در یک الگو بیش‌تر باشد نشان دهنده تصریح مناسب‌تر آن الگو می‌باشد، از این لحاظ الگوی کاب-داگلاس از سایر الگوها برتر می‌باشد

(Gojarati, 2002)، Mehrabi Basharabadi& Pakrawan (2010)، Fallahi *et al*. (2014) و Golzari *et al*. ( 2016) تابع کاب‌داگلاس و Islami *et al*. ( 2013) تابع درجه دوم تعمیم‌یافته را به نوان تابع برتر تولید انتخاب کردند.

با توجه به نتایج جداول ( ۲و ۱) بر اساس تابع برتر (تابع کاب‌داگلاس) می‌توان گفت با افزایش استفاده از آب به مقدار یک درصد و با فرض ثبات سایر شرایط، مقدار تولید گندم و هندوانه به‌ترتیب به اندازه ۰/۸۵ درصد و ۰/۷ درصد افزایش می‌یابد. هم‌چنین، می‌توان گفت با افزایش یک درصدی به‌کارگیری نهاده بذر مقدار تولید گندم ۰/۷ و تولید هندوانه ۲/۳۵ درصد افزایش یابد. مقدار منفی ضریب مربوط به نهاده کود و سم در هر دو محصول گندم و هندوانه نشان‌دهنده استفاده بیش از اندازه از این نهاده در تولید می‌باشد. کشش جزئی نهاده آب نشان دهنده این واقعیت است که اگر مصرف آب به‌طور میانگین یک درصد افزایش یابد، مقدار عملکرد محصول گندم به‌طور میانگین ۰/۸۵ درصد و تولید هندوانه ۰/۷ درصد افزایش خواهد یافت، اما منظور از افزایش مصرف آب لزوما افزایش در مقدار مصرف آب در واحد سطح نمی‌باشد بلکه افزایش آب قابل دسترس برای گیاه می باشد که در نهایت، افزایش بازده آبیاری را به دنبال خواهد داشت.

مجموع ضرایب برآورد شده با توجه به شکل تابع تولید، بیانگر بازدهی نسبت به مقیاس است. با توجه به این که مجموع ضرایب معنی‌دار مدل برای گندم و هندوانه به‌ترتیب معادل ۰/۷۸ و ۰/۵۴ برآورد شده است؛ لذا، بازدهی نسبت به مقیاس بهره برداران نزولی است. به‌بیان دیگر، با توجه به این‌که متغیر وابسته، مقدار تولید در واحد سطح است بنابراین، در صورت افزایش تمام نهاده‌ها به مقدار ۱۰ درصد بدون افزایش سطح زیر کشت مقدار تولید در واحد سطح گندم حدود ۸ درصد و هندوانه حدود پنج درصد افزایش خواهد یافت.

با توجه به ضرایب به دست آمده برای تابع کاب داگلاس، تابع تقاضا برای گندم به شکل ۱۵ و برای هندوانه به صورت (۱۶) زیر بدست آمد:

$$DX55 = (\frac{y}{1.6})^{\frac{1}{0.22}}(\frac{0.7}{r_2})^{\frac{0.7}{0.22}}(\frac{-1.18}{r_3})^{\frac{-1.18}{0.22}}(\frac{-1.19}{r_4})^{\frac{-1.19}{0.22}}(\frac{0.85}{r_5})^{\frac{0.85}{0.22}} \quad (۱۵)$$

$$DX55 = (\frac{y}{-1.37})^{\frac{1}{0.46}}(\frac{2.35}{r_2})^{\frac{2.35}{0.46}}(\frac{-.7}{r_3})^{\frac{-0.7}{0.46}}(\frac{-0.44}{r_4})^{\frac{-0.44}{0.46}}(\frac{0.7}{r_5})^{\frac{0.7}{0.46}} \quad (۱۶)$$

بمنظور محاسبه کشش قیمتی تقاضا، از تابع تقاضای فوق نسبت به قیمت نهاده آب مشتق گرفته و با استفاده از رابطه (۱۱) کشش خود قیمتی تقاضای آب برای گندم و هندوانه محاسبه شد.

$$e_{x_{55}} = -\frac{\beta_{55}P_y y}{r_{55}x_5} = -\frac{0.85\times14300\times3700}{11000\times3600} = -1.13 \quad (۱۷)\ \text{گندم}$$

$$e_{x_{55}} = -\frac{\beta_{55}P_y y}{r_{55}x_5} = -\frac{0.7\times7000\times40000}{11000\times14000} = -1.27 \quad (۱۸)\ \text{هندوانه}$$

مقدار کشش خود قیمتی تقاضای آب در تولید گندم۱/۱۳ و در تولید هندوانه ۱/۲۷ بدست آمد که بزرگ‌تر از یک است و با کشش بودن آن را نشان می‌دهد. بر این اساس با یک درصد تغییر در قیمت آب، تقاضا برای این نهاده در

تولید گندم ۱/۱۳ و در تولید هندوانه ۱/۲۷ درصد در جهت عکس تغییر می‌یابد. بنابراین می‌توان با سیاست‌های قیمت‌گذاری درست و به‌جا، از مصرف بیش از حد آب در تولید این محصول جلوگیری کرد.

برای قیمت پیشنهادی هر مترمکعب آب مصرفی در تولید گندم و هندوانه برای کنترل مصرف بی‌رویه این نهاده، می‌توان از قیمت سایه‌ای یا ارزش بازدهی نهایی ($VMP_{x5}$) و بهره‌وری نهایی نهاده آب ( $MP_{x5}$) که به‌ترتیب از معادله ۷ و ۶ بدست می‌آید، استفاده کرد (جدول ۴).

$$MP_{x5} = (0.85 \times \frac{3700}{3600}) = 0.87$$ (۱۹) گندم

$$VMP_{x5} = \left(0.85 \times \frac{3700}{3600} \times 14300\right) = 12441$$ (۲۰)گندم

$$MP_{x5} = (0.7 \times \frac{40000}{14000}) = 2$$ (۲۱) هندوانه

$$VMP_{x5} = \left(0.7 \times \frac{40000}{14000} \times 7000\right) = 14000$$ (۲۲) هندوانه

**جدول ۴– نتایج محاسبه کشش تولیدی و ارزش اقتصادی آب با استفاده از تابع کاب– داگلاس**

**Table 4- Results of calculation of production elasticity and economic value of water using Cobb-Douglas function**

| ارزش تولید نهایی آب (ریال) Value of final water production (Rials) | تولید نهایی آب Final production of water | کشش قیمتی آب Water price elasticity | کشش تولید Production traction | محصول product | نهاده Input |
|---|---|---|---|---|---|
| 12441 | 0.87 | 1.13 | 0.85 | گندم Wheat | آب Water |
| 14000 | 2 | 1.27 | 0.7 | هندوانه Watermelon | |

ماخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research finding

بهره‌وری نهایی آب برای محصول گندم ۰/۸۷بدست آمد که نشان می‌دهد به ازای هر مترمکعب آب اضافی، ۸۷۰ گرم تولید محصول افزایش می‌یابد. ارزش تولید نهایی آب محاسبه شده برای گندم نشان داد که با افزودن هر مترمکعب آب اضافی درآمد کشاورزان ۱۲۴۴۱ ریال افزایش می‌یابد. بهره‌وری نهایی آب برای محصول هندوانه ۲ بدست آمد که نشان می‌دهد به‌ازای هر مترمکعب آب اضافی، ۲۰۰۰ گرم تولید محصول افزایش می‌یابد. ارزش تولید نهایی آب محاسبه شده برای هندوانه نشان داد که با افزودن هر مترمکعب آب اضافی درآمد کشاورزان ۱۴۰۰۰ ریال افزایش می‌یابد. از آن‌جایی که $VMP_{x5}$> rx5 است استفاده از این نهاده کم‌تر از حد بهینه است زیرا ارزش تولید نهایی آن بیش از قیمت بازاری آن است و مقرون به‌صرفه است که از این نهاده تا جایی‌که ارزش بهره‌وری نهایی آن با قیمت بازاری آن برابر باشد، خریداری شود و در تولید استفاده شود. Chizari et al. (2011) در مطالعه خود با ارائه

یک الگوی برنامه‌ریزی آرمانی به بهینه‌سازی روند تولیدات کشاورزی و تعیین ارزش اقتصادی آب در سه منطقه زیر سد بارزوی شیروان بالاترین و پایین‌ترین ارزش اقتصادی آب در ماه‌های مهر و فروردین به‌ترتیب معادل ۲۲۷۷ و ۵۶ ریال برآورد کردند. متوسط قیمت آب مصرفی برای کشت گندم و هندوانه ۱۲۰۰۰ریال برای هر یک مترمکعب است و مقدار اختلاف بین قیمت واقعی و بازاری آب برای گندم و هندوانه به ترتیب ۴۴۱ و ۲۰۰۰ریال است. این اختلاف قیمتی می‌تواند مبلغ مناسبی برای شروع اجرای سیاست های قیمت‌گذاری باشد.

## شاخص‌های بهره‌وری مصرف آب کشاورزی

شاخص‌های بهره‌وری مصرف آب با استفاده از معادلات بیان شده به صورت جدول ۵ بدست آمد.

**جدول۵– شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی**

**Table 5- Agricultural water productivity indicators**

| نوع محصول product type | شاخصCPD CPD index (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار) ($Kg/m^3/ha$) | شاخص BPD BPD index (ریال بر مترمکعب در هکتار) (Rial/m3/ha) | شاخص NBPD NBPD index (ریال بر مترمکعب در هکتار) (Rial/m3/ha) |
|---|---|---|---|
| گندم Wheat | 1.02 | 14697 | 4975 |
| هندوانه Watermelon | 2.85 | 20000 | 12857 |

ماخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research finding

همان‌گونه که از جدول ۵ مشاهده می‌شود بهره‌وری گندم (۱/۰۲) از هندوانه (۲/۸۵) در منطقه ایرانشهر کم‌تر می‌باشد. شاخص بهره‌وری در ابتدای برنامه توسعه چهارم بین ۰/۸ تا ۰/۹ کیلوگرم بر مترمکعب بوده و در برنامه چشم‌انداز ۲۰ ساله نیز این شاخص ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب هدف‌گذاری شده است. بنابراین می‌توان بیان نمود مقدار بهره‌وری گندم از مقدار تعیین شده در چشم‌انداز توسعه نیز کم‌تر می‌باشد. لذا، نیاز است تا برای بهبود بهره‌وری آب برای این محصول استراتژیک اقدام کرد. یکی از راه‌کارها جهت افزایش بهره‌وری افزایش صورت کسر است بدون این‌که در مقدار آب مصرفی تغییری حاصل شود. در این شیوه، بدون این‌که مقدار آب کاربردی کاهش یابد، صورت کسر افزایش می‌یابد. اصلاح برنامه کودی، تغییر رقم، بهبود مدیریت‌های زراعی (زمان کاشت، روش تهیه زمین، ماشین کاشت، کنترل علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها) راه‌کارهایی است که بدون کاهش آب مصرفی، سبب افزایش صورت کسر و در نتیجه بهبود بهره‌وری آب خواهد شد. هم‌چنین، کاهش هزینه‌ها و نیز انجام اقدام‌های تکمیلی برای بهبود کیفیت محصول سبب افزایش صورت کسر می‌شود. راهکار دوم کاهش مخرج کسر یعنی اجرای برنامه کاهش آب کاربردی با شناخت رفتار فیزیولوژیک گیاهی، شناخت مصارف نامفید و انجام تمهیدات برای کنترل آن‌ها، اصلاح عملیات زراعی برای کاهش آب مصرفی مثل اصلاح تاریخ کشت، تغییر شیوه کشت مثلاً اجرای کشت نشایی، اصلاح

آرایش کشت، اصلاح روش آبیاری از رو ش‌های سنتی به سامانه‌های نوین آبیاری می‌باشد (Abbasi *et al*., 2014). مقدار شاخص BPD که نشان‌دهنده بالاترین ارزش ناخالص تولیدی به ازای واحد آب مصرفی می‌باشد، برای گیاه گندم ۱۴۶۹۷ ریال بر مترمکعب در هکتار به‌دست آمد که در مقایسه با مقدار این شاخص برای هندوانه ۲۶/۵۱ درصد کم‌تر می‌باشد. شاخص NBPD که نسبت سود هر محصول را به ازای هر واحد آب مصرفی نشان می‌دهد برای گندم ۴۹۷۵ ریال بر متر مکعب در هکتار و برای هندوانه ۱۲۸۵۷ ریال بر متر مکعب بر هکتار بدست آمد. و این نشان می‌دهد کشاورز به ازای هر واحد آب مصرفی برای محصول هندوانه سود بیش‌تری بدست می‌آورد. Karimi & Jalini (2017) بهره‌وری مصرف آب را برای محصولات استان خراسان بدست آوردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان دادند شاخص بهره‌وری برای محصولات گندم، یونجه، جو و خیار پایین‌تر از متوسط کشوری می‌باشد و محصولات گوجه فرنگی، چغندرقند و سیب‌زمینی بالاترین شاخص را دارا می‌باشند و باید در اولویت کشت در منطقه خراسان قرار گیرند.

## نتیجه گیری و پیشنهادها

این پژوهش با هدف تعیین ارزش اقتصادی و بهره‌وری مصرف آب برای دو محصول عمده هندوانه و گندم در منطقه ایرانشهر انجام شد. تابع کاب‌داگلاس به عنوان تابع برتر برای هر دو محصول در منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. نتایج محاسبه ارزش اقتصادی آب نشان داد ارزش اقتصادی برآورد شده برای گندم و هندوانه به ترتیب ۱۲۴۴۱ ریال و ۱۴۰۰۰ ریال بدست آمد که در مقایسه با آب بهای آب (۱۲۰۰۰ ریال) ۳/۵ و ۱۴/۳درصد بیشتر است. این اختلاف زیاد نهاده آب نشان می‌دهد که آب به‌صورت ارزان و با قیمت کم در اختیار کشاورز قرار می‌گیرد و این موضوع سبب می شود، مقدار تقاضا برای این نهاده مهم در تولید این محصول افزایش یابد. کشش خود قیمتی تقاضای مشتق شده آب به‌ترتیب برای گندم و هندوانه ۱/۱۳- و ۱/۲۷- بدست آمد که نشان‌دهنده اهمیت آن در سیاست‌های قیمت‌گذاری برای کنترل مصرف آب است. هم‌چنین، نتایج نشان دادند مقدار بهره‌وری مصرف آب در منطقه برای گیاه گندم (۱/۰۲) نسبت به هندوانه (۲/۸۵) پایین می‌باشد و حتی از مقدار این شاخص برای چشم انداز ۲۰ ساله توسعه (۱/۶) نیز کم‌تر می‌باشد. بمنظور بهبود بهره‌وری مصرف آب، لازم است توجه کافی به ارتقای وضعیت موجود دو مولفه اصلی بهره‌وری یعنی مقدار آب مصرفی و مقدار تولید به ازای واحد حجم آب مصرف شده به‌عمل آید و از آن‌جا که آب ارزش اقتصادی دارد، در همهٔ مصارف بخش کشاورزی بایستی نگاه به آن به منزلهٔ کالایی اقتصادی باشد. تخصیص کارآمد و بهینه‌تر آب از راه مدیریت دقیق و به‌کار بستن روش‌ها و روش‌های کاهنده مصرف آب در آبیاری صورت پذیرد تا هم کشاورز متحمل هزینه‌های اضافی نشود و هم اثر نامطلوبی بر تولید نداشته باشد. همین‌گونه، در مناطق خشک و بیابانی، که محدودیت آب شدیدتر است، تغییر شیوه آبیاری از روش‌های سنتی به روش‌های نوین و تحت فشار و آموزش کشاورزان دربارهٔ مقدار مصرف بهینهٔ نهاده‌ها، چگونگی استفاده و زمان درست بکارگیری آن‌ها با مشارکت کارشناسان خبره و کشاورزان باتجربه کمک مؤثری در این امر است.

## سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه زابل انجام شده است. کد پژوهانه UOZ-GR-9719-30

***Refrences***


Abbasi, F., Naseri, A., Sohrab, F., Baghani, J., Abbasi, N., & Akbari, M. (2014). Improving water efficiency. Publisher: Agricultural Research, Education and Extensi Organization. 68 pages. (In Persian).

Al-Karablieh, E., Salman, Z. A., Al-Omari, S. A., Wolf, H., Al-Assad, A. T., Hunaiti, A. D., & Subah, M. A. (2012). Estimation of the economic value of irrigation waterin jordan. Agriculture Science and *Technology. B2*: 487-497.

Chalfant, J.A. (1984). Comparison of alternative functional forms with application to agricultural input data. *American Journal of Agricultural Economics, 66*: 216-220.

Chizari, A.M., Sharzei, Gh., & Keramatzadeh, A. (2011) .Determining the economic value of water with an ideal planning approach (Case study: Barzoo Shirvan Dam), *Journal of Economic Research, 71*:39-66. (In Persian).

Fallahi, A., Khalilian, p., & Ahmadian, M. (2014). Extraction of demand functions and determination of economic value of water in the production of major crops in Seydan Farooq plain of Marvdasht city. *Journal of Agricultural Economics and Development, 23 (90)*: 1-26. (In Persian).

Gojarati, D. N. (2002). Basic Econometrics, 4th Editions, publish by Tata McGraw-Hill.

Golzari, Z., Ishraqi, F., & Keramatzadeh, A. (2016). Estimation of economic value of water in wheat production in Gorgan. *Journal of Water Research in Agriculture, 60(4):*458-466. (In Persian).

Hatami, D., Rahimi, W., & Musaipour, M. (2017). An Analysis of the Role of Middle Cities in Balancing the Urban Network, Case Study: Iranshahr City. *Journal of Urban Development Studies, 1(3):*49-64. (In Persian).

Henderson J. M., & Quandt, R. E. (1980). Microeconomic theory a Mathematical approach. Third Edition.

Hosseinzad, J., & Salami, H. (2010). Selection of production function to estimate the economic value of agricultural water a case study of wheat production. *Journal of Agricultural Economics and Development, 48*:53-84. (In Persian).

Hosseinzad, J., Salami, H., & Sadr. (2013). Estimation of economic value of water in crop production using flexible production functions Case study: Maragheh-Bonab plain. *Journal of Agricultural Knowledge, 17(2)*:1-14. (In Persian).

Huang, Q., Rozelle S., & Howitt, R. (2008). The efficient use of data in estimating production technology: Trading off precision and heterogeneity. Working papers, Department of applied economics, University of Minnesota.

Islami, A., Mehrabi, A.A., Zehtabian, Gh., & Ghorbani, M. (2013). Estimation of agricultural water demand function of pomegranate orchards in Charkhab village of Yazd. *Journal of Rangeland and Watershed Management Iranian Journal of Natural Resources, 66(1):*17-27. (In Persian).

Karimi, M., & Jalini, M. (2017). Investigation of agricultural water productivity indices in important agricultural products of Mashhad plain. *Journal of Water and Sustainable Development, 4(1)*: 133-138. (In Persian).

Keramatzadeh, A., Chizari, A., & Mirzaei, A. (2004). Determining the economic value of agricultural water using the model of optimal cultivation model of combined

agriculture and horticulture (Case study: Barzoo Shirvan Dam. *Agricultural Economics and Development, 54*: 33-60. (In Persian).

Mansoori, M., & Ghiasi, A. (2002). Estimating the cost price of agricultural water at the foot of reservoir dams with an engineering economics approach (Case study: Buchan, Mahabad and Barun reservoir dams in West Azerbaijan). *Agricultural Economics and Development, 37*: 171-191. (In Persian).

Pakrawan, M., & Mehrabi Basharabadi, H. (2010). Determining the economic value and water demand function in sugar beet production in Kerman province. *Iranian Journal of Water Research, 6*:83-90. (In Persian).

Parhizkari, A., & Badi Barzin, H. (2017). Determining the economic value of water and simulating the behavior of farmers in Takestan region in reducing agricultural water resources. Water Research in Agriculture, *Journal of Water Research in Agriculture, 31(1):*106-118. (In Persian).

Pouran, R., Raghfar, H., Ghasemi, A., & Bazazan, F. (2016). Calculating the economic value of virtual water with the approach of maximizing irrigation water efficiency. *Iranian Journal of Applied Economic Studies. 6(21):*189-212. (In Persian).

Shajari, Sh., Barikani, A., & Amjadi, A. (2007). Water demand management using water pricing policy in Jahrom groves: A case study of royal dates. *Agricultural Economics and Development, 65:* 55-72.

Sherzei, Gh., & Amir Timuri, S. (2011). Determining the economic value of groundwater: A case study of Ravar city. *Economic Research, 47(1):*113-128. (In Persian).

Sun, T., Huang, Q., & Wang, J. (2018).Estimation of Irrigation Water Demand and Economic Returns of Water in Zhangye Basin. *Water. 10(19):*2-21.