

## برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم در شهرستان گرگان

زهرا گلزاری، فرشید اشراقی<sup>۱\*</sup> و علی کرامت زاده

دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

[zahragolzary69@yahoo.com](mailto:zahragolzary69@yahoo.com)

استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

[f\\_eshraghi@yahoo.com](mailto:f_eshraghi@yahoo.com)

استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

[alikeramatzadeh@yahoo.com](mailto:alikeramatzadeh@yahoo.com)

### چکیده

قیمت گذاری آب یکی از مهم ترین ابزارهای اقتصادی برای مدیریت تقاضای روز افزون آب در بخش کشاورزی است. در این راستا، هدف این مطالعه، تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی از دید تقاضاکنندگان با استفاده از رهیافت تابع تولید در مزارع گندم شهرستان گرگان در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ می باشد. در این مطالعه، برای تعیین ارزش اقتصادی آب، توابع انعطاف پذیر و انعطاف ناپذیر مورد استفاده قرار گرفت. پس از برآورد این توابع، به منظور انتخاب بهترین شکل تابع تولید گندم، از فرض های کلاسیک و آزمون های اقتصاد سنجی استفاده شد، بر اساس نتایج، تابع کاب-داگلاس به عنوان تابع تولید برتر انتخاب و ارزش اقتصادی آب معادل ۱۵۶۴/۵ ریال به ازای هر متر مکعب برآورد گردید. همچنین قدر مطلق کشش خود قیمتی تقاضای آب برای گندم ۱/۲۸ برآورد گردید و بزرگتر از یک بودن مقدار این کشش نشان می دهد که سیاست های قیمتی می توانند عامل مهمی در کنترل مصرف غیر بهینه این نهاد با ارزش باشند.

واژه های کلیدی: قیمت سایه ای، تابع تولید، کشش خود قیمتی تقاضا، تابع کاب-داگلاس.

۱ - آدرس نویسنده مسئول: گرگان، میدان بسیج، گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، کد پستی ۴۳۶۴-۴۹۱۸۹.

\* دریافت: خرداد ۱۳۹۵ و پذیرش: شهریور ۱۳۹۵

## مقدمه

آب گرانبهاترین ثروتی است که در اختیار بشر قرار گرفته است، به خصوص در مناطق خشک که سطح وسیعی از کشور ما را در بر گرفته است. با توجه به اقلیم خشک کشور و با در نظر گرفتن خشکسالی‌های اخیر اهمیت آب به عنوان یک نهاده حیاتی بیش از پیش مشخص می‌شود و در صورتی که بر اساس مبانیتوسعه پایدار برای منابع آب برنامه ریزی نکنیم در آینده کشور با معضلات غیر قابل حلی مواجه خواهد شد. از طرف دیگر نظر به اینکه بخش عمده منابع آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، یکی از اساسی‌ترین نیازهای تحقیقاتی کشور مسائل مربوط به آب و آبیاری در این بخش می‌باشد.

در شرایطی که جوامع با بحران افزایش جمعیت روبرو بوده و منابع آب نیز برای تأمین نیازهای غذایی این جمعیت رو به رشد با نرخ فزاینده، کافی نیست، راهکارهای قابل ملاحظه در راستای استفاده بهینه از این منابع ارزشمند، افزایش میزان منابع در دسترس و افزایش بهره‌وری استفاده منابع آبی است. به دلیل محدود بودن منابع آبی، روش اول چندان قابل توجه نیست، اما روش دوم از لحاظ منطقی صحیح‌تر به نظر می‌رسد و این احتمال وجود دارد که با بکارگیری شیوه‌های مختلف، بتوان بهره‌وری استفاده از منابع را بالا برد و با استفاده از منابع موجود، حداکثر منفعت را حاصل کرد. یعنی در واقع با تغییر در مدیریت منابع آب و حرکت از مدیریت بر مبنای عرضه به مدیریت بر مبنای تقاضا و اصلاح نظام قیمت گذاری مبتنی بر ارزش اقتصادی آب، که یکی از کارآمدترین ابزارهای مدیریت تقاضا است، می‌توان بر مشکلات و چالش‌های موجود فائق آمده و از اتلاف این منبع ارزشمند به خصوص در بخش کشاورزی به عنوان عمده‌ترین مصرف کننده آب‌های شیرین جلوگیری کرد (چیزدی و همکاران، ۱۳۸۴).

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 فایده یا ارزش تولید نهایی توزیع گردد. نقش دیگر قیمت آب، ایجاد انگیزه برای صرفه جویی در مصرف آب و جلوگیری از اسراف با اتلاف آن است (سلطانی و زیبایی، ۱۳۷۵). در واقع یکی از بهترین سیاست‌ها و روش‌ها جهت حفظ منابع آبی، سیاست قیمت‌گذاری صحیح آب در بخش‌های مختلف است تا بتوان از یک الگوی بهینه در مصرف آن بهره برد. بنابراین اگر به آب، به عنوان یک کالای اقتصادی نگاه شود، باید برای آن مثل کالاهای دیگر، قیمت گذاری صحیح صورت گیرد (صنوبر، ۱۳۷۵).

مطالعه حاضر در پی برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی در تولید محصول گندم در شهرستان گرگان است. گندم همواره به عنوان محصول استراتژیک در کشور محسوب می‌شود. سطح زیر کشت گندم آبی در ایران در سال (۹۳-۱۳۹۲) حدود ۲۲۵۶ هزار هکتار و کل تولید این محصول در حدود ۷۰۷۸ هزار تن و عملکرد آن در کشور به طور متوسط ۳۱۳۸ کیلوگرم در هکتار است. استان گلستان حدود ۷ درصد سطح زیر کشت گندم کشور را به خود اختصاص داده است. این محصول با سطح زیرکشت معادل ۲۴۱۶۰ هکتار در رتبه نخست از نظر سطح زیر کشت در شهرستان گرگان قرار دارد. متوسط عملکرد محصول گندم در شهرستان گرگان ۴۰۱۷ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (مرکز آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴). به دنبال تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی در شهرستان گرگان می‌توان با مدیریت صحیح اقتصادی، استفاده از منابع آب این منطقه به طریقی موثرتر برنامه‌ریزی شده و زمینه برای صرفه‌جویی و جلوگیری از اسراف و آلودگی این منبع مهم فراهم گردد. همچنین در مطالعه حاضر سعی شده است اهمیت انتخاب فرم تابع و تصریح درست آن با نشان دادن حساسیت تعیین قیمت نهاده آب مصرفی در تولید گندم شهرستان گرگان به انتخاب فرم‌های مختلف تابع تولید نشان داده

روش پارامتری برآورد ارزش اقتصادی آب، مبتنی بر برآورد پارامترهای الگوهای اقتصادسنجی می‌باشد. کاربرد روش‌های پارامتری در تعیین ارزش اقتصادی آب دارای مزایایی است از جمله اینکه در روش‌های پارامتری امکان آزمون آماری پارامترهای برآورد شده الگوهای اقتصادسنجی که مبنای تعیین ارزش اقتصادی آب است، فراهم می‌باشد. ثانیاً برای استفاده از روش‌های پارامتری نیاز به تعیین سقف محدودیت آب و نوع منبع آب نمی‌باشد. به عبارت دیگر در شرایطی که امکان تعیین حداکثر آب قابل دسترس به تفکیک هر یک از منابع شامل آب-های سطحی و زیرزمینی وجود نداشته باشد، روش پارامتری راه عملی‌تری برای برآورد ارزش آب می‌باشد. از طرف دیگر استفاده از الگوهای اقتصادسنجی امکان بهره‌گیری از توابع مختلف به ویژه توابع انعطاف‌پذیر را بهتر و راحت‌تر از روش‌های انعطاف‌ناپذیر فراهم می‌نماید فرم-های انعطاف‌پذیر، فرم‌های تابعی هستند که می‌توانند ناحیه سوم تولید را نیز نشان دهند و از این جهت بر فرم‌های تابعی انعطاف‌ناپذیر ترجیح دارند. (حسین‌زاد و همکاران، ۱۳۸۳).

در مطالعه حاضر هدف برآورد تابع تولید و به کارگیری پارامترهای آن برای محاسبه ارزش اقتصادی نهاده آب مصرفی در تولید گندم زراعی شهرستان گرگان می‌باشد که این محاسبه می‌تواند مبنای تعیین قیمت جدید این نهاده قرار گیرد. لذا دقت در انتخاب شکل تابع اهمیت ویژه‌ای دارد. بنابراین پس از برآورد توابع مختلف، بهترین فرم تابع، با استفاده از آزمون‌ها و معیارهای اقتصادسنجی شناسایی می‌گردد.

طبق تعریف تابع تولید، چنانچه بازار محصول و عوامل تولید رقابتی باشند، ارزش اقتصادی هر نهاده از حاصل ضرب تولید نهایی آن در قیمت هر واحد محصول بدست می‌آید. در این باره ارزش اقتصادی نهاده در تولید محصول، به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$MP_w * P_y = MVP_w = P_w \quad (1)$$

شود و از این طریق توجه بیشتر پژوهشگران دست اندرکار این گونه مطالعات تجربی به این مسئله مهم جلب شود. توجه به این نکته از آن جهت اهمیت دارد که به رغم اهمیت انکارناپذیر شکل تابع، در بسیاری از مطالعات تجربی، بخصوص در مباحث مربوط به کشاورزی، توجه کافی به انتخاب شکل مناسب توابع نمی‌شود و بیشتر پژوهشگران عمده توجه خود را به اشکال تابعی خاص معطوف می‌کنند.

از جمله مطالعات داخلی در این زمینه می‌توان به حسین‌زاد و سلامی (۱۳۸۳)، احسانی و همکاران (۱۳۸۹)، پاکروان و مهرابی بشرآبادی (۱۳۸۹)، خواجه روشنائی و همکاران (۱۳۸۹)، احسانی و همکاران (۱۳۹۱)، دهقانپور و شیخ‌زین‌الدین (۱۳۹۲) و از مطالعات خارجی می‌توان به آبرنتی و همکارانش (۲۰۰۰)، بوس‌ورث و همکارانش (۲۰۰۲)، روگرز و همکارانش (۲۰۰۲)، مدلین آزورا و همکاران (۲۰۱۰)، تنویر (۲۰۱۳) اشاره نمود.

#### مواد و روش‌ها

روش‌های ارزش‌گذاری آب را از دو بعد می‌توان بررسی کرد، از دیدگاه مصرف‌کننده و از دیدگاه تولیدکننده (صنوبر، ۱۳۷۵). روش ارزش‌گذاری آب از دیدگاه مصرف‌کننده خود به دو دسته پارامتری و غیر پارامتری تقسیم می‌شود.

#### روش‌های غیر پارامتری

در این روش ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از تکنیک‌های ریاضی در چهارچوب نظریه‌های اقتصادی برآورد می‌شود. روش‌های غیر پارامتری ارزش آب، خود به پنج گروه (۱) روش نرخ‌گذاری حاشیه‌ای، (۲) روش بودجه‌بندی، (۳) روش گاردنر، (۴) روش برنامه‌ریزی خطی و (۵) اقتصاد مهندسی تقسیم می‌شوند.

#### روش‌های پارامتری (اقتصادسنجی)

<sup>2</sup>Marginal product

$$\pi = p_y \left( A \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i} \right) - (C_f - \sum_{i=1}^4 r_i x_i) =$$

$$p_y \left( A x_{TF}^{\beta_1} x_{MA}^{\beta_2} x_{LA}^{\beta_3} x_{WA}^{\beta_4} \right) - (C_f - (r_1 x_{TF} +$$

$$r_2 x_{MA} + r_3 x_{LA} + r_4 x_{WA})) \quad (3)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_{WA}} = p_y \beta_4 A x_{TF}^{\beta_1} x_{MA}^{\beta_2} x_{LA}^{\beta_3} x_{WA}^{\beta_4-1} - r_4$$

$$= 0 \rightarrow \frac{p_y \beta_4 y}{x_{WA}} - r_4 = 0 \quad (4)$$

$$DX_{WA} = (AP)^{\frac{1}{\gamma}} \left( \frac{\beta_1}{r_1} \right)^{\frac{\beta_1}{\gamma}} \left( \frac{\beta_2}{r_2} \right)^{\frac{\beta_2}{\gamma}} \left( \frac{\beta_3}{r_3} \right)^{\frac{\beta_3}{\gamma}} \left( \frac{\beta_4}{r_4} \right)^{\frac{1-\theta}{\gamma}} \quad (5)$$

که در آن:

$\theta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$  و  $\gamma = 1 - \sum_{i=1}^4 \beta_i$  است برای استخراج کشش خود قیمتی تقاضای آب، می‌توان از معادله شماره (۴) استفاده کرد. با جایگزینی معادله شماره (۴) در فرمول کشش قیمتی تقاضا، کشش خود قیمتی نهاده آب برای بررسی سیاست قیمت گذاری به صورت معادله شماره (۶) معرفی می‌شود:

$$E_{x_{WA}} = \frac{\partial x_{WA}}{\partial r_4} * \frac{r_4}{x_{WA}} = \frac{-\beta_4 p_y y}{r_4 x_{WA}} \quad (6)$$

کشش خود قیمتی تقاضای آب توضیح می‌دهد که چنانچه یک درصد قیمت آب تغییر کند، تقاضا برای آب چند درصد در جهت عکس تغییر خواهد کرد. اگر میزان قدر مطلق کشش خود قیمتی آب برای یک محصول بزرگتر از یک باشد، نشان می‌دهد که سیاست‌های قیمت گذاری می‌تواند در کنترل مصرف بی‌رویه آب مؤثر باشد. آمار و اطلاعات مورد نیاز این تحقیق که شامل متغیرهای سطح زیر کشت، مقدار تولید، مقدار نهاده‌های مصرف شده در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت و همچنین قیمت‌ها و هزینه نهاده‌های مصرف شده است، از گندمکاران شهرستان گرگان در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ با طراحی و تکمیل پرسشنامه گردآوری شده است. جامعه آماری شامل ۸۰۹۱ بهره‌بردار گندم بود که از طریق نمونه-گیری تصادفی ساده (با خطای پنج درصد) در نهایت حجم نمونه برابر با ۸۰ تعیین شد. برای انجام محاسبات، تخمین

$$MP_w = \frac{\partial y}{\partial w} \quad (2)$$

که در آن:

$MP_w$  تولید نهایی نهاده آب،  $P_y$  قیمت محصول،  $MVP_w$  ارزش تولید نهایی و  $P_w$  ارزش اقتصادی آب است. توجه به اینکه در رابطه فوق قیمت به دست آمده تابعی از تولید نهایی آب و خود تولید نهایی مشتق تابع تولید است، پس قیمت 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. در این باره تلاش در انتخاب فرم درست امری ضروری برای تعیین ارزش واقعی هر نهاده و از جمله نهاده آب است. همانطور که گرین و کندی بیان می‌کنند، 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 ندارد (گرین و کندی، ۱۹۹۰).

#### روش تخمین تابع تقاضا و محاسبه کشش خود قیمتی آب

هرچند در این مطالعه، فرم‌های تابعی مختلفی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱)، ولیکن چون در نهایت فرم تابعی کاب-داگلاس انتخاب گردید، بنابراین در این بخش، با توجه به تابع منتخب در این مطالعه (کاب-داگلاس) تابع سود به صورت رابطه شماره (۳) نشان داده می‌شود. در مرحله بعد از تابع سود نسبت به مقدار  $X_{WA}$  مشتق جزئی گرفته و مساوی صفر قرار می‌دهیم. معادله شماره (۴)، مشتق تابع سود را نسبت به نهاده آب نشان می‌دهد. اگر معادله شماره (۴) را برای متغیر  $X_{WA}$  حل کنیم، تابع تقاضای مشتق شده آب بدست می‌آید. تابع تقاضای محاسبه شده به صورت معادله شماره (۵) حاصل می‌شود (هندرسن و کوانت، ۱۹۸۰).

معادلات و تخمین توابع تولید از بسته نرم افزاری Eviews 7 استفاده شد.

جدول ۱- شکل و خصوصیات تعدادی از اشکال توابع

نام تابع	شکل تابعی	تولید نهایی	ام‌آکشن نهاد
کاب-داگلاس	$y = \alpha \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i}$	$\alpha \beta_i x_i^{-1} \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i}$	$\beta_i$
ترانسدنتال	$Y = \alpha \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i} e^{r_i x_i}$	$(\frac{\beta_i}{x_i} + r_i) * Y$	$(\frac{\beta_i}{x_i} + r_i) * x_i$
ترانسلوگ	$\ln(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln(x_i) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \gamma_{ii} (\ln x_i)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (\ln x_i) (\ln x_j)$	$\beta_i + \gamma_{ii} (\ln x_i) + \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (\ln x_j) (Y/x_i)$	$\beta_i + \beta_{ii} (\ln x_i) + \sum_{j=2}^n (\ln x_j)$
لئونیتف تعمیم یافته	$Y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i (x_i)^{1/2} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (x_i)^{1/2} (x_j)^{1/2}$	$(1/2 \beta_i (x_i)^{-1/2} + 1/2 \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (x_i)^{-1/2} (x_j)^{1/2})$	$(1/2 \beta_i (x_i)^{-1/2} + 1/2 \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (x_i)^{-1/2} (x_j)^{1/2})$
درجه دوم تعمیم یافته	$Y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + 1/2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (x_i)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (x_i) (x_j)$	$(\beta_i + \gamma_{ii} (x_i) + \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (x_j))$	$(\beta_i + \gamma_{ii} (x_i) + \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (x_j)) (x_i/Y)$

منبع: (حسین زاد و سلامی، ۱۳۸۳)

## نتایج و بحث

### الف) نتایج تحلیل رگرسیونی

به منظور نشان دادن تأثیر انتخاب الگوهای مختلف بر مقدار ارزش اقتصادی به دست آمده برای آب در تولید محصول گندم پنج نوع تابع تولید که شامل کاب-داگلاس، ترانسدنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونیتف تعمیم یافته به عنوان جایگزین‌های اولیه برای بیان رابطه بین عوامل تولید و مقدار تولید گندم، انتخاب و با استفاده از اطلاعات و آمار جمع آوری شده برآورد شدند که نتایج آن در جدول شماره (۲) آمده است. در توابع برآورد شده مقدار عملکرد گندم (Y) برحسب کیلوگرم در هکتار و تابعی از مجموع کود شیمیایی شامل اوره، فسفات و پتاس (TF) برحسب کیلوگرم، ماشین آلات (MA) برحسب ساعت، نیروی کار (LA) برحسب نفر روز کار و آب (WA) برحسب مترمکعب است. متغیر بذر به دلیل عدم تأثیر مناسب در الگو و بدتر شدن نتایج مدل-ها حذف شد. پارامتر  $\lambda$  مربوط به متغیر زمان آبیاری (روز

- شب) می‌باشد که به صورت متغیر کیفی وارد مدل شده است. بزرگتر از صفر بودن ضریب این پارامتر به این معنی است که آبیاری در طول شب به دلیل کاهش تبخیر آب از سطح زمین، سطوح بالاتری از عملکرد را فراهم می‌کند، به عبارت دیگر اثر مثبتی روی تولید کشاورزان خواهد داشت. از پارامترهای گزارش شده در جدول شماره (۲) برای محاسبه کشش‌های تولیدی و قیمت سایه‌ای آب استفاده گردیده است. هر چند ارزش اقتصادی برآوردی از طریق تابع تولید برتر مناسب‌ترین و منطقی‌ترین قیمت مبناء برای آب خواهد بود ولی به منظور بررسی پیامدهای انتخاب مدل نامناسب این تصمیم‌گیری، ارزش اقتصادی آب و کشش تولیدی آب از طریق تمامی الگوها برآورد شده و مورد مقایسه قرار گرفته است. با توجه به توابع تولید بدست آمده، ارزش اقتصادی و کشش تولیدی نهاده‌ی آب در تولید گندم علاوه بر مقدار مصرف خود آب تابعی از مقادیر عوامل کود، ماشین آلات و نیروی کار می‌باشد. به عبارتی با تغییر مقدار مصرف هر کدام از این

اقتصادی آب استفاده گردید که نتایج آن در جدول شماره (۴) گزارش شده است.

بر اساس نتایج تابع کاب-داگلاس، کشت جزئی نهاده آب معادل ۰/۱۰۱۶ محاسبه شد. سپس با استفاده از رابطه شماره (۲)، تولید نهایی آب محاسبه گردید. با توجه به اینکه قیمت تضمینی گندم در سال ۹۳- ۱۳۹۲ معادل ۱۰۵۰۰ ریال گزارش شده است، در نهایت قیمت سایه‌ای آب و یا به عبارتی ارزش اقتصادی آب در سطح متوسط سایر نهاده‌های مصرف شده در تولید گندم برابر با ۱۵۶۴/۵ ریال برای هر متر مکعب آب تعیین شد که بیشتر از قیمت پرداختی توسط کشاورزان یعنی ۱۲۰۰ ریال می‌باشد.

مجموع ضرایب برآورد شده با توجه به شکل تابع تولید، بیان‌گر بازدهی نسبت به مقیاس است. با توجه به این‌که مجموع ضرایب معنی‌دار مدل معادل ۰/۶۱ برآورد شده است، لذا بازدهی نسبت به مقیاس بهره‌برداران نزولی است. به عبارت دیگر، با توجه به این‌که متغیر وابسته، میزان تولید در واحد سطح است بنابراین، در صورت افزایش تمام نهاده‌ها به میزان ۱۰ درصد بدون افزایش سطح زیر کشت میزان تولید در واحد سطح حدود شش درصد افزایش خواهد یافت.

کشت جزئی نهاده آب نیز مبین این واقعیت است که اگر مصرف آب به طور متوسط یک درصد افزایش یابد، میزان عملکرد گندم نیز به طور متوسط معادل ۰/۱۰۱۶ درصد افزایش خواهد یافت. اما منظور از افزایش مصرف آب لزوماً افزایش در مقدار مصرف آب در واحد سطح نمی‌باشد، بلکه افزایش آب قابل دسترس برای گیاه با استفاده از روش‌های آب اندوز می‌باشد که در نهایت افزایش بازده آبیاری را به دنبال خواهد داشت، چرا که بر اساس نمونه‌ها، در منطقه مورد مطالعه، مقدار آب مصرفی به طور متوسط ۲۷۳۰/۹۶ متر مکعب در هکتار می‌باشد.

نهاده‌ها ارزش اقتصادی آب و کشت تولید آن تغییر خواهد یافت. نتایج محاسبات در جدول شماره (۳) گزارش شده است.

همانطور که در جدول مشاهده می‌شود ارزش اقتصادی برآورد شده آب و کشت‌های تولیدی آن‌ها در الگوهای مختلف تولید به ازاء هر متر مکعب آب بسیار متفاوت می‌باشد. بیشترین قیمت برآوردی برای تابع لئونتیف تعمیم‌یافته برابر با ۸۸۹۳/۵ ریال و کمترین آن متعلق به تابع ترانسندنتال با ۱۱۲۸/۷ ریال می‌باشد. همانگونه که جدول شماره (۳) نشان می‌دهد، بسته به انتخاب فرم تابعی به مقدار ۷۷۶۴/۸ ریال اختلاف در قیمت آب می‌تواند ایجاد شود. همچنین عملکرد توابع از لحاظ بیان روابط تولیدی موجود، نه تنها بین توابع انعطاف‌پذیر (ترانسلوگ، لئونتیف تعمیم یافته و درجه دوم تعمیم یافته) و انعطاف‌ناپذیر (کاب-داگلاس و ترانسندنتال) بلکه بین فرم‌های انعطاف‌پذیر نیز متفاوت است. به طوری که قیمت سایه‌ای نهاده آب در بین این توابع از ۸۸۹۳/۵ ریال تا ۱۸۹۰ ریال در نوسان می‌باشد. این نکته مبین این واقعیت است که حتی انعطاف‌پذیر بودن یک تابع نیز برای انتخاب مستقیم آن به عنوان تابع تولید کافی نیست، بلکه برآورد فرم‌های مختلف تابعی و انتخاب فرم برتر بر اساس آزمون‌ها و معیارهای اقتصادسنجی امری ضروری است. مقایسه نتایج الگوهای برآورد شده نشان می‌دهد تمامی الگوهای برآوردی از لحاظ توضیح دهنده‌گی بر اساس آماره  $R^2$  و نیز آماره‌ی دوربین واتسون (D.W) مشابه با یکدیگر بوده و برتری قابل توجهی ندارند. پس از بررسی و انجام آزمون‌های نقض فروض مشخص گردید که هیچ یک از توابع 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، از این لحاظ الگوی کاب-داگلاس از سایر الگوها برتر می‌باشد. از پارامترهای برآورد شده این تابع (کاب-داگلاس) برای محاسبه کشت تولیدی نسبت به نهاده آب و ارزش

جدول ۲- نتایج برآورد فرم‌های مختلف توابع تولید گندم

متغیر	کاب-داگلاس	ترانسدنتال	ترانسلوگ	لئونتیف تعمیم یافته	درجه دوم تعمیم یافته
عرض از مبدأ	۶***	۸/۹۰***	۲۰/۱۸***	۳۵۲/۹۱	۱۳۹۶/۸۶**
X <sub>TF</sub>		۰/۰۰۰۴		۱۴/۵۴	۰/۶۱
X <sub>MA</sub>		۰/۰۱۱		۹۹۵/۴۶*	۰/۱۰۴۲
X <sub>LA</sub>		۰/۰۰۲		۱۷۴/۲۲	۳۴۸/۳۶***
X <sub>WA</sub>		۰/۰۰۰۱**		۲/۵۷**	۰/۰۴۸
X <sub>TF</sub> لگاریتم	۰/۰۸***	۰/۰۰۷	۰/۲۳		
X <sub>MA</sub> لگاریتم	۰/۱۶**	۰/۰۰۴	۰/۹۴		
X <sub>LA</sub> لگاریتم	۰/۱۳***	۰/۳۳***	۱/۸۹***		
X <sub>WA</sub> لگاریتم	۰/۱۰**	۰/۲۰	۰/۷۲*		
X <sub>TF</sub> جذر				۲۸/۳۵	
X <sub>MA</sub> جذر				۰/۰۳/۵۵*	
X <sub>LA</sub> جذر				۳۳۱/۵۱***	
X <sub>WA</sub> جذر				۰/۱۶۹/۲۹*	
X <sub>TF</sub> مجذور			۰/۲۴		۰/۰۱**
X <sub>MA</sub> مجذور			۰/۷۸		۱۶/۲۵*
X <sub>LA</sub> مجذور			۰/۰۷		۰/۶۱۹
X <sub>WA</sub> مجذور			۰/۳۱**		۰/۰۰۰۱
X <sub>MA</sub> X <sub>TF</sub> اثر متقابل		۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱۶/۸۷	۰/۲۶**
X <sub>TF</sub> X <sub>LA</sub> اثر متقابل		۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱۲/۶۳*	۰/۳۳**
X <sub>TF</sub> X <sub>WA</sub> اثر متقابل		۰/۰۵	۰/۰۵	۳/۹۸	۰/۰۰۰۷
X <sub>MA</sub> X <sub>LA</sub> اثر متقابل		۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۵۷۷/۷۳	۰/۳۳۷
X <sub>MA</sub> X <sub>WA</sub> اثر متقابل		۰/۰۶	۰/۰۶	۲۸/۱۷	۰/۰۱
X <sub>LA</sub> X <sub>WA</sub> اثر متقابل		۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۱۷/۰۶	۰/۰۰۲
λ	۰/۱۴***	۰/۱۵***	۰/۱۶***	۶۸۵/۰۱***	۶۹۸/۴۱***
R <sup>2</sup>	۰/۷۰	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۲	۰/۷۳
F	۳۸/۲۴***	۲۵/۶۰***	۱۵/۸۷***	۱۴/۵۷***	۱۵/۴۷***
D.W	۱/۹۹	۲/۰۰	۱/۸۹	۱/۸۱	۱/۷۶
df	۷۵	۷۱	۶۵	۶۵	۶۵

منبع: یافته‌های تحقیق

\*\*\*, \*\*, \* و \* به ترتیب معنی دار در سطح یک، پنج و ۱۰ درصد

جدول ۳- ارزش اقتصادی آب بر اساس فرم‌های تابع تولید مختلف

ردیف	تابع	ارزش اقتصادی آب (ریال)	کشش جزئی تولید نهاده آب
۱	لئونتیف تعمیم یافته	۸۸۹۳/۵	۰/۵۷۵
۲	ترانسلوگ	۲۶۰۴	۰/۱۶۹
۳	درجه دوم تعمیم یافته	۱۸۹۰	۰/۱۲۲
۴	کاب-داگلاس	۱۵۶۴/۵	۰/۱۰۱۶
۵	ترانسدنتال	۱۱۲۸/۷	۰/۰۷۳

منبع: یافته‌های تحقیق

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

کشش تولید نسبت به نهاده آب	۰/۱۰۱۶
تولید نهایی آب	۰/۱۴۹
ارزش تولید نهایی آب (ریال)	۱۵۶۴/۵

منبع: یافته‌های تحقیق

بزرگتر از یک است (۱/۲۸) و با کشش بودن آن را نشان می‌دهد. لذا می‌توان از سیاست‌های قیمت‌گذاری درست و بجا، برای کنترل مصرف بیش از حد آب در تولید این محصول جلوگیری کرد.

#### نتیجه‌گیری

نتایج مقایسه فرم‌های مختلف تابعی حاکی از آن است که انعطاف پذیر بودن یا نبودن یک فرم تابعی نمی‌تواند شرط کافی برای انتخاب آن باشد بلکه در هر مورد باید فرم‌های متعدد آزمون شود و فرم برتر بر اساس معیارهای مناسب (همچون آماره  $R^2$  و آمار هیدورین واتسون (D.W)، تعداد ضرایب معنی‌دار و ...) مشخص گردد. ارزش اقتصادی محاسبه شده برای نهاده آب با استفاده از پارامترهای الگوی کاب-داگلاس، به عنوان یک الگوی برتر در بیان ساختار تولد گندم در منطقه مورد مطالعه، معادل ۰/۱۵ کیلوگرم گندم به قیمت سال ۱۳۹۲ است. به عبارت دیگر با توجه به این که مقدار متوسط آب مصرفی در هر هکتار گندم در این منطقه حدود ۲۷۳۱ متر مکعب و متوسط عملکرد گندم در هکتار حدود ۴۰۱۷ تن است، لذا با در نظر گرفتن ارزش اقتصادی آب معادل ۱۵۶۴/۵ ریال برای هر متر مکعب، هزینه این نهاده ۱۰ درصد ارزش تولید گندم در یک هکتار می‌شود که این سهم با توجه به قیمت‌های موجود برای نهاده آب به هفت درصد از کل ارزش تولید گندم تنزل پیدا می‌کند. بنابراین توصیه می‌شود به منظور بهبود و پایداری نظام تولید کشاورزی، با تعدیل آب‌بها بر اساس ارزش اقتصادی آب، شرایط استفاده صحیح از آب و صرفه‌جویی در مصرف این نهاده فراهم آید. این سیاست با توجه به شکاف بین قیمت حقیقی و آب‌بهای کشاورزی در کوتاه‌مدت ممکن است موجب نارضایتی کشاورزان شود و تأثیر منفی در انگیزه‌ی تولید آن‌ها بگذارد، اما در بلند مدت می‌تواند انگیزه لازم را برای استفاده از فناوری‌های آب‌اندوز ایجاد کند.

این در حالی است که نیاز خالص آبیاری گندم در این منطقه ۱۰۶۰ متر مکعب در هر هکتار است. این اختلاف نشان دهنده مصرف تقریباً ۲/۵ برابر نیاز آبی گیاه از آب می‌باشد و به نظر می‌رسد که یکی از دلایل آن پایین بودن قیمت آب باشد، اما با توجه به بازده ۳۵ درصدی آبیاری غرقابی در منطقه (سازمان جهاد کشاورزی شهرستان گرگان، ۱۳۹۳) آب قابل دسترس برای گیاه ۹۵۵/۸۳ متر مکعب در هکتار است که این میزان ۱۰۴/۱۷ متر مکعب در هکتار کمتر از نیاز خالص گندم منطقه می‌باشد، یعنی در شرایط موجود نیاز آبی گیاه به دلیل هدر رفتن آب در مزرعه به طور کامل برطرف نمی‌شود.

#### ب) نتایج برآورد تابع تقاضای آب و کشش خود قیمتی آب

جهت برآورد تابع تقاضای آب از معادله شماره (۵) استفاده شد که نتایج آن به صورت زیر است:

$$DX_{WA} = \left(\frac{y}{6}\right)^{\frac{1}{53/0}} \left(\frac{08/0}{r_1}\right)^{\frac{22/0}{53/0}} \left(\frac{16/0}{r_2}\right)^{\frac{16/0}{53/0}} \left(\frac{13/0}{r_3}\right)^{\frac{13/0}{53/0}} \left(\frac{1/0}{r_4}\right)^{\frac{63/0}{53/0}} \quad (7)$$

همچنین به منظور محاسبه کشش قیمتی تقاضا، از تابع تقاضای فوق نسبت به قیمت نهاده آب مشتق گرفته و با استفاده از رابطه شماره (۶) کشش خود قیمتی تقاضای آب به دست آمد که نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

$$E_{x_{WA}} = \frac{\partial x_{WA}}{\partial r_4} \times \frac{r_4}{x_{WA}} = -\frac{\beta_{WAPq}}{r_{WA}x_{WA}} = -\frac{0/1 \times 10500 \times 4017}{1200 \times 2731} = -1/28 \quad (8)$$

در  $x_{WA}$ ،  $r_4$ ،  $p$ ،  $q$  به ترتیب بیانگر میزان متوسط تولید گندم در گرگان، قیمت گندم، قیمت نهاده آب و میزان آب مصرفی در تولید این محصول است. مقدار  $\beta_4$  برابر با ۰/۱،  $p$  برابر با ۱۰۵۰۰ ریال،  $q$  معادل ۴۰۱۷/۰۱۷ کیلوگرم در هکتار،  $r_4$  برای گندم در منطقه مورد بررسی برابر با ۱۲۰۰ ریال (مرکز آمار و اطلاعات جهاد کشاورزی) و  $x_{WA}$  برابر با ۲۷۳۰/۹۶ متر مکعب در هکتار است. مقدار قدر مطلق کشش خود قیمتی تقاضای آب در تولید گندم



متوسط معادل ۰/۱۰۱۶ درصد افزایش خواهد یافت. اما منظور از افزایش مصرف آب لزوماً افزایش در مقدار مصرف آب در واحد سطح نمی‌باشد، بلکه افزایش آب قابل دسترس برای گیاه با استفاده از روش‌های آب اندوز می‌باشد که در نهایت افزایش بازده آبیاری را به دنبال خواهد داشت. همچنین قدر مطلق کشت خود قیمتی تقاضای آب ۱/۲۸ برآورد شد و نشان می‌دهد که سیاست‌های قیمت‌گذاری می‌توانند به عنوان اهرم مناسبی برای کنترل مصرف بی‌رویه آب در تولید محصول گندم باشد.

آگاه کردن کشاورزان نسبت به عواقب ناشی از مصرف بی‌رویه منابع آب از طریق نظام‌های آموزشی و ترویج نیز می‌تواند در راستای هدف مورد نظر کارساز باشد. همچنین ارائه تسهیلات با بهره کم و تشویق کشاورزان به استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار به منظور افزایش بازده آبیاری در جهت استفاده بهینه از آب مؤثر می‌باشد.

کشت جزئی نهاده آب معادل ۰/۱۰۱۶ بدست آمد که نشان می‌دهد اگر مصرف آب به طور متوسط یک درصد افزایش یابد، میزان عملکرد گندم نیز به طور

### فهرست منابع

۱. احسانی م. حیاتی ب. دشتی ق. قهرمان زاده م. و حسین زاد ج. ۱۳۹۱. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید جو در شبکه آبیاری دشت قزوین. نشریه دانش آب و خاک. ۲۲ (۱): ۱۸۷-۲۰۰
۲. احسانی م. حیاتی ب. و عادل م. ۱۳۸۹. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول ذرت دانه‌ای مطالعه موردی بخش مرکزی شهرستان البرز استان قزوین. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۱۸ (۷۲): ۷۵-۹۴
۳. پاکروان م. و مهرابی بشر آبادی ح. ۱۳۸۹. تعیین ارزش اقتصادی و تابع تقاضای آب در تولید چغندر قند استان کرمان. مجله پژوهش آب ایران. ۴ (۶): ۸۳-۹۰
۴. چیدری ا. سرزه‌ای غ. و کرامت زاده ع. ۱۳۸۴. تعیین ارزش اقتصادی آب با رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی مطالعه موردی: سد بارزو شیروان. مجله تحقیقات اقتصادی. (۷۱): ۳۹-۶۶
۵. حسین زاد ج. و سلامی ح. ۱۳۸۳. انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی مطالعه موردی تولید گندم. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۱۲ (۴۸): ۵۳-۷۱
۶. حسین زاد ج. سلامی ح. و صدر ک. ۱۳۸۳. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات زراعی با استفاده از توابع تولید انعطاف پذیر مطالعه موردی: دشت مراغه-بناب. دانش کشاورزی. ۱۷۲: ۱-۱۵
۷. خواجه روشنائی ن. دانشور کاخکی م. و محتشمی برزادران غ. ۱۳۸۹. تعیین ارزش اقتصادی آب در روش تابع تولید با بکارگیری مدل‌های کلاسیک و آنتروپی مطالعه موردی گندم در شهرستان مشهد. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی علوم و صنایع کشاورزی. ۲۴ (۱): ۱۱۳-۱۱۹
۸. دبرتین د. ال ۱۳۷۶. اقتصاد تولید کشاورزی. ترجمه موسی نژاد م. و نجارزاده ر. مؤسسه تحقیقات اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس.
۹. دهقانپور ح. و شیخ زین الدین ا. ۱۳۹۲. تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی در دشت یزد-اردکان استان یزد. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۲۱ (۸۲): ۴۵-۶۸
۱۰. سلطانی غ. و زیبایی م. ۱۳۷۵. نرخ‌گذاری آب کشاورزی. مجله آب و توسعه. ویژه نخستین گردهمایی علمی کاربردی اقتصاد آب. ۲۱: ۱۴-۱۲

۱۱. صنوبر ن. ۱۳۷۵. قیمت گذاری آب: مطالعه موردی سد علویان در آذربایجان شرقی. مجموعه مقالات پوستری نخستین گردهمایی علمی کاربردی آب: ۷۱-۶۵.
۱۲. گجراتی د. ۱۳۸۳. مبانی اقتصاد سنجی. ترجمه حمید ابریشمی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۱۳. وزارت جهاد کشاورزی، مرکز آمار و اطلاعات، ۱۳۹۴.
14. Abernethy, C.L., H. Sally, K. Lon Sway and C. Maman (2000), Farmer based financing of operations in the Niger valley irrigation schemes, Research report 37, Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, Available at <http://www.cgiar.org/iwmi/pubs/pub037/report37.pdf>.
15. Boswrth, B., G. Cornish, C. Perry and F.V. Steenburgen (2002), Water changing in irrigated agriculture, HR Wallingford publication, report OD, 145.
16. Greene, B. & Kennedy, P. (1990). A guide to econometrics, MIT Press, Cambridge.
17. Henderson J. M. and Quandt R. E. 1980. Microeconomic theory a Mathematical approach. Third Edition.
18. Medellin-Azuara, J., Harou, J. J. & Howitt, R. E. (2010). Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation. Science of the Total Environment, 408(23): 5639-5648.
19. Rogers, P., Silva, R. D. & Bhatia, R. (2002). Water is an economic good: How to use price to promote equality, efficiency and sustainability, Water Policy, 4: 1-17.
20. Tanveer Chowdhury, N. (2013). Marginal product of irrigation expenses in Bangladesh. Water Resources and Economics, 4: 38-51.