Gonbad Kavous University
Journal of New Approaches in
Water Engineering and Environment
Volume 1, Issue 1

Determining function of production and economic value of water in the production of wheat and barley in Ardebil plain

Rassol nouri-khajebelagh[*], Mohammadreza Khaledian [2], Mohammad Kavosi-kalashemi[3], Mohammadtaghi Azimi[4]

[1]Ph.D. candidate in Irrigation and Drainage, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
4Regional Water Expert and Researcher, Sari, Iran

Received: 22.02.2022; Accepted: 05.06.2022

Abstract

Unnecessary exploitation of water resources, especially groundwater resources, droughts, lack of protection in the use of water resources, population growth, etc. has recently led to make water input as one of the most important limiting factors in agricultural development. One ways to solve this problem is comprehensive water management. Comprehensive water management is an important economic method and values which can make a balance between supply and water demand. In this study, the production function method was used to determine the economic value of water in the production of wheat and barley products in Ardebil. Inputs were used to specify the productivity of these products, namely man-days of manpower, the cost of using machinery, the amount of nitrogen fertilizers, phosphate, potassium per kilogram per hectare, the amount of toxins used Chemicals including herbicides, fungicides and insecticides in liters per hectare, the amount of water consumed in cubic meters per hectare and the amount of seeds consumed in kilograms per hectare. EXCEL and SPSS software were used to analyze the data. The obtained results showed that the average amount of final production of irrigation water input for wheat and barley crop is equal to 0.240 and 0.268, respectively, with economic value of 3223.3 and 2813 Rials per cubic meter. Also, the highest water consumption in wheat and barley production was equal to 5200 cubic meters and 3100 cubic meters, respectively. Also, the average water consumption was equal to 4604.56 and 2793.7 cubic meters, respectively. Considering the fact that the final value of water production is more than the cost of irrigation water supply, if the price of agricultural water is not corrected, it will lead to improper harvesting and use of water resources. To prevent this issue, it is better to set the price of agricultural water based on the final value of production as a management strategy.

Keywords: Economic Value of Water, Production Function, Cobb Douglas, Water Resources, Production Input

*Corresponding author, Email: Rassolrahaii@yahoo.com

دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط‌زیست"
دوره اول، شماره اول
http:// Nawee.gonbad.ac.ir

تعیین تابع تولید و ارزش اقتصادی نهاده‌ی آب در تولید گندم و جو در دشت اردبیل

رسول نوری خواجه‌بلاغ*[1]، محمدرضا خالدیان[2]، محمد کاوسی کلاشمی[3] ، محمدتقی عظیمی[3]

[1]دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[2]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
[3]دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
[4]کارشناس آب منطقه‌ای ساری، ایران

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۱۲/۰۳؛ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۳/۱۵

چکیده

در سال‌های اخیر بهره‌برداری غیربهینه از منابع آبی به‌ویژه منابع آب زیرزمینی، خشکسالی، رعایت‌نکردن اصول حفاظت در بهره‌برداری از منابع آبی‌کشور، رشد جمعیت و غیره موجب شد تا نهاده‌ی آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی توسعه در بخش کشاورزی ایفاء نقش نماید. یکی از راه‌کارهایی که می‌تواند تا حدودی این مشکل را حل کند، مدیریت جامع آب است که روشی اقتصادی دارای اهمیت است. همچنین با ارزش‌گذاری می‌توان بین عرضه و تقاضای آب تعادل ایجاد کرد. در این مطالعه برای تعیین ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات گندم و جو از روش تابع تولید استفاده شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که متوسط مقدار تولید نهایی نهاده‌ی آب آبیاری برای محصول گندم و جو به ترتیب برابر با ۰/۲۴۰ و ۰/۲۶۸، با ارزش اقتصادی ۳۲۳۷/۳ و ۲۸۱۳ ریال بر مترمکعب است. همچنین بیشترین میزان مصرف آب در تولید گندم و جو به ترتیب برابر با ۵۲۰۰ و ۳۱۰۰ مترمکعب و میانگین مصرف آب به ترتیب برابر با ۴۶۰۴/۵۶ و ۲۷۹۳/۷ مترمکعب به‌دست آمد. با توجه به اینکه ارزش نهایی تولید آب بیشتر از هزینه‌ی تأمین آب آبیاری است، در صورت اصلاح‌نکردن قیمت آب کشاورزی باعث برداشت و استفاده‌ی بی‌رویه از منابع آبی می‌شود. برای جلوگیری از این امر بهتر است قیمت آب کشاورزی براساس ارزش نهایی تولید تنظیم شود.

کلمات کلیدی: ارزش اقتصادی آب، تابع تولید، کاب-داگلاس، منابع آبی، نهاده‌ی تولید.

* نویسنده مسئول، Email: Rassolrahaii@yahoo.com

مقدمه

افزایش جمعیت، تغییر سطح استانداردهای زندگی و کاهش ریزش‌های جوی از جمله عواملی هستند که موجب نبود توازن بین عرضه و تقاضای آب شده‌اند. ایجاد توازن بین عرضه و تقاضا نیازمند مدیریت صحیح و یکپارچه است. در هر کشور روش‌های متفاوتی برای ارزش‌گذاری آب استفاده می‌شود. این روش‌ها به تناسب وضعیت منابع آب، سابقه‌ی قیمت‌گذاری آب، گستردگی سامانه‌های آبیاری، توسعه‌ی نهادهای اجتماعی و حقوقی آب و سهم بخش کشاورزی در مصرف آب، متفاوت است و با گذشت زمان در بیشتر کشورها این روش‌ها تغییر پیدا کرده است. در کشور ما مدیریت منابع آب براساس ضوابط سیاسی- اجتماعی است که خود موجب ایجاد مشکل در تخصیص بهینه‌ی آب می شود. نظام قیمت‌گذاری نامبرده مشکلاتی از جمله بی-ارتباطی تعرفه‌ی آب کشاورزی با ارزش اقتصادی و هزینه‌ی تأمین آب دارد که باعث شده است نظام تعرفه‌ی آب کشاورزی در رسیدن به کارایی اقتصادی بهتر و کاهش تلفات آب در مدیریت منابع آب موفق نباشد. اخیراً در ایران فشار زیاد بر منابع آب، موجب توجه بیشتر به مدیریت بر اساس تقاضا در بهینه‌سازی مدیریت منابع آب شده است (Sadati et al., 2010). تغییر شیوه‌ی مدیریت منابع آب به‌سمت مدیریت براساس تقاضا با استفاده از ارزش‌گذاری اقتصادی آب، یکی از ابزارهای کارآمد در تخصیص بهینه است که در ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا نقش تعیین کننده‌ای به‌عهده دارد. در صورت تعیین صحیح ارزش اقتصادی آب آبیاری، بسیاری از موانع و مشکلات در مدیریت منابع آب از بین خواهد رفت (Ehsani et al., 2012).

مدیریت منابع آب، شامل اقدامات کلی از جمله اقدامات فنی، قانونی، مدیریتی و عملی مورد نیاز برای طراحی، توسعه، بهره‌برداری و مدیریت منابع آب با هدف ایجاد تعادل و توازن بین تقاضا برای آب و خدمات از یک سو و عرضه‌ی آب از سوی دیگر با هدف کاربری پایدار است. درواقع مدیریت آب شامل تصمیماتی است که باعث می‌شود منابع آبی با کیفیت و کمیت قابل اطمینان برای اهداف مختلف در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گیرد (Ghaderzade et al., 2018).

قیمت‌گذاری مناسب آب آبیاری در هر منطقه، نیازمند تعیین ارزش اقتصادی آب با توجه به وضعیت و محصولات زراعی منطقه مورد نظراست. در کشور به‌دلیل نبود بازار کاملی برای نهاده‌ی آب، دولت عرضه‌کننده‌ی اصلی آن است و از این رو تعیین قیمت مناسب برای تخصیص بهینه‌ی این نهاده، مستلزم به‌کارگیری روش‌های غیربازاری تعیین ارزش اقتصادی هر واحد آب است (Varziri et al., 2016).

Mousavand and Ghafari (2016)، در مطالعه‌ای که درباره‌ی محصول پیاز در حوضه‌ی آبریز زنجان‌رود با استفاده از توابع تولید انعطاف‌پذیر ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته انجام دادند، دریافتند که بهترین آزمون اقتصادسنجی در مطالعه‌ی آن‌ها تابع درجه دوم تعمیم‌یافته است. همچنین آن‌ها در مطالعه‌ی خود دریافتند که ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در تولید پیاز در حوضه‌ی آبریز زنجان‌رود ۱۷۰۷ ریالاست.

Ehsani et al (2012) ، تولید نهایی نهاده‌ی آب برای سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ برای محصول جو در دشت قزوین را با استفاده از توابع تولید بین ۰/۲ تا ۰/۳۳ به ارزش اقتصادی ۵۴۶ و ۹۴۷ ریال بر متر مکعب به‌دست آوردند. Asaadi et al (2019)، در شبکه آبیاری دشت قزوین در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ برای تعیین تولید نهایی نهاده‌ی آب در محصول گندم و کلزا از پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط کشاورزان استفاده کردند. بعد از تحلیل داده‌ها، تابع ترانسلوگ را به-عنوان تابع برتر انتخاب کردند که نتایج به‌دست آمده برای تولید نهایی نهاده‌ی آب در محصول گندم و کلزا به‌ترتیب برابر با ۰/۴۱ و ۰/۱۹ بود. Golzari et al (2016)، برای تعیین تولید نهایی نهاده‌ی آب در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ برای محصول گندم در شهرستان گرگان، توابع انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر را مورد بررسی قرار دادند که در نتیجه تابع کاب-داگلاس را به‌عنوان تابع برتر معرفی کردند که جواب به‌دست آمده برای تولید نهاده‌ی آب از این تابع برابر با ۰/۱۳۵ به ارزش ۱۵۶۴/۵ ریال بر متر مکعب بود.

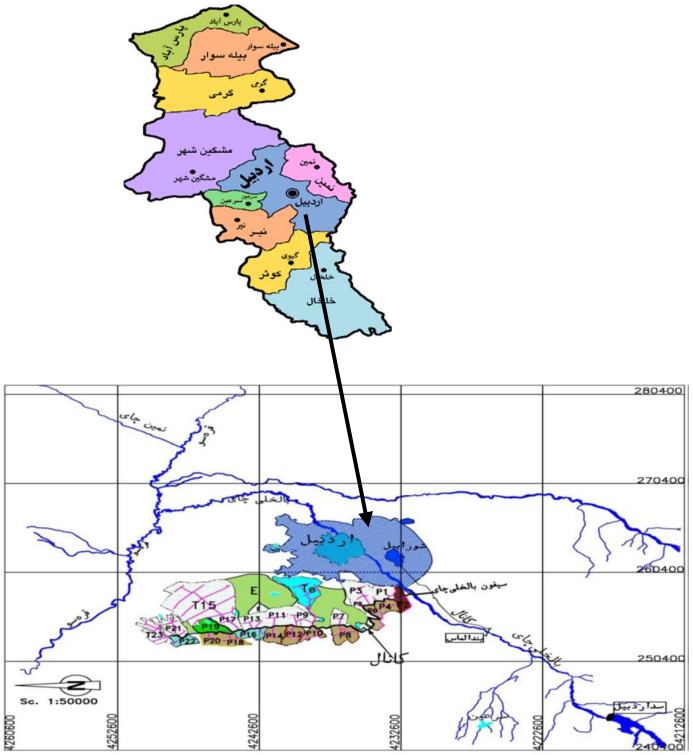
به‌دلیل سنخیت توابع تولید و داشتن تناسب با ساختار به‌روز بخش کشاورزی عمدتاً در اکثر مطالعات اقتصادی انجام شده در بخش کشاورزی از این توابع استفاده می‌شود (Salami and Hosseinzad, 2004). به همین دلیل در مطالعه‌ی حاضر نیز از توابع تولید کاب-داگلاس، ترانسلوگ، ترانسنتدال، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتینف تعمیم‌یافته برای بررسی ارزش اقتصادی آب در بخش کشاورزی براساس پارامترها و نهاده‌های برآورده شده از آن‌ها استفاده شد. از آنجا که اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری شده در این مطالعه از نوع داده‌های مقطعی و پرسشنامه‌ای است و در ضمن چون اراضی پایاب سد یامچی و قوریچای از لحاظ وسعت منطقه‌ی متوسطی به‌شمار می‌آیند که در آن منابع تأمین نهاده‌های تولیدی کشاورزان و مراکز فروش محصولات تولیدی آن‌ها چندان متفاوت نیست، در نتیجه قیمت خرید نهاده‌ها و فروش محصولات تولیدی دارای تغییرات ناچیز است؛ بنابراین به‌دلیل وجود چنین وضعیتی استفاده از روش‌های دیگر مانند روش دوگان (توابع هزینه و سود) غیرممکن است و از این‌رو از روش برآورد توابع تولید، به‌عنوان روشی مناسب‌تر برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی برای تولید محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل استفاده شده است.

روش‌های مختلفی برای تعیین قیمت آب عرضه شده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به قیمت‌گذاری براساس نوع محصول (Esmaelnia Balagatabi et al., 2018)، قیمت‌گذاری اقتصادی آب در بخش کشاورزی به روش رمزی (Falahati et al., 2012)، قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای (Ahmadpour and Sabouhi Sabuni, 2008)، برنامه‌ریزی براساس بودجه‌بندی ایستا، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت استاندارد و یا روش پسماند اشاره کرد. بیشتر پژوهش‌های انجام شده به‌طور جامع بحث مربوط به ارزش‌گذاری آب اعم از ارزش ذاتی، سود حاصل از جریان بازگشتی، سازگاری برای اهداف اجتماعی، سود خالص از استفاده‌های غیرمستقیم و ارزش برای مصرف‌کنندگان آب را به‌طور کامل در بر نمی‌گیرند.

با توجه به مطالب و مطالعاتی که پیش‌تر انجام شده است و در بالا مروری بر آن‌ها شد، راه‌کارهای متفاوتی برای برون‌رفت از مشکلات کم‌آبی وجود دارد؛ از جمله تعیین ارزش واقعی آب چه در بخش کشاورزی، بالابردن بهره‌وری آب و استفاده از سامانه‌های جدید آبیاری در بخش کشاورزی که می‌توانند کمک زیادی برای حل مشکل کم‌آبی کنند. اما تا وقتی که قیمت آب استاندارد نشود و به ارزش واقعی خود نرسد، استفاده بی‌رویه‌ی آب امری اجتناب‌ناپذیر است. هدف این مطالعه به‌دست آوردن ارزش اقتصادی و واقعی آب در دشت اردبیل و حوضه‌ی سد یامچی و قوری‌چای بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در اراضی پایاب سد یامچی و قوریچای شهر اردبیل صورت گرفت که دارای ۸۱۷۵ هکتار اراضی زیرکشت است. منطقه‌ی مورد مطالعه با توجه به میانگین بارش سالانه (۲۵۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر) که اغلب به‌صورت برف است، دارای اقلیم سرد و خشک است. از مجموع ۸۱۷۵ هکتار اراضی حدود ۳۵/۳ درصد به کشت گندم و ۱۸/۷ درصد به کشت جو اختصاص یافته‌است. شکل ۱ موقعیت دشت اردبیل را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نقشه استان اردبیل و منطقه مورد مطالعه در دشت اردبیل

برای ارزش‌گذاری اقتصادی آب آبیاری محصولات عمده‌ی زراعی در اراضی پایاب سد یامچی و قوریچای دشت اردبیل شامل گندم و جو از داده‌های مقطعی سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ استفاده شد. ابتدا حجم نمونه براساس رابطه‌ی کوکران و روش تعیین حجم Bartlett et al (2001)، مشخص شد. سپس نمونه‌گیری براساس پرسشنامه‌ی طرح شده توسط خود محقق انجام شد. پرسشنامه‌ها به تعداد ۵۰۵ پرسشنامه (گندم=۲۹۶ و جو=۲۰۹) بود که اطلاعات جمع‌آوری‌شده، شامل مقدار مصرف نهاده‌ها، مقدار تولید، هزینه و ارزش تولید است. پرسشنامه حاضر که توسط محقق ساخته شده بود از لحاظ روایی و پایایی مورد تأیید کارشناسان و خبرگان قرار گرفت.

نهاده‌های مورد استفاده در تصریح تابع عملکرد محصولات یادشده در شهر اردبیل شامل نفر-روز نیروی انسانی، هزینه‌ی استفاده از ماشین‌آلات، مقدار مصرف کودهای نیتروژن، فسفات، پتاسیم بر حسب کیلوگرم در هکتار، مقدار مصرف انواع سموم شیمیایی شامل علف‌کش، قارچ‌کش و حشره‌کش بر حسب لیتر در هکتار، مقدار آب مصرفی برحسب مترمکعب در هکتار و مقدار بذر مصرفی بر حسب کیلوگرم در هکتار است. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS استفاده شد.

همچنین، در گام دوم برای تخصیص بهینه‌ی اراضی زراعی در منطقه از نرم‌افزار لینگو و الگوی برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه استفاده شد. برخی پارامترهای مهم خاک و آب منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ و ۲ ارائه شدند.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دشت اردبیل

عامل	مشخصات
بافت خاک	لوم‌رسی
نفوذپذیری نهائی (میلی‌متر در ساعت)	۸
میانگین رطوبت قابل استفاده در خاک (میلی‌متر در متر)	۱۹۰
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۳۵
ظرفیت نگهداری مزرعه (درصد حجمی)	۳۶
نقطه‌ی پژمردگی (درصد حجمی)	۱۸
هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS/m)	۱/۴۴
اسیدیته	۷/۸۰
عمق خاک (متر)	محدودیت عمق وجود ندارد

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی آب آبیاری در دشت اردبیل

عامل	مقدار
اسیدیته	۷/۱۸
هدایت الکتریکی (dS/m)	۱/۴۹۶
کلر (mgr/lit)	۴/۴۵
کربنات (mgr/lit)	۰
بیکربنات (mgr/lit)	۶/۳۱
سولفات (mgr/lit)	۳/۹
کلسیم (mgr/lit)	۵/۵
منیزیم (mgr/lit)	۳/۲
سدیم (mgr/lit)	۵/۴۷
کل املاح محلول (mgr/lit)	۷۴۷
S.A.R.	۲/۶۳

در دست داشتن خصوصیات شیمیایی آب و خاک باعث می‌شود تا با اطلاع از نوع آب مصرفی و خاک منطقه میزان آبیاری را کنترل کرد. به‌طور مثال اگر خاک دارای شوری باشد، میزان آبشویی را باید به آبیاری اضافه کرد. برای تعیین تولید نهایی و در نهایت ارزش تولید نهایی نهاده‌ی آب، تخمین تابع تولید محصول مورد نظر ضروری است. در تخمین تابع تولید می‌توان از فرم‌های گوناگونی استفاده کرد. اشکال گوناگون تابع تولید در واقع فناوری تولید و فناوری تولید نیز چگونگی ترکیب نهاده‌های گوناگون را نشان می‌دهد. اختلاف موجود در وضعیت 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[1] درجه دوم تعمیم‌یافته[2] و لئونتیف تعمیم‌یافته[3] و انعطاف‌ناپذیر (کاب-داگلاس[4] و ترانسندنتال[5] استفاده شد. مفهوم انعطاف‌پذیری در اشکال تبعی که نخستین بار دایورت آن را مطرح کرد، عبارت است از وجود پارامترهای آزاد در یک شکل تبعی برای ارائه‌ی یک تقریب (معمولاً مرتبه دوم) از هر تابع دلخواه؛ به بیان دیگر، انعطاف‌پذیری به مفهوم قدرت یک تابع در ارائه‌ی تقریبی مرتبه‌ی دوم از هر تابع دلخواه پیرامون هر نقطه در دامنه تابع است (Salami and Hosseinzad, 2004).

[1]- Transcendental logarithmic or translog
[2]- Generalized quadratic functional
[3]- Generalized Leontief functional
[4]- Cobb-Douglas (CD)
[5]- Transcendental

در این مطالعه، از روش تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب آبیاری استفاده می‌شود ؛ چراکه داده‌های مورد

تولید رابطه‌ای فنی بین عوامل تولید و ارزش محصول در حالی است که فرض می‌کند شرایط دیگر ثابت هستند. در این روش تابع تولید که در آن آب به‌عنوان متغیر مستقل استفاده می‌شود، تخمین زده می‌شود و ارزش حاشیه‌ای آب به‌عنوان ارزش اقتصادی آن تعیین می‌شود (Debertin, 1997):

$$y=y(x_1,x_2,\ldots,x_{n-1},wat) \quad (۱)$$

$$VMP_{wat}=p_v\times MP_{wat}=p_v\times(\partial y/\partial wat) \quad (۲)$$

که در آن y و w در شرایط تولید و مصرف آب به ترتیب، X1 و Xn-1 دیگر ورودی‌های تولید هستند، py محصول نهایی آب آبیاری است و VMPwater ارزش محصول نهایی آب آبیاری و یا ارزش اقتصادی آن است. با توجه به روابط (۱)و (۲)، واضح است که ارزش کسب‌شده، تابعی از حاصل-ضرب حاشیه‌ای است و محصول نهایی از تابع تولید مشتق شده‌است. بنابراین تابع تولید اولیه در تعیین ارزش اقتصادی موثر است و هر تغییر در تابع تولید اولیه پارامترهای برآوردشده در تولید نهایی و مقدار اقتصادی محاسبه‌شده برای ورودی را تغییر می‌دهد. با این توصیف دقت در فرآیند انتخاب شکل عملکردی صحیح گام مهمی برای تعیین ارزش‌های اقتصادی هر ورودی است. در این مطالعه فرم‌های عملکردی انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر، با استفاده از نرم‌افزار اقتصادسنجی EViews برای انتخاب ویژگی برتر، بررسی و مقایسه شد. توابع انعطاف‌پذیر شامل کاب - داگلاس و توابع متعالی و توابع انعطاف‌ناپذیر شامل درجه‌دوم، ترانسلوگ و فرم‌های لئونیفیت تعمیم‌یافته برای تعیین ارزش اقتصادی آب آبیاری بررسی شدند. متغیرها در اشکال عملکردی ذکر شده عبارتند از: مقدار تولید (Y)، مصرف آب آبیاری در متر مکعب (W)، هزینه‌ی ماشین‌آلات (M)، مصرف آفت‌کش‌ها در هر لیتر (P) و مصرف کود در دستگاه (F)، و α و β به‌عنوان ضریب رگرسیون تعیین شدند.

استفاده مقطعی است و هیچ تغییر قابل‌توجهی در قیمت ورودی و محصول در طول این مطالعه وجود ندارد. تابع

دلیل انتخاب این ورودی‌ها اهمیت آن‌ها برای تولید محصولات عمده‌ی زراعی در منطقه‌ی مورد مطالعه است؛ زیرا مهم‌ترین کار در تعریف یک مدل تجربی تعیین عوامل یا ورودی‌هایی است که به‌عنوان متغیرهای مستقل در مدل تولید وارد می‌شوند. آب مصرفی با استفاده از رابطه‌ی درجه دوم بین عملکرد و آب آبیاری طبق رابطه‌ی ۳ محاسبه شد: اشکال عملکردی و توابع تولید در این مطالعه متشکل از پنج تابع بود که در زیر به آن‌ها اشاره شده‌است.

$$y= -0.0095\ X^2+14.551X-1136 \quad (۳)$$

کاب داگلاس غیرخطی: این فرم تابعی از معروف-ترین و ساده‌ترین توابعی است که در بیان روابط ساختاری در تولید، از گذشته مورد استفاده بوده و ضرورت مصرف نهاده در آن به خوبی نمایان است. این تابع، خصوصیات ضرورت، همگنی، یکنواختی، تقعر، پیوستگی، مشتق-پذیری، غیرمنفی و غیرتهی بودن را دارد. اما ثابت بودن کشش‌های تولیدی و تعیین نشدن هر سه ناحیه‌ی تولید از محدودیت‌های این تابع است(Debertin, 2002). فرم تابع کاب -داگلاس به‌صورت روابط ۴ و ۵ است:

$$y = \alpha_0 \times W^{\alpha_{wat}} \times L^{\alpha_{lab}} \times M^{\alpha_{mac}} \times F^{\alpha_{fer}} \times P^{\alpha_{pes}} \times S^{\alpha_{sed}} \quad (۴)$$

$$MP_{wat} = \alpha_0 \times \alpha_{wat} \times L^{\alpha_{lab}} \times M^{\alpha_{mac}} \times F^{\alpha_{fer}} \times P^{\alpha_{pes}} \times S^{\alpha_{sed}} \quad (۵)$$

ترانسندنتال (متعالی):

فرم تابعی متعالی تمامِ ویژگی‌های تابع نئوکلاسیک‌ها را تأمین می‌کند. کشش‌های تولیدی نهاده‌ها در این فرم ثابت نیست، ولی مقدار آن تنها به‌میزان مصرف همان نهاده بستگی دارد. از خصوصیات مطلوب دیگر این تابع آن است که بازده نسبت به مقیاس در آن ثابت نیست، بلکه بستگی به مقدار مصرف نهاده‌ها دارد. تابع متعالی شکل تغییریافته-ای از تابع کاب-داگلاس است با این تفاوت که قادر است بهره‌وری نهایی غیرثابت و منفی بودن تولید نهایی را به‌طور مجزا در هر سه ناحیه تولید نشان دهد (Halter et al., 1957). فرم تابعی متعالی به‌صورت توابع ۶ و ۷ است.

$$y = \alpha_0 \times W^{\alpha_{wat}} \times L^{\alpha_{lab}} \times M^{\alpha_{mac}} \times F^{\alpha_{fer}} \times P^{\alpha_{pes}} \times S^{\alpha_{sed}} \times \exp((\beta_{wat} \times W) + (\beta_{lab} \times L) + (\beta_{mac} \times M) + (\beta_{fer} \times F) + (\beta_{pes} \times P) + (\beta_{sed} \times S)) \quad (۶)$$

$$MP_{wat} = \alpha_0 \times \alpha_{wat} \times L^{\alpha_{lab}} \times M^{\alpha_{mac}} \times F^{\alpha_{fer}} \times P^{\alpha_{pes}} \times S^{\alpha_{sed}} \times \exp((\beta_{wat} \times W) + (\beta_{lab} \times L) + (\beta_{mac} \times M) + (\beta_{fer} \times F) + (\beta_{pes} \times P) + (\beta_{sed} \times S)) \quad (۷)$$

تابع درجه دوم تعمیم‌یافته:

معادله‌ی درجه دوم به‌طور کلی تمام شرایط تابع نئوکلاسیک را به‌جز شرط ضرورت تأمین می‌کند. اولین مشتق از این تابع هیچ محدودیتی از نظر علامت ندارد. بر اساس این تابع، اگر میزان مصرف یک ورودی یا همه آن‌ها صفر باشد، محصول صفر نخواهد بود (Green, 1993). فرم تابعی تابع درجه دوم به‌صورت توابع ۸ و ۹ است:

$$y = \alpha_0 + \alpha_{wat}W + \alpha_{lab}L + \alpha_{mac}M + \alpha_{fer}F + \alpha_{pes}P + \alpha_{sed}\,S + 0.5\,\beta_{wat}W^2 + 0.5\,\beta_{lab}L^2 + 0.5\,\beta_{mac}M^2 + 0.5\,\beta_{fer}F^2 + 0.5\,\beta_{pes}P^2 + 0.5\,\beta_{sed}S^2 + \beta_{watlab}WL + \beta_{watmac}WM + \beta_{watfer}WF + \beta_{watper}WP + \beta_{watsed}WS + \beta_{labmac}LM + \beta_{labfer}LF + \beta_{labpes}LP + \beta_{labsed}LS + \beta_{macfer}MF + \beta_{macpes}MP + \beta_{macsed}MS + \beta_{ferpes}FP + \beta_{fersed}FS + \beta_{pessed}PS \quad (۸)$$

$$MP_{wat} = \alpha_{wat} + \beta_{wat}W + \beta_{watlab}WL + \beta_{watmac}WM + \beta_{watfer}WF + \beta_{watpes}WP + \beta_{watsed}WS \quad (۹)$$

ترانسلوگ: تابع ترانسلوگ هم تمامی ویژگی‌های تابع نئوکلاسیک‌ها را تأمین می‌کند. مشتق اول این تابع، محدودیتی از نظر علامت ندارد و هر سه ناحیه‌ی تولیدی را نشان می‌دهد (Debertin, 2002). در این تابع، علاوه بر پارامترهای متغیرهای اصلی، ضرایب روابط متقابل متغیرها نیز برآورده شده، امکان ارزیابی هم‌زمان اثر آن‌ها بر هم وجود دارد. فرم تابع ترانسلوگ به‌صورت روابط ۱۰ و ۱۱ است.

$$\ln(y) = \alpha_0 + \alpha_{wat}\ln(W) + \alpha_{lab}\ln(L) + \alpha_{mac}\ln(M) + \alpha_{fer}\ln(F) + \alpha_{pes}\ln(P) + \alpha_{sed}\ln(S) + 0.5\,\beta_{wat}lnW^2 + 0.5\,\beta_{lab}lnL^2 + 0.5\,\beta_{mac}lnM^2 + 0.5\,\beta_{fer}lnF^2 + 0.5\,\beta_{pes}lnP^2 + 0.5\,\beta_{sed}lnS^2 + \beta_{watlab}\ln(W)\ln(L) + \beta_{watmac}\ln(W)\ln(M) + \beta_{watfer}\ln(W)\ln(F) + \beta_{watper}\ln(W)\ln(P) + \beta_{watsed}\ln(W)\ln(S) + \beta_{labmac}\ln(L)\ln(M) + \beta_{labfer}\ln(L)\ln(F) + \beta_{labpes}\ln(L)\ln(P) + \beta_{labsed}\ln(L)\ln(S) + \beta_{macfer}\ln(M)\ln(F) + \beta_{macpes}\ln(M)\ln(P) + \beta_{macsed}\ln(M)\ln(S) + \beta_{ferpes}\ln(F)\ln(P) + \beta_{fersed}\ln(F)\ln(S) + \beta_{pessed}\ln(P)\ln(S) \quad (۱۰)$$

$$\mathrm{MP_{wat}} = \frac{\partial \ln(y)}{\partial \ln(W)} \times \frac{y}{W} \quad (۱۱)$$

تابع لئونتیت تعمیم‌یافته: این تابع تمام خصوصیات تابع نئوکلاسیک‌ها جز شرط ضرورت را تأمین می‌کند. مشتق اول آن نیز محدودیتی از نظر علامت ندارد و سه ناحیه‌ی تولید را نشان می‌دهد. در این تابع اگر مصرف تمام نهاده‌ها صفر باشد، میزان تولید صفر است. اما اگر تنها یکی از نهاده‌ها مصرف نشود، تولید برابر صفر نیست (Debertin, 2002). فرم این تابع به‌صورت روابط ۱۲ و ۱۳ است:

$$y = \alpha_0 + \alpha_{wat}W^{0.5} + \alpha_{lab}L^{0.5} + \alpha_{mac}M^{0.5} + \alpha_{fer}F^{0.5} + \alpha_{pes}P^{0.5} + \alpha_{sed}\,S + 0.5\,\beta_{wat}W + 0.5\,\beta_{lab}L + 0.5\,\beta_{mac}M + 0.5\,\beta_{fer}F + 0.5\,\beta_{pes}P + 0.5\,\beta_{sed}S + \beta_{watlab}W^{0.5}L^{0.5} + \beta_{watmac}W^{0.5}M^{0.5} + \beta_{watfer}W^{0.5}F^{0.5} + \beta_{watper}W^{0.5}P^{0.5} + \beta_{watsed}W^{0.5}S^{0.5} + \beta_{labmac}L^{0.5}M^{0.5} + \beta_{labfer}L^{0.5}F^{0.5} + \beta_{labpes}L^{0.5}P^{0.5} + \beta_{labsed}L^{0.5}S^{0.5} + \beta_{macfer}M^{0.5}F^{0.5} + \beta_{macpes}M^{0.5}P^{0.5} + \beta_{macsed}M^{0.5}S^{0.5} + \beta_{ferpes}F^{0.5}P^{0.5} + \beta_{fersed}F^{0.5}S^{0.5} + \beta_{pessed}P^{0.5}S^{0.5} \quad (۱۲)$$

$$MP_{wat} = 0.5\alpha_{wat}W^{-0.5} + 0.5\,\beta_{wat} + \beta_{watlab}W^{-0.5}L^{0.5} + \beta_{watmac}W^{-0.5}M^{0.5} + \beta_{watfer}W^{-0.5}F^{0.5} + \beta_{watper}W^{-0.5}P^{0.5} + \beta_{watsed}W^{-0.5}S^{0.5} \quad (۱۳)$$

نتایج و بحث

ارزش اقتصادی آب آبیاری برای محصول گندم

ابتدا ۳۱۰ پرسشنامه‌ای که برای محصول گندم بود مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت که تعداد ۱۴ پرسشنامه دارای داده‌های پرت بودند که از پرسشنامه‌های موردنظر برای محصول گندم کنار گذاشته شدند و تعداد ۲۹۶ پرسشنامه باقی‌ماند که آمار توصیفی نهاده‌های مورد استفاده در تصریح تابع عملکرد گندم در دشت اردبیل برای محصول گندم در جدول ۳ ارائه شده است.

به‌منظور انتخاب فرم برتر تابع عملکرد گندم، برای محاسبه‌ی ارزش اقتصادی آب آبیاری در اراضی دشت اردبیل، پنج فرم تابعی کاب داگلاس، متعالی (ترانسندنتال)، ترانسلوگ، درجه دوم و لئونتیف تعمیم‌یافته برآورد شدند. نتایج حاصل برای شاخص‌های نیکوئی برازش، آماره‌های اطلاعات، نسبت معنی‌دار و آزمون‌های کنترل تشخیصی این فرم‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. به‌منظور انتخاب فرم تابعی تولید برتر، آزمون‌ها و معیارهای اقتصادسنجی یادشده، مورد بررسی قرار گرفت.

با استفاده از آماره‌ی جارگ-برا و آزمون‌های مربوط به تابع‌ها، فرم‌های تابعی برازش‌شده از نظر نرمال بودن توزیع جمله اخلال برای محصول گندم بررسی شدند. بر اساس این بررسی، فرم‌های درجه دوم، ترانسلوگ خطی و لئونتیف تعمیم‌یافته به دلیل نرمال نبودن اجزا اخلال کنار گذاشته شدند. پس از کنار گذاشتن این فرم‌ها، در مرحله‌ی دوم بین فرم‌های باقیمانده براساس ضرایب تعیین و نسبت ضرایب معنی‌دار مقایسه صورت گرفت. بر این اساس، الگوی کاب-داگلاس غیرخطی به‌عنوان فرم تابعی تولید برتر برای محاسبه‌ی ارزش اقتصادی آب آبیاری در مزارع گندم دشت اردبیل انتخاب شد. نتایج مربوط به مقادیر ضرایب و معنی-دار فرم تابعی برتر در جدول ۵ ارائه شد.

جدول ۳- آمار توصیفی مقدار مصرف نهاده‌ها در هر هکتار زراعت گندم دشت اردبیل

آماره	بذر(کیلوگرم)	کودشیمیایی (کیلوگرم)	سموم شیمیایی (لیتر)	ماشین آلات (ریال)	نیروی انسانی (نفر-روز)	آب (مترمکعب)	عملکرد (کیلوگرم)
کمینه	۲۰۸	۱۸۰	۱	۳۵۰۰۰۰۰	۴	۳۰۰۰	۴۰۰۰
بیشینه	۳۱۷	۳۰۰	۴	۵۵۰۰۰۰۰	۶	۵۲۰۰	۶۴۰۰
میانگین	۲۶۷	۲۴۷/۷۴	۲/۳۷	۴۵۰۷۶۰۱/۳۵	۵/۴۸	۴۶۰۴/۵۶	۵۴۴۸/۳
انحراف معیار	۲۵/۷۴	۲۹	۰/۸	۴۵۳۹۶۷	۰/۵۱	۴۵۷/۱۳	۵۰۷/۲۳
میانه	۲۵۸	۲۵۰	۲	۴۵۰۰۰۰۰	۵	۵۰۰۰	۵۴۰۰
ضریب تغییرات	۰/۰۹۶	۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۹۹	۰/۰۹

جدول ۴- مقایسه‌ی الگوهای تابعی مختلف برازش شده برای تابع عملکرد گندم دشت اردبیل

معیار	کاب- داگلاس غیرخطی	کاب داگلاس خطی	ترانسندنتال (متعالی)	درجه دوم	ترانسلوگ خطی	لئونتیف تعمیم‌یافته
ضریب تعیین	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶
نسبت ضرایب معنی‌دار	۱۰۰	۱۰۰	۶۱	۴۶	۴۶	۴۶
آماره آکایک	۱۲/۶	۱۲/۶	۱۲/۴	۱۲/۱	۱۲/۱	۱۲/۱
آزمون شوارتز	۱۲/۷	۱۲/۷	۱۲/۶	۱۲/۴	۱۲/۴	۱۲/۴
آزمون جارگ-برا	۱/۱۱	۰/۷	۵/۹۳	۱۳۳	۱۲۶/۷	۱۲۲/۴۳
(سطح احتمال)	(۰/۵۷)	(۰/۷)	(۰/۰۵۱)	(۰)	(۰)	(۰)

آزمونWhite	۳/۸	۳/۳۵	۴/۵۶	۲/۹۶	۲/۹۸	۲/۸
(سطح احتمال)	(۰)	(۰/۰۰۳)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)
آزمونBreusch	۲/۹	۳/۳۴	۴/۶	۴/۵۴	۴/۵۵	۴/۷۷
(سطح احتمال)	(۰/۰۰۹)	(۰/۰۰۳)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)

جدول ۵- نتایج برازش فرم کاب داگلاس غیرخطی برای تابع عملکرد گندم دشت اردبیل

ردیف	نماد	ضریب برآورد شده	انحراف استاندارد	آمارهt	سطح معنی داری
۱	α0	۶/۱۵	۱/۸۲	۳/۳۷	۰/۰۰۰۹
۲	αwat	۰/۲۰۳۲	۰/۰۲۴	۸/۴۸	۰
۳	αlab	۰/۲۴	۰/۰۲۷	۸/۸۳	۰
۴	αmac	۰/۲۹	۰/۰۲۷	۱۰/۷۱	۰
۵	αpec	۰/۰۳۷۳	۰/۰۰۶	۶/۴۶	۰
۶	αsed	۰/۱۲	۰/۰۲	۵/۷۲	۰
۷	αfer	۰/۰۴	۰/۰۱۶	۲/۴۴	۰/۰۱۵

نتایج حاصل نشان داد که ضرایب رگرسیون αmac, α0, αpec, αlab, αsed, αwat در سطح احتمال یک درصد آماری و αfer در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. با توجه به ضرایب رگرسیون حاصل در تابع تولید برتر، مقدار تولید نهایی نهاده آب آبیاری براساس متوسط و میانه‌ی مقدار مصرف نهاده‌ها در ۲۹۶ مزرعه‌ی گندم مورد مطالعه به‌ترتیب برابر با ۰/۲۴۰ و ۰/۲۱۷ محاسبه شد که ارزش اقتصادی آب آبیاری در زراعت گندم دشت اردبیل برابر با ۳۲۳۷/۳ ریال به‌دست آمد.

Asaadi et al (2019)، در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تولید نهایی نهاده‌ی آب در محصول گندم را برابر با ۰/۴۱ به‌دست آوردند. Golzari et al (2016)، نیز تولید نهایی نهاده‌ی آب در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ برای محصول گندم در دشت گرگان را برابر با ۰/۱۳۵ به ارزش ۱۵۶۴/۵ ریال به‌دست آوردند. همچنین در مطالعه دیگری تولید نهایی نهاده‌ی آب را ۰/۲۴ به‌دست آوردند (Mousavi-Avval et al., 2011).

ارزش اقتصادی آب آبیاری برای محصول جو

برای به‌دست آوردن ارزش‌گذاری اقتصادی آب آبیاری در زراعت جو در دشت اردبیل ابتدا ۲۳۰ پرسشنامه پخش شده بود که پس از مرتب کردن داده‌ها در نرم‌افزارهای SPSS و Excel تعداد ۲۱ پرسشنامه به‌دلیل وجود نقص و عدم اطمینان به جواب‌های داده شده حذف شد. ۲۰۹ پرسشنامه در انتها به‌عنوان پرسشنامه نهایی باقی‌ماند. آمار توصیفی نهاده‌های مورد استفاده برای محصول جو در جدول ۶ ارائه شده است.

برای انتخاب فرم برتر تابع عملکرد جو، برای محاسبه‌ی ارزش اقتصادی آب آبیاری در اراضی دشت اردبیل، فرم‌های مختلفی شامل فرم تابعی کاب-داگلاس، متعالی (ترانسندنتال)، ترانسلوگ، درجه دوم و لئونتیف تعمیم‌یافته بررسی شد. نتایج حاصل از به‌کارگیری این فرم‌ها در جدول ۷ ارائه شده است. به‌منظور انتخاب فرم تابعی تولید برتر، آزمون‌ها و معیارهای اقتصادسنجی یادشده، بررسی شد.

نتایج به‌دست آمده از فرم‌های تابعی تحلیل شده، از نظر نرمال بودن نسبت به‌توزیع جمله اخلال با استفاده از آماره‌ی جارگ-برا برای محصول جو در دشت اردبیل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی باعث شد که فرم‌های درجه دوم، ترانسلوگ خطی و لئونتیف تعمیم‌یافته به دلیل نرمال نبودن اجزا اخلال کنار گذاشته شوند. پس از کنار گذاشته شدن این فرم‌ها، در مرحله‌ی بعد بین فرم‌های باقی‌مانده براساس ضرایب تعیین و نسبت ضرایب معنی‌دار مقایسه صورت گرفت. بر این اساس، الگوی کاب-داگلاس غیرخطی به‌عنوان فرم تابعی تولید برتر برای محاسبه ارزش اقتصادی آب آبیاری در مزارع جو دشت اردبیل انتخاب شد. نتایج مربوط به مقادیر ضرایب و معنی‌دار فرم تابعی برتر در جدول ۸ ارائه شد.

جدول ۶- آمار توصیفی مقدار مصرف نهاده‌ها در هر هکتار زراعت جو دشت اردبیل

آماره	بذر (کیلوگرم)	کودشیمیایی (کیلوگرم)	سموم شیمیایی (لیتر)	ماشین آلات (ریال)	نیروی انسانی (نفر-روز)	آب (مترمکعب)	عملکرد (کیلوگرم)
کمینه	۲۰۸	۹۰	۰/۵	۱۴۰۰۰۰۰	۴	۲۰۰۰	۲۵۰۰
بیشینه	۳۱۷	۱۵۰	۲	۲۲۰۰۰۰۰	۶	۳۱۰۰	۳۷۰۰
میانگین	۲۶۲/۴۹	۱۲۳/۲۵	۱/۱۴	۱۷۹۲۳۴۴/۵	۵/۴۶	۲۷۹۳/۷	۳۲۰۹/۳۳
انحراف معیار	۲۵/۴۹	۱۴/۵۵	۰/۴۲	۱۸۰۱۱۴/۱	۰/۵۱	۲۳۸/۹۶	۲۵۲
میانه	۲۵۸	۱۲۵	۱	۱۸۰۰۰۰۰	۵	۲۹۰۰	۳۲۰۰
ضریب تغییرات	۰/۰۹۷	۰/۱۱	۰/۳۶	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۸۵	۰/۰۷۸

جدول ۷- مقایسه‌ی الگوهای تابعی مختلف برازش شده برای تابع عملکرد جو دشت اردبیل

معیار	کاب-داگلاس غیرخطی	کاب-داگلاس خطی	ترانسندنتال (متعالی)	درجه دوم	ترانسلوگ خطی	لئونتیف تعمیم‌یافته
ضریب تعیین	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵
نسبت ضرایب معنی‌دار	۸۶	۱۰۰	۴۶	۳۶	۳۶	۳۲
آماره آکایک	۱۱/۲۷	۱۱/۲۴	۱۱/۱۶	۱۰/۹۴	۱۰/۹۳	۱۰/۹۴
آزمون شوارتز	۱۱/۳۹	۱۱/۳۶	۱۱/۴	۱۱/۳۹	۱۱/۴	۱۱/۴
آزمون جارگ-برا	۰/۹۸	۰/۶۸	۲/۹۳	۶۳/۵۸	۵۲/۱۲	۵۱/۸۶
(سطح احتمال)	(۰/۶۱)	(۰/۷۱۱)	(۰/۲۳)	(۰)	(۰)	(۰)
آزمون White	۱/۰۷۳	۱/۱۹	۲/۸۳	۱/۹	۱/۹	۱/۸۴
(سطح احتمال)	(۰/۳۸)	(۰/۳۱۲)	(۰)	(۰/۷۰۰)	(۰/۷۰۰)	(۰/۰۱)
آزمون Breusch	۱/۰۷	۱/۱۴	۲/۲۵	۲/۱۷	۲/۱۶	۲/۳۳
(سطح احتمال)	(۰/۳۸)	(۰/۳۴)	(۰/۰۴)	(۰/۰۴۶)	(۰/۰۴۸)	(۰/۰۳۳)

جدول ۸- نتایج برازش فرم کاب داگلاس غیرخطی برای تابع عملکرد جو دشت اردبیل

ردیف	نماد	ضریب برآورد شده	انحراف استاندارد	آمارهt	سطح معنی‌داری
۱	α0	۹/۴۴۲۵۰۸	۲/۷۸۲۷۶۱	۳/۹۳۲۱۵	۰/۰۰۰۸
۲	αwat	۰/۲۳۱۶۸۸	۰/۰۳۰۰۷۰	۷/۷۰۴۹۰۱	۰
۳	αlab	۰/۱۸۴۶۶۲	۰/۰۲۶۶۵۰	۶/۹۲۹۱۶۵	۰
۴	αmac	۰/۲۵۰۹۷۵	۰/۰۲۸۱۸۴	۸/۹۰۵۰۰۵	۰
۵	αpec	۰/۰۳۱۴۲۸	۰/۰۰۵۴۴۳	۵/۷۷۴۴۹۶	۰
۶	αsed	۰/۰۹۲۴۴۵	۰/۰۱۹۶۳۱	۴/۷۰۹۰۹۳	۰
۷	αfer	۰/۰۲۵۹۲۴	۰/۰۱۶۹۰۲	۱/۵۳۳۸۱۰	۰/۱۲۶۶

Ehsani et al (2012)، تولید نهایی نهاده‌ی آب را برای سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ برای محصول جو را با استفاده از توابع تولید بین ۰/۲ تا ۰/۳۳ به ارزش اقتصادی ۵۴۶ و ۹۴۷ ریال بر متر مکعب و Mobtaker et al (2010) تولید نهایی را در دشت همدان ۰/۱۷ به‌دست آوردند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج، برای تولید نهایی نهاده‌ی آب و ارزش اقتصادی آب آبیاری برای محصولات گندم جو و در دشت اردبیل و مقایسه‌ی این نتایج با سایر پژوهش‌ها تا حدودی دارای هم‌خوانی بوده که اختلاف‌های جزئی متاثر از اقلیم و مدیریت زراعیاست. با توجه به اعداد به‌دست‌آمده محصول گندم با مقدار ۳۲۳۷/۳ ریال بر متر مکعب دارای ارزش اقتصادی آب بیشتری نسبت به جو است. در تابع تخمین تولید محصول گندم تمام عوامل در نظر گرفته‌شده برای تولید این محصول دارای سطح معنی‌داری کمتر از ۵ درصد به‌دست آمد که این نشان‌دهنده‌ی این است که با افزایش هر کدام از عوامل تولید اعم از نیروی کار، آب آبیاری، کودها (ازته، فسفاته و پتاسه)، سموم (آفت‌کش و حشره‌کش) و ماشین‌آلات تأثیر مثبتی در افزایش تولید محصول گندم دارند. با توجه به اینکه راندمان آبیاری در دشت اردبیل بین ۲۰ تا ۴۰ درصد است، بنابراین ضرورت دارد محصولاتی کشت شوند که دارای بیشترین ارزش اقتصادی آب باشند تا بتوان آب مصرفی را از لحاظ اقتصادی توجیه کرد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق توصیه‌های زیر ارائه می‌شود: با توجه به اینکه ارزش نهایی تولید آب بیشتر از هزینه‌ی تأمین آب آبیاری است، در صورت اصلاح‌نکردن قیمت آب کشاورزی باعث برداشت و استفاده بی‌رویه از منابع آبی می‌شود. برای جلوگیری از این امر بهتر است قیمت آب کشاورزی براساس ارزش نهایی تولید تنظیم شود. البته چون نهاده‌ی آب نهاده‌ی اصلی در تولید محصول کشاورزی است، لذا توصیه می‌شود روند افزایش قیمت آب کشاورزی به‌صورت تدریجی و در طول چند سال باشد. برای کاهش نوسان قیمت در محصولات کشاورزی و استفاده بهینه از تولیدات کشاورزی که باعث بهینه شدن مصرف نهاده‌ی آب می‌شود، می‌توان از صنایع جانبی و نگهدارنده استفاده کرد. با این‌کار کشاورزان به دلیل اطمینان از قیمت بازار هرسال به کشت محصولات یاد شده می‌پردازند که این باعث می‌شود آب تخصیص یافته هر سال تفاوت زیادی نداشته باشد و بتوان برنامه‌ریزی بهتری برای تخصیص و کشت انجام داد. همچنین توصیه می‌شود برای کارایی بهتر در قسمت اجرایی تنظیم قیمت آب آبیاری از بخش خصوصی استفاده شود که این کار باعث افزایش سرعت در روند کارها می‌شود.

نتایج نشان داد که ضرایب رگرسیون αmac, αpec, αlab, αsed, αwat و α0 در سطح احتمال یک درصد آماری معنی‌دار است. با توجه به ضرایب رگرسیون حاصل در تابع تولید برتر، مقدار تولید نهایی نهاده‌ی آب آبیاری براساس متوسط و میانه‌ی مقدار مصرف نهاده‌ها در ۲۰۹ مزرعه گندم مورد مطالعه به‌ترتیب برابر با ۰/۲۶۸ و ۰/۲۵۵ محاسبه شد که ارزش اقتصادی آب آبیاری در زراعت جو دشت اردبیل برابر با ۲۸۱۳ ریال بر متر مکعب به‌دست آمد.

منابع

Ahmadpour M., Sabouhi Sabuni M. 2008. Pricing water in agriculture using mathematical planning method, case study: Dashtestan region. Agricultural Economics, 3(3), 121–141 (In Persian).

Asaadi M., Vakilpoor M., Mortazavi S., Nemati Faraj T. 2019. Estimating The Economic Value Of Water Using Willingness to Pay Of Potato Farmers And The Value Of Marginal Product. Iranian Journal of Soil And Water Research, 50(4), 1023-1037 (In Persian).

Bartlett J.E., Kotrlik J.W., and Higgins C.C. 2001. Organizational Research: Determining Appropriate sample Size in Survey Research‖. Information Technology, Learning, and Performance Journal. 19(1), page: 43-50 (Spring).

Debertin D.L. 1997. Agricultural production economic, (M. Mosa Nejad and R. Najarzadeh, Trans), institution of economic research, Tarbiat Modares University.

Ehsani M., Hayati B.A., Dashti Q., Ghahramanzadeh, M., Hosseinzadeh J. 2012. Estimating the economic value of water in barley production in Qazvin plain irrigation network. Journal of Soil and Water Knowledge, 22(1), 188–200 (In Persian).

Esmaelnia Balagatabi F., Sarlak A., Ghaffari H. 2018. Investigating the economic and welfare effects of the water market: a positive mathematical programming model approach. Economic Modeling, 12(42), 119-136 (In Persian).

Falahati A., Soheyli K., Vahedi M. 2012. Economic Pricing Of Water In Agriculture Using Ramsey Approach (In Persian).

Ghaderzade H., Jazayeri A. 2018. Determination of Economic Value Of Water And Its Demand Function Production For Alfalfa Crop In Kurdistan Province (Case Study: Dehgalan Plain). Journal Of Agricultural Economics Research, 3 (39), 23-53 (In Persian).

Golzari Z., Eshraghi F., Keramatzadeh A. 2016. Estimation of economic value of water in wheat production in Gorgan. Journal of Water Research in Agriculture, 30(4), 458–466 (In Persian).

Green W.H. 1993. Econometric Analysis. Macmillan publishing company, New York.

Halter A.N., Carter H.O., Hocking J.G. 1957. A note on the transcendental production function. Farm Econ, page: 966–974.

Mobtaker H. G., Keyhan A., Mohammadi A., Rafiee S. Akram A. 2010. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. 137(3-4), page: 367-372 (In Persian).

Mousavand S., Ghafari H. 2016. Estimating Economic Value of Water In Onion Production In Zanjanrud Basin. Iranian Journal of Water Research In Agriculture (Formerly Soil And Water Sciences), 29(4), 547-557 (In Persian).

Sadati S. A., Rostami F., Fami H. S. 2010. Sustainable management of water resources in Yazd province: challenges and solutions. Journal of Agricultural Technology, 6(4): Page: 631-642 (In Persian).

Salami H., Hosseinzad J. 2004. Selecting the production function for estimating the economic value of water in agriculture. Agricultural Economics and Development, 48, 53–73 (In Persian).

Varziri A., Vakilpour M., Mortazavi S. 2016. The Effects of Economic Pricing of Irrigation Water on Cropping Pattern in the Dehgolan Plain. Agricultural Economics Research, 8(31), 81-100 (In Persian).