Agricultural Economics and Development

Vol. 33, No. 130, Summer 2025

Research Paper

Calculation of Shadow Price of Water for Almond Crop in Saman County of Iran

H. Naderi [1], M. Pendar [2], S. Yazdani [3]

Received: 4 April, 2024 Accepted: 4 December, 2024

Introduction: Considering that a very large part of water resources is consumed as the most important and limited production inputs in Iran's agricultural sector as well as lack of water on the one hand and the huge costs of its supply on the other hand, increasing the efficiency and value of water consumption is one of the most important national goals. Therefore, this study aimed at evaluating the water of Saman County, located in Chaharmahal and Bakhtiari province of Iran, in order to provide the conditions to reduce the consumption or waste of water resources by adopting favorable policies in the agricultural sector. According to the goals and limitations of this research, the production function method was estimated using econometric techniques.

Materials and Methods: In this research, in order to identify the effective inputs in the production of almonds in Saman County, and to determine the economic value of Zayandehroud River water through the Cochran-Orcutt formula, 85 questionnaires were completed by a simple random method from gardeners of the county. Then, Cobb-Douglas, Transcendental, Quadratic, Generalized Quadratic and Generalized Leontief functions were estimated with in an econometric method; and according to the available indicators and statistics, the quadratic function was chosen as the most appropriate production function while by using the estimated coefficients of the selected estimation model and the price of the product, the final value of water production could be calculated.

1. PhD Student in Agricultural Economics, Agricultural Campus of Tehran University, Karaj, Iran.
2. Corresponding Author and Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, University of Tehran Agricultural Campus, Karaj, Iran (mpendar@ut.ac.ir).
3. Professor, Department of Agricultural Economics, Agricultural Campus, University of Tehran, Karaj, Iran.

DOI: 10.30490/aead.2024.365303.1589

Results and Discussion: According to the estimation of the dependent forms of the production function and their comparison through F test, coefficient of determination statistic, DW test, the number of significant coefficients, the economic value obtained and the agreement of the model with the theory, the quadratic production function was selected as the superior model. According to the coefficients of the second-order model in the county, water, animal and chemical fertilizers, pesticides, tree age, frost and type of irrigation were significant while labor force and machinery were not significant in almond production. The economic value of water was equal to 70640 IRI rials.

Conclusion and Suggestions: Considering that the economic value of water for the almond crop was estimated at 70640 IRI rials for each cubic meter which is more than the willingness to pay and the cost paid by gardeners, and also because some gardeners did not have a modern irrigation system, it can be managed to compensate for some part of the price increase as well as the government may plan to modernize the irrigation system at the same time as increasing the price of water consumption up to the level of willingness of the gardeners to pay, while preventing double pressure on the gardeners, satisfying them and increasing their participation, leading to optimal use of water and provide water input.

Keywords: *Valuation, Quadratic Function, Gardening, Chaharmahal and Bakhtiari (Province).*

JEL Classification: Q15, Q18, Q25

اقتصاد کشاورزی و توسعه

سال ۳۳، شماره ۱۳۰، تابستان ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

محاسبه قیمت سایه‌ای آب برای محصول بادام در شهرستان سامان

حسین نادری[۱]، مهدی پندار[۲]، سعید یزدانی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴

چکیده

ایران در زمرهٔ کشورهای کم‌آب محسوب می‌شود؛ و بیشتر مساحت کشور از مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل شده است و بخش بسیار زیادی از منابع آب نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و محدودترین نهاده‌های تولید، در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. با عنایت به کمیابی آب، قیمت‌گذاری آب را می‌توان گامی مناسب و ضروری به‌سوی چارچوبی دانست که در نهایت، ارزش کامل و اقتصادی آب را روشن می‌سازد. از این‌رو، هدف پژوهش حاضر تعیین قیمت سایه‌ای آب مصرفی در تولید محصول باغی بادام در شهرستان سامان واقع در استان چهارمحال و بختیاری بود؛ و بدین منظور، از رهیافت تابع تولید استفاده شد. نخست، گردآوری اطلاعات مورد نیاز بر اساس روش نمونه‌گیری تصادفی ساده از طریق تکمیل ۸۵ پرسشنامه از باغداران بادام شهرستان سامان صورت گرفت؛ سپس، انواع شکل‌های توابع تولید تخمین زده و بهترین شکل تابع، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، تابع تولید درجه دوم تعیین شد. نتایج به‌کارگیری این روش نشان داد که ارزش اقتصادی

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲- نویسندهٔ مسئول و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران (mpendar@ut.ac.ir).

۳- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

DOI: 10.30490/aead.2024.365303.1589

هر مترمکعب آب در تولید محصـول بادام ۷۰۶۴ تومان اسـت. این مبلغ بالاتر از هزینه پرداختی فعلی باغداران برای هر مترمکعب (۳۱۹ تومان) است. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود که با سیاست‌گذاری مناسـب و توجه ویژه به معاش باغداران، ضـمن پرداخت یارانه برای ایجاد و به‌روزرسـانی سـامانه‌های آبیاری موجود، با توجه به میزان مصـرف باغدار، قیمت آب به‌صـورت پلکانی افزایش یابد تا علاوه بر تشویق باغداران کم‌مصرف، زمینه استفاده بهینه و افزایش بهره‌وری از این نهادهٔ حیانی فراهم شود.

کلیدواژه‌ها: *قیمت سـایه‌ای آب، تابع درجه دوم، محصـول بادام، چهارمحال و بختیاری (اسـتان)، سامان (شهرستان).*

طبقه‌بندی JEL : Q15, Q18, Q25

مقدمه

ایران، به‌دلیل بارندگی کمتر از یک‌سـوم متوسـط جهانی و اسـتعداد تبخیر آب حدود سـه برابر متوسط جهانی، در زمرهٔ کشورهای کم‌آب قرار دارد (Alizadeh, 2010). اگرچه بیشـتر مساحت ایران از مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل شده است، اما بیشتر محصولات زراعی و باغی در کشور به‌صورت آبی کشت می‌شوند؛ بنابراین، بخش بسیار زیادی از منابع آب، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و در عین حال، از محدودترین نهاده‌های تولید، در بخش کشـاورزی مصـرف می‌شـود؛ از این‌رو، بدون مدیریت بهینهٔ مصـرف آب کشـاورزی و اسـتفاده از روش‌های افزایش کارآیی مصـرف آب کشـاورزی، نتیجهٔ مطلوب در رشـد تولید محصـولات کشـاورزی قابل پیش‌بینی نخواهد بود (Pourasghar Sangachin, 2001; Chimeh et al., 2014). بدین ترتیب، می‌توان گفت که آب مهم‌ترین نهاده کشاورزی در کشور محسوب می‌شود که نیازمند مدیریت بهینه با هدف حداکثر کارآیی ممکن اسـت. ارزش‌گذاری اقتصـادی آب بهترین و مؤثرترین روش تخصـیص بهینهٔ منابع آب اسـت (Nouri Esfandiari et al., 2006). تعیین قیمت قابل قبول و منطقی برای این نهاده کمیاب می‌تواند موجب صـرفه‌جویی در مصـرف آن شـود. قیمت‌گذاری آب قدمی مناسـب و ضـروری به‌سـمت چارچوبی اسـت که در نهایت، ارزش کامل و اقتصـادی آب را روشـن می‌سـازد (Biswas, 2005) و پرداختن به ارزش اقتصـادی آب به‌عنوان یک ابزار مهم مدیریت تقاضـای آب موجبات تقویت نقش اقتصـادی آب در توسـعه را فراهم می‌آورد (Ehsani et al., 2012). خشکسالی‌های اخیر و کاهش آب در فلات مرکزی کشور که بارندگی کمتر و تبخیر بالاتر دارد، بیشـتر مشـهود اسـت. اسـتفاده از آب شـامل نهاده تولید مثل آبیاری محصولات کشاورزی یا حرکت توربین‌ها و آب به‌عنوان کالای نهایی مثل استفاده خانوارهـا از آب بـرای آشامیدن و بهداشت یا فعالیت‌های تفریحی مانند شناسـت. مفهوم ارزش اقتصادی در این دسته‌بندی‌ها تا حدی

متفاوت است. استفاده‌های مصرف‌کنندهٔ نهایی از آب منجر به مطلوبیت مستقیم یا لذت شخصی می‌شود. در حالی که استفادهٔ تولیدکننده از آب یک تقاضای برآمده از ارزش نهایی کالاها و خدمات به‌دست‌آمده است. ارزش‌های استخراجی از آب معمولاً به دو صورت ارزش‌های استفاده‌ای (مصارف کشاورزی، صنعتی، خانوارها، ترابری، تفریحات و پساب‌ها) و ارزش‌های غیراستفاده‌ای (ارزش وجودی، میراث و انتخاب) قابل تقسیم‌بندی است (Pourasghar Sangachin, 2001). تولید هر کالا و خدمتی نیاز به ترکیبی از منابع و نهاده‌ها از جمله مواد اولیه، تجهیزات، نیروی کار، مدیریت، سرمایه و زمین دارد. هر کدام از این نهاده‌ها در ایجاد ارزش کل محصول سهم دارند. برآورد منافع یا ارزش اقتصادی یک نهاده قیمت‌گذاری‌نشده مانند آب مستلزم جداسازی سهم آب در تولید ارزش کل برای محصول از سهم سایر نهاده‌های تولیدی است که در جریان تولید وارد می‌شوند. ارزش‌گذاری آب از دو طریق قابل محاسبه است: یکی، روش‌های قیاسی شامل پسماند، روش هزینه‌های جایگزین، مدل داده- ستانده، تعادل عمومی محاسباتی و برنامه‌ریزی ریاضی؛ و دیگری، روش‌های استقرایی شامل تحلیل‌های مبتنی بر توابع تولید و هزینه، تقاضای استخراجی از مشاهدات بازار آب و روش ارزش‌گذاری ضمنی. با توجه به اهداف هر تحقیق و همچنین، اطلاعات موجود، می‌توان از یک یا چندین روش از روش‌های یادشده بهره برد. به‌دلیل محدودیت در عرضهٔ آب، هزینهٔ فرصت آن مثبت بوده و بیاگر آن است که یک واحد آب مصرف‌شده در یک بخش یا یک فعالیت، یک واحد دسترسی به آب را در بخش یا فعالیت دیگر کاهش می‌دهد. هزینه‌های فرصت به افرادی تحمیل می‌شود که فرصت انجام کاری را به‌دلیل آکه آب در جای دیگر مصرف شده است، از دست می‌دهند. از آنجا که مصرف‌کنندگان به هزینهٔ فرصت و هزینهٔ آثار جانبی در مصرف آب توجه نمی‌کنند، آب را تا جایی مصرف می‌کنند که سود هر واحد آب اضافی با هزینهٔ نهایی خصوصی آن برابر شود. پیامد چنین رویه‌ای به مصرف بیشتر آب با قیمت کمتر می‌انجامد (Lindgren, 1999).

داپلر و همکاران (Doppler et al., 2002)، با استفاده از تابع تولید محصولات زراعی، به تعیین ارزش اقتصادی آب در دره اردن پرداختند. آنها ارزش اقتصادی آب را بر اساس محاسبات خود در حدود ۱۷۵ دلار در هزار متر مکعب برآورد کردند. نتایج نشان داد که تخصیص آب آبیاری بر اساس قیمت واقعی آن، توان بالا برای افزایش بازده مالی در بخش کشاورزی ایجاد می‌کند. همچنین، نتایج نشان داد که با افزایش قیمت واقعی آب در شرایط مخاطره (ریسک)، تولید محصولات کشاورزی کاهش می‌یابد، که خود بر وضعیت الگوی کشت و عرضهٔ بازار اثرات منفی می‌گذارد. دوراندیش و همکاران (Dourandish et al., 2012)، با استفاده از اطلاعات نود باغدار و برآورد تابع تولید کاب-

داگلاس[1]، کارآیی فنی و عوامل مؤثر بر تولید زرشک در استان خراسان جنوبی را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشـان داد که نیروی کار، زمین، پربازده یا کم‌بازده بودن سـال زراعی، سـن باغ و روش آبیاری بیشـترین تأثیر را بر تولید زرشـک داشـته و میانگین کارآیی فنی زرشـک‌کاران ۸۱ درصـد بوده است؛ از این‌رو، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری برای افزایش راندمان آبیاری پیشنهاد شده است. حسین‌زاد و سلامی (Hosseinzad & Salami, 2005)، در برآورد ارزش اقتصـادی آب کشـاورزی تولید گندم در مزارع زیر سـد علویان مراغه، نخسـت، با برآورد توابع کاب- داگلاس، ترانسـندنتال[2]، ترانسـلوگ[3]، درجه دوم تعمیم‌یافته و لیئونتیف تعمیم‌یافته و سـپس، با محاسـبهٔ ارزش اقتصـادی نهاده آب (با اسـتناد به پارامترهای مربوط)، با اسـتفاده از آزمون‌های اقتصـادسـنجی، به ردیابی تابع تولید برتر و نیز مقایسـهٔ ارزش اقتصـادی آب پرداختند. نتایج پژوهش گویای قابل توجه بودن تأثیر انتخاب تابع درجه دوم تعمیم‌یافته، نسبت به سایر شکل‌های تابعی، برای بیان روابط تولید گندم در منطقهٔ مورد مطالعه و همچنین، چشـمگیر بودن هزینه انتخاب نادرسـت تابع تولیـد در تعیین ارزش اقتصـادی آب و بـه تبع آن، مبنـا قرار دادن اطلاعـات بـه‌دسـت‌آمـده در سـیاسـت‌گذاری‌های کشـاورزی یوده اسـت. موسـی‌وند و غفاری (Musavand & Ghafari, 2015)، برای محاسـبهٔ ارزش اقتصـادی آب در تولید محصـول پیاز در حوضـهٔ آبریز زنجان‌رود، با اسـتفاده از ۹۹ پرسشنامه از پیازکاران حاشیهٔ زنجان‌رود، به برآورد تابع تولید محصول پیاز برای سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۰ پرداختند و پس از این برآورد، تابع درجه دوم تعمیم‌یافته به‌عنوان بهترین شـکل تابعی انتخاب شـد. نتایج این تحقیق حاکی از بالاتر بودن ارزش اقتصـادی آب نسـبت به ارزش مبادله‌ای آن در حوضـهٔ آبریز زنجان‌رود اسـت. محمودی و کریمی (Mahmoodi & Karimi, 2018)، با اسـتفاده از روش تابع تولید، به برآورد ارزش‌گـذاری اقتصـادی آب در تولیـد گنـدم در شـبکه آبیاری شهرستان طبس پرداختند. در این مطالعه، از بین همه توابع، کاب- داگلاس و ترانسلوگ به‌عنوان بهترین توابع تولید انتخاب شدند و نتایج پژوهش نشان داد که متوسط ارزش اقتصادی با اندازهٔ مزرعه نسبت مستقیم دارد و پرداختی کشـاورزان معادل سـی درصـد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم اسـت. ما و همکاران (Ma et al., 2021)، با اسـتفاده از یک مدل تخمین‌زننده بهبودیافته بر مبنای نوع گیاه و متغیرهای قیمت محصول، میزان محصول و نهاده‌های مدیریتی (نیروی کار، کود، سوخت ماشین‌آلات و تعمیرات)، ارزش اقتصادی آب کشاورزی را در ایالت آریزونا تخمین زدند. نتایج پژوهش نشان داد که

1. Cobb-Douglas (or Power Function)
2. transcendental
3. translog

ارزش اقتصـادی آب کشـاورزی برای محصـولات مختلف با هم تفاوت چشـمگیر دارد. ابراهیم‌نژاد و همکاران (Ebrahimnejad et al., 2021)، با اسـتفاده از تحلیل‌های رگرسـیونی و تکمیل ۱۶۲ پرسشنامه از باغداران شهرستان قائم‌شهر، به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید پرتقال این شـهرسـتان پرداختند. نتایج این تحقیق نشـان داد که دبی چاه، روزهای اسـتفاده از چاه، مدت‌زمان صرف‌شده برای آبیاری، تعداد دفعات آبیاری، سن درختان، فاصله درختان، سن باروری درختان، هزینه سم و هزینه کود از عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب به‌شمار می‌روند. سالاری بردسیری و همکاران (Salari Bardsiri et al., 2022) بهره‌وری آب را در پهنه‌های اقلیمی ایران برای سـال ۱۳۹۷ محاسبه کردند و بدین نتیجه رسیدند که اقلیم‌های خشک و مرطوب «صادرکننده آب مجازی» و اقلیم‌های فراخشک، نیمه‌خشک و مدیترانه‌ای «واردکننده آب مجازی» محسوب می‌شوند و می‌توان با افزایش واردات آب مجازی، شدت فشار بر منابع آب را کاهش داد. بورسوتتو و همکاران (Borsotto et al., 2021)، با اسـتفاده از اطلاعات موجود در دفاتر حسـابداری قیمت تعیینی آب توسـط نهادهای محلی به روش هزینه‌ای، اثرات تغییر قیمت آب کشاورزی بر درآمد کشاورزان در دره آوستای ایتالیا را بررسـی کردند. در این کشـور، آب به‌صـورت محلی مدیریت می‌شـود و نهادهای محلی قیمت آب را تعیین می‌کنند. به‌دلیل کوهسـتانی و نامناسـب بودن منطقه برای کشـاورزی و دامپروری، نتایج این تحقیق نشان داد که در صورت وجود یا عدم وجود یارانه، قیمت آب از ۱/۰۶ تا ۲/۶۵ درصد درآمد کل مزرعه را شامل می‌شود. ژوو و همکاران (Zhou et al., 2022)، با مطالعهٔ مبتنی بر الگوی اقتصادی آب[1]، به بررسـی اثر قیمت‌گذاری بر بهره‌وری آب در حوضـه آبریز رودخانه هیهه در کشـور چین پرداختند. با توجه به نتایج این پژوهش، در حالی که قیمت فعلی آب کشاورزی انعطاف‌پذیری نامطلوب را نشـان می‌داد، ولی با تعیین قیمت ۰/۲۷ یوان برای هر مترمکعب، بهره‌وری افزایش می‌یافت، به‌گونه‌ای که در نقطه قیمتی یادشـده، تقاضـا برای آب با ۱۰/۲ درصـد کاهش و بهره‌وری آب با ۷/۲ درصـد افزایش همراه بوده و علت اصـلی افزایش بهره‌وری آب «تخصـیص آب و زمین» از بخش کشـاورزی به بخش‌های دیگر در اثر تغییر قیمت آب عنوان شـده اسـت. نادری و همکاران (Naderi et al., 2024)، با استفاده از رهیافت ارزش‌گذاری مشروط، به بررسی عوامل مؤثر بر تمایل به پرداخت باغداران بادام و هلو در شهرستان سامان برای هر مترمکعب آب رودخانه زاینده‌رود در سال ۱۳۹۷ بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از تکمیل پرسشنامه توسط ۱۵۲ باغدار پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تمایل به پرداخت باغداران برای هر مترمکعب آب ۱۴۸۶۰ ریال بوده و سطح تحصیلات،

1. hydro-economic

فاصله از رودخانه، ارزش باغ، سن باغ و نوع محصول تأثیر مثبت و قیمت پیشنهادی، سابقه باغداری و میزان حقابه پرداختی تأثیر منفی بر میزان تمایل به پرداخت افراد داشته است.

شهرستان سامان، با مساحت ۵۴۹ کیلومتر مربع به‌عنوان کوچک‌ترین شهرستان استان چهارمحال و بختیاری، در حاشیهٔ دامنهٔ کوه زاگرس و در فاصله‌ای بسیار نزدیک به رودخانهٔ زاینده‌رود قرار دارد. این شهرستان دارای ۳۱/۳ درصد از مساحت زیر کشت باغی استان چهارمحال و بختیاری معادل ۱۳۴۵۶ هکتار از اراضی باغی است که ۲۸/۶ درصد از تولیدات باغی استان (معادل ۵۵۶۵۶ تن محصولات باغی) را شامل می‌شود. به‌طور متوسط، ۶۶ درصد از مساحت کل باغ‌های شهرستان سامان به بادام اختصاص دارد و با بهره‌گیری از ۱۶۰ ایستگاه تلمبه (پمپاژ) آب از سطح رودخانه زاینده‌رود به ارتفاعات آبیاری می‌شوند، که به کاهش آب در پایین‌دست و خشکی زاینده‌رود در سال‌های اخیر، ایجاد اخلال در کشاورزی پایین‌دست، بیکاری کشاورزان آن منطقه و تنش بین حقابه‌داران رودخانه انجامیده است؛ و ایجاب می‌کند که آب رودخانه در تمام مسیر و در تمام امور مصرفی ارزش‌گذاری شود (Naderi et al., 2024). تا از این رهگذر، بتوان با اعمال سیاست‌های مطلوب در بخش کشاورزی، شرایط کاهش مصرف یا کاهش هدررفت منابع آب را به‌منظور جاری شدن مجدد آب در زاینده‌رود و استفادهٔ حقابه‌داران دیگر فراهم کرد. با توجه به مسئله کم‌آبی و راهبردی بودن آب رودخانه زاینده‌رود برای استان چهارمحال و بختیاری و استان‌های همجوار و همچنین، حساسیت‌های ایجادشده در این منطقه از کشور، در مطالعه حاضر، با استفاده از رهیافت تابع تولید برای اولین بار، به ارزش‌گذاری و تعیین قیمت سایه‌ای آب کشاورزی برای محصول بادام پرداخته شده است، محصولی که کشت غالب در شهرستان سامان به‌شمار می‌رود.

مواد و روش‌ها

تولید هر کالا و خدمت نیاز به ترکیبی از منابع و نهاده‌ها از جمله مواد اولیه، تجهیزات، نیروی کار، مدیریت، سرمایه و زمین دارد. بدیهی است که هر کدام از این نهاده‌ها نیز در ایجاد ارزش کل محصول سهم دارند. برآورد منافع یا ارزش اقتصادی یک نهاده قیمت‌گذاری‌نشده مانند آب مستلزم جداسازی سهم آب در تولید ارزش کل برای محصول از سهم سایر نهاده‌های تولیدی است که در جریان تولید وارد می‌شوند. ارزش‌گذاری در مبحث آب کاری پیچیده و سخت بوده و به چندین روش قابل انجام است؛ روش برآورد تابع تولید از مقیاس یک مزرعه تا سطح کشور کاربرد دارد که با شیوه‌های اقتصادسنجی می‌تواند از داده‌های حاصل از بررسی‌های مزارع کشاورزی ارزش تولید نهایی آب آبیاری را به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه تخمین بزند. این داده‌های اطلاعاتی

یا شامل داده‌های اولیه است که میـزان تولیـد محصولات و نهاده‌ها و قیمت آنها از طریق پرسـنامـه مستقیم از کشـاورزان جمـع‌آوری می‌شوند یا داده‌های ثانویه را شامل می‌شود که از سانامه‌ها و منابع آماری رسمی استخراج می‌شوند. با استفاده از چنین داده‌هایی، تابع تولید برای برآورد رابطه میان تولیـد محصـول و نهاده‌ها از جمله آب تخمین زده می‌شود. با استفاده از ضـریب متغیـر آب در تـابع تولیـد تخمینـی و قیمـت محصـول یـا محصولات مختلف، می‌توان ارزش تولید نهایی آب را به‌دست آورد. این ارزش نشان می‌دهد که هر واحد (متـــرمکعـــب یا هزار لیتر) آب چه ارزشی در تولید محصولات کشاورزی دارد (Rigby et al., 2010).

مزیت اصلی این روش به پشتوانه نظری آن برمی‌گردد و چنانچه با داده‌های درست برازش شود، می‌توانـد بـرآوردی قابل قبول از ارزش آب ارائه دهد که با توجه به تابع برآوردشده، قدرت پیش‌بینی نیز داشـته باشـد. از محدودیت‌هایی که باعث عدم کارآیی این روش می‌شـود، این اسـت که در فعالیت‌های کشاورزی همراه با فرآیند تولید پیچیده و مخاطره‌آمیز و نیز نعدد نهاده‌های در مالکیـــت خصوصـــی تولیدکننده، اگر تحلیل‌گران هزینهٔ تمامی نهاده‌ها را به‌طور کامل در محاسبات لحاظ نکرده باشند، برآورد به‌دســت‌آمده کمتر از ارزش واقعی خواهد بود. از این‌رو، احتمال خطا در تخمین‌های مربوط به ارزش اقتصادی آب بیشتر می‌شود. به‌دلیل محدودیت بودجه و زمان لازم برای برآورد تابع تولید همه بنگـاه‌هـا، تنها یک تابع تولید کلی برآورد می‌شـــود و نتایج آن به مجموعهٔ تولیدکنندگان در آن صنعت یا منطقه تعمیم می‌یابد. اما واقعیت آن اسـت که بنگاه‌های مختلف در هر صنعت ممکن است در دارایی‌های اولیه، نوع محصول تولیدی و فناوری با هم متفـــاوت باشـــند. از نظر داده‌ها، معمولاً داده‌های مورد نیاز توسط ســـازمان‌هـــای دولتی مانند ادارات سرشماری یا مالیاتی گردآوری می‌شوند که ممکن است بـــه‌دلیـــل مقـــررات موجود و محرمانـــه بـــودن آنها، در دســـترس پژوهشگر نباشند. از آن گذشته، احتمال دارد که بعضی داده‌ها با روش نمونه‌گیری مناسب گردآوری نشـــده باشـــند و در نتیجـــه، پارامترهـــایی نااریب و مطلوب در اختیار قرار ندهند. بنابراین، یک بازدید و ممیزی همراه با مصاحبه می‌تواند نتایج بهتری به‌همراه داشـته باشـد. امـا ایـن کار نیز نیازمند هزینه، زمان و مهارت بالاست. مسئلهٔ اصلی در کاربرد روش تابع تولید «تصریح درست» آن اسـت. ایـن روش و متغیرهـای آن بـه‌شـدت بـه تغییـرات کوچـک در مفروضات تابع تولید یا قیمت‌ها حساس است و با خطا یا حذف متغیرها نتایج اریب حاصل خواهد شد. اگر نهاده‌ای از تابع تولیـد حذف شده باشد، سهم آن به اجزای باقی‌مانده نسبت داده شده، ارزش آب بیش از حد واقعی نشان داده می‌شـود. همـین مطلـب در مورد نهادهایی هم که کمتر از مقدار واقعی آنها تخمین زده شده باشند، صادق است. امـا اریـب آن نسـبت بـه حالـت حـذف یـک متغیـر کوچک‌تر است

(Hosseinzad & Salami, 2005). تابع تولید راهی منظم برای نشـــان دادن رابطه بین مقادیر مختلف یک نهاده یا منبع است که برای تولید یک محصول (ستاده) و یا عملکرد مربوط بدان محصول به‌کار می‌رود. به دیگر سخن، تابع تولید یک رابطه فنی بین عوامل تولید (نهاده‌ها) و محصـول اسـت؛ یعنی، بر اسـاس این رابطه و با فناوری موجود نهاده‌ها با هم ترکیب می‌شـوند و در نهایت، محصـول تولید می‌شود. طبق نظریه‌های تولید، یک مقدار تولید معین از یک محصول تابعی از مصرف نهاده‌های مختلف است. اگر Y بیانگر مقدار تولید و $X_1, \overline{X}_2$ نهاده‌ها باشند، خواهیم داشت:

$$Y = f(X_1.\overline{X}_2) \qquad (۱)$$

برای اینکه تابع تولید بتواند نظریهٔ تولید نئوکلاسیک‌ها را نشان دهد، باید از مجموعه ویژگی‌های یکنواختی[۱]، تقعر[۲]، ضرورت[۳]، محدود و غیرمنفی بودن[۴]، پیوستگی[۵] و قابلیت دوبار مشتق‌گیری[۶] برخوردار باشد. این خصوصیات به‌نوعی چارچوب کلی رفتار توابع تولید را مشخص می‌کند و در عین حال، می‌تواند در متمایز سـاختن آن گروه از شـکل‌های تابعی که بازگوکنندهٔ رفتارهای تولیدی نیستند، از گروه‌هایی که می‌توانند برای بیان روابط تولیدی به‌کار روند، مفید باشند، هرچند، در تعیین شکل مناسب نسبت به دیگر توابع ناتوانند. بر اساس شرط یکنواختی، شکل تابع تولید باید به‌گونه‌ای باشد که بتواند نشان دهد با افزایش مصرف یک نهاده، تولید کل نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه، تولید نهایی[۷] که مشتق اول تابع تولید است، همواره مثبت می‌مـانـد. این خصوصیت وجود نـاحیـهٔ سوم تولید را غیرمنطقی می‌داند. از این‌رو، گروهی از شـــکل‌های تابعی انعطاف‌ناپذیر[۸]، که ناحیه سوم را نشان نمی‌دهند، به‌ظاهر می‌توانند جایگزینی برای توابع باشند. البته همان‌گونه که چمبرز (Chambers, 1988) بیان می‌کند، اگرچه قبول کاهش تولید در قبال افزایش مصرف نهاده تولید کرانه منفی از طرف تولیدکننده رفتاری منطقی نیست، ولی نبود حتمیت در واکنش تولید به میزان مصرف نهاده‌ها، ممکن است منجر به مصرف بیش از اندازهٔ مطلوب تولیدکننده شود و در عمل، تولید کرانه‌ای منفی را به‌دنبال داشته باشد. بر همین اساس و برای

1. monotonicity
2. concavity
3. essentialit
4. limited and redundant
5. continious
6. twice continiously differentiable
7. Marginal Product (MP)
8. unflexible functional forms

پی بردن به وجود چنین پدیده‌ای در تولید، به‌ویژه در تولید محصولات کشاورزی و آزمون آن، به‌کارگیری شـکل‌های تابعی انعطاف‌پذیر[1] که می‌توانند ناحیهٔ سوم تولید را نیز نشان دهند و به‌عنوان شـکل‌های برتر تلقی می‌شوند، بر شکل‌های تابعی انعطاف‌ناپذیر ارجحیت دارد. خصوصیت تقعر ایجاب می‌کند که شـکل تابع تولید به‌گونه‌ای باشد که بتواند کاهنده بودن تولید کرانه‌ای را نشان دهد. بر همین اساس، توابع خطی را نمی‌توان جایگزینی برای تابع تولیدی منطبق بر مبانی نظری دانست. توابع تولید باید خصوصیت ضرورت یا وجود مقادیر بزرگ‌تر از صفر کلیه نهاده‌های تولید برای دستیابی به محصول را نیز نشان دهند. این خصوصیت ایجاب می‌کند که شکل تابع تولید به‌گونه‌ای باشد که در آن، مصرف حداقلی از نهاده‌های تولید برای داشتن مقدار مثبت محصول نشان داده شود. بر این اساس، توابع تولید خطی با عرض از مبدأ را نمی‌توان تأمین‌کننده این خصوصیت نظری به‌شمار آورد (Hosseinzad & Salami, 2005). به‌طور کلی، توابع مورد اسـتفاده برای تخمین تابع تولید و هزینه به دو دسـتهٔ کلی توابع انعطاف‌ناپذیرو توابع انعطاف‌پذیر تقسـیم می‌شـوند. توابع انعطاف‌ناپذیر عموماً به شـکل خطی[2]، کشـش جانشـینی ثابت[3]، ترانسـندنتال، کاب- داگلاس، لئونتیف[4] و توابع انعطاف‌پذیرنیز به شـکل ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته هستند. در جدول ۱، شکل ریاضی مربوط به برخی از توابع تولید پرکاربرد ارائه شده است.

1. flexible functional forms
2. linear production function
3. constant elasticity of substitution of production function
4. Loentief

جدول ۱- انواع شکل ریاضی توابع تولید

نام توابع	شکل تابعی	کشش نهاد iام Ex_i
کاب داگلاس	$Y = \alpha \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i}$	$\boldsymbol{\beta_i}$
CES	$Y = [\alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i^{-\rho}]^{-v/\rho}$	$\boldsymbol{\beta_i v\, y^{-1} - \rho[\alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i x_i^{-\rho}]^{-(v+\rho)/\rho}}$
ترانسندنتال	$Y = \alpha \prod_{i=1}^{n} x_i^{\beta_i} e^{\gamma_i * x_i}$	$\boldsymbol{((\beta_i/x_i) + \gamma_i) * x_i}$
ترانسلوگ	$Ln(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i Ln(X_i) + 1/2 \sum_{i=1}^{n} \gamma_{ii} (LnX_i)^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij} (Lnx_i)(Lnx_j), i \neq j$	$\boldsymbol{((\beta_i / \beta_{ii}(Lnx_i) + \sum_{j=2}^{n} (Lnx_i))}$
درجه دوم تعمیم‌یافته	$Ln(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i x_i + 1/2 \sum_{i=1}^{n} \gamma_{ii} (X_i)^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij} (x_i)(x_j), i \neq j$	$\boldsymbol{(\beta_i + \gamma_{ii}(x_i) + \sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij}(X_i))(\frac{X_i}{Y})}$
لئونتیف تعمیم‌یافته	$Ln(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i (x_i)^{1/2} + 1/2 \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ii} (X_i)^{1/2} (X_j)^{1/2}$	$\boldsymbol{((1/2\, \beta_i (X_i)^{-1/2} + 1/2 \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} (X_i)^{-1/2} (X_j)^{1/2})(X_i/Y)}$

مأخذ: حسین‌زاد و سلامی (Hosseinzad & Salami, 2005)

در مطالعه حاضر، از شکل‌های تابعی خطی، درجه دوم، درجه دوم تعمیم‌یافته، کاب- داگلاس و ترانسندنتال استفاده شده و برای برآورد کلیه توابع، نرم‌افزار شزم نسخه ۱۰ (Shazam10) به‌کار رفته است. متغیرهای واردشده در الگو و نماد (علامت اختصاری) آنها مطابق جدول ۲ معرفی شده است.

جدول ۲- نماد و نام متغیرهای مؤثر در تولید بادام

نماد	متغیر
Q	تولید محصول بادام
W	آب
L	نیروی کار
KS	کود شیمیایی
S	مجموع سموم و ریزمغذی‌ها
M	نیروی کار ماشینی
AG	سن درخت
D1 (متغیر موهومی)	روش آبیاری (قطره‌ای، سنتی)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

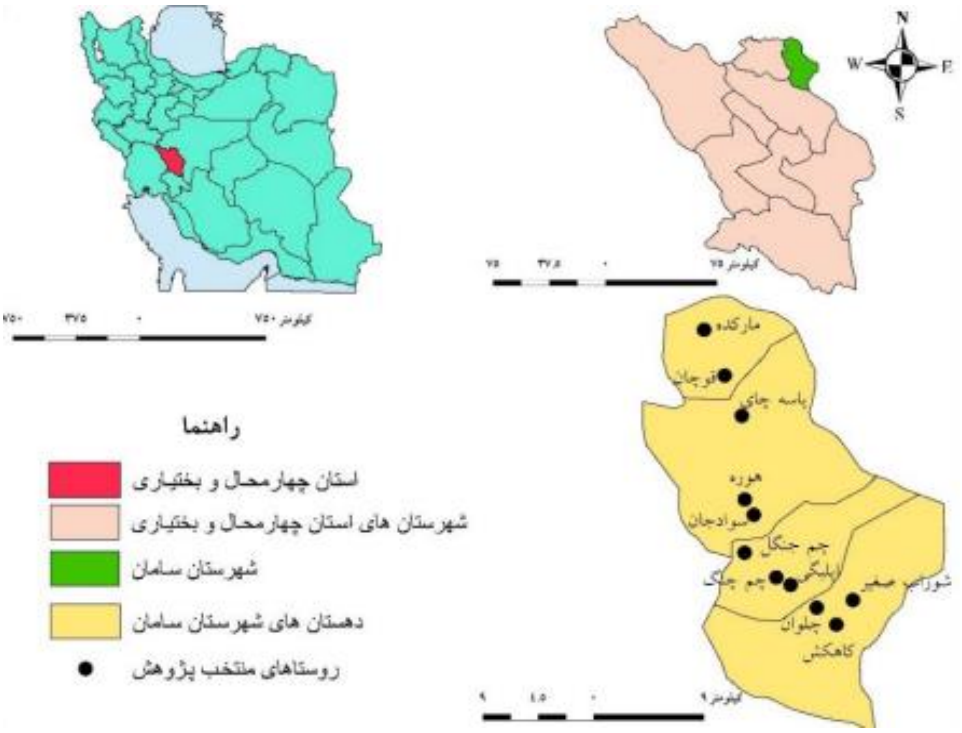
سپس، با استفاده از داده‌ها و متغیرهای تعریف‌شده، الگوهای اقتصادسنجی مربوط به تابع تولید کشاورزی برای باغداران بادام در شهرستان سامان برآورد شده است. همواره، یکی از چالش‌های پیش روی پژوهشگران انتخاب شکل تابعی مناسب است. نرمال بودن اجزای اخلال، معنی‌داری پارامترها و آمارهٔ R^2 از جمله معیارهای انتخاب الگوی مناسب تابعی به‌شمار می‌روند. شایان ذکر است که انتخاب شکل نادرست می‌تواند نتایجی نامعقول را به‌دنبال داشته باشد، و نبود دقت کافی در تصریح مناسب شکل‌های تابعی منجر به انتخاب نوعی از تابع می‌شود که ارتباط واقعی بین متغیرها را نشان نمی‌دهد و پارامترهای برآوردشده از این رهگذر اعتبار لازم را نخواهد داشت؛ از این‌رو، انتخاب شکل درست تابعی بسیار اهمیت دارد. با برآورد تابع تولید برای هر محصول، برآوردی از تولید نهایی هر نهاده به‌دست می‌آید که چنانچه در قیمت محصول مورد نظر ضرب شود، برآوردی از ارزش نهایی تولید که برابر با ارزش اقتصادی نهادهٔ یادشده است، حاصل می‌شود (Salami & Mohammadinjad, 2008):

$$VMP = P_y \left(\frac{\partial Q}{\partial W}\right) \qquad (۲)$$

که در آن، Q تابع تولید بهینه اســت که از میان توابع برآوردی مختلف بر اســاس معیارهای یادشــده انتخاب می‌شود. چنانچه از این تابع نسبت به نهاده آب (W) مشتق گرفته شود و در قیمت محصول (P_y) ضــرب شــود، ارزش اقتصــادی آب (VMP) به‌دســت می‌آید. لازم به ذکر اســت که در مطالعهٔ حاضــر، به‌دلیل عدم دســترســی به آمار و اطلاعات ثبت‌شــده و نیاز به جمع‌آوری داده‌ها از طریق پرسـشـنامه، بهترین روش قابل اسـتفاده تابع تولید بوده و برای تعیین حجم نمونه نیز از رابطهٔ کوکران به شکل زیر استفاده شده است:

$$n = \left[\frac{t * v}{d}\right]^2 \qquad v = \frac{\sigma}{\hat{u}} \tag{۳}$$

که در آن، $\hat{u}$ میانگین متغیر مبنا در پیش‌نمونه و σ انحراف معیار پیش‌نمونه است؛ همچنین، v ضریب تغیرات و n تعداد نمونه مطلوب بوده و ســرانجام، t با فرض خطای پنج درصــد d برابر با ۱/۹۶ تعیین شده است. بر این اساس، حجم نمونه برابر با ۸۵ نفر تعیین شده که از بین باغداران شهرستان سامان، به‌صورت تصادفی ساده، انتخاب و اطلاعات مورد نیاز از آنها جمع‌آوری شده است. نقشه منطقه مورد مطالعه مطابق شکل ۱ است.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

تحصیلات نمونه مورد مطالعه به هفت گروه بی‌سواد، زیر دیپلم، دیپلم، فوق دیپلم، لیسانس، فوق لیسانس و بالاتر تقسیم‌بندی شده است، که ۵۸ درصد از تحصیلات دیپلم و پایین‌تر برخوردار بودند. تعداد اعضای خانوار باغداران معمولاً سه یا چهارنفره بود و جمعیت معدودی از خانوارها به هشت نفر هم می‌رسید. سن باغداران بین بیست تا ۷۶ سال (متوسط ۴۵ سال) و تجربه آنها بین یک تا شصت سال (متوسط سیزده سال) بود. عملکرد محصول و میزان استفاده از نهاده‌های مؤثر در تولید بادام و خصوصیات این نهاده‌ها در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- تولید بادام و نهاده‌های مورد استفاده در فرآیند تولید در منطقه مورد مطالعه

متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانه	مد
تولید محصول بادام (کیلوگرم در هکتار)	۸۰۵	۱۰۰	۲۵۰۰	۶۰۰	۵۰۰
آب (مترمکعب در هکتار در سال)	۴۶۱۷	۱۱۰۱	۹۲۵۱	۴۳۳۶	۵۰۴۱
نیروی کار (نفر- روز در هکتار در سال)	۱۳۰.۷	۳۲	۴۶۰	۱۱۸.۵	۱۰۶
کود دامی (تن در هکتار)	۲۰	۰	۱۰۰	۱۶.۵	۱۰
کود شیمیایی (کیلوگرم در هکتار)	۱۰۴۱	۰	۴۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
سموم (لیتر در هکتار)	۲۹.۵	۱	۷۰	۳۰	۲
کار ماشینی (ساعت در هکتار در سال)	۳۷.۵	۲	۱۵۰	۳۱	۱۷
سن درخت (سال)	۱۲/۵	۱۲	۲۰	۱	۳۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

آب مصرفی در باغ‌ها در هر پمپاژ کاملاً به‌صورت عادلانه بین زمین‌ها تقسیم شده است، به‌گونه‌ای که آب تخصیصی به هر هکتار در یک پمپاژ کاملاً مساوی بوده و در واقع، میزان آب مصرفی در بین پمپاژها متفاوت است. تمام پمپاژها مجاز به برداشت آب از اواسط اردیبهشت تا اواسط آبان به مدت سه هزار ساعت است. کمترین میزان آب مصرفی برای یک هکتار باغ بادام در شهرستان ۱۱۰۱ متر مکعب است و در حالت حداکثری مصرف برای یک هکتار، این عدد به ۹۲۵۱ متر مکعب می‌رسد. همچنین، میزان متوسط مصرف آب در هکتار ۴۶۱۷ متر مکعب آب است. نیروی کار مصرفی در باغ‌ها شامل نیروی کار مورد استفاده در کارهای شخم‌زنی، هرس، علف‌زنی، آبیاری، برداشت محصول و سایر فعالیت‌ها (سم‌پاشی، پخش کود و ...) است. میزان مصرف سایر نهاده‌ها و عوامل تولید در باغ‌ها به اختصار در جدول ۳ و همچنین، خصوصیات کمی و کیفی متغیر موهومی روش آبیاری مؤثر در تولید محصول بادام در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴- متغیر موهومی مؤثر در تولید بادام

متغیر موهومی		بله	خیر
روش آبیاری (قطره‌ای بودن)	تعداد	۶۶	۱۹
	درصد	۷۸	۲۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای آبیاری باغ‌های بادام شهرستان سامان، از روش غرقابی و قطره‌ای استفاده می‌شود. همچنین، بیشتر باغ‌ها (۷۸ درصد) به سامانه‌های آبیاری قطره‌ای مجهز شده‌اند و تنها در ۲۲ درصد

باغ‌های بادام، از روش سنتی استفاده می‌شوند. البته، مجهز شدن به سامانه‌های آبیاری قطره‌ای به‌صورت انفرادی نیست و باید کل زمین‌هایی که از طریق یک پمپاژ آبیاری می‌شوند، به‌صورت هم‌زمان و همه با هم آبیاری یکنواخت داشته باشند.

برای به‌دست آوردن ارزش اقتصادی آب، همان‌گونه که پیش‌تر به‌تفصیل توضیح داده شد، ابتدا انواع توابع تولید برآورد و با توجه به معیارهای موجود، تابع تولید برتر انتخاب می‌شود و سپس، با مشتق‌گیری از نهاده آب و نیز با توجه به متوسط قیمت محصول و متوسط تولید در هکتار در سال ۱۳۹۷ (متوسط درآمد حاصل از فروش محصول در هکتار)، ارزش اقتصادی آب برای هر هکتار باغ به‌دست می‌آید.

نخست، با توجه به خصوصیات یادشده (یکنواختی، ضرورت، تقعر، غیرمنفی بودن، پیوستگی و دوبار قابل مشتق‌گیری بودن)، اقدام به برآورد الگوهای اقتصادسنجی توابع خطی، درجه دوم، درجه دوم تعمیم‌یافته و توابع لگاریتمی کاب- داگلاس و ترانسندنتال شد. با توجه به معیارهای اقتصادسنجی از جمله درصد ضریب تعیین، مشخص شد که از بین تمام توابع تولید، پارامترهای موجود در تابع درجه دوم بیشترین همخوانی را با نظریه‌های تابع تولید دارد.

جدول ۵- مقایسه الگوهای مختلف تابع تولید بادام

تابع	تعداد ضرایب	ضرایب معنی‌دار شده	درصد ضرایب معنی‌دار شده	DW	R^2	جارک-ابرا	سطح معنی‌دار شده آزمون نرمال بودن اجزای اخلال	کشش	ارزش اقتصادی آب (تومان)
خطی	۸	۶	۷۵	۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۹۴	رد فرض صفر در حد یک درصد	۰/۷	۴۲۸۱
درجه دوم	۱۴	۱۱	۷۸/۵	۱/۶۹	۰/۹۰	۲/۶۳	رد فرض صفر در حد یک درصد	۱/۲۱	۷۰۶۴
درجه دوم تعمیم‌یافته	۲۷	۱۴	۵۲	۱/۶	۰/۹۴	۰/۶۳	رد فرض صفر در حد یک درصد	۲/۳	۱۳۰۸۹
کاب- داگلاس	۸	۶	۷۵	۰/۷۵	۰/۸۱	۱۱۱/۲	رد فرض صفر در حد یک درصد	۰/۷	۵
ترانسندنتال	۱۴	۸	۵۷	۱/۲۶	۰/۹۱	۹/۴۸	رد فرض صفر در حد یک درصد	۱/۹	۱۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج جداول ۵ تخمین مدل‌ها جهت بررسی مشکلات نقص فروض کلاسیک شامل هم خطی، ناهمسانی واریانس، خودهمبستگی، نرمال بودن جملات پسماند و خطای تصریح، آزمون دوربین واتسون و آزمون LM، برای بررسی فرض خودهمبستگی و نیز بررسی خطای تصریح از آزمون ریست–رمزی استفاده شد. همچنین، از آزمون هیستوگرام نرمالیتی برای بررسی نرمال بودن جملات پسماند (آماره جارگوی– برا) استفاده شد و از طریق آزمون F، آماره ضریب تعیین، تعداد ضرایب معنی‌دار، ارزش اقتصادی بدست‌آمده و همخوانی مدل با نظریه، به مقایسه توابع تولید تخمینی پرداخته و تابع تولید درجه دوم به‌عنوان الگوی برتر انتخاب شد. عدد کشش تولید (۱/۲۱) نسبت به آب در این تابع نشان می‌دهد که با یک درصد افزایش مصرف آب، میزان تولید به اندازه ۱/۲۱ درصد افزایش می‌یابد. در ادامه، جزییات تابع تولید درجه دوم مطابق جدول ۶ مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۶- نتایج برآورد تابع تولید درجه دوم برای محصول بادام

تابع	متغیر	ضریب	آماره t
درجه دوم	C	-۱۱۹۳***	-۹/۱۴
	W	۰/۴۶***	۱۴/۳۳
	W^2	-۰/۰۰۰۰۲۲***	-۱۰/۶۳
	L	۰/۸۲	۱/۱
	L^2	۰/۰۰۱۳	۰/۶۴
	KS	-۰/۲۳***	-۲/۹۸
	KS^2	۰/۰۰۰۸۲***	۳/۰۱
	S	-۴/۵۶***	-۲/۱۶
	S^2	۰/۱۵***	۳/۳۷
	M	-۱/۴۹	-۰/۷۳
	M^2	۰/۰۴۱***	۲/۲
	AG	۲۱***	۲.۴
	AG^2	-۰/۵۸**	-۲/۰۲
	D1	-۳۷۸***	-۱۵/۰۱

*، ** و ***، به‌ترتیب، معنی‌داری در سطوح ده، پنج و یک درصد

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول ۶ و نتایج تابع تولید درجه دوم به‌عنوان بهترین الگو و ضرایب موجود، مشخص شد که نهاده‌های آب، کودهای دامی و شیمیایی، سموم، سن درخت و نوع آبیاری در تولید

بادام معنی‌دار شده‌اند و نیروی کار و ماشین‌آلات در تولید بادام معنی‌دار نیست. با توجه به ضرایب w (+.46) و w^2 (-.000022) نیز مشخص شد که برای مصرف آب در ناحیه دوم تولید هستیم و تابع دارای قانون بازده نزولی است و باغداران نیز از این نهاده به‌صورت بهینه استفاده می‌کنند. همچنین، ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب در این الگو با استفاده از مشتق‌گیری از ضرایب متغیرهای معنی‌دارشده، متوسط مصرف آب و قیمت محصول بادام مطابق رابطه (۴) برابر با ۷۰۶۴ تومان برآورد شد. بر همین اساس، متوسط ارزش اقتصادی آب برای هر هکتار باغ با توجه به میانگین مصرف آب در هر هکتار برابر با ۳۲٫۶۱۴٫۴۸۸ تومان محاسبه شد.

$$\begin{aligned} VMP = P_y\left(\frac{\partial Q}{\partial W}\right) &= P_y\left[(+.46) + (-2 * .000022)w\right] \\ &= 27{,}502 * [(+0.46) + ((-.000044) * (4617))] \\ &= 7064 \end{aligned} \qquad (۴)$$

از طرفی، میانگین هزینه پرداختی باغداران در سال ۱۳۹۷ برای هر هکتار برابر با ۱٫۴۷۴٫۸۶۸ تومان بوده که اگر این میزان را بر میانگین آب مصرفی (۴۶۱۷ متر مکعب) تقسیم کنیم، متوسط هزینه پرداختی باغداران برابر با ۳۱۹ تومان برای هر متر مکعب آب به‌دست می‌آید. همچنین، در سال ۱۳۹۷، قیمت مصوب سازمان آب استان چهارمحال و بختیاری برای هر مترمکعب آب برابر با ۴۴ تومان بود. بنابراین، از این اعداد مشخص می‌شود که هزینه انتقال هر مترمکعب آب از سطح رودخانه به باغ به‌طور میانگین برابر با ۲۷۵ تومان است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بیشتر مساحت کشور را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل داده و خشکسالی سال‌های اخیر در فلات مرکزی ایران و مصرف آب در بخش کشاورزی (با توجه به کاشت آبی محصولات زراعی و باغی در این مناطق) اجتناب‌ناپذیر است. به‌طور متوسط، ۶۶ درصد از مساحت کل باغ‌های شهرستان سامان به بادام اختصاص یافته است. یکی از بهترین و مؤثرترین روش‌های تخصیص بهینهٔ منابع آب «تعیین ارزش اقتصادی» آن است تا بتوان با اعمال سیاست‌های مطلوب در بخش کشاورزی، شرایط کاهش مصرف و یا کاهش هدر فت منابع آب را فراهم کرد. در این راستا، برای سال ۱۳۹۷، ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب با استفاده از رهیافت تابع تولید برای محصول بادام ۷۰۶۴ تومان برآورد شد. در همین سال، کل هزینه پرداختی باغداران برای هر متر مکعب آب ۳۱۹ تومان بوده که از این مبلغ، ۴۴ تومان

سهم پرداختی به سازمان آب استان و ۲۷۵ تومان هزینه انتقال آب از سطح رودخانه به باغ را شامل می‌شود. همچنین، بر اساس نتایج پژوهش نادری و همکاران (Naderi et al., 2024)، تمایل به پرداخت باغداران این شهرستان برای هر مترمکعب آب در سال ۱۳۹۷ برابر با ۱۴/۸۶۰ ریال برآورد شده است. از آنجا که در مطالعه حاضر، ارزش اقتصادی آب برای محصول بادام برابر با ۷۰۶۴ تومان برای هر مترمکعب برآورد شده، این رقم بیش از تمایل به پرداخت و هزینه پرداختی باغداران است. به‌دلیل فرسوده بودن تجهیزات و عدم برخورداری برخی باغداران از سامانه‌های آبیاری نوین، می‌توان علاوه بر سیاست‌های تشویقی برای باغدارانی که از این‌گونه سامانه‌ها استفاده می‌کنند، ضمن افزایش پلکانی قیمت آب مصرفی تا محدوده تمایل به پرداخت باغداران، با کمک‌های پیش‌بینی‌شده دولتی[1] و پرداخت یارانه، اقدام به ایجاد و به‌روزرسانی سامانه‌های آبیاری کرد. بنابراین، می‌توان ضمن جلوگیری از فشار مضاعف به باغداران (از طریق کاهش هزینه‌های کارگری و مقدار آب مصرفی مورد نیاز)، با جلب رضایت و افزایش مشارکت آنها ، موجبات استفاده بهینه از نهاده آب را فراهم آورد. در این صورت، علاوه بر اینکه سامانه‌های آبیاری به‌روز و تجهیز می‌شود، باغداران ارزش آب را بهتر متوجه می‌شوند و از این نهاده به‌صورت بهینه استفاده خواهند کرد. همچنین، با توجه به ارتباط معنی‌دار تولید محصول بادام با سن درختان، توصیه می‌شود که در راستای تداوم کشت این محصول در شهرستان سامان، برای هرگونه سیاست‌گذاری در امور باغبانی، به متوسط سن درختان به‌منظور جوان‌سازی و نیز احداث باغ‌های جدید، استفاده از ارقام بادام دیرگل ترویج شود.

منابع

1. Alizadeh, A. (2010). Principles of applied hydrology. 29th Edition. University of Imam, Reza Press. [In Persian]
2. Biswas, A. K. (2005). An assessment of future global water issues. *International Journal of Water Resources Development*, 21(2), 229-237. DOI: 10.1080/07900620500098885.
3. Borsotto, P., Moino, F., & Novelli, S. (2021). Modeling change in the ratio of water irrigation costs to farm incomes under various scenarios with integrated FADN and administrative data. *Economia Agro-alimentare*, F. Angeli (ed.), 23(3), 1-19.

۱- بند ب ماده ۳۵ قانون برنامه ششم؛ بند الف تبصره ۸ قانون بودجه سال ۱۳۹۸-۱۳۹۹؛ استفاده از اعتبار صندوق توسعه ملی بنا به بند ه تبصره ۴ قانون بودجه سال ۱۳۹۹.

4. Chambers, R. G. (1988), Applied production analysis: a dual approach. Cambridge University Press.
5. Chimeh, T., Ebrahimi, K., Hourfar, A., & Araqinejad, Sh. (2014). Evaluation of agricultural water valuation based on crop type in Qazvin Plain, Iran. *Journal of Water Research in Agriculture*, 28(1), 171-182. [In Persian]
6. Doppler, W., Salman, A. Z., Al-Karablieh, E. K., & Wolf, H. P. (2002). The impact of water price strategies on the allocation of irrigation water: the case of the Jordan Valley. *Agricultural Water Management*, 55(3), 171-182. DOI: 10.1016/S0378-3774(01)00193-7.
7. Dourandish, A., Kohansal, M. R., Shahnooshi, N., & Hosseinzadeh, M. (2012). Survey of technical efficiency of barberry producers in South Khorasan province. *Agricultural Economics*, 6(2), 101-120. [In Persian]
8. Ebrahimnejad, H., Karamatzadeh, A., Eshraghi, F., & Rezaei, A. (2021). Investigating factors affecting the physical and economic efficiency of water in orange production in Qaimshahr city. *Water Research in Agriculture*, 35(3), 259-275. DOI: 10.22092/jwra.2021.354273.862. [In Persian]
9. Ehsani, M., Hayati, B., Dashty, Gh., Ghahremanzadeh, M., & Hossenzad, J. (2012). Water economic value estimation in barley production at Qazvin Plain irrigation network. *Water and Soil Science (Agricultural Science)*, 22(1), 187-200. [In Persian]
10. Hosseinzad, J., & Salami, H. (2005). Selecting a production function to estimate the economic value of agricultural water: a case study of wheat production. *Agricultural Economics and Development*, 12(4), 53-73. DOI: 10.30490/aead.2005.132260
11. Lindgren, A. (1999). The value of water: a study of the Stampriet Aquifer in Namibia. Department of Economics, Umea University.
12. Ma, M., Gao, S., Lu, Y., & Yao, Y. (2021). Economic value of agricultural water use for Arizona. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*, 60(1), 2628-2640. DOI: 10.1177/0020720920984685.
13. Mahmoodi, A., & Karimi, H. (2018). Economic valuation of irrigation water for large and small farm of wheat (case study: Tabas County). *Agricultural Economics and Development*, 25(4), 1-19. DOI: 10.30490/aead.2018.60991. [In Persian]
14. Musavand, S., & Ghafari, H. (2015). Estimating economic value of water in onion production in Zanjanrud Basin. *Journal of Water Research in Agriculture*, 29(4), 547-557. DOI: 10.22092/jwra.2016.105828. [In Persian]
15. Naderi, H., Pendar, M., Yazdani, S., & Vafaei, E. (2024). Investigation of factors affecting the almond and peach orchardists' willingness to pay in

Saman city. *Agricultural Economics Research*, 16(2), 78-89. DOI: 10.30495/jae.2022.29261.2297. [In Persian]

16. Nouri Esfandiari, A., Arian, T., & Nasiri, P. (2006). Analysis of water value policies in the Fourth Development Program of Iran. Proceedings of Fourth Conference on Exchange of Research, Technical and Engineering Experiences, Tehran. [In Persian]
17. Pourasghar Sangachin, F. (2001). Challenges of managing Iran's water resources. *Journal of Planning and Budgeting Organization*, 67-68, 85-122. [In Persian]
18. Rigby, D., Alcon, F., & Burton, M. (2010). Supply uncertainty and the economic value of irrigation water. *European Review of Agricultural Economics*, 37(1), 97-117. DOI: 10.1093/erae/jbq001.
19. Salami, H., & Mohammadinejad, A. (2008). Determining the economic value of water using flexible production functions: a case study of Saveh Plain. Scientific *Agricultural Sciences and Industries*, 16(2). [In Persian]
20. Salari Bardsiri, M., Mehrabi Boshrabadi, H., Zare Mehrjerdi, M., Amirteimoori, S., & Mirzaei Kalilabadi, H. R. (2022). Investigating the relationship between water security and food security in terms of quantity in different climatic zones of Iran. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 53(2), 497-514. DOI: 10.22059/ijaedr.2022.330430.669083. [In Persian]
21. Zhou, Q., Zhang, Y., & Wu, F. (2022). Can water price improve water productivity? A water-economic-model-based study in Heihe River Basin, China. Sustainability, 14, 6224. DOI: 10.3390/su14106224.