

Effect of Sustainable Cultivation Operations on the Technical Efficiency of Rainfed Wheat Production in Saqqez County

Ghader Dashti^{1*}, Parinaz Chavoshi², Jabrael Vahedi³, Elham Rahmani⁴

Received: December 12, 2023

Accepted: May 18, 2024

1-Prof., Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz
2- Phd Student, Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz
3- Phd Student, Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz
4- MSc, Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz
Corresponding Author: Email: Dashti-g@tabrizu.ac.ir

Abstract

Background & Objective: In order to achieve self-sufficiency and sustainability of agriculture, one of the important tools in evaluating the performance of agricultural systems is using of efficiency index. In this case, an agricultural production system will be economically more sustainable when the efficiency and total factor productivity of that system is higher than the other systems. Therefore, in the process of development, improving the efficiency of farms has become a necessity. Therefore, the objective of this study is to evaluate the impact of sustainable agricultural practices on the technical efficiency of rainfed wheat production in Saqqez County.

Materials and Methods: In order to achieve the aim of the study, the stochastic frontier approach was used. To measure efficiency and achieve the goal of the research, the likelihood ratio test was used to identify the priority of Cobb - Douglas or translog production function and finally translog production function was selected as the appropriate function. In this function, the quantity of rainfed wheat production as dependent variable and factors of machinery, seed, labor, fertilizer and poison were considered as independent variables. By determining the technical efficiency of the farms, the effects of sustainable agricultural operations on the efficiency was evaluated by estimating the Tobit regression model. The required data were collected by completing questionnaire from 271 wheat farmers of Saqqez county.

Results: The results showed that the mean of wheat farmers technical efficiencies is 62.20%. Thus, farmers can increase the production level about 38% with the same quantity of inputs. Based on the results, the factors of age, education, of cultivated area and the components of sustainable agriculture, including crop rotation, conservation plowing, leaving straw and stubble and fallow, showed a significant effect on technical efficiency.

Conclusion: The average production efficiency of wheat farmers indicates that there is a suitable condition for increasing production and reducing the use of detrimental inputs such as fertilizers and chemical pesticides to achieve sustainable agriculture. Considering the positive effect of education and the cultivation area and agricultural components, more communication with farmers who are more literate and have larger farms, as well as observing the principles of sustainable agriculture can help improve the efficiency and factor productivity.

Keywords: Saqqez, SFA, Sustainable Agriculture, Technical Efficiency, Tobit Model, Wheat

تاثیر عملیات کشاورزی پایدار بر کارایی فنی تولید گندم دیم در شهرستان سقز

قادر دشتی^{۱*}، پری ناز چاوشی^۲، جبریل واحدی^۳، الهام رحمانی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۸	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹
--------------------------	-------------------------

۱- استاد اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۴- کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبه Email: Dashti-g@tabrizu.ac.ir

چکیده

مقدمه و اهداف: در راستای نیل به خودکفایی و نیز پایداری کشاورزی، یکی از ابزارهای مهم در ارزیابی عملکرد سیستم‌های کشاورزی استفاده از شاخص کارایی است. در این صورت یک سیستم تولیدی کشاورزی، زمانی از لحاظ اقتصادی پایدارتر خواهد بود که کارایی و بهره‌وری کل آن نسبت به سیستم دیگر بیشتر باشد. از همین رو در فرایند توسعه ارتقای کارایی مزارع به صورت یک ضرورت در آمده است. بنابراین هدف مطالعه حاضر ارزیابی تاثیر عملیات کشاورزی پایدار بر کارایی فنی تولید گندم دیم شهرستان سقز می‌باشد.

مواد و روش‌ها: جهت رسیدن به هدف پژوهش، از رهیافت مرزی تصادفی، استفاده به عمل آمد. برای تعیین فرم تابعی مناسب از بین توابع کاب - داگلاس و ترانسلوگ، از آزمون نسبت درستی به بهره گرفته شد و تابع ترانسلوگ به منزله تابع برتر انتخاب گردید. در تابع مزبور، مقدار تولید گندم دیم به عنوان متغیر وابسته و عوامل ماشین‌آلات، بذر، نیروی کار، کودشیمیایی و سم به منزله متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد. با تعیین میزان کارایی فنی مزارع تاثیر عملیات کشاورزی پایدار بر کارایی از طریق برآورد مدل رگرسیونی توبیت مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه از ۲۷۱ کشاورز گندم‌کار شهرستان سقز جمع‌آوری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین کارایی فنی گندم‌کاران برابر با ۶۲/۲۰ درصد می‌باشد. بدین ترتیب کشاورزان می‌توانند با همان مقادیر نهاده‌های در دسترس، مقدار تولید را حدود ۲۸ درصد افزایش دهند. بر اساس نتایج حاصله، عوامل سن، تحصیلات، میزان سطح زیرکشت و مولفه‌های کشاورزی پایدار شامل رعایت تناوب زراعی، شخم حفاظتی، باقی گذاشتن کاه و کلش و آیش تاثیر معنی‌داری بر کارایی فنی نشان دادند.

نتیجه‌گیری: میزان میانگین کارایی تولید گندم‌کاران حاکی از آن است که بستر مناسبی برای افزایش تولید و کاهش بکارگیری نهاده‌های مضر نظیر کودها و سموم شیمیایی برای نیل به کشاورزی پایدار وجود دارد. نظر به تاثیر مثبت عوامل تحصیلات و سطح زیرکشت و مولفه‌های کشاورزی پایدار، ارتباط بیشتر با زارعین با تحصیلات بالاتر و دارای مزارع بزرگ‌تر و نیز رعایت اصول کشاورزی پایدار می‌تواند به ارتقای کارایی و بهبود بهره‌وری عوامل تولید کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: رهیافت مرزی تصادفی، سقز، کارایی فنی، کشاورزی پایدار، گندم، مدل توبیت

مقدمه

دردنیای در حال تحول کنونی، دستیابی به توسعه پایدار از اهداف اساسی جوامع بشری تلقی می‌شود. توسعه پایدار به معنی استفاده از منابع موجود برای حداکثرسازی رفاه نسل فعلی می‌باشد؛ بدون این که به منافع و رفاه نسل‌های آینده آسیبی برسد. با توجه به این مفهوم و نیز محدودیت منابع تولید تصمیم‌گیران واحدهای اقتصادی باید در صدد تولید بیشتر با صرف منابع کمتر و نیز حفظ منابع طبیعی و صیانت از محیط‌زیست باشند. منظور از استفاده کمتر از منابع، در واقع بکارگیری بهینه و پایدار آن‌ها است؛ چرا که از جمله علل توسعه‌نیافتگی بسیاری از کشورها، علیرغم دارا بودن منابع سرشار اولیه و طبیعی، عدم استفاده اصولی و تخصیص غیربهینه آنها در طول زمان می‌باشد. بخش کشاورزی همواره با محدودیت منابع روبرو بوده از این- رو به‌منظور افزایش تولید و درآمد کشاورزان، مناسب- ترین راهکار علمی و عملی، بهبود کارایی و ارتقای بهره- وری عوامل تولید بنگاه‌های اقتصادی می‌باشد. امروزه افزایش بهره‌وری در کشاورزی یکی از اهداف طولانی مدت سیاست در اکثر کشورهای دنیا به حساب می‌آید. اگرچه کشورها به دنبال افزایش کارایی و بهره‌وری و رشد اقتصادی خود هستند، لیکن رشد اقتصادی نیازمند مصرف نهاده‌های مطلوب در کنار نهاده‌های نامطلوب جهت پاسخ به چالش افزایش مستمر تقاضای مواد غذایی می‌باشد. افزایش استفاده از این نهاده‌های متغیر که منشأ مشکلات زیست‌محیطی فعلی بخش کشاورزی می‌باشند، در بلندمدت موجب کاهش کیفیت محیط‌زیست و به مخاطره افتادن کشاورزی پایدار می‌شود. در این راستا جهت دستیابی به کشاورزی پایدار، زارعین باید از نهاده‌ها تا حد امکان به صورت کارا استفاده به عمل آورده و با رعایت عملیات کشاورزی پایدار بستر لازم برای ایجاد کشاورزی سازگار با محیط‌زیست را فراهم آورند (رینهارد و همکاران ۲۰۰۰). در دنیای امروزی تولیدات کشاورزی عموماً بر پایه استفاده از منابع به خصوص سوخت‌های فسیلی، منابع آبی، سموم و کودهای شیمیایی

استوار می‌باشد. از همین‌رو نگرانی‌هایی نیز در مورد آلودگی منابع طبیعی و مشکلات زیست‌محیطی مانند آلودگی آب، خاک، هوا، کاهش حاصل‌خیزی، فرسایش خاک و تقلیل منابع وجود دارد (لاگرید و همکاران ۲۰۱۲). افزایش جمعیت و فشار بی‌رویه بر منابع طبیعی و نیز گسترش فعالیت‌های زیست‌محیطی، سبب بروز انواعی از چالش‌های زیست‌محیطی شده است. چالش آینده سامانه‌های کشاورزی تولید غذای کافی جهت تامین تقاضای جمعیت رو به رشد و کاهش اثرات منفی زیست- محیطی به‌طور همزمان می‌باشد. از این‌رو سامانه‌های تولید باید به‌گونه‌ای عمل نمایند که محصولاتی با اثرات منفی کمتر بر محیط‌زیست تولید شوند (تیلان و همکاران ۲۰۱۱). بر اساس مطالب مزبور استنباط می‌گردد که بخش کشاورزی با دو مسئله افزایش میزان تولید و حفظ منابع طبیعی و محیط‌زیست به‌شکل توأم مواجه می‌باشد. به نظر می‌رسد نیل همزمان به هدف افزایش تولید و حفاظت از منابع طبیعی در گرو پرداختن به اصول کشاورزی پایدار می‌باشد. دستیابی به کشاورزی پایدار، یکی از راهکارهای عملی و مهم بخش کشاورزی در اکثر کشورهای در حال توسعه بشمار می‌آید. پرداختن به عملیات کشاورزی پایدار با درنظر گرفتن منابع و نظام های کشاورزی، مسائل زیست‌محیطی، اقتصادی - اجتماعی و وضعیت جوامع روستایی نهایتاً می‌تواند رفاه مستمر و توسعه متوازن را بدنبال داشته باشد.

یکی از روش‌های افزایش تولیدات کشاورزی استفاده بهینه از منابع تولید، توسعه فن‌آوریهای نوین و افزایش کارایی بهره‌برداران است بررسی کارایی تولید روشی است جهت اطمینان از اینکه تولیدات یک واحد اقتصادی در بهترین و پرسودترین حالت ممکن قرار دارند. تجزیه و تحلیل کمی تولید و استفاده بهینه از منابع کشاورزی در واقع محور سیاستهای کشاورزی است که افزایش تولید داخلی را از طریق استفاده بهینه از منابع جستجو می‌کند. با توجه به مجموعه امکانات و تکنیکهای بخش کشاورزی، شاید مناسبترین راه افزایش تولید و درآمد

کشاورزان، بهبود کارایی فنی یعنی کسب حداکثر محصول از مقادیر معینی عوامل می باشد. در مجموع افزایش کارایی را می توان به عنوان مکملی مناسب و قابل اتکا برای مجموعه سیاستهایی که تولیدات داخلی را تشویق و حفظ نموده و نیز بهره گیری مطلوب از عوامل را اشاعه می دهند، در نظر گرفت (دشتی و همکاران ۲۰۱۹). از این رو تحقیق در خصوص کارایی تولید کنندگان محصولات کشاورزی و چگونگی بهبود آن، می تواند بهره وری عوامل تولید در فعالیتهای کشاورزی مخصوصا محصولات استراتژیک را افزایش دهد.

در خصوص اندازه گیری میزان کارایی فنی تولیدات کشاورزی و عوامل موثر بر آن مطالعات متعددی صورت گرفته است. کریشنا و ویتیل (۲۰۱۴) اثرهای خاکورزی حفاظتی بر کارایی و بهره وری کشت گندم در دشت های شمال غرب هندوستان را با استفاده از تکنیک تابع تولید برآورد کردند. یافته ها دلالت بر آن دارد که خاکورزی حفاظتی موجب ارتقای بهره وری و کارایی تولید گندم می شود. وانگ و همکاران (۲۰۱۷)، عوامل موثر بر کارایی زیست محیطی صنایع کشور چین را با استفاده از مدل توبیت بررسی کردند. نتایج نشان داد، عوامل زیست محیطی بر صنایع با آلودگی خفیف تاثیر مثبت و بر صنایع با آلودگی متوسط، صنایع با آلودگی شدید و کل صنایع تاثیر منفی دارند. جوانبخت و همکاران (۲۰۱۸) عوامل موثر بر پایداری نظام تولید گندم در شهرستان اردبیل را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از تخمین مدل رگرسیونی چند متغیره، بیانگر آن بود که متغیرهای دانش کشاورزی پایدار، مشارکت اجتماعی، سطح سواد، سابقه کشاورزی و نوع سیستم زراعی تأثیر مثبت و تعداد قطعات مزارع گندم و سطح زیرکشت مکانیزه اثر منفی و معنی داری بر پایداری عملیات کشاورزی کشت گندم داشته است. دشتی و همکاران (۲۰۱۹) ارتباط بین کارایی فنی و پایداری عملیات کشت در مزارع سیب زمینی شهرستان کبودرآهنگ را از رهیافت سناریایک و تابع تولید مرزی تصادفی بررسی نمودند. بر اساس نتایج رابطه بین کارایی و پایداری عملیات کشاورزی مثبت گزارش گردید. تنورساز و

همکاران (۲۰۲۰) اثرات خاکورزی حفاظتی بر کارایی فنی گندم کاران در شهرستان دزفول را بررسی کردند. نتایج نشان داد که میانگین کارایی فنی در میان زارعین گندم-کار ۰/۷۸ است. همچنین متغیرهای پذیرش تکنولوژی خاکورزی حفاظتی، نسبت موجودی ماشین های مخصوص کشت حفاظتی در هر روستا، سابقه کشاورزی و سطح تحصیلات اثر مثبت و معنی داری بر کارایی فنی گندم کاران دارند. دوراندیش و همکاران (۲۰۲۰) نگرش کشاورزان نسبت به کشاورزی پایدار و تاثیر آن بر بهره وری کل عوامل تولید زعفران در شهرستان گناباد را با استفاده از الگوی لاجیت ترتیبی مطالعه کردند. مطابق یافته های تحقیق متغیرهای نگرش نسبت به کشاورزی پایدار و درآمد اثر مثبت و معنی داری بر احتمال دستیابی کشاورزان به سطوح بالاتر بهره وری عوامل تولید را دارند. قاسمی و همکاران (۲۰۲۳)، کارایی فنی و عوامل موثر بر آن در تولید گندم دیم شهرستان اهر را ارزیابی کردند. نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی نشان داد میانگین کارایی فنی ۶۱/۳۶ درصد می باشد. ضمن اینکه میزان سطح زیرکشت، وجود افراد با تحصیلات دانشگاهی و خسارت آفت تاثیر معنی داری بر میزان کارایی نشان دادند. لن و مین (۲۰۲۳) کارایی صنعت نساجی کشور ویتنام و عوامل موثر بر آن را با بهره گیری از مدل رگرسیونی توبیت مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج پژوهش، میانگین کارایی ۰/۲۳۳ بدست آمد. همچنین عواملی نظیر تجهیزات ماشینی وارداتی از کشورهای توسعه یافته، مناطق صنعتی، فرآیند بهبود شرکت و سرمایه گذاری مستقیم خارجی تاثیر معنی داری بر کارایی نشان دادند. مالوال و همکاران (۲۰۲۳) کارایی زیست محیطی تولید پایا در کشور تایلند را با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی طی سال های زراعی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ مورد ارزیابی قرار دادند. مطابق یافته های پژوهش میانگین کارایی زیست محیطی حدود ۳۱ درصد بوده که به مقدار قابل توجهی کمتر از کارایی فنی می باشد. از بررسی تحقیقات صورت گرفته استنباط می شود که برای ارزیابی میزان کارایی عمدتا از رویکردهای اقتصادسنجی و برنامه ریزی ریاضی

منطقه مورد مطالعه گردد. اندازه‌گیری کارایی می‌تواند وضعیت بکارگیری نهاده‌های مختلف را مشخص نموده و با شناخت سازه‌های موثر بر آن زمینه برای تقویت کشاورزی پایدار فراهم می‌شود. بدین ترتیب ارزیابی و اثرات مولفه‌های کشاورزی پایدار بر کارایی فنی مزارع گندم دیم شهرستان سقز هم به تبیین و درک علمی کشاورزان از شرایط حاکم بر تولید کمک می‌کند و هم ابزار کاربردی و سودمندی برای سیاست‌گذاران بخش کشاورزی در جریان توسعه خواهد بود، لذا هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی تاثیر عملیات کشاورزی پایدار بر کارایی فنی تولید گندم دیم شهرستان سقز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در عمل از دو روش برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تولیدی استفاده می‌شود. در روش غیرپارامتری به‌طور معمول از تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی مانند تحلیل پوششی داده‌ها بهره گرفته شده در حالی که روش اقتصادسنجی مبتنی بر برآورد یک تابع تولید، هزینه یا سود می‌باشد. در روش تابع تولید مرزی تصادفی علت تفاوت بین تولید واقعی و مرزی توأمان با عدم کارایی فنی و عوامل تصادفی در نظر گرفته می‌شود. به این معنی که اگر واحدی کمتر از تولید مرزی عملکرد داشته باشد، بخشی از آن به خاطر عدم کارایی فنی و بخشی دیگر به خاطر عوامل تصادفی می‌باشد. ساختار اصلی مدل تولید مرزی تصادفی به صورت رابطه [1] است:

$$y_i = x_i B + V_i - u_i$$

$$V_i \approx N(0, \sigma_v^2)$$

$$u_i = |u|$$

شامل خطاهای ناشی از حذف متغیرهای غیرمهم از مدل و خطاهای اندازه‌گیری نیز بوده و دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ_v^2 هستند، اما جزء u_i

استفاده به عمل آمده و در موارد معدودی ارتباط آن با پایداری کشاورزی مدنظر بوده است. نظر به اهمیت کارایی فنی در مطالعه حاضر کوشش می‌شود با برآورد یک تابع تولید مناسب، میزان کارایی مشخص گردیده و تاثیر عوامل مختلف به ویژه مولفه‌های کشاورزی پایدار بر آن مورد کنکاش قرار گیرد تا از نتایج آن بتوان در برنامه‌ها و سیاست‌گذاری‌های آتی بهره گرفت.

گندم با داشتن بیشترین سطح زیرکشت غذای اصلی مردم دنیا را تشکیل می‌دهد. بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی تولید جهانی گندم در سال ۱۹۹۵ معادل ۵۴۵ میلیون تن بوده که در سال ۲۰۲۰ به حدود ۷۷۲ میلیون تن افزایش یافته است (فائو ۲۰۲۱). برابر اطلاعات موجود در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ سطح زیرکشت گندم ایران به ۶/۷ میلیون هکتار رسیده که از این مقدار ۴/۳ میلیون هکتار گندم دیم بوده است. میزان تولید گندم نیز معادل ۱۱/۹ میلیون تن گزارش گردیده که ۳/۷ میلیون تن آن مربوط مزارع گندم دیم می‌باشد (وزارت جهاد کشاورزی ۲۰۲۲). از آنجاییکه شهرستان سقز ۱۵/۸۶ درصد سطح زیرکشت (۹۳۸۰۰ هکتار) و ۱۲/۲۵ درصد (حدود ۱۵۰ هزار تن) تولید گندم دیم استان کردستان را در اختیار دارد، کشاورزان منطقه با رعایت اصول کشاورزی پایدار می‌توانند مقدار کارایی و تولید خود را بهبود بخشند. بر همین اساس توجه به اصول و عملیات کشاورزی پایدار از طریق رعایت تناوب زراعی، آیش، شخم حفاظتی و باقی گذاشتن کاه و کلش در زمین زراعی می‌تواند ضمن حفاظت از منابع و کاهش اثرات منفی بر محیط زیست، موجب افزایش کارایی مزارع (رابطه ۱)

and

$$u_i \approx N(0, \sigma_u^2)$$

در رابطه [1]، y_i مقدار محصول مزرعه i ام، X_i بردار نهاده‌ها و V_i بیانگر خطای تصادفی و غیرقابل کنترل است که بنگاه‌ها با آن مواجه می‌باشند. علاوه بر این V_i

نرمال می‌باشد، جزء ناکارایی دارای یک توزیع یک طرفه و نیمه نرمال هست (دانگ ۲۰۱۷).

جهت اندازه‌گیری کارایی و نیل به هدف تحقیق حاضر، از آزمون نسبت درست‌نمایی^۱ برای تشخیص ارجحیت تابع کاب-داگلاس یا ترانسلوگ استفاده به عمل می‌آید که آماره آن بصورت رابطه [2] ارائه می‌شود:

$$\lambda = -2[\text{Lnl}_{\text{Cobb-Douglass}} - \text{Lnl}_{\text{translog}}]$$

این مطالعه نهایتاً از تابع تولید ترانسلوگ با در نظر گرفتن پنج نهاده استفاده شد لذا فرم تجربی آن به صورت رابطه [3] قابل ارائه می‌باشد:

$$\begin{aligned} \text{Ln}Y_i = & \beta_0 + \beta_1 \text{Ln}X_1 + \beta_2 \text{Ln}X_2 + \beta_3 \text{Ln}X_3 + \beta_4 \text{Ln}X_4 + \beta_5 \text{Ln}X_5 \\ & + \frac{1}{2} \beta_{11} (\text{Ln}X_1)^2 + \frac{1}{2} \beta_{22} (\text{Ln}X_2)^2 + \frac{1}{2} \beta_{33} (\text{Ln}X_3)^2 + \frac{1}{2} \beta_{44} (\text{Ln}X_4)^2 + \frac{1}{2} \beta_{55} (\text{Ln}X_5)^2 \\ & + \beta_{12} \text{Ln}X_1 \text{Ln}X_2 + \beta_{13} \text{Ln}X_1 \text{Ln}X_3 + \beta_{14} \text{Ln}X_1 \text{Ln}X_4 + \beta_{15} \text{Ln}X_1 \text{Ln}X_5 + \beta_{23} \text{Ln}X_2 \text{Ln}X_3 \\ & + \beta_{24} \text{Ln}X_2 \text{Ln}X_4 + \beta_{25} \text{Ln}X_2 \text{Ln}X_5 + \beta_{34} \text{Ln}X_3 \text{Ln}X_4 + \beta_{35} \text{Ln}X_3 \text{Ln}X_5 + \beta_{45} \text{Ln}X_4 \text{Ln}X_5 + v_i - u_i \end{aligned} \quad (\text{رابطه ۳})$$

کارایی تولید کشاورزان از صفر شروع شده و تا یک ادامه می‌یابد. بر همین اساس رایج‌ترین رگرسیون برای بررسی اثرات متغیرها بر مقادیر کارایی، رگرسیون توبیت^۳ می‌باشد. رگرسیون توبیت به هنگامی که متغیر وابسته با احتمال مثبت از سمت چپ یا راست و یا هر دو سمت محدود شده و در نقاط انتهایی سانسور شده باشد و یا دارای جواب گوشه‌ای باشد به کار برده می‌شود. مقادیر کارایی نیز چون محدود به بازه (۰ و ۱) هستند بنابراین با احتمال مثبت تنها می‌توانند یکی از جوابهای گوشه‌ای را داشته باشند.

ساختار مدل اقتصادسنجی توبیت به وسیله روابط زیر قابل بیان می‌باشد (سلامی و عین‌اللهی احمدآبادی ۲۰۰۱):

$$Y_i^* = B'X_i + U_i \quad i = 1, \dots, N$$

نشان‌دهنده کارایی فنی با مقدار مثبت و مستقل از V_i می‌باشد. در واقع، کل جمله خطا ترکیبی از یک جمله تصادفی V_i و یک جمله خطای یک طرفه u_i که بیانگر ناکارایی می‌باشد. برخلاف جزء تصادفی فرض می‌شود که جزء ناکارایی فنی u_i دارای توزیع نیمه نرمال است، زیرا جزء ناکارایی یک مقدار غیرمنفی بوده و از این‌رو بر خلاف جزء تصادفی که دارای یک توزیع دو طرفه و (رابطه ۲)

در رابطه فوق، λ بصورت χ^2 دو^۲ با درجه آزادی R توزیع شده است. اگر مقدار آماره λ از ارزش بحرانی χ^2 دو جدول بیشتر باشد فرم تابعی ترانسلوگ فرم برتر خواهد بود (وونگنا و همکاران ۲۰۱۹). نظر به اینکه در

در رابطه [3]، Y_i نشان‌دهنده مقدار گندم تولیدی مزرعه i و متغیرهای عوامل ماشین‌آلات، بذر، نیروی کار، کودشیمیایی و سم می‌باشند. ضمن اینکه $\ln$ نماد لگاریتم طبیعی و β پارامترهای مدل را نشان می‌دهد. با برآورد تابع تولید مرزی، کارایی فنی (TE) را می‌توان از طریق رابطه [4] به دست آورد:

$$TE_i = \exp(-u_i) \quad (\text{رابطه ۴})$$

مقدار کارایی مزرعه‌ای که روی تابع تولید مرزی قرار دارد معادل یک بوده و در غیر این صورت، مقدار آن بین صفر و یک خواهد بود، بنابر این واحد تولیدی مدنظر با عدم کارایی مواجه می‌باشد (کوئلی و همکاران ۲۰۰۵). جهت شناسایی عوامل موثر بر کارایی فنی از مدل توبیت بهره گرفته می‌شود. کشاورزان بر اساس میزان کارایی تولید در سطوح متفاوت قرار می‌گیرند. میزان

U_i : جمله اخلاص می‌باشد که مستقل از متغیرهای توضیحی بوده و بر فرض توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت σ^2 استوار است یعنی: $U_i \sim N(\mu, \sigma^0)$ 0: آستانه سانسور که متغیر وابسته در بالای آن قابل مشاهده و در مقادیر کمتر از آن غیرقابل مشاهده است. مدل توبیت امکان استفاده از اطلاعات تمامی کشاورزان (کارا و غیرکارا) را دارا می‌باشد. شکل لگاریتمی تابع درستنمایی که بر اساس نظر مادالا برآورد سازگاری از پارامترهای مدل [5] را به دست می‌دهد به صورت زیر می‌باشد:

$$Y_i = B'X_i + U_i \quad \text{اگر } Y_i^* > 0 \quad (\text{رابطه ۵})$$

اگر $Y_i^* \leq 0$ $Y_i = 0$ در رابطه [5] متغیرها و پارامترها به صورت زیر تعریف می‌شوند:

Y_i^* : متغیر پنهان یا مشاهده نشده

Y_i : متغیر مشاهده شده

B : یک بردار $(K \times 1)$ از پارامترها که بایستی تخمین زده شود.

X : بردار متغیرهای مستقل $(N \times K)$

N : تعداد کل مشاهدات که شامل N_0 مشاهده صفر و N_1 مشاهده غیر صفر از متغیر وابسته است.

$$\log L = \sum_0 \log(1 - F(0)) + \sum_1 \log(2\pi\sigma^2)^{-\frac{1}{2}} - \sum_i \frac{1}{2\sigma^2} (Y_i - B'X_i)^2 \quad (\text{رابطه ۶})$$

مک دونالد و مفیت (۱۹۸۰) برای قابلیت تفسیر اثرات نهایی از تجزیه اثرات در مدل توبیت استفاده کردند. آنها نشان دادند که کل اثر تغییر در متغیر X_j بر مقدار موردانتظار متغیر وابسته از رابطه زیر به دست می‌آید:

که در آن Σ_0 جمع بر روی N_0 مشاهده صفر و Σ_1 جمع روی N_1 مشاهده غیرصفر را نشان می‌دهد. در رابطه [6] B ، σ و پارامترهای مدل می‌باشند که می‌بایست برآورد شوند. در روش حداکثر درستنمایی این پارامترها به گونه‌ای تعیین می‌شوند که مقدار تابع [6] به ازای آنها ماکزیمم می‌شود.

$$\frac{\delta E(Y_i)}{\delta X_j} = B_j \phi(I) \quad (\text{رابطه ۷})$$

شده در رابطه [7] به شکل رابطه [8] قابل تفکیک می‌باشد:

که در آن B_j ضریب برآورد شده متغیر X_j و $\phi(I)$ احتمال حضور در جمع تولیدکنندگان کارا می‌باشد. به علاوه همین محققین نشان دادند که اثرات کل منعکس

$$\frac{\delta E(Y_i)}{\delta X_j} = \phi(I) \left(\frac{\delta E(Y_i|Y_i>0)}{\delta X_j} \right) + E(Y_i|Y_i > 0) \cdot \left(\frac{\delta \phi(I)}{\delta X_j} \right) \quad (\text{رابطه ۸})$$

وسیله میانگین مشاهده‌های مثبت وزندهی شده می‌باشد. با توجه به هدف مطالعه و داده‌های در دسترس از مدل تنسل و بریکن (۲۰۰۶) به صورت معادله [9] استفاده می‌شود (گلی، ۲۰۱۸):

بنابراین به طور کلی، اثر نهایی متغیر X_k بر میانگین مشاهده‌ها Y_i ، برابر با مجموع وزنی اثرات آن بر میانگین مشاهده‌های مثبت که به وسیله احتمال سانسور نشدن وزندهی شده و اثر آن بر احتمال سانسور نشدن که به

$$TE = B_0 + B_1 D_1 + B_2 D_2 + B_3 D_3 + B_4 D_4 + B_5 D_5 + B_6 D_6 + B_7 D_7 \quad (\text{رابطه ۹})$$

جمع‌آوری شد. حجم نمونه از طریق فرمول کوکران ۲۷۱ بدست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و برآورد مدل از نرم افزار Stata 17 استفاده به عمل آمد.

نتایج و بحث

در این پژوهش، برای تشخیص تابع تولید مرزی تصادفی مناسب همان‌طوری که پیشتر اشاره شد از آزمون نسبت درستی‌نمایی استفاده شد که نتیجه آن در جدول ۱ ارائه شده است. نظر به اینکه آماره به دست آمده از میزان بحرانی جدول در سطح یک درصد بزرگتر می‌باشد بنابراین برای محاسبه میزان کارایی تابع ترانسلوگ شکل برتری نسبت به تابع کاب-داگلاس تشخیص داده شد.

در رابطه [9] متغیر وابسته کارایی فنی (TE) و متغیرهای مستقل D_1 عوامل تاثیرگذار بر کارایی شامل D_1 متغیر سن، D_2 متغیر تحصیلات، D_3 متغیر سطح زیرکشت گندم، D_4 میزان رعایت آیش (در پنج سطح خیلی کم تا خیلی زیاد)، D_5 میزان رعایت تناوب راعی)، D_6 میزان استفاده از شخم حفاظتی و D_7 باقی گذاشتن کاه و کلش در مزرعه می‌باشد. B ها نیز پارامترهای مدل را شامل می‌شوند که باید برآورد شوند. چهارمتغیرمربوط به عملیات کشاورزی پایدار در قالب طیف لیکرت در پنج سطح خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد در نظر گرفته شد.

جامعه آماری تحقیق حاضر را، گندم‌کاران دیم شهرستان سقز تشکیل می‌دهد. در راستای نیل به هدف تحقیق، پرسشنامه‌ای طراحی و با مراجعه حضوری اطلاعات موردنیاز از کشاورزان گندم‌کار شهرستان سقز

جدول ۱ - نتیجه آزمون ارجحیت تابع تولید با استفاده از آزمون نسبت درستی‌نمایی

فرض صفر	لگاریتم درست‌نمایی تابع ترانسلوگ	آماره λ محاسبه شده	درجه آزادی	خی‌دو جدول در سطح یک درصد	تصمیم
ارجحیت تابع کاب‌داگلاس	-۳۹/۶۹	۵۲/۶۷	۱۵	۳۰/۵۸	عدم پذیرش فرض صفر

تیان و همکاران (۲۰۱۶)، مولائی و همکاران (۲۰۱۷)، قاسمی و همکاران (۲۰۲۳) مشابه می‌باشد. بنابراین، گندم‌کاران شهرستان سقز با بکارگیری همان مقدار نهاده‌ها و از بین بردن عوامل عدم کارایی می‌توانند میزان تولید گندم خود را حدود ۳۸ درصد افزایش دهند. این مورد می‌تواند به افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه و لذا اقتصادی‌تر کردن فرآیند تولید گندم منجر شده و توان رقابتی آن را بالاتر ببرد. براساس جدول ۳، بالغ بر ۵۴ درصد زارعین دارای کارایی فنی بالای ۶۰ درصد می‌باشند بدین ترتیب سایر تولیدکنندگان می‌توانند از تجارب و دانش فنی آنها در راستای افزایش میزان کارایی خود بهره بگیرند.

نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی در جدول ۲ ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که عوامل تولید ماشین‌آلات، بذر، نیروی کار، کود شیمیایی و سم تاثیر معنی‌دار بر میزان تولید محصول گندم دارند. از آنجاییکه مقدار محاسبه شده γ بزرگتر از صفر می‌باشد بنابراین، وجود عدم کارایی تایید شده و بدین ترتیب ارجحیت روش حداکثر درست‌نمایی به روش حداقل مربعات معمولی نمایان می‌شود.

مطابق جدول ۳، میانگین کارایی فنی مزارع منطقه مورد مطالعه برابر ۶۲/۲۰ درصد می‌باشد. بدین ترتیب تفاوت محصول بدست آمده با محصول موردانتظار حدود ۳۸ درصد می‌باشد. مقدار مزبور با نتایج مطالعات

جدول ۲- نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره Z
عرض از مبدا	-۱۶/۰۶	۱۱/۰۴۶	-۱/۴۵
ماشین آلات	۳/۱۶۴**	۱/۸۱۵	۱/۸۴
بذر	۲/۴۸۳*	۱/۴۴۷	۱/۶۷
نیروی کار	۱/۶۹۶	۲/۲۸۵	۰/۷۴
کود شیمیایی	-۳/۳۴۲**	۱/۹۴۷	-۱/۸۳
سم	۲/۲۷۸	۲/۵۲۵	۰/۸۷
ماشین - ماشین	۰/۰۵۳	۰/۱۱۶	۰/۴۶
بذر - بذر	-۰/۱۲۵	۰/۱۰۶	-۱/۱۸
نیروی کار - نیروی کار	۰/۲۳۰***	۰/۰۸۵	-۲/۹۱
کود شیمیایی - کود شیمیایی	-۰/۱۳۹**	۰/۰۷۸	-۱/۹۹
سم - سم	۰/۲۰۵**	۰/۰۹	۲/۲۵
ماشین - بذر	-۰/۳۶۹**	۰/۱۶۲	-۲/۲۷
ماشین - نیروی کار	۰/۰۱۲**	۰/۰۰۵	۲/۱۴
ماشین - کود شیمیایی	۰/۲۴۲***	۰/۰۸۲	۲/۹۴
ماشین - سم	-۰/۲۴۴***	۰/۰۹۳	-۲/۷۰
بذر - نیروی کار	-۰/۱۴۳	۰/۱۹۵	-۰/۷۴
بذر - کود شیمیایی	۰/۲۸۰*	۰/۱۶۹	۱/۷۶
بذر - سم	-۰/۰۶۶	۰/۲۰۶	-۰/۳۲
نیروی کار - کود شیمیایی	۰/۱۱۲**	۰/۰۵۴	۲/۰۸
نیروی کار - سم	۰/۰۹۶**	۰/۰۵۱	۱/۹۴
کود شیمیایی - سم	-۰/۱۲۰	۰/۰۷۶	-۱/۵۷
δ_u^2	۰/۰۹۳***	۰/۰۲۸	۳/۳۲
δ_v^2	۰/۱۲۷***	۰/۰۱۶	۷/۶۴
γ	۰/۷۲۵***	۰/۰۴۲	۱۷/۲۲

***،**،* و به ترتیب معنی داری در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می دهد.

جدول ۳- توزیع فراوانی کارایی فنی کشاورزان تولید کننده گندم دیم شهرستان سقز

دامنه کارایی	فراوانی	درصد
≤ 40	۳۸	۱۴/۰۲
۴۱-۵۰	۳۰	۱۱/۰۷
۵۱-۶۰	۵۵	۲۰/۳۰
۶۱-۷۰	۴۸	۱۷/۷۱
۷۱-۸۰	۵۱	۱۸/۸۲
۸۱-۹۰	۴۶	۱۶/۹۷
≥ 91	۳	۱/۱۱
میانگین	۶۲/۲۰	-
حداقل	۱۵/۳۰	-
حداکثر	۹۲/۵۸	-
انحراف معیار	۱۷/۲۸	-

نتایج برآورد مدل توبیت جهت شناسایی عوامل موثر بر کارایی فنی و تاثیر عملیات کشاورزی پایدار بر آن در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، عامل سن تاثیر مثبت و معنی‌داری بر کارایی دارد. این مورد همسو با نتایج مطالعات مولایی و همکاران (۲۰۱۷) و دشتی و همکاران (۲۰۲۱) می‌باشد. از آنجاییکه ضرایب الگو دارای تفسیر مستقیمی نمی‌باشند لذا اثرات نهایی متغیرها نیز در جدول ۴ آورده شده است. به عنوان نمونه در مورد سن می‌توان گفت چنانچه سن کشاورز یک سال افزایش یابد (متوسط سن کشاورزان ۵۰ سال بود) کارایی تولید گندم ۰/۱۸ درصد اضافه می‌شود. با افزایش سن کشاورز، میزان تجربه و مهارت فنی وی نیز بیشتر شده که در نتیجه آن کشاورزان توان

بهره‌گیری مطلوب از منابع و لذا تولید محصول سالم همراه با منفعت اقتصادی را دارا می‌باشند. براساس جدول ۴ میزان تحصيلات کشاورز تاثیر مثبتی بر کارایی فنی گندمکاران نشان داد. این مورد با یافته‌های رفعتی و همکاران (۲۰۱۱)، تنورساز و همکاران (۲۰۲۱) و قاسمی و همکاران (۲۰۲۳) همسو می‌باشد. کشاورزان با سواد بیشتر، امکان استفاده اصولی از منابع مختلف در راستای حفاظت از منابع طبیعی و تولید کارای محصول را دارند. همچنین مطابق نتایج پژوهش و همسو با یافته‌های تنورساز و همکاران (۲۰۲۱) افزایش سطح زیرکشت (زمین) گندم تاثیر منفی بر کارایی فنی نشان داد. بطوریکه با یک هکتار افزایش سطح زیر کشت احتمال افزایش کارایی ۰/۲۵ درصد کاهش پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد

زارعین از توان مدیریتی مناسب جهت اداره مزارع بزرگتر برخوردار نیستند ضمن اینکه محدودیت سرمایه نیز در این راستا موثر می‌باشد.

همان‌طوریکه از جدول ۴ برمی‌آید توجه به آیش تاثیر مثبتی بر کارایی فنی دارد این مورد مطابق انتظار می‌باشد زیرا پرداختن به آیش امکان استراحت و بازیابی توان تولید را به زمین داده و در سال بعد میزان تولید محصول و لذا کارایی اضافه می‌شود. ضمن اینکه در فصل آیش از کود و سموم شیمیایی استفاده به عمل نمی‌آید. رعایت تناوب زراعی یکی دیگر از مولفه‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود که دارای تاثیر مثبت بر کارایی فنی می‌باشد. با تناوب زراعی از قابلیت اراضی در طول زمان به شکل مطلوبتری استفاده به عمل می‌آید همچنین گسترش آفات و بیماریهای گیاهی کنترل می‌شود. پرداختن به شخم حفاظتی نیز سبب استفاده بهینه از عامل کمیاب بارش در دیم‌زارها گردیده و لذا کارایی تولیدکنندگان افزایش می‌یابد. بالغ بر ۷۰ درصد گندمکاران همیشه نسبت به باقی گذاشتن کاه و کلش در مزرعه اقدام می‌نمایند که این عمل سبب ارتقای کارایی تولیدکنندگان می‌شود چرا که کلش باقی‌مانده در اراضی در طول زمان سبب تقویت توان تولیدی و حاصلخیزی مزارع گندم شده و بدین ترتیب کارایی آنها بهبود پیدا می‌کند. نتایج مربوط به عملیات کشاورزی پایدار با نتایج مطالعات کریشنا و ویتیل (۲۰۱۴)، چان و همکاران (۲۰۱۷)، جوانبخت و همکاران (۲۰۱۸) و تنورساز و همکاران (۲۰۲۱) همخوانی دارد.

جدول ۴- ضرایب برآورد شده مدل توبیت جهت شناسایی عوامل موثر بر کارایی فنی گندمکاران

متغیر	ضریب	آماره t	اثر نهایی
عرض از مبدا	۱/۰۳۶***	۱۲/۶۰	-
سن	۰/۲۲**	۲/۲۳	۰/۱۸
تحصيلات	۰/۰۲۴***	۳/۹۵	۰/۰۲۰
سطح زیرکشت	-۰/۳۳***	۵/۵۱	-۰/۲۵
آیش	۰/۰۲۱**	۱/۹۴	۰/۰۱۷
شخم حفاظتی	۰/۰۳۸***	۳/۶۰	۰/۰۲۹
باقی گذاشتن کلش	۰/۰۶۸**	۲/۰۸	۰/۰۵۵
تناوب زراعی	۰/۰۴۴**	۱/۹۹	۰/۰۳۵

***، **، * و * به ترتیب معنی‌داری در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تلاش شد تا میزان کارایی فنی تولیدکنندگان گندم دیم و عوامل موثر بر آن با تاکید بر اصول کشاورزی پایدار در شهرستان سقز مورد تحلیل واقع شود. داده‌ها با استفاده از تکمیل پرسشنامه از ۲۷۱ کشاورز گردآوری شد. برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی نشان داد که نهاده‌های ماشین آلات، بذر، نیروی کار، کود شیمیایی و سم تاثیر معنی‌داری بر تولید گندم دارند. میانگین کارایی فنی گندم‌کاران برابر با ۶۲/۲۰ بدست آمد. مقادیر پایین کارایی نشان از توجه کم گندم‌کاران به عملیات کشاورزی پایدار و استفاده غیراصولی و نامناسب از نهاده‌ها دارد. بر اساس نتایج، با افزایش سن تجربه کشاورزان نیز افزایش می‌یابد لذا به کشاورزان جوانتر پیشنهاد می‌گردد از تجربیات و دانش فنی کشاورزان با تجربه جهت دستیابی به حداکثر کارایی ممکن همگام با تولید سالم، بهره بگیرند. بهره‌مندی از تحصیلات بالا در خانوار کشاورز امتیاز مثبتی تلقی می‌گردد زیرا این افراد دانش کافی در بهره‌گیری از یافته‌های نوین علمی زراعت گندم و بکارگیری کمتر نهاده‌های زیانبار را دارند لذا توصیه می‌شود از حضور

و مشارکت چنین افرادی در فرآیند تولید استقبال گردد. نهایتاً از آنجاییکه توجه به اصول و عملیات کشاورزی پایدار منجمله تناوب، آیش و شخم حفاظتی می‌تواند آثار مثبت و مفیدی نظیر کاهش شیوع بیماری‌ها و علف‌های هرز، افزایش مواد آلی خاک، کاهش رواناب و فرسایش خاک، امکان استفاده از مواد غذایی سطوح خاک و امکان بهره‌گیری مستمر از منابع کشاورزی در منطقه را بدنبال داشته باشد لذا آموزش و تشویق گندم‌کاران به رعایت مولفه‌های کشاورزی پایدار و آگاه‌سازی آنان از مزایای این نوع بهره‌گیری از منابع توصیه می‌شود. به سبب ترویج بکارگیری اصول کشاورزی پایدار، از طرفی میزان کارایی و تولید کشاورزان افزایش یافته از طرف دیگر نیز به واسطه استفاده کمتر از مواد شیمیایی محصول سالم‌تری روانه بازار خواهد شد.

سپاسگزاری

از کلیه کشاورزان گندم‌کار و نیز مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان سقز که در تکمیل پرسشنامه‌ها نهایت همکاری را مبذول داشتند کمال تشکر را دارد.

منابع مورد استفاده

- Chan C, Sipes B, Ayman A, Zhang X, LaPorte P, Fernandes F and Roul P. 2017. Efficiency of Conservation Agriculture Production Systems for Smallholders in Rain-Fed Uplands of India: A Transformative Approach to Food Security. Land 6, no. 3: 58. <https://doi.org/10.3390/land6030058>
- Coelli T J, Rao D S P O, Donnell C J and Battese G E. 2005. An introduction to efficiency and productivity analysis. Springer Science & Business Media, New York, NY 10013, USA.
- Dang N H. 2017. Profitability and profit efficiency of rice farming in Tra Vinh province, Vietnam. Review of Integrative Business and Economics Research, 6: 191-201.
- Dashti G, Vahedi J and Hosseinzad J. 2021. Estimation of profit efficiency and its effective factors for rainfed Wheat of Ahar county. Agricultural Economics and Development, 29(3): 99-121. (In Persian)
- Dashti G, Pourmoradi, M and Hayati, B. 2019. Relationship between the efficiency and agricultural sustainability in potato farms of Kaboudarahang county. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29(1): 181-192. (In Persian with English Abstract).
- Dourandish A, Ramezani M, and Aminizadeh M. 2020. Study of farmers' attitude towards sustainable agriculture and its impact on the total factor productivity (Case study: saffron farms in Gonabad county). Journal of Saffron Agronomy and Technology, 8(1):99-177. (In Persian with English Abstract).

- FAO. 2022..www.fao.org.
- Ghasemi E, Dashti Gh and Vahedi J. 2023. Technical efficiency, environmental efficiency and economic losses of rainfed wheat production in Ahar county. *Agricultural Economic*, 17(1): 1-20. (In Persian with English Abstract).
- Goli Y. 2018. Evaluation of the factor affecting on education expenditure (Tobit model approach). *Journal of Economic Modeling Research*; 9 (32): 217-243. (In Persian with English Abstract).
- Javanbakht, F., Hayati, B. and Dashti, Gh. 2018. Effective factors in sustainability of wheat production system in Ardabil county. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 28(3): 79-96. (In Persian with English Abstract).
- Krishna V and Veetil P. 2014. Productivity and efficiency impacts of conservation tillage in north west Indo-Gangetic plains. *Agricultural systems*, 127: 126-138.
- Lagrid M, Beckman A K and Korstad A. 2012. Agriculture, fertilizer and environment. Publications of Ferdowsi University of Mashhad.
- Lan P M and Minh N K. 2023. Environmental efficiency evaluation in Vietnam textile and garment industry: Super-SBM model with undesirable output approach. *Nature Environment and Pollution Technology*, 22(2): 731-740.
- Malawal P, Anupong W and Peng K C. 2023. Environmental efficiency of papaya production in Taiwan. *Ponte Academic International Journal*, 79(6/1): 29-40.
- Ministry of Agriculture Jihad. 2022. www.maj.ir.
- Molaei M, Hesari N and Javanbakht O. 2017. The estimation of input-oriented environmental efficiency of agricultural products, case study: Environmental efficiency of rice production. *Agricultural Economics*, 2(11): 157-172. (In Persian with English Abstract).
- Rafaati F, Azarin Far Y, Zad M, Barabari A, and Kazem Nejad M. 2011. Technical, allocative and economic efficiency of cotton growing farmers in Golestan province: Case study of Gorgan. *Agricultural Economics Research*, 3(9): 121-141. (In Persian with English Abstract).
- Reinhard S, Lovell C and Thijssen G. 2000. Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables; estimated with SFA and DEA. *European Journal of Operational Research*, 2 (121): 287-303.
- Salami h and Einollahi Ahmadabadi M. 2001. Application OF Tobit econometric model and the two stage Heckman method in determination factor affecting sugar beet production in Khorasan province. 32 (2): 433-445. (In Persian with English Abstract).
- Tanursaz A, Bakhshoodeh M and Azarm H. 2021. The effects of conservation tillage on technical efficiency of wheat growers in Dezful county. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31(1): 331-348.
- Tansel, A, & Bircan, F. 2006. Demand for education in Turkey: A Tobit analysis of private tutoring expenditures. *Economics of Education Review*, 25(3): 303-313.
- Tian D, Zhao F, Mu W, Kanianska R and Feng J. 2016. Environmental efficiency of Chinese open-field grape production: An evaluation using data envelopment analysis and spatial autocorrelation. *Sustainability*, 8(12):1246.
- Tilman D, Balzer C, Hill J and Befort B D. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 108:20260-20264.

- Wang X, Han L and Yin L. 2017. Environmental efficiency and its determinants for manufacturing in China. Sustainability, 9(1): 47.
- Wongnaa, C.A. Awunyo-Vitor, D. Mensah, A. and Adams, F. 2019. Profit efficiency among maize farmers and implications for poverty alleviation and food security in Ghana. Scientific African, 6: e00206. Available at <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00206>.