

Original Article

Environmental Efficiency and Economic Losses of Onion Production in Tabriz Plain

Received: 2024.09.24

Accepted: 2024.11.20

Ghader Dashti,*  Elaheh Ghasemi, Mohammad Ghahremanzadeh

Department of Agricultural
Economics, Faculty of
Agriculture, University of
Tabriz, Tabriz, Iran

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: The main objective of the present study is to measure the environmental efficiency and economic losses associated with onion production in the Tabriz plain. Additionally, identifying the factors influencing efficiency serves as a secondary objective, aiming to optimize the production process, enhance productivity, mitigate adverse environmental impacts, improve the economic performance of production, and contribute to environmental conservation.

Materials and Methods: In the present study, the likelihood ratio statistic was used to selection of appropriate functional form to estimate the efficiency. The translog stochastic frontier Productin function was used to identify the effective inputs on onion production. Tobit regression model was also used to identify the influencing factors of environmental efficiency. In addition, according to the obtained environmental efficiency, the economic losses of detrimental inputs consumption such as poisons and chemical fertilizers was calculated. The required data to calculate the efficiency was collected from 140 onion farmers of Tabriz plain in the crop year of 2022-2023 by completing a questionnaire.

Results and Discussion: The results showed that the translog functional form is suitable for calculating the efficiency. According to the results, the factors of seed, labor and animal manure as normal inputs and pesticides and fertilizer as detrimental inputs have a significant effect on onion production. The average environmental efficiency of onion farms in the studied area was 51%, in other words, onion farmers could reduce the use of detrimental inputs by up to 49% if inefficiencies are eliminated or minimized. Furthermore, the minimum and maximum levels of environmental efficiency in onion production were found to be 30% and 99%, respectively, which means that the environmental efficiency decreases with the increase in the consumption of detrimental inputs, fertilizers and pesticides. Also, 60% of farms have less than 40% environmental efficiency, therefore, the importance of improving the efficiency and improving the productivity of production factors became more evident. Based on this, the average amount of economic losses of onion production per hectare was estimated as 17.5 million rials per hectare. The results of tobit model estimation showed that age, cultivation, number of agricultural plots and membership in a cooperative were among the factors affecting efficiency.

Conclusion: According to the results of the efficiency values, there is possible to increase the production and also reduce the consumption of detrimental inputs in the region. Therefore, it is recommended to promote alternative methods of chemical warfare in order to reduce the consumption of chemical inputs and economize the product production process as much as possible. Also, since the level of efficiency increases with the increase of cultivation, the necessity of producing the product on a larger and more integrated scale shows itself more. In principle, production in a larger size provides the possibility of benefiting from the benefits of scale and economic efficiency. In addition, more communication with older and more experienced farmers, crop cultivation in limited but larger plots, as well as the principled and optimal use of production facilities will naturally reduce the cost and ultimately lead to increased efficiency and healthy crop production. In this context, enhancing the technical knowledge of farmers through structured training programs and the development of effective extension services can facilitate the transfer of modern technologies and improve efficiency. Moreover, the implementation of integrated resource management systems and continuous pest monitoring not only reduces environmental impacts but also strengthens the sustainability and economic efficiency of production.

Keywords: Detrimental Input, Environmental Efficiency, Stochastic Frontier Analysis, Tabriz Plain, Tobit Model

How to cite this article:

Dashti, G., Ghasemi, E. and
Ghahremanzadeh, M.,
2025. Environmental
Efficiency and Economic
Losses of Onion Production
in Tabriz Plain. Adv.
Environ. Sci. 23(3): 719-
734.

* Corresponding Author Email Address: dashti-g@tabriz.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2024.1440



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.



تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۳۰

قادر دشتی*، الهه قاسمی، محمد قهرمانزاده

چکیده مبسوط

گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

سابقه و هدف: هدف اصلی مطالعه حاضر اندازه‌گیری کارایی زیست محیطی و زیان اقتصادی تولید پیاز دشت تبریز می‌باشد. ضمن اینکه شناخت عوامل موثر بر میزان کارایی نیز در راستای بهینه‌سازی فرآیند تولید، ارتقاء بهره‌وری، کاهش اثرات مضر بر محیط زیست، برای اقتصادی کردن فرآیند تولید و کمک به حفظ محیط زیست مفید هدف فرعی مطالعه را شامل می‌شود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه جهت تشخیص فرم تابعی ارجح برای برآورد تابع تولید مرزی تصادفی و محاسبه میزان کارایی از آماره نسبت درست‌نمایی استفاده به عمل آمد. برای شناخت عوامل تأثیرگذار بر کارایی زیست محیطی نیز از الگوی رگرسیونی توبیت بهره گرفته شد. در ادامه با لحاظ میزان کارایی زیست محیطی، زیان اقتصادی مصرف نهاده‌های زیانبار نظیر سموم و کودهای شیمیایی نیز محاسبه گردید. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز جهت نیل به هدف پژوهش از طریق تکمیل پرسشنامه از ۱۴۰ کشاورز پیازکار دشت تبریز در سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲ جمع‌آوری شد.

نتایج و بحث: نتایج آزمون نسبت درست‌نمایی نشان داد که فرم تابعی ترانس‌لوگ برای محاسبه میزان کارایی ارجح می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، عوامل بذر، نیروی کار و کود حیوانی به‌عنوان نهاده‌های نرمال و سم و کود شیمیایی به‌عنوان نهاده‌های زیانبار بر میزان تولید پیاز تأثیر معنی‌داری دارند. میانگین کارایی زیست محیطی مزارع پیاز ۵۱ درصد به‌دست آمد، به عبارت دیگر پیازکاران در صورت از بین بردن یا کاهش عدم کارایی می‌توانند بکارگیری نهاده‌های مضر را تا ۴۹ درصد کاهش دهند. همچنین کمترین و بیشترین میزان کارایی زیست محیطی تولید پیاز هم به ترتیب برابر ۳۰ و ۹۹ درصد حاصل گردید. بدین ترتیب زمینه مستعد و مناسبی برای کاهش مصرف نهاده‌های زیانبار کود و سموم شیمیایی و افزایش مقدار کارایی زیست محیطی در منطقه وجود دارد. برابر نتایج به‌دست آمده، ۶۰ درصد مزارع دارای کارایی زیست محیطی کمتر از ۴۰ درصد بوده لذا ضرورت تعیین میزان زیان اقتصادی ناشی از وجود عدم کارایی آشکار می‌گردد. بر اساس نتایج، تولید ناکارای هر هکتار پیاز در مجموع ۱۷/۵ میلیون ریال زیان زیست محیطی به منطقه وارد می‌کند. همچنین مطابق نتایج تخمین الگوی توبیت، عواملی نظیر سن کشاورز، مقدار زمین، تعداد قطعات کشت پیاز و عضویت در تعاونی از متغیرهای مؤثر بر میزان عدم کارایی زیست محیطی می‌باشند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصله، امکان کاهش مصرف نهاده‌های زیانبار و افزایش تولید محصول در منطقه وجود دارد. از همین رو کاهش بکارگیری نهاده‌های شیمیایی و ترویج روش‌های جایگزین مبارزه شیمیایی پیشنهاد می‌گردد. همچنین نظر به تأثیر مثبت سطح زیرکشت بر مقدار کارایی، اهمیت و ضرورت تولید پیاز در مزارع بزرگ‌تر نمایان می‌شود. ضمن اینکه تماس بیشتر با کشاورزان با سابقه و بهره‌گیری از تجربیات آن‌ها، کشت محصول در قطعات محدود ولی بزرگ‌تر و همچنین بهره‌گیری اصولی و بهینه از امکانات تولید نهایتاً می‌تواند به افزایش کارایی و نیز تولید محصول سالم منجر گردد. در این راستا، ارتقاء سطح دانش فنی کشاورزان از طریق برنامه‌های آموزشی ساختارمند و توسعه خدمات ترویجی کارآمد، می‌تواند زمینه انتقال فناوری‌های نوین و بهبود کارایی را فراهم آورد. علاوه بر این، استقرار نظام‌های مدیریت یکپارچه منابع و پایش مستمر آفات، نه تنها به کاهش پیامدهای زیست محیطی منجر می‌شود بلکه پایداری و کارایی اقتصادی تولید را نیز تقویت می‌کند.

واژه‌های کلیدی: دشت تبریز، رهیافت مرزی تصادفی، کارایی زیست محیطی، مدل توبیت، نهاده زیانبار

استناد به این مقاله: دشتی، ق.، /.

قاسمی و م. قهرمانزاده. ۱۴۰۴.

کارایی زیست محیطی و زیان

اقتصادی تولید پیاز دشت تبریز.

فصلنامه علوم محیطی نوین. ۳۳(۳): ۷۱۹-۷۳۴.

* Corresponding Author Email Address: dashti-g@tabriz.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2024.1440



مقدمه

در دنیای امروزی، پرداختن به کشاورزی پایدار یک راهکار علمی جهت بهره‌گیری مستمر و اصولی از عوامل تولید برای رسیدن به حداکثر مواد غذایی همراه با منفعت اقتصادی و حفظ سلامت جوامع بشری می‌باشد. افزایش جمعیت و نیاز مبرم به غذا موجب شده است تا تولیدکنندگان بخش کشاورزی در جهت پاسخ به این تقاضا و تولید بیشتر به منابع طبیعی و محیط‌زیست فشار وارد نمایند. در دهه‌های اخیر، مصرف بیشتر نهاده‌ها در بخش کشاورزی موجب رشد تولید محصولات در دنیا شده است، اما مشکلات به‌وجود آمده در اثر عدم توجه به مسائل زیست‌محیطی و خطرات مصرف بیش از حد مواد شیمیایی بر سلامتی انسان یک نگرانی برای مردم و سیاست‌گذاران به‌وجود آورده است. در این راستا کشاورزی پایدار به‌عنوان کلیدی جهت رهایی از مشکلات به‌وجود آمده مطرح شده است (Adeli Sardooei et al., 2011). در این بین یکی از ملاک‌های اساسی برای انتخاب روش‌های راهبردی در نیل به کشاورزی پایدار، افزایش کارایی مزارع و بهبود بهره‌وری عوامل تولید می‌باشد زیرا ارتقاء کارایی و افزایش بهره‌وری یکی از منابع اصلی رشد اقتصادی جوامع در دنیای کنونی محسوب می‌شود. در دهه‌های اخیر جهت تولید محصولات کشاورزی از منابع محدودی همچون سوخت‌های فسیلی، منابع آبی، سموم و کودهای شیمیایی در راستای افزایش کارایی مزارع و بهره‌وری عوامل تولید کشاورزی استفاده به‌عمل آمده است. در این میان سیاست افزایش تولید و کارایی در بخش کشاورزی بدون در نظر گرفتن مقادیر و نوع نهاده‌های شیمیایی، نگرانی‌های زیست‌محیطی را افزایش داده است. در واقع افزایش تقاضا برای منابع طبیعی (سرمایه‌های طبیعی) باعث فشار مضاعف بر طبیعت و تخریب آن می‌گردد (Fu et al., 2015). در چنین شرایطی، چنانچه نرخ تجدید منابع طبیعی کمتر از نرخ برداشت آن‌ها باشد، موجودی منابع کاهش خواهد یافت، که این امر حیات بشر را به‌خاطر صدمه بر محیط‌زیست و

طبیعت با مشکلات عدیده‌ای مواجه می‌کند (Molaei, 2023). در طول سه دهه گذشته، سیاست‌گذاران با تکیه بر سیاست‌های زیست‌محیطی جهت رسیدگی به مشکلات این حوزه توانستند اثرات مخرب و برگشت‌ناپذیر محیط‌زیست را مورد بررسی قرار دهند. یکی از مشکلات زیست‌محیطی بکارگیری بی‌رویه مواد شیمیایی در بخش کشاورزی می‌باشد.

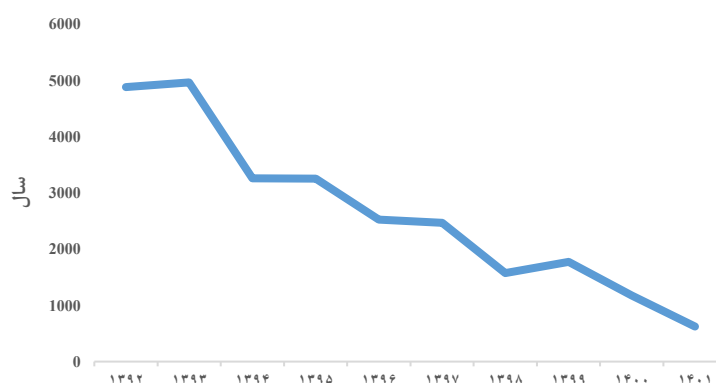
با افزایش اهمیت توسعه پایدار، مفهوم کارایی زیست‌محیطی نیز جایگاه ویژه‌ای در ادبیات اقتصاد توسعه پیدا کرده است. کارایی زیست‌محیطی یعنی تولید کالا و خدمات با حداقل بکارگیری انرژی و مواد اولیه که زیان اقتصادی و هزینه کمتر را نیز به‌دنبال داشته باشد. تمرکز اصلی کارایی زیست‌محیطی بر بهره‌گیری کارا و بهینه از منابع و ایجاد حداقل آلودگی می‌باشد. بدین ترتیب، سیستمی دارای کارایی زیست‌محیطی بیشتری می‌باشد که جهت به‌دست آوردن مقدار معینی ستاده، آلاینده‌گی کمتری به‌دنبال داشته باشد و یا با آلاینده‌گی ثابتی بتواند مقدار ستاده بیشتری را در مقایسه با سیستم‌های دیگر تولید کند (Picazo - Tadeo et al., 2011). به‌همین دلیل می‌توان استنباط نمود که کارایی زیست‌محیطی دو جنبه محیطی و اقتصادی را به‌صورت توأم مورد بررسی قرار می‌دهد. در حال حاضر، توجه به محیط‌زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر را تحت تأثیر قرار داده است. به‌همین دلیل مهم‌ترین عامل و پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌ها در سطح کلان سازگاری آن با محیط‌زیست می‌باشد.

نظر به اهمیت و جایگاه کارایی در بهبود بهره‌وری عوامل تولید مطالعات متعددی در مورد کارایی زیست‌محیطی و عوامل مؤثر بر آن انجام پذیرفته هر چند که به زیان اقتصادی کمتر پرداخته شده است. (Hong et al, 2016)، کارایی زیست‌محیطی مزارع چای ویتنام را با برآورد تابع تولید مرزی تصادفی ترانسلوگ بررسی کردند. مطابق

نتایج، میانگین کارایی زیست‌محیطی برابر ۷۶/۰۳ درصد بوده و بدین ترتیب زمینه قابل توجهی برای کاهش کاربرد آن‌ها با تکنولوژی موجود وجود داشته است. Mojaverian *et al.* (2019)، با استفاده از الگوی رگرسیونی توبیت به بررسی عوامل تأثیرگذار بر کارایی فنی شالیکوبی‌های استان مازندران پرداختند. نتایج مؤید آن بود که متغیرهای ظرفیت بالقوه واحد، تعداد روزهای کار، سهم هزینه انرژی از کل هزینه‌ها، تحصیلات، سن مدیر، برنامه‌های آموزشی کارگران و تبلیغات دارای تأثیر معنی‌داری بر کارایی بودند. Bibi *et al.* (2021)، کارایی فنی و زیست‌محیطی بخش کشاورزی در جنوب آسیا را طی دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۶ با استفاده از رویکرد تابع مرزی تصادفی ترانسلوگ مطالعه کردند. برابر یافته‌های تحقیق، میانگین کارایی فنی ستاده‌گرا و نهاده‌گرا به ترتیب برای کشورهای جنوب آسیا برابر ۰/۹۲ و ۰/۷۷ بود. Molaei (2022)، به مطالعه کارایی زیست‌محیطی و زیان اقتصادی تولید چغندر قند در حوزه آبریز دریاچه ارومیه طی سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ با تخمین تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی پرداخت. بر اساس یافته‌های تحقیق، میانگین کارایی زیست‌محیطی برابر با ۵۸ درصد به دست آمد. به بیانی دیگر امکان کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی به اندازه ۴۲ درصد در تولید چغندر قند وجود دارد. میانگین ارزش خسارت زیست‌محیطی برآورد شده برابر با ۵۳/۵ میلیون ریال بر هکتار برآورد شد. Ghasemi *et al.* (2023)، کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی تولید گندم دیم در شهرستان اهر را با برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی و تابع عدم‌کارایی مورد ارزیابی قرار دادند. مطابق نتایج حاصله، میانگین کارایی فنی ۶۶/۰۶ و کارایی زیست‌محیطی ۴۹/۳۶ درصد می‌باشد. برابر نتایج تابع عدم‌کارایی عواملی نظیر میزان سطح زیرکشت، وجود افراد با تحصیلات دانشگاهی و خسارت آفت تأثیر معنی‌داری بر میزان کارایی نشان دادند. همچنین میانگین میزان زیان اقتصادی هر هکتار گندم دیم برابر ۲۲۶ هزار ریال بر هکتار برآورد

گردید. Nguyen- Thi-Lan *et al.* (2023)، با استفاده از تحلیل مرزی تصادفی، جنبه‌های زیست‌محیطی و کارایی فنی تولید چای در ویتنام را مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج تحقیق، میانگین کارایی فنی حدود ۳۸ درصد به دست آمد و متغیرهای حمایت مالی برای تولید چای ارگانیک، سن و کشاورزی قراردادی، تأثیر مثبتی بر کارایی فنی کشاورزان داشته است. Malawal *et al.* (2023)، کارایی زیست‌محیطی تولید پاپایا در کشور تایلند را با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی و داده‌های پانلی مربوط به سال‌های زراعی ۲۰۲۱-۲۰۱۱ مورد ارزیابی قرار دادند. مطابق نتایج حاصله، نیروی کار مؤثرترین عامل افزایش تولید می‌باشد. همچنین نظر به اینکه میانگین کارایی زیست‌محیطی از کارایی فنی کمتر می‌باشد لذا مدیریت مصرف اصولی عوامل کود و سموم شیمیایی ضرورت پیدا می‌کند. Osmani *et al.* (2024)، به مطالعه کارایی زیست‌محیطی بخش کشاورزی و سایر بخش‌های اقتصادی ایران با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها طی دوره زمانی ۹۷-۱۳۷۵ پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که بخش کشاورزی و نفت از لحاظ زیست‌محیطی کارا بوده و بخش حمل و نقل کمترین میزان کارایی زیست‌محیطی را داشتند. همچنین نتایج گویای آن بود که بیشترین میزان کارایی زیست‌محیطی مربوط به بخش کشاورزی است. مرور مطالعات بیانگر آن است که در بیشتر مطالعات از دو رهیافت مرزی تصادفی و تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش کارایی بهره گرفته شده و مطابق نتایج امکان کاهش مصرف نهاده‌های زیانبار و بهبود عملکرد و کارایی زیست‌محیطی وجود دارد. عدم امکان آزمون‌های آماری در رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها گرایش به استفاده از رهیافت مرزی تصادفی را بیشتر کرده است زیرا این روش امکان انجام آزمون آماری را فراهم می‌کند. ضمن اینکه ملاحظه گردید در بیشتر مطالعات فقط عوامل اثرگذار بر کارایی معرفی شده و میزان و شدت اثرگذاری به شکل مقداری مورد ارزیابی قرار نگرفته است.

زیرکشت پیاز جهان) در سال زراعی ۱۴۰۰-۰۱ حدود ۲/۵ میلیون تن پیاز تولید کرده و از لحاظ تولید این محصول در جایگاه دهم جهان قرار دارد. همانطوریکه نمودار ۱ نشان می‌دهد سطح زیرکشت پیاز استان آذربایجان شرقی از حدود ۴۹۰۰ هکتار در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به ۱۱۵۵ هکتار در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ کاهش یافته است. به همین دلیل در بازه زمانی موردنظر، مقدار تولید پیاز نیز از ۲۵۲ به ۲۹ هزارتن تنزل یافته است است (Ministry of Agriculture Jihad, 2022). این مسئله به‌خاطر بروز مشکلات کم‌آبی در حوزه دریاچه ارومیه رخ داده و به‌سبب تداوم معضل مزبور، سطح زیرکشت آن در سال ۱۴۰۲ حدود ۵۰۰ هکتار برآورد گردیده است. براساس آمار موجود عملکرد پیاز منطقه، در سال ۱۴۰۲ حدود ۴۶/۵ تن در هکتار اعلام گردیده است که نسبت به سال ۱۴۰۰ حدود یک تن افزایش را نشان می‌دهد. به‌نظر می‌رسد کشاورزان با پی بردن به اهمیت آب به عنوان یک نهاده کمیاب، به رعایت اصول و عملیات کشاورزی پایدار پرداخته که حاصل این اقدامات در بهبود نسبی عملکرد زارعین تجلی یافته است.



شکل ۱- سطح زیرکشت محصول پیاز در استان آذربایجان شرقی طی سال‌های زراعی ۱۳۹۱-۱۴۰۱

Fig. 1- The cultivation for onion production in East Azerbaijan province from 2012-2022

کشت طولانی و وجود افراد دارای مهارت و دانش فنی مناسب در دشت تبریز هنوز هم برخی از کشاورزان را برای تولید این محصول مصمم نگه‌داشته است. مطابق آمار وزارت جهاد کشاورزی در هر هکتار سطح زیرکشت پیاز منطقه

مطالعات انجام گرفته در خصوص محصول پیاز نیز از این قاعده مستثنی نبوده و تحقیقی که کارایی زیست‌محیطی و زیان اقتصادی این محصول را در دشت تبریز در برگیرد یافت نشد. بدین ترتیب انجام پژوهش حاضر می‌تواند به رفع این خلأ مطالعاتی کمک نماید. در این تحقیق برای فهم اصولی و سازگار با اصول کشاورزی پایدار در خصوص بهره‌گیری مطلوب از عوامل تولید معمولی و زیانبار، کوشش به‌عمل می‌آید تا با برآورد تابع تولید مرزی تصادفی مناسب، کارایی زیست‌محیطی محاسبه گردد. بدین ترتیب میزان پتانسیل موجود برای کاهش مصرف نهاده‌های زیانبار و نیز افزایش میزان تولید محصول پیاز با همان تکنولوژی و نهاده‌های موجود مشخص می‌گردد. ضمن- اینکه عوامل تأثیرگذار بر کارایی نیز با بهره‌گیری از الگوی اقتصادسنجی توبیت مورد ارزیابی واقع می‌گردد. نهایتاً زیان اقتصادی حاصل از بکارگیری نهاده‌های زیانبار در تولید پیاز نیز برآورد می‌شود.

پیاز به‌عنوان یک محصول کشاورزی در بسیاری از کشورهای دنیا تولید می‌شود. کشور ایران با ۵۳/۵۷ هزار هکتار اراضی تحت کشت پیاز (معادل ۰/۹۶ درصد از سطح

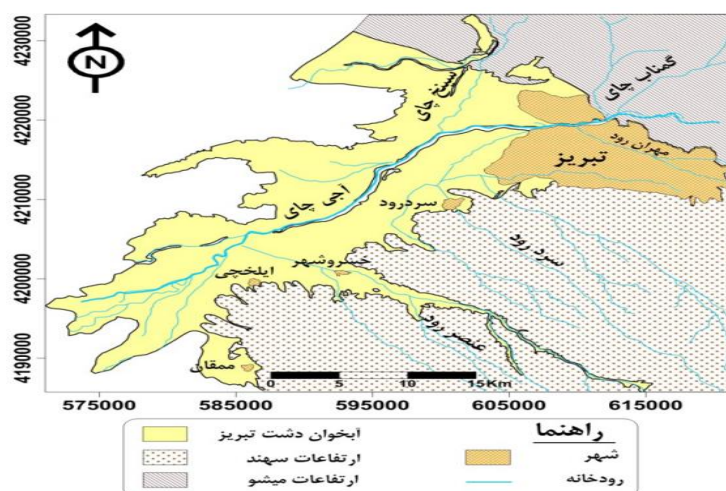
با توجه به رشد جمعیت و افزایش تقاضا، پیازکاران دشت تبریز سعی کرده‌اند با بهره‌گیری از انواع نهاده‌ها به‌خصوص کود و سم به افزایش تولید کمک نمایند که مشکلات زیست‌محیطی خاص خود را به‌دنبال داشته است. سابقه

و تحلیل کارایی زیست‌محیطی و اندازه‌گیری زیان اقتصادی تولید پیاز دشت تبریز می‌باشد ضمن اینکه شناسایی عوامل مؤثر بر میزان کارایی نیز هدف فرعی این تحقیق محسوب می‌گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: دشت تبریز با مساحت ۵۳۹۲/۲ کیلومتر مربع بزرگترین دشت موجود در استان آذربایجان شرقی به‌شمار می‌آید. موقعیت جغرافیایی این دشت در شکل (۱) نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود این دشت از شرق به محدوده شهر تبریز و از غرب به اراضی شورزار و دریاچه ارومیه، از شمال به دامنه‌های جنوبی کوه‌های میشو، از جنوب به دامنه‌های شمالی سهند، محدود شده است. آجی چای بزرگترین رودخانه دائمی محدوده مطالعاتی تبریز می‌باشد که از دامنه جنوب خاوری کوه سبلان و دامنه شمالی رشته کوه بزقوش سرچشمه گرفته و پس از گذر از محدوده‌های مطالعاتی سراب بیلوردی- دوزدوزان و بستان‌آباد وارد دشت تبریز می‌شود. پست‌ترین نقطه ارتفاعی در منطقه مورد مطالعاتی ۱۰۳۰ متر از سطح دریا در غرب دشت و بیشترین ارتفاع در کوه‌های سهند با ارتفاعی بیش از ۳۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد (Tabarmayeh and Vaezi Hir, 2015).

مورد مطالعه بالغ بر ۴۲۰ کیلوگرم انواع کودهای شیمیایی (ازته، فسفات و پتاسه) و ۷ کیلوگرم انواع سموم (علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش) استفاده می‌شود که می‌تواند سر منشاء مشکلات زیست‌محیطی مختلفی باشد. بر همین اساس به دلیل اهمیت زیاد این محصول در سبد خانوارها، توجه به حفظ منابع و پایدار نمودن عملیات کشت آن در جهت افزایش کارایی مزارع منطقه مورد مطالعه و تلاش در جهت کمینه کردن اثرات منفی بر محیط‌زیست و کاهش زیان اقتصادی وارده ضروری و منطقی به‌نظر می‌رسد. بر اساس اطلاعات موجود هرچند که در خصوص ابعاد اقتصادی تولید محصول پیاز حتی کارایی فنی در دشت تبریز مطالعاتی صورت پذیرفته است لیکن تا کنون تحقیقی در زمینه برآورد کارایی زیست‌محیطی و شناخت عوامل مؤثر بر آن با استفاده از مدل رگرسیونی توبیت و همچنین ارزیابی زیان اقتصادی تولید محصول پیاز به‌خاطر مصرف نهاده‌های مضر شیمیایی در دشت تبریز انجام نشده است. با مشخص شدن مقادیر کارایی، کشاورزان از ظرفیت کاهش مصرف نهاده‌های مضر و پتانسیل افزایش تولید خود آگاه شده و سیاست‌گذاران نیز در تدوین برنامه‌های توسعه کشاورزی می‌توانند عوامل اثرگذار بر مقادیر کارایی را برای کاهش زیان اقتصادی مصرف نهاده‌های زیانبار شیمیایی مدنظر قرار دهند. از اینرو هدف اصلی مقاله حاضر سنجش

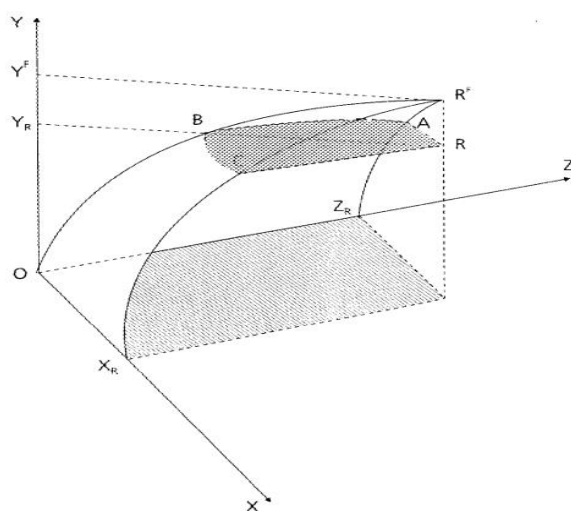


شکل ۲- نقشه موقعیت جغرافیایی دشت تبریز

Fig. 2- Map of the geographical location of Tabriz plain

Reinhard *et al.*, 2000) نهاده‌های نرمال و زیانبار تعریف نمود (1) نشان داده شده

ایده کارایی زیست‌محیطی در نمودار (1) نشان داده شده است. نمودار (1) بهترین مرز تولید $F(\cdot)$ را با ستاده Y ، نهاده‌های نرمال X و نهاده‌های زیانبار زیست‌محیطی Z ، به صورت $Y \leq F(X, Z)$ نشان می‌دهد. مرز تولید در سطح شبه مقعر $Ox_R R^F Z_R$ افزایش می‌یابد. Y_R مقدار ستاده‌ای است که با استفاده از نهاده نرمال X_R و نهاده زیانبار زیست‌محیطی Z تولید می‌شود. سطح $ABCR$ مقدار محصول تولیدی مزرعه R را نشان می‌دهد. بدین ترتیب در نمودار مزبور کارایی فنی به صورت نسبت محصول به دست آمده $Y_R B$ به مقدار محصول موردانتظار $Y_R R$ قابل اندازه‌گیری می‌باشد در حالیکه کارایی زیست‌محیطی به شکل حداقل نهاده ممکن قابل استفاده نسبت به مقدار نهاده به کار گرفته شده با تکنولوژی ثابت یعنی $\frac{OB}{OR}$ نشان داده می‌شود (Reinhard *et al.*, 2000).



شکل ۳- مرز تولید با ستاده Y ، نهاده نرمال X و نهاده زیانبار Z
Fig. 3- Production frontier with output Y , normal input X and detrimental input Z

محصول پدیدار می‌گردد. در ادامه با تطبیق توابع معمولی و مرزی می‌توان مقدار کارایی را به دست آورد. تابع تولید مرزی تصادفی به قرار رابطه ۱ ارائه می‌شود:

$$Y_i = f(X_i, Z_i, \beta) \exp(\varepsilon_i) \quad i=1,2,3,\dots,N \quad (1)$$

کارایی مفهومی کاربردی در علوم مختلف از جمله اقتصاد و مدیریت کشاورزی به شمار می‌آید. کارایی توانایی یک بنگاه در دستیابی به حداکثر ستاده از مجموعه‌ای مشخص از نهاده‌ها با وجود تکنولوژی معین تعریف می‌شود (Farrell, 1957). به طور معمول کارایی در حالت‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس و بازده متغیر نسبت به مقیاس به دو صورت نهاده‌محور و ستاده‌محور مورد بررسی قرار می‌گیرد (Bafandeh Imandoust *et al.*, 2017). در این میان کارایی زیست‌محیطی مفهومی نسبتاً نوپا است که به صورت نسبت حداقل مقدار ممکن قابل استفاده به مقدار مصرفی نهاده‌های زیانبار، مشروط به مقدار مشخصی از محصول و نهاده‌های نرمال تعریف می‌شود. در واقع تعریف مزبور، بیان‌کننده کارایی زیست‌محیطی نهاده‌محور می‌باشد. همچنین کارایی زیست‌محیطی ستاده‌محور را می‌توان به صورت نسبت مقدار محصول به دست آمده به حداکثر مقدار محصول قابل حصول مشروط به مقادیر معینی از

رهیافت مرزی تصادفی به عنوان یک ابزار پارامتریک برای اندازه‌گیری کارایی فنی بنگاه‌ها بر مبنای مدل‌های اقتصادسنجی و تئوری‌های اقتصاد خرد بنا شده است (Fallahi *et al.*, 2021). در این رهیافت، با برآورد تابع تولید، مرز تولید مشخص شده و نقاط دارای بیشترین مقدار

(بذر، نیروی کار و کود حیوانی) و دو نهاده زیانبار (کود شیمیایی و سم) به‌قرار رابطه ۵ می‌باشد (Tu et al., 2019):

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \sum_n \alpha_n \ln X_n + \sum_m \beta_m \ln Z_m + \frac{1}{2} \sum_n \sum_h \alpha_{nh} \ln X_n \ln X_h + \frac{1}{2} \sum_m \sum_l \alpha_{ml} \ln Z_m \ln Z_l + \sum_n \sum_m \theta_{nm} \ln X_n \ln Z_m + v_i - u_i \quad (5)$$

مطابق رابطه ۵، $\ln Y_i$ نشانگر لگاریتم مقدار تولید پیاز مزرعه λ_m ، X_n نشان‌دهنده نهاده‌های نرمال (بذر، نیروی کار و کود حیوانی) و Z_m نشان‌دهنده نهاده‌های مضر (کود شیمیایی و سموم) می‌باشد. لگاریتم مقدار محصول پیاز یک کشاورز کارا با لحاظ $U_i=0$ از رابطه ۵ به‌دست می‌آید. لذا با توجه به $U_i=0$ رابطه ۶ حاصل می‌شود (Tu et al., 2019):

$$\sum_m \beta_m \ln \phi Z_m - \sum_m \beta_m \ln Z_m + \frac{1}{2} \sum_m \sum_h \beta_{mh} \ln \phi Z_m \ln \phi Z_h - \frac{1}{2} \sum_m \sum_h \beta_{mh} \ln Z_m \ln Z_h + \sum_n \sum_m \theta_{nm} \ln X_n \ln \phi Z_m - \sum_n \sum_m \theta_{nm} \ln X_n \ln Z_m + u_i = 0 \quad (6)$$

بعد از اعمال تغییرات در رابطه ۶ اکنون می‌توان رابطه ۷ را به‌صورت یک معادله درجه دوم ارائه کرد:

$$a_i (\ln E E_i)^2 + b_i (\ln E E_i) + u_i = 0 \quad (7)$$

مطابق رابطه (۱)، Y_i مقدار ستاده مزرعه λ_m ، X_i بردار نهاده‌های نرمال، Z_i بردار نهاده‌های مضر (زیانبار) برای محیط-زیست و ε_i جمله پسماند یا جمله خطا می‌باشد که به‌صورت رابطه (۲) بیان می‌شود:

$$\varepsilon_i = v_i - u_i \quad (2)$$

در رابطه ۲، u_i انحراف از مرز تولید ناشی از عدم کارایی (مدیریتی) و v_i انحراف از مرز تولید به‌واسطه عوامل تصادفی را نشان می‌دهد. جهت تشخیص فرم تابعی برتر از آزمون نسبت درست‌نمایی به‌صورت رابطه ۳ استفاده به‌عمل آمد (Vu et al., 2019):

$$\lambda = -2 [\ln L_{\text{Cobb-Douglass}} - \ln L_{\text{Translog}}] \quad (3)$$

مطابق رابطه ۳، λ آماره χ^2 دو با درجه آزادی R می‌باشد. فرم تابعی ترانس‌لوگ در صورتی برتر شناخته می‌شود که میزان λ محاسباتی از ارزش بحرانی آن در جدول بیشتر باشد (Wongnaa et al., 2019). حال با برآورد تابع تولید، مشابه مطالعات (Reinhard et al 2000) و Bai et al (2019)، می‌توان نسبت به اندازه‌گیری کارایی زیست-محیطی اقدام نمود. Pittman (1981) نخستین فردی بود که نهاده زیانبار را به‌عنوان یک عامل در تابع تولید وارد کرد. در تحقیق حاضر، عوامل تولید کود شیمیایی و سم به‌منزله عوامل زیانبار زیست‌محیطی در فرآیند تولید پیاز در نظر گرفته شده‌اند. پس از برآورد تابع مرزی تصادفی، می‌توان کارایی زیست‌محیطی مزرعه λ_m را به‌شکل رابطه ۴ نوشت (Reinhard et al., 2000):

$$EE_i = \min\{\varphi: F(X_i, \varphi Z_i) \geq Y_i\} \leq 1 \quad (4)$$

فرم عمومی تابع تولید ترانس‌لوگ با لحاظ سه نهاده نرمال

رابطه بین متغیر مشاهده شده و متغیر مشاهده نشده به- صورت رابطه ۱۱ می‌باشد (Bafande Imandoust *et al.*, 2017):

$$\begin{cases} Y_i^* = \beta X_i + u_i & \text{if } Y_i > 0 \\ Y_i^* = 0 & \text{if } Y_i \leq 0 \end{cases} \quad (11)$$

در رابطه ۱۱، Y_i^* نشانگر متغیر مشاهده شده^۲ و β بردار پارامترها، X_i بردار متغیرهای مستقل ($N \times K$). u_i جمله اخلال که مستقل از متغیرهای توضیحی بوده و دارای میانگین صفر و واریانس δ_u می‌باشد. ضمن اینکه ۰، نشان- دهنده آستانه سانسور بوده که متغیر وابسته بالای آن قابل- مشاهده و در مقادیر کمتر از آن غیرقابل مشاهده است. در این مدل نیز مانند سایر مدل‌ها، هدف برآورد پارامترهای نامعلوم یعنی β و δ_u می‌باشد. در بررسی و شناخت عوامل موثر بر کارایی عوامل مختلف، شامل ویژگی‌های فردی، خصوصیات اجتماعی و اقتصادی کشاورزان مدنظر قرار گرفت و در نهایت از مدل رگرسیونی توبیت به صورت رابطه ۱۲ استفاده به عمل آمد:

$$EE = \beta_0 + \beta_1 \text{age} + \beta_2 \text{land} + \beta_3 \text{nplots} + \beta_4 \text{coop} + \varepsilon_i \quad (12)$$

در رابطه ۱۲، EE ، کارایی زیست محیطی مزارع تولید پیاز، β_0 ، عرض از مبدأ مدل age ، سن کشاورز بر حسب سال. land ، سطح زیرکشت یعنی کل مساحت اراضی اختصاص داده شده به پیاز بر حسب هکتار. nplots ، تعداد قطعات کشت پیاز. coop ، عضویت در تعاونی (عدد صفر برای عدم عضویت در تعاونی و یک برای عضویت در آن) و ε_i ، اجزاء اخلال مدل را نشان می‌دهد. در الگوی توبیت ضرایب تخمینی تفسیر اقتصادی معینی ندارند به همین خاطر برای تفسیر نتایج غالباً از اثرات نهایی مطابق رابطه ۱۳ بهره گرفته می‌شود:

عبارت $a_i = \frac{1}{2} \sum_m \sum_h \beta_{mh} \quad \forall a_i \neq 0$ برای تمامی تولیدکنندگان ثابت بوده در حالیکه درخصوص b_i می‌توان نوشت (رابطه ۸):

$$b_i = \sum_m \beta_m + \frac{1}{2} \sum_m \sum_h \beta_{mh} (\ln Z_m + \ln Z_m) + \sum_n \sum_m \theta_{nm} \ln X_k \quad (8)$$

با حل معادله درجه دوم می‌توان کارایی زیست محیطی را مطابق رابطه ۹ به دست آورد (Tu *et al.*, 2019):

$$EE_i = \exp \left(\frac{-b_i \pm \sqrt{b_i^2 - 4a_i u_i}}{2a_i} \right) \quad (9)$$

مشابه مطالعات (Reinhard *et al.* 2000). Vu *et al.* (2019) و (Tu *et al.* 2019) هرچند که دو مقدار عددی برای کارایی زیست محیطی حاصل می‌گردد لیکن از مقدار $\sqrt{b_i^2 - 4a_i u_i}$ برای برآورد کارایی زیست محیطی استفاده به عمل آمد تا کارایی مقادیر عددی غیرمنفی را شامل شود.

برای شناسایی عوامل مؤثر بر کارایی تولید پیاز به اینکه در تحقیق حاضر مقادیر متغیر وابسته (میزان کارایی مزارع) محدود و در بازه صفر و یک قرار دارد رگرسیون توبیت می-تواند منجر به تخمین کارتری شود. شکل عمومی مدل توبیت به قرار رابطه ۱۰ می‌باشد:

$$Y_i = \beta X_i + u_i \quad i=1,2,\dots,n \quad (10)$$

در رابطه فوق Y_i ، بیانگر متغیر وابسته یعنی کارایی فنی مزارع تولید پیاز می‌باشد که همان متغیر پنهان یا مشاهده نشده^۱ است. ایده اصلی الگوی توبیت استاندارد به الگوی پروبیت بر می‌گردد که در آن چنانچه متغیر پنهان (و پیوسته) $Y_i^* \leq 0$ باشد، متغیر وابسته $Y_i = 0$ است و اگر $Y_i^* > 0$ باشد، $Y_i = 1$ خواهد بود. در واقع، در مدل توبیت

شایان ذکر است که زیان اقتصادی برای تک تک نهاده‌ها به شکل جداگانه و توأم برای دو نهاده کود و سم محاسبه شده است. با استفاده از فرمول کوکران حجم نمونه آماری ۱۴۰ به‌دست آمد. داده‌ها و اطلاعات موردنیاز جهت نیل به هدف از طریق مراجعه حضوری و تکمیل پرسشنامه از ۱۴۰ کشاورز پیازکار دشت تبریز در سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲ جمع‌آوری گردید. با توجه به اهداف تحقیق، داده‌ها شامل اطلاعات مربوط به خصوصیات شخصی، اجتماعی - اقتصادی کشاورزان و نیز مقادیر نهاده‌ها و محصول پیاز تولیدی بوده است.

نتایج و بحث

نتایج آزمون نسبت درست‌نمایی برای انتخاب فرم تابعی مناسب در جدول ۱ گزارش شده است. ملاحظه می‌شود آماره محاسباتی از مقدار بحرانی جدول بزرگ‌تر بوده و بدین ترتیب برای محاسبه کارایی، تابع ترانسلوگ نسبت به تابع کاب-داگلاس برتر تشخیص داده شد.

$$\frac{\partial E(Y|X)}{\partial X} = \beta \times \text{Prob}(a < Y^* < b) \quad (13)$$

که در آن، Y مقدار متغیر وابسته، X مقدار متغیرهای مستقل، β پارامتر ضرایب برآورد شده، a و b نیز به‌ترتیب مقادیر حداقل و حداکثر هر یک دامنه را نشان می‌دهد (Mousavi and Rajabi, 2013). به‌واسطه وجود عدم‌کارایی، میزان زیان اقتصادی تولید پیاز در دشت تبریز با استفاده از روش Tu (2017) برآورد گردید. برای این منظور با داشتن هزینه عوامل تولید و مقادیر کارایی زیست‌محیطی، مقدار زیان اقتصادی از رابطه ۱۴ به‌دست می‌آید:

$$EL_i = (1 - EE_i)TC_i \quad (14)$$

در رابطه فوق، EL_i زیان اقتصادی مزرعه i ام، EE_i کارایی زیست‌محیطی و TC_i هزینه کل مربوط به نهاده‌های مضر (زیانبار) نظیر کود شیمیایی و سم در مزرعه i ام می‌باشد.

جدول ۱- نتایج آزمون فرضیه با استفاده از آزمون نسبت درست‌نمایی تعمیم یافته

Table 1. Hypothesis test results using generalized likelihood ratio test

تصمیم Decision	خی‌دو جدول در سطح پنج درصد X ² -statistic Level of 5%	درجه آزادی df	آماره λ محاسبه شده λ - Estimated	لگاریتم درست‌نمایی تابع ترانسلوگ Log Maximum Likelihood Translog function	لگاریتم درست‌نمایی تابع کاب-داگلاس Log Maximum Likelihood Cobb- Douglas	فرض صفر H ₀
عدم پذیرش فرض صفر Rejected null Hypothesis	30.58	15	34.76	-44.24	-61.62	ارجحیت تابع کاب-داگلاس Cobb-Douglas Function Preferred

عدم‌کارایی در تولید پیاز دشت تبریز تأیید می‌شود. به‌بیانی دیگر، می‌توان اظهار داشت که بخشی از اختلاف میزان محصول به‌دست آمده با مقدار محصول موردانتظار مربوط به عوامل مدیریتی واحد تولیدی می‌باشد. بدین ترتیب ارجحیت روش حداکثر درست‌نمایی بر روش حداقل مربعات معمولی، جهت برآورد تابع تولید ترانسلوگ و نهایتاً سنجش کارایی آشکار می‌گردد.

مطابق نتایج جدول ۲، عوامل بذر، نیروی کار و کود حیوانی به‌عنوان نهاده‌های نرمال و نهاده‌های سم و کود شیمیایی به‌منزله نهاده‌های مضر (زیانبار) تأثیر معنی‌دار بر میزان تولید محصول پیاز دارند ضمن اینکه سایر نهاده‌ها از جمله ماشین‌آلات و ماسه مصرفی بر مقدار تولید تأثیر معنی‌داری نشان ندادند. تخمین تابع تولید مرزی تصادفی گویای آن بود که میزان γ محاسباتی بزرگ‌تر از صفر بوده و لذا وجود

جدول ۲- نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی
Table 2. The estimated results translog production function

متغیر Variable	ضریب Coefficient	انحراف معیار Standard Deviation	آماره t-Statistic
عرض از مبدأ Constant	114.4***	39.8	2.87
بذر Seed	8.74**	4.3	2.04
نیروی کار Labor	2.9	3.63	0.8
کود حیوانی Manure	-28.01***	10.41	-2.7
کود شیمیایی Fertilizer	-1.14	2.5	-0.46
سم Pesticide	9.7**	4.34	2.23
بذر- بذر Seed - Seed	2.13***	0.7	3.13
نیروی کار-نیروی کار Labor- Labor	1.15***	0.38	3.04
کود حیوانی-کود حیوانی Manure - Manure	3.7***	1.42	2.60
کود شیمیایی-کود شیمیایی Fertilizer - Fertilizer	0.000024	0.00002	1.18
سم-سم Pesticide - Pesticide	0.74**	0.405	1.84
بذر-نیروی کار Seed - Labor	-1.02**	0.45	1.84
بذر-کود حیوانی Seed - Manure	-1.16**	0.54	-2.15
بذر-کود شیمیایی Seed - Fertilizer	0.05	0.3	0.17
بذر-سم Seed - Pesticide	-0.15	0.41	-0.38
نیروی کار-کود حیوانی Labor - Manure	-0.408	0.42	-1.96
نیروی کار-کود شیمیایی Labor - Fertilizer	0.16	0.22	0.71
نیروی کار-سم Labor - Pesticide	-0.19	0.49	-0.40
کود حیوانی-کود شیمیایی Manure - Fertilizer	0.08	0.32	0.25
کود حیوانی-سم Manure - Pesticide	-0.90*	0.64	-1.69
کود شیمیایی-سم Fertilizer - Pesticide	-0.33**	0.3	-1.92
δ_u^2	0.478***	0.054	8.83
δ_v^2	0.099***	0.021	4.74
γ	0.828***	0.26	3.18

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

***, ** and * represent the significance levels of 10, 5 and 1 percent, respectively

بنابراین با تکنولوژی موجود زمینه لازم جهت کاهش مصرف نهاده‌های زیانبار در راستای کم کردن اثرات سوء آن‌ها و نیز اقتصادی‌تر کردن فرآیند تولید پیاز وجود دارد. از آنجاییکه ۶۰ درصد مزارع دارای کارایی زیست‌محیطی کمتر از ۴۰ درصد می‌باشد اهمیت ارتقاء کارایی در راستای بهبود بهره‌وری عوامل و کاهش هزینه تولید، بیشتر نمایان می‌شود.

بر اساس جدول ۳، میانگین کارایی زیست‌محیطی مزارع پیاز منطقه مورد مطالعه برابر ۵۱ درصد می‌باشد. Molaei *et al.* (2017) و Ghasemi *et al.* (2023) نیز در پژوهش‌های خود ارقام نسبتاً مشابهی برای کارایی زیست‌محیطی تولیدات کشاورزی گزارش کردند. کمترین و بیشترین میزان کارایی زیست‌محیطی تولید پیاز هم به ترتیب برابر ۳۰ و ۹۹ درصد به دست آمد.

جدول ۳- کارایی زیست‌محیطی کشاورزان تولیدکننده پیاز دشت تبریز
Table 3. Environmental efficiency of farmers producing onion in Tabriz plain

درصد Percentage	فراوانی Frequency	دامنه کارایی Range of efficiency
60	84	≤ 40
27.14	38	40-50
2.85	4	50-60
7.15	10	60-70
2.15	3	70-80
0.71	1	≥ 80
51	-	میانگین Mean
69	-	دامنه Range
30	-	کمینه Min
99	-	بیشینه Max
15	-	انحراف معیار Std.Dev

سطح زیرکشت را تأیید کرده بودند. به‌طور طبیعی با افزایش سطح زیرکشت نیاز به نهاده‌های تولیدی نیز افزایش می‌یابد. بدین ترتیب انگیزه تهیه به‌موقع و به مقدار عمده نهاده‌ها از مراکز تولیدی یا عمده‌فروشی در کشاورزان تقویت شده و ضمن کاهش هزینه‌های تولید، زمینه افزایش تولید و عرضه آن با قیمت‌های نسبتاً بالاتر در بازارهای بزرگ‌تر نیز فراهم می‌شود. همچنین می‌توان گفت که وجود مزارع و سطح زیرکشت وسیع‌تر امکان بکارگیری تکنولوژی‌های جدید نظیر ماشین-آلات را تسهیل کرده و لذا به افزایش تولید و کارایی کمک می‌نماید. اثر نهایی سطح زیرکشت نشان‌دهنده آن است چنانچه سطح زیرکشت یک هکتار بیشتر شود کارایی زیست-محیطی ۰/۰۲۶ درصد افزایش می‌یابد.

نتایج برآورد مدل توبیت برای شناخت عوامل تأثیرگذار بر کارایی در جدول ۴ آورده شده است. بر اساس جدول مزبور، عامل سن تأثیر مثبت و معنی‌داری بر کارایی زیست‌محیطی دارد. بدین مفهوم که افراد دارای سن بیشتر معمولاً از تجربه و مهارت کافی برای پرداختن اصولی و کارا به تولید محصول پیاز برخوردار بوده و با مصرف مقادیر معینی از عوامل تولید، میزان ستاده بیشتری نسبت به سایر کشاورزان بدست می‌آورند. این نتیجه با یافته‌های مطالعات Ghasemi, Dashti *et al.* (2021) و Mohammadian and Kalhori *et al.* (2023) همخوانی دارد. همچنین میزان سطح زیرکشت پیاز تأثیر مثبت و معنی‌داری بر کارایی زیست‌محیطی دارد. Ghasemi *et al.* (2023) نیز در مطالعه خود وجود رابطه معنی‌دار بین کارایی و

جدول ۴- عوامل مؤثر بر کارایی زیست محیطی
Table 4. Affecting factors of environmental efficiency

اثر نهایی Marginal effect	آماره t t Statistic	متغیر Variable	ضریب Coefficient
0.22	12.28	0.22***	عرض از مبدأ constant
0.008	1.78	0.008**	سن age
0.26	30.99	0.26***	سطح زیر کشت land
-0.04	-5.34	-0.04***	تعداد قطعات زمین nplots
0.026	1.80	0.026**	عضویت در تعاونی coop

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

** and *** represent the significance levels of 1 and 5 percent, respectively.

۵ گزارش شده است. ملاحظه می شود متوسط زیان اقتصادی تولید محصول پیاز ناشی از بکارگیری نهاده های کود شیمیایی و سم در دشت تبریز به ترتیب معادل ۱۱۰۰۰ و ۶۳۵۸ هزار ریال در هر هکتار به دست آمده است. ضمن اینکه زیان اقتصادی توأم نهاده های کود شیمیایی و سم ۱۷۵۰۰ هزار ریال می باشد. بدین ترتیب، تولید ناکارای هر هکتار پیاز در دشت تبریز در مجموع موجب تحمیل ۱۷۵۰۰ هزار ریال خسارت زیست محیطی بر منطقه می گردد. این خسارت می تواند به شکل های مختلفی خود را نشان دهد. عواملی نظیر، آلودگی آب و خاک، آلودگی هوا، آلوده شدن مواد غذای مورد نیاز بشر از جمله مواردی می باشد که موجب تولید ناسالم شده و در نهایت سلامت جامعه بشری را به خطر می اندازند. به عبارتی تولیدکنندگان با صرف هزینه مقداری نهاده های زیانبار نظیر کود شیمیایی خریداری کرده و با مصرف غیراصولی آن موجب وارد شدن خسارت به منابع و محیط زیست منطقه نیز می شوند. رعایت اصول و عملیات کشاورزی پایدار می تواند جلوی چنین خسارتی را گرفته و از پیامدهای منفی آن بکاهد.

عضویت در تعاونی نیز همانند عوامل قبلی دارای تأثیر مثبت و معنی داری بر کارایی بوده در حالیکه عامل تعداد قطعات زمین تأثیر منفی بر کارایی دارد. هنگامی که تعداد قطعات کشت پیاز اضافه می گردد کشاورز الزاماً در چند قطعه زمین دور از هم فعالیت می کند و لذا به سبب عدم بهره گیری مناسب از زمان و تجهیزات، هزینه تولید نیز افزایش می یابد. همچنین تولید در قطعات کوچک بکارگیری تکنولوژی های مدرن نظیر آبیاری تحت فشار و ماشین آلات را غیراقتصادی و گاه غیرممکن می نماید. نتیجه این امر کاهش کارایی واحدهای تولیدی می باشد. در پژوهش Dashti et al. (2021) نیز تأثیر منفی افزایش تعداد قطعات کشت بر کارایی مورد تأیید قرار گرفته است. مطابق جدول ۴ اثر نهایی تعداد قطعات زمین زراعی نشان داد، اگر تعداد قطعات کشت پیاز یک واحد (قطعه) بیشتر شود کارایی زیست-محیطی تولید محصول به اندازه ۰/۰۴ درصد کاهش پیدا می کند. نتایج مربوط به مقادیر زیان اقتصادی پیاز به واسطه بهره گیری از نهاده های زیانبار سموم و کود شیمیایی در جدول

جدول ۵- نتایج محاسبه زیان اقتصادی ناشی از بکارگیری نهاده‌های زیانبار (هزار ریال)
Table 5. The results of calculating the economic loss due to the use of detrimental inputs (Thousand Rials)

زیان اقتصادی Economic loss	میانگین Mean	انحراف معیار Std.Dev	کمینه Min	بیشینه Max
زیان اقتصادی کود شیمیایی Fertilizer economic loss	11000	4768	3097	14500
زیان اقتصادی سم Pesticide economic loss	6358	8599	885	31000
زیان اقتصادی کود شیمیایی و سم Fertilizer and pesticide economic loss	17500	100666	4425	44000

هنگامی که تولید محصول پیاز از جنبه زیست‌محیطی به- شکل کارا صورت گیرد تولیدکننده و نهایتاً جامعه متحمل چنین هزینه‌ای نخواهد شد. بدین ترتیب رعایت اصول کشاورزی پایدار سبب مصرف کمتر نهاده‌های زیانبار و به دنبال آن کاهش هزینه تولید گردیده و از حجم زیان اقتصادی کاسته می‌شود. همچنین بکارگیری محدودتر مواد شیمیایی در مزارع به عرضه محصول سالم‌تر می‌انجامد که مصرف‌کنندگان برای تهیه و مصرف آن حاضر هستند مبالغ بیشتر پرداخت نمایند. نتیجه این امر کاهش هزینه تولید، کمک به سلامت افراد جامعه و حفظ محیط‌زیست و امکان بهره‌برداری مستمر از منابع طبیعی توسط نسل‌های آتی خواهد بود.

نتیجه‌گیری

پیاز یک محصول کشاورزی پر مصرف در جهان می‌باشد که توجه به پایدار نمودن عملیات کشاورزی آن در جهت افزایش کارایی مزارع منطقه مورد مطالعه و حفظ منابع، تلاش در جهت کمینه کردن اثرات منفی بر محیط‌زیست و سلامت بشر امری ضروری است. بدین ترتیب در مطالعه حاضر به ارزیابی کارایی زیست‌محیطی و عوامل مؤثر بر تولید پیاز و نیز زیان اقتصادی آن در دشت تبریز پرداخته شد. در تحقیق حاضر، جهت اندازه‌گیری کارایی زیست‌محیطی از برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی با استفاده از داده‌های مربوط به ۱۴۰ پیازکار دشت تبریز در سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲ بهره گرفته شد. بر اساس نتایج، عوامل بذر، نیروی کار، کود حیوانی،

سم و کود شیمیایی تأثیر معنی‌دار بر میزان تولید محصول پیاز دارند. بدین ترتیب تغییر در مقدار مصرف هر کدام از نهاده‌های مزبور می‌تواند به صورت معنی‌داری مقدار تولید پیاز را تحت تأثیر قرار دهد. میانگین کارایی زیست‌محیطی ۵۱ درصد، مؤید وجود امکان کاهش مصرف نهاده‌های زیانبار برای تولید همان مقدار محصول می‌باشد. به عبارت دیگر پیازکاران در صورت از بین بردن یا کاهش عدم کارایی می‌توانند بکارگیری نهاده‌های مضر را تا ۴۹ درصد کاهش دهند. نتیجه این امر کاهش هزینه، افزایش سودآوری و کمک به رقابت‌پذیر شدن تولید محصول خواهد بود. از آنجاییکه سن زارعین یکی از عوامل تأثیرگذار بر کارایی مزارع منطقه مورد مطالعه می‌باشد، لذا توصیه می‌شود ارتباط بیشتر با تولیدکنندگان دارای سابقه و تجربه بالاتر در اولویت برنامه مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان‌های منطقه قرار گیرد زیرا این قبیل افراد از مهارت و دانش کاربردی ویژه‌ای در تولید برخوردار بوده و می‌توانند در افزایش تولید سایر مزارع کارساز باشند. با توجه به اینکه افزایش تعداد قطعات کشت پیاز سبب کاهش کارایی می‌گردد لذا توصیه می‌شود تولید محصول در مزارع و اراضی یکپارچه و بزرگ‌تر انجام پذیرد. در نتیجه چنین کاری، به واسطه بهره‌گیری اصولی از زمان و امکانات موجود هزینه کاهش یافته و در نهایت کارایی تولید نیز بیشتر می‌شود. همچنین با عنایت به وجود ارتباط مستقیم میزان سطح زیرکشت با کارایی، ضرورت و اهمیت اقتصادی تولید محصول در مقیاس بزرگ‌تر و یکپارچه‌تر بیشتر خود را نشان می‌دهد. اصولاً تولید در مزارع بزرگ‌تر امکان بهره‌مندی از

محدودیت‌های اصلی این پژوهش بود که کار گردآوری داده‌ها از پیازکاران را مشکل و زمانبر نمود. از این‌رو جهت دستیابی به نتایجی جامع و قابل اعتمادتر توصیه می‌شود نهادهای ذیربط به‌ویژه سازمان کشاورزی استان آذربایجان شرقی راهکارهای مقتضی جهت رفع این معضل و جمع‌آوری داده‌ها از پیازکاران را در اولویت برنامه کاری خود قرار دهند.

سپاسگزاری

نویسندگان از همراهی کشاورزان دشت تبریز، در تکمیل پرسشنامه‌ها و جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز و نیز همکاری معنوی سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی تشکر و قدردانی می‌نمایند.

پی‌نوشت‌ها

¹ Latent or Unobserved Variable

² Observed Variable

References

- Adeli Sardooei, M. , Hayati, B. , Zarifian, S. and Hosseini Nasab, S. (2011). Factors Effecting Sustainability of Agriculture Practices in Jiroft County (Case Study: Onion, Potato and Tomato). *Journal of Agricultural Economics & Development*, 25(4), 459 -468. doi: 10.22067/jead2.v0i0.12185 (In Persian)
- Bafandeh Imandoust, S. , Shaterian, Z. and Fahimifard, S. M. (2017). The Effective Factors on Bank Loan Recovery Rate of Keshavarzi of Khorasan Razavi Province,-Iran (Application of Tobit Econometrics Model). *Monetary & Financial Economics*, 23(12), 189-216. doi: 10.22067/pm.v23i12.43326 (In Persian)
- Bai, X., Salim, R. and Bloch, H., (2019). Environmental Efficiency of Apple Production in China: A Translog Stochastic Frontier Analysis. *Agricultural and Resource Economics Review*, 48(2), 199-220. doi: 10.1017/age.2018.25
- Bibi, Z., Khan, D. and Haq, I.U., (2021). Technical and Environmental Efficiency of Agriculture Sector in South Asia: A Stochastic Frontier Analysis Approach. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 9260-9279. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01023-2>.
- 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 and

مزایای بازده نسبت به مقیاس و صرفه اقتصادی را فراهم می‌نماید. وجود زیان اقتصادی ناشی از مصرف نهاده‌های کود و سم نشان داد که بایستی تا حد امکان از عوامل مزبور استفاده کمتری به‌عمل آید تا زیان وارده به مزارع و محیط‌زیست نیز کاهش یابد. استفاده از نهاده‌های کود و سموم شیمیایی هرچند که ممکن است به‌خصوص در کوتاه مدت منجر به افزایش کارایی می‌شود اما در طول زمان، خسارت جبران‌ناپذیری به منابع آب و خاک و محیط‌زیست وارد می‌نماید. از همین‌رو برای استمرار بهره‌برداری از منابع و کاهش اثرات منفی وارده بر محیط‌زیست بایستی حتی‌الامکان میزان مصرف نهاده‌های کود و سموم شیمیایی کاهش یابد. در این راستا توجه به جایگزینی روش‌های مبارزه شیمیایی می‌تواند مفید فایده واقع گردد. عدم وجود اطلاعات و آمار نسبتاً دقیق از وضعیت حاکم بر تولید پیاز در دشت تبریز (برخلاف تصور اولیه) و مشکل دسترسی به کشاورزان پیازکار، یکی از

منابع

- Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5493-6>.
- Dashti, G. , Baghban Adami, R. and Hayati, B. (2024). Energy Efficiency of Canola Production in Tabriz County: Application of the Stochastic Frontier Function and Energy Index Approaches. *Journal of Agricultural Mechanization*, 8(4), 53-65. doi: 10.22034/jam.2024.60809.1273 (In Persian)
- Dashti, G. , Vahedi, J. and Vahedi, J. (2021). Estimation of Profit Efficiency and its Effective Factors for Rainfed Wheat of Ahar County. *Agricultural Economics and Development*, 29(3), 99-121. doi: 10.30490/aead.2021.353806.1314 (In Persian)
- Fallahi, F. , Salmani, B. , Pourebaddollahi, M. and Saremi, M. (2021). Assessment of technical efficiency and ranking of selected Iranian airports: Stochastic Frontier Analysis. *Journal of Transportation Research*, 18(2), 251-263. doi: 10.22034/tri.2019.87443 (In Persian)
- Farrell, M.J., (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of Royal Statistical Society, Series A*, 120(3), 253-281. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Fu, W., Turner, J.C., Zhao, J. and Du, G., (2015). Ecological Footprint (EF): An Expanded Role in Calculating Resource Productivity (RP) Using China

- and the G20 Member Countries as Examples. *Ecological Indicators*, 48, 464-471. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.023>
- Ghasemi, E., Dashti, G. and Vahedi, J. (2023). Technical Efficiency, Environmental Efficiency and Economic Losses of Rainfed Wheat Production in Ahar County. *Agricultural Economics*, 17(1), 1-20. doi: 10.22034/iaes.2022.1971035.1954 (In Persian)
- Hong, N.B., Takahashi, Y. and Yabe, M., (2016). Environmental Efficiency and Economic Losses of Vietnamese Tea Production: Implications for Cost Savings and Environmental Protection. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 2(61), 383-390. <https://hdl.handle.net/2324/1686503>.
- Malawal, P., Anupong, W. and Peng, K.C., (2023). Environmental Efficiency of Papaya Production in Tailand. *International Journal of Science and Research*, 79(6/1), 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125214>
- Ministry of Agriculture Jihad. 2022. www.maj.ir
- Mojaverian, S.M., Tejeneki, R.Z. and Yekani, S.A.H., (2020). Investigating the Factors Affecting the Efficiency of Rice Mills of Mazandaran Province. *Rural Development Strategies*, 6(4), 381-93. <https://doi.org/10.22048/rdsj.2020.217743.1833> (In Persian)
- Molaei, M. (2022). Estimating Environmental Efficiency and Economic Losses of Sugar Beet Production in Urmia Lake Basin (Central and Nazlu Chay Districts). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 32(3), 319-331. doi: 10.22034/saps.2021.47058.2713 (In Persian)
- 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*, 11(2), 157-172. doi: 10.22034/iaes.2017.26798 (In Persian)
- Molaei, M., (2023). Technical Efficiency Analysis Using Ecological Footprint and Biological Capacity. *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 33(2), 193-205. doi: 10.22048/rdsj.2020.217743.1833. (In Persian)
- Mousavi, N. and Rajabi, M. (2013). The Estimation of Willingness to Pay of Tourists for Conservation of Naghsh-e-Jahan Square in Esfahan and Analysis of Effective Socio-Economic Factors on Willingness to Pay (Application of Ordered Probit and Tobit models). *Journal of Economics and Regional Development*, 20(6), 108-132. doi: 10.22067/erd.v20i6.43090 (In Persian)
- Nguyen-Thi-Lan, H., Fahad, S., Ho-Ngoc, N., Nguyen-Anh, T., Pham-Van, D., Nguyen-Thi-Viet, H., Do-Hoang, P., Do-Kim, C. and To-The, N., (2023). Crop Farming and Technical Efficiency of Tea Production Nexus: An Analysis of Environmental Impacts. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22(3), 158-164. doi:10.1016/j.jssas.2022.09.001
- Osmani, F., Dehghani, A., Ghiasi, M. and Gorjipour, M.J., (2024). Evaluation of the Environmental Efficiency of the Agricultural Sector in Comparison with Other Economic Sectors of Iran by DEAM method and Malmquist Index. *Agricultural Market and Economics*, 1(1), 1-9. doi:10.61186/ame.1.1.1 (In Persian)
- Picazo-Tadeo, A.J., Gómez-Limón, J.A. and Reig-Martínez, E., (2011). Assessing Farming Eco-Efficiency: a Data Envelopment Analysis Approach. *Journal of environmental management*, 92(4), 1154-1164. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.025> Get rights and content. (In Persian)
- Pittman, R.W., (1981). Issue in Pollution Control: Interplant Cost Differences and Economies of Scale. *Land Economics*, 57(1), 1-17. <https://doi.org/10.2307/3145748>
- Reinhard, S., Lovell, C.K. and Thijssen, G.J., (2000). Environmental Efficiency with Multiple Environmentally Detrimental Variables; Estimated with SFA and DEA. *European Journal of Operational Research*, 121(2), 287-303. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00218-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00218-0)
- Tabarmayeh, M. and Vaezi Hir, A. (2016). Investigation on Vulnerability of Tabriz-plain Unconfined Aquifer. *Water and Soil*, 28(6), 1137-1151. doi: 10.22067/jsw.v0i0.30126 (In Persian)
- Tu, V.H., (2017). Resource Use Efficiency and Economic losses: Implications for Sustainable Rice Production in Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 19, 285-300. doi: 10.1007/s10668-015-9724-0
- Tu, V.H., Can, N.D., Takahashi, Y., Kopp, S.W. and Yabe, M., (2019). Technical and Environmental Efficiency of Eco-Friendly Rice Production in the Upstream Region of the Vietnamese Mekong Delta. *Environment, Development and Sustainability*, 21, 2401-2424. doi: 10.1007/s10668-018-0140-0
- Vu, T.H., Peng, K.C. and Chung, R.H., (2019). Evaluation of Environmental Efficiency of Edible Canna Production in Vietnam. *Agriculture*, 9(11), 242. <https://doi.org/10.3390/agriculture9110242>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00206>

