نشریه مکانیزاسیون کشاورزی/ دوره ۸ شماره ۲/ سال ۱۴۰۲/ صفحه‌های ۴۳-۳۳

برآورد میزان کارایی انرژی و عوامل مؤثر بر آن در تولید گندم دیم شهرستان اهر: کاربرد رهیافت مرزی تصادفی

پری‌ناز چاوشی[۱]، قادر دشتی*[۱]و جبرئیل واحدی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۳۰

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

*مسئول مکاتبه: E-mail: Dashti-g@tabrizu.ac.ir

چکیده

مصرف انرژی به‌صورت‌های مستقیم و غیر مستقیم در بخش کشاورزی جهت رفع نیازهای غذایی جمعیت در حال رشد افزایش یافته است. با عنایت به کمیابی منابع تولید منجمله انرژی مطالعه حاضر با هدف اندازه‌گیری کارایی فنی مزارع گندم دیم و عوامل مؤثر بر آن صورت گرفته است. برای این منظور داده‌های لازم از ۲۱۷ کشاورز گندم‌کار شهرستان اهر جمع‌آوری گردید و مقادیر نهاده‌ها و ستاده (گندم) به هم‌ارز انرژی تبدیل شدند. جهت نیل به هدف تحقیق از رهیافت تحلیل مرزی تصادفی یعنی برآورد تابع تولید ترانسلوگ و نیز تابع عدم‌کارایی بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که انرژی عوامل تولید نیروی کار، سموم و ماشین‌ها تأثیر معنی‌داری بر انرژی خروجی محصول گندم دارند. ضمن این‌که عواملی نظیر فاصله مزارع تا روستا، شیب اراضی، تعداد قطعات گندم دیم و سطح زیرکشت گندم بر عدم‌کارایی بهره‌گیری کارا از انرژی اثرگذار هستند. میانگین کارایی انرژی تولیدکنندگان گندم ۵۱ درصد برآورد گردید. بدین ترتیب، درصورت بهره‌گیری کارا از انرژی نهاده‌ها و مدیریت اصولی فرایند تولید می‌توان سطح انرژی محصول خروجی را ۴۹ درصد افزایش داد. از این‌رو، نظر به وجود بستر مناسب برای بهبود کارایی با افزایش آگاهی‌های تولیدکنندگان، برگزاری کلاس‌های آموزشی ترویجی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: انرژی، بهره‌وری، تابع تولید ترانسلوگ، کارایی، گندم

How to cite:
Parinaz Chavoshi, Ghader Dashti, Jabraeil Vahedi. 2023. Estimation of Energy Efficiency and its Effective Factors in Rainfed Wheat Production in Ahar County: Application of the Stochastic Frontier Approach. Journal of Agricultural Mechanization 8 (2): 33–43.

Estimation of Energy Efficiency and its Effective Factors in Rainfed Wheat Production in Ahar County: Application of the Stochastic Frontier Approach

Parinaz chavoshi[1], Ghader Dashti[1*], Jabraei Vahedi[1]

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

Received: March 7, 2023 Accepted: May 12, 2023

*Corresponding Author: Dashti-g@Tabrizu.ac.ir

Abstract

The use of energy has increased directly and indirectly in the agriculture sector to respond the needs of the increasing population. Due to the constraint of inputs including energy, this study aimed to measure the technical efficiency of rainfed wheat farms and its effective factors. For this purpose, the required data collected from 217 farmers in Ahar County and inputs and output (wheat) quantities converted to energy equivalents. To achieve the objective, stochastic frontier analysis (Translog production function) and inefficiency function estimation were used. The results showed the energy factors of labor, pesticides and machinery have a significant effect on output energy of wheat. Meanwhile, the factors such as distance from farms to rural, agriculture land slope, number of rainfed wheat farms and the cultivated land of wheat are affective on inefficiency use of energy. The mean of energy efficiency of wheat producers was 51%. Thus, the output energy can increase about 49% if efficient use of input energy. Therefore, increasing the efficiency with improving knowledge of farmers, participation in extension courses and using new technologies is recommended.

Keywords: Energy, Productivity, Translog production function, Efficiency, Wheat

۱- مقدمه

رشد مداوم جمعیت انسانی، عرضه محدود زمین‌های زراعی و میل به یک استلندارد کلی در بهبود زندگی منجر به افزایش تقاضا برای نهاده انرژی و بهبود کارایی بنگاه‌ها و حداکثرسازی بهره‌وری عوامل تولید می‌گردد. به‌واسطه همین امر در صنعت کشاورزی استفاده بهینه از منابع انرژی در دسترس، بسیار مهم است. مقدار انرژی مورد استفاده در تولید محصولات کشاورزی باید طوری پردازش و توزیع گردد که متناسب با جمعیت در حال رشد باشد (Ranjbar Malekshah, 2019). وابستگی بخش کشاورزی به مصرف انرژی، همگام با گسترش مکانیزاسیون کشاورزی و استفاده از روش‌های نوین تولید در این بخش، رو به افزایش است. در این راستا استفاده کارآمد از انرژی یکی از اجزای اصلی کشاورزی پایدار است. نیاز مبرم به افزایش تولید غذا سبب افزایش استفاده از کودهای شیمیایی،آفت‌کش‌ها، ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی و دیگر منابع انرژی شده است. از سوی دیگر استفاده بیش از حد از این منابع به‌عنوان نهاده‌های ورودی به سامانه‌های کشاورزی سبب بروز مشکلات تهدیدآمیزی برای بهداشت همگانی و محیط‌زیست می‌شود. در این بین افزایش کارایی انرژی در تولید منابع غذایی از زوال منابع‌طبیعی جلوگیری می‌کند (Hassanzadeh Aval & Rezvani Moghaddam, 2013). از همین‌رو توجه به مقوله سنجش و ارزیابی بهره‌وری و کارایی انرژی در راستای بهره‌گیری اصولی از منابع موجود، ضروری بنظر می‌رسد. در واکنش به استفاده بی‌رویه از انرژی نهاده، الگوی مصرف انرژی در فرآیندهای تولید کشاورزی در عصر کنونی به‌طور مؤثری اصلاح شده است. به‌ویژه آنکه، افزایش مصرف انرژی نهاده به‌منظور به‌دست‌آوردن بیشترین محصول ممکن است به‌دلیل هزینه‌های فزاینده تولید، به بیشترین سود منجر نشود. نتایج برخی از مطالعات انجام شده در ایران نشان می‌دهد که مصرف انرژی در بخش کشاورزی، در دهه‌های اخیر روندی افزایشی داشته و نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی دارای سیر کاهشی بوده است. هر چند مطابق یافته‌های بعضی از تحقیقات

همراه با افزایش انرژی نهاده (ورودی)، انرژی ستاده (خروجی) رشد بیشتری داشته، لیکن شاخص‌های کارایی و بهره‌وری مصرف انرژی دارای روند صعودی بوده است (Nikoukar, 2020).

نظر به اهمیت موضوع مطالعات متعددی درخصوص کارایی و بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی انجام گرفته است. Abdollahpour & Zaree (2010) در ارزیابی بیلان انرژی در زراعت گندم دیم در استان کرمانشاه داده‌های مربوط به نهاده‌ها و ستاده‌ها را به میزان‌های معادل انرژی‌های مصرفی و تولیدی تبدیل کرده و رلندمان انرژی را محاسبه نمودند. برابر نتایج میزان کارایی انرژی (نسبت انرژی ستاده به انرژی نهاده) برای گندم دیم به‌طور متوسط ۰/۸۱ بدست آمد. Kordooni et al. (2018) با تحلیل اقتصادسنجی الگوی مصرف انرژی در تولید غلات ایران طی سال‌های ۸۷-۱۳۶۵ دریافتند که شاخص‌های کارایی و بهره‌وری مصرف انرژی غلات در طی دوره یاد شده دارای روند صعودی بوده، لیکن کارایی نظام‌های زراعی وابسته به انرژی ورودی افزایش یافته است. Fathi et al. (2018) میزان مصرف انرژی و کارایی آن در تولید گندم دیم شهرستان چرداول استان ایلام را مورد بررسی قرار دادند. بکارگیری رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها موید آن بود که کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس در مزارع مورد مطالعه به‌ترتیب برابر ۸۸، ۹۷ و ۹۱ درصد است. Nikoukar (2020) با هدف ارزیابی موازنه انرژی در تولید چغندرقند ایران از داده‌های تابلویی پنج استان آذربایجان غربی، خراستان رضوی، کرمانشاه، فارس و همدان در دوره زمانی سال‌های ۹۴ -۱۳۷۹ بهره گرفتند. برآورد تابع تولید کاب-داگلاس موید آن بود که تنها نهاده‌های ماشین‌های کشاورزی و کود دامی در محدوده اقتصادی استفاده می‌شوند. Taghinazhad & Vahedi (2022) الگوی مصرف انرژی و حساسیت نهاده‌ها در تولید محصول گندم آبی استان اردبیل را با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس و محاسبه بهره‌وری نهایی[1] (MP) مطالعه کردند. یافته‌ها نشان داد بهره‌وری انرژی ۰/۱۱۶ کیلوگرم بر مگاژول و کارایی آن ۱/۶۷ می‌باشد. همچنین بر اساس مقادیر MP مشخص گردید ماشین‌های کشاورزی بالاترین مقدار و لذا حساسیت را دارا می‌باشد. Heidarisoltanabadi (2021) در تعیین تابع تولید انرژی در نظام های تولید گندم آبی استان اصفهان با برآورد تابع تولید کاب – داگلاس نشان داد که تنها ضرایب انرژی کود و حمل و نقل معنی‌دار شده‌اند.

Singh et al. (2004) الگوی مصرف انرژی را در تولید گندم کشور هند مورد بررسی قرار دادند. نتایج بدست آمده نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی را در مناطق پنجاب و آتارپرادش به‌ترتیب ۵/۲ و۴/۲ گزارش کرد که بیشترین مقادیر را در بین مناطق مورد مطالعه دارا بودند. Unakitan et al. (2010) به بررسی کارایی مصرف انرژی در تولید کلزا با جمع‌آوری داده‌های مربوط به ۱۰۰ مزرعه در کشور ترکیه پرداختند. نتایج بیانگر آن بود که کارایی مصرف انرژی ۴/۶۸ بوده و میزان آن با افزایش اندازه مزرعه افزایش می‌یابد. Belete (2020) به برآورد کارایی فنی تولید ذرت کشور اتیوبی با بهره‌گیری از تابع مرزی تصادفی پرداختند. برابر یافته‌های تحقیق میانگین کارایی فنی ذرت‌کاران ۶۹/۲۳ درصد گزارش گردید، ضمن اینکه عواملی نظیر سن، درآمد زارع، دسترسی به اعتبارات و دسترسی به بذر اصلاح شده تأثیر معنی‌داری بر کارایی کشاورزان داشتند. Uysal et al. (2021) تاثیر مصرف انرژی در تولید مرکبات منطقه مرسین کشور ترکیه را مورد کنکاش قرار دادند. طبق یافته‌های مطالعه، بیشترین سهم مصرف انرژی در تولید مرکبات مربوط به کودها گزارش گردید. نتایج حاکی از آن بود که کارایی مصرف انرژی۱/۸۳ - ۱/۵۳ کیلوگرم بر مگاژول در تولید نارنگی و ۳۴/۶۶-۱/۱ کیلوگرم بر مگاژول در تولید لیمو می‌باشد. مرور مطالعات نشان می‌دهد در بررسی کارایی و بهره‌وری انرژی به‌طور محدودتری از برآورد توابع استفاده شده، ضمن این‌که در رهیافت پارامتری رابطه بین نهاده‌ها و ستاده‌ها عمدتا از تابع تولید کاب-داگلاس بهره گرفته شده‌است. در راستای فهم دقیق و منطبق بر اصول علم اقتصاد در این مطالعه کارایی فنی مزارع با گزینش و برازش یک تابع تولید انعطاف‌پذیر پرکاربرد یعنی تابع تولید ترانسلوگ مناسب (برحسب انرژی نهاده‌ها و ستاده)، تعیین می‌شود تا پتانسیل اخذ انرژی ستاده بیشتر باهمان سطح فعلی مصرف انرژی نهاده‌ها آشکار گردد. در تابع ترانسلوگ علاوه بر پارامترهای متغیرهای اصلی، ضرایب اثرات متقابل بین متغیرها نیز برآورد می‌شود لذا کشش‌های جانشینی و کشش‌های تولیدی، بسته به سطح مصرف نهاده‌ها تغییر کرده و امکان نشان دادن هر سه ناحیه تولید را فراهم می‌کند (Christensen et al., 1971).

گندم به‌عنوان مهم‌ترین محصول زراعی کشور طی سالیان گذشته نزدیک به ۶ میلیون هکتارسطح زیرکشت زراعت را به خود اختصاص داده است که از این میزان حدود ۳/۷ میلیون هکتار به گندم دیم مربوط می‌شود (Kiani et al., 2020). براساس آمارهای سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی، شهرستان اهر با ۴۹۱۷۶ هکتار، ۱۰/۸ درصد سطح زیرکشت و ۵/۲ تولیدگندم استان را به خود اختصاص می‌دهد. بطوری‌که از این میزان ۴۴۷۵۴ هکتار (۹۱

[1] Marginal productivity

درصد) به کشت گندم دیم مربوط می‌شود. عملکرد گندم در این شهرستان برابر با ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار برای گندم دیم و ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار برای گندم آبی است (Anonymous, 2023). هرچند کشاورزان منطقه مورد مطالعه به‌ویژه گندم‌کاران شهرستان اهر نیز به دنبال افزایش سود هستند، ولی اطلاع کافی در مورد تجزیه و تحلیل الگوی مصرف انرژی ندارند. بنابراین تحلیل جنبه‌های اقتصادی مصرف انرژی می‌تواند هم به کشاورزان و هم به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران کمک نماید. با تحلیل روابط مصرف و موازنه انرژی می‌توان راهکارهایی جهت مصرف بهینه انرژی ارائه‌کرد و از هدر رفت بیش‌ازحد آن جلوگیری نمود. از آنجایی که فعالیت اصلی بخش عمده‌ای از جوامع روستایی و کشاورزی، تولید محصولات زراعی منجمله گندم می‌باشد، بنابراین لازم است که به بررسی و تجزیه و تحلیل الگوی مصرف انرژی و کارایی آن در سامانه تولید این محصول در شهرستان اهر پرداخته شود.

سهم بالای سطح زیرکشت گندم و سهم کمتر میزان تولید شهرستان اهر حکایت از آن دارد که علیرغم اختصاص بخش عمده‌ای از اراضی منطقه به کشت گندم دیم کارایی آنها بالا نمی‌باشد. بدین ترتیب، ضرورت پرداختن به پژوهشی در راستای تعیین کارایی فنی تولید با لحاظ انرژی آنها منطقی به‌نظر می‌رسد. در این بین همان‌طوری‌که در بررسی تحقیقات انجام گرفته مشخص گردید از نسبت انرژی ستاده به انرژی عوامل تولید به‌عنوان شاخص انرزی بهره گرفته می‌شود که معیار مناسبی برای تبیین مناسب‌ترین مقدار ان برای محصول هر مزرعه تلقی نمی‌شود. بکارگیری رهیافت تابع تولید مرزی تصادفی در اندازه‌گیری کارایی این خلا و ضعف را از بین می‌برد چراکه اندازه کارایی بین صفر و یک بیان می‌گردد. مقدار نزدیک به یک آن در واقع نشان می‌دهد که مزرعه مدنظر در کسب بیشترین انرژی خروجی ممکن با توجه به مقادیر معین انرژی نهاده‌های مصرفی موفق‌تر عمل کرده است. بنابراین استفاده از این رویکرد ضمن تبیین وضعیت کارایی هر مزرعه امکان مقایسه و رتبه‌بندی واحدهای مختلف را نیز فراهم می‌نماید. از این‌رو، رویکرد حاضر برای نخستین بار در این مقاله برای ارزیابی کارایی فنی انرژی مزارع گندم دیم بکار گرفته می‌شود. نتایج این مطالعه می‌تولند به کشاورزان کمک کند تا ارزیابی علمی و دقیق‌تری از جریان و موازنه انرژی وضعیت کارایی فنی فعالیت خود داشته باشند و به تبع آن تصمیمات صحیح‌تری در راستای بهره‌گیری اصولی از منابع خود و به‌دنبال آن افزایش سودآوری تولید محصول گندم دیم منطقه اهر اتخاذ نمایند. همچنین نتایج حاصله می‌تواند به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری در اختیار متولیان امر قرار گیرد تا با یک درک و دید علمی و برگرفته از واقعیت‌های موجود تصمیم‌گیری کرده و در راستای افزایش کارایی مزارع گام بردارند. با عنایت به مطالب بیان شده مطالعه حاضر به‌دنبال اندازه‌گیری میزان کارایی انرژی در تولید گندم دیم شهرستان اهر و عوامل موثر بر آن می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

کارایی به مفهوم بدست آوردن محصول به حد کافی زیاد از مجموعه مشخص نهاده‌ها می‌باشد (Dashti et al., 2021). در روش پارامتری محاسبه کارایی، با برآورد یک تابع تولید یا هزینه صورت می‌گیرد (Belete, 2020). برای سنجش میزان کارایی، روش تابع تولید مرزی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. تابع تولید مرزی برای تعیین کارایی شکاف موجود بین تولیدکننده‌ها را لحاظ می‌کند (Battese & Coelli, 1992). برتری این مدل نسبت به سایر مدل‌ها، در این است که جمله اخلال آن ترکیبی از دو جزء عدم‌کارایی و عوامل تصادفی می‌باشد. در روش تابع مرزی تصادفی که اولین بار توسط (Aigner et al., 1977) مطرح گردید، به تاثیر عوامل برون‌زا توجه شده است. بر مبنای تعریف، تابع تولید رابطه فنی بین مقادیر نهاده‌ها و ستاده را نشان می‌دهد. از آنجایی که هدف این مطالعه، ارزیابی انرژی نهاده‌ها و ستاده و برآورد کارایی انرژی در تولید گندم است، لذا به‌جای مقدار فیزیکی نهاده‌ها و ستاده از هم‌ارزهای انرژی هریک از نهاده‌ها و ستاده در تابع تولید بهره گرفته شد. برای تبدیل مقدار هر نهاده و محصول به واحدهای انرژی (مگاژول/هکتار)، از هم‌ارزهای استاندارد انرژی مطابق جدول ۱ استفاده به‌عمل آمد.

جدول ۱- ضریب‌های هم ارز انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها در تولید گندم دیم

Table 1. Energy coefficients of different inputs and outputs in wheat production in rainfed farms

انرژی نهاده و ستاده Input and output energy	معادل انرژی در واحد Energy equivalent.unit^{-1}	واحد انرژی Energy unit	مرجع Reference
	نهاده input		
نیروی انسانی Human labor	1.96	مگاژول بر ساعت MJh^{-1}	Aydın et al., 2019
ماشین‌آلات Machinery	64.80	مگاژول بر ساعت MJh^{-1}	Aydın et al., 2019
حشره کش‌ها Insecticides	101.20	مگاژول بر کیلوگرم MJkg^{-1}	Aydın et al., 2019
قارچ‌کش‌ها Fungicides	216.00	مگاژول بر کیلوگرم MJkg^{-1}	Aydın et al., 2019
نیتروژن Nitrogen	60.60	مگاژول بر کیلوگرم MJkg^{-1}	Aydın et al., 2019
فسفر Phosphorus	11.15	مگاژول بر کیلوگرم MJkg^{-1}	Aydın et al., 2019
پتاسیم Potassium	6.70	مگاژول بر کیلوگرم MJkg^{-1}	Aydın et al., 2019
گازوئیل Disel	56.31	مگاژول بر لیتر MJL^{-1}	Aydın et al., 2019
الکتریسیته Electric	3.60	مگاژول بر کیلووات ساعت MJkWh^{-1}	Aydın et al., 2019
آب آبیاری Irrigation water	0.63	مگاژول بر مترمکعب MJm^{-3}	Aydın et al., 2019
	ستاده output		
دانه گندم Grain wheat	14.48	مگاژول بر کیلوگرم MJkg^{-1}	Taghinazhad & vahedi, 2022
کاه و کلش Wheat straw	2.25	مگاژول بر کیلوگرم MJkg^{-1}	Taghinazhad & vahedi, 2022

شکل عمومی تابع تولید مرزی تصادفی به‌صورت رابطه (۱) قابل ارائه می‌باشد:

$$y_i = f(x_i, ß)\exp(\varepsilon_i) \qquad i=1,2,3,\ldots,N \qquad (۱)$$

در رابطه فوق، y_i مقدار تولید مزرعه‌i ام، x_i بردار نهاده‌های بکار گرفته شده در مزرعه‌i ام، ß بردار پارامترها، ε_i جمله پسماند یا جمله خطا شامل v_i (عوامل غیرقابل کنترل) و u_i (جزء عدم کارایی) را نشان می‌دهد، بطوری که:

$$\varepsilon_i = v_i - u_i \qquad (۲)$$

بدین ترتیب با استفاده از مقادیر واریانس جمله خطای مرکب رابطه (۳) به‌دست می‌آید:

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2} = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2+\sigma_v^2} \qquad (۳)$$

معنی‌داری جزء عدم‌کارایی و اثرآن در مدل با پارامتر γ در معادله (۳)، ارزیابی می‌گردد. چنانچه γ برابر با صفر باشد، یعنی $\sigma_u^2 = 0$ باشد، تمام تغییرات تولید و اختلافات بین بنگاه‌ها مربوط به عوامل خارج از کنترل مدیر است و از این‌رو، تعیین کارایی فنی امکان‌پذیر نیست. در این حالت، روش حداقل مربعات معمولی به‌روش حداکثر درست‌نمایی ترجیح داده می‌شود. در شرایطی که بخشی از جمله پسماند، مربوط به عوامل مدیریتی باشد، روش حداکثر درست‌نمایی را می‌توان برای محاسبه کارایی فنی به‌کار برد. با تخمین تابع تولید مرزی تصادفی می‌توان کارایی فنی را به‌صورت رابطه (۴) تعریف کرد (Battese et al., 1989):

$$TE_i = \exp(-u_i) \qquad (۴)$$

مقدار آن برای مزرعه‌ای که کارا بوده و روی تابع تولید مرزی عمل کند مساوی یک خواهد بود. برای سایر مزارع مقدار آن بین صفر و یک بوده و لذا تولیدکنندگان به‌شکل نسبتاً ناکارا تولید می‌کنند (Tanursaz et al., 2021).

در این مطالعه بر اساس آزمون نسبت درست‌نمایی تعمیم یافته[1] تابع ترانسلوگ از تابع کاب- داگلاس برتر تشخیص داده شد که آماره آن *بصورت* رابطه (۵) ارائه می‌شود:

$$\lambda = -2[Lnl_{Cobb-Douglass} - Lnl_{Translog}] \quad (۵)$$

λ بصورت خی‌دو[2] با درجه آزادی R توزیع شده است. چنانچه λ از مقداربحرانی خی‌دو جدول بیشترگردد، فرم تابعی ترانسلوگ مورد استفاده قرار می‌گیرد (Wongnaa et al., 2019).

فرم کلی تابع تولید ترانسلوگ مطابق رابطه (۶) می‌باشد (Hong et al., 2019):

$$Ln\,Y = \alpha + \sum_{i=1}^{n}\beta_i Lnx_i + 1/2\sum_{i=1}^{n}\beta_{ii}(Lnx_i)^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{n}\beta_{ij}(Lnx_i)(Lnx_j) \quad (۶)$$

در مدل معرفی شده، Y مقدار تولید، X نهاده‌های بکار رفته در تولید، β پارامترهای مدل و α عرض از مبدا می‌باشد. در این مطالعه عوامل نیروی کار (Lab)، سموم شیمیایی (Pest) و ماشین‌آلات (Mach) به‌عنوان متغیرهای توضیحی وارد مدل گردیدند. مدل عدم کارایی به‌صورت همزمان با تابع تولید به‌گونه‌ای که در رابطه (۷) مشخص شده است برآورد می‌شود:

$$u_j = \delta_0 + \sum_{d=1}^{4}\delta_r D_r \quad (۷)$$

در رابطه (۷)، u_j میزان عدم کارایی تولید مزرعه jام، δ_0 ضریب ثابت در تابع عدم کارایی، δ_r پارامتر مجهول که باید برآورد گردد و D متغیر ویژگی‌های مزارع و تهیه نهاده ها توسط گندم‌کاران شامل: D_1 دسترسی به‌موقع به نهاده‌ها (کم ۱، متوسط ۲ و زیاد ۳)، D_2 سطح زیرکشت بر حسب هکتار، D_3 شیب اراضی (کم ۱، متوسط ۲ و زیاد ۳) و D_4 فاصله روستا تا مزارع گندم (تا یک کیلومتر ۱، ۳-۱ کیلومتر ۲ و بیش از ۳ کیلومتر ۳) هستند.

جامعه آماری مطالعه حاضر کشاورزان تولیدکننده گندم دیم شهرستان اهر می‌باشد. حجم نمونه بر اساس واریانس سطح زیرکشت به‌عنوان صفت مورد نظر با استفاده از فرمول کوکران برابر با ۲۱۷ نفر تعیین شد. به‌منظور مشخص نمودن واریانس صفت جامعه موردمطالعه ، تعداد ۳۰ نفر از کشاورزان خارج از نمونه آماری به‌صورت تصادفی انتخاب و پیش‌آزمون شد. نمونه‌ها به‌روش نمونه‌گیری تصادفی دو مرحله‌ای انتخاب شدند. به این صورت که در مرحله اول از بین روستاهای دهستان‌ها چند روستا به‌صورت تصادفی انتخاب و در مرحله دوم در هر کدام از روستاها متناسب با تعداد بهره‌برداران با تعدادی از گندم‌کاران مصاحبه حضوری انجام گرفت. اطلاعات و داده‌های مورد نیاز شامل مقادیر و قیمت محصول و نهاده‌های مختلف نظیر انواع کود شیمیایی، سموم، نیروی کار زمین و ماشین‌های کشاورزی و نیز خصوصیات زارعین و مشخصات مزارع برای سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ از طریق تکمیل پرسش‌نامه از گندم‌کاران شهرستان اهر جمع‌آوری گردید. به‌منظور تخمین تابع تولید مرزی تصادفی از نرم افزار Stata15 استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

آمار توصیفی مربوط به برخی از ویژگی‌های تولیدکنندگان و نیز مشخصات مزارع موردمطالعه در جدول ۲ آورده شده است. ملاحظه می‌شود میانگین سن زارعین مورد مطالعه ۵۰/۶ سال می‌باشد. بدین ترتیب در مجموع نمونه مورد نظر از سن نسبتاً بالایی برخوردار می‌باشند. بر همین اساس میانگین تجربه پرداختن به کشاورزی به‌ویژه تولید گندم نیز بالا بوده و معادل ۳۵/۲ سال گزارش گردیده است، لذا می‌توان گفت که زارعین از تجربه و مهارت نسبتاً خوبی در زمینه تولید گندم برخوردار می‌باشند.

میانگین سطح زیرکشت گندم دیم زارعین ۴ هکتار بوده که حداکثر آن به ۱۵ می‌رسد. از این‌رو غالب مزارع نسبتاً کوچک می‌باشند که کار اقتصادی کردن فرآیند تولید را دشوار می‌کند. این مسئله زمانی خود را بیشتر نشان می‌دهد که در نظر داشته باشیم متوسط تعداد قطعات هر کشاورز حدود ۱۰ قطعه است و لذا مزارع یکپارچه و بزرگ کمتری در منطقه به چشم می‌خورد. خرد بودن و پراکندگی مزارع امکان بهره‌مندی از انواع ماشین‌آلات و فناوری‌های جدید را غیراقتصادی و گاها غیرممکن می‌نماید.

در جدول ۳ توزیع فراوانی برخی ویژگی‌های مرتبط با تولید گندم دیم گزارش گردیده است. استقبال بسیار کم تولیدکنندگان از بیمه محصول از بارزترین ویژگی‌های تولید در سال زراعی مد نظر می‌باشد، بطوری‌که تنها ۴ نفر از آنان محصول خود را بیمه کرده‌اند. این امر با توجه به شرایط خاص منطقه و نیز کشت دیم محصول جای تأمل فراوان دارد. دسترسی به‌هنگام و به حد کافی به نهاده‌ها می‌تواند اثربخشی بکارگیری آنها را افزایش دهد. ملاحظه می‌گردد مطابق اظهارات پاسخ‌گویان حدود ۴۰ درصد آنان به موقع توانسته‌اند به نهاده‌های مورد نیاز دسترسی پیدا نمایند. اکثر اراضی منطقه دارای شیب نسبتاً ملایم هستند، بطوری‌که حدود ۹۰ درصد کشاورزان شیب مزارع خود را در حد متوسط یا پایین‌تر ارزیابی

[1] Generalized Likelihood Ratio Test

[2] Chi- Square

کرده‌اند. شایان ذکر است که فعالیت ماشین‌های کشاورزی در مزارع دارای شیب زیاد سخت بوده و امکان شخم عمود بر شیب را محدود می‌کند. نتیجه این امر کاهش کارایی تولید مزارع خواهد بود. حدود ۶۵ درصد گندم‌کاران فاصله مزرعه تا محل سکونت خود (روستا) را کم ارزیابی کرده‌اند. بدین ترتیب آنان با صرف زمان و هزینه کمتری می‌توانند جهت پرداختن به فعالیت کشاورزی به اراضی خود مراجعه نموده و کنترل بیشتری بر فرآیند تولید محصول خود اعمال نمایند.

جدول ۲ - آمار توصیفی ویژگی‌های فردی

Table 1. Descriptive statistics of individual characteristics

متغیر Variable	میانگین Average	انحراف معیار Standard deviation	کمینه Minimum	بیشینه Maximum
سن (سال) Age (year)	50.6	13.9	23	82
تجربه (سال) Experience (year)	35.2	16.2	2	75
سطح زیر کشت (هکتار) Cultivated area surface (hectares)	4	3.6	0.2	15
تعداد قطعات گندم دیم Number of rainfed wheat land	11.3	9.1	1	40

جدول ۳ – آمار توصیفی ویژگی‌های مزارع گندم دیم

Table 2. Descriptive statistics of characteristics of rainfed wheat farms

متغیر Variable		فراوانی Frequency	درصد فراوانی Frequency percentage
بیمه کردن محصول Product insurance			
	بله Yes	4	1.8
	خیر No	213	98.2
میزان دسترسی به موقع به نهاده‌های تولید On time access to inputs			
	کم Low	82	37.79
	متوسط Medium	50	23.04
	زیاد More	85	39.17
شیب زمین‌ها Land slope			
	کم Low	94	43.33
	متوسط Medium	107	49.31
	زیاد More	16	7.37
فاصله تا مزارع گندم دیم Distance to rainfed wheat farms			
	کم Low	140	64.52
	متوسط Medium	66	30.41
	زیاد More	11	5.07

.جدول ۴- نتایج آزمون نسبت درستنمایی تعمیم یافته برای انتخاب فرم تابعی مناسب

Table 5. The results of the generalized likelihood ratio test for choosing the appropriate functional form

فرض صفر Null hypothesis	LL_{C-D}	$LL_{Translog}$	لاندا λ	درجه آزادی Degree of freedom	خی دو در سطح یک درصد in 0.01 significant level χ^2	تصمیم Decision
ارجحیت تابع کاب داگلاس به تابع ترانسلوگ	-98.14	-82.92	30.44	9	21.67	رد فرض صفر Rejection of the null hypothesis

از آنجایی‌که هدف اصلی مطالعه حاضر برآورد کارایی انرژی در تولید محصول گندم دیم شهرستان اهر بود، لذا نسبت به محاسبه λ طبق رابطه (۵) اقدام و نتیجه در جدول ۴ ارائه گردید.

با عنایت به این‌که مقدار آماره محاسباتی از مقدار بحرانی خی دو جدول بزرگتر می‌باشد، بنابراین تابع ترانسلوگ نسبت به کاب داگلاس تابع برتری برای محاسبه کارایی می‌باشد.

با تخمین تابع تولید مرزی تصادفی و مشخص شدن مقدار آماره γ برابر ۰/۲۰ مشخص شد که روش حداکثر درست‌نمایی نسبت به روش حداقل مربعات ارجح می‌باشد. از همین‌رو تابع مزبور به‌روش حداکثر درست‌نمایی برآورد گردید. شایان ذکر است که $\gamma = 0.2$ بیانگر آن است که ۲۰ درصد از عدم‌کارایی تولید گندم مربوط به تأثیر عوامل تحت کنترل کشاورزان با به‌عبارتی مربوط به عوامل مدیریتی می‌باشد. بنابراین بخش اعظمی از عدم‌کارایی حاصل شده در مزارع گندم دیم مربوط به عوامل غیرقابل کنترل نظیر شرایط نامساعد آب و هوایی نظیر خشک‌سالی و یخبندان و طغیان آفت سن گندم بوده است.

نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی انرژی به همراه مدل عدم‌کارایی تولیدکنندگان گندم دیم شهرستان اهر در جدول ۵ گزارش شده است. ملاحظه می‌شود که انرژی عوامل تولید نیروی کار، سموم شیمیایی و ماشین‌آلات تأثیر معنی‌داری بر میزان انرژی ستاده گندم نشان می‌دهند. از آنجایی‌که ضرایب تابع تولید ترانسلوگ دارای تفسیر خاصی نمی‌باشند لذا نسبت به محاسبه میزان کشش آنها اقدام شد. نتایج مؤید آن بود که کشش انرژی نهاده تراکتور دارای مقدار مثبت و کشش انرژی نهاده‌های نیروی کار و سموم دارای مقادیر منفی می‌باشند. بدین‌ترتیب می‌توان گفت به‌واسطه فراوان و ارزان بودن نیروی کار در منطقه بکارگیری آن در ناحیه سوم تولید صورت گرفته است. همین تفسیر یعنی بهره‌گیری بیش از حد مجاز در رابطه با مواد شیمیایی نیز مصداق دارد در حالی‌که استفاده از تراکتور در ناحیه اقتصادی یا منطقی تولید صورت گرفته است.

شایان ذکر است که در ارزیابی میزان حساسیت مقدار تولید محصول در قبال تغییرات مقدار نهاده‌ها کشش تولید نسبت به تولید نهایی معیار کامل و جامع‌تری می‌باشد، زیرا تولید نهایی فقط میزان تغییرات ستاده را در قبال تغییر یک واحد از نهاده مورد نظر نشان می‌دهد. در حالی‌که کشش تولید علاوه بر نشان دادن واکنش میزان محصول نسبت به نهاده، نشان می‌دهد که تولیدکنندگان از کدام نهاده به شکل اقتصادی بهره می‌گیرند. چنانچه مقدار کشش بزرگتر از یک باشد، بکارگیری نهاده کمتر از حد بهینه می‌باشد. در حالی‌که میزان کشش کوچکتر از صفر (منفی) مؤید مصرف بی‌رویه نهاده‌ها نیز می‌باشد. از این‌رو، با توجه به مقادیر عددی کشش نهاده‌های نیروی کار و سموم کاهش مصرف آنها می‌تواند انرژی ستاده حاصل از مصرف آنها را بهبود بخشیده و عملاً به ارتقای کارایی و بهره‌وری عوامل تولید کمک نماید.

مطابق جدول ۵ عواملی نظیر دسترسی به موقع به نهاده‌ها و میزان سطح زیرکشت بر عدم‌کارایی تأثیر منفی دارند در حالی‌که فاصله مزارع تا محل سکونت بهره‌برداران و میزان شیب اراضی تأثیر مثبت بر عدم‌کارایی نشان دادند. می‌توان استنباط کرد هنگامی که کشاورزان به موقع نهاده را تهیه و بکار بگیرند اثربخشی آن در فرآیند تولید افزایش یافته و لذا عدم کارایی کاهش می‌یابد. این امر به مفهوم افزایش کارایی انرژی تولید گندم خواهد بود. از طرفی با افزایش سطح زیرکشت نیز عدم کارایی کشاورزان دچار کاهش می‌شود. هنگامی که مقیاس تولید محصول گسترش می‌یابد در واقع صرفه‌های ناشی از اندازه خود را نشان داده و بواسطه تولید در مقیاس وسیع‌تر کارایی تولید محصول نیز افزایش می‌یابد. ملاحظه می‌گردد با افزایش شیب مزارع گندم عدم‌کارایی افزایش و در واقع کارایی انرژی خروجی دچار کاهش می‌شود. از آنجایی‌که در پاره‌ای از موارد کشت و تولید گندم در اراضی با شیب نسبتاً زیاد صورت می‌گیرد لذا ماشین‌های کشاورزی نمی‌توانند به سهولت در مزرعه کارکرده و با صرف انرژی و هزینه زیاد عملیات شخم و کوددهی را انجام می‌دهند. لذا کارایی محصول دچار افت می‌گردد. نهایتاً هرچه فاصله محل سکونت کشاورزان (روستا) با مزرعه بیشتر باشد عدم کارایی بیشتر می‌شود. به واسطه دسترسی آسانتر به مزارع.

جدول ۵- نتایج برآوردهای حداکثر درست‌نمایی تابع انرژی مرزی و تابع عدم کارایی

Table 5. Results of the maximum likelihood estimates of the energy frontier function and inefficiency function

متغیر Variable	ضریب Coefficient	انحراف معیار Standard deviation
تابع مرزی انرژی Energy frontier function		
نیروی کار lnlab	0.392	0.384
سموم lnpest	0.141**	0.069
ماشین آلات lnmach	1.482***	0.435
توان دوم نیروی کار lnlab × lnlab	0.200**	0.086
توان دوم سموم lnpest × lnpest	-0.037*	0.023
توان دوم ماشین lnmach × Lnmach	-0.027	0.085
نیروی کار× سموم lnpest×lnlab	-0.020*	0.011
نیروی کار× ماشین lnlab*lnmach	-0.177***	0.071
سموم × ماشین lnmach × Lnpest	0.011	0.011
عرض از مبدأ intercept	3.609***	1.533
تابع عدم کارایی Inefficiency function		
دسترسی به موقع به نهاده‌های تولید On time access to inputs	-0.082***	0.034
سطح زیر کشت Cultivated area surface	-0.277***	0.036
شیب زمین‌های زراعی گندم Wheat farms slope	0.076*	0.048
فاصله تا مزارع گندم دیم Distance to rainfed wheat farms	0.115**	0.054
عرض از مبدأ Intercept	1.505***	0.182
گاما γ	0.20	

***، ** و * به‌ترتیب معنی‌داری در سطح یک، پنج و ده درصد را نشان می‌دهند.

مجاورت با روستا و نظارت مستمر بر کشت و شرایط تولید معمولاً انتظار بر این است که عدم‌کارایی کاهش یافته و به‌عبارت دیگر کارایی انرژی ستاده گندم افزایش یلبد نتایج توزیع فراوانی کارایی انرژی تولیدکنندگان گندم دیم شهرستان اهر در جدول ۶ ارائه شده است. ملاحظه می‌شود میانگین کارایی ۵۰/۹۰ درصد می‌باشد. بدین ترتیب در مجموع بهره‌برداران از نظر کسب حداکثر انرژی خروجی ممکن با توجه به نهاده‌های مصرفی در حد متوسطی عمل کرده‌اند. بواسطه همین امر آنها می‌توانند با بهره‌مندی بهینه از انرژی نهاده‌های مصرفی فعلی خود میزان ستاده و انرژی خروجی را حدود ۴۹ درصد بهبود بخشند. این در حالی است که حداقل مقدار کارایی ۱۸ و حداکثر آن بالغ بر ۹۸ درصد گزارش گردیده است. لذا یک فاصله ۸۰ درصدی بین کاراترین و ناکاراترین کشاورزان منطقه به چشم می‌خورد. همچنین مطابق جدول مزبور کارایی حدود ۵۰ درصد از تولیدکنندگان کمتر از ۵۰ درصد بوده و فقط کارایی حدود ۲۰ درصد گندم‌کاران منطقه بالای ۹۰ درصد هستند.

جدول ۶- توزیع فراوانی کارایی انرژی مزارع گندم دیم شهرستان اهر

Table 6. Frequency distribution of rainfed wheat farms energy efficiency in Ahar County

دامنه کارایی انرژی Energy efficiency range	فراوانی Frequency	درصد فراوانی Frequency percentage	فراوانی تجمعی Cumulative frequency
≤30	61	28.12	28.12
31-50	68	31.33	59.45
51-70	26	11.98	71.43
71-90	19	8.75	80.18
≥91	43	19.82	100
میانگین Average		50.90	
کمینه Minimum		18.0	
بیشینه Maximum		98.9	

۴- نتیجه‌گیری نهایی

مطالعه حاضر با هدف اندازه‌گیری کارایی فنی انرژی مزارع گندم دیم شهرستان اهر انجام گردید. بدین منظور اطلاعات مورد نیاز از ۲۱۷ گندم کار جمع‌آوری گردیده و مقادیر نهاده‌ها و ستاده بر حسب معادل انرژی آنها ارائه شد. نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی انرژی و مدل عدم‌کارایی موید آن بود که مقادیر انرژی محصول گندم به‌شکل معنی‌داری تحت تأثیر انرژی نهاده‌های سموم شیمیایی، نیروی کار و ماشین‌های کشاورزی می‌باشد. با عنایت به میزان کشش عوامل تولید مورد نظر کشاورزان باید از مقدار مصرف سم و نیروی کار بکاهند. به‌عبارتی نباید فراوان و ارزان بودن یک نهاده موجبات مصرف بی‌رویه آن و تولید محصول ناسالم و نهایتاً صدمه به محیط زیست گردد.

میانگین کارایی انرژی در مزارع مورد مطالعه ۵۱ درصد بدست آمد. بررسی عوامل مؤثر بر میزان عدم‌کارایی انرژی در مزارع گندم دیم نیز نشان داد که تهیه و بکارگیری به‌هنگام نهاده‌ها، اثربخشی آن‌ها را در فرآیند تولید تقویت کرده و لذا کارایی انرژی محصول تولیدی را به میزان ۴۹ درصد می‌تواند افزایش دهد. از این‌رو مدیران و بهره‌برداران بایستی درصدد عرضه و استفاده به موقع از نهاده‌ها برآیند.

از آنجایی‌که تولید در اراضی دارای شیب زیاد به افزایش عدم‌کارایی و کاهش کارایی منجر می‌گردد، لذا جهت بهره‌گیری مطلوب از نهاده‌ها به‌ویژه ماشین‌های کشاورزی شایسته است از تولید محصول در اراضی پرشیب‌تر خودداری شود. نهایتاً با عنایت به خرد بودن و پراکندگی مزارع باید تمهیدات لازم جهت یکپارچه‌سازی یا یکجاسازی اراضی اتخاذ شود، به‌گونه‌ای که کشاورزان بتوانند از صرفه‌های ناشی از اندازه و تولید در مقیاس وسیع‌تر بهره‌مند شوند. ضمن این‌که با یکپارچه‌سازی مشکل رفت و آمد بین مزارع و اتلاف انرژی از بین رفته و بستر لازم جهت بهره‌گیری از فناوری‌های جدید فراهم می‌گردد.

۵- منابع

Abdollahpour, S., Zaree, S. (2010). *Evaluation of wheat energy balance under rain fed farming in kermanshah*. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 20(1), 97-106. (in persian)

Anonymous. (2023). East Azerbaijan Agricultural Organization. www.eaj.ir.

Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). *Formulation and estimation of stochastic frontier production function models*. Journal of Econometrics, 6(1), 21-37.

Aydın, B., Aktürk, D., Özkan, E., Hurma, H., & Kiracı, M. A. (2019). *Comparative energy use efficiency and economic analysis of apple production in Turkey: Case of Thrace Region*. Erwerbs-Obstbau, 61(1), 39-45.

Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1992). *Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India*. Journal of Productivity Analysis, 3, 153-169.

Battese, G. E., Coelli, T. J., & Colby, T. C. (1989). *Estimation of frontier production functions and the efficiencies of Indian farms using panel data from ICRISAT's village level studies* (No. 400-2016-24556).

Belete, A. S. (2020). *Analysis of technical efficiency in maize production in Guji Zone: stochastic frontier model*. Agriculture & Food Security, 9(1), 1-15.

Christensen, L.R., Jorgenson, D.W. and Lau, L.J. (1971). *Conjugate and transcendental Logarithmic function*, Econometrical, 39: 68-259.

Dashti, Gh., Mohammadpour, Z., & Ghahremanzadeh, M. (2021). *Evaluating the relationship between economic and environmental efficiency in Iranian agriculture sector*. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production (journal of agricultural science), 30(4), 199-211. SID. https://sid.ir/paper/403961/en (in persian)

Fathi, R., Amjadpor, F., Kouchakzadeh, A., & azizpanah, A. (2018). *The pattern and efficiency of energy use for wheat production by data envelopment analysis, case study: Chardavol Township, Ilam Province*. Iranian Dryland Agronomy Journal, 7(1), 33-46. doi: 10.22092/idaj.2018.116527.189 (in persian)

Hassanzadeh Aval, F., Rezvani Moghaddam, P. (2013). *Energy efficiency evaluation and economical analysis of onion production in khorasan razavi province of Iran*. Iranian Journal of Applied Ecology; 2 (3), 1-11. URL: http://ijae.iut.ac.ir/article-1-233-fa.html (in persian)

Heidarisoltanabadi M. (2021). *Determination of energy production function in irrigated wheat of Isfahan province*. Energy Engineering & Managemen; 11 (1) :116-127. (in persian)

Hong, Y., Heerink, N., Zhao, M., & Vander Werf, W. (2019). *Intercropping contributes to a higher technical efficiency in smallholder farming: Evidence from a case study in Gaotai County, China*. *Agricultural Systems*, *173*, 317-324.

Kiani, S., Shahraki, J., Akbari, A., & Sardar Shahraki, A. (2020). *The effect of climate change on iran's agricultural production: a case study of wheat crop*. Applied Field Crops Research, 32(04), 109-127. doi: 10.22092/aj.2019.123143.1337 (in persian)

Kordooni, F., Jamiolahmadi, M., & Bakhshi, M. R. (2018). *Econometric analysis of energy use in cereal production of Iran (Case Study: wheat, Barley, Corn, Rice)*. Agricultural Economics Research, 10(37), 133-148. (in persian)

Nikoukar, A. (2020). *Analyzing economical and environmental dimensions of energy balance in sugar beet production in Iran*. Agricultural Economics, 14(1), 115-143. doi: 10.22034/iaes.2020.129241.1774 (in persian)

Ranjbar Malekshah, T., Hosseini-Yekani, S. A., Kashiri Kolaei, F., & Abdi Rokni, K. (2019). *Investigating the efficiency of rice producers in sari goharbaran accounting for uncertainty*. Agricultural Economics and Development, 27(1), 35-58. doi: 10.30490/aead.2019.91241 (in persian)

Singh, H. Singh, A.K. Kushwaha, H.L. and Singh, A. 2007. *Energy consumption pattern of wheat production in India*. Energy. 32(10): 1848-1854.

Taghinazhad, J., Vahedi, A. (2022). *Energy consumption modeling and sensitivity analysis of energy inputs for irrigated wheat production; case study: Ardabil province*. Agricultural Mechanization, 6(4), 11-19. doi: 10.22034/jam.2022.14202 (in persian)

Tanursaz, A., Bakhshoodeh, M., 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. doi: 10.22034/saps.2021.12819 (in persian)

Unakitan, G., Hurma, H., & Yilmaz, F. (2010). *An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey*. Energy, 35(9), 3623-3627.

Uysal, O., Aydin, B., Subaşi, O. S., & Aktaş, E. (2021). *Effect of good agricultural practices on energy use in citrus farming in Turkey: case of Mersin province*. Horticultural Studies, 38(2), 125-133.

Wongnaa, C. A., Awunyo-Vitor, D., Mensah, A., & Adams, F. (2019). *Profit efficiency among maize farmers and implications for poverty alleviation and food security in Ghana*. Scientific African, 6, e00206.