

تعیین کارایی فنی تولید گندم با تاکید بر کشاورزی پایدار در شهرستان ارومیه

محمد خداوردیزاده^{۱*}، مهرداد محمدی^۲، دنیا میری^۲

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۸

۱- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه ارومیه

*مسئول مکاتبه: Email: mo.khodaverdizadeh@urmia.ac.ir

چکیده

بخش کشاورزی به جهت تامین امنیت غذایی از مهم ترین بخش های اقتصاد یک کشور محسوب می شود. منابع موجود در بخش کشاورزی محدود می باشند. لذا تاکید به استفاده کارا از این منابع می باشد. کشاورزی پایدار در جهت دستیابی به حداکثر کارایی فنی با توجه به کمبود منابع کشاورزی می باشد. در این مطالعه کارایی فنی تولید گندم در شهرستان ارومیه با استفاده از دو روش تحلیل پوششی داده ها (DEA) و روش تابع مرزی تصادفی (SFA) برآورد گردید. داده ها و اطلاعات موردنیاز از طریق جمع آوری پرسشنامه از ۱۰۵ نفر از گندمکاران در این شهرستان در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ بدست آمد. نتایج نشان می دهد که میانگین کارایی فنی با استفاده از روش های DEA و SFA به ترتیب ۷۵ و ۵۱ درصد بود. بنابراین بدون استفاده از نهاده های بیشتر و افزایش دادن هزینه ها می توان مقدار محصول تولیدی را با توجه به دو روش مذکور به ترتیب به اندازه ۲۵ و ۴۹ درصد افزایش داد. پس در راستای کشاورزی پایدار بهبود کارایی فنی تولیدکنندگان یکی از روش های کارآمد برای افزایش تولید خواهد بود.

واژه های کلیدی: تابع مرزی تصادفی، تحلیل پوششی داده ها، شهرستان ارومیه، کارایی فنی، کشاورزی پایدار، گندم

Estimation of Technical Efficiency of Wheat Production with Emphasis on Sustainable Agriculture in Urmia County

Mohammad Khodaverdizadeh^{1*}, Mehrdad Mohammadi², Donya Miri²

Received: May 11, 2019 Accepted: October 20, 2019

1-Assist. Prof., Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.

2-MSc Student, Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.

*Corresponding Author Email: khodaverdi85@gmail.com

Abstract

The agricultural sector is considered as one of the most important sectors of the economy for food security. Resources in the agricultural sector are limited. Therefore, the emphasis is on the efficient use of these resources. Sustainable agriculture is aimed at achieving maximum technical efficiency due to lack of agricultural resources. In this study, technical efficiency of wheat production in Urmia County was estimated using DEA (Data Envelopment Analysis) and Randomized Frontier Function (SFA) methods. Data and information was obtained by collecting questionnaires from 105 wheat producers in the county of Urmia in 2018. The results show that average technical efficiency with DEA and SFA method was 75% and 51%, respectively; therefore, without using more inputs and increasing costs, the amount of produced product increased by 25 and 49 percent. Improving the technical efficiency of producers to achieve sustainable agriculture will be one of the optimal ways to increase production.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Random Boundary Function, Sustainable Agriculture, Technical Efficiency, Urmia County, Wheat

مقدمه

به دست آید. در واقع می‌توان بیان نمود که کارایی در اقتصاد بر تخصیص بهینه منابع تاکید دارد و به اقتصادی کارا گفته می‌شود که حداکثر تولید را با وجود منابع و نهاده‌های محدود داشته باشد (حامدی ۲۰۱۲). رسالت مهم بخش کشاورزی نه تنها تامین نیازها و ارتقای امنیت غذایی است، بلکه حفاظت پایدار منابع پایه به منظور دستیابی به کشاورزی پایدار نیز هست (طبرعی و حسن نژاد ۲۰۰۹). کشاورزی پایدار علاوه بر حفظ تولید در درازمدت و ثبات آن، بر تخریب نکردن منابع طبیعی و محیط زیست تاکید دارد (رحمانی ۲۰۰۱). کشاورزی پایدار تلاشی است برای دستیابی به حداکثر عملکرد

امروزه در کشورهای در حال توسعه، تولید و تأمین غذا برای پاسخگویی به رشد جمعیت یکی از مشکلات اساسی این کشورهاست. برای این منظور استفاده بهینه از منابع در بخش کشاورزی از جمله منابع آب و زمین بسیار ضروری می‌باشد. به عبارتی دیگر برای پاسخ به تقاضا برای غذا با استفاده از منابع محدود بایستی، یا سطح زیر کشت محصول افزایش یابد یا کارایی تولید حداکثر شود. کارایی در اقتصاد به این مفهوم است که در یک پروسه تولید، بیشترین محصول از نهاده‌های معین و یا محصول معین از کمترین نهاده‌ها

کشاورزی پایدار باید سعی کند از این منابع استفاده کارا داشته باشد. استفاده کارا از منابع به این معنی است که با سطح ثابتی از نهاده‌ها مقدار تولید حداکثر شود و یا سطح مشخصی از تولید، با حداقل مصرف نهاده‌ها به دست آید. که برای دستیابی به این مهم ابتدا لازم است کارایی واحدها اندازه‌گیری شود و پس از آن در جهت بهبود استفاده از منابع، سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری شود (داوودنیا ۲۰۱۸).

مطالعات بر روی کارایی وجود کارآمدی را روشن نموده و در عین حال بر بهبود پتانسیل‌های بالقوه آن که تحت محدودیت‌های زیادی قرار دارند اشاره می‌کند (کاشیواگی ۲۰۱۷). کارایی عامل بسیار مهمی در بهره‌وری منابع تولید است (کاوند و سرگزی ۲۰۱۵). محاسبه کارایی مشکلاتی را که موجب نقصان در عملکرد یک بنگاه می‌شود، نشان می‌دهد (اشراقی و کاظمی ۲۰۱۴). گندم یکی از محصولات استراتژیک در ایران و محصول تولیدی اصلی برای حدود نیمی از جمعیت جهان است که خودکفایی در تولید آن یکی از اهداف بلندمدت کشور می‌باشد (نبوی پله‌ساری و همکاران ۲۰۱۶). همچنین گندم یکی از هشت منبع مهم غذایی (گندم، برنج، ذرت، شکر، گاو، سورگوم، ارزن و نشاسته) است که حدود ۹۰-۷۰ درصد کل کالری و ۹۰ درصد پروتئین مصرفی در کشورهای در حال توسعه را فراهم می‌کند. گندم حدود ۵۵ درصد کربوهیدرات و ۲۰ درصد کالری مصرفی را تأمین می‌کند (اسنگون و همکاران ۲۰۰۷) و یکی از محصولات عمده زراعی در ایران هست که منبع اصلی درآمد و اشتغال برای بسیاری از خانوارهای روستایی است. شهرستان ارومیه از جمله مناطقی در جغرافیای ایران می‌باشد که در حوضه آبریز دریاچه ارومیه واقع شده و به دلیل خشک شدن دریاچه در سالیان گذشته بهبود کارایی مزارع این شهرستان با توجه به منابع محدود همچون منابع آبی ضروری به نظر می‌رسد. سطح زیر کشت و میزان تولید گندم در استان آذربایجان غربی به ترتیب برابر با ۳۶۱۹۹۰ هکتار و ۵۵۵۴۷۲ تن بوده و رتبه ششم را در کشور به خود اختصاص داده است. همچنین

اقتصادی، زیرا در این نوع کشاورزی حداکثر کارایی از منابع موجود به دست می‌آید و بنابراین هزینه تولید هر واحد محصول کاهش می‌یابد که به تبع آن عملکرد در واحد سطح افزایش می‌یابد. بنابراین کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان بوده، کارایی بیشتر در استفاده از منابع دارد و با محیط در توازن است. به عبارتی کشاورزی پایدار باید از نظر اکولوژیکی مناسب، از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر و از نظر اجتماعی مطلوب باشد. از این رو، اعتقاد کلی بر این است که کشاورزی پایدار به دنبال دستیابی به سه هدف کلی "اقتصاد کشاورزی سالم"، "حفظ جامعه‌ی روستایی" و "حفظ محیط‌زیست" است (کورفماخر ۲۰۰۰).

در بخش کشاورزی، با توجه به محدودیت منابع تولید و وسعت نیازهای جوامع بشری، با تعیین کارایی بهره‌برداران کشاورزی میزان شکاف بین بهترین تولید کننده و سایر تولید کنندگان در شرایط یکسان تکنولوژی و منابع موجود مشخص می‌گردد. بنابراین تعیین کارایی کشاورزان می‌تواند در تجزیه و تحلیل مجموعه سیاست‌های اتخاذ شده در زمینه کشاورزی بسیار مفید باشد (داوودنیا ۲۰۱۸). با توجه به شناخت امکانات و محدودیت‌های موجود در بخش کشاورزی ایران، برای افزایش تولید و درآمد کشاورزان از طریق به کارگیری صحیح و مطلوب نهاده‌های موجود، شاید مناسب‌ترین راه، بهبود کارایی فنی یعنی به دست آوردن حداکثر تولید ممکن از مقدار مشخصی عوامل تولید باشد. لذا بررسی کارایی تولیدکنندگان محصولات کشاورزی به روش‌های گوناگون، می‌تواند به این امر کمک شایانی نماید (مهرابی بشرآبادی و پاکروان ۲۰۰۹).

بخش کشاورزی به لحاظ تامین امنیت غذایی یکی از مهم‌ترین بخش‌ها در جهان به حساب می‌آید لذا تاثیر بسزایی در توسعه پایدار کشورها دارد. لازمه توسعه کشورها افزایش تولیدات، از جمله تولیدات کشاورزی است؛ اما یکی از مشکلاتی که این بخش همواره با آن روبروست محدودیت منابع است. با توجه به این موضوع، بخش کشاورزی جهت دستیابی به اهداف

سطح زیر کشت، تولید و عملکرد گندم در شهرستان ارومیه به ترتیب ۱۲۶۳۵ هکتار، ۴۴۶۰۰ و ۳/۵۳ تن گزارش شده است (آمارنامه کشاورزی ۲۰۱۷).

در مورد برآورد کارایی فنی مطالعات زیادی انجام گرفته است. دشتی و همکاران (۲۰۱۲)، در بررسی رابطه بین کارایی فنی و اندازه واحدهای مرغداری شهرستان سنقر و کلایی میانگین کارایی فنی را ۸۲/۱۷ درصد برآورد نموده و با تحلیل رگرسیون بر وجود رابطه مثبت بین کارایی فنی و اندازه واحدهای مرغداری تاکید کردند. پیش بهار و نصیری (۲۰۱۲) کارایی فنی تولیدکنندگان توت فرنگی در شهرستان سنندج را برآورد کردند. در این مطالعه از داده‌ها و اطلاعات جمع آوری شده از توت فرنگی کاران شهرستان در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و تابع تولید مرزی ترانسولوگ استفاده شد. نتایج نشان داد کارایی فنی واحدهای تولید توت فرنگی بین ۹۸-۴۲ درصد قرار دارند. دوراندیش و همکاران (۲۰۱۳)، کارایی فنی چندمحصولی گاوداری‌های شیری استان خراسان شمالی را با استفاده از دو رهیافت تابع تولید مرزی تصادفی و تابع تولید مرزی فاصله‌ای تصادفی برآورد کردند. نتایج برآورد توابع مرزی تصادفی نشان داد که میانگین کارایی فنی محاسبه شده توسط این مدل ۰/۹۳ می باشد. کاوند و همکاران (۲۰۱۴)، کارایی فنی، اقتصادی و تخصیصی را برای تولیدکنندگان زعفران شهرستان قائن با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها برآورد کردند. نتایج نشان داده متوسط کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس به ترتیب برابر با ۰/۸۶، ۰/۹۲ و ۰/۸۸ و در حالت بازده متغیر ۰/۸۹، ۰/۹۲ و ۰/۸۰ می باشد. دشتی و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی رابطه بین کارایی و پایداری در مزارع سیب زمینی شهرستان کبودر آهنگ، با تکمیل پرسشنامه از ۱۵۴ زارع سیب‌زمینی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ میانگین کارایی فنی مزارع را ۸۴ درصد محاسبه کردند. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده می‌گردد کارایی فنی مزارع در بازه ۹۶-۵۳ درصد قرار دارند. هریکبالی و همکاران (۲۰۱۴)، کارایی فنی مزارع

برنج را در اندونزی به روش تابع تولید مرزی تصادفی برآورد کردند. نتایج نشان داد عدم کارایی زیادی بین ۱۵ استان مورد مطالعه وجود دارد. همچنین کشاورزان جوانتر کارا تر عمل می‌کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند گسترش زمین های کشاورزی، به ویژه در خارج از جزایر جاوا و سوماترای، به بهبود درآمد کشاورزان دادن انگیزه برای جوانان برای کار در بخش کشاورزی باعث افزایش کارایی فنی و در نتیجه بهره‌وری، و همچنین به طور کلی افزایش تولید برنج می‌شود. مردانی و سالار پور (۲۰۱۵)، برای تجزیه و تحلیل کارایی فنی ۲۳ استان کشور در تولید سیب زمینی از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. این روش بر مبنای هفت نهاده (نیروی انسانی، زمین، سوخت دیزل، ماشین آلات، آب آبیاری، هزینه کود، هزینه های آفت کش‌ها) و محصول سیب زمینی بود. بر اساس این مطالعه میانگین کارایی فنی ۹۰ درصد محاسبه شد. عثمان و همکاران (۲۰۱۶)، کارایی فنی، تخصیص و اقتصادی مزارع گندم را در لایه پاکستان برآورد کردند. نتایج کارایی فنی، تخصیص و اقتصادی به ترتیب ۸۴، ۸۱ و ۶۴ درصد بدست آمد. تاوا و همکاران (۲۰۱۷)، کارایی فنی پنج استان مهم تولید کننده گندم در افغانستان را به روش تابع مرزی تصادفی برآورد کردند. میانگین کارایی فنی این مزارع ۶۷ درصد محاسبه شد یعنی می‌توان با بهبود کارایی مزارع با همان سطح مصرف نهاده‌ها تولید گندم را ۳۳ درصد افزایش داد. آلمو و همکاران (۲۰۱۸)، در بررسی مطالعه خود تحت عنوان کارایی فنی تولید تیف، مطالعه موردی کشاورزان خرده پا منطقه جما در اتیوپی با برآورد تابع تولید کاب-داگلاس میانگین کارایی فنی را ۷۸ درصد محاسبه کردند و بر اساس نتایج حاصله مشاهده می‌گردد با استفاده از عوامل و منابع موجود می‌توان کارایی تولید را ۲۲ درصد افزایش داد. مرور مطالعات گذشته نشان می‌دهد که مطالعه‌ای درباره برآورد کارایی فنی تولید گندم در شهرستان ارومیه انجام نشده است؛ بنابراین هدف مطالعه حاضر برآورد کارایی فنی تولید گندم در شهرستان ارومیه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

کارایی فنی (TE^1)، بیانگر توانایی یک بنگاه در به دست آوردن بیشترین محصول با استفاده از نهاده‌های معین و یا به دست آوردن میزان محصول معین از کمترین مقدار نهاده‌ها می‌باشد. اندازه‌گیری ما از کارایی نشان می‌دهد که چگونه می‌توان تمام منابع را به حداقل رساند در حالی که تولید ادامه پیدا کند و همان میزان محصول قبل را داشته باشیم (ودود و وایت، ۲۰۰۰). برای برآورد کارایی از دو روش پارامتریک (تابع مرزی تصادفی (SFA^2)) و روش غیرپارامتریک (تحلیل پوششی داده‌ها (DEA^3)) استفاده می‌شود. هریک از این روش‌ها نسبت به هم مزایا و معایبی دارند (امامی میبدی ۲۰۱۰): اما در اکثر موارد استفاده از یکی از این روش‌ها

کافی نبوده و هر دو روش به عنوان مکمل در کنار هم قرار می‌گیرند.

در این مطالعه بیش از یک محصول در فرآیند تولید، تولید می‌شود (گندم و کاه)، در نتیجه از تابع فاصله^۴ به جای تابع تولید استفاده خواهد شد (شفارد ۱۹۵۳). یکی از اولین تصمیم‌هایی که باید در یک تحلیل تجربی پارامتری ساخته شود انتخاب یک فرم تابعی مناسب برای تابع فاصله است. شکل تابعی ترانسلوگ به دلیل تامین شروط انعطاف‌پذیری، سهولت محاسبه و همگنی توسط پژوهشگران بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است، (لاول و همکاران ۱۹۹۴، گراسکوف و همکاران ۱۹۹۶، هریکبالی و همکاران ۲۰۱۴، دوراندیش و همکاران ۲۰۱۳، مولائی و همکاران ۲۰۱۷). تابع فاصله ترانسلوگ برای M محصول و K نهاده تولید به صورت زیر نوشته می‌شود (کوئلی و پرلمن ۱۹۹۶):

$$\begin{aligned} \ln D_{oi} = & \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \ln y_{mi} + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \alpha_{mn} \ln y_{mi} \ln y_{ni} + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_{ki} \\ & + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} \ln x_{ki} \ln x_{li} + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \delta_{km} \ln x_{ki} \ln y_{mi} + u_i + v_i \quad i = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (\text{رابطه ۱})$$

گرفتن حوادث خارج از کنترل کشاورز در نظر گرفته می‌شود. به منظور اعمال شرط همگنی، محدودیت‌های زیر:

در اینجا i نشان‌دهنده واحد یا مزرعه i ام، y_m سطح تولید ستاده m ام، x_k نیز مقدار نهاده k ام و v_i جزء اخلاص تصادفی و دارای توزیع نرمال است و به منظور در نظر

$$\sum_{m=1}^M \alpha_m = 1 \quad \text{و} \quad \sum_{m=1}^M \alpha_{mn} = 0, m, n = 1, 2, \dots, M \quad \text{و} \quad \sum_{m=1}^M \delta_{km} = 0, k = 1, 2, \dots, K \quad (\text{رابطه ۲})$$

و برای اعمال شرط تقارن، محدودیت‌های زیر اعمال می‌شود:

$$\alpha_{mn} = \alpha_{nm} \quad \text{و} \quad m, n = 1, 2, \dots, M \quad \text{و} \quad \beta_{kl} = \beta_{lk} \quad \text{و} \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (\text{رابطه ۳})$$

همچنین محدودیت جهت جداسازی نهاده‌ها و محصول به این صورت می‌باشد:

$$\delta_{km} = 0 \quad \text{و} \quad k = 1, 2, \dots, K \quad \text{و} \quad m = 1, 2, \dots, M \quad (\text{رابطه ۴})$$

که برای در نظر گرفتن اشتباهات آماری بوده (v_i) و بخشی نیز به عنوان جزء خطای نامتقارن (u_i) جهت محاسبه عدم کارایی در مدل لحاظ شده است. مقدار تابع فاصله با استفاده از معادله $-\ln(D_{oi}) = u_i$ به دست

همچنان که در معادله (۱) مشاهده می‌شود، در رویکرد مرز تصادفی که توسط (آیزر و همکاران ۱۹۷۷) معرفی شده تابع مرزی تصریح شده دارای جزء اخلاص دوبرخی می‌باشد؛ بخشی به عنوان جزء خطای متقارن

بر اساس بازده ثابت به مقیاس (*CRS*) در نظر گرفته شده است. *CRS* زمانی مناسب است که بنگاه‌ها در وضعیت بهینه خود فعالیت می‌کنند به عبارت دیگر نیاز به بهبود اندازه بنگاه برای بهبود کارایی خود نداشته باشد (شورتال و بارتز ۲۰۱۳)؛ اما عواملی چون رقابت ناقص، محدودیت منابع مالی باعث می‌شود که یک واحد تولیدی نتواند در مقیاس بهینه عمل کند. مدل بازده متغیر به مقیاس (*VRS*) با افزودن محدودیت $\sum_{n=1}^N \lambda = 1$ به مدل *CCR* بدست می‌آید. مزیت مهم *VRS* این است که بنگاه‌های ناکارا فقط با بنگاه‌های کارا با اندازه مشابه، مقایسه می‌شوند (شورتال و بارتز، ۲۰۱۳). اگر بین کارایی فنی واحد تولیدی از دو روش *CRS* و *VRS* اختلاف وجود داشته باشد نشان‌دهنده این است که واحد تولیدی با عدم کارایی مقیاس مواجه است و مقدار عدم کارایی مقیاس از اختلاف بین کارایی فنی از دو روش *CRS* و *VRS* بدست می‌آید. همچنین کارایی مقیاس مطابق رابطه زیر از نسبت کارایی فنی در حالت بازده ثابت تقسیم بر کارایی فنی در حالت بازده متغیر بدست می‌آید (امامی میبیدی، ۲۰۱۰).

$$SE = \frac{TE_{crs}}{TE_{vrs}} \quad (\text{رابطه ۶})$$

که در رابطه (۶) SE^F نشان‌دهنده کارایی مقیاس می‌باشد و TE_{crs} کارایی فنی در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس، TE_{vrs} کارایی فنی در حالت بازده متغیر به مقیاس است. یک ویژگی مهم تحلیل پوششی داده‌ها این است که می‌توان به وسیله آن نوع بازده به مقیاس را تشخیص داد. مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس مشخص نمی‌کند که آیا بنگاه در ناحیه صعودی یا نزولی به مقیاس فعالیت می‌کند. این مشکل با حل مدل افزایشی نسبت به مقیاس (*NIRS*) برطرف می‌شود. مدل *NIRS* از طریق جانشین کردن محدودیت $\sum \lambda \leq 1$ با $\sum \lambda = 1$ در مدل *VRS* بدست می‌آید. به عبارتی دیگر نوع بازده در عدم کارایی مقیاس برای یک بنگاه خاص،

می‌آید. با در نظر گرفتن فروض مناسب در مورد نوع توزیع U_i و V_i پارامترهای تابع فاصله تصادفی ترانسلوگ را می‌توان با استفاده از روش حداکثر درستنمایی (*MLE*) برآورد نمود. به کار بردن روش حداکثر درستنمایی برای برآورد تابع (۱) پارامترهای بدون تورش و برآوردهای کارا از مرز فاصله ستانده تصادفی به دست می‌دهد (موریرا لویز و همکاران ۲۰۰۶).

تحلیل پوششی داده‌ها (*DEA*)

تحلیل پوششی داده‌ها روشی است که در آن چندین نهاد و ستاده در فرآیند تولید مورد بررسی قرار می‌گیرد (چارنز و همکاران ۱۹۷۸). *DEA* یک روش برنامه‌ریزی خطی است که اولین بار فارل در سال ۱۹۵۷ الگوی اولیه آن را معرفی کرد. در این روش نیازی به انتخاب شکل تابعی تولید و توزیع احتمالات داده‌ها نیست (لوزانو و همکاران، ۲۰۰۸). *DEA* شامل دو مدل *CCR* (چارنز و همکاران ۱۹۷۸) و *BCC* (بانکر، چارنز و کوپر ۱۹۸۴) می‌باشد. *CCR* کارایی فنی را با در نظر گرفتن بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS^1)، درحالی‌که *BCC* کارایی فنی را با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS^2) برآورد می‌کند. شکل کلی مدل *CCR* به صورت معادله (۵) می‌باشد:

$$\begin{aligned} \max \phi \\ s.t. -\phi y_n + Y \lambda \geq 0 \\ x_n - X \lambda \geq 0 \\ \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (\text{رابطه ۵})$$

λ یک بردار $N \times 1$ شامل اعداد ثابت است که وزن‌های مجموعه مرجع را نشان می‌دهد و مقادیر اسکالر به دست آمده برای کارایی بنگاه‌ها، X و Y به ترتیب ماتریس مقدار نهاده‌ها و ستاده‌ها را نشان می‌دهد. X_i بردار مقدار نهاده‌ها Y_i بردار مقدار ستاده برای بنگاه n ام می‌باشد. با حل الگوی برنامه‌ریزی فوق مقدار کارایی فنی برای هر بنگاه بدست می‌آید. الگوی برنامه‌ریزی فوق

³ Scale efficiency.

1 Constant Returns to Scale.

2 Variable Returns to Scale.

عدم دارای صفت مشخص می باشند که در این مطالعه ۵۰٪ در نظر گرفته شد. حجم نمونه با توجه به پارامترهای موجود به صورت زیر محاسبه شده است.

$$n = \frac{\frac{(1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.09^2}}{1 + \frac{1}{950} \left(\frac{(1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.09^2} - 1 \right)} = 105$$

نتایج و بحث

در این قسمت ابتدا آماره‌های توصیفی مربوط به مزارع گندم شهرستان ارومیه طبق جدول (۱) ارائه می‌گردد. نهاده‌های مورد استفاده شامل نیروی کار، ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی (نیتروژن، فسفات، پتاسیم و کودهای ریزمغذی)، سموم شیمیایی، آب آبیاری و بذر می‌باشد. طبق این جدول میانگین مصرف نیروی کار ۸ نفر-روز، ماشین‌آلات ۴ ساعت، کود شیمیایی ۴۱۵ کیلوگرم، سموم شیمیایی ۳/۸۹ لیتر، آب آبیاری ۴۷۳۳ مترمکعب و بذر ۱۷۲/۷۱ کیلوگرم و میانگین تولید محصول گندم ۴۰۵۰ کیلوگرم و کاه و کلش ۳۲۵۸ کیلوگرم در هکتار برای هر سال زراعی می‌باشد.

با مقایسه مقدار کارایی فنی در حالت *NIRS* با مقدار کارایی فنی در حالت *VRS* تعیین می‌شود. بدین صورت که اگر کارایی در این دو حالت باهم مساوی باشد، آنگاه بنگاه مورد نظر با بازده نزولی نسبت به مقیاس مواجه می‌باشد؛ در غیر این صورت بازده صعودی نسبت به مقیاس برقرار است (امامی میبیدی ۲۰۱۰).

برای برآورد کارایی فنی با استفاده از روش‌هایی که توضیح داده شد، داده‌های مورد نیاز بایستی جمع آوری شوند. جامعه آماری مورد بررسی مزارع گندم شهرستان ارومیه می‌باشد، که با استفاده از فرمول کوکران ۱۰۵ پرسش‌نامه به صورت حضوری و مصاحبه با زارعان تکمیل گردید. فرمول کوکران به صورت رابطه (۷) می‌باشد (کوکران ۱۹۷۷):

$$n = \frac{z^2 \times p \times q}{d^2} \quad \text{رابطه ۷}$$

$$1 + \frac{1}{N} \left(\frac{z^2 \times p \times q}{d^2} - 1 \right)$$

که در آن N حجم جامعه آماری، d خطای اندازه گیری، n حجم نمونه، مقدار z در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($z=1.96$) و p و q درصدی از جمعیت که دارا یا

جدول ۱- آماره‌های توصیفی نهاده‌ها و محصول

متغیر	واحد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
نیروی کار	نفر/روز	۸	۶/۶۱	۱	۳۶
ماشین آلات	ساعت	۴	۲/۳۱	۰/۹۲	۱۳/۳۹
بذر	کیلوگرم	۱۷۲/۷۱	۴۳/۶۱	۷۰	۳۰۰
آب	مترمکعب	۴۷۳۳	۲۳۴۷	۱۰۲۵	۱۱۲۵۶
سموم شیمیایی	لیتر	۳/۸۹	۷	۱	۵۲
کود شیمیایی	کیلوگرم	۴۱۵	۵۶۷	۱۰	۳۵۰
گندم	کیلوگرم	۴۰۵۰	۲۳۰۳	۷۵۰	۱۵۰۰۰
کاه	کیلوگرم	۳۲۵۸	۱۸۴۱/۳۸	۵۰۰	۱۰۰۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

درست‌نمایی مطابق جدول (۲) برآورد گردید. برای برآورد مدل از نرم افزار آماری *Stata14* استفاده شد. از بین متغیرهای موجود ۱۲ متغیر معنی‌دار می‌باشند.

نتایج کارایی فنی به روش تابع مرزی تصادفی (SFA)

در برآورد کارایی فنی به روش تابع مرزی تصادفی، ابتدا تابع ترانسلوگ به روش حداکثر

جدول ۲- نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ

تابع فاصله	ضریب	آماره t	انحراف معیار
لگاریتم مقدار تولید گندم	*۱۲/۱۰	۱/۸۲	۶/۶۵
لگاریتم مقدار تولید کاه	** -۱۳/۱۰	-۱/۹۷	۶/۶۵
لگاریتم نیروی کار	-۳/۷۸	-۱/۶	۲/۳۷
لگاریتم ماشین آلات	۳/۱۹	۰/۹۱	۳/۵۱
لگاریتم کود شیمیایی	*** ۱/۲۷	۲/۳۴	۰/۵۴
لگاریتم سموم شیمیایی	-- ۱/۵۹	-۱/۲۵	۱/۲۸
لگاریتم آب	-۶/۱۳	-۱/۵	۴/۱۰
لگاریتم بذر	۰/۱	۰/۰۱	۸/۶۵
توان دوم لگاریتم گندم	۰/۳۱	۰/۲۷	۱/۱۴
توان دوم لگاریتم کاه	۰/۳۱	۰/۲۷	۱/۱۴
توان دوم لگاریتم نیروی کار	-- ۰/۲۲	-۱/۵۴	۰/۱۴
توان دوم لگاریتم ماشین آلات	-- ۰/۳۷	-۱/۱۸	۰/۳۱
توان دوم لگاریتم کود شیمیایی	-- ۰/۰۱	-- ۰/۸۸	۰/۰۱
توان دوم لگاریتم سموم شیمیایی	** ۰/۰۳	۲/۱۴	۰/۰۱
توان دوم لگاریتم آب	** ۰/۱۷	۲/۱	۰/۳۲
توان دوم لگاریتم بذر	۰/۰۴	۰/۰۴	۱/۱۲
لگاریتم گندم در لگاریتم نیروی کار	۰/۲۴	۰/۶۹	۰/۳۵
لگاریتم گندم در لگاریتم ماشین آلات	** -۱/۰۵	-۲/۱۴	۰/۴۹
لگاریتم گندم در لگاریتم کود شیمیایی	۰/۰۶	۰/۸۶	۰/۰۷
لگاریتم گندم در لگاریتم سموم شیمیایی	-- ۰/۲۶	-۱/۱۳	۰/۲۳
لگاریتم گندم در لگاریتم آب	-- ۰/۱۸	-- ۰/۳۵	۰/۵۲
لگاریتم گندم در لگاریتم بذر	** -۱/۷۳	-۲/۰۸	۰/۸۳
لگاریتم کاه در لگاریتم نیروی کار	-- ۰/۲۴	-- ۰/۶۹	۰/۳۵
لگاریتم کاه در لگاریتم ماشین آلات	** ۱/۰۵	۲/۱۴	۰/۴۹
لگاریتم کاه در لگاریتم کود شیمیایی	-- ۰/۰۶	-- ۰/۸۶	۰/۰۷
لگاریتم کاه در لگاریتم سموم شیمیایی	۰/۲۶	۱/۱۳	۰/۲۳
لگاریتم کاه در لگاریتم آب	۰/۱۸	۰/۳۵	۰/۵۲
لگاریتم کاه در لگاریتم بذر	** ۱/۷۳	۲/۰۸	۰/۸۳
لگاریتم نیروی کار در لگاریتم ماشین آلات	-- ۰/۱۲	-- ۰/۸۷	۰/۱۴
لگاریتم نیروی کار در لگاریتم کود شیمیایی	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۰۳
لگاریتم نیروی کار در لگاریتم سموم شیمیایی	-- ۰/۱۱	-۱/۳۲	۰/۰۸
لگاریتم نیروی کار در لگاریتم آب	۰/۱۷	۱/۰۵	۰/۱۶
لگاریتم نیروی کار در لگاریتم بذر	* ۰/۶۲	۱/۶۹	۰/۳۷
لگاریتم ماشین آلات در لگاریتم کود شیمیایی	۰/۰۱	-۱/۰۱	۰/۰۵
لگاریتم ماشین آلات در لگاریتم سموم شیمیایی	۰/۱۴	۱/۲	۰/۱۲
لگاریتم ماشین آلات در لگاریتم آب	-- ۰/۱۲	-- ۰/۵۴	۰/۲۳

۰/۴۶	-۰/۷۵	-۰/۳۵	لگاریتم ماشین آلات در لگاریتم بذر
۰/۰۲	-۱/۴۴	-۰/۰۳	لگاریتم کود شیمیایی در لگاریتم سموم شیمیایی
۰/۰۴	-۳/۳	***-۰/۱۲	لگاریتم کود شیمیایی در لگاریتم آب
۰/۰۹	-۰/۲۳	-۰/۰۲	لگاریتم کود شیمیایی در لگاریتم بذر
۰/۱۲	۱/۷۱	* ۰/۲	لگاریتم سموم شیمیایی در لگاریتم آب
۰/۱۳	-۰/۱۱	-۰/۰۱	لگاریتم سموم شیمیایی در لگاریتم بذر
۰/۴۶	-۰/۲	-۰/۰۹	لگاریتم آب در لگاریتم بذر
۳۵/۹۶	۱/۰۵	۳۷/۹۲	عرض از مبدا

ماخذ: یافته های تحقیق (* و ** و *** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد را نشان میدهد)

مطابق جدول ۳ براساس نتایج بدست آمده از برآورد کارایی فنی مشاهده می شود، میانگین کارایی فنی گندم کاران با استفاده از روش SFA، ۵۱ درصد می باشد؛ بنابراین با بهبود کارایی واحدهای تولیدی و بهره گیری از عوامل موجود می توان تولید گندم را ۴۹ درصد افزایش داد. دامنه تغییرات کارایی واحدها در بازه ۰/۳۹-۰/۷۸ می باشد. اختلاف بین کمترین و بیشترین کارایی ۰/۳۹ است. ۶۱ واحد تولیدی دارای کارایی کمتر از ۵۰ درصد بوده و ۴۴ واحد کارایی بیش از ۵۰ درصد دارند؛ که نشان دهنده کارایی پایین واحدها در این روش می باشد. کارایی هیچ واحدی کمتر از ۳۰ درصد نبوده است.

جدول ۳- میانگین، تعداد و درصد کارایی فنی مزارع گندم شهرستان ارومیه با روش SFA

نتایج SFA		دامنه کارایی فنی
تعداد	درصد	
۰	۰	۰-۳۰
۵۸/۱	۶۱	۳۰-۵۰
۴۱/۹	۴۴	۵۰-۸۰
۰	۰	۸۰-۱۰۰
۵۱		میانگین کارایی واحدها

ماخذ: یافته های تحقیق

نتایج کارایی فنی به روش DEA

با توجه به نتایج بدست آمده به روش تحلیل پوششی داده ها با استفاده از نرم افزار DEAP، میانگین کارایی فنی مزارع تحت فرض بازده ثابت به مقیاس و بازده متغیر به مقیاس به ترتیب برابر ۶۳/۴ درصد و ۷۵ درصد است؛ به عبارت دیگر، باتکیه بر نتایج DEA، ظرفیت افزایش تولید و کارایی در این مزارع، بدون هیچ گونه افزایشی در هزینه ها و بکارگیری نهاده های بیشتر تحت

فرض های CRS و VRS به ترتیب برابر ۳۶/۶ و ۲۵ درصد برآورد می شود. بیشترین میزان کارایی فنی و کمترین مقدار آن در مدل بازده ثابت به مقیاس، به ترتیب ۱۰۰ و ۱۱ درصد و در بازده متغیر به مقیاس به ترتیب ۱۰۰ و ۱۴ درصد است. اختلاف بین کارایی فنی در بهترین حالت و بدترین حالت در CRS و VRS ۸۹ و ۸۶ درصد و اختلاف بین کارایی فنی بهترین واحد زراعی و میانگین نمونه در CRS و VRS به ترتیب ۳۶/۶ و ۲۵

مقدار آن برابر ۸۶/۳ درصد می باشد که نشان دهنده عدم فعالیت واحدها در مقیاس مطلوب است.

درصد می باشد. اختلاف بین کارایی فنی در دو حالت CRS و VRS نشان دهنده عدم کارایی مقیاس است که

جدول ۴- نتایج کارایی فنی به روش DEA

کارایی	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
کارایی فنی در حالت CRS	۶۳/۴	۱۱	۱۰۰	۰/۱۱
کارایی فنی در حالت VRS	۷۵	۱۴	۱۰۰	۰/۳۰
کارایی مقیاس	۸۶/۳	۳۳/۶۵	۱۰۰	۰/۰۷

ماخذ: یافته های تحقیق

جای بگذارد. درصد و تعداد واحدهای مورد مطالعه در بازه های مختلف در هر دو روش DEA و SFA در جدول (۵) ارائه شده است. بیشترین تعداد واحدها در دو حالت VRS و CRS دارای کارایی ۸۰ تا ۱۰۰ درصدی هستند که به ترتیب ۵۹/۱ درصد و ۳۲/۴ درصد از کل حجم نمونه را به خود اختصاص می دهد. کم ترین تعداد واحدها از کل حجم نمونه در حالات VRS و CRS دارای کارایی ۳۰-۰ درصدی هستند که به ترتیب ۱۲/۴ و ۱۶/۲ درصد از کل حجم نمونه را به خود اختصاص می دهد.

برابر نبودن مقدار کارایی فنی در حالت بازده متغیر به مقیاس و مقدار کارایی تحت بازده غیر افزایشی به مقیاس نشان دهنده فعالیت بنگاه ها تحت بازده صعودی به مقیاس است و واحدها بایستی سطح تولید خود را افزایش دهند. ویژگی بازده صعودی نسبت به مقیاس حکایت از آن دارد که پس از تعدیل بهینه تمامی نهاده ها، هزینه متوسط هر واحد تولیدی می تواند به وسیله افزایش اندازه بنگاه کاهش یابد و می تواند تاثیر مثبتی در میزان کارایی نسبی این واحدها در صورت ثابت ماندن سایر شرایط به

جدول ۵- تعداد و درصد کارایی فنی مزارع گندم شهرستان ارومیه با روش DEA (CRS و VRS)

دامنه کارایی	نتایج DEA (CRS)		نتایج DEA (VRS)	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
۰-۳۰	۱۷	۱۶/۲	۱۳	۱۲/۴
۳۰-۵۰	۲۰	۱۹	۱۴	۱۳/۳
۵۰-۸۰	۳۴	۳۲/۴	۱۶	۱۵/۲
۸۰-۱۰۰	۳۴	۳۲/۴	۶۲	۵۹/۱

ماخذ: یافته های تحقیق

نتیجه گیری کلی

در این مطالعه کارایی فنی تولید گندم در راستای کمک به کشاورزی پایدار مورد بررسی قرار گرفت. جهت انجام این تجزیه و تحلیل از دو رهیافت، تحلیل پوششی داده (DEA) و تابع مرزی تصادفی (SFA) استفاده شد. داده ها به روش پرسش نامه ای از ۱۰۵ زارع شهرستان ارومیه جمع آوری گردید. در تعیین کارایی فنی به روش

نتایج به دست آمده از این تحقیق با مطالعات زراء نژاد و یوسفی حاجی آباد (۲۰۰۹) و بریم نژاد و محتشمی (۲۰۰۹)، مطابقت دارد که در مطالعات آنان نیز کارایی فنی به ترتیب ۵۷ و ۸۸ درصد محاسبه شده است و کارایی فنی در بازه های صفر تا صد درصدی پراکنده شده است.

کارایی فنی کمتر از ۱۰۰ درصد می‌باشد این موضوع نشان می‌دهد که همراه با بهبود مدیریت مصرف نهاده‌ها و تخصیص بهینه نهاده‌های تولید امکان افزایش تولید وجود دارد. به طور کلی از نتایج حاصله چنین به نظر می‌رسد، افزایش تولید گندم و بهبود کارایی فنی مزارع گندم منطقه امری قابل دسترس می‌باشد. به عبارتی دیگر اگر کشاورزان از منابع و تکنولوژی موجود به صورت بهینه استفاده نمایند می‌توانند تولید گندم را افزایش دهند. براین اساس افزایش کارایی فنی مزارع با کاهش استفاده از نهاده‌ها و بدون کاهش محصول گندم قابل دسترس می‌باشد. که این کار می‌تواند با قرار دادن تکنولوژی‌های نوین و نهاده‌های پربازده در اختیار زارعان میسر گردد. لذا بهتر است دولت از مدیران واحدهای کشاورزی در این زمینه حمایت جدی نماید. همچنین به دلیل پایین بودن کارایی برخی مزارع تولید گندم، برنامه ریزی در راستای استفاده بهتر از ظرفیت‌های موجود به منظور افزایش تولید به عنوان راه حل اولیه مطرح است. پس می‌توان بیان کرد مزارعی که به صورت کارا عمل میکنند به پایداری کشاورزی توجه دارند و مزارعی که از کارایی فنی پایینی برخوردارند ضمن عدم توجه به اصول کشاورزی پایدار در استفاده بهینه از منابع، رفته رفته ترغیب به استفاده بیش از حد از منابع شده و موجب تخریب منابع خواهند شد.

SFA از فرم تابعی ترانسلوگ به روش حداکثر درستی‌مندی استفاده شد. پس از برآورد مدل و محاسبه کارایی فنی، مشاهده گردید، کارایی فنی مزارع در این رهیافت در بازه ۷۸-۳۹ درصدی قرار داشتند و میانگین کارایی فنی ۵۱ درصد می‌باشد. محاسبه کارایی فنی به روش *DEA* نشان داد که کارایی فنی مزارع در بازه ۱۰۰-۱۴ قرار دارد و میانگین کارایی فنی در این حالت ۷۵ درصد می‌باشد. پس در مقایسه دو رهیافت *SFA* و *DEA* نتایج تقریباً مشابهی از دو روش محاسبه کارایی بدست آمد و یک مبنای نظری مشخص و تعریف شده‌ای برای انتخاب رهیات مناسب و کارآمد وجود ندارد. با مشاهده قرار گیری بیشتر واحدهای تولیدی در بازه ۸۰-۳۰ درصد می‌توان گفت بیشتر مزارع ضعیف عمل می‌کنند. این موضوع ظرفیت ارتقای کارایی در منطقه را به خوبی نشان می‌دهد. بنابراین بدون استفاده از نهاده‌های بیشتر و افزایش هزینه‌ها می‌توان مقدار محصول تولیدی را به اندازه ۲۵ و ۴۹ درصد با توجه به رهیافت‌های *DEA* و *SFA* افزایش داد. به عبارت دیگر تولیدکنندگان منطقه می‌توانند با بکارگیری همان نهاده‌ها و صرفاً با از بین بردن عدم کارایی میزان تولید محصول خود را افزایش دهند. پس در راستای کشاورزی پایدار بهبود کارایی فنی تولیدکنندگان یکی از روش‌های کارآمد برای افزایش تولید خواهد بود. برخی از واحدهای تولید گندم در طول دوره مورد بررسی کارا نبوده اند چراکه

منابع مورد استفاده

- Aigner D, Lovell CA and Schmidt P, 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models, *Journal of Econometrics*, 6(1): 21-37.
- Alemu MD, Tegegne B and Beshir H, 2018. Technical efficiency in Teff (*Eragrostis tef*) production: the case of smallholder farmers in Jamma district, South Wollo Zone, Ethiopia, *Journal of Agricultural Economics and Rural Development*, 4(2):513-519.
- Ashragi F and kazemi F, 2014. Evaluating the economic and technical efficiency of dairy dairies in Gorgan. *Journal of Research in Ruminants*, 2(1): 211-195. (In Persian).
- Banker RD, Charnes A and Cooper WW. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, 30(9): 1078-1092.

- Borimnezhad V and Mohtashami T. 2009. Study of wheat production technical efficiency in Iran: case study. *Journal of Research in Agricultural Economics*, 1 (1), 75-94. (In Persian).
- Charnes A, Cooper W and Rhodes E, 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operations Research*, 2(6):429- 444.
- Cochran WG, 1977. *Sampling Techniques* (3rd ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Coelli T, Parsada R and Battese E, 1998. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston, Kluwer Academic Pub.
- Coelli T and Perelman S, 1996. Efficiency measurement, multiple-output Technology and distance functions: With application to European Railways.
- Dashti G, Purmoradi M and Hayati B, 2019. The relationship between efficiency and sustainability of agriculture in Kabudarahang County. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 29,: 181-192. (In Persian).
- Dashti G, Yawari s, Pishbahar E and Hayati B, 2012. The relationship between technical efficiency and size of poultry units in Sonqor & Chalkhi. *Agriculture and Development Economics*, 20(-78):105-87. (In Persian).
- Davoudniya Z, 2018. Investigating technical, environmental and water use efficiency in grapes production in Bijar County. *Dissertation of Master of Science in Agricultural Economics*, Urmia University.
- Durandish A, Nikookar A, Hoseinzadeh M and Lushabi A, 2013. Estimation of multi-product technical efficiency of dairy cattle in northern Khorasan province (application of randomized production function and boundary production function of randomized distances). *Journal of Economics and Agriculture Development*, 27(2): 122-114. (In Persian).
- Emami meibodi A, 2010. *Efficiency and efficiency from an economic perspective*. Allameh Tabataba'i University Press, No. 262, Tehran.
- Esengun K, Erdal G, Gunduz O and Erdal H. 2007. An economic analysis and energy Use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. *Renewable Energy*, 32(11):1873-1881.
- Grosskopf S, Hayes K.J, Taylor L and Weber W, 1997. Budget Constrained Frontier Measures of Fiscal equality and Efficiency in Schooling, *Review of Economics and Statistics*, 79(1): 116-124.
- Hamedi R, 2012. *Measuring the efficiency of Iranian banks using data envelopment analysis and genetic programming*. Faculty of Mathematics and Computer Science, Semnan University. (In Persian).
- Heriqbaldi U, Purwono R, Haryanto T and Primanthi M.R, 2014. An analysis of technical efficiency of rice production in Indonesia. *Asian Social Science*, 11(3): 91-102.
- Kashiwagi K, 2017. Technical efficiency of olive-growing farms in the northern west bank of Palestine, *Sustainable Agriculture Research*, 6(2): 125-140.
- Kavand H and Sargazi, 2015. Calculation of Boroujerd sugar beet types using the data envelopment analysis (DEA). *Journal of Sugar beet*, 31 (2): 209-201. (In Persian).
- Kavand H, Kalbali A and Sabouhi M, 2014. Application of data envelopment analysis method in saffron production efficiency examination (case study: Cain County), *Scientific Journal of Saffron Agriculture and Technology*, 2 (1): 17-29. (In Persian).
- Korfmacher KS. 2000. Farmland preservation and sustainable agriculture: Grassroots and policy connections, *American Journal of Alternative Agriculture*, 15(1): 37-43

- Lovell C A, Travers P, Richardson S and Wood L, 1994. Resources and functioning: a new view of inequality in Australia, *Models and Measurement of Welfare and Inequality*, 787- 807.
- Lozano S, Iribarren D, Moreira M and Feijoo G, 2008. The Link between operational efficiency and environmental impacts: a joint application of life cycle analysis and data envelopment analysis. *Science of the Total Environment*, 407(5): 1744–1754.
- Mardani M and Salarpour M, 2015. Measuring technical efficiency of potato Production in Iran using robust data envelopment analysis. *Information Processing in Agriculture*, 2(1): 6-14.
- Mehrabi boshrabadi H and Pakravan M, 2009. Calculation of the types of efficiency and returns to the scale of sunflower producers Khoy city, *Journal of Economics and Agricultural Development*, 23(2): 95-102. (In Persian).
- Ministry of Jihad-e-Agriculture, *Agricultural Statistics First volume*. 2018. Online <http://amar.maj.ir>.
- Molaei M, Hesari N and Javanbakht O, 2017. Estimation of environmental efficiency of input-based agricultural products (case study, environmental performance of rice production), *Agricultural Economics*, 11 (2): 157-172. (In Persian).
- Moreira Lopez V. H, Bravo-Ureta B.E, Arzubi A and Schilder E, 2006. Multioutput technical efficiency for Argentinean dairy farms using stochastic production and stochastic distance frontiers with unbalanced panel data, *Economia Agraria*, 10: 97-106.
- Nabavi-Pelesaraei A, Hosseinzadeh-Bandbafha H, Qasemi-Kordkheili P, Kouchaki-Penchah H and Riahi-Dorcheh F, 2016. Applying optimization techniques to improve of energy efficiency and GHG (greenhouse gas) emissions of wheat production, *Energy*, 103(15): 672-678.
- Pishbahar E and Nasiri A, 2012. Survey of technical efficiency strawberry producers in the city of Sanandaj, *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22:125-134. (In Persian).
- Rahmani F, 2001. Sustainable development, challenges and solutions. *Economic and political Information*, 167-168:102-111.
- Shephard R.W, 1953. *Cost and production functions*, Princeton University Press, Princeton,
- Shortall O.K and Barnes A.P, 2013. Greenhouse gas emissions and the technical Efficiency of farmers. *Ecological Indicators*, 29:478-488.
- Tabaraee M and Hassannejad M, 2009. Factors affecting the acceptance of agricultural extension programs with regards to process of agricultural development Case study: Wheat farmers in Mashhad, *Journal of Economics and Agricultural Development*, 23(1), 59-86. (In Persian).
- Tavva S, Aw-Hassan A, Rizvi J and Saharawat Y.S, 2017. Technical efficiency of wheat Farmers and options for minimizing yield gaps in Afghanistan. *Outlook on Agriculture*, 46(1), 13-19.
- Usman M, Ashraf W, Jamil I, Mansoor M. A, Ali Q and Waseem M, 2016. Efficiency analysis of wheat farmers of district Layyah of Pakistan, *American Journal of Experimental Agriculture*, 11(2): 1-11.
- Wadud MA and White B, 2000. Farm household efficiency in Bangladesh: a comparison of stochastic frontier and DEA method, *Applied Economics*, 32(13): 1665-1673.
- Zarra-Nezhad M and Yousefi-Hajjabadi R, 2009. Evaluation of technical efficiency of wheat production in Iran (using parametric and nonparametric approaches). *Economic Research*, 9(2): 145-172. (In Persian).