

Estimating Environmental Efficiency and Economic Losses of Sugar Beet Production in Urmia Lake Basin (Central and Nazlu Chay Districts)

Morteza Molaei

Received: 18 July 2021 Accepted: 19 September 2021

Assoc Prof., Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Urmia University

*Corresponding Author Email: m.molaei@urmia.ac.ir

Abstract

Objectives: The main objectives of this study are to estimate the input-oriented environmental efficiency of sugar beet production in Urmia Lake basin and the economic loss of its production.

Material and Methods: The statistical population of this study was sugar beet farmers in the Central and Nazlu Chay districts of Urmia County, and the required data were collected randomly and through face-to-face interviews from sugar beet producers with 100 questionnaires in 2017-2018. To estimate the environmental efficiency, in which fertilizers and chemical pesticides were considered as detrimental inputs, the stochastic frontier function was used as a Translog functional form. Then, the economic losses of sugar beet production were calculated.

Results: On the base of research findings, the average environmental efficiency was 58%, explaining that producers of sugar beet can keep consumption of other inputs constant, reduce the consumption of chemical inputs (fertilizers and chemical pesticides) by 42% and produce observed level of the output. The estimated average economic loss was 5.53 million Rials per hectare. In other words, due to the environmentally inefficient performance of sugar beet farmers, damages equal to 5.53 million Rials are imposed on the society through polluting the environment.

Conclusion: It is recommended to adopt appropriate price policies that can limit the use of fertilizers and chemical pesticides in the production of sugar beet, which will reduce production costs and farmers will benefit from this way.

Keywords: Environmental Efficiency, Economic Loss, Sugar beet, Urmia Lake Basin

برآورد کارایی زیست محیطی و زیان اقتصادی تولید چغندر قند در حوضه آبریز دریاچه ارومیه (بخش‌های مرکزی و نازلو چای)

مرتضی مولائی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۸

دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

مسئول مکاتبه: Email: m.molaei@urmia.ac.ir

چکیده

اهداف: اهداف اصلی این تحقیق برآورد کارایی زیست محیطی نهاده-محور تولید چغندر قند در حوضه آبریز دریاچه ارومیه و زیان اقتصادی تولید آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها: جامعه آماری این تحقیق چغندرکاران در بخش‌های مرکزی و نازلو چای شهرستان ارومیه بودند؛ که داده‌های مورد نیاز به صورت تصادفی ساده و از طریق مصاحبه حضوری با تکمیل ۱۰۰ پرسشنامه از تولیدکنندگان چغندر قند در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ جمع‌آوری شد. برای برآورد کارایی زیست محیطی، که در آن کودها و سموم شیمیایی به عنوان نهاده‌های مضر لحاظ شده بودند، از تابع مرز تصادفی به شکل تابعی ترانسلوگ استفاده شد. سپس زیان اقتصادی تولید چغندر قند محاسبه شد.

یافته‌ها: براساس یافته‌های تحقیق، میانگین کارایی زیست محیطی برابر با ۵۸ درصد به دست آمد. با این توضیح که تولیدکنندگان چغندر قند می‌توانند با ثابت نگه داشتن مصرف سایر نهاده‌ها، مصرف نهاده‌های شیمیایی (کودها و سموم شیمیایی) را به اندازه ۴۲ درصد کاهش داده و سطح ثابت محصول را تولید کنند. میانگین زیان اقتصادی برآورد شده برابر با ۵/۵۳ میلیون ریال بر هکتار برآورد شد. به عبارت دیگر، به دلیل ناکارا عمل کردن چغندرکاران به لحاظ زیست محیطی، خسارتی برابر با ۵/۵۳ میلیون ریال بر جامعه از طریق آلوده شدن محیط زیست تحمیل می‌شود.

نتیجه گیری: توصیه می‌شود از سیاست‌های قیمتی مناسبی که بتواند مصرف کودها و سموم شیمیایی را در تولید چغندر قند محدود بکند، اتخاذ بشود؛ که با این کار هزینه‌های تولید کاهش پیدا کرده و کشاورزان از این مسیر منتفع خواهند شد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، حوضه آبریز دریاچه ارومیه، زیان اقتصادی، کارایی زیست محیطی

مقدمه

به صورت تجاری برای تولید شکر استفاده می‌شود. بر اساس آمار بدست آمده در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ سطح زیرکشت چغندر قند در کشور ۱۳۴۷۵۹ هکتار و مقدار تولید آن ۸۳۸۸۴۵۲ تن بوده است. استان آذربایجان غربی ۲۰ درصد از کل سطح زیرکشت چغندر قند کشور

بخش کشاورزی یکی از مهمترین بخش‌های اقتصاد است که با برقراری ارتباطات پسین و پیشین با سایر بخش‌های اقتصاد، از جمله بخش صنعت، نقش به سزایی در توسعه ایفا می‌کند. چغندر قند یکی از مهمترین محصولات کشاورزی در ایفای این نقش است؛ که

و ۱۳/۸۳ درصد از کل تولید را در اختیار دارد (بی‌نام ۲۰۱۹).

در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ سطح زیرکشت محصولات زراعی سالانه استان آذربایجان غربی ۶۹۰/۴۴ هزارهکتار بوده که از این مقدار ۲۹۱/۰۴ هزارهکتار مربوط به سطح آبی و ۳۹۹/۴۰ هزارهکتار مربوط به سطح دیم می‌باشد. سطح زیرکشت و تولید محصولات صنعتی به ترتیب ۵۹۰۱۷ هکتار و ۱/۲۲ میلیون تن می‌باشد. محصولات صنعتی ۸/۵ درصد از کل سطح برداشت محصولات زراعی استان را به خود اختصاص داده است. از بین محصولات صنعتی استان که شامل توتون و تنباکو، چغندر قند، کنجد، آفتابگردان روغنی، کلزا و سایر دانه‌های روغنی می‌باشد، سطح زیرکشت، تولید و عملکرد چغندر قند به ترتیب برابر با ۲۶۹۸۵ هکتار، ۱۱۶۴۴۷۲ تن و ۴۳/۱۵ تن است. تولید، عملکرد و سطح زیرکشت چغندر قند در شهرستان ارومیه در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸ به ترتیب برابر با ۱۸۴۹۹ تن، ۳۹/۱۱ تن و ۴۷۳ هکتار می‌باشد (بی‌نام ۲۰۱۹).

استفاده از نهاده‌هایی مانند کودها و سموم شیمیایی در تولید چغندر قند، گرچه ممکن است باعث افزایش تولید و بالا رفتن کارایی فنی تولید بشود؛ اما آثار زیست محیطی منفی زیادی از جمله آلودگی خاک و آب داشته و توسعه پایدار بخش کشاورزی را با تهدیدات جدی مواجه می‌کند. برای جلوگیری از این آثار نیاز به توسعه و به کارگیری تکنولوژی‌هایی است که از به وجود آمدن این آثار منفی بر محیط زیست جلوگیری و برای کشاورزان به راحتی قابل دسترسی باشد. برای این منظور لازم است آثار منفی روی محیط زیست کاهش داده شده و در عین حال، مقدار تولید کشاورزان کاهش پیدا نکند. در نتیجه بایستی در برآورد کارایی فنی تولید محصول و به کارگیری نهاده‌ها، آثار زیست محیطی استفاده از نهاده‌های آلاینده مدنظر قرار بگیرد. بدیهی است این آثار منفی زیست محیطی هزینه‌های زیادی نیز بر محیط زیست و جامعه تحمیل می‌کنند. اطلاع از مقدار

این هزینه‌ها و برآورد ارزش ریالی آنها می‌تواند به تصمیم‌سازان، سیاست‌گذاران بخش کشاورزی در اتخاذ سیاست‌های مناسب برای کاهش آثار منفی زیست محیطی و نیل به توسعه پایدار بخش کشاورزی کمک شایانی نماید.

مرور منابع نشان می‌دهد که در ارتباط با کارایی فنی محصولات مختلف مطالعات زیادی انجام شده است (رفعتی و همکاران ۲۰۱۱؛ دشتی و همکاران ۲۰۱۲؛ اسفندیاری و همکاران ۲۰۱۲؛ بابایی و همکاران ۲۰۱۳؛ شبان و همکاران ۲۰۱۴؛ اشراقی و کاظمی ۲۰۱۴؛ برازدیک ۲۰۰۶؛ گنزالس گارسیا ۲۰۰۷؛ گلان و موریتی ۲۰۱۰؛ کومار و آرورا ۲۰۱۲؛ عمر ۲۰۱۴؛ هریکالدی و همکاران ۲۰۱۵). مطالعات مختلفی هم در ارتباط با برآورد کارایی زیست محیطی انجام شده است (جعفرنیا و اسماعیلی ۲۰۱۳؛ مولائی و ثانی ۲۰۱۵؛ دشتی و همکاران ۲۰۲۱؛ رینهارد^۱ و همکاران ۲۰۰۰؛ شورتال و بارنز ۲۰۱۳؛ اکسپوزیتو و ولاسکو ۲۰۲۰؛ بی‌بی و همکاران ۲۰۲۱) که انتظار می‌رود نقش مهمی در کاهش آلاینده‌های زیست محیطی داشته باشد. در تمامی این مطالعات کارایی زیست محیطی محصول-محور^۲ برآورد شده است. با این توضیح که در فرآیند تولید در کنار محصول خوب، محصول یا محصولات بد تولید شده و تاثیر آنها روی اندازه‌ی کارایی ارزیابی شده است. برخی مطالعات هم کارایی زیست محیطی نهاده-محور تولید را برآورد کرده‌اند. مولائی و همکاران (۲۰۱۷) کارایی فنی و زیست محیطی نهاده-محور تولید برنج، که کودها و سموم شیمیایی به عنوان نهاده‌های آلاینده در نظر گرفته شده‌اند، را در شهرستان بابلسر به ترتیب برابر با ۸۷ و ۷۷ درصد به دست آوردند. نوروزیان و همکاران (۲۰۱۹) متوسط کارایی اقتصادی و زیست محیطی (نهاده‌های شیمیایی به عنوان آلاینده در فرآیند تولید در نظر گرفته شده‌اند) پنبه‌کاران را در استان‌های تولیدکننده این محصول در ایران به ترتیب ۸۱ و ۷۸ درصد برآورد کردند. برخی مطالعات هم به برآورد کارایی

^۱ Reinhard

^۲ Output-Oriented Environmental Efficiency

کل تولید هر هکتار برنج ۳۸۰ دلار که معادل ۱۶۰۰ کیلوگرم برنج به دست آمد. براساس مرور منابع مطالعه‌ای در داخل کشور و در حوضه آبریز دریاچه ارومیه در ارتباط با تولید چغندر قند انجام نشده است. برای پرکردن این شکاف تحقیقاتی، مطالعه حاضر با اهداف برآورد کارایی زیست‌محیطی و زیان اقتصادی تولید چغندر قند انجام شده است.

مواد و روش‌ها

بر اساس مطالعات انجام شده توسط آیگنر و همکاران (۱۹۷۷)، میوسن و وندن بروئک (۱۹۷۷) تابع مرزی تصادفی تولید به صورت [رابطه ۱] بیان می‌شود:

$$y_i = f(x_i, \beta) e^{\varepsilon_i} \quad i=1, 2, \dots, N \quad [\text{رابطه ۱}]$$

توزیع نرمال بصورت $N(0, \sigma^2_v)$ داشته باشد. u_i جزء یک‌طرفه‌ی کارایی است ($u_i > 0$)، که کارایی فنی مزرعه‌ی i ام را در بر می‌گیرد. با ضرب e^{-v_i} در دو طرف [رابطه ۱] و جایگزینی β ها با تخمین‌های حداکثر راستنمایی، تابع مرزی تصادفی تولید بصورت رابطه ۲ در خواهد آمد (براوو یورتا و ریگر ۱۹۹۱):

$$y_i^* = f(x_i, \beta^{\otimes}) e^{-u_i} = y_i e^{-v_i}$$

بصورت حداقل ممکن در بکارگیری نهاده‌ی مضر زیست‌محیطی مشاهده شده با مشخص بودن فناوری، سطوح مشاهدات ستانده و نهاده‌های معمولی تعریف شده و با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

$$EE = \min\{\phi : F(X, \phi Z) \geq Y\} \leq 1 \quad [\text{رابطه ۳}]$$

و رینهارد و همکاران (۲۰۰۲)، بصورت $EE = \frac{\phi Z}{Z}$ محاسبه می‌شود:

زیست‌محیطی و زیان‌های اقتصادی تولید محصولات کشاورزی پرداخته‌اند. انگوین و همکاران (۲۰۱۶) پس از برآورد کارایی زیست‌محیطی نهاده-محور تولید چای در ویتنام، که به طور متوسط ۷۶/۰۳ به دست آمد، خسارت اقتصادی آن را ۴۶۶ دلار بر هکتار محاسبه نمودند. تو (۲۰۱۵) کارایی با کارگیری منابع و زیان اقتصادی تولید برنج در ویتنام به این نتیجه رسیدند که متوسط کارایی نهاده‌های نرمال (غیر مضر از لحاظ زیست‌محیطی) ۶۱/۲۰ درصد می‌باشد. در بین نهاده‌های مضر، سموم شیمیایی و انرژی کمترین کارایی را به ترتیب ۵۱/۳۹ و ۴۵/۵۳ درصد دارا می‌باشند که نشان‌دهنده استفاده بی‌رویه از این نهاده‌ها می‌باشد. همچنین زیان اقتصادی

به طوری که y_i ستانده مزرعه‌ی i ام، x_i بردار نهاده‌ها، β بردار پارامترها و ε_i جزء خطای مدل می‌باشد. جزء خطای مرکب ε_i برابر با $u_i - v_i$ بوده که v_i خطای تصادفی با توزیع نرمال دو طرفه متقارن است که نشان‌دهنده‌ی آثار احتمالی خارج از کنترل کشاورز (بعنوان مثال شرایط نامساعد آب و هوایی، بلایای طبیعی)، خطاهای اندازه‌گیری و دیگر اختلالات آماری می‌باشد. فرض می‌شود که بصورت مستقل و معین،

[رابطه ۲]

که در آن، y_i^* ستانده‌ی مشاهده شده در مزرعه‌ی i ام، $\beta^{\otimes}$ بردار پارامترهای برآورد شده با تکنیک حداکثر راستنمایی است. شاخص کارایی زیست‌محیطی می‌تواند

که در آن $F(X, \phi Z)$ مرز تولیدی جدید و X و Z به ترتیب بردار نهاده‌های معمولی و مضر زیست‌محیطی هستند و Y عملکرد برآورد شده است. کارایی زیست-محیطی با بکارگیری تعریف رینهارد و همکاران (۲۰۰۰)

$$\ln EE = \ln \phi Z - \ln Z = \ln \left(\frac{\phi Z}{Z} \right) = \ln \phi \quad [\text{رابطه ۴}]$$

که در آن $Ln EE$ لگاریتم کارایی زیست محیطی و برابر است با لگاریتم تابع مرزی جدید با فرض $u_i = 0$ منهای تابع مرزی اصلی زمانی که $u_i \neq 0$.
در مطالعه‌ی حاضر یک ستانده (چغندر قند) وجود دارد. که در تولید آن علاوه بر نهاده‌های غیرمضر،

نهاده‌های آلاینده (کودها و سموم شیمیایی) مورد استفاده قرار می‌گیرند. تابع تولید مرز تصادفی ترانسلوگ را می‌توان به صورت رابطه ۵ نوشت:

$$\begin{aligned} LnY = & \beta_0 + \beta_1 LnL + \beta_2 LnS + \beta_3 LnM + \beta_4 LnW + \beta_5 LnCh + \beta_6 LnH + \\ & 0.5(\beta_{11} Ln^2L + \beta_{22} Ln^2S + \beta_{33} Ln^2M + \beta_{44} Ln^2W + \beta_{55} Ln^2Ch + \beta_{66} Ln^2H) + \\ & \beta_{12} LnL \times LnS + \beta_{13} LnL \times LnM + \beta_{14} LnL \times LnW + \beta_{15} LnL \times LnCh + \beta_{16} LnL \times \\ & LnH + \beta_{23} LnS \times LnM + \beta_{24} LnS \times LnW + \beta_{25} LnS \times LnCh + \beta_{26} LnS \times LnH + \\ & \beta_{34} LnM \times LnW + \beta_{35} LnM \times LnCh + \beta_{36} LnM \times LnH + \beta_{45} LnW \times LnCh + \\ & \beta_{46} LnW \times LnH + \beta_{56} LnCh \times LnH + (v - u) \end{aligned} \quad \text{[رابطه ۵]}$$

که در آن Y عملکرد محصول در هر هکتار، L تعداد نیروی کار، S میزان بذر مصرفی، M ماشین‌آلات، W آب مصرفی، Ch مقدار کود مصرفی و H مقدار سموم شیمیایی در هکتار استفاده شده می‌باشد که بعنوان متغیر

زیست محیطی مضر محسوب شده‌اند. پس از برآورد تابع مرز تصادفی رابطه ۵، کارایی زیست محیطی با استفاده از رابطه ۶ محاسبه می‌شود.

$$\begin{aligned} LnEE = & [(\beta_5 + \beta_6 + \beta_{15} LnL + \beta_{25} LnS + \beta_{35} LnM + \beta_{45} LnW + \beta_{55} LnCh + \beta_{16} LnL + \beta_{26} LnS + \\ & \beta_{36} LnM + \beta_{46} LnW + \beta_{66} LnH + \beta_{56} LnCh + \beta_{56} LnH) + \{(\beta_5 + \beta_6 + \beta_{15} LnL + \beta_{25} LnS + \beta_{35} LnM + \\ & \beta_{45} LnW + \beta_{55} LnCh + \beta_{16} LnL + \beta_{26} LnS + \beta_{36} LnM + \beta_{46} LnW + \beta_{66} LnH + \beta_{56} LnCh + \\ & \beta_{56} LnH)^2 - 4(0.5 \beta_{55} + 0.5 \beta_{66} + \beta_{56}) u_i\}^{0.5}] / (\beta_{55} + \beta_{66} + 2\beta_{56}) \end{aligned} \quad \text{[رابطه ۶]}$$

$$EE = \exp(Ln EE) = \Phi = \left(\frac{\Phi^H}{H} \right)$$

پس از برآورد کارایی زیست محیطی بایستی ارزش خسارات زیست محیطی تولید چغندر قند برآورد شود که

برای این منظور از رابطه ۷ استفاده می‌شود (انگوین و همکاران ۲۰۱۶):

$$Eli = (1 - EEi) * TC_i \quad \text{[رابطه ۷]}$$

که در این رابطه، TC_i و Eli به ترتیب زیان اقتصادی و هزینه استفاده از کودها و سموم شیمیایی می‌باشد. منطقه مورد مطالعه، بخش نازلوچای و بخش مرکزی شهرستان ارومیه می‌باشد. شهرستان ارومیه از

پنج بخش تشکیل شده است که عمده تولید چغندر قند در بخش‌های مرکزی و نازلو می‌باشد و داده‌های مورد نیاز از این بخش‌ها جمع‌آوری در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ شده‌اند.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

کوکران (رابطه ۸) برابر با ۱۰۰ به دست آمد، جمع‌آوری گردید.

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

[رابطه ۸]

داده‌های موردنیاز در این مطالعه، به صورت تصادفی جمع‌آوری که حجم نمونه با استفاده از فرمول

چغندر قند در منطقه مورد مطالعه ۲/۲۹ هکتار است که از هر هکتار ۶۲/۹۱ تن محصول برداشت می‌شود. برای تولید این مقدار محصول به طور متوسط ۶/۲۱ لیتر سموم شیمیایی (حشره کش، علف کش و قارچ کش) و ۵۹۷/۷۰ کیلوگرم کودهای شیمیایی (کود ازت، فسفات و پتاسیم) در هکتار استفاده می‌شود. میزان کودها و سموم شیمیایی مصرف شده در هر هکتار از محصولات زراعی در کشور به ترتیب ۳۹/۸۱ کیلوگرم و ۰/۳۹ لیتر می‌باشد (فائو ۲۰۱۹). ملاحظه می‌شود که مقدار مصرف این نهاده‌های مضر در حوضه آبریز دریاچه ارومیه خیلی بیشتر از میانگین مصرف در کل کشور است. مقدار مصرف سایر نهاده‌ها در جدول ۱ آمده است.

که n حجم نمونه آماری، N حجم جامعه آماری، d اشتباه مجاز (معمولاً برابر ۰/۰۵ در نظر می‌گیرند)، z مقدار متغیر نرمال با سطح اطمینان $(1-\alpha)$ برای سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶، p نسبت برخورداری از صفت موردنظر (کارایی) و $q=(1-p)$ نسبت عدم برخورداری از صفت موردنظر (ناکارایی) $(p=q)$ برابر با ۰/۵ است.

نتایج

نهاده‌های مورد استفاده شامل نیروی کار، ماشین-آلات، سموم شیمیایی، کودهای شیمیایی، آب و بذر و ستاده شامل مقدار محصول چغندر قند می‌باشد. همانطور که از جدول ۱ مشخص است میانگین سطح زیرکشت

جدول ۱- آماره‌های توصیفی محصول چغندر قند

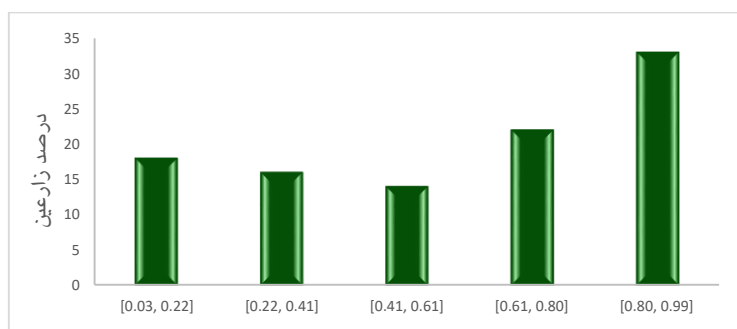
متغیر	واحد اندازه‌گیری	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
مقدار محصول	کیلوگرم	۶۲۹۱۳/۳۳	۲۱۷۴۲/۶۹	۱۰۰۰۰/۰	۱۴۰۰۰۰/۰
نیروی کار	ساعت	۷۰۱/۵۹	۵۹۹۶/۱۲	۱۱/۲۵	۶۰۰۵۱/۵
ماشین‌آلات	ساعت	۳۸/۷۷	۲۸/۶۰	۷/۸۷	۱۹۶/۰
سموم شیمیایی	لیتر	۶/۲۱	۶/۷۵	۰/۰۲	۶۰/۰
کودهای شیمیایی	کیلوگرم	۵۹۷/۷۰	۳۲۲/۸۲	۰/۰۱	۱۷۲۵/۰
آب	مترمکعب	۸۳۲۱/۱۹	۴۴۷۵/۵۷	۱۵۷۵/۲۶	۱۹۲۹۶/۹۸
بذر	کیلوگرم	۲/۰۹	۰/۷۷	۱/۰	۹/۰
سطح زیرکشت	هکتار	۲/۲۹	۲/۹۶	۰/۵	۲۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تابع تولید مرزی تصادفی به روش حداکثر درست‌نمایی با توزیع نیمه نرمال تعمیم یافته برای اثرات عدم کارایی تخمین زده شد؛ که نتایج حاصله در جدول ۲ گزارش شده است. آماره نسبت درست‌نمایی این برآورد برابر با ۸۳/۹۱ می‌باشد؛ که از توزیع یک طرفه گزارش شده توسط کوده و پالم (۱۹۸۶) تبعیت می‌کند. آماره‌ی بحرانی این توزیع در سطح معنی‌داری پنج درصد برابر با ۲/۷۱ است. چون آماره نسبت درست‌نمایی بزرگتر از آماره بحرانی می‌باشد، فرضیه‌ی صفر مبنی بر عدم وجود ناکارایی رد می‌شود. به عبارت دیگر، ناکارایی در تولید چغندر قند وجود دارد و بایستی برآورد شود.

پس از برآورد تابع مرز تصادفی، کارایی زیست‌محیطی هر مزرعه محاسبه گردید که آمار توصیفی مربوط به آن در جدول ۳ آورده شده است. کارایی زیست‌محیطی ۳۳ درصد زارعین بیشتر از ۰/۸۰ بوده و کارایی زیست‌محیطی ۱۴ درصد آنها بین ۰/۶۱-۰/۴۱ است (شکل ۲). بیشترین و کمترین مقدار کارایی

زیست‌محیطی به ترتیب ۹۹ درصد و ۳ درصد به دست آمده است که بیانگر شکاف بسیار زیاد ۹۶ درصدی میان کارایی زیست‌محیطی مزارع می‌باشد. همچنین متوسط کارایی زیست‌محیطی ۵۸ درصد و میانه‌ی آن برابر با ۰/۶۳ به دست آمد. میانه نشان می‌دهد که ۵۰ درصد مزارع کارایی زیست‌محیطی کمتر از ۶۳ درصد دارند. میانگین نیز بیانگر این است که با ثابت نگه‌داشتن مصرف سایر نهاده‌ها و کاهش ۴۲ درصد در مصرف نهاده‌های زیانبار می‌توان تولید محصول را در همان سطح ثابت نگه داشت. زمانی که چغندرکاران ناکارا عمل می‌کنند، متوسط مصرف کودهای شیمیایی در هر هکتار برابر با ۵۹۸ کیلوگرم و متوسط استفاده از سموم شیمیایی ۶/۲۱ لیتر است. با توجه به کارایی زیست‌محیطی برآورد شده، می‌توان مقدار مصرف این نهاده‌ها را ۴۲ درصد کاهش داد. به عبارت دیگر، مصرف کودها و سموم شیمیایی را به ترتیب به ۲۵۱ کیلوگرم و ۲/۶۱ لیتر کاهش داد و کاهشی در مقدار محصول ایجاد نشود.



شکل ۲- توزیع کارایی زیست محیطی چغندرکاران

جدول ۲- نتایج برآورد تابع تولید مرزی تصادفی

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره Z
LL لگاریتم نیروی کار	-۱/۸۱*	۱/۰۸	-۱/۶۸
Lm لگاریتم ماشین‌آلات	۲/۱۲	۱/۸۵	۱/۱۵
Lh لگاریتم سموم شیمیایی	۳/۰۷***	۱/۰۰۴	۳/۰۶
Lch لگاریتم کودهای شیمیایی	-۲/۴۸*	۱/۳۷	-۱/۸۱
Lw لگاریتم آب	۱/۴۰	۱/۷۷	۰/۷۹
Ls لگاریتم بذر	-۴/۲۷	۶/۰۲	-۰/۷۱
Ll2 توان دوم لگاریتم نیروی کار	۲/۰۲	۰/۰۸	۰/۲۴
Lm2 توان دوم لگاریتم ماشین‌آلات	-۰/۴۵**	۰/۲۰	-۲/۲۵
Lh2 توان دوم لگاریتم سموم شیمیایی	-۰/۰۸**	۰/۰۳	-۲/۱۲
Lch2 توان دوم لگاریتم کودهای شیمیایی	-۰/۰۰۹	۰/۰۲	-۰/۳۵
Lw2 توان دوم لگاریتم آب	-۰/۳۰	۰/۱۹	-۱/۵۳
Ls2 توان دوم لگاریتم بذر	-۰/۰۷	۰/۸۱	-۰/۰۹
Ll × Lm لگاریتم نیروی کار ضرب در لگاریتم ماشین‌آلات	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۹۳
Ll × Lh لگاریتم نیروی کار ضرب در لگاریتم سموم شیمیایی	-۰/۰۲	۰/۰۴	-۰/۴۹
Ll × Lch لگاریتم نیروی کار ضرب در لگاریتم کود شیمیایی	-۰/۰۳	۰/۰۷	-۰/۰۵
Ll × Lw لگاریتم نیروی کار ضرب در لگاریتم آب	۰/۱۷*	۰/۱۰	۱/۶۰
Ll × Ls لگاریتم نیروی کار ضرب در لگاریتم بذر	-۰/۱۱	۰/۲۷	-۰/۴۲
Lm × Lh لگاریتم ماشین‌آلات ضرب در لگاریتم سموم شیمیایی	-۰/۱۲**	۰/۰۵	-۲/۳۱
Lm × Lch لگاریتم ماشین‌آلات ضرب در لگاریتم کود شیمیایی	۰/۳۱**	۰/۱۲	۲/۵۷
Lm × Lw لگاریتم ماشین‌آلات ضرب در لگاریتم آب	-۰/۲۴	۰/۱۶	-۱/۴۸
Lm × Ls لگاریتم ماشین‌آلات ضرب در لگاریتم بذر	-۰/۸۶*	۰/۴۹	-۱/۷۶
Lh × Lch لگاریتم سموم شیمیایی ضرب در لگاریتم کود شیمیایی	-۰/۱۳*	۰/۰۷	-۱/۸۲
Lh × Lw لگاریتم سموم شیمیایی ضرب در لگاریتم آب	-۰/۲۰**	۰/۰۸	-۲/۳۸
lh × Ls لگاریتم سموم شیمیایی ضرب در لگاریتم بذر	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۷۰
Lch × Lw لگاریتم کود شیمیایی ضرب در لگاریتم آب	۰/۱۷	۰/۱۲	۱/۴۳
Lch × Ls لگاریتم کود شیمیایی ضرب در لگاریتم بذر	۰/۰۸	۰/۷۶	۰/۱۲
Lw × Ls لگاریتم آب ضرب در لگاریتم بذر	۰/۷۵*	۰/۴۰	۱/۸۵
CONS عرض از مبدا	۱۲/۵۶	۱۲/۲۲	۱/۰۳

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳- نتایج برآورد کارایی زیست‌محیطی

میانگین	میان	حداکثر	حداقل
۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۹۹	۰/۰۳
۵/۵۳	۳/۲۸	۲۷/۳۶	۰/۰۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

پس از برآورد کارایی زیست‌محیطی تولید چغندر قند، میانگین زیان اقتصادی تولید برابر با ۵/۵۳ میلیون ریال (۲۰ دلار^۲) بر هکتار به دست آمد. با توجه به قیمت سرمرزعه هر کیلوگرم چغندر قند برابر با ۳۲۴۱ ریال (بی‌نام ۲۰۱۹) و عملکرد چغندر قند (۶۲۹۱۳)

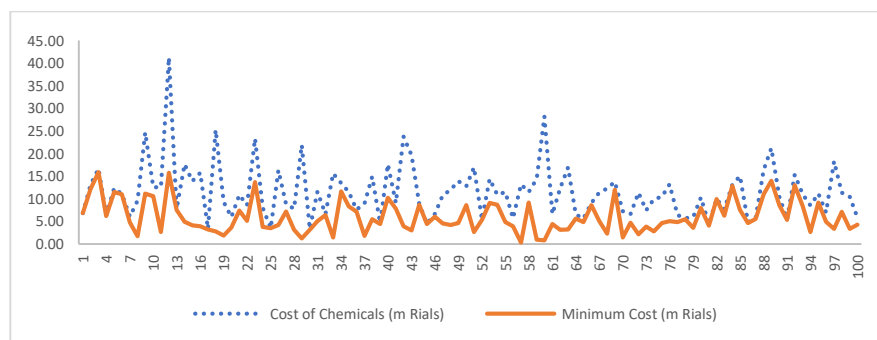
کیلوگرم)، زیان اقتصادی ۳ درصد درآمد ناخالص هر هکتار چغندر قند برآورد می‌شود که معادل ۱/۷۱ تن چغندر قند می‌باشد. تو (۲۰۱۵) کارایی زیست‌محیطی و زیان اقتصادی تولید برنج را در ویتنام به ترتیب ۸۰/۰۳ درصد و ۳۸۰ دلار بر هکتار برآورد کردند. در حالی که

^۲ یک دلار = ۲۷۰۰۰۰ ریال

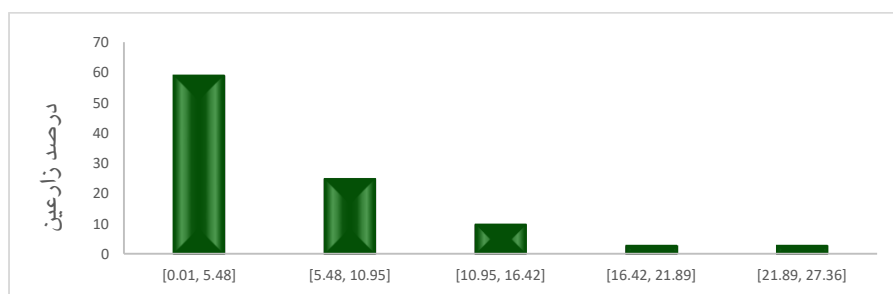
میلیون ریال بر جامعه تحمیل شود. این ضرر می‌تواند ناشی از آلوده شدن آب‌های زیرزمینی، خاک و تولید محصول ناسالم از لحاظ زیست‌محیطی باشد. با تولید کارایی چغندر قند، رقم فوق (۵/۵۳ میلیون ریال) ذخیره شده و جامعه از تولید این محصول متضرر نخواهد شد. با توجه به اینکه متوسط هزینه‌ی نهاده‌های شیمیایی ۱۱/۵۶ میلیون بر هکتار است؛ چنانچه کارایی زیست‌محیطی تولید به ۱۰۰ درصد برسد، هزینه‌ی این نهاده‌ها به اندازه ۵/۵۳ میلیون کاهش یافته و برابر با ۶/۰۳ میلیون ریال بر هکتار می‌شود. به بیان بهتر، حداقل هزینه‌ی نهاده‌های شیمیایی به طور متوسط برابر با ۶/۰۳ میلیون ریال بر هکتار می‌باشد. در شکل ۳ حداقل هزینه نهاده‌های شیمیایی با هزینه واقعی صرف شده برای آنها برای تمام مزارع نشان داده شده است. زیان اقتصادی ۵۹ درصد مزارع بین ۵/۴۸-۰/۰۱ میلیون ریال بر هکتار می‌باشد؛ در حالیکه ارزش این خسارت برای ۳ درصد زارعین بین ۲۷/۳۶-۲۱/۸۹ میلیون ریال بر هکتار می‌باشد (شکل ۴).

نتیجه مطالعه هونگ و همکاران (۲۰۱۶) نشان می‌دهد کارایی زیست‌محیطی تولید چای در ویتنام ۷۶/۰۳ درصد و زیان اقتصادی ۴۶۶ دلار بر هکتار می‌باشد. مقایسه نتایج این مطالعه با مطالعات تو (۲۰۱۵) و هونگ و همکاران (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که کارایی زیست‌محیطی چغندر قند (۵۸ درصد) کمتر از کارایی زیست‌محیطی چای (۷۶/۰۳ درصد) و برنج (۸۲/۰۳ درصد) در ویتنام است. در نتیجه انتظار بر این است ارزش خسارت زیست محیطی تولید چغندر قند خیلی بیشتر از تولید چای و برنج در مطالعات فوق باشد؛ اما برخلاف انتظار زیان اقتصادی چغندر قند (۲۰ دلار) خیلی کمتر از تولید برنج (۲۸۰ دلار) و چای (۴۶۶ دلار) است. چنانچه از تاثیر نرخ مبادله واحد پولی ایران (ریال) با دلار و واحد پولی ویتنام (دونگ) بر این تفاوت چشم‌پوشی شود، دلیل این تفاوت ناشی از قیمت پایین نهاده‌های شیمیایی (کودها و سموم) می‌تواند باشد.

نتایج این مطالعه بیانگر این است که تولید ناکارایی هر هکتار چغندر قند در حوضه آبریز دریاچه ارومیه باعث می‌شود که خسارت زیست‌محیطی معادل ۵/۵۳



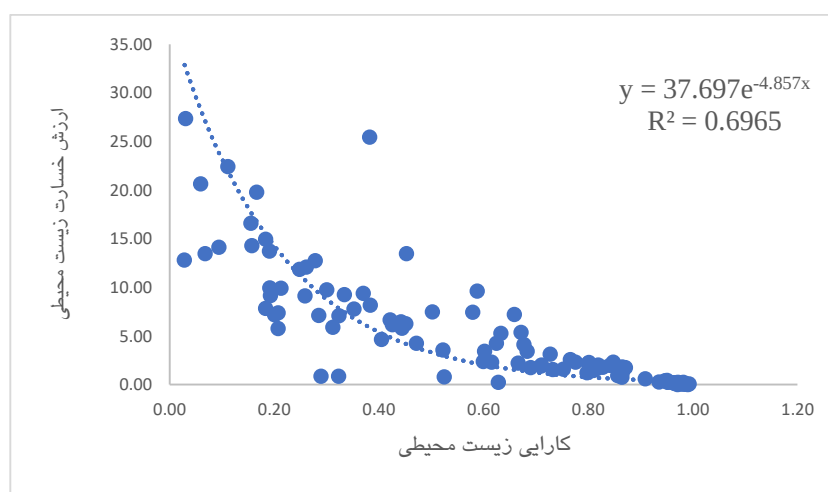
شکل ۳- مقایسه هزینه واقعی و حداقل هزینه نهاده‌های شیمیایی در تولید چغندر قند



شکل ۴- توزیع ارزش خسارت زیست محیطی تولید چغندر قند

در شکل ۵ ارتباط بین کارایی زیست محیطی تولید چغندر قند و زیان اقتصادی تولید آن نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود با افزایش کارایی زیست محیطی، خسارت تولید کاهش می یابد. برای تحلیل دقیق تر این ارتباط از الگوی رگرسیونی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ آمده است. ضریب تعیین برآورد شده برای این مدل ۰/۷ است که نشان می دهد ۷۰ درصد

از تغییرات در زیان اقتصادی تولید چغندر قند توسط تغییرات کارایی زیست محیطی تولید آن بیان می شود. همچنین ارتباط بین این دو متغیر از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی دار است. به عبارت دیگر، ضریب متغیر کارایی زیست محیطی در این مدل (۴/۸۴-) از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با صفر دارد.



شکل ۵- ارتباط بین کارایی زیست محیطی و ارزش خسارت زیست محیطی

جدول ۴- ارتباط بین کارایی زیست محیطی و ارزش خسارت زیست محیطی تولید چغندر قند

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	سطح معنی داری
کارایی زیست محیطی	-۴/۸۴	۰/۳۲	-۱۵/۱۹	۰/۰۰
عرض از مبدا	۳/۶۲	۰/۲۱	۱۷/۰۴	۰/۰۰

ماخذ: یافته های تحقیق

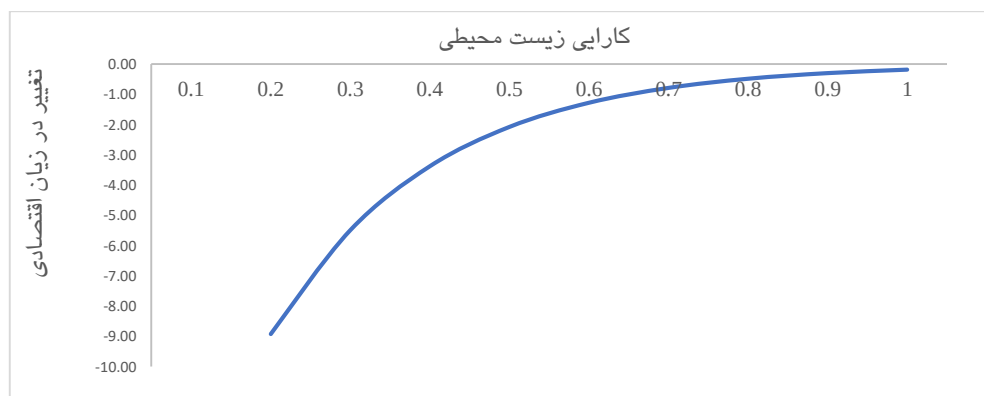
چون شکل تابعی این مدل به صورت نمایی است، تغییرات ارزش خسارت با تغییر در کارایی زیست محیطی مقدار ثابتی نخواهد بود. به همین دلیل تغییر در ارزش خسارت برای مقادیر مختلف کارایی زیست محیطی محاسبه گردید (جدول ۵). در صورتی که کارایی زیست محیطی برابر با ۰/۱ و ۱ باشد، زیان اقتصادی به ترتیب برابر با ۲۳/۱۹ و ۰/۲۹ میلیون ریال در هر هکتار خواهد بود؛ و زمانی که کارایی زیست محیطی از ۰/۱ به

۰/۲ افزایش می یابد، زیان اقتصادی ۸/۹۳ میلیون ریال به ازای هر هکتار کاهش پیدا می کند. همچنین اگر کارایی از ۰/۹ به ۱ افزایش یابد، این خسارت به اندازه ۰/۱۸ میلیون ریال کم می شود. به بیان دیگر، چنانچه هزینه صرف شده برای نهاده های مضر (کودها و سموم شیمیایی) به اندازه این ارتباط در شکل ۶ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود تغییر در زیان اقتصادی با افزایش کارایی زیست محیطی کاهش پیدا می کند.

جدول ۵- تغییر در زیان اقتصادی تولید چغندر قند

کارایی زیست محیطی	زیان اقتصادی	تغییر در زیان اقتصادی
۰/۱	۲۳/۱۹	-۸/۹۳
۰/۲	۱۴/۲۶	-۵/۴۹
۰/۳	۸/۷۷	-۳/۳۸
۰/۴	۵/۴۰	-۲/۰۸
۰/۵	۳/۳۲	-۱/۲۸
۰/۶	۲/۰۴	-۰/۷۹
۰/۷	۱/۲۶	-۰/۴۸
۰/۸	۰/۷۷	-۰/۳۰
۰/۹	۰/۴۸	-۰/۱۸
۱	۰/۲۹	

ماخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۶- ارتباط بین کارایی زیست محیطی و تغییر در زیان اقتصادی تولید چغندر قند

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

چغندر قند یکی از محصولات کشاورزی با نیاز آبی زیاد است؛ به همین دلیل، ستاد احیای دریاچه ارومیه محدود کردن کشت این محصول را در استان آذربایجان غربی دنبال می‌کند. در این مطالعه تلاش شد تا با ارزیابی کارایی زیست محیطی و برآورد زیان اقتصادی تولید این محصول بررسی شود که آیا تولید کنندگان این محصول به لحاظ زیست محیطی کارا عمل می‌کنند یا خیر. همچنین، میزان خسارت اقتصادی که تولید ناکارای این محصول بر جامعه و محیط زیست تحمیل می‌کند، نیز برآورد شود. برای این منظور داده‌های مورد نیاز با استفاده از تکمیل پرسشنامه در بخش نازلو و مرکزی در شهرستان ارومیه از ۱۰۰ نفر از کشاورزان که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند، جمع‌آوری گردید. برای برآورد زیان اقتصادی، ابتدا کارایی زیست محیطی با استفاده از روش

تحلیل تابع مرز تصادفی ترانسلوگ برآورد و سپس زیان اقتصادی تولید محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که میانگین کارایی زیست محیطی برابر با ۵۸ درصد می‌باشد. با این توضیح که تولیدکنندگان چغندر قند می‌توانند با ثابت نگه‌داشتن مصرف سایر نهاده‌ها، مصرف نهاده‌های شیمیایی (کودها و سموم شیمیایی) را به اندازه ۴۲ درصد کاهش دهند و سطح ثابت محصول را تولید کنند.

میانگین مصرف کودها و سموم شیمیایی به ترتیب برابر با ۵۹۷ کیلوگرم و ۶/۲۱ لیتر در هر هکتار می‌باشد؛ و مقدار چغندر قند برداشت شده از هر هکتار نیز در حدود ۶۳ تن است. با توجه به کارایی زیست محیطی برآورد شده، می‌توان مقدار مصرف کودها و سموم شیمیایی را به ترتیب ۲۵۱ کیلوگرم و ۲/۶۱ لیتر کاهش داد و با ثابت نگه داشتن مقدار مصرف سایر نهاده‌ها، از هر هکتار

یافت. توصیه می‌شود از سیاست‌های قیمتی مناسبی که بتواند مصرف کودها و سموم شیمیایی را در تولید چغندر قند محدود بکند، اتخاذ بشود؛ که با این‌کار هزینه‌های تولید کاهش پیدا کرده و کشاورزان از این مسیر منتفع خواهند شد.

سیاسگزاری

این مقاله از طرح تحقیقاتی به شماره ۵۳/۲۴ و کد طرح ۹۶/آ/۰۰۹ که توسط پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه تامین مالی شده است، استخراج شده است. از پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه برای تامین مالی این طرح سپاسگزاری می‌شود.

زمین ۶۳ تن چغندر قند برداشت نمود. میانگین زیان اقتصادی تولید برابر با ۵/۵۳ میلیون ریال بر هکتار برآورد شد. به عبارت دیگر، به دلیل ناکارا عمل کردن چغندرکاران به لحاظ زیست‌محیطی، زیان اقتصادی برابر با ۵/۵۳ میلیون ریال بر جامعه از طریق آلوده شدن محیط‌زیست تحمیل می‌شود. میانه برآورد شده برای زیان اقتصادی ۳/۲۸ میلیون ریال بر هر هکتار است؛ که نشان می‌دهد زیان اقتصادی ۵۰ درصد چغندرکاران کمتر از ۳/۲۸ میلیون ریال و ۵۰ درصد بقیه بیشتر از این رقم می‌باشد. میانگین هزینه نهاده‌های شیمیایی ۱۱/۵۶ میلیون ریال بر هکتار است. در حالی‌که با کاهش هزینه نهاده‌های شیمیایی به ۶/۰۳ میلیون ریال بر هکتار، کارایی زیست‌محیطی از ۵۸ درصد به ۱۰۰ درصد افزایش خواهد

منابع مورد استفاده

- Aigner DJ, Lovell CAK, and Schmidt P. 1977. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, 6: 21-37.
- Anonymous. 2019. Agricultural Statistics Yearbook. Online at: amar.org.ir
- Babaei M, Paknezhad H, Mardani M and Salarpour M. 2013. Investigating Efficiency of Jahrom District Crops Using Interval Data Envelopment Analises. *Journal of Operational Research and Its Applications Journal Of Applied Mathematics*, 9(4 (35)): 43-53. (In Persian).
- Bibi Z, Khan D and ul Haq I. 2021. Technical and Environmental Efficiency of Agriculture Sector in South Asia: A Stochastic Frontier Analysis Approach. *Environment, Development and Sustainability*, 23(6), 9260-9279.
- Bravo-Ureta BE and Rieger L. 1991. Dairy Farm Efficiency Measurement Using Stochastic Frontiers and Neoclassical Duality. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(2): 421-428.
- Brazdik F. 2006. Non-Parametric Analysis of Technical Efficiency, Factors Affecting Efficiency of West Java Rice Farms. Working Paper Series (286), (ISSN 1211-3298).
- Dashti G, Yavari S, Pishbahar E and Hayati B. 2012. Effective Factors on the Broiler Firms' Technical Efficiency of the Sonqor-Kolyaee County. *Animal Science Researches*, 21(3):83-95. (In Persian).
- Dashti Gh, Mohammadpour Z and Ghahremanzadeh M. 2021. Evaluating the Relationship between Economic and Environmental Efficiency in Iranian Agriculture Sector. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 30(4): 199-211. (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. (In Persian).
- Esfandiari M, Shahraki J and Karbasi A. 2012. Study of Efficiency and Optimal Inputs Usage for Rice production; Case Study: Rice Producers in Kamfirouz District, Fars Province. *Agricultural Economics*, 6(3): 1-21. (In Persian).
- Eshraghi F and Kazemi F. 2014. Evaluating economic and technical efficiency of dairy farms in Gorgan County. *Journal of Ruminant Research*, 2(1): 195-211. (In Persian).

- Expósito A and Velasco F. 2020. Exploring Environmental Efficiency of the European Agricultural Sector in the Use of Mineral Fertilizers. *Journal of Cleaner Production*, 253: 119971.
- Gelan A, and Muriithi B. 2010. Measuring and Explaining Technical Efficiency of Dairy Farms: A Case Study of Smallholder Farms in East Africa. Conference paper, The 3rd Conference of African Association of Agricultural Economists Africa and the Global Food and Financial Crises, Cape Town, South Africa.
- FAO. 2019. FAO Statistical Data. FAOSTAT, online at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Gonzales Garcia I. 2007. Land Consolidation in Spain: The Land Registry Perspective. Effective and Sustainable Land Management- A Permanent Challenge for Each Society, Munich, Germany, May 24-25.
- Heriqbaldi U, Purwono R, Haryanto T and Primanthi MR. 2015. An Analysis of Technical Efficiency of Rice Production in Indonesia. *Asian Social Science*, 11(3): 91-102.
- Jafarnia M and Esmaeili A. 2013. Application of environmental impact analysis of technical efficiency: A case study of Shiraz fattening units of beef cattle. *Journal of Agricultural Economics Research*, 5(2(18)): 151-164. (In Persian).
- Kodde DA and Palm FC. 1986. Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions. *Econometrica*, 54(5):1243-1248.
- Kumar S and Arora N. 2012. Evaluation of Technical Efficiency in Indian Sugar Industry: An Application of Full Cumulative Data Envelopment Analysis. *Eurasian journal of Business and Economics*, 5(9):55-78.
- Meeusen W and van den Broeck J. 1977. Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production with Composed Error. *International Economic Review*, 18: 435-444.
- Molaei M and Sani F. 2015. Estimating Environmental Efficiency of the Agricultural Sector. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 25(2): 91-101. (In Persian).
- Nguyen BH, Takahashi Y and Yabe M. 2016. Environmental Efficiency and Economic Losses of Vietnamese Tea Production: Implications for Cost Savings and Environmental Protection. *Journal-Faculty of Agriculture Kyushu University*, 61(2): 383-390.
- Norouzian M, Esfandiari M, Hoseyni SM and Musapour Sh. 2019. Evaluating the Environmental Efficiency of Cotton Workers in the Country. *Natural Environment Journal*, 72(3): 389-402. (In Persian).
- Omar MAE. 2014. Technical and Economic Efficiency for Broiler Farms in Egypt. Application of Data Envelopment Analysis (DEA). *Journal of Global Veterinaria*, 12(15):588-593.
- Rafaati M, Azarinfar Y, Kalayi A and Zad M. 2011. Determination of Technical, Allocative and Economical Efficiency of Cotton Growing Farmers in Tehran Province (Case Study: Varamin), *Agricultural Economics*, 4(4): 173-198. (In Persian).
- Reinhard S, Lovell CAK and Thijssen G. 2000. Environmental Efficiency with Multiple Environmentally Detrimental Variables; Estimated with SFA and DEA. *European Journal of Operational Research*, 121(2): 287-303.
- Reinhard S, Lovell CAK and Thijssen G. 2002. Analysis of Environmental Efficiency Variation. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(4):1054-1065.
- Shaban M, Mahmoodi A and Shawkat Fadaei M. 2014. A Survey on Technical Efficiency, Marketing and Market Structure of Saffron Crop, Iran. *Saffron Agronomy and Technology*, 1(2): 85-101. (In Persian).
- Shortall OK and Barnes AP. 2013. Greenhouse Gas Emissions and the Technical Efficiency of Farmers. *Ecological Indicators*, 29:478-488.
- Tu V. 2015. Resource Use Efficiency and Economic Losses: Implications for Sustainable Rice Production in Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 19(1): 285-300.