

کارایی فنی، کارایی زیست‌محیطی و زیان اقتصادی تولید گندم دیم شهرستان اهر

الهه قاسمی، قادر دشتی، جبرئیل واحدی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۰

چکیده

هر چند که افزایش مصرف نهاده‌های زیانبار سم و کودهای شیمیایی موجب افزایش تولید محصول‌های کشاورزی می‌شود لیکن آسیب‌ها و زیان‌های زیادی به محیط‌زیست وارد می‌کند. از همین‌رو استفاده اصولی و کارا از منابع‌های تولید در فرآیند توسعه پایدار دارای اهمیت قابل توجهی می‌باشد. بدین ترتیب هدف این پژوهش ارزیابی کارایی فنی، کارایی زیست‌محیطی و عامل‌های موثر بر آن‌ها و نیز اندازه‌گیری خسارت (زیان) اقتصادی مصرف نهاده‌های زیانبار در تولید گندم دیم شهرستان اهر می‌باشد. برای این منظور داده‌های موردنیاز با تکمیل پرسشنامه از ۲۱۷ کشاورز گندم‌کار دیم در شهرستان اهر گردآوری شد. برای دستیابی به هدف تحقیق، از برآورد یک تابع تولید ترانس‌لوگ مرزی تصادفی، برای محاسبه کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی استفاده شد. بنابر نتایج میانگین کارایی فنی ۰۶/۶۶ و کارایی زیست‌محیطی ۳۶/۴۹ درصد می‌باشد. ملاحظه می‌شود که میزان کارایی زیست‌محیطی کمتر از کارایی فنی بوده است. به عبارتی دیگر با افزایش مصرف نهاده‌های زیانبار کود و سم میزان کارایی زیست‌محیطی دچار کاهش می‌شود. از همین‌رو میانگین میزان خسارت (زیان) اقتصادی تولید هر هکتار گندم دیم ۲۲۶ هزار ریال در هکتار برآورد شد. همچنین میزان سطح زیرکشت، وجود افراد دارای تحصیلات دانشگاهی و آسیب و زیان آفت از جمله عامل‌های تاثیرگذار بر کارایی بود. از این‌رو بهره‌مندی از تخصص و دانش افراد و رویارویی بهنگام با آسیب و زیان آفت می‌تواند میزان کارایی را بهبود بخشد. نظر به اینکه استفاده از سم‌ها و کودهای شیمیایی ضمن آلوده کردن محصول، آسیب و زیان زیست‌محیطی قابل توجهی برجای می‌گذارد، لذا توصیه می‌شود در راستای اقتصادی‌تر کردن فرآیند تولید محصول هرچه بیشتر نسبت به ترویج روش‌های جایگزین، مبارزه شیمیایی اقدام شود.

طبقه‌بندی JEL: Q50, Q51, D61

واژه‌گان کلیدی: اهر، زیان اقتصادی، کارایی زیست‌محیطی، گندم، نهاده‌های زیانبار

^۱به ترتیب: دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد (نویسنده مسئول) و دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. تبریز. ایران.

مقدمه

در راستای تولید و تامین غذای جمعیت در حال رشد، استفاده بهینه از منابع های تولید به ویژه آب و زمین در بخش کشاورزی امری بسیار ضروری است. برای رویارویی با چالش پاسخ به تقاضای مواد غذایی، بایستی یا سطح زیر کشت محصولات افزایش یابد یا کارایی تولید بیشینه شود (KHODAVERDIZADEH ET AL., 2019). بنابراین، در جهان امروزی توجه به بحث کارایی در اقتصاد کشاورزی کشورهای در حال توسعه از جمله ایران دارای اهمیت خاصی است لیکن مسئله با اهمیت تر در کنار تأمین امنیت غذایی و افزایش سهم تولیدهای بخش کشاورزی از طریق افزایش کارایی که باعث رشد اقتصادی هم می شود این است که استفاده از نهاده های تولیدی در طی فرآیند توسعه اقتصادی منجر به تولید ستاده های نامطلوب در کنار ستاده های مطلوب نیز می شوند (DASHTI ET AL., 2021). بدین ترتیب اقتصاد و محیط زیست، از طریق دو جریان با یکدیگر در ارتباط هستند. منابع تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر از محیط زیست به سوی اقتصاد انتقال می یابند و از سوی دیگر، اغلب پسماندهای محصولات که به وسیله فعالیت های اقتصادی تولید می شوند، در حال حرکت از اقتصاد به محیط زیست هستند. هنگامی که جریان های مواد و ضایعات از ظرفیت و قابلیت واقعی محیط تجاوز می کند، ظرفیت منابع طبیعی و زیست محیطی کاهش می یابد. جریان سریع منابع تجدیدنپذیر به درون چرخه اقتصادی این خطر را به وجود می آورد که ذخیره منابع تجدیدپذیر ممکن است سریع تر تمام شود. هنگامی که جریان منابع تجدیدپذیر نیز به سوی چرخه اقتصادی، از نرخ تجدید و احیای این منابع تجاوز می کند باعث کم شدن بهره وری منابع شده و احتمال انقراض آن افزایش می یابد. کاهش و فرسایش سریع منابع پایان پذیر باعث افزایش بهره برداری منابع تجدیدپذیر خواهد شد و همچنین انتشار پسماندهای مازاد بر ظرفیت محیط زیست، اغلب نشان دهندهی این است که اقتصاد به سوی وابستگی بیشتر به محیط زیست در حرکت است (BOUCEKKINE ET AL., 2011). بنا بر مطالب یاد شده می توان بیان کرد، بخش کشاورزی با دو مسئله ی افزایش میزان تولید و حفظ محیط زیست روبه رو است. به این مفهوم که در کنار توجه به بخش اقتصادی بایستی همزمان به بخش زیست محیطی از جمله به پدیده

کارایی فنی، کارایی زیست محیطی... ۳

گرم شدن زمین که گازهای گلخانه‌ای نقش مؤثر در آن دارند توجه ویژه‌ای اعمال شود. انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی ایران، که در ارتباط مستقیم با آلودگی‌های زیست محیطی می‌باشد باعث اهمیت روزافزون چالش‌های زیست محیطی در کنار افزایش تولیدهای کشاورزی می‌شود. با توجه به ارتباط بخش اقتصادی و بخش زیست محیطی، توجه همزمان به بهبود هر دو بخش اقتصادی و زیست محیطی در برنامه‌ریزی توسعه کشاورزی الزامی می‌باشد.

از منابع‌های انتشار آلاینده‌ها در بخش کشاورزی می‌توان به استفاده از سم‌ها و کودهای شیمیایی، جنگل‌زدایی و مصرف سوخت فسیلی اشاره کرد، به طوری که افزایش تولیدهای کشاورزی به حتم و یقین همراه با افزایش به کارگیری این نهاده‌ها بوده است. بذاته وجود چنین مسئله‌هایی، کارایی فعالیت‌های بخش کشاورزی و عرضه محصولات آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو در دهه‌های اخیر، رشد بالا رونده جمعیت و بروز بحران غذایی در کشورهای در حال توسعه سبب شده است تا دانشمندان حوزه کشاورزی توجه بیشتری به تولید محصولات‌های دوستدار طبیعت داشته باشند (Abedi, 2016). (Khoshnevisan et al., 2015).

نظر به اهمیت و جایگاه کارایی در بهبود بهره‌وری عامل‌های تولید پژوهش‌ها و ارزیابی‌های پرشماری در مورد کارایی‌های فنی و زیست محیطی و نیز عامل‌های مؤثر بر آن‌ها انجام پذیرفته است. (Hong and yabe (2015) به بررسی کارایی استفاده از منابع‌ها و زیان اقتصادی در تولید پایدار برنج ویتنام پرداختند. بدین منظور اطلاعات لازم از ۱۹۹ برنج‌کار گردآوری شد. بنابر نتایج میانگین کارایی زیست محیطی ۸۳/۰۳ درصد بوده، ضمن اینکه کل زیان اقتصادی ناشی از مصرف نهاده‌های زیانبار ۳۶۰ دلار در هکتار گزارش شده است. (Hong et al (2016) با برآورد تابع مرزی تصادفی ترانس‌لوگ، کارایی زیست محیطی کشتزار چای ویتنام را ۷۶/۰۳ درصد به دست آوردند. یافته‌ها بیانگر آن بود که نهاده‌های زیانبار برای محیط‌زیست در کشتزار بیش از حد استفاده می‌شوند و زمینه قابل توجهی برای کاهش کاربرد آن‌ها با فناوری کنونی وجود دارد. بواسطه این کار ضمن کاهش هزینه تولید و جلوگیری از زیان اقتصادی، لطمه‌ای به محیط‌زیست نیز وارد نخواهد شد. (Molaei et al (2017) کارایی زیست محیطی نهاده محور تولید برنج را در شهرستان بابلسر با استفاده از تابع مرزی تصادفی بررسی و ارزیابی کردند. برابر یافته‌های تحقیق کارایی زیست محیطی کمتر از کارایی فنی بوده، لذا بایستی به منظور برآورد نزدیک به واقعیت کارایی تولید، زیانبار بودن نهاده‌های شیمیایی در فرآیند تولید لحاظ شود. (Bai et al (2019) به برآورد

کارایی‌های فنی و زیست‌محیطی تولید محصول سیب با استفاده از رهیافت تحلیل مرزی تصادفی در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۲ پرداختند. برابر نتایج به دست آمده، کارایی زیست‌محیطی سم به تنهایی از عدد مربوط به نهاده‌های سم و کود شیمیایی کمتر می‌باشد. کاهش تولید نهاده کود شیمیایی از عامل‌های دیگر مانند نیروی کار، سم و مواد بالاتر بوده و تولید سیب در چین دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس می‌باشد. ضمن اینکه در راستای افزایش کارایی زیست-محیطی، تخصیص دوباره منابع توصیه شد. (Dashti et al (2021) به ارزیابی ارتباط کارایی اقتصادی با کارایی زیست‌محیطی در بخش کشاورزی ایران پرداختند. نتایج بیانگر آن بود که میانگین کارایی زیست‌محیطی معادل ۸۸ درصد به دست آمد. یافته‌های ناشی از علیت تودا-یاماموتو بیانگر وجود رابطه‌ی علی یک‌سویه از کارایی زیست‌محیطی به سمت کارایی اقتصادی بود. به عبارتی افزایش کارایی زیست‌محیطی منجر به تشویق توسعه فناوری و بهبود توان رقابتی بنگاه‌ها شده که نتیجه آن‌ها ارتقای کارایی اقتصادی در بخش کشاورزی ایران خواهد بود. (Moutinho and Madaleno (2021) به ارزیابی کارایی اقتصادی و زیست‌محیطی در ۲۲ کشور آسیایی و ۲۲ کشور آفریقایی طی دوره زمانی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۸ با استفاده از مدل مرزی تصادفی اقدام کردند. نتایج گویای ناهمگونی بین کشورها در زمینه نهاده‌های تولید، از جمله نیروی کار و سرمایه و نوع مصرف انرژی و کارایی بود. نیروی کار و سهم انرژی تجدیدپذیر باعث افزایش کارایی اقتصادی در کشورهای موردنظر شده است. مرور نتایج بررسی‌های انجام شده بیانگر آن است که در بیشتر آن‌ها از رهیافت‌های تابع مرزی تصادفی و تحلیل پوششی داده‌ها بهره گرفته شده و برابر یافته‌های بدست آمده کاهش استفاده از نهاده‌های زیانبار سبب بهبود عملکرد، کیفیت تولید و لذا ارتقای کارایی زیست‌محیطی خواهد شد. بدین ترتیب کشاورزان با تصمیم‌گیری‌های بهتری در راستای بهره‌گیری اصولی از منابع‌های در اختیار و افزایش تولید سالم می‌توانند به حفظ محیط‌زیست کمک کنند، زیرا در دهه‌های اخیر، آگاهی زیست‌محیطی افراد و تقاضای کالاهای دوستدار محیط‌زیست باعث شده است تا موضوع اصلی کشاورزی توجه به تولید سالم بوده تا ضمن حفظ سلامت نسل کنونی، حقوق نسل آتی هم آسیب و زیانی نبیند. در میان محصول‌های راهبردی کشاورزی گندم بسیار با اهمیت بوده (Abedi, 2016) و پرمصرف-ترین گیاهان زراعی جهان شناخته شده است (Nourafab et al., 2021). به دلیل وابستگی بالای سبذ خانوار به این محصول و پرداخت یارانه‌های سنگین به زنجیره‌ی تولید گندم ضرورت پرداختن به پژوهش‌های علمی پیرامون ابعاد اقتصادی آن از جمله کارایی تولید بیشتر آشکار می‌شود. بنابر

کارایی فنی، کارایی زیست محیطی... ۵

آمار سازمان خواربار و کشاورزی (فائو)^۱، تولید جهانی گندم در سال ۱۹۹۵ معادل ۵۴۵ میلیون تن بوده که در سال ۲۰۲۰ به حدود ۷۷۲ میلیون تن گندم افزایش یافته است (FAO, 2021). سطح زیرکشت گندم کشور در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ برابر ۶/۷ میلیون هکتار بوده که منجر به تولید ۱۱/۹ میلیون تن محصول گندم شده است. از این میزان سهم استان آذربایجان شرقی حدود ۵/۳ درصد گزارش شده است. در این بین شهرستان اهر با داشتن نزدیک به ۳۰ هزار هکتار، ۴/۷ درصد سطح زیرکشت و ۵ درصد تولید گندم استان را به خود اختصاص داده است. لازم به یادآوری است که با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه بالغ بر ۸۰ درصد تولید گندم مربوط به اراضی دیم می‌باشد (Ministry of Agriculture Jihad, 2022).

در شهرستان اهر نیز باتوجه به غالب بودن کشت دیم کشاورزان برای افزایش بازده (راندمان) از نهاده‌های مختلف به‌ویژه سم و کود شیمیایی بهره می‌گیرند به طوری که در سال ۱۳۹۹ بالغ بر ۲۰۰۰ تن کود شیمیایی به کار گرفته است. این مسئله هر چند که می‌تواند تا حدی به افزایش محصول کمک کند ولی ملاحظه‌ها و پیامدهای زیست‌محیطی پرشماری را بدنبال دارد. به باور Halicioglu (2009) اگرچه کشاورزان به دنبال افزایش تولید و بهبود شرایط اقتصادی خود هستند، ولی رشد اقتصادی به‌ویژه در سطح پایین توسعه‌یافتگی می‌تواند کیفیت محیط‌زیست را کاهش دهد. به‌عبارتی در فعالیتهای کشاورزی هم، مانند فعالیت بخش‌های دیگر، دو بخش اقتصادی و زیست‌محیطی ارتباط تنگاتنگی با هم دارند. از این‌رو درک و شناخت واقعی میزان انواع کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های مربوط به اجرای برنامه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی راهگشا باشد. ضمن اینکه دانستن عامل‌های موثر بر کارایی و نیز زیان اقتصادی ناشی از به‌کارگیری نهاده‌های زیانبار می‌تواند تصمیم‌گیری‌های تولیدی کشاورزان و نیز ارزیابی علمی سیاستگذاری‌های مرتبط توسط متولیان بخش کشاورزی را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین در راستای بهره‌گیری مطلوب از منابع‌های تولید موجود در بخش کشاورزی شهرستان و ارتقای کارایی کشاورزان گندم‌کار از یک سو و نیز امکان استفاده مستمر از این منابع توسط نسل‌های آتی و توجه به توسعه پایدار کشاورزی از سوی دیگر، ضرورت پرداختن به پژوهش و ارزیابی‌هایی از این دست نمایان می‌شود. برابر اطلاعات موجود هرچند تحقیقاتی در زمینه ابعاد اقتصادی تولید محصول گندم در شهرستان اهر صورت گرفته است، اما

¹ Food & Agriculture Organization (FAO)

تاکنون پژوهشی مبتنی بر برآورد کارایی زیست‌محیطی و ارزیابی زیان اقتصادی به‌کارگیری نهاده‌های شیمیایی در تولید گندم منطقه انجام‌پذیرفته است. با توجه به مطالب پیش‌گفته، هدف این پژوهش، ارزیابی کارایی فنی، کارایی زیست‌محیطی و زیان اقتصادی در گندم‌زارهای دیم شهرستان اهر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

کارایی فنی ستاده‌گرا به‌صورت نسبت محصول به‌دست آمده به بیشینه محصول ممکن با لحاظ فناوری و کاربرد نهاده‌های موجود اندازه‌گیری می‌شود. فیر و لاوول (Fare and Lovell, 1978) بر این باورند که تنها در شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس^۱ (CRTS) دو معیار کارایی فنی نهاده‌گرا و ستاده‌گرا بر هم منطبق هستند. در این بررسی معیار کارایی فنی (TE_k) به‌صورت رابطه (۱) در نظر گرفته شد:

$$TE_k = [MAX \{ \emptyset : \emptyset Y_f \leq F(X_F, Z_R) \}]^{-1} = \frac{Y_R}{Y^F} \quad (1)$$

که در آن Y^F و Y_R به‌ترتیب میزان ستاده به‌دست آمده و بیشینه ستاده دسترس‌پذیر می‌باشد. همچنین X_F بردار نهاده‌های عادی (نرمال) و Z_R بردار نهاده‌های زیانبار برای محیط‌زیست را نشان می‌دهد. یک تابع تولید مرزی تصادفی به‌قرار رابطه (۲) تعریف می‌شود:

$$Y_i = f(X_i, Z_i, \alpha, \beta, \theta) \exp(\varepsilon_i) \quad (2)$$

به‌طوری‌که Y_i میزان ستاده کشتزار نام، X_i بردار نهاده‌های نرمال (X_1 = بذر، X_2 = کود دامی، X_3 = ماشین و ادوات) و Z_i بردار نهاده‌های زیانبار (Z_1 = کودهای شیمیایی و Z_2 = سم‌ها) برای محیط‌زیست است. α و β فراسنجه (پارامتر)هایی هستند که بایستی برآورد شوند و ε_i جزء خطای مدل می‌باشد. در تحلیل مرزی تصادفی ناکارایی به دو جزء اخلاقی تقسیم می‌شود. تابع مرزی تصادفی دارای جمله خطای مرکب بوده، که از دو قسمت جزء خطای تصادفی و جزء ناکارایی فنی برابر رابطه (۳) تشکیل شده است:

$$\varepsilon_i = v_i - u_i \quad (3)$$

که در آن v_i جزء خطای تصادفی تکانه (شوک)های مختلف تصادفی خارج از کنترل مدیر (مانند آب و هوا، رویدادهای طبیعی و شانس) را نشان می‌دهد و دارای توزیع نرمال دوسویه متقارن با میانگین صفر و واریانس δ_v^2 می‌باشد (Dong, 2017). u_i نیز بیانگر جزء خطای نامتقارن

¹ Constant Returns to Scale

کارایی فنی، کارایی زیست محیطی...۷

با توزیع نرمال و دامنه یک‌سویه بوده که ناکارایی فنی گندم‌زار i ام را نشان می‌دهد (Coelli et al., 2005).

برای تشخیص ارجحیت تابع کاب - داگلاس یا ترانسلوگ، به‌طور معمول از آزمون نسبت درست‌نمایی تعمیم یافته استفاده می‌شود، که آماره آن به‌صورت رابطه (۴) ارائه می‌شود:

$$\lambda = -2 [lnL_{Cobb-Douglass} - Lnl_{Transtog}] \quad (۴)$$

در رابطه فوق، λ آماره‌خیز دو با درجه آزادی R (شمار متغیرهای مستقل مدل) می‌باشد. شکل تابعی کاب-داگلاس به نفع ترانسلوگ رد می‌شود اگر میزان λ محاسبه‌ای از ارزش بحرانی آن در جدول بزرگتر باشد (Wongnaa et al., 2019).

رابطه (۲) به روش حداکثر درست‌نمایی^۱ (MLE) به‌منظور ایجاد برآوردگرهای سازگار برای θ, γ, β و α برآورد می‌شود، برابر نظر Battese and corra (1977) نسبت تغییر واریانس u به واریانس کل می‌تواند با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شود (Hong et al., 2016):

$$\delta^2 = \delta_u^2 + \delta_v^2 \quad \text{و} \quad \gamma = \frac{\delta_u^2}{\delta^2}, \quad 0 \leq \gamma \leq 1 \quad (۵)$$

اگر $\gamma = 0$ باشد، یعنی تفاوت بین عملکرد واقعی و عملکرد کارا ناشی از عامل‌های تصادفی بوده و ناکارایی وجود ندارد. حالت عکس یعنی $\gamma = 1$ ، دلالت بر ناکارایی فنی کشاورز مدنظر دارد (Coelli et al., 2005). میزان کارایی فنی مربوط به تابع تولید مرزی تصادفی از رابطه (۶) قابل دستیابی می‌باشد:

$$TE_i = \frac{y_i}{(f(x_i, z_i, \alpha, \beta, \theta) \exp(v_i))} = \exp(-u_i) \quad (۶)$$

حال با برآورد کارایی فنی می‌توان به برآورد کارایی زیست‌محیطی پرداخت. کارایی زیست‌محیطی به‌صورت نسبت حداقل مقدار ممکن قابل استفاده به میزان به‌کار گرفته شده از نهاده‌های زیانبار، مشروط به میزان مشخصی از محصول و نهاده‌های نرمال تعریف می‌شود. پیتمن (Pitman, 1981) نخستین کسی بود که آلودگی را به‌عنوان نهاده در تابع تولید وارد کرد. به باور وی رابطه‌ی بین نهاده‌های زیانبار زیست‌محیطی و ستاده‌ها همانند رابطه‌ی نهاده‌های نرمال و ستاده‌ها می‌باشد. با توجه به این رهیافت Reinhard et al (1999) اثرگذاری‌های آلودگی کود نیتروژنه را در کشتزارهای لبنی کشور هلند بررسی کرد در این بررسی‌ها، نهاده‌های سم و کود شیمیایی به‌عنوان

¹ Maximum Likelihood

نهاده زیانبار (مضر) زیست‌محیطی در تولید گندم در نظر گرفته شده‌اند. با داشتن کارایی فنی و تابع مرزی تصادفی، کارایی زیست‌محیطی کشتزار نام (EE_i) به فرار رابطه (۷) می‌باشد (Reinhard et al., 2000, 2002):

$$EE_i = \min\{\varphi: F(X_i, \varphi Z_i) \geq Y_i\} \leq 1 \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \ln y_i = & \alpha_0 + \sum_c \alpha_c \ln x_c + \sum_d \beta_d \ln z_d + \frac{1}{2} \sum_c \sum_e \alpha_{ce} \ln x_c \ln x_e \\ & + \frac{1}{2} \sum_d \sum_f \beta_{df} \ln z_d \ln z_f + \sum_c \sum_d \theta_{cd} \ln x_c \ln z_d \\ & + v_i - u_i \end{aligned} \quad (8)$$

در این بررسی نیز از شکل تابعی ترانسلوگ باستناد کاربرد گسترده آن در برآورد تابع تولید مرزی تصادفی محصول‌های کشاورزی بهره گرفته می‌شود (Hong et al., 2016 Coelli et al., 2005). تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی به صورت رابطه (۸) قابل ارائه می‌باشد:

برابر رابطه (۸)، $\ln y_i$ نشان‌دهنده لگاریتم میزان تولید گندم زار نام می‌باشد. لگاریتم میزان محصول گندم یک کشاورز به لحاظ فنی کارا با در نظر گرفتن $U_i=0$ از رابطه (۸) قابل دستیابی می‌باشد. بنابراین لگاریتم میزان تولید یک کشاورز کارا به لحاظ زیست‌محیطی از طریق جایگزینی Z_i با عبارت φZ_i به دست می‌آید. بر این مبنا و با توجه به $U_i=0$ رابطه (۹) قابل دستیابی می‌باشد:

$$\begin{aligned} \ln y_i = & \alpha_0 + \sum_c \alpha_c \ln x_c + \sum_d \beta_d \ln(\varphi z_d) \\ & + \frac{1}{2} \sum_c \sum_e \alpha_{ce} \ln x_c \ln x_e \\ & + \frac{1}{2} \sum_d \sum_f \beta_{df} \ln(\varphi z_d) \ln(\varphi z_f) \\ & + \sum_c \sum_d \theta_{cd} \ln x_c \ln(\varphi z_d) + v_i \end{aligned} \quad (9)$$

با کم کردن رابطه (۸) از رابطه (۹)، رابطه (۱۰) به دست می‌آید:

کارایی فنی، کارایی زیست محیطی... ۹

$$\sum_d \beta_d \ln \varphi + \sum_c \sum_d \theta_{cd} \ln x_c \ln \varphi + \frac{1}{2} \sum_d \sum_f \beta_{df} [(\ln \varphi)^2 + \ln \varphi (\ln z_d + \ln z_f)] + u_i = 0 \quad (10)$$

در نتیجه :

$$+ \frac{1}{2} \sum_d \sum_f \beta_{df} (\ln \varphi)^2 + \tau_i (\ln \varphi) + u_i = 0 \quad (11)$$

به طوری که $\tau_i = \sum_d \beta_d + \sum_c \sum_d \theta_{cd} + \frac{1}{2} \sum_d \sum_f \beta_{df} (\ln z_d + \ln z_f)$ عبارت τ_i برابر است با: $\sum_d \left(\frac{\partial \ln y}{\partial z_d} \right)$ یعنی مجموع کشش‌های ستاده نسبت به نهاده‌های زیانبار برای محیط زیست را شامل می‌شود (Reinhard et al., 2000). از طریق حل معادله درجه دوم (۱۱) می‌توان میزان کارایی زیست محیطی را از رابطه (۱۲) به دست آورد:

$$\ln EE_i = \exp \frac{-\tau_i \pm \sqrt{\tau_i^2 - 2u_i \sum_d \sum_f \beta_{df}}}{\sum_d \sum_f \beta_{df}} \quad (12)$$

در رابطه بالا τ_i مجموع کشش تولید نهاده‌های زیانبار کودها و سم‌ها می‌باشد. بدین ترتیب با استفاده از رابطه (۱۳) می‌توان میزان آن را به دست آورد:

$$\tau_i = \frac{\partial \ln y_i}{\partial \ln z_1} + \frac{\partial \ln y_i}{\partial \ln z_2} \quad (13)$$

اگرچه از حل رابطه (۱۱) دو میزان عددی به دست می‌آید، لیکن از میزان $+\sqrt{\tau_i^2 - 2u_i \sum_d \sum_f \beta_{df}}$ برای برآورد کارایی زیست محیطی بهره گرفته می‌شود (Reinhard et al., 1999). برای به دست آوردن یک دید جامع از موضوع، اندازه‌گیری خسارت (زیان) اقتصادی برای هر مزرعه گندم، به دلیل وجود ناکارایی زیست محیطی ضروری است. مجموع زیان اقتصادی مزارع گندم دیم شهرستان اهر به روش مشابه روش توو (Tu, 2015) محاسبه می‌شود:

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

در رابطه (۱۴)، EL_i زیان اقتصادی کشتزار i ام، EE_i کارایی زیست‌محیطی و TC_i هزینه کل مربوط به نهاده زینبار مانند کود و سم می‌باشد. شایان یادآوری است که آسیب و زیان زیست-محیطی را می‌توان برای تک تک نهاده‌ها به شکل جداگانه یا برای دو نهاده به صورت همزمان محاسبه کرد. همچنین برای شناسایی عامل‌های موثر بر کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی از رابطه (۱۵) بهره گرفته می‌شود:

$$Z_i = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i D_i \quad (15)$$

که در آن α_i فراسنجه‌ها، D_i عامل‌های تاثیرگذار بر کارایی شامل متغیرهایی مانند زیان و آسیب آفت، تحصیلات، سطح زیرکشت و بیمه می‌باشد. جامعه آماری مورد بررسی کشاورزان تولیدکننده گندم دیم شهرستان اهر می‌باشد که با استفاده از فرمول کوکران حجم نمونه آماری ۲۱۷ به دست آمد. بنابراین اطلاعات موردنیاز از طریق مراجعه حضوری و تکمیل پرسشنامه از ۲۱۷ گندم‌کار شهرستان اهر در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ گردآوری شد.

نتایج و بحث

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

جدول (۱) نتایج آزمون فرضیه‌ها با استفاده از آزمون نسبت درست‌نمایی تعمیم یافته

Table (1) Hypothesis test results using generalized likelihood ratio test

تصمیم Decision	خی‌دو جدول در سطح یک درصد X ² -statistic Level of 1%	درجه آزادی df	آماره λ محاسبه شده λ - Estimated	لگاریتم درست‌نمایی تابع ترانسلوگ Log Maximum Likelihood Translog function	فرض صفر H_0
نبود پذیرش فرض صفر Rejected null Hypothesis	30.58	15	52.67	-39.69	ارجحیت تابع کاب‌داگلاس Cobb-Douglas Function Preferred

Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

کارایی فنی، کارایی زیست محیطی... ۱۱

ملاحظه می‌شود که عامل‌های تولید بذر، کود دامی و ماشین‌ها و ادوات به‌عنوان نهاده‌های معمولی (نرمال) و عامل‌های تولید سم و کود شیمیایی به منزله نهاده‌های زیانبار تاثیر معنی‌دار بر میزان تولید محصول گندم دیم نشان دادند. با برآورد تابع تولید مرزی تصادفی مشخص شد که میزان محاسبه شده γ بزرگتر از صفر می‌باشد. بدین ترتیب وجود نبود زمینه کارایی تایید شده و بنابراین برتری روش حداکثر درست‌نمایی بر روش حداقل مربعات معمولی نمایان می‌شود.

جدول (۲) نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی

Table (2) The estimated results translog production function

متغیر Variable	ضریب Coefficient	انحراف معیار Standard Deviation	آماره Z Z-Statistic
عرض از مبدا Constant	4.58***	1.259	3.64
ماشین‌ها و ادوات Tractor	1.033***	0.277	3.72
بذر Seed	0.172	0.461	0.37
کود دامی Manure	0.129**	0.058	2.22
کود شیمیایی Fertilizer	0.383***	0.107	3.57
سم آفت‌کش Pesticide	0.172*	0.096	1.78
ماشین - ماشین‌ها و ادوات Tractor - Tractor	-0.147*	0.089	1.65
بذر - بذر Seed - Seed	0.154*	0.084	1.84
کود دامی - کود دامی Manure - Manure	0.036***	0.009	3.67
کود شیمیایی - کود شیمیایی Fertilizer - Fertilizer	0.051**	0.023	2.25
سم آفت - سم آفت‌کش کش Pesticide - Pesticide	-0.033*	0.019	-1.67
ماشین‌ها و ادوات در بذر Tractor - Seed	-0.215***	0.061	-3.51
ماشین‌ها و ادوات در کود دامی Tractor - Manure	-0.025**	0.012	-1.99
ماشین‌ها و ادوات در کود شیمیایی Tractor - Fertilizer	-0.005	0.02	-0.27

ادامه جدول (۲) نتایج برآورد تابع تولید ترانسلوگ مرزی تصادفی

Table (2) The estimated results translog production function

آماره Z	انحراف معیار	ضریب	متغیر
Z-Statistic	Standard Deviation	Coefficient	Variable
0.81	0.012	0.01	ماشین‌ها و ادوات در سم آفت‌کش Tractor-Pesticide
0.30	0.011	0.003	بذر در کود دامی Seed-Manure
-2.28	0.02	-0.046**	بذر در کود شیمیایی Seed-Fertilizer
1.51	0.012	0.018*	بذر در سم آفت‌کش Seed-Pesticide
-0.62	0.003	-0.001	کود دامی در کود شیمیایی Manure-Fertilizer
-0.89	0.001	-0.001	کود دامی در سم آفت‌کش Manure-Pesticide
-0.27	0.003	-0.0009	کود شیمیایی در سم آفت- کش Fertilizer-Pesticide
0.34	0.071	0.024	δ_u^2
19.75	0.014	0.288***	δ_v^2
1.09	0.077	0.084	γ

منبع: یافته‌های تحقیق ***, **, * و * به ترتیب، معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد را نشان می‌دهد.

* , ** and *** represent the significance levels of 10 percent, 5 percent, and 1 percent, respectively.
Source: Research Findings

برابر جدول (۳)، میانگین کارایی فنی گندم‌زارهای دیم منطقه مورد بررسی ۶۶/۰۶ درصد می‌باشد. بدین ترتیب کشاورزان منطقه در صورت از بین بردن ناکارایی می‌توانند با همان امکانات موجود حدود ۳۴ درصد تولید خود را افزایش دهند. کمترین و بیشترین میزان کارایی فنی معادل ۳۸/۵۱ و ۹۹/۹۳ درصد موید آن است که اختلاف بین کارآترین و ناکارآترین گندم‌زارها ۶۱/۴۲ درصد است. مواردی مانند کوهستانی و سردسیر بودن منطقه، نبود بهره‌مندی از فناوری‌های نوین، تحصیلات به نسبت پایین و سن به نسبت بالای کشاورزان از سویی و طغیان آفت سن گندم و بارش کم بارندگی از سوی دیگر از جمله علت‌های پایین بودن کارایی فنی یاد می‌شود. شایان یادآوری است که میانگین سن کشاورزان مورد بررسی ۵۰/۶ سال بوده و بالغ بر ۸۰ درصد آنان بیسواد یا دارای تحصیلات ابتدائی و راهنمایی می‌باشند. ضمن اینکه تنها دو درصد آنان محصول خود را بیمه کرده‌اند. همچنین میانگین کارایی زیست‌محیطی کشتزارهای منطقه مورد

کارایی فنی، کارایی زیست محیطی... ۱۳

بررسی ۴۹/۳۶ درصد بوده به طوری که کمترین و بیشترین میزان کارایی زیست محیطی به ترتیب برابر ۲۷/۹۷ و ۶۱/۴۵ درصد می باشد. بنابراین با کاربرد فناوری موجود زمینه لازم برای کاهش کاربرد نهاده های زیانبار در راستای کم کردن اثرگذاری های سوء آنها و نیز اقتصادی تر کردن فرآیند تولید گندم وجود دارد. برابر جدول (۳) تنها ۲۰/۷۳ درصد از کشتزارها کارایی فنی بالاتر از ۹۰ دارد در حالی که ۰/۴۶ درصد از کشاورزان (تنها یک بهره بردار) دارای کارایی زیست محیطی بالاتر از ۶۰ درصد دارند.

جدول (۳) کارایی فنی و کارایی زیست محیطی کشاورزان تولیدکننده گندم دیم شهرستان اهر
Table (3) Technical and environmental efficiency of farmers producing rainfed wheat in Ahar county

کارایی زیست محیطی Environmental efficiency		کارایی فنی Technical efficiency		دامنه کارایی Range of efficiency
درصد Percentage	فراوانی Frequency	درصد Percentage	فراوانی Frequency	
8.75	19	0.92	2	≤ 40
50.70	110	30	65	50-41
40.09	87	20.73	45	60-51
0.46	1	15.20	33	70-61
-	-	8.28	18	80-71
-	-	4.14	9	90-81
-	-	20.73	45	≥91
-	49.36	-	66.06	میانگین Mean
-	33.48	-	61.42	دامنه Range
-	27.97	-	38.51	کمینه Min
-	61.45	-	99.93	بیشینه Max
-	0.06	-	0.19	انحراف معیار Std.Dev

Source: Research Findings

منبع: یافته های تحقیق

یافته های بررسی عامل های موثر بر کارایی های فنی و زیست محیطی در جدول (۴) ارائه شده است. ملاحظه می شود سطح زیرکشت گندم بر هر دو کارایی اثر معنی داری داشته است. گفته می شود با افزایش سطح زیرکشت تولیدکننده از منبع ها و نهاده های موجود به شکل کامل تری استفاده نموده و لذا صرفه های اقتصادی ناشی از مقیاس را تجربه کرده و کارایی فنی نیز افزایش

می‌باید لیکن همگام با افزایش سطح زیرکشت کشاورزان گرایش بیشتری در زمینه به‌کارگیری نهاده‌های زیانبار از خود نشان داده و در نتیجه کارایی زیست‌محیطی کاهش می‌یابد. وجود افراد با تحصیلات دانشگاهی در خانوار کشاورز تاثیر مثبتی بر کارایی‌های فنی و زیست‌محیطی داشته است. بنابراین افراد با سوادتر، با علم و آگاهی بیشتر و لحاظ چالش و مسئله‌های زیست‌محیطی به تولید پرداخته و تا حد امکان از عامل‌های تولید زیانبار کمتر استفاده می‌کنند که نتیجه آن ارتقای کارایی گندم‌زارهای منطقه می‌باشد. همچنین عامل زیان آفت تاثیر منفی بر کارایی زیست-محیطی و فنی دارد زیرا رویارویی با آفت سبب افزایش کاربرد سم شده که پیامد آن کاهش میزان تولید و کارایی فنی کشتزارها می‌باشد طبیعی است در این شرایط کارایی زیست‌محیطی نیز دچار افت می‌شود. یعنی به‌کارگیری زیاد و بیش از حد نیاز سم‌ها باعث بروز زیان‌هایی می‌شود که خارج از کنترل کشاورز بوده و به محیط‌زیست آسیب می‌رساند. میزان‌های کشت نهاده‌های سم و کود شیمیایی (برابر رابطه ۱۳) موید استفاده بیش از حد مجاز این عامل‌های تولید می‌باشد. به‌عبارتی با به‌کارگیری زیاد این نهاده‌ها از میزان تولید کل و کارایی فنی کشتزارها کاسته می‌شود. بذاته افزایش به‌کارگیری این نهاده‌ها، افزون بر پیامدهای زیست‌محیطی و زیان و آسیب‌زا، کاهش کارایی زیست‌محیطی را نیز بدنبال دارد که می‌تواند تهدید جدی برای کشاورزی پایدار منطقه مورد بررسی باشد.

جدول (۴) عامل‌های موثر بر کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی

Table (4) Affecting factors of technical and environmental efficiency

کارایی فنی Technical efficiency		کارایی زیست‌محیطی Environmental efficiency		متغیر Variable
آماره t Statistic	ضریب Coefficient	آماره t Statistic	ضریب Coefficient	
4.75	0.730***	23.84	0.506	عرض از مبدا Constant
5.17	0.113***	-2.44	-0.003***	سطح زیرکشت Cultivation
2.65	0.084***	1.55	0.008***	اعضای خانوار با تحصیلات دانشگاهی Family members with High education
-3.50	-0.064***	-1.36	-0.005*	آسیب و زیان آفت Pest damage

*** ، ** و * به ترتیب، معنی‌داری در سطح 1 درصد، 5 درصد و 10 درصد را نشان می‌دهد

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

کارایی فنی، کارایی زیست محیطی... ۱۵

همان طوری که در قسمت مواد و روش‌ها نیز اشاره شد با برآورد کارایی زیست محیطی تولید گندم دیم، اینک می‌توان میزان زیان اقتصادی تولید محصول را محاسبه کرد. نتایج مربوط به ارزش زیان اقتصادی یا آسیب و زیان زیست محیطی گندم دیم بواسطه بهره‌گیری از نهاده‌های زینبار سم و کود شیمیایی در جدول شماره (۵) آورده شده است. ملاحظه می‌شود میانگین ارزش زیان تولید محصول ناشی از به‌کارگیری نهاده کود شیمیایی معادل ۱۹۱ هزار ریال و ناشی از استفاده نهاده سم برابر ۳۵ هزار ریال در هکتار به‌دست آمده است. در حالی که زیان اقتصادی نهاده‌های سم و کود شیمیایی ۲۲۶ هزار ریال می‌باشد. این بدان مفهوم است که تولید ناکارای هر هکتار گندم دیم در شهرستان اهر در مجموع موجب ایجاد ۲۲۶ هزار ریال زیان زیست محیطی بر منطقه می‌شود. این زیان می‌تواند به‌شکل آلودگی آب و خاک و تولید محصول ناسالم خود را نشان دهد. در صورتی که تولید محصول به‌شکل کارا انجام پذیرد جامعه متحمل چنین هزینه‌ای نخواهد شد. به عبارتی دیگر بواسطه کاهش کاربرد نهاده‌های زینبار، نخست هزینه به‌کارگیری و زیان اقتصادی آن‌ها کاهش می‌یابد ضمن اینکه بواسطه تولید محصول سالم خانوارها قیمت بالایی برای آن پرداخت خواهند کرد.

جدول (۵) آماره توصیفی زیان اقتصادی تولید گندم ناکارای زیست محیطی

Table (5) Descriptive statistic of economic loss due to environmentally inefficient production wheat

زیان اقتصادی	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
Economic loss	Mean	Std.Dev	Min	Max
زیان اقتصادی کود	191155.3	295881.5	0	2049028
Fertilizer economic loss				
زیان اقتصادی سم	35569.17	84688.07	0	608768.3
Pesticide economic loss				
زیان اقتصادی کود و سم	226724.5	344892.7	0	2403299
Fertilizer and Pesticide economic loss				

Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کشاورز گندم‌کار دیم شهرستان اهر در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ برای ارزیابی کارایی فنی و کارایی زیست محیطی تولید برآورد شد. بنابر نتایج نهاده‌های ماشین‌ها و ادوات، بذر و کود دامی و عامل‌های تولید سم و کود شیمیایی دارای تاثیر معنی‌داری بر تولید گندم بود. نتایج محاسبه کارایی‌های فنی و زیست محیطی موید آن بود که میزان کارایی زیست محیطی کمتر از کارایی

فنی بوده است. با افزایش کاربرد نهاده‌های زیانبار کود و سم میزان کارایی زیست‌محیطی دچار کاهش می‌شود. بر مبنای میانگین کارایی فنی ۶۶/۰۶ و کارایی زیست‌محیطی ۴۹/۳۶ درصد امکان افزایش هر دو کارایی وجود دارد. به عبارتی کشاورزان با از بین بردن نبود زمینه کارایی می‌توانند با همان نهاده‌ها میزان تولید خود را حدود ۳۴ درصد افزایش دهند. بنابر نتایج، میزان سطح زیرکشت، وجود افراد دارای تحصیلات دانشگاهی و زیان آفت از جمله عامل‌های تاثیرگذار بر کارایی بودند. از این رو بهره‌مندی از تخصص و دانش افراد و رویارویی بهنگام با زیان آفت می‌تواند میزان کارایی را بهبود بخشد. نظر به اینکه استفاده از سم و کود شیمیایی ضمن آلوده کردن محصول، آسیب و زیان زیست‌محیطی قابل توجهی برجای می‌گذارد، لذا در راستای اقتصادی‌تر کردن فرآیند تولید محصول هرچه بیشتر باید نسبت به ترویج روش‌های جایگزین، مبارزه شیمیایی اقدام شود مبارزه زیستی و تلفیقی آفات از جمله این موارد به‌شمار می‌آیند که بایستی بیش از پیش برنامه‌ریزی، ترویج و به‌کار گرفته شوند.

منبع‌ها

- Abedi, S.(2016). Investigating the comparative advantage of bio technology based agricultural production, case study: Wheat and corn in Fars province. *Iranian Agricultural Economics and Development Research*, 3: 569-579. (In Farsi)
- Aghakasiri P.(2010). Estimation of shadow price of (NO₂) pollutants in power plant of Iran. Thesis of Allameh Tabatabaei. (In Farsi)
- Bai, X. Salim, R. and Bloch H. (2019). Environmental efficiency of apple production in China: A translog stochastic frontier analysis. *Agricultural and Resource Economics Review*, 2(48): 199-220.
- Battese, G. E. and Corra, G. S. (1977). Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. *Australian journal of agricultural economics*, 21(3): 169-179.
- Boucekkine, R. Krawczyk, J. and Vallee, T.(2011). Environmental quality versus economic performance: adynamic game approach. *Optimal Control Applications and Methods*, 32:29-46.
- Coelli, T. J. Rao, D. S. P. O. Donnell, C. J. and Battese, G. E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. *Springer Science & Business Media, New York, NY 10013, USA.*

- Dang, N.H. (2017). Profitability and profit efficiency of rice farming in Tra Vinh province, Vietnam. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 6: 191-201.
- Dashti, 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*, 4(30): 199-211. (In Farsi)
- Fare, R. and Lovell, C.A.K.(1978). Measuring the technical efficiency of production. *Journal of Economic Theory*, 1(19):150-162.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2021). <www.fao.org>.
- Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, vol.32: 54-142.
- Hong, N. B. and Yabe, M. (2015). Resource use efficiency of tea production in Vietnam: Using translog SFA model. *Journal of Agricultural Science*, 7(9): 160–172.
- Hong, N.B. Takahashi, Y. and Yabe, M. (2016). Environmental efficiency and economic losses of Vietnamese Tea production : Implications for cost savings and environmental protection. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 2(61):383-390.
- Ministry of Agriculture Jihad.(2022). <www.maj.ir>.
- Molaei, M. Hesari, N. and Javanbakht, O. (2017). The estimation of input-oriented environmental efficiency of agricultural products, case study: Environmental efficiency of Rice production. *Agricultural Economics*, 2(11): 157-172. (In Farsi)
- Moutinho, V. and Madaleno, M. (2021). Assessing eco – efficiency in Asian and African countries using stochastic frontier analysis. *Energies*, 4(14): 1168.
- Noraftab, R. Monsefi, A. Rahnama Ghahfarokhi, A. and Ayenehband, A. (2021). Effect of conservation tillage and integrated weed management on yield, energy consumption and profitability of wheat in Khuzestan. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 2(31):57-73. (In Farsi)
- Khodaverdizadeh, M. Mohammadi, M. and Miri, D. (2019). Estimation of technical efficiency of wheat production with emphasis on Sustainable agriculture in Urmia county. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 4(29): 233-245. (In Farsi)
- Khoshnevisan, B. Rafiee, Sh. Omid, M. Mousazadeh, H. Shamshirband, S. and Hamid, S.H.A. (2015). Developing a fuzzy clustering model for better energy use in farm management systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48: 27-34.
- Pittman, R.W. (1981). Issues in pollution control: Interplant cost differences and economies of scale. *Land Economics*, 1(57):1-17.
- Reinhard, S. Lovell, C.A.K. and Thijssen, G. (1999). Econometric estimation of technical and environmental efficiency: An application to Dutch dairy farms. *American Journal of Agricultural Economics*, 1(81):44-60.

- Reinhard, S., Lovell, C. and Thijssen, G. (2000). Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables; estimated with SFA and DEA. *European Journal of Operational Research*, 2 (121): 287-303.
- Reinhard, S., Lovell, C.A.K. and Thijssen, G. (2002). Analysis of Environmental efficiency variation. *American Journal of Agricultural Economics*, 4(84):1054-1065.
- Tu, V. H. (2015). Resource use efficiency and economic losses: Implications for sustainable rice production in Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, Springer Netherlands: 1-16.
- Wongnaa, C.A., Awunyo-Vitor, D., Mensah, A. and Adams, F. (2019). Profit efficiency among maize farmers and implications for poverty alleviation and food security in Ghana. *Scientific African*, 6: e00206. Available at <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00206>.



Technical efficiency, environmental efficiency and economic losses of rainfed wheat production in Ahar county

Elaheh Ghasemi, Ghader Dashti and Jabrael Vahedi¹

Received: 16 Oct.2022

Accepted:11 Dec.2022

Extended Abstract

Introduction: Although the increase in the use of detrimental inputs, fertilizers and pesticide increases the production of agricultural products. But it causes a lot of damage to the environment. Therefore, the efficient use of production resources in the process of sustainable development is of considerable importance. Thus, this study was conducted to evaluate the technical efficiency, environmental efficiency and the factors affecting them, as well as to measure the economic loss of using detrimental inputs in rainfed wheat production in Ahar county.

Materials and Methods: In this study, pesticide and fertilizer inputs were considered as environmentally detrimental inputs in rainfed wheat production, and technical and environmental efficiency were estimated separately. Therefore, it was estimated from a stochastic frontier translog function using data related to 217 rainfed wheat farmers in Ahar county in the crop year of 2020-2022 to evaluate the technical efficiency and environmental efficiency of production.

Results and discussion: Based on the results of inputs of tractor, seeds and manure and detrimental factors of pesticides and fertilizers had a significant effect on wheat production. The results of the technical and environmental efficiency showed that the quantity of environmental efficiency was lower than technical efficiency. With the increase in the use of detrimental inputs, fertilizer and pesticides, the production of environmental efficiency decreases. Based on the average technical efficiency of 66/06 and environmental efficiency of 49/36%, it is possible to increase both efficiency.

¹ Respectively: Msc. Student, Professor and Ph.D. Student in Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, University of Tabriz, Tabriz. Iran.
Email: Dashti-g@tabrizu.ac.ir

In other words, by destroying inefficiency, farmers can increase their production by 34% with the same inputs.

Suggestion: According to the results, the amount of land, family members with high education and pest damage were factors affecting the efficiency, therefore benefiting from the agriculture science and knowledge and timely dealing with pest damage can improve the efficiency. Considering that the use of pesticides and fertilizers while Pollution the product leaves significant environmental damage, therefore, in order to make the product production process as economical as possible, instead of promoting alternative methods, chemical control, biological and integrated pest control should be carried out.

JEL Classification: Q₅₀, Q₅₁, D₆₁

Keyword: Ahar, Economic Loss, Environmental Efficiency, Detrimental Inputs, Wheat