مقاله پژوهشی

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۶۴، بهار ۱۴۰۲ (۱۲۶- ۱۱۱)

بررسی کارایی زیست‌محیطی و تعیین قیمت سایه‌ای آلاینده‌های گاوداری‌های گوشتی استان خوزستان

حبیب شهبازی[1] *

shahbazi@sjau.ac.ir

زهرا قیطاسی[2]

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: مسائل و معضلات در حال رشد زیست‌محیطی و هزینه‌های اضافی‌ای که فعالیت‌های مختلف روی کیفیت محیط‌زیست ایجاد می‌کنند، اقتصاددانان را بر آن داشت که الگوهای محاسبه بهره‌وری و کارایی فعالیت‌های اقتصادی را با احتساب تولید محصول مطلوب و نامطلوب اصلاح نمایند. انتشار گازهای گلخانه‌ای از منابع مختلف و به‌ویژه از بخش کشاورزی، یکی از عوامل اصلی آلودگی‌های محیط‌زیست محسوب می‌شود.

روش بررسی: هدف از این مطالعه، تعیین کارایی زیست‌محیطی و محاسبه قیمت سایه‌ای آلاینده‌های منتشره توسط دامداری‌های گوشتی استان خوزستان با استفاده از ۶۰ نمونه در سال ۱۳۹۴و الگوی تابع تولید مرزی تصادفی با بهره‌گیری از روش حداکثر درستنمایی و نرم‌افزار اقتصادسنجی FRONTIER می‌باشد.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد که میزان کارایی فنی واحدهای دامپروری استان خوزستان، ۰/۹۹ می‌باشد که بیانگر کارایی فنی نسبتاً بالای این واحدها است. درحالی که میانگین کارایی زیست‌محیطی واحدهای دامپروری این استان، ۰/۲۹ به دست آمده است. این میزان کارایی زیست‌محیطی، نشان‌دهنده آن است که واحدهای دامپروری استان خوزستان از کارایی زیست‌محیطی نسبتاً پایینی برخوردار هستند.

بحث و نتیجه‌گیری: پیشنهاد می‌شود به منظور جلوگیری از تصمیم‌گیری‌های نادرست در عرصه مدیریت و توسعه فعالیت‌های اقتصادی بدون توجه مسائل زیست‌محیطی، برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران، علاوه بر کارایی فنی، کارایی زیست‌محیطی را از معیارهای توسعه و گسترش فعالیت‌ها خود قرار دهند.

واژه‌های کلیدی: مسائل زیست‌محیطی، الگوی تابع مرزی تصادفی، کارایی فنی، کارایی زیست‌محیطی.

۱- استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سید جمال الدین اسدآبادی، اسدآباد، همدان، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، اقتصاد کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

Human and Environment, No. 64, Spring 2023

Evaluation of Environmental Efficiency and Shadow Price of Pollutants Determination in Khuzestan Province Meat Livestock

Habib Shahbazi[1 *]
shahbazi@sjau.ac.ir
Zahra Gheitasi[2]

Admission Date:April 9, 2018 Date Received: August 11, 2017

Abstract

Background and Objective: The growing environmental problem and then Added cost which create diverse environmental activities, led scientists to modify their efficiency and productivity models with well-liked products and undesirable products effects. Emissions of greenhouse gases from various sources, especially from agriculture sector, are one of the main causes of environmental pollution.

Material and Methodology: The purpose of this study was to evaluate the environmental effecuency and determination of the shadow price of pollutants for meat dairy in Khuzestan province. In this study, 60 samples and a random fronteier production function model have been used by frontier functions using the maximum likelihood method and the FRONTIER econometric software.

Findings: Results indicate that the technical efficiency of the meat livestock units of the province is 0.99 which could indicate that meat livestock units have relatively high technical efficiency. Also, the results of environmental efficiency of Khuzestan province meat livestock units have shown that the average environmental efficiency is 0.29. In fact, this level of environmental efficiency shows that meat livestock units in Khuzestan province have relatively low environmental performance.

Discussion and Conclusion: In order to prevent inaccurate decisions in the field of management and development of economic activities without concern for environmental issues, planner, policymaker and investors, in addition of technical effciency, should use enviromental efficency as developing criteria of their acivites.

Keywords: Environmental Issues, a random fronteier production function, Technical Efficiency, Environmental Efficienc.

1- Assistant Professor, Agricultural Economics, Sayyed Jamaleddin Asadabadi University, Asadabad, Hamedan, Iran. *(*Corresponding Author*)
2-Ms.c in Agricultural Economics, Bu-Ali-Sina University, Hamedan, Iran.

مقدمه

در دنیای امروز یکی از موضوعات مورد بحث، توجه به محیط‌زیست و مسائل زیست‌محیطی است. تا جایی که کشورها سازمان‌هایی در ارتباط با محیط‌زیست و مسائل آن به وجود آورده‌اند. رشد سریع اقتصادی در کشورهای در حال توسعه پرجمعیت می‌تواند با خود عوارض منفی زیست‌محیطی برای جامعه جهانی به همراه بیاورد و در نهایت همه افراد، اعم از فقیر و غنی را آسیب‌پذیر سازد. ایران کشوری است که به دلیل دارا بودن منابع‌طبیعی متنوع، ظرفیت‌های ویژه‌ای درجهت گسترش تولید، بهره‌برداری و توسعه کشاورزی و صنعتی در کنار سایر فعالیت‌های تولیدی وخدماتی دارد. رشد اقتصادی و صنعتی و همچنین لزوم تأمین امنیت غذایی جمعیت رو به افزایش و افزایش تقاضا برای گوشت قرمز در مقایسه با سایر گوشت‌ها، افزایش توجه به گاوداری‌ها را به دنبال داشته است. این امر موجب افزایش واحدهای پرورش گاو گوشتی در سراسر کشور به منظور دستیابی توازن تولید و تقاضا شده است. استان خوزستان یکی از استان‌های کشور است که ایجاد واحدهای پرورش گاو گوشتی در مناطق مختلف استان خوزستان باعث شده است که این استان به قطب تولید گوشت گاو و صادرات به سایر استان‌های کشور و حتی به کشورهای منطقه تبدیل شود.[1] اما ایجاد این واحدهای پرورش گاوهای گوشتی در خوزستان علاوه بر درآمدزایی و ارزآوری برای کشور، معایب و مشکلاتی ایجاد کرده است. یکی از این مشکلات انتشار گازهای گلخانه‌ای در جو توسط این واحدهای تولیدی می‌باشد. انتشار گازهای گلخانه‌ای از منابع مختلف و به ویژه از بخش کشاورزی یکی از عوامل اصلی آلودگی‌های زیست‌محیطی و منبع تغییرات عمده آب و هوا و تنوع زیستی محسوب می‌شود (۱). بدیهی است با افزایش انتشار آلاینده‌ها، آثار مخرب آن‌ها نیز روز به روز افزون‌تر خواهد شد.

یکی از زیربخش‌های مهم کشاورزی، زیر بخش دامپروری است. براساس گزارش سازمان جهانی غذا و محصولات کشاورزی، در حدود ۱۸ درصد از گازهای گلخانه‌ای جهان مربوط به بخش دامپروری است که ۳۵ درصد این مقدار از گاز متان تشکیل شده است. اثر مخرب گاز متان روی تغییرات جوی، ۲۳ برابر کربن‌دی‌اکسید است. طبق آمار اعلام شده، میزان تولید و انتشار گاز کربن‌دی‌اکسید توسط بخش دامداری در حدود ۲/۲ میلیارد تن تخمین زده شده است (۳).

در روده نشخوارکنندگانی نظیر گاو، گاو میش، گوسفند، بز و شتر، باکتری‌ها، غذای خورده‌شده توسط حیوان را تجزیه و متان را به‌عنوان محصول فرعی تولید می‌کنند. این گاز همواره به صورت‌های مختلف از این حیوانات خارج‌شده و در جو زمین منتشر می‌شود. متان منتشره از زیر بخش دامپروری شامل فرایند تخمیر روده‌ای و تولید کود می‌باشد. گفته می‌شود که یک گاو بالغ در طول یک سال معادل خودرویی معمولی که نزدیک به دو بار دور کره زمین را دور بزند موجب انتشار گاز گلخانه‌ای می‌شود. همچنین فضولات و کودهای حیوانی سهم بسیار زیادی در گرمایش زمین دارند. زیرا این ضایعات گاز اکسید نیتروژن را تولید می‌کنند که ۲۸۹ بار قوی‌تر از کربن‌دی‌اکسید است و ماندگاری زیادی در حدود با ۱۱۴ سال را در جو زمین دارد. عده‌ای عقیده داشتند که این اطلاعات، مقدار تخریب واقعی دامداری صنعتی را نشان نمی‌دهد.

اخیراً محققانی از مؤسسه دیدبان جهانی که یک مؤسسه تحقیقات زیست‌محیطی می‌باشد، تأثیر تولید دام بر آب‌وهوا و آلودگی‌های کره زمین را چیزی حدود ۵۱ درصد تخمین زده‌اند (البته تأثیر مستقیم). بنابراین می‌توان گفت که صنعت دامپروری در کشاورزی به یک منبع بزرگ تولید متان از سال ۱۹۸۳ تبدیل شده است. در یک مقیاس جهانی، تقریباً ۸۰ تا ۱۰۰ میلیون تُن متان در هر سال از طریق صنعت دامپروری

۱- در سال ۱۳۹۵، مقدار تولید گوشت قرمز استان خوزستان ۴۱۵۴۰ تن بوده که این مقدار نسبت به سال۱۳۹۴ به مقدار ۶۸۰ تن یعنی حدود ۱/۷ درصد افزایش داشته است. همچنین در سال ۱۳۹۴، تولید گوشت قرمز در استان ۴۰۸۶۰ تن بوده است که گوسفند با ۳۳درصد نقش مهمی در تولید گوشت قرمز استان داشته و سپس گاو دورگه در مقام دوم با ۲۳درصد، گاو بومی، بز، گاومیش، گاو اصیل و شتر بترتیب از دیگر منابع تولید کننده گوشت قرمز در استان خوزستان می‌باشند (۲).

منتشر می شود. طبق گزارش‌ها، یک گاو، سالیانه در حدود ۹۰ کیلوگرم گاز متان از خود دفع می‌کند (۴).

بنابراین باتوجه به مشکلات زیست‌محیطی مربوط به واحدهای پرورش گاوهای گوشتی، انجام فعالیت‌های مناسب برای دستیابی و استفاده از ابزارهای مدیریت محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه کشاورزی و صنعتی به منظور به حداقل رساندن خسارات وارده به منابع و محیط‌زیست و همچنین برقراری یک نظام گسترده و پویا برای مقابله صحیح با آلودگی و تخریب محیط‌زیست به عنوان یکی از ارکان توسعه پایدار امری ضروری به نظر می‌رسد. به همین دلیل طراحی الگوهای کاربردی به منظور بررسی واکنش‌های میان فعالیت‌های اقتصادی و محیط‌زیست امری اجتناب‌ناپذیر است و سازگاری با محیط‌زیست پیش‌نیاز هرگونه فعالیت در سطح کلان نیز می‌باشد (۵).

یکی از سنجه‌های اصلی عملکرد واحدهای تولید در علم اقتصاد، شاخص کارایی فنی می‌باشد. هرگونه انحراف در محاسبه این شاخص، منجر به تصمیم‌گیری اشتباه مدیران و برنامه‌ریزان خواهد شد. با توجه به اینکه، مسائل زیست‌محیطی عاملی هستند که بر روی این شاخص تأثیرگذار می‌باشند، بنابراین محاسبه شاخص کارایی زیست‌محیطی در کنار شاخص کارایی فنی، امری ضروری است. بنابراین هدف این مطالعه، برآورد و مقایسه کارایی فنی و زیست محیطی گاوداری‌های گوشتی استان خوزستان می‌باشد. همچنین قیمت سایه‌ای انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی این گاوداری‌های محاسبه می‌شود. لذا سوال اصلی تحقیق این است که آیا کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی در گاوداری‌های گوشتی استان خوزستان با یکدیگر تفاوت دارند یا خیر. و یا اینکه آیا گاوداری‌های گوشتی استان خوزستان از نظر زیست‌محیطی کارا هستند یا خیر. همچین قیمت سایه‌ای انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی یعنی هزینه‌ای که آلودگی‌های منتشره گاوداری‌ها برای محیط‌زیست دارند، چه میزان است.

«کارایی زیست‌محیطی» مفهومی است که به همراه سیاست‌های زیست‌محیطی مطرح می‌باشد. کارایی زیست‌محیطی یعنی تولید کالا و ارائه خدمات با بکارگیری نهاده کمتر، بطوریکه ضایعات، آلودگی و هزینه کمتر را نیز به دنبال داشته باشد (۶).

امروزه، واحدهای تولیدی با الزامات گریزناپذیری برای مواجهه با چالش‌های حفاظت محیط‌زیست روبرو هستند و مدیریت مناسب به عامل موفقیت واحدهای تولیدی تبدیل شده است. مسائل و معضلات در حال رشد زیست‌محیطی و هزینه‌های اضافی‌ای که فعالیت‌های مختلف روی کیفیت محیط‌زیست ایجاد می‌کنند، اقتصاددانان را بر آن داشت که الگوهای محاسبه بهره‌وری و کارایی فعالیت‌های اقتصادی را با احتساب تولید محصول مطلوب و نامطلوب اصلاح نمایند (۷). به طور معمول عملکرد یک بنگاه از طریق میزان بهره‌وری یک تابع تولید بدون تفکیک محصولات مطلوب و نامطلوب حاصل می‌شود. این نوع اندازه‌گیری، نادرست است زیرا میزان وسیعی از ستانده‌های نامطلوب مانند آلودگی آب‌وهوا را در بر نمی‌گیرد. زمانی که بنگاه‌های تولیدی، نهاده‌های خود را به سمت کاهش محصول نامطلوب سوق دهند، نسبت نهاده به محصول بنگاه افزایش و بهره‌وری بنگاه کاهش می‌یابد. اندازه‌گیری کارایی تولید محصول مبین میزان محصول مطلوبی است که می‌تواند افزایش یابد البته هنگامی که میزان نهاده به کار رفته ثابت بماند. درک این نکته منجر به اعمال محدودیت‌هایی بر تصمیم‌گیران بنگاه‌های تولیدی می‌شود تا به هنگام تولید و محاسبه کارایی بنگاه، خسارت‌های زیست‌محیطی را در نظر بگیرند (۸).

در ایران مطالعاتی به بررسی کارایی زیست‌محیطی و مقایسه آن با کارایی فنی پرداخته‌اند که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود.

دریجانی و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی برآورد کارایی‌های زیست‌محیطی با استفاده از تحلیل مرزی تصادفی مطالعه در مورد کشتارگاه‌های دام استان تهران پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن بوده است که اکثر کشتارگاه‌های استان تهران فاقد کارایی زیست‌محیطی هستند. متوسط کارایی‌های زیست‌محیطی و بکارگیری منابع به ترتیب ۵۷/۷۴ و ۵۲/۷۵ درصد بوده است، در حالی که ارتقای عملکرد زیست‌محیطی با فناوری‌های موجود امکان‌پذیر است. همچنین مقادیر کارایی، بهتر بودن وضعیت کشتارگاه‌های مکانیزه، واحدهای غیردولتی و سیستم‌های تصفیه

بیولوژیک را نسبت به واحدهای سنتی و دولتی تأیید می‌نماید. همچنین اثربخشی سیستم‌های رایج تصفیه در بهبود عملکرد زیست‌محیطی اشاره شده است (۹). مولایی و ثانی در مطالعه‌ای به بررسی برآورد کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی گاوداری‌های شیری شهرستان سراب با روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داده است که میانگین کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی به ترتیب ۹۵ و ۸۸ درصد می‌باشد. همچنین نتایج ضریب همبستگس اسپیرمن نشان داده است که گاوداری‌هایی که آلاینده کمتری تولید می‌کنند کارایی فنی و زیست‌محیطی بالاتری دارند (۱۰).

مولایی و ثانی، کارایی فنی و زیست‌محیطی گاوداری‌های شیری شهرستان سراب را به روش تحلیل مرزی تصادفی، ۹۵ و ۷۲ درصد برآورد کردند (۱۱).

شهبازی در مطالعه‌ای متفاوت، به محاسبه و سنجش بهره‌وری سبز با استفاده از الگوی مانده سولو تعمیم‌یافته پرداخت. نتایج وی نشان می‌دهد رشد بهره‌وری سبز برای دوره ۹۱-۱۳۵۸ بطور متوسط ۱/۲۸- درصد بوده است که بدون حضور اثر انتشار آلودگی برابر ۱/۰۲- درصد خواهد بود. بنابراین بدون حضور آثار انتشار آلودگی، بهره‌وری بطور متوسط ۰/۲۶ واحد درصد، بیشتر برآورد می‌شود. همچنین کشش انتشار آلودگی ۰/۳۱۱۴۲ برآورد شده است. بر این اساس قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی برای اقتصاد ایران بطور متوسط حدود ۱/۰۳ میلیون ریال در هر تن برآورد گردید (۱۲).

در خارج از کشور نیز مطالعاتی به بررسی کارایی اثرات زیست‌محیطی پرداخته‌اند که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود.

رینهارد و همکاران در مطالعه‌ای، کارایی زیست‌محیطی گاوداری‌های هلند را با استفاده از دو روش تحلیل مرزی تصادفی و تحلیل پوششی داده‌ها تخمین زدند. میانگین کارایی فنی و زیست‌محیطی در این دو روش متفاوت بوده است. میانگین کارایی فنی و زیست‌محیطی با روش تحلیل مرزی تصادفی به ترتیب ۸۹ و ۸۰ درصد بوده است و میانگین کارایی فنی و زیست‌محیطی با روش پوششی داده‌ها به ترتیب ۷۸ و ۵۲ درصد می‌باشد (۱۳).

کوئلی در مطالعه‌ای کارایی فنی و زیست‌محیطی دامداری‌های بلژیک را مورد بررسی قرار داده است. وی در این مطالعه از روش حداقل سازی بردار نهاده‌ها در الگوهای تولید ا ستاندارد ا ستفاده می‌کند که قابل برازش از طریق تحلیل پوششی داده‌ها است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و زیست‌محیطی به ترتیب ۰/۸۹۷ و ۰/۸۴۳ می‌باشد (۱۴).

از دیگر مطالعات در این زمینه می‌توان به کو و تس، اوسون، هرناندردل‌اولمو و همکاران، لی و پارک و وو و همکاران اشاره کرد (۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹)

مرور مطالعات و بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که مطالعه‌ای در زمینه بررسی کارایی زیست‌محیطی گاوداری‌های گوشتی صورت نگرفته است. بنابراین همانطور که پیشتر اشاره شد، مطالعه حاضر به بررسی و مقایسه کارایی فنی و زیست‌محیطی گاوداری‌های گوشتی استان خوزستان و محاسبه قیمت سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌پردازد.

روش بررسی

ارتباط بین ستانده خوب و ستانده بد از طریق فناوری تولید تعریف می‌شود (۸). همچنین فناوری تولید بنگاه‌های آلاینده را می‌توان با استفاده از توابع تولید، هزینه و سود و همچنین توابع فاصله نهاده و ستانده تصریح کرد (۸). لذا تابع فاصله ستاده نیز شکل دیگری از نمایش فناوری تولید با همان اطلاعات می‌باشد. در واقع تابع فاصله[1] ارتباط فنی میان خروجی‌های مطلوب و نامطلوب را تعیین می‌کند. همچنین بیان‌کننده فاصله نسبی ترکیبات ستانده- نهاده از مرز منحنی امکانات تولید تحت فناوری معین می‌باشد (۲۰). تابع فاصله‌ای این امکان را فراهم می‌سازد که بتوان فناوری تولید چند محصولی را بدون نیاز به فرض حداقل‌سازی هزینه و یا حداکثرسازی سود بیان نمود. همچنین توانایی بکارگیری و الگوسازی ستانده‌ها در وضعیتی که ستانده‌ها

1- Distance function

به طور ضعیف قابل حذف باشند از مهم‌ترین مشخصه‌های تابع فاصله ستانده است (۵).

برآورد کارایی و عملکرد زیست‌محیطی در دو حالت آلاینده به عنوان نهاده در فرایند تولید و آلاینده به صورت محصول نامطلوب تولیدشده در جریان تولید، بررسی شده است و برای هر یک روش‌های ویژه‌ای از اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی ریاضی ارائه شده است. در این مطالعه از روش اقتصادسنجی برای بررسی کارایی زیست‌محیطی دامداری‌های گوشتی استفاده می‌شود.

در روش اقتصادسنجی به‌منظور بررسی ارتباط بین محصولات مطلوب و نامطلوب لازم است شکل تابعی مناسب تصریح شود. بنابراین برای تحمیل و الگوسازی اثرات مرتبه دوم نظیر قیود تحدب، می‌بایست شکل تابعی انعطاف‌پذیری بکار گرفته شود (۲۰). ویژگی مطلوب دیگر شکل تابع فاصله، اجازه دادن به اعمال قید همگنی است و ویژگی دیگر این است که جز ناکارایی به سهولت قابل محاسبه می‌باشد. چنین معیارهایی منجر به انتخاب شکل تابعی ترانسلوگ شده است (۲۱). رینهارد، تابع فاصله ترانسلوگ با سه نهاده، دو ستاده مطلوب و یک ستاده نامطلوب را به شکل زیر نشان داده است (۲۲):

$$\begin{aligned}LnD_0 = {} & \alpha_0 + \sum_{j=1}^{2}\alpha_{yj}Ln\,Y_{ij} + 0.5\sum_{j=1}^{2}\sum_{m=1}^{2}\alpha_{yjm}Ln\,Y_{ij}Ln\,Y_{im} + 0.5\ln Z_i^2 + \\ & \sum_{j=1}^{2}\beta_y Ln\,X_{ik} + 0.5\sum_{k=1}^{3}\sum_{l=1}^{2}\beta_{kj}Ln\,X_{ij}Ln\,X_{il} + 0.5\sum_{k=1}^{3}\sum_{j=1}^{2}\beta_{kyj}Ln\,Y_{ik}Ln\,Y_{ij} + \\ & \sum_{k=1}^{3}\beta_{kz}Ln\,X_{ik}Ln\,Z_i\end{aligned} \qquad (۱)$$

که در آن، D_{0i}، Y_i، Z_i و X_i به‌ترتیب سنجه تابع فاصله، بردار محصولات مطلوب، بردار محصول نامطلوب و بردار نهاده‌های مرسوم در تولید و α و β نیز ضرایب برآوردی می‌باشد.

کوئلی و پرلمن و موریسون و جانسون معتقدند که این قیود می‌تواند از طریق نرمال‌سازی تابع فاصله ستاده توسط یکی از محصولات، بدون آنکه ضرایب تخمینی متأثر شوند، اعمال گردد (۲۳ و ۲۴). اما مشکل اساسی برآورد اقتصادسنجی توابع فاصله‌ای، عدم‌مشاهده متغیر وابسته آن یعنی سنجه تابع فاصله ستاده می‌باشد که این مشکل با بکارگیری جز عدم‌کارایی u به صورت زیر رفع می‌شود:

$$\begin{aligned}D_0(X,Y,Z)\exp(u) = 1 \qquad (۲)\\ \rightarrow LND_0(X,Y,Z)\\ + u = 0\end{aligned}$$

پس از اعمال قیود همگنی خطی، افزودن جمله خطای تصادفی V_i، بازنویسی سنجه فاصله $Ln\,D_{0i}$ به صورت $-u_i$، تابع فاصله نرمال شده به شکل زیر قابل بازنویسی می‌باشد:

$$\begin{aligned}-LnY_{i1} = {} & \alpha_0 + \alpha_{y2}LnY_{i2}^* + \alpha_2 LnZ_i^* + 0.5\alpha_{y2y2}(LnY_{i2}^*)^2 + 0.5\alpha_{Zz}(LnZ_i^*)^2 + \\ & \alpha_{y2z}LnY_{i2}^*LnZ_i^* + \sum_{i=1}^{3}\beta_k LnX_{ik} + 0.5\sum_{k=1}^{3}\sum_{l=1}^{3}\beta_{kl}LnX_{ij}LnX_{il} + \\ & 0.5\sum_{k=1}^{3}\sum_{lj=1}^{2}\beta_{kyj}LnY_{ik}LnY_{ij} + \sum_{k=1}^{3}\beta_{kz}LnX_{ik}LnZ_i + u_i + v_i\end{aligned} \qquad (۳)$$

در این رابطه، $Y^*_{i2}=Y_{i2}/Y_{i1}$، $Z^*_i=Z_i/Y_{i1}$، V_i جمله اخلال تصادفی با توزیع نرمال $V_i\sim N(0,\sigma^2)$، u_i جمله اخلال تصادفی غیرمنفی $u_i\sim N^+(\mu,\sigma^2)$ و μ نیز یکی از ضرایب برآوردی الگو می‌باشد. کارایی فنی، طی مراحلی که در ادامه خواهد آمد، بدست می‌آید (۲۲).

ابتدا رابطه (۳) را باتوجه به مقادیر داده‌ها و با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی برآورد کرده سپس باتوجه به جمله خطای u_i حاصل از برآورد رگرسیون، مقادیر کارایی فنی از طریق رابطه $Ln\,TE_i=e^{-ui}$ محاسبه می‌شود. در این رابطه،

در این رابطه، $Z^*_i=Z_i/Y_{i1}$، $Y^*_{i2}=Y_{i2}/Y_{i1}$، V_i جمله اخلال تصادفی با توزیع نرمال $V_i\sim N(0,\sigma^2)$، u_i جمله اخلال تصادفی غیرمنفی $u_i\sim N^+(\mu,\sigma^2)$ و μ نیز یکی از ضرایب برآوردی الگو می‌باشد. کارایی فنی، طی مراحلی که در ادامه خواهد آمد، بدست می‌آید (۲۲).

ابتدا رابطه (۳) را باتوجه به مقادیر داده‌ها و با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی برآورد کرده سپس باتوجه به جمله خطای u_i حاصل از برآورد رگرسیون، مقادیر کارایی فنی از طریق رابطه $TE_i=e^{-u_i}$ Ln محاسبه می‌شود.

پس از برازش الگوی، ضرایب مفقودی مورد بازیابی قرار می‌گیرد. ضرایب مفقودی ضرایبی هستند که در تابع فاصله اصلی وجود دارد، اما به واسطه اعمال شرط همگنی در شکل برآوردپذیر (تابع فاصله نرمال‌شده) حذف شده‌اند. این ضرایب را می‌بایست پس از برآورد الگو و بر اساس معادلات همگنی استخراج گردند. ضرایب مفقودی با استفاده از معادلات همگنی و تقارن قابل محاسبه می‌باشند (۵).

باتوجه به اینکه بدون در اختیار داشتن قیمت محصولات نامطلوب، استفاده از بسیاری دستاورد ها در زمینه سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی و بدست آوردن کارایی زیست‌محیطی غیر ممکن است، لذا برآورد قیمت سایه‌ای محصولات نامطلوب از اهمیت خاصی برخوردار است. از سوی دیگر می‌توان قیمت سایه‌ای تخمینی را به عنوان هزینه تحمیل شده به جامعه در نتیجه تولید محصول نامطلوب در نظر گرفت. بنابراین باتوجه به اهمیت این موضوع، به منظور برآورد قیمت سایه‌ای محصولات نامطلوب از تابع فاصله‌ای استفاده خواهد شد.

برآورد قیمت سایه‌ای محصولات نامطلوب به معنی درنظر گرفتن فرض برابری قیمت سایه‌ای محصولات مطلوب با قیمت بازاری آن‌ها می‌باشد. بر اساس مطالعه هدلی، برای محاسبه قیمت سایه‌ای محصولات نامطلوب ابتدا می‌بایست تابع درآمد برآورد شود (۲۵). درصورتی که بردار قیمت محصولات با $P=(P_Y,P_Z)$ نشان داده شود، تابع درآمد می‌تواند به صورت زیر تعریف شود:

$$R(X,P)=\max\{P_Y Y+P_Z Z:(Y,Z)\in P(X)\} \quad (۴)$$

شفارد نشان داد که تابع درآمد $R(X,P)$ و تابع فاصله ستاده $D_0(X,Y,Z)$، دوگان یکدیگر بوده و لذا هر یک می‌تواند برحسب دیگری توضیح داده شود (۲۶):

$$R(X,P)=\max\{P_Y Y+P_Z Z: D_0(X,Y,Z)\le 1\} \quad (۵)$$

$$D_0(X,Y,Z)=\max\{P_Y Y+P_Z Z: R(X,P_Y,P_Z)\le 1\}=\min\{\theta:(Y/\theta,Z/\theta)\in P(X),\theta>0\} \quad (۶)$$

در صورتی که توابع فوق مشتق‌پذیر باشند، از حل لاگرانژ مسئله (۶)، می‌توان به رابطه (۷) دست یافت (۲۷):

$$(P_Y,P_Z)=R(X,P_Y,P_Z)\nabla_{X,Z}D_0(X,Y,Z) \quad (۷)$$

در این صورت، نمایش بردار قیمت‌های محصول حداکثر درآمد، به شکل $P^*(X,Y,Z)$ حاصل می‌شود. فلگی، لم شفارد را با مسئله حداکثرسازی درآمد بکارگرفته و رابطه زیر ایجاد شد (۲۷):

$$\nabla_{X,Z}D_0(X,Y,Z)=P^\circ(X,Y,Z) \quad (۸)$$

با جانشینی رابطه (۸) در (۷) رابطه زیر بدست خواهد آمد:

$$(P_Y,P_Z)=R(X,P_Y,P_Z)P^\circ(X,Y,Z) \quad (۹)$$

در این صورت، بردار $P^*(X,Y,Z)$ می‌تواند قیمت سایه‌ای تعدیل شده محصولات تعبیر شود. همچنین محاسبه قدرمطلق قیمت های سایه‌ای نیازمند آگاهی از حداکثر درآمد $R(P_Y,P_Z,X)$ می‌باشد. لذا در خصوص مقادیر قیمت‌های سایه‌ای یا مقدار حداکثر درآمد، چندین مورد فرض می‌شود.

فلگی در تحلیل خود فرض کرده است که قیمت‌های مشاهده‌شده بازاری محصول مطلوب با قدرمطلق قیمت سایه‌ای شان برابر است. همچنین ممکن است فرض شود که حداکثر درآمد معادل درآمد مشاهده شده است (۲۷). بر این اساس، قدرمطلق قیمت سایه‌ای محصولات نامطلوب نیز به صورت زیر بدست می‌آید:

$$P_Z = R(X, P_Y, P_Z)[\partial D_0(X, Y, Z)/\partial Z] = P_Y \frac{[\partial D_0(X, Y, Z)/\partial Z]}{[\partial D_0(X, Y, Z)/\partial Y]} \quad (۱۰)$$

یعنی نسبت قیمت سایه‌ای محصول مطلوب به قیمت سایه‌ای محصول نامطلوب توسط شیب تابع فاصله مرزی در محصول ترکیبی مشاهده‌شده منعکس می‌شود (۲۸):

$$\frac{[\partial D_0(X, Y, Z)/\partial Z]}{[\partial D_0(X, Y, Z)/\partial Y]} = \frac{P_Z}{P_Y} \quad (۱۱)$$

هرچه محصول نامطلوب مضرتر و خطرناک‌تر باشد، قدرمطلق P_Z بزرگتر و در نتیجه اندازه کارایی زیست‌محیطی کوچکتر خواهد بود (۵).

در این مطالعه به منظور بررسی کارایی فنی دامداری‌های گوشتی از روش تحلیل مرزی تصادفی با بهره‌گیری از روش حداکثر درستنمایی و استفاده از نرم‌افزار اقتصادسنجی ویژه توابع مرزی FRONTIER استفاده خواهد شد. اگرچه در بیشتر مطالعات مربوط به ارزیابی کارایی فنی از روش‌های دیگری مانند روش تحلیل پوششی داده‌ها (که روشی ناپارامتری است) استفاده شده، اما روش تحلیل مرز تصادفی دارای این مزیت است که امکان بررسی سطح معنی‌داری ضرایب (متغیرها) در آن وجود دارد.

در روش الگوهای مرزی تصادفی، این ایده مدنظر بوده است که ممکن است انحرافات از مرز تولید تحت کنترل مدیر واحد تولیدی نباشد. به عنوان مثال با درنظر گرفتن الگوی مرزی معین، ممکن است تحلیلگر، آثار پیامدهای غیرمنتظره نظیر خراب‌شدن یک دستگاه و یا شرایط نامساعد جوی را صرفاً ناشی از عدم کارایی واحد تولیدی بداند. این درحالی است که مسائلی مانند خطای اندازه‌گیری متغیرها و خطای تصریح الگو نیز اثر خود را در مقادیر محاسبه شده کارایی نشان می‌دهند. در این راستا و به‌منظور رفع عیوب مرزی معین، الگوی مرزی تصادفی ارائه شده توسط گرین استفاده گردید (۲۸).

در الگوی گرین، v_i می‌تواند هر عددی را به خود اختصاص دهد. در واقع v_i شامل اثر کلیه عوامل تصادفی مؤثر بر تولید بوده و بر مبنای الگوهای رگرسیون کلاسیک، برای آن توزیع متقارنی نظیر توزیع نرمال معمولی فرض می‌شود (۲۸):

$$y_i = f(X_i)TE_i e^{v_i}$$
$$LNy_i = \alpha + \beta' X_i + (v_i + u_i) = \alpha + \beta' X_i + \varepsilon_i \quad (۱۲)$$

از طرف دیگر، u_i بیان‌کننده میزان عدم کارایی فنی بنگاه iام بوده و مانند سایر الگوهای قبلی $u_i>0$ می‌باشد. همچنین فرض می‌شود که هر دو جز پسماند، توزیع مستقل و یکسانی را در میان مشاهدات دارند. در این وضعیت، متوسط عدم‌کارایی در توزیع متقارنی منعکس می‌شود. مقداری که به آسانی و با استفاده از نتایج OLS و با گشتاور سوم اجزای اخلال قابل برآورد می‌باشد. به‌منظور برآورد حداکثر درستنمایی از الگوی مرزی تصادفی، لازم است فرض‌هایی در ارتباط با توزیع u_i و v_i در نظر گرفته شود. در این صورت، مانند الگوهای رگرسیون کلاسیک، فرض می‌شود که v_i دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ_v^2 است

سنجه دیگری که در این پژوهش مورد استفاده قرار خواهد گرفت، کارایی بکارگیری نهاده می‌باشد. کارایی به کارگیری منابع در واقع نشان‌دهنده نسبت درآمد فعلی به حداکثر درآمد موجه در وضعیتی که بنگاه به لحاظ زیست‌محیطی و فنی کارا باشد، است (۲۹):

$$RE_V(Y_V, Z_V, X, P_Y, P_Z) = \frac{(P_Y Y_V + P_Z Z_V)}{R(X, P)} \quad (۱۳)$$

کارایی بکارگیری منابع قادر است که کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی را با یکدیگر تلفیق کند. بر این اساس، کارایی بکارگیری نهاده می‌تواند به دو جز کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی تفکیک شود:

$$RE_V(Y_V, Z_V, X, P_Y, P_Z) = TE_V(Y_V, Z_V, X) \times EE_V(Y_V, Z_V, X, P_Y, P_Z) \quad (۱۴)$$

در نهایت کارایی زیست‌محیطی برای کلیه واحدهای تولیدی، از حاصل تقسیم مقادیر کارایی بکارگیری نهاده به مقدار کارایی فنی و براساس رابطه $EE_i = \frac{RE_i}{TE_i}$ بدست می‌آید.

بر اساس اهداف این مطالعه، به بررسی کارایی زیست‌محیطی و قیمت سایه‌ای آلاینده‌های منتشره توسط گاوداری‌های گوشتی استان خوزستان پرداخته می‌شود. لازم است که ابتدا ارتباط بین محصولات مطلوب و نامطلوب تصریح شود (رابطه ۳). سپس مقادیر کارایی فنی محاسبه می‌شود (رابطه ۱۲). از سوی دیگر با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین کاربردهای تابع فاصله‌ای، استفاده از آن به عنوان برآورد قیمت سایه‌ای محصولات نامطلوب می‌باشد. با استفاده از روابط (۷) تا (۱۱) قیمت سایه‌ای آلاینده‌ها محاسبه خواهد شد و از سوی دیگر کارایی بکارگیری منابع بدست خواهد آمد (رابطه ۱۳) و سپس کارایی زیست‌محیطی از طریق حاصل تقسیم مقادیر کارایی بکارگیری نهاده به مقدار کارایی فنی بدست خواهد آمد (رابطه ۱۴).

یافته‌ها

امروزه توسعه دامداری‌ها در ایران یک ضرورت اقتصادی است زیرا با توجه به تقاضای روز افزون بازارهای مصرف، ضروری است که در ایران نیز به این صنعت توجه خاص شود تا ضمن برآورده کردن نیاز مصرفی داخل کشور، سهم بسزایی نیز در اشتغال پایدار و صادرات داشته باشد. استان خوزستان دارای ۵۰۰۱۲ واحد دامپروری دارای پروانه کسب فعال است (۳۲). واحدهای دامپروری استان خوزستان در اکثر شهرهای استان مانند شهرستان‌های آبادان، اهواز، باوی، خرمشهر، دزفول، دشت آزادگان، شادگان، شوش و شوشتر قرار دارند که تعداد واحدها هر شهرستان و میزان تعداد دام آنها در سال ۱۳۹۴، در جدول (۱)، آمده است (۳۰).

برای بررسی کارایی فنی و زیست محیطی گاوداری‌های گوشتی استان خوزستان، در ابتدا، پس از تکمیل ۶۰ پرسشنامه در سال ۱۳۹۴، آمارهای توصیفی متغیرهای مورد بررسی در پرسشنامه با استفاده از نرم‌افزار Spss21 بررسی شده است. متغیرهای سن، سابقه، تحصیلات و وضعیت اشتغال مدیران به عنوان متغیرهای اجتماعی مدیران واحدهای گاوداری مورد بررسی قرار گرفته است.

براساس نتایج حاصل از پرسشنامه‌های تکمیل‌شده از مدیران واحد دامپروری‌ها استان خوزستان که در جدول (۲) آورده شده است، میانگین سن مدیران واحد دامپروری‌ها ۳۰/۳۷ سال و میانگین سابقه آنها در امر اداره واحد دامپروری ۹/۴۸ سال است.

جدول ۱- تعداد بهره‌برداران و تعداد دام به تفکیک شهرستان

Table 1. Number of Livestock Owners and Livestock by County

شهرستان	تعداد گاو و گوساله			
	بهره	جمع	ماده	نر
آبادان	۱۱۲۲	۴۰۰۷	۳۰۲۲	۹۸۵
آغاجاری	۱۰۳	۳۶۸	۳۱۲	۵۶
امیدیه	۹۴۵	۷۰۴۶	۳۶۰۸	۳۴۳۸
اندیکا	۲۵۲۲	۸۰۸۷	۶۹۳۲	۱۱۵۵
اندیمشک	۷۸۸	۵۰۱۸	۴۲۷۷	۷۴۱
اهواز	۳۴۳۷	۱۹۰۴۴	۱۵۵۲۵	۳۵۱۹
ایذه	۴۷۱	۱۵۵۹۵	۱۲۷۲۸	۲۸۶۷
باغملک	۳۲۴۶	۱۲۴۱۱	۱۰۴۰۹	۲۰۰۲
باوی	۱۸۱۹	۸۰۴۴	۶۹۷۷	۱۰۶۷
بندر ماهشهر	۹۱۷	۷۱۹۲	۵۱۹۴	۱۹۹۹
بهبهان	۲۲۱۶	۲۰۳۰۶	۱۱۳۱۵	۸۹۹۲
حمیدیه	۱۳۳۴	۷۸۵۲	۵۶۴۷	۲۲۰۵
خرمشهر	۶۲۵	۲۶۱۹	۱۷۶۳	۸۵۶
دزفول	۲۱۷۷	۱۴۲۲۰	۱۱۸۲۳	۲۳۹۷
دشت آزادگان	۱۸۶۵	۹۴۴۳	۷۱۱۳	۲۳۳۰
رامشیر	۱۲۳۷	۴۷۶۹	۴۱۶۵	۶۰۴
رامهرمز	۲۱۹۵	۱۱۲۲۶	۶۷۳۱	۴۴۹۵
شادگان	۳۴۰۱	۲۹۶۸۵	۲۳۷۷۰	۵۹۱۶
شوش	۵۱۶۶	۲۹۱۳۵	۲۴۷۳۲	۴۴۰۳
شوشتر	۳۳۴۷	۱۷۷۵۲	۱۵۳۸۶	۲۳۶۶
کارون	۱۳۵۷	۷۳۵۸	۶۰۳۶	۱۳۲۳
گتوند	۱۰۸۱	۴۱۱۲	۳۵۵۲	۵۶۰
لالی	۱۱۸۵	۳۰۶۲	۲۷۱۵	۳۴۷
مسجدسلیمان	۸۶۷	۵۴۶۸	۴۱۷۷	۱۲۹۱
هفتکل	۵۴۹	۲۱۳۵	۱۷۹۵	۳۳۹
هندیجان	۶۸۱	۲۹۹۴	۲۲۵۶	۷۳۹
هویزه	۱۰۹۱	۵۲۳۲	۴۲۷۶	۹۵۶

مأخذ: آمارنامه کشاورزی استان خوزستان (۲)

جدول۲- آماره‌های توصیفی سن و سابقه مدیران واحد دامپروری

Table 2. Descriptive Statistics of Ag and Experience of Livestock Unit Managers.

نام متغیر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	کمینه	بیشینه
سن	۳۰/۰۷	۹/۵۶	۰/۳۱	۲۲	۷۱
سابقه	۹/۴۸	۳/۳۸	۰/۳۵	۴	۱۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر ا ساس پر س شنامه تکمیلی، ۲/۶ در صد از مدیران زیردیپلم، ۲۶/۹۵ در صد دیپلم، ۲۰/۸ در صد فوق دیپلم و ۴۰/۲۷ در صد آنها، دارای مدرک تحصیلی لیسانس هستند. پس از بررسی آمار های توصیفی و باتوجه به مباحثی که در بخش روش پژوهش بیان شده است، در این مطالعه، به منظور برآورد کارایی فنی و زیست‌محیطی از الگوی مرز تصادفی با بهره‌گیری از روش حداکثر در ستنمایی و نرم‌افزار اقتصاد سنجی ویژه توابع مرزی FRONTIER استفاده شده است. در این مطالعه پس از برازش توابع تولید متعدد شکل تابعی ترانسلوگ از بین توابع دیگر انتخاب شده است.

ضرایب اصلی تابع فاصله ستاده از طریق برآورد الگوی مرزی تصادفی فرم تابعی ترانسلوگ با یک ستانده مطلوب (میزان تولید گوشت قرمز، Y_1)، پنج نهاده (تعداد گاو-g-، میزان علوفه-O-، کنسانتره –K-، نیروی کار –N- و انرژی –E-) و دو ستانده نامطلوب (فسفر -Y_2-، نیتروژن -Y_3-) روی اطلاعات مربوط به واحدهای دامپروری استان خوزستان با بهره‌گیری از روش حداکثر راستنمایی صورت گرفته است. لازم به ذکر است که برای محاسبه فسفر و نیتروژن از روابط مطالعه هالمن و همکاران استفاده شده است. بر اساس مطالعه آن‌ها، میزان فسفر و نیتروژن با استفاده از اطلاعات مربوط به ماده خشک مصرفی، میزان پروتئین و فسفر خام جیره، وزن گاو، تعداد گاو گاوداری‌ها محاسبه می‌شود (۳۱).

جدول (۳)، نتایج مربوط به برآورد الگوی مرز تصادفی شکل تابعی ترانسلوگ را نشان می‌دهد. در این جدول آماره نسبت درستنمایی الگوی برازش‌شده معنی‌داری کلی رگرسیون را نشان می‌دهد. همچنین آزمون معنی‌داری جزئی رگرسیون نشان می‌دهد که ۲۸ ضریب برآوردی در سطوح ۱۰، ۵ و ۱ درصد معنی‌دار هستند. همچنین در این الگوی برازش‌شده -sigma squared که ضرایب مربوط به توزیع جزء اخلال تصادفی الگو می‌باشد، بر اساس آزمون تعمیم‌یافته نسبت راستنمایی ملاحظه می‌گردد که معنی‌دار می‌باشد از این رو می‌توان استنباط کرد که روش حداکثر راستنمایی به روش حداقل مربعات معمولی ترجیح دارد. ضمن آنکه اختلاف بین واحدها صرفاً ناشی از عوامل خارج ازکنترل مدیر نیست و مقادیرکارایی فنی دارای توزیع تصادفی است و از طریق برآورد تابع مرز تصادفی قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۳- برآورد اقتصادسنجی تابع ترانسلوگ مرزی تصادفی فاصله ستانده نرمال‌شده

Table 3. Estimating of theOutput Normalized Stochastic Frontie Translog Function

متغیر	ضریب	ضریب t	متغیر	ضریب	ضریب t
عرض از مبداء	۴۹۰۵/۸۱***	۵۱۰۱/۹۵	E^2	۱۹۵/۶۲***	۱۲۶۴/۱۶
Y_1	-۳۰/۳۸	#	$Y_2 \times Y_3$	-۰/۴۸	-۰/۶۸
Y_2	۹/۸۶***	۱۰/۵۸	$Y_2 \times G$	۲/۵۵***	۲/۷۵
Y_3	۲۱/۵۲***	۲۲/۸۱	$Y_2 \times O$	-۲/۰۸***	-۲/۹۳
G	۴۸/۶۹***	۵۱/۰۷	$Y_2 \times K$	-۱/۳۹**	-۲/۰۲
O	۸/۰۷***	۸/۷۵	$Y_2 \times N$	۳/۲۵***	۳/۴۷
K	۱۲/۶۹***	۱۳/۶۳	$Y_2 \times E$	-۳/۷۵***	-۸/۹۹
N	-۸۵/۹۸***	-۹۰/۶۵	$Y_3 \times G$	-۰/۹۹	-۱/۰۲
E	-۱۹۵۹/۳۱***	-۲۷۲۶/۶۷	$Y_3 \times O$	-۰/۸۲	-۰/۸۷
Y_1^2	۰/۷۸	#	$Y_3 \times K$	۰/۳۳	۰/۳۵
$Y_1 \times Y_2$	۰/۴۰	#	$Y_3 \times N$	۳/۴۱***	۳/۴۳
$Y_1 \times Y_3$	۰/۳۸	#	$Y_3 \times E$	-۸/۵۵***	-۱۵/۳۴
$Y_1 \times G$	-۱/۵۶	#	G×O	-۲/۶۸***	-۲/۸۱
$Y_1 \times O$	۲/۹	#	G×K	-۰/۸۴	-۰/۹۰
$Y_1 \times K$	۱/۰۶	#	G×N	۵/۹۸***	۶/۱۲
$Y_1 \times N$	-۶/۶۶	#	G×E	-۱۹/۴۶***	-۲۵/۹۵
$Y_1 \times E$	۱۲/۳	#	O×K	۳/۴۵***	۳/۶۵
Y_2^2	۰/۰۰۸	۰/۱۰	O×N	-۷/۱۹***	-۷/۴۷
Y_3^2	۰/۱۰	۰/۵۹	O×E	-۳/۸۳***	-۷/۲۹
G^2	۰/۹۱	۱/۱۹	K×N	-۴/۸۷***	-۵/۰۵
O^2	۰/۸۴**	۲/۴۴	K×E	-۴/۳۱***	-۶/۲۷
K^2	-۱/۰۷**	-۲/۲۴	N×E	۳۵/۰۴***	۵۵/۴۱
N^2	۴/۶۲***	۵/۰۰	gamma	۰/۶۵×۱۰$^{-۳}$	۰/۱۱
sigma-squared	۰/۵۹×۱۰$^{-۲}$***	۵/۱۹			
LLF = ۳۷/۶۸			λ_{LRT}=mixed χ^2=۸/۱۰***		

ماخذ:یافته های تحقیق (*، ** و*** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

(# پارامترهای مفقودی)

باتوجه به اینکه بدون در اختیار داشتن قیمت محصولات نامطلوب، استفاده از بسیاری دستاورد ها در زمینه سیاست گذاری های زیست‌محیطی و تعیین مالیات زیست‌محیطی کارا غیر ممکن است، لذا برآورد قیمت سایه‌ای محصولات نامطلوب از اهمیت خاصی برخوردار است. از سوی دیگر می‌توان قیمت سایه‌ای تخمین‌زده شده را به عنوان هزینه

تحمیل شده به جامعه در نتیجه تولید محصول نامطلوب در نظر گرفت. بنابراین باتوجه به اهمیت این موضوع، به منظور برآورد قیمت سایه‌ای محصولات نامطلوب از تابع فاصله‌ای استفاده خواهد شد، زیرا یکی از مهم‌ترین کاربردهای تابع فاصله‌ای استفاده از آن به عنوان برآورد قیمت سایه‌ای محصولات نامطلوب می‌باشد. در این قسمت پس از برازش الگوی، بازیابی و محاسبه ضرایب مفقودی قیمت‌های سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی تک‌تک بنگاه‌ها محاسبه شده است. جدول (۴) متوسط قیمت‌های سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی را نشان می‌دهد.

جدول ۴- میانگین قیمت‌های سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی (هزار ریال در هر تن)

Table 4. Average Shadow Prices of Environmental Pollutants (Thousand Rials per Ton)

آلاینده	میانگین قیمت سایه‌ای
نیتروژن	-۱۳۳۱/۸۳
فسفر	-۱۷۰۹/۶۵

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همانطور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، میانگین قیمت سایه‌ای یک تن نیتروژن و فسفر به ترتیب ۱۳۳۱/۸۳ و ۱۷۰۹/۶۵ هزار ریال می‌باشد. لذا باتوجه به اینکه هر واحد تولیدی به منظور کاهش آلاینده‌ها باید سطح تولید کل را کاهش دهد که در نتیجه آن، ستانده مطلوب کمتری تولید شود و یا روش‌هایی برای کاهش آلودگی به کار برد که به نوبه خود هزینه‌بر است. هزینه فرصت کاهش یک تن نیتروژن و فسفر به ترتیب ۱۳۳۱/۸۳ و ۱۷۰۹/۶۵ هزار ریال می‌باشد. به عبارت‌دیگر برای کاهش یک تن نیتروژن و فسفر به ترتیب ۱۳۳۱/۸۳ و ۱۷۰۹/۶۵ هزار ریال کاسته شود یا به همین میزان به ارزش نهاده‌های مصرفی افزوده گردد.

با توجه به نقش مطالعات کارایی در فراهم‌سازی زمینه لازم برای تجدیدنظر در اهمیت نسبی اجزای تولید، اصلاح سیاست‌ها و مدیریت منابع، این مطالعه به بررسی کارایی فنی واحدهای دامپروری استان خوزستان پرداخته است. کارایی فنی باتوجه به اینکه امروزه در سبد غذایی مصرف‌کنندگان آنچه بیش از هر ماده دیگر حلقه تغذیه انسان را کامل می‌کند مواد پروتئینی بخصوص نوع حیوانی است که می‌بایست آن را در بخش دامپروری به‌عنوان یکی از زیر شاخه‌های بخش کشاورزی نشان‌دهنده میزان توانایی یک بنگاه در حداکثرسازی تولید با توجه به عوامل تولید مشخص می‌باشد. جدول (۵)، میزان کارایی فنی واحدهای دامپروری استان را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود میانگین کارایی فنی مزارع پرورش گاو گوشتی ۰/۹۹ می‌باشد.

سنجه دیگری که در این پژوهش مورد استفاده قرار خواهد گرفت، کارایی بکارگیری نهاده می‌باشد. جدول (۵)، کارایی بکارگیری نهاده را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود میانگین کارایی به‌کارگیری نهاده واحدهای دامپروری استان خوزستان ۰/۲۹ می‌باشد. در واقع این میزان کارایی زیست‌محیطی بیانگر این است که واحدهای دامپروری استان خوزستان از کارایی زیست‌محیطی نسبتاً پایینی برخوردار هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

جست‌وجو نمود. در ایران سهم کشاورزی به عنوان یکی از بخش‌های مهم اقتصادی از تولید ناخالص ملی حدود ۸/۱ درصد است که از این میزان، حدود ۳۷/۷ درصد مربوط به دامپروری می‌باشد (۳۲).

جدول ۵- میزان کارایی فنی، کارایی بکارگیری نهاده و کارایی زیست‌محیطی واحدهای دامپروری

Table 5. Technical Efficiency, Input Efficiency, and Environmental Efficiency of Livestock Farming Units

کارایی	میانگین	حداکثر	حداقل
فنی	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۵
بکارگیری نهاده	۰/۲۹	۰/۹۹	۰/۰۶
زیست‌محیطی	۰/۲۹	۱	۰/۰۶

ماخذ: یافته‌های تحقیق

پس می‌توان استدلال نمود کشاورزی و دامپروری لازمه یکدیگرند و بقاء و حیات هر یک وابسته به دیگری و گسستگی آنها امری محال است. مزیت بخش دامپروری این است که حتی محصولات بسیار کم ارزش کشاورزی از جمله کاه، کنجاله سویا، کنجاله تخم پنبه و سبوس را به محصولات با ارزش و پروتئینی مانند شیر، گوشت، تخم مرغ و ... مبدل می‌کند. این به معنی آن است دامپروری با کمترین فشار به بخش کشاورزی بیشترین و با ارزش‌ترین محصول و فرآورده را تولید می‌کند. صنعت دامپروری به عنوان یکی از زیر مجموعه‌های زراعت در سطح جهانی و بین‌المللی از رشد و گسترش چشم‌گیری برخوردار بوده و کارآفرینی آن در اشتغال‌زایی، ایجاد ارزش افزوده، محوریت در توسعه، تغذیه بشر، سلامت انسان و جامعه و بطور کلی نقش بی‌بدیل آن در اقتصاد باعث گشته همواره مورد حمایت و توجه دولت‌ها و کشورهای توسعه‌یافته یا در حال توسعه قرارگیرد. این در حالی است که همواره دامداری ها دارای مقادیر فراوانی ضایعات می‌باشند که در آلودگی محیط‌زیست بسیار مؤثر است. بنابراین مدیران و سیاست‌گذاران بایستی با شناخت صحیح‌تر از اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی دامداری‌ها، سیاستی مناسب در جهت بهبود و ارتقا وضعیت موجود و کاهش هزینه‌هایی که به محیط‌زیست تحمیل می‌کنند، ارائه نمایند. لذا با توجه به نتایج مطالعه حاضر به منظور ارتقا و بهبود کارایی های فنی و زیست‌محیطی پیشنهاد می‌گردد که برنامه‌ریزی در راستای استفاده از ظرفیت‌های موجود به منظور افزایش سطح تولید و بهبود وضعیت زیست‌محیطی صورت پذیرد. باتوجه به نقش و جایگاه تحقیقات کاربردی به ویژه تحقیقات زیست‌محیطی، کمبود و هزینه‌بر بودن آمار و اطلاعات لازم مربوط به میزان آلاینده‌های منتشر شده توسط واحدهای تولیدی، لازم است که سازمان‌های نظارتی مربوطه و مرکز آمار، اندازه‌گیری، ثبت و گزارش مستمر اطلاعات زیست‌محیطی واحدهای تولیدی را در دستور کار خود قرار دهند. همچنین سازمان‌های نظارتی می‌توانند با توجه به این آمار و اطلاعات و استفاده از روش‌های ارائه‌شده بطور مستمر به ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی واحدهای تولیدی بپردازند. برنامه‌ریزی در راستای استفاده از ظرفیت های موجود به منظور افزایش سطح تولید و بهبود وضعیت زیست‌محیطی صورت پذیرد. همچنین به منظور جلوگیری از تصمیم‌گیری‌های نادرست در عرصه مدیریت و توسعه فعالیت‌های اقتصادی بدون توجه مسائل زیست‌محیطی، برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران، علاوه بر کارایی فنی، کارایی زیست‌محیطی را از معیارهای توسعه و گسترش فعالیت‌ها خود قرار دهند.

References

1. Ghorbani M, Darijani A, Kouchaki AR, Motalebi M. Estimation of environmental costs of greenhouse gases emission in Mashhad dairy farms. Agricultural Economics and Development. 2009; 17(2(66)):43-64. (In Persian)
2. Agricultural statistics of Khuzestan province. Vice-Chancellor of Livestock Product Improvement, Annual report. 2014 and 2016. (In Persian)
3. Food and Agricultural Organization. Annual Report. 2014. [Internet] [cited

2023 Sep 17]. Available from: www.FAO.org

4. Khosravi M, Nowrozi R. A systematic estimation of methane emissions during the statistical period 1375 to 1385. 4th Iran Climate Change Conference, Niro Research Institute, Tehran. 1389. (In Persian)
5. Darijani A, Sharzehei GA, Yazdani S, Peykani Machiani GR, Sadr Alashrafi SM. Estimation of environmental efficiency by stochastic frontier analysis: a case study of livestock slaughterhouses in Tehran province. Agricultural Economics and Development. 2005; 13 (3(51)):113-34. (In Persian)
6. Nikbakht A, Fathi M, Dehghanian F, Mansour S. Presenting a method to evaluate environmental efficiency using data envelopment analysis method. The 6th International Industrial Engineering Conference. 2017. (In Persian)
7. Nguyen VH, Shashi K, Virginia M. Shadow prices of environmental outputs and production efficiency of household-level paper recycling units in Vietnam. Ecological Economics. 2008; 65:98-110.
8. Färe R, Grosskopf S, Lovell CAK, Pasurka C. Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach. Review of Economics and Statistics. 1989; 71:90-8.
9. Darijani A. Evaluation of technical and environmental efficiency of livestock slaughterhouses in Tehran province [dissertation]. University of Tehran; 2014.
10. Molaei M, Sani F. Estimation of technical and environmental efficiency of dairy farms in Sarab County (data envelopment analysis approach). Journal of Animal Science Research. 2016; 25 (4):141-55. (In Persian)
11. Molaei M, Sani F. Evaluating the impact of environmental pollutants on technical efficiencies of dairy farms using stochastic frontier analysis. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. 2017; 48 (1):35-42. (In Persian)
12. Shahbazi H. Green productivity of Iran with environmental approach. Sustainability, Development & Environment. 2020; 1(0):69-82. (In Persian)
13. Reinhard R, Lovell CAK, Thijssen GJ. Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables: estimated with SFA and DEA. European Journal of Operational Research. 2000; 121:287-303.
14. Coelli TJ. Formulation of technical, economic and environmental efficiency measures that are consistent with the materials balance condition. Institute for Agricultural and Fisheries Research, Social Science Unit. 2006 Mar 15.
15. Kuo HF, Tsou KW. Application of environmental change efficiency to the sustainability of urban development at the neighborhood level. Sustainability. 2015; 7: 10479-98.
16. Üstün K. Evaluating environmental efficiency of Turkish cities by data envelopment analysis. Global Nest Journal. 2015; 17 (2):281-90.
17. Hernández-del-Olmo F, Gaudioso E, Dormido R, Dur N. Energy and environmental efficiency for the N-ammonia removal process in wastewater treatment plants by means

of reinforcement learning. Energie. 2017; 9: 2-17.

18. Lee P, Park YJ. Eco-efficiency evaluation considering environmental stringency. Sustainability. 2017; 7:2-18.
19. Wu J, Wu Y, Bing W. Environmental efficiency and the optimal size of Chinese cities (May-June 2017). China & World Economy. 2017; 25 (3):60-86.
20. Reka L. Shadow price of air pollution emissions in the Czech energy sector estimation distance function. Institute of Economic Studies Faculty of Social Sciences Charles University in Prague. 2011.
21. Greene WH. Frontier production function. In: Pesaran MH, Schmidt P, editors. Handbook of Applied Econometrics, vol II: Microeconomics. Blackwell; 1997. p. 81-166.
22. Reinhard S, Lovell CAK, Thijseen GJ. Econometric estimation of technical and environmental efficiency: an application to Dutch dairy farms. American Journal of Agricultural Economics. 1999; 81:44-60.
23. Coelli TJ, Perelman S. Efficiency measurement, multi-output technologies and distance functions: with application to European railways. Crepp Working Paper 96/05. Centre de Recherche en Economie Publique ET Economie de la Population, Université de Liège; 1996.
24. Morrison CJ, Johnston WE. Efficiency in New Zealand sheep and cattle farming: pre and post reform. Paper presented at Georgia Productivity Workshop II, Athens GA; 1996.
25. Hadley D. Estimation of shadow prices for undesirable outputs: an application to UK dairy farms. American Agricultural Economics Association Annual Meeting, August 2-5, Salt Lake City, Utah; 1998.
26. Shepherd RW. Theory of cost and production function. Princeton University Press; 1970.
27. Tyteca D. Linear programming models for the measurement of environmental performance of firms: concepts and empirical results. Journal of Productivity Analysis. 1997; 8:97-183.
28. Greene WH. Maximum likelihood estimation of economic frontier functions. Journal of Economics. 1980; 13:27-56.
29. Greene WH. The econometric approach to efficiency analysis. In: Fried HO, Lovell CAK, Schmidt SS, editors. The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications. New York: Oxford University Press; 1993.
30. Ministry of Agriculture. 2014. Agricultural statistics of Khuzestan province. Animal Chapter. (In Persian)
31. Hollmann, M., K.F. Knowlton and M.D. Hanigan. 2008. Evaluation of solids, nitrogen, and phosphorus excretion models for lactating dairy cows, Journal of Dairy Science, 91: PP: 1245–1257.
32. Central Bank of Iran. 2015. Iran's National Accounts Report 2014-2015, based on 2015. www.cbi.ir