بررسی کارایی نهاده انرژی در کشت ذرت دانه‌ای به روش تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی: استان خوزستان)

بهناز ناظرانی[1]

b.nazerani۸۹@yahoo.com

چکیده

امروزه با توجه به رشد روز افزون جمعیت و سیاست‌گذاری دولت در ارتباط با دستیابی به خودکفایی محصولات کشاورزی، بهبود کارایی و بهره‌وری یکی از هدف‌های اساسی واحدهای تولیدی کشاورزی به‌شمار می‌ورد. در این راستا، این مطالعه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی کارایی فنی نهاده انرژی مزارع ذرت دانه‌ای استان خوزستان در طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۰ پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین کارایی فنی در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس کمتر از کارایی فنی در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس بوده و برای محصول ذرت دانه‌ای به ترتیب برابر ۸۶ و ۹۲ درصد می‌باشد. همچنین میانگین کارآیی نهاده انرژی محصول ذرت دانه‌ای در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب برابر با ۸۵ و ۹۲ درصد است. کارایی مقیاس و کارایی مقیاس نهاده انرژی نیز به ترتیب برابر ۰/۹۳ و ۰/۹۲ درصد می‌باشد که نشان می‌دهد بیش‌تر مزارع ذرت دانه‌ای استان خوزستان در یک مقیاس کارا عمل می‌کنند. همچنین نتایج نشان داد که امکان مصرف انرژی کمتر و تولید همان میزان محصول، در حالی که نهاده‌های دیگر ثابت باشند، وجود دارد. لذا با توجه به یافته‌ها به نظر می‌رسد که سیاست‌های جدید دولت در جهت حذف یارانه‌های الکتریسیته، سوخت و کود شیمیایی به صورت تدریجی، می‌تواند از مصرف بی‌رویه و غیر اصولی نهاده انرژی جلوگیری کند و کشاورزان را به سمت استفاده کاراتر از نهاده‌ها سوق دهد.

طبقه‌بندی JEL : C٦١،Q١٠

کلمات کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی انرژی، ذرت دانه‌ای، خوزستان

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران

مقدمه

باتوجه به الگوی مصرف هرکشوری، نقش مواد خوراکی در اقتصاد کشاورزی کشورها مشخص می‌شود البته مسئله حاصلخیزی کشت‌وصنعت و درنهایت صادرات آن ماده غذایی نیز بسیار در روند اقتصادکشاورزی اهمیت می‌یابد. رشد روزافزون جمعیت کشور و بالا رفتن سرانه مصرف نیز نقش اقتصادی مهمی را برای یک یا چند فرآورده کشاورزی ایفا می‌نماید. موضوعات الگوی مصرف، افزایش جمعیت و بالارفتن مصرف سرانه محدودیت هایی را ایجاد کرده است. الگوی مصرف درکشور ایران درحال حاضر، برتولید هرچه بیشتر شش فرآورده گندم، ذرت دانه‌ای، جو، برنج، شکر و روغن خوراکی فشار وارد می‌سازد. ذرت یکی از غلات مهم و پر محصول و دارای اهمیت در تغذیه می‌باشد. که از نظر سطح کشت بعد از گندم و برنج سومین غله به حساب می‌آید. میانگین تولید ذرت دانه‌ای ایران ۳۲ درصد از میانگین تولید جهانی این محصول فراتر است. به طور پیوسته بر اهمیت ذرت در صنایع تبدیلی روغن و انواع مواد غذایی و نشاسته و فرآورده‌های بسیاری که به عنوان غذای انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، تاکید می‌گردد. همچنین می‌توان گفت که تقریباً ۶۵ تا ۷۰ درصد جیره غذایی طیور کشور را ذرت دانه‌ای تشکیل می‌دهد و ذرت در واقع یک کالای استراتژیک و تعیین کننده در صنعت مرغداری ایران محسوب می‌شود. اما با توجه به اینکه ذخایر نفت جهان محدود بوده و در سال‌های آینده به اتمام خواهید رسید. بنابراین انسان در آینده مجبور به تولید غذای بیشتر با انرژی کم‌تری خواهد بود(تاکی و همکاران، ۱۳۹۵). در این راستا یکی از معیارهای کلیدی برای گزینش روش‌های راهبردی در رسیدن به این هدف، افزایش کارایی و بهره‌وری نهاده‌های مورد استفاده می‌باشد.

تجزیه انرژی برای مدیریت بهینه منابع کمیاب به منظور بهبود تولید کشاورزی ضروری بوده و از این راه فعالیت‌های تولیدی کارآمد و اقتصادی، مشخص می‌شود. از دیگر برتری‌های تجزیه انرژی، تعیین انرژی مصرفی در هر مرحله از فرآیند تولید و در واقع تعیین مراحلی که کمترین انرژی نهاده را نیاز داشته و همچنین فراهم آوردن مبنایی برای محافظت از منابع و همچنین کمک در زمینه مدیریت پایدار و سیاست‌گذاری‌های مربوطه می‌باشد(چادهری و همکاران، ۲۰۰۶). مطالعات نشان داده‌اند که طی پنج دهه اخیر مصرف انرژی در کشاورزی شدیداً افزایش پیدا کرده و کشاورزی مدرن در زمینه انرژی بسیار پرمصرف شده است. بیشتر انرژی مصرفی برای تولید محصولات کشاورزی بدلیل استفاده از نهاده‌هایی مانند ماشین‌آلات، سوخت‌های فسیلی، کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها است که استفاده نامناسب از این نهاده‌ها ضمن پایین آوردن کارآیی مصرف انرژی[۱] در تولید، باعث ایجاد مشکلاتی برای سلامتی انسان و محیط زیست نیز می‌شود. امروزه کشاورزان انرژی بیشتری مصرف می‌کنند تا عملکرد محصول خود را افزایش دهند، اما بدلیل دانش

[۱] Energy Use Efficiency

ناکافی و عدم مدیریت مناسب در مصرف نهاده‌های انرژی، به موفقیتی دست پیدا نمی‌کنند(احمدی و آقاعلیخانی، ۱۳۹۱).

تحقیقات زیادی در سراسر دنیا برای برآورد کارآیی مصرف انرژی و تعیین میزان بهینه مصرف انرژی در گیاهان مختلف، شرایط و سیستم‌های کشت متفاوت انجام شده است. داغستان و همکاران(۲۰۰۹) در مطالعه خود، کارآیی مصرف انرژی در تولید پنبه در ترکیه را ۲/۳۶ برآورد کردند. همچنین آنها در مطالعه خود مهمترین نهاده‌های انرژی‌بر را کود نیتروژن(۴۰/۲۸ درصد)، آب آبیاری(۲۲/۳۷ درصد) و گازوئیل (۱۷/۰۴ درصد) معرفی‌کردند. ییلماز و همکاران(۲۰۰۵) در مطالعه خود میزان کارایی نهاده انرژی را در کشت پنبه ۰/۷۴ گزارش کرده است. محمدی و مهری(۱۳۹۴) در مطالعه خود، متوسط کل انرژی نهاده های مصرفی برای تولید پسته در مزارع مورد بررسی برابر با ۱۲۹۴۱۱/۸ مگاژول برآورد کردند. همچنین نتایج آنها نشان داد که متوسط کارایی انرژی در این مزارع ۰/۴۱ است. عبدشاهی و همکاران(۱۳۹۲) در مطالعه خود با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها نشان دادند که نهاده آب مصرفی با ۷۹/۵ درصد بیشترین و نهاده نیروی انسانی با ۰/۲۴ درصد کمترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. همچنین آنها بهره‌وری انرژی، خالص افزوده انرژی و نسبت انرژی ستاده به به نهاده در کشت گندم به‌ترتیب برابر با ۰/۰۴۸، ۷۹/۳۴ و ۱/۶۳ برآورد کردند. بنابراین، امروزه با توجه به بحران انرژی، در بیشتر کشورهای پیشرفته و حتی در حال توسعه، انرژی وارده برای تولید محصولات مختلف کشاورزی در واحد سطح، بررسی و سعی شده است که با محاسبه شاخص کارایی انرژی، نظام کشاورزی از نظر مصرف انرژی بهینه شود. از این‌رو هدف از این مطالعه بررسی کارایی نهاده انرژی درکشت ذرت دانه‌ای در استان خوزستان با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد.

مواد و روش ها

شرایط رقابتی حاضر، مصرف بهینه نهاده‌ها و امکانات تولیدی ضرورت دارد. به منظور مصرف بهینه نهاده‌ها، کارآمدسازی واحدهای اقتصادی از اهمیت فراوانی برخوردار است. واحدهای کارآمد نه تنها منابع را هدر نمی‌دهد، بلکه تخصیص منابع را نیز به درستی انجام می‌دهد. یکی از عوامل موفقیت کشورهای پیشرفته، توجه به کارآمدی واحدهای اقتصادی است. تلاش اقتصادی بشر نیز همواره مبنی بر کسب حداکثر عملکرد با بکارگیری کمترین عوامل تولید بوده است. که این را می‌توان تلاش برای دستیابی به کارایی بالاتر نامید. کارایی[1] یکی از مهمترین شاخص های ارزیابی عملکرد بهینه واحدهای اقتصادی است. هر چند تعاریف متعددی از آن وجود دارد، اما وجه اشتراک تمام آنها این است که بنگاهی کارا می‌باشد که از ترکیب داده‌های معین بیشترین ستاده را بدست آورد(امیری و رئیس صفری،۱۳۸۴). به‌طور کلی کارایی

[1] Efficiency

یک مفهوم نسبی برای مقایسه بین عملکرد واقعی و عملکرد ایده‌آل است. اندازه‌گیری عملی کارایی با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی اولین بارتوسط چارنز، کوپر و رودس[1] در سال ۱۹۷۸ ارائه شد. آنها دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارآیی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این روش که مبتنی بر اصول بهینه سازی با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی است، بعدها با عنوان تحلیل فراگیر(پوششی) داده‌ها[2] شهرت یافت. زیرا در این روش کلیه داده‌ها تحت پوشش قرار می‌گیرند. این روش در واقع تعمیم کار فارل در ابداع اولین روش غیر پارامتری است. در این روش که به روش ناپارامتریک در برآورد کارایی مرسوم است، منحنی مرزی کارا از یک‌سری نقاط که توسط الگوی برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شوند، ایجاد می‌گردد. تشخیص این نقاط در دو وضعیت برقراری و عدم برقراری فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس صورت می‌گیرد. در اصل، در این روش با انجام یک‌سری بهینه سازی مشخص می‌شود که واحد تولیدی بر روی مرز کارایی و یا خارج مرز کارایی قرار دارد. همچنین با استفاده از این روش واحدهای تولیدی کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می‌شوند. همچنین در این روش می‌توان میزان محصول تولیدی را باتوجه به نهاده‌های مشخصی حداکثر کرد. همچنین با استفاده از مدل دوگان آن می‌توان، استفاده از نهاده‌ها را باتوجه به میزان مشخصی محصول حداقل کرد. در این روش علاوه بر اندازه‌گیری کارایی، می‌توان با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست بهره‌وری را برای هریک از واحدهای تولیدی محاسبه کرد. همچنین می‌توان تغییرات بهره‌وری را به تغییرات کارایی فنی و تغییرات تکنولوژی تجزیه نمود. در این روش، همچنین می‌توان اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری را برای واحدهای تولیدی محصول محاسبه نمود. لازم به ذکر است که در روش تحلیل فراگیر داده‌ها، به‌منظور محاسبه کارایی و بهره‌وری، نیاز به تصریح فرم مشخصی از توابع تولید نیست و این مدل، واحدهای تولیدی را در دو حالت بازدهی ثابت و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس، ارزیابی می‌کند. همچنین می‌توان از تقسیم نتیجه کارایی در دو حالت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس، کارایی مقیاس را بدست آورد. در ضمن، با این روش می‌توان، کارایی فنی را به دو جز کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس تجزیه نمود. . محققان زیادی از جمله گانون (۲۰۰۴)، وانگ و همکاران(۲۰۰۵)، فیورنتینو و همکاران(۲۰۰۶)، کاسمن و تارگاتلو (۲۰۰۷)، مارگاریتیز و پسیلاکی (۲۰۰۹)، دهقانیان و همکاران(۱۳۷۴)، موسوی و خلیلیان(۱۳۸۴)، مجاوریان(۱۳۸۵)، موذنی و کرباسی(۱۳۸۷)،کریمی و همکاران(۱۳۸۷) و پاکروان و مهرابی(۱۳۸۸) در مطالعات خود با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها به برآورد کارایی واحدهای تولیدی مختلف پرداختند. با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها می‌توان کارایی فنی را در دو حالت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس بررسی کرد. در روش تحلیل فراگیر داده‌ها، تعداد زیاد محصولات و نهاده‌ها را به صورت ابتکاری به حالت ساده تک عاملی و تک محصولی تبدیل می‌نماید. در این صورت

[1] Charnes, Cooper & Rhodes
[2] Data Envelopment Analysis

چنانچه اطلاعات مربوط به K عامل تولید و M محصول برای هریک از N واحد تولیدی وجود داشته باشد، فرایند محاسبه کارایی فنی در حالت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، با استفاده از رابطه(۱) بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} &\min \theta \\ &s.t: \\ &-Y_i + Y\,\lambda \geq 0 \\ &\theta X_i - X\,\lambda \geq 0 \\ &\lambda \geq 0 \end{aligned} \qquad (۱)$$

در رابطه (۱)، λ یک بردار($N\times 1$) از اعداد ثابت است که وزن‌های مجموعه مرجع را نشان می‌دهد. از طرف دیگر، مقادیر اسکالر بدست‌آمده برای θ نیز مقادیر کارایی فنی واحدهای تولیدی خواهند بود. که برای آنها شرط $\theta \leq 1$ لحاظ شده است. همچنین در مساله (۱)، اولین محدودیت بیان کننده این است که آیا مقادیر واقعی محصول تولید شده توسط واحد تولیدی iام با استفاده از نهاده‌های استفاده شده در تولید، می‌تواند بیشتر از این باشد؟ محدودیت دوم بیان کننده این است که نهاده‌های مورد استفاده در تولید توسط واحد تولیدی iام، حداقل بایستی به اندازه نهاده‌های بکار رفته در تولید توسط واحد تولیدی مرجع باشد. با این وجود لازم است که مدل برنامه‌ریزی خطی Nمرتبه(تعداد واحدهای تولیدی) و هر بار برای هر یک از واحدهای تولیدی حل شود، که در نهایت میزان کارایی هر واحد تولیدی بدست خواهد آمد. بدیهی است که در این حالت، اگر $\theta=1$ باشد، نشان‌دهنده نقطه‌ای واقع بر منحنی تولید همسان و یا تابع تولید مرزی بوده که بر اساس نظریه فارل در این حالت کارایی نسبی ۱۰۰ درصد است(کوئلی،۱۹۹۶). نکته قابل توجه این است که، فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تنها در صورتی قابل اعمال است که واحدهای تولیدی در مقیاس بهینه فعالیت کنند. از طرف دیگر، مسائل متفاوتی نظیر اثرات رقابتی و محدودیت‌ها وجود دارد که سبب می‌شوند واحد تولیدی در مقیاس بهینه فعالیت نکند. از این جهت الگوهای دیگری با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس ارائه گردیده‌اند.

در حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس، تفکیک کارایی فنی به کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس، با فرموله کردن مساله دوگان برنامه‌ریزی خطی(CCR) و اضافه کردن محدودیت تحدب ($NI'\lambda$) به عنوان محدودیت جدید در الگوی برنامه‌ریزی خطی قبل توسط رودس ،چارنز و کوپر ارائه شد:

$$\min \theta$$

$$s.t:$$

$$-Y_i + Y\lambda \geq 0 \qquad (۲)$$

$$\theta X_i - X\lambda \geq 0$$

$$NI'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

مدل(۲) با محدودیت بازده متغیر نسبت به مقیاس، مشخص نمی‌کند که کدام واحد;تولیدی در کدام ناحیه صعودی یا نزولی فعالیت می‌کند. این اصل در عمل با مقایسه محدودیت بازده غیرصعودی نسبت به مقیاس $(NI'\lambda \leq 1)$ صورت می‌گیرد.

کارایی مقیاس نیز به صورت نسبت کارایی فنی در شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس به کارایی فنی در شرایط بازده متغیر نسبت به مقیاس تعریف می شود(کوئلی و همکاران، ۲۰۰۲)

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} \qquad (۳)$$

در رابطه(۳)، TE_{CRS} و TE_{VRS} به ترتیب کارایی فنی در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس است.

فارل همچنین، با استفاده از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها را برای کارآیی زیر برداری نهاده‌ی متغیر t در یک سامانه به صورت زیر معرفی کرد(پزیرا و صادق‌زاده، ۱۹۹۹):

$$min_{\theta^t,\lambda}$$

$$s.t:$$

$$\sum_{k=1}^{n} \lambda_k y_{m,k} \geq y_{m,.} \qquad (۴)$$

$$\sum_{k=1}^{n} \lambda_k x_{n-t,k} \geq \theta . x_{n,.}$$

$$\sum_{k=1}^{n} \lambda_k x_{t,k} \geq \theta^t . x_{t,.}$$

$$\sum_{k=1}^{n} \lambda_k = 1$$

$$\lambda_k \geq 0$$

در معادله(۴)، θ^t کارآیی فنی نهاده‌ی t برای محصول kام است. همچنین در این معادله، $x_{t,.}$ و $x_{t,k}$ شامل نهاده‌های t و $x_{n,.}$ و $x_{n-t,k}$ شامل نهاده‌ی t نیستند. در این معادله مقدار θ^t، با توجه به به بیشینه کاهش نهاده‌ی متغیر t در شرایط ثابت بودن نهاده‌های دیگر و محصول تعیین می‌شود. θ^t می‌تواند مقداری بین صفر و یک داشته باشد، ارزش یک نشان می‌دهد که محصولات تحت واقع در مرز کارآیی و پتانسیلی به منظور کاهش آب آبیاری بدون کاهش سطح تولید وجود ندارد. ارزش کمتر از یک ناکارآیی مصرف آب در محصولات مورد بررسی را نشان می‌دهد. سپس در مرحله دوم مقدار کمبودها مورد بررسی قرار می‌گیرد. در حقیقت اگر یک واحد تولیدی روی مرز کارآ قرار گیرد، ولی باز هم امکان کاهش نهاده‌ها بدون کاهش تولید وجود داشته باشد به آن اصطلاحاً کمبود نهاده‌ها گفته می‌شود. همچنین اگر بر روی مرز کارآی تولید، امکان افزایش محصول بدون تغییر در سطح نهاده‌ها وجود داشته باشد در اصطلاح به آن کمبود ستاده گفته می‌شود. بنابراین مقدار کمبود نهاده و ستاده برای محصول jام به صورت رابطه(۵) بیان می‌شود:

$$\bar{s}_i = \theta^* x_{i.} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \, x_{i,j}$$

$$s_r^+ = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \, y_{r,j} - y_{r.} \qquad (۵)$$

در رابطه(۵)، $\bar{s}_i$ و s_r^+ به ترتیب میزان کمبود در نهاده و ستاده را نشان می‌دهد. بنابراین برای تعیین مقدار کمبودهای غیر صفر ممکن، از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌شود:

$$
\begin{aligned}
&max \sum_{i=۱}^{m} \bar{s}_i + \sum_{r=۱}^{s} s_r^+ \\
&s.t: \\
&\sum_{j=۱}^{n} \lambda_j x_{i,j} + \bar{s}_i = \theta x_{i.} \\
&\sum_{j=۱}^{n} \lambda_j y_{r,j} + s_r^+ = y_{r.} \qquad (۶) \\
&\lambda_j \geq ۰ \\
&i = ۱,۲, \ldots\ldots, m \\
&r = ۱,۲, \ldots\ldots, s \\
&j = ۱,۲, \ldots\ldots, n
\end{aligned}
$$

براساس معادله(۶)، بنابراین محصول kام، کاراست اگر و فقـط اگر $\theta = ۱$ و به ازای تمامی نهاده‌ها و ستاده‌های واحـد تولیدی میزان کمبود برابر صفر باشد. همچنین محصول kام، دارای کارایی ضعیفی است اگر و فقـط اگر $\theta = ۱$ و برای برخی از نهاده‌ها و یا ستاده‌های واحد تولیدی میزان کمبود غیر صفر باشد. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از طریق سازمان جهاد کشاورزی و گزارشات سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان در طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۰ بدست آمده است. همچنین در این مطالعه برای حل معادلات، از نرم‌افزار *GAMS۷(Ver. ۲۳,۵)* استفاده شده است.

نتایج

جدول (۱) نتایج به دست آمده از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود میانگین کارایی فنی در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس کمتر از کارایی فنی در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس

بوده و برای محصول ذرت دانه‌ای به ترتیب برابر ۸۶ و ۹۲ درصد می‌باشد. همچنین مطابق با این جدول میانگین کارایی مقیاس برابر ۰/۹۳ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده این است که اکثر کشاورزان تولیدکننده ذرت دانه‌ای در استان در یک مقیاس کارا عمل می‌کنند. کمترین کارایی فنی محصول ذرت دانه‌ای در شرایط بازده متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب برای سال زراعی ۱۳۸۴، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ می‌باشد که دلیل این امر کاهش بارندگی‌های فصلی، افزایش درجه حرارت و افزایش شوری خاک در طی این سال‌ها باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که مزارع زیر کشت ذرت دانه‌ای، دارای پتانسیل ۱۴ درصد کاهش در مقدار نهاده‌ها هستند و می توانند نهاده های مورد استفاده را بدون کاهش در تولید محصول کاهش دهند.

جدول۱. میزان کارآیی فنی و مقیاس محصول ذرت دانه‌ای در استان خوزستان

سال زراعی	کارایی فنی		کارایی مقیاس
	بازده ثابت نسبت به مقیاس	بازده متغیر نسبت به مقیاس	
۱۳۸۰	۱	۱	۱
۱۳۸۱	۸۰	۹۴	۰/۸۵
۱۳۸۲	۱	۱	۱
۱۳۸۳	۷۴	۸۰	۰/۹۲
۱۳۸۴	۷۰	۷۹	۰/۸۸
۱۳۸۵	۸۹	۸۹	۱
۱۳۸۶	۹۲	۹۵	۰/۹۶
۱۳۸۷	۱	۱	۱
۱۳۸۸	۹۳	۱	۰/۹۳
۱۳۸۹	۶۷	۹۷	۰/۶۹
۱۳۹۰	۹۱	۹۸	۰/۹۲
۱۳۹۱	۷۶	۹۰	۰/۸۴
۱۳۹۲	۱	۱	۱
۱۳۹۳	۹۸	۱	۰/۹۸

۱۳۹۴	۷۸	۷۹	۰/۹۸
۱۳۹۵	۷۷	۷۹	۰/۹۷
میانگین	۸۶	۹۲	۰/۹۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول(۲)، کارآیی نهاده انرژی را در محصول مورد بررسی نشان داده شده است. با توجه به جدول(۲) دیده می‌شود که میانگین کارآیی نهاده انرژی محصول ذرت دانه‌ای در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب برابر با ۸۵ و ۹۲ درصد است. کارایی انرژی در شرایط بازده ثابت بسیار پایین است. همچنین با توجه به میزان کارآیی فنی نهاده انرژی، هنگامی که کارایی بازده ثابت نسبت به مقیاس این نهاده ۸۵ درصد می‌باشد، پتانسیل ۱۵ درصد کاهش در مصرف انرژی بدون کاهش در تولید محصول وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد که امکان مصرف انرژی کم‌تر و تولید همان میزان محصول، در حالی که نهاده‌های دیگر ثابت هستند، وجود دارد. بنابراین کشاورزان می‌توانند مقدار قابل توجهی از انرژی را توسط بهبود کارایی صرفه جویی کنند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که میانگین کارایی انرژی همیشه کم‌تر از میانگین کارایی فنی مزارع است.

جدول۲. میزان کارآیی فنی نهاده انرژی در تولید محصول ذرت دانه‌ای در استان خوزستان

سال زراعی	کارایی فنی		کارایی مقیاس
	بازده ثابت نسبت به مقیاس	بازده متغیر نسبت به مقیاس	
۱۳۸۰	۱	۱	۱
۱۳۸۱	۷۹	۹۴	۰/۸۴
۱۳۸۲	۱	۱	۱
۱۳۸۳	۷۴	۸۰	۰/۹۲
۱۳۸۴	۶۸	۷۹	۰/۸۶
۱۳۸۵	۸۷	۸۷	۰/۹۹
۱۳۸۶	۸۹	۹۲	۰/۹۷

۱۳۸۷	۱	۱	۱
۱۳۸۸	۹۳	۱	۰/۹۳
۱۳۸۹	۶۶	۹۷	۰/۶۷
۱۳۹۰	۸۱	۹۵	۰/۸۵
۱۳۹۱	۶۹	۹۰	۰/۷۶
۱۳۹۲	۱	۱	۱
۱۳۹۳	۹۶	۹۸	۰/۹۸
۱۳۹۴	۷۷	۷۹	۰/۹۷
۱۳۹۵	۷۷	۷۹	۰/۹۷
میانگین	۸۵	۹۲	۰/۹۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول(۳)، نشان دهنده‌ی میزان کمبودهای نهاده‌ها را در شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس برای رسیدن به کارآیی کامل می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که می‌توان میزان نهاده‌ها را بدون کاهش در میزان تولید کاهش داد، تا به کارایی کامل دست یافت. به عنوان نمونه میانگین میزان کاهش در مصرف انرژی برای محصول ذرت دانه‌ای ۵۷۶۵ مگاژول می‌باشد. که با توجه به میزان انرژی مصرفی در هر هکتار برای محصول مذکور رقم قابل توجهی است؛ و مقدار کمبود برای بذر، کود، سم و زمین نیز در جدول(۳) آمده است؛

جدول۳. کمبودها در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس

آماره	سطح زیرکشت(هکتار)	کود(کیلوگرم)	سم(کیلوگرم)	بذر(گرم)	انرژی(مگاژول)
میانگین	۲۱۸۳۵	۲۸۲۴	۳۷۸۱	۲۷۰۰	۵۷۶۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه با توجه به رشد روز افزون جمعیت و تقاضا برای مواد غذایی و همچنین سیاست‌گذاری دولت در ارتباط با دستیابی به خودکفایی محصولات کشاورزی، بهبود کارایی در صدر برنامه‌های واحدهای تولیدی کشاورزی قرار گرفته است. دستیابی به این هدف مهم، با تخصیص بهینه عامل‌های تولید در این بخش همراه است. لذا هدف از این مطالعه بررسی کارایی نهاده انرژی درکشت ذرت دانه‌ای در استان خوزستان با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داده است که میانگین کارایی فنی در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس کمتر از کارایی فنی در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس بوده و برای محصول ذرت دانه‌ای به ترتیب برابر ۸۶ و ۹۲ درصد می‌باشد. همچنین میانگین کارآیی نهاده انرژی محصول ذرت دانه‌ای در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب برابر با ۸۵ و ۹۲ درصد است. کارایی مقیاس و کارایی مقیاس نهاده انرژی نیز به ترتیب برابر ۰/۹۳ و ۰/۹۲ درصد می‌باشد که نشان می‌دهد بیش‌تر مزارع ذرت دانه‌ای استان خوزستان در یک مقیاس کارا عمل می‌کنند. همچنین نتایج نشان داد که امکان مصرف انرژی کمتر و تولید همان میزان محصول، در حالی که نهاده‌های دیگر ثابت باشند، وجود دارد. اگرچه در ظاهر، در نظام‌هایی که انرژی بیشتری صرف تولید محصول می‌شود، تولید هر واحد از محصول با صرف هزینه بیشتری صورت می‌گیرد، ولی به دلیل کارایی فنی بالای این محصول نسبت به سایر گیاهان در الگوی کشت منطقه، ارزش زیاد ذرت دانه‌ای تولیدی، قیمت مناسب آن و همچنین اشتغال درصد زیادی از روستاییان، توسعه کشت آن توجیه پذیر می‌باشد. بنابراین باتوجه به پایین بودن قیمت انرژی در کشور و پرداخت یارانه به مصرف کنندگان انرژی، طبیعی است سیاست‌های جدید دولت در جهت حذف یارانه‌های الکتریسیته، سوخت و کود شیمیایی به صورت تدریجی، می‌تواند از مصرف بی‌رویه و غیر اصولی این نهاده جلوگیری کند و کشاورزان را به سمت استفاده کاراتر از نهاده‌ها سوق دهد.

منابع

۱. امیری، هادی، رئیس صفری، مجتبی. ۱۳۸۴. بررسی کارایی بانک های تجاری در ایران و عوامل نهادی موثربر آن. دو فصلنامه جستارهای اقتصادی و پژوهشکده حوزه و دانشگاه، سال دوم، شماره سوم، بهار و تابستان.

۲. تاکی، مرتضی، عجب‌شیرچی، یحیی، قبادی‌فر، احمد. ۱۳۹۵. استفاده از مدل ریاضی غیر پارامتریک به منظور بهینه‌سازی میزان انرژی مصرفی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشت گندم آبی. علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، ویژه نامه شماره ۲.

۳. عبدشاهی،عباس، تاکی، مرتضی، گلابی، محمدرضا، حداد، میثم. ۱۳۹۲. بررسی کارایی انرژی محصول گندم به روش تحلیل پوششی داده‌ها(مطالعه موردی دشت مهیار شهرستان شهرضا). اقتصاد کشاورزی، جلد ۱، شماره ۷.

۴. محمدی، حمید، مهری، محمد. ۱۳۹۴. بررسی کارایی استفاده از انرژی در تولید محصول پسته در استان یزد. فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال یازدهم، شماره ۴۶.

۵. منصوره، احمدی، آقاعلیخانی، مجید. ۱۳۹۱. تجزیه و تحلیل مصرف انرژی در زراعت پنبه در استان گلستان به منظور ارائه راهکار جهت افزایش بهره‌وری منابع. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۴، شماره ۲.

٦. Chaudhary, V.P. Gangwar, B. and Pandey, D.K. (٢٠٠٦) Auditing of energy use and output of different cropping systems in India, *Agricultural Engineering international*, the CIGR journal EE ٠٥٠٠١, Vol ٨.

٧. Coeli T. ١٩٩٦ .A guide to DEAP version ٢،١,a data envelopment analysis computer program, CEPA working paper ٩٦/٠٨ Department of Econometrics, University of New England, Armidale ,Australia.

٨. Coelli, T. Rao, P,. Battese, G.E. (٢٠٠٢). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis Klewer Academic publish U.S.A sixth printing. pp: ٢٧٢.

٩. Dagistan, E., Akcaoz, H., Demirtas, B., and Yilmaz, Y. ٢٠٠٩. Energy usage and benefit-cost analysis of cotton production in Turkey. African Journal of Agricultural Research ٤(٧): ٥٩٩-٦٠٤.

١٠. Pazira, E. and Sadeghzadeh, K. ١٩٩٩. Sustainable soil and water use in agricultural sector of Iran. International Conference on Agricultural Engineering, Beijing, China.

١١. Yilmaz, I., Akcaoz, H., and Ozkan, B. ٢٠٠٥. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy ٣٠: ١٤٥-١٥٥.

Investigating Energy Efficiency in Corn Cultivation Using Data Envelopment Analysis (Case Study: Khuzestan Province)

Abstract

Today, with increasing population growth and government policy in relation to achieving self-sufficiency of agricultural products, improving productivity and productivity is one of the main goals of agricultural production units. In this regard, this study uses data envelopment analysis method to study the technical efficiency of energy inputs of maize fields of Khuzestan province during the years ۲۰۰۲-۲۰۱۷. The results of this study showed that the average technical efficiency in steady state is less than the technical efficiency in variable returns versus the scale, and for grain corn is ۸٦٪ and ۹۲٪, respectively. Also, the average efficiency of energy input of maize crop in terms of constant and variable yields is ۸٥٪ and ۹۲٪, respectively. The efficiency of the scale and the efficiency of the energy input scale are ۰,۹۳ and ۰,۹۲ respectively, which shows that most maize fields of Khuzestan province operate on an efficient scale. The results also showed that it is possible to consume less energy and produce the same amount of product, while other inputs are constant. Therefore, according to the findings, it seems that the new government's policies to eliminate electricity, fuel, and fertilizer subsidies can gradually eliminate the excessive and unconditional use of energy and encourage farmers to make more efficient use of inputs.

JEL classification: Q۱۰, C٦۱

Keywords: Data Envelopment Analysis, Energy Efficiency, Corn, Khuzestan