اقتصاد کشاورزی / جلد ۷/ شماره‌ی ٤/ صفحه‌های ۷٤-۵۷

بررسی کارایی انرژی محصول گندم به روش تحلیل پوششی داده ها (مطالعه موردی دشت مهیار شهرستان شهرضا[۱])

عباس عبدشاهی، مرتضی تاکی، محمدرضا گلابی، میثم حداد [۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰٦/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۹

چکیده

در این تحقیق کارایی انرژی محصول گندم در دشت مهیار شهرستان شهرضا، با کمک رویکرد تحلیل پوششی داده (*DEA*) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، نهاده آب مصرفی با ۷۹/۵٪ بیشترین و نیروی انسانی با ۰/۲۴٪ کمترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده اند. بهره‌وری انرژی، خالص افزوده انرژی و نسبت انرژی ستانده به نهاده در این کشت به‌ترتیب ۰/۰۴۸، ۷۹/۳۴ و ۱/۶۳ برآورد شد. نتایج بدست آمده از تحلیل پوششی داده‌های انرژی گویای این بود، در مدل بازگشت به مقیاس ثابت، ۲۳٪ و در مدل بازگشت به مقیاس متغیر، ۳۶٪ از کل واحدها، کارایی ۱۰۰ درصد داشته و دیگر واحدها با درجه‌ها مختلفی از ناکارایی روبرو بوده اند. میانگین کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس به ترتیب ۹۰/۲۶، ۹۵/۱۴ و ۹۴/۴۳ برآورد شد. همچنین میانگین کارایی فنی واحدهای ناکارا بر پایه مدل بازگشت به مقیاس ثابت ۸۷٪ محاسبه شد، به این معنا که ۱۳٪ از منابع می‌تواند با بالا بردن کارایی این واحدها ذخیره شود.

طبقه‌بندی JEL: C61 ،Q10

واژه های کلیدی: تحلیل پوششی داده (DEA)، کارایی انرژی، واحدهای کارا، کارایی فنی، دشت مهیار شهرضا.

[۱] این مقاله برگرفته شده از پروژه کارشناسی آقای میثم حداد است که در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان با راهنمایی جناب آقای دکتر عبدشاهی و مشاوره جناب آقایان مرتضی تاکی و محمدرضا گلابی به انجام رسیده است.

[۲] به‌ترتیب استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، پژوهشگران جوان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرضا، دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی.

Email: meisam.haddad66@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تولید مواد غذایی به ویژه گندم، رابطه بسیار نزدیکی با توان و موقعیت سیاسی و اقتصادی کشورها دارد. افزایش روزافزون جمعیت و بهره‌گیری نکردن از روش‌های بهینه ی تولید در کشورهای در حال توسعه، وابستگی این کشورها را بیشتر کرده است. با توجه به بحران انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی، تلاش شده مصرف انرژی تا حد امکان کاهش یابد. بخش کشاورزی نیز از این موضوع مستثنی نیست. در بیشتر کشورهای پیشرفته و حتی در حال توسعه، انرژی وارده برای تولید محصولات مختلف کشاورزی در واحد سطح، بررسی و سعی شده است تا با محاسبه شاخص کارایی انرژی، نظام کشاورزی از نظر مصرف انرژی بهینه شود (پیمان و همکاران، ۱۳۸۴). 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[1]، ۲۰۰۶).

گندم یکی از اساسی‌ترین نیازهای غذایی کشور می‌باشد و استان اصفهان یکی از مراکز بزرگ تولید گندم در سطح کشور است که در مناطقی مانند دشت مهیار شهرستان شهرضا عملکرد گندم آبی تا حدود ۶ تن بر هکتار گزارش شده است. کشت گندم در این منطقه بعلت خشکسالی-های پرشمار و دوره‌ای با تنگناهای زیادی روبرو بوده و سطح منابع آب‌های زیرزمینی نیز در چند سال اخیر به علت استفاده فراون کشاورزان به‌شدت کاهش داشته است. در رابطه با ارزیابی میزان کارایی هریک از زمین‌های زیر کشت و میزان و چگونگی مصرف انرژی در این واحدهای تولیدی تاکنون بررسی دقیقی صورت نگرفته به همین دلیل این تحقیق به بررسی میزان مصرف انرژی، کارایی کشتزارها گندم، ، تفکیک کشتزارها کارا و ناکارا، درصد ناکارایی کشتزارها غیرکارا و تعیین نهاده‌های پرمصرف و میزان مصرف آن‌ها پرداخته است.

در این تحقیق از تحلیل پوششی داده‌ها به منظور تجزیه داده‌های مربوط به کشت گندم در دشت مهیار استان اصفهان و همچنین تعیین میزان مصرف انرژی و کشتزارها کارا و ناکارا و ارائه روشی به منظور کاهش انرژی نهاده و افزایش انرژی، استفاده شد. در این زمینه بررسی‌های بسیاری در

1 Chaudhary *et al*.

www.SID.ir

سراسر جهان انجام شده است. برخی از آن‌ها عبارت اند از: بررسی بهبود مصرف انرژی در تولید سیر (سماواتیان و همکاران، ۱۳۸۹)، ارزیابی و بهبود مصرف بهینه منابع انرژی در کشت گلخانه‌ای در استان تهران (غچه بیگ و همکاران، ۱۳۸۹). بررسی کارایی انرژی مصرفی در کشت گندم دیم در منطقه سیلاخور استان لرستان با روش تحلیل پوششی داده‌ها (عجب‌شیرچی و همکاران، ۱۳۹۰)، تجزیه و تحلیل کارایی انرژی محصول خیار گلخانه‌ای در منطقه شهرستان شهرضا (تاکی و همکاران، ۱۳۹۱)، بررسی میزان منابع ناکارای مورد استفاده در تولید کتان در پنجاب پاکستان (شفیق و رحمان[1]، ۲۰۰)، بررسی کارایی انرژی مورد استفاده در کشت برنج (نصیری و ساین[2]، ۲۰۰۹)، بررسی کارایی و بازگشت به مقیاس برنج‌کاران در چهار منطقه ایالت پنجاب هند با استفاده از روش نا مشخصه‌ای تحلیل پوششی داده (نصیری و ساین، ۲۰۱۰)، تعیین میزان مصرف انرژی در کشت گندم استان فارس با رویکرد تحلیل پوششی داده (هشیار و همکاران[3]، ۲۰۱۰). بررسی الگوی مصرف و بهینه‌سازی میزان انرژی مصرفی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشت گوجه فرنگی گلخانه‌ای (عبدی و همکاران[4]، ۲۰۱۳)، بررسی جریان ورودی-خروجی انرژی و بهینه‌سازی میزان انرژی مصرفی در کشت گندم در منطقه قروه استان کردستان (مقیمی و همکاران[5]، ۲۰۱۳).

روش تحقیق

شهرستان شهرضا به عنوان یکی از ۲۸ شهرستان استان اصفهان در ۸۰ کیلومتری جنوب شهر اصفهان و در طول جغرافیایی ۴۵ درجه قرار گرفته است. دشت مهیار یکی از دهستان‌های شهرستان شهرضاست که در شمال این شهر و ۲۵ کیلومتری جنوب شهر اصفهان واقع شده و دارای گستره‌ای برابر ۱۱۰۰ کیلومتر مربع و ارتفاع میانگین ۱۶۵۰ متر از سطح دریاست. کشت سالانه این دشت بیش از ۱۰۰۷۰ هکتار است. به عبارتی حدود ۶۰٪ از کشت سالانه شهرستان در این دشت صورت می‌گیرد که گندم و جو محصولات غالب این منطقه به شمار می‌آیند (بی‌نام، ۱۳۸۵).

[1] Shafiq and Rehman.
[2] Nassiri and Singh.
[3] Houshyar *et al*.
[4] Abdi *et al*.
[5] Moghimi *et al*.

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور به دست آوردن حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شد (کوکران[1]، ۱۹۹۷). بدین-ترتیب حجم نمونه برای گندمکاران دشت یاد شده، ۸۹ کشاورز به دست آمد. اما به منظور افزایش دقت به ۱۰۰ کشاورز افزایش یافت.

انرژی‌های ورودی در تولید گندم شامل انرژی مصرفی در عملیات و انرژی مصرف شده در تولید ماشین‌های کشاورزی، کود، سم، بذر، نیروی انسانی، سوخت مصرفی، آبیاری و حمل و نقل بودند. محاسبه انرژی مصرفی با استفاده از معادل انرژی مربوط به هر واحد از نهاده یا ستانده وضرب آن در میزان نهاده مصرف شده یا ستانده تولید شده انجام گرفت. البته، در بررسی‌ها، با توجه به شرایط حاکم، از ضرایب متفاوتی استفاده شده که در جدول (۱) به برخی از آنها اشاره شده است. سهم هریک از نهاده های ورودی در میزان مصرف انرژی نیز در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول(۱) معادل نهاده ها و ستانده‌های انرژی در تولیدات کشاورزی

الف- نهاده های انرژی	واحد	انرژی بر هر واحد(MJ)	منبع
۱- نیروی کارگری			
مرد	ساعت	۱/۹۶	Mandal, 2002
۲-کودهای شیمیائی			
N	کیلوگرم	۴۷/۱	Kaltschmitt, 1997
P2O5	کیلوگرم	۱۵/۸	Kaltschmitt, 1997
۳- سموم شیمیائی			
حشره کش	کیلوگرم	۱۰۱/۲	Kaltschmitt, 1997
علف کش	کیلوگرم	۲۳۸	Kaltschmitt, 1997
۴- ماشین های کشاورزی			
تراکتور	کیلوگرم	۹۳/۶۱	Karkacıer, 2005
کمباین	کیلوگرم	۸۷/۶۳	Karkacıer, 2005
ادوات و ماشین ها	کیلوگرم	۶۲/۷	Mandal, 2002
۵- بذر			
گندم (اصلاح شده)	کیلوگرم	۲۵	Yaldiz, 1993
ب- ستانده‌های انرژی			
۱- دانه	کیلوگرم	۱۴/۷	Yaldiz, 1993
۲-کاه	کیلوگرم	۱۲/۵	Yaldiz, 1993

مأخذ: منابع بیان شده در جدول

۱ - Cochran.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۲) میزان نهاده‌های مصرفی برای کشت یک هکتار گندم

نهاده مصرفی	انرژی معادل (MJ/ha)	درصد از کل انرژی مصرفی
ساخت و استهلاک ماشین‌ها	۲۰۷۸/۲۶	۱/۸
سوخت مصرفی	۷۲۳۹/۳۹	۶
بذر، کود و سموم شیمیائی	۱۴۳۶۷/۸۴	۱۲
نیروی انسانی	۲۹۳/۲۶	۰/۲۴
حمل‌ونقل	۵۱۹/۹۴	۰/۴۶
آبیاری	۹۴۵۶۳/۲۳	۷۹/۵
مجموع	**۱۱۹۰۶۱/۹۲**	**۱۰۰**

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به منظور تعیین روابط بین انرژی ستانده و نهاده، شاخص‌هایی تعریف و به کار برده می‌شوند که با استفاده از آن‌ها می‌توان وضعیت انرژی محصولات مختلف و نیز همانند را در سامانه‌های زراعی مختلف مقایسه کرد. این شاخص‌ها به‌صورت روابط (۱)، (۲) و (۳) نشان داده شده‌اند (محمدی و همکاران[1]، ۲۰۰۸):

(۱) نسبت انرژی[2] (ER): عددی بی‌بعد برابر با نسبت انرژی ستانده به نهاده

(۲) بهره وری انرژی[3] (EP): برابر با نسبت عملکرد وزنی محصول به انرژی نهاده بر حسب $KgMJ^{-1}$

(۳) افزوده انرژی خالص[4] (NEG): برابر با انرژی ستانده منهای انرژی نهاده بر حسب $MJha^{-1}$

برای محاسبه شاخص‌های انرژی، مقادیر مصرف هر نهاده در هم‌ارزهای انرژی هر مرحله از عملیات، ضرب شده و انرژی آن نهاده محاسبه شد. با استفاده از انرژی خروجی و با داشتن انرژی‌های ورودی، شاخص نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی و افزوده انرژی خالص تعیین شد که نتایج آن در جدول (۳) در بخش نتایج و بحث آمده است.

به منظور ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی فنی واحدهای تولیدی، روش‌های مختلفی وجود دارد که به دو گروه روش‌های مشخصه‌ای و نا مشخصه‌ای تقسیم می‌شوند. در روش‌های مشصه‌ای با استفاده از روش‌های مختلف آماری و اقتصادسنجی، تابع تولید مشخصی برآورد می‌شود. سپس

[1] Mohammadi *et al*.

[2] Energy Ratio

[3] Energy Productivity.

[4] Net Energy Gain

Archive of SID

www.SID.ir

با به کارگیری این تابع، نسبت به تعیین کارایی اقدام می‌شود. مهم‌ترین ویژگی روش‌های نامشخصه‌ای این است که نیاز به توزیع یا شکل خاص تابع ریاضی ندارند. از مهم‌ترین روش‌های نامشخصه‌ای، تحلیل پوششی داده‌هاست (چارنس[۱]، ۱۹۸۴). تحلیل پوششی داده[۲] یا *DEA* نوعی مدل برنامه ریزی خطی است که کارایی نسبی گروهی از واحدهای تصمیم‌گیری[۳] یا *DMU* را اندازه گیری می‌کند. به عبارت دیگر *DEA* یک روش برنامه ریزی کمی برای اندازه گیری عملکرد نسبی واحدهای سازمانی می‌باشد که چون دارای نهاده و ستانده‌های مختلف هستند، در مقایسه و سنجش کارایی نارسایی دارند. در روش *DEA* نیاز به هیچ گونه فرض یا شکل ریاضی خاص نمی‌باشد، یعنی نیازی به شناخت تابع تولید نیست. همچنین در اختیار داشتن قیمت عامل‌های تولید نیز ضرورت ندارد.

در این تحقیق، به منظور تعیین میزان انرژی نهاده‌های مصرفی در کشت گندم و ارزیابی کشتزارها، تعداد ۱۰۰ پرسشنامه تهیه شد. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها با انجام مصاحبه و پرسش حضوری، داده‌های بدست آمده وارد نرم‌افزار اکسل شد و سپس با روش تحلیل پوششی، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همه‌ی واحدهای تولیدی از نظر مصرف انرژی و عملکرد، مورد بررسی قرار گرفته و از بین آن‌ها واحدهای کارا و ناکارا و همچنین میزان مصرف نهاده و تولید ستانده در آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس میزان مصرف انرژی هر یک از نهاده‌ها به‌دست آمده و با در نظر گرفتن مقدار انرژی برای هر نهاده جدول (۱)، مقدار مصرف انرژی کل در کشتزارهای مورد بررسی، به دست آمد.

تجزیه و تحلیل اطلاعات با دو مدل بازگشت به مقیاس ثابت (*CCR*[۴]) و بازگشت به مقیاس متغیر (*BCC*[۵]) انجام شد. انتخاب مدل *DEA* مناسب، بستگی به میزان کنترل روی نهاده‌ها و ستانده‌ها دارد؛ به این ترتیب که هر کدام بیشتر کنترل پذیر باشند، مدل مناسب بر همان پایه گزینش می‌شود. در این بررسی چون دستکاری و کم و زیاد کردن نهاده‌ها عملی‌تر است، از مدل *CCR* و *BCC* نهاده محور استفاده شد (روابط ۴ و ۵). در هر دو مدل واحدهای کارا و ناکارا مشخص شده و انواع کارایی‌های فنی، مقیاس و فنی خالص محاسبه شد.

---

[1] Charnes *et al*.

[2] Data Envelopment Analysis.

[3] Decision Making Unit.

[4] Charns, Cooper and Rhodes.

[5] Banker, Charns and Cooper.

Archive of SID

www.SID.ir

$$\max E_p = \sum_{r=1}^{r=s} U_r Y_{rp} \quad (۴)$$
$$\sum_{i=1}^{i=m} V_i X_{ip} = 1$$
$$\sum_{r=1}^{r=s} U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^{i=m} V_i X_{ij} \le o,\ j = 1,2,...,n$$
$$V_i \ge \varepsilon, U_r \ge \varepsilon$$

$$\max E_p = \sum_{r=1}^{r=s} U_r Y_{rp} + w \quad (۵)$$
$$\sum_{i=1}^{i=m} V_i X_{ip} = 1$$
$$\sum_{r=1}^{r=s} U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^{i=m} V_i X_{ij} + w \le o,\ j = 1,2,...,n$$
$$U_r \ge \varepsilon, V_i \ge \varepsilon, w \text{ free}$$

در فرمول‌های بالا E_p نرخ کارایی واحد i ام، U_r وزن ورودی‌ها، Y_{rP}مقدار خروجی r ام برای $DMUp$، V_i وزن ورودی‌ها، X_{iP} مقدار ورودی i ام برای $DMUp$، Y_{rj} مقدار خروجی r ام برای DMU_j، X_{ij} مقدار ورودی i ام برای DMU_j، $j = 1,2,...,n$؛ s شمار خروجی ها و m شمار ورودی ها می‌باشد (بانکر و همکاران[1]، ۱۹۸۴). گفتنی است برای اینکه بتوان به نتایج به دست آمده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها اعتماد کرد، باید حداقل تعداد واحدهای تصمیم‌گیری مورد بررسی از رابطه (۶) محاسبه شود (یانگ و چونگی[2]، ۲۰۰۳):

تعداد واحدهای تصمیم گیرنده $\ge$ (I+O)۳ (۶)

در رابطه (۶)، I تعداد نهاده‌ها و O شمار ستانده‌هاست. در این تحقیق شش نهاده تولید یعنی انرژی مربوط به ماشین‌ها، انرژی سوخت مصرفی، انرژی بذر،کود و سموم شیمیایی، انرژی کارگری، انرژی آب مصرفی و انرژی حمل و نقل به عنوان نهاده و انرژی محصول (عملکرد) به عنوان ستانده در نظر گرفته شد. بنابراین کمینه شمار واحدهای تصمیم گیری برای تجزیه و تحلیل برابر است با:

شمار واحدهای تصمیم گیری =۳(۶+۱) = ۲۱ (۷)

[1] Banker *et al.*

[2] Yong and Chunweki.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به اینکه شمار نمونه‌های گزینش شده ۱۰۰ واحد است، لذا از حجم نمونه بالا شمار ۳۰ واحد به‌طور تصادفی گزینش شد و چون شمار واحدهای گزینش شده از کمینه شمار واحدهای تصمیم‌گیری بیشتر است قابلیت استخراج نتایج مورد اطمینان وجود دارد (محمدی، ۱۳۸۷).
رابطه بین کارایی فنی، کارایی فنی خالص (کارایی مدیریتی) و کارایی مقیاس به‌صورت رابطه (۸) تعریف شده است (امامی میبدی، ۱۳۷۹):

$$\text{کارایی مقیاس} = \frac{\text{کارایی فنی}}{\text{کارایی فنی خالص}} \qquad (۸)$$

مقدار کارایی مقیاس بیش از یک نخواهد بود. کارایی مدل *CCR* کارایی فنی کل نامیده می‌شود، زیرا تحت تاثیر مقیاس و اندازه نیست. از سوی دیگر *BCC*، کارایی فنی خالص را تحت بازده به مقیاس متغیر نشان می‌دهد. رابطه بالا تجزیه کارایی را نشان می‌دهد که این رابطه منابع کارایی را به نمایش می‌گذارد. یعنی مشخص می‌کند که ناکارایی به علت ناکارایی مدیریتی است یا ناشی از شرایطی است که کارایی مقیاس را نشان می‌دهد و یا از هر دو عامل (قیصری و همکاران، ۱۳۸۶).

نتایج و بحث

بنابر نتایج به دست آمده در جدول (۲)، نهاده‌ای که بیشترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص داده مربوط به آب مصرفی است، که به علت عمیق بودن چاه‌های منطقه در اثر افت سطح آب زیرزمینی است، که به ناچار برای پمپاژ آب انرژی الکتریکی زیادی مصرف می‌شود. بی‌شک چنانچه قیمت غیرواقعی (غیریارانه‌ای) برق مصرفی از کشاورزان اخذ شود، ادامه کار آنها با نارسایی روبرو خواهد شد. پس از آب، مجموع نهاده‌های حاصل از کود شیمیایی و بذر مصرفی بیشترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند و نهاده نیروی انسانی دارای کمترین میزان انرژی مصرفی است. جدول (۳) شاخص‌های انرژی در کشت گندم در دشت مهیار را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۳) شاخص‌های انرژی در کشت گندم در دشت مهیار استان اصفهان

شاخص	واحد	مقدار
بهره‌وری انرژی (دانه)	$kgMJ^{-1}$	۰/۰۴۸
خالص افزوده انرژی (دانه)	GJ	-۳۵/۵۷
خالص افزوده انرژی (کاه و دانه)	GJ	۷۹/۳۴
نسبت انرژی ستادنده به نهاده (دانه)	-	۰/۷۱۷
نسبت انرژی ستانده به نهاده (کاه و دانه)	-	۱/۶۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ولدیانی و همکاران (۱۳۸۴) در تحقیقی، نسبت انرژی ستانده به نهاده برای عملکرد زیستی گندم دیم را ۰/۷۸۸ و به‌طور جداگانه برای محصول دانه و کاه به‌ترتیب ۰/۴۲۴ و ۰/۳۶۴ محاسبه کرده‌اند که نسبت به نتایج این تحقیق کمتر است. این نشان می‌دهد، اگرچه در کشت گندم آبی در دشت مهیار مصرف انرژی به ویژه برای پمپاژ آب بسیار بالاتر از گندم دیم در آذربایجان شرقی است ولی به خاطر عملکرد بالای محصول در این دشت که البته وابسته به آبیاری است، نسبت انرژی ستانده به نهاده بالاتری به‌دست آمده است. همچنین میسمی و همکاران (۱۳۸۷) نسبت انرژی ستانده به نهاده برای گندم در شهر بناب را بدون در نظر گرفتن انرژی آبیاری ۲/۹ بدست آورده‌اند. در این تحقیق این نسبت ۰/۷۱۷ برآورد شده که بدون در نظر گرفتن انرژی آبیاری ۳/۱۳ و بیشتر از تحقیقات یاد شده خواهد بود که به خاطر عملکرد نسبتا زیاد گندم در دشت مهیار است. در مجموع اختلاف نتایج این پژوهش با پژوهش‌های انجام شده در دیگر مناطق بیشتر به انرژی پمپاژ آب برمی‌گردد. این مسئله به‌خاطر عمق زیاد چاه‌ها نه تنها باعث هدر رفتن مقادیر انرژی زیادی می‌شود، بلکه اثرگذاری‌های زیست محیطی فراوانی در نتیجه پایین رفتن سطح سفره‌های آب زیرزمینی دارد.

با توجه به نتایج به دست آمده از جدول (۴)، میانگین کارایی فنی کشتزارهای ناکارا در کشت گندم با مدل CCR ورودی محور، ۸۷٪ است یعنی با استفاده از ۸۷٪ نهاده‌ها و با ثابت ماندن همان میزان خروجی، واحدهای ناکارا می‌توانند به مرز کارایی رسیده و مقدار ۱۳٪ نهاده‌ها را با افزایش کارایی خود ذخیره کنند. بنابر نتایج این جدول کشتزارهای ۳، ۴، ۷، ۱۰، ۱۷ و ۲۱ و ۲۷ کارا هستند. میزان کارایی واحدهای تولیدی به این مفهوم است که هر کدام از واحد ها باید بتوانند میزان مصرف خود را از همه‌ی نهاده‌ها به میزان $(1-\theta)$٪ کاهش دهند بدون اینکه میزان تولید کاهش یابد (غچه بیگ و همکاران، ۱۳۸۹). کارایی ۸۲/۸۱ درصد کشتزار شماره ۱۲ به معنای آن است که این واحد باید ۱۷/۱۹ درصد مصرف خود را از همه‌ی عامل‌های تولید کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

دهد (بدون اینکه از میزان تولیدش کاسته شود) تا بتواند به یک واحد تولید کارا تبدیل شود. از سوی دیگر با توجه به اینکه الگوی آن، کشتزار شماره ۴ است و با توجه به ضریب متغیر تصمیم کشتزار ۱۲ در جدول (۴) که ۷۸/۳۴ درصد است، می‌توان مقادیر عامل‌های تولید لازم برای یک سطح معین ستانده را به این ترتیب محاسبه کرد که برای کارا شدن مزرعه شماره ۱۲، این واحد باید به میزان ۷۸/۳۴ درصد از نهاده‌های واحد ۴ را مصرف کند بدون اینکه میزان تولیدش کاسته شود.

جدول (۴) ارزیابی کشتزارهای گندم با مجموعه‌های مرجع آن‌ها با استفاده از مدل *CCR* نهاده محور

واحد تولیدی (کشتزار گندم)	درصد کارایی	واحدهای مرجع (الگو) و ضرایب متغیر تصمیم تصمیم
۱	۸۹/۵۱	واحد ۴ (۷۸/۲۴)، واحد ۲۱ (۵۶/۳۴)
۲	۹۶/۶۳	واحد ۲۱ (۷۴/۶۷)، واحد ۱۷ (۷۶/۴۵)
۳	۱۰۰	-
۴	۱۰۰	-
۵	۹۳/۳۱	واحد ۴ (۴۵/۲۳)، واحد ۷ (۸۹/۳۴)
۶	۹۵/۴۳	واحد ۴ (۶۷/۳۴)، واحد ۱۷ (۵۸/۶۵)
۷	۱۰۰	-
۸	۹۲/۸۲	واحد ۴ (۵۶/۳۴)، واحد ۷ (۴۸/۱۲)
۹	۹۲/۳۷	واحد ۴ (۳۴/۸۹)، واحد ۲۷ (۸۹/۱۲)
۱۰	۱۰۰	-
۱۱	۹۰/۵۷	واحد ۴ (۳۵/۶۸)، واحد ۲۷ (۵۶/۱۸)
۱۲	۸۲/۸۱	واحد ۴ (۷۸/۳۴)
۱۳	۷۶/۲۳	واحد ۴ (۷۱/۴۶)، واحد ۷ (۳۷/۱۲)
۱۴	۸۵/۱۲	واحد ۲۱ (۳۴/۵۶)، واحد ۱۷ (۶۷/۹)
۱۵	۸۱/۳۵	واحد ۴ (۵۶/۶۷)
۱۶	۹۱/۴۷	واحد ۱۷ (۴۵/۲۳)، واحد ۷ (۴۹/۱۸)
۱۷	۱۰۰	-
۱۸	۹۲/۱۵	واحد ۷ (۵۷/۲۳)
۱۹	۷۹/۹	واحد ۴ (۸۷/۵۷)، واحد ۳ (۸۶/۱۲)
۲۰	۸۳/۶۹	واحد ۱۷ (۶۷/۴۵)، واحد ۳ (۴۸/۱۸)
۲۱	۱۰۰	-
۲۲	۸۷/۵۹	واحد ۷ (۸۶/۱۵)، واحد ۱۰ (۹۱۹/۲۸)
۲۳	۸۵/۵۶	واحد ۴ (۳۵/۷۶)، واحد ۱۰ (۶۷/۱۴)
۲۴	۷۹/۴۹	واحد ۴ (۷۹/۴۷)، واحد ۱۰ (۴۸/۱۹)

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول (۴) ارزیابی کشتزارهای گندم با مجموعه‌های مرجع آن‌ها با استفاده از مدل *CCR* نهاده محور

واحد تولیدی (کشتزار گندم)	درصد کارایی	واحدهای مرجع (الگو) و ضرایب متغیر تصمیم تصمیم
۲۵	۸۳/۳۹	واحد ۲۱ (۲۴/۹)
۲۶	۹۱/۳۴	واحد۲۱ (۴۶/۱۸)، واحد ۳ (۷۸/۱۴)
۲۷	۱۰۰	واحد ۱۰ (۴۳/۱۹)
۲۸	۷۹/۷	واحد ۱۷ (۳۵/۱۶)، واحد ۲۷ (۲۷/۱۸)
۲۹	۹۲/۲۳	واحد ۳ (۴۸/۱۹)، واحد ۱۰ (۴۰/۲۴)
۳۰	۸۵/۴۳	واحد۲۷ (۶۵/۳)، واحد ۳ (۶۰/۲۹)
میانگین کارایی واحدهای ناکار	**۸۷**	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

اگر یک واحد تولیدی از نظر مدل *BCC* به طور کامل کارا، ولی میزان کارایی پایینی از نظر مدل *CRR* داشته باشد، آن گاه به طور موقت کاراست ولی کارایی کل ندارد (در این حالت ناکارایی کل ناشی از ناکارایی مقیاس است) اما اگر کارایی در هر دو مدل *CRR* و *BCC* کمتر از ۱۰۰٪ باشد در این حالت ناکارایی ناشی از ناکارایی مقیاس یا ناکارایی شرایط واحد تولیدی و همچنین ناکارایی مدیریتی است. بنابراین در اصل منطقی است ناکارایی مقیاس یک واحد تولیدی را به وسیله این دو کارایی مشخص کنیم (غچه بیگ و همکاران، ۱۳۸۹).

با توجه به نتایج به دست آمده از جدول (۵)، درمدل *CCR* شمار ۷ کشتزار و در مدل *BCC* شمار ۱۱ کشتزار دارای کارایی ۱۰۰٪ هستند و دیگر کشتزارها به درجه‌های مختلف، ناکارا محسوب می‌شوند. همچنین کشتزارهای ۵، ۶، ۱۸ و ۲۶ به طور موضعی کارا عمل می‌کنند. یعنی در آنها کارایی فنی خالص برابر یک است ولی کارایی کلی آن‌ها کوچکتر از یک می‌باشد که این ناکارایی ناشی از ناکارایی مقیاس یا مدیریتی است. ناکارایی دیگر کشتزارها، ناشی از ناکارایی مدیریتی و همچنین شرایط کشتزار (ناکارایی مقیاس) است. هنگامی که یک واحد تولیدی کارای *BCC* است، وضعیت بازده به مقیاس از راه وزن خروجی مشخص می‌شود. اگر کوچکتر از صفر باشد بازده به مقیاس افزایشی است، اگر بزرگتر از صفر باشد بازده به مقیاس کاهشی و اگر برابر صفر باشد بازده به مقیاس ثابت است. در بازده به مقیاس افزایشی نمی‌توان مقیاس واحد تولیدی را کاهش داد ولی می‌توان آن را تا بی‌نهایت افزایش داد. نسبت خروجی به ورودی برای هر نقطه روی مرز کارا نسبت به ورودی، غیر کاهشی است. یعنی افزایش در خروجی همواره دست کم به اندازه‌ای متناسب با ورودی است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۵) تجزیه انواع کارایی‌ها و بازده به مقیاس در کشت گندم

واحد تولیدی	کارایی فنی (درصد)	کارایی فنی خالص (درصد)	کارایی مقیاس (درصد)	بازده به مقیاس
۱	۸۹/۵۱	۹۲/۲۳	۹۷	افزایشی
۲	۹۶/۶۳	۹۷/۷	۹۸	افزایشی
۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	ثابت
۴	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	ثابت
۵	۹۳/۳۱	۱۰۰	۹۳/۳۱	افزایشی
۶	۹۵/۴۳	۱۰۰	۹۵/۴۳	افزایشی
۷	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	ثابت
۸	۹۲/۸۲	۹۴/۳۵	۹۸	افزایشی
۹	۹۲/۳۷	۹۳/۲	۹۹	افزایشی
۱۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	ثابت
۱۱	۹۰/۵۷	۹۷/۵۹	۹۲	افزایشی
۱۲	۸۲/۸۱	۸۹/۷	۹۲	افزایشی
۱۳	۷۶/۲۳	۸۸/۹	۸۵	افزایشی
۱۴	۸۵/۱۲	۹۲/۷	۹۱	افزایشی
۱۵	۸۱/۳۵	۹۳/۴	۸۷	افزایشی
۱۶	۹۱/۴۷	۹۶/۱	۹۵	افزایشی
۱۷	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	ثابت
۱۸	۹۲/۱۵	۱۰۰	۹۲/۱۵	افزایشی
۱۹	۷۹/۹	۸۷/۴۳	۹۱	افزایشی
۲۰	۸۳/۶۹	۹۰/۱۲	۹۲	افزایشی
۲۱	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	ثابت
۲۲	۸۷/۵۹	۹۲/۱۵	۹۵	افزایشی
۲۳	۸۵/۵۶	۸۷/۳۴	۹۷	افزایشی
۲۴	۷۹/۴۹	۹۱/۳۸	۸۶	افزایشی
۲۵	۸۳/۳۹	۹۳/۱۹	۸۹	افزایشی
۲۶	۹۱/۳۴	۱۰۰	۹۱/۳۴	افزایشی
۲۷	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	ثابت
۲۸	۷۹/۷	۸۹/۱۳	۸۹	افزایشی
۲۹	۹۲/۲۳	۹۶/۹	۹۵	افزایشی
۳۰	۸۵/۴۳	۹۰/۷	۹۴	افزایشی
میانگین	**۹۰/۲۶**	**۹۵/۱۴**	**۹۴/۴۳**	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

بنابر نتایج جدول (۶)، کشتزارهای ۳، ۴، ۷، ۱۰، ۱۷، ۲۱ و ۲۷ بازده به مقیاس ثابت و دیگران بازده به مقیاس افزایشی دارند.

پرسشی که پس از ارزیابی کارایی واحدهای مورد بررسی مطرح می‌شود این است که از بین واحدهایی که به‌طور نسبی دارای کارایی واحد شده‌اند، کدام واحد نسبت به دیگران دارای رتبه بالاتری برخوردار است؟ یک پاسخ به این پرسش این است که مجموع وزن‌های این واحدها در مجموعه مرجع را حساب کنیم، هر واحدی که وزن بیشتری داشت، رتبه آن بالاتر است. بر این پایه در مدل بازگشت به مقیاس ثابت واحد چهارم و در مدل بازگشت به مقیاس متغیر واحد سوم کاراترین واحدها به شمار می‌آیند (جدول ۶). البته روش‌های دیگری (از جمله روش رتبه بندی یا تاکسونومی) نیز برای این کار پیشنهاد شده است که به دلیل اختصار از ذکر نام آن‌ها خودداری می‌کنیم (پور کاظمی و حیدری، ۱۳۸۱).

جدول (۷) نتایج به دست آمده از تحلیل کشتزارهای گندم با مدل بازگشت به مقیاس ثابت ورودی محور برای تعیین مازاد نهاده‌ها و کمبود عملکرد را نشان می‌دهد. برای هر کدام از واحدهای ناکارا تعیین شده که به چه میزان باید از مصرف نهاده‌های مازاد را کم کنند تا کارا شوند. برای مثال کشتزار شماره ۱۱ با کارایی ۹۰/۵۷٪ باید ۱۹۲۴۰ واحد از نهاده آب مصرفی، ۱۲۹ واحد از نهاده حمل و نقل، ۱۶۷ واحد از نهاده نیروی انسانی و ۳۷۸۰ واحد از نهاده کود شیمیایی، بذر و سم مصرفی را کاهش دهد تا بر روی مرز کارایی قرار گیرد. میانگین سهم هر یک از نهاده‌ها در کاهش مصرف انرژی کشتزارهای گندم در شکل (۱) نشان داده شده است. (چون سهم نیروی انسانی و حمل و نقل کمتر از یک درصد بود از آنها صرفه نظر شده است).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۶) رتبه‌بندی کشتزارهای کارا در دو مدل بازگشت به مقیاس ثابت و متغیر

مدل بازگشت به مقیاس متغیر		مدل بازگشت به مقیاس ثابت	
شماره واحد	مجموع وزن‌ها	شماره واحد	مجموع وزن‌ها
۳	۳/۱۲	۴	۴/۵۲
۴	۳/۰۲	۳	۴/۰۲
۵	۲/۹۶	۲۷	۳/۷۹
۶	۲/۶۳	۱۷	۳/۵
۷	۲/۲	۱۰	۲/۹
۱۰	۲/۱۷	۷	۱/۹۱
۱۷	۱/۸۹	۲۱	۱/۶۵
۱۸	۱/۷۶	-	-
۲۱	۱/۶۵	-	-
۲۶	۱/۵۷	-	-
۲۷	۱/۲۴	-	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۷) مازاد و کمبود مصرف انرژی در هر یک از کشتزارهای گندم با مدل CCR نهاده محور

(مزرعه)	کارایی (درصد)	آب مصرفی	حمل و نقل	نیروی انسانی	کود، سم و بذر	ادوات و ماشین‌آلات	سوخت	عملکرد
۱	۸۹/۵۱	۲۳۷۵۶	۰	۰	۸۸۶۵	۰	۴۸۷۰	۰
۲	۹۶/۶۳	۱۲۵۶۷	۲۵۴	۰	۰	۰	۲۴۵۶	۰
۳	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۹۳/۳۱	۲۴۱۵۶	۰	۱۵۶	۲۶۷۸	۰	۰	۰
۶	۹۵/۴۳	۱۲۷۸۹	۰	۰	۰	۱۶۷۳	۵۹۱۲	۰
۷	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	۹۲/۸۲	۱۳۲۱۱	۲۷۸	۰	۰	۱۹۰	۶۱۲۰	۰
۹	۹۲/۳۷	۰	۲۹۰	۰	۰	۱۸۱	۳۸۵۹	۰
۱۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۱	۹۰/۵۷	۱۹۲۴۰	۱۲۹	۱۶۷	۳۷۸۰	۰	۰	۰
۱۲	۸۲/۸۱	۳۷۸۹۰	۰	۲۸۰	۱۲۸۹۰	۰	۰	۰
۱۳	۷۶/۲۳	۴۵۱۷۸	۳۷۹	۰	۱۲۸۹	۰	۲۸۹۰	۰
۱۴	۸۵/۱۲	۱۴۲۳۶	۳۴۱	۰	۲۷۸۰	۰	۵۶۷۰	۰
۱۵	۸۱/۳۵	۱۲۷۹۰	۲۵۱	۰	۱۹۰۷	۱۴۵۰	۵۲۸۰	۰
۱۶	۹۱/۴۷	۰	۰	۲۰۰	۱۱۲۸۹	۰	۰	۰
۱۷	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

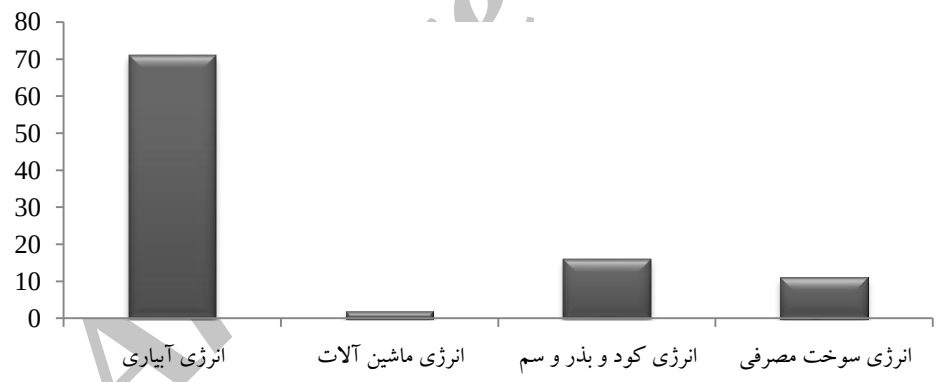
Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول (۷) مازاد و کمبود مصرف انرژی در هر یک از کشتزارهای گندم با مدل CCR نهاده محور

(مزرعه)	کارایی (درصد)	آب مصرفی	حمل و نقل	نیروی انسانی	کود، سم و بذر	ادوات و ماشین-	سوخت	عملکرد
۱۸	۹۲/۱۵	۰	۱۲۴	۰	۱۲۸۰۹	۰	۰	۰
۱۹	۷۹/۹	۳۲۹۱۰	۰	۱۹۰	۰	۱۱۲۹	۵۸۱۰	۰
۲۰	۸۳/۶۹	۱۶۲۸۰	۳۱۰	۰	۲۲۸۰	۱۲۸۰	۱۲۰۰	۰
۲۱	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۲	۸۷/۵۹	۱۷۲۰۰	۱۲۰	۱۰۹	۷۱۰۱	۰	۱۷۹۰	۰
۲۳	۸۵/۵۶	۱۴۸۰۹	۰	۰	۱۲۷۰۰	۰	۴۵۰۰	۰
۲۴	۷۹/۴۹	۳۹۷۰۸	۰	۱۲۰	۲۰۸۰	۰	۰	۰
۲۵	۸۳/۳۹	۱۹۰۰۷	۱۲۳	۰	۱۰۷۰۹	۱۶۷۰	۴۱۳۰	۰
۲۶	۹۱/۳۴	۱۷۸۹۰	۲۸۹	۰	۲۷۰۱	۰	۲۶۸۰	۰
۲۷	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۸	۷۹/۷	۲۷۹۰۸	۱۰۸	۰	۳۷۸۰	۱۲۰۰	۲۸۰۰	۰
۲۹	۹۲/۲۳	۱۸۹۰۰	۰	۱۰۳	۰	۱۰۳۰	۴۷۰۰	۰
۳۰	۸۵/۴۳	۲۰۳۴۷	۱۸۹	۰	۰	۱۶۰۰	۵۱۲۰	۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق



نگاره (۱) انرژی ذخیره شده توسط هر نهاده در کشتزارهای گندم دشت مهیار استان اصفهان

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بهبود کارایی و بهره‌وری یکی از هدف‌های اساسی واحدهای تولیدی کشاورزی است. دستیابی به این مهم، با تخصیص بهینه عامل‌های تولید در این بخش امکان پذیر است.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج به دست آمده از بررسی میزان انرژی در کشت گندم منطقه مهیار شهرستان شهرضا نشان داد که تلفات حاصل از آب آبیاری بیش از ۷۰٪ می‌باشد. نتایج به دست آمده از تحلیل نامشخصه-ای داده‌های انرژی گویای آن است که با استفاده از بهینه‌سازی واحدهای تولیدی کشت گندم (کشتزارهای گندم) می‌توان حدود ۱۳٪ از میزان انرژی مصرفی(۱۵۴۷۷مگاژول بر هکتار) صرفه-جویی داشت که این کاهش میزان مصرف انرژی علاوه بر کاهش قیمت تمام شده محصول باعث کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و کاهش انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای خواهد شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به اینکه بیشترین نهاده ورودی مربوط به آب مصرفی است و با عنایت به اینکه بسیاری از کشتزارها از کانال زاینده‌رود سهم‌آبه(حق آبه) دارند و کیفیت بالای این آب محدودیت شوری آب چاه‌های منطقه را ندارد، بررسی امکان اجرای طرح‌های آبیاری بارانی ضروری به نظر می‌رسد. امکان اجرای این طرح علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی و هزینه‌ها باعث جلوگیری از شوری زود هنگام خاک این منطقه خواهد شد.

منابع

امامی میبدی، ع. (۱۳۷۹). اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی و کاربردی)، چاپ اول، *انتشارات موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی*، تهران.

بی‌نام. (۱۳۸۵). گزارش جامع مکانیزاسیون شهرستان شهرضا، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان شهرضا.

پور کاظمی، م. ح. و حیدری، ک. (۱۳۸۱). استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی کارایی نیروگاه‌های حرارتی تولید برق کشور، *مجله تربیت مدرس*، ۶(۱): ۵۴-۳۵.

پیمان، م. روحی، ر. و علیزاده، م. (۱۳۸۴). تعیین انرژی مصرفی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج (بررسی موردی استان گیلان)، *مجله تحقیقات کشاورزی*، ۶(۲۲): ۸۰-۶۷.

تاکی، م. عجب شیرچی، ی. عبدی، ر. و اکبرپور، م. (۱۳۹۱). تجزیه و تحلیل کارآیی انرژی محصول خیار گلخانه‌ای به روش تحلیل پوششی داده‌ها، مطالعه موردی (شهرستان شهرضا – استان اصفهان). *نشریه ماشین‌های کشاورزی*، ۲(۱): ۲۸ – ۳۷.

سماواتیان، ن. رفیعی، ش. و مبلی، م. (۱۳۸۹). بررسی بهبود مصرف انرژی در تولید سیر با روش تحلیل پوششی داده‌ها. *ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون*، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

عجب‌شیرچی، ی. تاکی، م. عبدی، ر. قبادی‌فر، ا و رنجبر، ا. (۱۳۹۰). بررسی کارایی انرژی مصرفی در کشت گندم دیم توسط تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (*DEA*)، (مطالعه موردی: دشت سیلاخور)، *نشریه ماشین‌های کشاورزی*، ۱(۲): ۱۲۲ – ۱۳۲.

غچه بیگ، ف. م. امید، ح. احمدی و دلشاد، د. (۱۳۸۹). ارزیابی و بهبود مصرف بهینه منابع انرژی در تولید محصول خیار در گلخانه‌های تهران با استفاده از تحلیل پوششی داده، *ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون*، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی تهران.

قیصری، ک. مهرنو، ح. و جعفری، ا. (۱۳۸۶). کلیاتی بر تحلیل پوششی داده‌های فازی، چاپ اول، *مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین*.

محمدی، ع. (۱۳۸۷). اندازه‌گیری واحدهای تولیدی طیور با رویکرد تحلیل پوششی داده (مطالعه موردی استان فارس)، *مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۶(۶۳): ۱۱۶-۸۹.

میسمی، م. رنجبر، ا. و عجب‌شیرچی، ی. (۱۳۸۷). الگوی مصرف انرژی در تولید برخی محصولات کشاورزی و برآورد شاخص‌های انرژی (مطالعه موردی در سطح شهرستان بناب)، *مجموعه مقالات پنجمین کنگره مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون*، دانشگاه فردوسی مشهد.

ولدیانی، ع. حسن زاده قورت تپه، ع. و ولدیانی، ر. (۱۳۸۴). ارزیابی بیلان انرژی در مزارع تکثیر بذر ارقام دیم گندم آذربایجان شرقی و تاثیر آن بر محیطزیست، *مجله دانش کشاورزی*، ۱۵(۲): ۱-۱۲.

Abdi, R. Taki, M. and Jalali, A. (2013) Study on energy use pattern, optimization of energy consumption and CO_2 emission for greenhouse tomato production, *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 7 (1): 01-04.

Banker, R.D. Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984) Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, 30(3):1078-1092.

Charnes, A.W. Copper, W. and Rhodes, E. (1984) Measuring the efficiency of decision marking units, *European Journal of Operational Research*, 2(1): 429-444.

Chaudhary, V.P. Gangwar, B. and Pandey, D.K. (2006) Auditing of energy use and output of different cropping systems in India, *Agricultural Engineering international*, the CIGR journal EE 05001, Vol 8.

Cochran, W. G. (1977) Sampling Techniques, Third Edition.

Archive of SID

www.SID.ir

Houshyar, E. Sheikh Davoodi, M.J. and Nassiri, S.M. (2010) Energy efficiency for wheat production using data envelopment analysis (DEA) technique, *Journal of Agricultural Technology*, 6(4): 663-672.

Kaltschmitt, M. Reinhardt, G.A. and Stelzer, T. (1997) Life cycle analysis of befouls under different environmental aspects, *Biomass and Bio energy*, 12(2):121–134.

Karkacıer, O. and Goktolga, Z.G. (2005) Input-output analysis of energy use in agriculture, *Energy Conversion and Management*, 46(9-10):1513- 1521.

Mandal, K.G. Saha, K. P. Ghosh, P.K. Hati, K. M and Bandyopadhyay, K. K. (2002) Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India, *Biomass Bio energy*, 23(5): 337–345.

Moghimi, M.R. Mohammadi Alasti, B. and Hadad Drafshi, M.A. (2013) Energy input-output and study on energy use efficiency for wheat production using DEA technique, *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(13): 2064-2070.

Mohammadi, A. Tabatabaeefar, A. Shahin, Sh. Rafiee, Sh. and Keyhani, A. (2008) Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province, *Energy Conversion and Management*, 49: 3566–3570.

Nassiri, S.M. and Singh, S. (2009) Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique, *Applied Energy*, 86:1320-1325.

Nassiri, S.M. and Singh, S. (2010) A comparative study of parametric and non-parametric energy efficiency in paddy production, *Journal of agricultural science and technology*, 12: 379-389.

Shafiq, M. and Rehman, T. (2000) The extent of resource use inefficiencies in cotton production in Pakistan's Punjab: an application of Data Envelopment Analysis, *Agricultural Economics*, 22:321–330.

Yaldiz, O. H. Ozkan, H. Zeren, Y. and Bascetincelik , A. (1993) Energy usage in production of field crops in Turkey, *5th International Congress on Mechanization and Energy Use in Agriculture*, 11 – 14-Oct. Kusadasi, Turkey.

Yong, T. and Chunweki, K. (2003) A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem, *European Journal of Operational Research*, 147(2): 128-136.

Archive of SID

www.SID.ir