مجله تحقیقات در عملیات و کاربردهای آن، سال نهم، شماره چهارم (پیاپی ۳۵)، زمستان ۹۱، ص ص ۵۳_۴۳
شاپا ۷۲۸۶_۲۲۵۱

بررسی کارایی محصولات زراعی شهرستان جهرم با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای (IDEA)

مهدی بابایی*[1]، حمیدرضا پاک‌نژاد[2]، مصطفی مردانی[3]، ماشاالله سالارپور[4]
۱و۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل
۳- دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل
۴- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

رسید مقاله: ۱۵ تیر ۱۳۹۱
پذیرش مقاله: ۱۵ آذر ۱۳۹۱

چکیده

مدیریت اقتصادی واحدهای کشاورزی عامل بسیار مهمی در افزایش تولید و عملکرد و هم‌چنین کاهش در هزینه‌ها و نهاده‌های کشاورزی می‌باشد. به همین منظور کارایی محصولات زراعی شهرستان جهرم مورد ارزیابی قرار گرفت. و سپس کارایی بازه‌ای و فنی و هم‌چنین کمبودهای نهاده‌ای در پنج محصول این شهرستان محاسبه گردید. این پژوهش بر مبنای تحلیل پوششی داده‌ها بوده و آمار و اطلاعات آن از طریق تکمیل ۱۲۰ پرسشنامه از کشاورزان سه بخش مرکزی، خفر و کردیان و از طریق کارشناسان جهاد کشاورزی و سازمان آب منطقه‌ای شهرستان به دست آمد. نتایج نشان داد که متوسط کارایی بازه‌ای در بازه‌ی (۰/۸۵۸، ۰/۲۳۰) قرار دارد. مقدار متوسط کارایی فنی نیز ۰/۹۶۶ می‌باشد و ۷۵ درصد از داده‌ها دارای کارایی برابر با یک هستند. بیشترین مقدار کارایی ۱۰۰ درصد و کم‌ترین مقدار کارایی ۰/۸۸ می‌باشد، مقدار مازاد برای نهاده مورد نظر یعنی آب در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس، در جو و گندم به ترتیب برابر ۳۷۳/۹۱۵ و ۶۱۰/۴۶ متر مکعب به ازای هر هکتار بود.

کلمات کلیدی: کارایی بازه‌ای، تحلیل پوششی داده‌ها، جهرم

۱ مقدمه

محدودیت آب و خاک و ازدیاد جمعیت جهان همواره توجه دانشمندان را برای تأمین هر چه بیشتر مواد غذایی از واحد سطح به خود معطوف داشته است. یکی از راه‌های مناسب، بهره‌برداری از گلخانه‌ها است که در آن علاوه بر سطح، از فضای ایجاد شده هم استفاده می‌نمایند. هم‌چنین در گلخانه محیط تا حد بهترین شرایط ممکن برای رشد گیاه تأمین می‌شود تا با افزایش عملکرد و کیفیت برتر، از یک طرف غذای کافی تولید و از

---

* عهده دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: mbabaei65@yahoo.com

طرف دیگر بهره‌ی کافی تولید و از طرف دیگر بهره‌ی کافی عاید کشاورزان شود [۱]. تحلیل پوششی داده‌ها، یک تکنیک ریاضی مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است. در این روش با استفاده از یک مجموعه چند تایی از متغیرهای ورودی و خروجی، کارایی یک گروه از واحدهای مورد بررسی تعیین می‌شود. در تحلیل پوششی داده‌ها، به ازای یک مجموعه مشخص از متغیرهای ورودی و خروجی، نمره‌ی مشخصی به هر یک از واحدهای مورد بررسی اختصاص می‌یابد. در این روش، مرز کارا به صورت تجربی مشخص می‌شود [۲]. کارآیی را می‌توان، توانایی یک بنگاه در به دست آوردن حداکثر ستاده از یک مجموعه نهاده معین با فرض تکنولوژی معلوم و یا توانایی یک بنگاه برای تولید بازده معین با حداقل مجموعه نهاده‌های در دسترس تعریف نمود، از طرف دیگر بهره‌وری مفهومی است که میزان کارآیی بنگاه‌ها نسبت به یکدیگر را در طول یک دوره زمانی مشخص نشان می‌دهد [۳]. به طور کلی در مدل‌های DEA متداول، از داده‌های دقیق و قطعی برای سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری (DEA) استفاده می‌شود [۴]. اما از آن جایی که در دنیای واقعی تصمیم‌گیرنده با شرایط ریسک و عدم قطعیت روبروست، نمی‌توان مقادیر دقیقی برای هر یک از ستاده‌ها و نهاده‌ها مشخص نمود و این کار دقت و صحت مدل را زیر سوال خواهد برد. به منظور رفع این نقیصه و وارد کردن شرایط ریسک و عدم قطعیت در تعیین کارایی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری می‌توان از روش DEA بازه‌ای استفاده کرد. افزایش کارآیی در بنگاه به مفهوم راهی مطمئن برای افزایش ایجاد رقابت‌پذیری و سوددهی بیشتر است. معمولاً در بنگاه‌هایی که در شرایط نزدیک به بازارهای شبه رقابتی عمل می‌کنند و تعیین قیمت نهاده و ستاده‌ها توسط بازار صورت می‌گیرد (مانند: بخش کشاورزی) مدیریت عوامل تولید در بنگاه، عامل تعیین کننده مهمی در میزان سوددهی بنگاه خواهد بود. توجه به اصل کارآیی از شرایط اصلی تحقق مدیریت بهینه عوامل تولید است [۵].

شهرستان جهرم در ۱۰۰ کیلومتری جنوب غربی شیراز از شهرهای مهم استان فارس محسوب می‌شود. آب و هوای این شهرستان گرم و خشک است. تفاوت درجه حرارت بین ۸/۵- درجه سانتی‌گراد تا ۴۵/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میزان بارندگی سالانه حدود ۲۷۵ میلی‌متر تخمین زده شده است. در این شهرستان رودخانه دایمی وجود ندارد، منبع اصلی تأمین آب این دشت آب‌های زیر زمینی بوده و بر پایه آمار سازمان آب منطقه‌ای شهرستان تعداد ۳۵۰۰ حلقه چاه، ۲۷ رشته قنات و ۳۸ چشمه با تخلیه‌ای حدود ۳۲۰ میلیون متر مکعب در سال موجود است. کل سطح زیر کشت محصولات زراعی شهرستان ۱۵۰۰۰ هکتار برآورد شده، و سطح زیر کشت محصولات مورد مطالعه گندم: ۳۵۰۰، جو:۱۷۰۰، ذرت ۲۲۰۰، یونجه ۱۶۶۰، باقلا ۸۸۰ هکتار می‌باشد، که این میزان تحت شرایط آب و هوایی مختلف از نظر بارندگی متغیر است [۶].

در این زمینه مسائل مربوط به کارایی و تحلیل پوششی داده‌ها تاکنون مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. به عنوان نمونه در خارج از کشور، مارگاریتیز و پسیلاکی [7] در سال ۲۰۰۹ در میان شرکت‌های تولیدی فرانسوی به بررسی رابطه بین ساختار سرمایه و عملکرد شرکت پرداختند. محققان برای اندازه‌گیری عملکرد شرکت‌های مورد بررسی از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده نمودند. آنها به دنبال این موضوع بودند که نسبت بدهی در شرکت‌های با کارایی بیشتر به چه صورت است. نتیجه بیان‌گر آن بود که شرکت‌های با کارایی بیشتر تمایل به داشتن اهرم مالی بالاتری دارند. یان‌لی و چووان‌زهی [۸] نیز در سال ۲۰۰۹ در پژوهشی ابتدا

با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی تکنیکی شرکت‌های ذغال‌سنگ چین را اندازه‌گیری کرده، سپس به بررسی رابطه بین کارایی و ساختار سرمایه در آن شرکت‌ها پرداختند. آن‌ها نشان دادند که شرکت‌های مورد بررسی باید نسبت بدهی خاصی را برای خود ایجاد کنند، به گونه‌ای که اگر نسبت بدهی از آن نسبت خاص بیشتر شود، کارایی تکنیکی کاهش خواهد یافت. کوثرکیانی [9] در سال ۲۰۰۸ در مطالعه خود نشان داد که بهره‌وری با اندازه زمین رابطه معکوس دارد و این مسئله بیشتر مربوط به متمرکز بودن نیروی کار و استفاده از آبیاری است. همچنین، وانگ و همکاران [10] در سال ۲۰۰۵ در مطالعه‌ای سعی در ارایه تکنیکی جدید برای حل مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای نمودند تا هم از پیچیدگی و طولانی بودن مراحل حل این روش بکاهند و هم روشی را برای رتبه‌بندی و یافتن واحدهای تصمیم‌گیری کارا و ناکارا ارایه نمایند. نتایج نشان می‌دهد که جواب‌های به دست آمده از این روش با جواب‌های مدل تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای فعلی بسیار نزدیک بوده و دارای پیچیدگی کمتر و نیازمند مدت زمان کوتاه‌تری برای حل آن می‌باشد، هم‌چنین تکنیک تحلیلی پوششی داده‌های بازه‌ای روشی مناسب برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری در شرایط ریسک و عدم قطعیت می‌باشد. در بخش مطالعات داخلی نیز پاکروان و همکاران [11] در سال ۱۳۸۸ کارایی کلزا کاران شهرستان ساری را مورد بررسی قرار دادند که این مطالعه نشان داد با اجرای برنامه‌های افزایش کارایی تخصیصی کشاورزان، مانند برگزاری کلاس‌های ترویجی و آموزش‌های لازم در راستای استفاده‌ی درست از نهاده‌ها می‌توان تولید را افزایش و هزینه را کاهش داد. پاکروان و مهرابی [12] در سال ۱۳۸۸ به بررسی رابطه بین انواع کارایی و اندازه مزرعه برای بهره‌برداران آفتابگردان شهرستان خوی پرداختند و نتایج مطالعه نشان داد با افزایش اندازه زمین میزان استفاده از نهاده‌های تولیدی به جزء کود شیمیایی کاهش، و میزان بذر مصرفی ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. هم‌چنین کارایی‌های فنی، تخصیصی و اقتصادی منطقه نیز با افزایش اندازه مزرعه کاهش می‌یابد اما کارایی مقیاس افزایش می‌یابد. مهرابی [13] در سال ۱۳۸۸ انواع کارآیی و بازده به مقیاس تولیدکنندگان آفتابگردان شهرستان خوی را محاسبه کرد و نتایج نشان داد که متوسط کارایی‌های فنی، تخصیصی، اقتصادی و مقیاس بهره‌برداران آفتابگردان در منطقه به ترتیب ۶۶، ۵۴/۷، ۳۵/۹ و ۷۵/۹ است و عدم کارایی اقتصادی در این منطقه در درجه اول مربوط به عدم کارایی تخصیصی و در درجه دوم به علت کیفیت‌های متفاوت نهاده‌ها از قبیل آب و زمین است. زاهدی‌کیوان و همکاران [14] نیز در سال ۱۳۸۸ به تعیین کارایی فنی کشورهای آسیایی در تولید محصول برنج بر اساس خوش‌بینی و بدبینی در اطلاعات و آمار با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که کره جنوبی دارای بالاترین کارایی و فیلیپین دارای پایین‌ترین کارایی در زمینه تولید محصول برنج می‌باشند. مؤذنی و کرباسی [15] در سال ۱۳۸۷ به اندازه‌گیری کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها مطالعه موردی پسته کاران شهرستان زرند پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که میانگین کارایی فنی برای دشت‌های زرند و سیریز به ترتیب حدود ۵۲ و ۶۲ درصد می‌باشد. میانگین کارایی فنی خالص یا کارایی مدیریتی و میانگین کارایی مقیاس برای دشت زرند به ترتیب حدود ۷۵ و ۷۱ درصد و برای دشت سیریز به ترتیب حدود ۸۷ و ۷۰ درصد است. هم‌چنین میانگین کارایی تخصیصی و کارایی اقتصادی برای دشت زرند به ترتیب حدود ۵۴ و ۳۸ درصد و برای دشت

سیریز به ترتیب حدود ۶۵ و ۵۷ درصد می‌باشد. زیبایی و جعفری‌ثانی [۱۶] در سال ۱۳۸۷ با استفاده از مفهوم تابع فرامرزی به مطالعه تفاوت‌های منطقه‌ای در تکنولوژی تولید شیر در شش استان کشور پرداختند. تابع تولید فرامرزی با روش غیر پارامتریک پوششی داده‌ها تخمین زده شد. نتایج حاصل از تخمین تابع تولید مرزی منطقه‌ای نشان داد که شکاف بین بهترین تولیدکننده و سایر تولیدکنندگان در استان یزد حداقل و در استان اصفهان حداکثر است. هم‌چنین نتایج حاصل از تخمین تابع تولید فرامرزی و محاسبه نسبت شکاف تکنولوژی حاکی از این بود که استان‌های تهران و یزد در مقایسه با سایر استان‌های مورد مطالعه، عملکرد تکنیکی بهتری دارند. هم‌چنین، کریمی و همکاران [۱۷] در سال ۱۳۸۷ تعیین کارایی زراعت گندم با توجه به دو عامل زمان و ریسک با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای و تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای را مورد بررسی قرار دادند در این مطالعه، کارایی ۸ استان بزرگ کشور در تولید محصول گندم (آبی) بررسی شد. نتایج مطالعه نشان داد که استان خوزستان دارای بالاترین و استان‌های همدان و آذربایجان شرقی دارای پایین‌ترین بهره‌وری بودند. هم‌چنین با در نظر گرفتن شرایط ریسک، استان فارس دارای بالاترین و استان کردستان دارای پایین‌ترین کارایی در تولید گندم بودند. مهرابی [۱۸] نیز در سال ۱۳۸۶ به محاسبه شاخص‌های کارایی فنی و شکاف تکنولوژیکی پرداخت. وی، ابتدا تابع تولید مرزی تصادفی استاندارد برای داده‌های ترکیب، سپس تابع تولید مرزی تصادفی استاندارد جداگانه برای داده‌های گلخانه و فضای باز و در آخر از تابع مرزی پوششی برای محاسبه شکاف تکنولوژیکی استفاده کرد، نتایج مطالعه نشان داد که میانگین کارایی فنی بهره‌برداران گلخانه‌ای در سه روش مذکور به ترتیب حدود ۷۷، ۸۴ و ۷۰ درصد و برای بهره‌برداران فضای باز ۷۵، ۷۰ و ۱۴ درصد است. نسبت شکاف تکنولوژی در گلخانه و فضای باز به ترتیب حدود ۰/۸۳ و ۰/۲ بود که بیان‌گر شکاف تکنولوژی عمیق در این دو نوع کاشت است.

کشاورزی در منطقه شهرستان جهرم از اهمیت فراوانی برخوردار است و اکثر مردم منطقه از این راه امرار معاش می‌کنند. با توجه به اهمیت کشاورزی در این شهرستان، در این مطالعه کارآیی بازه‌ای محصولات زراعی شهرستان جهرم و زیر بخش‌ها با کاربرد روش برنامه‌ریزی خطی بررسی شد.

۲ مواد و روش

در روش‌های متداول تحلیل پوششی داده‌ها از داده‌های دقیق و قطعی برای سنجش کارایی استفاده می‌شود، ولی از آن جایی که در بخش‌های مختلف اقتصادی به خصوص کشاورزی به دلیل وجود ریسک، تصمیم گیرنده با داده‌های غیر دقیق روبروست و یا به عبارت دیگر در شرایط عدم قطعیت قرار دارد لذا استفاده و به‌کارگیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها به صورت کلاسیک در چنین بخش‌هایی مناسب به نظر نمی‌رسد [۱۰]. باید توجه داشت که اطلاعات غیر دقیق را می‌توان در قالب اعداد فازی و یا بازه‌ای بیان نموده و آن‌ها را در مدل لحاظ کرد [۱۹].

کارایی بازه‌ای تمام نسبت‌های ممکن از مجموع وزنی نهاده‌ها و ستاده‌ها است که کارایی‌های ممکن را با توجه به آن‌ها محاسبه می‌شود. کارایی می‌تواند یک بازه باشد. حد بالای کارایی بازه‌ای دیدگاه خوش‌بینانه و حد پایین آن دیدگاه بدبینانه را به دست می‌دهد [۳].

کارایی در مدل CCR بیشترین نسبت مجموع وزنی ستاده‌ها و نهاده‌ها با استفاده از بردارهای وزنی نهاده و ستاده است. اگر تابع هدف در مدل CCR مینیمم شود، کارایی از دیدگاه بدبینانه می‌باشد که $u = 0$ ، $v \neq 0$ و مقدار تابع هدف برای همه DMUها صفر می‌شود. بنابراین بدون تغییر تابع هدف و محدودیت‌ها حد پایین کارایی بازه‌ای را نمی‌توان به دست آورد. محاسبه کارایی طبق فرمول زیر می‌باشد [۳]:

$$
\begin{aligned}
& Max \quad \frac{u^t y_{\circ}}{v^t x_{\circ}} \\
& s.t. \\
& \qquad \frac{u^t y_j}{v^t x_{\circ}} \leq 1 \qquad\qquad j = 1,\dots,n, \\
& \qquad u \geq 0 \\
& \qquad v \geq 0.
\end{aligned}
\tag{۱}
$$

محاسبه حد بالای کارایی بازه‌ای مطابق فرمول زیر می‌باشد:

$$
\overline{E}^{*}_{\circ} = \underset{u,v}{Max} \frac{\dfrac{u^t y_{\circ}}{v^t x_{\circ}}}{\underset{j}{\max} \quad \dfrac{u^t y_j}{v^t x_j}}
\tag{۲}
$$

$$
\begin{aligned}
& s.t. \\
& \quad u \geq 0, \\
& \quad v \geq 0.
\end{aligned}
$$

وقتی مخرج کسر تابع هدف برابر یک تابع باشد معادله بالا به صورت زیر در می‌آید:

$$
\begin{aligned}
& \overline{E}^{*}_{\circ} = \underset{u,v}{Max} \frac{u^t y_{\circ}}{v^t x_{\circ}} \\
& s.t. \\
& \quad \underset{j}{Max} \quad \frac{u^t y_j}{v^t x_j} = 1, \\
& \quad u \geq 0, \\
& \quad v \geq 0.
\end{aligned}
\tag{۳}
$$

از مقایسه فرمول (۳) و (۱) نتیجه می‌شود که فرمول (۳) از فرمول (۱) دقیق‌تر است.

بنابراین محدوده متغیر در فرمول (۱) کمتر از فرمول (۲) است. محدودیت $\underset{j}{Max} \quad \frac{u^t y_j}{v^t x_j} = ۱$ را به فرمول (۲) اضافه و فرمول (۲) از فرمول (۳) کم می‌شود. بنابراین وزن نهاده و ستاده برای ارزش بهینه با نسبت u و v که $(u_۱ : \dots : u_k : v_۱ : \dots : v_m)$ است نشان داده می‌شود. مینیمم کردن حد پایین کارایی بازه‌ای برای DMUها با استفاده از فرمول (۲) در زیر آمده است:

$$\underline{E}_{\circ *} = \underset{u,v}{Min} \frac{\frac{u^t y_\circ}{v^t x_\circ}}{\underset{j}{Max} \quad \frac{u^t y_j}{v^t x_j}} \qquad (۴)$$

$$\begin{aligned} & s.t. \\ & \quad u \geq ۰, \\ & \quad v \geq ۰. \end{aligned}$$

هنگامی که مخرج کسر تابع هدف یک باشد فرمول (۴) به آن‌چه در ذیل آمده تبدیل می‌شود:

$$\begin{aligned} & \underline{E}_{\circ *} = \underset{u,v}{Min} \frac{u^t y_\circ}{v^t x_\circ} \\ & s.t. \\ & \quad \underset{j}{Max} \quad \frac{u^t y_j}{v^t x_j} = ۱, \qquad (۵) \\ & \quad u \geq ۰, \\ & \quad v \geq ۰. \end{aligned}$$

E_q در فرمول (۵) نمی‌تواند با فرمول مشابه برنامه‌ریزی خطی جای‌گزین شود. با توجه به $\frac{u^t y_j}{v^t x_j} = ۱$ برای هر J، فرمول (۵) می‌تواند به n فرمول به صورت زیر تقسیم شود.

$$\begin{aligned} & \underline{E}_{\circ j} = \underset{u,v}{Min} \frac{u^t y_\circ}{v^t x_\circ} \\ & s.t. \\ & \quad \frac{u^t y_j}{v^t x_j} = ۱, \qquad (۶) \\ & \quad u \geq ۰, \\ & \quad v \geq ۰. \end{aligned}$$

با این وجود با استفاده از فرمول (۶) ارزش بهینه را می‌توان به دست آورد. فرمول (۶) نیز می‌تواند به فرمول برنامه‌ریزی خطی تبدیل شود.

$$
\begin{aligned}
&{}^{-E}_{\circ j} = \underset{u}{Min}\, u^t y_{\circ} \\
&s.t. \\
&\qquad v^t x_{\circ} = ۱, \\
&\qquad u^t y_j - v^t x_j = ۰, \qquad j = ۱,\dots,n \\
&\qquad u \geq ۰, \\
&\qquad v \geq ۰.
\end{aligned}
\tag{۷}
$$

حد پایین کارایی بازه‌ای با کم‌ترین ارزش جواب‌های فرمول (۷) برای n فرمول برنامه‌ریزی خطی برابر است. وقتی $j = ۰$ ، $u^t y_{\circ}$ دقیقا برابر با ۱ است. می‌توان حد پایین کارایی بازه‌ای را به صورت ریاضی نوشت، که در ادامه آمده است:

$$
{}^{-E*}_{\circ} = ۱ \wedge \underset{j \neq ۰}{Min}\, {}^{-E}_{\circ j}
\tag{۸}
$$

هرجا $a \wedge b = Min\{a,b\}$، برای محاسبه‌ی برنامه‌ریزی خطی برای j حد بالای کارایی بازه‌ای برابر ۱ است، بنابراین حل برنامه‌ریزی خطی برای هر j لازم نیست. از طریق فرمول (۲) حد بالای کارایی بازه‌ای و از طریق فرمول‌های (۷) و (۸) حد پایین کارایی بازه‌ای را به‌دست می‌آورد. سپس می‌توان کارایی بازه‌ای را برای $DMU_{\circ}$ بر اساس $[{}^{-E}_{\circ*}, {}^{-E*}_{\circ}]$ محاسبه کرد. می توان حد پایین کارایی را مستقیماً با فرمول زیر به دست آورد [۳]:

$$
{}^{-E}_{\circ*} = \underset{p,r}{Min} \frac{\dfrac{y_{\circ p}}{x_{\circ p}}}{\underset{j}{Max} \left(\dfrac{y_{jp}}{x_{jr}} \right)}
\tag{۹}
$$

در مرحله دوم مقدار کمبودها مورد بررسی قرار گرفت، 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 کارای 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 j ام به صورت زیر بیان می‌شود:

$$
s_i^- = {}^{-*}x_{i\circ} - \sum_{j=۱}^{n} \mathrm{a}_j x_{ij}
\tag{۱۰}
$$

$$s_r^+ = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - y_{r0} \qquad (۱۱)$$

که s_n^- و s_m^+ 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:

$$\begin{aligned}
&Max \quad \sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+ \\
&s.t. \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \bar{\theta} x_{i0}, \quad i = 1,2,\dots,m, \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}, \quad r = 1,2,\dots,s, \\
&\qquad \lambda_j \geq 0, \qquad\qquad j = 1,2,\dots,n.
\end{aligned} \qquad (۱۲)$$

بنابراین محصول kام (DMU_k) کارا است اگر و فقط اگر $\bar{\theta}^* = ۱$ و به ازای تمامی نهاده‌ها و ستاده‌های واحد تولیدی میزان کمبود برابر صفر باشد. به عبارتی به ازای همه‌ی n و mها، $s_n^{-*} = s_m^{+*} = 0$ است. هم‌چنین محصول kام (DMU_k) کارای ضعیف است اگر و فقط اگر $\bar{\theta}^* = ۱$ باشد و برای برخی از نهاده‌ها و یا ستاده‌های واحد تولیدی میزان کمبود غیر صفر باشد. به عبارتی به ازای برخی از n و mها، $s_n^{-*} \neq 0$ و یا $s_m^{+*} \neq 0$ است [۴].

۳ نتایج و بحث

ابتدا داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از طریق تکمیل ۱۲۰ پرسشنامه از کشاورزان سه بخش مرکزی، خفر و کردیان و از طریق کارشناسان جهاد کشاورزی و سازمان آب منطقه‌ای شهرستان به‌دست آمد. همان‌طور که گفته شد منبع اصلی تأمین آب این دشت آب‌های زیر زمینی بوده است و کل سطح زیر کشت محصولات زراعی این شهرستان ۱۵۰۰۰ هکتار می‌باشد که ۶۶/۳۰ درصد از این سطح زیر کشت محصولات عمده‌ی مذکور در این مطالعه تشکیل می‌دهند [۶].

جدول ۱ میزان کارایی فنی در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌گردد، میانگین کارایی فنی ثابت نسبت به مقیاس برابر با ۰/۸۵۸ و کارایی فنی متغیر نسبت به مقیاس برابر با ۰/۹۶۶ می‌باشد و ۳ محصول از محصولات زراعی این شهرستان که ۶۰ درصد از محصولات را تشکیل می‌دهند دارای کارایی بیشتر از میانگین و هم‌چنین دارای کارایی یک می‌باشند و ۲ محصول از آن‌ها، برابر با ۴۰ درصد از محصولات دارای کارایی کمتر از میانگین می‌باشند. کم‌ترین میزان کارایی در شرایط بازده متغیر نسبت به مقیاس مربوط به جو و برابر با ۰/۸۸ می‌باشد. و بیشترین کارایی مربوط به محصولات باقلا، یونجه و ذرت

می‌باشد که برابر با یک می‌باشند. این اختلاف بین کم ترین و بیشترین کارایی، به دلیل برابر بودن حداکثر کارایی فنی با یک، تفاوت بین کم‌ترین کارایی و مرز کارا نیز می‌باشد و نشان می‌دهد که اختلاف زیادی بین محصولات از نظر تخصیص بهینه منابع با توجه به قیمت آن‌ها وجود دارد. و هم‌چنین کشاورزان می‌توانند در محصولات جو و گندم، با کاهش استفاده از نهاده‌ها، بدون کاهش در محصول معین کارایی تکنیکی‌شان را افزایش دهند تا از این طریق بتوانند از هدر رفتن نهاده‌های تولیدی جلوگیری کرده و روی مرز کارای تولید قرار بگیرند. کارایی مقیاس نیز ۰/۸۸ درصد است، که نشان می‌دهد بیش‌تر محصولات زراعی در شهرستان جهرم در یک مقیاس کارا عمل می کنند.

جدول ۱. میزان کارایی فنی و مقیاس محصولات زراعی شهرستان جهرم

محصول	کارایی فنی	
	در شرایط بازده ثابت	در شرایط بازده متغیر
باقلا	۱	۱
یونجه	۱	۱
ذرت	۱	۱
جو	۰/۵۶۲	۰/۸۸
گندم	۰/۷۲۸	۰/۹۵
میانگین کارایی	۰/۸۵۸	۰/۹۶۶
میانگین کارایی مقیاس:	۰/۸۸۰	

جدول ۲ بازه‌های کارایی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌کنید، با استفاده از کارایی ستاده گرا، کارایی بازه‌ای محاسبه شد. نتایج نشان داد که میانگین بازه‌ی کارایی، در بازه‌ی (۰/۸۵۸، ۰/۲۳۰) قرار دارد. بزرگ بودن بازه‌ی کارایی نشان‌دهنده‌ی وجود ریسک و نا اطمینانی محصولات زراعی شهرستان زابل می‌باشد. ضمناً کم‌ترین کارایی مربوط به جو با بازه‌ی کارایی (۰/۵۶۲، ۰/۱۰۶) می‌باشد، و هم‌چنین، بیشترین کارایی مربوط به ذرت با بازه‌ی کارایی (۱، ۰/۴۳۷) می‌باشد.

با توجه به این‌که حد پایین هیچ‌کدام از محصولات برابر با یک نمی‌باشد، هیچ‌کدام دارای کارایی بالفعل (کامل) نیستند به عبارت دیگر هیچ‌کدام از این واحدها نتوانسته‌اند از منابع و امکانات خویش به صورت صحیح و فنی در جهت دست یابی به حداکثر کارایی استفاده نمایند. به دلیل این‌که حد بالای ۳ محصول برابر با یک است و حد پایین آن ها کمتر از یک می‌باشد، نشان می‌دهد که این محصولات دارای کارایی بالقوه بوده و به شرط استفاده از حداکثر نهاده‌ها و دست‌یابی به حداکثر ستاده‌های بیان شده برای هر یک، می‌توانند در زمینه‌ی تولید محصولات زراعی به کارایی بالفعل (کامل) دست یابند.

جدول ۲. میزان کارایی بازه‌ای در محصولات زراعی شهرستان جهرم

نام محصول	باقلا	یونجه	ذرت	جو	گندم	میانگین
کارایی	(۱، ۰/۲۵۱)	(۱، ۰/۱۸۳)	(۱، ۰/۴۳۷)	(۰/۵۶۲، ۰/۱۰۶)	(۰/۷۲۸، ۰/۱۷۴)	(۰/۸۵۸، ۰/۲۳۰)

جدول ۳ میزان مازاد نهاده‌ها را در شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس نشان داده است. با توجه به نتایج به دست آمده، باقلا، یونجه و ذرت در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس دارای کارایی برابر با یک می‌باشند. و مقدار مازاد نهاده برای این محصولات برابر با صفر است و این دو محصول الگویی برای محصولات دیگر در رسیدن به کارایی کامل می‌باشند. در محصولات جو، گندم با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان میزان نهاده‌ها را بدون کاهش در میزان تولید کاهش داد، تا به کارایی کامل دست یافت. به عنوان نمونه میزان کاهش در مصرف آب برای جو، گندم به ترتیب برابر با ۳۷۳/۹۱۵، ۶۱۰/۴۶ مترمکعب در هکتار می‌باشد. و مقدار مازاد برای بذر، کود و زمین نیز در جدول۳ آمده است. و مقدار مازاد برای ماشین در تمامی محصولات صفر می‌باشد.

جدول ۳. کمبودها در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس

نام محصول	بذر S_1^-	سم S_2^-	ماشین S_3^-	فسفات S_4^-	ازت S_5^-	آب S_6^-	نیروی کار S_7^-
باقلا	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
یونجه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ذرت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جو	۴۱/۶۲۵	۰/۷۵۸	۰	۰/۸۴۷	۰	۳۷۳/۹۱۵	۰
گندم	۳۶/۳۳	۰/۸۶۸	۰	۰	۰/۳۳۴	۶۱۰/۴۶	۰

۴ نتیجه‌گیری و ارایه پیشنهادات

با توجه به میزان کارایی‌های به دست آمده، ذرت، باقلا و یونجه به ترتیب، بیشترین کارایی را در بین پنج محصول عمده شهرستان جهرم به خود اختصاص داده‌اند، و پیشنهاد می‌شود که این محصولات در الگوی کشت این منطقه قرار گیرند، و با توجه به کارایی پایین جو و گندم پیشنهاد می‌شود که کمتر در الگوی کشت منطقه قرار گیرد. مدل تحلیل پوششی داده‌ها بازه‌ایی نسبت به مدل‌های معمولی به دلیل امکان دخالت دادن آمار مربوط به یک بازه زمانی طولانی مدت و هم‌چنین به‌کارگیری شرایط ریسک و نااطمینانی در نتایج به شرایط دنیای واقعی نزدیک‌تر است و به محققین بخش کشاورزی توصیه می‌شود که در تعیین کارایی بخش‌های مختلف کشاورزی از روش‌های بازه‌ای و فازی استفاده گردد.

منابع

[۱] اکبری چشمه‌منش ع.، کاشی ع.، معمارمشرفی م.، خصوصی م.، (۱۳۸۲). اثر پیوند بر رشد و عملکرد دو رقم خیار گلخانه‌ای vilmorin و royal 24189 با پایه کدوی برگ انجیری (cucrbita ficifolia). نهال و بذر ۱۹: ۱۴۶-۴۴۷.

[۲] مهرگان، م. ر.، (۱۳۸۸). ارزیابی عملکرد سازمان‌ها: رویکردی کمی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

[۵] اکبری ن.، زاهدی‌کیوان م.، (۱۳۸۷). بررسی عملکرد صنعت دامداری در سطح کشور (رهیافت: تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای). فصلنامه، پژوهش‌های اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

[۶] سازمان آب منطقه‌ای شهرستان جهرم.، (۱۳۸۸). اطلاعات منابع آب‌های سطحی و زیر زمینی.

[۱۱] پاکروان، م. ر.، مهرابی بشرآبادی، ح.، شکیبایی، ع. ر.، (۱۳۸۸). تعیین کارایی برای تولیدکنندگان کلزا در شهرستان ساری. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۴ (۱): ۹۲-۷۷.

[۱۲] پاکروان، م. ر.، مهرابی‌بشرآبادی، ح.، (۱۳۸۸). رابطه بین انواع کارایی و اندازه مزرعه برای بهره‌برداران آفتابگردان شهرستان خوی. هفتمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران.

[۱۳] مهرابی‌بشرآبادی، ح.، پاکروان، م.، (۱۳۸۸). محاسبه انواع کارایی و بازده به مقیاس تولید کنندگان آفتابگردان شهرستان خوی، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳: ۱۰۲-۹۵.

[۱۴] زاهدی‌کیوان، م.، اکبری، ن.، زاهدی‌کیوان، م.، (۱۳۸۸). تعیین کارایی فنی کشورهای آسیایی در تولید محصول برنج بر اساس خوش‌بینی و بدبینی در اطلاعات و آمار (رهیافت:تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای). هفتمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران.

[۱۵] مؤذنی، س.، کرباسی، ع.، (۱۳۸۷). اندازه گیری انواع کارایی با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها (مطالعه موردی پسته کاران شهرستان زرند). اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۱: ۱۷-۱.

[۱۶] زیبایی م.، جعفری ثانی، م.، (۱۳۸۷). تعیین کارایی فنی و نسبت شکاف تکنولوژی در واحدهای تولید شیر در ایران، مطالعه موردی :استان‌های آذربایجان شرقی، اصفهان، تهران، خراسان، فارس و یزد (کاربرد روش فرامرزی). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲(۴۳(الف)): ۳۱۵-۳۲۴

[۱۷] کریمی، ف.، پیراسته، ح.، زاهدی‌کیوان، م.، (۱۳۸۷). تعیین کارایی زراعت گندم با توجه به دو عامل زمان و ریسک با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای و تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای. اقتصاد کشاورزی و توسعه ۶۴ :۱۵۹-۱۳۹.

[۱۸] مهرابی‌بشرآبادی، ح.، (۱۳۸۶). بررسی کارایی فنی و نسبت شکاف تکنولوژیکی در تولید سبزی و صیفی‌جات گلخانه‌ای و فضای باز در استان کرمان. اقتصاد کشاورزی، ۱(۱):۶۲-۴۷.

[۱۹] شوندی، ح.، (۱۳۸۵). نظریه مجموعه‌های فازی و کاربرد آن در مهندسی صنایع و مدیریت. انتشارات گسترش علوم پایه.

[3] Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., Seiford, L. M., (1994). Data envelopment analysis: theory, methodology and applications. Kluwer Academic Publishers, Boston.

[4] Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, 2(6): 429- 444.

[7] Margaritis, D., Psillak, M., (2009). Capital structure, equity ownership and firm performance. Journal of Banking & Finance, xxx, 1-12.

[8] Yan li, W., Chuan zhe, L., (2009). Capital structure, equity structure, and technical efficiency-empirical study based on China coal listed companies. Procedia Earth and Planetary Science, 1: 1635–1640.

[9] Kiani, K., (2008). Farm Size and Productivity in Pakistan. European Journal of Social ciences, 7(2).

[10] Wang, Y. M., Greatbanks, R., Yang, B., (2005). Interval efficiency assessment using data envelopment analysis, Fuzzy Sets and Systems, 153: 347–370.