

کاربست تحلیل پوششی داده فازی در ارزیابی کارایی تولید گندم

مطالعه موردی: شهرستان تربت حیدریه

فاطمه دادمند^۱ و زهرا ناجی عظیمی^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۹

چکیده

استفاده روز افزون از منابع و کاهش منابع در دسترس، باعث اهمیت یافتن بحث مصرف بهینه شده است. از سوی دیگر، شاخص کارایی تولید بیانگر نحوه استفاده از منابع است. لذا، در این مقاله کارایی کشاورزان در تولید محصول استراتژیک گندم با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های فازی در حوزه شهرستان تربت حیدریه مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های فازی مورد استفاده از نوع مثلثی بوده که به وسیله ابزار پرسش‌نامه از ۳۱ کشاورز گردآوری شده است. برای تجزیه و تحلیل ابتدا ضرایب همبستگی فازی محاسبه و آزمون ایزوتونیسیتی اجرا شده و سپس کارایی کشاورزان با مدل‌های FCCR و FSBM محاسبه و در نهایت، امتیازهای کارایی بدست آمده با استفاده از شاخص Chen-Klein رتبه بندی شده است. نتایج مطالعه بیانگر کارآمد بودن هر دو مدل تحلیل پوششی داده فازی برای بررسی کارایی کشاورزان می‌باشد. با استفاده از مدل FSBM کارایی ۶٪ از کشاورزان بین ۰/۷ تا ۰/۸ و ۴۲٪ بین ۰/۶ تا ۰/۷ و ۳۹٪ بین ۰/۵ تا ۰/۶ و ۱۳٪ نیز بین ۰/۴ تا ۰/۵ بوده است و با استفاده از مدل FCCR کارایی ۹٪ از کشاورزان بین ۰/۸ تا ۰/۹ و ۴۵٪ از آنها بین ۰/۷ تا ۰/۸، ۲۵٪ از آنان بین ۰/۶ تا ۰/۷ و ۹٪ آنان بین ۰/۵ تا ۰/۶ و ۱۲٪ نیز بین ۰/۴ تا ۰/۵ بوده است. با توجه به این که مدل‌های تحلیل پوششی مورد استفاده در این پژوهش از نوع ورودی محور بودند و در این مدل‌ها برای بهبود کارایی باید ورودی‌ها کاهش داده شود تا کارایی واحد مورد بررسی افزایش یابد و از سوی دیگر با توجه به این که مقدار معادل انرژی مصرفی ورودی به ترتیب از زیاد به کم شامل بذر (۲۶۷۲۸)، کود (۱۳۰۷۸)، سوخت ماشین آلات (۱۰۸۶۸)، آب (۱۰۵۰۶)، ماشین آلات (۱۴۶۷)، سم (۱۱۷۳) و نیروی کار (۴۱۳) می‌باشد، لذا، کاهش در مقدار بذر مصرفی، کارایی کشاورزان را ارتقا می‌دهد. همچنین، کاهش در کودهای صنعتی و استفاده از کودهای طبیعی نیز می‌تواند کارایی را افزایش دهد. افزون بر این، استفاده از ماشین آلات مدرن می‌تواند

^۱ - دانشجوی دکتری مدیریت گرایش تحقیق در عملیات دانشگاه فردوسی مشهد.

^۲ - دانشیار گروه مدیریت دانشگاه فردوسی مشهد.

* نویسنده مسئول مقاله: znajiazimi@um.ac.ir

منجر به کاهش مقدار سوخت ماشین آلات و افزایش کارایی گردد. هم‌چنین، روش‌های مدرن آبیاری می‌تواند تا حد زیادی از مقدار آب مصرفی کشاورزان کاسته و راهکار مناسبی برای ارتقای کارایی کشاورزان مورد بررسی بشمار رود.

طبقه بندی JEL: C67, C61, C60

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده فازی، مدل FSBM، مدل FCCR.

پیشگفتار

انرژی، یکی از ضروریات اساسی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی یک کشور است. تجزیه و تحلیل و پیش بینی مصرف انرژی از اهمیتی مهم برای اخذ استراتژی‌ها و سیاست‌های برنامه‌ریزی در راستای بکارگیری انرژی برخوردار است (Hossein-zadeh-Bandbafha et al., 2016). کشاورزی از منابع انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر استفاده می‌کند. از سوی دیگر، اهمیت کشاورزی انکارناپذیر است زیرا امنیت غذایی وابسته به تولید محصولات کشاورزی است. مدیریت انرژی در کشاورزی برای کاهش اثرات منفی مصرف انرژی بر محیط زیست و هم‌چنین برای اطمینان از تداوم امنیت غذایی ضروری است (Khoshnevisan et al., 2015). استفاده بهینه از منابع انرژی در بخش کشاورزی در پاسخ به افزایش جمعیت، عرضه محدود زمین‌های زراعی و تمایل به ارتقای استاندارد زندگی گسترش یافته است (Nabavi-Pelesaraei et al., 2014). کشورهای در حال توسعه مانند ایران به علت استفاده غیر بهینه از منابع و عوامل تولید، از نظر مقدار عملکرد در تولید محصولات کشاورزی فاصله زیادی با کشورهای توسعه یافته دارند که دلیل آن را باید در پایین بودن کارایی جستجو کرد (اوحدی و همکاران، ۱۳۹۴). در میان غلات گوناگون در جهان، سطح زیر کشت گندم در رتبه دوم (بعد از ذرت) قرار دارد. گندم غذای اصلی برای نیمی از جمعیت جهان بشمار می‌رود. بنابراین، باید به عنوان یک محصول استراتژیک در نظر گرفته شود (Hossein-zadeh-Bandbafha et al., 2016). گندم یکی از هشت منبع غذایی (گندم، برنج، ذرت، شکر، گوشت گاو، سورگوم، ارزن و کاساوا) است که ۷۰ تا ۹۰ درصد کالری و ۶۶ تا ۹۰ درصد از پروتئین مصرف شده در کشورهای در حال توسعه، را فراهم می‌کند. در سطح جهانی، گندم حدود ۵۵ درصد از کربوهیدرات و ۲۰٪ از کل کالری مصرف شده را فراهم می‌کند. بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ تولید گندم، رتبه اول را در بین محصولات کشاورزی در کل ایران داشته است (Khoshnevisan et al., 2015). ایران با بیش از ۱۵ میلیون تن تولید گندم رتبه دوازدهم در میان بزرگ‌ترین تولیدکنندگان گندم در سال ۲۰۱۰ را دارا بوده است و از آن‌جا که یک سوم زمین‌های

ایران زیر کشت گندم است و در دهه اخیر ایران از حیث مقدار تولید گندم در رده سیزدهم جهانی و از لحاظ مقدار تولید در واحد سطح (هکتار) رتبه هشتم و یکم جهان را به خود اختصاص داده لذا، با توجه به عملکرد بسیار پایین تولید در واحد سطح، مدیریت تولید گندم و بکارگیری نهاده‌ها به صورت منطقی و بهینه و همچنین، برنامه‌ریزی در جهت افزایش کارایی آن ضروری است (کاظمی و نیکخواه فرخانی، ۱۳۸۸). از سوی دیگر، هدف بلندمدت بیشتر کشورهای، افزایش کارایی در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. دستیابی به افزایش کارایی افزون بر نوآوری‌های فنی، وابسته به تلاش‌های پژوهشگران در حوزه کارایی و اشاعه نتایج بدست آمده در بین کشاورزان است که منجر به استفاده کارآمدتر از منابع می‌شود. همچنین، با توجه به آن که گندم، محصولی استراتژیک می‌باشد و شهرستان تربت حیدریه در زمینه کشت آن در استان خراسان رضوی جایگاه اول را دارد، لذا، هدف از این مقاله تحلیل کارایی کشاورزان این شهرستان در کشت گندم با بهره‌گیری از رویکرد ناپارامتریک تحلیل داده فازی است. داده‌های فازی مثلی کسب شده از ۳۱ کشاورز مورد مطالعه با دو مدل FCCR و FSBM مورد بررسی قرار گرفته و مقدار کارایی آنان تعیین و کشاورزان کارا و ناکارا مشخص شده‌اند. در ادامه ادبیات موضوع، پیشینه پژوهش، مواد و روش‌ها و نتایج پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مبانی نظری

کارایی

مصرف فزآینده انرژی و از سوی دیگر، کاهش منابع انرژی عامل کلیدی برای مطرح شدن مبحث مصرف بهینه انرژی می‌باشد. مصرف بهینه انرژی به افزایش تولید، سودآوری و رقابت پذیری کمک می‌کند (Nabavi-Pelesaraei et al., 2014). افزایش بهره‌وری کشاورزی یک استراتژی بلندمدت در بیشتر کشورهای می‌باشد. دستیابی به افزایش بهره‌وری، به نوآوری‌های فناوری، استفاده کارآمدتر از منابع یا ترکیب این دو نیازمند می‌باشد. موضوع ارزیابی عملکرد در تمامی سازمان‌ها از اهمیتی ویژه برخوردار است. روشی رایج برای انجام این مهم، محاسبه کارایی می‌باشد. کارایی حاصل نسبت ستاده به داده می‌باشد و برای محاسبه آن دو دسته روش وجود دارد: ۱. روش‌های پارامتری: که بر اساس این فرض که تابع تولید واحد مورد بررسی به گونه کامل کارآمد شناخته شده است؛ می‌باشد. این روش به وسیله کولی و دیگران (Coelli et al., 1998) و آیگنر و دیگران (Aigner et al., 1997) ارایه شده است. ۲. روش‌های ناپارامتری، بر اساس این فرض که تابع تولید واحد مورد بررسی به گونه کامل کارآمد شناخته شده نیست، می‌باشد. روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها در این دسته جای می‌گیرد (cooper et al., 1978).

تحلیل پوششی داده های قطعی

تحلیل پوششی داده^۱ در محاسبه کارایی زمینه های گوناگونی از جمله سیستم های آموزش و پرورش، واحدهای مراقبت بهداشتی، تولید محصولات کشاورزی، حمل و نقل و تدارکات نظامی به گونه گسترده استفاده می شود (Bray et al., 2015). بنکر، چارنز و کوپر (۱۹۸۴) روش تحلیل پوششی را برای فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس توسعه دادند و مدل بی. سی. سی.^۲ بدین ترتیب معرفی شد. در سال های اخیر، بسیاری از محققان مدل های تحلیل پوششی داده های فازی^۳ را برای مقابله با شرایطی که در آن برخی از داده های ورودی و خروجی مبهم هستند، ارائه کرده اند (Han et al., 2015).

تحلیل پوششی داده های فازی

در سال های اخیر، اثبات شده که نظریه مجموعه فازی ابزاری کارآمد برای بررسی داده های مبهم و غیر دقیق در قالب مدل های تحلیل پوششی داده می باشد. لذا، تحلیل پوششی داده فازی نسبت به مدل های تحلیل پوششی داده کارآمدتر است زیرا تصمیم گیرنده می تواند درجاتی متفاوت از اشتباه های اندازه گیری (سطوح احتمالی) را در محاسبه کارایی فنی در نظر بگیرد. افزون بر این، می توان نظرات خبرگان را به جای اعداد قطعی در چارچوب متغیرهای کلامی به عنوان ورودی در نظر گرفت (Guo and Tanaka, 2001). در این راستا برخی از پژوهشگران روش های گوناگونی را برای برخورد با داده های غیر دقیق در تحلیل پوششی داده های فازی پیشنهاد کرده اند. کاربرد نظریه مجموعه های فازی در تحلیل پوششی داده ها معمولاً به چهار گروه طبقه بندی می شود: رویکرد مقدار تحمل^۴، رویکرد سطح α ^۵، رویکرد رتبه بندی فازی^۶ و روش احتمالی^۷ (Kao and Liu, 2003; Saati et al., 2002; Guo and Tanaka, 2001; Lertworasirikul et al., 2003). روش مورد استفاده در این پژوهش در قسمت روش پژوهش تشریح خواهد شد.

¹ -Data Envelopment Analysis

² -BCC

³ -FDEA

⁴ - approach tolerance

⁵ - α -level based approach

⁶ - fuzzy ranking approach

⁷ -Possibility approach

پیشینه مطالعات تجربی

در مطالعات متعددی از مدل‌های تحلیل پوششی داده برای سنجش کارایی محصولات متنوع کشاورزی استفاده شده است. برخی از این مطالعات در این قسمت مورد بررسی قرار می‌گیرد. نبوی پله سارایی و همکاران در سال ۲۰۱۶ مطالعه‌ای را با استفاده از روش ناپارامتری تحلیل پوششی داده و الگوریتم ژنتیک چند هدفه برای محاسبه کارایی انرژی و مقدار تولید گازهای گلخانه‌ای در کشت گندم در شهرستان اهواز انجام داده‌اند. داده‌های این پژوهش با استفاده از پرسش‌نامه چهره به چهره از ۳۹ کشاورز جمع‌آوری شده است. نتایج این پژوهش نشان دادند که بر اساس بازده ثابت، ۴۱/۰۲ درصد از مزارع گندم کارآمد بوده و بر اساس بازده متغیر ۵۳/۲۳ درصد کارآمد بودند (Nabavi-Pelesaraei et al. 2016).

ماسودا (۲۰۱۶) پژوهشی را در مورد کارایی تولید گندم سازگار با محیط زیست در راستای دستیابی به کشاورزی پایدار انجام داده است. در این مطالعه، تولید گندم در ژاپن در مقیاس منطقه‌ای با یک روش ترکیبی ارزیابی چرخه حیات و تحلیل پوششی داده مورد بررسی قرار گرفته است. تولید گندم در مزارع برنج با عملکرد زهکشی تحتانی با تولید در زمین‌های مرتفع مقایسه شده است. نتایج نشان داد که تولید کارآمد گندم سازگار با محیط زیست می‌تواند در هر دو شرایط رشد خوب و بد توسط یک برنامه مقداری کافی از کود نیتروژن روی دهد. لذا، مقدار کود نیتروژن از عوامل مهم در بهبود کارایی تولید گندم سازگار با محیط زیست می‌باشد (Masuda, 2016).

مطالعه‌ای به وسیله گلاسزوشی و همکاران (۲۰۱۴) با هدف مقایسه کارایی انرژی تولید گندم در پنج منطقه جغرافیایی در شش کشور شامل منطقه شمال اروپا - فنلاند، منطقه شمال شرقی - لهستان، منطقه غربی - آلمان و هلند، منطقه جنوب شرقی - یونان و منطقه جنوب غربی - پرتغال انجام گرفته است. این مطالعه به اقدام‌های صرفه جویی انرژی در کشت گندم و مزایای زیست محیطی آن می‌پردازد. برآورد کارایی انرژی از طریق محاسبه انرژی ورودی اولیه برای تولید گندم در واحد سطح کشت و در هر تن محصول صورت می‌گیرد. تجزیه و تحلیل داده‌های انرژی توسط رویکرد چرخه عمر صورت گرفته است و بمنظور مقایسه انرژی ورودی مستقیم و غیر مستقیم هر کشور در تولید گندم، روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. همچنین، در این پژوهش تجزیه و تحلیل اقتصادی-زیست محیطی انرژی از راه محاسبه انتشار گازهای گلخانه‌ای با توجه به استاندارد ایزو چهارده هزار و چهل مد نظر قرار گرفته است. نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها بیانگر آن بوده است که کارایی شش کشور مورد مطالعه به سه گروه با شرایط گوناگون آب و هوایی تقسیم شده است. کارایی نخستین گروه از کشورهای آسیای اتحادیه اروپا و آب و هوای معتدل -

هلند (۱۰۰٪) و آلمان (۸۳٪)؛ گروه دوم: شمال اروپا و شمال شرقی کشورهای اتحادیه اروپا و آب و هوای قاره - فنلاند و لهستان با ۷۲٪ و هلند با ۷۰٪ از کارایی؛ و گروه سوم: کشورهای جنوب اتحادیه اروپا و آب و هوای مدیترانه - یونان (۶۷٪) و پرتغال (۵۵٪) بوده است (Golaszewski et. al., 2014).

آلمدار و اورن مطالعه‌ای را در ترکیه برای بررسی مقدار کارایی فنی در کشت گندم انجام داده‌اند که در آن، داده‌ها از راه پرسش‌نامه گردآوری شده است. در این پژوهش تحلیل داده‌ها در دو مرحله انجام گرفته است. در ابتدا با استفاده از تحلیل پوششی داده و مدل بی سی سی ورودی محور، مقدار کارایی فنی محاسبه شده است و در مرحله دوم نیز در بین امتیازهای کارایی بدست آمده تحلیل رگرسیون انجام شده است. نتایج تحلیل رگرسیون بیانگر آن بوده است که مهم‌ترین عامل تعیین کننده کارایی فنی کشاورزان، زمین بوده است (Alemdar and Ören, 2014).

هادی ونچه و کاظمی متین در مطالعه‌ای مقدار بهره‌وری استان‌های ایران در کشت گندم را با استفاده از مدل BCC فاصله‌ای در سال ۲۰۱۱ سنجیده‌اند. خروجی این مدل تعیین حدود بالا و پایین کارایی می‌باشد. داده‌های مورد استفاده پژوهش از مرکز آمار ایران و وزارت جهاد کشاورزی اخذ شده است و کارآمدترین استان‌ها فارس و گلستان بودند (Hadi-Vencheha and Kazemi, 2011).

عبد شاهی و همکاران در سال ۱۳۹۲ کارایی انرژی محصول گندم در دشت مهبیار شهرستان شهرضا را با کمک رویکرد تحلیل پوششی داده مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج پژوهش نشان داد که نهاده آب مصرفی با ۷۹.۵٪ بیش‌ترین و نیروی انسانی با ۰.۲۴٪ کم‌ترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. بهره‌وری انرژی، خالص افزوده انرژی و نسبت انرژی ستاده به نهاده در این کشت به ترتیب ۰.۴۸، ۷۹.۳۴ و ۱.۶۳ برآورد شده است. نتایج بدست آمده از تحلیل پوششی داده‌های انرژی گویای این بوده که 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 درجات گوناگونی از ناکارایی روبه‌رو بوده‌اند. میانگین کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس به ترتیب ۹۰.۲۶، ۹۵.۱۴ و ۹۴.۴۳ برآورد شده است. هم‌چنین، میانگین کارایی فنی واحدهای ناکارا بر پایه مدل بازگشت به مقیاس ثابت ۸۷٪ محاسبه شده است، به این معنا که ۱۳٪ از منابع می‌تواند با بالا بردن کارایی این واحدها ذخیره شود.

مردانی و همکاران در سال ۱۳۹۲ کارایی مزارع گندم سیستان را بررسی کرده‌اند. داده‌های مورد استفاده پژوهش شامل ۵۰ نمونه بهره بردار محصولات زراعی بوده که از راه پرسش‌نامه، گردآوری شده است. برای برآورد کارایی مزارع، روش تحلیل پوششی داده‌ها و مدل بهینه سازی با پارامترهای

کنترل کننده مقدار محافظه کاری ترکیب شده است. نتایج نشان داده است که میانگین کارایی مزارع نمونه در مدل پیشنهادی (RDEA)، در سطوح ثابت عدم اطمینان معین (ε) و با افزایش مقدار احتمال انحراف هر محدودیت از کران خود (P)، کاهش یافته است.

عجب شیرچی در سال ۱۳۹۰ کارایی انرژی محصول گندم دیم در سه سطح ۰/۱ تا ۲ هکتار، ۲/۱ تا ۵ هکتار و ۵ هکتار به بالا در سال زراعی ۸۷-۸۸ برای دشت سیلاخور واقع در شهرستان‌های بروجرد و دورود استان لرستان، را به وسیله رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها بررسی کرده است. نتایج این پژوهش نشان داده است که انرژی بذر، کود و سموم شیمیایی در گندم دیم در هر سه سطح به ترتیب با ۵۶/۶۳/۶۳ و ۵۴/۰۷ درصد بیش‌ترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. نتایج ناشی از تحلیل پوششی داده‌های انرژی حاکی از این بوده که میانگین کارایی انرژی در سطوح سه گانه زیر کشت به ترتیب ۸۲، ۷۸ و ۶۸ درصد بوده است که از این میان سطح نخست با وجود مصرف انرژی بیشتر در نهاده‌ها به علت بالاتر بودن ستاده در این سطح نسبت به دو سطح دیگر کارا تر بوده است. میانگین کارایی فنی واحدهای ناکارا بر اساس مدل بازگشت به مقیاس ثابت در سطح ۰/۱ تا ۲ هکتار ۷۹/۷ درصد، در سطح ۲/۱ تا ۵ هکتار ۷۵/۳ درصد و در سطح ۵ هکتار به بالا ۶۸ درصد بوده است. بیش‌ترین مصرف نادرست انرژی و هم‌چنین، بیش‌ترین سهم از کل انرژی ذخیره‌ای در هر سه سطح مربوط به نهاده کود، بذر و سموم شیمیایی و سپس سوخت مصرفی بوده است.

در مطالعه‌ای کاظمی و همکاران در سال ۱۳۸۸ انواع کارایی (فنی، مدیریتی و مقیاس) شهرستان‌های استان خراسان رضوی در کشت دیم گندم را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها اندازه گیری کرده‌اند. داده‌های در این مطالعه از سالنامه آماری گردآوری شده است. کارایی فنی در دو حالت بازده متغیر و ثابت به مقیاس سنجیده شده است. نتایج این مطالعه بیانگر آن بوده که از مجموع ۱۷ شهرستان، ۲ شهرستان (یعنی ۱۲ درصد) در سطح بهینه و ۱۴ شهرستان (۸۲٪) بالاتر از سطح بهینه و ۱ شهرستان (۶٪) پایین تر از حد بهینه عمل می‌کردند.

کریمی و همکاران در سال ۱۳۸۷ با استفاده از آمارهای مربوط به سال‌های زراعی ۱۳۷۸-۱۳۸۳ و دو مدل تحلیل پوششی داده‌های بازه ای و تحلیل پوششی داده‌های پنجره ای، کارایی ۸ استان بزرگ کشور در تولید محصول گندم (آبی) را بررسی کرده‌اند. نتایج پژوهش آنان نشان داده که استان خوزستان دارای بالاترین و استان‌های همدان و آذربایجان شرقی دارای پایین‌ترین بهره‌وری بوده‌اند. هم‌چنین، با در نظر گرفتن شرایط ریسک، استان فارس دارای بالاترین و استان کردستان دارای پایین‌ترین کارایی در تولید گندم بوده است.

همان گونه که در بالا اشاره شد، مطالعات متعددی به بررسی کارایی تولید گندم با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های قطعی پرداخته‌اند، ولی تعداد مطالعات با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های فازی محدود است. افزون بر این، مطالعات گوناگون بیش‌تر از مدل‌های بی‌سی و سی و سی آر استفاده کرده‌اند که در این دو مدل افزایش و یا کاهش در مورد تمامی ورودی‌ها و خروجی‌ها مشترک می‌باشد در حالی که در دنیای واقعی همه ورودی‌ها و خروجی‌ها از یک الگو پیروی نمی‌کنند و نیز این دو مدل کمبود خروجی و مازاد ورودی را در نظر نمی‌گیرند (Tone, 2001). در نتیجه، در این پژوهش از مدل اس بی ام در کنار مدل سی سی آر برای رفع این نقیصه استفاده شده است. از سوی دیگر، شهرستان تربت حیدریه رتبه نخست را در استان خراسان رضوی در کشت گندم دارا می‌باشد که متأسفانه تا کنون کارایی تولید این محصول استراتژیک در میان کشاورزان آن مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا، در این مقاله کارایی کشاورزان در تولید محصول گندم با استفاده از مدل‌های یاد شده در تحلیل پوششی داده‌های فازی در حوزه شهرستان تربت حیدریه انجام گرفته است.

روش پژوهش

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در این پژوهش ابتدا آزمون ایزوتونیسیته^۱ که بمنظور اطمینان یافتن از این که مدل فازی تحلیل پوششی داده‌ها برای استفاده در پژوهش کارآمد می‌باشد؛ انجام شده است. در این آزمون پژوهشگر اطمینان می‌یابد که افزایش در ورودی‌ها منجر به افزایش خروجی‌ها خواهد شد. روش‌های گوناگونی برای محاسبه ضرایب همبستگی فازی بین ورودی و خروجی فازی وجود دارد و در این پژوهش از رویکرد ارزش مورد انتظار^۲ استفاده شده است. در این روش ابتدا فاصله‌های مورد انتظار موجود در مجموعه داده‌های فازی محاسبه می‌شود که به صورت $EI(\tilde{Y}_L) = [Y_L^i, Y_R^i]$ و $EI(\tilde{X}_L) = [X_L^i, X_R^i]$ است که در آن‌ها $i = (1, 2, \dots, n)$ است. سپس با استفاده از این فواصل، ضریب همبستگی فازی این فواصل محاسبه می‌شود. ضریب همبستگی به صورت $r^{EV}(\tilde{x}, \tilde{y}) = [r_L(\tilde{x}, \tilde{y}), r_R(\tilde{x}, \tilde{y})]$ می‌باشد. ضرایب همبستگی بین داده‌ها و ستاده‌های فازی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود (Puri and Prasad Yadav, 2013). اگر ضرایب روابط درونی، مثبت باشند؛ می‌توان از تحلیل پوششی استفاده کرد.

¹ -isotonicity

² -expected value approach

$$r_I(\tilde{x}, \tilde{y}) = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^i y_i^i - \sum_{i=1}^n x_i^i \sum_{i=1}^n y_i^i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n (x_i^i)^2 - (\sum_{i=1}^n x_i^i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n (y_i^i)^2 - (\sum_{i=1}^n y_i^i)^2}}, -1 \leq r_I(\tilde{x}, \tilde{y}) \leq 1$$

$$r_R(\tilde{x}, \tilde{y}) = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^h y_i^h - \sum_{i=1}^n x_i^h \sum_{i=1}^n y_i^h}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n (x_i^h)^2 - (\sum_{i=1}^n x_i^h)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n (y_i^h)^2 - (\sum_{i=1}^n y_i^h)^2}}, -1 \leq r_R(\tilde{x}, \tilde{y}) \leq 1$$

در ادامه ارزش مورد انتظار ضرایب همبستگی فازی $r^{EV}(\tilde{x}, \tilde{y})$ نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$r^{EV}(\tilde{x}, \tilde{y}) = \frac{r_I(\tilde{x}, \tilde{y}) + r_R(\tilde{x}, \tilde{y})}{2}, -1 \leq r^{EV}(\tilde{x}, \tilde{y}) \leq 1$$

اگر مقدار $r^{EV}(\tilde{x}, \tilde{y})$ برای DMU ها مثبت باشد، در نتیجه ورودی‌ها و خروجی‌های مورد بررسی را می‌توان با مدل‌های $FDEA$ تجزیه و تحلیل کرد.

مدل‌های CCR و BCC با نسبت تغییرات در ورودی‌ها و یا خروجی‌ها سروکار دارند. در این دو مدل افزایش و یا کاهش در مورد تمامی ورودی‌ها و خروجی‌ها مشترک می‌باشد، اما در دنیای واقعی همه ورودی‌ها و خروجی‌ها از یک الگو پیروی نمی‌کند و نیز این دو مدل کمبود خروجی و مازاد ورودی را در نظر نمی‌گیرند. در مقابل، مدل SBM فرض تغییرات متناسب ورودی‌ها و خروجی‌ها را کنار می‌گذارد و با کمبودها به گونه مستقیم ارتباط دارد. در ضمن مدل SBM کارایی ترکیب ورودی یا خروجی‌ها را به خوبی کارایی کلی محاسبه می‌کند (Tone, 2001). در نتیجه بررسی کارایی در این پژوهش با استفاده از مدل SBM فازی و هم‌چنین، CCR فازی انجام گرفته است. فرض کنیم که n واحد تصمیم‌گیری برای ارزیابی وجود دارد. هر واحد تصمیم‌گیری، مقادیر گوناگون از m ورودی فازی برای تولید s خروجی فازی گوناگون را استفاده می‌کند. مدل سی سی آر فازی^۱ مورد استفاده این پژوهش برای واحد تصمیم‌گیری k ام با ورودی‌های $X_{ik} \forall i = (1, \dots, m)$ و خروجی‌های $Y_{rs} \forall r = (1, \dots, s)$ به صورت زیر می‌باشد (Puri and Prasad, 2013):

$$\theta_i^k = \text{Min } \theta$$

S.T.O:

$$\theta \tilde{x}_{ik} = \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ik} \eta_{jk} + \tilde{s}_{ik}^- \quad \forall i,$$

$$\tilde{y}_{rk} = \sum_{j=1}^n \tilde{y}_{rj} \eta_{jk} - \tilde{s}_{rk}^+ \quad \forall r,$$

$$\eta_{jk} \geq 0, \tilde{s}_{ik}^- \geq 0, \tilde{s}_{rk}^+ \geq 0 \quad \forall i, r, j.$$

^۱ -FCCR₁

در این مدل \tilde{S}_{rk}^+ متغیر کمبود فازی در ستاده r ام فازی مربوط به K امین DMU می‌باشد و \tilde{S}_{rk}^- نیز متغیر کمبود در ورودی فازی i ام مربوط به k امین DMU است و η_{jk} متغیرهای نامنفی برای $(j=1, 2, \dots, n)$ می‌باشد. مدل FCCR بالا با استفاده از روش α -level به دو مدل زیر تبدیل می‌گردد (Puri and Prasad Yadav, 2013) و سپس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$(\theta_i^k)_{\alpha}^L = Mtn \theta$$

S.T.O:

$$\theta(x_{ik})_{\alpha}^U = \sum_{j=1, j \neq k}^n (x_{ij})_{\alpha}^L \eta_{jk} + (x_{ik})_{\alpha}^U \eta_{jk} + (S_{ik}^-)^U \quad \forall i,$$

$$(y_{rk})_{\alpha}^L = \sum_{j=1, j \neq k}^n (y_{rj})_{\alpha}^U \eta_{jk} + (y_{rk})_{\alpha}^L \eta_{jk} - (S_{rk}^+)^L \quad \forall r,$$

$$\eta_{jk} \geq 0, (S_{ik}^-)^U \geq 0, (S_{rk}^+)^L \geq 0 \quad \forall i, r, j.$$

9

$$(\theta_i^k)_{\alpha}^U = Mtn \theta$$

S.T.O:

$$\theta(x_{ik})_{\alpha}^L = \sum_{j=1, j \neq k}^n (x_{ij})_{\alpha}^U \eta_{jk} + (x_{ik})_{\alpha}^L \eta_{jk} + (S_{ik}^-)^L \quad \forall i,$$

$$(y_{rk})_{\alpha}^U = \sum_{j=1, j \neq k}^n (y_{rj})_{\alpha}^L \eta_{jk} + (y_{rk})_{\alpha}^U \eta_{jk} - (S_{rk}^+)^U \quad \forall r,$$

$$\eta_{jk} \geq 0, (S_{ik}^-)^L \geq 0, (S_{rk}^+)^U \geq 0 \quad \forall i, r, j.$$

مدل اس بی ام فازی^۱ پژوهش نیز در ادامه آمده است (Puri and Prasad Yadav, 2013)

$$\tilde{\rho}_i^k = Mtn \mathbf{1} - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{\tilde{S}_{ik}^-}{\tilde{x}_{ik}}$$

S.T.O:

$$\tilde{x}_{ik} - \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ij} \lambda_{jk} + \tilde{S}_{ik}^- \quad \forall i,$$

$$\tilde{y}_{rk} = \sum_{j=1}^n \tilde{y}_{rj} \lambda_{jk} - \tilde{S}_{rk}^+ \quad \forall r,$$

$$\lambda_{jk} \geq 0, \tilde{S}_{ik}^- \geq 0, \tilde{S}_{rk}^+ \geq 0 \quad \forall i, r, j.$$

در این مدل \tilde{S}_{rk}^+ متغیر کمبود فازی در ستاده r ام فازی مربوط به K امین DMU می‌باشد و \tilde{S}_{rk}^- نیز متغیر کمبود در ورودی فازی i ام مربوط به k امین DMU است و λ_{jk} نیز از $(\lambda_{j1}, \dots, \lambda_{jn})$

^۱ -FSBM

متغیرهای نا منفی برای $(j=1, 2, \dots, n)$ می باشد. مدل $FSBM$ بالا با استفاده از رویکرد α level به دو مدل زیر جدا می شود (Puri and Prasad Yadav, 2013):

$$(\rho_i^k)_\alpha^L = \text{Min } 1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{(S_{ik}^-)^U}{(x_{ik})_\alpha^U}$$

S.T.O:

$$\begin{aligned} (x_{ik})_\alpha^U &= \sum_{j=1, j \neq k}^n (x_{ik})_\alpha^L \lambda_{jk} + (x_{ik})_\alpha^U \lambda_{jk} + (S_{ik}^-)^U \quad \forall i, \\ (y_{rk})_\alpha^L &= \sum_{j=1, j \neq k}^n (y_{rj})_\alpha^U \lambda_{jk} + (y_{rk})_\alpha^L \lambda_{jk} - (S_{rk}^+)^L \quad \forall r, \\ \lambda_{jk} &\geq 0, \quad (S_{ik}^-)^U \geq 0, \quad (S_{rk}^+)^L \geq 0 \quad \forall i, r, j. \end{aligned}$$

9

$$(\rho_i^k)_\alpha^U = \text{Min } 1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{(S_{ik}^-)^L}{(x_{ik})_\alpha^L}$$

S.T.O:

$$\begin{aligned} (x_{ik})_\alpha^L &= \sum_{j=1, j \neq k}^n (x_{ik})_\alpha^U \lambda_{jk} + (x_{ik})_\alpha^L \lambda_{jk} + (S_{ik}^-)^L \quad \forall i, \\ (y_{rk})_\alpha^U &= \sum_{j=1, j \neq k}^n (y_{rj})_\alpha^L \lambda_{jk} + (y_{rk})_\alpha^U \lambda_{jk} - (S_{rk}^+)^U \quad \forall r, \\ \lambda_{jk} &\geq 0, \quad (S_{ik}^-)^L \geq 0, \quad (S_{rk}^+)^U \geq 0 \quad \forall i, r, j. \end{aligned}$$

مدل های بالا حد بالا و پایین کارایی را در سطوح گوناگون α محاسبه می کند که α متعلق به $[0, 1]$ می باشد. نتایج این مدل ها نسبت به مدل های قطعی داده هایی بیش تر را ارائه می کند. لذا، پژوهشگر می تواند تغییر مقدار کارایی را با سطوح گوناگون α مشاهده کند. در واقع، $\alpha = 0$ بیانگر مقادیر ناممکن و $\alpha = 1$ مقادیر بدون ریسک را نشان می دهد (Mugera, 2012). در ادامه بمنظور تعیین اینکه در فضای فازی چطور یک کشاورز به نسبت دیگران عمل کشت و کار را انجام می دهد، لازم است که امتیازهای کارایی بدست آمده از مدل های بالا را رتبه بندی کنیم. روش رتبه بندی چن و کلین^۱ (Chen and Klein, 1997) مورد استفاده این پژوهش می باشد. روش یاد شده اعداد را با استفاده از فرمول زیر رتبه بندی می کند:

$$I_j = \frac{\sum_{i=0}^N ((E_j)_{\alpha_i}^U - c)}{[\sum_{i=0}^N ((E_j)_{\alpha_i}^U - c) - \sum_{i=0}^N ((E_j)_{\alpha_i}^L - c)]}$$

¹ -Chen and Klein

در این فرمول $d = \max_{i,j} \{(E_j)_{ai}^U\}$, $c = \min_{i,j} \{(E_j)_{ai}^L\}$ می‌باشد و $(E_j)_{ai}^L$ کران پایین کارایی و $(E_j)_{ai}^U$ کران بالای کارایی می‌باشد.

نتایج و بحث

داده‌های پژوهش، از ۳۱ کشاورز شهرستان تربت حیدریه به شیوه نمونه‌گیری تصادفی ساده گردآوری شده و ابزار مورد استفاده این پژوهش پرسش‌نامه بوده است. در راستای تعیین داده‌ها و ستاده از ادبیات موضوع استفاده شده است. ورودی‌ها شامل بذر، نیروی کار، آب، سم، ماشین آلات (آماده سازی و شخم زدن زمین، کشت بذر، برداشت محصول) و کود (شامل نیتروژن و فسفر) و سوخت ماشین آلات می‌باشد. خروجی‌های مدل شامل گندم و کاه می‌باشد. پس از طراحی اولیه، پرسش‌نامه در اختیار اساتید و خبرگان قرار گرفته و نظرات آنان نیز در پرسش‌نامه لحاظ شده است. مقدار ضریب آلفای کرانباخ توسط نرم افزار SPSS معادل ۰/۸۹ تعیین شد که بیانگر پایایی بهینه پرسش‌نامه می‌باشد. محاسبه کارایی در این پژوهش نیز به وسیله نرم افزار گمز^۱ انجام شده است. ورودی‌ها و خروجی‌ها به همراه معادلات محاسبه کننده معادل انرژی آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

با توجه به این‌که مقدار معادل انرژی مصرفی ورودی به ترتیب از زیاد به کم شامل بذر (۲۶۷۲۸)، کود (۱۳۰۷۸)، سوخت ماشین آلات (۱۰۸۶۸)، آب (۱۰۵۰۶)، ماشین آلات (۱۴۶۷)، سم (۱۱۷۳) و نیروی کار (۴۱۳) می‌باشد لذا کاهش در مقدار بذر مصرفی، کارایی کشاورزان را ارتقا می‌دهد. هم‌چنین، کاهش در کودهای صنعتی و استفاده از کودهای طبیعی نیز می‌تواند کارایی را افزایش دهد. افزون بر این، استفاده از ماشین آلات مدرن می‌تواند منجر به کاهش مقدار سوخت ماشین آلات و افزایش کارایی گردد. روش‌های مدرن آبیاری می‌تواند تا حد زیادی از مقدار آب مصرفی کشاورزان کاسته و راهکار مناسبی برای ارتقای کارایی کشاورزان مورد بررسی بشمار رود. ضرایب همبستگی فازی ورودی و خروجی‌های پژوهش در جدول ۲ ارائه شده است همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تمامی روابط مثبت می‌باشد، یعنی ارتباطی مستقیم بین آن‌ها برقرار می‌باشد. ارزش مورد انتظار ضرایب همبستگی فازی نیز محاسبه گردیده است و نتایج حاصل در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

¹ GAMS

با توجه به این که تمام مقادیر ارزش مورد انتظار ضرایب همبستگی فازی در جدول ۳ مثبت می باشد، لذا داده های پژوهش را می توان در قالب مدل های تحلیل پوششی داده های فازی مورد بررسی قرار داد. در ضمن قوی ترین ارتباط مربوط به گندم و بذر به مقدار ۰/۳۳ می باشد؛ بنابراین مقدار بذر مصرفی تاثیر زیادی در تغییر مقدار گندم دارد. از سوی دیگر، با توجه به ضریب مثبت آن انتظار تاثیر گذاری مستقیم بذر بر گندم می رود؛ یعنی با کاهش بذر، گندم کاهش و با افزایش آن نیز گندم افزایش خواهد یافت.

در ادامه کارایی فازی کشاورزان مورد بررسی توسط دو مدل پژوهش مورد محاسبه قرار گرفته است و نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

در جدول ۴ کارایی فازی ۳۱ کشاورز در سطوح گوناگون α شامل (۱ و ۰/۵) با استفاده از دو مدل سی سی آر فازی ورودی محور و اس بی ام فازی ورودی محور ارائه شده است. رویکرد α کارایی را در دو حد پایین و بالا محاسبه می کند به همین دلیل، برای هر مقدار α دو مقدار کارایی حد پایین و حد بالا ارائه شده است. به عنوان نمونه نتیجه مدل سی سی آر فازی در مورد کشاورز ۱ با آلفای صفر، حد پایین کارایی معادل ۰/۸۶۶ و حد بالای کارایی معادل یک دارد و با آلفای ۰/۵ حد پایین کارایی ۰/۸۱۱ و حد بالای کارایی معادل ۱ داشته و با آلفای یک نیز حد پایین و بالای کارایی این کشاورز معادل یک محاسبه شده است. افزون بر این، نتایج مدل اس بی ام فازی در رابطه با کشاورز ۱ با آلفای صفر حد پایین کارایی ۰/۶۸۸ و حد بالای کارایی معادل یک بدست آمده است و با آلفای ۰/۵ نیز حد پایین کارایی معادل ۰/۶۵۷ و حد بالای کارایی معادل یک می باشد و با آلفای برابر با یک نیز حد پایین و بالای کارایی این کشاورز معادل یک بدست آمده است. به همین ترتیب، کارایی سایر کشاورزان نیز ارائه شده است. در مجموع کارایی کشاورزان با آلفای یک بهترین نتایج را به همراه دارد. در ادامه بمنظور تعیین این که در فضای فازی چطور یک کشاورز به نسبت دیگران عمل کشت و کار را انجام می دهد، لازم است که امتیازهای کارایی بدست آمده را رتبه بندی کنیم. روش رتبه بندی چن و کلین^۱ مورد استفاده این پژوهش بوده است (Chen and Klein, 1997). نتایج این شاخص و رتبه مربوطه در جدول ۵ ارائه شده است.

نتایج بدست آمده از رتبه بندی که در جدول ۵ ارائه شده است بیانگر آن است که با هر دو مدل، کشاورز شماره ۲۹ رتبه ۱ را به خود اختصاص داده است. با توجه به نمره های کارایی بدست آمده که مقدار بیشینه آن در مدل FCCR معادل ۰/۸۲۹ می باشد که متعلق به کشاورز ۲۹ است، پس هیچ کشاورزی با توجه به این مدل کارایی کامل ندارد. کشاورز ۲۲ رتبه دوم کارایی را با ۰/۸۰ شاخص چن کلین و کشاورز ۲۸ نیز با ۰/۷۸ نیز رتبه سوم را به خود اختصاص داده است. افزون بر

^۱- Chen and Klein

این، ناکارترین عملکرد نیز با توجه به این مدل متعلق به کشاورز ۱۴ با شاخص ۰/۴۵ می‌باشد که در واقع، نیاز به بازنگری اساسی دارد. در مجموع با توجه به این مدل کارایی ۹٪ از کشاورزان بین ۰/۸ تا ۰/۹، ۴۵٪ بین ۰/۷ تا ۰/۸، ۲۵٪ بین ۰/۶ تا ۰/۷، ۹٪ بین ۰/۵ تا ۰/۶ و ۱۲٪ نیز بین ۰/۴ تا ۰/۵ بوده است. در مدل FSBM نیز کارایی کشاورز ۲۹ معادل ۰/۷۱ می‌باشد که بیانگر این است که باز هم هیچ کشاورزی کارایی کامل ندارد. کشاورزان ۳۰ و ۱۸ نیز به ترتیب با شاخص‌هایی معادل ۰/۶۹ و ۰/۶۸ رتبه‌های دوم و سوم کارایی را به خود اختصاص داده‌اند. از سوی دیگر، ناکارترین عملکرد نیز مربوط به کشاورز ۱۷ با شاخصی معادل ۰/۴۰ می‌باشد. در یک نگاه کلی با توجه به این مدل، کارایی ۶٪ از کشاورزان بین ۰/۷ تا ۰/۸، ۴۲٪ بین ۰/۶ تا ۰/۷، ۳۹٪ بین ۰/۵ تا ۰/۶ و ۱۳٪ نیز بین ۰/۴ تا ۰/۵ بدست آمده است. لذا، روی هم رفته، مدل سی سی آر کارایی را بالاتر از مدل اس بی ام تخمین زده است که این امر با مطالعه (Puri and Prasad Yadav, 2013) هم‌خوانی دارد.

نتیجه گیری و پیشنهادها

این مطالعه با هدف بررسی کارایی کشت گندم در شهرستان تربت حیدریه انجام گرفته است. داده‌های فازی از ۳۱ کشاورز به وسیله پرسش‌نامه گردآوری شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا آزمون ایزوتونیسیتی و سپس دو مدل FSBM و FCCR اجرا شده و در مدل‌های مورد استفاده حد پایین و بالای کارایی در سطوح گوناگون α محاسبه شده است. نتایج بدست آمده از رتبه بندی بیانگر این است که با هر دو مدل، کشاورز شماره ۲۹ رتبه ۱ را به خود اختصاص داده است. با توجه به نمره‌های کارایی بدست آمده که مقدار بیشینه آن در مدل FCCR معادل ۰/۸۲۹ است پس هیچ کشاورزی با توجه به این مدل کارایی کامل ندارد. با توجه به این مدل کارایی ۹٪ از کشاورزان بین ۰/۸ تا ۰/۹، ۴۵٪ بین ۰/۷ تا ۰/۸، ۲۵٪ بین ۰/۶ تا ۰/۷، ۹٪ بین ۰/۵ تا ۰/۶ و ۱۲٪ نیز بین ۰/۴ تا ۰/۵ بوده است. در مدل FSBM نیز کارایی کشاورز ۲۹ معادل ۰/۷ می‌باشد که باز هم هیچ کشاورزی کارایی کامل ندارد. با توجه به این مدل کارایی ۶٪ از کشاورزان بین ۰/۷ تا ۰/۸، ۴۲٪ بین ۰/۶ تا ۰/۷، ۳۹٪ بین ۰/۵ تا ۰/۶ و ۱۳٪ نیز بین ۰/۴ تا ۰/۵ بدست آمده است. مدل‌های تحلیل پوششی مورد استفاده این پژوهش از نوع ورودی محور بودند که در این مدل‌ها برای بهبود کارایی باید ورودی‌ها کاهش داده شود تا کارایی واحد مورد بررسی افزایش یابد. با توجه به جدول ۱ مقدار انرژی مصرفی ورودی به ترتیب از زیاد به کم شامل بذر (۲۶۷۲۸)، کود (۱۳۰۷۸)، سوخت ماشین آلات (۱۰۸۶۸)، آب (۱۰۵۰۶)، ماشین آلات (۱۴۶۷)، سم (۱۱۷۳) و نیروی کار (۴۱۳) می‌باشد. لذا، کاهش در کودهای صنعتی و استفاده از کودهای طبیعی می‌تواند کارایی را افزایش

دهد. افزون بر این، استفاده از ماشین آلات مدرن می‌تواند منجر به کاهش مقدار سوخت ماشین آلات و افزایش کارایی گردد. روش های مدرن آبیاری می‌تواند تا حد زیادی از مقدار آب مصرفی کشاورزان کاسته و راهکار مناسبی برای ارتقای کارایی کشاورزان مورد بررسی بشمار رود. از سوی دیگر، این مطالعه نشان داد که مدل‌های تحلیل پوششی داده فازی ابزاری مناسب برای بررسی کارایی کشت گندم می‌باشد. لذا، پیشنهاد می‌شود که این مدل‌ها برای سنجش کارایی انواع گوناگون محصولات کشاورزی به کار برده شود. افزون بر این، می‌توان مدل‌های تحلیل پوششی داده فازی و قطعی را هم‌زمان برای سنجش کارایی محصولات گوناگون استفاده کرد و نتایج بدست آمده را با هم مقایسه کرد.

منابع

- اوحدی، ن. اکبری، ا. و شهرکی، ج. ۱۳۹۴. کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین کارایی پسته کاران شهرستان سیرجان. پژوهش‌های اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران ۴۶(۱)، ۶۰-۵۱.
- عبدشاهی، ع. تاکی، م. گلابی، م. ر. و حداد، م. ۱۳۹۲. بررسی کارایی انرژی محصول گندم به روش تحلیل پوششی داده‌ها مطالعه موردی دشت مهبیار شهرستان شهرضا. اقتصاد و کشاورزی ۷(۴)، ۷۴-۵۷.
- عجب شیرچی اسکویی، ی. تاکی، م. عبدی، ر. قبادی فر، ا. و رنجبر، ا. ۱۳۹۰. بررسی کارایی انرژی مصرفی در کشت گندم دیم توسط تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) مطالعه موردی: دشت سیلاخور. ماشین‌های کشاورزی ۱(۲)، ۱۳۲-۱۲۲.
- کاظمی، م. نیکخواه فرخانی، ز. ۱۳۸۸. کاربست تحلیل پوششی داده‌ها در اندازه‌گیری و تحلیل کارایی نسبی شهرستانهای استان خراسان رضوی در کشت گندم دیم. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۳(۲)، ۹۴-۸۷.
- کریمی، ف. پیراسته، ح. زاهدی کیوان، 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 ۱۶(۶۴)، ۱۵۹-۱۳۹.
- مردانی، م. سرگزی، ع. و صبوحی صابونی، م. ۱۳۹۲. بررسی کارایی مزارع گندم سیستان با استفاده از تلفیق مدل بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل‌کننده میزان محافظه‌کاری و تحلیل پوششی داده‌ها (RDEA). اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۷(۳)، ۱۸۷-۱۸۰.

References

- Aigner, D., Lovell, K. & Schmidt, P. (1997). Formulation and estimation of stochastic frontier models. *Journal of Econometrics* 6, no. 1: PP. 21-37.

- Alemdar, T., & Ören, N. (2014). Determinants of technical of wheat farming in southeastern Anatolia Turkey: a nonparametric technical efficiency analysis. *Journal of applied science* 6: PP.827-830.
- Bellman, R., & Zadeh, L. (1970). Decision-making in a fuzzy environment. *Management Science* 17 : PP. 141–164.
- Bray, S., Caggiana, L., & Ottoman, M. (2015). Measuring transport systems efficiency under uncertainty by fuzzy sets theory based Data Envelopment Analysis: theoretical and practical comparison with traditional DEA model. *Transportation Research Procedia* 5: PP. 186 – 200.
- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research* 2, no. 6: PP. 429-444.
- Chen, C.B, & Klein, C.M. (1997). A simple approach to ranking a group of aggregated fuzzy utilites. *IEEE transations on systems, man and cybernetics cybernetics* 27: PP.26-35.
- Coelli, T., Rao, D.S.P. & Battese, G. E. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers.
- Gołaszewski, J., Van Der Voort, M. Meyer-aurich, A. Silva, L.L. Balafoutis, A. & Mikkola, H. (2014). Case studies and comparative analysis of energy efficiency in wheat production in different climatic conditions. *International conference of agricultural engineering*. Zurich, 6-10 July. http://www.geyseco.es/ageng2014/eposter/?seccion=index_posters&tipo=oral
- Guo, P. , & Tanaka, H. (2001). Fuzzy DEA: a perceptual evaluation method. *Fuzzy Sets and Systems* 119: PP.149-160.
- Hadi-Vencheha, A., & Kazemi, M. (2011). An application of IDEA to wheat farming efficiency. *Agricultural Economics* 42:PP. 487–493.
- Han, Y. , Geng, Z. Zhu, Q. & Qu, Y. (2015). Energy efficiency analysis method based on fuzzy DEA cross-model for ethylene production systems in chemical industry. *Energy* 83:PP. 685-695.
- Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Safarzadeh, D. & Ahmadi, E. (2016). Optimization of energy consumption of dairy farms using data envelopment analysis – A case study: Qazvin city of Iran. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2016.04.006>, 2016.
- Kao, C., & Liu, ST. (2000). Data Envelopment Analysis with Missing Data: An Application to University Libraries in Taiwan. *JORS* 51, no. 8: PP. 897-905.
- Khoshnevisan, B., Rafiee, SH. & Omi, M. (2013). Applying data envelopment analysis approach to improve energy efficiency and reduce GHG (greenhouse gas) emission of wheat production. *Energy* 58: PP.588-593.
- Khoshnevisan, B. , Rafiee, SH. , Omid, M., Mousazadeh, H., Shamshirband, SH., & Hafizah Ab Hamid, S. (2015). Developing a fuzzy clustering model fo

- rbetter energy use in farm management systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 48: PP.27-34.
- Lertworasirikul, S., Fang, S.C., Joines, J., & Nuttle, H. (2003). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): a possibility approach." *Fuzzy Sets and Systems* 139: PP.379-394.
- Mardani, M., & Salarpour, M. (2015). Measuring technical efficiency of potato production in Iran using robust data envelopment analysis. *INFORMATION PROCESSING IN AGRICULTURE 2*: PP.6-14.
- Masuda, K. (2016). Measuring eco-efficiency of wheat production in Japan: a combined application of life cycle assessment and data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production* 126: PP.373-381.
- Mobtaker, HG., Keyhani, A., Mohammadi, A., Rafiee, S., & Akram, A. (2010). Sensitivity analysis of energy inputs for barley production. *Agric Ecosyst Environ* 137: PP. 367-372.
- Mugeru, A. W. (2012). Measuring technical efficiency of dairy farms with imprecise data: a fuzzy data envelopment analysis approach. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 57: PP. 501-519.
- Nabavi-Pelesaraei, A., Hosseinzadeh, H., Qasemi-Kordkheili, P., Kouchaki-Penchah, H., & Riahi-Dorcheh, F. (2016). Applying optimization techniques to improve of energy efficiency and GHG (greenhouse gas) emissions of wheat production. *Energy* 103: PP. 672-678.
- Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., Rafiee, SH., & Bagheri, I. (2014). Determination of efficient and inefficient units for watermelon production-a case study: Guilan province of Iran. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2014.11.001>, 2014.
- Puri, J., and Prasad Yadav, SH. (2013). A concept of fuzzy input mix-efficiency in fuzzy DEA and its application in banking sector. *Expert Systems with Applications* 40: PP. 1437-1450.
- Saati, H., Mohtadi, S., Memariani, S., and Jahanshahloo, G. (2002). Efficiency Analysis and Ranking of DMUs with Fuzzy Data. *Fuzzy Optimization and Decision Making* 1: PP. 255-267.
- Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research* 130: PP. 498-509.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control* 8: PP. 338-353.

پیوست‌ها

جدول ۱- معادل های انرژی ورودی ها و خروجی های فرآیند تولید گندم.

منبع	کل انرژی مصرفی	میانگین مصرف	معادل انرژی (مگاژول بر واحد)	
				ورودی ها
(Khoshnevisan et al. 2013)	۲۶۷۲۸	۲۰۵/۶	۱۳	بذر
(Khoshnevisan et al. 2013)	۴۱۳/۵۶	۲۱۱	۱/۹۶	نیروی کار
Nabavi-Pelesaraei et al. (2016)	۱۰۵۰۶	۱۰۳۰۰	۱/۰۲	آب
Nabavi-Pelesaraei et al. (2016)	۱۱۷۳/۳۴	۴۰۹۳	۲۳۸	سم
Nabavi-Pelesaraei et al. (2016)	۱۴۶۷/۱۸	۲۳۰۴	۶۲/۷	ماشین آلات
(Mobtaker , et al. 2010)	۱۱۹۵۹/۲	۱۸۰	۶۶/۴۴	کود
Nabavi-Pelesaraei et al. (2016)	۱۱۱۹/۶	۹۰	۱۲/۴۴	نیترژن فسفر
Nabavi-Pelesaraei et al. (2016)	۱۰۸۶۷/۸۳	۱۹۳	۵۶/۳۱	سوخت ماشین آلات
Nabavi-Pelesaraei et al. (2016)	۴۷۴۸۹	۳۶۵۳	۱۳	خروجی ها گندم
Nabavi-Pelesaraei et al. (2016)	۷۹۰۱۳/۵	۸۵۴۲	۹/۲۵	کاه

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۲- ضرایب همبستگی فازی.

ضرایب همبستگی فازی دامنه چپ I _L									
کاه	گندم	کود(۲)	کود(۱)	ماشین آلات	سم	آب	نیروی کار	بذر	
۰/۱۲۸	۰/۳۸۳	۰/۰۷۶	۰/۲۶۳	۰/۱۹۲	۰/۲۸	۰/۱۹۸	۰/۱۲۸	۱	بذر
۰/۱۹۱	۰/۰۸	۰/۰۷۱	۰/۱۵۹	۰/۰۴	۰/۲۹۵	۰/۰۵	۰/۱۲۸	۰/۱۲۸	نیروی کار
۰/۰۸۳	۰/۱۵۵	۰/۲۲۲	۰/۰۸۱	۰/۰۹۴	۰/۱۰۲	۱	۰/۱۹۸	۰/۱۹۸	آب
۰/۰۸۲	۰/۰۸۵	۰/۰۴۶	۰/۰۱۷	۰/۵۰۴	۱	۰/۱۰۲	۰/۲۹۵	۰/۲۸	سم
۰/۲۴۴	۰/۰۸	۰/۰۶۹	۰/۱۹۳	۱	۰/۵۰۴	۰/۰۹۴	۰/۰۴	۰/۱۹۲	ماشین آلات
۰/۲۱۶	۰/۱۳۳	۰/۱۰۲	۱	۰/۱۹۳	۰/۰۱۷	۰/۰۸۱	۰/۱۵۹	۰/۲۶۳	کود (۱)
۰/۳۸۳	۰/۰۲۸	۱	۰/۱۰۲	۰/۰۶۹	۰/۰۴۶	۰/۲۲۲	۰/۰۷۱	۰/۰۷۶	کود (۲)
۰/۱۷۵	۱	۰/۰۲۸	۰/۱۳۳	۰/۰۸	۰/۰۸۵	۰/۱۵۵	۰/۰۸	۰/۳۸۳	گندم
۱	۰/۱۷۵	۰/۳۸۳	۰/۲۱۶	۰/۲۴۴	۰/۰۸۲	۰/۰۸۳	۰/۱۹۱	۰/۱۲۸	کاه
ضرایب همبستگی فازی دامنه راست I _R									
کاه	گندم	فسفر	نیتروژن	ماشین آلات	سم	آب	نیروی کار	بذر	
۰/۱۹۹	۰/۲۹۲	۰/۱۵۳	۰/۰۱	۰/۰۳۷	۰/۰۱۲	۰/۰۳۷	۰/۰۲۰	۱	بذر
۰/۱۰۶	۰/۱۹۴	۰/۰۱۶	۰/۱۵۱	۰/۱۲۴	۰/۰۵۹	۰/۰۸۱	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	نیروی کار
۰/۲۵۳	۰/۱۱۲	۰/۰۳۹	۰/۰۲۶	۰/۱۰۰	۰/۲۳۳	۱	۰/۰۸۱	۰/۰۳۷	آب
۰/۲۰۵	۰/۱۱۳	۰/۱۱۴	۰/۳۵۸	۰/۱۴۳	۱	۰/۲۳۳	۰/۰۵۹	۰/۰۱۲	سم
۰/۰۶	۰/۲۸۱	۰/۰۲۱	۰/۲۳۴	۱	۰/۱۴۳	۰/۱۰۰	۰/۱۲۴	۰/۰۳۷	ماشین آلات
۰/۴۲۰	۰/۱۶۳	۰/۱۵۷	۱	۰/۲۳۴	۰/۳۵۸	۰/۰۲۶	۰/۱۵۱	۰/۰۱	کود (۱)
۰/۰۷۹	۰/۰۸۱	۱	۰/۱۵۷	۰/۰۲۱	۰/۱۱۴	۰/۰۳۹	۰/۰۱۶	۰/۱۵۳	کود (۲)
۰/۰۹۸	۱	۰/۰۸۱	۰/۱۶۳	۰/۲۸۱	۰/۱۱۳	۰/۱۱۲	۰/۱۹۴	۰/۲۹۲	گندم
۱	۰/۰۹۸	۰/۰۷۹	۰/۴۲۰	۰/۰۶	۰/۲۰۵	۰/۲۵۳	۰/۱۰۶	۰/۱۹۹	کاه

ماخذ: یافته های پژوهش

جدول ۳- مقادیر ارزش مورد انتظار ضرایب همبستگی فازی.

بذر	نیروی کار	آب	سم	ماشین آلات	نیترژن	سفر	گندم	کاه
بذر	۱	۰/۰۷۴	۰/۱۴۶	۰/۱۱۴۵	۰/۱۳۶۵	۰/۱۱۴۵	۰/۳۳۷۵	۰/۱۶۳۵
	
نیروی کار	۰/۰۷۴	۱	۰/۱۷۷	۰/۰۸۲	۰/۱۵۵	۰/۰۴۳	۰/۱۳۷	۰/۱۴۸۵
	
آب	۰/۰۷۴	۰/۰۷۴	۱	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۱۳۳۵	۰/۱۶۸
	
سم	۰/۱۴۶	۰/۱۷۷	۰/۱۷۷	۱	۰/۳۲۳	۰/۱۸۷	۰/۰۸	۰/۱۴۳
	
ماشین آلات	۰/۰۸۲	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۳۲۳	۱	۰/۲۱۳	۰/۰۴۵	۰/۱۵۲

کود (۱)	۰/۱۳۶۵	۰/۱۵۵	۰/۱۵۵	۰/۱۸۷	۰/۲۱۳	۱	۰/۱۲۹	۰/۳۱۸

کود (۲)	۰/۱۳۶۵	۰/۰۴۳	۰/۰۴۳	۰/۰۸	۰/۰۴۵	۰/۱۲۹	۱	۰/۳۱۸

گندم	۰/۳۳۷۵	۰/۱۳۷	۰/۱۳۷	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۱۴۸	۰/۰۵۴	۰/۱۳۶

کاه	۰/۱۶۳۵	۰/۱۴۸۵	۰/۱۶۸	۰/۱۴۳	۰/۱۵۲	۰/۳۱۸	۰/۳۱۸	۱

ماخذ: یافته های پژوهش

جدول ۴- کارایی فازی برای مقادیر گوناگون $\alpha \in [0,1]$.

کشاورزان	نتایج مدل سی سی آر فازی ورودی محور			نتایج مدل اس بی ام فازی ورودی محور		
	$\alpha=0$ (حد بالا، حد پایین)	$\alpha=0.5$ (حد بالا، حد پایین)	$\alpha=1$ (حد بالا، حد پایین)	$\alpha=0$ (حد بالا، حد پایین)	$\alpha=0.5$ (حد بالا، حد پایین)	$\alpha=1$ (حد بالا، حد پایین)
کشاورز ۱	(۰/۸۶۶، ۱)	(۰/۸۱۱، ۱)	(۱، ۱)	(۰/۶۸۸، ۱)	(۰/۶۵۷، ۱)	(۱، ۱)
کشاورز ۲	(۰/۹۰۶، ۱)	(۰/۸۴۸، ۱)	(۱، ۱)	(۰/۶۳۰، ۱)	۰/۹ (۰/۷۲۶)	۰/۸۸۸ (۰/۸۸۸)
کشاورز ۳	۰/۹۹ (۰/۸۵۳)	(۰/۸۶۵، ۱)	۰/۹۶۹ (۰/۹۶۹)	(۰/۶۸۸، ۱)	۰/۹۱ (۰/۷۱۷)	۰/۹۱۹ (۰/۹۱۹)
کشاورز ۴	(۰/۸۶۳، ۱)	(۰/۹۷۴، ۱)	(۱، ۱)	۰/۸۸۹ (۰/۷۰۸)	۰/۸۷۴ (۰/۷۵۸)	۰/۸۰۱ (۰/۸۰۱)
کشاورز ۵	(۰/۸۵۰، ۱)	(۰/۹۷۳، ۱)	(۱، ۱)	۰/۹۰۵ (۰/۷۰۴)	۰/۸۹۸ (۰/۷۵۷)	۰/۸۰۱ (۰/۸۰۱)
کشاورز ۶	۰/۹۹۲ (۰/۸۳۳)	۰/۹۸۸ (۰/۹۵۹)	۰/۹۸۵ (۰/۹۸۵)	(۰/۷۰۲، ۱)	۰/۹۷۴ (۰/۷۶۰)	۰/۹۵۱ (۰/۹۵۱)
کشاورز ۷	(۰/۸۱۶، ۱)	(۰/۹۳۰، ۱)	(۱، ۱)	۰/۹۰ (۰/۶۲۳)	۰/۸۵ (۰/۷۲۰)	۰/۸۰ (۰/۸۰)
کشاورز ۸	(۰/۸۸۸، ۱)	(۰/۹۴۶، ۱)	(۱، ۱)	(۰/۷۰۵، ۱)	(۰/۷۲۱، ۱)	۰/۹۰۶ (۰/۹۰۶)
کشاورز ۹	۰/۹۹۶ (۰/۸۴۳)	۰/۹۳۸ (۰/۸۶۶)	۰/۹۱۹ (۰/۹۱۹)	(۰/۶۶۴، ۱)	۰/۹۸۰ (۰/۶۷۵)	۰/۸۸۸ (۰/۸۸۸)
کشاورز ۱۰	(۰/۸۵۵، ۱)	(۰/۹۱۸، ۱)	(۱، ۱)	۰/۹۰۴ (۰/۶۷۱)	۰/۸۶۸ (۰/۷۲۰)	۰/۸۵۴ (۰/۸۵۴)
کشاورز ۱۱	۰/۹۹۸ (۰/۸۳۳)	۰/۹۹۱ (۰/۹۴۱)	۰/۹۹۰ (۰/۹۹۰)	(۰/۶۴۹، ۱)	۰/۹۹۷ (۰/۶۷۵)	۰/۹۷۰ (۰/۹۷۰)
کشاورز ۱۲	۰/۹۷۰ (۰/۸۸۹)	۰/۹۲۷ (۰/۸۹۸)	۰/۹۰۲ (۰/۹۰۲)	(۰/۷۱۴، ۱)	۰/۹۶۰ (۰/۷۱۷)	۰/۹۰ (۰/۹۰)
کشاورز ۱۳	۰/۹۸۱ (۰/۸۹۸)	۰/۹۷۶ (۰/۸۹۲)	۰/۹۶۶ (۰/۹۶۶)	(۰/۶۹۴، ۱)	۰/۹۸ (۰/۷۱۵)	۰/۹۴۰ (۰/۹۴۰)
کشاورز ۱۴	۰/۹۱۴ (۰/۸۸۴)	۰/۹۱۲ (۰/۸۲۶)	۰/۹۱۰ (۰/۹۱۰)	۰/۹۱۰ (۰/۷۲۰)	۰/۸۸ (۰/۶۸۲)	۰/۸۶۰ (۰/۸۶۰)

کاربست تحلیل پوششی داده فازی در ارزیابی کارایی تولید گندم...

کشاورز ۱۵	،۰/۹۸۹)	،۰/۹۸۲)	،۰/۹۷۰)	(،۰/۶۶۶ ،۱)	(،۰/۷۰۸ ،۱)	،۰/۹۲۳)
	(،۰/۸۲۴	(،۰/۸۷۰	(،۰/۹۷۰			(،۰/۹۲۳
کشاورز ۱۶	،۰/۹۴۸)	،۰/۹۳۶)	،۰/۹۰۴)	(،۰/۶۵۳ ،۱)	(،۰/۷۰۱ ،۱)	(۱ ،۱)
	(،۰/۸۲۸	(،۰/۸۵۶	(،۰/۹۰۴			
کشاورز ۱۷	،۰/۹۳۴)	،۰/۹۲۵)	،۰/۹۲۰)	،۰/۸۷۸)	،۰/۸۲۱)	،۰/۷۶۰)
	(،۰/۹۰	(،۰/۸۰۷	(،۰/۹۲۰	(،۰/۶۹۹	(،۰/۶۰۸	(،۰/۷۶۰
کشاورز ۱۸	(،۰/۸۴۸ ،۱)	(،۰/۹۴۹ ،۱)	(۱ ،۱)	(،۰/۶۸۴ ،۱)	(،۰/۷۷۳ ،۱)	(۱ ،۱)
کشاورز ۱۹	(،۰/۸۱۴ ،۱)	،۰/۹۹۷)	،۰/۹۹۳)	(،۰/۶۹۹ ،۱)	(،۰/۶۵۰ ،۱)	،۹۶۱)
		(،۰/۸۶۵	(،۰/۹۹۳			(،۰/۹۶۱
کشاورز ۲۰	(،۰/۸۶۵ ،۱)	،۰/۹۹۸)	،۰/۹۸۴)	(،۰/۶۸۸ ،۱)	،۰/۹۹۲)	،۰/۹۵۰)
		(،۰/۹۲۵	(،۰/۹۸۴		(،۰/۷۲۹	(،۰/۹۵۰
کشاورز ۲۱	،۰/۹۳۴)	،۰/۹۰۷)	،۰/۸۸۹)	،۰/۹۱۰)	،۰/۸۹۰)	،۰/۸۴۶)
	(،۰/۸۷۶	(،۰/۸۷۴	(،۰/۸۸۹	(،۰/۶۸۹	(،۰/۶۹۹	(،۰/۸۴۶
کشاورز ۲۲	(،۰/۹۲۰ ،۱)	(،۰/۹۳۸ ،۱)	(۱ ،۱)	،۰/۸۵۰)	،۰/۸۱۰)	،۰/۷۸۹)
			(،۰/۷۱۳	(،۰/۷۳۱		(،۰/۷۸۹
کشاورز ۲۳	(،۰/۸۷۷ ،۱)	،۰/۹۹۹)	،۰/۹۹۴)	(،۰/۷۰۵ ،۱)	،۰/۹۹۵)	،۰/۹۶۳)
		(،۰/۹۱۹	(،۰/۹۹۴		(،۰/۷۴۳	(،۰/۹۶۳
کشاورز ۲۴	،۰/۹۶۵)	،۰/۹۵۱)	،۰/۹۳۵)	،۰/۹۲۰)	،۰/۸۹۰)	،۰/۸۸۸)
	(،۰/۸۶۳	(،۰/۸۶۴	(،۰/۹۳۵	(،۰/۶۹۰	(،۰/۷۰۳	(،۰/۸۸۸
کشاورز ۲۵	(،۰/۸۳۴ ،۱)	(،۰/۸۴۶ ،۱)	،۰/۹۹۷)	(،۰/۶۶۷ ،۱)	،۰/۹۵۴)	،۰/۹۳۸)
			(،۰/۹۹۷		(،۰/۶۸۶	(،۰/۹۳۸
کشاورز ۲۶	(،۰/۸۷۸ ،۱)	(،۰/۹۰۹ ،۱)	(۱ ،۱)	،۰/۹۳۱)	،۰/۸۸۹)	،۰/۸۶)
			(،۰/۶۸۷	(،۰/۷۱۴		(،۰/۸۶
کشاورز ۲۷	(،۰/۹۰۳ ،۱)	(،۰/۹۳۱ ،۱)	(۱ ،۱)	،۰/۹۴)	،۰/۹۹۵)	،۰/۸۷۴)
			(،۰/۶۹۳	(،۰/۷۲۷		(،۰/۸۷۴
کشاورز ۲۸	(،۰/۸۹۱ ،۱)	(،۰/۹۴۸ ،۱)	(۱ ،۱)	،۰/۸۶)	،۰/۸۴)	،۰/۸۰)
			(،۰/۷۰۲	(،۰/۷۵		(،۰/۸۰
کشاورز ۲۹	(،۰/۹۰۲ ،۱)	(،۰/۹۷۹ ،۱)	(۱ ،۱)	(،۰/۷۲۰ ،۱)	(،۰/۷۶۶ ،۱)	(۱ ،۱)
کشاورز ۳۰	(،۰/۸۶۳ ،۱)	(،۰/۹۱۲ ،۱)	(۱ ،۱)	(،۰/۷۱۳ ،۱)	(،۰/۷۶۰ ،۱)	(۱ ،۱)
کشاورز ۳۱	(،۰/۸۶۵ ،۱)	(،۰/۹۰۳ ،۱)	(۱ ،۱)	(،۰/۶۷۴ ،۱)	(،۰/۷۰۲ ،۱)	(۱ ،۱)

ماخذ: یافته های پژوهش

جدول ۵- رتبه بندی کشاورزان.

کشاورزان	شاخص چن-کلین مدل FCCR _I	رتبه	شاخص چن-کلین مدل FSBM _I	رتبه
کشاورز ۱	۰/۶۴۱۹	۲۰	۰/۶۴۲۲	۸
کشاورز ۲	۰/۷۰۱۸	۱۶	۰/۵۶۰۴	۱۹
کشاورز ۳	۰/۶۲۵۱	۲۳	۰/۵۹۱۹	۱۷
کشاورز ۴	۰/۷۸۰۳	۴	۰/۵۰۲۳	۲۷
کشاورز ۵	۰/۷۶۵۸	۷	۰/۵۵۴۶	۲۱
کشاورز ۶	۰/۷۰۹۲	۱۴	۰/۶۵۲۲	۶
کشاورز ۷	۰/۶۹۵۰	۱۷	۰/۴۵۸۶	۲۹
کشاورز ۸	۰/۷۷۷۱	۶	۰/۶۱۸۲	۱۲
کشاورز ۹	۰/۵۳۷۳	۲۷	۰/۵۷۴۵	۱۸
کشاورز ۱۰	۰/۷۱۸۳	۱۱	۰/۵۱۵۰	۲۶
کشاورز ۱۱	۰/۷۰۲۷	۱۵	۰/۶۱۸۱	۱۳
کشاورز ۱۲	۰/۵۴۸۶	۲۶	۰/۶۰۷۶	۱۴
کشاورز ۱۳	۰/۶۷۲۹	۱۹	۰/۶۲۷۳	۱۰
کشاورز ۱۴	۰/۴۵۳۲	۳۱	۰/۵۲۸۱	۲۴
کشاورز ۱۵	۰/۶۰۷۴	۲۴	۰/۵۹۶۴	۱۶
کشاورز ۱۶	۰/۴۷۱۱	۲۹	۰/۶۴۵۴	۷
کشاورز ۱۷	۰/۴۸۹۷	۲۸	۰/۴۰۴۹	۳۱
کشاورز ۱۸	۰/۷۴۰۴	۸	۰/۶۸۴۱	۳
کشاورز ۱۹	۰/۶۳۴۳	۲۲	۰/۶۲۲۳	۱۱
کشاورز ۲۰	۰/۷۱۲۸	۱۳	۰/۶۳۸۴	۹
کشاورز ۲۱	۰/۴۶۱۱	۳۰	۰/۵۱۷۶	۲۵
کشاورز ۲۲	۰/۸۰۳۰	۲	۰/۴۴۸۹	۳۰
کشاورز ۲۳	۰/۶۷۹۳	۱۸	۰/۶۵۴۷	۴
کشاورز ۲۴	۰/۵۵۹۸	۲۵	۰/۵۴۸۶	۲۲
کشاورز ۲۵	۰/۶۴۰۷	۲۱	۶۰۱۰	۱۵
کشاورز ۲۶	۰/۷۳۱۰	۹	۰/۵۳۶۰	۲۳
کشاورز ۲۷	۰/۷۷۷۱	۵	۰/۵۵۶۲	۲۰
کشاورز ۲۸	۰/۷۸۲۴	۳	۰/۴۷۴۷	۲۸
کشاورز ۲۹	۰/۸۲۹۵	۱	۰/۷۱۰۱	۱
کشاورز ۳۰	۰/۷۲۰	۱۰	۰/۶۹۰۵	۲
کشاورز ۳۱	۰/۷۱۳۹	۱۲	۰/۶۵۳۳	۵

ماخذ: یافته‌های پژوهش