اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و هفتم، شمارهٔ ۱۰۵، بهار ۱۳۹۸

کارایی برنج‌کاران منطقهٔ گهرباران ساری در شرایط عدم قطعیت

طاهره رنجبر ملکشاه[۱]، سیدعلی حسینی یکانی[۲]، فاطمه کشیری کلائی[۳]، خدیجه عبدی رکنی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۱

چکیده

با توجه به اهمیت بهینه‌سازی استفاده از نهاده‌ها در افزایش تولید بخش کشاورزی، در مطالعه حاضر با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها و با اعمال نوسان برای بررسی اطلاعات در شرایط عدم قطعیت، کارایی برنج‌کاران منطقه گهرباران ارزیابی شد. بدین منظور، برمبنای میزان ورودی و خروجی در دو وضعیت مطلوب و نامطلوب، ۱۶ سناریو تعریف و مطابق با نتایج آن، احتمال کارایی برنج‌کاران منطقه در شرایط عدم قطعیت تجزیه و تحلیل شد.

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
taherehranjbar.m@gmail.com
۲. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسئول)
hosseiniyekani@gmail.com
۳. دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری fkashiri03@gmail.com
٤. دانشجوی دکتری رشته اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
abdirokni69@gmail.com

داده‌های مورد نیاز برای انجام این پژوهش از طریق تکمیل پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با ۱۹۶ برنج‌کار منطقه، جمع‌آوری شد. همچنین برای شناسایی کاراترین واحدها، رتبه‌بندی با استفاده از نمرات کارایی انجام گرفت. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، میانگین کل کارایی در چهار وضعیت اصلی، خوشبینانه، بدبینانه و ۱۶سناریو به ترتیب ۰/۶۵، ۰/ ۸۵، ۰/۵۳ و ۰/۷۶ بوده است که تفاوت بین کارایی در حالت اصلی و سایر حالت‌های مورد بررسی نشان‌دهنده اهمیت لحاظ عدم قطعیت در محاسبه کارایی است. همچنین نتایج نشان داد که بیش از ۸۷ درصد از برنج‌کاران حتی در وضعیت خوشبینانه نیز کارا نبودند. بنابراین با توجه به پایین بودن کارایی کشاورزان منطقه مورد مطالعه، بررسی علل ناکارایی آنها و به‌کارگیری سیاست‌های مناسب در جهت افزایش کارایی کشاورزان ناکارا بسیار مهم است. اقداماتی همچون آموزش کشاورزان با هدف افزایش عملکرد و استفاده بهینه از زمین‌های کشاورزی می‌تواند در بهبود کارایی آنها اثرگذار باشد.

طبقه‌بندی JEL: C61,Q10

کلیدواژه‌ها: کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، عدم قطعیت، برنج، گهرباران ساری

مقدمه

رشد جمعیت در کشورهای در حال توسعه نیاز به غذا را افزایش داده و سبب توجه بیشتر به بخش کشاورزی و افزایش تولید در این بخش شده است (۲۵). افزایش تولید از دو طریق، افزایش در عوامل تولید و استفاده بهینه از آن، با اتخاذ مدیریت بهتر بر این منابع و به‌کارگیری روش‌های جدیدتر در ترکیب آنها قابل دستیابی است. یکی از راه‌های بهینه‌سازی ترکیب عوامل تولید، استفاده از مفاهیم کارایی[5] و بهره‌وری[6] می‌باشد (۷).

5. Efficiency
6. Productivity

کشورهای در حال توسعه مانند ایران به علت بهینه استفاده نکردن از عوامل تولید، از نظر میزان عملکرد محصولات کشاورزی فاصله زیادی با کشورهای توسعه یافته دارند که علت آن را می‌توان در پایین بودن سطوح انواع کارایی در این بخش جست و جو کرد(۲۳). تولیدکنندگان این بخش نیز همچون سایر بخش‌های اقتصادی درصدد افزایش کارایی خود هستند. کاراترین سطح ستانده تولید کشاورزی در فرایند تولید در نقطه‌ای حاصل می‌شود که تولیدکننده قادر به دستیابی به حداکثر ستانده با مقدار مشخص نهاده باشد. با این حال باید توجه داشت که نوع و میزان هزینه‌های کشاورز در به‌کارگیری نهاده‌ها نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در کارایی آن در تخصیص هزینه‌ها به نهاده‌ها دارد. بی‌تردید بین میزان کارایی (اعم از کارایی فنی، تخصیص و اقتصادی) و میزان توانایی بنگاه در تولید محصول رابطه‌ای مستقیم وجود دارد. لذا رشد و توسعه این بخش می‌تواند نقش بسزایی در رشد اقتصادی ایران ایفا نماید(۱۴).

کارایی و بهره‌وری معیارهایی هستند که به کمک آنها می‌توان به‌طور مستمر شرایط موجود را بهبود بخشید. قدم ابتدایی در چرخه بهبود کارایی و بهره‌وری، اندازه‌گیری است. اندازه‌گیری کارایی به‌عنوان یک سیستم بسترساز، شرایطی را فراهم می‌آورد تا تصمیم‌گیران دریابند در چه وضعیتی قرار دارند و بتوانند برای بهبود شرایط فعلی اقدام به برنامه‌ریزی کنند(۷).

کارایی به دو روش پارامتریک و غیر پارامتریک محاسبه می‌شود. در روش پارامتریک، پارامترهای یک تابع تولید به کمک روش‌های اقتصاد سنجی برآورد شده و سپس با استفاده از تابع مزبور، شاخص کارایی محاسبه می‌گردد(۲۷). در روش ناپارامتریک با استفاده از برنامه‌ریزی خطی، کارایی بنگاه‌ها اندازه‌گیری می‌شود(۱۲). روش تحلیل پوششی داده‌ها[۷] (DEA) را می‌توان یکی از مهم‌ترین روش‌های ناپارامتری معرفی نمود که با مدل‌سازی ریاضی ارتباطات مفهومی بین نهاده‌ها و ستانده‌های سیستمی، کارایی نسبی واحدهای مورد ارزیابی را می‌سنجد(۲۱).

7. Data Envelopment Analysis

از این‌رو، در تحقیق حاضر با به‌کارگیری روش DEA، کارایی کشاورزان برنج‌کار منطقه گهرباران ساری در سال ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. در منطقه مذکور بالغ بر ۱۲۸۰۰ هکتار زمین به کشت محصولات زراعی و باغی اختصاص یافته است. سطح کشت محصولات زراعی این منطقه در حدود ۶۷۰۰ هکتار بوده که سهم ۲ درصدی از سطوح کشت استان مازندران را دارا می‌باشند. از محصولات عمده این منطقه برنج بوده که با سهم ۳۷ درصدی در منطقه و سهمی در حدود ۳ درصدی در استان، نقش قابل توجهی در تولید این محصول دارد. با توجه به اهمیت این منطقه در کشاورزی خصوصاً کشت برنج و وجود ریسک زیاد برای تولید این محصول، در مطالعه حاضر مجموعه روستاهای گهرباران بررسی شد.

مطالعات متعددی در زمینه اندازه‌گیری کارایی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها طی سال‌های گذشته در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. از جمله مطالعات داخلی می‌توان به مطالعه اوحدی و همکاران(۲۳) اشاره کرد که وضعیت کارایی ۱۹۷ نفر از پسته‌کاران شهرستان سیرجان را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که میانگین کارایی‌های فنی، مدیریتی، تخصیصی و اقتصادی به‌ترتیب معادل ۴۷ درصد، ۶۹ درصد، ۲۴ درصد و ۱۲ درصد بوده است. همچنین برمبنای نتایج، تمام نهاده‌ها بیش از حد بهینه استفاده شدند.

سرخیل و همکاران(۲۴) در مطالعه‌ای با استفاده از روش‌های ورودی تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص‌های کارایی و بهره‌وری مصرف آب تهران و همچنین همبستگی بین مصرف آب و فعالیت‌های اقتصادی منطقه را با استفاده از شاخص تولید ناخالص داخلی منطقه‌ای برای دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۸۴ ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که بهره‌وری کل از نظر تغییر کارایی فنی و تغییر کارایی مقیاس، به‌ترتیب ۱/۸ و ۱/۶۸ درصد بهبود یافته است. علاوه بر این، اجرای طرح‌های کلان، جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب و راهکارهای مدیریت مصرف آب برای افزایش ذخیره سالانه آب به ویژه از سال ۱۳۹۰ به بعد، بهره‌وری کل را از نظر تغییر فناوری ۱۲/۳۲ درصد بهبود داده است.

بابایی و همکاران(۳) در پژوهشی کارایی آب مصرفی محصولات عمده کشاورزی و مزارع شهرستان زابل را با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها در دو شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج مطالعه آنها، میانگین کارایی مزارع در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۷۷ و ۹۸ درصد و میانگین کارایی آب آبیاری در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۵۲ و ۸۶ درصد بوده است. آنها برای کاهش مقدار آب مصرفی، اجرای سامانه آبیاری نوین را پیشنهاد کردند.

بلالی و اصفهانی(۵) با به‌کارگیری رهیافت تحلیل پوششی داده‌ای کراندار، کارایی ۳۰ واحد مرغداری در استان خراسان جنوبی را به‌دست آوردند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میانگین کارایی واحدهای مرغداری بر اساس معیار نهاده محور ۰/۸۳۳ بوده و بیش از ۵۶ درصد واحدها دارای کارایی پایین‌تر از میانگین بودند. نتایج مربوط به کارایی بازه‌ای واحدها نیز نشان داد که کارایی ۵۰ درصد واحدهای مرغداری نامعین است و بین دو مرز کارایی و ناکارایی قرار دارد. نتایج این مطالعه تأیید می‌کند که با افزایش کارایی می‌توان تولید را بدون استفاده از منابع بیشتر افزایش داد.

نادری مهدیی و اصفهانی(۲۲) در مطالعه‌ای کارایی مزارع زعفران منطقه شاهیک شهرستان قاین را با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌های کراندار اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که میانگین کارایی خوشبینانه در حالت ستانده محور ۱/۲۵۹ و در حالت نهاده محور ۰/۸۴۹ بوده و ۱۳/۸ درصد واحدها در حالت بدبینانه ناکارا هستند. براساس نتایج به‌دست آمده، الگو قرار دادن واحدهای کارآمد و برنامه‌ریزی آموزشی زعفران‌کارن پیشنهاد شد.

از مطالعات خارجی می‌توان به مطالعه مولینوس سنانته و همکاران(۱۸) اشاره کرد که به ارزیابی کارایی شرکت آب و فاضلاب با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی کراندار در شیلی پرداختند. بدین منظور با ۸۱ سناریو برای هر واحد به جای یک مقدار، کارایی واحدها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که عدم قطعیت در خروجی بیشتر از ورودی بوده و تفاوت قابل توجهی در کارایی بین سناریوهای خوشبینانه و بدبینانه مشاهده شده است. آنها همچنین از طریق رتبه‌بندی، بالاترین عملکرد را بین واحدهای مورد بررسی مشخص

کردند چرا که این عمل برای سیاست‌گذاری جهت افزایش کارایی در این صنعت ضروری می‌باشد.

مولینوس سنانته و سالاگاردیو(۱۹) به بررسی تأثیر خصوصی‌سازی آب‌های عمومی و خصوصی‌سازی مالکیت شرکت‌های آب در تغییر کارایی آب صنعتی پرداختند. در انجام این کار، از شاخص بهره‌وری لونبرگر(LPI) طی سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۱۳ در شرکت آب و فاضلاب شیلی استفاده شد. نتایج نشان داد که بهره‌وری در صنعت آب شیلی پس از خصوصی‌سازی کاهش یافته است. با این حال در دوره‌ای که مالکیت به بخش خصوصی واگذار شد، با توجه به پیشرفت‌های فنی، بهره‌وری آب افزایش یافت.

ادیست(۱) با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها، کارایی فنی مزارع گاو شیری در اردن را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که این واحدها در اندازه بهینه عمل نکرده و کارایی مقیاس واحدهای مورد نظر ۶۶ درصد محاسبه شد.

مدیا(۱۶) در مطالعه‌ای کارایی مزارع مرکبات ایتالیا را با استفاده از دو روش تحلیل فراگیر داده‌ها و تابع مرزی تصادفی اندازه گیری کرد. بر اساس نتایج این مطالعه، کارایی فنی اندازه‌گیری شده در هر دو روش در یک سطح می‌باشد در حالی که کارایی مقیاس اندازه‌گیری به روش تابع مرزی تصادفی در سطح بالاتری نسبت به روش تحلیل فراگیر داده‌ها بوده است.

همان طور که مشاهده می‌شود، اکثر مطالعاتی که در زمینه اندازه‌گیری و تحلیل کارایی انجام شده با به‌کارگیری از روش تحلیل فراگیر داده‌های معمولی بوده است. این روش به دلیل استفاده از داده‌های دقیق و قطعی، یک عدد قطعی به‌عنوان کارایی واحد به‌دست می‌دهد. به دلیل اینکه بخش کشاورزی همواره با ریسک و عدم اطمینان مواجه است، این روش مناسب به نظر نمی‌رسد(۴). لذا در مطالعه حاضر برای ارزیابی جامع‌تری از کارایی، روش تحلیل فراگیر داده کراندار مورد استفاده قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

روش‌های اندازه‌گیری کارایی را می‌توان به دو روش تابع مرزی تصادفی(SFA)[8] و روش تحلیل پوششی داده‌ها تقسیم کرد. DEA یکی از مهم‌ترین روش‌های ناپارامتری است که به کمک برنامه‌ریزی خطی به تعیین کارایی آن دسته از واحدهای تصمیم‌گیری(DMU)[9] که ستانده‌ها و نهاده‌های مشابه دارند پرداخته و هیچ‌گونه فرض اولیه مبنی بر ارتباط تبعی بین نهاده‌ها و ستانده‌ها را در نظر نمی‌گیرد و از آنجا که تمام ارقام و اطلاعات را تحت پوشش قرار می‌دهد، به آن تحلیل فراگیر داده‌ها اطلاق می‌شود(۲۰).

مبدأ این روش به مطالعه فارل در سال ۱۹۵۷ برمی‌گردد. وی پیشنهاد نمود که مناسب‌تر است تا عملکرد در یک بنگاه با عملکرد بهترین بنگاه‌های موجود در آن صنعت مورد مقایسه قرار گیرد. با این فرض که تمام بنگاه‌ها بالای منحنی تولید یکسان قرار دارند، یک تولیدکننده به لحاظ فنی زمانی کاملاً کاراست که روی منحنی هم مقداری تولید قرار گیرد(۲).

در سال ۱۹۷۸ چارنز، کوپر و رودز الگوی مدل DEA را جهت ارزیابی عملکرد و محاسبه کارایی ارائه دادند که توانایی اندازه‌گیری کارایی سیستم‌هایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت. در سال ۱۹۸۴ مفهوم بازده به مقیاس به‌وسیله بنکر، چارنز و کوپر در مدل‌های DEA مطرح شد و مدل جدیدی در تحلیل پوششی داده‌ها به نام BCC ارائه گردید. بازده به مقیاس در مدل CCR ثابت و در مدل BCC متغیر فرض می‌شود(۲۱). به‌طور کلی DEA دارای چهار مدل اصلی شامل مدل بازده به مقیاس ثابت CRS[10] (در برخی مواقع CCR نیز نامیده می‌شود)، مدل بازده به مقیاس متغیر VRS[11] (BCC نیز نامیده می‌شود)، مدل بازده به مقیاس افزایشی IRS[12] و مدل بازده به مقیاس کاهشی DRS[13] می‌باشد. هرکدام از مدل‌های بیان شده دارای دو جهت مطالعاتی خروجی‌محور و ورودی‌محور هستند. منظور از

8. Stochastic Frontier Analysis
9. Decision Making Unit
10. Constant Return to Scale
11. Variable Return to Scale
12. Increase Return to Scale
13. Decrease Return to Scale

ورودی‌محور این است که به چه میزان باید ورودی‌ها را با ثابت نگه داشتن میزان خروجی‌ها کاهش داد تا واحد مورد نظر به مرز کارایی برسد. در اندازه‌گیری‌های خروجی محور سعی بر آن است که با ثابت نگه داشتن میزان ورودی، به حداکثر مقدار خروجی دست یافته و واحد به مرز کارایی برسد(۱۵).

در روش DEA هر بنگاه به مثابه نقطه‌ای در فضا در نظر گرفته می‌شود که ابعاد این فضا توسط عوامل تولید و مختصات نقطه، به وسیله میزان استفاده از هر عامل تولید تعیین می‌شود. آنگاه به کمک برنامه‌ریزی خطی، موقعیت هر بنگاه تولیدی نسبت به سایر بنگاه‌ها سنجیده می‌شود. این عمل باید به تعداد بنگاه‌ها تکرار شود، بنابراین به تعداد بنگاه‌های موجود، مدل برنامه‌ریزی خطی خواهیم داشت(۲). سپس معین می‌شود که هر بنگاه برای رسیدن به جایگاه تعیین شده خود، چه ترکیبی از نهاده‌ها و ستانده‌ها را باید انتخاب نماید. در واقع تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بهترین عملکرد را از بین تمامی مشاهدات آماری ارائه کرده و کارایی یک واحد تصمیم‌ساز را به‌صورت نسبی براساس بهترین عملکرد مشخص می‌نماید(۷).

با توجه به مدل CCR– DEA، اندازه‌گیری بهره‌وری E_j با حل مدل برنامه‌ریزی خطی ۱ برای هر DMU به‌دست می‌آید(۲۱):

$$Max\ E_j = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk} \qquad (۱)$$

$$s.t.$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_k y_{rk} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} \leq 0 \qquad k = 1,2,\dots,n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall\ r, i$$

که در اینجا k تعداد واحدهای مورد بررسی، M مقدار ورودی $x_k = (x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{sk})$ و S میزان تولید با خروجی $y_k = (y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{sk})$ را نشان می‌دهند.

در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک، برای اندازه‌گیری کارایی واحدها از داده‌های دقیق و قطعی استفاده می‌شود. اما از آنجا که کشاورزی فعالیتی سرشار از مخاطرات

است و مخاطره آمیز بودن این شرایط، تولید در این بخش را به صورت فعالیتی همراه با ریسک درآورده است، تصمیم‌گیر با شرایط عدم قطعیت و اطلاعات نادقیق رو به روست لذا نمی‌توان مقادیر دقیقی برای داده‌ها و ستاده‌ها تعیین کرد و این کار دقت و صحت نتایج مدل را زیر سوال می‌برد(۲۱). برای غلبه بر این محدودیت، بونیلا و همکاران(۸) یک مدل DEA با نوسان معرفی کردند که از روش‌های جدید و مناسب در محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده در شرایط عدم قطعیت است. از روش‌های دیگر برای غلبه بر داده‌های نامطمئن می‌توان به تحلیل پوششی داده‌های فازی، تصادفی و استوار نیز اشاره نمود. در روش DEA با نوسان، هر ورودی و خروجی مدل برنامه‌ریزی خطی در رابطه ۱، با گنجاندن یک نوسان تغییر می‌کند که براساس تفاوت بین حداکثر و حداقل برای هر واحد محاسبه می‌شود. بسیاری از نویسندگان از جمله بوسکا و همکاران(۹ و ۱۰)، مدال(۱۷)، سالاگاردیو و همکاران(۲۶) و پرز و گومز(۲۸) این روش را مورد استفاده قرار داده‌اند. نوسان را می‌توان به‌صورت زیر معرفی کرد:

نوسان برای نهاده‌ها: α_{ik}

نوسان برای ستانده: β'_{rk}

با توجه به نوسان تعریف شده، نهاده‌ها و ستانده در محدوده‌ای به‌صورت رابطه ۲ می‌باشند(۲۶):

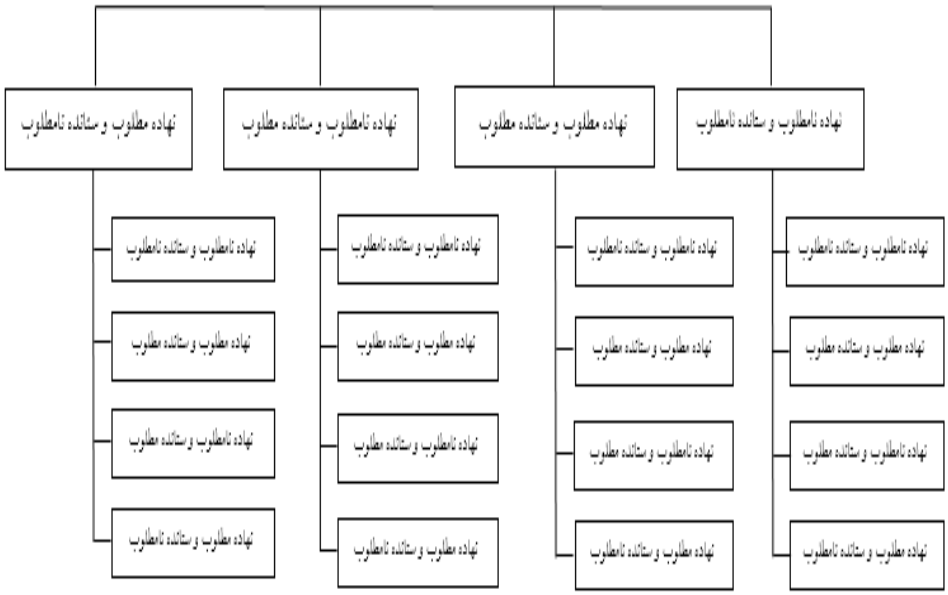
$$x_{ik} \in [x_{ik} - \alpha_{ik}, x_{ik}]$$
$$y_{ik} \in [y_{rk}, y_{rk} + \beta'_{rk}] \quad (۲)$$

همان طور که در رابطه ۲ مشاهده می‌شود، ترکیبات مختلفی از نهاده‌ها و ستانده وجود دارد. از این رو، محاسبه کارایی برای همه ترکیبات اشاره شده امکان پذیر نمی‌باشد. با توجه به مطالعه مدال(۱۷) به‌منظور ساده‌سازی تجزیه و تحلیل و دستیابی به نتایج قابل فهم و مفید، ارزیابی کارایی هر واحد که در این مطالعه کشاورزان مدنظر می‌باشند، از رابطه ۳ انجام می‌گیرد:

$$x_{ik_0}\left(1-\alpha_{ik_0'}\right), x_{ik_0} \qquad (۳)$$

$$y_{rk_0}, y_{rk_0}\left(1+\beta_{rk_0}^{\prime}\right)$$
$$k \neq k_0 : \; x_{ik}(1-\alpha_{ik}), x_{ik}$$
$$k \neq k_0 : y_{rk}, y_{rk}\left(1+\beta_{rk}^{\prime}\right)$$

با توجه به رابطه(۳)، در مطالعه حاضر کارایی برای دو وضعیت مطلوب و نامطلوب، با چهار نهاده و ستانده ممکن به‌صورت نهاده برای تجزیه و تحلیل k_0 ، ستانده برای تجزیه و تحلیل k_0 ، نهاده برای باقی مانده واحدها و ستانده برای باقی مانده واحدها ارزیابی می‌شود. بدین ترتیب،[۴] یعنی ۱۶ ترکیب DEA باید برای هر k_0 حل شود. سناریوهای مورد نظر به این صورت تعریف می‌شوند که نهاده‌ها و ستانده در وضعیت مطلوب و نامطلوب با جایگزینی در تابع هدف و محدودیت مدل، در ۱۶ حالت ترکیب می‌شود. برای درک بهتر، سناریوها در قالب فلوچارت زیر ارائه شده است.



شکل ۱. سناریوهای مورد بررسی بر مبنای وجود عدم قطعیت در استفاده از نهاده‌ها و تولید محصول

با جایگزینی ارزش‌های اصلی توسط ارزش اصلاح شده با توجه به نوسان در مدل DEA (معادله ۱)، برای هر k_0، دو سناریو خوشبینانه یا بهترین حالت و سناریوی بدبینانه یا بدترین حالت که از اهمیت بیشتری برخوردارند تعریف شده است و به صورت روابط۴ و ۵ نشان داده می‌شوند:

$$x_{ik} = \begin{cases} x_{ik_0} - \alpha_{ik_0} \\ x_{ik} \end{cases} \quad y_{rk} = \begin{cases} y_{rk_0} + \beta_{rk_0}' \\ y_{rk} \end{cases} \tag{۴}$$

$$x_{ik} = \begin{cases} x_{ik_0} \\ x_{ik} - \alpha_{ik} \end{cases} \quad y_{rk} = \begin{cases} y_{rk_0} \\ y_{rk} + \beta_{rk}' \end{cases} \tag{۵}$$

سناریوی خوشبینانه نشان می‌دهد که برای واحد k_0 نهاده کاهش و ستانده افزایش یافته، در حالی که بقیه واحدها رفتاری معکوس در متغیرهای خود داشته‌اند. همچنین سناریوی بدبینانه با افزایش نهاده و کاهش ستانده برای واحد k_0 و کاهش نهاده و افزایش ستانده برای سایر واحدها تعریف می‌شود. بنابراین، براساس سناریوهای خوشبینانه و بدبینانه، حداکثر و حداقل کارایی برای هر واحد مورد بررسی قرار گرفت. از این رو، با استفاده از مدل DEA کراندار می‌توان عدم قطعیت را در کارایی اعمال کرد(۱۸).

یکی از اهداف ارزیابی کارایی، تعیین رتبه واحدهای مورد بررسی است. با توجه به مطالعه بوسکا و همکاران(۱۰) رتبه‌بندی واحدها براساس کارایی محاسبه شده انجام می‌گیرد. دو شاخص کارایی برای واحد k_0 به شرح روابط۶ و ۷ تعریف می‌شود:

$$R_{k_0}^1 = \frac{e_{k_0}}{\tau_{k_0}} \tag{۶}$$

$$R_{k_0}^2 = \begin{cases} \frac{s_{k_0} - e_{k_0}}{\tau_{k_0} - e_{k_0}} & if \quad \tau_{k_0} \neq e_{k_0} \\ 0 & if \quad \tau_{k_0} = e_{k_0} \end{cases} \tag{۷}$$

که در آن e_{k_0} تعداد دفعاتی است که واحد k_0 کارایی برابر با ۱ داشته است. τ_{k_0} نیز تعداد ترکیبات حل شده DEA (۱۶) برای هر واحد و s_{k_0} مجموع کارایی‌های غیر یک در کل سناریوها را نشان می‌دهند.$R_{k_0}^1$ محدود بین ۰ و ۱ می باشد. مقدار ۰ بدان معنی است که در هیچ یک از ۱۶سناریو ارزیابی شده، واحد k_0 کارآمد نمی‌باشد. در مقابل، مقدار ۱، کارآمدی

واحد k_0 در تمام سناریو ها را نشان می‌دهد. شاخص R_k^2 نیز برای رتبه بندی واحدهایی که R_k^1 یکسانی دارند، مورد استفاده قرار می گیرد(۲۶).

جامعه آماری مورد نظر در این مطالعه، کشاورزان منطقه گهرباران واقع در شهرستان ساری می‌باشد. این منطقه شامل دهستان گهرباران شمالی به مرکزیت روستای طبقده با ۱۱ روستای تحت پوشش و دهستان گهرباران جنوبی به مرکزیت روستای ماکران با ۹ روستای تحت پوشش می‌باشد که حجم نمونه‌های مورد نیاز برای هر روستا با استفاده از فرمول کوکران تعیین گردید. نهایتاً داده‌های مورد نیاز برای انجام این تحقیق، از طریق تکمیل پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با ۱۹۶ کشاورز برنج‌کار که به‌صورت تصادفی در سال ۱۳۹۳ انتخاب شدند، جمع‌آوری گردید. برای محاسبه کارایی از نرم افزار GAMS و DEAP استفاده شد.

نتایج و بحث

در مطالعه حاضر اقدام به ارزیابی کارایی کشاورزان منطقه گهرباران ساری در شرایط عدم قطعیت گردید. برای محاسبه کارایی، اطلاعاتی همچون نهاده‌های مورد استفاده (به‌عنوان ورودی‌ها) و عملکرد محصول در هکتار (به‌عنوان خروجی) مورد نیاز بوده که خلاصه‌ای از اطلاعات در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد. به‌منظور تجزیه و تحلیل دقیق‌تر نتایج به‌دست آمده، کشاورزان نمونه براساس اندازه زمین به ۵ گروه طبقه‌بندی شدند.

جدول ۱. مقدار متوسط استفاده از نهاده‌ها در نمونه مورد بررسی (در یک هکتار)

اندازه زمین (هکتار)		ورودی					خروجی
		کود (کیلوگرم)	سم (هزار ریال)	نیروی کار (نفر)	ماشین (هزار ریال)	سرمایه (هزار ریال)	طارم (کیلوگرم)
$x < 1$	میانگین	۳۰۱/۰۱	۲۴۷۰/۸	۱۱/۰۵	۹۰۹۳/۳۳	۲۳۰۸۳/۳۳	۴۲۹۴/۱۱
	انحراف معیار	۱۲۵/۶۷	۱۱۲۴/۷۵	۹/۳۵	۲۴۶۱/۵	۵۳۲۱/۹۱	۹۳۹/۴۷
$1 \leq x < 2$	میانگین	۲۳۱/۵۷	۲۰۶۳/۱	۱۳/۱۵	۷۴۵۷/۲۹	۲۱۱۴۸/۹	۳۹۵۷/۴۸
	انحراف معیار	۹۷/۸	۹۸۵/۷۲	۷/۵۴	۲۷۲۰/۹۶	۴۵۳۸/۵۴	۴۲۵/۲۴
$2 \leq x < 3$	میانگین	۱۸۷/۷۸	۱۸۳۳/۳۳	۸/۹۴	۷۳۸۸/۸۸	۱۸۱۷۰	۳۶۴۸/۶۱
	انحراف معیار	۷۸/۰۳	۷۱۲/۲۸	۷/۱۱	۱۷۸۶/۸۴	۳۲۹۷/۲۹	۷۰۹/۵۲
$3 \leq x < 4$	میانگین	۱۸۹/۲۹	۲۳۰۷/۱۴	۱۳/۱۴	۱۰۵۱۴/۲۸	۲۳۷۳۵/۷۱	۳۸۲۶/۱۹
	انحراف معیار	۶۴/۳۲	۵۲۴/۷۴	۴/۶	۴۲۶۰/۸۴	۶۰۷۵/۷۸	۱۴۵۳/۶
$x \geq 4$	میانگین	۲۱۶/۶۷	۱۸۸۴/۴۴	۲۲/۴۴	۸۹۰۰	۲۵۵۸۱/۱۱	۳۷۰۵/۵۱
	انحراف معیار	۷۴/۵	۱۰۶۱/۲۷	۶/۲۱	۲۷۴۵/۹	۳۰۸۸۰	۶۴۹/۷۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق با گروه‌بندی انجام شده، تعداد زیادی از کشاورزان، سطح زیرکشتی کمتر از ۱ هکتار به محصول برنج طارم اختصاص داده‌اند به‌طوری که ۳۸/۲۶ درصد از آنها در گروه اول طبقه‌بندی جای گرفته‌اند. گروه دوم نیز با سهمی معادل ۴۴/۳۸ درصد، اکثریت کشاورزان نمونه و گروه سوم ۹ درصد از جامعه آماری مورد مطالعه را داشته‌اند. همچنین با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده، به طور کلی ۸ درصد از برنج‌کاران سطح زیرکشتی بزرگتر از ۳ هکتار داشته‌اند که به گروه‌های چهارم و پنجم تعلق دارند.

با توجه به ارقام مندرج در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، بین گروه‌های مورد بررسی بیشترین مقدار تولید مربوط به گروه اول به میزان ۴۲۹۴/۱۱ کیلوگرم در هکتار بوده است. همچنین در مجموع نسبت به گروه‌های دیگر از نهاده‌های بیشتری استفاده کرده‌اند.

همان طور که در قسمت قبل اشاره شد، به‌دلیل وجود عدم قطعیت در کشاورزی، برای تعیین کارایی از روش DEA کراندر استفاده شد. بدین منظور جهت تعیین نوسان مطلوب و نامطلوب در ورودی‌ها و خروجی، به‌دلیل در دسترس نبودن اطلاعات تاریخی، در مطالعه حاضر با به‌کارگیری نرم افزار DEAP و تخمین کارایی در دو حالت ورودی محور و خروجی محور، مقادیر حداقل نهاده و حداکثر تولید برای هر واحد با تکنولوژی موجود، تعیین گردید. در جدول۲، مقادیر مطلوب که شامل حداکثر تولید و حداقل نهاده می‌باشد، نشان داده شده است.

جدول ۲. مقادیر مطلوب برای ورودی‌ها و خروجی (در یک هکتار)

اندازه زمین (هکتار)		ورودی					خروجی
		کود (کیلوگرم)	سم (هزار ریال)	نیروی کار (نفر)	ماشین (هزار ریال)	سرمایه (هزار ریال)	طارم (کیلوگرم)
$x \leq 1$	میانگین	۱۶۲/۷۷	۱۷۱۰/۱۲	۶/۴۱	۶۰۹۹/۷۵	۱۵۳۸۹/۲۹	۵۹۳۲/۳۱
	انحراف معیار	۶۳/۲۵	۶۱۹/۵۸	۲/۹	۱۶۹۳/۲۳	۲۵۸۹/۷۸	۷۶۲/۶۲
$1 \leq x < 2$	میانگین	۱۴۴/۱	۱۴۸۶/۲۴	۷/۷۶	۵۴۴۶/۹۴	۱۴۶۵۷/۶۸	۵۴۱۳/۶۲
	انحراف معیار	۱۵/۳۴	۶۶۹/۷۹	۳/۴۳	۹۸۲/۴۲	۱۵۰۲/۱۶	۹۲۴/۶۹
$2 \leq x < 3$	میانگین	۱۲۸/۳۴	۱۳۹۲/۵۱	۶/۷۸	۶۰۴۸/۷	۱۴۵۹۵/۳۲	۵۱۴۱/۴۴
	انحراف معیار	۳۲/۴۹	۴۳۷/۱۵	۳/۸۱	۱۰۹۳/۷۲	۱۶۴۴/۷	۷۴۵/۹۶
$3 \leq x < 4$	میانگین	۱۲۵/۳۱	۱۵۴۷/۲۲	۱۱/۵۲	۶۰۰۸/۳۷	۱۶۴۶۷/۱۳	۵۶۸۵/۴
	انحراف معیار	۲۲/۱۷	۷۲۲/۱۳	۷/۷۹	۱۸۳۰/۶۸	۴۴۴۹/۹۱	۱۲۷۱/۶۸
$x \geq 4$	میانگین	۱۳۰/۱۹	۱۳۱۰/۴۳	۱۱/۶	۵۷۵۷/۰۸	۱۶۰۶۴/۷۴	۵۰۳۹/۳
	انحراف معیار	۳۸/۸۶	۴۹۲/۹۷	۶/۱۸	۱۷۸۱/۷	۲۳۰۴/۲۲	۵۳۶/۶۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در هر یک از گروه‌های طبقه‌بندی شده، نهاده‌ها و ستانده در حالت مطلوب نشان داده شده است. با بررسی کارایی کشاورزان در حالت مطلوب و مقایسه آن با حالات دیگر می‌توان به سیاست‌گذاری درست در جهت افزایش کارایی واحدهای مورد بررسی کمک کرد.

بعد از تعیین بازه ورودی‌ها و خروجی، گام بعدی در ارزیابی، محاسبه کارایی می‌باشد. با توجه به روش ارائه شده، در ۱۶ سناریو، کارایی کشاورزان تخمین زده شد.

با توجه به توضیحات مطرح شده، کارایی برنج‌کاران محاسبه شد. میانگین و انحراف معیار کارایی کشاورزان هر گروه در سناریوهای مورد بررسی در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

جدول ۳. کارایی واحدهای کشاورزی در حالت عدم قطعیت

تابع هدف	نهاده نامطلوب و ستانده نامطلوب			نهاده مطلوب و ستانده مطلوب				نهاده نامطلوب و ستانده مطلوب				نهاده مطلوب و ستانده نامطلوب				میانگین کل
محدودیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	
میانگین	۰/۵۱	۰/۵۶۰	۰/۶۶۰	۰/۶۳	۰/۸۴	۰/۸۷۰	۰/۸۷۰	۰/۸۷	۰/۷۱	۰/۸۹۰	۰/۸۵۰	۰/۷۷	۰/۶۳	۰/۸۹۰	۰/۸۶۰	۰/۷۴	۰/۷۶۵
انحراف معیار	۰/۱۵	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۲۰	۰/۱۲۰	۰/۱۲	۰/۱۵۰	۰/۱۳۰	۰/۱۳۰	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱	
میانگین	۰/۵۷	۰/۶۱۰	۰/۷۲۰	۰/۶۹	۰/۸۱	۰/۸۳۰	۰/۸۳۰	۰/۸۲	۰/۷۳۰	۰/۸۹۰	۰/۸۵۰	۰/۷۷	۰/۶۵	۰/۹	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۷۷۱۱
انحراف معیار	۰/۱۶	۰/۱۸۰	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱	۰/۱۴۰	۰/۱۵۰	۰/۱۴۰	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۱۰	۰/۱۲۰	۰/۱۲۰	
میانگین	۰/۴۴	۰/۵۳۰	۰/۶۴۰	۰/۵۹	۰/۸۱	۰/۸۴۰	۰/۸۴۰	۰/۸۴	۰/۶۱	۰/۸۶۰	۰/۷۹۰	۰/۷۱	۰/۶۲	۰/۸۹۰	۰/۸۳۰	۰/۷۶	۰/۷۲
انحراف معیار	۰/۱۳	۰/۱۶۰	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۳۰	۰/۱۳۰	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۷۰	۰/۱۶۰	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۱	
میانگین	۰/۵۴	۰/۵۶۰	۰/۶۵۰	۰/۶۳	۰/۸	۰/۸۵۰	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۶۹	۰/۸۲۰	۰/۷۹۰	۰/۷	۰/۶۴	۰/۹۱۰	۰/۸۷۰	۰/۷۵	۰/۷۴
انحراف معیار	۰/۲۱	۰/۱۹۰	۰/۲۲	۰/۲	۰/۱۱	۰/۱۴۰	۰/۱۴۰	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۲۴۰	۰/۲۲۰	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	
میانگین	۰/۵۲	۰/۶	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۸۴	۰/۸۷۰	۰/۸۷۰	۰/۸۶	۰/۷۲	۰/۸۹۰	۰/۸۶۰	۰/۸۱	۰/۶۲	۰/۸۸۰	۰/۸۵۰	۰/۷۶	۰/۷۷۱۴
انحراف معیار	۰/۱۶	۰/۱۸۰	۰/۱۹	۰/۲	۰/۱۱	۰/۱	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱۷	۰/۱۳۰	۰/۱۴۰	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۶۰	۰/۱۵۰	۰/۱۴۰	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، با توجه به میانگین کارایی در کل سناریوها که در ستون آخر نشان داده شده، از بین گروه‌های تعیین‌شده، گروه پنجم که معرف کشاورزانی با اندازه زمین بزرگ‌تر از ۴ هکتار می‌باشند، بالاترین میانگین کارایی را داشته‌اند. در مجموع می‌توان گفت میانگین همه سناریوها بیشتر از ۰/۵ بوده است. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده، متوسط کارایی در سناریو اول (سناریو بدبینانه)، در مقایسه با سایر سناریوهای مورد بررسی کمتر می‌باشد.

به‌منظور درک بهتر از نتایج، بر سه سناریوی کارایی در حالت خوشبینانه، کارایی در حالت بدبینانه و کارایی در حالت اصلی تمرکز می‌شود. جدول ۴ اطلاعاتی از کارایی واحدهای مورد بررسی در گروه‌های مورد نظر را نشان می‌دهد.

جدول ۴. کارایی واحدهای کشاورزی در حالت عدم قطعیت

	اصلی	خوشبینانه	بدبینانه	خوشبینانه – بدبینانه (٪)
تعداد واحدهای کارا	۵	۱۲	۲	
میانگین	۰/۶۶۶	۰/۸۷۴	۰/۵۱	۳۶/۴
تعداد واحدهای کارا	۴	۷	۰	
میانگین	۰/۶۶۴	۰/۸۳	۰/۵۷	۲۶
تعداد واحدهای کارا	۱	۴	۰	
میانگین	۰/۶۸	۰/۸۴	۰/۴۴	۴۰
تعداد واحدهای کارا	۱	۱	۰	
میانگین	۰/۵۳	۰/۸۵	۰/۵۴	۳۱
تعداد واحدهای کارا	۰	۱	۰	
میانگین	۰/۵۶	۰/۸۷۲	۰/۵۲	۳۵/۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج به‌دست آمده، ۱۱ نفر از ۱۹۶ کشاورز مورد مطالعه(۵/۶ درصد) در حالتی که از داده‌های اصلی استفاده شده، کارآمد شدند. از این میان بیشترین کشاورزان کارا در گروه اول بوده‌اند.

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، در سناریوی خوشبینانه ۲۵ کشاورز کارآمد شدند. در این حالت هم گروه اول بیشترین کشاورزان کارا را داشته است. همچنین در سناریو بدبینانه فقط دو نفر کارآمد شده‌اند که هر دو در حالت اصلی نیز کارآمد بودند. دلیل این امر را نزدیکی حالت اصلی و سناریو بدبینانه می‌توان بیان کرد.

مطابق با نتایج حاصل از تخمین، میانگین در حالت متوسط کل سناریوها که در جدول ۳ نشان داده شده، ۰/۷۶۴ بوده که ۱۱ درصد با حالت اصلی تفاوت وجود دارد. همچنین دامنه تغییر حالت خوشبینانه و بدبینانه در هر یک از گروه‌های تعیین شده نشان می‌دهد که با اعمال تغییر در استفاده از نهاده‌ها و تولید محصول مورد نظر می‌توان کارایی را درصد بالایی افزایش داد. به‌طور کلی، با توجه به سه سناریو مورد بررسی در جدول ۴، می‌توان گفت کشاورزان با زمین‌هایی با مقیاس کوچک و بسیار بالا کارایی بهتری نسبت به سایر کشاورزان داشته‌اند. این امر را چنین می‌توان توضیح داد که در این مقیاس‌ها امکان مدیریت بهتر منابع وجود دارد.

همان طور که نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد، با لحاظ قطعیت در تخمین و بررسی کارایی در سناریوهای مختلف، کارایی به صورت دقیق‌تری مورد ارزیابی قرار گرفته و می‌توان برای بهبود کارایی کشاورزان نمونه، سیاست‌گذاری مناسب‌تر و دقیق‌تری ارائه داد.

برای رتبه‌بندی واحدهای مورد نظر، همان طور که در روش پژوهش حاضر اشاره شد، از شاخص‌های R_k^1 و R_k^2 استفاده شد. با توجه به تعداد زیاد کشاورزان نمونه، نتایج حاصل از رتبه‌بندی به صورت میانگین در هر یک از گروه‌ها در جدول(۵) مشاهده می‌شود.

جدول ۵. رتبه‌بندی کشاورزان براساس نمره کارایی

اندازه زمین (هکتار)	R_k^1	R_k^2
$x < ۱$	۰/۱۴۰۸	۰/۷۵۶
$۱ \leq x < ۲$	۰/۰۷۹۷	۰/۷۳۸
$۲ \leq x < ۳$	۰/۰۷۹۸	۰/۷۴۰
$۳ \leq x < ۴$	۰/۱۳۳۹	۰/۶۹۰
$x \geq ۴$	۰/۰۲۷۷	۰/۶۸۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق با مقدار متوسط رتبه در هر یک از گروه‌های مورد بررسی، می‌توان گفت به‌طور کلی کشاورزان گروه اول رتبه بهتری نسبت به سایر کشاورزان نمونه داشته‌اند. این نتیجه به این دلیل بوده که واحدهایی نظیر ۶۶ و ۱۲۶، به ترتیب در ۵۶ و ۵۰ درصد از سناریوها کارا بوده‌اند. این مسئله به‌طور کل موجب شده است کشاورزانی که سطح کشت برنج طارم آنها کمتر از یک هکتار است، احتمال کارا شدنشان در شرایطی که با عدم قطعیت در زمینه مصرف نهاده و تولید محصول مواجهند بیشتر شود. همچنین براساس اطلاعات جدول ۵، گروه‌های چهارم، سوم، دوم و پنجم به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، واحد شماره ۴۹ که در گروه چهارم از طبقه‌بندی بوده، در هر دو شاخص بهترین عملکرد را در شرایط عدم قطعیت در ارزیابی کارایی داشته است، چرا که در ۷۵ درصد از سناریوها کارا بوده است. واحدهای ۶۶ و ۱۰۴ از گروه‌های اول و دوم طبقه‌بندی نیز با ارزش یکسان در رتبه بعدی قرار می‌گیرند. همچنین با توجه به نتایج ۹۱ واحد در هیچ یک از سناریوهای مورد بررسی کارآمد نشده در نتیجه R_k^1 واحدهای اشاره شده صفر شده است.

همان طور که در مواد و روش‌ها نیز اشاره شد، برای رتبه‌بندی صحیح‌تر واحدهایی که شاخص R_k^1 یکسانی دارند و مشخص نمودن وضعیت سایر واحدهایی که در هیچ‌یک از

سناریوها کارا نشدند از شاخص R_k^2 استفاده می‌شود. بر این اساس، نتایج حاصل از محاسبه R_k^2 نشان می‌دهد که واحد ۶۶ با ارزشی معادل ۰/۹۱ در رتبه دوم جای می‌گیرد زیرا این واحد علاوه بر اینکه در ۵۶ درصد از سناریوها کارا بوده، میانگین کارایی‌اش در ۱۶سناریوی مورد بررسی نیز از واحد ۱۰۴ بیشتر بوده است. همچنین بررسی میانگین رتبه‌ها براساس شاخص R_k^2 در گروه‌ها نشان می‌دهد که مشابه شاخص R_k^1، گروه اول بیشترین میانگین را داشته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های کراندار در ۱۶ سناریو اقدام به محاسبه کارایی کشاورزان برنج‌کار منطقه گهرباران ساری گردید. نتایج نشان داد که تعداد کمی از کشاورزان نمونه در سناریوهای مورد بررسی کارا شدند به صورتی که در سناریو خوشبینانه که با در نظر گرفتن نهاده‌ها و ستانده در حالت مطلوب تخمین زده شده، تنها ۲۵ کشاورز رفتاری کارا داشتند. همچنین بررسی کارایی در چهار سناریوی اصلی، خوشبینانه، بدبینانه و میانگین ۱۶حالت نشان داد که تفاوت زیادی بین سناریو اصلی و میانگین ۱۶ سناریو و سناریوهای خوشبینانه و بدبینانه وجود داشته که این مسئله اهمیت لحاظ عدم قطعیت در تخمین را بیان می‌کند.

در ارزیابی کارایی برای رسیدن به نتایج دقیق، توجه به عدم قطعیت در داده‌ها ضروری می‌باشد. این مطالعه نشان داد که مدل تحلیل پوششی داده‌ها ، روشی به نسبت مناسب برای مقابله با عدم قطعیت در ارزیابی کارایی کشاورزان بوده است. ارزیابی کارایی در دو سناریو خوش‌بینانه و بدبینانه تأثیر تغییرات کوچک در ورودی‌ها و خروجی‌ها در کارایی را نشان می‌دهد. همچنین رتبه‌بندی بر اساس کارایی به‌دست آمده به سیاست‌گذاری در این زمینه جهت بهبود وضعیت واحدها کمک می‌کند. لذا می‌توان با استفاده از داده‌های تاریخی و بررسی کارایی در حالت‌های مطلوب، نامطلوب و فعلی سناریوهای مورد بررسی را افزایش داد و به نتایج دقیق‌تری دست یافت.

به‌طور کلی می‌توان گفت به‌علت اهمیت بالای محصول برنج در سبد مصرفی خانوار، توجه به جنبه‌های اقتصادی این فعالیت ضروری می‌باشد. بنابراین با توجه به پایین بودن کارایی کشاورزان منطقه مورد مطالعه، بررسی علل ناکارایی آنها و به‌کارگیری سیاست‌های مناسب در جهت افزایش کارایی کشاورزان ناکارا بسیار مهم می‌باشد. با توجه به اینکه میزان مصرفی نهاده‌های نمونه‌های مورد بررسی با حالت مطلوب بسیار فاصله دارد، برنامه‌ریزی آموزشی برای استفاده از تکنولوژی‌های مناسب و پیشرفته برای بالابردن بهره‌وری نهاده‌ها و معرفی واحدهای کارا به سایر واحدها جهت افزایش آگاهی کشاورزان در این خصوص ضروری می‌باشد.

منابع

1. Aldeseit, B. (2013). Measurement of scale efficiency in dairy farm: Data envelopment analysis (DEA) Approach. *Journal of Agricultural Science*, 5(9): 37-43.

2. Amini Shal, S.H., Yazdani, A., Chizari, A.H. and Alaei-Broujeni, P. (2011). Measuring the efficiency of industrial dairy cattle breeding farms using data envelopment analysis: A case study in southern Tehran province, Iran. *Journal of Agricultural Economics Research*, 4(1): 105-120. (Persian)

3. Babaei, M., Mardani, M. and Salarpour, M. (2014). Calculation of water efficiency in major agricultural products in Zabol: Data envelopment analysis approach. *Journal of Water Research in Agriculture*, 28(3): 541-549. (Persian)

4. Babaei, M., Rategaripour, F. and Sabouhi Sabooni, M. (2012). A Survey on the efficiency of greenhouse cucumber: Using the approach of interval data envelopment. *Journal of Economics and Agricultural Development*, 26(2): 117-125. (Persian)

5. Balali, H. and Esfahani, J. (2014). Application of bounded data envelopment analysis to evaluate efficiency of broiler firms (Case study: South Khorasan province). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 28(1): 45-54. (Persian)

6. 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(9):1078-1092.

7. Behrouz, A. and Emami Meibodi, A. (2014). Measuring technical, allocative and economic efficiency and productivity of farming sub-sector of Iran with emphasis on irrigated watermelon. *Journal of Agricultural Economics Research*, 6(3): 43-66. (Persian)

8. Bonilla, M., Casasus, T., Medal, A. and Sala, R. (2004). An efficiency analysis with tolerance of the Spanish port system. *International Journal Transportation of Economic*, 31 (3): 379-400.

9. Bosca, J.E., Liern, V., Martlnez, A. and Sala, R. (2009). Increasing offensive or defensive efficiency? An analysis of Italian and Spanish football. *Omega* 37(1): 63-78.

10. Bosca, J.E., Liern, V., Sala, R. and Martlnez, A. (2011). Ranking decision making units by means of soft computing DEA models. Int. J. Uncertain. *International Journal of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 19 (1): 115-134.

11. Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444.

12. Ebrahimi Mehr, M. (2010). Introduction to efficiency and productivity analysis. Publications of the Institute for Business Studies and Research. (Persian)

13. Farrel, M.J. (1957). The measurement of production efficiency, *Journal of Royal Statistical Society*, Series A, CCX, Part *3*, 120(3):253-281.

14. Garshasbi, A. (2012). Estimation of technical, allocative and economic inefficiencies and evaluation its effects on output supply and input demand; Case study of wheat in cultivation. PHD dissertation of the Faculty of Economics. Tarbiat Modares University. (Persian)

15. Gheisari, K., Mehrno, H. and Jafari, A. (2007). General overview of fuzzy data envelopment analysis, First Edition, Scientific Publications Center of Islamic Azad University, Qazvin. (Persian)

16. Madau, F.A. (2012). Technical and scale efficiency in the Italian Citrus Farming. A comparison between Stochastic Frontier Analysis (SFA) and Data Envelopment Analysis (DEA) Models. University of Sassary, Italy.

17. Medal, A. (2010). Efficiency analysis of the Spanish port system: structure, evaluation and perspectives. Phd Thesis. University of Valencia, Spain.

18. Molinos-Senante, M., Donoso, G. and Sala-Garrido, R. (2016). Assessing the efficiency of Chilean water and sewerage companies accounting for uncertainty. *Environmental Science & Policy*, 61: 116-123.

19. Molinos-Senante, M. and Sala-Garrido, R. (2015). The impact of privatization approaches on the productivity growth of the water industry: a case study of chile. *Environmental Science & Policy*, 50: 166-179.

20. Moazeni, M. and Karbasi, A. (2008). Estimation kinds of efficiency and return to scale of sunflower's agriculturists of Khoy Township. *Journal of Agricultural Economics and Development, 23*(9): 95-102. (Persian)

21. Mosadeghkhah, M., Izadikhah, M, and Hosseini, A. (2011). Evaluation of performance of educational groups of universities by using interval data envelopment analysis. Third Conference on Data Envelopment Analysis. Islamic Azad University of Firoozkooh, 1-11. (Persian)

22. Naderi Mahdei, K. and Esfahani, M.J. (2015). Efficiency of saffron farmers in Ghaen city, Iran (Application of data envelopment analysis using the efficient and inefficient frontiers). *Journal of Saffron Agronomy and Technology*, 3(3): 229-240. (Persian)

23. Ohadi, N., Akbari, A. and Shahraki, J. (2015). Application of data envelopment analysis to determine the efficiency of pistachio producers in Sirjan. *Journal of Agricultural Economics Research*, 41(1): 51-60. (Persian)

24. Sarkheil, H., Habibirad, M. and Harasani, N. (2015). Measuring water use efficiency and productivity of Tehran using data envelopment analysis. *Journal of Natural Environment*, 68(4): 595-608. (Persian)

25. Shafie, L., Javaheri, M.A. and Pourjoubari, Z. (2006). Investigation on technical, allocative and economic efficiency of sugar beet producers in Bardsir city. *Sugar Beetle Journal*, 22(2): 109-121. (Persian)

26. Sala-Garrido, R., Hernandez-Sancho, F. and Molinos-Senante, M. (2012). Assessing the efficiency of wastewater treatment plants in an uncertain context: a DEA with tolerance approach. *Environmental Science & Policy*, 18: 34-44.

27. Sepehrdoust, H. and Yousefi, S.H. (2013). Economic efficiency measurement of agricultural cooperatives; using stochastic frontier and data envelopment analysis. *Journal of Economics and Regional Development*, 20(5): 189-206. (Persian)

28. Perez, F. and Gomez, T. (2014). Multi-objective project portfolio selection with fuzzy constrains Ann. *Journal of Operational Research*, 1-23.