

ارزیابی کارآیی تولیدکنندگان پیاز در سطح استان‌های کشور

مصطفی مردانی نجف‌آبادی، حسن آزر، عباس میرزایی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۱۹

چکیده

با توجه به محدودیت منابع و عوامل تولید در بخش کشاورزی، استفاده بهینه و کارا از منابع و نهاده‌های موجود به منظور بهبود عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی ضروری است. در این راستا، برای آگاهی تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان از وضعیت مصرف نهاده‌ها و شرایط تولید، تحلیل کارایی محصولات زراعی به عنوان محصول‌های دارای سطح زیرکشت قابل توجه در کشور دارای اهمیت است. بر این مبنای، در این پژوهش با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای (IDEA) کارایی فنی و کارایی فنی خالص محصول پیاز در ۲۳ استان کشور در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ ارزیابی شد. برای این منظور، هزینه شش نهاده شامل دستمزد نیروی کار، اجاره زمین، اجاره ماشین‌ها و ادوات، هزینه آب آبیاری، هزینه کود و هزینه کاربرد آفت‌کش‌ها و یک ستاده بازده ناخالص مدنظر قرار گرفت. بازه‌های برآورد شده نشان می‌دهد که با در دسترس بودن منابع، شرایط مناسب برای افزایش کارایی همه استان‌های تولیدکننده محصول پیاز فراهم است. لذا، برطرف کردن کاستی‌های این استان‌ها منجر به ایجاد انگیزه لازم برای اعمال مدیریت مطلوب می‌شود. بیشترین میزان اختلاف بین میانگین میزان هزینه‌های مصرف مطلوب و مقدار واقعی هزینه مصرف نهاده‌ها مربوط به چهار نهاده آفت‌کش، آب آبیاری، زمین و نیروی کار است. نتایج به دست آمده از حل مدل IDEA نیز نشان داد که این مدل انعطاف‌پذیری بسیار زیادی در مقابل داده‌های غیردقیق داشته است. به طور کلی، نتایج نشان داد که برای دستیابی به تخصیص بهینه عوامل‌های تولید، ظرفیت و توان بالقوه‌ای بین استان‌های کشور وجود دارد، لذا، برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب نهاده‌های تولید با اولویت نهاده‌های دارای بیشترین عدم کارایی همراه با استفاده از آموزه‌های و تجربه‌های تولیدکنندگان استان‌های کارا، ضروری است.

طبقه‌بندی JEL: D61, D24, C02

واژگان کلیدی: کارآیی فنی خالص، سود ناخالص، بازده متغیر نسبت به مقیاس، تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای، ایران

^۱ به ترتیب: دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران (نویسنده مسئول). دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران.

مقدمه

کارایی یک مفهوم اقتصادی است که عملکرد فعالیت‌های اقتصادی را در حوزه یک بنگاه یا یک بخش اقتصاد نشان می‌دهد؛ واحدهای تولیدی که در یک سطح ثابت فناوری، بیشترین میزان ستانده را از یک میزان معین نهاده به دست می‌آورند؛ دارای کارایی بالاتری هستند. کارایی فنی به عنوان میزان توانایی یک بنگاه یا واحد تصمیم‌ساز برای تولید بیشترین محصول به ازای استفاده از یک میزان مشخص از عوامل تولیدی و یا استفاده از حداقل عوامل‌های تولیدی برای تولید یک میزان معین از ستانده تعریف می‌شود. کارایی را می‌توان بر حسب نسبت میزان واقعی ستانده‌های به دست آمده به میزان بهینه (حداکثر) ستانده‌ها در سطح معینی از عوامل‌های تولیدی و یا بر حسب نسبت میزان واقعی مصرف عامل‌های تولیدی به میزان بهینه (حداقل) مصرف آن‌ها در سطح مشخصی از ستانده‌ها بیان کرد (Lopes, 2008; Ommar, 2014). در بخش کشاورزی نیز بهترین استفاده از منبع‌های پایه مانند زمین و آب و ... مستلزم بهبود و افزایش کارایی بهره‌برداران است. در واقع، با توجه به محدودیت نهاده‌ها، تعیین درجه موفقیت بهره‌برداران در استفاده بهینه از منبع‌های موجود و همچنین امکان افزایش تولید محصول با استفاده از مجموعه مشخص از منبع‌ها و عوامل‌های تولید دارای اهمیت است. بنابراین، افزایش عملکرد محصول به بهبود کارایی تولید بستگی دارد (Nandy & Singh, 2020).

بنابر آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، ایران با دارا بودن رتبه دهم در سطح جهان، یکی از تولیدکنندگان عمده پیاز بوده و میزان تولید این محصول در ایران از ۱۳۴۳ هزار تن در سال ۲۰۰۰ به ۲۰۶۴ هزار تن در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است. همچنین، سطح زیرکشت این محصول از حدود ۴۴ هزار هکتار در سال ۲۰۰۰ به نزدیک ۵۳ هزار هکتار در سال ۲۰۲۱ رسیده است (FAO, 2021). ادبیات موجود نشان می‌دهد که در تولید پیاز از نهاده‌ها به طور کارا استفاده نمی‌شود. برای مثال، Akbari et al (2022) بیان کردند که حجم آب آبیاری پیاز در بیشتر استان‌های کشور منطقی نیست و از نیاز آبی این محصول بالاتر بوده است. افزون بر این، یافته‌ها از تغییرپذیری‌های قابل توجه در بهره‌وری آب آبیاری در تولید غده پیاز در استان‌های کشور حکایت دارد. به طوری که بیشترین بهره‌وری آب آبیاری ۶ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین میزان این شاخص ۳/۱ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است. این اختلاف بین تولیدکنندگان از نظر چگونگی تخصیص منبع‌ها نشان می‌دهد که آگاهی از میزان کارایی و حد بهینه استفاده از این نهاده‌ها برای بهبود وضعیت کارایی واحدهای

ارزیابی کارایی تولید کنندگان... ۱۳۳

تولیدی ارزشمند است. در واقع، با آگاهی از کاربرد بهینه و اصولی عامل‌های تولید کشاورزی در راستای تولید محصول پیاپی، می‌توان زمینه را برای ایجاد مزیت نسبی و کاهش هدررفت منابع فراهم کرد. بنابراین بررسی و تحلیل کارایی پیاپی کاران و تعیین حد بهینه نهاده‌ها در سطح استان‌های عمده تولیدکننده این محصول می‌تواند به تدوین سیاست‌های مناسب به منظور افزایش عملکرد و سودآوری بهره‌برداران کمک کند (Ministry of Agriculture Jihad, 2020).

شمار قابل توجهی از پژوهش‌ها به بررسی کارایی محصول‌های کشاورزی پرداخته‌اند. در بیشتر این پژوهش‌ها از روش تحلیل پوششی داده‌ها^۱ (DEA) به منظور محاسبه کارایی استفاده شده است. برای مثال، (Arsalanbod (2004)، کارایی تولیدکنندگان سیب‌زمینی آذربایجان غربی را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها بررسی کردند. نتایج نشان داد که در مورد بازده مقیاس ثابت، میانگین‌های کارایی‌های فنی، تخصیصی و اقتصادی سیب‌زمینی کاران نمونه به ترتیب ۶۹/۹ درصد، ۸۴/۳ درصد، و ۵۸/۹ درصد و در مورد بازده مقیاس متغیر به ترتیب ۸۳/۴، ۸۸/۹ و ۷۴/۵ بوده‌اند. (Kazemi & Nikkhah (2010)، با کاربرد روش نافرسانجه‌ای (ناپارامتریک) تحلیل پوششی داده‌ها به منظور تعیین کارایی نسبی شهرستان‌های استان خراسان رضوی در کشت گندم دیم نشان دادند که میانگین کارایی مدیریتی شهرستان‌های استان خراسان رضوی ۰/۷۳۲ و میانگین کارایی فنی و مقیاس آن‌ها به ترتیب ۰/۴۷۹ و ۰/۶۵۴ می‌باشد. همچنین، مشخص شد که نهاده سطح زیرکشت بیشترین فاصله تا استفاده از میانگین سطح مطلوب ارائه شده توسط مدل تحلیل پوششی داده‌ها را دارد. (Mohammadian and Saamdeliri (2019)، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی و تحلیل انواع کارایی فنی، درآمد و سودآوری کشاورزان گندمکار محدوده مورد بررسی روانسر-سنجایی کرمانشاه پرداختند. نتایج نشان داد که کارایی فنی، درآمد و سودآوری کشاورزان به ترتیب ۷۰/۲، ۷۳/۵ و ۲۶/۹ درصد است و تنها ۸ درصد در بازده بهینه نسبت به مقیاس فعالیت می‌کنند. در این راستا، پیشنهاد افزایش مقیاس تولید در جهت افزایش کارایی برای کشاورزان این منطقه مطرح شد. (Khodaverdizadeh et al (2019)، کارایی فنی تولید گندم در شهرستان ارومیه را با استفاده از دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و روش تابع مرزی تصادفی^۲ در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ برآورد کردند.

^۱ Data Envelopment Analysis (DEA)

^۲ Stochastic Frontier Function

نتایج نشان داد که میانگین کارایی فنی با استفاده از دو روش مطرح شده به ترتیب به ترتیب ۷۵ و ۵۱ درصد است. آنان بیان کردند که بدون استفاده از نهاده‌های بیشتر و افزایش دادن هزینه‌ها می‌توان میزان محصول تولیدی را با پر کردن شکاف فناورانه (تکنولوژیکی) افزایش داد. Malana and Malano (2006) در تحقیقی کارایی مؤثر منطقه‌های زیرکشت گندم انتخاب شده از هند و پاکستان را به روش تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی کردند. چهار منطقه دارای کارایی یک بودند که به عنوان مرجع برای مصرف نهاده و انرژی برای منطقه‌های ناکارا معرفی شدند و میزان کاهش یا افزایش در نهاده‌های مصرف شده برای منطقه‌های ناکارا مشخص شد. نتایج این بررسی نشان داد که روش تحلیل پوششی داده‌ها یک ابزار مؤثر و سودمند برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل کارایی مؤثر واحدهای کشاورزی است. Hassan et al (2014) نیز با کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس، میانگین کارایی فنی تولید ذرت در کشور نیجریه را به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۸۸ برآورد کردند. Si et al (2019) سطح کارایی فنی کشت برنج را در فصل‌های پربارش و خشک در منطقه نگاوی استان جاوه شرقی اندونزی را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه کردند. نتایج نشان داد که کشاورزان در فصل خشک از کارایی فنی بالاتری نسبت به فصل پربارش برخوردارند. در روش‌های متداول تحلیل پوششی داده‌ها از داده‌های دقیق و قطعی برای سنجش کارایی استفاده می‌شود. اما از آنجایی که در بخش‌های مختلف اقتصادی به‌ویژه کشاورزی به دلیل وجود خطرپذیری (ریسک)، تصمیم‌گیرنده با داده‌های غیردقیق روبه‌روست و یا به عبارت دیگر در شرایط عدم قطعیت قرار دارد لذا استفاده و به کارگیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها به صورت کلاسیک در چنین بخش‌هایی مناسب به نظر نمی‌رسد (Sengupta, 1992). چندی پیش روش‌های گوناگونی برای چیره شدن بر مسئله داده‌های نامطمئن در مدل تحلیل پوششی داده‌ها به وجود آمده است. یکی از این روش‌ها تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای^۱ (IDEA) است که در این روش داده‌های ورودی و خروجی برای هر واحد تصمیم‌گیرنده به صورت یک بازه می‌باشند. در بررسی‌های مختلفی به منظور محاسبه کارایی از روش IDEA استفاده شده است. در این راستا، Karimi et al (2008) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به تعیین کارایی تولید گندم در ۸ استان بزرگ کشور پرداختند. همچنین آن‌ها به منظور اعمال شرایط نبود اطمینان در داده‌های ورودی و خروجی از روش تحلیل پوششی

^۱ Interval Data Envelopment Analysis (IDEA)

ارزیابی کارایی تولید کنندگان...۱۳۵

داده‌های بازه‌ای (*IDEA*) استفاده کردند. (Akbari et al (2008) در پژوهش خود به بررسی عملکرد صنعت دامداری در سطح کشور با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای پرداختند. در این بررسی با لحاظ عدم حتمیت، کارایی استان‌های مختلف در زمینه گاوداری‌های پرواری مشخص شد. Babaei (2012) et al، با تکمیل ۱۲۰ پرسشنامه از کشاورزان شهرستان جهرم کارایی بازه‌ای برای پنج محصول زراعی را محاسبه کردند. نتایج نشان داد که متوسط کارایی بازه‌ای در بازه (۰/۸۵ و ۰/۲۳) قرار دارد. میزان متوسط کارایی فنی نیز ۹۶ درصد بوده و ۷۵ درصد داده‌ها دارای کارایی برابر یک هستند. (Mardani Najafabadi et al (2019) با این استدلال که روش فنی تحلیل پوششی داده‌ها به میزان داده‌های ورودی و خروجی حساس است؛ به منظور تعیین کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی در منطقه سیستان در سال ۱۳۹۵ از روش تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای استفاده کردند. بازه‌های برآورد شده نشان داد که با در دسترس بودن منابع، شرایط مناسب برای افزایش کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی منطقه‌ی سیستان فراهم است. افزون بر این، در این بررسی برای اطمینان خاطر تصمیم‌گیرندگان از نتایج به دست آمده، با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو، اعتبار مدل *IDEA* سنجش شد. نتایج این شبیه‌سازی بیانگر توانمندی مدل *IDEA* در مقابل داده‌های نامطمئن است. همچنین، Wang et al (2005) روش فنی جدیدی برای حل مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای ارائه دادند تا هم از پیچیدگی و درازمدت بودن مرحله‌ها حل این روش بکاهند و هم روشی را برای رتبه‌بندی و یافتن واحدهای تصمیم‌گیری کارا و ناکارا ارائه نمایند. نتایج نشان داد که جواب‌های به دست آمده از این روش به پاسخ‌های مدل تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای کنونی بسیار نزدیک و دارای پیچیدگی کمتر و نیازمند زمان کوتاه‌تری برای حل آن است. با توجه به رفع مشکل عدم قطعیت در روش *IDEA* و کاهش پیچیدگی حل این مدل توسط Wang et al (2005)، می‌توان گفت نتایج کاربرد این روش به منظور محاسبه کارایی با واقعیت سازگاری بیشتری دارد. با توجه به مطالب گفته شده، هدف از انجام این پژوهش برآورد کارایی‌های فنی، فنی خالص و مقیاس برای پیاکاران استان‌های تولیدکننده این محصول با استفاده از دو مدل *DEA* و *IDEA* و تجزیه و تحلیل کارایی‌های به دست آمده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش به منظور برآورد کارایی پیازکاران استان‌های تولیدکننده این محصول از دو مدل *DEA* و *IDEA* استفاده شده است. بیان این نکته ضروری است که افزون بر عامل‌های مدیریتی، جنس و کیفیت خاک و بسیاری عامل‌های دیگر موجب اختلاف در استفاده از میزان استفاده از نهاده‌ها در استان‌های مختلف می‌شود. بنابراین، در این پژوهش متوسط قیمت اجاره یک هکتار زمین زراعی، میانگین قیمت خرید آفت‌کش، میانگین قیمت خرید یک متر مکعب آب کشاورزی، میانگین دستمزد نیروی کار شاغل در بخش کشاورزی، متوسط هزینه اجاره ماشین‌ها و ادوات و میانگین قیمت خرید کود شیمیایی برای هر استان مورد بررسی به عنوان نهاده‌های تحت بررسی استفاده شد. همچنین، میانگین سود ناخالص محصول پیاز در هر هکتار و برای هر استان به عنوان ستاده مورد بررسی قرار گرفت. کلیه داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از وزارت جهاد کشاورزی دریافت و تجزیه و تحلیل شد. این داده‌ها سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ را تحت پوشش قرار می‌دهد. همه مرحله‌های حل مدل‌های *DEA* و *IDEA* توسط نرم‌افزار *GAMS* صورت پذیرفت. در ادامه ویژگی‌های این مدل‌ها شرح داده شده است.

روش‌های مرزی و غیرمرزی به عنوان دو دسته کلی روش‌های محاسبه کارایی شناخته می‌شوند. در روش غیرمرزی از تابع‌های تولید، هزینه یا سود استفاده می‌شود. اما روش‌های مرزی بر حسب ویژگی‌های آن‌ها به دو شاخه کلی فراسنجه‌ای و نافراسنجه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند. در رویکرد فراسنجه‌ای در آغاز یک فرم تابعی مناسب برای تابع تولید در نظر گرفته می‌شود و ضریب‌های این تابع با روش‌های آماری و اقتصادسنجی برآورد می‌شود. اما محققان بیان می‌کنند که ممکن است دشواری‌های انتخاب فرم تابعی مناسب به نتایج کارایی نیز منتقل شده و چنانچه تابع مناسبی برای الگوی فراسنجه‌ای انتخاب نشود، نتایج برآورد انواع کارایی غیرواقعی خواهد بود. به این ترتیب، رویکرد نافراسنجه مبتنی بر روش فنی برنامه‌ریزی ریاضی پیشنهاد شد. در این روش، برخلاف روش فراسنجه‌ای برای محاسبه مرز تولید (هزینه) و محاسبه کارایی در چارچوب آن، الزامی به برآورد هیچ نوع فرم خاص تابعی نیست. روش تحلیل پوششی داده‌ها (*DEA*) متداول‌ترین شیوه محاسبه‌ای در این رویکرد است. بر این مبنای، تحلیل پوششی داده‌ها روشی نافراسنجه‌ای و مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است که در سال ۱۹۷۸ توسط Charnes et al (1987) برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای

ارزیابی کارایی تولید کنندگان...۱۳۷

تصمیم‌گیری که وظایف یکسانی انجام می‌دهند، ابداع شده است. در این روش با استفاده از یک مجموعه چندگانه از متغیرهای ورودی و خروجی، کارایی یک گروه از واحدهای مورد بررسی تعیین می‌شود (Mehrabani Beshrabadi & Pakravan, 2009). بررسی‌های گوناگونی از کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در برآورد کارایی واحدهای کشاورزی وجود دارد (Yu et al, 2015; Hassan et al, 2008; Fousekis et al, 2001; Mozafari & Yazdani, 1998; Mawzani & Karbasi, 2008). مدل تحلیل پوششی داده‌ها ابزار مؤثر و سودمندی در سنجش کارایی چندین بنگاه با ساختار همانند است. به بیان ساده، این مدل را می‌توان بیشینه کردن ترکیب موزون ستاده‌ها به شرط ثابت نگه داشتن مجموع موزون نهاده‌ها تعریف کرد (Wang et al, 2005). به منظور محاسبه کارایی فنی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری با وجود داده‌های دقیق از رابطه (۱) استفاده می‌شود (Charnes et al., 1987):

$$\begin{aligned} \max \theta &= \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} & (1) \\ \text{s.t.} &: \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \\ &v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \\ &u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \\ &j = (1, 2, 3, \dots, n) \end{aligned}$$

در مدل ارائه شده در رابطه (۱)، $x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, \dots, x_{mj}$ نشان‌دهنده نهاده‌های واحد j و $y_{1j}, y_{2j}, y_{3j}, \dots, y_{sj}$ نشان‌دهنده ستاده‌های واحد j می‌باشند. قید مثبت بودن ضریب‌های وزنی به این منظور است که در همه‌ی واحدها، همه ورودی‌ها و خروجی‌های موجود لحاظ شوند. در رابطه بالا هدف محاسبه میزان بهینه بردارهای $U = u_1, u_2, \dots, u_s$ و $V = v_1, v_2, \dots, v_m$ است؛ به گونه‌ای که نسبت کل مجموع وزنی محصول‌ها به مجموع وزنی ورودی‌ها بیشینه بوده و کارایی هیچ واحدی بیشتر از یک نباشد. اما این رابطه پاسخ‌های بیشمار خواهد داشت. زیرا اگر U و V یک پاسخ بهینه باشد αU و αV نیز پاسخ بهینه خواهد بود. از سویی دیگر این مدل غیرخطی و غیرمحدب است. ابتکاری که در مدل CCR صورت گرفته است، به این شکل است که با تساوی مخرج کسر برابر یک در رابطه (۱)، این رابطه به مدل برنامه‌ریزی خطی تبدیل می‌شود (Banker et al., 1988):

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{Dmu(0,j)} \quad \theta_j = \sum_{r=1}^s U_r y_{rj0} \quad (2) \\
 & \text{s.t} \quad \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} = 1 \\
 & \quad \quad \sum_{r=1}^s U_r y_{ij} - \sum_{i=1}^m U_r x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \\
 & \quad \quad U_r, V_i \geq 0 \quad \forall r, i.
 \end{aligned}$$

مدل ارائه شده در رابطه (۱)، مدلی نهاده‌گراست. در این نوع مدل میزان کاهش در نهاده‌ها (با ثابت ماندن ستاده‌ها) برای رسیدن به مرز کارآ مشخص می‌شود. در این مدل s و m به ترتیب معرف شمار ستاده و نهاده می‌باشند. متغیرهای تصمیم مستقل در این رابطه با نمادهای U_r و V_i نشان داده شده که بیانگر وزن‌های داده شده به میزان نهاده‌ها و ستاده‌ها و x و y به ترتیب میزان نهاده و ستاده واحد تولیدی و θ_j نشانگر مقیاس کارآیی واحد تولید j می‌باشند.

بنکر و همکاران در سال ۱۹۸۴، روش DEA را به حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS)^۱ تعمیم دادند. برای محاسبه این نوع کارآیی، کافی است که یک متغیر (w) را به سمت چپ محدودیت دوم و تابع هدف مدل رابطه (۲) اضافه کرد. برای بررسی مهارت کشاورزان در امور تولیدی از کارآیی فنی خالص (PTE)^۲ استفاده می‌شود. برای محاسبه این نوع کارآیی می‌توان از تقسیم کارآیی فنی به کارآیی مقیاس استفاده کرد (Jahanshahloo & Alirezaee, 1995). به عبارت دیگر:

$$\text{کارآیی مقیاس} / \text{کارآیی فنی} = \text{کارآیی فنی خالص} \quad (3)$$

پس از گسترش کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها به منظور برآورد کارایی تولید ایرادهایی بر این روش وارد شد. بر این مبنا، فرض معین و قطعی بودن نهاده‌ها و ستانده‌ها در این روش انتقاد شد. چرا که یکی از فرض‌های کلاسیک در مدل‌های DEA برای برآورد کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده این است که داده‌های ورودی و خروجی مدل به طور کامل شناخته شده و معین هستند. در عمل این فرضی دور از ذهن است چون بیشتر فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده در مدل‌های DEA دارای عدم حتمیت هستند. برای رویارویی با این مسئله مدل‌های گوناگونی ارائه شده است (Yu et al, 2004 ;)

¹ Variable Return to Scale

² Pure Technical Efficiency

ارزیابی کارایی تولید کنندگان...۱۳۹

(Shokouhi et al, 2010). روش فنی تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای (*IDEA*) از جمله این روش‌ها بوده است. روش تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای یکی از روش‌های توانمند برای اعمال شرایط نامطمئن (پارامترهای نامطمئن) در نهاده‌ها و ستاده‌ها است (Wang et al, 2005). به این ترتیب، با اطمینان از دقیق‌تر بودن نتایج روش *IDEA* نسبت به مدل *DEA*، روش *IDEA* به عنوان روشی مناسب برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری در شرایط خطرپذیری (ریسک) و عدم قطعیت معرفی شد (Despotis et al., 2006). تعیین حد بالا و پایین کارایی به صورت رابطه‌های (۴) و (۵) نشان داده شده است (Wang et al, 2005):

$$\text{Maximize} \quad \theta_j^u = \sum_{r=1}^s U_r y_{rj}^u \quad (۴)$$

$$\text{s.t} \quad \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}^l = 1,$$

$$\sum_{r=1}^s U_r y_{rj}^u - \sum_{i=1}^m U_r x_{ij}^l \leq 0 \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$U_r, V_i \geq 0 \quad \forall r, i.$$

$$\text{Maximize} \quad \theta_j^l = \sum_{r=1}^s U_r y_{rj}^l \quad (۵)$$

$$\text{s.t} \quad \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}^u = 1$$

$$\sum_{r=1}^s U_r y_{rj}^u - \sum_{i=1}^m U_r x_{ij}^l \leq 0 \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$U_r, V_i \geq 0 \quad \forall r, i.$$

در این رابطه‌ها x_{ij}^l و y_{ij}^l معرف حد پایین و x_{ij}^u و y_{ij}^u معرف حد بالا، به ترتیب برای نهاده‌ها و ستاده‌ها در واحد تصمیم‌گیری می‌باشند و θ^u حد بالا کارایی واحد j و θ^l حد پایین کارایی واحد j را نشان می‌دهد. با حل رابطه‌های بالا برای هر *DMU* یک بازه برای کارایی تعیین می‌شود.

به منظور تعیین و سنجش میزان کارایی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری می‌توان از رابطه‌های زیر استفاده کرد:

$$\begin{aligned} E^{++} &= \{j \in J | \theta_j^l = 1\} \\ E^+ &= \{j \in J | \theta_j^l < 1 \text{ \& } \theta_j^u = 1\} \\ E^- &= \{j \in J | \theta_j^u < 1\} \end{aligned} \quad (۶)$$

اگر میزان حد پایین برابر با یک باشد، واحد تصمیم‌گیری *z*ام به ازای همه مقادیر موجود در بازه نهاده‌ها و ستاده‌ها کاراست. اگر میزان حد بالا برابر با یک و یا حد پایین کوچک‌تر از یک باشد واحد تصمیم‌گیری *z*ام تنها به ازای مقادیر حد بالای بازه نهاده‌ها و ستاده‌ها کارایی دارد و در حالتی که حد بالا کوچک‌تر از یک باشد، واحد تصمیم‌گیری *z*ام به ازای هیچکدام از میزان‌های موجود در بازه نهاده‌ها و ستاده‌ها کارایی ندارد.

یکی از نارسایی‌های عمده در ارزیابی کارایی بازه‌ای این است که کارایی نهایی برای هر *DMU* با یک بازه تعیین می‌شود. برای حل این نارسایی، یک رویکرد ساده تجربی معروف به روش کمینه - بیشینه پیشیمانی^۱ (*MAR*) که توسط Wang et al (2009) توسعه یافته به صورت رابطه (۷) معرفی می‌شود:

$$R(A_i) = \text{MAX} \left[\text{MAX}_{j \neq i} (\theta_j^u) - \theta_i^l, 0 \right] \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (۷)$$

در رابطه بالا، $R(A_i)$ معرف بیشینه هدررفت کارایی^۲ است و بیشترین رتبه مربوط به واحدی است که کمترین میزان بیشینه هدررفت کارایی را دارد.

مسئله بعدی استفاده از این روش توانمند چگونگی بازه‌ای کردن داده‌های مربوط به نهاده‌ها و ستاده‌ها در مسئله است. در این راستا، Ben-Tal and Nemirovski (2000)، به معرفی فراسنجه‌های نامطمئن به صورت اختلال‌های تصادفی^۳ که به صورت معادله (۸) است، پرداختند:

$$\tilde{a}_{ij} = \bar{a}_{ij} + \tilde{\eta}_{ij} \varepsilon \bar{a}_{ij} = \bar{a}_{ij} + \tilde{\eta}_{ij} \hat{a}_{ij}. \quad (۸)$$

^۱ Minimax Regret Approach

^۲ Maximum Loss of Efficiency

^۳ Random Perturbations

ارزیابی کارایی تولید کنندگان... ۱۴۱

که \bar{a}_{ij} میزان ارزش اسمی فراسنجه نامطمئن و $\varepsilon > 0$ سطح عدم اطمینان معینی را مشخص می‌کند. متغیرهای تصادفی هستند که به طور متقارن توزیع شده و در فاصله $[-1, 1]$ قرار دارند. \hat{a}_{ij} از ضرب میزان ارزش اسمی متغیر (\bar{a}_{ij}) و سطح عدم اطمینان معین (ε) به دست می‌آید. بنابراین، فراسنجه \tilde{a}_{ij} دارای توزیع متقارن و کراندار در محدوده $[\bar{a}_{ij} - \hat{a}_{ij}, \bar{a}_{ij} + \hat{a}_{ij}]$ می‌باشد.

نتایج و بحث

در این تحقیق در آغاز انواع کارایی در تولید محصول پیاز برای استان‌های منتخب با استفاده از دو روش فنی *DEA* و *IDEA* برآورد شده است. سپس درصد کاهش میزان‌های هدف هزینه نسبت به هزینه واقعی نهاده‌ها در واحدهای (استان‌های) ناکارا محاسبه شده است. جدول (۱) میانگین قیمت اجاره یک هکتار زمین زراعی، میانگین قیمت خرید آفت‌کش، میانگین قیمت خرید یک متر مکعب آب کشاورزی، میانگین دستمزد نیروی کار شاغل در بخش کشاورزی، میانگین هزینه اجاره ماشین‌ها و ادوات و میانگین قیمت خرید کود شیمیایی به عنوان نهاده و متوسط سود ناخالص محصول پیاز در هر هکتار به عنوان ستاده را برای ۲۳ استان منتخب کشور نشان می‌دهد. بررسی اجمالی این داده‌ها نشان می‌دهد که بین بیشینه و کمینه استفاده از نهاده‌ها و ستاده مورد بررسی در بین استان‌های کشور اختلاف چشم‌گیری وجود دارد. به عنوان نمونه میانگین هزینه نیروی کار دارای یک میزان بیشینه ۳۰۹۰۸ هزار ریالی (استان خراسان جنوبی) و یک میزان کمینه ۲۶۰۷ هزار ریالی (استان چهارمحال و بختیاری) بوده که نشان دهنده یک اختلاف حدوداً ۱۱/۸ برابری است.

جدول (۱) میانگین هزینه نهاده‌ها و سود ناخالص ستاده به ازای یک هکتار از کشت محصول پیاز برای استان‌های منتخب (واحد: هزار ریال)

Table (1) The average cost of inputs and gross profit per hectare of onion cultivation for selected provinces (unit: thousand Rials)

نهاده Input						ستاده Output	
زمین Land	آفت کش Pesticide	کود شیمیایی Fertilizer	آب آبیاری Water	نیروی کار Labor	ماشین‌ها Machines	سود ناخالص Gross profit	استان State
4816	628	754	3626	15129	5977	42452	East آذربایجان شرقی Azerbaijan
7008	365	654	1244	11276	4859	40002	West آذربایجان غربی Azerbaijan
8126	381	465	2843	5971	5508	33931	Ardabil اردبیل
4570	556	1370	4133	20963	6480	34385	Esfahan اصفهان
8674	614	801	2954	10580	5852	48592	Tehran تهران
6212	361	658	1323	2607	11695	48227	چهارمحال و بختیاری Chaharmahal & Bakhtiari
3430	77	275	4930	30908	5342	23758	South خراسان جنوبی Khorasan
1994	493	623	3824	19780	5150	38832	Khorasan خراسان رضوی Razavi
3057	257	502	4592	9597	2444	19309	North خراسان شمالی Khorasan
3504	345	1100	1120	4987	4942	54762	Khuzestan خوزستان
4243	316	744	3800	17830	6393	29046	Zanjan زنجان
1449	506	1544	1899	12210	4056	31607	Semnan سمنان
4400	263	945	1545	8156	5466	22100	Fars فارس
2325	239	334	1309	14280	5525	27643	Qazvin قزوین
6373	300	789	799	9482	3527	35658	Golestan گلستان
12780	322	1863	310	10572	12168	43605	Lorestan لرستان
3707	8	198	116	18698	7637	23515	Mazandaran مازندران
1428	298	399	3251	6973	4867	43423	Markazi مرکزی
4612	609	712	6887	18969	9756	39033	Hamedan همدان
1603	0	490	2353	21210	5533	47506	Yazd یزد

ارزیابی کارایی تولید کنندگان...۱۴۳

ادامه جدول (۱) میانگین هزینه نهاده‌ها و سود ناخالص ستاده به ازای یک هکتار از کشت محصول پیاز برای استان‌های منتخب (واحد: هزار ریال)

Table (1) The average cost of inputs and gross profit per hectare of onion cultivation for selected provinces (unit: thousand Rials)

نهاده Input						ستاده Output	
زمین Land	آفت کش Pesticide	کود شیمیایی Fertilizer	آب آبیاری Water	نیروی کار Labor	ماشین‌ها Machines	سود ناخالص Gross profit	استان State
7869	532	507	2961	12029	6701	44517	کردستان Kurdistan
1708	104	526	1192	6472	3511	18122	کرمان Kerman
3628	286	363	507	4371	6557	24613	کرمانشاه Kermanshah
12780	628	1863	6887	30908	12168	54762	بیشینه Maximum
1428	0	198	116	2607	2444	18122	کمینه Minimum
4675	342	722	2501	12741	6085	35419	میانگین Mean

Source: Statistics of agricultural products

منبع: آمارنامه محصولات کشاورزی

استفاده از داده‌های جدول (۱) موجب گمراهی در تفسیر نتایج کارایی می‌شود. از این رو لازم است با استفاده از رابطه (۸) داده‌ها این جدول به داده‌های بازه‌ای تبدیل می‌شود. در جدول (۲) انواع کارایی در تولید محصول پیاز برای استان‌های منتخب با استفاده از روش فنی *DEA* برآورد شده است. جدول (۲) نتایج به دست آمده از برآورد سه نوع کارایی ثابت (*CRS*) و متغیر (*VRS*) نسبت به مقیاس و کارایی فنی خالص (*PTE*) برای محصول پیاز را در استان‌های منتخب کشور با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک (*DEA*) را نشان می‌دهد. بیشینه کارایی‌های مقیاس، فنی و فنی خالص در این شرایط نشان می‌دهد که برخی از واحدهای تولیدکننده محصول پیاز (استان‌ها) به صورت بسیار کارا عمل کرده‌اند. ملاحظه می‌شود که در برآورد کارایی با بازده ثابت نسبت به مقیاس (*CRS*) هشت استان مازندران، اردبیل، خوزستان، چهارمحال و بختیاری، لرستان، مرکزی، یزد و کرمانشاه دارای کارایی ۱۰۰ درصد (۳۵ درصد از کل استان‌ها) هستند و به ترتیب در رتبه‌های ۱ تا ۸ قرار گرفته‌اند. لازم به یادآوری است که رتبه‌بندی استان‌هایی که همگی کارایی ۱۰۰ درصد دارند به این صورت است که در بین این واحدها، واحدی در رتبه یک قرار می‌گیرد که کمترین وزن نهاده و

بیشترین وزن ستاده را دارا باشد. پایین‌ترین کارایی در این شرایط مربوط به استان فارس با کارایی ۴۳ درصد بوده و آشکارا این استان در رتبه ۲۳ از استان‌های منتخب قرار می‌گیرد. همچنین، میانگین کارایی فنی تولید محصول پیاز در استان‌های منتخب ۸۳ درصد برآورد شد. در بررسی کارایی مقیاس (VRS) نیز مشخص است که ۲۰ استان کشور (۸۷ درصد از کل استان‌ها) بسیار کارا عمل کرده‌اند. کمینه و میانگین کارایی مقیاس به ترتیب برابر با ۶۳ و ۹۵ درصد می‌باشد. ملاحظه می‌شود که همه کارایی‌های مقیاس برآورد شده برای استان‌ها بزرگ‌تر از کارایی‌های فنی هستند. این امر نشان دهنده این است که قابلیت و مهارت کشاورزان این استان‌ها در تولید پیاز بالا بوده است. بر این مبنای می‌توان گفت کارایی فنی و مقیاس پایین برای استان‌های ناکارآ به این معنی است که اغلب کشاورزان پیازکار در این استان‌ها از نظر تلاش برای تولید محصول مشخص با کمترین نهاده دارای شرایط یکسان نبوده‌اند. همچنین، بررسی نتایج برآورد کارایی فنی خالص (PTE) نشان می‌دهد که ۹ استان از ۲۳ استان منتخب در کشت و تولید محصول پیاز به صورت کارا عمل کرده‌اند. این امر نشان دهنده مهارت کشاورزان استان‌های منتخب در کشت محصول پیاز است. کمینه و میانگین کارایی فنی خالص در بین این استان‌ها به ترتیب ۶۸ و ۸۷ درصد می‌باشد.

جدول (۲) نتایج به دست آمده از برآورد کارایی محصول پیاز در استان‌های منتخب کشور با استفاده از

روش DEA

Table (2) The results obtained from the estimation of onion crop efficiency in selected provinces using DEA method

انواع کارایی Efficiencies						استان
رتبه Rank	PTE	رتبه Rank	VRS	رتبه Rank	CRS	State
2	1	21	0.756	18	0.756	آذربایجان شرقی East Azerbaijan
10	0.961	9	1	9	0.961	آذربایجان غربی West Azerbaijan
1	1	1	1	2	1	اردبیل Ardabil
12	0.91	23	0.631	20	0.574	اصفهان Esfahan
16	0.85	10	1	14	0.85	تهران Tehran
3	1	7	1	4	1	چهارمحال و بختیاری Chaharmahal & Bakhtiari
17	0.803	11	1	15	0.803	خراسان جنوبی South Khorasan
18	0.801	8	1	16	0.801	خراسان رضوی Razavi Khorasan
20	0.768	17	1	17	0.768	خراسان شمالی North Khorasan

ارزیابی کارایی تولید کنندگان...۱۴۵

ادامه جدول (۲) نتایج به دست آمده از برآورد کارایی محصول پیاز در استان‌های منتخب کشور با استفاده از روش DEA

Table (2) The results obtained from the estimation of onion crop efficiency in selected provinces using DEA method

انواع کارایی Efficiencies						استان
رتبه Rank	PTE	رتبه Rank	VRS	رتبه Rank	CRS	State
5	1	6	1	3	1	خوزستان Khuzestan
19	0.775	22	0.648	22	0.502	زنجان Zanzan
14	0.862	15	1	12	0.862	سمنان Semnan
23	0.431	21	1	23	0.431	فارس Fars
15	0.852	13	1	13	0.852	قزوین Qazvin
11	0.912	12	1	10	0.912	گلستان Golestan
4	1	5	1	5	1	لرستان Lorestan
6	1	3	1	1	1	مازندران Mazandaran
8	1	4	1	6	1	مرکزی Markazi
22	0.524	18	1	21	0.524	همدان Hamedan
7	1	14	1	7	1	یزد Yazd
13	0.893	16	1	11	0.893	کردستان Kurdistan
21	0.665	19	1	19	0.665	کرمان Kerman
9	1	2	1	8	1	کرمانشاه Kermanshah
-	1	-	1	-	1	بیشینه Maximum
-	0.683	-	0.631	-	0.431	کمینه Minimum
-	0.87	-	0.958	-	0.833	میانگین Mean

Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۳) درصد کاهش میزان‌های هدف هزینه نسبت به هزینه واقعی نهاده‌های ماشین‌ها و ادوات، نیروی کار، آب آبیاری، کود شیمیایی، آفت‌کش و زمین برای بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس در واحدهای (استان‌های) ناکارا را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که در بازدهی ثابت نسبت به مقیاس بیشترین درصد کاهش میزان‌ها هدف برای نهاده‌های ماشین‌ها و ادوات، نیروی کار، آب آبیاری، کود شیمیایی، آفت‌کش و زمین به ترتیب برای هر کدام از نهاده‌های یاد شده مربوط به استان‌های فارس (۵۷ درصد)، خراسان رضوی (۷۲ درصد)، خراسان شمالی (۸۸ درصد)، سمنان (۷۵ درصد)، سمنان

(۸۶ درصد) و تهران (۷۴ درصد) می‌باشد. در مورد بازده متغیر نسبت به مقیاس سه استان آذربایجان شرقی، اصفهان و زنجان در مقدار هدف نهاده‌ها، از میزان‌های بهینه فاصله دارند. بررسی نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که در هر دو مدل، نهاده آفت‌کش بیشترین درصد کاهش هزینه را در بر می‌گیرد. آشکارا عدم کارایی بالای این نهاده در استان‌های ناکارا در تولید محصول پیاز باعث بروز این نتیجه شده است. با توجه به میانگین محاسبه شده در حالت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس پس از نهاده آفت‌کش نوبت به عدم کارایی بالای هزینه نهاده‌های زمین، آب آبیاری و نیروی کار می‌رسد. در شرایط بازدهی متغیر نسبت به مقیاس نیز نیروی کار، زمین و آب پس از نهاده آفت‌کش از حیث میزان درصد کاهش هزینه‌ها قرار دارند.

جدول (۳) کاهش میزان‌های هدف هزینه نسبت به هزینه واقعی نهاده‌ها در واحدهای (استان‌های) ناکارا (درصد)

Table (3) reduction of the cost target amounts compared to the actual cost of inputs in inefficient units (provinces) (%)

کاهش درصد (CRS)						استان State
Percentage reduction (CRS)						
زمین Land	آفت‌کش Pesticide	کود شیمیایی Fertilizer	آب آبیاری Water	نیروی کار Labor	ماشین‌ها Machines	
24	24	48	24	77	61	آذربایجان شرقی East Azerbaijan
4	4	4	4	61	66	آذربایجان غربی West Azerbaijan
43	43	68	63	81	43	اصفهان Esfahan
15	40	17	15	48	74	تهران Tehran
20	65	78	20	19	50	خراسان جنوبی South Khorasan
20	72	39	25	47	20	خراسان رضوی Razavi Khorasan
23	61	88	23	44	23	خراسان شمالی North Khorasan
50	56	59	50	50	50	زنجان Zanjan
14	14	21	75	86	14	سمنان Semnan
57	57	62	59	57	69	فارس Fars
15	15	15	15	83	19	قزوین Qazvin
9	66	9	9	25	64	گلستان Golestan
48	48	56	48	55	48	همدان Hamedan
11	11	11	11	60	73	کردستان Kurdistan

ارزیابی کارایی تولید کنندگان...۱۴۷

ادامه جدول (۳) کاهش میزان‌های هدف هزینه نسبت به هزینه واقعی نهاده‌ها در واحدهای (استان‌های) ناکارا (درصد)

Table (3) reduction of the cost target amounts compared to the actual cost of inputs in inefficient units (provinces) (%)

کاهش درصد (CRS)							استان
Percentage reduction (CRS)							State
زمین	آفت کش	کود	آب	نیروی	ماشین‌ها		
Land	Pesticide	شیمیایی	آبیاری	کار	Machines		
		Fertilizer	Water	Labor			
34	34	48	49	34	34	Kerman کرمان	
57	72	88	75	86	74	Maximum بیشینه	
4	4	4	4	19	14	Minimum کمینه	
کاهش درصد (VRS)							استان
Percentage reduction (VRS)							State
39	52	24	34	51	24	East Azerbaijan آذربایجان شرقی	
37	37	37	37	37	37	Esfahan اصفهان	
35	35	35	35	35	35	Zanjan زنجان	

Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

برآورد انواع کارایی در تولید محصول پیاز برای استان‌های منتخب با استفاده از تکنیک *IDEA* در جدول (۴) آمده است. جدول (۴) نتایج حاصل از برآورد انواع کارایی برای محصول پیاز در استان‌های منتخب کشور با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای (*IDEA*) را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که هیچ یک از واحدها (استان‌ها) و در هیچ یک از انواع کارایی در تولید این محصول به صورت بسیار کارا عمل نکرده‌اند. دلیل این امر این است که هیچ یک از این واحدها دارای کارایی ۱ در حد پایین بازه‌های خود نیستند. این امر نشان از توانایی بالقوه استان‌ها در استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی دارد. بررسی حد بالای بازه‌های کارایی در مدل بازه ثابت نسبت به مقیاس نشان دهنده این است که ۱۹ استان منتخب (۸۳ درصد کل استان‌ها) دارای کارایی ۱۰۰ درصد در حد بالای کارایی هستند. این امر نشان دهنده کارا بودن این واحدها (تنها) در حد بالای مقدار هزینه نهاده‌ها و سود ناخالص ستاده‌ها است. چهار استان ناکارا در این شرایط به ترتیب عبارتند از آذربایجان شرقی، خراسان رضوی، خراسان شمالی و خوزستان که در بازه‌های کارایی شامل [۰/۸۶۹, ۰/۱۷۴]، [۰/۵۶۶, ۰/۵۷۵]، [۰/۳۲۲, ۰/۱۵۸] و [۰/۲۸۳, ۰/۱۵۵] قرار دارند. علاوه بر این، میانگین کارایی

فنی در مدل *DEA* کلاسیک (۰/۸۳۳) در بازه میانگین این نوع کارایی در مدل *IDEA* (، ۰/۳۴۶) [۰/۹۱۵] قرار دارد. نکته دیگر اینکه در کارایی فنی در هر دو نوع مدل استان مازندران، به عنوان کاراترین استان، در جایگاه نخست قرار دارد. اما ناکاراترین استان در مدل *DEA* کلاسیک استان فارس و در مدل *IDEA* استان کرمان می‌باشد. در اینجا ضرورت انتخاب مدل مناسب برای بررسی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری مشخص می‌شود. بررسی کارایی مقیاس و کارایی فنی خالص نشان می‌دهد که به ترتیب ۱۵ و ۱۷ استان از ۲۳ استان منتخب دارای کارایی ۱۰۰ درصد در حد بالای هزینه نهاده‌ها و سود ناخالص ستاده‌ها است. در این دو نوع کارایی طرح رتبه‌بندی استان‌ها منتخب نسبت به مدل *DEA* کلاسیک به‌کلی دگرگون شده و منتج به نتایج متفاوتی می‌گردد. در این رتبه‌بندی برای مدل *IDEA* و در کارایی مقیاس استان سمنان (با بازه کارایی [۰/۱۳۲, ۱/۰۰۰]) و در کارایی فنی خالص استان آذربایجان غربی (با بازه کارایی [۰/۶۲۵, ۱/۰۰۰]) دارای رتبه نخست هستند. این در حالی است که در رتبه‌بندی مدل *DEA* کلاسیک استان آذربایجان غربی برای کارایی فنی خالص در رتبه ۱۰ قرار دارد. بررسی‌های زیادی در رابطه با برآورد کارایی محصول پیاز انجام نشده است. بررسی (Shahnavaizi 2016) یکی از معدود بررسی‌هایی است که در این زمینه وجود دارد. در این بررسی، نتایج بررسی میانگین کارایی استان‌های کشور در تولید پیاز نشان داد که استان‌های ایلام، خراسان جنوبی، گلستان و سیستان و بلوچستان به‌ترتیب بیش‌ترین کارایی و در نتیجه رتبه‌های نخست تا چهارم و استان‌های خراسان رضوی، آذربایجان شرقی، خوزستان و فارس با رتبه‌های ۲۳، ۲۲، ۲۱ و ۲۰ کم‌ترین کارایی را داشتند. مقایسه نتایج به دست آمده از رتبه‌بندی بر مبنای کارایی با رتبه‌بندی عملکرد نیز نشان داد که تنها جنوب استان کرمان، همدان، کرمانشاه، زنجان و کهگیلویه و بویراحمد در گروه‌بندی همانندی قرار گرفته‌اند.

میانگین مقادیر هدف هزینه‌های ماشین‌آلات، نیروی کار، آب آبیاری، کود شیمیایی، آفت‌کش و زمین به ترتیب در بازه‌های [782, 9121]، [2033, 16150]، [387, 3004]، [91, 1033]، [34, 367] و [801, 7044] هزار ریال می‌باشد (مدل *CRS-IDEA*). مشاهده می‌شود که میانگین بازه هزینه‌های هدف برای مصرف نهاده‌های کشاورزی در مدل *CRS-IDEA* در بردارنده میانگین هزینه‌های هدف نهاده‌ها در مدل *CRS-DEA* می‌باشد. میانگین میزان‌های هدف هزینه‌های ماشین‌ها و ادوات،

ارزیابی کارایی تولید کنندگان...۱۴۹

نیروی کار، آب آبیاری، کود شیمیایی، آفت کش و زمین به ترتیب در بازه‌های [10919, 2194]، [22929, 6161]، [4195, 1357]، [1274, 268]، [485, 144] و [8787, 2165] هزار ریال می‌باشد (مدل *VRS-DEA*). همچنین، دقیقاً مانند کارایی فنی در این نوع کارایی (مقیاس) نیز میانگین بازه هزینه‌های هدف برای مصرف نهاده‌های کشاورزی در مدل *VRS-IDEA* دربردارنده میانگین هزینه‌های هدف نهاده‌ها در مدل *VRS-DEA* می‌باشد.

جدول (۴) نتایج به دست آمده از برآورد کارایی محصول پیاز در استان‌های منتخب کشور با استفاده از روش *IDEA*

Table (4) The results obtained from the estimation of onion crop efficiency in selected provinces using *IDEA* method

انواع کارایی Efficiencies						
رتبه Rank	PTE	رتبه Rank	VRS	رتبه Rank	CRS	استان State
15	[0.218 , 1.000]	19	[0.038 , 0.869]	19	[0.174 , 0.869]	آذربایجان شرقی East Azerbaijan
1	[0.625 , 1.000]	15	[0.145 , 1.000]	4	[0.232 , 1.000]	آذربایجان غربی West Azerbaijan
9	[0.350 , 0.314]	9	[0.127 , 0.314]	8	[0.363 , 1.000]	اردبیل Ardabil
11	[0.300 , 1.000]	13	[0.079 , 1.000]	16	[0.263 , 1.000]	اصفهان Esfahan
2	[0.529 , 1.000]	17	[0.109 , 1.000]	10	[0.206 , 1.000]	تهران Tehran
12	[0.298 , 1.000]	6	[0.145 , 1.000]	5	[0.487 , 1.000]	چهارمحال و بختیاری Chaharmahal & Bakhtiari
7	[0.372 , 1.000]	11	[0.112 , 1.000]	9	[0.301 , 1.000]	خراسان جنوبی South Khorasan
18	[0.164 , 1.000]	3	[0.093 , 0.575]	13	[0.566 , 0.575]	خراسان رضوی Khorasan Razavi
21	[0.139 , 0.276]	21	[0.022 , 0.089]	21	[0.158 , 0.322]	خراسان شمالی North Khorasan
19	[0.148 , 0.173]	22	[0.023 , 0.049]	20	[0.155 , 0.283]	خوزستان Khuzestan
4	[0.479 , 0.717]	20	[0.081 , 0.717]	15	[0.169 , 1.000]	زنجان Zanjan

ادامه جدول (۴) نتایج به دست آمده از برآورد کارایی محصول پیاز در استان‌های منتخب کشور با استفاده از روش IDEA

Table (4) The results obtained from the estimation of onion crop efficiency in selected provinces using IDEA method

انواع کارایی Efficiencies						
رتبه Rank	PTE	رتبه Rank	VRS	رتبه Rank	CRS	استان State
20	[0.142 , 1.000]	1	[0.132 , 1.000]	6	[0.928 , 1.000]	سمنان Semnan
23	[0.014 , 1.000]	12	[0.004 , 1.000]	22	[0.277 , 1.000]	فارس Fars
14	[0.266 , 1.000]	10	[0.084 , 1.000]	14	[0.316 , 1.000]	قزوین Qazvin
6	[0.383 , 1.000]	14	[0.100 , 1.000]	11	[0.261 , 1.000]	گلستان Golestan
13	[0.293 , 1.000]	7	[0.130 , 1.000]	7	[0.443 , 1.000]	لرستان Lorestan
5	[0.472 , 1.000]	4	[0.250 , 1.000]	1	[0.707 , 1.000]	مازندران Mazandaran
8	[0.367 , 1.000]	8	[0.149 , 1.000]	3	[0.406 , 1.000]	مرکزی Markazi
10	[0.320 , 1.000]	16	[0.070 , 1.000]	17	[0.219 , 1.000]	همدان Hamedan
3	[0.502 , 1.000]	2	[0.355 , 1.000]	2	[0.530 , 1.000]	یزد Yazd
16	[0.209 , 0.463]	18	[0.040 , 0.463]	18	[0.191 , 1.000]	کردستان Kurdistan
22	[0.046 , 0.037]	23	[0.004 , 0.037]	23	[0.087 , 1.000]	کرمان Kerman
17	[0.184 , 1.000]	5	[0.094 , 1.000]	12	[0.512 , 1.000]	کرمانشاه Kermanshah
	[0.297 , 0.825]		[0.104 , 0.788]		[0.346 , 0.915]	میانگین Mean

Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج یاد شده ملاحظه شد که در برخی از موارد تفاوت‌های غیر قابل اغمازی در بین دو مدل *DEA* کلاسیک و *IDEA* وجود دارد. این تفاوت ناشی از توجه به مسئله داده‌های نامطمئن (عدم حتمیت در داده‌های ورودی و خروجی مدل) در مدل *IDEA* بود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش در آغاز به تعیین کارایی‌های فنی (*CRS*)، مقیاس (*VRS*) و فنی خالص (*PTE*) ۲۳ استان تولیدکننده عمده محصول پیاز با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته شد. آنگاه، برای اعمال عدم اطمینان در داده‌های ورودی و خروجی از مدل تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای استفاده شد. نتایج نشان داد که کاراترین استان در زمینه تولید پیاز در هر دو مدل *DEA* کلاسیک (بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس) و از لحاظ بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در روش *IDEA*، استان مازندران می‌باشد. از لحاظ فنی، ناکارترین استان‌ها در این دو مدل متفاوت بوده و در اینجا اهمیت انتخاب مدل مناسب برای تعیین کارایی واحدها (استان‌ها) مشخص می‌شود. نتایج نشان داد که هیچ یک از واحدها و در هیچ‌یک از انواع کارایی در تولید محصول پیاز به صورت کامل کارا عمل نکرده‌اند. نبود کارایی ۱ در حد پایین بازه در بین واحدهای تولیدکننده نیز از توانایی بالقوه استان‌ها در استفاده بهینه از نهاده‌های تولید حکایت دارد. همچنین، نتایج نشان داد که بیشترین میزان اختلاف بین میانگین میزان هدف و میزان واقعی هزینه مصرف نهاده‌ها مربوط به چهار نهاده آفت‌کش، آب آبیاری، زمین و نیروی کار است. بنابراین، با توجه به توان بالقوه استان‌ها برای دستیابی به تخصیص بهینه عامل‌های تولید، برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب نهاده‌های تولید با اولویت نهاده‌های دارای بیشترین نبود کارایی (آفت‌کش، آب آبیاری، زمین و نیروی کار) ضروری است. به طور کلی، اتخاذ هر گونه سیاستی که منجر به تخصیص بهینه و استفاده کارا از این نهاده‌های تولید شود؛ می‌تواند کاهش هزینه مربوط به این نهاده‌ها را در استان‌های ناکارا به دنبال داشته باشد. در این راستا، افزون بر توجه به آموزش تولیدکنندگان پیاز با هدف استفاده بهینه از نهاده‌ها و استفاده از تجربه‌های واحدهای کارا، انجام برخی از اقدام‌هایی همچون دیگر روشهای مبارزه با آفات و بیماری‌ها، برنامه‌ریزی به منظور افزایش بازده آبیاری و افزایش بهره‌وری زمین و مهارت نیروی کار زمینه مناسب برای تخصیص بهینه و استفاده درست و مؤثر از نهاده‌های دارای بیشترین اختلاف بین میزان هدف و میزان واقعی هزینه در تولید محصول پیاز را فراهم خواهد کرد. همچنین، نتایج به دست آمده از حل مدل *IDEA* نشان داد که این مدل از انعطاف‌پذیری بسیار زیادی در مقابل داده‌های غیردقیق برخوردار است. به طوری که، نتایج به دست آمده از این مدل در بیشتر موارد نتایج مدل *DEA* کلاسیک را نیز تحت پوشش قرار می‌دهد. از این‌رو، با توجه به اینکه کشاورزی فرایندی است که در هر لحظه از زمان با مسئله

عدم حتمیت همراه بوده و این از عامل‌هایی است که اغلب خارج از کنترل کشاورز می‌باشد، استفاده از نتایج مدل *IDEA* برای انجام مرحله‌های اصلاح‌سازی رفتار غیر بهینه استان‌های ناکارا در امر تولید محصول پیاز تأکید می‌شود.

منبع‌ها

- Akbari, N., Abbasi, F., & Nasser, A., & Ali Shahrokhnia, M. (2022). Estimation of Volume of Applied Water and Water Productivity for Onion in Some Provinces of Iran. *Water research in agriculture*, 2: 131-146. (In Farsi)
- Akbari, N., Zahedi Keyvan, M., & Monfardyan Sarvestani, M. (2008). Evaluate the performance of the livestock industry in the country (approach: interval data envelopment analysis). *Journal of Economic Research*, 8: 141-160. (In Farsi)
- Arsalanbod, M. (2004). Efficiency of potato producers in west Azerbaijan. 6th Iranian Conference on Agricultural Economics, Mashhad. (In Farsi)
- Babaei, M., Paknejad, H., Mardani, M., & Salarpur, M. (2012). Investigation of efficiency crop product Jahrom city using interval data envelopment analysis (IDEA). *Journal of Operations Research in Its Applications (Formerly Applied Mathematics)*, 4 (9): 43-54. (In Farsi)
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., & Maindiratta, A. (1988). A comparison of DEA and translog estimates of production frontiers using simulated observations from a known technology. *Applications of modern production theory: Efficiency and productivity*, 33-55.
- Ben-Tal, A., & Nemirovski, A. (2000). Robust solutions of linear programming problems contaminated with uncertain data. *Mathematical programming*, 88(3): 411-424.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444.
- Despotis D.K., Maragos E.K., & Smirlis Y.G. (2006). Data envelopment analysis with missing values: An interval DEA approach. *European Journal of Operational Research*, 140: 24-36.
- Food and Agriculture Organization. (2021). Statistical database. Retrieved from: <http://www.fao.org>.
- Fousekis, P., Spathis, P., & Tsimboukas, K. (2001). Assessing the efficiency of sheep farming in mountainous areas of Greece. A nonparametric approach. *Agricultural Economics Review*, 2(389-2016-23400): 5-15.

ارزیابی کارایی تولید کنندگان... ۱۵۳

- Hassan, Y. U., Abdullah, A. M., Ismail, M. M., & Mohamed, Z. (2014). Technical Efficiency of Maize Production in Nigeria: Parametric and Non-Parametric Approach. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 4(393-2016-23849): 281-291.
- Jahanshahloo, G. R., & Alirezaee, M. R. (1995). Measuring the efficiency of academic units at the teacher training university. In Proceeding of the 26th Annual Iranian Mathematics Conference (pp. 167-171).
- Karimi, F., Pirasteh, H., & Zahedikivan, M. (2008). Determining the efficiency of wheat crop according to time and risk factors using interval data envelopment analysis and window data envelopment analysis. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 64:139-159. (In Farsi)
- Kazemi, M., & Nikkhah, Z. (2010). Application of data envelopment analysis in measuring and analyzing the relative efficiency of Khorasan Razavi provinces in dry wheat cultivation. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 23: 87-94. (In Farsi)
- Khodaverdizadeh, M., Mohammadi, M., & Miri, D. (2019). Estimation of Technical Efficiency of Wheat Production with Emphasis on Sustainable Agriculture in Urmia County. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 4: 233-245. (In Farsi)
- Lopes, F. (2008). Technical Efficiency in Portuguese Dairy Farms. 82nd Annual Conference.
- Malana, N. M., & Malano, H. M. (2006). Benchmarking productive efficiency of selected wheat areas in Pakistan and India, Data Envelopment Analysis. *Irrigation and Drainage*, 55: 383-394.
- Mardani Najafabadi, M., Mirzaei, A., Abdeshahi, A., & Azarm, H. (2019). Determining the efficiency of broiler chicken units in Sistan region, using interval data envelopment analysis and Mont Carlo simulation approach. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2:179-194. (In Farsi)
- Mawzani, Q., & Karbasi, A. (2008). Measuring efficiency types using data envelopment analysis method, case study of pistachio producers in Zarand. *Agricultural Economics*, 6:1-16. (In Farsi)
- Mehrabi Beshrabadi, H., & Pakravan, M. (2009). Calculation of efficiency and returns to scale producers on the sunflower in Khoy County. *Journal of Agricultural Economics and Development (Agricultural Science and Technology)*, 23: 95-102. (In Farsi)
- Ministry of Agriculture Jihad. (2020). Office of statistics and information technology. Retrieved from: [http:// www. maj.ir](http://www.maj.ir).

- Mohammadian, F., & Saamdeliri, A. (2019). Economic Analysis of Wheat Production Efficiency in Kermanshah (Case Study: Ravansar-Sanjabi Area). *Journal of Economic Research and Agricultural Development of Iran*, 3: 429-449. (In Farsi)
- Mozafari, M., & Yazdani, S. (1998). Efficiency of wheat farmers in Khorasan province, case study of Chenaran County. *Journal of Agricultural Science Modares*, 1: 129-135. (In Farsi)
- Nandy, A., & Singh, P. K. (2020). Farm efficiency estimation using a hybrid approach of machine-learning and data envelopment analysis: Evidence from rural eastern India. *Journal of Cleaner Production*, 267, 122106.
- Ommar, M. A. E. (2014). Technical and economic efficiency for broiler farms in Egypt: application of data envelopment analysis (DEA). *Global Veterinaria*, 12: 588-593.
- Saeri, M., Hanani, N., Setyawan, B., & Koestiono, D. (2019). Technical efficiency of rice farming during rainy and dry seasons in Ngawi District of East Java Province, Indonesia. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 91(7): 270-277.
- Sengupta, J. K. (1992). A fuzzy systems approach in data envelopment analysis. *Computers & Mathematics with Applications*, 24(8-9): 259-266.
- Shahnavazi, A. (2016). Determining the Efficiency of Iran's Provinces in Onion Production: Application of Data Envelopment Analysis. *Journal of Agricultural Economics Research*, 33: 145-164. (In Farsi)
- Shokouhi, A. H., Hatami-Marbini, A., Tavana, M., & Saati, S. (2010). A robust optimization approach for imprecise data envelopment analysis. *Computers and Industrial Engineering*, 59: 387-397.
- Wang, Y. L., & Liu, C. Z. (2009). Capital structure, equity structure, and technical efficiency—empirical study based on China coal listed companies. *Procedia Earth and Planetary Science*, 1(1): 1635-1640.
- Wang, Y. M., Greatbanks, R., & Yang, J. B. (2005). Interval efficiency assessment using data envelopment analysis. *Fuzzy sets and Systems*, 153(3): 347-370.
- Yu, J. R., Tzeng, Y. C., Tzeng, G. H., Yu T. Y. & Sheu H. J. (2004), A fuzzy multiple objective programming to DEA with imprecise data. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness & Knowledge-Based Systems*, 12: 591-600.
- Yu, L., Yan-Min, R., Yu-Chun, P., & Chao, S. (2015). Evaluation of production efficiency of the county-level crop farming in He'nan based on GIS and DEA. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 7: 154-158.



Investigating the efficiency of onion producers in the provinces of Iran

Mostafa Mardani Najafabadi, Hassan Azarm, Abbas Mirzaei¹

Received: 11 Dec.2022

Accepted:8 April.2022

Extended Abstract

Introduction: Efficiency is defined as the ratio of the actual amount of the obtained outputs to the optimal (maximum) amount of outputs at a certain level of inputs, or in terms of the ratio of the actual amount of consumption of production factors to the optimal (minimum) amount of their consumption at a certain level of outputs. The growth and productivity of agricultural production require improving and increasing the efficiency of farmers in order to optimally use vital inputs such as land and water. In this regard, increasing the yield of crops depends on improving production efficiency. According to the statistics of the Food and Agriculture Organization, Iran is one of the major onion producers, ranking tenth in the world, and the amount of this product in Iran has always been increasing. Meanwhile, existing literature shows that inputs are not efficiently used in onion production and there is a considerable difference between producers in terms of input allocation. Therefore, investigating and analyzing the efficiency of onion growers and determining the optimal level of inputs at the level of the main provinces that produce this product can help to formulate appropriate policies in order to increase the yield and profitability of the operators. A large number of studies have investigated the efficiency of agricultural products. In most of these studies, the data envelopment analysis (DEA) method has been used to calculate efficiency. In the common methods of data envelopment analysis, precise and definite data are used to measure efficiency. Since there is risk in various economic sectors, especially agriculture,

¹ Respectively: Associate Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture Engineering and Rural Development, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran (corresponding author). PhD in Agricultural Economics, Shiraz University, Shiraz, Iran. Assistant Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture Engineering and Rural Development, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

Email: mostafa.korg@yahoo.com

the decision-maker is faced with uncertain data. Therefore, it is not recommended to use and apply the data envelopment analysis method in such issues. Recently, various methods have been developed to overcome the problem of uncertain data in the data envelopment analysis model. One of these methods is interval data envelopment analysis (IDEA), in which the input and output data for each decision-making unit are in the form of an interval. Solving the problem of uncertainty and reducing the complexity in the IDEA method has caused the results of using this method to calculate efficiency to be more consistent with reality. Thus, the aim of this research is to estimate the technical, pure technical, and scale efficiencies for onion growers in the producing provinces of this product using two DEA and IDEA models and analyzing the obtained efficiencies.

Materials and Methods: In this study, in order to estimate the efficiency of onion growers, two models, DEA and IDEA, have been used. It is important to mention that in addition to management factors, the type and quality of soil and many other factors cause differences in the use of inputs in different provinces. Therefore, in this research, the average price of renting a hectare of agricultural land, the average purchase price of pesticide, the average price of buying a cubic meter of agricultural water, the average wage of the labor working in the agricultural sector, the average cost of renting machinery and the average price of buying chemical fertilizer for each The province was used. Also, the average gross profit of onion crop per hectare and for each province was studied as a data. All the data used in this study were obtained from the Ministry of Agriculture Jihad for 2017-2018.

Results and discussion: The results show that there is a remarkable difference between the maximum and minimum use of the studied inputs and outputs among the provinces of the country. The estimation of the maximum scale, technical, and pure technical efficiencies showed that some of the onion product-producing units (provinces) were fully efficient. It can be seen that in the estimation of efficiency with the constant return to scale (CRS), eight provinces of Mazandaran, Ardabil, Khuzestan, Chaharmahal and Bakhtiari, Lorestan, Markazi, Yazd, and Kermanshah have an efficiency of 100% (35% of all provinces) and respectively in ranks 1 to 8 have been placed. In the evaluation of the efficiency of the variable return to scale (VRS), it is also clear that 20 provinces of the country (87% of all provinces) have been fully efficient. In this

regard, the minimum and average efficiency of the scale is equal to 63 and 95%, respectively. Estimating the types of efficiency in the production of onion products for selected provinces using the IDEA technique showed that none of the units (provinces) and in any of the types of efficiency in the production of this product were fully efficient. The reason for this is that none of these units have an efficiency of 1 at the lower limit of their intervals. This shows the potential ability of the provinces in the optimal use of agricultural inputs. Examining the upper limit of the efficiency ranges in the constant efficiency model relative to the scale shows that 19 selected provinces (83% of all provinces) have 100% efficiency at the upper limit of efficiency. This shows the efficiency of these units (only) at the upper limit of the cost of inputs and the gross profit of outputs. Also, the results showed that the largest amount of difference between the average target amount and the actual amount of input consumption cost is related to the four inputs of pesticide, irrigation water, land and labor. Therefore, in some cases there are non-negligible differences between the two classic DEA and IDEA models.

Suggestion: There is a potential for the provinces to achieve optimal allocation of production factors. Therefore, proper planning and management of production inputs with a priority on the most inefficient inputs (pesticides, irrigation water, land, and labor) are necessary. In general, adopting any policy that leads to the optimal allocation and efficient use of these production inputs; can reduce the cost of these inputs in ineffective provinces. In this regard, in addition to paying attention to the training of onion producers with the aim of optimal use of inputs and using the experiences of efficient units, carrying out some measures such as other methods of combating pests and diseases, planning to increase the efficiency of irrigation and increase the productivity of the land and the skill of the workforce is recommended. Thus, creating suitable conditions for optimal allocation and correct and effective use of inputs with the largest difference between the target amount and the actual amount of cost in onion production will provide.

JEL Classification: C02 .D24 .D61

Keywords: Pure technical efficiency, Gross profit, Variable return to scale, Interval data envelopment analysis, Iran