

## کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین کارایی پسته‌کاران شهرستان سیرجان

نسرین اوحدی<sup>۱\*</sup>، احمد اکبری<sup>۲</sup>، جواد شهرکی<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی

۲. استاد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

۳. استادیار اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۵ - تاریخ تصویب: ۹۲/۱۱/۲۶)

### چکیده

ایران یکی از عمده‌ترین تولیدکنندگان پسته در جهان و استان کرمان بزرگ‌ترین تولیدکننده پسته کشور و شهرستان سیرجان یکی از مهم‌ترین مناطق تولید پسته استان کرمان است. بررسی وضعیت کارایی پسته‌کاران و کوشش در راستای بهبود کارایی آنان و استفاده بهینه از منابع در تولید محصول پسته اهمیت ویژه‌ای دارد. این تحقیق با هدف تعیین کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی، مدیریتی و مقیاس پسته‌کاران انجام گرفت. ۱۹۷ نفر از پسته‌کاران این شهرستان با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند و داده‌های مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه برای سال زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ گردآوری شد. کارایی پسته‌کاران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه شد. نتایج نشان داد میانگین کارایی فنی ۴۷ درصد، میانگین کارایی مدیریتی ۶۹ درصد، میانگین کارایی مقیاس ۶۷ درصد، میانگین کارایی تخصیصی ۲۴ درصد و میانگین کارایی اقتصادی ۱۲ درصد است. همچنین، تمام نهاده‌ها بیش از حد بهینه استفاده شدند و بیشترین میزان مصرف نابهینه مربوط به کود شیمیایی و آب است. با آموزش و ترویج کشاورزی در راستای استفاده بهینه از نهاده‌های تولید و کاهش مصرف نهاده‌ها می‌توان میزان کارایی را افزایش داد.

**واژه‌های کلیدی:** پسته، تحلیل پوششی داده‌ها، سیرجان، کارایی.

### مقدمه

کشت پسته در جهان مربوط به ایران است (FAO, 2009)، ولی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ (به استثنای سال ۲۰۰۸) عملکرد پسته ایران از عملکرد جهانی تولید پسته پایین‌تر بود. پایین بودن عملکرد پسته ایران ناشی از عملکرد پایین پسته کرمان است (FAO, 2010). براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۷، کرمان با ۷۴ درصد از سطح زیر کشت پسته، عمده‌ترین تولیدکننده پسته کشور بود (Ministry of Agriculture Jihad, Statistical annuals, 2008). سیرجان با ۶۰ هزار هکتار سطح زیر کشت یکی از تولیدکنندگان اصلی پسته کشور است، به طوری که ۱۴ درصد از سطح زیر کشت پسته کشور و ۲۰ درصد از سطح زیر کشت پسته کرمان را شامل می‌شود (Management Sirjan city of Agriculture Jihad, 2012).

رشد جمعیت در کشورهای در حال توسعه، نیاز به غذا را افزایش داد و سبب توجه بیشتر به بخش کشاورزی و افزایش تولید در این بخش شد. افزایش تولید در بخش کشاورزی می‌تواند با توسعه عوامل تولید و گسترش تکنولوژی موجود یا بهبود کارایی بهره‌برداران صورت گیرد (Shafiee et al., 2006). کشورهای در حال توسعه مانند ایران به علت بهینه استفاده نکردن از منابع و عوامل تولید، از نظر میزان عملکرد محصولات کشاورزی فاصله زیادی با کشورهای توسعه‌یافته دارند که علت آن را باید در پایین بودن سطوح انواع کارایی جست‌وجو کرد. ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده پسته جهان است. طبق آمار سازمان فائو در سال ۲۰۰۹، ۴۰ درصد از تولید و ۶۳ درصد از سطح زیر

آزمایش‌های مؤسسه تحقیقات پسته که در دشت رفسنجان- کبوترخان واقع است به‌طور مؤثری در دو دشت دیگر شهرستان استفاده کنند. Moazeni & Karbasi (2008) در مطالعه‌ای انواع کارایی شامل فنی، تخصیصی، اقتصادی، مدیریتی و کارایی مقیاس پسته‌کاران شهرستان زرنده را با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد میانگین کارایی فنی برای دشت‌های زرنده و سیریز به‌ترتیب حدود ۵۲ و ۶۲ درصد است. میانگین کارایی فنی خالص یا کارایی مدیریتی و میانگین کارایی مقیاس برای دشت زرنده به ترتیب حدود ۷۵ و ۷۱ درصد و برای دشت سیریز به‌ترتیب حدود ۸۷ و ۷۰ درصد است. همچنین، میانگین کارایی تخصیصی و کارایی اقتصادی برای دشت زرنده به‌ترتیب حدود ۵۴ و ۳۸ درصد و برای دشت سیریز به‌ترتیب حدود ۶۵ و ۵۷ درصد است؛ بنابراین، پسته‌کاران دشت سیریز از پسته‌کاران دشت زرنده کارا تر هستند و پسته‌کاران هر دو دشت پتانسیل زیادی برای افزایش انواع کارایی خود دارند. Ismat et al. (2009) با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی صد نمونه را از مزارع طیور در بنگلادش در سال ۲۰۰۷ اندازه‌گیری کردند. نتایج مطالعه نشان داد با بازدهی ثابت به مقیاس، متوسط کارایی فنی ۸۸ درصد و با بازدهی متغیر به مقیاس، کارایی فنی ۸۹ درصد و میزان کارایی تخصیصی و کارایی اقتصادی کمتر از کارایی فنی است. با کاهش مقدار اضافی نهاده‌ها و افزایش تولید در هر مزرعه می‌توان کارایی کشاورزان را ارتقا داد. Nguyen & Giang (2009) کارایی محصولات کشاورزی را در ویتنام (با مقایسه روش پارامتریک و ناپارامتریک) برآورد کردند. در این تحقیق، با استفاده از روش پارامتریک و ناپارامتریک کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی محصولات کشاورزی برای سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۰۵ در ویتنام اندازه‌گیری شد. با وجود فناوری‌های متفاوت در هر دو روش، متوسط کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی زیاد بالا نبود، به‌طوری‌که می‌توان میزان کارایی را بهبود بخشید. همچنین، نتایج نشان داد برآوردها با استفاده از روش پارامتریک متفاوت از روش ناپارامتریک است. Nambiro et al. (2010) ارتباط بین دسترسی به اطلاعات در زمینه کشاورزی و کارایی فنی تولیدکنندگان ذرت را در منطقه کاکامگا در غرب کنیا بررسی کردند. در این تحقیق، با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای در مجموع ۱۵۴ کشاورز برای مصاحبه انتخاب شدند. دو روش (تحلیل پوششی داده‌ها و مدل توبیت) برای ارزیابی بازدهی فنی در میان کشاورزان استفاده

کرمان به دلایلی مانند پراکندگی و نامنظم بودن بارندگی، همجواری بودن با کویر لوت و دشت کویر دچار مشکل کم‌آبی است. شوری بالای منابع آب کشاورزی و مقدار ناکافی آب در بسیاری از مناطق از جمله محدودیت‌های عمده سال‌های اخیر برای تولید این محصول به‌شمار می‌آید (Sedaghat, 2006). همچنین، با توجه به مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی، آبیاری غیر علمی و محدودیت نهاده‌های تولید این محصول، به‌نظر می‌رسد کارایی پسته‌کاران پایین باشد. با توجه به شرایط موجود در اغلب مناطق پسته‌کاری کشور، تولید اقتصادی سایر محصولات امکان‌پذیر نیست و تولید پسته تنها فرصت سرمایه‌گذاری در این مناطق است. امروزه یکی از مشکلات باغداران ضعف مدیریت و ناکارایی اقتصادی واحدهای تولیدی است؛ بنابراین با توجه به شناخت امکانات و محدودیت‌های موجود در بخش کشاورزی ایران، مناسب‌ترین راهکار برای افزایش درآمد و کاهش هزینه‌ها، تخصیص مطلوب عوامل تولید موجود و بهبود کارایی در تولید است (Hajiani et al., 2005). از این‌رو، در شرایط فعلی پژوهش‌های مربوط به کارایی اهمیت زیادی دارد، زیرا این امکان را فراهم می‌آورد که منابع به‌صورت بهینه استفاده شوند؛ بنابراین بررسی کارایی پسته‌کاران و شناسایی نقاط ضعف و قوت آن‌ها می‌تواند موجب ارائه راهکارهای مناسب در راستای بهبود کارایی آنان باشد. در ادامه، برخی از مطالعات صورت‌گرفته در زمینه کارایی محصولات کشاورزی بیان می‌شود.

Mirzaei Khalilabadi & Chizari (2004) با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای با ۲۲۸ کشاورز پسته‌کار در منطقه رفسنجان مصاحبه کردند. در این مطالعه، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی بهره‌برداران محاسبه شد. نتایج نشان داد متوسط کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی کشاورزان به‌ترتیب برابر ۷۲، ۸۱ و ۶۳ درصد است. به عقیده نویسندگان، اختلاف بین کارایی بهره‌برداران نشان می‌دهد با به‌کارگیری مقدار بهینه نهاده‌ها می‌توان تولید را به مقدار زیادی افزایش داد. Najafi & Abdolahi Ezatabdi (1997) با استفاده از تابع تولید مرزی تصادفی، کارایی فنی پسته‌کاران شهرستان رفسنجان را تخمین زدند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد متوسط کارایی فنی در دشت‌های سه‌گانه شهرستان رفسنجان یعنی نوق، انار-کشکوئیه و رفسنجان-کبوترخان به‌ترتیب برابر با ۴۰، ۵۰ و ۵۲ درصد است. در پایان، نویسندگان نتیجه‌گیری کردند که به‌علت تفاوت‌های زیاد سه دشت از نظر منابع آبی و الگوی مصرف نهاده‌ها، کشاورزان پسته‌کار نتوانستند از نتایج

سپس Banker، Charnes و Cooper در سال 1984 مقاله‌ای منتشر کردند و در آن مدلی به نام BBC را مطرح کردند که مخفف اسامی معرفان این مدل است. در این مدل، بحث بازده به مقیاس نیز به مدل CCR اضافه شد (Banker et al., 1984). در این مطالعه، کارایی با توجه به بازدهی ثابت نسبت به مقیاس (CRS: Constant Return to Scale) و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS: Variable Returns to Scale) محاسبه می‌شود. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها می‌توانند محصول‌گرا یا نهاده‌گرا باشند. هدف در روش نهاده‌گرا، استفاده حداقل از نهاده‌ها با توجه به سطح معین محصول است. در روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها، ممکن است اندازه‌گیری کارایی - به دلیل قسمت موازی مرز کارایی با محورها - با مشکل مواجه شود، زیرا اگر یک بنگاه نیز بعد از اصلاح کارایی روی قسمت موازی مرز کارا با محورها قرار گیرد، باز هم امکان کاهش نهاده‌ها بدون کاهش تولید (اگر تحلیل نهاده‌گرا باشد) وجود دارد که در اصطلاح مازاد نهاده‌ها گفته می‌شود (Ohadi, 2012).

#### الف) مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس

مدل CCR با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، کارایی را به گونه‌ای ارائه می‌کند که دربرگیرنده کارایی فنی خالص، یعنی کارایی ناشی از مدیریت و کارایی ناشی از صرفه‌جویی مقیاس یک بنگاه باشد؛ بنابراین، از آنجاکه برای ارزیابی تأثیرات تغییر و اصلاح ساختاری، اطلاعاتی درمورد کارایی ناشی از مدیریت ضرورت دارد، لازم است این دو کارایی از هم تفکیک شود. Charnes، Cooper و Rhodes با لحاظ ضرایب متغیر برای هر بنگاه، مدل خود را که بعدها به CCR معروف شد به شکل زیر ارائه کردند (Charnes et al., 1978):

$$\begin{aligned} & \text{Max } \mu Y_i & (1) \\ & \text{s.t. } v'x_i = 1 & \text{به طوری که:} \\ & \mu Y_i - v'x_i \leq 0 & i = 1, 2, \dots, N \\ & \mu \geq 0, \quad v \geq 0 \end{aligned}$$

که در آن  $\mu$  یک بردار  $M \times 1$  شامل وزن‌های محصولات و  $v$  یک بردار  $K \times 1$  شامل وزن‌های عوامل تولید و  $\mu'$  و  $v'$  ترانسپوز  $\mu$  و  $v$  است. محاسبه مسئله بالا به صورت دوگان، علاوه بر تحمیل قیود کمتر، این مزیت را دارد که کارایی فنی را برای هر بنگاه به تفکیک ارائه کند (Emami Meybodi, 2000):

شدند. نتایج نشان می‌دهد کشاورزانی که به اطلاعات در زمینه کشاورزی دسترسی دارند، متوسط کارایی فنی‌شان ۹۰ درصد است و کشاورزانی که به این اطلاعات دسترسی ندارند متوسط کارایی فنی‌شان ۷۰ درصد است؛ بنابراین رابطه معناداری بین کارایی فنی در تولید ذرت و دسترسی به اطلاعات در زمینه کشاورزی وجود دارد. از آنجاکه پسته به‌عنوان محصولی استراتژیک در بخش کشاورزی ایران است و سیرجان یکی از قطب‌های مهم تولید این محصول به‌شمار می‌آید، در این مقاله کارایی بهره‌برداران منطقه مورد نظر با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها بررسی شد.

#### مواد و روش‌ها

روش‌های اندازه‌گیری کارایی را می‌توان به دو روش تابع مرزی تصادفی (SFA: Stochastic Frontier Analysis) و روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA: Data Envelopment Analysis) تقسیم کرد (Moazeni & Karbasi, 2008). روش تابع مرزی تصادفی بر پایه تعریف Farrell از کارایی است که کارایی را به سه دسته فنی، تخصیصی و اقتصادی تقسیم می‌کند. کارایی فنی عبارت است از: به‌دست‌آوردن حداکثر تولید ممکن از مقدار مشخصی عوامل تولید، کارایی تخصیصی عبارت است از: به‌کارگیری ترکیبی از عوامل تولید که حداقل هزینه را به‌همراه داشته باشد و کارایی اقتصادی از حاصل‌ضرب کارایی فنی در کارایی تخصیصی به‌دست می‌آید؛ بنابراین، کارایی اقتصادی توانایی واحد کشاورزی در به‌دست‌آوردن حداکثر سود ممکن با توجه به قیمت و سطوح مصرف نهاده‌هاست (Emami Meybodi, 2000; Farrell, 1957). در روش تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیک مورد استفاده برنامه‌ریزی خطی است. کارایی با انجام دادن یک سری بهینه‌سازی به‌صورت مجزا برای هر بنگاه محاسبه می‌شود. در این روش، اندازه‌گیری عوامل تولید و محصولات می‌تواند با واحدهای متفاوتی انجام گیرد. علاوه‌براین، روش DEA می‌تواند مدل‌هایی با چند عامل تولید و چند محصول را بررسی کند (Moazeni & Karbasi, 2008; Farrell, 1957). روش تحلیل پوششی داده‌ها (غیر فراسنجشی) اولین بار در سال 1987 توسط Cooper Rhodes & معرفی شد. این روش تابع تولید مرزی را براساس تکنیک برنامه‌ریزی خطی به‌دست می‌آورد و نیازی به تعیین شکل تابع تولید برای تخمین آن ندارد؛ بنابراین کمتر در معرض خطای تصریح قرار می‌گیرد (Rhodes, 1987). مدلی که Rhodes با همکاری Charnes و Cooper ارائه کردند به CCR معروف شد،

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta & (۴) \\ \text{S.t. } & -y_i + Y \lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X \lambda \geq 0 \\ & NI \lambda \leq 1 \end{aligned}$$

در رابطه بالا محدودیت اول این پرسش را مطرح می‌کند که آیا مقادیر واقعی محصول تولیدشده توسط بنگاه نام با استفاده از عوامل تولید می‌تواند بیشتر از این مقدار باشد. محدودیت دوم دلالت بر این دارد که عوامل تولید مورد استفاده بنگاه نام حداقل باید به اندازه عوامل مورد استفاده بنگاه مرجع باشند و محدودیت سوم قید تحدب است که موجب می‌شود محاسبه‌ها با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس انجام گیرد. این عمل در روش DEA با مقایسه مقدار کارایی در حالت بازده غیر صعودی نسبت به مقیاس ( $NI' \lambda \leq 1$ ) با مقدار کارایی فنی متغیر نسبت به مقیاس تعیین می‌شود. به این صورت که اگر این دو با هم مساوی باشند، تولیدکننده مورد نظر دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس است و در غیر این صورت شرط بازدهی صعودی نسبت به مقیاس برقرار است. براساس مدل BCC، کارایی محاسبه‌شده در مدل CCR به دو جزء کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس تقسیم می‌شود (Emami Meybodi, 2000).

براین اساس، کارایی فنی را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$(۵) \text{ کارایی مقیاس} \times \text{کارایی مدیریتی} = \text{کارایی فنی}$$

اگر اطلاعات مربوط به قیمت‌ها در دسترس باشد و هدف بنگاه حداقل‌سازی هزینه یا حداکثرسازی درآمد باشد، علاوه بر اندازه‌گیری کارایی فنی، اندازه‌گیری کارایی تخصیصی نیز امکان‌پذیر است. برای این منظور، یک الگوی برنامه‌ریزی خطی برای اندازه‌گیری کارایی فنی و یک برنامه‌ریزی خطی دیگر برای اندازه‌گیری کارایی هزینه (کارایی اقتصادی) مورد نیاز است تا بتوان کارایی تخصیصی را اندازه‌گیری کرد. محاسبه کارایی تخصیصی براساس حداقل‌سازی هزینه به صورت زیر است (Emami Meybodi, 2000):

$$\begin{aligned} & \text{Min } W_i' X_i^* & (۶) \\ \text{S.t. } & -y_i + Y \lambda \geq 0 \\ & \theta X_i - X \lambda \geq 0 \\ & NI' \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

که در آن،  $W_i'$  نشانگر بردار قیمت‌های عوامل تولید و  $X_i^*$  بردار عوامل تولیدی برای حداقل‌سازی هزینه‌های بنگاه با همان

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta & (۲) \\ \text{S.t. } & -y_i + Y \lambda \geq 0 \\ & \theta X_i - X \lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

$\theta$  مقادیر اسکالر به دست آمده برای کارایی بنگاه‌هاست که شرط  $\theta \leq 1$  را تأمین می‌کند.  $\lambda$  یک بردار  $N \times 1$  مقادیر ثابت است که وزن‌های مجموعه مرجع را نشان می‌دهد.  $X_i$  بردار ستونی نهاده‌ها برای بنگاه نام،  $y_i$  بردار ستونی ستاده‌ها برای بنگاه نام،  $X$  ماتریس  $K \times N$  نهاده‌ها،  $Y$  ماتریس  $M \times N$  ستاده‌ها،  $K$  تعداد نهاده‌ها،  $M$  تعداد ستاده‌ها و  $N$  تعداد بنگاه‌ها را نشان می‌دهد. مقدار یک نمایانگر بنگاه با کارایی فنی کامل است. مسئله برنامه‌ریزی خطی بالا باید  $N$  بار و هر مرتبه برای یکی از بنگاه‌ها حل شود (Coelli et al., 2002; Cooper et al., 2000).

(ب) مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس

براساس نتایج تحقیق Coelli et al. (1998) مدل بازده ثابت به مقیاس (CRS) مدلی مناسب برای مواقعی است که کشاورزان در مقیاس بهینه عمل می‌کنند (قسمت مسطح هزینه متوسط بلندمدت). درحالی‌که بعضی عوامل مانند رقابت ناقص، محدودیت‌های مالی، تغییر ناگهانی آب و هوا، بروز آفت‌ها و نظایر آن ممکن است سبب شود واحدی کشاورزی در اندازه و وسعت بهینه اقتصادی فعالیت نکند. برای رفع این مشکل، Banker et al. مدل بازده متغیر به مقیاس (VRS) را معرفی کردند (Eslami & Mahmudi, 2005). به این منظور مدل CRS برای اندازه‌گیری بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) بسط داده شد. مدل VRS با اضافه کردن قید  $NI' \lambda = 1$  به دوگان مدل CRS به دست می‌آید (Banker et al., 1984).

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta & (۳) \\ \text{S.t. } & -y_i + Y \lambda \geq 0 \\ & \theta X_i - X \lambda \geq 0 \\ & NI' \lambda = 1 \end{aligned}$$

مدل بالا با قید بازده متغیر نسبت به مقیاس، این نکته را مشخص نمی‌کند که بنگاه در ناحیه بازده صعودی نسبت به مقیاس فعالیت می‌کند یا بازده نزولی. این مهم در عمل با مقایسه قید بازده غیر صعودی به مقیاس ( $NI' \lambda \leq 1$ ) صورت می‌گیرد. در ادامه، مدل غیر افزایشی نسبت به مقیاس بررسی می‌شود (Emami Meybodi, 2000).

با  $d^{\tau} = 1/96$ ، تقریب در برآورد جامعه (برابر با  $0/068$ )،  $p =$  احتمال وجود صفت (برابر با  $0/5$ ) و  $q =$  احتمال نبود صفت (برابر با  $0/5$ ) است (Cochran, 1977). اطلاعات لازم برای این پژوهش از طریق تکمیل پرسشنامه حاصل شد. دوره مورد بررسی دوره‌ای دوساله شامل سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ است که به دلیل سال‌آوری محصول پسته از میانگین داده‌های این دو سال برای اندازه‌گیری کارایی استفاده شد. متغیرهای به‌کاررفته در مدل عبارتند از: میزان تولید برحسب کیلوگرم (Y)، میزان مصرف آب برحسب متر مکعب ( $X_1$ )، میزان استفاده از کود شیمیایی برحسب کیلوگرم ( $X_2$ )، میزان کود مصرفی دامی برحسب تن ( $X_3$ )، میزان مصرف سم برحسب لیتر ( $X_4$ )، میزان به‌کارگیری نیروی کار برحسب نفر-روز ( $X_5$ )، تعداد ساعت‌های استفاده از ماشین‌آلات ( $X_6$ ) و سطح زیر کشت برحسب قصب<sup>۱</sup> است.

### نتایج و بحث

در جدول ۱، توصیف آماری متغیرهای مورد استفاده در مدل آورده می‌شود:

جدول ۱. توصیف آماری متغیرهای مورد استفاده در مدل در سطح یک هکتار

متغیرها	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف استاندارد
تولید (کیلوگرم)	۱۲۶۶۷	۲۵۰	۳۰۰۰	۲۲۹۱/۳
آب (متر مکعب)	۱۳۴۵۰	۳۲۰۰	۸۷۵۰	۷۶۱۲
کود شیمیایی (کیلوگرم)	۲۵۶	۵۰	۱۸۳	۲۰۳/۹۱
کود دامی (تن)	۳۰	۰	۲۱	۳/۴۶
سم (لیتر)	۷۸	۲	۵۲	۲۲/۸۷
نیروی کار (نفر روز)	۱۱۵	۱۴	۸۵	۳۵/۲۱
ماشین‌آلات (ساعت)	۱۵۴	۶	۵۷	۲۶/۵۹
سطح زیر کشت (قصب)	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰	۲۰۰۹	۷۴۷۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

کارایی را با جداسازی اجزای آن و جداگانه برای هر بنگاه محاسبه کرد (Yaghoobi, 2011). علاوه بر این، میزان مصرف بهینه نهاده‌ها با استفاده از این روش محاسبه می‌شود. از آنجا که در زمینه فعالیت‌های کشاورزی کنترل نهاده‌ها راحت‌تر است، محاسبه‌ها با فرض نهاده‌گرا صورت گرفت. هرچند استفاده از هر دو فرض نهاده‌گرا و ستاده‌گرا نتایج یکسانی دارد.

قیمت  $W_i$  و سطح تولید  $Y_i$  است که با حل مسئله برنامه‌ریزی خطی بالا حاصل می‌شود.

در مرحله دوم، کارایی تخصیصی از رابطه زیر به دست می‌آید (Emami Meybodi, 2000):

$$(7) \text{ کارایی هزینه (کارایی اقتصادی)} = \frac{\text{کارایی فنی}}{\text{کارایی تخصیصی}}$$

### داده‌ها

جامعه آماری پسته‌کاران سیرجان بودند که در بخش مرکزی متمرکزند. روش نمونه‌گیری، تصادفی ساده بود. در این تحقیق، با استفاده از فرمول کوکران، ۱۹۷ بهره‌بردار به‌عنوان نمونه انتخاب شدند.

$$(8) n = \frac{N t^{\tau} . p . g}{N d^{\tau} + t^{\tau} . p . g}$$

در رابطه بالا،  $n$  حجم نمونه،  $N$  تعداد کل جامعه آماری (در مطالعه حاضر برابر با ۳۷۰۰ بهره‌بردار پسته‌کار)،  $t^{\tau} =$  مقدار  $t$  استودنت، موقعی که سطح معنی‌داری از  $0/5$  کمتر باشد (برابر

با توجه به مدل‌های بحث‌شده، کارایی تکنیکی با بازدهی ثابت به مقیاس و بازدهی متغیر به مقیاس و با فرض نهاده‌گرا (ورودی-محور) محاسبه می‌شود، زیرا با این روش برخلاف روش تابع مرزی، امکان محاسبه کارایی مقیاس هر بنگاه فراهم است و بهترین عملکرد را از بین تمامی روش‌های آماری ارائه می‌دهد (Zara Nejad & Haji Abadi, 2009). همچنین، با این روش می‌توان

۱. قصب یک واحد اندازه‌گیری محلی برای اندازه باغ است. هر قصب معادل ۲۵ متر مربع و هر ۴۰۰ قصب معادل یک هکتار است. دلیل استفاده از این واحد کوچک بودن اندازه باغ‌هاست.

نتایج محاسبه کارایی فنی با فرض بازده ثابت به مقیاس و نهاده‌گرا (CRS) بهره‌برداران امکان‌پذیر نیست، توزیع فراوانی کارایی فنی از آنجا که ذکر کارایی فنی هر بنگاه با توجه به تعداد زیاد

جدول ۲. توزیع فراوانی کارایی فنی در حالت بازده ثابت به مقیاس

سطوح کارایی فنی	تعداد	درصد	درصد تجمعی
$X < 10$	۱۱	۵/۵۳	۵/۵۴
$10 < X < 20$	۲۹	۱۴/۷۲	۲۰/۲۶
$20 < X < 30$	۲۸	۱۴/۲۳	۳۴/۴۹
$30 < X < 40$	۲۶	۱۳/۱۹	۴۷/۶۸
$40 < X < 50$	۲۴	۱۲/۱۸	۵۹/۸۶
$50 < X < 60$	۲۳	۱۱/۶۷	۷۱/۵۳
$X > 60$	۵۶	۲۸/۴۲	۱۰۰
میانگین	۴۶/۶۸		
حداقل	۱/۶		
حداکثر	۱۰۰		

مأخذ: یافته‌های تحقیق

### نتایج محاسبه کارایی فنی با فرض بازده متغیر به مقیاس و نهاده‌گرا (VRS)

در این حالت، کارایی فنی به دو نوع کارایی مقیاس و کارایی مدیریت تفکیک می‌شود. در واقع، کارایی مدیریت کارایی فنی خالص است. نتایج تجزیه کارایی و محاسبه اقتصاد مقیاس در جدول ۳ خلاصه می‌شود.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد بهره‌برداران پسته‌کار در شرایط بازده ثابت به مقیاس، میانگین کارایی فنی ۴۶/۸ درصدی دارند. بیشترین فراوانی مربوط به بازه بیشتر از ۶۰ درصد است. اختلاف بین کمترین و بیشترین میزان کارایی بیانگر آن است که پتانسیل زیادی برای بهبود وضعیت کارایی بدون تغییر در سطح تکنولوژی وجود دارد؛ به عبارتی پسته‌کاران می‌توانند با همین میزان نهاده سطح محصول خود را افزایش دهند، به طوری که کارایی فنی آنان به میزان ۵۳/۲ درصد افزایش یابد.

جدول ۳. کارایی در مدل CRS-DEA و VRS-DEA و اقتصاد مقیاس

انواع کارایی	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار
کارایی فنی CRS-DEA	۱۰۰	۱/۶	۴۶/۸	۲۸/۳
کارایی مدیریت VRS-DEA	۱۰۰	۱۸/۲	۶۸/۹	۲۵/۱۲
کارایی مقیاس VRS-DEA	۱۰۰	۲/۸	۶۶/۷	۲۷/۴۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

کارایی فنی با فرض بازده متغیر به مقیاس (کارایی مدیریت) ۶۶/۷ درصد است و کارایی مدیریت ۶۸/۹ درصد است که مهارت کشاورزان را در مدیریت تولید و قدرت ترکیب مناسب

کارایی فنی، از حاصل ضرب کارایی مقیاس در کارایی مدیریت<sup>۱</sup> ناشی می‌شود. طبق نتایج جدول ۳، کارایی مقیاس (حاصل تقسیم کارایی فنی با فرض بازده ثابت به مقیاس به

۱. کارایی مدیریت برابر است با کارایی فنی خالص؛ یعنی میزان خالص کارایی فنی بدون دخالت اثر مقیاس و با فرض نبود محدودیت، بازده ثابت نسبت به مقیاس را نشان می‌دهد که در این حالت کارایی فنی به وجود آمده به مدیریت واحد نسبت داده می‌شود.

از نهاده‌ها برای رسیدن به بیشترین میزان محصول، کارایی را می‌دهد که با افزایش دانش فنی مدیران و مدیریت در استفاده تا رسیدن به مرز کارای تولید ارتقا می‌دهند.

**جدول ۴. فراوانی بازده نسبت به مقیاس پسته‌کاران شهرستان سیرجان**

نوع بازدهی	فراوانی نسبی	درصد
بازده کاهشی نسبت به مقیاس	۲۱	۱۰/۶۵
بازده ثابت نسبت به مقیاس	۲۰	۱۰/۱۵
بازده فزاینده نسبت به مقیاس	۱۵۶	۷۹/۱۸
کل	۱۹۷	۱۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نهاده‌ها می‌توانند با توجه به ثابت‌ماندن دیگر شرایط، تأثیری مثبت بر اندازه کارایی داشته باشند.

### نتایج محاسبه کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی

در جدول ۵، آمار توصیفی انواع کارایی با فرض نهاده‌گرا نمایش داده می‌شود.

براساس یافته‌های جدول ۴، ۱۰/۱۵ درصد از پسته‌کاران دارای بازده ثابت به مقیاس و ۱۰/۶۵ درصد دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس هستند، درحالی‌که نزدیک به ۸۰ درصد آن‌ها بازده افزایشی نسبت به مقیاس دارند و در ناحیه اول تابع تولید قرار دارند که برای رسیدن به نقطه بهینه می‌توانند با افزایش معینی در سطح زیر کشت و سایر نهاده‌ها تولید را افزایش دهند؛ بنابراین، در منطقه مورد نظر پسته‌کاران با افزایش استفاده از

**جدول ۵. توصیف آماری کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی**

نوع کارایی	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف استاندارد
کارایی فنی	۱۰۰	۱۸/۲	۶۸/۹	۲۵/۱۲
کارایی تخصیصی	۱۰۰	۳/۹	۲۳/۶۵	۱۶/۹۹
کارایی اقتصادی	۱۰۰	۰/۱	۱۱/۸۹	۱۵/۱۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پسته‌کاران می‌توان از حاصل‌ضرب آن‌ها کارایی اقتصادی را محاسبه کرد. به‌طور متوسط، کارایی اقتصادی پسته‌کاران ۱۱/۸۹ درصد است و برای پسته‌کاران مختلف بین ۰/۱ تا ۱۰۰ درصد در نوسان است. کارایی اقتصادی یکی از معیارهای سنجش سوددهی و کسب درآمد در بحث تولید است که این معیار برای پسته‌کاران منطقه مورد مطالعه بسیار پایین است. همچنین، شکاف بسیار بالای کارایی اقتصادی بین بدترین و بهترین بهره‌بردار بیانگر آن است که پسته‌کاران منطقه مورد مطالعه به لحاظ کسب سود با یکدیگر اختلاف بسیار زیادی دارند؛ بنابراین، پتانسیل بسیار زیادی برای افزایش کارایی اقتصادی پسته‌کاران وجود دارد که با مصرف نهاده‌ها در سطح بهینه می‌توان میزان کارایی اقتصادی را به حداکثر ممکن رساند. در جدول زیر، میزان مصرف واقعی و میزان مصرف بهینه نهاده‌ها نشان داده می‌شود.

در جدول ۵، کارایی فنی، همان کارایی فنی خالص است که وضعیت پسته‌کاران را در حداکثرکردن تولید نشان می‌دهد و میزان آن ۶۸/۹ درصد است که با برنامه‌ریزی صحیح می‌توان این میزان را تا رسیدن به مرز کارای تولید افزایش داد. کارایی تخصیصی با فرض نهاده‌گرا نیز وضعیت بهره‌برداران را در حداقل کردن هزینه نشان می‌دهد که در سطح پایینی قرار دارد، به‌طوری‌که میزان ناکارایی در تخصیص نهاده‌های تولید به‌منظور حداقل‌ساختن هزینه تولید، به‌طور متوسط ۷۶/۳۵ درصد است و پسته‌کاران مورد بررسی با استفاده بهینه از نهاده‌ها می‌توانند تا ۷۶/۳۵ درصد از هزینه‌های خود را بدون تغییر در سطح تولید اولیه صرفه‌جویی کنند؛ به‌عبارت دیگر، می‌توانند با همین میزان تولید به درآمد بیشتری دست یابند؛ بنابراین، پسته‌کاران در تخصیص نهاده‌های پسته به‌منظور حداقل‌کردن هزینه تولید به‌خوبی عمل نمی‌کنند. پس از محاسبه کارایی فنی و تخصیصی

جدول ۶. مقایسه میانگین مصرف واقعی و بهینه نهاده‌ها برای حداقل کردن هزینه‌ها در هر هکتار

آب (متر مکعب)	کود شیمیایی (کیلوگرم)	کود دامی (تن)	سم (لیتر)	نیروی کار (نفر-روز)	ماشین‌آلات (ساعت)	سطح زیر کشت (قصب)
۹۴۰۰	۷۵۹	۱۹	۱۸	۱۶۵	۶۰	۲۰۰۹
۶۲۰۰	۴۵۰	۱۶	۱۵	۱۲۰	۴۷	۱۶۱۵
۳۴/۰۴	۴۰/۷۱	۱۵/۷۸	۱۶/۶	۲۷/۲۷	۲۱/۶۶	۱۹/۶۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تفاوتی چشمگیر میان بهترین و بدترین بهره‌بردار وجود دارد؛ بنابراین، باید زمینه‌ای برای ارتباط پسته‌کاران موفق برای انتقال تجربیات و روش‌های مورد استفاده آنان به سایر پسته‌کاران فراهم شود.

براساس نتایج، نزدیک به ۸۰ درصد پسته‌کاران دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس‌اند که با افزایش معینی در سطح زیر کشت و سایر نهاده‌ها می‌توانند تولید را تا مقدار بهینه افزایش دهند.

براساس نتایج تحقیق، کشاورزان در مصرف آب به‌عنوان مهم‌ترین نهاده لازم در بخش کشاورزی به‌صورت بهینه رفتار نمی‌کنند و دارای ۳۴ درصد مازاد هستند. همچنین، سیرجان جزء مناطق کویری است که به‌دلیل خشکسالی‌های اخیر سفره‌های آب زیرزمینی افت شایان توجهی داشت؛ بنابراین، لزوم توجه به کاهش مصرف آب و توزیع مناسب آن بین کشاورزان توسط نهاده‌های ذی‌ربط و استفاده از فناوری‌های جدید آبرسانی و روش‌های به‌زراعی در منطقه ضروری است.

طبق نتایج، کارایی تخصیصی و اقتصادی پسته‌کاران بسیار پایین است که نشانگر موفق نبودن کشاورزان در تولید اقتصادی است، به‌طوری‌که کشاورزان سود لازم را از فعالیت خود کسب نمی‌کنند. هزینه‌های تولید از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کارایی اقتصادی است که با بهینه‌کردن میزان مصرف نهاده‌ها، کارایی حاصل از هر نهاده افزایش می‌یابد. در این راستا، باید دولت و مسئولان ذی‌ربط با فراهم‌کردن خدمات توسعه‌ای و ترویجی در زمینه استفاده بهینه از نهاده‌ها و ارائه راهنمایی‌های ترویجی در این زمینه کشاورزان را یاری کنند.

در راستای استفاده مناسب از نهاده‌ها برای افزایش کارایی تخصیصی، باید سیاست‌های مناسب دولت برای کاهش یارانه نهاده‌های کشاورزی (به‌ویژه کود شیمیایی به‌دلیل مصرف بیش از حد آن) اعمال شود.

براساس یافته‌های جدول ۶، پسته‌کاران منطقه مورد مطالعه در مصرف تمام نهاده‌ها دارای مازاد هستند. در مصرف نهاده، آب و کود شیمیایی دارای مازاد بیشتری هستند، ولی نهاده‌های کود دامی و سم نسبت به سایر نهاده‌ها میزان مصرفشان به مقدار بهینه نزدیک‌تر است. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، استفاده بهینه از نهاده آب اهمیت زیادی دارد؛ بنابراین، با کاهش ۳۴ درصدی در مصرف این نهاده بدون کاهش سطح محصول و با هزینه پایین‌تر می‌توانند به فعالیت خود ادامه دهند. براساس نتایج این مطالعه، میانگین کارایی فنی پسته‌کاران بالاتر از میانگین کارایی تخصیصی و اقتصادی است. همچنین، میانگین کارایی تخصیصی نسبت به کارایی اقتصادی در سطح بالاتری قرار دارد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

طبق نتایج این تحقیق، میانگین کارایی فنی پسته‌کاران با فرض بازده ثابت به مقیاس ۴۶/۸ درصد به‌دست آمد و میانگین کارایی تخصیصی، اقتصادی، مدیریت و مقیاس به‌ترتیب ۲۳/۶۵ درصد، ۱۱/۸۹ درصد، ۶۸/۹ درصد و ۶۶/۷ درصد به‌دست آمد؛ بنابراین، پسته‌کاران از لحاظ فنی در شرایط مناسب‌تری قرار دارند، ولی با توجه به قیمت‌های موجود، از نهاده‌ها به‌صورت کارا استفاده نمی‌کند که این امر سبب شد کارایی تخصیصی و اقتصادی آنان در سطح پایین‌تری قرار داشته باشد. همچنین، میزان مصرف نهاده‌ها در سطح بهینه محاسبه شد؛ بنابراین، براساس نتایج می‌توان پیشنهادهای زیر را برای افزایش کارایی پسته‌کاران توصیه کرد.

با توجه به محاسبه‌ها و نتایج تحقیق، برای افزایش کارایی فنی پسته‌کاران می‌توان با استفاده از تکنولوژی موجود و استفاده مطلوب‌تر از تکنولوژی فعلی، کارایی را تا رسیدن به مرز کارایی تولید ارتقا داد. همچنین، در واحدهای مورد بررسی



## REFERENCES

- Banker, R.D., Charnes, A. & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30, 1078.
- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E.(1978). Measuring the efficiency of decision making unit. *European Journal of Operation Research*, 2, 429-444.
- Cochran, W.G. (1977). Sampling techniques.(۳<sup>rd</sup>Ed), New York, Willey.
- Coelli, T., Rao D.S.P.& Battese G.E.(2002). An introduction to efficiency and productivity analysis. *Kluwer Academic Publisher U.S.A sixth printing*, 132-166.
- Cooper, W., Seiford L.M.& Tone K.(2000). Data envelopment analysis:a comprehensive text with models, applications, reference and DEA-Solver software. The Netherlands, *Kluwer Academic Publishers*.
- Emami Meybodi, A. (2000). *Measurement principles of efficiency and productivity* .Institute of studies and planning researches. (In Farsi).
- Eslami,M. & Mahmudi, A. (2005). Estimation efficiency and returns to scale of pomegranate producers (Case Study: Yazd Province). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 13, 239-256. (In Faesi)
- Farrell, M. J.(1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120,253-281.
- FAO, FAO STAT.(2009).
- FAO, FAO STAT.(2010).
- Hajiani, P., KHalilian, S., Abrishami,H. & Peikani, GH. (2005). Study of technical efficiency of shrimp fishing fleet of Persian Gulf (Case Study: Boshehr Province). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 13, 201-226. (In Faesi).
- Ismat, A.B., Buysse, J., Jahangir, A.M. & Van Huylenbroeck G.(2009). An application of Data Envelopment Analysis (DEA) to Evaluate Economic Efficiency of Poultry Farms in Bangladesh. *International Association of Agricultural Economists Conference, Beijing, China*, 16-22 August. 2009.
- Management Sirjan city of Agriculture Jihad, Adjutancy of Horticulture's Department. (2012).
- Ministry of Agriculture, Statistical annuals. (2008).
- Mirzaei Khalilabadi, H & Chizari, A.H. (2004). Determination of irrigation water consumption in pistachio production (A case study of Rafsanjan province). *Pajouhesh & Sazandegi*, 62, 43-49. (In Faesi).
- Moazeni, S.S. & Karbasi, A.R.(2008). Measuring different efficient with data envelopment analysis, Case study: Pistachio producers in Zarand, *Journal of Agricultural Economics and Development*, 61, 1-16. (In Farsi).
- Najafi, B.A & Abdolahi Ezatabadi, M.(1997). Examine the technical efficiency of Rafsanjan Pistachio Growers. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 5(17). (In Farsi).
- Nambiro, E., Chianu, J. & Murage A.(2010). The association of agricultural information services and technical efficiency among maize producers in Kakamega, western Kenya p.1-23. *3<sup>rd</sup> African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48<sup>th</sup> Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, Cape Town, South Africa*, 19-23 September. 2010.
- Nguyen, K. M. & Giang, T. L.(2009). Efficiency estimates for the agricultural production in Vietnam: A comparison of parametric and no-parametric approaches. *agricultural economics Review*, 2,62-78.
- Ohadi,N. (2012). *Pistachio Growers efficiency Sirjan city*. M.Sc Thesis. University of Sistan and Baluchestan, School of Economics. (In Farsi).
- Rhodes E. L. (1987). *Data envelopment analysis and related approaches for measuring the efficiency of decision-making units with an application to program follow through in U.S education*, unpublished P.H.D thesis Carnegie Melon University. school of urban and public affairs. pittsburgh, PA.
- Sedaghat, R.(2006). *An economic analysis of pistachio production, processing and trade in Iran*, ph.D. Thesis. Department of Agricultural Economics, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
- SHafiei, L., Javaheri, M.A. & Pour Jopari, Z. (2006). Investigation on technical allocative and economic efficiency for sugar beet producers inn Bardsir City.*Journal of Sugar*, 22(2), 109-121. (In Farsi).
- Yaghoobi, M. (2011). *Survey the Status of Shrimp*

*Cooperatives and Non-Cooperatives at District Guatr in Sistan and Baluchistan Province*. M.Sc Thesis. University of Sistan and Baluchestan, School of Economics. (In Farsi).

Zara Nejan, M & Yusefi Hajiabadi, R. (2009).

Assessment of technical efficiency of wheat production in Iran (using parametric and nonparametric approaches). *Economic Research Review*, 9(2), 145-172. (In Farsi).