

بررسی کارآیی و اندازه‌ی بهینه‌ی نهاده‌ها در تولید برنج؛ مطالعه‌ی موردی: شالی کاران بخش کامفیروز استان فارس مهدی اسفندیاری، جواد شهرکی، علیرضا کرباسی*

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۱۳

چکیده

بررسی کارآیی محصولات کشاورزی و تعیین اندازه‌ی بهینه‌ی مصرف نهاده عاملی بسیار مهم و تاثیرگذار در شناخت نقاط قوت برای افزایش تولید و عمل کرد آن‌ها، بی‌نیاز به هزینه‌ی افزوده است. در این مطالعه، انواع کارآیی فنی، اقتصادی، تخصیصی، مدیریتی و مقیاس و اندازه‌ی بهینه‌ی نهاده‌های تولید برنج، با تاکید بر نهاده‌ی آب، برای تولیدکنندگان برنج بخش کامفیروز محاسبه شد. این پژوهش بر مبنای تحلیل پوششی داده‌ها بود و آمار و داده‌ها از راه تکمیل ۲۱۱ پرسش‌نامه در سال کشاورزی ۱۳۸۸-۸۹ جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که میانگین کارآیی‌های فنی، تخصیصی، اقتصادی، مدیریتی و مقیاس شالی کاران منطقه‌ی مورد بررسی به ترتیب ۷۲، ۴۰، ۲۹، ۷۹، ۹۱٪ است. بیش‌ترین اندازه‌ی استفاده‌ی ناکارآ از نهاده‌ها مربوط به آب آبیاری با ۴۰٪ ناکارآیی در استفاده از این نهاده است. مصرف بهینه‌ی آب آبیاری برنج منطقه حدود ۱۱۴۲۰ مترمکعب در هکتار بود.

طبقه‌بندی JEL: E23, H21, N5

واژه‌های کلیدی: آب مصرفی، برنج، بخش کامفیروز، تحلیل پوششی داده‌ها، کارآیی

* به ترتیب دانش آموخته‌ی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان، استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

مقدمه

توجه به کارایی سابقه‌ی دیرینه در مطالعات اقتصادی دارد، و شروع آن به کار بی‌نظیر فارل می‌رسد (Farrell, 1957). ارزیابی کارایی در تولیدات کشاورزی موضوعی مهم در اجرای فرآیند توسعه‌ی کشاورزی کشورهای در حال توسعه است، چرا که برای تصمیم‌گیری‌های مناسب برای مدیریت دقیق، برای تخصیص منابع و تنظیم سیاست‌های کشاورزی اطلاعات مفیدی به برنامه‌ریزان می‌دهد (Khan et al, 2010). به طور کلی با توجه به شناخت امکانات و محدودیت‌های موجود در بخش کشاورزی اقتصاد ایران، شاید بتوان گفت، که مناسب‌ترین راه‌کار برای افزایش تولید و درآمد کشاورزان از راه به‌کارگیری درست و مطلوب عوامل تولید موجود، و یا به دست آوردن بیش‌ترین تولید از مجموعه‌ی ثابتی از عوامل تولید باشد (نجفی و زیبایی، ۱۳۷۳). بنابراین هر مطالعه در زمینه‌ی کارایی کشاورزان در تولید محصولات کشاورزی همراه با شناخت نقاط ضعف و قوت آن‌ها، می‌تواند به بهبود کارایی و افزایش تولید کمک نماید. بررسی کارایی تولیدکنندگان محصولات کشاورزی به روش‌های گوناگون، مخصوصاً برای محصولات راه‌بردی کشور می‌تواند در این کار کمک کند. در باره‌ی اندازه‌گیری کارایی مطالعات بسیار زیادی انجام شده و روش‌های گوناگونی به‌کار رفته است. پژوهش‌های انجام شده توسط محققان ایرانی بر کارایی محصول برنج بسیار اندک است، و تنها می‌توان به مطالعه‌ی شاکری و گرشاسبی (۱۳۸۷) اشاره کرد که در آن کارایی فنی ارقام گوناگون برنج در پنج استان منتخب گیلان، مازندران، گلستان، فارس و خوزستان برای سال کشاورزی ۸۳-۱۳۸۲ برآورد شد. این مطالعه با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA)^۱ انجام شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که کارایی فنی در کشت این محصول نسبتاً بالا (۸۷٪) است، که می‌توان با استفاده از همین سطوح نهاده‌های مصرفی (با فرض ثبات فن‌آوری) اندازه‌ی تولید را حدوداً ۱۳٪ افزایش داد. زراءنژاد و یوسفی حاجی‌آبادی (۱۳۸۸) کارایی فنی تولید گندم در استان‌های مختلف ایران را با استفاده از دو رهیافت پارامتری و ناپارامتریک

^۱ Data Envelopment Analysis

بررسی کارآیی و اندازه‌ی بهینه‌ی... ۳

ارزیابی کردند. در این پژوهش از داده‌های تلفیقی مربوط به نهاده‌ها و ستاده‌های مورد استفاده در تولید محصول گندم، در سال‌های کشاورزی ۱۳۷۸-۷۹ تا ۱۳۸۳-۸۴ استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین کارآیی تولید گندم در ایران در دوره‌ی مورد بررسی با استفاده از ره‌یافت پارامتری (SFA) و ناپارامتری (DEA) به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۸۴ بود. پاکروان و همکاران (۱۳۸۸) انواع کارآیی تولیدکنندگان کلزا در شهرستان ساری را با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها تعیین نمودند. نتایج نشان داد که میانگین کارآیی‌های فنی، تخصیصی، اقتصادی و مقیاس بهره‌برداران کلزا در منطقه به ترتیب ۸۰/۷، ۵۸، ۶/۵ و ۱۳/۷۷٪ است. صبحوحی و مجرد (۱۳۸۸) با استفاده از ره‌یافت پارامتری و به‌کارگیری تابع تولید مرزی تصادفی ترانسلوگ بر مبنای داده‌های ترکیبی، کارآیی‌های فنی و مقیاس کشتزارهای پنبه را در استان خراسان در سال‌های ۱۳۷۹-۸۲ تعیین کردند. اندازه‌ی کارآیی فنی نسبت به کارآیی مقیاس کم‌تر و متوسط کارآیی فنی و مقیاس پنبه‌کاران به ترتیب ۶۳ و ۸۸٪ بود. سادات موذنی و کرباسی (۱۳۸۷) با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها، انواع کارآیی فنی، تخصیصی، اقتصادی، مدیریتی و کارآیی مقیاس را برای پسته‌کاران شهرستان زرنند اندازه‌گیری کردند. نتایج کارآیی فنی نشان داد که دشت‌های زرنند و سیریز به‌طور متوسط به‌ترتیب حدود ۵۲ و ۶۲٪ کارآیی دارند. میانگین کارآیی فنی خالص یا مدیریتی و میانگین کارآیی مقیاس برای دشت زرنند به ترتیب حدود ۷۵ و ۷۱٪ و برای دشت سیریز به ترتیب ۸۷ و ۷۰٪ بود. فریادرس و همکاران (۱۳۸۱) با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارآیی ۱۳ استان زیر کشت پنبه را اندازه‌گیری و مقایسه نمودند. کارآیی مدیریتی و فنی پنبه‌کاران بیش‌تر استان‌ها مطلوب بود، اما کارآیی تخصیصی و اقتصادی آن‌ها چندان بالا نبود و میان این دو کارآیی در استان‌های مختلف شکاف زیادی وجود داشت.

با نگاهی به سیر پژوهش‌های دیگر کشورهای مرتبط با وضعیت کارآیی محصولات کشاورزی می‌توان به این نتیجه رسید که پژوهش‌های مناسبی در بررسی کارآیی محصول برنج انجام شده

است. آدچی و همکاران^۲ (۲۰۱۰) با به‌کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها میانگین کارایی فنی مناطق برو و آمان کشور بنگلادش را به ترتیب ۰/۷۵۶ و ۰/۷۲۱ به دست آوردند. دونگانا و همکاران^۳ (۲۰۰۴) کارایی فنی، اقتصادی و تخصیصی کشتزارهای برنج نیال را با روش تحلیل فراگیر داده‌ها و با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس ارزیابی نمودند. یافته‌های تحقیق نشان داد که کارایی‌های اقتصادی، تخصیصی، فنی، مدیریتی و مقیاس به ترتیب ۶۶، ۸۷، ۷۶، ۸۲ و ۹۳٪ است. کریس‌چات^۴ (۲۰۰۳) کارایی فنی برنج‌کاران تایلند را با روش غیر پارامتری بررسی نمود. میانگین کارایی فنی و کارایی مقیاس به ترتیب ۰/۷۱ و ۰/۹۶ است. افزون بر این مطالعات، پژوهش‌های دیگری در دیگر کشورها در زمینه‌ی کارایی دیگر محصولات کشاورزی صورت پذیرفته است که می‌توان به مطالعات توزر^۵ (۲۰۱۰)، اوسبورن و ترولود^۶ (۲۰۰۶)، نیکات و آلمدرا^۷ (۲۰۰۵)، باتیس و بروکا^۸ (۱۹۹۶) اشاره کرد. با توجه به جایگاه برنج در سبد غذای خانوار و ایجاد اشتغال و درآمد برای قشر وسیعی از کشاورزان، بررسی اقتصادی تولید آن اهمیت دارد. در این مطالعه، کارایی بهره‌برداران این محصول در بخش کامفیروز شهرستان مرودشت بررسی می‌شود. اندازه‌ی بهینه‌ی نهاده‌های مورد استفاده در تولید این محصول (سطح زیر کشت، نیروی کار، ماشین‌آلات، بذر، کود شیمیایی، سم مصرفی، آب آبیاری) برای دستیابی به بیشینه‌ی کارایی موجود نیز محاسبه می‌شود. این پژوهش بر مبنای تحلیل پوششی داده‌ها^۹ بود و برای برآورد مدل از نرم‌افزار DEAP 2 استفاده شده است.

برنج، غذای عمده‌ی سه میلیارد نفر از مردم سراسر جهان است. از میان ۱/۱ میلیارد نفر افراد فقیر با درآمد روزانه‌ی کم‌تر از یک دلار، تقریباً ۷۰۰ میلیون نفر ساکن کشورهای برنج‌خیز قاره

² Adachi et al

³ Dhungana et al

⁴ Krasachat

⁵ Tozer

⁶ Osborne and Trueblood

⁷ Necat and Alemdar

⁸ Battese and Broca

⁹ Data Envelopment Analysis

بررسی کارآیی و اندازه‌ی بهینه‌ی... ۵

آسیا اند (Tan et al., 2010). برنج در میان محصولات کشاورزی دومین محصول پرمصرف پس از گندم در ایران و جهان است. در ایران، مصرف این ماده غذایی از دیرباز در مناطق برنج خیز معمول بوده است. ایران امروزه یکی از واردکنندگان این محصول است (شاکری و گرشاسبی، ۱۳۸۷). در سال کشاورزی ۸۸-۱۳۸۷، سطح زیرکشت انواع رقم‌های شلتوک کشور ۵۳۵۸۱۳ هکتار برآورد شده است، که استان فارس با ۲۲۵۰۳ هکتار، بعد از استان‌های شمالی کشور (مازندران، گیلان و گلستان) مهم‌ترین تولیدکننده‌ی این محصول است. اندازه‌ی تولید شالی‌کاران این استان در سال کشاورزی پیش‌گفته ۱۰۵۰۱۲ تن، و بالاترین سهم این تولید در شهرستان مرودشت با ۵۷۱۳۵ تن شلتوک بود. ضمناً، بیشتر برنج این شهرستان در بخش کامفیروز در کنار سد بزرگ مخزنی درودزن بر رودخانه کر تولید می‌شود (آمارنامه‌ی محصولات کشاورزی کشور سال ۸۸-۸۷ و آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، ۱۳۸۹). بنابراین، با وجود پتانسیل بالای موجود و البته پایین بودن عمل‌کرد کشتزارهای این منطقه در تولید ارقام مختلف برنج، ارزیابی کارآیی برای اقتصادی‌کردن این فعالیت و تعیین اندازه‌ی بهینه‌ی مصرف نهاده‌های این محصول به ویژه نهاده‌ی آب آبیاری، ضروری به نظر می‌رسید.

روش تحقیق

اندازه‌ی کارآیی بنگاه (واحد کشاورزی) یک مفهوم نسبی است، و باید با یک شاخص مقایسه‌ی شود. از دیدگاه عملی برآورد و اندازه‌گیری کارآیی نیازمند محاسبه یا تخمین توابع مرزی تولید و یا هزینه است. یکی از روش‌های اندازه‌گیری کارآیی، مقایسه‌ی آن با دیگر واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ی (DMU^۱) کارآ است که شرایطی همسان با آن بنگاه داشته باشد. این روشی است که فارل در سال ۵۷ میلادی نشان داد (فارل، ۱۹۵۷) و روش کاربردی در دهه‌ی ۸۰ میلادی با مطرح کردن بازده نسبت به مقیاس ثابت امکان پذیر شد (چارنس و هم-

کاران، ۱۹۷۸). در واقع روش معرفی شده توسط فارل با ایجاد یک مرز کاراً توسط بنگاه‌های با عمل کرد بهتر تعیین می‌شود، به طوری که کارایی دیگر بنگاه‌ها با توجه به آن مرز مشخص می‌گردد. تابع تولید مرزی^{۱۱} می‌تواند به دو روش فراسنجشی (پارامتری)^{۱۲} و غیرفراسنجشی (ناپارامتری)^{۱۳} به دست آید. تابع تولید مرزی تابعی است که بیشترین خروجی ممکن از ورودی‌ها را نشان می‌دهد. در واقع این دو روش، دو راه متفاوت برای به دست آوردن منحنی هم‌مقداری تولید است، و امروزه برای محاسبه‌ی کارایی از این دو روش، یعنی روش پارامتری تحلیل مرزی تصادفی و روش ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌شود. روش مرز تصادفی نیازمند تعیین شکل تابع تولید است، و هنگام محاسبه‌ی فراسنجش‌ها (عوامل) احتمال نادرست در تصریح مدل و نقض فرض‌های کلاسیک وجود دارد. اما روش پوششی داده‌ها، تابع تولید مرزی را بر اساس فن برنامه‌ریزی خطی به دست می‌آورد، و به همین دلیل روش برنامه‌ریزی خطی نیز نامیده می‌شود. این روش یک روش غیر فراسنجشی است و نیازی به تعیین شکل تابع تولید برای تخمین آن ندارد؛ بنابراین کم‌تر در معرض خطای تصریح مدل قرار می‌گیرد. از برتری‌های دیگر روش غیر فراسنجشی (ناپارامتری) تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، این است که می‌تواند کارایی را با جداسازی اجزای آن و جداگانه برای هر بنگاه محاسبه نماید (یعقوبی، ۱۳۸۹). تکنیک DEA می‌تواند کارایی فنی را به دو جزء کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس جداسازی کند. در مقابل، این روش نمی‌تواند ناکارایی ناشی از عوامل مهار نشدنی را از ناکارایی فنی جدا کند، و در واقع این ناکارایی‌ها را به ناکارایی فنی اضافه می‌کند (سیفورد^{۱۴}، ۱۹۹۶). در این پژوهش نیز از این روش برای محاسبه‌ی کارایی استفاده شده است. کارایی به این روش را می‌توان با توجه به بازدهی ثابت نسبت به مقیاس (CRS)^{۱۵} و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS)^{۱۶} محاسبه کرد.

^{۱۱} Frontier Production Function

^{۱۲} Parametric

^{۱۳} Non parametric

^{۱۴} Seiford

^{۱۵} Constant Return to Scale

بررسی کارآیی و اندازه‌ی بهینه‌ی... ۷

در این مطالعه، ابتدا برای محاسبه‌ی کارآیی فنی شالی‌کاران، از یک مدل نهاده‌گرا که به وسیله‌ی چارنز، کوپر و رودس^{۱۶} در سال ۱۹۷۸، پیشنهاد شد، استفاده شده است (ره‌یافت (CCR).

Min θ

(۱)

S.T. $-y_i + Y\lambda \geq 0,$

$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$

$\lambda \geq 0$

مقدار θ نشان دهنده‌ی اندازه‌ی کارآیی یک واحد است و مقدار عددی آن میان صفر و یک جا دارد. در واقع یک اسکالر است، به این معنی که برای به‌دست آوردن کارآیی واحدهای مورد نظر، این مساله i بار فرموله و حل می‌گردد. متغیر λ یک بردار $N \times 1$ شامل اعداد ثابت است که وزن‌های مجموعه‌ی مرجع را نشان می‌دهد. Y یک ماتریس $M \times N$ از ستانده‌ها و X یک ماتریس $K \times N$ از نهاده‌ها است. N تعداد واحدهای مورد بررسی، K تعداد نهاده‌ها و M تعداد ستانده‌ها است (در این مطالعه اندازه‌های N ، K و M به ترتیب ۲۱۱، ۶ و ۱ است). y_i و x_i به ترتیب بردارهایی از ستانده‌ها و نهاده‌ها است. محدودیت اول نشان می‌دهد که آیا اندازه‌های واقعی محصول تولید شده توسط بنگاه i ام با استفاده از عوامل تولید مورد استفاده می‌تواند بیش از این باشد؟ محدودیت دوم نیز می‌گوید که عوامل تولیدی که توسط بنگاه i ام به‌کار می‌رود، دست‌کم باید به اندازه‌ی عوامل به‌کار رفته توسط تولیدکننده‌ی مرجع^{۱۸} باشد (امامی‌مبیدی، ۱۳۸۴). با حل معادله (۱) برای هر بنگاه، اندازه‌ی کارآیی به دست می‌آید. در صورتی که θ یک بنگاه ۱ شود، آن بنگاه کاملاً کارآ است.

^{۱۶} Variable Return to Scale

^{۱۷} Charnes, Cooper and Rhodes (CCR)

^{۱۸} تولیدکننده‌ی مرجع یا بنگاه مرجع (reference set)، کشاورزی است که شرایط و نهاده‌های کشاورز مورد نظر برای محاسبه‌ی کارآیی با آن سنجیده می‌شود.

در عمل فرض بازده ثابت به مقیاس (مدل CRS) همواره صادق نیست؛ چرا که همهی واحدهای شالی کار منطقه، به دلایل متفاوتی مانند آثار رقابتی و محدودیت‌ها در مقیاس بهینه عمل نمی‌کنند. استفاده از این فرض زمانی که تمام بنگاه‌ها در مقیاس بهینه فعالیت نمی‌کنند، تحلیل اندازه‌های محاسبه شده برای کارآیی فنی را دچار اختلال می‌کند. استفاده از بازده متغیر نسبت به مقیاس (مدل VRS) موجب می‌شود که با محاسبه‌ی کارآیی فنی بر حسب اندازه‌های کارآیی ناشی از مقیاس و کارآیی ناشی از مدیریت، تحلیل بسیار دقیقی داده شود (امامی‌مبیدی، ۱۳۸۴). بنابراین بانکر، چارنر و کوپر^{۱۹} در سال ۱۹۸۴، مدل CRS را به گونه‌ی بسط دادند که بازده متغیر نسبت به مقیاس را در برگیرد (ره‌یافت BCC). بنابراین برای جداسازی کارآیی فنی از کارآیی مقیاس، از اندازه‌گیری کارآیی فنی خالص استفاده می‌شود. برای محاسبه کارآیی فنی با توجه به بازده متغیر نسبت به مقیاس تنها لازم است محدودیت تحذب ($NI'\lambda=1$) به معادله (۱) اضافه شود:

$$\text{Min } \theta$$

$$(۲)$$

$$\text{S.T. } -y_j + Y\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$NI'\lambda=1$$

$$\lambda \geq 0$$

اگر میان اندازه‌های کارآیی فنی تولیدکنندگان برنج از دو روش CRS و VRS تفاوت وجود داشته باشد، نشانه‌ی این است که ناکارآیی مقیاس وجود دارد و مقدار ناکارآیی مقیاس اختلاف میان کارآیی فنی حاصل از این دو روش است (لین و تسنگ^{۲۰}، ۲۰۰۵). مدل (۲)، با قید بازده متغیر نسبت به مقیاس مشخص نمی‌کند که آیا تولیدکننده در ناحیه‌ی بازده افزایشده یا کاهشده‌ی مقیاس فعالیت می‌کند. این کار در عمل با مقایسه‌ی قید بازده غیرافزاینده نسبت به مقیاس صورت می‌گیرد.

^{۱۹} Banker, Charnes and Cooper (BCC)

^{۲۰} Lin and Tseng

بررسی کارایی و اندازه‌ی بهینه‌ی... ۹

$NI' \lambda = 1 \implies$ فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس

$NI' \lambda \leq 1 \implies$ فرض بازده غیر افزایشی نسبت به مقیاس

$NI' \lambda > 1 \implies$ فرض بازده افزایشی نسبت به مقیاس

Min θ

(۳)

S.T. $-y_j + Y\lambda \geq 0,$

$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$

$NI' \lambda \leq 1$

$\lambda \geq 0$

بنابراین ماهیت نوع بازده در ناکارایی مقیاس برای یک واحد کشاورزی خاص (بنگاه)، با مقایسه‌ی اندازه‌های کارایی فنی در دو حالت بازده غیر افزایشی نسبت به مقیاس و بازده متغیر نسبت به مقیاس مشخص می‌گردد. اگر اندازه‌ی کارایی در دو حالت بالا با یکدیگر برابر باشد بنگاه دارای بازده به مقیاس کاهنده و در غیر این صورت دارای بازده افزایشی نسبت به مقیاس است (امامی‌مبیدی، ۱۳۸۴).

اندازه‌ی کارایی مقیاس (SE) نیز از تقسیم اندازه‌ی کارایی فنی بنگاه در حالت فرض بازده ثابت به مقیاس (CRS) بر اندازه‌ی کارایی فنی در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) (کارایی مدیریتی) حاصل می‌شود (Krasachat, 2003).

$$SE_i = \frac{TE_{iCRS}}{TE_{iVRS}} \quad (۴)$$

فرض بازده نسبت به مقیاس بدان معنا است که اندازه‌ی بنگاه در ارزیابی اندازه‌ی کارایی نسبی مورد توجه قرار نمی‌گیرد. کارایی مقیاس نشان‌دهنده‌ی کارایی ناشی از برتری‌های بازده نسبت به مقیاس با تغییر اندازه‌ی بنگاه، و نمایانگر توانایی بنگاه برای فعالیت در مقیاس بهینه‌ی اقتصادی است (مهرگان، ۱۳۸۳).

اگر اطلاعات مربوط به قیمت‌ها در دسترس باشد و هدف بنگاه کمینه کردن هزینه و یا بیشینه‌سازی درآمد باشد، اندازه‌گیری کارایی تخصیصی علاوه بر اندازه‌گیری کارایی فنی

امکان‌پذیر است (امامی‌میبدی، ۱۳۸۴). در این مطالعه، با توجه به این‌که داده‌های مربوط به قیمت نهاده‌ها بر حسب واحد برای تولیدکنندگان برنج در دست‌رس است، کارایی تخصیصی و کارایی هزینه (کارایی اقتصادی) اندازه‌گیری شد. برای این منظور از رویکرد کمینه‌سازی هزینه استفاده گردید. ابتدا، برای محاسبه کارایی اقتصادی از رابطه‌ی (۵) استفاده می‌شود:

$$EE = W_i X_i^* / W_i X_i \quad (5)$$

در رابطه‌ی (۵)، EE کارایی اقتصادی، W_i بردار قیمت‌های عوامل تولید و X_i^* (که با حل مسأله‌ی برنامه‌ریزی خطی رابطه‌ی ۳، به دست خواهد آمد) بردار عوامل تولیدی است که باعث کم‌ترین‌سازی هزینه‌ی تولیدکننده‌ی برنج با همان قیمت W_i و سطح تولید Y_i خواهد شد. در واقع، کارایی اقتصادی که گاهی کارایی تولید نامیده می‌شود، علاوه بر کارایی فنی کارایی تخصیصی (کارایی قیمت) را نیز در خود دارد (بخشوده و اکبری، ۱۳۸۲). در مرحله‌ی دوم، کارایی تخصیصی (AE) به صورت رابطه‌ی (۶) به دست می‌آید:

$$AE = EE/TE \quad (6)$$

برای محاسبه‌ی اندازه‌های بهینه‌ی نهاده‌ها (میانگین مصرف مناسب) برای دستیابی به مقدار تولید و کارایی موجود برای بهره‌برداران منطقه، مقدار مانده‌ی مصرف هریک از نهاده‌ها (خروجی نرم‌افزار)، از میانگین مصرف واقعی هریک از آن‌ها (مقدار مصرف شده نهاده‌ها) کم خواهد شد (نیکات و آلمدرا^{۲۱}، ۲۰۰۵). بنابراین می‌توان گفت که از تقسیم اندازه‌ی مانده‌ی نهاده‌ها بر اندازه‌ی مصرف واقعی نهاده‌ها، اندازه‌ی ناکارایی در استفاده از نهاده‌ها در تولید محصول منطقه‌ی مورد نظر به دست می‌آید.

در این مطالعه، جامعه‌ی آماری برنج‌کاران بخش کامفیروز، شهرستان مرودشت، استان فارس است. بیش از ۷۰٪ از سطح زیر کشت برنج شهرستان مرودشت در دهستان‌های این بخش جا دارد (آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، ۱۳۸۹). برای جمع‌آوری اطلاعات از

²¹ Necat and Alemdar

بررسی کارآیی و اندازه‌ی بهینه‌ی ... ۱۱

پرسش‌نامه استفاده شده و داده‌های مورد نیاز برای ارزیابی کارآیی کشتزارهای برنج منطقه‌ی مورد مطالعه از کل جامعه‌ی آماری سال کشاورزی ۸۹-۸۸ به دست آمد. برای این منظور از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد.

برای انتخاب نمونه به روش نمونه‌گیری ساده از یک جامعه با اندازه‌ی مشخص، یک نمونه‌ی مقدماتی در نظر گرفته و با استفاده از رابطه‌ی (۷) تعداد اعضای نمونه اصلی برآورد شد (عمیدی، ۱۳۷۸).

$$n = \left[\frac{z \times s}{r \times y} \right] / \left[1 + \frac{z \times s}{r \times y} \right] \quad (7)$$

در رابطه‌ی (۷)، n تعداد نمونه‌ی مورد نیاز برای بررسی کارآیی کشاورزان منطقه، Z طول نقطه‌ی متناظر با احتمال تجمعی $1-\alpha$ پخش نرمال استاندارد، r قدرمطلق خطای مورد نظر در برآورد، s واریانس نمونه‌ی اولیه، y میانگین نمونه‌ی اولیه و N تعداد اعضای جامعه (در این مطالعه کشاورزان تولیدکننده برنج است) است (عمیدی، ۱۳۷۸). برای انجام این پژوهش، ابتدا تعداد کشاورزان تولیدکننده برنج از داده‌های جهاد کشاورزی شهرستان مرودشت استخراج شد. در بخش برنج خیز کامفیروز ۵۳۰۰ شالی‌کار در حال فعالیت اند. پس از مشخص شدن جامعه‌ی مورد نظر، ۵۰ پرسش‌نامه‌ی مقدماتی از این جامعه تکمیل شد، و با محاسبه‌ی واریانس آن‌ها در سطح احتمال ۰.۵٪، نمونه‌ی انتخابی ۲۱۱ بهره‌بردار برنج بررسی شدند.

با توجه به نتایج مطالعات داخلی و خارجی و شرایط منطقه، متغیرها و داده‌های این مطالعه سطح زیر کشت، نیروی کارگر، ماشین‌آلات، بذر، کود شیمیایی (کودهای فسفات و نیترات)، سم مصرفی و آب آبیاری و قیمت هر واحد نهاده‌های تولید انتخاب شد.

نتایج و بحث

میانگین، بیشینه، کمینه و انحراف معیار متغیرهای شالی‌کاران منتخب شهرستان مرودشت در جدول (۱) آمده است.

جدول (۱). توصیف آماری متغیرهای در تولید برنج بخش کامفیروز در سال ۸۹-۱۳۸۸

نام متغیر	میانگین	بیشینه	کمینه	انحراف معیار
تولید (کیلوگرم/هکتار)	۲۶۷۱/۲۲	۳۵۰۰	۱۲۰۰	۳۷۲/۳۹
سطح زیر کشت (هکتار)	۲/۳۴	۸	۰/۵	۱/۵۱
نیروی کار (روز-نفر/هکتار)	۵۳/۷۶	۷۴	۹/۵	۱۵/۸۳
ماشین آلات (ساعت/هکتار)	۷/۹۲	۱۰	۴/۸	۰/۹۵
بذر (کیلوگرم/هکتار)	۱۱۱/۸۵	۱۲۶/۲۵	۶۸/۵	۱۰/۷۳
کود شیمیایی (کیلوگرم/هکتار)	۵۱۵/۳۶	۶۵۰	۱۱۰	۱۳۱
سم (لیتر/هکتار)	۱/۹۰	۳	۰/۲	۰/۵۴
آب مصرفی (مترمکعب/هکتار)	۱۸۹۸۷/۷۲	۶۴۹۶۰	۴۰۶۰	۱۲۲۸۴/۷۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

میانگین برداشت برنج در بخش کامفیروز ۲/۶۷ در هر هکتار است (جدول ۱). با توجه به این که در متغیر سطح زیر کشت، مساحت مفید کشتزارها آورده شده است، و با توجه به پایین بودن میانگین این نهاده، به نظر می‌رسد درصد خرده‌مالکی در این منطقه نسبتاً بالا است.

بررسی کارآیی و اندازه‌ی بهینه‌ی... ۱۳

جدول (۲). پخش فراوانی و توصیف آماری انواع کارآیی شالی کاران بخش کامفیروز

کارآیی فنی		کارآیی اقتصادی		کارآیی مدیریتی		کارآیی مقیاس		دامنه‌ی تغییرات کارآیی - درصد
درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
-	-	۷۳/۴۶	۱۵۵	۴۱/۲۳	۸۷	-	-	< 0.30
۰/۴۷	۱	۱۳/۲۷	۲۸	۲۷/۰۱	۵۷	۰/۹۴	۲	$30 < X \leq 40$
۰/۴۷	۱	۶/۱۶	۱۳	۱۲/۷۹	۲۷	۵/۶۹	۱۲	$40 < X \leq 50$
۱/۸۹	۴	۳/۳۲	۷	۱۰/۴۳	۲۲	۱۸/۹۶	۴۰	$50 < X \leq 60$
۶/۶۳	۱۴	۱۰/۹۰	۲۳	۰/۴۷	۱	۳/۷۹	۸	$60 < X \leq 70$
۱۷/۰۶	۳۶	۵۶/۴۰	۱۱۹	۱/۴۲	۳	۱/۸۹	۴	$70 < X \leq 80$
۳۲/۷	۶۹	۱۸	۳۸	۰/۴۷	۱	۵/۲۱	۱۱	$80 < X \leq 90$
۴۰/۷۶	۸۶	۱۴/۶۹	۳۱	۱/۴۲	۳	۲/۳۷	۵	$90 < X \leq 100$
۰/۹۱		۰/۷۹		۰/۲۹		۰/۴۰		میانگین
۱		۱		۱		۱		بیشینه
۰/۳۷		۰/۶۸		۰/۰۷		۰/۱۲		کمینه
۰/۱۱		۰/۰۹		۰/۱۶		۰/۱۶		انحراف معیار

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بیش‌ترین کارآیی فنی که نشان‌دهنده‌ی بیشینه‌سازی تولید است، میان بازه‌ی ۷۰-۶۰٪ بود، که ۳۸/۳۹٪ از کل نمونه‌ی مورد بررسی است (جدول ۲). اما اندازه‌ی کارآیی تخصیصی و اقتصادی مربوط به همین بازه بسیار کم و کم‌تر از ۴٪ است. این موضوع نشان می‌دهد که با این‌که بیش‌تر تولیدکنندگان از لحاظ فنی در شرایط مناسبی به سر می‌برند، اما با توجه به قیمت‌های موجود از نهاده‌ها به صورت کارآ استفاده نمی‌کنند و سودآوری آن‌ها در شرایط مساعدی نیست. میانگین کارآیی فنی (در شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس) در این منطقه، ۷۲٪ است. بررسی اندازه‌های کمینه و بیشینه‌ی مربوط به این نوع کارآیی می‌گوید که از راه

کاهش اختلاف کارایی میان کارآترین بهره‌بردار و دیگر بهره‌برداران می‌توان به طور متوسط کارایی فنی شالی‌کاران را ۲۸٪ بهبود بخشید. تفاوت میان بهترین و بدترین تولیدکننده از نظر کارایی تخصیصی ۸۸٪ است، و این نشان می‌دهد که اختلاف بسیار زیادی میان تولیدکنندگان برنج از نظر تخصیص بهینه‌ی منابع با توجه به قیمت آن‌ها وجود دارد، و شالی‌کاران از این نظر چندان موفق عمل نمی‌کنند. میانگین کارایی تخصیصی منطقه‌ی مورد بررسی ۴۰٪ است، یعنی به طور میانگین واحدهای مورد مطالعه با ۶۰٪ ناکارایی تخصیصی روبه‌رو است. بنابراین، اگر چه شالی‌کاران در ترکیب نهاده‌ها ترکیب بهینه‌ی فنی را تا حد نسبتاً بالایی رعایت می‌کنند، اما میانگین کارایی تخصیصی به دست آمده در منطقه نشان می‌دهد که در استفاده از نهاده‌ها برای تولید با کمترین هزینه، موفق عمل نمی‌کنند، در حالی که با رعایت این اصل می‌توانند با همان اندازه‌ی تولید به درآمد بیشتری دست یابند. میانگین کارایی اقتصادی برای این منطقه ۲۹٪ محاسبه شده است. به گفته‌ی دیگر، واحدهای مورد مطالعه به طور متوسط ۷۱٪ ناکارایی اقتصادی دارد. از آن‌جا که کارایی اقتصادی در تولید یکی از معیارهای سنجش کسب درآمد و سوددهی واحدهای تولیدی است، این شالی‌کاران با رسیدن به یک تخصیص بهینه‌ی منابع می‌توانند به سادگی درآمد خود را در حدود ۷۱٪ افزایش دهند.

دامنه‌ی تغییرات کارایی اقتصادی میان بهترین و بدترین واحد تولیدی به دلیل تفاوت در هزینه‌های تولید در واحد هکتار، ۹۳٪ است، و نشان می‌دهد که اختلاف بسیار زیادی میان کشاورزان منطقه از لحاظ سودبری وجود دارد. به گفته‌ی دیگر، اگر هزینه‌ی متغیر سالانه را که برای کشت یک هکتار محصول لازم است، به نوعی سرمایه‌ی نقدی کشاورز برای کشت یک هکتار برنج بدانیم، این نتایج نشان می‌دهد که شالی‌کاران منطقه در هزینه کردن سرمایه‌ی خود چندان موفق عمل نمی‌کنند.

در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس، کارایی فنی از حاصل ضرب کارایی مقیاس (SE) و کارایی مدیریتی (VRS) حاصل می‌شود و با حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس برابر است (امامی‌میبدی، ۱۳۸۴). بالا بودن کارایی مدیریتی نشان می‌دهد که دانش فنی در استفاده از

بررسی کارآیی و اندازه‌ی بهینه‌ی... ۱۵

فناوری نه چندان پیشرفته‌ی کنونی با توجه به منابع موجود که با استفاده از کارآیی فنی بازگو می‌شود، تاثیر بسیار زیادی دارد. بنابراین می‌توان گفت که برنج‌کاران منطقه‌ی مورد مطالعه، مدیریت نسبتاً خوبی بر استفاده از نهاده‌ها برای رسیدن به بیش‌ترین محصول اعمال کرده‌اند. بهترین اندازه‌ی میانگین کارآیی‌های محاسبه شده در منطقه مربوط به کارآیی مقیاس با مقدار متوسط ۹۱٪ است (جدول ۲). بنابراین به نظر می‌رسد که در شهرستان مرودشت مشکلات مربوط به ناکارآیی مقیاس در تولید برنج، کم‌تر از مشکلات ناکارآیی فنی و مدیریتی است. جدول (۳)، نتایج فراوانی بازده نسبت به مقیاس در میان بهره‌برداران برنج منطقه مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول (۳). فراوانی بازده نسبت به مقیاس در شالی‌کاران بخش کامفیروز شهرستان

مرودشت

درصد	تعداد (فراوانی نسبی)	نوع بازده نسبت به مقیاس
۲/۴	۵	بازده کاهنده نسبت به مقیاس (DRS)
۳/۳	۷	بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)
۹۴/۳	۱۹۹	بازده فزاینده نسبت به مقیاس (IRS)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تنها ۲/۴ برنج‌کاران در نمونه‌ی مورد بررسی بازده کاهشی نسبت به مقیاس و ۳/۳٪ بازده ثابت نسبت به مقیاس داشته‌اند، در حالی که بیش از ۹۴٪ شالی‌کاران منطقه، بازده افزایشی نسبت به مقیاس داشته‌اند، یعنی با افزایش هم‌زمان همه‌ی نهاده‌ها به اندازه‌ی ۱٪، مقدار تولید بیش از ۱٪ افزایش یافت (جدول ۳). در واقع، بازدهی افزایشی نسبت به مقیاس نشان می‌دهد که در صورت افزایش سطح زیر کشت و دیگر نهاده‌ها، تولید به مقدار چشم‌گیری افزایش می‌یابد. بنابراین، در این منطقه، تولیدکنندگان با افزایش استفاده از نهاده‌ها می‌توانند با توجه به ثابت ماندن دیگر شرایط تأثیری مثبت بر اندازه‌ی کارآیی داشته باشند. در نتیجه، بیش‌تر کشاورزان تولیدکننده‌ی برنج آن‌گونه که باید، از نهاده‌های تولیدی خود استفاده نمی‌کنند و اندازه‌ی خطرپذیری آن‌ها ناچیز است. در واقع اندازه‌ی تولید با توجه به اندازه‌ی مزرعه بهینه

نیست. از تقسیم اندازه‌ی مازاد نهاده‌ها بر اندازه‌ی مصرف واقعی نهاده‌ها، اندازه‌ی ناکارایی در استفاده از نهاده‌ها در تولید محصول منطقه‌ی مورد نظر به دست می‌آید (جدول ۴).

جدول (۴). مقایسه میانگین اندازه‌ی نهاده‌ی مصرف شده و اندازه‌ی بهینه‌ی نهاده‌ی مورد

استفاده در هر هکتار تولید برنج بخش کامفیروز

درصد ناکارایی در مصرف نهاده	مقدار مصرف بهینه (میانگین مصرف مطلوب)	مازاد مصرف (input slacks)	مقدار مصرف شده (میانگین مصرف واقعی)	نهاده
۳۹/۷۴	۱/۴۱	۰/۹۳	۲/۳۴	سطح زیر کشت (هکتار)
۵/۶۲	۵۰/۷۴	۳/۰۲	۵۳/۷۶	نیروی کار (روز-نفر)
۰/۵۱	۷/۸۸	۰/۰۴	۷/۹۲	ماشین‌آلات (ساعت)
۰/۵۵	۱۱۱/۳۳	۰/۶۲	۱۱۱/۸۵	بذر (کیلوگرم)
۲/۰۷	۵۰۴/۶۸	۱۰/۶۸	۵۱۵/۳۶	کود شیمیایی (کیلوگرم)
۳۴/۷۳	۱/۲۴	۰/۶۶	۱/۹۰	اندازه‌ی سم (لیتر)
۴۰/۰۰	۱۱۴۲۰/۷۱	۷۵۹۵/۰۱	۱۸۹۸۷/۷۲	آب آبیاری (مترمکعب)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

برای رسیدن به بیشینه‌ی کارایی اقتصادی، دیده می‌شود که میانگین مصرف نهاده‌ها بالاتر از اندازه‌ی بهینه‌ی آن‌ها است (جدول ۴). نهاده‌های بذر، کود شیمیایی و ماشین‌آلات نسبت به دیگر نهاده‌ها تقریباً در سطح بهینه‌ی برای تولید استفاده شده است، اما دیگر نهاده‌ها بیش‌تر از مقدار بهینه استفاده شده است. این زیادی مصرف نسبت به حالت بهینه به ترتیب در آب آبیاری، سطح زیرکشت، و سم نمود بیش‌تری دارد. شالی‌کاران منطقه در مصرف نهاده‌ی آب ۴۰٪ ناکارایی دارد. بنابراین، بنا بر خصوصیات محصول برنج، روش‌های آبیاری، کیفیت و کمیت آب مصرفی باید ارزیابی گردد. با توجه به اندازه‌های میانگین مصرف واقعی و مازاد مصرف آب، اندازه‌ی مصرف بهینه‌ی این نهاده‌ی مهم برای تولید برنج، حدود ۱۱۴۲۰ مترمکعب در هکتار بود. شالی‌کاری منطقه علاوه بر نهاده‌ی آب، در مصرف سم نیز ۳۴/۷۳٪

بررسی کارآیی و اندازه‌ی بهینه‌ی... ۱۷

ناکارآیی دارد و می‌تواند با کاهش تقریباً ۳۵٪ از مصرف سم، بی‌کاهش در تولید به فعالیت ادامه دهد. این کشاورزان ۳۹/۷۴٪ ناکارآیی در مصرف زمین، و ۵/۶۲٪ در مصرف نیروی کار در هکتار داشتند، که می‌توانند با ۳۹/۷۴٪ کاهش در مصرف زمین و ۵/۶۲٪ کاهش در به‌کارگیری نیروی کار، بی‌کاهش در تولید، با هزینه‌ی کم‌تر به فعالیت ادامه دهند، و به مرز تولید در مقایسه با شالی‌کاران کارآ برسند. مطالعات همسان مانند برازدیک (۲۰۰۶)، اسپورن و تروبلود (۲۰۰۶)، نیکات و المدار (۲۰۰۵)، زراءنژاد و یوسفی‌حاجی‌آباد (۱۳۸۸)، پاکروان و همکاران (۱۳۸۸) با این نتیجه هم‌خوانی دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه انواع کارآیی شالی‌کاران شهرستان مرودشت و اندازه‌ی بهینه‌ی استفاده از نهاده‌ها برای دست‌یابی به بیشینه‌ی کارآیی، بی‌تغییر در اندازه‌ی فعلی تولید محاسبه شد. بررسی انواع کارآیی شالی‌کاران منطقه نشان داد که تولیدکنندگان برنج در شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس دارای کارآیی فنی متوسط ۷۲٪ اند. بنابراین، یک پتانسیل ۲۸ درصدی با همین منابع موجود، برای افزایش تولید شالی‌کاران منطقه وجود دارد. می‌توان پیشنهاد کرد که با فن‌آوری موجود برای افزایش تولید اقدام شود.

اختلاف ۷۰ درصدی میان بیش‌ترین و کمترین اندازه‌ی کارآیی فنی تولیدکنندگان برنج نشان می‌دهد که هنوز اختلاف زیادی میان شالی‌کاران منطقه وجود دارد. این اندازه‌ی اختلاف را می‌توان با روش‌های گوناگون کاهش داد. برای نمونه پیشنهاد می‌شود کشاورزان نمونه که اندازه‌ی کارآیی آن‌ها بیش‌تر است، به دیگر کشاورزان منطقه معرفی شوند تا در صورت نیاز بتوانند در عمل با برنامه‌های این بهره‌برداران نمونه و کارآ آشنا گردند.

نتایج کارآیی تخصیصی و اقتصادی نشان داد که این دو کارآیی در بیش‌تر واحدهای کشاورزی برنج، پایین است و شکاف نسبتاً زیادی میان واحدهای بهره‌بردار، از نظر این دو کارآیی وجود دارد. این موضوع نشان‌دهنده‌ی ناموفق بودن شالی‌کاران در تولید اقتصادی است، که برای تولید

در کم‌ترین هزینه، در تامین نهاده‌ها محدودیت‌هایی دارند. در این زمینه می‌توان با فعالیت‌های آموزشی و ترویجی، توجه کشاورزان و رفع محدودیت‌های احتمالی بازار نهاده‌ها، بر کارایی تخصیصی و اقتصادی آن‌ها افزود و از این راه درآمدشان را بالا برد. مناسب بودن کارایی مدیریتی، نشان از آن دارد که کشاورزان باتجربه برای تولید بیش‌ترین محصول، حسن تدبیر در مدیریت تولید و قدرت ترکیب مناسب نهاده‌های در دسترس را دارند. ارزیابی کارایی مقیاس نشان می‌دهد که میانگین کارایی مقیاس تولید برنج در شهرستان مرودشت، ۹۱٪ است. با توجه به این‌که حدود ۹۴٪ از تولیدکنندگان نسبت به مقیاس بازده افزایشی دارند، اندازه‌ی تولید با توجه به اندازه‌ی مزرعه به گونه‌ی بهینه نیست، و این می‌تواند به دلیل محافظه‌کارانه عمل کردن کشاورزان در استفاده از نهاده‌ها برای تولید باشد. بنابراین دولت می‌تواند با بهبود حمایت‌های لازم از تولید این محصول، به عنوان یک محصول راه‌بردی کشاورزی، اندازه‌ی خطرپذیری کشاورزان در تولید و افزایش استفاده از نهاده‌ها را افزایش دهد.

مقایسه‌ی میانگین اندازه‌ی نهاده مصرف شده و اندازه‌ی بهینه‌ی نهاده‌ی مورد استفاده در هر هکتار تولید برنج شهرستان مرودشت نشان داد که تمامی نهاده‌های ذکر شده در منطقه‌ی مورد بررسی، بیش‌تر از مقدار بهینه‌ی مورد استفاده قرار گرفته است. در این میان، نهاده‌های آب آبیاری، سطح زیر کشت و سم مصرفی بیش‌ترین اضافه‌ی مصرف را داشت. بنابراین با توجه به اندازه‌ی ناکارایی نهاده‌های مورد استفاده در تولید برنج، کشاورزان منطقه می‌توانند آب آبیاری، سطح زیر کشت و سموم مصرفی را بی‌کاهش در تولید محصول کاهش دهند. با توجه به نتایج به دست آمده، یک سیاست قیمتی مناسب برای نهاده‌ی آب، فراهم کردن خدمات توسعه‌ی و ترویجی در مورد استفاده‌ی درست از نهاده‌های تولیدی مانند اندازه‌ی سموم مصرفی و بهره‌گیری شالی‌کاران از روش‌های مدرن آبیاری توصیه می‌شود.

منابع

- اداره‌ی آمار و فن‌آوری اطلاعات و تجهیز شبکه‌ی سازمان جهاد کشاورزی استان فارس (۱۳۸۹). سطح کشت و برداشت محصولات زراعی استان فارس و شهرستان‌های تابعه، سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷، سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی.
- امامی‌میبدی، ع. (۱۳۸۴). اصول اندازه‌گیری کارآیی و بهره‌وری (علمی - کاربردی)، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، چاپ دوم، ۱۵۱-۱۲۵.
- بخشوده، م. و اکبری ا. (۱۳۸۲). اقتصاد کشاورزی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- پاکروان، م. ر.، مهرابی بشرآبادی، ح. و شکیبایی، ع. ر. (۱۳۸۸). تعیین کارآیی برای تولیدکنندگان کلزا در شهرستان ساری، *مجله‌ی تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۱(۴): ۹۲-۷۷.
- دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۹). آمارنامه‌ی کشاورزی جلد اول محصولات زراعی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷، تهران، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی.
- زراءنژاد، م. و یوسفی حاجی‌آباد ر. (۱۳۸۸). ارزیابی کارآیی فنی تولید گندم در ایران (با استفاده از دو رهیافت پارامتری و ناپارامتری)، *فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی*، ۹ (۲): ۱۷۲-۱۴۵.
- سادات موذنی، س. و کرباسی، ع. (۱۳۸۷). اندازه‌گیری انواع کارآیی با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها: مطالعه‌ی موردی پسته‌کاران شهرستان زرنده. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۶: ۱-۱۶.
- شاکری، ع. و گرشاسبی، ع. ر. (۱۳۸۷). برآورد کارآیی فنی برنج در استان‌های منتخب ایران. *پژوهش‌نامه‌ی علوم انسانی و اجتماعی علوم اقتصادی*، ۸(۳): ۹۶-۸۱.

- صبحی، م. و مجرد، ع. (۱۳۸۸). بررسی کارآیی پنبه‌کاران استان خراسان با استفاده از رهیافت پارامتری، *مجله‌ی تحقیقات اقتصاد و توسعه‌ی کشاورزی ایران*، ۲-۴۰(۲): ۲۷-۳۵.
- عمیدی، ع. (۱۳۷۸). نظریه‌ی نمونه‌گیری و کاربردهای آن، مرکز نشر دانشگاهی، جلد اول.
- فریادرس، و.، چیدری، ا.م. و مرادی، ا. (۱۳۸۱) اندازه‌گیری و مقایسه‌ی کارآیی پنبه‌کاران ایران. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۰(۴): ۸۹-۱۰۲.
- مهرگان، م.ر. (۱۳۸۳). مدل‌های کمی در عمل‌کرد سازمان‌ها، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- نجفی، ب. و زیبایی، م. (۱۳۷۳). بررسی کارآیی فنی گندم‌کاران فارس: مطالعه‌ی موردی، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۷: ۷-۸۶.
- یعقوبی، م. (۱۳۸۹). بررسی عمل‌کرد تعاونی‌ها و واحدهای غیرتعاونی شیلات منطقه‌ی گواتر استان سیستان و بلوچستان، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

- Adachi, K., Del Ninno, C. and Liu, D. (2010). Technical Efficiency in Bangladesh Rice Production Are There Threshold Effects in Farm Size? *Poster prepared for presentation at the Agricultural and Applied Economics Association 2010AAEA, CAES, and WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado, July 25-27.*
- 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.
- Battese, G. and Broca, S. (1996). Functional forms of stochastic production functions and models for technical inefficiency effects: comparative study for wheat farmers in Pakistan. Working papers in econometrics and applied statistics, 96. Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). Measuring The Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444.
- Dhugana, B.R., Nuthall, P.L. and Nartea, G.V. (2004). Measuring the Economic Inefficiency of Nepales Rice Farms Using Data

- Envelopment Analysis, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 48: 347-369.
- Farrel, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120: 253-290.
- Khan, A., Azmal Huda, F. and Alam, A. (2010). Farm Household Technical Efficiency: A Study on Rice Producers in Selected Areas of Jamalpur District in Bangladesh, *European Journal of Social Sciences*, 14(2): 262-271.
- Krasachat, W. (2003). Technical efficiencies of rice farms in Thailand: a non-parametric approach, *Hawaii International Conference on Business*, Honolulu.
- Lin, L.C. and Tseng, L.A. (2005). Application of DEA and SFA on the Measurement of Operating Efficiencies for 27 International Container Ports, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5: 592 – 607.
- Necat, m. and Alemdar, T. (2005). Technical Efficiency Analysis of Tobacco Farming in Southeastern Anatolia, Department of Agricultural Economics of Çukurov, University Turkey.
- Osborne, S. and Trueblood, M.A. (2006). An Examination of Economic Efficiency of Russian Crop Production in The Reform Period. *Journal of Agricultural Economics*, 34: 25-38.
- Seiford, L.M. (1996). Data envelopment analysis: The evolution of the state of the art (1978-1995), *Journal of Productivity Analysis*, 7(2-3): 99-137.
- Tan, S., Heerinkb, N., Kuyvenhovenb, A. and Quc F. (2010). Impact of Land Fragmentation on Rice Producers' Technical Efficiency In south-East China. *Wageningen Journal of Life Sciences*, 57: 117–123.
- Tozer, P. (2010). Measuring the Efficiency of Wheat Production of Western Australian Growers, Paper presented to the 54th annual meeting of the Australian Agricultural and Resource Economics Society, Adelaide, SA. Australia.