اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۸، شمارهٔ ۱۱۰، تابستان ۱۳۹۹

DOI: 10.30490/aead.2020.252248.0

بررسی کارآیی انارکاران شهرستان خاش با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل فراکارآیی

محمدحسین کریم[۱]، اسراء کریم[۲]، حسین امیری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۲۸

چکیده

هدف تحقیق حاضر بررسی کارآیی انارکاران شهرستان خاش با استفاده از دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل فراکارآیی بود. اطلاعات مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه از انارکاران شهرستان خاش جمع‌آوری شد. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین سطح کارآیی فنی در شهرستان خاش در مدل با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس ۰/۴۶ و در مدل بازده متغیر

۱- نویسنده مسئول و عضو هیئت علمی دانشکدهٔ اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
(karim@khu.ac.ir)

۲- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد مطالعات بین‌الملل و منطقه‌ای، دانشگاه تهران، ایران.
(Asra.k2003@yahoo.com)

۳- عضو هیئت علمی دانشکدهٔ اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. (h.amiri@khu.ac.ir)

نسبت به مقیاس ۰/۶۸ است و بین باغ‌های مورد بررسی، تفاوت آشکار در سطح کارآیی فنی وجود دارد، که مهم‌ترین علت آن ناکارآمدی در نحوه مدیریت استفاده از نهاده‌هاست. دامنه سطوح کارآیی در رهیافت فراکارآیی نیز بین ۰/۰۸ تا ۶/۸۶ درصد به‌دست آمد، که نشان‌دهندهٔ تفاوت بسیار زیاد بین باغ‌های انار در نمونه مورد بررسی به‌لحاظ میزان مصرف نهاده‌هاست. همچنین، نتایج رتبه‌بندی باغ‌های انار با استفاده از رهیافت فراکارآیی با فرض نهاده‌گرا نشان داد که رتبه باغ‌های ناکارآ مشابه تحلیل پوششی داده‌هاست. از این‌رو، توصیه می‌شود که با مدیریت صحیح و تخصیص بهینه نهاده‌های مورد استفاده در فرآیند تولید انار و حمایت ارگان‌های مربوط، امکان افزایش و بهبود کارآیی تولیدکنندگان انار فراهم آید.

کلیدواژه‌ها: *تحلیل پوششی داده‌ها، فراکارآیی، انارکاران، خاش (شهرستان).*
طبقه‌بندی JEL: C2, Q1

مقدمه

همه کشورهای جهان در پی دستیابی به پیشرفت در زمینه کشاورزی هستند (به‌ویژه در مواردی که گسترش طولی با استفاده از منابع بیشتر با موانع دسترسی مواجه است) و می‌کوشند تا با مصرف مقداری مشخص از منابع، بر میزان تولید خود بیفزایند. در هر نظام تولیدی، افزایش کارآیی در بهره‌برداری از نهاده‌ها از اصول اولیه و اهداف اساسی به‌شمار می‌رود. در ترسیم افق جدید در راستای توسعه کشاورزی کشور و به تبع آن، شکوفایی اقتصادی و ایجاد اشتغال و نیز کاهش فشار بر ذخایر، ارزیابی عملکرد کشاورزی حائز اهمیت است (Kumbhakar et al., 1993).

بنابراین، در این شرایط، پژوهش در زمینه کارآیی و محاسبه آن حائز اهمیت است، زیرا این امکان را فراهم می‌آورد که از منابع به‌صورت بهینه استفاده شود. در همین راستا، مطالعهٔ حاضر به بررسی کارآیی انارکاران شهرستان خاش به‌منظور رفع موانع موجود بر سر راه ایجاد

امکان افزایش تولید و درآمد انارکاران و ارائهٔ راهکارهای مناسب در راستای بهبود کارآیی آنها پرداخته است.

در این میان، یکی از مشکلات باغداران ضعف مدیریت و ناکارآیی اقتصادی واحدهای تولیدکننده است. از این‌رو، مناسب‌ترین راهکار افزایش درآمد تولیدکنندگان و کاهش هزینه‌های تولید، تخصیص بهینه منابع و استفاده مناسب از عوامل تولید و بهبود کارآیی تولیدکنندگان با توجه به امکانات و محدودیت‌های موجود است (Hajiani et al., 2005). شایان یادآوری است که تولید انار در ایران با مشکلاتی روبه‌رو بوده و بر اثر خشکسالی‌های پی‌درپی، کاهش کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی، سرمازدگی، پایین بودن میزان صادرات در مقایسه با میزان تولید، عدم وجود صنایع تبدیلی مورد نیاز، عدم گسترش مطلوب صنعت بیمه و خسارات ناشی از آفات و امراض، تولید انار در کشور با تهدید مواجه شده است (Hosseinzadeh et al., 2011). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، میزان تولید و سطح زیرکشت انار در استان سیستان و بلوچستان به ترتیب ۱۹۰۲۵ تن و ۲۱۶۴ هکتار با متوسط عملکرد ۱۱۹۲۶ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۷ می‌باشد. در این بین شهرستان خاش به دلیل تنوع آب و هوایی مستعد با عرضه انار مرغوب، بالاترین میزان تولید این محصول در سیستان و بلوچستان را داراست. سطح زیر کشت محصولات باغی شهرستان خاش ۱۵ هزار هکتار است که ۶۵۰ هکتار به انار اختصاص دارد (۳۰ درصد از انار استان سیستان و بلوچستان در شهرستان خاش تولید می‌گردد). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، میزان تولید انار در شهرستان خاش ۴۲۲۰ تن در سال ۱۳۹۷ می‌باشد که حدود ۴۰ هکتار نسبت به سال گذشته افزایش داشته است (MAJ, 2018).

در زمینهٔ کارآیی محصولات کشاورزان، مطالعات گوناگون انجام شده است که در پی، پاره‌ای از این پژوهش‌ها یادآوری می‌شود.

موذنی و کرباسی (Moazeni and Karbasi, 2008)، با استفاده از روش تحلیل فراگیر (پوششی) داده‌ها، انواع کارآیی فنی، تخصیصی، اقتصادی، مدیریتی و نیز کارآیی مقیاس

پسته‌کاران شهرستان زرند را اندازه‌گیری کردند؛ نتایج نشان داد که به‌طور متوسط، کارآیی فنی دشت‌های زرند و سیریز، به‌ترتیب، حدود ۵۲ و ۶۲ درصد است.

صبوحی و مجرد (Saboohi Sabooni and Mojarad, 2009)، با استفاده از رهیافت پارامتریک، کارآیی پنبه‌کاران استان خراسان را بررسی کردند و به‌منظور محاسبه کارآیی، به برآورد تابع تولید مرزی تصادفی ترانسلوگ (TSFPF) بر مبنای داده‌های ترکیبی پرداختند؛ نتایج نشان داد که میزان کارآیی فنی نسبت به کارآیی مقیاس کمتر و متوسط کارآیی فنی و مقیاس پنبه‌کاران، به‌ترتیب، ۶۳ و ۸۸ درصد است.

سردار شهرکی و همکاران (Sardar Shahraki et al., 2012)، با روش تحلیل پوششی داده‌ها، به محاسبه کارآیی و بازده نسبت به مقیاس تولیدکنندگان انگور منطقه سیستان پرداختند. طبق نتایج مطالعه آنها، بخش کشاورزی زهک بیشترین کارایی مقیاس با مقدار ۷۱ درصد را به خود اختصاص داده و مقدار بازده نسبت به مقیاس در بخش‌های کشاورزی زابل، زهک و هیرمند، به‌ترتیب، ۱/۳۵، ۱/۱۸ و ۱/۳۴ است و کلیه نهاده‌ها (به‌جز نیروی کار اجاره‌ای که در هر سه شهرستان، بیش از حد مصرف شده است) به‌طور منطقی و اقتصادی مورد مصرف انگورکاران قرار گرفته‌اند.

ویلانو و فلمینگ (Villano and Fleming, 2006)، با به‌کارگیری توابع تولید مرزی تصادفی (اشکال توابعی ترانسلوگ و درجه دو) به‌طور همزمان، عدم کارآیی فنی و مخاطرهٔ تولید مربوط به ۴۶ شالیکار منطقهٔ لوزون مرکزی کشور فیلیپین را با استفاده از مجموعه داده‌های یک دوره هشت‌ساله تحلیل کردند؛ نتایج نشان داد که در طول این دوره زمانی، میانگین کارآیی فنی ۷۹ درصد است و متوسط محصول از سطح زیر کشت برنج، نیروی کار و میزان استفاده از کود شیمیایی به‌گونه‌ای معنی‌دار تأثیر می‌پذیرد.

پیت و تان‌کروز (Pate and Tan-Cruz, 2007) به اندازه‌گیری کارآیی فنی برنج‌کاران آبی و دیمی پانزده منطقهٔ فیلیپین طی دوره زمانی ۲۰۰۲-۱۹۹۱ پرداختند و برای تعیین کارآیی فنی بهره‌برداران، از رهیافت پارامتریک SFA استفاده کردند که دربرگیرندهٔ متغیرهای تابع

مرزی سطح زیر کشت، کودهای شیمیایی پتاسیم و فسفر، بذر و هزینهٔ کارگر است؛ سرانجام، میانگین کارآیی تولیدکنندگان برنج آبی و دیم، به‌ترتیب، ۰/۹۲ و ۰/۸۹ به‌دست آمد.

آداچی و همکاران (Adachi et al., 2010)، با به‌کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها، کارآیی فنی تولید برنج در دو بخش برو و آمان کشور بنگلادش را بررسی کردند و با جمع‌آوری اطلاعات ۹۶۰ خانوار برنج‌کار از ۶۴ روستا در سال ۲۰۰۸، با استفاده از روش ناپارامتریک، میانگین کارآیی فنی مناطق یادشده را به‌ترتیب، ۰/۷۵۶ و ۰/۷۲۱ به‌دست آوردند.

تان و همکاران (Tan et al., 2010)، با استفاده از مدل مرزی تصادفی، به بررسی تأثیر قطعات زمین بر کارآیی فنی برنج‌های زودرس، دیررس و تک‌فصلی در سه روستای جنوب شرقی چین پرداختند؛ نتایج نشان داد که میانگین کارآیی فنی برای سه نوع برنج زودرس، دیررس و تک‌فصلی، به‌ترتیب، ۹۱، ۸۹، ۸۰ درصد است و از بین خصوصیات اجتماعی و اقتصادی برنج‌کاران مورد بررسی و مزارع آنها، متغیرهای سن، تحصیلات، اندازه خانوار، تعداد قطعات، اندازه قطعات، کیفیت خاک و دسترسی به اعتبارات بر کارآیی بهره‌برداران مؤثرند.

خان و همکاران (Khan et al., 2010)، در مطالعهٔ کارآیی فنی برنج و تعیین عوامل مؤثر بر آن در منطقه جمال‌پور بنگلادش، با بررسی ۱۵۰ واحد زراعی دو گونه برنج این منطقه، میزان کارآیی فنی را با استفاده از روش تولید مرزی تصادفی (با به‌کارگیری تابع کاب- داگلاس و تخمین حداکثر درست‌نمایی) بیش از نود درصد برآورد کردند. متغیرهای مورد استفاده در تابع مرزی تصادفی در این پژوهش عبارت لودند از زمین، نیروی کار، بذر، کود شیمیایی، کود حیوانی و ماشین‌آلات؛ همچنین، سن، تحصیلات و تجربه کشاورز متغیرهای مدل عدم کارآیی بودند، که تنها عامل تحصیلات بر کارآیی فنی برنج‌کاران مورد بررسی مؤثر شناخته شد.

رحمان و آنیک (Rahman and Anik, 2020)، در بررسی تأثیر تغییرات اقلیم، ویژگی‌های بوم‌شناختی و اقتصادی- اجتماعی بر بهره‌وری کشاورزی و تغییرات کارآیی در

بنگلادش، نشان دادند که میانگین نمره کارآیی کشاورزان ۰/۷۴ بوده و دارای فاصلهٔ چشمگیر با میزان لازم برای بهبود تولید از طریق توزیع مجدد منابع است.

با توجه به پیشینهٔ پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که از هر دو روش کارآیی (پارامتریک و ناپارامتریک) برای محاسبه عملکرد کشاورزان استفاده شده است. هرچند، شمار مطالعات انجام‌شده در زمینه کارآیی بسیار است، اما معدودی از پژوهش‌ها با روش فراکارآیی صورت گرفته است. از این‌رو، در پژوهش حاضر؛ با هدف رتبه‌بندی کامل تولیدکنندگان انار، از دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و مدل تحلیل فراکارآیی (که خود برگرفته از روش پایه غیرفراسنجشی است) استفاده شده است.

مبانی نظری و روش تحقیق

برای ارزیابی عملکرد یک مجموعه، سازمان یا واحدهای باغی، شاخص‌های گوناگون وجود دارد؛ یکی از مهم‌ترین آنها شاخص کارآیی است. محاسبهٔ کارایی نیز به روش‌های گوناگون صورت می‌گیرد، که به دو گروه عمده روش‌های فراسنجشی (پارامتریک) و غیرفراسنجشی (ناپارامتریک) تقسیم می‌شوند. تابع تولید مرزی تصادفی مهم‌ترین و کاربردی‌ترین روش محاسبه کارآیی به روش فراسنجشی است. در این روش، نیاز به تعیین شکل تابع تولید است که در نهایت، تابع تولید مرزی در آن تخمین زده می‌شود. استفاده فراوان از دو روش عمده محاسبه کارایی (برنامه‌ریزی خطی و اقتصادسنجی) طی سال‌های بعد از معرفی این روش‌ها، در علوم مختلف و در سال‌های اخیر نشان از جامعیت و محبوبیت این روش‌ها دارد. در پژوهش حاضر، کارآیی تولیدکنندگان انار شهرستان خاش با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس[1] و بازده متغیر نسبت به مقیاس[2] محاسبه و ارزیابی شده است. همچنین، کارآیی مقیاس باغ‌ها و نوع بازده نسبت به مقیاس

1. constant return to scale (CRS)
2. variable return to scale (VRS)

آنها مشخص شده و علاوه بر آن، با استفاده از مدل تحلیل پوششی فراکارآیی، باغ‌های نمونه رتبه‌بندی شده است. در ادامه، نتایج ارزیابی عملکرد تولیدکنندگان انار با استفاده از روش پایه تحلیل پوششی با نتایج به‌دست‌آمده از به‌کارگیری روش تحلیل پوششی فراکارآیی مقایسه شده‌اند. شایان یادآوری است که به‌منظور اطمینان از نااریب بودن نمرات کارآیی به‌دست‌آمده، با نرمال‌سازی و حذف برخی از مشاهدات پرت، اقدام به محاسبه مجدد نمرات کارآیی شد، که نتایج به‌دست‌آمده اختلاف اندکی داشته و نتایج اولیه به‌عنوان نتایج ارجح ارائه شده است.

روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

روش تحلیل پوششی داده‌ها از داده‌های نهاده و محصول هر واحد تولیدی برای ساخت یک مرز تولید ناپارامتریک استفاده می‌کند؛ در چنین حالتی، تمامی واحدهای مشاهده‌شده بر روی یا زیر مرز پوششی قرار می‌گیرند. بنابراین، کارآیی هر واحد تولیدی نسبت به کارآیی همه واحدهای تولیدی در نمونه مورد مطالعه سنجیده می‌شود. در این روش، واحدها با یک سطح استاندارد «ازپیش‌تعیین‌شده» یا تابعی معلوم و مشخص مقایسه نمی‌شوند، بلکه ملاک ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای است که در شرایط یکسان، به فعالیت‌های مشابه می‌پردازند. در این روش، به‌جای تعیین تابع تولید مرزی، عملکرد بنگاه‌هایی که بالاترین نسبت ستانده به نهاده را داشته باشند، به‌عنوان مرز کارآیی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، کارآیی نسبی بنگاه‌های مورد مطالعه نتیجهٔ مقایسهٔ بنگاه‌های مورد مطالعه با یکدیگر است. مزیت روش ناپارامتریک عدم نیاز به مشخص شدن فرم تابع است؛ اما در این روش، تکانه‌های تصادفی در نظر گرفته نمی‌شود و تمامی انحرافات از مرز کارآ ناکارآیی تلقی می‌شود. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها می‌توانند محصول‌گرا یا نهاده‌گرا باشند. در مدل‌های محصول‌گرا، هدف حداکثرسازی تولید با توجه به مقدار معین نهاده‌هاست؛ اما در روش نهاده‌گرا، هدف استفاده کمینه نهاده با توجه به یک سطح معین محصول است. سطح پوششی داده‌ها (هم محصول‌گرا و هم نهاده‌گرا) ممکن است دارای بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS) یا بازده متغیر نسبت به

مقیاس (VRS) باشد (Bjurek et al.,1990). مدل CRS یک مدل نهاده‌گراست که توسط چارنز و همکاران (Charnes et al., 1978) پیشنهاد شد. برای تفکیک کارآیی فنی از کارآیی مقیاس، از مدل VRS استفاده می‌شود. وجود اختلاف بین مقادیر کارآیی فنی به‌دست‌آمده از دو روش CRS و VRS برای یک بنگاه نشان‌دهندهٔ عدم کارآیی مقیاس است؛ و مقدار عدم کارآیی مقیاس نیز اختلاف بین مقادیر کارآیی فنی به‌دست‌آمده از دو روش CRS و VRS است. از این‌رو، کارآیی مقیاس از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} \qquad (۱)$$

که در آن، TECRS کارآیی فنی به‌دست‌آمده از مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس و TEVRS کارآیی فنی به‌دست‌آمده از مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس است. با وجود کارآیی مقیاس از مدل‌های یادشده، نمی‌توان پی برد که بازده نسبت به مقیاس ثابت بنگاه مورد نظر افزایشی یا کاهشی است. این مشکل با حل مدل غیرافزایشی نسبت به مقیاس[1] برطرف می‌شود (Coelli et al., 2002; Cooper et al., 2000).

رابطه بین کارآیی فنی کل، کارآیی فنی خالص (کارآیی مدیریتی) و کارآیی مقیاس را می‌توان به‌صورت رابطه (۲) نشان داد (Emami Meibodi, 2000):

کارآیی فنی خالص/کارآیی فنی=کارآیی مقیاس (۲)

مقدار کارآیی مقیاس بیش از یک نخواهد بود. کارآیی مدل CRS «کارآیی فنی کل» نامیده می‌شود، زیرا تحت تأثیر مقیاس و اندازه نیست. از سوی دیگر، کارآیی مدل VRS نشان‌دهندهٔ «کارآیی فنی خالص» بر اساس بازده نسبت به مقیاس متغیر است. رابطه بالا تجزیه کارآیی را نشان می‌دهد و به دیگر سخن، منابع کارآیی را به نمایش می‌گذارد. افزون بر این، رابطه بالا مشخص می‌کند که ناکارآیی به‌علت ناکارآیی مدیریتی یا ناشی از شرایط نشان‌دهندهٔ کارآیی مقیاس یا هر دوی این عوامل است (Qaisari et al., 2007). اگر یک واحد تولیدی از

1. Non-increasing return to scale (NIRS)

نظر مدل VRS به‌طور کامل کارآ ولی از نظر مدل CRS میزان کارآیی پایین داشته باشد، آنگاه به‌طور موقت کارآست، ولی کارآیی کل ندارد (در این حالت، ناکارآیی کل ناشی از ناکارآیی مقیاس است)، اما اگر کارآیی در هر دو مدل CRS و VRS کمتر از صد درصد (یک) باشد، ناکارآیی ناشی از ناکارآیی مقیاس یا ناکارآیی شرایط واحد تولیدی و همچنین، ناکارآیی مدیریتی است. بنابراین، در اصل، منطقی است که ناکارآیی یک واحد تولیدی از طریق این دو نوع کارآیی مشخص شود (Ghoncheh-Beig et al., 2010).

روش غیرفراسنجشی فراکارآیی

محاسبه کارآیی به روش ناپارامتریک، در واقع، همان روش تحلیل پوششی داده‌هاست که با جامعیت بخشیدن به روش فارل (Farrel, 1957)، جنبه کاربردی پیدا کرده است. این روش یک رهیافت غیرفراسنجشی است و برای برآورد آن، محقق نیازمند تعیین شکل تابع تولید نیست (Charnes et al., 1978). در حل مسئله به روش تحلیل پوششی داده‌ها، با فرض اینکه n داده و m ستاده برای هر کدام از i واحد نمونه، بردار x_i میزان ورودی برای واحد iام، بردار q_i میزان خروجی برای واحد iام، $(X)_{N\times I}$ ماتریس ورودی تمام واحدها و $(Q)_{M\times I}$ ماتریس خروجی تمام واحدها باشد، نسبت تمام خروجی‌ها بر روی تمام ورودی‌ها نشان‌دهندهٔ سطح بهره‌وری کل است:

$$T = U'q_i / V'x_i \qquad (۳)$$

به‌گونه‌ای که بردار U شامل وزن‌های خروجی‌ها و بردار V شامل وزن‌های ورودی‌هاست. یک واحد تصمیم‌گیرنده[1] می‌تواند بیشینه‌سازی مقدار بالا را به‌عنوان یک هدف در نظر گیرد؛ بنابراین:

1. decision making unit (DMU)

$$\begin{aligned} &\text{Max} \quad U'q_i / V'x_i \\ &\text{s.t.} \\ &U'q_j / V'x_j \le 1 \quad j = 1,2,...,i \\ &U, V \ge 0 \end{aligned} \tag{۴}$$

اما وزن‌های ورودی و خروجی مشخص نیست. مجموعه محدودیت‌های اول بیانگر آن است که بیشینه میزان کارآیی هر بنگاه برابر با یک است و محدودیت دوم نشان می‌دهد که میزان داده یا ستاده نمی‌تواند منفی باشد. برای وزن‌دهی به داده‌ها و ستاده‌ها، راه‌های گوناگون مانند استفاده از قیمت و یا تعیین تجربی آنها با توجه به سیاست‌های واحد تصمیم گیرنده وجود دارد. اما بیشینه بهره‌وری در گرو تعیین مقادیر بهینهٔ این وزن‌هاست. شایان یادآوری است که الگوی ۳ بی‌شمار جواب دارد (هر ضریب یکسان مثبتی از مقادیر بهینه جزو جواب‌هاست). همچنین، این مدل غیرخطی و غیرکوژ است. حل این مشکلات در سال ۱۹۷۸ و با کمک روش تحلیل پوششی با نرمال‌سازی مخرج تابع هدف امکان‌پذیر شد (Banker et al., 1984):

$$\begin{aligned} &\text{Max} \quad \mu'q_i \\ &\text{s.t.} \\ &\upsilon'x_i = 1 \\ &\mu'q_i - x_j \le 0 \quad j = 1,2,...,i \\ &\mu, \upsilon \ge 0 \end{aligned} \tag{۵}$$

مدل دوگان مسئله به شکل زیر است که به‌دلیل کمتر بودن محدودیت‌های این مدل، بیشتر از آن استفاده می‌شود:

$$\begin{aligned} &\text{Min} \quad \theta \\ &\text{s.t.} \\ &-q_i + Q\lambda \ge 0 \\ &\theta X_i - X\lambda \ge 0 \\ &\lambda \ge 0 \end{aligned} \tag{۶}$$

که در آن، θ کارآیی هر واحد را نشان می‌دهد و سایر متغیرها مانند قبل تعریف می‌شوند. همچنین، الگوی بالا را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$\text{Min} \quad \varepsilon'\theta[\sum_{i}^{m} S_{i^-} + \sum_{r}^{S} S_{r^+}] = D_{ot}(X_{ot}, y_{ot})$$

s.t.

$$\sum_{j}^{n} \lambda_j y_{rj} - S_{r^+} = y_{rp} \qquad r = 1,...,s$$

$$\sum_{j}^{n} \lambda_j x_{ij} + S_{i^-} = \theta X_{ip} \qquad i = 1,...,m$$

$$\lambda_j \geq 0, \qquad j = 1,...,n$$

$$S_{i^-}, S_{r^+} \geq 0 \qquad r = 1,...,s \qquad i = 1,...,m \qquad (۷)$$

که در آن، $D_{ot}(X_{ot}, y_{ot})$ تابع مسافت (فاصله بین واحد تا مرز کارآ)، S^- متغیر کمبود متناظر با ورودی و S^+ متغیر کمبود متناظر با خروجی است که برای تبدیل محدودیت‌های نامساوی به مساوی، به مدل اضافه شده‌اند. این فرض در ساده‌ترین حالت (یک ورودی و یک خروجی) تابع تولید را از حالت یک خط با شیب ثابت خارج و شکلی کوژ و قطعه‌ای به آن می‌دهد. متغیر λ شامل اعداد ثابتی است که وزن‌های مجموعه مرجع را نشان می‌دهند. این مدل به اسم BCC یا بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) مشهور است که مدل اولیه را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

$$\text{Min} \quad \varepsilon'\theta[\sum_{i}^{m} S_{i^-} + \sum_{r}^{S} S_{r^+}]$$

s.t.

$$\sum_{j}^{n} \lambda_j y_{rj} - S_{r^+} = y_{rp} \qquad r = 1,...,s$$

$$\sum_{j}^{n} \lambda_j x_{ij} + S_{i^-} = \theta X_{ip} \qquad i = 1,...,m$$

$$\sum_{j}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \qquad j = 1,...,n$$

$$S_{i^-}, S_{r^+} \geq 0 \qquad r = 1,...,s \qquad i = 1,...,m \qquad (۸)$$

این مدل، واحدها را به دو دسته کارآ و ناکارآ تقسیم می‌کند. این در حالی است که کارآیی همه واحدهای روی مرز برابر با یک بوده و از این‌رو، تمایز بین واحدهای کارآ ممکن

نیست. بنابراین، اندرسن و پیترسن (Andersen and Petersen, 1993)، به‌منظور رتبه‌بندی واحدهای کارآ، روش فراکارآیی را معرفی کردند. استفاده از این روش محقق را قادر می‌سازد تا بهترین واحد کارآ را تعیین کند. در واقع، این مدل مانند مدل پایه تحلیل پوششی داده‌هاست که واحدهای کارآ از مجموعه مرجع مستثنی هستند. این شرایط به واحدهای تولیدکننده این امکان را می‌دهد تا بتوانند فراتر از مرز کارآیی قرار گیرند و از این‌رو، به فراکارآیی شهرت یافته اند (Chen, 2005). به‌طور کلی، مدل جبری فراکارآیی به‌صورت رابطهٔ زیر است:

$$
\begin{aligned}
&\text{Min} \quad \theta - \varepsilon[\sum_{i}^{m} S_{i^-} + \sum_{r}^{S} S_{r^+}] \\
&\text{s.t.} \\
&\sum_{j=1,\neq p}^{n} \lambda_j y_{rj} - S_{r^+} = y_{rp} \qquad r = 1,...,s \\
&\sum_{j=1,\neq p}^{n} \lambda_j x_{ij} + S_{i^-} = \theta X_{ip} \qquad i = 1,...,m \\
&\sum_{j}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\lambda_j \geq 0, \qquad\qquad j = 1,...,n \\
&S_{i^-}, S_{r^+} \geq 0 \qquad\qquad r = 1,...,s \qquad i = 1,...,m
\end{aligned}
\tag{۹}
$$

که در آن، x_{ij} و y_{rj} به‌ترتیب ورودی iام و خروجی rام از واحد تصمیم‌گیرندهٔ jام است؛ S^- متغیر کمبود متناظر با نهاده‌ها و S^+ متغیر کمبود متناظر با محصول است.

داده‌ها و اطلاعات

جامعه آماری تحقیق شامل انارکاران شهرستان خاش در سال ۱۳۹۶ است. برای جمع‌آوری اطلاعات، از پرسش‌نامه استفاده شد و داده‌های مورد نیاز برای محاسبه کارآیی انارکاران به‌دست آمد. نمونه‌گیری به روش خوشه‌ای دومرحله‌ای انجام شده که خوشه‌های اصلی آن روستاهای شهرستان خاش و خوشه‌های فرعی آن بهره‌برداران انار شامل سی خوشه است. با توجه به رابطه کوکران، در نهایت، ۱۴۴ نمونه مربوط به شهرستان خاش انتخاب شدند

و تکمیل پرسشنامه از طریق مصاحبه با آنها صورت گرفت. با توجه به اطلاعات در دسترس (مطالعات داخلی و خارجی) و مشاهدات (شرایط منطقه و داده‌های در دسترس محقق)، در نهایت، شش عامل تولید (نهاده) به‌عنوان متغیرهای مدل مرزی تصادفی انتخاب شده، که عبارت‌اند از: X_1 سطح زیر کشت (هکتار)، X_2 نیروی کارگر اجاره‌ای (نفر- روز)، X_3 نیروی کارگر خانوادگی (نفر- روز)، X_4 تعداد دفعات آبیاری (دفعه)، X_5 میزان مصرف کود حیوانی (کیلوگرم)، X_6 میزان مصرف کود شیمیایی (کیلوگرم).

نتایج و بحث

بر اساس نتایج توصیفی حاصل از استخراج اطلاعات پرسشنامه در منطقه مورد مطالعه (جدول ۱)، میانگین تولید انار در این منطقه حدود ۱۱۰۴۹ کیلوگرم بوده که حداقل و حداکثر میزان تولید، به‌ترتیب، برابر با ۲۸۰۰ و ۲۲۵۰۰ کیلوگرم است. متوسط سطح زیر کشت انارکاران نمونه مورد مطالعه در این منطقه نیز برابر با ۱/۲ هکتار است. میانگین نهاده‌های مورد استفاده در تولید انار شامل نیروی کار اجاره‌ای، نیروی کار خانوادگی، تعداد دفعات آبیاری، میزان مصرف کود شیمیایی و میزان مصرف کود حیوانی، به‌ترتیب، برابر با ۵۷ نفر- روز کار، ۱۷۲ نفر- روز کار، شانزده دفعه، ۲۲۳ کیلوگرم و هفده تن محاسبه شده است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی متغیرهای تحقیق

متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
میزان تولید (کیلوگرم)	۱۱۰۴۹	۲۸۰۰	۲۲۵۰۰	۴۶۶۲
سطح زیر کشت (هکتار)	۱/۲	۰/۵	۲/۵	۰/۴۸
نیروی کار اجاره‌ای (نفر- روز)	۵۷	۱۸	۲۰۲	۳۵/۳۳
نیروی کار خانوادگی (نفر- روز)	۱۷۲	۵۹	۴۰۰	۷۰/۷۱
تعداد دفعات آبیاری	۱۶	۹	۲۵	۴/۴۹
میزان مصرف کود حیوانی (کیلوگرم)	۱۶۸۸۶	۷۰۰۰	۳۶۴۰۰	۶۵۴۴/۸
میزان مصرف کود شیمیایی (کیلوگرم)	۲۲۳	۱۸	۵۵۰	۹۹/۵۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج محاسبه کارآیی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در جدول ۲ آمده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و با توجه به کارآیی فنی با بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)، باغ‌های نمونه از لحاظ کارآیی فنی در شهرستان خاش توان کاهش مصرف ۵۴ درصدی نهاده‌ها را دارد. به دیگر سخن، می‌توان نهاده‌های مورد استفاده را بدون کاهش در تولید محصول تا حد زیادی کاهش داد. همچنین، با توجه به نتایج مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) باغ‌های مورد بررسی در شهرستان خاش، عدم کارآیی فنی خالص این باغ‌ها ۳۲ درصد و عدم کارآیی مقیاس آنها ۳۴ درصد به‌دست آمده است.

جدول ۲- نتایج محاسبه کارآیی فنی انارکاران شهرستان خاش

متغیر	میانگین	انحراف	کمینه	بیشینه
کارآیی فنی با بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)	۰/۴۶	۰/۲۸	۰/۰۲	۱
کارآیی فنی با بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS)	۰/۶۸	۰/۲۵	۰/۱۶	۱
کارآیی مقیاس (Scale)	۰/۶۶	۰/۲۸	۰/۰۳	۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳ نشان‌دهندهٔ نتایج بازده نسبت به مقیاس باغ‌هاست. با توجه به نتایج این جدول، در شهرستان خاش، حدود ۷۹ درصد باغ‌ها در حالت بازده صعودی (افزایشی) نسبت به مقیاس[1] و حدود نُه درصد از باغ‌ها در حالت بازده نزولی (کاهشی) نسبت به مقیاس[2] عمل کرده‌اند. بنابراین، باغ‌هایی که در شرایط بازده افزایشی نسبت به مقیاس (IRS) فعالیت می‌کنند، باید سطح تولید خود را افزایش دهند. به دیگر سخن، پس از تعدیل بهینه تمامی نهاده‌ها، هزینه متوسط هر واحد تولید را می‌توان از طریق افزایش اندازه بنگاه و سطح تولید کاهش داد. بر پایهٔ منطق اقتصادی، در حالت بازده افزایشی نسبت به مقیاس، نسبت افزایش در محصول بیش از افزایش در نهاده‌هاست و با فرض ثابت بودن قیمت تمامی عوامل تولید، این جریان باعث حرکت بر روی منحنی هزینه متوسط به سمت پایین خواهد شد؛ یعنی، پس از تعدیل تمامی

1. increasing return to scale (IRS)
2. decreasing return to scale (DRS)

نهاده‌ها، هزینه واحد تولید می‌تواند با افزایش اندازه واحد تولیدی کاهش یابد. با این کار، هم سطح تولید افزایش و هم هزینه‌های تولید کاهش می‌یابد، که گویای افزایش بهره‌برداری است. دو عامل «تخصص» و «تقسیم کار» و نیز عوامل مربوط به «فناوری» به تولیدکنندگان این امکان را می‌دهند که با بسط مقیاس تولید، از هزینه هر واحد تولید بکاهند. بنابراین، افزایش و گسترش سطح تولید با توجیه اقتصادی همراه است. همچنین، واحدهایی که در شرایط بازده کاهشی نسبت به مقیاس (DRS) فعالیت می‌کنند، برای بهبود وضعیت خود، باید سطح فعالیت خود را کاهش دهند. از این‌رو، از آنجا که حدود هشتاد درصد از باغ‌ها در حالت بازده صعودی نسبت به مقیاس عمل می‌کنند، منطقی به‌نظر می‌رسد که در منطقه مورد مطالعه، مصرف بیشتر نهاده‌ها به‌منظور افزایش تولید و درآمد باغ‌ها تصمیمی مناسب باشد تا از این راه، افزایش تولید و روی‌هم‌رفته، بهبود و افزایش کارآیی به‌دست آید.

جدول ۳- نتایج بازده نسبت به مقیاس نمونه‌ها در شهرستان خاش

انواع بازده نسبت به مقیاس	تعداد	درصد
بازده ثابت نسبت به مقیاس	۱۷	۱۱/۸۰
بازده نزولی نسبت به مقیاس (DRS)	۱۳	۹/۰۲
بازده صعودی نسبت به مقیاس (IRS)	۱۱۴	۷۹/۱۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

سطوح کارآیی باغ‌های انار در جدول ۴ ارائه شده است. مطابق این جدول، میانگین سطوح کارآیی فنی کل در شهرستان خاش ۰/۴۶ درصد و میانگین سطوح کارآیی فنی خالص ۰/۶۸ درصد است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، باغ‌های ۹، ۱۲، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۳۰ دارای کارآیی صد درصد هستند. همچنین، در مدل CRS، باغ‌های ۹، ۱۲، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۳۰ کارآیی صد درصد دارند. افزون بر این، باغ‌های ۴، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲۶، ۲۸ و ۳۰ به‌صورت موضعی کارآ به‌شمار می‌روند؛ یعنی، کارآیی فنی خالص آنها برابر با یک ولی کارآیی کلی آنها کوچک‌تر از یک است، که این ناکارآیی ناشی از ناکارآیی مقیاس یا مدیریتی است.

ستون آخر جدول ۴ نشان‌دهندهٔ بازده نسبت به مقیاس است. در واقع، بازده افزایشی نسبت به مقیاس نشان می‌دهد که در صورت افزایش سطح زیر کشت و دیگر نهاده‌ها، تولید به مقداری چشمگیر افزایش می‌یابد. از این‌رو، طبق نتایج به‌دست‌آمده در این منطقه، تولیدکنندگان با افزایش استفاده از نهاده‌ها می‌توانند با توجه به ثابت ماندن سایر شرایط، تأثیری مثبت بر میزان کارآیی داشته باشند. در نتیجه، بیشتر بهره‌برداران تولیدکننده آن‌گونه که باید، از نهاده‌های تولیدی خود استفاده نمی‌کنند و می‌توانند همچنان با افزایش میزان استفاده از نهاده‌های خود، میزان تولید انار را افزایش دهند.

در بازده افزایشی نسبت به مقیاس، نمی‌توان از مقیاس واحد تولیدی کاست، ولی می‌توان آن را تا بی‌نهایت افزایش داد. نسبت ورودی به خروجی برای هر نقطه روی مرز کارآ نسبت به ورودی، غیرکاهشی است؛ یعنی، افزایش در خروجی همواره دست کم به اندازه‌ای متناسب با ورودی است.

جدول ۴- نتایج محاسبه کارآیی به روش تحلیل پوششی داده‌ها با فرض نهاده‌گرا

شماره باغ	کارآیی فنی کل	کارآیی فنی خالص	کارآیی مقیاس	بازده نسبت به مقیاس
۱	۰/۳۵	۰/۷۵	۰/۴۶	افزایشی
۲	۰/۸۳	۰/۹۱	۰/۹۱	افزایشی
۳	۰/۴۸	۰/۸۹	۰/۵۳	افزایشی
۴	۰/۷۶	۱	۰/۷۶	افزایشی
۵	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۹۱	افزایشی
۶	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۹۶	افزایشی
۷	۰/۷	۱	۰/۷	افزایشی
۸	۰/۵۷	۱	۰/۵۷	افزایشی
۹	۱	۱	۱	ثابت
۱۰	۰/۹۳	۱	۰/۹۳	افزایشی
۱۱	۰/۶۲	۱	۰/۶۲	افزایشی
۱۲	۱	۱	۱	ثابت
۱۳	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/۹	افزایشی

شماره باغ	کارآیی فنی کل	کارآیی فنی خالص	کارآیی مقیاس	بازده نسبت به مقیاس
۱۴	۰/۲۳	۰/۶۷	۰/۳۴	افزایشی
۱۵	۰/۹۵	۱	۰/۹۵	افزایشی
۱۶	۱	۱	۱	ثابت
۱۷	۰/۳۲	۰/۵۵	۰/۵۸	افزایشی
۱۸	۱	۱	۱	ثابت
۱۹	۱	۱	۱	ثابت
۲۰	۱	۱	۱	ثابت
۲۱	۱	۱	۱	ثابت
۲۲	۰/۵۵	۰/۷۱	۰/۷۷	افزایشی
۲۳	۰/۶۱	۱	۰/۶۱	افزایشی
۲۴	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۸	افزایشی
۲۵	۰/۷۷	۰/۸۴	۰/۹۱	افزایشی
۲۶	۰/۲۶	۱	۰/۲۶	افزایشی
۲۷	۰/۵۸	۰/۸۴	۰/۶۹	افزایشی
۲۸	۰/۴۸	۱	۰/۴۸	افزایشی
۲۹	۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۷۵	افزایشی
۳۰	۱	۱	۱	ثابت

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای محاسبه مقادیر بهینه نهاده‌ها (میانگین مصرف مطلوب) به‌منظور دستیابی به مقدار تولید و کارآیی موجود برای بهره‌برداران منطقه، مقدار مازاد مصرف هر کدام از نهاده‌ها از میانگین مصرف واقعی هر کدام از آنها (مقدار مصرف‌شدهٔ نهاده‌ها) کسر شد. از این‌رو، می‌توان گفت که از تقسیم میزان مازاد نهاده‌ها بر میزان مصرف واقعی نهاده‌ها میزان ناکارآیی در استفاده از نهاده‌ها در تولید محصول منطقه مورد نظر به‌دست می‌آید. نتایج رتبه‌بندی باغ‌های انار با استفاده از رهیافت فراکارآیی با فرض نهاده‌گرا در جدول ۵ ارائه شده است. همان گونه که نتایج نشان می دهد، باغ شماره ۱۲ به‌عنوان بهترین واحد و باغ شماره ۱ ناکارآترین باغ در نمونه مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه براساس رهیافت فراکارآیی است. با توجه به یافته‌های

پژوهش، سطح کارآیی باغ‌های ناکارآ مشابه مدل تحلیل پوششی داده‌هاست و بنابراین، در چگونگی رتبه‌بندی واحدهای ناکارآ تغییری مشاهده نمی‌شود. دامنه سطوح کارآیی نیز در این مدل بین ۰/۰۸ تا ۶/۸۶ درصد بوده، که نشان‌دهندهٔ تفاوت بسیار زیاد آن در بین باغ‌های انار نمونه مورد بررسی در شهرستان خاش است.

جدول ۵- رتبه‌بندی باغ‌های انار با استفاده از رهیافت فراکارآیی با فرض نهاده‌گرا

شماره باغ	رتبه	سطح کارآیی	شماره باغ	رتبه	سطح کارآیی
۱۲	۱	۶/۸۶	۲۳	۱۶	۱/۶۵
۱۸	۲	۵/۷۹	۲۸	۱۷	۱/۳۳
۱۶	۳	۴/۸۸	۲	۱۸	۱/۳۲
۳۰	۴	۴/۷۷	۱۳	۱۹	۰/۸۷
۲۱	۵	۲/۸۲	۱۴	۲۰	۰/۸۲
۱۹	۶	۱/۹۸	۲۵	۲۱	۰/۸۱
۲۰	۷	۱/۹۷	۲۹	۲۲	۰/۸
۹	۸	۱/۹۶	۲۷	۲۳	۰/۷۹
۱۰	۹	۱/۹۶	۲۴	۲۴	۰/۷۸
۸	۱۰	۱//۹۳	۱۷	۲۵	۰/۶۵
۴	۱۱	۱/۹۳	۲۲	۲۶	۰/۳۵
۷	۱۲	۱/۸۴	۶	۲۷	۰/۳۲
۱۱	۱۳	۱/۸۲	۵	۲۸	۰/۱۵
۱۵	۱۴	۱/۸	۳	۲۹	۰/۱
۲۶	۱۵	۱/۷۸	۱	۳۰	۰/۰۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

به‌طور کلی، بر اساس نتایج پژوهش، با کاهش اختلاف کارآیی بین کارآترین باغدار و سایر باغداران مورد مطالعه، کارآیی بهره‌برداران باغدار به میزان زیادی بهبود خواهد یافت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بهبود بهره‌وری و کارآیی یکی از هدف‌های اساسی واحدهای تولیدی کشاورزی است. دستیابی بدین مهم با تخصیص بهینه عامل‌های تولید در این بخش امکان‌پذیر است. هدف کلی تحقیق حاضر بررسی کارآیی انارکاران شهرستان خاش با استفاده از دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل فراکارآیی در سال ۱۳۹۶ بوده است. نمونه‌گیری تحقیق به روش خوشه‌ای دومرحله‌ای صورت گرفت که خوشه‌های اصلی آن روستاهای شهرستان خاش و خوشه‌های فرعی آن بهره‌برداران انار بودند. نتایج نشان داد که میانگین سطوح کارآیی فنی کل در شهرستان خاش ۰/۴۶ درصد و میانگین سطوح کارآیی فنی خالص ۰/۶۸ درصد است. همچنین، در منطقه خاش، تولیدکنندگان با افزایش استفاده از نهاده‌ها می‌توانند با توجه به ثابت ماندن سایر شرایط تأثیری مثبت بر میزان کارآیی داشته باشند. نتایج رتبه‌بندی باغ‌های انار با استفاده از رهیافت فراکارآیی با فرض نهاده‌گرا نیز مبین آن است که سطح کارآیی باغ‌های ناکارآ مشابه مدل قبلی است و بنابراین، در چگونگی رتبه‌بندی واحدهای ناکارآ تغییری مشاهده نشد. دامنه سطوح کارآیی در رهیافت فراکارآیی بین ۰/۰۸ تا ۶/۸۶ درصد به‌دست آمد که به لحاظ میزان مصرف نهاده‌ها، تفاوت بسیار زیاد بین باغ‌های انار در نمونه مورد بررسی را نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، پیشنهادهایی به‌شرح زیر ارائه می‌شود:

- با توجه به میانگین کارآیی مقیاس بالا در باغ‌ها و مقایسه آن با میزان کارآیی فنی (خالص) مدیریتی، می‌توان بدین نتیجه رسید که یکی از علل ناکارآیی باغ‌های انار تفاوت در نحوه مدیریت استفاده از نهاده‌هاست. از این‌رو، لازم است که با مدیریت صحیح نهاده‌های مورد استفاده مانند روش‌های آبیاری، استفاده بهینه از کود و... در فرآیند تولید انار، از میزان ناکارآیی تولیدکنندگان این محصول کاسته شود؛ و
- شایسته است که مسئولان و کارشناسان در زمینهٔ استفادهٔ بهینه از نهاده‌ها برنامه‌ریزی کنند و از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی و ترویجی، این برنامه‌ها به کشاورزان منتقل شود.

منابع

1. 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 2010 AAEA, CAES, and WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado, July 25-27, 2010.
2. Andersen, P. and Petersen, N.C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, 39: 1261-1264.
3. 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.
4. Bjurek, H.L., Hjalmarsson, L. and Forsund, F.R. (1990). Deterministic parametric and nonparametric estimation in service production. *Journal of Econometrics*, 46: 213-227.
5. Charnes, A., Cooper, WW. and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444.
6. Chen, Y. (2005). Measuring super-efficiency in DEA in the presence of infeasibility. *European Journal of Operational Research*, 161(2): 545-551. DOI: 10.1016/j.ejor.2003.08.060
7. Coelli, T., Rao, D.S.P. and Battese, G.E. (2002). An introduction to efficiency and productivity analysis. USA: Kluwer Academic Publishers.
8. Cooper, W., Seiford, L.M. and Tone, K. (2000). Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, reference and DEA-Solver. New York, Boston: Kluwer Academic Publishers.
9. Emami Meibodi, A. (2000). Principles of measuring efficiency and productivity (in theory and practice). Tehran: Publications of the Institute for Trade Studies and Research. (Persian)
10. Farrel, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120: 253-290.
11. Ghoncheh-Beig, F., Omid, M., Ahmadi, H. and Delshad, M. (2010). Evaluation and improvement of optimal consumption of energy resources in cucumber production in Tehran greenhouses using data envelopment analysis. Proceedings of the Sixth National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Tehran Campus of Agriculture and Natural Resources. (Persian)
12. Hajiani, P., Khalilian, S., Abrishami, H. and Peykani, Gh. (2005). Investigation of technical efficiency of Persian Gulf shrimp fishing fleet: a

case study of Bushehr province. *Agricultural Economics and Development*, 13(Special Issue): 201-225. (Persian)
13. Hosseinzadeh, M., Dourandish, A. and Nikoukar, A. (2011). Analysis of the international pomegranate market structure and the challenges facing Iran's export development. National Pomegranate Conference. Availabale at https://profdoc.um.ac.ir/articles/a/1023694.pdf. (Persian)
14. 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.
15. Kumbhakar, S., Ghosh, S. and McGuckin, J. (1991). A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in United States dairy farms. *Journal of Business Statistics,* 9: 279-286.
16. MAJ (2018). Agricultural Statistics, Vol. 3: horticultural products. Tehran: Ministry of Agriculture-Jahad (MAJ). Available at https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/Amarnamehj3-1397-site.pdf. (Persian)
17. Moazeni, S.S. and Karbasi, A.R. (2008). Measuring different efficiencies with data envelopment analysis, case study: pistachio producers in Zarand. *Agricultural Economics and Development,* 16(61): 1-16. (Persian)
18. Pate, N. and Tan-Cruz, A. (2007). Technical efficiency of the Philippines rice-producing regions: an econometric approach. 10th National Convention on Statistics (NCS) EDSA Shangri-La Hotel October, 2007.
19. Qaisari, K., Mehrno, H. and Jafari, A. (2007). Overview of fuzzy data envelopment analysis. Qazvin: Scientific Publishing Center of Islamic Azad University, Qazvin Branch. (Persian)
20. Rahman, S. and Anik, A.R. (2020). Productivity and efficiency impacts of climate change and agroecology on Bangladesh agriculture. *Land Use Policy*, 94. Available at https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104507.
21. Saboohi Sabooni, M. and Mojarad, A. (2009). Evaluation of efficiency of cotton growers in Khorasan province using parametric approach. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 40(2): 27-35. (Persian)
22. Sardar Shahraki, A., Dahmardeh, N. and Karbasi, A.R. (2012). Calculation of efficiency and the returns to scale of grape growers in Sistan region with data envelopment analysis method. *Journal of Operational Research and Its Applications (Journal of Applied Mathematics)*, 9(34): 77-90. (Persian)
23. 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.

24. Villano, V. and Fleming, E. (2006). Technical inefficiency and production risk in rice farming: evidence from Central Luzon, the Philippines. *Asian Economic Journal*, 20(1): 29-46.