مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال نهم، شماره سوم (پیاپی ۳۴)، پاییز ۹۱، ص ص ۹۰-۷۷
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

محاسبه کارآیی و بازده نسبت به مقیاس تولیدکنندگان انگور منطقه سیستان با روش تحلیل پوششی داده‌ها

علی سردار شهرکی*[۱]، نظر دهمرده[۲]، علیرضا کرباسی[۳]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، گروه اقتصاد کشاورزی، زاهدان، ایران

۲- دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، گروه اقتصاد، زاهدان، ایران

۳- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، گروه اقتصادکشاورزی، مشهد، ایران

رسید مقاله: ۲۱ فروردین ۱۳۹۱

پذیرش مقاله: ۱۸ مرداد ۱۳۹۱

چکیده

انگور مهمترین و اقتصادی ترین محصول باغی در منطقه سیستان است که نقش بسزایی در اقتصاد این منطقه دارد. لذا با توجه به عوامل تولید به کار گرفته شده بررسی کارایی این محصول مهم به نظر می‌رسد. برای تحلیل اطلاعات از روش DEA استفاده شد. داده‌های مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه در سه شهرستان زابل، زهک و هیرمند از ۲۶۵ بهره بردار انگور در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ جمع آوری شد. نتایج نشان داد در روش DEA، زهک بیشترین کارایی مقیاس را با مقدار ۷۱ ٪ به خود اختصاص داده است. مقدار بازده نسبت به مقیاس در شهرستان‌های زابل، زهک و هیرمند به ترتیب ۱/۳۵، ۱/۱۸ و ۱/۳۴ می‌باشد و کلیه نهاده‌ها (به جز نهاده نیروی کار اجاره‌ای که در هر سه شهرستان بیش از حد مصرف شده است) به طور منطقی و اقتصادی مورد مصرف انگورکاران قرار گرفته اند. در پایان با توجه به درصد پاسخ انگورکاران در زمینه مشکلاتشان و نتایج این پژوهش، پیشنهادهایی جهت بهبود کارایی انگورکاران منطقه ارایه شد.

کلمات کلیدی: کارآیی، بازده نسبت به مقیاس، انگور، تحلیل پوششی داده‌ها، سیستان.

۱ مقدمه

کمیابی عوامل تولید، پایه و اساس علم اقتصاد را تشکیل می‌دهد. در زمان‌های مختلف تحت هر شرایط همواره مقادیر محدودی از نهاده‌های تولید، اعم از انسانی و غیر انسانی در دسترس است. در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، با توجه به محدودیت منابع تولید مواد غذایی و نیازهای غذایی رو به رشد جوامع بشری، می‌توان با اندازه‌گیری کارایی بهره برداران، میزان شکاف میان بهترین تولیدکننده و دیگران را در شرایط یکسان تعیین کرد.

* عهده دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: A.shahraki65@gmail.com

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

بنابراین، تعیین کارایی کشاورزان می‌تواند در تجزیه و تحلیل مجموعه سیاست‌های به کار رفته در زمینه کشاورزی بسیار سودمند باشد. به طور کلی با توجه به شناخت امکانات و محدودیت‌های موجود در بخش کشاورزی اقتصاد ایران، شاید بتوان گفت که مناسب‌ترین راه حل و راهکار برای افزایش تولید و درآمد کشاورزان از راه به کارگیری درست و مطلوب عوامل تولید موجود، بهبود کارایی فنی، یا همانا، به دست آوردن حداکثر تولید از مجموعه ثابتی از عوامل تولید باشد. کارایی عامل بسیار مهمی در رشد بهره وری عوامل تولید کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه به شمار می‌رود. این کشورها از یک طرف با کمبود منابع و فرصت‌های محدود جهت توسعه و پذیرش تکنولوژی بهتر مواجهند و از طرف دیگر از تکنولوژی‌های موجود هم به طور کارا استفاده نمی‌کنند.

۲ بیان مساله

طبق آمارنامه باغی سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در بین محصولات باغی بعد از پسته، انگور با حدود ۳۰۲ هزار هکتار معادل ۱۱/۸ درصد سطح باغات کشور را به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت غیر بارور و بارور کشور در مجموع ۳۰۱۷۲۹/۵ هکتار می‌باشد، همچنین تولید آبی انگور کشور نیز ۱۵۹۸۵۷۳ تن و تولید دیم انگور ۱۴۰۹۳۰ تن می‌باشد. عملکرد آبی انگور کشور ۷۹۶۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد دیمی آن نیز ۱۸۳۲/۲ کیلوگرم در هکتار می‌باشد، در این میان سیستان و بلوچستان با سطح زیر کشت غیربارور آبی ۴۸۲/۷ هکتار و سطح بارور آبی ۱۱۰۰ هکتار، هم چنین تولید آبی ۹۹۸۲/۷ تن و عملکردی معادل ۹۰۷۵/۱ کیلو گرم در هکتار از استان‌های انگور خیز کشور می‌باشد.که از این میزان بخش اعظم آن در منطقه سیستان کشت می‌شود و اقتصادی‌ترین محصول باغی در منطقه است [۱]. لذا ارزیابی وضعیت فعلی آن‌ها و لزوم توجه به مسایل کارآیی جهت اقتصادی کردن این فعالیت، ضروری به نظر می‌رسد.

۲-۱ مروری بر تحقیقات مشابه

در زمینه کارایی محصولات کشاورزی تحقیقات زیادی انجام پذیرفته که به تعدادی از آن‌ها اشاره مختصری می‌شود:

زارع [۲] به بررسی اقتصاد تولید و کارایی انگورکاران شهرستان کاشمر پرداخته است. در این پژوهش با ۸۳ نفر از انگوکاران از طریق پرسشنامه، مصاحبه حضوری به عمل آمد و با استفاده از تابع تولید کاب- داگلاس ضرایب تابع را تخمین زده است و از تابع تولید مرزی تصادفی بهره گرفته است و متوسط این کارآیی ۶۱ درصد به دست آمد، نتایج مطالعه نشان داد که سطح زیر کشت، سواد، سابقه باغداری و تعداد افراد خانوار در کارآیی فنی تأثیر دارند و بیش از ۷۸ درصد اختلاف تولید واحدها نیز ناشی از عوامل مدیریتی و بقیه مربوط به عوامل خارج از کنترل باغداران است.

سادات موذنی و کرباسی [۳] در سال ۱۳۸۷ انواع کارآیی شامل فنی، تخصیصی، اقتصادی، مدیریتی و کارآیی مقیاس برای پسته کاران شهرستان زرند که در دو دشت زرند و سیریز تمرکز یافته‌اند را با استفاده از روش تحلیل

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

فراگیر داده‌ها اندازه‌گیری کرده‌اند. نتایج برای کارآیی فنی نشان داد که دشت‌های زرند و سیریز به ترتیب، بطور متوسط حدود ۵۲ و ۶۲ درصد کارآیی دارند.

صبوحی و جام نیا [۴] در مقاله خود کارآیی مزارع موز استان سیستان و بلوچستان را مورد بررسی قرار داده‌اند. دراین مطالعه کارآیی‌های اقتصادی، تخصیصی، فنی و مقیاس واحدهای تولید موز، در منطقه زرآباد استان سیستان و بلوچستان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین کارآیی‌های اقتصادی، تخصیصی، فنی خالص و مقیاس در واحدهای مورد مطالعه به ترتیب ۸۳/۴، ۹۵/۹، ۸۶/۹ و ۹۴/۹ درصد است.

محمدی و بریم نژاد [۵]، کارآیی‌های فنی، اقتصادی، تخصیصی و مقیاس تعاونی‌های تولید دشت قمرود استان قم را با استفاده از دو روش مرز تصادفی و تحلیل پوششی داده‌ها مورد مطالعه قرار داده‌اند، نتایج نشان داد که اعضای تعاونی دارای متوسط کارآیی فنی بالاتری نسبت به افراد غیر عضو می‌باشند.

ولیانو و همکاران [۶] در مطالعه‌ای با بیان این‌که تولید برنج ذاتاً توام با ریسک است با به کارگیری توابع تولید مرزی تصادفی (اشکال توابعی ترانسلوگ ودرجه دو) به طور همزمان عدم کارآیی فنی و ریسک تولید مربوط به ۴۶ شالیکار مناطق سنترال لوزون کشور فیلیپین را با استفاده از مجموعه داده‌های یک دوره ۸ ساله تحلیل نموده‌اند. میانگین کارآیی فنی در طول این دوره زمانی، ۷۹ درصد است و متوسط محصول به طور معناداری تحت تأثیر سطح زیر کشت برنج، نیروی کار و میزان استفاده از کود شیمیایی می‌باشد.

توزر [۷] کارآیی گندم‌کاران در منطقه‌ی استرالیای غربی را با استفاده از اطلاعات سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷ و با به کارگیری روش تحلیل مرزی تصادفی بررسی نموده است. نتایج نشان داد که عدم کارآیی در تولید گندم منطقه، از ۱۸ درصد در سال ۲۰۰۴ به ۲۹ درصد در سال ۲۰۰۷ افزایش یافته است. از این‌رو برنامه‌های هدفمند دولت در جهت بهبود بهره‌وری موفق نبوده است.

اوسبورن و تروبلود [۸] کارآیی اقتصادی مزارع تعاونی غلات روسیه را برای دوره‌ی تغییرات ساختاری ۱۹۹۸-۱۹۹۳ با استفاده از دو روش پارامتریک و ناپارامتریک ارزیابی نموده‌اند. نتایج نشان داد که کارآیی اقتصادی در طول دوره مذکور سیر نزولی داشته است و این روند بدلیل کاهش در کارآیی فنی و تخصیصی بوده است.

کروپنستدت [۹] کارآیی فنی گندم‌کاران در مصر با استفاده از تابع تولید مرزی کاب-داگلاس تعیین نموده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میانگین کارآیی فنی کشاورزان گندم‌کار منطقه‌ی مورد بررسی ۸۱ درصد است و از میان ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی همچون سن، جنسیت، دانش فنی آبیاری و دسترسی به اعتبارات مربوط به کشاورز، تنها دانش فنی آبیاری عامل موثر بر کارآیی فنی بوده است.

نیکات و آلمدرا [۱۰] در سال ۲۰۰۵ کارایی فنی مزارع تنباکو در جنوب شرقی آنتالیا را با هر دو روش تحلیل فراگیر داده‌ها و تحلیل مرزی تصادفی، بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد که میانگین کارآیی فنی ۵۴ درصد می‌باشد.

لاتروف و همکاران [۱۱] کارآیی فنی و مقیاس مزارع کشت غلات و دامپروری را با استفاده از تکنیک ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها برای دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۶ بررسی نموده‌اند. از لحاظ کارآیی فنی و مقیاس

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

مزارع دامپروری نسبت به مزارع کشت غلات دارای شرایط بهتری بودند و تاثیر عدم کارآیی فنی خالص در عدم کارآیی فنی کل، بیشتر از عدم کارآیی مقیاس بود که این نشان از ضعف عوامل مدیریتی دارد. همچنین نتایج نشان داد ۶۴ درصد از مزارع دامپروری و ۸۶ درصد از مزارع کشت غلات در شرایط بازده نسبت به مقیاس افزایشی بوده‌اند.

کاراجیانیس و الکساندر [۱۲] عدم کارآیی مقیاس و فنی مزارع تنباکو را در یونان برای دوره ۹۵-۱۹۹۱ با استفاده از تکنیک پارامتریک مرز تصادفی و برآوردگر حداکثر درست‌نمایی (ML) بررسی نمودند و بر اساس نتایج، کارآیی فنی به دست آمده پایین‌تر از کارآیی مقیاس بود. به‌علاوه تولید در زیر بهینه تولیدی، نسبت به عدم تولید در مقیاس بهینه، دارای سهمی عمده در عدم کارآیی کل نمونه مورد بررسی دارد. آنان پیشنهاد نمودند که با گسترش میزان تولید مزارع مذکور می توانند به سطح مقیاس بهینه اقتصادی دست یابند.

۳ سوالات و اهداف پژوهش

در این پژوهش سوالات پژوهشی به شرح زیر می‌باشند:

- آیا واحدهای باغی تولید انگور در منطقه سیستان کارآیی فنی مناسبی داشته‌اند؟
- آیا واحدهای باغی تولید انگور در منطقه سیستان کارآیی مقیاس مناسبی داشته‌اند؟
- آیا انگورکاران در مصرف نهاده‌های بکار گرفته شده، منطقی و اقتصادی عمل می‌کنند؟

اهداف پژوهش به شرح زیر می‌باشد:

- تعیین میزان کارآیی فنی با بازده ثابت و متغیر واحدهای باغی تولید انگور در منطقه سیستان.
- تعیین میزان کارآیی مقیاس واحدهای باغی تولید انگور در منطقه سیستان.
- اندازه‌گیری کشش تولید نهادها و تعیین نواحی تولید هر نهاده برای واحدهای باغی انگور منطقه سیستان.
- تعیین میزان بازده ثابت، نزولی و صعودی نسبت به مقیاس واحدهای باغی تولید انگور در منطقه سیستان.

٤ مدل تحقیق

٤-١ روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

روش تحلیل پوششی داده‌ها، از داده‌های نهاده و محصول هر واحد تولیدی برای ساخت یک مرز تولید ناپارامتریک استفاده می‌نماید، در چنین حالتی تمامی واحدهای مشاهده شده بر رو یا زیر مرز پوششی قرار می‌گیرند. بنابراین، کارآیی هر واحد تولیدی نسبت به کارآیی‌های همه‌ی واحدهای تولیدی در نمونه مورد سنجش قرار می‌گیرد. در این روش واحدها با یک سطح استاندارد از قبل تعیین شده یا تابعی معلوم و مشخص مقایسه نمی‌شوند؛ بلکه ملاک ارزیابی، عملکرد واحدهای تصمیم گیرنده‌ای است که در شرایط یکسان،

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

فعالیت‌های مشابهی انجام می‌دهند. در این روش به جای تعیین تابع تولید مرزی، عملکرد بنگاه‌هایی که بالاترین نسبت ستانده به نهاده را داشته باشند، به عنوان مرز کارآیی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، کارآیی نسبی بنگاه‌های مورد مطالعه، نتیجه مقایسه بنگاه‌های مورد مطالعه با یکدیگر است. مزیت روش برنامه‌ریزی خطی، 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 [۱۳].

مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها می‌توانند محصول‌گرا یا نهاده‌گرا باشند. در مدل‌های محصول‌گرا هدف حداکثر کردن تولید با توجه به مقدار معین نهاده‌ها می‌باشد اما، در روش نهاده‌گرا هدف استفاده کمینه نهاده با توجه به یک سطح معین محصول است. سطح پوششی داده‌ها (هم محصول‌گرا و هم نهاده‌گرا) می‌تواند بازده ثابت به مقیاس یا بازده متغیر نسبت به مقیاس را داشته باشد [۱۳].

٤-۱-۱ مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس

این مدل یک مدل نهاده‌گرا می‌باشد که توسط چارنز و همکاران [۱۴] پیشنهاد گردید. الگوی CRS به صورت زیر بیان می‌شود:

$$
\begin{aligned}
&Min_{\theta,Y} \quad \theta \\
&s.t. \quad -y_i + Y\lambda \geq 0 \quad , \quad i = 1,2,...,N \\
&\qquad \theta X_i - X\lambda \geq 0 \quad , \quad i = 1,2,...,N \\
&\qquad \lambda \geq 0
\end{aligned}
\qquad (1)
$$

θ یک عدد است، λ بردار 1 در N (مقدار ثابت)، X_i بردار ستونی نهاده ها برای بنگاه iام، y_i بردار ستونی ستاده‌ها برای بنگاه iام، X ماتریس نهاده، Y ماتریس ستاده و N تعداد بنگاه‌ها را نشان می‌دهد. مقدار θ میزان کارآیی فنی بنگاه iام را نشان می‌دهد که کمتر یا مساوی با یک می‌باشد. مقدار یک نمایان‌گر بنگاه با کارآیی فنی کامل است. مساله برنامه‌ریزی خطی فوق باید برای هر بنگاه N مرتبه در نمونه حل شود. نظر به این‌که در روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها ممکن است به دلیل قسمت موازی مرز کارآیی با محورها با مشکل مواجه شود، به دلیل این‌که اگر یک بنگاه بعد از اصلاح کارآیی روی قسمت موازی مرز کارآ با محورها قرار گیرد، باز هم امکان کاهش نهاده‌ها بدون کاهش تولید (اگر تحلیل نهاده‌گرا باشد) وجود خواهد داشت که در اصطلاح مازاد نهاده‌ها (Input Slack) گفته می‌شود. تفسیر مشابهی نیز می‌توان برای تحلیل محصول نهاده‌گرا ارایه داد، ولی در این حالت با وجود کارآیی باز هم می‌توان مقدار محصول را افزایش داد که در اصطلاح کمبود ستاده گفته می‌شود. مساله مازاد نهاده برای بنگاه iام با در نظر گرفتن شرط $\theta x_i - X\lambda = 0$ برطرف می‌شود و مقدار مازاد برابر با صفر خواهد شد، همچنین کمبود محصول با در نظر گرفتن قید $Y\lambda - y_i = 0$ بر طرف می‌گردد، این مفروضات در دستگاه (۱) تأمین شده‌اند و نیازی برای اصلاح مدل وجود ندارد [۱۵و ۱۶].

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

٤-١-٢ مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس

فرض مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس تنها زمانی مناسب است که همه‌ی بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل نمایند. اما عواملی همچون رقابت ناقص، محدودیت منابع مالی و غیره باعث می‌شوند که یک بنگاه نتواند در مقیاس بهینه عمل کند. بنابراین بانکر و همکاران [۱۷] مدل CRS را جهت اندازه‌گیری کارآیی فنی معرفی کردند. مدل CRS زمانی که همه بنگاه ها در مقیاس بهینه عمل نمی‌کنند به دلیل کارآیی مقیاس با اشکال مواجه می‌باشند و کارآیی فنی به دست آمده از این طریق خالص نبوده و با کارآیی مقیاس همراه است. لذا برای تفکیک کارآیی فنی از کارآیی مقیاس از مدل VRS جهت اندازه‌گیری کارآیی فنی خالص استفاده می‌شود. مدل VRS را با اضافه کردن قید ۱=λ'NL به مدل CRS، به بازده متغیر نسبت به مقیاس(VRS) بسط دادند [۱۵و۱۶].

$$
\begin{aligned}
&Min_{\theta,Y} \quad \theta \\
&s.t. \quad -y_i + Y\lambda \geq 0 \quad , \quad i = 1,2,...,N \\
&\qquad \theta X_i - X\lambda \geq 0 \quad , \quad i = 1,2,...,N \\
&\qquad NL'\lambda = 1 \\
&\qquad \lambda \geq 0
\end{aligned}
\qquad (۲)
$$

'NL بردار ثابتN از عدد یک می‌باشد [۱۸].

اگر بین مقادیر کارآیی فنی بنگاهی از دو روش CRS و VRS اختلاف وجود داشته باشد، نشان‌دهنده این است که عدم کارآیی مقیاس وجود دارد و مقدار عدم کارآیی مقیاس اختلاف بین کارآیی فنی از دو روش CRS و VRS می‌باشد [۱۹].

لذا کارآیی مقیاس از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TR_{VRS}} \qquad (۳)$$

TE_{CRS}: کارآیی فنی به دست آمده از مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس.

TE_{VRS}: کارآیی فنی به دست آمده از مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس.

٤-١-٣ مدل غیر افزایشی نسبت به مقیاس

$$
\begin{aligned}
&Min_{\theta,Y} \quad \theta \\
&s.t. \quad -y_i + Y\lambda \geq 0 \quad , \quad i = 1,2,...,N \\
&\qquad \theta X_i - X\lambda \geq 0 \quad , \quad i = 1,2,...,N \\
&\qquad NL'\lambda \leq 1 \\
&\qquad \lambda \geq 0
\end{aligned}
\qquad (۴)
$$

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

با وجود کارآیی مقیاس از مدل‌های فوق نمی‌توان پی برد که بنگاه مورد نظر دارای بازده نسبت به مقیاس ثابت، افزایش و یا کاهشی است. این مشکل با حل مدل غیر افزایشی نسبت به مقیاس برطرف می‌شود. مدل NL'RS با اصلاح مدل VRS از طریق جانشین کردن محدودیت $\lambda_1 \geq 1$ با $\lambda_1 = 1$ در رابطه (۴) به دست می‌آید. تعیین نوع عدم کارآیی نسبت به مقیاس (افزایش یا کاهشی) برای هر بنگاهی از طریق مقایسه مقادیر کارآیی فنی از دو روش NL'RS و VRS صورت می‌گیرد. اگر مقادیر کارآیی فنی به‌دست آمده از دو مدل مذکور مساوی نباشد بازده نسبت به مقیاس افزایشی بنگاه تایید می‌شود و اگر مقادیر کارآیی فنی به‌دست آمده از دو مدل مساوی نباشند بنگاه دارای بازده نسبت به مقیاس کاهشی می‌باشد [۱۹].

جامعه آماری شامل انگورکاران منطقه سیستان است. به منظور جمع‌آوری و تکمیل اطلاعات اقدامات زیر صورت گرفت:

الف) تهیه پرسشنامه و تکمیل آن توسط باغداران از طریق مصاحبه حضوری.

ب) استفاده از آمارنامه باغی سال ۱۳۸۹ کشور و آمار سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان.

ج) استفاده از کتابخانه، نشریات علمی و سایت های معتبر آماری.

برای رسیدن به نتایج بهتر، اطلاعات جمع‌آوری شده‌ی بهره برداران به ۳ شهرستان زابل، زهک و هیرمند، همگن‌سازی و اهداف پژوهش در راستای منطقه‌ی مورد مطالعه دنبال شده است. روش نمونه‌گیری روش خوشه‌ای دو مرحله‌ای است که خوشه‌های اصلی آن شهرستان‌های زابل، زهک و هیرمند و خوشه‌های فرعی آن شامل بهره‌برداران انگور هر۳ شهرستان است. بدین منظور با توجه به ۸۵۰ بهره‌بردار منطقه مورد مطالعه، ۲۶۶ نمونه انتخاب شد. از این میان ۱۴۴ نمونه مربوط به شهرستان زابل و ۸۰ نمونه مربوط به شهرستان زهک و ۴۲ نمونه مربوط به شهرستان هیرمند می‌باشد و از طریق مصاحبه، با آن‌ها به تکمیل پرسشنامه اقدام گردید.

۵ تحلیل نتایج و یافته‌ها

با توجه به شرایط منطقه در نهایت سطح زیر کشت، نیروی کارگر اجاره‌ای، نیروی کارگر خانوادگی، تعداد دفعات آبیاری، کود حیوانی و کود شیمیایی به عنوان متغیرهای توضیحی و خصوصیات اجتماعی و اقتصادی از جمله سن، تحصیلات، تجربه، اندازه خانوار، فعالیت غیر از انگورکاری، تعداد قطعات زمین، فاصله درختان، شرکت در کلاس‌های ترویج و اندازه باغ به عنوان متغیرهای عدم کارآیی در مدل مرز تصادفی در نظر گرفته شده است. در جدول (۱) خلاصه اطلاعات مربوط به نهاده‌های تولیدی در سه شهرستان مورد مطالعه آورده شده است.

طبق جدول (۱) میانگین تولید در شهرستان‌های زابل، زهک و هیرمند به ترتیب ۱۱۰۴۹، ۱۰۷۹۹ و ۱۰۶۴۸ کیلوگرم می‌باشد. میانگین سطح زیر کشت در هر سه شهرستان مورد مطالعه ۱/۲ هکتار است. بیشترین میانگین نیروی کار اجاره‌ای مربوط به شهرستان هیرمند با تعداد ۹۷ نفر- روزکار می‌باشد. میانگین تعداد دفعات آبیاری در هر سه شهرستان حدود ۱۶ دفعه می‌باشد. در جدول (۲) اطلاعات مربوط به ویژگی‌های اجتماعی– اقتصادی نمونه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

جدول ۱. توصیف آماری مدل عدم کارآیی (ویژگی‌های اجتماعی- اقتصادی) انگورکاران در منطقه سیستان

متغیرها	زابل			زهک			هیرمند		
	mean	min	Max	Mean	min	max	mean	min	max
سن	۶۰/۵۴	۳۸	۸۷	۶۰/۴۵	۳۸	۸۷	۶۰/۱۹	۳۸	۸۷
تحصیلات	۰/۶۵	۰	۳	۰/۶۵	۰	۳	۰/۶۶	۰	۳
تجربه	۱۵/۷۷	۵	۴۰	۱۶/۱	۵	۴۰	۱۶/۰۲	۵	۳۵
اندازه خانوار	۶/۵۲	۲	۱۱	۶/۴۵	۲	۱۱	۶/۳۳	۲	۱۱
فعالیت غیر از انگورکاری	۰/۴۳	۰	۱	۰/۴۳	۰	۱	۰/۴۲	۰	۱
تعداد قطعات زمین	۱/۷۵	۱	۵	۱/۷۸	۱	۵	۱/۷۶	۱	۵
فاصله درختان	۱/۸۹	۱	۳	۱/۸۸	۱	۳	۱/۸۸	۱	۳
شرکت در کلاس های ترویج	۰/۹۲	۰	۱	۰/۹۲	۰	۱	۰/۹۲	۰	۱
اندازه باغ	۱۸۶۰	۵۰۰	۶۴۰۰	۱۹۱۲	۵۰۰	۶۰۰۰	۱۸۸۹	۵۰۰	۵۳۲۰

طبق نتایج در جدول (۲) کشاورزان نمونه در سه منطقه به طور میانگین حدود ۶۰ سال سن داشته‌اند. حداقل میزان تحصیلات در نمونه‌ها بی‌سواد و حداکثر آن تحصیلات دانشگاهی بوده است. در مورد تعداد قطعات زمین می‌توان گفت که زمین‌ها در هر شهرستان مورد مطالعه از ۱ تا ۵ قطعه تقسیم‌بندی شده‌اند. فاصله درختان نیز بین ۱ تا ۳ متر می‌باشد. میانگین اندازه باغ در شهرستان زابل، زهک و هیرمند به ترتیب ۱۸۶۰، ۱۹۱۲ و ۱۸۸۹ اصله درخت بوده است.

جدول۲. میانگین، حداقل و حداکثر مقدار مصرف نهاده ها و تولید انگور در منطقه سیستان

متغیرها	زابل			زهک			هیرمند		
	mean	min	max	mean	min	max	mean	min	max
تولید (کیلوگرم)	۱۱۰۴۹	۲۸۰۰	۲۲۵۰۰	۱۰۷۹۹	۳۰۰۰	۲۲۰۰۰	۱۰۶۴۸	۲۰۰۰	۲۱۸۰۰
سطح زیر کشت (هکتار)	۱/۲	۰/۵	۲/۵	۱/۲	۰/۵	۳	۱/۲	۰/۴	۲/۶
نیروی کارگر اجاره ایی(نفر-روز)	۵۷	۱۸	۲۰۲	۴۱	۱۸	۹۹/۵	۹۷	۳۴	۲۱۰
نیروی کارگر خانوادگی(نفر-روز)	۱۷۲	۵۹	۴۰۰	۱۷۱	۴۰	۵۰۰	۱۷۰	۶۵	۳۹۵
دفعات آبیاری(دفعه)	۱۶	۹	۲۵	۱۶	۷	۳۰	۱۵	۸	۲۴
کود حیوانی(کیلوگرم)	۱۶۸۸۶	۷۰۰۰	۳۶۴۰۰	۱۷۱۶۳	۷۷۰۰	۳۹۲۰۰	۱۶۳۰۰	۷۶۰۰	۴۰۰۰۰
کود شیمیایی(کیلوگرم)	۲۲۳	۱۸	۵۵۰	۲۰۹	۶۰	۵۹۰	۲۰۹	۷۵	۶۱۵

جهت برآورد میزان کارآیی فنی مقیاس باغات مورد بررسی بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌ها، از نرم افزار $DEAP_{2.1}$ استفاده گردید. در این راستا، ابتدا نتایج مربوط به انواع کارآیی مقیاس و نتایج بازده آن‌ها در سه شهرستان مورد بررسی قرار گرفته است.

در این قسمت نتایج به دست آمده از روش DEA مورد بحث قرار گرفته است. هم چنین به منظور اطمینان از نااریب بودن نمرات کارآیی به دست آمده در این روش، با نرمال سازی و حذف برخی از مشاهدات پرت، اقدام

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

به محاسبه مجدد نمرات کارآیی شد که نتایج به دست آمده اختلاف اندکی داشته و نتایج اولیه به عنوان نتایج ارجح ارایه شده است. در جدول (۳) نتایج به دست آمده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها نشان داده شده است.

جدول۳. نتایج میزان انواع کارآیی مقیاس نمونه‌ها در منطقه سیستان

	میانگین	انحراف	کمینه	بیشینه
زابل				
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
زهک				
کارآیی فنی با بازده ثابت نسبت به مقیاس(CRS)	۰/۵۱	۰/۲۹	۰/۰۳	۱
کارآیی فنی با بازده متغیر نسبت به مقیاس(VRS)	۰/۷۱	۰/۲۴	۰/۲۳	۱
کارآیی مقیاس(Scale)	۰/۷۱	۰/۲۶	۰/۰۳	۱
هیرمند				
کارآیی فنی با بازده ثابت نسبت به مقیاس(CRS)	۰/۵۱	۰/۲۹	۰/۰۹	۱
کارآیی فنی با بازده متغیر نسبت به مقیاس(VRS)	۰/۷۳	۰/۲۶	۰/۲۵	۱
کارآیی مقیاس(Scale)	۰/۶۸	۰/۲۶	۰/۲۲	۱

با توجه به نتایج جدول (۳) ملاحظه می‌شود باغات نمونه از لحاظ کارآیی فنی مقیاس در شهرستان زابل پتانسیل کاهش ۵۴٪ در مقدار نهاده‌ها را دارد. این عدد برای شهرستان‌های زهک و هیرمند ۴۹٪ می‌باشد که نشان دهنده این است که در هر سه شهرستان می‌توانند نهاده‌های مورد استفاده را بدون کاهش در تولید محصول تا حد زیادی کاهش دهند. هم چنین عدم کارآیی فنی خالص باغات مورد بررسی در شهرستان زابل ۳۲٪ و عدم کارآیی مقیاس ۳۴٪ به دست آمده است. این نتیجه برای شهرستان زهک در مورد عدم کارآیی فنی خالص ۲۹٪ و عدم کارآیی مقیاس نیز ۲۹٪ به دست آمده است. ارقام مشابه برای شهرستان هیرمند برای عدم کارآیی فنی خالص ۲۷٪ و عدم کارآیی مقیاس ۳۲٪ می‌باشد. لذا با حذف عدم کارآیی مقیاس، کارآیی فنی باغات در شهرستان زابل می‌تواند از ۰/۴۶ به ۰/۶۸، برای شهرستان زهک از ۰/۵۱ به ۰/۷۱ و برای شهرستان هیرمند می‌تواند از ۰/۵۱ به ۰/۷۳ افزایش یابد. لذا دلایل کافی برای پذیرش فرضیه اول مبنی بر این‌که میزان متوسط کارآیی مقیاس شهرستان زهک نسبت به سایر شهرستان‌های مورد مطالعه، بیشتر می‌باشد، وجود دارد. حذف عدم کارآیی مقیاس، به این صورت می‌تواند مورد توجه قرار گیرد که واحدهایی که دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس هستند از افزودن نهاده‌های تولید به فرآیند تولید اجتناب کرده و واحدهایی که بازده نسبت به مقیاس افزایشی دارند، می‌توانند با اضافه کردن نهاده‌ها، تولید را افزایش و از این راه باعث بهبود و افزایش کارآیی مقیاس شوند. در جدول (۴) نتایج بازده نسبت به مقیاس باغات نشان داده شده است.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

جدول ۴. نتایج بازده نسبت به مقیاس نمونه ها در منطقه سیستان

انواع بازده نسبت به مقیاس	زابل		زهک		هیرمند	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
بازده ثابت نسبت به مقیاس	۱۷	۱۱/۸۰	۱۴	۱۷/۵	۷	۱۶/۶۶
بازده نزولی نسبت به مقیاس	۱۳	۹/۰۲	۷	۸/۷۵	۳	۷/۱۴
بازده صعودی نسبت به مقیاس	۱۱۴	۷۹/۱۶	۵۹	۷۳/۷۵	۳۲	۷۶/۱۹

با توجه به جدول (۴) ملاحظه می‌شود که در شهرستان زابل حدود ۷۹٪، در شهرستان زهک حدود ۷۳٪ و در شهرستان هیرمند حدود ۷۶٪ از باغات در حالت بازده نسبت به مقیاس صعودی عمل می‌کنند. هم چنین در شهرستان‌های زابل، زهک و هیرمند حدود ۹، ۸ و ۷٪ درصد از باغات در حالت بازده نسبت به مقیاس نزولی عمل کرده‌اند. بنابراین باغاتی که در شرایط بازده فزاینده نسبت به مقیاس (IRS) فعالیت می‌کنند، باید سطح تولید خود را افزایش دهند. به عبارتی دیگر، پس از تعدیل بهینه تمامی نهاده‌ها، هزینه متوسط هر واحد تولید می‌تواند به وسیله افزایش اندازه بنگاه کاهش یابد. منطق اقتصادی این کار این است که در حالت بازده فزاینده نسبت به مقیاس، نسبت افزایش در محصول، بیشتر از افزایش در نهاده‌هاست و با فرض ثابت بودن قیمت تمامی عوامل تولید، این امر باعث حرکت بر روی منحنی هزینه متوسط خواهد شد؛ یعنی پس از تعدیل تمامی نهاده‌ها، هزینه واحد تولید می‌تواند به وسیله افزایش اندازه واحد تولیدی کاهش یابد. دو عامل تخصص و تقسیم کار و نیز عوامل تکنولوژیکی، به تولیدکنندگان امکان می‌دهد که از را بسط مقیاس تولید، هزینه واحد تولید را کاهش دهند. بنابراین، افزایش و گسترش سطح تولید با توجیه اقتصادی همراه است. بنابراین واحدهایی که در شرایط بازده کاهنده نسبت به مقیاس (DRS) فعالیت می‌کنند، برای بهبود وضعیت خود باید سطح فعالیت خود را کاهش دهند.

لذا با توجه به این‌که حدود ۸۰ درصد از باغات در حالت بازده صعودی نسبت به مقیاس عمل می‌کنند، منطقی به نظر می‌رسد که در منطقه مورد مطالعه مصرف بیشتر نهاده‌ها جهت افزایش تولید و درآمد باغات تصمیم مناسبی باشد و تا از این راه افزایش تولید و روی هم رفته بهبود و افزایش کارآیی به‌دست آید. در جدول (۵) توزیع فراوانی کارآیی مقیاس انگورکاران نشان داده شده است.

طبق جدول (۵) ملاحظه می‌شود که بیشترین درصد انگورکاران در فاصله کارآیی ۱۰۰- ۹۰٪ قرار گرفته‌اند. در شهرستان زابل کمترین تعداد انگورکاران در فاصله ۶۰- ۵۰٪، در شهرستان زهک در فاصله ۵۰- ۴۰٪ قرار دارند، ارقام مشابه برای شهرستان هیرمند بین ۷۰- ۶۰٪ می‌باشد.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

جدول ۵. توزیع فراوانی انگورکاران در سطح مختلف کارآیی مقیاس در در منطقه سیستان

سطوح کارآیی مقیاس(درصد)	زابل		زهک		هیرمند	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
کمتر از ۳۰	۲۰	۱۳/۸۹	۶	۷/۵	۴	۹/۵۲
۳۰ -۴۰	۱۳	۹/۰۳	۸	۱۰	۴	۹/۵۲
۴۰ -۵۰	۱۱	۷/۶۴	۳	۳/۷۵	۵	۱۱/۹
۵۰ -۶۰	۱۰	۶/۹۴	۵	۶/۲۵	۳	۷/۱۴
۶۰-۷۰	۱۹	۱۳/۱۹	۱۲	۱۵	۲	۴/۷۶
۷۰ -۸۰	۱۱	۷/۶۴	۱۱	۱۳/۷۵	۷	۱۶/۶۷
۸۰ -۹۰	۱۷	۱۱/۸۱	۱۰	۱۲/۵	۴	۹/۵۲
۹۰- ۱۰۰	۴۳	۲۹/۸۶	۲۵	۳۱/۲۵	۱۳	۳۰/۹۵

تابع تولید یک مفهوم کاملاً فیزیکی است و به طور ساده رابطه بین ستاده و نهاده‌های تولید را نشان می‌دهد. در نظریه اقتصاد خرد، تابع تولید بر اساس بیشترین میزان محصول به ازای مقادیری معین از نهادها و سطح خاص فناوری تعریف شده است. لذا با توجه به نظریه تولید می‌توان فرض کرد که برخی از تولیدکنندگان با استفاده از نهاده‌های مشخص قادر نیستند بیشترین محصول را با به کارگیری فناوری موجود تولید کنند که در اصطلاح این گروه، تولید کنندگان ناکارآ هستند. این ناکارآیی در تولید را می‌توان با توجه به مبانی نظری ناکارآیی مد نظر قرار داد.

کشش تولید نهاده نشان می‌دهد که در اثر تغییر یک درصد در میزان مصرف نهاده مقدار تولید چند درصد تغییر خواهد کرد. ضمن این‌که با استفاده از کشش تولید نهاده می‌توان نواحی تولید را برای هر نهاده معلوم کرد. کشش تولید در هر نقطه از منحنی تولید کل بازدهی به مقیاس در آن نقطه را نشان می‌دهد که تنها در ناحیه‌ی دوم، تولید منطقی و اقتصادی می‌باشد و مقدار آن بین صفر و یک تغییر می‌کند. تخمین کشش محصول با در نظر گرفتن نهاده‌های تولید در جدول (۶) ارایه شده است.

نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد که از میان عامل‌های کارآمد بر افزایش محصول انگور، مقادیر کشش تولید نهاده‌های سطح زیرکشت، نیروی کار خانوادگی، دفعات آبیاری، کود حیوانی و کود شیمیایی در شهرستان زابل بین صفر و یک می‌باشد که نشان از منطقی و اقتصادی بودن این نهاده‌ها دارد (ناحیه دو تولید). برای شهرستان زهک، سطح زیر کشت، نیروی کار خانوادگی، دفعات آبیاری و کود شیمیایی معنادار شده است و استفاده منطقی از این نهاده‌ها را در ناحیه دو نشان می‌دهد، همچنین آماره t کود حیوانی در این شهرستان معنادار نشده است.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

جدول ۶. نتایج برآورد کشش تولید نهاده‌ها در منطقه سیستان

نهاده	زابل		زهک		هیرمند	
	کشش	t-ratio	کشش	t-ratio	کشش	t-ratio
سطح زیر کشت	۰/۲۴***	۳/۶	۰/۳۴***	۳/۴	۰/۴۶***	۲/۹
نیروی کار اجاره‌ایی	-۰/۱۰***	-۳/۱	-۰/۳۴***	-۳/۹	-۰/۴۴***	-۳/۲
نیروی کار خانوادگی	۰/۳۴***	۵/۷	۰/۲۶***	۳/۵	۰/۳۶**	۲/۶
دفعات آبیاری	۰/۶۲***	۹/۵	۰/۵۸***	۶/۷	۰/۶۶***	۴/۵
کود حیوانی	۰/۱۲**	۲/۲	۰/۰۸	۱/۱۳	۰/۱۱	۱/۰۷
کود شیمیایی	۰/۱۳***	۲/۹	۰/۲۶***	۳/۸	۰/۱۹	۱/۶۱
بازده نسبت به مقیاس	۱/۳۵		۱/۱۸		۱/۳۴	

در شهرستان هیرمند نهاده‌های سطح زیر کشت، نیروی کار خانوادگی و دفعات آبیاری به صورت منطقی استفاده شده است و آماره t نهاده‌های کود حیوانی و شیمیایی معنادار نشده است. اما انگورکاران در هر سه شهرستان زابل، زهک و هیرمند در استفاده از نیروی کار اجاره‌ای، در ناحیه سوم تولید عمل کرده‌اند. به دیگر سخن با کاهش این نهاده، تولید نه تنها کاهش نمی‌یابد بلکه چنان‌چه نیروی کار اجاره‌ای به اندازه مصرف شود، افزایش نیز پیدا می‌کند. بنابراین دلایل کافی برای پذیرش فرضیه دوم مبنی بر این‌که انگورکاران مورد مطالعه در مصرف تمامی نهاده‌های به کار گرفته شده منطقی و اقتصادی عمل می‌کنند، وجود ندارد.

از مجموع کشش‌ها برای هر کدام از توابع تولید می‌توان بازده نسبت به مقیاس و در واقع انعطاف تولید را تعیین کرد. از نتایج جدول می‌توان دریافت که بازده نسبت به مقیاس در باغ‌های انگور در سه شهرستان زابل، زهک و هیرمند به ترتیب ۱/۳۵، ۱/۱۸ و ۱/۳۴ می‌باشد. بدین ترتیب اگر کلیه عوامل تولید را ۱۰۰ درصد افزایش دهیم میزان تولید بیشتر از ۱۰۰ افزایش می‌یابد که این حالت را بازده صعودی نسبت به مقیاس (IRS) گویند.

٦ پیشنهادات

با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهادهای زیر جهت بهبود کارآیی انگورکاران منطقه ارایه می‌شود:

- با توجه به نتایج به دست آمده از کارآیی مقیاس توصیه می‌شود با استفاده صحیح از نهاده‌ها و تغییر مناسب در هزینه‌های واحد تولیدی، تولید را به مقیاس مطلوب حرکت دهند.
- بررسی نتایج تابع تولید نمایان ساخت که باغداران در استفاده از نهاده نیروی کار اجاره‌ای به صورت بهینه رفتار نمی‌کنند، لذا باید با انجام خدمات ترویجی بر میزان آگاهی باغداران نسبت به حد بهینه استفاده از نهاده و به کارگیری نیروی کار با تجربه و کارآزموده تولید خود را افزایش دهند.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

- حمایت دولت از تولیدکنندگان، نظارت بر قیمت‌ها و تسهیلات بانکی، تامین نیازمندی‌های تولیدی و ارایه امکانات بهبود بازار رسانی انگور می‌تواند از راهبردهای اساسی توفیق تولیدکنندگان و درآمد مناسب آنان باشد.
- تشکیل اتحادیه‌های تعاونی انگورکاری در منطقه جهت بهبود بازاررسانی به موقع، بیمه محصول و دریافت اعتبار.
- برنامه‌ریزی و ایجاد صنایع تبدیلی مربوطه جهت خرید محصول در زمان عرضه مازاد انگور و ایجاد ارزش افزوده.
- ایجاد و تقویت تسهیلات زیر بنایی مورد نیاز مثل جاده، حمل و نقل، سردخانه به وسیله طرح‌های بالاسری اجتماعی (SOC) با مشارکت مردم و دولت.
- استفاده از روش و فناوری‌های جدید آبرسانی و روش‌های به زراعی با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه.

منابع

[۱] دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.، (۱۳۸۹). آمار نامه کشاورزی محصولات باغی سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸، تهران، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی.

[۲] زارع، ش.، (۱۳۸۴). اقتصاد تولید و کارایی انگورکاران استان خراسان(مطالعه موردی شهرستان کاشمر). اقتصاد کشاورزی و توسعه، ویژه نامه بهره وری و کارآیی، ص ۳۲۵-۲۷۹.

[۳] سادات موذنی، س.، کرباسی، ع.، (۱۳۸۷). اندازه گیری انواع کارآیی با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده ها: مطالعه موردی پسته کاران شهرستان زرند. اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال۱۶، شماره ۶۱.

[۴] صبوحی، م.، جام نیا، ع. ب.، (۱۳۸۶). تعیین کارآیی مزارع موز در استان سیستان و بلوچستان.. مجله اقتصاد و کشاورزی، جلد ۲ شماره ۲، ص۱۳۵-۱۴۶، ۱۳۸۶.

[۵] محمدی، ه.، بریم نژاد، و.، (۱۳۸۴). مطالعه کارآیی فنی، اقتصادی، تخصیصی و مقیاس در تعاونی های تولید با استفاده از روش مرز تصادفی و تحلیل فراگیر داده ها: مطالعه موردی دشت قمرد استان قم. مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.

[6] Villano, V., Fleming, E., (2006). Technical Inefficiency and Production Risk in Rice Farming: Evidence from Central Luzon Philippines. Asian Economic journal, 20(1), 29-46.

[7] 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.

[8] Osborne, S., Trueblood, M. A., (2006). An Examination of Economic Efficiency of Russian Crop Production in the Reform Period. Journal of Agricultural Economics, 34, 25-38.

[9] Croppenstedt, A., (2005). Measuring Technical Efficiency of Wheat Farmers in Egypt. ESA Working Paper, 5-6.

[10] Necat, M., Alemdar, T., (2005). Technical Efficiency Analysis of Tobacco Farming in Southeastern Anatolia. Department of Agricultural Economics of Çukurov, University Turkey.

[11] Latruffe, L., Balcombe, K., Davidova, S., Zawalinska, K., (2005). Technical and scale efficiency of crop and livestock farms in Poland: Does specialization matter. Journal of Agricultural Economics, 32, 281-296.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[12] Karagiannis, G., Sarris, A., (2004). Measuring and Explaining Scale Efficiency with the Parametric Approach: The Case of Greek Tobacco Growers. Agricultural Economics, 33, 441-451.
[13] Greene, W. H., (1990). A gamma-distributed stochastic frontier model. Journal of Econometrics, 46, 141-163.
[14] Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, 2, 429-444.
[15] Schmidt, P., Knox Lovell, C. A., (1979). Estimating technical and a locative inefficiency relative to stochastic production and cost frontiers. Journal of economics, 9, 343-366.
[16] Cooper, W., Seiford, L. M., Tone, K., (2000). Data envelopment analysis: a comprehensive text with models. Applications, reference and DEA-Solver.
[17] Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science, 30(9), 1078-1092.
[18] Coelli, T., Rao, O., Battese, E., (2002). An introduction to efficiency and productivity analysis. Kluwer Academic Publisher U.S.A. sixth printing, 132-140.
[19] Bjurek, H. L., Hjalmarsson, L., Forsund, F. R., (1990). Deterministic parametric and nonparametric estimation in service production. Journal of Econometrics, 46, 213-227.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]