

## کارایی مصرف آب و عوامل اثرگذار بر عملکرد محصولات گلخانه‌ای روستای امان آباد مبتنی بر رویکرد مدل مازاد مینا (SBM)

### Water-use efficiency and factors influencing of performance greenhouse of Amanabad village based on approach of the slack based model (SBM)

جواد شهرکی<sup>۱</sup>، احمد اکبری<sup>۲</sup>، مهدی جعفری<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۲۵

#### چکیده

کمبود آب با توجه به روند رشد جمعیت و محدود بودن آب قابل استحصال، به عنوان یک عامل محدودکننده توسعه اقتصادی و کشاورزی، روستاها را با چالش جدی مواجه کرده است. از طرفی با توجه به گسترش کشت گلخانه‌ای به دلیل ماهیت تولید خارج فصل و بالا بودن مصرف انرژی در این نوع از کشت، افزایش در کارایی مصرف نهاده‌های تولید در کشت گلخانه‌ای یکی از مهمترین بخش‌های مطالعات در کشاورزی بوده است. در این مطالعه به منظور بررسی کارایی گلخانه‌ها، اطلاعات ۵۹ گلخانه‌دار روستای امان آباد طی دوره تولیدی ۹۲-۱۳۹۱ از طریق پرسشنامه جمع‌آوری شده و با استفاده روش تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر مدل مازاد مینا (SBM) به بررسی وضعیت عملکرد بهره‌برداران پرداخته شد. نتایج نشان می‌داد که میانگین کارایی فنی با فرض بازده نسبت به مقیاس ثابت و متغیر به ترتیب برابر ۵۷/۶ و ۷۵/۴ است. همچنین کارایی مصرف نهاده آب برابر با ۵۴ و ۷۱/۱ بدست آمد. بررسی عوامل مؤثر بر کارایی نشان می‌داد که متغیرهای سن، تجربه و تحصیلات اثر مثبت و اندازه گلخانه اثر مثبتی بر کارایی گلخانه‌ها دارد. همچنین سیستم کشت هیدروپونیک و استفاده از پوشش دولایه برای گلخانه‌ها باعث بهبود کارایی فنی گلخانه‌ها خواهد شد. با توجه به عملکرد و کارایی بالاتر محصولات توت فرنگی و بادمجان، کشت گلخانه‌ای این محصولات توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** کمبود آب، کارایی، مدل مازاد مینا (SBM)، محصولات گلخانه‌ای، روستای امان آباد.

#### مقدمه و بررسی منابع

محدودیت آب و خاک، ازدیاد جمعیت جهان و به دنبال آن نیاز روز افزون به غذا برای جمعیت رو به رشد کره زمین و فراهم کردن مواد غذایی کافی و مناسب، توجه دانشمندان را برای تأمین هر چه بیشتر مواد غذایی از واحد

<sup>۱</sup> دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

<sup>۲</sup> استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، نویسنده مسئول، MehdiJafari@pgs.usb.ac.ir

سطح به خود معطوف ساخته است (Hötzel *et al.*, 2014). از طرفی وابستگی زیاد تأمین مواد غذایی به مصرف انرژی، لزوم بررسی الگوی مصرف انرژی را در بخش کشاورزی حیاتی ساخته است (Hatirli *et al.*, 2005) (Khoshnevisan *et al.* 2014).

در سال‌های اخیر کشت گلخانه‌ای برای تولید خارج از فصل به دلیل افزایش طول زمان بهره‌برداری به ۱۲ ماه، استفاده بهینه از منابع آب و خاک و همچنین کنترل بهتر بر عدم قطعیت‌های محیطی، توانایی بهبود عملکرد و کیفیت تولیدات را دارا است. از این رو این نوع شیوه‌ی کشت در شهرهای پر جمعیت که فاقد آب و زمین کافی می‌باشند، به عنوان یک عامل ایجاد اشتغال و افزایش تولیدات کشاورزی مطرح شده است (Hötzel *et al.*, 2014). بر اساس آمار سال ۱۳۸۹ سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای کشور ایران حدود ۸۰۰۸ هکتار می‌باشد که از این میزان ۵۶۴۹ هکتار مربوط به گلخانه‌های سبزی و صیفی بوده و ۲۱۷۶ هکتار مربوط به گلخانه‌های گل و گیاهان زینتی می‌باشد. ۱۸۴ هکتار نیز به سایر محصولات اختصاص دارد (Agricultural organization of Markazi province, 2012). با عنایت به اینکه حدود ۵۵ درصد مساحت استان مرکزی دارای اقلیم کویری گرم و خشک می‌باشد و از نظر کمیت و کیفیت آب در محدودیت می‌باشد، لیکن الگوی کشت محصولات کشاورزی به سمت محصولات با مصرف آب کم و تولید بیشتر در مجتمع‌های گلخانه‌ای متمرکز شده است (Agricultural organization of Markazi province, 2012).

با توجه به بحث کمبود منابع آبی، همواره بررسی کارایی فنی بهره‌برداران کشاورزی مورد توجه پژوهشگران اقتصاد کشاورزی قرار گرفته است ولی متأسفانه در بخش تحقیقات در زمینه محصولات گلخانه‌ای، کمبودهای محسوسی وجود دارد. از جمله مطالعاتی که در این زمینه می‌توان اشاره کرد Firoozi *et al.*, 2014 در پژوهشی به بررسی بهینه‌سازی مصرف انرژی در گلخانه‌های خیار پرداختند. نتایج نشان می‌داد که بیشترین سهم انرژی را سوخت و مواد شیمیایی به خود اختصاص داده که به ترتیب برابر ۵۹/۱۵ و ۱۲/۸۸ درصد می‌باشد. نتایج حاصل از محاسبه کارایی نسبت مقیاس ثابت و متغیر نشان می‌داد که به ترتیب ۱۱ و ۲۲ گلخانه کارآمد بوده است و متوسط کارایی کل، کارایی نسبت به مقیاس و کارایی فنی به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۹۳ و ۰/۹۹ بدست آمده و بر اساس نتایج این پژوهش با صرفه‌جویی ۱۸/۱۸ درصدی در مصرف انرژی، می‌توان سطح تولید اولیه را ثابت نگه داشت. در مطالعه‌ی Ghochebeyg *et al.*, 2010 که به بررسی بازده‌ی گلخانه‌های خیار پرداخته شد، نتایج نشان داد که ده واحد از مجموع هجده واحد مورد بررسی کارا بوده و میانگین کارایی واحدهای ناکارا ۹۰ درصد محاسبه شد. بدین معنی که ۱۰ درصد از مجموع نهاده‌های مورد استفاده با افزایش کارایی واحدهای ناکارا صرفه‌جویی می‌شوند Houshyar, *et al.* 2010 در پژوهشی به بررسی کارایی انرژی مصرفی در کشت گندم منطقه فارس به روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند که نتایج حاصله نشان می‌داد مزارع بزرگتر در مصرف انرژی نسبت به مزارع کوچکتر کارا بود. در مطالعه‌ای که توسط Bahrami and Taki, 2011 با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها تحت عنوان بهینه‌سازی مصرف انرژی برای تولید گندم در ایران صورت گرفت، نتایج نشان می‌داد که کارایی کل، فنی و کارایی نسبت به مقیاس کشاورزان به ترتیب ۸۷/۹۷، ۹۱/۱۸ و ۹۶ درصد بوده است و با صرفه‌جویی

۱۵ درصدی در مصرف انرژی می‌توان سطح تولید گندم را در همان سطح قبلی ثابت نگه داشت. نتایج مطالعه Murthy *et al.*, 2009 در مورد بررسی کارایی فنی و عوامل مؤثر بر آن در تولید گوجه فرنگی گلخانه‌ای در کشور هند نشان می‌داد که گلخانه‌های با اندازه متوسط از لحاظ سطح کارایی فنی در بهترین حالت قرار دارند. با توجه به مزیت‌های روستای امان‌آباد واقع در استان مرکزی، از لحاظ قرار گرفتن در موقعیت خاص جغرافیایی و منطقه‌ای و وجود امکانات زیربنایی همچون راه‌های ارتباطی، تأمین انرژی، نیروی انسانی و نزدیکی به بازارهای مصرف عمده محصولات همانند شهرهای قم، تهران، اصفهان، کرج و سایر شهرهای شمالی که در مسیر ارتباطی این روستا قرار دارند، می‌توان با توجه به مسائل فنی از جمله بهبود راندمان کشت محصولات گلخانه‌ای در این منطقه از هدر رفت منابع انرژی محدود در تولید به صورت چشم‌گیری کاست و شاهد توسعه تولید محصولات گلخانه‌ای در این روستا و منطقه بود. بر اساس مرور صورت گرفته بر پژوهش‌های گذشته، مطالعه‌ای که به تحلیل کارایی تولید محصولات گلخانه‌ای در استان مرکزی پرداخته باشد، وجود نداشت. به همین جهت در این مطالعه با هدف بررسی کارایی فنی و عوامل مؤثر بر آن، به جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ۱۲ نهاده (نیروی کار، انواع کودهای مورد استفاده، مواد ضدعفونی‌کننده و حشره‌کش، نشاء و بذر و مصرف انرژی (آب، برق، گاز و گازوئیل) و ۲ ستاده (میزان تولید و درآمد) موجود در فرآیند تولید از ۵۹ گلخانه‌دار شهرک گلخانه‌ای روستای امان‌آباد از طریق توزیع پرسشنامه طی دوره تولیدی سال‌های ۹۲-۱۳۹۱ پرداخته شده است.

## مواد و روش‌ها

محک زنی<sup>۱</sup> فرایندی است که طی آن به ارزیابی عملکرد نسبی بنگاه‌های اقتصادی پرداخته می‌شود. به عبارتی طی این فرایند به مقایسه سیستمی عملکرد یک بنگاه با سایر بنگاه‌ها که در آن نهاده‌های مشابهی را به ستاده‌های مشابه تبدیل می‌کنند، پرداخته می‌شود (Bogetoft and Otto, 2011; Khoshroo and Mulwa, 2014). کارایی از جمله شاخص‌های مهم در ارزیابی عملکرد بنگاه‌های اقتصادی به شمار می‌رود. کارایی را می‌توان توانایی یک بنگاه در بدست آوردن حداکثر ستاده از یک مجموعه نهاده معین با فرض تکنولوژی معلوم و یا توانایی یک بنگاه برای تولید بازده معین با حداقل مجموعه نهاده‌های در دسترس تعریف نمود. در نیم قرن اخیر نیز تکنیک‌های زیادی برای تخمین مرز کارا جهت بررسی کارایی واحدهای تولیدی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که به دو گروه روش‌های پارامتری و غیر پارامتری تقسیم می‌شوند. روش ناپارامتریک (تحلیل پوششی داده‌ها) به دلیل اینکه اجزاء بهره‌وری را معین می‌کند مورد استفاده بیشتری قرار می‌گیرد (Cooper, *et al.*, 2011; Charnes, 1994) در روش تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از اطلاعات مربوط به محصولات نهایی و همچنین کلیه عوامل و نهاده‌های مؤثر و مورد استفاده در فرآیند تولید بر اساس عملکرد بنگاه‌های نمونه، یک حد استاندارد تولید، برآورد و به کمک روش‌های برنامه‌ریزی خطی، کارایی نسبی مؤسسات مورد بررسی در مقایسه با آن سنجیده می‌شود. نخستین بار فارل استفاده از روش‌های ناپارامتری برای تعیین کارایی در یک سیستم را با دو نهاده و

<sup>1</sup> Benchmarking

یک ستاده معرفی کرد تحلیل پوششی داده‌ها، یک تکنیک ریاضی مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است (Tone and Tsutsui, 2014). در این روش با استفاده از یک مجموعه چندتایی از متغیرهای ورودی و خروجی، کارایی یک گروه از واحدهای مورد بررسی تعیین می‌شود. در تحلیل پوششی داده‌ها، به ازای یک مجموعه مشخص از متغیرهای ورودی و خروجی، نمره‌ی مشخصی به هر یک از واحدهای مورد بررسی اختصاص می‌یابد. در این روش، مرز کارا به صورت تجربی مشخص می‌شود (Soltany et al., 2012).

با فرض ۴ نهاد،  $x_1, x_2, x_3$  و  $x_4$  که  $x_1$  و  $x_2$  شعاعی و  $x_3$  و  $x_4$  غیر شعاعی باشند، می‌توان مدل‌های DEA را به دو دسته شعاعی و غیرشعاعی تقسیم نمود. در این حالت ( $ax_1$  و  $ax_2$ ) و  $a > 0$  یعنی  $x_1$  و  $x_2$  به صورت متناسب با یکدیگر تغییر می‌کنند، در حالی که تغییر  $x_3$  و  $x_4$  غیر شعاعی و نامتناسب می‌باشد (Cooper et al., 2011)؛ به عبارت دیگر منظور از غیرشعاعی بودن، عدم تغییر  $x_4$  به اندازه تغییر  $x_3$  است و این تغییر کمتر یا بیشتر از خواهد بود که در مورد ویژگی شعاعی بودن ستانده نیز به شکل مشابه مطرح می‌شود (Cooper et al., 2011). شاخص نهاد محور راسل<sup>۱</sup> با هدف حداقل سازی تابع هدف مسئله برنامه‌ریزی غیر خطی بر مبنای مازادهای نهاد، در جهت حل این مشکل توسط (Färe and Lovell, 1987) مطرح شد. سپس (Charnes et al., 1984) مدل‌های جمع‌پذیر<sup>۲</sup> را با هدف حداکثر سازی مجموع مازاد نهادها و کمبود ستاندها در تابع هدف ارائه نمودند. این مدل‌ها دارای دو ویژگی هستند: نخست این که نتایج این مدل‌ها نسبت به تبدیل داده‌های اولیه خنثی می‌باشند. دومین ویژگی، عدم استقلال نتایج از واحد اندازه‌گیری است، به عنوان مثال اگر واحد اندازه‌گیری از متر به کیلومتر تبدیل شود، نتایج حاصل از مدل‌های جمع‌پذیر تغییر خواهند کرد (Cooper et al., 2011). همچنین در تابع هدف این مدل‌ها مازاد نهاد و کمبود ستانده با یکدیگر جمع می‌شوند، در حالی که واحدهای اندازه‌گیری ستاندها و نهادها مختلف است. برای حل این مشکل (Tone, 2001) مدل‌های غیرشعاعی مازاد مبنای<sup>۳</sup> SBM با این رویکرد که این مدل‌ها نسبت به واحدهای اندازه‌گیری مستقل و نسبت به تبدیل داده‌های اولیه خنثی بوده را معرفی و در ادامه نیز مدل‌های متقاطع را به عنوان ترکیبی از مدل‌های شعاعی و غیرشعاعی ارائه نمود (Tone & Tsutsui, 2014).

### تحلیل کارایی فنی: رویکرد مدل مازاد مبنای (SBM)

امکان تولید مجموعه با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس با این توضیح که  $X_{ij}$  به معنی  $i$  امین نهاد ( $i=1, \dots, m$ ) و  $r$  امین ستاده ( $r=1, \dots, s$ ) از  $j$  مین بنگاه ( $j=1, \dots, n$ ). به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P = \{(x, y) \mid \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \leq x_i, i = 1, \dots, m\} \quad \text{معادله (۱)}$$

<sup>1</sup> Russell

<sup>2</sup> Additive

<sup>3</sup> Slack Based Model (SBM)

$$\sum_{j=1}^n \{Y_{rj} \geq y_r, r = 1, \dots, s; \} \{x_j \geq 0, j = 1, \dots, n\}$$

اگر بازده نسبت به مقیاس مجاز به تغییر باشد، در این صورت یک قید اضافی دیگر  $\sum_j \{x_j = 1\}$  نیز اعمال می‌شود (Charnes & Cooper, 1984).  $s_i^-$  و  $s_r^+$  به عنوان متغیرهای کمبود به ترتیب مرتبط با محدودیت ستاده و نهاده تعریف می‌شود. اندازه‌گیری شعاعی متداول از کارایی نهاده محور برای  $k$  بنگاه عبارت است از (Charnes *et al.*, 1978):

$$E_k^{CCR} = \min_v -v \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

$$s.t. \sum_j \{x_{ij} + s_i^- = X_{ik}, i = 1, \dots, m \quad \text{معادله (۲)}$$

$$\sum_j \{Y_{rj} - s_r^+ = Y_{rk}, r = 1, \dots, s$$

$$s_i^-, s_r^+, \} \geq 0, i = 1, \dots, m, r = 1, \dots, s, j = 1, \dots, n$$

$v$  یک مقدار عددی کوچک (غیرارشمیدی) است که برای شناسایی بنگاه‌های با کارایی ضعیف، به تابع هدف اضافه شده است (Charnes & Cooper, 1984).

بدین ترتیب مدل SBM عبارت است از:

$$E_k^{SBM} = \min \frac{1 - (1/m) \sum_{i=1}^m s_i^- / X_{ik}}{1 + (1/s) \sum_{r=1}^s s_r^+ / Y_{rk}}$$

$$s.t. \sum_j \{x_{ij} + s_i^- = X_{ik}, i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \{Y_{rj} - s_r^+ = Y_{rk}, r = 1, \dots, s \quad \text{معادله (۳)}$$

$$s_i^-, s_r^+, \} \geq 0, i = 1, \dots, m, r = 1, \dots, s, j = 1, \dots, n$$

بدیهی است که مقدار  $E_k^{SBM}$  در محدوده ۰ تا ۱ است و در صورتی بنگاه  $k$  کارا است که مقدار  $E_k^{SBM}$  برابر با یک باشد. این مسأله توسط Tone, 2001 نیز اثبات شده است که بنگاه کارا است اگر و تنها اگر  $E_k^{SBM} = 1$  و همچنین  $E_k^{SBM} \leq E_k^{CCR}$ .

بر خلاف مدل‌های شعاعی که نهاده‌ی اضافی و ستاده کمبود اثر نامحسوسی در محاسبه  $E_k^{CCR}$  دارد، این اثرات در محاسبه  $E_k^{SBM}$  بهتر منعکس می‌شود. بدین ترتیب رهیافت SBM، یک روش مناسب برای محاسبه کارایی بنگاه‌های ضعیف می‌باشد (Charnes *et al.*, 1986). رابطه شماره ۳، مدل برنامه‌ریزی کسری خطی است که می-

توان با جایگذاری شکل خطی شده  $1 + (1/s) \sum_{r=1}^s s_r^+ / Y_{rk} = 1/t$  و جایگزینی متغیرهای مناسب به صورت زیر دنبال شود:

$$E_k^{SBM} = \min t - 1 - (1/m) \sum_{i=1}^m s_i^- / X_{ik}$$

$$s.t. t + (1/s) \sum_{r=1}^s \hat{s}_r^+ / Y_{rk} = 1$$

$$\sum_j \hat{x}_j X_{ij} + \hat{s}_i^- = t X_{ik}, i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \hat{x}_j Y_{rj} - \hat{s}_r^+ = t Y_{rk}, r = 1, \dots, s$$

معادله (۴)

$$t > 0, \hat{s}_i^-, \hat{s}_r^+, \hat{x}_j \geq 0, i = 1, \dots, m, r = 1, \dots, s, j = 1, \dots, n$$

$$\text{where } \hat{s}_i^- = t s_i^-, \hat{s}_r^+ = t s_r^+, \text{ and } \hat{x}_j = t x_j$$

در این مطالعه پس از برآورد میزان کارایی هر یک از تولیدکنندگان بر اساس مطالعه (Abdollahi et al., 2010) به بررسی متغیرهای اثرگذار بر میزان کارایی و عدم کارایی با استفاده از روش OLS پرداخته شد. شکل کلی مدل برازش شده به صورت زیر است:

$$E_k^{SBM} = u_0 + \sum_{j=1}^9 u_j z_{kj} + u_k \quad \text{معادله (۵)}$$

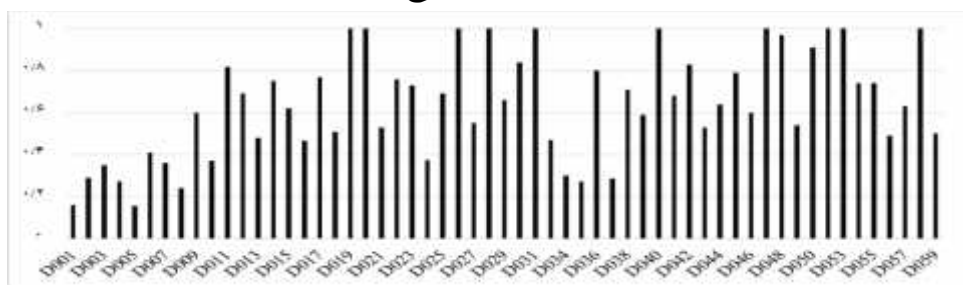
در رابطه بالا،  $E_k^{SBM}$  نشان دهنده کارایی فنی واحد  $k$  و  $z$  شامل هریک از متغیرهای مورد بررسی؛ سن بهره‌بردار، سطح سواد، میزان سابقه بهره‌بردار، سطح زیر کشت گلخانه، نوع سیستم کشت (هیدروپونیک یا خاک)، ارتفاع سازه گلخانه، نوع پوشش گلخانه (یک لایه یا چند لایه)، نوع سیستم کنترل دمای گلخانه می‌باشد.

### نتایج و بحث

در این بخش از مطالعه ابتدا با استفاده از نرم افزار GAMS v23.5 مقادیر کارایی مبتنی بر مدل مازاد مبنا برای هر یک از بهره‌برداران اندازه‌گیری شده و سپس به تجزیه و تحلیل نتایج پرداخته شده است. همچنین در پایان نتایج، تحلیل‌های اقتصادسنجی عوامل مؤثر بر کارایی بهره‌برداران آورده شده است.

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱، میانگین کارایی ثابت و متغیر نسبت به بازده به ترتیب برابر ۵۷/۶ و ۷۵/۴ است؛ که نشان دهنده افزایش کارایی گلخانه‌ها همزمان با بزرگتر شدن اندازه واحدهای بهره‌برداری می‌باشد. در شرایط بازده ثابت و متغیر به ترتیب ۷۰ و ۸۶ درصد واحدهای بهره‌بردار گلخانه‌ها بالای ۵۰ درصد کارایی دارند. نتایج نشان می‌دهد که واحدهای گلخانه‌ای با کاهش حدود ۴۰ درصدی در مقدار مصرف نهاده‌ها، همان سطح از تولید را حفظ می‌کنند. کارایی مقیاس ۶۱/۴ درصدی نشان‌دهنده این است که واحدهای گلخانه‌ای

تقریباً در یک مقیاس نسبتاً کارا عمل می‌کنند. نکته قابل توجه در نتایج بدست آمده از کارایی بهره‌برداران، بالا بودن عملکرد گلخانه‌های کشت توت فرنگی و بادمجان (در سطح ۱۰۰ درصد) در بین سایر بهره‌برداران است.

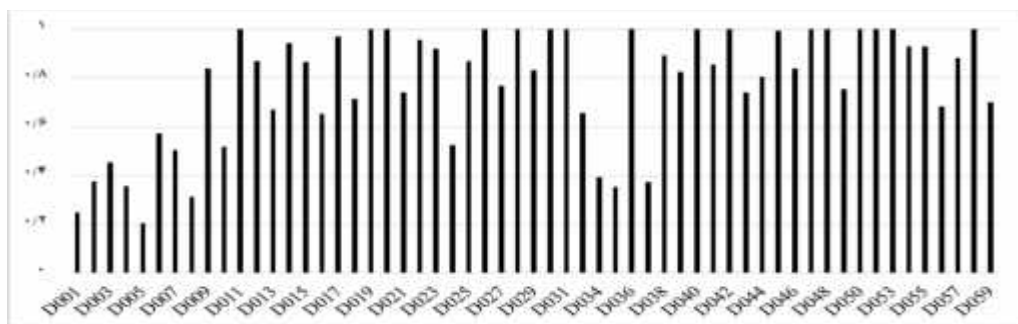


نمودار ۱- کارایی در شرایط بازده ثابت واحدهای بهره‌بردار مورد بررسی

Figure 1- DMUs Efficiency in constant return to scale

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق



نمودار ۲- کارایی در شرایط بازده متغیر واحدهای بهره‌بردار مورد بررسی

Figure 2- DMUs Efficiency in variable return to scale

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج بدست آمده در جدول (۲) میزان کارایی مصرف نهاده آب را برای بهره‌برداران مورد بررسی نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد میانگین کارایی مصرف نهاده آب در واحدهای گلخانه‌ای در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۵۴ و ۷۱/۱ درصد است. بنا بر نتایج، بهره‌برداران مورد بررسی دارای پتانسیل کاهش ۳۶ درصدی مصرف آب کمتر و تولید در همان سطح قبلی می‌باشند. همچنین نتایج حاکی از آن است که میانگین کارایی آب کم‌تر از میانگین کارایی فنی واحدهاست.

بررسی‌ها نشان می‌دهد بهره‌بردارانی که از سیستم کنترل دما و پوشش‌های دولایه در گلخانه‌های خود استفاده نموده‌اند از کارایی بیشتری در مصرف نهاده‌های انرژی به خصوص آب برخوردارند.

جدول ۱- خلاصه‌ی نتایج میزان کارایی نهاده‌گرا مبتنی بر مدل SBM

Table 1- Summary of input-oriented efficiency based on SBM model

کارایی (درصد) سطح کارایی Percent	کارایی فنی Technical efficiency			
	در شرایط بازده ثابت constant return to scale		در شرایط بازده متغیر variable return to scale	
	تعداد گلخانه‌ها Number of Greenhouses	درصد گلخانه‌ها Percent of Greenhouses	تعداد گلخانه‌ها Number of Greenhouses	درصد گلخانه‌ها Percent of Greenhouses
کارایی بین ۰ تا ۲۵ Efficiency 0-25	3	5.3	1	1.6
کارایی بین ۲۵ تا ۵۰ Efficiency 25-50		24.6	7	11.8
کارایی بین ۵۰ تا ۷۵ Efficiency 50-75	21	36.4	12	20.3
کارایی بین ۷۵ تا ۱۰۰ Efficiency 75-100	20	33.7	39	66.1
میانگین کارایی Average of efficiency		57.6		75.4
کارایی مقیاس Scale efficiency			61.4	

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲- خلاصه‌ی نتایج میزان کارایی مبتنی بر مدل SBM، مصرف آب در تولید محصولات گلخانه‌ای

Table 2- Summary of efficiency based on SBM model: water consumption

کارایی (درصد) سطح کارایی Percent Of the performance	کارایی فنی Technical efficiency			
	در شرایط بازده ثابت In terms of fixed returns		در شرایط بازده متغیر In terms of output variable	
	تعداد گلخانه‌ها Number Greenhouses	درصد گلخانه‌ها Percent Greenhouses	تعداد گلخانه‌ها Number Greenhouses	درصد گلخانه‌ها Percent Greenhouses
کارایی بین ۰ تا ۲۵ Efficiency 0-25	10	18	3	0.5
کارایی بین ۲۵ تا ۵۰ Efficiency 25-50	33	56	16	27.1
کارایی بین ۵۰ تا ۷۵ Efficiency 50-75	9	14	21	35.5
کارایی بین ۷۵ تا ۱۰۰ Efficiency 75-100	7	12	19	32.2
میانگین کارایی Average of efficiency		54		71.1
کارایی مقیاس Scale efficiency			68.6	

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق



شناخت عوامل مؤثر در بهبود کارایی مدیریتی و اقتصادی، پیش شرط افزایش کارایی واحدهای بهره‌بردار می‌باشد. در ادامه به بررسی عوامل اثرگذار بر میزان کارایی فنی پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد متغیرهای سن، تحصیلات و تجربه به عنوان عوامل فردی و مدیریتی در روند کارایی و عملکرد گلخانه‌ها تأثیر مثبت دارد که می‌تواند نشان از بهبود وضعیت کارایی در صورت قرار گرفتن تجربه و تحصیلات در کنار یکدیگر باشد. همچنین نوع سیستم کشت هیدروپونیک و استفاده از پوشش‌های دولایه در گلخانه‌ها می‌تواند تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد گلخانه‌ها بگذارد. متغیر ارتفاع گلخانه نیز معنادار نبود و تأثیری بر میزان کارایی واحدهای مورد بررسی ندارد. همانطور که نتایج حاصل از اندازه‌گیری کارایی واحدهای بهره‌بردار نشان می‌داد گلخانه‌هایی که دارای پوشش دولایه بودند و همچنین به کشت توت فرنگی پرداخته بودند دارای راندمان بالاتری نسبت به بقیه بهره‌برداران هستند.

### جدول ۳- خلاصه نتایج بدست آمده از بررسی عوامل اثرگذار بر کارایی مدیریتی گلخانه‌داران

Table 3- Summary of factor affecting on managerial efficiency

متغیر اثر گذار Variable affecting	کارایی فنی بازده ثابت نسبت به مقیاس technical efficiency Constant returns to scale	کارایی فنی بازده متغیر نسبت به مقیاس technical efficiency Variable returns to scale
سن Age	0.034**	0.01**
تحصیلات Education	0.044***	0.12**
تجربه Experience	0.33*	0.2*
اندازه گلخانه‌ها Greenhouse size	-0.0021*	-0.001**
سیستم کشت (هیدروپونیک (۱) و خاک (۰)) Cultivation system	0.0241***	0.3***
پوشش گلخانه یک لایه و دولایه Greenhouse cover	0.001***	0.34***
ارتفاع گلخانه (بالای ۴.۵ متر (۱) و کمتر از ۴.۵ متر (۰)) Height of Greenhouse	0.066	0.34
$R^2=0.70$ $R^2=0.54$ D.W= 2.024		$F=4.357$

توضیحات: \* معنادار در سطح ۱۰ درصد، \*\* معنادار در سطح ۵ درصد، \*\*\* معنادار در سطح ۱ درصد

\*, \*\* and \*\*\* indicate that the corresponding null is rejected at 1, 5 and 10% levels, respectively

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

اندازه‌گیری کارایی واحدهای بهره‌بردار کشاورزی به خصوص گلخانه از بعد سیاست‌های اتخاذ شده در جهت هدفمندی یارانه‌ها در مسیر بهبود استفاده از نهاده‌های مهمی همچون آب نقشی مهم ایفا می‌کند. در این مطالعه کارایی ۵۹ گلخانه‌دار واقع در شهرک گلخانه‌ای روستای امان‌آباد با استفاده از مدل‌های مازاد مینا SBM، طی دوره زمانی ۹۲-۱۳۹۱ اندازه‌گیری و عوامل مؤثر بر کارایی با استفاده از روش اقتصاد سنجی برآورد شد.

نتایج نشان داد که متوسط کارایی با بازده ثابت نسبت به مقیاس و متغیر در گلخانه‌های مورد بررسی به ترتیب برابر ۵۷/۶ و ۷۵/۴ و همچنین کارایی مصرف آب به ترتیب برابر ۵۴ و ۷۱/۱ می‌باشد که نشان از این دارد، گلخانه‌های مورد بررسی توانایی بهبود کارایی و عملکرد وضعیت تولید و مصرف خود را دارند. همچنین نتایج حاصل از بررسی عوامل مؤثر بر کارایی بهره‌برداران، نشان از تأثیرگذاری ارتقا سطح سواد و استفاده از نیروهای باتجربه در بهبود کارایی دارد. لازم به ذکر است عامل ارتفاع گلخانه که از سوی کارشناسان به عنوان متغیری تأثیرگذار معرفی شده بود، هیچ تأثیری بر میزان کارایی و عملکرد گلخانه ندارد که می‌تواند ناشی از شرایط خاص جغرافیایی این منطقه به لحاظ بادخیز نبودن این منطقه باشد. همچنین با توجه به نتایج پژوهش می‌توان پیشنهاد کرد که گلخانه‌داران جهت بهبود کارایی در تولید و همچنین مصرف نهاده‌های تولید به خصوص آب، از پوشش‌های دولایه جهت پوشش گلخانه‌ها و سیستم کنترل سایه در گلخانه‌ها بهره ببرند و با توجه به بالاتر بودن نسبی کارایی تولید و ارزش افزوده به ازای هر مترمربع دو محصول توت فرنگی و بادمجان، بهتر است از این نوع کشت بیشتر بهره ببرند.

## References

- Abdollahi, B. Raheli, H. Taghizade, M. Kasrani, M. & Najafloo, B. (2010). *Measurement of technical efficiency and factors affecting the production of greenhouse cucumber (Case Study of East Azarbaijan)*, *Ecophysiology crops (agricultural science)*, 14(4), 81-90.
- Agricultural Statistics Yearbook**, (2012), Agricultural Organization of Markazi Province.
- Bahrami, H. Taki, M. (2011). *Optimization of energy consumption for wheat production in Iran using data envelopment analysis (DEA) technique*. *African Journal of Agricultural Research*, 6(27), 5978-5986.
- Bogetoft, P. Otto, L. (2011). *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. International Series in Operations Research & Management Science, vol. 157: Springer.
- Charnes, A. (1994). *Data envelopment analysis: theory, methodology and applications*: Springer.
- Charnes, A. Cooper, W. W. (1984). *The non-Archimedean CCR ratio for efficiency analysis: A rejoinder to Boyd and Färe*. *European Journal of Operational Research*, 15(3), 333-334.
- Charnes, A. Cooper, W. W. Golany, B. Seiford, L. Stutz, J. (1984). *Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions*. *Journal of Econometrics*, 30(1), 91-107
- Charnes, A. Cooper, W. W. Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision making units*. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Charnes, A. Cooper, W. W. Thrall, R. M. (1986). *Classifying and characterizing efficiencies and inefficiencies in data development analysis*. *Operations Research Letters*, 5(3), 105-110.
- Cooper, W. W. Li, S. Seiford, L. M. Zhu, J. (2011). *Sensitivity analysis in DEA Handbook on Data Envelopment Analysis* (pp. 71-91): Springer.

- Cooper, W. W. Seiford, L. M. Zhu, J. (2011). *Handbook on data envelopment analysis* (Vol. 164): Springer.
- Färe, R. Lovell, C.A.K. (1987), Measuring the technical efficiency of production, *Journal of Economic Theory*, Vol.19, pp. 150–62.
- Firoozi, S. Sheikhdavoodi, M. J. Farani, S. M. (2014). *Optimizing energy consumption efficiency for greenhouse cucumber production using the DEA (data envelopment analysis) approach in Markazi Province of Iran*. *Journal of Agricultural Technology*, 10(3), 543-558.
- Ghochebeyg, F. Omid, M. Ahmadi, H. Delshad, D. (2010). *Evaluation and improvement of energy consumption for cucumber production using data envelopment analysis (DEA) technique in Tehran*. Paper presented at the 6th International Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Tehran, Iran.
- Hatirli, S. A. Ozkan, B. Fert, C. (2005). *An econometric analysis of energy input–output in Turkish agriculture*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9(6), 608-623.
- Hötzel, M. J. Appleby, M. Weary, D. & Sandøe, P. (2014). *Improving farm animal welfare: Is evolution or revolution needed in production systems? Dilemmas in Animal Welfare*, 67.
- Houshyar, E. Sheikh Davoodi, M. & Nassiri, S. (2010). *Energy efficiency for wheat production using data envelopment analysis (DEA) technique*. *Journal of Agricultural Technology*, 6 (4), 663-672.
- Khoshnevisan, B. Rafiee, S. Omid, M. Mousazadeh, H. & Rajaeifar, M. A. (2014). *Application of artificial neural networks for prediction of output energy and GHG emissions in potato production in Iran*. *Agricultural Systems*, 123, 120-127.
- Khoshroo, A. Mulwa, R. (2014). *Improving energy efficiency using data envelopment analysis: a case of walnut production*, *Managing Service Productivity*, 227-240.
- Murthy, D. S. Sudha, M. Hegde, M. & Dakshinamoorthy, V. (2009). *Technical efficiency and its determinants in tomato production in Karnataka, India: data envelopment analysis (DEA) approach*. *Agricultural Economics Research Review*, 22(2), 215-224.
- Soltany, M. Sayadi, A. Mehregan, M. & Abedi, M. (2012), *A DEA-AP approach for the efficiency rating of iron mines in Iran*, *Journals of Management System*, 3(2), 45-64.
- Tone, K. (2001). *A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis*. *European Journal of Operational Research*, 130(3), 498-509.
- Tone, K. Tsutsui, M. (2014). *Dynamic DEA with network structure: A slacks-based measure approach*. *Omega*, 42(1), 124-131.