مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال یازدهم، شماره سوم (پیاپی ۴۲)، پاییز ۹۳، ص ص ۱۰۸-۹۳
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

تجزیه و تحلیل کارایی نسبی مصرف آب نخلستان‌های کلات باهو در شهرستان چابهار

جواد شهرکی[۱]، مرتضی یعقوبی*[۲]

۱- دانشیار، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده اقتصاد و مدیریت، گروه علوم اقتصادی، ایران

۲- دانشجوی دکتری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده اقتصاد و مدیریت، گروه اقتصاد کشاورزی، ایران

رسید مقاله: ۱۷ دی ۱۳۹۲

پذیرش مقاله: ۲۲ خرداد ۱۳۹۳

چکیده

هدف این مطالعه تجزیه و تحلیل کارایی فنی و کارایی مصرف آب باغات خرمای باهوکلات شهرستان چابهار در استان سیستان و بلوچستان است. اطلاعات مربوط به سال زراعی ۱۳۸۹ است که به وسیله‌ی پرسشنامه گردآوری شد. با کمک رهیافت ابرکارایی و روش تحلیل جمعی، کارایی فنی نخلستان‌ها و کارایی نسبی مصرف آب به‌دست آمد. نتایج نشان داد مصرف آب ۴۰ درصد نخلستان‌ها کاراست. همچنین ۱۷ نخلستان از ۲۳ نخلستانی که از سیستم سنتی غرقابی جهت آبیاری استفاده کردند، در مصرف آب کارا عمل نکرده بودند. به‌علاوه هیچ یک از نخلستان‌های نمونه‌ی تحت بررسی، بازده نسبت به مقیاس کاهنده نداشته، ۷۸٪ از نخلستان‌ها در شرایط بازده فزآینده نسبت به مقیاس قرار داشتند؛ بنابراین به دلیل صرفه‌های ناشی از مقیاس، پتانسیل بالایی جهت افزایش بیشتر عملکرد نخلستان‌ها وجود دارد. در نهایت بررسی محاسبه‌ی ناکارایی هر یک از عوامل تولید نشان داد ناکارایی مصرف آب برای منطقه به طور متوسط حدود ۲۳ درصد است.

کلمات کلیدی: ابرکارایی، تحلیل جمعی، خرما، سیستان و بلوچستان، DEA، WUE.

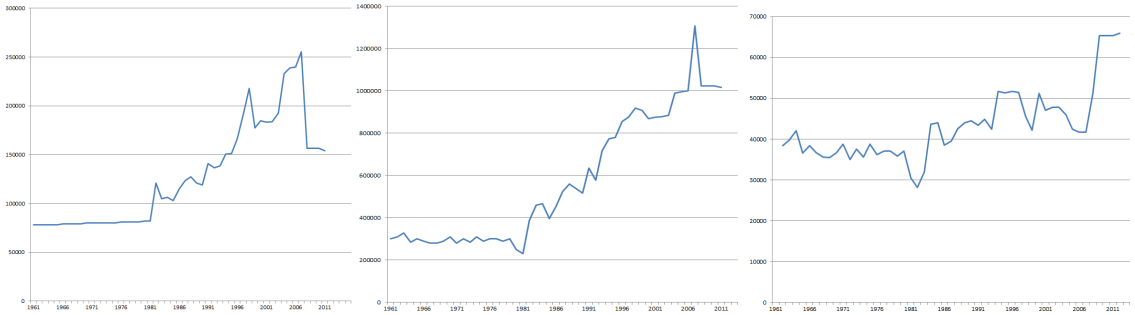
۱ مقدمه

مطابق آمار سازمان خوار و بار جهانی FAO [۱]، ایران در سال ۲۰۱۱ با سطح زیرکشت ۱۵۴۲۷۴ هکتار، بعد از عربستان سعودی و الجزیره بیش از ۱۴ درصد سطح زیر کشت جهانی را به خود اختصاص داده، بعد از کشورهای مصر و عربستان سعودی با میزان تولید ۱۰۱۶۶۰۸ تن نیز رتبه سوم تولید جهانی را در اختیار دارد. این در حالی است که بازدهی خرما در هر هکتار پایین‌تر از میانگین جهانی و در جایگاه نازل سیزدهم است.

* عهده دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: morteza.yaghoubi@pgs.usb.ac.ir

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]



الف) میزان تولید خرما (تن) ب) میزان عملکرد(Hg/Ha) ج) سطح زیر کشت (هکتار)

شکل ۱. میزان تولید، عملکرد و سطح زیر کشت باغات خرما در ایران

از طرفی استان سیستان و بلوچستان، با ۴۴۲۰۰ هکتار بیش‌ترین سطح زیر کشت نخلستان در کشور را داراست و پس از کرمان دومین تولیدکننده‌ی خرما در ایران می‌باشد [۲]. با توجه به بارش کمتر از ۶۵ میلیمتر در سال، آب مهم‌ترین و کمیاب‌ترین عامل تولید در این استان است. از این رو کارایی در مصرف آب (Water Use Efficiency (WUE) در مواجهه با بحران کم‌آبی نقشی قابل ملاحظه دارد. از نگرش کلان نیز، به موازات افزایش تولید محصولات کشاورزی برای جواب گویی به روند رو به رشد جمعیت، به ناچار مصرف آب نیز افزایش می‌یابد و لذا باید تامین عرضه آب یا از طریق توسعه پروژه‌های منابع آبی جدید و یا مدیریت کارایی مصرف آب صورت پذیرد. بررسی کارایی مصرف آب از دید اقتصادی- مدیریتی با دو رویکرد مطلق (بهینه‌سازی با استفاده از انواع روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی) و نسبی (با استفاده از روش‌های فراسنجشی و غیر فراسنجشی محاسبه‌ی کارایی فنی) امکان‌پذیر است. هدف این مطالعه بررسی سطح کارایی مصرف آب در باغات خرما در منطقه‌ی سیستان و بلوچستان است. به طور موازی عملکرد نسبی باغات خرما بررسی شده، نخلستان‌ها از لحاظ عملکرد رتبه‌بندی می‌شود. از کارهای انجام شده در این زمینه می‌توان به کار رهنما و همکاران [۳] اشاره کرد که در آن تاثیر سطوح مختلف آبیاری و تغذیه بر رشد و عملکرد نخل خرمای کشت بافتی بررسی شد؛ اما همانند کار نوروزی و زلفنی باوریانی[۴] (که آب مورد نیاز خرما را در روش آبیاری قطره‌ای با توجه به برآورد مناسب آب مورد نیاز گیاه در طول فصل رشد و بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی تعیین کردند) و مطالعه‌ی فرزام‌نیا و راوری [۵] (که در آن تاثیر کم‌آبیاری بر کارایی مصرف آب خرمای مضافتی بم با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی ارزیابی شده است) امکان افزایش بازدهی و عملکرد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و نه با رویکرد اقتصادی بررسی شده است. حسین‌زاده لطفی و کاشانی‌فر [۶] به کمک تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، مکان‌های مناسب جهت احداث کارخانه‌ی خرما در استان سیستان و بلوچستان را رتبه‌بندی کردند و از بین ۶ مکان کاندیدی موجود یک مکان با این روش انتخاب گردید. شجری و همکاران [۷] نیز تقاضای آب نخلستان‌های جهرم را با توجه به مفاهیم کشش قیمتی و ارزش بهره‌وری نهایی آب به‌دست آوردند. نتایج آن‌ها حاکی از وجود یک رابطه‌ی مثبت بین تعداد نخل بارور و کل نیروی کار مورد استفاده و همچنین تعداد آبیاری با سطح تولید خرما است. محمدی دینانی و اکبری [۸] با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها کارایی استفاده از نهاده‌های تولید در تولید خرمای بم و جیرفت را بررسی کردند و نشان دادند که با

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

افزایش سطح زیر کشت میانگین کارایی فنی و اقتصادی افزایش می یابد و کشاورزان بجز سرمایه که با کمبود آن مواجه هستند، از سایر نهاده‌ها بیش از حد استفاده می‌کنند. مهرابی بشر آبادی [۹] نیز بهره‌وری و تخصیص عوامل تولید در محصولات باغی استان کرمان از جمله خرما را بررسی کرد و بدین نتیجه رسید که تخصیص بسیاری از عوامل تولید بهینه نیست و لذا پتانسیل افزایش درآمد وجود دارد. چیذری و صادقی[۱۰] عوامل موثر بر بهبود بهره‌وری خرما را بررسی کرده، نشان دادند سیستم زهکشی به عنوان نوعی فن‌آوری، بر روی تولید اثر مثبت دارد. محمدی دینانی و مهرابی بشرآبادی[۱۱] به بررسی اقتصادی تغییر آبیاری غرقابی به قطره‌ای در نخلستان‌های بم پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که پایین بودن هزینه‌ی منابع آب و بالا بودن هزینه‌های اولیه‌ی آبیاری قطره‌ای عدم رغبت کشاورزان برای استفاده از این تکنولوژی را به دنبال دارد. هر چند مزارع بزرگ در مقایسه با مزارع کوچک، در تبدیل شیوه آبیاری غرقابی به تحت فشار مزیت دارد.

مروری بر مطالعات خارجی انجام شده نیز نشان می‌دهد مطالعات انجام شده در راستای این پژوهش بیشتر از جنبه‌ی واکنش‌های زیست محیطی و فیزیولوژیکی بوده و کمتر دید مدیریتی و اقتصادی را نیز دربرگرفته است. از جمله می‌توان به کار اویانگ و همکاران [۱۲] اشاره کرد که در آن کارایی مصرف آب باغات هلو بررسی شد و نشان داده که کارایی مصرف آب به شدت کمبود فشار بخار را در روز بازده هلو تحت تاثیر خود قرار داده و مرحله‌ی کلیدی نیاز به آب، در دوره‌ی پس از شروع رسیدن میوه در باغ رخ داده است. تریپلر و همکاران [۱۳] نیز مصرف آب و بازده خرما را ارزیابی کردند که در آن انگیزه برای آبیاری خرما با کیفیت بالاتر به جای آب با کیفیت پایین تر پیشنهاد شده است. تجرو و همکاران [۱۴] نیز کارایی مصرف آب با استفاده از برنامه‌های کسری بودجه‌ی آبیاری در باغ‌های مرکبات را دنبال کرده و بدین نتیجه رسیدند که مقدار آب آبیاری اهمیت نسبی دارد؛ اما متغیرهای دیگری مانند استراتژی‌های آبیاری، قطعا مدیریت آب محتاطانه را در مناطق نیمه خشک تحت تاثیر قرار دهد. همچنین داسیلوا و همکاران [۱۵] کارایی مصرف آب باغات انبه را بررسی کردند و با معرفی چند تیمار نشان دادند که مقدار کارایی مصرف آب بر اساس آبیاری و تبخیر و تعریق برای هر یک از تیمارها متفاوت است. سیبرت و همکاران [۱۶] رابطه‌ی رشد محصول و کارایی مصرف آب را برای خرما و نه محصول زراعی جستجو کردند و نشان دادند کارایی مصرف آب آبیاری در سطح ۰/۷۵ استفاده‌ی بهینه از این منابع محدود کننده عملکرد را فراهم می‌کند. نتایج مطالعه دی‌ازیودو [۱۷] با هدف اندازه‌گیری کارایی مصرف آب باغات نارگیل سبز نیز نشان داد تبخیر و تعریق، عملکرد و کارایی مصرف آب با حجم آب آبیاری را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. الجبوری و همکاران [۱۸] اثر برخی از تنظیم کننده‌های رشد بر بهره‌وری درختان نخل را بررسی و در نهایت چند تیمار جهت بهبود بهره‌وری خرما پیشنهاد کردند. مطالعات بالا بر جنبه‌های فیزیولوژیکی و زیست محیطی کارایی مصرف آب تاکید دارد. از مطالعات با دید اقتصادی نیز می‌توان به کار زایبیت و دارماپالا [۱۹] اشاره کرد که در آن کارایی فنی بخش باغبانی مورد حمایت دولت در عمان با دو روش پارمتری و غیرپارمتری بررسی شد و نتایج حاکی از آن بود که اندازه‌ی کوچک مزرعه و سن کشاورز، یک رابطه‌ی منفی با بهره‌وری دارد. مطالعه وندرولیس و همکاران [۲۰] نیز حول آزمون اینکه "آیا مقررات زیست محیطی، ناکارایی فنی باغات را کاهش می‌دهد" بود که در آن جهت محاسبه‌ی کارایی فنی تحت رژیم‌های نظارتی جایگزین از روش تحلیل مرز

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

تصادفی استفاده کردند. در نهایت می‌توان به پژوهش گومز و همکاران [۲۱] اشاره کرد که در آن کارایی اقتصادی باغات زیتون و سطح مصرف نهاده‌ها با روش تحلیل پوششی داده‌ها به‌دست آمده است.

در مجموع بررسی کارایی مصرف آب از منظر اقتصادی، دو رویکرد مطلق که بهینه‌سازی با استفاده از انواع روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی است و رویکرد نسبی را که بهینه‌سازی با استفاده از روش‌های فراسنجشی (Parametric) و غیرفراسنجشی محاسبه کارایی فنی است، دربر می‌گیرد. در این مطالعه کارایی فنی باغات خرما و کارایی مصرف آب با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی می‌گردد که یک روش غیر فراسنجشی است. با توجه به وجود برخی داده‌های صفر، علاوه بر دو مدل پایه‌ی CCR و BCC از روش تحلیل پوششی جمع‌پذیر نیز استفاده می‌شود. همچنین رتبه‌بندی کامل باغات به کمک رهیافت ابرکارایی انجام می‌شود.

۲ مواد و روش‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها (Data Envelopment Analysis (DEA)) یک رهیافت غیرفراسنجشی محاسبه‌ی کارایی است که چارنز و همکاران [۲۱] معرفی کردند و بنکر و همکاران [۲۲] آن را گسترش دادند (مدل اول به CCR و مدل دوم به BCC مشهور است که برگرفته از ابتدای نام مبتکران آن می‌باشد. در مدل اول تکنولوژی تولید تمام واحدها بازده ثابت به مقیاس است؛ اما در مدل دوم قابلیت بازده متغیر نسبت به مقیاس افزوده شده است). برای توضیح این روش فرض کنید هر DMU با m ورودی، s خروجی را تولید می‌کند و هدف آن بیشینه کردن سطح کارایی (مجموع وزنی نهاده به مجموع وزنی ستاده) است، با این محدودیت که مقدار کارایی هیچ واحدی نمی‌تواند بیشتر از یک باشد. در نتیجه می‌توان با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی خطی وزن‌های بهینه‌ی نهاده و ستاده را به دست آورد. مدل دوگان DEA-BCC به صورت زیر است [۲۲]:

$$
\begin{aligned}
&Min \quad \theta_{\circ} + \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} S_i^{-} + \sum_{i=r}^{s} S_i^{+}\right) \\
&s.t. \\
&\sum_{i=1}^{m} \lambda_i y_{rj} - S_r^{+} = y_{ro}, \qquad r = 1, \ldots, S, \\
&\sum_{i=1}^{m} \lambda_i X_{ij} + S_r^{-} = \theta_{\circ} X_{io}, \qquad i = 1, \ldots, m, \qquad (1) \\
&\sum_{i=1}^{m} \lambda_i = 1, \\
&\lambda_i \geq \circ, \qquad j = 1, \ldots, n, \\
&S_i^{-},\ S_r^{+} \geq \circ, \quad r = 1, \ldots, s, \quad i = 1, \ldots, m.
\end{aligned}
$$

به طوری که X_{io} و Y_{ro} به ترتیب نهاده iام و محصول rام برای DMU_o است. θ نشان‌دهنده‌ی میزان کارایی یک DMU است و در صورتی کاراست که معادل یک باشد و مقادیر کمتر از یک نشان‌دهنده‌ی ناکارایی است. رابطه‌ی ۱ برگرفته از یک تعریف ساده‌ی کارایی (در واقع رابطه‌ی ۱ دوگان رابطه‌ای است که در آن کارایی یا

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

همان نسبت مجموع ستاده‌ها به مجموع نهاده‌ها حداکثر می‌شود، با این محدودیت که با توجه به تعریف کارایی، مقدار آن نمی‌تواند بیشتر از یک باشد. برای اطلاعات بیشتر مراجعه کنید به [۲۱]) بر اساس تعریف فارل است [۲۳] (فارل بیان می‌کند که برای محاسبه‌ی کارآیی می‌توان به این شکل عمل کرد که شکل نموداری منحنی تولید یکسان تابع تولید مرزی یک محصول را با دو نهاده برای بنگاه‌های یک صنعت با اتصال نزدیک‌ترین نقاط به محور و مرزها به دست آورد. به گونه‌ای که هر یک از این نقاط نشانگر ترکیب استفاده از نهاده‌ها برای یک واحد محصول یک بنگاه است. این کار یک نمودار خطی- قطعه ای شکل محدب به دست می‌دهد؛ اما به‌دست آوردن این تابع تولید یکسان با استفاده از این شکل نموداری برای بیش از دو داده بسیار مشکل است. این مشکل با معرفی رهیافت DEA برطرف گردید [۲۴]).

مدل‌های پایه‌ی محاسبه‌ی کارایی، شعاعی است. در حالت نهاده‌گرا، نهاده‌ها به طور نسبی کاهش می‌یابد، در حالی که سطح محصول ثابت می‌ماند. در حالت ستاده‌گرا نیز با فرض نگه داشتن سطح ثابتی از مصرف نهاده‌ها، تولید محصول حداکثر می‌گردد. چارنز و همکاران [۲۵]، مدل جمعی یا پارتو-کومانز (Pareto-Koopmans) را معرفی کردند که ترکیبی از این دو حالت را در نظر می‌گیرد:

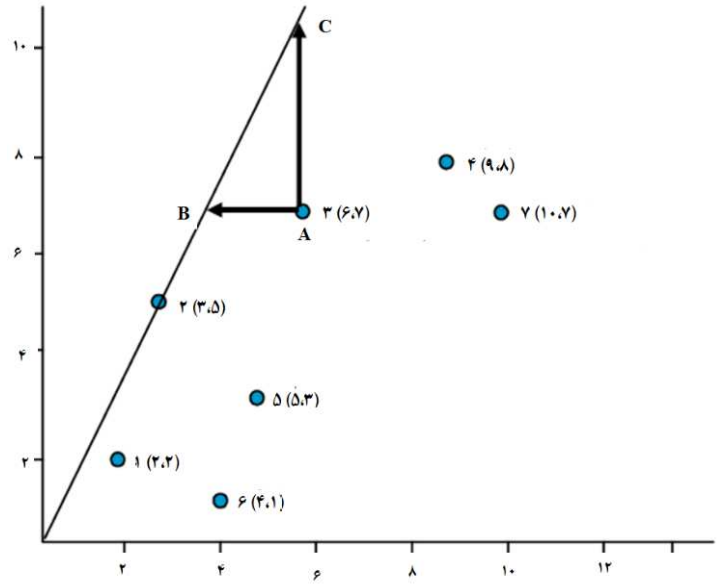
$$Max \quad Z = \sum_{i=1}^{m} S_i^- + \sum_{i=r}^{s} S_i^+$$

$$s.t.$$

$$\begin{aligned}
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - S_r^+ = y_{ro}, \qquad r = 1,\dots,S, \\
&\sum_{i=1}^{m} \lambda_j X_{ij} + S_r^- = X_{io}, \qquad i = 1,\dots,m, \\
&\sum_{j=1}^{m} \lambda_i = 1, \\
&\lambda_i \geq 0, \qquad j = 1,\dots,n, \\
&S_i^-,\ S_r^+ \geq 0, \qquad r = 1,\dots,s\ ,\ i = 1,\dots,m, \\
&\theta_0\ Unrestricted.
\end{aligned} \tag{۲}$$

انواع گوناگونی از مدل‌های جمعی وجود دارد که پایه‌ای‌ترین مدل آن به صورت رابطه‌ی بالا است که نوعی مساله‌ی برنامه‌ی خطی است. شرط تحدب روی متغیرهای λ_j بیانگر تکنولوژی VRS است. مرز تولید شده به وسیله‌ی رابطه‌ی ۱، متناظر با ساختار مدل BCC_{VRS} است؛ بنابراین یک DMU کاراست (یعنی در نقطه‌ی بهینه متغیرهای کمبود در رابطه۱ معادل صفر است)، اگر و تنها اگر با فرض VRS کارا باشد. به طور مشخص، به همین ترتیب مجموعه‌ی امکانات تولید CRS را نیز می‌توان استفاده کرد که در شکل۲ نمایش داده شده است (برای جزییات بیشتر به [۲۶] مراجعه کنید).

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]



شکل ۲. مدل جمعی در حالت CRS (منبع: [۲۷])

$$P_{\circ} = Max \sum_{i=1}^{m} S_i^{-} + \sum_{i=r}^{s} S_i^{+}$$

$$s.t.$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - S_r^{+} = y_{ro}, \quad r = 1,..,S,$$

$$\sum_{i=1}^{m} \lambda_j X_{ij} + S_r^{-} = X_{io}, \quad i = 1,...,m, \qquad (۳)$$

$$\sum_{j=1}^{m} \lambda_i = 1,$$

$$\lambda_{\circ} \geq \circ, \qquad j = 1,...,n,$$

$$S_i^{-},\ S_r^{+} \geq \circ, \qquad r = 1,...,s,\ i = 1,...,m.$$

در این روابط، j تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای است که با استفاده از m نهاده X_{ij} ($i = 1,2...,m$) قادر است s ستاده Y_{rj} ($r = 1,2,...,s$) را تولید کند. مطابق شکل ۱، با فرض CRS، DMU_3 کارا نیست. در تابع هدف مدل جمعی مجموع Slackها و یا به عبارتی مجموع فاصله‌های افقی و عمودی از مرز کارا کمینه می‌گردد. در صورتی که مقدار به‌دست آمده از این مدل برنامه‌ی خطی صفر شود، به طور مشخص DMU کاراست (همانند DMU_B)؛ اما در صورتی که مقدار آن مثبت باشد نشان می‌دهد با تابع تولید مرزی فاصله دارد و ناکاراست (سایر DMUها). در مدل CCR و BCC برای این که مشخص شود آیا یک واحد تصمیم‌گیرنده کارا یا ناکاراست، هم نیاز به بررسی مقادیر کارآیی θ و هم متغیرهای کمبود S^{-}_r و S^{+}_i است و برای آن که بتوان نتیجه گرفت که یک واحد ۱۰۰٪ کاراست، باید هر دو شرط $\theta=1$ و $S^{+}_i , S^{-}_r=0$ تایید شود [۲۴] (یعنی تایید شود که بنگاه روی مرز

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

افقی یا عمودی قرار نگرفته است. ضعف روش سنتی DEA در این است که ممکن است $\theta = ۱$ و $S_r^- > ۰$ یا S_i^+ شود (کارآیی یک بنگاه معادل یک شود؛ اما کارا نباشد = کارآیی ضعیف)). اما مدل تحلیل جمع‌پذیر مشکل وجود کارایی ضعیف در مدل‌های پایه را برطرف می‌کند. همچنین به طور مشخص داده‌ها می‌تواند مقادیر منفی به خود بگیرد.

مدل‌های پایه‌ی CCR و BCC، DMUها را به دو گروه کارا و ناکارا تقسیم می‌کنند و قادر نیستند رتبه‌بندی کامل را انجام دهند. یکی از روش‌های رتبه‌بندی کامل (انواع روش‌های رتبه‌بندی و مقایسه‌ی آن‌ها را می‌توانید در [۲۸] بیابید)، مدل‌های ابرکارایی است که اولین بار اندرسون و پیترسون [۲۹] ارایه کردند (برای اطلاع از فهرست کاملی از انواع مدل‌های ابرکارایی به [۳۰] مراجعه کنید). این مدل بازنویسی رهیافت استاندارد DEA برنامه‌ریزی خطی است (CRS یا VRS)، با این تفاوت که تحت این فرض است که DMU مورد ارزیابی از مجموعه‌ی مرجع، مستثنی شده است ([۲۷و۳۱]) که با حذف ستون متناظر با ماتریس تکنولوژیکی آن DMU صورت می‌گیرد [۳۲] (در واقع تحت الگوریتم‌های CCR و BCC، در صورتی که واحد مورد ارزیابی کارا باشد خود جزیی از مرز کارا خواهد بود و نمی‌تواند با این مرز مقایسه شود[۳۳]). این بدان معناست که برای DMU تحت بررسی محدودیت $\Sigma_i \lambda_i = ۱$ از مدل دوگان CCR حذف گردد [۳۴] که معادل در نظر نگرفتن قیدی است (با حذف باند بالا) که مقدار کارایی واحد تحت ارزیابی را بین صفر و یک محدود می‌کند. این تغییر، در حالت نهاده‌گرا یک افزایش متناسب در نهاده‌ها برای یک DMU را فراهم می‌کند که می‌تواند بدون تخریب وضعیت کارای آن DMU نسبت به مرزی که با سایر DMUها ایجاد می‌شود رخ دهد [۲۷] (لازم به توضیح است که در برخی حالات امکان عدم وجود راه‌حل (infeasibility) وجود دارد ([۳۲و۳۴]). هر چند فرض وجود حداقل دو DMU با ستاده و نهاده غیرصفر مثبت، تضمین‌کننده‌ی وجود جواب است ([۳۳و۳۵]). چنین تغییری اجازه می‌دهد که تمام DMUها چه کارا و چه ناکارا به صورت کامل رتبه‌بندی گردند. در این مدل واحدهایی کارا خواهند بود که θ به‌دست آمده‌ی یک و یا بیشتر از یک باشد.

$$
\begin{aligned}
&Min \quad \theta_{۰} + \varepsilon\left(\sum_{i=۱}^{m} S_i^- + \sum_{i=r}^{s} S_i^+\right) \\
&s.t. \\
&\sum_{i=۱}^{m} \lambda_i y_{rj} - S_r^+ = y_{ro}, \qquad r = ۱, \ldots, S, \\
&\sum_{i=۱}^{m} \lambda_i X_{ij} + S_r^- = \theta_{۰} X_{io}, \quad i = ۱, \ldots, m, \\
&\sum_{i=۱}^{m} \lambda_i = ۱, \\
&\lambda_i \geq ۰, \qquad j = ۱, \ldots, n.
\end{aligned}
\tag{۴}
$$

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

۳ نتایج و بحث

پرسشنامه‌های گردآوری شده مربوط به اطلاعات سرشماری باغات خرمای ده باهو مرکز دهستان باهوکلات شهرستان چابهار در سال ۱۳۸۹ است (داده‌های مورد استفاده در این تحقیق برگرفته از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رسولی‌زاده (۱۳۸۹) است). این دشت در حدود ۱۰۲ کیلومتری شمال شرقی بندر چابهار در سمت چپ رود باهو کلات قرار دارد و میانگین دمای سالانه‌ی آن ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد و گرمترین دمای سالانه‌ی آن حدود ۴۸ درجه است. این منطقه جزو نواحی نیمه خشک محسوب می‌شود که با درجه حرارت بالا و بارندگی‌های پراکنده همراه است. بارندگی در این ناحیه اتفاقی و به‌صورت رگبار با تعداد روزهای بارندگی کم‌تر از ۲۰ روز در سال می باشد [۲]. جدول شماره‌ی ۱ آمارهای توصیفی نهاده‌های مورد استفاده در فرآیند تولید خرما را در این منطقه نشان می‌دهد.

مطابق جدول۱، انحراف زیادی بین حداقل و حداکثر بازده باغات خرما وجود دارد که نشان‌دهنده‌ی پتانسیل بالا جهت افزایش بیش‌تر عملکرد باغات است. از بین نهاده‌ها، این اختلاف بین دو عامل آب آبیاری و نیروی کار قابل توجه است. در این منطقه تنها یکی از ۳۷ کشاورز از ماشین‌آلات استفاده می‌کند که با توجه به حساسیت روش تحلیل پوششی داده نسبت به سطح داده‌های ورودی و خروجی از تحلیل حذف گردید.

جدول۱. آمارهای توصیفی نهاده‌ها و ستاده (n=۳۷)

		میانگین	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
ستاده	بازده خرما (ton/ha)	۲/۸۲	۱/۶۱	۱	۸/۵
نهاده	آب (m^3/ha)	۱۱۶۳۸/۴	۶۰۷۲/۲۵	۴۷۳۰	۳۳۰۴۸
	کود شیمیایی(ton/ha)	۱/۵۹	۲/۴۵	۸	۰
	کود حیوانی(ton/ha)	۵/۹۳	۶/۷۶	۳۰	۰
	سم(lit/ha)	۱/۹۷	۳/۹۲	۰	۲۰
	نیروی کار(نفر در دوره)	۹/۸۱	۴۱/۱۱	۲۵۳	۱
	زمین(ha)	۱/۸۶۵	۱/۳۸۸	۰/۵	۷

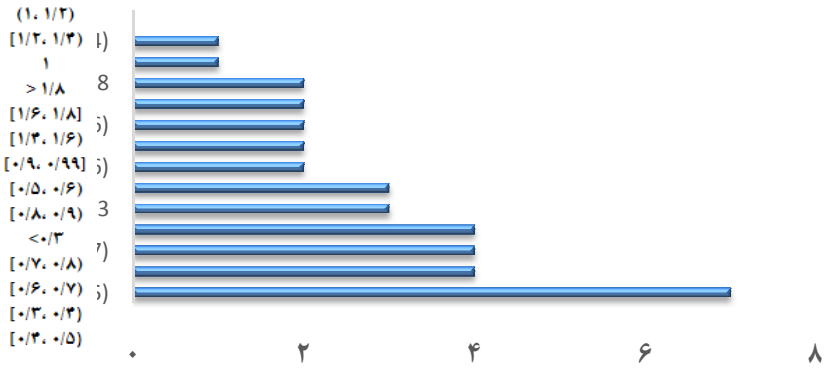
جدول۲ دامنه‌ی توزیع سطوح کارایی مدل پایه و ابرکارایی را به همراه درصد مطلق و تجمعی هر بازه نشان می‌دهد. با توجه به عدم دسترسی و کنترل ستاده، در حل مدل از فرض نهاده‌گرا استفاده شده است.

شکل۳ به روشنی نشان می‌دهد کارایی فنی نخلستان‌های منطقه به چه صورت توزیع شده است. محور افقی در این شکل تعداد DMUها و محور عمودی بازه‌ای را که کارایی آن DMU در آن قرار دارد نشان می‌دهد. مطابق شکل۳، بیش‌ترین ناکارایی در دامنه بین ۰/۴ تا ۰/۵ است که بر اساس جدول ۲ تقریبا یک پنجم DMUها را در برمی‌گیرد. نتایج مدل پایه نشان می‌دهد ۲۲٪ از باغات خرمای تحت بررسی به طور نسبی کارای فنی است. همچنین بیش از نیمی از باغات کارایی فنی کم‌تر از ۶۰٪ را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج مدل ابرکارایی، باغات کارا نیز خود رتبه‌بندی شده و تفاوت این باغات نشان داده شده است.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

جدول۲. توزیع ارزش‌های سطوح کارایی برای مدل CCR-DEA و ابرکارایی (n=۳۷)

دامنه ارزش‌ها	سطوح کارایی					
	DEA_{CCR}	درصد	درصد تجمعی	$DEA_{Super-Eff}$	درصد	درصد تجمعی
<۰/۳	۳	۸%	۸%	۳	۸%	۸%
[۰/۳, ۰/۴)	۴	۱۱%	۱۹%	۴	۱۱%	۱۹%
[۰/۴, ۰/۵)	۷	۱۹%	۳۸%	۷	۱۹%	۳۸%
[۰/۵, ۰/۶)	۲	۵%	۴۳%	۲	۵%	۴۳%
[۰/۶, ۰/۷)	۴	۱۱%	۵۴%	۴	۱۱%	۵۴%
[۰/۷, ۰/۸)	۴	۱۱%	۶۵%	۴	۱۱%	۶۵%
[۰/۸, ۰/۹)	۳	۸%	۷۳%	۳	۸%	۷۳%
[۰/۹, ۰/۹۹]	۲	۵%	۷۸%	۲	۵%	۷۸%
۱	۸	۲۲%	۱۰۰%	۱	۳%	۸۱%
(۱, ۱/۲)	-	-	-	۰	۰%	۸۱%
[۱/۲, ۱/۴)	-	-	-	۱	۳%	۸۴%
[۱/۴, ۱/۶)	-	-	-	۲	۵%	۸۹%
[۱/۶, ۱/۸]	-	-	-	۲	۵%	۹۵%
> ۱/۸	-	-	-	۲	۵%	۱۰۰%



شکل۳. توزیع کارایی فنی نخلستان‌ها بر اساس مدل تحلیل پوششی ابرکارایی

به طور کل از ۳۷ نخلستان مورد بررسی ۱۵ نخلستان از آب آبیاری به طور کارا استفاده کردند. جدول۳ نشان می‌دهد ۱۴ کشاورز از سیستم نوین آبیاری قطره‌ای استفاده گردید که از این میان مصرف آب ۹ نخلستان بهینه شد. همچنین تعداد قابل توجه ۱۷ نخلستان از ۲۳ نخلستانی که از سیستم سنتی غرقابی جهت آبیاری استفاده کردند، در مصرف آب کارا عمل نکرده‌اند. به‌علاوه در مجموع تنها چهار نخلستان جهت آبیاری از قنات استفاده

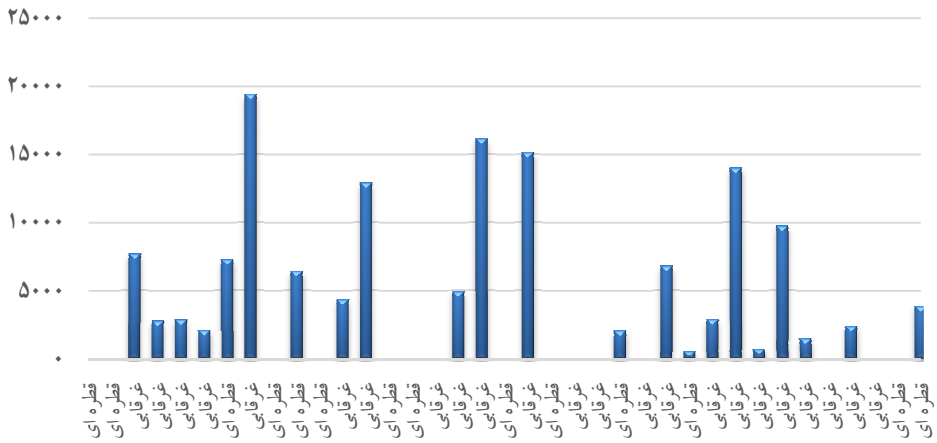
[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

کردند و بقیه‌ی آب‌ها از چاه تامین شد. شکل ۳ ارتباط سیستم آبیاری و کارایی در مصرف آب در نخلستان‌های کلات باهو را نشان می‌دهد.

جدول ۳. بررسی میزان کارایی نسبی آب در نخلستان‌های ده باهو (شهرستان چابهار) (n=۳۷)

شماره نخلستان	سیستم آبیاری	منبع تامین آب	مازاد مصرف آب(m3)	شماره نخلستان	سیستم آبیاری	منبع تامین آب	مازاد مصرف آب(m3)
۱	قطره ای	چاه	۰	۲۱	قطره ای	چاه	۰
۲	قطره ای	چاه	۰	۲۲	غرقابی	چاه	۰
۳	غرقابی	چاه	۷۷۰۵/۵۲	۲۳	قطره ای	چاه	۰
۴	غرقابی	قنات	۲۷۶۹/۶۲	۲۴	غرقابی	چاه	۲۰۶۹/۱۵
۵	غرقابی	قنات	۲۸۶۹/۶۲	۲۵	غرقابی	چاه	۰
۶	غرقابی	چاه	۲۰۹۹/۶۲	۲۶	غرقابی	چاه	۶۸۰۷/۶۷
۷	قطره ای	چاه	۷۲۸۲/۳	۲۷	قطره ای	چاه	۵۴۷/۲۷
۸	غرقابی	چاه	۱۹۴۱۸/۳	۲۸	غرقابی	چاه	۲۸۸۵/۲۴
۹	قطره ای	چاه	۰	۲۹	غرقابی	چاه	۱۳۹۹۹/۵۷
۱۰	غرقابی	چاه	۶۴۳۲/۸۷	۳۰	غرقابی	قنات	۷۱۷/۹۱
۱۱	قطره ای	چاه	۰	۳۱	غرقابی	چاه	۹۷۴۶/۱۳
۱۲	قطره ای	چاه	۴۳۳۷/۹۱	۳۲	غرقابی	چاه	۱۴۸۱/۷۸
۱۳	غرقابی	چاه	۱۲۹۲۱/۶۲	۳۳	غرقابی	قنات	۰
۱۴	قطره ای	چاه	۰	۳۴	غرقابی	چاه	۲۴۰۷/۷۲
۱۵	قطره ای	چاه	۰	۳۵	غرقابی	چاه	۰
۱۶	غرقابی	چاه	۰	۳۶	قطره ای	چاه	۰
۱۷	غرقابی	چاه	۴۹۳۵/۶۶	۳۷	قطره ای	چاه	۳۸۵۹/۴۵
۱۸	غرقابی	چاه	۱۶۱۵۲/۸۷				
۱۹	غرقابی	چاه	۰				
۲۰	غرقابی	چاه	۱۵۱۵۲/۵۴				

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]



شکل ٤. ارتباط سیستم آبیاری و کارایی مصرف آب در نخلستان‌های ده باهو (شهرستان چابهار)

در شکل ۴ محور عمودی مازاد مصرف آب (بر حسب متر مکعب) و محور افقی سیستم مورد استفاده برای نخلستان‌ها را نشان می‌دهد. هرچند در نخلستان‌هایی که از سیستم آبیاری قطره‌ای هم استفاده کردند ناکارایی در مصرف آب وجود داشت؛ اما سطح ناکارایی مصرف آب آن‌ها بسیار کم‌تر از نخلستان‌هایی بود که از سیستم غرقابی استفاده کردند.

جدول ٤. بررسی عملکرد نخلستان‌های ده باهو (شهرستان چابهار) با استفاده از دو مدل تحلیل پوششی جمعی (Additive) و ابرکارایی (Super efficiency)

شماره نخلستان	نتایج مدل جمعی	نتایج مدل ابرکارایی	شماره نخلستان	نتایج مدل جمعی	نتایج مدل ابرکارایی
۱	۱۰۶۴/۰۴	۶۰/۹۲%	۲۱	۰	۱۶۰/۰۰%
۲	۰	۳۴۰/۰۰%	۲۲	۰	۱۰۰/۰۰%
۳	۱۰۴۹۲/۸۲	۲۰/۱۷%	۲۳	۰	۱۲۷/۹۱%
۴	۴۷۸۱/۴۷	۴۶/۸۵%	۲۴	۲۴۵۷۶/۸۱	۷۵/۶۷%
۵	۴۸۸۱/۴۷	۴۶/۴۱%	۲۵	۰	۱۴۶/۴۲%
۶	۳۱۰۶/۹۷	۶۰/۰۰%	۲۶	۹۵۲۷/۲۸	۶۰/۰۰%
۷	۱۲۳۱۵/۶۲	۵۸/۲۲%	۲۷	۲۶۱۳/۵۵	۶۷/۳۵%
۸	۲۱۹۴۵/۱۲	۳۳/۳۳%	۲۸	۱۰۵۳۵/۵۳	۳۷/۴۳%
۹	۰	۹۴/۲۲%	۲۹	۱۷۴۷۳/۶۵	۴۲/۹۸%
۱۰	۸۷۱۲/۷۷	۲۸/۵۰%	۳۰	۹۵۳۷/۴۱	۴۸/۷۷%
۱۱	۰	۹۶/۹۳%	۳۱	۱۶۲۵۰/۹۹	۴۷/۰۶%
۱۲	۲۲۲۶۰/۲۲	۴۵/۷۱%	۳۲	۴۲۴۵/۵۵	۸۷/۵۳%
۱۳	۱۴۹۳۰/۴۷	۴۴/۳۵%	۳۳	۰	۹۴/۰۳%

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

شماره نخلستان	نتایج مدل جمعی	نتایج مدل ابرکارایی	شماره نخلستان	نتایج مدل جمعی	نتایج مدل ابرکارایی
۱۴	۰	۱۵۳/۳۳%	۳۴	۳۱۶۱/۴۶	۸۵/۱۴%
۱۵	۰	۹۲/۸۸%	۳۵	۰	۱۶۹/۳۳%
۱۶	۰	بزرگ	۳۶	۰	۹۸/۱۲%
۱۷	۵۵۰۰/۹۸	۷۲/۲۸%	۳۷	۱۰۴۹۷/۸۶	۳۴/۲۱%
۱۸	۲۲۴۱۹/۲۷	۳۷/۵۰%			
۱۹	۰	۸۰/۰۰%			
۲۰	۲۹۵۶۷/۱۲	۲۱/۴۹%			

همان‌گونه که از جدول۴ نمایان است، مدل تحلیل پوششی جمع پذیر مقادیر کارایی را ارایه نمی‌کند و نتیجه‌ی خروجی برای هر DMU مجموع متغیرهای کمبود برای تمام نهاده‌ها را نشان می‌دهد. مجموع صفر نشان می‌دهد DMU تحت بررسی روی مرز کارا قرار دارد که معادل $\theta \leq 1$ در روش ابر کارایی است. مقایسه‌ی مقادیر به‌دست آمده نشان‌دهنده‌ی همخوانی دو مدل در طبقه‌بندی نخلستان‌ها به دو دسته کارا و ناکاراست. در ادامه در جدول ۵، نوع بازده به مقیاس‌ها بر اساس مدل BCC به دست آمده است.

جدول ۵. فراوانی بازده نسبت به مقیاس در نخلستان‌های ده باهو (شهرستان چابهار)

نوع بازده نسبت به مقیاس	تعداد (فراوانی نسبی)	درصد
بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)	۸	%۲۲
بازده کاهنده نسبت به مقیاس (DRS)	۰	۰
بازده فزآینده نسبت به مقیاس (IRS)	۲۹	%۷۸

نخلستان‌ها زمانی در اندازه‌ی بهینه خود خواهند بود که در آن هر واحد محصول با کم‌ترین هزینه تولید شود. این معادل آن است که DMU مربوط بر روی نقطه‌ی حداقل تابع هزینه‌ی بلند مدت خود باشد و یا در بازده ثابت نسبت به مقیاس فعالیت کند؛ یعنی تغییر نهاده‌ها به یک نسبت ستاده را به همان نسبت تغییر دهد، اما بازده کاهنده نسبت به مقیاس نشان از هزینه‌های بلند مدت فزآینده و ناکارایی مدیریتی است. جدول۵ نشان می‌دهد هیچ یک از نخلستان‌های نمونه‌ی تحت بررسی بازده نسبت به مقیاس کاهنده ندارد. برای نخلستان‌هایی که بازده نسبت به مقیاس آن‌ها فزآینده است، اگر همه‌ی عوامل تولید به یک نسبت تغییر کند نسبت تغییر در بازده خرما بیش‌تر از نسبت تغییر در نهاده‌ها خواهد بود. مثلا اگر همه‌ی نهاده‌های تولید ۲ برابر شود، بازده خرما بیش از ۲ برابر افزایش می‌یابد. به دیگر سخن، جدول۵ نشان می‌دهد که ۷۸٪ از نخلستان‌ها در منطقه‌ی یک تولید قرار دارد و بنابراین هزینه‌های متوسط بلند مدت آن‌ها کاهشی است و صرفه‌های ناشی از مقیاس (Economies of scale) وجود دارد. بازده فزآینده نسبت به مقیاس تاکید می‌کند که انتخاب اندازه بزرگ‌تر و در نتیجه تولید بیش‌تر کارآتر

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

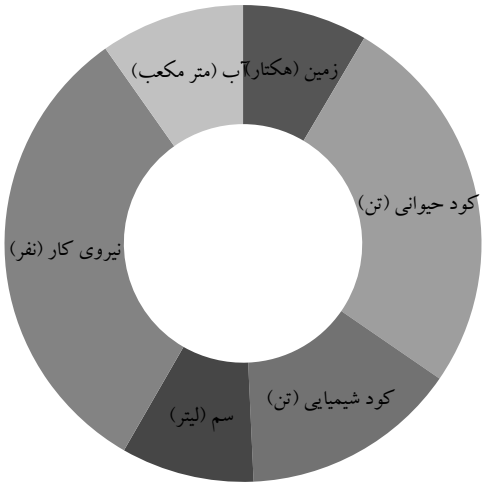
است و واحدهای بزرگ و کوچک ارجح هستند. جدول۶ میزان استفاده‌ی متوسط کشاورزان از نهاده‌های تولید را نشان می‌دهد که می‌توان با مقایسه آن نسبت به میانگین مصرف بهینه، سطح ناکارایی هر یک از عوامل را نشان داد.

جدول ٦. مقایسه‌ی میانگین سطوح نهاده‌های مصرف شده و اندازه‌ی بهینه‌ی نسبی آن‌ها بر اساس مدل پایه CRS

نهاده	میانگین مصرف واقعی	مازاد مصرف	میانگین مصرف بهینه	سطح ناکارایی (٪)
زمین (هکتار)	۱/۸۶۵	۰/۳۶۵	۱/۵۰	۱۹/۵۷%
کود حیوانی (تن)	۵/۹۳	۳/۵۷	۲/۳۶	۶۰/۲۰%
کود شیمیایی (تن)	۱/۵۹	۰/۵۴	۱/۰۵	۳۳/۹۶%
سم (لیتر)	۱/۹۷	۰/۴۱	۱/۵۶	۲۰/۸۱%
نیروی کار (نفر)	۹/۸۱	۷/۲۲	۲/۵۹	۷۳/۶۰%
آب (متر مکعب)	۱۱۶۳۸/۴	۲۶۲۶/۴	۹۰۱۲	۲۲/۵۷%

لازم به ذکر است برای محاسبه‌ی درصد ناکارایی هر نهاده مازاد مصرف آن عامل تولید به‌دست آمد که معادل میانگین مصرف واقعی و میانگین مصرف بهینه است. در ادامه درصد ناکارایی هر عامل تولید از نسبت میانگین مازاد مصرف بر میانگین مصرف واقعی محاسبه گردید.

بر این اساس مطابق شکل۵ از میان نهاده‌های تولید، از زمین و سم استفاده بهتری شد، به گونه‌ای که میزان ناکارایی آن‌ها به ترتیب حدود ۲۰ و ۲۱ است؛ اما بیش‌ترین عدم کارایی مصرف نهاده مربوط به نیروی کار و کود حیوانی است که مقدار ناکارایی آن‌ها به ترتیب برابر با ۷۴ و ۶۰ درصد می‌باشد. مصرف آب نیز برای تمام نخلستان‌ها به طور متوسط ناکارایی حدود ۲۳ درصد را نشان می‌دهد.



شکل ۵. مقایسه‌ی ناکارایی نهاده‌های تولید خرما در نخلستان‌های ده باهو (شهرستان چابهار)

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

٤ بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به دنبال تحلیل کارایی فنی و کارایی نسبی آب مصرفی باغات خرما در منطقه‌ی ده باهو از توابع دهستان باهوکلات شهرستان چابهار در استان سیستان و بلوچستان بود. در این راستا داده‌های مورد نیاز از باغات خرمای این منطقه سرشماری گردید و در نهایت ۳۷ پرسشنامه با موفقیت جمع‌آوری شد. کارایی نسبی فنی باغات با کمک روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها تجزیه و تحلیل گردید. نتایج نشان داد بیش‌ترین ناکارایی در دامنه بین ۰/۴ تا ۰/۵ است که تقریبا یک پنجم نخلستان‌ها را دربر گرفت. ۲۲٪ از نخلستان‌ها از لحاظ فنی کارا بودند؛ اما کارایی فنی بیش از نیمی از نخلستان‌ها کم‌تر از ۶۰٪ بود. به طور کل از ۳۷ نخلستان مورد بررسی ۱۵ نخلستان به نحو بهینه‌ای از آب آبیاری استفاده کردند. ۱۴ کشاورز از سیستم نوین آبیاری قطره‌ای استفاده کردند که از این میان مصرف آب ۹ نخلستان بهینه بود. همچنین تعداد قابل توجه ۱۷ نخلستان از ۲۳ نخلستانی که از سیستم سنتی غرقابی جهت آبیاری استفاده کردند، در مصرف آب کارا عمل نکرده بودند. نتایج نشان داد هرچند در نخلستان‌هایی که از سیستم آبیاری قطره‌ای هم استفاده کردند ناکارایی در مصرف آب وجود داشت؛ اما سطح ناکارایی مصرف آب آن‌ها بسیار کمتر از نخلستان‌هایی بود که از سیستم غرقابی استفاده کردند. به‌علاوه هیچ یک از نخلستان‌های نمونه‌ی تحت بررسی بازده نسبت به مقیاس کاهنده نداشت و ۷۸٪ از نخلستان‌ها در منطقه یک تولید قرار داشت. این شرایط همخوان با پژوهش محمدی دینانی و اکبری [۸] است که در آن بدین نتیجه رسیدند که با افزایش سطح زیر کشت میانگین کارایی فنی و اقتصادی خرما افزایش می‌یابد؛ بنابراین به دلیل صرفه‌های ناشی از مقیاس، پتانسیل بالایی جهت افزایش بیش‌تر عملکرد نخلستان‌ها وجود دارد که با راه‌اندازی صندوق توسعه‌ی خرما در این شهرستان از سال ۱۳۸۸ امکان این پشتیبانی هدفمند وجود دارد. در نهایت بررسی میزان ناکارایی هر یک از عوامل تولید نشان داد از زمین و سم استفاده بهتری شده است به گونه‌ای که میزان ناکارایی آن‌ها به ترتیب حدود ۲۰ و ۲۱ است؛ اما بیش‌ترین عدم کارایی مصرف نهاده مربوط به نیروی کار و کود حیوانی است که مقدار ناکارایی آن‌ها به ترتیب برابر با ۷۴ و ۶۰ درصد می‌باشد. این نتیجه مطابق نتایج پژوهش مهرابی بشر آبادی [۹] است که بیان کرد تخصیص عوامل تولید بهینه نیست و پتانسیل افزایش درآمد وجود دارد. مصرف آب نیز برای تمام نخلستان‌ها به طور متوسط ناکارایی حدود ۲۳ درصد را نشان داد. محمدی دینانی و اکبری [۸] نیز نشان دادند که در باغات خرما بجز سرمایه از سایر نهاده‌ها بیش از حد استفاده شده است. با توجه به مساله‌ی کم آبی و همچنین این نکته که آبیاری غرقابی موجب هدر رفت زیاد آب می‌گردد، استفاده از شیوه‌ی سیستم‌های قطره‌ای و بهینه با کمترین مصرف انرژی قادر خواهد بود اراضی بیش‌تری را نیز زیر کشت ببرد، به ویژه که بهره‌وری ۷۸٪ از نخلستان‌ها با افزایش مقیاس تولید بهبود خواهد یافت. عملی شدن این پروژه میزان استفاده از آب را نیز به طور بهینه‌ای کنترل می‌کند. هرچند همانطور که محمدی دینانی و مهرابی بشرآبادی [۱۱] اشاره کردند بالا بودن هزینه‌های اولیه‌ی آبیاری قطره‌ای موجب عدم تمایل کشاورزان برای استفاده از این تکنولوژی است؛ اما دست کم به‌خاطر مزیت در تبدیل شیوه‌ی آبیاری غرقابی واحدهای بزرگ‌تر، می‌توان از طرح سیستم آبیاری قطره‌ای نخلستان‌های با مقیاس بزرگ حمایت کرد.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

منابع

[۲] بی‌نام.، (۱۳۹۱). جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان، روابط عمومی.

[۳] رهنما، ع.، محبی، ع.، علی حوری، م.، (۱۳۹۲). تاثیر سطوح مختلف آبیاری و تغذیه بر رشد و عملکرد نخل خرمای کشت بافتی، مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۷(۱)، ۳۱-۴۱.

[۴] نوروزی، م.، زلفی باوریانی، م.، (۱۳۸۹). تعیین آب مورد نیاز خرما در روش آبیاری قطره‌ای در استان بوشهر مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۴(۱)، ۳۰-۲۱.

[۵] فرزام‌نیا، م.، راوری، س.، (۱۳۸۴). تاثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب خرمای مضافتی در بم، مجله علمی کشاورزی، ۲۸ (۱)، ۹۰-۷۹.

[۶] حسین‌زاده لطفی، ف.، کاشانی‌فر، س.، (۱۳۸۳). یافتن مکان مناسب جهت احداث کارخانه فرآورده‌های خرما در استان سیستان و بلوچستان به کمک تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن (ریاضیات کاربردی)، ۱(۱)، ۳۹-۳۲.

[۷] شجری، ش.، باریکانی ا.، امجدی ا.، (۱۳۸۸). مدیریت تقاضای آب با استفاده از سیاست قیمت‌گذاری آب در نخلستان‌های جهرم: مطالعه موردی خرمای شاهانی، اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۵ (۱۷)، ۵۵ -۷۲.

[۸] محمدی دینانی، م.، اکبری، ا.، (۱۳۸۴). کارآیی استفاده از نهاده‌ها در تولید خرمای شهرستان بم و جیرفت، دو علوم و صنایع کشاورزی، ۱۹(۲)، ۲۲۷-۲۳۶.

[۹] مهرابی بشرآبادی، ح.، (۱۳۸۴). بررسی بهره‌وری و تخصیص عوامل تولید در محصولات باغی استان کرمان، دو فصلنامه علوم و صنایع کشاورزی، ۱۹(۱)، ۱۲۹-۱۳۶.

[۱۰] چیذری، ا.، صادقی، س.، (۱۳۷۹). بررسی تأثیر اقتصادی سیستم زهکشی بر بهره‌وری عوامل تولید خرما مطالعه موردی استان بوشهر، اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۰ ، ۶۵ - ۸۸.

[۱۱] محمدی دینانی، م.، مهرابی بشر آبادی، ح.، (۱۳۷۹). بررسی اقتصادی تبدیل آبیاری غرقابی به آبیاری تحت فشار در نخلستان‌های منطقه بم، اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۱ (۸)، ۱۱۵ - ۱۳۶.

[۲۴] یعقوبی، م.، (۱۳۸۹). بررسی عملکرد تعاونی‌ها و واحدهای غیرتعاونی پرورش میگو استان سیستان و بلوچستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

[۳۶] رسولی‌زاده، ا.، (۱۳۸۹). تعیین ارزش اقتصادی و تخصیص بهینه آب اراضی روستاهای سد پیشین استان سیستان و بلوچستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

[1] FAO., (2013). faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor.

[12] Ouyang, Z. P., Mei, X. R., Li, Y. Z., Guo, J. X., (2013). Measurements of water dissipation and water use efficiency at the canopy level in a peach orchard. Agricultural Water Management, 129(0): 80-86.

[13] Tripler, E., Shani, U., Mualem, Y., Ben-Gal, A., (2011). Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. Agricultural Water Management, 99(1): 128-134.

[14] Tejero, I. G., Zuazo, V. H. D., Bocanegra, J. A. J., Fernández, J. L. M., (2011). Improved water-use efficiency by deficit-irrigation programmes: Implications for saving water in citrus orchards. Scientia Horticulturae, 128(3): 274-282.

[15] Da Silva, V. D. P. R., Da Cunha Campos, J. H. B., De Azevedo, P. V., (2009). Water-use efficiency and evapotranspiration of mango orchard grown in northeastern region of Brazil. Scientia Horticulturae, 120(4): 467-472.

[16] Siebert, S., Nagieb, M., Buerkert, A., (2007). Climate and irrigation water use of a mountain oasis in northern Oman. Agricultural Water Management, 89(1–2): 1-14.

[17] De Azevedo, P. V., De Sousa, I. F., Da Silva, B. B., Da Silva, V. D. P. R., (2006). Water-use efficiency of dwarf-green coconut (Cocos nucifera L.) orchards in northeast Brazil. Agricultural Water Management, 84(3): 259-264.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[18] Aljuburi, H. J., Al-Masry, H. H., Al-Muhanna, S. A., (2001). Effect of some growth regulators on some fruit characteristics and productivity of the Barhee date palm tree cultivar (Phoenix dactylifera L.). Fruits, 56(05): 325-332.
[19] Zaibet, L., Dharmapala, P. S., (1999). Efficiency of government-supported horticulture: the case of Oman. Agricultural Systems 62(3): 159-168.
[20] Van der Vlist, A. J., Withagen, C., Folmer, H., (2007). Technical efficiency under alternative environmental regulatory regimes: The case of Dutch horticulture. Ecological Economics 63(1): 165-173.
[21] Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operational Research, 2: 429–444.
[21] Gómez-Limón, J. A., Picazo-Tadeo, A. J., Reig-Martínez, E., (2012). Eco-efficiency assessment of olive farms in Andalusia. Land Use Policy, 29(2): 395-406.
[22] Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30: 1078–1092.
[23] Farrell, M. J., (1957). The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General), 253-281.
[25] Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., Seiford, L., Stutz, J., (1985). Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions. J Econometrics, 30(1/2): 91-107.
[26] Cooper, W. W., Park, K., Pastor, J. T., (1999). RAM: Range adjusted measure of inefficiency for use with additive models and relations to other models and measures in DEA. Journal of Productivity Analysis, 11 (1): 5–42.
[27] Cook, W. D., Seiford, L. M., (2009). Seiford Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on. European Journal of Operational Research, 192: 1–17.
[28] Adler, L. N., Friedman,Z., Stern S,. (2002). Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, European Journal of Operational Research, 140: 249-265.
[29] Andersen, P., Petersen, N. C., (1993). A procedure for ranking efficient units in DEA. Management Science, 39: 1261–1264.
[30] Seiford, L. M., Zhu, J., (1999). Infeasibility of super effciency data envelopment analysis models. INFOR, 37(2): 174-187.
[31] Wang, Y. M., Luo, Y., Liang, L., (2009). Ranking decision making units by imposing a minimum weight restriction in the data envelopment analysis. Journal of Computational and Applied Mathematics, 223: 469–484.
[32] Zerafat Angiz, M., Mustafa, A., Emrouznejad, A., (2010). Ranking efficient decision-making units in data envelopment analysis using fuzzy concept. Computers & Industrial Engineering, 59: 712–719.
[33] Nahra, T. A., Mendez, D., Alexander, J. A., (2009). Employing super-efficiency analysis as an alternative to DEA: An application in outpatient substance abuse treatment. European Journal of Operational Research, 196: 1097–1106.
[34] Chen, Y., (2005). Measuring super-efficiency in DEA in the presence of infeasibility. European Journal of Operational Research, 161: 545–551.
[35] Zhu, J., (1996). Robustness of the efficient DMUs in data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 90: 451–460.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]