

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 خرماهای شهرستان چابهار در استان سیستان و بلوچستان است. اطلاعات مربوط به سال زراعی ۱۳۸۹ است که به وسیله پرسشنامه گردآوری شد. با کمک رهیافت ابرکارایی و روش تحلیل جمعی، کارایی فنی نخلستان‌ها و کارایی نسبی مصرف آب به دست 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. به علاوه هیچ یک از نخلستان‌های نمونه‌ی تحت بررسی، بازده نسبت به مقیاس کاهنده نداشته، ۷۸٪ از نخلستان‌ها در شرایط بازده فرآینده 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.

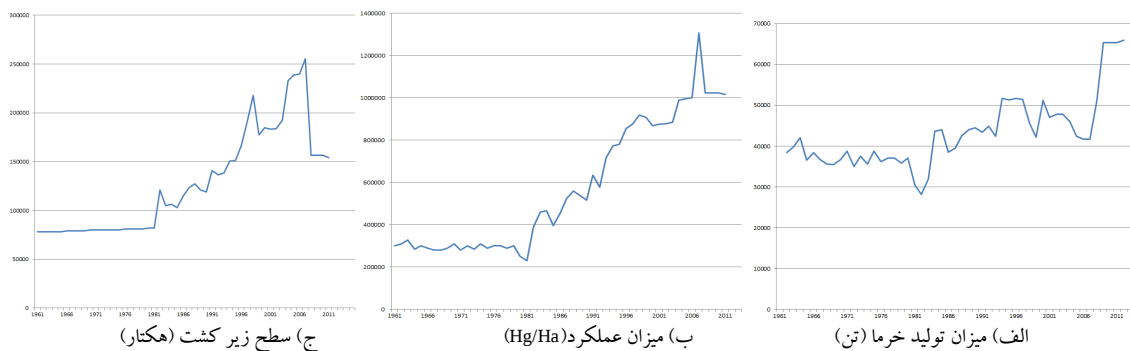
کلمات کلیدی: ابرکارایی، تحلیل جمعی، خرما، سیستان و بلوچستان، WUE، DEA.

۱ مقدمه

مطابق آمار سازمان خوار و بار جهانی FAO [۱]، ایران در سال ۲۰۱۱ با سطح زیر کشت 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



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 تولیدکننده خرما در ایران می باشد [۲]. با توجه به بارش کمتر از ۶۵ میلیمتر در سال، آب مهم ترین و کمیاب ترین عامل تولید در این استان است. از این رو کارایی در مصرف آب (Water Use Efficiency (WUE) در مواجهه با بحران کم آبی 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 می یابد و لذا باید تامین عرضه آب یا از طریق توسعه پروژه های منابع آبی جدید و یا مدیریت کارایی مصرف آب صورت پذیرد. بررسی کارایی مصرف آب از دید اقتصادی- مدیریتی با دو رویکرد مطلق (بهینه سازی با استفاده از انواع روش های برنامه ریزی ریاضی) و نسبی (با استفاده از روش های فراسنجشی و غیر فراسنجشی محاسبه ی کارایی فنی) امکان پذیر است. هدف این مطالعه بررسی سطح کارایی مصرف آب در باغات خرما در منطقه ی سیستان و بلوچستان است. به طور موازی عملکرد نسبی باغات خرما بررسی شده، نخلستان ها از لحاظ عملکرد رتبه بندی می شود. از کارهای انجام شده در این زمینه می توان به کار رهنما و همکاران [۳] اشاره کرد که در آن تاثیر سطوح مختلف آبیاری و تغذیه بر رشد و عملکرد نخل خرما ی کشت بافتی بررسی شد؛ اما همانند کار نوروژی و زلفنی باوریانی [۴] (که آب مورد نیاز خرما را در روش آبیاری قطره ای با توجه به برآورد مناسب آب مورد نیاز گیاه در طول فصل رشد و بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی تعیین کردند) و مطالعه ی فرزام نیا و راوری [۵] (که در آن تاثیر کم آبیاری بر کارایی مصرف آب خرما ی مضافتی بم با استفاده از طرح بلوک های کامل تصادفی ارزیابی شده است) امکان افزایش بازدهی و عملکرد، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و نه با رویکرد اقتصادی بررسی شده است. حسین زاده لطفی و کاشانی فر [۶] به کمک تکنیک تحلیل پوششی داده ها، مکان های مناسب جهت احداث کارخانه ی خرما در استان سیستان و بلوچستان را رتبه بندی کردند و از بین ۶ مکان کاندیدی موجود یک مکان با این روش انتخاب گردید. شجری و همکاران [۷] نیز تقاضای آب نخلستان های جهرم را با توجه به مفاهیم کشش قیمتی و ارزش بهره وری نهایی آب به دست آوردند. نتایج آن ها حاکی از وجود یک رابطه ی 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 داده ها کارایی استفاده از نهاده های تولید در تولید خرما ی بم و جیرفت را بررسی کردند و نشان دادند که با

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. چیدری و صادقی [۱۰] عوامل موثر بر بهبود بهره‌وری خرما را بررسی کرده، نشان دادند سیستم زهکشی به عنوان نوعی فن آوری، بر روی تولید اثر مثبت دارد. محمدی دینانی و مهرابی بشر آبادی [۱۱] به بررسی اقتصادی تغییر آبیاری غرقابی به قطره‌ای در نخلستان‌های بم پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که پایین بودن هزینه منابع آب و بالا بودن هزینه‌های اولیه 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.

مرووری 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 دربر گرفته است. از جمله می‌توان به کار اوپانگ 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 برای هر یک از تیمارها متفاوت است. سیرت 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 ۷۵٪ استفاده‌ی بهینه از این منابع محدود کننده عملکرد را فراهم می‌کند. نتایج مطالعه‌ی دیزودو [۱۷] با هدف اندازه‌گیری کارایی مصرف آب باغات نارگیل سبز نیز نشان داد تبخیر و 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

تصادفی استفاده کردند. در نهایت می توان به پژوهش گومز و همکاران [۲۱] اشاره کرد که در آن کارایی اقتصادی باغات زیتون و سطح مصرف نهاده ها با روش تحلیل پوششی داده ها به دست آمده است. در مجموع بررسی کارایی مصرف آب از منظر اقتصادی، دو رویکرد مطلق که بهینه سازی با استفاده از انواع روش های برنامه ریزی ریاضی است و رویکرد نسبی را که بهینه سازی با استفاده از روش های فراسنجشی (Parametric) و غیرفراسنجشی محاسبه کارایی فنی است، دربر می گیرد. در این مطالعه کارایی فنی باغات خرما و کارایی مصرف آب با به کارگیری روش تحلیل پوششی داده ها ارزیابی می گردد که یک روش غیر فراسنجشی است. با توجه به وجود برخی داده های صفر، علاوه بر دو مدل پایه ی CCR و BCC از روش تحلیل پوششی جمع پذیر نیز استفاده می شود. همچنین رتبه بندی کامل باغات به کمک رهیافت ابر کارایی انجام می شود.

۲ مواد و روش ها

تحلیل پوششی داده ها (Data Envelopment Analysis (DEA)) یک رهیافت غیرفراسنجشی محاسبه ی کارایی است که چارلز 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 می باشد. 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 می کند و هدف آن بیشینه کردن سطح کارایی (مجموع وزنی نهاده به مجموع وزنی ستاده) است، با این محدودیت که مقدار کارایی هیچ واحدی نمی تواند بیشتر از یک باشد. در نتیجه می توان با استفاده از یک مدل برنامه ریزی خطی وزن های بهینه ی نهاده و ستاده را به دست آورد. مدل دوگان DEA-BCC به صورت زیر است [۲۲]:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \theta_o + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{i=r}^s S_i^+ \right) \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m \lambda_i y_{rj} - S_r^+ = y_{ro}, \quad r = 1, \dots, s, \\ & \sum_{i=1}^m \lambda_i X_{ij} + S_i^- = \theta_o X_{io}, \quad i = 1, \dots, m, \\ & \sum_{i=1}^m \lambda_i = 1, \\ & \lambda_i \geq 0, \quad j = 1, \dots, n, \\ & S_i^-, S_r^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m. \end{aligned} \quad (1)$$

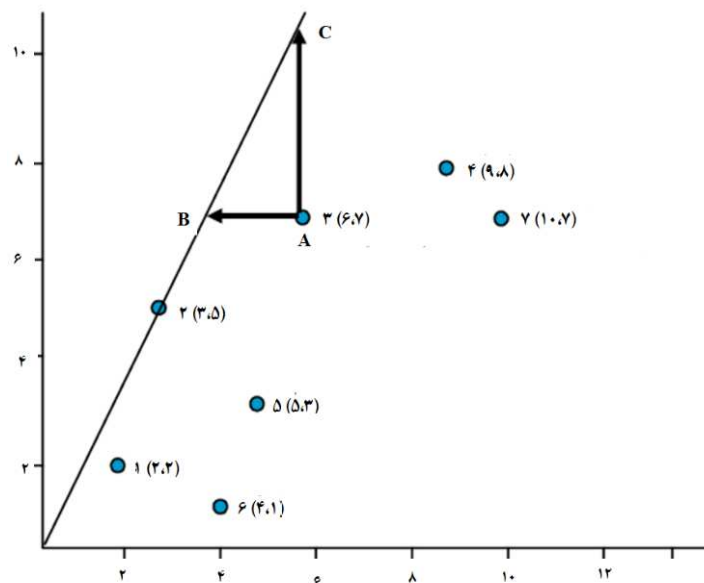
به طوری که X_{io} و Y_{ro} به ترتیب نهاده نام و محصول r ام برای DMU_o است. θ نشان دهنده ی میزان کارایی یک DMU است و در صورتی کاراست که معادل یک باشد و مقادیر کمتر از یک نشان دهنده ی ناکارایی است. رابطه ی ۱ برگرفته از یک تعریف ساده ی کارایی (در واقع رابطه ی ۱ دوگان رابطه ای است که در آن کارایی یا

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 کارایی 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 به دست 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:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{i=r}^s S_i^+ \\ \text{s.t. } & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - S_r^+ = y_{ro}, \quad r = 1, \dots, S, \\ & \sum_{i=1}^m \lambda_j X_{ij} + S_i^- = X_{io}, \quad i = 1, \dots, m, \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n, \\ & S_i^-, S_r^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, S, \quad i = 1, \dots, m, \\ & \theta_0 \text{ Unrestricted.} \end{aligned} \quad (2)$$

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 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 رابطه ۱ 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 شکل ۲ نمایش داده شده است (برای جزئیات بیشتر به [۲۶] مراجعه کنید).



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

$$P_o = \max \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{i=r}^s S_i^+$$

s.t.

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

$$\sum_{i=1}^m \lambda_j X_{ij} + S_i^- = X_{io}, \quad i = 1, \dots, m, \quad (3)$$

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

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$S_i^-, S_r^+ \geq 0, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m.$$

در این روابط، ز تعداد واحدهای تصمیم گیرنده ای است که با استفاده از m نهاده X_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$) قادر است s ستاده Y_{rj} ($r = 1, 2, \dots, s$) را تولید کند. مطابق شکل ۱، با فرض CRS، DMU_3 کارا نیست. در تابع هدف مدل جمعی مجموع Slack ها و یا به عبارتی مجموع فاصله های افقی و عمودی از مرز کارا کمینه می گردد. در صورتی که مقدار به دست آمده از این مدل برنامه ی خطی صفر شود، به طور مشخص DMU کاراست (همانند DMU_B)؛ اما در صورتی که مقدار آن مثبت باشد نشان می دهد با تابع تولید مرزی فاصله دارد و ناکاراست (سایر DMU ها). در مدل CCR و BCC برای این که مشخص شود آیا یک واحد تصمیم گیرنده کارا یا ناکاراست، هم نیاز به بررسی مقادیر کارایی θ و هم متغیرهای کمبود S_i^- و S_r^+ 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

افقی یا عمودی قرار نگرفته است. ضعف روش سنتی DEA در این است که ممکن است $\theta = 1$ و $S_r^- > 0$ یا S_i^+ شود (کارآیی یک بنگاه معادل یک شود؛ اما کارا نباشد = کارآیی ضعیف)). اما مدل تحلیل جمع پذیر مشکل وجود کارایی ضعیف در مدل های پایه را برطرف می کند. همچنین به طور مشخص داده ها می تواند مقادیر منفی به خود بگیرد.

مدل های پایه ی CCR و BCC، DMU ها را به دو گروه کارا و ناکارا تقسیم می کنند و قادر نیستند رتبه بندی کامل را انجام دهند. یکی از روش های رتبه بندی کامل (انواع روش های رتبه بندی و مقایسه ی آن ها را می توانید در [۲۸] بیابید)، مدل های ابر کارایی است که اولین بار اندرسون و پیترسون [۲۹] ارائه کردند (برای اطلاع از فهرست کاملی از انواع مدل های ابر کارایی به [۳۰] مراجعه کنید). این مدل بازنویسی رهیافت استاندارد DEA برنامه ریزی خطی است (CRS یا VRS)، با این تفاوت که تحت این فرض است که DMU مورد ارزیابی از مجموعه ی مرجع، مستثنی شده است ([۲۷ و ۳۱]) که با حذف ستون متناظر با ماتریس تکنولوژیکی آن DMU صورت می گیرد [۳۲] (در واقع تحت الگوریتم های CCR و BCC، در صورتی که واحد مورد ارزیابی کارا باشد خود جزیی از مرز کارا خواهد بود و نمی تواند با این مرز مقایسه شود [۳۳]). این بدان معناست که برای DMU تحت بررسی محدودیت $\sum \lambda_j = 1$ 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 می کند. این تغییر، در حالت نهاده گرا یک افزایش متناسب در نهاده ها برای یک DMU را فراهم می کند که می تواند بدون تخریب وضعیت کارای آن DMU نسبت به مرزی که با سایر DMU ها ایجاد می شود رخ دهد [۲۷] (لازم به توضیح است که در برخی حالات امکان عدم وجود راه حل (infeasibility) وجود دارد [۳۲ و ۳۴]). هر چند فرض وجود حداقل دو DMU با ستاده و نهاده غیر صفر مثبت، تضمین کننده ی وجود جواب است ([۳۳ و ۳۵]). چنین تغییری اجازه می دهد که تمام DMU ها چه کارا و چه ناکارا به صورت کامل رتبه بندی گردند. در این مدل واحدهایی کارا خواهند بود که θ به دست آمده ی یک و یا بیشتر از یک باشد.

$$\text{Min } \theta_0 + \varepsilon (\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{i=r}^s S_i^+)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i y_{rj} - S_r^+ = y_{r0}, \quad r = 1, \dots, S,$$

(۴)

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i X_{ij} + S_i^- = \theta_0 X_{i0}, \quad i = 1, \dots, m,$$

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

$$\lambda_i \geq 0, \quad j = 1, \dots, n.$$

۳ نتایج و بحث

پرسشنامه های گردآوری شده مربوط به اطلاعات سرشماری باغات خرماي ده باهو مرکز دهستان باهو کلات شهرستان چابهار در سال ۱۳۸۹ است (داده های مورد استفاده در این تحقیق برگرفته از پایان نامه ی کارشناسی ارشد رسولی زاده (۱۳۸۹) است). این دشت در حدود ۱۰۲ کیلومتری شمال شرقی بندر چابهار در سمت چپ رود باهو کلات قرار دارد و میانگین دمای سالانه ی آن ۲۶ درجه ی سانتی گراد و گرمترین دمای سالانه ی آن حدود ۴۸ درجه است. این منطقه جزو نواحی نیمه خشک محسوب می شود که با درجه حرارت بالا و بارندگی های پراکنده همراه است. بارندگی در این ناحیه اتفاقی و به صورت رگبار با تعداد روزهای بارندگی کم تر از ۲۰ روز در سال می باشد [۲]. جدول شماره ی ۱ آمارهای توصیفی نهاده های مورد استفاده در فرآیند تولید خرما را در این منطقه نشان می دهد.

مطابق جدول ۱، انحراف زیادی بین حداقل و حداکثر بازده باغات خرما وجود دارد که نشان دهنده ی پتانسیل بالا جهت افزایش بیش تر عملکرد باغات است. از بین نهاده ها، این اختلاف بین دو عامل آب آبیاری و نیروی کار قابل توجه است. در این منطقه تنها یکی از ۳۷ کشاورز از ماشین آلات استفاده می کند که با توجه به حساسیت روش تحلیل پوششی داده نسبت به سطح داده های ورودی و خروجی از تحلیل حذف گردید.

جدول ۱. آمارهای توصیفی نهاده ها و ستاده (n=۳۷)

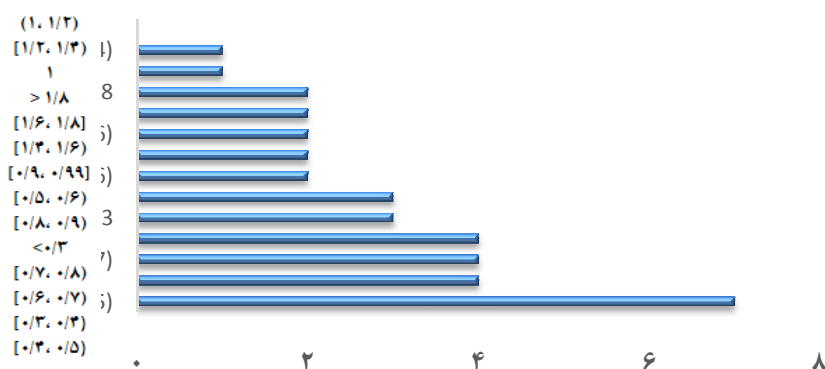
میانگین	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
۲/۸۲	۱/۶۱	۱	۸/۵
۱۱۶۳۸/۴	۶۰۷۲/۲۵	۴۷۳۰	۳۳۰۴۸
۱/۵۹	۲/۴۵	۸	۰
۵/۹۳	۶/۷۶	۳۰	۰
۱/۹۷	۳/۹۲	۰	۲۰
۹/۸۱	۴۱/۱۱	۲۵۳	۱
۱/۸۶۵	۱/۳۸۸	۰/۵	۷

جدول ۲ دامنه ی توزیع سطوح کارایی مدل پایه و ابر کارایی را به همراه درصد مطلق و تجمعی هر بازه نشان می دهد. با توجه به عدم دسترسی و کنترل ستاده، در حل مدل از فرض نهاده گرا استفاده شده است.

شکل ۳ به روشنی نشان می دهد کارایی فنی نخلستان های منطقه به چه صورت توزیع شده است. محور افقی در این شکل تعداد DMU ها و محور عمودی بازه ای را که کارایی آن DMU در آن قرار دارد نشان می دهد. مطابق شکل ۳، بیش ترین ناکارایی در دامنه بین ۰/۴ تا ۰/۵ است که بر اساس جدول ۲ تقریباً یک پنجم DMU ها را در بر می گیرد. نتایج مدل پایه نشان می دهد ۲۲٪ از باغات خرماي تحت بررسی به طور نسبی کارای فنی است. همچنین بیش از نیمی از باغات کارایی فنی کم تر از ۶۰٪ را نشان می دهد. بر اساس نتایج مدل ابر کارایی، باغات کارا نیز خود رتبه بندی شده و تفاوت این باغات نشان داده شده است.

جدول ۲. توزیع ارزش‌های سطوح کارایی برای مدل CCR-DEA و ابرکارایی (n=۳۷)

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



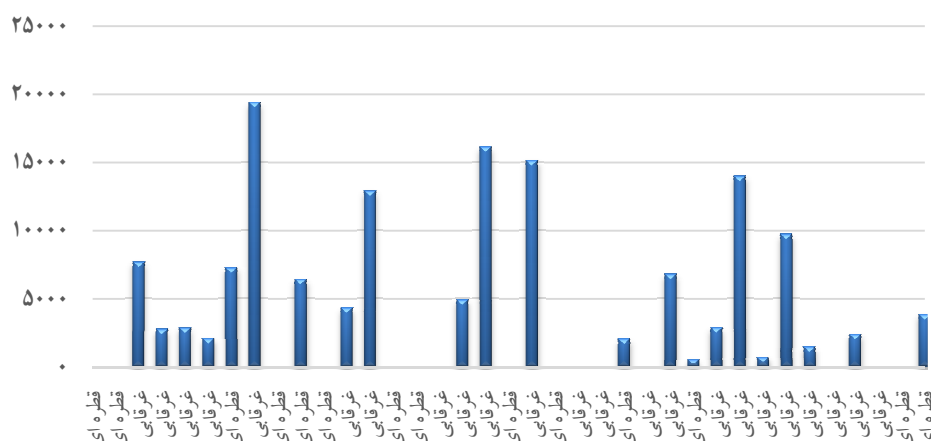
شکل ۳. توزیع کارایی فنی نخلستان‌ها بر اساس مدل تحلیل پوششی ابرکارایی

به طور کل از ۳۷ نخلستان مورد بررسی ۱۵ نخلستان از آب آبیاری به طور کارا استفاده کردند. جدول ۳ 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. به علاوه در مجموع تنها چهار نخلستان جهت آبیاری از قنات استفاده

کردند و بقیه ی آب ها از چاه تامین شد. شکل ۳ ارتباط سیستم آبیاری و کارایی در مصرف آب در نخلستان های کلات باهوا را نشان می دهد.

جدول ۳. بررسی میزان کارایی نسبی آب در نخلستان های ده باهوا (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				



شکل ۴. 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 ۴. 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	.	۱۶۰/۰۰%
۲	.	۳۴۰/۰۰%	۲۲	.	۱۰۰/۰۰%
۳	۱۰۴۹۲/۸۲	۲۰/۱۷%	۲۳	.	۱۲۷/۹۱%
۴	۴۷۸۱/۴۷	۴۶/۸۵%	۲۴	۲۴۵۷۶/۸۱	۷۵/۶۷%
۵	۴۸۸۱/۴۷	۴۶/۴۱%	۲۵	.	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	.	۹۴/۲۲%	۲۹	۱۷۴۷۳/۶۵	۴۲/۹۸%
۱۰	۸۷۱۲/۷۷	۲۸/۵۰%	۳۰	۹۵۳۷/۴۱	۴۸/۷۷%
۱۱	.	۹۶/۹۳%	۳۱	۱۶۲۵۰/۹۹	۴۷/۰۶%
۱۲	۲۲۲۶۰/۲۲	۴۵/۷۱%	۳۲	۴۲۴۵/۵۵	۸۷/۵۳%
۱۳	۱۴۹۳۰/۴۷	۴۴/۳۵%	۳۳	.	۹۴/۰۳%

شماره نخلستان	نتایج مدل جمعی	نتایج مدل ابر کارایی	شماره نخلستان	نتایج مدل جمعی	نتایج مدل ابر کارایی
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%			

همان گونه که از جدول ۴ نمایان است، مدل تحلیل پوششی جمع پذیر مقادیر کارایی را ارایه نمی کند و نتیجه ی خروجی برای هر DMU مجموع متغیرهای کمبود برای تمام نهاده ها را نشان می دهد. مجموع صفر نشان می دهد DMU تحت بررسی روی مرز کارا قرار دارد که معادل $\theta \leq 1$ در روش ابر کارایی است. مقایسه ی مقادیر به دست آمده نشان دهنده ی همخوانی دو مدل در طبقه بندی نخلستان ها به دو دسته کارا و ناکاراست. در ادامه در جدول ۵، نوع بازده به مقیاس ها بر اساس مدل BCC به دست آمده است.

جدول ۵. فراوانی بازده نسبت به مقیاس در نخلستان های 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%

نخلستان ها زمانی در اندازه ی بهینه خود خواهند بود که در آن هر واحد محصول با کم ترین هزینه تولید شود. این معادل آن است که DMU مربوط بر روی نقطه ی حداقل تابع هزینه ی بلند مدت خود باشد و یا در بازده ثابت نسبت به مقیاس فعالیت کند؛ یعنی تغییر نهاده ها به یک نسبت ستاده را به همان نسبت تغییر دهد، اما بازده کاهنده نسبت به مقیاس نشان از هزینه های بلند مدت فزآینده و ناکارایی مدیریتی است. جدول ۵ نشان می دهد هیچ یک از نخلستان های نمونه ی تحت بررسی بازده نسبت به مقیاس کاهنده ندارد. برای نخلستان هایی که بازده نسبت به مقیاس آن ها فزآینده است، اگر همه ی عوامل تولید به یک نسبت تغییر کند نسبت تغییر در بازده خرما بیش تر از نسبت تغییر در نهاده ها خواهد بود. مثلاً اگر همه ی نهاده های تولید ۲ برابر شود، بازده خرما بیش از ۲ برابر افزایش می یابد. به دیگر سخن، جدول ۵ نشان می دهد که ۷۸٪ از نخلستان ها در منطقه ی یک تولید قرار دارد و بنابراین هزینه های متوسط بلند مدت آن ها کاهشی است و صرفه های ناشی از مقیاس (Economies of scale) وجود دارد. بازده فزآینده نسبت به مقیاس تاکید می کند که انتخاب اندازه بزرگ تر و در نتیجه تولید بیش تر کارآتر

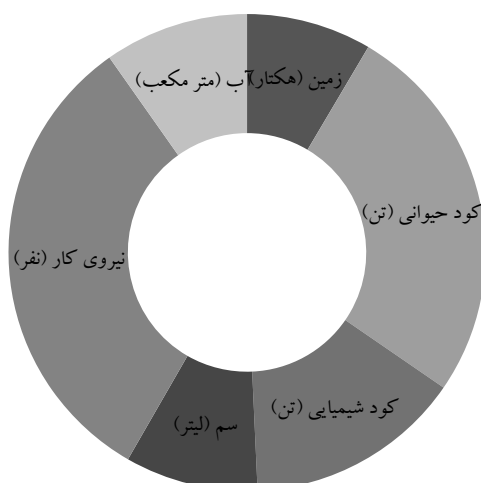
است و واحدهای بزرگ و کوچک ارجح هستند. جدول ۶ میزان استفاده‌ی متوسط کشاورزان از نهاده‌های تولید را نشان می‌دهد که می‌توان با مقایسه آن نسبت به میانگین مصرف بهینه، سطح ناکارایی هر یک از عوامل را نشان داد.

جدول ۶. 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 به دست 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 شکل ۵ 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)

۴ بحث و نتیجه گیری

این پژوهش به دنبال تحلیل کارایی فنی و کارایی نسبی آب مصرفی باغات خرما در منطقه‌ی ده باهو از توابع دهستان باهو کلات شهرستان چابهار در استان سیستان و بلوچستان بود. در این راستا داده‌های مورد نیاز از باغات خرما ی این منطقه سرشماری گردید و در نهایت ۳۷ پرسشنامه با موفقیت جمع آوری 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 تقریباً 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. به علاوه 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.

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 خرما، کشت بافتی، مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۷(۱)، ۳۱-۴۱.
- [۴] نوروزی، م.، زلفی باورینی، م.، (۱۳۸۹). تعیین آب مورد نیاز خرما در روش آبیاری قطره‌ای در استان بوشهر، مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۴(۱)، ۲۱-۳۰.
- [۵] فرزنام، م.، راوری، س.، (۱۳۸۴). تاثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب خرما، مضافتی در بزم، مجله علمی کشاورزی، ۲۸(۱)، ۷۹-۹۰.
- [۶] حسین زاده لطفی، ف.، کاشانی فر، 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 قیمت گذاری آب در نخلستان‌های جهرم: مطالعه موردی خرما، شاهانی، اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۵(۱۷)، ۵۵-۷۲.
- [۸] محمدی دینانی، م.، اکبری، ا.، (۱۳۸۴). کارآیی استفاده از نهاده‌ها در تولید خرما، شهرستان بزم 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 بشرآبادی، ح.، (۱۳۷۹). بررسی اقتصادی تبدیل آبیاری غرقابی به آبیاری تحت فشار در نخلستان‌های منطقه بزم، اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۱(۸)، ۱۱۵-۱۳۶.
- [۲۴] یعقوبی، م.، (۱۳۸۹). بررسی عملکرد تعاونی‌ها و واحدهای غیر تعاونی پرورش میگو استان سیستان و بلوچستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- [۳۶] رسولی زاده، 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.

- [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 efficiency 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.