

شناسایی عوامل مؤثر بر کارایی نهاده آب در تولید گندم استان البرز (رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها)

نیلوفر گنجی^۱، سعید یزدانی*^۲، ایرج صالح^۳

۱، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی دانشگاه تهران

۲، استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی دانشگاه تهران

۳، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۱۸ - تاریخ تصویب نهایی: ۹۶/۲/۲۶)

چکیده

با توجه به افزایش روزافزون تقاضای آب در بخش کشاورزی و محدودیت منابع آبی کشور، توجه به مساله بحران منابع آبی و روش‌های ارتقای سطح کارایی و بهره‌وری آن، اهمیت بسیاری دارد. از این رو، با توجه به مصرف بالای منابع آبی در تولید گندم به‌عنوان محصولی استراتژیک در ایران، در مقاله حاضر، کارایی آب مصرفی تولیدکنندگان گندم استان البرز با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و تکمیل ۲۰۰ پرسشنامه در سال زراعی ۱۳۹۴، بررسی شد. همچنین، عوامل مؤثر بر کارایی مصرف آب با استفاده از الگوی رگرسیون توبیت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی در واحدهای مورد مطالعه در حالت بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۷۴ و ۷۸ درصد و میانگین کارایی آب مصرفی نیز در این دو حالت به ترتیب ۸۸ و ۹۰ درصد است. بر اساس نتایج، متغیرهای تجربه کشاورز، میزان تحصیلات، مالکیت زمین و قیمت هر متر مکعب آب اثر مثبت و متغیرهای مسافت زمین کشاورز تا منبع آب، شرکت در کلاس‌های آموزشی و عضویت در تعاونی‌ها اثر منفی و معنی‌داری بر کارایی مصرف آب دارند. با توجه به یافته‌های تحقیق، به نظر می‌رسد که بازنگری اساسی در آموزش‌های ترویجی ارائه شده به کشاورزان و تغییر در شیوه‌های مدیریتی تعاونی‌های روستایی، نقش مهمی در بهبود کارایی مصرف آب در منطقه خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: کارایی آب، تحلیل پوششی داده‌ها، گندم، البرز، ایران

مقدمه

مدیریت آب، کشور ایران برای حفظ وضع موجود خود تا سال ۱۴۰۴ باید حدود ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیافزاید که این امر غیرممکن به نظر می‌رسد (سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴). بیشترین میزان مصرف آب در ایران، مربوط به بخش کشاورزی است و در شرایط فعلی، از کل آب‌های

محدودیت دستیابی به برخی از منابع مورد نیاز برای تولید محصولات کشاورزی در ایران، به‌خصوص محدودیت منابع آبی، همواره توجه اقتصاددانان را برای تأمین هر چه بیشتر موادغذایی از واحد سطح به خود معطوف کرده است. بر اساس گزارش موسسه بین‌المللی

متغیرهای سن کشاورز، سطح تحصیلات و اندازه مزرعه دارای اثر مثبت و معنی‌داری بر کارایی استفاده از آب هستند. (Frija et al. (2009) با استفاده از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها، پس از محاسبه کارایی فنی تولید و کارایی نهاده آب برای مزارع گلخانه‌ای تونس، با استفاده از الگوی رگرسیونی توبیت نشان داد که متغیرهای وجود روش‌های نوین کود آبیاری و آموزش کشاورزان اثر مثبت و معنی‌دار و متغیر اندازه زمین اثر منفی و معنی‌دار بر کارایی آب مصرفی مزارع دارند. (2008) Spleeman et al. با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و محاسبه کارایی مصرف آب آبیاری مزارع آفریقای جنوبی، نشان داد که عواملی چون مالکیت و اندازه زمین، شیوه‌های آبیاری و انتخاب محصول بر کارایی آب موثر بودند. از سایر مطالعات خارجی انجام شده در زمینه تحلیل و ارزیابی کارایی نهاده آب می‌توان به مطالعه (Chellatan Veetill et al. (2012)، (2009) Yilmaz et al.، Raju and Kumar (2006) و (2004) Diaz et al. اشاره کرد. در داخل کشور نیز (2008) Saboohi et al. با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و کاربرد روش‌های اقتصادسنجی برای واحدهای گلخانه‌ای استان سیستان و بلوچستان نشان دادند که متغیرهای سن، تحصیلات، تجربه، و منبع تامین آب اثر مثبت و متغیر اندازه زمین اثر منفی بر کارایی آب آبیاری دارند. مطالعاتی نیز در زمینه محاسبه کارایی نهاده آب در کشور انجام شده است که از جمله آن می‌توان به مطالعه (Naseri jahromi et al. (2011)، (2012) Alipour et al. و Babayi et al. (2014) اشاره کرد.

بررسی مطالعات انجام شده در داخل و خارج کشور نشان می‌دهد که براساس شرایط منطقه و نوع محصول، عوامل مختلفی بر کارایی یا ناکارایی نهاده آب موثر خواهد بود. از این‌رو، در مطالعه پیش‌رو، عوامل اجتماعی-اقتصادی موثر بر کارایی مصرف آب تولیدکنندگان استان البرز شناسایی و اثر آن‌ها با استفاده از روش اقتصادسنجی ارزیابی می‌شود. از سوی دیگر، تاکنون مطالعه‌ای به منظور ارزیابی کارایی تولید گندم در استان البرز و شناسایی عوامل موثر بر بهبود آن انجام نشده است، که از این حیث، مطالعه حاضر یک نوآوری برای این استان محسوب می‌شود. در این مطالعه

استحصالی در کشور (۸۷/۵ میلیارد متر مکعب) رقمی در حدود ۸۲ میلیارد متر مکعب (یعنی ۹۴ درصد) به بخش کشاورزی اختصاص دارد (Shaanani & Honar, 2008). بر این اساس، بهره‌برداری بهینه و کاهش مصرف آب بخش کشاورزی، در رفع محدودیت‌های منابع آبی نقش موثری دارد. نتایج حاصل از مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که بهبود مدیریت منابع آب، گام مهم و موثر در مصرف بهینه آب، افزایش بازده و بهبود کارایی مصرف آن و تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (Poor Asghar sangachin, 2000). از این‌رو، توجه به ارتقا و بهبود کارایی نهاده آب، هم در سطح خرد و هم در سطح کلان اقتصادی (ملی)، از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. یکی از محصولات اساسی و استراتژیک بخش کشاورزی، که سهم زیادی از مصرف منابع آبی در این بخش را به خود اختصاص داده است، گندم است. استان البرز یکی از استان‌های پیش‌رو در تولید این محصول زراعی در کشور محسوب می‌شود. این استان به‌عنوان یکی از استان‌های بسیار مهم تولیدکننده گندم، رتبه اول گندم کیفی و رتبه اول عملکرد در واحد سطح کشور را به خود اختصاص داده است. به‌طور کلی، کشت گندم در استان البرز به دلیل وجود منابع آبی نسبتاً مناسب و دشت‌های حاصلخیز به‌صورت آبی انجام می‌گیرد. به‌طور میانگین ۱۴۰۰ بهره‌بردار در سطحی حدود ۱۰۰۰۰-۱۲۰۰۰ هکتار، سالیانه به تولید گندم در اراضی کشاورزی این استان مشغولند. از این‌رو، در مطالعه پیش‌رو، کارایی نهاده آب در تولید گندم استان البرز با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه و عوامل موثر بر بهبود آن با کاربرد روش اقتصادی سنجی شناسایی شد. تاکنون در زمینه مسایل مربوط به کارایی آب و تحلیل پوششی داده‌ها، مطالعاتی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. به‌طور مثال، Chebil et al. (2011) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و محاسبه کارایی نهاده آب مصرفی مزارع در تونس، نشان دادند که سطح تحصیلات زارعین، میزان دسترسی به اعتبارات و خدمات کشاورزی رابطه مثبت و معنی‌داری با کارایی آب مصرفی مزارع دارند. در مطالعه Wang (2010) و با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، نتایج تحلیل رگرسیون توبیت نشان داد که

استفاده می‌کنند و مدل‌های ستانده‌گرا آن‌هایی هستند که بدون تغییر در میزان ورودی میزان خروجی‌های بیشتری را به دست می‌دهند (Neto Luiz, 2004). در مطالعه حاضر، به منظور محاسبه کارایی فنی گندم کاران استان البرز از الگوهای اصلی DEA یعنی CCR با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و BCC با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس که استفاده می‌شود. همچنین، با توجه به هدف مطالعه پیش‌رو که استخراج کارایی زیربرداري نهاده آب و شناسایی عوامل مؤثر بر آن است، محاسبات بر مبنای الگوی نهاده‌گرا انجام می‌شود. مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس با اضافه کردن قید تحذب $\sum_{k=1}^K \lambda_k$ به الگوی بازده ثابت نسبت به مقیاس به دست می‌آید (Frija et al., 2009):

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ & s.t \\ & \sum_{k=1}^k \lambda_k y_{m,k} \geq y_{m,o} \\ & \sum_{k=1}^k \lambda_k X_{n,k} \leq \theta X_{n,o} \\ & \sum_{k=1}^k \lambda_k = 1 \\ & \lambda_k \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

که در رابطه (۱)، θ کارایی فنی، X_{nk} و y_{mk} به ترتیب n امین نهاده و m امین نهاده برای واحد زراعی k ام است. λ_k مقادیر ثابت، $X_{n,0}$ و $y_{n,0}$ به ترتیب بردار نهاده و ستاده برای واحد زراعی صفر است. محدودیت اول بیان می‌کند که آیا مقادیر واقعی محصول تولید شده توسط بنگاه k ام با استفاده از عوامل تولید مورد استفاده می‌تواند بیش از این مقدار باشد؟ محدودیت دوم نیز دلالت بر آن دارد که عوامل تولیدی به کار رفته توسط بنگاه k ام دست کم بایستی به اندازه عوامل به کار رفته توسط بنگاه مرجع باشند. محدودیت سوم قید تحذب است که برای اعمال فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس به کار می‌رود. مدل برنامه‌ریزی خطی فوق باید k مرتبه و هر بار برای یکی از واحدهای زراعی حل شود تا میزان کارایی (θ) برای هر یک از واحدها به دست آید. اگر $\theta=1$ باشد،

متغیرهای جدیدی وارد الگو شده است که در مطالعات پیشین به آن‌ها اشاره‌ای نشده است. از این‌رو، در بخش دوم مطالعه روش تحقیق مورد استفاده به منظور برآورد مدل و بررسی کارایی نهاده آب، در بخش سوم نتایج و بحث و در بخش آخر پیشنهادهای سیاستی ارائه می‌شود.

روش تحقیق

در نیم قرن اخیر روش‌های زیادی به منظور بررسی کارایی واحدهای تولیدی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما دو روش عمده برای تخمین کارایی واحدهای تولیدی، روش پارامتریک (تحلیل تابع تولید مرزی تصادفی) و روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها است. نتایج به دست آمده از هر دو روش در اغلب موارد تا حد زیادی به هم نزدیک هستند (Thiam et al., 2001; Wadud & Alene & Zeller, 2005; White, 2001). با توجه به اهمیت محاسبه کارایی نهاده آب و همچنین، عدم امکان محاسبه کارایی نهاده با استفاده از روش پارامتریک، در مطالعه پیش‌رو از روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها برای برآورد کارایی فنی تولیدکنندگان گندم استان البرز و در نهایت، کارایی زیربرداري نهاده آب استفاده شد. روش تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک ریاضی برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم گیرنده است که اولین بار توسط Cooper et al. (1978)، مطرح شد. در ادامه Banker and Maindiratta (1998) نشان دادند که تخمین‌های DEA بسیار معتبرتر از مدل‌های پارامتریک هستند. زیرا در روش پارامتریک، ساختار معینی نظیر توابع خطی یا توان دوم در نظر گرفته می‌شود، در صورتی که ممکن است ساختار توابع متفاوت‌تر از این حالت‌ها باشد (Pendharkan & Rodger, 2003). به‌طور کلی، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها به دو گروه نهاده‌گرا و ستانده‌گرا تقسیم می‌شوند. مدل‌های نهاده‌گرا، مدل‌هایی هستند که بدون تغییر در ستانده، از نهاده‌های کمتری برای به دست آوردن همان مقدار خروجی

به شکل رابطه (۳) تعریف می‌شود: (Frijia et al., 2009)

$$\theta^{t*} = \sum_{r=1}^R \beta_r Z_R + u_r$$

$$\theta^t = \begin{cases} \theta^{t*} & \text{if } 0 \leq \theta^{t*} \leq 1 \\ 0 & \text{if } \theta^{t*} < 0 \\ 1 & \text{if } \theta^{t*} > 1 \end{cases} \quad (3)$$

که در رابطه (۳)، θ^t کارایی زیر برداری آب است که از رابطه (۲) به دست می‌آید و به عنوان متغیر وابسته مورد استفاده قرار می‌گیرد و Z_R بردار $(R \times 1)$ متغیرهای توضیحی است که شامل متغیرهای اقتصادی-اجتماعی تولیدکنندگان گندم استان البرز می‌باشد. همچنین، به منظور شناسایی اثر اندازه زمین بر کارایی زیربرداری نهاده آب، متغیر اندازه زمین (زمین‌های کمتر از سه هکتار، زمین‌های بین سه تا ۱۰ هکتار و زمین‌های بزرگتر از ۱۰ هکتار) نیز به عنوان یک متغیر دامی وارد این الگو شد. در مطالعه پیش‌رو، اطلاعات مورد نیاز از طریق تکمیل ۲۰۰ پرسشنامه و گزارش‌های جهاد کشاورزی استان البرز در سال زراعی ۱۳۹۴ برای محصول گندم جمع‌آوری شد. به منظور تعیین حجم نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی و به صورت رابطه (۳) استفاده شد.

$$n = \left(\frac{z \times S}{r \times y_N} \right)^2 \left[1 + \frac{1}{N} \left(\frac{z \times S}{r \times y_N} \right)^2 \right] \quad (4)$$

در رابطه بالا، n تعداد نمونه مورد نیاز برای بررسی کارایی کشاورزان منطقه، z طول نقطه متناظر با احتمال تجمعی $1 - \alpha$ توزیع نرمال استاندارد، r قدرمطلق خطای مورد نظر در برآورد، S واریانس نمونه اولیه، \bar{y}_N میانگین نمونه اولیه و N تعداد اعضاء جامعه است. نهاده‌های مورد استفاده برای محاسبه کارایی فنی و زیربرداری تولیدکنندگان منطقه شامل: زمین بر حسب هکتار، بذر، کود ازت و کود فسفات بر حسب کیلوگرم، علف کش و حشره کش بر حسب لیتر، نیروی کار بر

نشان دهنده نقطه‌ای روی منحنی هم مقداری تولید یا تابع تولید مرزی است و بنابراین، بنگاه دارای کارایی نسبی صد درصد است. یادآوری می‌شود که در روش DEA برای هر یک از بنگاه‌های کارا، یک یا چند بنگاه کارا به عنوان مرجع و الگو معرفی می‌شوند که به آن‌ها بنگاه مرجع گفته می‌شود (Emami meibodi, 2000). مفهوم کارایی زیر برداری برای تعیین کارایی یک نهاده خاص که در مطالعه حاضر آب مصرفی است، استفاده می‌شود (Lilienfeld & Lansink & Silva, 2004; Farrell, Speelman et al, 2008; Asmild, 2007). استفاده از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها را برای کارایی زیربرداری نهاده متغیر t در یک سیستم به صورت زیر معرفی کرد:

$$\min_{\theta^t, \lambda} \theta^t$$

$$\sum_{k=1}^k \lambda_k y_{m,k} \geq y_{m,o}$$

$$s.t$$

$$\sum_{k=1}^k \lambda_k X_{n-t,k} \leq X_{n,o}$$

$$\sum_{k=1}^k \lambda_k X_{t,k} \leq \theta^t X_{t,o}$$

$$\sum_{k=1}^k \lambda_k = 1$$

$$\lambda_k \geq 0$$

که در رابطه (۲)، θ^t کارایی فنی نهاده t برای واحد زراعی k ام است. در رابطه بالا $X_{t,k}$ ، $X_{t,0}$ شامل نهاده t و $X_{n-t,k}$ و $X_{n,0}$ شامل نهاده t نیستند. دیگر متغیرها در روابط بالا توضیح داده شد. در رابطه (۲)، مقدار θ^t براساس بیشینه کاهش نهاده متغیر t در شرایط ثابت بودن نهاده‌های دیگر و محصول تعیین می‌شود. مقدار ضریب θ^t بین ۱ و ۰ است و مقدار ۱ برای این ضریب نشان می‌دهد واحد زراعی در مرز کارایی قرار داشته و پتانسیل کاهش آب آبیاری بدون کاهش سطح تولید خود را دارد. در مرحله دوم، برای بررسی عوامل بالقوه موثر بر کارایی آب آبیاری واحدهای مورد مطالعه از رگرسیون توبیت استفاده می‌شود (رابطه ۳). در این رابطه، متغیر وابسته کارایی زیر برداری آب است و مقادیری بین ۰ و ۱ را به خود می‌گیرد. بر این اساس الگو

نتایج و بحث

به منظور ارزیابی وضعیت کارایی فنی تولیدکنندگان محصول گندم استان البرز و همچنین، محاسبه کارایی نهاده آب و شناسایی عوامل مؤثر بر آن، ابتدا لازم است که متوسط نهاده‌های مصرفی برای تولید این محصول در منطقه محاسبه شود. جدول (۱)، میانگین، حداقل، حداکثر و انحراف معیار نهاده‌های مصرفی برای تولید گندم در واحد هکتار و در متوسط سطح زیرکشت منطقه را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در برخی از زمین‌های کشاورزی منطقه و به منظور تولید محصول گندم، انواع کود و سموم شیمیایی استفاده نشده است. بررسی متوسط آب مصرفی برای تولید یک هکتار گندم در استان البرز نشان می‌دهد که متوسط، بیشترین و کمترین مقدار آب مصرفی به ترتیب ۵۳۹۶، ۶۲۰۰ و ۲۰۰۰ مترمکعب است.

حسب نفر-روز، ماشین‌آلات بر حسب ساعت، آب بر حسب مترمکعب و ستاده شامل میزان تولید محصول گندم و بر حسب کیلوگرم است. همچنین، به منظور برآورد الگوی توبیت، اطلاعات اجتماعی-اقتصادی کشاورزان شامل تجربه بر حسب سال، فاصله زمین تا منبع آب بر حسب متر، شرکت در کلاس‌های جهادی (حضور=۱، عدم حضور=۰)، تحصیلات (باسواد=۱ و بی-سواد=۰)، نوع مالکیت زمین (مالکیت شخصی=۱، غیرشخصی=۰)، قیمت هر متر مکعب آب بر حسب ریال، عضویت در تعاونی‌های روستایی (عضو تعاونی=۱، عدم عضویت=۰) و اندازه زمین، از طریق تکمیل پرسشنامه جمع‌آوری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم-افزارهای DEAP, GAMS و EViews استفاده شد.

جدول ۱- خلاصه وضعیت آماری نهاده‌های مصرفی و تولید محصول گندم استان البرز

نهاده	هکتار				کل اراضی			
	متوسط	بیشترین	کمترین	انحراف معیار	متوسط	بیشترین	کمترین	انحراف معیار
تولید (کیلوگرم)	۵۵۲۷	۱۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۵۸۶	-	-	-	-
بذر (کیلوگرم)	۲۱۱۷	۲۵۰	۱۸۰	۲۱۹	۶۷۷۸	۱۸۰	۵۰۰۰۰	۳۵۸۵
ازت (کیلوگرم)	۲۵۳/۸	۵۰۰	۰	۳۸۶	۱۱۹۴۹	۰	۱۰۰۰۰۰	۵۱۱۴
فسفات (کیلوگرم)	۱۵۶/۲	۲۰۰	۰	۱۹۸	۶۱۳۹	۰	۴۰۰۰۰	۲۸۶۱
علف کش (لیتر)	۱/۱۶	۱/۷	۰	۱/۵	۴۷/۲	۰	۳۵۰	۲/۶
حشره‌کش (لیتر)	۰/۸۸	۲/۲	۰	۱/۲	۳۸/۷	۰	۴۵۰	۱۴/۹
نیروی کار (نفر روز)	۶/۹	۴/۶	۳/۵	۴/۵	۱۳۸	۳/۵	۹۳۰	۹۲
ماشین‌آلات (ساعت)	۱۲/۵	۱۵/۷	۶/۵	۱۲/۴	۳۸۴	۶/۵	۳۱۴۴	۱۹۶
آب (مترمکعب)	۵۳۹۶	۶۲۲۰	۱۹۴۴	۵۸۷۲	۱۸۱۴۱۲	۱۹۴۴	۱۲۴۴۱۶۰	۹۴۶۱۶

ماخذ: نتایج تحقیق

کارای استفاده بهینه از نهاده‌ها وجود دارد و تولیدکنندگان می‌توانند با کاهش استفاده از نهاده‌ها، بدون کاهش در محصول معین، کارایی فنی‌شان را افزایش دهند تا از این طریق بتوانند از هدر رفت نهاده-های تولید جلوگیری کرده و روی مرز کارای تولید قرار گیرند. در مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس، متوسط کارایی فنی تولیدکنندگان گندم ۰/۷۸ بوده و از این حیث، اختلاف زیادی با مقدار آن در مدل CRS ندارد. در مقابل، بررسی وضعیت کارایی مصرف نهاده آب در

پس از بررسی وضعیت آماری داده‌ها و نهاده‌های مورد استفاده در مطالعه پیش‌رو، کارایی فنی تولیدکنندگان گندم استان البرز محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که در مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس، متوسط کارایی فنی کشاورزان منطقه ۰/۷۴ است. با توجه به دیدگاه نهاده‌گرای تحقیق می‌توان گفت که مدیران واحدهای مورد مطالعه نهاده‌های تولید را با توجه به محصول فعلی به صورت بهینه به کار نمی‌برند، زیرا هنوز به‌طور متوسط شکاف ۲۶ درصدی تا مرز

روش‌های کنترل و کاهش این شکاف است. جدول (۲)، توزیع فراوانی کارایی فنی و کارایی نهاده آب مصرفی در تولید گندم استان البرز را نشان می‌دهد. براساس نتایج مدل CRS، ۴۶ درصد از تولیدکنندگان گندم استان البرز کارایی فنی بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد و ۴۱ درصد آنان نیز کارایی بین ۵۰ تا ۷۵ درصد را دارا هستند. در مقابل، ۸۲ درصد از تولیدکنندگان گندم استان البرز دارای کارایی بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد در نهاده آب هستند. براساس نتایج مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس، ۸۰ درصد از تولیدکنندگان دارای کارایی نهاده آب بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد هستند. این نتیجه نشان می‌دهد که فراوانی بیشتری از تولیدکنندگان دارای وضعیت مناسبی از لحاظ مصرف بهینه نهاده آب هستند.

منطقه مورد بررسی نشان می‌دهد که بر اساس مدل‌های CRS و VRS کشاورزان منطقه به‌طور متوسط ۸۸ و ۹۰ درصد در مصرف آب کارا بوده و در حدود ۱۱-۱۰ درصد ناکارایی در مصرف آن دارند. این موضوع نشان‌دهنده مدیریت درست و صحیح آب در استان البرز است که البته کاهش ۱۰ درصدی ناکارایی در مصرف نهاده آب نیز، نیازمند شناسایی عوامل مؤثر بر کارایی این نهاده است که در ادامه مطالعه، بررسی خواهد شد. همچنین، اختلاف بین بیشترین و کمترین کارایی مصرف نهاده آب در استان البرز، براساس مدل‌های CRS و VRS به ترتیب در حدود ۶۴ و ۵۵ درصد است. این نتیجه نشان می‌دهد که مدیریت مصرف آب توسط کشاورزان منطقه تفاوت‌های بسیاری زیادی داشته و نیازمند شناسایی

جدول ۲- توزیع فراوانی کارایی فنی و کارایی نهاده آب تولیدکنندگان گندم استان البرز

مدل CRS		مدل VRS		سطح کارایی (درصد)	
کارایی فنی	کارایی آب	کارایی فنی	کارایی آب		
تعداد کشاورز	درصد	تعداد کشاورز	درصد	تعداد کشاورز	درصد
۰	۰	۰	۰	$0 < E \leq 25$	
۲۵	۱۲/۵	۱۲	۲	$25 < E \leq 50$	
۸۲	۴۱	۷۵	۱۵/۵	$50 < E \leq 75$	
۹۳	۴۶/۵	۱۱۳	۸۲/۵	$75 < E \leq 100$	

ماخذ: نتایج تحقیق

موانع و مشکلات تولید که از مزایای تجربه بیشتر است، مهارت‌های مدیریتی افزایش یافته و این موضوع به بهبود کارایی منجر می‌شود. همچنین نتایج نشان می‌دهد که متغیر مسافت زمین کشاورز تا منبع تامین آب، اثر منفی و معنادار بر کارایی آب داشته و با افزایش این مسافت، کارایی آب براساس هر دو مدل CRS و VRS کاهش می‌یابد. با افزایش مسافت، امکان مدیریت و کنترل حجم آب خروجی از منبع وارد شده به زمین کشاورزی دشوارتر شده و کشاورز به دلیل بعد مسافت، در هر مرتبه آب بیشتری برای آبیاری محصول خود استفاده می‌کند. همچنین، در زمین‌های با مسافت بیشتر، نوع و جنس خاک از نظر ظرفیت نگهداری آب متفاوت بوده و از این حیث، بر مدیریت آب مصرفی اثر منفی خواهد داشت. شرکت در کلاس‌های آموزشی آرایه شده در مرکز جهاد کشاورزی استان البرز، در هر دو

شناخت عوامل اقتصادی-اجتماعی مؤثر بر کارایی مصرف نهاده آب، راهکاری مناسب به منظور آرایه پیشنهادی سیاستی در راستای افزایش کارایی این نهاده محسوب می‌شود. با توجه به کارایی ۹۰ درصدی مصرف آب در تولید محصول گندم استان البرز، شناسایی متغیرهایی که به بهبود شرایط منجر شده و استفاده از آن برای تولیدکنندگان با کارایی پایین، مناسب باشد، ضروری به نظر می‌رسد. از این‌رو، نتایج مربوط به برآورد مدل توبیت به‌منظور شناسایی عوامل مؤثر بر کارایی نهاده آب در جدول (۳)، آرایه شده است. متغیر تجربه کشاورز در هر دو مدل با بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس، اثر مثبت بر کارایی نهاده آب تولیدکنندگان گندم استان البرز داشته و تنها در مدل CRS از نظر آماری معنی‌داری است. این موضوع نشان می‌دهد که با افزایش تجربه کشاورز و آشنایی با روش‌ها،

Chebil et al. و Saboohi et al. (2008) تأیید شده است. براساس نتایج، متغیر مالکیت زمین در هر دو شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس، اثر مثبت و معنی‌داری بر کارایی نهاده آب داشته و این نتیجه در مطالعه Frijia et al. (2009) و Spleeman et al. (2008)، نیز تأیید شده است. با توجه به هزینه‌های بالای زمین‌های اجاره‌ای، کشاورزان در این‌گونه شرایط از منابع در دسترس (به‌خصوص منابع آبی) بیشترین برداشت و استفاده را در جهت افزایش تولید و عملکرد خود داشته تا بتوانند سود بیشتری از سهم دریافتی خود داشته باشند. مالکیت شخصی زمین به کاهش هزینه‌های تولید و در نتیجه استفاده بهتر از منابع آبی و عدم فشار بیش از حد به این‌گونه منابع منجر خواهد شد.

شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس، اثر منفی و معنی‌داری بر کارایی نهاده آب داشته و این نتیجه نشان می‌دهد که آموزش‌های ترویجی ارائه شده با اصول اساسی ترویج که در جهت بهبود شرایط و وضعیت کارایی و بهره‌وری کشاورزان بوده، هم‌پوشانی نداشته و نیازمند بازنگری اساسی است. متغیر تحصیلات، بر طبق انتظار در هر دو شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس، اثر مثبت و معنی‌داری بر کارایی مصرف آب منطقه مورد بررسی دارد. تحصیلات کشاورز در جهت آشنایی با دانش و فنون نوین تولید و بهبود تکنولوژی-های افزایش دهنده کارایی و راندمان آبیاری مؤثر بوده و بدین واسطه، به بهبود مدیریت مصرف نهاده آب منجر می‌شود. این نتیجه در مطالعه Wang (2010)، (2012)

جدول ۳- نتایج الگوی توییت برای بررسی عوامل مؤثر بر کارایی مصرف آب در تولید گندم استان البرز

نام متغیر	مدل CRS				مدل VRS			
	ضریب	انحراف معیار	آماره Z	سطح معنی‌داری	ضریب	انحراف معیار	آماره Z	سطح معنی‌داری
عرض از مبدا	۸۸/۲۴	۲/۰۱	۴۳/۷۷	۰/۰۰۰	۹۶/۸۹	۱/۲۷	۷۵/۹۴	۰/۰۰۰
تجربه کشاورزی	۰/۰۷	۰/۰۳۳	۲/۳۳	۰/۰۱۹	۰/۰۲	۰/۰۲۰	۰/۴۶	۰/۱۴۱
فاصله زمین تا منبع آب	-۱/۹۱	۰/۲۵	-۷/۵۳	۰/۰۰۰	-۱/۹۸	۰/۱۹۹	-۹/۹۴	۰/۰۰۰
شرکت در کلاس‌های جهادی	-۲/۵۳	۰/۹۰	-۲/۸۰	۰/۰۰۵	-۰/۸۶	۰/۵۴۵	-۱/۵۸	۰/۱۰۱
تحصیلات	۲/۲۹	۱/۲۶	۱/۸۱	۰/۰۶۹	۱/۴۱	۰/۷۶۴	۱/۸۵	۰/۰۶۴
مالکیت زمین	۶/۶۶	۱/۱۷	۵/۶۵	۰/۰۰۰	۳/۸۶	۰/۷۴۷	۵/۱۶	۰/۰۰۰
قیمت آب	۰/۰۱۲	۰/۰۴۱	۲/۸۴	۰/۰۰۴	۰/۰۴	۰/۰۲۶	۱/۶۲	۰/۱۰۳
عضویت در تعاونی‌ها	-۳/۶۱	۰/۹۰	-۴/۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۵۰	۰/۵/۵۵	-۰/۹۱	۰/۳۶۰
زمین‌های زیر ۳ هکتار	-۰/۶۹	۱/۳۳	-۰/۵۲	۰/۰۶۳	-۰/۴۴	۰/۷۳۴	-۰/۶۱۰	۰/۵۴۱
زمین‌های بین ۳ تا ۱۰ هکتار	۴/۲۳	۱/۱۴	۳/۶۸	۰/۰۰۰	-۰/۹۱	۰/۶۵۳	-۱/۳۹	۰/۱۶۳
Log-likelihood	-۳۳۱				-۳۴۰			
Likelihood ratio (LR)	۹۷/۷۴			۰/۰۰۰	۹۶/۳۱			۰/۰۰۰

ماخذ: نتایج تحقیق

معنی‌داری بر کارایی نهاده آب داشته است که با توجه به اساس تشکیل این تعاونی‌ها، قابل انتظار نبوده است. براساس این نتیجه، عضویت در تعاونی‌های تشکیل شده در منطقه مورد بررسی، به دلیل مدیریت نامناسب این تشکله‌ها و عدم امکان تسهیل استفاده کشاورزان از امکانات تولید، اثر منفی بر کارایی نهاده آب داشته است. البته این متغیر در شرایط مدل با بازده متغیر نسبت به مقیاس، اثر معنی‌داری بر کارایی نهاده آب ندارد. همچنین، متغیر اندازه زمین (که به شکل متغیر دامی وارد الگو شده است) تنها در مدل CRS و برای زمین-

متغیر قیمت هر مترمکعب آب در فرآیند تولید محصول گندم استان البرز، بر طبق انتظار در هر دو شرایط با بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس اثر مثبت و معنی‌داری بر کارایی نهاده آب دارد. با افزایش هر واحد نهاده آب، امکان استفاده بیش از حد مجاز برای کشاورزان خودمعیشتی به دلیل افزایش هزینه‌های تولید میسر نبوده، و طی این شرایط، کشاورزان استفاده بهینه و حداقلی از منابع آبی منطقه را به برداشت بیش از حد آن ترجیح می‌دهند. بررسی متغیر عضویت در تعاونی‌ها نشان می‌دهد که این متغیر در مدل CRS اثر منفی و

های بین ۳ تا ۱۰ هکتار معنی‌دار شده است که این موضوع نشان می‌دهد اندازه زمین اثر معنی‌داری بر روی کارایی مصرف نهاده آب دارد.

پیشنهادها

با توجه به اهمیت و ضرورت توجه به منابع آبی کشور، به‌خصوص در بخش کشاورزی به دلیل حجم بالای مصرف آب و هدررفت زیاد این نهاده مهم تولیدی، یکی از راهکارهای بهبود مدیریت استفاده از این منبع مهم، ارتقای سطح کارایی و شناسایی عوامل موثر بر آن است. از این‌رو، اثر عوامل مختلف اقتصادی-اجتماعی در قالب مدل‌های اقتصاد سنجی بر سطح کارایی نهاده آب برای تولیدکنندگان گندم استان فارس بررسی شد. نتایج نشان داد که متوسط کارایی فنی تولیدکنندگان منطقه ۷۴ درصد بوده و شکاف حدود ۲۶ درصدی تا مرز کارایی استفاده بهینه از نهاده‌ها وجود دارد. در ادامه، بررسی عوامل موثر بر کارایی نهاده آب نشان داد که برخی از متغیرها (فاصله زمین تا منبع، شرکت در کلاس‌های جهادی، عضویت در تعاونی‌ها) اثر معکوس بر کارایی این نهاده دارد. از این رو پیشنهاد می‌شود که به‌منظور افزایش و بهبود کارایی نهاده آب، در شیوه اجرای کلاس‌های آموزشی ارایه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی به‌دلیل اثرگذاری معکوس آن، بازنگری شود. زیرا، اساس تشکیل چنین کلاس‌هایی، آشنایی کشاورزان با شیوه‌های نوین تولید و افزایش بهره‌وری و کارایی است، اما در منطقه مورد بررسی این هدف با چالش روبرو شده است. ارایه راهکارهای لازم به‌منظور مدیریت بهتر منابع آبی، آبیاری به موقع، شیوه‌های جلوگیری از هدر رفت آب، ارایه سخنرانی و انتقال

تجربیات کشاورزان پیشرو در استفاده کارایی از نهاده آب در منطقه از دیگر پیشنهادها به‌منظور بهبود کارایی مصرف نهاده آب است. همچنین، ساختار مدیریتی و شیوه اجرایی تعاونی‌های کشاورزی منطقه به دلیل اثرگذاری معکوس بر کارایی نهاده آب، نیازمند اصلاح و بازنگری است. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود تنظیم چارت سازمانی مناسب در راستایی کاهش هدررفت و بهبود کارایی نهاده آب، شناسایی اهداف و برنامه‌ها و اجرایی نمودن آن‌ها و برقراری ارتباط و استفاده از تجربیات شرکت‌های تعاونی روستایی موفق در سایر مناطق در استان البرز، در اولویت برنامه‌های سازمان تعاون روستایی قرار گیرد. نتایج نشان داد که متغیر قیمت نهاده آب اثر مثبت و معنی‌داری بر بهبود کارایی نهاده آب دارد. این رابطه مستقیم نشان می‌دهد که سیاست‌های قیمت‌گذاری اهرم مناسبی برای کنترل مصرف بی‌رویه آب و ارتقاء سطح کارایی این نهاده در تولید گندم استان البرز است. برای این منظور، به مسئولین ذیربط پیشنهاد می‌شود که برای کنترل بیش از حد مصرف آب و افزایش سطح کارایی این نهاده مهم تولیدی، از سیاست‌های قیمت‌گذاری مناسب و تعیین نرخ قیمتی مناسب آب برای محصولات تولید شده در این استان استفاده کنند، که این موضوع نیازمند انجام مطالعه‌ای منسجم به‌منظور محاسبه نرخ بهینه قیمت‌گذاری و قیمت تمام شده آب است. اما به‌منظور اثرگذاری اجرایی برنامه‌های پیشنهاد شده لازم است تا این سیاست‌ها همراه با انسجام لازم و نظارت‌های دقیق و کارشناسانه باشد.

REFERENCES [۱]

1. Alene, A.D. & Zeller, M. (2005). Technology adoption and farmer efficiency in multiple crops production in eastern Ethiopia: a comparison of parametric and nonparametric distance functions. *Agricultural Economics*, 6, 5-17.
2. Alipour, A. Vakilpour, M. Afshartabar, R & Nikzad, M. (2012). The study of water use efficiency in Zarghan region. *Journal of Water Research in Agriculture*. 26(4), 405-414.
3. Babayi, M. Mardani, M. & Salarpour, M. (2014). Identifying water use efficiency in main agricultural products of Zabol region: DEA approach. *Journal of Water Research in Agriculture*, 28(3), 541-549.
4. Banker, R.D., Charnes, A., & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30 (9), 1078-1092.
5. Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the inefficiency of decision making units. *European Journal of operational Research*, 2(6), 429-444.

6. Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (1994). *Data envelopment analysis: theory, methodology and applications*. Kluwer Academic Publishers. Boston.
7. Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
8. Chebil A. Frija A. & Abdelkafi B. (2012). Irrigation water use efficiency in collective irrigated schemes of Tunisia: determinants and potential irrigation cost reduction, *Agricultural Economics Review*, 13(1), 39-48.
9. Diaz, J. A. R., Poyato, E. C. & Luque, R. L. (2004). Application of data envelopment analysis to studies of irrigation efficiency in Andalusia in Thessaloniki plain. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 130 (3), 175-183.
10. Emami meibodi, A. (2000), *Measurement principles of efficiency and productivity*. Institute for Trade Studies and Research. Second edition. PP: 125-151.
11. Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *J. R. Stat. Soc. Ser. A* 120 (III), 253-281.
12. Frija A. Chebil A. Speelman S. Buysse J. & Van Huylenbroeck G. (2009). Water use and technical efficiencies in horticultural greenhouses in Tunisia, *Agricultural Water Management*, 96, 1509-1516.
13. Lilienfeld, A. & Asmild, M. (2007). Stimulation of excess water use in irrigated agriculture: A data envelopment analysis approach, *Agricultural Water Management*, 94, 73-82.
14. Manjunatha, A.V., Speelman, S., Chandrakanth, M.G., & Van Huylenbroeck, G. (2011). Impact of groundwater markets in India on water use efficiency. *Journal of Environmental Management*, 92, 2924-2929.
15. Naseri Jahromi, M. Rasekh jahromi, A. & Mokameli jahromi, B. (2011). Estimation of water use efficiency in agriculture sector. *The third National conferece of DEA in Iran*.
16. Neto Luiz, E., & Lins Marcos, P.E. (2004). Neural data envelopment analysis: A simulation, *International Journal of Industrial Engineering*, 11(1), 14-24.
17. Pendharkan, P.C. & Rodger, J.A. (2003). Technical efficiency-based selection of learning cases to improve forecasting accuracy of neural networks under monotonicity assumption, *Decision Support Systems*, 36(1), 117-136.
18. Poor Asghar sangachin, F. (2000). Investigating challenges of water resources management in Iran. *Journal of planning and budgeting*, 67&68. 85-122.
19. Prakshan Chellattan Veetill. Stijn Speelman. Guido van Huylenbroeck. 2013. Estimating the impact of water pricing on water use efficiency in semi-arid cropping system: an application of probabilistically constrained nonparametric efficiency analysis. *Water Resource Management*, 27, 55-73.
20. Raju, K.S. & Kumar, D.N. (2006). Ranking irrigation planning alternatives using data envelopment analysis. *Water Resource Management*, 20, 553-566.
21. Saboohi, M. Khanjari, S. & Keikhah, A. (2008). Study of water use efficiency in conservatory of Sistan province. *Journal of Agricultural Economics*, 4(3), 91-102.
22. Shaabani, M.K. & Honar, T. (1999). Determination of the optimum cropping pattern in irrigation canals with the use of IPM model. *Journal of Water and Soil*, 22(22), 95-106.
23. Speelman, S., D'Haese, M., Buysse, J. & D'Haese, L. (2008). A measure for the efficiency of water use and its determinants, study at small-scale irrigation schemes in North-West Province, South Africa. *Agricultural System*, 98 (1), 31-39.
24. Thiam, A., Bravo-Ureta, B.E., & Rivas, T.E., (2001). Technical efficiency in developing country agriculture: a Meta-analysis. *Agricultural Economics*. 25, 235-243.
25. Wadud, A., & White, B., (2000). Farm household efficiency in Bangladesh: a comparison of stochastic frontier and DEA methods. *Applied Economics*, 32, 1665-1673.
26. Wang, X. (2010). Irrigation Water Use Efficiency of Farmers and Its Determinants: Evidence from a Survey in Northwestern China. *Agricultural Sciences in China*, 9(9), 1326-1337.
27. Yilmaz, B., Yurduse, M. & Harmancioglu, N. (2009). The Assessment of irrigation efficiency in Buyuk Menderes basin. *Water Resource Management*, 23, 1081-1095.