

## Economic Analysis of Wheat Production Efficiency in Kermanshah (Case Study: Ravansar-Sanjabi Area)

FARSHAD MOHAMMADIAN<sup>1\*</sup>, AHMAD SAAMDELIRI<sup>2</sup>

1, 2, Assistants Professors, Agricultural Economics, Sayyed Jamaledin Asadabadi  
University, Asadabad, Iran

(Received: Sep. 22, 2019- Accepted: Dec. 28, 2019)

### ABSTRACT

Given the strategic importance of wheat production in country, optimal applying resources and planning to increase its production efficiency is essential. This study conducted with purpose of evaluate and analyze types of Technical, allocative, economic, revenue and profitability efficiency of wheat producers in Kermanshah Ravansar-Sanjabi Study Area with Using Data Envelopment Analysis (DEA). Data required collected by random stratification method and completion of 100 questionnaires in 2017-2018 crop year. results showed that the mean of technical, management, scale, allocative, economic, income and profitability efficiency were 70.2%, 74.5%, 94.4%, 90%, 67.2%, 73.5% and 26.9%, respectively and it demonstrates the failure of study area farmers in economic production of wheat and profitability. In addition, 74% of surveyed farmers are on increasing, 18% on decreasing and only 8% on optimum return to scale which it seems logical suggestion in order to increase efficiency is increasing scale of production. Therefore, it is recommended to government and relevant authorities that provide context for relationship successful farmers and share their experiences and used methods with others and help farmers by providing extension services and transfer of latest research findings in the field of efficient use of inputs.

**Keywords:** Efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA), wheat, Ravansar-Sanjabi

### Introduction

Population growth in developing countries is increased need for food and agricultural production and is caused more attention to the agricultural sector. Agricultural production yield in Iran and most developing countries due to inefficient use of production factors and low efficiency is far from developed countries. Production efficiency is an important factor in increasing productivity and prevent waste of resources, especially in the agricultural economics of developing countries. From efficiency analysis to identifying possibility of increasing product while preserving resources and also is used as an appropriate supplement to set of policies adopted to simulate domestic production. So, by understanding possibilities and limitations of agricultural sector, optimal allocation of existing production factors and improving efficiency is best way to reduce costs and increase revenue and profitability. Given the strategic importance of wheat and its low yield, rational and optimal use of inputs and planning to increase its efficiency is essential. Therefore, present study is conducted with purpose of evaluate and analyze types of technical, management, scale, allocation, economic, income, and profitability efficiency of wheat producers in Kermanshah Ravansar-Sanjabi study area.

### Materials and Methods

In present study, data envelopment analysis (DEA) is used to calculate types of technical, management, scale, allocation, economic, income, and profitability efficiency of wheat producers in Kermanshah Ravansar-Sanjabi study area. Data and information required was collected by random stratification method and completion of 100 questionnaires in 2017-2018 crop year.

### Results and discussion

Results showed that mean of technical, management and scale efficiency of irrigated wheat producers were 70.2%, 74.5% and 94.4%, respectively. So wheat farmers can increase technical efficiency by reducing input usage without changing the product level. Also, 74% of surveyed farmers are working on increasing, 18% on decreasing and only 8% on optimum returns to scale. Mean allocative and economic efficiency with variable returns to scale are calculated 90%, and 67.2%, respectively which inefficient use with inadequate input management are reasons for this. Mean income and profitability efficiency were calculated 73.5% and 26.9%, respectively. It is observed that wheat producers in terms of cost and income are in poor performance and worse, cost efficiency is not combined with income efficiency and only one aspect of profitability is considered. So, as expected, profitability efficiency of farms surveyed is very low.

### Suggestion

As regards 74% of surveyed farmers are working on increasing scale, therefore, increasing scale of production to reduce costs and income is seems a good decision. Based on the results, farmers do not optimally use fertilizer and chemical pesticide inputs, especially water as the most important input in the agricultural sector. Therefore, by about 50% reducing pesticide and chemical fertilizer inputs and by about 30% reducing water use without reducing crop levels, In addition to reducing production costs, it will greatly improve quality of the environment. Furthermore, by properly managing inputs, costs and product sales, farmers in addition to reducing costs, can increase their income and profits. Recommended to government and relevant authorities that provide context for relationship successful farmers and share their experiences and used methods with others and help farmers by providing extension services and transfer of latest research findings in the field of efficient use of inputs.

**Keywords:** Efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA), wheat, Ravansar-Sanjabi

## تحلیل اقتصادی کارایی تولید گندم در کرمانشاه (مطالعه موردی: محدوده روانسر-سنجایی)

فرشاد محمدیان<sup>۱\*</sup>، احمد سام دلیری<sup>۲</sup>

۱، ۲، استادیاران گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیدجمال‌الدین اسدآبادی، اسدآباد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۳۱ - تاریخ تصویب: ۹۸/۱۰/۷)

### چکیده

با توجه به اهمیت استراتژیک تولید گندم در کشور، به‌کارگیری بهینه نهاده‌ها و برنامه‌ریزی در جهت افزایش کارایی تولید آن ضروری است. مطالعه حاضر با هدف بررسی و تحلیل انواع کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی، درآمد و سودآوری کشاورزان گندمکار محدوده مطالعاتی روانسر-سنجایی کرمانشاه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) صورت گرفته و اطلاعات مورد نیاز به روش طبقه‌بندی تصادفی و تکمیل ۱۰۰ پرسشنامه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ جمع‌آوری شده است. نتایج مطالعه نشان داد که متوسط کارایی فنی، مدیریتی، مقیاس، تخصیصی، اقتصادی، درآمد و سودآوری به ترتیب ۷۰/۲، ۷۴/۵، ۹۴/۴، ۹۰، ۶۷/۲، ۷۳/۵ و ۲۶/۹ درصد و بیانگر عدم موفقیت کشاورزان محدوده در تولید اقتصادی گندم و سودآوری بوده است. همچنین، ۷۴ درصد کشاورزان مورد بررسی در بازده افزایشی، ۱۸ درصد در بازده کاهشی و تنها ۸ درصد در بازده بهینه نسبت به مقیاس فعالیت می‌کنند که پیشنهاد افزایش مقیاس تولید در جهت افزایش کارایی منطقی به نظر می‌رسد. لذا، به دولت و مسئولان ذی‌ربط پیشنهاد می‌شود زمینه ارتباط کشاورزان موفق و انتقال تجربیات و روش‌های مورد استفاده آنان به سایرین را فراهم و با ارائه خدمات ترویجی و انتقال جدیدترین یافته‌های مراکز تحقیقاتی در زمینه استفاده بهینه از نهاده‌ها، کشاورزان را یاری کنند.

**واژه‌های کلیدی:** کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، گندم، روانسر-سنجایی

افزایش تولید است (Benin et al., 2004; Ohadi et al., 2015). همواره کمیابی منابع از محدودیت‌های مهم و اساسی در فرایند تولید بوده و برای ایجاد یک زندگی مطلوب، بشر چاره‌ای بجز استفاده هر چه بهتر از امکانات موجود به‌منظور تولید بیشتر و باکیفیت ندارد (esfanjenari kenari, 2011). از استراتژی‌های اصلی دستیابی به رشد بهره‌وری در بخش کشاورزی، نوآوری‌های فن‌آوری و استفاده کارآمدتر از فن‌آوری موجود است (Hoang & Coelli, 2011). اما در کشورهای در حال توسعه بسیاری از فن‌آوری‌های جدید

### مقدمه

رشد جمعیت کشورهای در حال توسعه، نیاز به غذا و تولیدات کشاورزی را افزایش داده و سبب توجه هر چه بیشتر به بخش کشاورزی شده است. افزایش تولید محصولات کشاورزی از طریق توسعه عوامل تولید، تغییر در فن‌آوری موجود و یا بهبود بهره‌وری عوامل تولید صورت می‌گیرد که توسعه عوامل تولید و بهبود فن‌آوری با محدودیت‌هایی روبرو است (Shafiee et al., 2006). با توجه به بحران کنونی منابع آبی، به‌نظر می‌رسد بهبود بهره‌وری عوامل تولید بهترین و عملی‌ترین راهکار

فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ تولید گندم رتبه اول در بین محصولات کشاورزی کشور را داشته و ایران در سال ۲۰۱۰ با بیش از ۱۵ میلیون تن تولید، رتبه دوازدهم در میان بزرگترین تولیدکنندگان گندم را دارا بوده است (Khosshnevisan et al., 2015). نزدیک به یک سوم زمین‌ها در کشور زیرکشت گندم بوده و در دهه اخیر ایران از لحاظ مقدار تولید در رتبه سیزدهم و از لحاظ مقدار تولید در واحد سطح (عملکرد تولید) در رتبه هشتم و یکم جهان قرار داشته است (Kazemi & Nikkhah Farrkhani, 2009). نقش استراتژیک گندم در نظام مصرفی کشور و رسالت سنگینی که در رسیدن به خودکفایی و پیشبرد اهداف توسعه ملی وجود دارد، بر اهمیت، لزوم برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه عوامل تولید آن می‌افزاید (Yazdani, 1999). دستیابی به خودکفایی در تولید گندم همواره دولت را مجبور به انجام مداخلات گسترده در بازار گندم نموده که نتیجه این حمایت‌ها در چند سال اخیر، گرایش به افزایش تولید این محصول از جانب کشاورزان بوده است. با این حال گندم تولید شده عموماً نتوانسته پاسخگوی نیاز و مصرف داخلی باشد، به طوری که هنوز بخش زیادی از کمبود گندم مورد نیاز کشور از راه واردات تأمین می‌شود (Borimnejad and Mohtashami, 2009). با توجه به اهمیت استراتژیک گندم و عملکرد بسیار پایین در واحد سطح که پیشتر به آن اشاره شد، بکارگیری منطقی و بهینه نهاده‌ها و برنامه‌ریزی در جهت افزایش کارایی آن ضروری است. بهبود کارایی علاوه بر نوآوری‌های فن‌آوری، به تلاش پژوهشگران در مطالعات کارایی و همچنین مروجان کشاورزی در اشاعه نتایج بین کشاورزان وابسته است. بنابراین بررسی و تحلیل کارایی گندم‌کاران و شناسایی نقاط ضعف و قوت می‌تواند موجب ارائه راهکارهای مناسب در راستای بهبود کارایی و دستیابی به خودکفایی در تولید این محصول استراتژیک باشد. محاسبه تجربی کارایی گندم در سطح مزارع و تعیین فاکتورهای مختلف اثرگذار، در تدوین سیاست‌های مناسب به منظور افزایش کارایی، بهره‌وری، درآمد، هزینه و سودآوری بهره‌برداران بخش کشاورزی بسیار مهم و ضروری است. کشورهای در حال توسعه به دلیل کمبود منابع و فرصت‌ها برای پذیرش و توسعه تکنولوژی‌های

کشاورزی در بهبود بهره‌وری خیلی موفق نبوده‌اند که اغلب به دلیل عدم توانایی و یا تمایل به تنظیم سطوح نهاده‌ای توسط تولیدکنندگان به دلیل آشنایی و انس آنها با سیستم‌های سنتی کشاورزی و یا فقر و محدودیت‌های اعتباری و نهادی است (Benin et al., 2004 and Haji, 2007). بنابراین، بهترین گزینه برای افزایش بهره‌وری در کشورهای در حال توسعه، افزایش کارایی تولید است و اگر کشاورزان به طور موثر از فن‌آوری‌های موجود استفاده نکنند، تلاش برای بهبود کارایی مقرون به صرفه‌تر از معرفی فن‌آوری‌های جدید است (Benin et al., 2004). کارایی تولید عامل مهمی در زمینه رشد بهره‌وری به‌ویژه در اقتصاد کشاورزی کشورهای در حال توسعه بوده و برای جلوگیری از هدررفت منابع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از تحلیل کارایی برای مشخص نمودن امکان افزایش محصول ضمن حفظ منابع و نیز به عنوان مکملی مناسب برای مجموعه سیاست‌های اتخاذ شده به منظور شبیه‌سازی تولید داخلی استفاده می‌شود (esfanjenari, 2011). وجود کمبودها در کارایی تولید به آن معنی است که بدون نیاز به نهاده‌های متداول اضافی و فن‌آوری جدید، می‌توان تولید را افزایش داد. عملکرد تولید محصولات کشاورزی در ایران و اغلب کشورهای در حال توسعه به علت استفاده غیربهینه از عوامل تولید و پایین بودن کارایی، فاصله زیادی با کشورهای توسعه یافته دارد و یکی از مشکلات اساسی بخش کشاورزی این کشورها، ضعف مدیریت و ناکارایی فنی و اقتصادی مزارع تولیدی است. بنابراین با شناخت امکانات و محدودیت‌های موجود در بخش کشاورزی، مناسب‌ترین راهکار برای افزایش درآمد و کاهش هزینه‌ها، تخصیص مطلوب عوامل تولید موجود و بهبود کارایی است.

گندم حیاتی‌ترین کالا در الگوی مصرفی خانوارها و تأمین کننده غذای اصلی نیمی از جمعیت جهان به شمار رفته و به عنوان یک محصول استراتژیک تلقی می‌شود (Hosseinzadeh et al., 2018). در کشورهای در حال توسعه گندم یکی از هشت منبع غذایی است که ۷۰ تا ۹۰ درصد کالری، ۶۶ تا ۹۰ درصد از پروتئین مصرف شده، حدود ۵۵ درصد از کربوهیدرات و ۲۰ درصد از کل کالری مصرف شده در سطح جهانی را فراهم می‌کند. در

معنی‌داری بر کارایی مصرف آب دارند. (2015) *garshasbi and dadashi*، در پژوهشی به ارزیابی کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی گندم در زراعت ایران طی دوره ۸۸-۱۳۷۹ با استفاده از رویکرد مرزی پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان داد ناکارایی فنی گندمکاران در استان‌های کشور در این دوره معادل ۲۱ و ۳۵ درصد، ناکارایی تخصیصی معادل ۲۳ و ۵۱ درصد و ناکارایی اقتصادی نیز معادل ۳۸ و ۶۸ درصد بوده است. علاوه بر این، روند میانگین انواع کارایی گندم دیم و آبی کشور در این دوره زمانی کاهش یافته و انواع کارایی گندم آبی در قیاس با نوع دیم در سطح بالاتری قرار دارد. (2013) *abdshahi et al.*، کارایی انرژی محصول گندم در شهرستان شهرضا را با رویکرد تحلیل پوششی داده مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج پژوهش نشان داد که نهاده آب مصرفی با ۷۹/۵ درصد بیشترین و نیروی انسانی با ۰/۲۴ درصد کم‌ترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این مهم است که در مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس، ۲۳ درصد و در مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس، ۳۶ درصد از کل واحدها کارایی ۱۰۰ درصد داشته‌اند. همچنین، میانگین کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس به ترتیب ۹۰/۲۶، ۹۵/۱۴ و ۹۴/۴۳ درصد برآورد شده است. *mardani et al.* (2013)، کارایی مزارع گندم سیستان را با ترکیب روش تحلیل پوششی داده‌ها و مدل بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل‌کننده اندازه‌گیری کرده و نشان دادند که میانگین کارایی مزارع نمونه در مدل پیشنهادی در سطوح ثابت عدم اطمینان معین و با افزایش مقدار احتمال انحراف هر محدودیت از کران خود کاهش یافته است. *Masuda* (2016)، پژوهشی را در مورد کارایی تولید گندم سازگار با محیط‌زیست در راستای دستیابی به کشاورزی پایدار انجام داده است. نتایج مطالعه نشان داد که تولید کارآمد گندم سازگار با محیط‌زیست می‌تواند در هر دو شرایط رشد خوب و بد توسط یک برنامه مقدار کافی از کود نیتروژن روی دهد و کود نیتروژن از عوامل مهم در بهبود کارایی تولید گندم سازگار با محیط‌زیست می‌باشد. *Alemdar* (2006) & *Oren*، در ترکیب مطالعه‌ای را با هدف تحلیل کارایی فنی در کشت گندم انجام داده‌اند. در این مطالعه ابتدا با

جدید، از نتایج چنین مطالعاتی بسیار منتفع می‌شوند. با توجه به آن که محدوده مطالعاتی روانسر-سنجایی در استان کرمانشاه یکی از مناطق مهم کشت این محصول استراتژیک به‌شمار رفته و در این محدوده تاکنون مطالعه جامعی در این زمینه صورت نگرفته است، به عنوان پایلوت مطالعه انتخاب شده است.

*dadmand and azimi* (2018) در پژوهشی با استفاده از رهیافت تحلیل پوششی داده فازی به ارزیابی کارایی تولید گندم در شهرستان تربت‌حیدریه پرداختند و نشان دادند که برای بهبود کارایی باید مصرف نهاده‌ها را کاهش و با توجه به معادل انرژی مصرفی ورودی، کاهش در مقدار مصرفی می‌تواند کارایی کشاورزان را افزایش دهد. همچنین کاهش در مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از ماشین‌آلات و روش‌های مدرن آبیاری در افزایش کارایی مؤثر است. *abdpour* (2017) *et al.*، به محاسبه کارایی فنی، مقیاس، تخصیصی و اقتصادی در شهرستان بم با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که متغیرهای سن باغدار، میزان تحصيلات، میزان سرمایه واحدهای کشاورزی و ارتباط با مراکز ترویجی دارای اثر معنی‌دار بر روی کارایی فنی واحدهای کشاورزی بوده است. *molaei et al.* (2017)، در مطالعه‌ای به منظور برآورد کارایی فنی و زیست‌محیطی از روش تابع مرزی تصادفی استفاده کردند که نتایج این پژوهش نشان داد میانگین کارایی فنی و زیست‌محیطی به ترتیب ۷۸ و ۸۸ درصد می‌باشد. همچنین بررسی عوامل مؤثر بر کارایی فنی و زیست‌محیطی نشان داد که تحصيلات بالاتر، شرکت در کلاس‌های ترویجی و یکپارچه سازی اراضی به‌طور معنی‌داری کارایی فنی و زیست‌محیطی را افزایش می‌دهد. *ganji et al.* (2017)، کارایی مصرف آب تولید کنندگان گندم استان البرز را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه کردند. نتایج مطالعه نشان داد که میانگین کارایی فنی در حالت بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۷۴ و ۷۸ درصد بوده است. همچنین، متغیرهای تجربه کشاورز، میزان تحصيلات، 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

در آمار و اقتصاد سنجی، پارامترهای این تابع برآورد می‌شود. مهمترین روش‌های پارامتری شامل تابع تولید مرزی قطعی<sup>۱</sup>، تابع تولید مرزی آماری<sup>۲</sup>، تابع تولید مرزی تصادفی<sup>۳</sup> و تابع سود<sup>۴</sup> هستند (haghighatnejat et al., 2013). همانطور که بیان شد، در رویکرد پارامتری ابتدا یک فرم تابعی مناسب برای تابع تولید در نظر گرفته می‌شود که همین ویژگی در این رویکرد ایجاد محدودیت خواهد نمود. چرا که تمامی مشکلات انتخاب فرم تابعی مناسب به نتایج کارایی نیز منتقل شده و چنانچه تابع مناسبی برای الگوی پارامتری انتخاب نشود، نتایج برآورد انواع کارایی غیرواقعی خواهد بود (haghighatnejat et al., 2013). رویکرد ناپارامتری مبتنی بر تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی است و از آن جهت ناپارامتری نامیده می‌شود که برای محاسبه مرز تولید (هزینه) و محاسبه کارایی در چارچوب آن، الزامی به تخمین هیچ نوع فرم خاص تابعی نیست. متداول‌ترین شیوه محاسباتی در چارچوب روش مذکور، روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) است. وقتی واحدهای تصمیم‌گیری دارای نهاده و ستاده‌های متعددی هستند، روش‌های پارامتریک نمی‌توانند به گونه‌ای مناسب کارایی مربوط به این واحدها را محاسبه و ارزیابی کنند، در این شرایط روش تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یک روش ناپارامتریک برای اندازه‌گیری کارایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ramanathan, 2006). مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها به سه دسته کلی بازده ثابت نسبت به مقیاس<sup>۱</sup> (CRS یا CCR)، بازده متغیر نسبت به مقیاس<sup>۲</sup> (VRS یا BCC) و بازده غیرافزایشی نسبت به مقیاس<sup>۳</sup> (NIRS) تقسیم‌بندی می‌شوند و نوع بازده نسبت به مقیاس<sup>۴</sup> بیان می‌کند که افزایش نسبی در تمامی عوامل تولید به چه میزان تولید را افزایش خواهد داد. (Coelli et al., 2005). هر یک از مدل‌های فوق را

استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها کارایی فنی محاسبه و سپس با استفاده از رگرسیون عوامل اثرگذار بر آن شناسایی شد. نتایج تحلیل رگرسیون بیانگر آن بود که زمین مهم‌ترین عامل اثرگذار بر کارایی فنی کشاورزان گندمکار بوده است. از دیگر پژوهش‌هایی که در زمینه کارایی محصولات کشاورزی انجام شده می‌توان به مطالعات (2011) rafaati et al، (2011) ajabshirchi et al، (2008) kazemi and nikkhahfarkhani، (2009) al، (2006) borimnejat، (2005) karrimi et al، shirvanian and zad، (2014) mosavi and khalilian، (2010) Maganga، (2012) Golaszewski et al، و (2010) cecchura، اشاره کرد. مرور مطالعات بیانگر این است که در اکثر مطالعات انجام شده جنبه خاصی از کارایی مورد توجه بوده و یا درصد معرفی و کاربرد تجربی روش جدید محاسبه کارایی بوده‌اند و به‌طور همزمان محاسبه انواع کارایی و مقایسه آنها انجام نشده است. هدف مطالعه تحلیل انواع کارایی فنی، مدیریتی و مقیاس در حالت نهاده و ستاده‌گرا، کارایی اقتصادی، تخصیصی، درآمد و سودآوری گندم‌کاران آبی این منطقه با بهره‌گیری از رویکرد ناپارامتریک تحلیل فراگیر داده‌ها می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

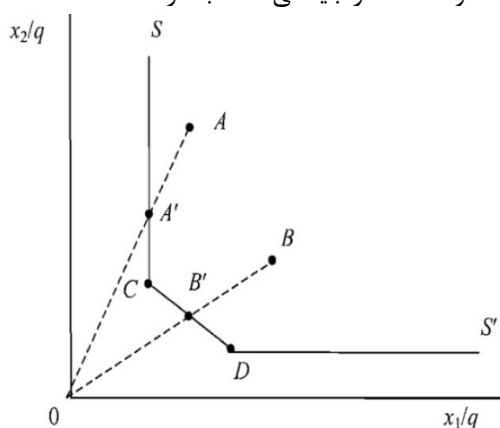
کارایی، سابقه طولانی در علوم مختلف از جمله اقتصاد کشاورزی دارد. اندازه‌گیری و تحلیل کارایی نشان می‌دهد که واحدهای تصمیم‌گیری چگونه می‌توانند از منابع و امکانات خود در راستای دستیابی به بهترین عملکرد و افزایش تولید در مقطعی از زمان استفاده نمایند (Vitzel, 2002). روش‌های محاسبه کارایی به دو دسته کلی روش‌های مرزی و غیرمرزی تقسیم‌بندی می‌شوند که در روش غیرمرزی از توابع تولید، هزینه یا سود معمولی استفاده می‌شود. روش‌های مرزی نیز بر حسب ویژگی‌های آنها به دو رویکرد کلی و متمایز پارامتری و ناپارامتری تقسیم‌بندی می‌شوند (greene, 1999). رویکرد پارامتری به روش‌های گفته می‌شود که در آنها یک شکل خاص برای تابع تولید یا هزینه در نظر گرفته و سپس با یکی از روش‌های مرسوم برآورد توابع

1. Deterministic Frontier Production Function
2. Deterministic Statistical Frontier Production Function
3. Stochastic Frontier Production Function
4. Profit Function
5. Data Envelopment Analysis (DEA)
6. Constant Return to Scale (CRS)
7. Variable Return to Scale (VRS)
8. Non-Increasing Return to Scale (NIRS)
9. Returns to Scale

مجموعه مرجع آن (واحد مجازی کارا) خود این واحد خواهد بود. سهم هر یک از واحدهای کارا در تشکیل واحد مجازی کارا (واحد مرجع) برای یک واحد غیرکارا، بستگی به وزن  $\lambda$  ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ) دارد که توسط روش *DEA* برای هر یک از واحدهای کارا محاسبه و ارائه می‌شود (Fareli, 1957). در شکل (۱)، واحدهای *A* و *B* غیرکارا هستند و *B'* تصویر *B* روی مرز کارایی است که بین دو واحد *D* و *C* قرار گرفته است. واحد *B'* را می‌توان از ترکیب وزنی دو واحد واقعی و کارای *D* و *C* بدست آورد. بنابراین *B'* یک واحد مجازی و واحد مرجع *B* خواهد بود. از ضرایب  $\lambda$  برای محاسبه مقدار مصرف نهاده‌ها در وضعیت کارا و به عبارتی مقدار مصرف نهاده‌ها برای واحدهای ناکارا جهت رسیدن به مرز کارایی محاسبه می‌شود که در رابطه (۱) ارائه شده است.

$$\theta^* x_o - S^- = X_n \lambda_n \quad (1)$$

در رابطه (۱)،  $\theta^*$  مقدار کارایی واحد ناکارا،  $x_o$  نهاده مورد نظر واحد ناکارا،  $X_n$  نهاده مورد نظر واحد  $n$  مرجع و  $S^-$  مازاد نهاده مورد نظر واحد ناکارا می‌باشد. مدل *CCR* پس از تعیین منحنی مرز کارا، مشخص می‌کند که واحدهای مختلف در کجای این مرز قرار دارند و برای رسیدن به مرز کارایی، چه ترکیبی از نهاده‌ها و ستاده‌ها را بایستی انتخاب کرد.



شکل (۱): مرز کارایی با دو نهاده و یک ستاده در رویه ورودی محور

بانکر و همکاران (۱۹۸۴)، الگوی *BCC* را با اضافه کردن فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس در

می‌توان از دو رویه نهاده‌گرا<sup>۱</sup> یا ستاده‌گرا<sup>۲</sup> مورد بررسی قرار داد. منظور از نهاده‌گرا این است که به چه میزان باید نهاده‌ها را با ثابت نگه داشتن میزان ستاده‌ها کاهش داد تا واحد مورد نظر به مرز کارایی برسد. منظور از ستاده‌گرا این است که با ثابت نگه داشتن میزان نهاده‌ها، چه میزان ستاده‌ها را افزایش داد تا واحد مورد نظر به مرز کارایی برسد (Coelli et al., 2005). انتخاب مدل مناسب تحلیل پوششی داده‌ها از لحاظ نهاده یا ستاده‌گرا بودن بستگی به میزان کنترل روی نهاده‌ها و ستاده‌ها دارد، به این ترتیب که هر کدام بیشتر کنترل پذیر باشند، مدل مناسب بر همان اساس انتخاب می‌شود. با توجه به اینکه تولید محصولات در بخش کشاورزی به شدت تحت تاثیر شرایط آب و هوایی و انواع ریسک قرار داشته و کنترل پذیری بیشتری در مصرف نهاده‌ها وجود دارد، در پژوهش حاضر از رویکرد نهاده‌گرا در محاسبه کارایی فنی بهره گرفته می‌شود و برای مقایسه از رویکرد ستاده‌گرا نیز استفاده خواهد شد. الگوی *CCR* توسط چارنر<sup>۳</sup> و همکاران (۱۹۷۸) ارائه و در آن فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس برای تمام واحدهای تصمیم‌گیری لحاظ شده است (Cooper et al., 2000 and Coelli et al., 2005). مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس برای مواقعی است که واحدهای تصمیم‌گیری در مقیاس بهینه عمل می‌کنند (قسمت مسطح هزینه متوسط بلندمدت)، درحالی‌که ممکن است بعضی عوامل مانند رقابت ناقص، محدودیت‌های مالی، تغییر ناگهانی آب و هوا، بروز آفت‌ها و نظایر آن سبب شود که در اندازه و مقیاس بهینه اقتصادی فعالیت نکنند (Bjurek, 1990).

در روش *DEA* برای هر یک از واحدهای غیرکارا، یک واحد کارا یا ترکیبی از دو یا چند واحد کارا به عنوان مرجع و الگو معرفی می‌گردند. از آنجا که این واحد مرکب (دو یا چند واحد کارا) ضرورتاً در صنعت وجود نخواهد داشت، به عنوان یک واحد مجازی کارا شناخته می‌شود. یکی از مزایای *DEA*، یافتن بهترین واحد مجازی کارا برای هر یک از واحدهای مورد بررسی (کارا و غیرکارا) می‌باشد. چنانچه واحدی کارا باشد،

1. Input Oriented
2. Output Oriented
3. Charnes

وزن‌های مجموعه مرجع برای محاسبه کارایی فنی ( $\theta$ ) در واحد مورد بررسی را نشان می‌دهد. در واقع متغیر  $\lambda_j$  مبتنی بر این فرض است که بطور قطع می‌توان یک نقطه تولید مجازی از به‌عنوان ترکیبی از سایر نقاط تولیدی ایجاد نمود و بایستی برای تمام  $n$  وضعیت تولیدی موجود در یک مجموعه واقعی محاسبه شود (Cooper et al., 2000).  $\lambda_j$  برای واحدهای کارا برابر یک است، زیرا مدل نمی‌تواند هیچ ترکیبی از دیگر واحدها را پیدا کند به‌گونه‌ای که کارا تر از واحدهای مذکور باشند.  $\theta$  کارایی فنی واحد تصمیم‌گیری  $o$  ام<sup>۲</sup> ( $DMU_o$ ) نسبت به سایر واحدها را نشان می‌دهد که عددی بزرگتر از صفر و حداکثر مساوی یک است. چنانچه  $\theta$  برابر یک باشد، بدان معناست که واحد مورد نظر از لحاظ فنی کارا بوده و دقیقاً روی مرز کارا قرار دارد. کارایی فنی اساساً بوسیله ارزیابی عملکرد نسبی هر واحد نسبت به دیگر واحدها اندازه‌گیری می‌شود و مدل‌های برنامه‌ریزی خطی بالا باید  $n$  بار و هر مرتبه برای یکی از واحدهای تصمیم‌گیری حل شود. فرض وجود بازده ثابت نسبت به مقیاس در یک مدل به این معنی است که اندازه واحد تولیدی در محاسبه کارایی فنی مورد توجه قرار نگرفته و به‌دلیل عدم وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس، یک واحد تولیدی کوچک می‌تواند ستاده‌ها را با همان نسبت خروجی به ورودی ایجاد نماید که یک واحد تولیدی بزرگتر توانایی آن را دارد. در واحدهای که صرفه‌های ناشی از مقیاس وجود دارد، فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس ظاهر نمی‌شود و فاصله بین مرزهای بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس بیانگر مفهوم ناکارایی مقیاس است. لذا، پس از محاسبه کارایی فنی با سه مدل بازده ثابت، متغیر و غیرافزایشی نسبت به مقیاس، می‌توان کارایی فنی را به دو جزء کارایی فنی خالص<sup>۳</sup> (مدیریت) و کارایی مقیاس<sup>۱</sup>

الگوی  $CCR$  مطرح نمودند. اگر  $m$ ،  $s$  و  $n$  به ترتیب تعداد نهاده‌ها، ستاده‌ها و واحدهای تصمیم‌گیری و  $x_{ij}$  و  $y_{rj}$  به ترتیب مقادیر نهاده‌ها و ستاده‌های واحد تصمیم‌گیری  $j$  ام باشد، مدل‌های برنامه‌ریزی خطی نهاده‌گرا مربوط به الگوهای  $CCR$ ،  $BCC$  و  $NIRS$  به شکل زیر تعریف می‌شوند (Coelli et al., 2005):

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{st} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (۲)$$

$$\begin{aligned} CCR : \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{st} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BCC : \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{aligned} \quad (۳)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{st} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NIRS : \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{aligned} \quad (۴)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1, \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

مدل بازده غیرافزایشی نسبت به مقیاس برای قضاوت در مورد بازده افزایشی یا کاهشی بودن هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری حل خواهد شد. تفاوت مدل‌های بازده ثابت، متغیر و غیرافزایشی نسبت به مقیاس بودن در قید تحدب است، به این معنا که با اضافه کردن محدودیت  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  مدل  $CCR$  به  $BCC$  و با اضافه

کردن محدودیت  $\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$

مدل  $CCR$  به  $NIRS$  تبدیل می‌شود. در معادلات فوق،  $\lambda_j$  متغیر چگالی و شامل اعدادی ثابت است که

#### 1. Reference Set

مجموعه مرجع واحدی مجازی است که واحدهای ناکارا برای بهبود کارایی باید از عملکرد آن واحد پیروی کنند.

#### 2. Decision Making Unit (DMU)

#### 3. Pure Technical Efficiency

۴. کارایی فنی خالص یا کارایی مدیریت، میزان خالص کارایی فنی بدون دخالت اثر مقیاس و با فرض نبود محدودیت بازده ثابت نسبت به مقیاس را نشان می‌دهد که در این حالت کارایی فنی به وجود آمده به مدیریت واحد نسبت داده می‌شود.



عملکرد هزینه توسط واحدهایی تشکیل می‌شود که نسبت به سایر واحدها دارای بهترین عملکرد هزینه بوده و روی مرز کارایی قرار دارند. به واحدهایی که روی مرز کارایی قرار دارند عدد یک و به سایر واحدها با توجه به میزان فاصله از مرز کارایی یا مرز بهترین عملکرد، عددی بزرگتر مساوی صفر و کوچکتر از یک به عنوان کارایی هزینه اختصاص داده می‌شود. نحوه محاسبه کارایی هزینه به صورت رابطه زیر نشان داده می‌شود (Ariff & Luc, 2008).

$$\begin{aligned} \min_{x_{io}, \lambda} & \sum_{i=1}^m w_{io} x_{io}^* \\ \text{st} & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}^*, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (6)$$

با توجه به اینکه واحدهای تولیدی ممکن است نهاده‌ها را در قیمت‌های مختلفی تهیه کنند؛ لذا، در پژوهش حاضر قیمت نهاده‌ها برای واحدهای مختلف تصمیم‌گیری متغیر در نظر گرفته می‌شود. در مدل بالا، بردار بهینه نهاده‌ها در واحد مورد بررسی با توجه به ترکیب خطی از واحدهایی که نسبت به واحد مذکور با نهاده‌های برابر و یا کمتر ستاده‌های بیشتری را تولید می‌کنند، محاسبه می‌شود. سپس، با استفاده از بردار بهینه نهاده‌ها و قیمت آنها، هزینه بهینه (حداقل هزینه ممکن) محاسبه و از تقسیم هزینه بهینه بر هزینه محقق شده، کارایی هزینه برای واحد مورد بررسی به صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$CE_o = EE_o = \frac{\sum_{i=1}^m w_{io} x_{io}^*}{\sum_{i=1}^m w_{io} x_{io}} \quad (7)$$

یک واحد تولیدی وقتی از نظر درآمدی کاملاً کارا است که با توجه به مقدار مشخص نهاده‌ها، نسبت به سایر واحدها از بیشترین درآمد برخوردار باشد. برای دستیابی به حداکثر کارایی درآمد لازم است تا علاوه بر حداکثر تولید با نهاده‌های موجود (کارایی فنی

تفکیک و در مورد بازده افزایشی یا کاهشی بودن هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری قضاوت کرد. کارایی فنی خالص، کارایی فنی است که متاثر از جابجایی کارایی مقیاس بوده و کارایی محاسبه شده تحت بازده متغیر نسبت به مقیاس است. کارایی مقیاس از تقسیم کارایی فنی تحت بازده ثابت بر کارایی فنی تحت بازده متغیر نسبت به مقیاس حاصل می‌شود. کارایی مقیاس، کارایی ناشی از صرفه‌های بازده نسبت به مقیاس با تغییر اندازه بنگاه بوده و نمایانگر توانایی واحد تولیدی برای فعالیت در مقیاس بهینه اقتصادی است که بصورت رابطه زیر نشان داده می‌شود (imami Meybodi, 2000 and mehregan, 2004):

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} \quad (5)$$

در رابطه (۵)، اگر  $SE = 1$  باشد، واحد تصمیم‌گیری با بازده ثابت نسبت به مقیاس فعالیت کرده و در غیر این صورت با بازده افزایشی یا کاهش نسبت به مقیاس روبروست. اگر  $SE < 1$  و  $TE_{VRS} = TE_{NRS}$  باشد، واحد مورد نظر در بازده کاهش و اگر  $SE < 1$  و  $TE_{VRS} \neq TE_{NRS}$  باشد، در بازده افزایشی نسبت به مقیاس فعالیت می‌کند (mehregan, 2004).

اگر اطلاعات مربوط به قیمت نهاده‌ها و ستاده‌ها در دسترس باشد و هدف واحد تصمیم‌گیری حداقل‌سازی هزینه یا حداکثرسازی درآمد باشد، علاوه بر اندازه‌گیری کارایی فنی، می‌توان کارایی هزینه، تخصیصی، درآمد و سودآوری را محاسبه نمود. در کارایی هزینه (کارایی اقتصادی)؛ هدف حداقل‌سازی هزینه‌های واحد تولیدی است و ترکیب بهینه عوامل تولیدی با توجه به قیمت‌های نسبی (کارایی تخصیصی نهاده‌گرا) و حداقل بکارگیری آنان برای تولید یک مقدار معین از ستاده (کارایی فنی نهاده‌گرا) تعیین می‌شود. بنابراین، واحدهای مورد بررسی با در نظر گرفتن خروجی‌ها و ورودی‌های مشابه با قیمت‌های معین مورد مقایسه قرار گرفته و با توجه به فاصله هر یک از آنها از مرز بهترین عملکرد هزینه، کارایی هزینه تعیین می‌شود. مرز بهترین

(قیمتی)<sup>۴</sup> جنبه دیگری از مفهوم کارایی است که نشان‌دهنده توانایی یک واحد تصمیم‌گیری برای استفاده از ترکیب بهینه عوامل تولیدی یا ستاده‌ها با توجه به قیمت‌های نسبی آنان می‌باشد. کارایی تخصیصی از تقسیم کارایی اقتصادی (روش حداقل‌سازی هزینه یا حداکثرسازی درآمد) بر کارایی فنی (نهاده‌گرا یا ستاده‌گرا) محاسبه می‌شود. در روش حداقل‌سازی هزینه، کارایی تخصیصی واحد  $z$ ام از تقسیم کارایی هزینه بر کارایی فنی نهاده‌گرا محاسبه می‌شود که در رابطه زیر نشان داده شده است ( bader et al., 2007; Aref & Imami Meybodi, 2014):

$$AE_j = \frac{CE_j}{TE_j(\text{input orient})} \quad (10)$$

در روش حداکثرسازی درآمد، کارایی تخصیصی واحد  $z$ ام از تقسیم کارایی درآمدی بر کارایی فنی ستاده‌گرا محاسبه می‌شود که در رابطه زیر نشان داده شده است ( bader et al., 2007; Aref & Imami Meybodi, 2014):

$$AE_j = \frac{RE_j}{TE_j(\text{output orient})} \quad (11)$$

در ادبیات اقتصادی، کارایی سود<sup>۵</sup> برتر از مفهوم کارایی هزینه و درآمد است. دستیابی به کارایی سود نه تنها مستلزم تولید ستاده‌ها با حداقل هزینه (کارایی هزینه)، بلکه نیازمند حداکثرسازی درآمدها (کارایی درآمد) نیز هست. ممکن است یک واحد تولیدی با عدم کارایی هزینه‌ای سود بیشتری نسبت به واحدهای با کارایی هزینه‌ای کسب کنند. بنابراین، محاسبه کارایی سود منبع مهم‌تری از اطلاعات را برای مدیریت واحدهای تصمیم‌گیری فراهم می‌کند ( Isik & Hassan, 2009 and Das & Ghosh, 2002). اجزای کارایی سود شامل کارایی تکنیکی، کارایی تخصیصی نهاده‌گرا و ستاده‌گرا است که این سه جزء کارایی بیانگر توانایی واحد تولیدی برای حداکثر پتانسیل استفاده از نهاده‌های

ستاده‌گرا)، به قیمت ستاده‌ها نیز توجه داشته و ترکیبی از ستاده‌ها با حداکثر درآمد تولید نماید (کارایی تخصیصی ستاده‌گرا) که درآمدش حداکثر شود. مفهوم کارایی درآمدی با این جمله خلاصه می‌شود که "انجام درست کارها کافی نیست، بلکه باید کارهای صحیح انجام شود". نحوه محاسبه کارایی درآمدی (اقتصادی)<sup>۶</sup> به صورت رابطه زیر نشان داده می‌شود ( bader et al., 2007):

$$\begin{aligned} \max_{y_{ro}, \lambda} & \sum_{r=1}^s P_{ro} y_{ro}^* \\ \text{st} & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}^*, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (A)$$

واحدهای تولیدی ممکن است ستاده‌ها را در قیمت‌های متفاوتی به فروش رسانند، لذا قیمت ستاده‌ها نیز متغیر در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از بردار بهینه ستاده‌ها و قیمت آنها، درآمد بهینه (حداکثر درآمد ممکن) محاسبه شده و از تقسیم درآمد محقق شده بر درآمد بهینه، کارایی درآمدی برای واحد مورد بررسی به صورت رابطه زیر قابل محاسبه است ( bader et al., 2007):

$$RE_o = \frac{\sum_{r=1}^s P_{ro} y_{ro}}{\sum_{r=1}^s P_{ro} y_{ro}^*} \quad (9)$$

در صورتی که یک واحد کارایی درآمدی داشته باشد، این نسبت برابر یک و در غیر این صورت مقداری مثبت و کمتر از یک می‌شود. لازم به ذکر است در صورتی که کارایی درآمدی برای یک ستاده محاسبه شود، کارایی درآمدی با کارایی فنی ستاده‌گرا یکسان بوده و کارایی تخصیصی ستاده‌گرا یک خواهد بود که در مطالعه پیش‌رو نیز صادق خواهد بود. کارایی تخصیصی

4. Allocative Efficiency (Price Efficiency)  
5. Profit Efficiency (PE)

1. Output orient technical efficiency  
2. Output orient allocative efficiency  
3. Revenue Efficiency (Economic efficiency)

و در شرایطی که سود بهینه صفر باشد، نامعین خواهد بود.

جامعه آماری مطالعه شامل کشاورزان آبی کار محدوده مطالعاتی روانسر-سنجایی کرمانشاه است که در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اقدام به کاشت گندم نموده‌اند. در ابتدا، نقشه توپوگرافی محدوده مطالعه تهیه و موقعیت جغرافیایی روستاهای واقع شده در هر دهستان، کوهپایه جنوبی و دشت مشخص شده و سپس حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران تعیین و نمونه مورد نظر بصورت تصادفی از روستاهای واقع شده در هر دهستان و منطقه به روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی تصادفی جمع‌آوری شد. در رابطه (۱۴)،  $n$  تعداد نمونه مورد نیاز،  $N$  تعداد کل جمعیت هدف (۲۹۰۰ بهره‌بردار)،  $P$  احتمال دارا بودن صفت مورد نظر (کارایی کامل) است که در تحقیق پیش‌رو، درصد کشاورزان کارا (کارایی فنی برابر یک) در نظر گرفته می‌شود. برای این منظور، در ابتدا تعداد ۳۰ پرسشنامه تکمیل و درصد کشاورزان با کارایی فنی کامل، ۷ درصد (۲ بهره‌بردار) محاسبه شده است.  $Z$  در سطح اطمینان ۹۵ درصد با فرض نرمال بودن صفت مورد نظر معادل ۱/۹۶ است و  $d$  خطای قابل پذیرش که ۵ درصد در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از رابطه (۱۴) و جایگذاری متغیرها، تعداد نمونه در حدود ۹۷ محاسبه شده است که برای دقت بیشتر به ۱۰۰ نمونه افزایش یافت.

تولیدی، انتخاب ترکیب حداقل کننده هزینه نهاده‌ها و ترکیب حداکثر کننده درآمد ستاده‌هاست. مدل برنامه‌ریزی خطی مربوط به محاسبه کارایی سود به صورت زیر تعریف می‌شود (Ariff & Luc, 2008):

$$\begin{aligned} \max_{y_{ro}, x_{io}, \lambda} & \sum_{r=1}^s p_{ro} y_{ro}^* - \sum_{i=1}^m w_{io} x_{io}^* \\ \text{s.t.} & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}^*, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}^*, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (12)$$

با استفاده از بردار بهینه نهاده‌ها، ستاده‌ها و قیمت‌های آنها، سود بهینه (حداکثر سود ممکن) محاسبه و از تقسیم سود محقق شده بر سود بهینه، کارایی سود برای واحد مورد بررسی به صورت رابطه زیر قابل محاسبه است (Ariff & Luc, 2008):

$$PE_j = \frac{\sum_{r=1}^s p_{ro} y_{ro} - \sum_{i=1}^m w_{io} x_{io}}{\sum_{r=1}^s p_{ro} y_{ro}^* - \sum_{i=1}^m w_{io} x_{io}^*} \quad (13)$$

بر خلاف سایر معیارهای کارایی، مقدار کارایی سود در شرایطی که سود محقق شده منفی باشد، منفی بوده

$$n = \frac{N \times P(1-P) \times Z^2}{(N-1) \times d^2 + P(1-P) \times Z^2} = \frac{2900 \times 0.07(1-0.07) \times 1.96^2}{(2900-1) \times 0.05^2 + 0.07(1-0.07) \times 1.96^2} = 96.73 \quad (14)$$

پس از تعیین حجم نمونه، پرسشنامه جامعی مشتمل بر سوالات مربوط به درآمد و هزینه‌های مراحل کاشت، داشت و برداشت گندم آبی طراحی و با مصاحبه حضوری با کشاورزان منطقه تکمیل شد. از تحلیل پرسشنامه‌ها اطلاعات قیمتی و مقداری مربوط به گندم تولید شده (کیلوگرم) به عنوان ستاده و نهاده‌های تولید شامل زمین (هکتار)، بذر (کیلوگرم)، کودهای شیمیایی (کیلوگرم)، نیروی کار انسانی (نفر-روزکار)، نیروی کار ماشینی (ساعت)، سموم شیمیایی (لیتر) و آب (مترمکعب) استخراج شد. برای محاسبه و تحلیل انواع کارایی از بسته‌های نرم‌افزاری EXCEL و GAMS بهره گرفته شده است.

### نتایج و بحث

تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده نشان داد که بیشترین سهم هزینه‌های نهاده‌ها در تولید گندم آبی محدوده مطالعاتی به ترتیب به نهاده‌های زمین (۴۳ درصد) و نیروی کار ماشینی (۲۳ درصد) اختصاص دارد و این دو نهاده در مجموع ۶۶ درصد هزینه‌های تولیدی را بر کشاورز تحمیل می‌کنند. همچنین، نهاده‌های بذر، نیروی کار انسانی، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی و آب به ترتیب ۱۲، ۱۱، ۶، ۳ و ۳ درصد هزینه‌ها را شامل می‌شوند. توصیف آماری متغیرهای مورد استفاده برای لحاظ شدن در مدل‌های برنامه‌ریزی خطی در جدول ۱-۱ ارائه شده است. میانگین عملکرد تولید گندم آبی در

منطقه ۴۰۵۱ کیلوگرم و کمترین و بیشترین عملکرد به ترتیب ۳۰۰۰ و ۶۵۰۰ کیلوگرم است. همچنین، میانگین مصرف در هکتار نهاده‌های بذر ۲۱۴ کیلوگرم، کودهای شیمیایی ۱۹۰ کیلوگرم، نیروی کار انسانی ۵/۵ نفر-روزکار، نیروی کار ماشینی ۷/۵ ساعت، سموم شیمیایی ۳/۲ لیتر و آب مصرفی ۴۸۷۸ مترمکعب می‌باشد. میانگین قیمت هر واحد از ستاده و نهاده‌های مورد استفاده در ستون آخر جدول ۱-۱ ارائه شده است. اکثر کشاورزان در منطقه مالک زمین بوده و بعضی از کشاورزان علاوه بر زمین خود، در زمین‌های استیجاری به تولید گندم مشغولند که با توجه به نوع قرارداد بین آنها برای کشت گندم، قیمت زمین مشخص و به‌عنوان قیمت این نهاده منظور می‌شود. دستمزد پرداختی به کارگران استیجاری به عنوان نرخ دستمزد نیروی کار برای این گروه و همچنین نیروی کار خانوادگی در نظر گرفته می‌شود. کل حجم آب مصرفی (مترمکعب) برای هر بهره‌بردار با توجه به نیاز خالص آبی، تعداد دفعات آبیاری، سیستم آبیاری و سطح زیرکشت گندم محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه هزینه نیروی کار جهت آبیاری در نهاده نیروی کار منظور شده است، با تقسیم سهم گندم از کل هزینه‌های سالانه استخراج آب (هزینه آب‌بهای سالانه، برق، گازوییل و تعمیرات سالانه) به کل حجم آب مصرفی، قیمت هر مترمکعب آب برای هر بهره‌بردار در جهت کشت گندم محاسبه می‌شود.

جدول ۱- توصیف آماری متغیرهای مورد استفاده

متغیر	واحد	میانگین در واحد سطح (هکتار)	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	میانگین قیمت هر واحد (ده هزار ریال)
گندم آبی	کیلوگرم	۴۰۵۰/۷	۲۰۵۴۳	۳۰۰۰	۶۵۰۰۰	۱۲۶۴۶	۱/۴۱۶
زمین	هکتار	۱	۵	۱	۱۲	۲/۸	۱۵۰۰
بذر	کیلوگرم	۲۱۴/۸	۱۰۸۸/۲	۲۰۰	۲۸۰۰	۶۲۷/۸	۱/۲۵۹
کودهای شیمیایی	کیلوگرم	۱۹۰/۳	۹۵۵/۵	۲۰۰	۲۶۰۰	۵۴۵	۰/۶۹۱
نیروی کار انسانی	نفر-روزکار	۵/۵	۲۵/۴	۵/۵	۵۱	۱۱/۱	۴۵
نیروی کار ماشینی	ساعت	۷/۵	۳۸/۵	۶	۱۰۲	۲۳/۱	۷۰/۴۹۷
سموم شیمیایی	لیتر	۳/۲	۱۶/۳	۲	۴۲	۹/۴	۲۲/۶۰۳
آب	مترمکعب	۴۸۷۷/۸	۲۴۶۵۴/۲	۳۷۶۰	۶۴۳۲۰	۱۳۹۵۷	۰/۰۱۶

ماخذ: محاسبات تحقیق

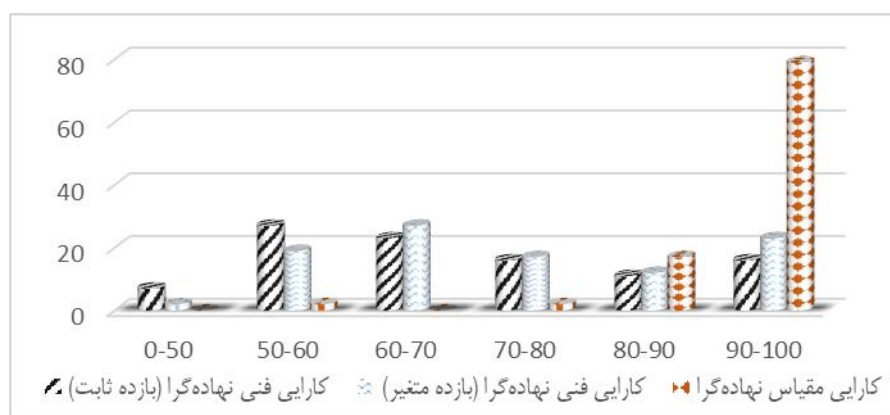
فراوانی کارایی فنی و مقیاس ستاده‌گرا تا حدود زیادی مشابه نهاده‌گراست و تنها تفسیر آنها متفاوت است. متوسط کارایی فنی ستاده‌گرا تحت بازده ثابت و متغیر به ترتیب ۷۰/۶ و ۷۳/۵ درصد است و به این معناست که گندمکاران محدوده بطور متوسط دارای پتانسیل ۲۹/۴ و ۲۶/۵ درصدی افزایش کارایی و دستیابی به حداکثر محصول با توجه به سطح ثابت نهاده‌های تولیدی خود را دارند. با توجه به اینکه ناکارایی فنی، مدیریتی و مقیاس نهاده‌گرا برای گندمکاران محدوده به ترتیب ۲۹/۸، ۲۵/۵ و ۵/۶ درصد می‌باشد، میانگین کارایی فنی مزارع با حذف ناکارایی مقیاس از ۷۰/۲ به ۷۴/۵ درصد افزایش پیدا می‌کند. حذف ناکارایی مقیاس به این صورت می‌تواند مورد توجه قرار گیرد که واحدهای دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس، از افزودن نهاده‌های تولید به فرایند تولید اجتناب و واحدهای دارای بازده افزایشی نسبت به مقیاس، با افزایش نهاده‌های تولید، علاوه بر افزایش تولیدات خود، باعث بهبود و افزایش کارایی مقیاس می‌شوند.

توصیف آماری نتایج محاسبه کارایی فنی و مقیاس گندمکاران آبی محدوده به تفکیک نهاده و ستاده‌گرا در جدول ۲- و توزیع فراوانی آنها در نمودارهای ۱ و ۲ ارائه شده است. با توجه به جدول ۲- ملاحظه می‌شود، میانگین کارایی فنی نهاده‌گرا تحت بازده ثابت و متغیر و کارایی مقیاس به ترتیب ۷۰/۲، ۷۴/۵ و ۹۴/۴ درصد، کمترین آنها به ترتیب ۴۵/۸، ۴۸/۲ و ۵۴ درصد و بیشترین آنها ۱۰۰ درصد و به معنای حداکثر کارایی است. بیشترین فراوانی کارایی فنی تحت بازده ثابت در بازه ۶۰-۷۰ درصد، در بازده متغیر در بازه ۷۰-۶۰ درصد و در کارایی مقیاس در بازه ۹۰-۱۰۰ درصد است. وجود شکاف ۵۴/۲ و ۵۱/۸ درصدی بین بیشترین و کمترین کارایی فنی نهاده‌گرا تحت بازده ثابت حاکی از آن است که هنوز پتانسیل زیادی برای افزایش کارایی فنی وجود دارد و گندمکاران محدوده به‌طور متوسط دارای پتانسیل ۲۹/۸ و ۲۵/۵ درصدی کاهش در مقدار مصرف نهاده‌ها بوده و می‌توانند بدون کاهش در تولید خود از نهاده‌های مورد استفاده بکاهند. متوسط و توزیع

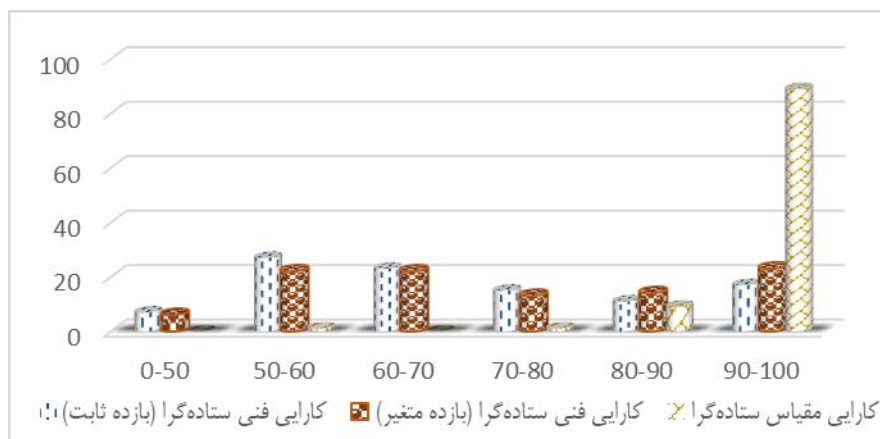
جدول ۲- توصیف آماری نتایج محاسبه کارایی فنی و مقیاس گندمکاران آبی به تفکیک نهاده و ستاده‌گرا

انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انواع کارایی
۰/۱۶۳	۱	۰/۴۵۸	۰/۷۰۲	کارایی فنی نهاده‌گرا (بازده ثابت)
۰/۱۶۴	۱	۰/۴۸۲	۰/۷۴۵	کارایی فنی نهاده‌گرا (بازده متغیر)
۰/۰۷۸	۱	۰/۵۴	۰/۹۴۴	کارایی مقیاس نهاده‌گرا
۰/۱۴۳	۱	۰/۴۵۱	۰/۷۰۶	کارایی فنی ستاده‌گرا (بازده ثابت)
۰/۱۶۷	۱	۰/۴۷۲	۰/۷۳۵	کارایی فنی ستاده‌گرا (بازده متغیر)
۰/۰۶۱	۱	۰/۵۴	۰/۹۵۶	کارایی مقیاس ستاده‌گرا

ماخذ: یافته‌های تحقیق



نمودار ۱- توزیع فراوانی کارایی فنی و کارایی مقیاس نهاده‌گرا تحت بازده ثابت و متغیر



نمودار ۲- توزیع فراوانی کارایی فنی و کارایی مقیاس ستاده‌گرا تحت بازده ثابت و متغیر

می‌کنند. بنابراین، به نظر می‌رسد مصرف بیشتر نهاده‌ها و افزایش مقیاس تولید در جهت افزایش سطح تولید و درآمد زارعین محدوده، تصمیم مناسبی باشد. منطق اقتصادی این تصمیم در این است که در حالت بازده افزایشی نسبت به مقیاس، نسبت افزایش در محصول بیش از افزایش در نهاده‌هاست و با فرض ثابت بودن قیمت تمامی عوامل تولید، این امر باعث حرکت روی منحنی هزینه متوسط شده و هزینه واحد تولیدی با افزایش اندازه و مقیاس تولید کاهش می‌یابد. دو عامل تخصص و تقسیم کار و عوامل تکنولوژیکی به تولیدکنندگان این امکان را می‌دهد که از راه افزایش مقیاس تولید، هزینه واحد تولیدی را کاهش دهند.

پس از محاسبه کارایی فنی تحت بازده ثابت، متغیر و غیرافزایشی نسبت به مقیاس و همچنین، کارایی مقیاس در دو حالت نهاده و ستاده‌گرا، بازده نسبت به مقیاس کشاورزان مختلف محاسبه شده که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. کشاورزی محدوده مطالعاتی عمدتاً معیشتی و کوچک مقیاس بوده و هدف اصلی کشاورزان کاهش هزینه‌های تولید است که نتایج مطالعه نیز این مهم را تایید می‌کند. ملاحظه می‌گردد در حالت نهاده و ستاده‌گرا به ترتیب ۷۴ و ۵۴ درصد در بازده افزایشی نسبت به مقیاس، ۱۸ و ۴۰ درصد در بازده کاهشی و تنها ۸ و ۶ درصد کشاورزان محدوده مطالعاتی در مقیاس بهینه (بازده ثابت نسبت به مقیاس) فعالیت

جدول ۳- بازده نسبت به مقیاس گندم کاران آبی محدوده مورد مطالعه

سهام (درصد)		نوع بازده نسبت به مقیاس
ستاده‌گرا	نهاده‌گرا	
۶	۸	بازده ثابت نسبت به مقیاس (مقیاس بهینه)
۴۰	۱۸	بازده کاهشی نسبت به مقیاس
۵۴	۷۴	بازده افزایشی نسبت به مقیاس
۱۰۰	۱۰۰	کل

ماخذ: یافته‌های تحقیق

درصد، کمترین آنها به ترتیب ۶۹/۵ و ۷۸/۷ درصد و بیشترین آنها ۱۰۰ درصد و به معنای حداکثر کارایی است. بیشترین فراوانی کارایی تخصیصی تحت بازده ثابت مربوط به بازه ۹۰-۸۰ درصد و تحت بازده متغیر مربوط به بازه ۹۰-۱۰۰ درصد است. کارایی تخصیصی

توصیف آماری نتایج محاسبه کارایی تخصیصی نهاده‌گرا تحت بازده ثابت و متغیر گندم کاران آبی محدوده مورد مطالعه در جدول ۴- و توزیع فراوانی آن در نمودار ۳ ارائه شده است. میانگین کارایی تخصیصی (قیمتی) تحت بازده ثابت و متغیر به ترتیب ۸۷/۲ و ۹۰

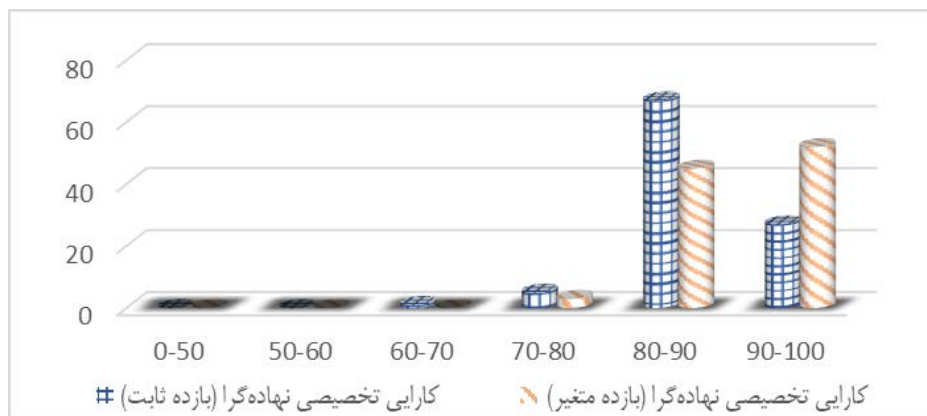
متغیر به طور متوسط به ترتیب ۱۲/۸ و ۱۰ درصد است. بنابراین، گندمکاران مورد بررسی می‌توانند بدون تغییر در سطح تولید خود و با استفاده اصولی و بهینه از نهاده‌ها، در حدود ۱۲/۸ و ۱۰ درصد صرفه‌جویی هزینه‌ای داشته و به درآمد خالص بیشتری دست یابند.

نهاده‌گرا وضعیت گندمکاران در حداقل نمودن هزینه را نشان می‌دهد که در مقایسه با کارایی فنی وضعیت بهتری داشته و نشان می‌دهد که در استفاده از نهاده‌ها برای تولید با کمترین هزینه تا حدودی موفق عمل کرده‌اند. میزان ناکارایی در تخصیص نهاده‌های تولید به منظور حداقل نمودن هزینه‌های تولید تحت بازده ثابت و

جدول ۴- توصیف آماری نتایج محاسبه کارایی تخصیصی و هزینه گندم‌کاران آبی

انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انواع کارایی
۰/۰۴۹	۱	۰/۶۹۵	۰/۸۷۲	کارایی تخصیصی نهاده‌گرا (بازده ثابت)
۰/۰۴۸	۱	۰/۷۸۷	۰/۹	کارایی تخصیصی نهاده‌گرا (بازده متغیر)
۰/۱۴۴	۱	۰/۴۰۹	۰/۶۱	کارایی هزینه (بازده ثابت)
۰/۱۶۱	۱	۰/۴۴۸	۰/۶۷۲	کارایی هزینه (بازده متغیر)

ماخذ: یافته‌های تحقیق



نمودار ۳- توزیع فراوانی کارایی تخصیصی تحت بازده ثابت و متغیر

مطالعاتی از کارایی فنی آنها پایین‌تر و استفاده ناکارا از نهاده‌ها با مدیریت نامناسب آنها همراه شده است که انتظار می‌رود تاثیر منفی بر سودآوری کشاورزان منطقه داشته باشد. پتانسیل زیادی برای افزایش کارایی هزینه‌ای گندمکاران وجود دارد که با مدیریت صحیح و مصرف نهاده‌ها در سطح بهینه و با حفظ سطح تولید فعلی به میزان ۳۹ و ۳۲/۸ درصد هزینه‌های تولید را کاهش و کارایی هزینه‌ای را افزایش داد. در جدول ۵- مقادیر مصرف واقعی و بهینه نهاده‌ها برای کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی هزینه‌ای ارائه شده است. پس از محاسبه مقادیر مازاد مصرف نهاده‌ها که پیشتر به آن اشاره شد، ناکارایی مصرف نهاده‌های مختلف از تقسیم مقادیر مازاد بر مصرف واقعی محاسبه خواهد شد که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است.

پس از محاسبه کارایی فنی و تخصیصی (قیمتی)، از حاصل ضرب آنها کارایی هزینه (اقتصادی) محاسبه می‌شود که نتایج آن در جدول ۴ و توزیع فراوانی آن در نمودار ۴ ارائه شده است. میانگین کارایی هزینه تحت بازده ثابت و متغیر به ترتیب ۶۱ و ۶۷/۲ درصد، کمترین آنها به ترتیب ۴۰/۹ و ۴۴/۸ درصد و بیشترین آن ۱۰۰ و به معنای حداکثر کارایی است. بیشترین و کمترین فراوانی در بازده ثابت به ترتیب مربوط به بازه کمتر از ۵۰ درصد و ۱۰۰-۹۰ درصد و بیشترین و کمترین فراوانی در بازده متغیر به ترتیب مربوط به بازه ۶۰-۵۰ درصد و ۸۰-۹۰ درصد است. کارایی هزینه یکی از معیارهای سنجش کسب درآمد و سوددهی واحدهای تولیدی است که این معیار برای گندمکاران منطقه پایین بوده و بطور متوسط ۳۹ و ۳۲/۸ درصد ناکارایی هزینه‌ای دارند. متوسط کارایی هزینه (اقتصادی) گندمکاران محدوده

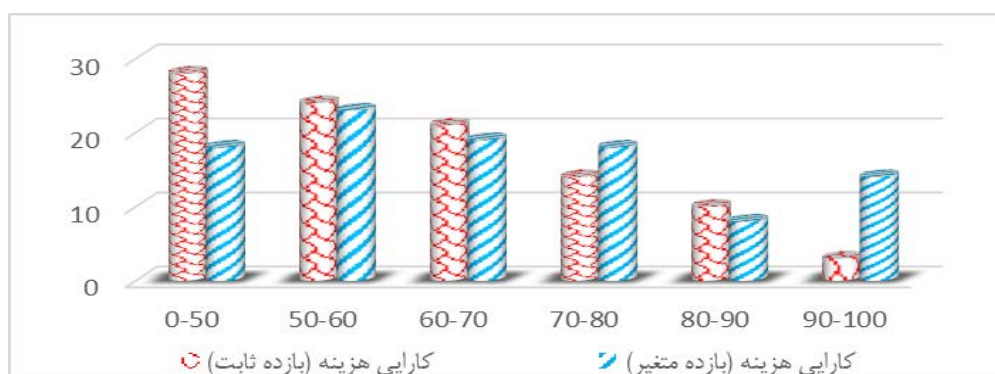
جدول ۵- میانگین مصرف واقعی و بهینه نهاده‌ها برای افزایش کارایی هزینه

آب (مترمکعب)	سموم شیمیایی (لیتر)	نیروی کار ماشینی (ساعت)	نیروی کار انسانی (نفر-روزکار)	کودهای شیمیایی (کیلوگرم)	بذر (کیلوگرم)	زمین (هکتار)	
۲۴۶۵۴/۲	۱۶/۳	۳۸/۵	۲۵/۴	۹۵۵/۵	۱۰۸۸/۲	۵	میانگین مصرف واقعی
۱۷۳۹۴/۵	۸	۲۴/۱	۱۶/۳	۴۷۸/۸	۶۲۶/۴	۳/۱	میانگین مصرف بهینه
۷۲۵۹/۷	۸/۳	۱۴/۴	۹/۱	۴۷۶/۷	۴۶۱/۸	۱/۹	مازاد مصرف
۲۹/۴	۵۰/۹	۳۷/۴	۳۵/۸	۴۹/۹	۴۲/۴	۳۸	درصد ناکارایی در مصرف نهاده

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نیروی کار انسانی، زمین و نیروی کار ماشینی است. بنابراین، بر اساس یافته‌های جدول ۵، بدون تغییر سطح محصول فعلی زارعین محدوده و با کاهش حدود ۵۰ درصدی در مصرف نهاده‌های سموم و کودهای شیمیایی و کاهش حدود ۳۰ درصدی در مصرف منابع آبی، علاوه بر کاهش هزینه‌های تولیدی کمک شایانی به بهبود کیفیت محیط‌زیست خواهد شد.

برای دستیابی به حداکثر کارایی هزینه (اقتصادی)، بایستی مازاد مصرف نهاده‌ها کاهش یافته و به مقادیر بهینه نزدیک شوند. بر اساس یافته‌های جدول ۵، گندمکاران محدوده مورد مطالعه در مصرف تمامی نهاده‌ها دارای مازاد هستند که بیشترین مازاد به ترتیب مربوط به نهاده‌های سموم شیمیایی، کودهای شیمیایی و بذر و کمترین مازاد به ترتیب مربوط به نهاده‌های آب،



نمودار ۴- توزیع فراوانی کارایی هزینه تحت بازده ثابت و متغیر

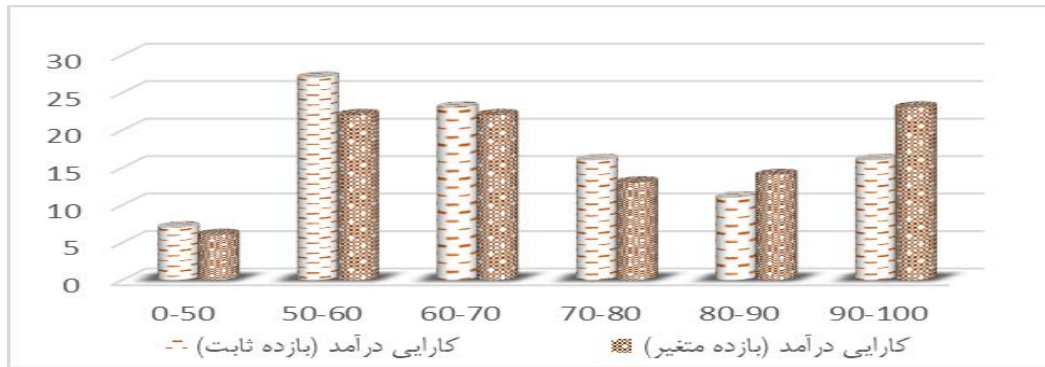
ثابت نهاده‌ها، در کارایی درآمدی هدف دستیابی به حداکثر درآمد ممکن و در کارایی فنی ستاده محور هدف دستیابی به حداکثر تولید ممکن است. بنابراین وقتی در مورد کارایی یک ستاده (گندم) بحث می‌شود، انتظار می‌رود که مقادیر محاسباتی کارایی درآمدی و کارایی فنی ستاده محور بسیار نزدیک به هم باشند و اختلاف ناچیز آنها مربوط به متفاوت بودن قیمت فروش محصول گندم در مزارع مختلف باشد. ملاحظه می‌گردد گندمکاران مورد مطالعه در مقایسه با کارایی هزینه (اقتصادی) وضعیت بهتری داشته و متوسط کارایی درآمدی از کارایی هزینه بیشتر ولی از کارایی مدیریتی،

مشخصات آماری نتایج محاسبه کارایی درآمدی و سودآوری گندمکاران آبی محدوده مطالعه در جدول ۶ ارائه شده است. میانگین کارایی درآمدی تحت بازده ثابت و متغیر به ترتیب ۷۰/۲ و ۷۳/۵ درصد، کمترین آنها به ترتیب ۴۵/۸ و ۴۷/۲ درصد و بیشترین آن ۱۰۰ درصد است. بیشترین فراوانی در کارایی درآمدی بازده ثابت و متغیر به ترتیب مربوط به بازه ۵۰-۶۰ و ۹۰-۱۰۰ درصد و کمترین فراوانی مربوط به بازه کمتر از ۵۰ درصد است. لازم به توضیح است که مقادیر کارایی درآمدی تا حدود زیادی شبیه به مقادیر کارایی فنی ستاده محور است که در جدول ۲ ارائه شده بود. با توجه به سطح



۲۹/۸ و ۲۶/۵ درصدی درآمد گندمکاران مورد مطالعه بدون تغییر در سطح نهاده‌ها و تنها با مدیریت بهتر و استفاده کارآمدتر از آنها وجود دارد.

مقیاس و تخصیصی کمتر است. متوسط کارایی درآمدی کشاورزان منطقه پایین بوده به طوری که ناکارایی درآمدی در بازه ثابت و متغیر به ترتیب ۲۹/۸ و ۲۶/۵ درصد است، بنابراین بطور متوسط پتانسیل افزایش



نمودار ۵- توزیع فراوانی کارایی درآمد تحت بازده ثابت و متغیر

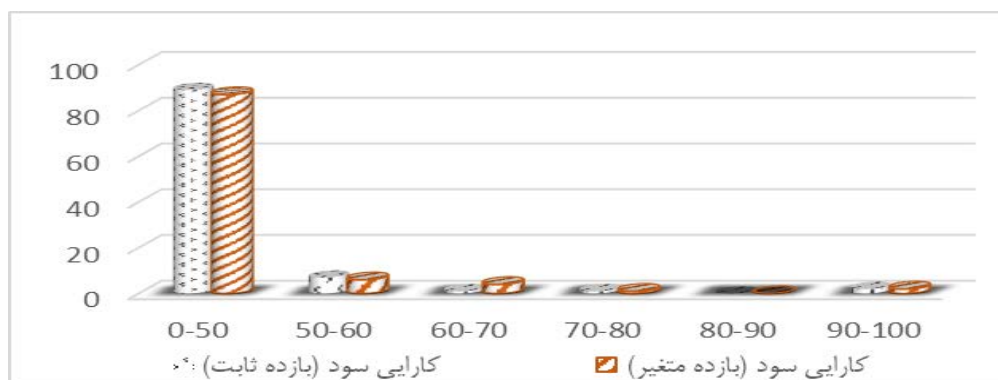
جدول ۶- توصیف آماری نتایج محاسبه کارایی درآمد و سود گندمکاران آبی

انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انواع کارایی
۰/۱۶۳	۱	۰/۴۵۸	۰/۷۰۲	کارایی درآمد (بازده ثابت)
۰/۱۶۷	۱	۰/۴۷۲	۰/۷۳۵	کارایی درآمد (بازده متغیر)
۰/۱۸۶	۱	۰/۰۱۵	۰/۲۶	کارایی سود (بازده ثابت)
۰/۱۹۲	۱	۰/۰۲۸	۰/۲۶۹	کارایی سود (بازده متغیر)

ماخذ: یافته‌های تحقیق

درصد است. ملاحظه می‌گردد گندمکاران مورد بررسی از نظر سودآوری وضعیت بسیار بدی داشته و متوسط کارایی سودآوری بسیار پایین بوده به طوری که ناکارایی سودآوری حدود ۷۴ درصد است. لذا به نظر می‌رسد به علت ضعف مدیریت، کارایی هزینه با کارایی درآمد توأم انجام نشده و تنها به یکی از جنبه‌های سودآوری توجه شده است. لذا، با مدیریت بهتر و استفاده کارآمدتر از نهاده‌ها، به طور متوسط پتانسیل افزایش ۷۴ درصدی سودآوری گندمکاران محدوده وجود دارد.

همانطور که پیشتر نیز اشاره شد، محاسبه کارایی سود منبع مهم‌تری از اطلاعات را برای مدیریت واحدهای تصمیم‌گیری فراهم کرده و دستیابی به کارایی سود علاوه بر تولید با حداقل هزینه، نیازمند حداکثرسازی درآمدها نیز هست. همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌گردد، میانگین کارایی سود تحت بازده ثابت و متغیر به ترتیب ۲۶ و ۲۶/۹ درصد، کمترین آن به ترتیب ۱/۵ و ۲/۸ درصد و بیشترین آن ۱۰۰ درصد است. بیشترین و کمترین فراوانی در کارایی سود به ترتیب مربوط به بازه کمتر از ۵۰ درصد و ۹۰-۸۰



نمودار ۶- توزیع فراوانی کارایی سود تحت بازده متغیر

### نتیجه‌گیری

عملکرد تولید محصولات کشاورزی در ایران و اغلب کشورهای در حال توسعه به علت استفاده غیربهبوده از عوامل تولید و پایین بودن کارایی، فاصله زیادی با کشورهای توسعه یافته دارد. بنابراین، با شناخت امکانات و محدودیت‌های موجود در بخش کشاورزی، مناسب‌ترین راهکار برای کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد و سودآوری، تخصیص مطلوب عوامل تولید موجود و بهبود کارایی است. با توجه به اهمیت استراتژیک گندم و عملکرد پایین آن، بکارگیری منطقی و بهینه نهاده‌ها و برنامه‌ریزی در جهت افزایش کارایی آن ضروری است. در تحقیق حاضر، کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی، درآمد و سودآوری کشاورزان گندمکار محدوده مطالعاتی روانسر-سنجابی کرمانشاه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ به روش DEA و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از ۱۰۰ پرسشنامه تکمیلی محاسبه شده است. در مطالعه حاضر، میانگین کارایی فنی، مدیریت و مقیاس گندمکاران آبی محدوده مطالعاتی به ترتیب ۷۰/۲، ۷۴/۵ و ۹۴/۴ درصد محاسبه شده است. بنابراین، کشاورزان گندمکار از لحاظ فنی در وضعیت تقریباً مطلوبی هستند، اما می‌توانند با کاهش استفاده از نهاده‌ها و بدون تغییر در سطح محصول کارایی فنی را افزایش دهند. میانگین کارایی تخصیصی و اقتصادی با بازده متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۹۰ و ۶۷/۲ درصد محاسبه شده است که استفاده ناکارا به همراه مدیریت نامناسب نهاده‌ها از دلایل آن می‌باشد. همچنین میانگین کارایی درآمد و سودآوری به ترتیب ۷۳/۵ و ۲۶/۹ درصد محاسبه شده است. ملاحظه

می‌گردد گندمکاران مورد بررسی از نظر کارایی هزینه و درآمد در وضعیت نامطلوبی قرار دارند و بدتر اینکه کارایی هزینه با کارایی درآمد توأم صورت نگرفته و تنها به یکی از جنبه‌های سودآوری توجه شده است. بنابراین، همانطور که انتظار می‌رفت کارایی سودآوری مزارع مورد بررسی بسیار پایین بوده است. نتایج مطالعه نشان داد که با استفاده از تکنولوژی فعلی و استفاده مطلوبتر از آن می‌توان کارایی را تا رسیدن به مرز کارایی تولید افزایش داد. علاوه بر این تفاوت چشمگیری بین بهترین و بدترین بهره‌بردار در کشاورزان مورد بررسی وجود دارد که بایستی زمینه‌ای برای ارتباط گندمکاران موفق و انتقال تجربیات و روش‌های مورد استفاده آنان به سایرین فراهم شود. بر اساس یافته‌های مطالعه ۷۴ درصد از گندمکاران مورد بررسی دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس هستند، بنابراین، افزایش مقیاس تولید در جهت کاهش هزینه‌ها و افزایش تولید و درآمد زارعین مورد مطالعه، تصمیم مناسبی به نظر می‌رسد. بر اساس نتایج، کشاورزان در مصرف نهاده‌های کودها و سموم شیمیایی و بخصوص آب به‌عنوان مهمترین نهاده لازم در بخش کشاورزی بصورت بهینه رفتار نمی‌کنند. لذا، بدون کاهش سطح محصول و با کاهش حدود ۵۰ درصدی در مصرف نهاده‌های سموم و کودهای شیمیایی و کاهش حدود ۳۰ درصدی در مصرف منابع آبی، علاوه بر کاهش هزینه‌های تولیدی، کمک شایانی به بهبود کیفیت محیط‌زیست خواهد شد. با توجه به خشکسالی‌های اخیر و افت شایان توجه سفره‌های آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی و داشتن پتانسیل کاهش مصرف آب، لزوم توجه به توزیع مناسب آب توسط

بنابراین، کشاورزان می‌توانند با مدیریت صحیح نهاده‌ها، هزینه‌ها و فروش محصول، علاوه بر کاهش هزینه، درآمد و سود خود را افزایش دهند. در این راستا، بایستی دولت و مسئولان ذی‌ربط با فراهم کردن خدمات ترویجی و انتقال جدیدترین یافته‌های مراکز تحقیقاتی در زمینه استفاده بهینه از نهاده‌ها، کشاورزان را یاری کنند.

نهاده‌های ذی‌ربط و ارایه تسهیلات ارزان قیمت بکارگیری فن‌آوری‌های جدید آبرسانی در منطقه ضروری است. کارایی اقتصادی، درآمدی و سودآوری گندمکاران محدوده بسیار پایین است که حاکی از عدم موفقیت کشاورزان در تولید اقتصادی گندم است، بطوری‌که کشاورزان سود لازم را از فعالیت خود کسب نمی‌کنند.

## REFERENCES

1. Abdpour, A. Asadabadi, A. & Sha'ban Ali Femi, H. (2016). Analyzing the Role of Factors Affecting Date Production Efficiency in Bam City: A Data Envelopment Analysis Approach. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2(3), 518-507. (In Farsi).
2. Abdshahi, A. Taki, M. golabi M.R & Haddad, M. (2013). Investigation of Energy Efficiency of Wheat Crop by Data Envelopment Analysis Case Study: Mahyar Plain, Shahreza. *Economics and Agriculture*, 7 (4), 74-57. (In Farsi).
3. Ajabshirchi oskoeei, y. Taki, M. Abdi, R. Ghobadi Far, A. & Ranjbar, A. (2011). Investigation of Energy Efficiency in Dry Wheat Cultivation by Data Envelopment Analysis (DEA) Technique (Case Study: Silakhor Plain). *Agricultural Machinery*, 1 (2), 132-122. (In Farsi).
4. Alemdar, T., & Oren, M. N. (2006). Determinants of technical efficiency of wheat farming in Southeastern Anatolia, Turkey: a nonparametric technical efficiency analysis. *Journal of Applied sciences*, 6(4), 827-830.
5. Aref, B. & Imami Maybodi, A. (2014). Measuring Technical, Allocative, Economic and Productivity of Iran's Sub-sector of Agriculture by Nonparametric Method (Emphasizing on Irrigated Watermelon Crop), *Journal of Agricultural Economics Research*, 6(3), 66-43. (In Farsi).
6. Ariff, M., & Luc, C. (2008). Cost and profit efficiency of Chinese banks: A non-parametric analysis. *China Economic Review*, 19(2), 260-273.
7. Bader, M. K. I., Mohamad, S., Ariff, M., & Hassan, T. (2007). Cost, Revenue, and Profit Efficiency of Conventional versus Islamic Banks: Financial Ratios Approach. *Review of Islamic Economics*, 11(1), 89-106.
8. Benin, S., Smale, M., Pender, J., Gebremedhin, B., & Ehui, S. (2004). The economic determinants of cereal crop diversity on farms in the Ethiopian highlands. *Agricultural Economics*, 31(2-3), 197-208.
9. Bjurek, H., Hjalmarsson, L., & Forsund, F. R. (1990). Deterministic parametric and nonparametric estimation of efficiency in service production: A comparison. *Journal of Econometrics*, 46(1-2), 213-227.
10. Borimnejad, v and Mohtashami, t. (2009). Study of Technical Efficiency of Wheat Production in Iran: A Case Study. *Agricultural Economics Research*, 1(1), 75-93. (In Farsi).
11. Borimnejat, V. (2006). Factors Influencing Technical Performance of Wheat Farmers in Qom Province Using Random Boundary Hybrid Model and Path Analysis. *Agricultural Economics and Development*, 14 (1), 39-23. (In Farsi).
12. Čechura, L. (2010). Estimation of technical efficiency in Czech agriculture with respect to firm heterogeneity. *Agricultural Economics*, 56(4), 183-191.
13. Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer Science & Business Media.
14. Cooper, W., Seiford L.M. & Tone K. (2000). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, reference and DEA-Solver software*. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
15. Dadmand, F. & Naji azimi, Z. (2018). Application of fuzzy data envelopment analysis in evaluation of wheat production efficiency Case study: Torbat Heydariyeh city. *Agricultural Economics Research*, 10 (1), 87- 110. (In Farsi).
16. Das, A., & Ghosh, S. (2009). Financial deregulation and profit efficiency: A nonparametric analysis of Indian banks. *Journal of Economics and Business*, 61(6), 509-528.
17. Esfanjari kenari, r. (2011), Economic Study of Laying Poultry Industry Units, *M.Sc. thesis*, Faculty of Agriculture, Shiraz University. (In Farsi).
18. Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.

19. Ganji, N. Yazdani, S. & Saleh, A. (2017). Identifying Factors Affecting the Efficiency of Water Institution on Alborz Province Wheat Production (Data Envelopment Analysis Approach). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2(1), 22-23. (In Farsi).
20. Garshasby, A. & Dadashi, S. (2015). Comparison of technical, allocative and economic efficiency of wheat in Iranian agriculture with emphasis on the period 2000-2009. *Agricultural Economics and Development* 18 (2), 96-75. (In Farsi).
21. Gołaszewski, J., van der Voort, M., Meyer-Aurich, A., Baptista, F., Balafoutis, A., & Mikkola, H. J. (2014). Comparative analysis of energy efficiency in wheat production in different climate conditions of Europe. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 4(8), 632-640.
22. Greene, W.H. (1999). *Frontier Production Functions*. Handbook of Applied Econometrics. Vol. II. Edited by Pesaran M.H., and P. Schmidt. Blackwell.
23. Haghightatejat, m. Yazdani, A. & Rafiee, H. (2013), Comparison of efficiency and productivity index in dairy farms: A case study of Isfahan. *Journal of Research in Ruminants*, 1(4), 177-194. (In Farsi).
24. Haji, J. (2007). Production efficiency of smallholders' vegetable-dominated mixed farming system in eastern Ethiopia: A non-parametric approach. *Journal of African Economies*, 16(1), 1-27.
25. Hoang, V. N., & Coelli, T. (2011). Measurement of agricultural total factor productivity growth incorporating environmental factors: a nutrients balance approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 62(3), 462-474.
26. Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Safarzadeh, D., Ahmadi, E., & Nabavi-Peesarai, A. (2018). Optimization of energy consumption of dairy farms using data envelopment analysis—A case study: Qazvin city of Iran. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(3), 217-228. (In Farsi).
27. Imami Maybodi, a. (2000). *Principles of Measuring Productivity and Productivity (Scientific and Practical)*, First Edition, Publishing Institute of Business Studies and Research, Tehran. (In Farsi).
28. Isik, I., & Hassan, M. K. (2002). Cost and profit efficiency of the Turkish banking industry: An empirical investigation. *Financial Review*, 37(2), 257-279.
29. Karimi, F. pirasteh, H. & Zahedi Keyvan, M. (2008). Determining the efficiency of wheat crop with respect to time and risk factors using interval data envelopment analysis and window data envelopment analysis. *Agricultural Economics and Development*, 16 (64), 159-139. (In Farsi).
30. Kazemi, M. & Nikkhah Farrkhani, Z. (2009). Application of Data Envelopment Analysis in Measuring and Analyzing the Relative Efficiency of Khorasan Razavi Provinces in Dry Wheat Cultivation. *Journal of Agricultural Economics and Development (Agricultural Science and Technology)*, (23)2, 87-94. (In Farsi).
31. Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Mousazadeh, H., Shamshirband, S., & Ab Hamid, S. H. (2015). Developing a fuzzy clustering model for better energy use in farm management systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, 27-34. (In Farsi).
32. Maganga, A. M. (2012). Technical efficiency and its determinants in Irish potato production: evidence from Dedza District, Central Malawi. *African Journal of Agricultural Research*, 7(12), 1794-1799.
33. Mardani, M. Sargazi, A. & Sabohi Sabooni, M. (2013). Evaluation of Sistan Wheat Fields Performance Using Integration of Optimization Model with Conservative Rate Control and Data Envelopment Analysis (RDEA) Parameters. *Agricultural Economics and Development (Agricultural Science and Technology)*, 27 (3), 187-180. (In Farsi).
34. Masuda, K. (2016). Measuring eco-efficiency of wheat production in Japan: a combined application of life cycle assessment and data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production*, 126, 373-381.
35. Mehregan, M. R. (2004). *Quantitative Models in Organizational Performance*, Tehran, Tehran University Press. (In Farsi).
36. Molaie, M. Hesari, N. & Javanbakht, A. (2016). Estimation of input-oriented environmental performance of agricultural products (Case study: Environmental efficiency of rice production). *Agricultural Economics*, 11(2), 172-157. (In Farsi).
37. Mousavi, h. & Khalilian, S. (2005). Investigation of Factors Affecting the Technical Efficiency of Wheat Production. *Agricultural Economics and Development*, 13 (4), 60-45. (In Farsi).
38. Ohadi, N. Akbari, A. & Shahraki, J. (2015) Application of Data Envelopment Analysis to Determine Pistachio Efficiency in Sirjan, *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 46(1), 51-60. (In Farsi).
39. Rafati, M. P. Azarinfar Far, Y. Zadbarabari, A & Kazemnejad, A. (2011). Evaluation of technical, allocative and economic efficiency of cotton farmers in Golestan province using parametric method (Gorgan city case study). *Agricultural Economics Research*, 3 (1), 142-121. (In Farsi).
40. Ramanathan, R. (2006). A multi-factor efficiency perspective to the relationships among world GDP, energy consumption and carbon dioxide emissions. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(5), 483-494.

41. Shafiei, L., Javaheri, M.A. & Pour Jopari, Z. (2006). Investigation on technical allocative and economic efficiency for sugar beet producers in Bardsir City. *Journal of Sugar*, 22(2), 109-121. (In Farsi).
42. Shiravanian, A. & Zad, M. (2005). Determination of technical, allocative and economic efficiency of wheat growers and its influencing factors in warm climates of Iran with respect to the dominant cultivar in these climates. *Fifth Iranian Agricultural Economics Conference*, Zahedan, Iranian Agricultural Economics Association, Sistan and Balochistan University. (In Farsi).
43. Vitzel, M. (2002). A short history of efficiency. *Business Strategy Review*, 13, 38- 47.
44. Yazdani, S. (1999). The Role of Agricultural Credits in Wheat Agriculture, *Wheat Economics Conference*, Tehran. (In Farsi).