DOI: 10.22059/ijaedr.2020.269585.668675

مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران

دوره ۲-۵۱، شماره ۲، ۱۳۹۹ (۲۴۲-۲۳۱)

Comparing of Economic Efficiency of Different Irrigation Systems of Alfa- Alfa Farms in Qorveh-Dehgolan Plain

HAMED GHADERZADE[1]* AND FATEME ZAREEI[2]

1, Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Agricultural Faculty, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran

2, MSc. Student, Department of Agricultural Economics, Agricultural Faculty, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran

(Received: Nov. 21, 2018- Accepted: May. 27, 2020)

ABSTRACT

This study aimed to compare the economic efficiency of fixed head classic, center pivot, linear, and tape-drip irrigation systems using DEA with base on two types of constant and variable return to scale in Qorveh- Dehgolan plain for the agricultural year 2017-18 in Kurdistan province. The number of 171 farm selected as sample size through simple random sampling method. The necessary data was collected through interview and filling questionnaire. The results showed that, the average economic efficiency in fixed head classic, center pivot and linear in case of constant and variable return to scale of Alfalfa crop were 0.52, 0.58, 0.71, and 0.60, 0.73, 0.90 respectively. Therefore, it showed that, the economic efficiency of linear irrigation system was higher than center pivot and accordingly center pivot was more than fixed head classic irrigation system. Address to the results, it may recommend the proper study for the preparation of irrigation system change from current situation to linear one.

Keywords: Data envelopment analysis, Classic irrigation system, Kurdistan province, Economic efficiency.

Extended abstract

Objectives

Water scarcity as one of the most problem in the world imposed all decision makers to change their view and policy respect to water use specially usage of agricultural sector. Therefore, they tried to manage this problem by introducing advanced irrigation systems for the purpose water save. The average of agricultural crop per water cubic meter at world level is about 5.2 Kilo grams while the same in Iran is about one Kilo gram (Sarafrazi, 2017). The major problem of study area is that, the most type of water use goes to groundwater resources and during last three decades the number of wells either permitted or non-permitted led to increase and it caused significant water table fall. In addition, the major crop produced is potato and it needs huge water while there is no green water in its cultivation time and production procedure. Therefore, the concentration on type of irrigation is quite valuable. In other side, most of farmers use (98.2 per cent) use classic irrigation systems and less than 2 per cent use other irrigation sys. The study aimed to find that whether the farmers of study area should continue the same irrigation type or they may shift to a higher efficient one? The current study attempted to compare economic efficiency of fixed head classic, center pivot, linear, and tape-drip irrigation systems using DEA with base on two types of constant and variable return to scale in Qorveh- Dehgolan plain for the agricultural year 2017-18 in Kurdistan province.

Methods

Since the DEA models were first developed, this method of converting multiple inputs into multiple outputs was used to evaluate the performance of business firms, regions, etc. and especially for modelling operational processes in performance evaluations (Cooper, 2011). Due to the specificity of agriculture sector which rely on a limited inputs, an input-orientated model is more appropriate. So our main objective was to measure efficiency under presumption that a

* نویسنده مسئول: حامد قادرزاده

E-mail: Hamedar2002@uok.ac.ir

decision making unit (DMU) can produce the same amount of output by using a smaller quantity of inputs. Because each DMU use varying quantity of inputs to produce different levels of output, the method compare each DMU with the most efficient DMU. For this type of analysis, in 1978 was created CCR model under the assumption of constant returns to scale (CRS) (Charnes et al., 1978) which estimates the gross efficiency of a DMU in 1984, the researches were completed by the BCC model which takes in account the assumption of variable returns to scale (VRS) (Banker, 1984) and measures pure technical efficiency.

The study calculated technical, economics and allocative efficiencies all types off irrigation systems to make results comparable and determine the best one respect to given constrains. For this purpose we have selected 171 farmers as samples through simple random sampling. The necessary data was collected through interview and filling questionnaire.

The efficiencies of all types of current irrigation systems used in the selected farms such as fixed head classic and center pivot in case of constant and variable return to scale were calculated.

Results

The results showed that, the average economic efficiency in fixed head classic, center pivot and linear in case of constant and variable return to scale of Alfalfa crop were 0.52, 0.58, 0.71, and 0.60, 0.73, 0.90 respectively. Therefore, it showed that, the economic efficiency of linear irrigation system was higher than center pivot and accordingly center pivot was more than fixed head classic irrigation system.

The technical, allocative and economic efficiencies 168 of sample farms under Alfa-Alfa crop used fixed head classic irrigation system were calculated and the farm average of technical efficiency in case of constant and variable return to scale were 0.76 and 0.84. in other words according to the results of DEA it may increase the production amount of the studied crop by 0.24 and 0.16 under CRS and VRS without increase of cost. And again since there is difference in efficiency between them we may say that, there is scale inefficient in case of CRS and VRS and it is about 0.9 (table 5). In case of allocative efficiency the average is about 0.68 which means that, the percentage of efficient farms is about 68 per cent. The economic efficiency in case of constant return to scale is 0.52 which showed that only 52 per cent of sampled farms were economically efficient.

Finally, the results showed that, the average economic efficiency in fixed head classic, center pivot and linear in case of constant and variable return to scale of Alfalfa crop were 0.52, 0.58, 0.71, and 0.6, 0.73, 0.9 respectively. Therefore, it showed that, the economic efficiency of linear irrigation system was higher than center pivot and accordingly center pivot was more than fixed head classic irrigation system.

Discussion

Since the results showed that, the economic efficiency of irrigation systems of center pivot and linear was higher in the study area, the farmer should be encouraged by non-refundable loan to make them able to change their irrigation system for the purpose of getting higher yield as well as save more water. And again we may recommend to help farmer to do land smoothing of farms and prepare for proper irrigation systems. Also, it may recommend the proper study for the preparation of irrigation system change from current situation to linear one.

مقایسه کارایی اقتصادی سیستم‌های مختلف آبیاری در مزارع یونجه دشت قروه- دهگلان

حامد قادر زاده[۱]* و فاطمه زارعی[۲]
۱، استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران
۲، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۳۰- تاریخ تصویب: ۹۹/۳/۷)

چکیده

مطالعه‌ی حاضر با هدف مقایسه کارایی اقتصادی سیستم‌های آبیاری کلاسیک ثابت، عقربه‌ای و خطی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در سال ۱۳۹۶، در دو حالت بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس در مزارع دشت قروه- دهگلان استان کردستان انجام گرفته است. با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده ۱۷۱ زارع به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. داده‌ها از طریق مصاحبه و تکمیل پرسشنامه جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد، میانگین کارایی اقتصادی سیستم‌های آبیاری کلاسیک ثابت، عقربه‌ای و خطی در مزارع یونجه با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس به ترتیب برابر ۰/۵۲، ۰/۵۸ و ۰/۷۱ و با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب برابر ۰/۶۰، ۰/۷۳ و ۰/۹۰ می‌باشد. این نشان می‌دهد، میانگین کارایی اقتصادی سیستم آبیاری خطی بیشتر از عقربه‌ای و عقربه‌ای بیشتر از کلاسیک ثابت است. لذا، مطالعات مناسب جهت ایجاد زمینه تغییر سیستم‌های آبیاری موجود به سیستم خطی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، سیستم آبیاری کلاسیک، استان کردستان، کارایی اقتصادی

مقدمه

با افزایش راندمان آبیاری و افزایش کارایی روش‌های آبیاری، کارایی مصرف آب بالا رفته و از اتلاف آب جلوگیری می‌شود (Mohammadi Nejad, 2002 & Salami).از این‌رو، سیستم‌های آبیاری تحت فشار (آبیاری بارانی و قطره‌ای) یکی از راهکارهای اساسی برای مقابله با کم آبی و مدیریت عرضه آب می‌باشد (Valizade, 2003). بهره‌وری مصرف آب در این بخش بسیار کم بوده و لازم است توجه ویژه‌ای جهت افزایش بهره‌وری آب و کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی شود (Shahrestani, 2014). بنابراین، بررسی نوع سیستم‌ها به لحاظ کارایی و کارکرد در منطقه از جمله مسایلی است که می‌تواند راهگشای سیاست‌گذاران در زمینه توسعه‌ی سیستم‌های آبیاری تحت فشار باشد. متوسط جهانی تولید محصول کشاورزی به‌ازای مصرف هر مترمکعب آب حدود ۵/۲ کیلوگرم است. این میزان در ایران، حدود یک کیلوگرم است (Sarafrazi, 2017). دشت قروه-دهگلان در استان کردستان در ناحیه مرتفعی قرار گرفته و یکی از دشت‌های ممنوعه کشور است. طی چند دهه‌ی اخیر تعداد بسیار زیادی چاه عمیق و نیمه عمیق با و بدون مجوز حفر شده است. وجود تقاضای بالای یونجه از مرکز شور و مناطق جنوبی کشور و همچنین، بازار خاص محصول سیب‌زمینی باعث افزایش استحصال آب از چاه‌های شده و سفره آب زیرزمینی را در حد معنی داری پایین آورده است. وجود تقاضای بالا برای محصولات مورد اشاره سال‌ها است که

باعث ورود کشاورزان استان همدان در دشت مورد مطلعه شده و امنیت آب‌های زیرزمینی این آبخوان به ویژه با توسعه تکنولوژی برداشت آب از منابع زیرزمینی را با تهدید جدی مواجه نموده است. مطالعه حاضر در همین راستا و درصدد تعیین کارایی اقتصادی سیستم‌های آبیاری کلاسیک ثابت، عقربه‌ای و خطی و مقایسه کارایی اقتصادی این سه روش آبیاری در مزارع یونجه دشت قروه- دهگلان، واقع در استان کردستان به‌منظور افزایش بهره‌وری آب و کاهش زیان‌های محیط زیستی است. از آن جا که درصد بسیار بالایی از سیستم‌های آبیاری موجود از نوع کلاسیک ثابت و کمتر از سیستم‌های عقربه‌ای و خطی استفاده می‌شود فروض مطالعه بر برتری این سیستم بر سایر سیستم‌های عقربه‌ای و خطی است. بنابراین، مطالعه درصدد مقایسه سیستم‌های آبیاری موجود به‌منظور شناسایی بهترین نوع آبیاری است، تا امکان کاهش مصرف آب و به تبع آن افزایش بهره‌وری آن در منطقه فراهم شود.

اگر چه تحقیقات خیلی زیادی پیرامون کارایی اقتصادی سیستم‌های مختلف آبیاری منتشر نشده است؛ اما در زمینه‌ی آبیاری تحت فشار و کارایی مطالعات زیادی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به مطالعه‌ی Gholami et al., (2015) اشاره کرد. این مطالعه به مقایسه بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری در سامانه‌های آبیاری سطحی و بارانی بر روی چهار کشت غالب منطقه قزوین پرداخت. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که بهره‌وری آب آبیاری در سیستم آبیاری بارانی بیشتر از آبیاری سطحی است. از سوی دیگر Ouhedi *et al.*, (2015) با کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین کارایی پسته‌کاران شهرستان سیرجان نشان دادند، میانگین کارایی فنی، مدیریت، مقیاس، تخصیصی و اقتصادی به ترتیب برابر با ۴۷، ۶۹، ۶۷، ۲۴ و ۱۲درصد به دست آمده است. *al* در پژوهش خود. با فرض وجود ناکارایی‌های فنی، تخصیصی و اقتصادی در کسب و کار برای تعیین کارایی‌های فنی، تخصیصی و اقتصادی از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) استفاده کردند و مقدار متوسط کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی را به‌ترتیب ۰/۶۸۰، ۰/۷۴۸ و ۰/۵۱۱ به‌دست آوردند. نتایج نشان داد، گیاهان متوسط کارایی فنی و اقتصادی بیشتری دارند در حالی‌که گیاهان کوچک کارآمدتر بودند. Usman *et al.*, (2016) در تحلیل کارایی گندم‌کاران منطقه لایاه در پاکستان، روش غیرپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها را برای تعیین مقادیر کارایی و از روش رگرسیون جداگانه برای این مقادیر ناکارایی متغیرهای اجتماعی - اقتصادی و متغیرهای مختص مزارع با استفاده از مدل رگرسیونی توبیت[1] به‌کار گرفتند. نتایج نشان داد، میانگین کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی مزارع در منطقه نمونه به ترتیب ۸۴، ۸۱ و ۶۸ درصد بود. نتایج مدل‌های رگرسیون توبیت نشان داد، تأثیر سال‌های تحصیل، دسترسی به اعتبار، تعداد تماس و ارتباط با نمایندگی‌های ترویج و فاصله مزرعه از جاده اصلی منفی بود و به‌طور معناداری ناکارایی فنی مزارع گندم را تحت تأثیر قرار داد. علامت متغیر اندازه مزرعه منفی و ضریب متغیر مجازی دسترسی به اعتبار مثبت بود و هر دو تأثیر معناداری بر روی ناکارایی تخصیصی داشت. ضریب فاصله از جاده اصلی منفی و معنادار بود که به‌طور ضمنی نشان داد که هرچه فاصله مزرعه از جاده اصلی افزایش یابد، ناکارایی اقتصادی نیز افزایش می‌یابد. Asravor *et al.*, (2016) در مطالعه‌ی خود کارایی اقتصادی تولیدکنندگان فلفل تند در منطقه ولتا در غنا را بررسی کردند. تابع تولید مرزی تصادفی ترانسلوگ و مدل‌های تابع هزینه برای این تحقیق با استفاده از برآورد درست‌نمایی بیشینه به‌کار گرفته شد. نتایج نشان می‌دهد، به‌طور میانگین، مزارع فلفل تند تنها ۶۵/۷۶ درصد از لحاظ اقتصادی کارایی داشتند. در حالی‌که میانگین کارایی فنی و تخصیصی به ترتیب به‌طور تخمینی ۷۰/۹۷ و ۹۲/۶۵ درصد بودند. یافته‌ها همچنین نشان داد، مزارع فلفل دارای بازده کاهشی نسبت به مقیاس هستند. Mohamed Nadhar (2016) Khan *et al.*, در پژوهشی کارایی‌های فنی، تخصیصی و هزینه‌ای را با استفاده مدل هزینه DEA تحت روش بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS) و بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) به ترتیب با استفاده از داده‌های پرسشنامه‌ای از ۷۰ کشاورز اهل کداه مالزی ارزیابی

1. Tobit

کردند. نتایج نشان داد، کارایی هزینه‌ای فقط ۴/۲۹ درصد از کشاورزان به‌طور ۱۰۰ درصد از لحاظ تکنیکی تحت روش CRS بودند، در حالی‌که تحت روش VRS به ۱۶/۹۰ درصد افزایش یافته است. میانگین کارایی‌های فنی، تخصیصی و هزینه‌ای به‌طور تخمینی ۰/۲۸، ۰/۸۷۸ و ۰/۲۵۵ به ترتیب تحت روش CRS بودند، در حالی‌که تحت روش VRS به ترتیب به ۰/۶۱، ۰/۸۸۳ و ۰/۵۳۳ افزایش یافتند. Molaei & Sani (2017) در ارزیابی تأثیر آلاینده‌های محیط زیستی بر کارایی‌فنی گاوداری‌های شیری شهرستان سراب با استفاده از روش تحلیل مرزی تصادفی نشان دادند، میانگین کارایی فنی، ۹۵ درصد و میانگین کارایی محیط زیستی ۷۲ درصد است و همچنین جهت مقایسه‌ی آماری اختلاف بین متوسط کارایی فنی و محیط زیستی از آزمون کروسکال-والیس استفاده کرده‌اند و نتایج نشان داد، اختلاف معنی‌داری بین میانگین کارایی‌ها وجود دارد؛ و مطالعه‌ی Ganji *et al.*, (2018) تحت عنوان شناسایی عوامل مؤثر بر کارایی نهاده آب در تولید گندم استان البرز با تکیه بر رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها نشان می‌دهد، میانگین کارایی فنی در واحدهای مورد مطالعه در دو حالت بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب بالغ بر ۷۴ و ۷۸ درصد و میانگین کارایی آب مصرفی نیز در این دو حالت به ترتیب برابر ۸۸ و ۹۰ درصد است. یعنی بر اساس یافته‌های تحقیق به نظر می‌رسد که بازنگری اساسی در آموزش‌های ترویجی ارایه شده به کشاورزان و تغییر در شیوه‌های مدیریتی تعاونی‌های روستایی، نقش مهمی در بهبود کارایی مصرف آب در منطقه خواهد داشت. Iqbal (2016) . Khan *et*

مواد و روش‌ها

روش تحلیل پوششی داده‌ها و معرفی مدل‌های DEA

تلاش‌های اقتصادی انسان همواره معطوف بر آن بوده که حداکثر نتیجه ممکن را با کمترین امکانات و عوامل موجود به‌دست آورد، این تمایل را می‌توان دستیابی به کارایی و بهره‌وری بالاتر نامید (Eshraghi & Kazemi, 2014). روش‌های مختلفی برای تعیین و محاسبه کارایی وجود دارد که این روش‌ها به‌طور کلی بر دو دسته‌اند: ۱. روش‌های پارامتری و ۲. روش‌های غیرپارامتری. در روش‌های پارامتری، تابع مرزی به صورت فرم تابعی خاص مثل کاب- داگلاس، ترانسلوگ و غیره در نظر گرفته شده و توسط روش‌های اقتصادسنجی تخمین زده می‌شود. پیدایش روش ناپارامتری (تحلیل پوششی داده‌ها DEA[1]) به مطالعه Farell (1957) باز می‌گردد. بعد از فارل، محققان دیگری نیز از مدل برنامه‌ریزی خطی برای اندازه‌گیری کارایی استفاده کردند، اما به این تحقیقات توجه زیادی نشد تا این‌که در دهه هفتاد، در دو قاره از جهان (آمریکا و اروپا) به‌طور هم‌زمان اندازه‌گیری عملی کارایی بر حسب تعریف فارل به روش تحلیل مرزی تصادفی (SFA) و از طریق برنامه‌ریزی خطی (DEA) امکان‌پذیر شد (Emami Meibodi et al, 2015) با توجه به مقطعی بودن داده‌ها و از آنجا که تحلیل کارایی داده‌های مقطعی توسط روش برنامه‌ریزی خطی میسر است کارایی اقتصادی سیستم‌های آبیاری ذکر شده توسط روش DEA اندازه‌گیری و محاسبه شد.

Charnes et al. (1978) در سال ۱۹۷۸، روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) را برای محاسبه‌ی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه با چندین ورودی و خروجی ارائه کردند که به مدل CCR معروف شده است. Banker et al. (1984) در سال ۱۹۸۴ مدل BCC را ارایه دادند. این روش‌ها اساس روش‌های غیرپارامتری شدند و تحلیل پوششی داده‌ها نامیده شدند (Ebrahimi et al., 2015). روش DEA مشتمل بر حل برنامه‌ریزی خطی است که حل آن منجر به تشریح عددی تابع تولید مرزی خطی شکسته می‌شود. کارایی هر واحد از طریق مقایسه مقدار محصول و نهاده مورد استفاده بر روی تابع تولید مرزی محاسبه می‌شود. اگر تولید در جایی بر تابع تولید مرزی صورت گیرد در این صورت کارایی یک به آن نسبت داده می‌شود و اگر تولید زیر تابع تولید مرزی صورت گیرد کارایی آن کمتر از یک خواهد شد (Mehregan, 2013). کارایی از دو منظر نهاده‌گرا و ستانده‌گرا[2] ارزیابی می‌شود. بدین صورت که در رهیافت

1. Data Envelopment Analysis
1. Input and output orientation

نهاده‌گرا، مقادیر کارایی را می‌توان از طریق حداقل‌سازی استفاده از عوامل تولید در سطح معینی از محصول و در رهیافت ستانده‌گرا، با حداکثرسازی محصول در سطح معینی از عوامل تولید حاصل کرد (Dad et al., 2015). در این مطالعه از فرم مضربی نهاده‌گرا منتسب به چارنز، کوپر و رودز (CCR) به‌صورت روابط (۱) استفاده شد.

(۱)

$$\max \frac{\sum_{r=1}^{s} u_{rp} Y_{rp}}{\sum_{i=1}^{m} v_{ip} X_{ip}}$$

$$\max \sum_{r=1}^{s} u_{rp}\, Y_{rp} \qquad s.t \sum_{i=1}^{m} v_{ip} X_{ip} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_{rp} Y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_{ip} X_{ij} \le 0 \qquad u_r, v_i \ge 0$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود صورت کسر، مجموع وزنی ستاده‌ها و مخرج کسر مجموع وزنی نهاده‌ها می‌باشد. معمولاً برای محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده از جهت‌گیری نهاده‌گرا استفاده می‌گردد (Sepehr Doost & Yousefi, 2013).

مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)

الگوی CRS عبارت است از:

(۲)

$$\mathrm{Min}_{\theta,Y} \quad \theta$$

θ یک عدد است، λ بردار ۱ در N (مقدار ثابت)، X_i بردار ستونی نهاده‌ها برای بنگاه iام، Y_i بردار ستونی ستاده‌ها برای بنگاه iام، X ماتریس نهاده، Y ماتریس ستاده و N تعداد بنگاه‌ها را نشان می‌دهد. مقدار θ میزان کارایی فنی بنگاه iام را نشان می‌دهد که کمتر یا مساوی با یک می‌باشد. مقدار یک نمایانگر بنگاه با کارایی فنی کامل است. مسأله برنامه‌ریزی خطی فوق باید برای هر بنگاه N مرتبه در نمونه حل شود. نظر به این‌که در روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها ممکن است به دلیل قسمت موازی مرز کارایی با محورها با مشکل مواجه شود، به دلیل این‌که اگر یک بنگاه بعد از اصلاح کارایی روی قسمت موازی مرز کارا با محورها قرار گیرد، باز هم امکان کاهش نهاده‌ها بدون کاهش تولید (اگر تحلیل نهاده‌گرا باشد) وجود خواهد داشت که در اصطلاح مازاد نهاده‌ها[1] گفته می‌شود. تفسیر مشابهی نیز می‌توان برای تحلیل محصول نهاده‌گرا ارایه داد، ولی در این حالت با وجود کارایی باز هم می‌توان مقدار محصول را افزایش داد که در اصطلاح کمبود ستاده گفته می‌شود. مسأله مازاد نهاده برای بنگاه iام با در نظر گرفتن شرط $\theta_{X_i} - X\lambda = 0$ برطرف می‌شود و مقدار مازاد برابر با صفر خواهد شد. همچنین، کمبود محصول با در نظر گرفتن قید $Y\lambda - y_i = 0$ برطرف می‌گردد، این مفروضات در دستگاه (۲) تأمین شده‌اند و نیازی برای اصلاح مدل وجود ندارد (Cooper et al., 2011).

مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS[2])

فرض بازدهی ثابت به مقیاس، فقط زمانی منطقی به نظر می‌رسد که همه‌ی بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل کنند. مسایلی از قبیل عدم وجود رقابت کامل، محدودیت‌های مالی و غیره ممکن است باعث شود که بنگاه در مقیاس بهینه عمل نکند (Emami Meibodi et al., 2015). استفاده از این فرض زمانی‌که تمام بنگاه‌ها در مقیاس بهینه فعالیت نمی‌کنند، تحلیل اندازه‌های محاسبه شده برای کارایی فنی را دچار اختلال می‌کند. استفاده از بازده متغیر نسبت به مقیاس (مدل VRS) موجب می‌شود که با محاسبه‌ی کارایی فنی بر حسب اندازه‌های کارایی ناشی از مقیاس و کارایی ناشی از مدیریت، تحلیل بسیار دقیقی داده شود (Emami Meibodi, 2005). به همین دلیل بانکر، چارنز و کوپر مدل DEA با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس را به حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس بسط دادند (Emami Meibodi et al., 2015). بنابراین، برای جداسازی کارایی فنی از کارایی مقیاس، از اندازه‌گیری کارایی فنی خالص استفاده می‌شود. برای محاسبه کارایی فنی با توجه به بازده متغیر نسبت به مقیاس تنها لازم است محدودیت تحدب به معادله (۳) اضافه شود:

(۳)

$$\mathrm{Min}\ \theta,$$

اگر میان اندازه‌های کارایی فنی سیستم‌های آبیاری از دو روش CRS و VRS تفاوت وجود داشته باشد، نشانه‌ی این است که ناکارایی مقیاس وجود دارد و مقدار ناکارایی مقیاس اختلاف میان کارایی فنی حاصل از این

1. Input Slack

2. Variable Return to Scale

دو روش است (Lin & Tesng, 2005). مدل اخیر با قید بازده متغیر نسبت به مقیاس مشخص نمی‌کند که آیا بنگاه در ناحیه بازده صعودی یا نزولی نسبت به مقیاس فعالیت می‌کند. این مهم در عمل با مقایسه قید بازده غیرصعودی نسبت به مقیاس ($NI'\lambda \leq 1$) صورت می‌گیرد:

(۴)

$$\text{Min } \theta$$
$$-yi + Y\lambda \geq 0, \theta_{X_i} - X\lambda \geq 0, NI'\lambda \leq 1, \lambda \geq 0$$

به‌عبارت دیگر، ماهیت نوع بازده در عدم کارایی مقیاس برای یک بنگاه خاص با مقایسه قدار کارایی فنی در حالت بازده غیرصعودی نسبت به مقیاس، با مقدار کارایی فنی بازده متغیر نسبت به مقیاس، تعیین می‌شود، بدین صورت که اگر این دو با هم مساوی باشند آن‌گاه بنگاه مورد نظر با بازده نزولی نسبت به مقیاس مواجه می‌باشد در غیر این‌صورت شرط بازده صعودی نسبت به مقیاس برقرار است (Emami Meibodi, 2011).

اطلاعات قیمتی و کارایی تخصیصی

کارایی تخصیصی عبارت است از به‌کارگیری ترکیبی از عوامل تولیدی که حداقل هزینه را برای واحد تولیدی داشته باشد، به‌طوری‌که با توجه به سطح مشخص محصول، حداکثر سود به‌دست آید (Kumbhaker & Lovell, 2003). اگر اطلاعات مربوط به قیمت‌ها در دسترس باشد و هدف بنگاه حداقل‌سازی هزینه باشد، در این صورت اندازه‌گیری کارایی تخصیصی علاوه بر اندازه‌گیری کارایی فنی امکان‌پذیر است. برای این منظور، دو سری برنامه‌ریزی خطی، یکی برای اندازه‌گیری کارایی فنی و دیگری برای اندازه‌گیری کارایی هزینه مورد نیاز است. در مرحله اول با مدل DEA بر مبنای حداقل‌سازی عوامل تولید، کارایی فنی محاسبه شده و سپس، کارایی تخصیصی به صورت زیر محاسبه می‌شود (Emami Meibodi, 2005):

$$\text{Min } W_i', X_i^* - Yi + Y\lambda \geq \cdot,\ X_i^* - X\lambda \geq \cdot, NI'\lambda = 1,\ \lambda \geq \cdot$$

(۵)

در این‌جا W_i بردار قیمت‌های عوامل تولید و X_i^* که با حل مسئله برنامه‌ریزی فوق حاصل خواهد شد، بردار عوامل تولیدی است که باعث حداقل‌سازی هزینه بنگاه با همان هزینه قیمت W_i و سطح تولید Y_i خواهد شد.

در مرحله‌ی اول، کارایی اقتصادی (EE) برای هر بنگاه به‌صورت زیر به‌دست خواهد آمد:

(۶) کارایی هزینه (کارایی اقتصادی)$= EE = \frac{W_i X_i^*}{W_i X_i}$

کارایی اقتصادی از ترکیب دو کارایی فنی و تخصیصی به‌دست می‌آید. کارایی اقتصادی عبارت از توانایی واحد اقتصادی در به‌دست آوردن حداکثر سود ممکن با توجه به قیمت و میزان نهاده‌های مورد استفاده در جریان تولید می‌باشد (Jaam Nia, 2006). در واقع کارایی هزینه یا کارایی اقتصادی (EE) نسبت حداقل هزینه ممکن به هزینه‌ی موجود می‌باشد. در مرحله‌ی بعد، کارایی تخصیصی به صورت زیر به‌دست خواهد آمد: (Mehregan, .2013)

(۷) کارایی تخصیصی $=$ کارایی هزینه (کارایی اقتصادی) / کارایی فنی

تعیین حجم نمونه

با توجه به وسعت کم و همگن بودن سطوح تولیدی محصولات در منطقه، نمونه‌گیری به روش تصادفی ساده انجام گرفت. تعداد نمونه‌های لازم با توجه به انحراف معیار و واریانس متغیر کارایی اقتصادی و کاربرد روابط ۸ و ۹ تعیین شد (McClave et al, 2011):

(۸)

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2(\sigma)^2}{(SE)^2}$$

(۹)

$$SE = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}$$

با توجه به رابطه (۸)، n برابر ۲۳۰ نمونه تعیین شد. پس از تعیین حجم نمونه، پرسشنامه لازم طراحی و برای تکمیل نهایی در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور سال ۱۳۹۶ به منطقه مورد مطالعه مراجعه و در نهایت ۱۳۳ پرسشنامه از زارعین شهرستان دهگلان و ۱۱۰ پرسشنامه از شهرستان قروه جمع‌آوری گردید. پس از حذف پرسشنامه‌های ناقص ۲۳۰ پرسشنامه استفاده شده است. که از این تعداد در ۱۷۱ پرسشنامه دارای مزارع یونجه بوده و داده‌های آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. مابقی نمونه، فقط دارای کشت محصول سیب‌زمینی و فاقد یونجه بوده که در تحقیقات

دیگر بررسی شده است. محاسبه انواع کارایی با استفاده از نرم‌افزار DEAP و تحلیل داده‌های کیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

نتایج و بحث

مطابق نتایج به دست آمده حداکثر عمق چاه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه ۲۳۰ و حداقل ۷ متر بوده که نشان از دامنه بالای عمق است. حداکثر ساعت بهره‌برداری از هر چاه در هر ۶ روز ۱۴۴ ساعت و حداقل ۱۲ ساعت با میانگین ۱۲۰/۲۵ و انحراف معیار ۴۰/۸۳۲ ساعت است. حداکثر تعداد بهره‌برداران هر چاه ۱۳ و حداقل یک بهره‌بردار است (جدول ۱). توزیع فراوانی هزینه‌های مراحل مختلف نشان از تفاوت معنی‌داری در مزارع مختلف است. به طوری که بیشترین متوسط هزینه متعلق به مرحله کاشت با مبلغ ۱۵/۷۲ میلیون ریال و کمترین متوسط هزینه مربوط به مرحله آماده‌سازی زمین با مبلغ ۳/۷۲ میلیون ریال می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۱- ویژگی چاه‌های مزارع مورد بررسی

متغیر	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار
عمق چاه (متر)	۲۳۰	۷	۱۰۶/۲۳	۳۵/۴۱۷
حقابه (ساعت در هر ۶ روز)	۱۴۴	۱۲	۱۲۰/۲۵	۴۰/۸۳۲
تعداد بهره‌بردار از چاه (نفر)	۱۳	۱	۲/۳۵	۱/۶۷۷

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲- توزیع فراوانی هزینه‌های مربوط به مزارع مورد بررسی(در هکتار)(میلیون ریال)

متغیر	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار
هزینه آماده‌سازی	۲۸	۰/۱۱	۳/۷۲	۲/۹۲
هزینه کاشت	۱۲۲/۱۵	۰/۵۰	۱۵/۷۲	۱۵/۸۳
هزینه داشت	۵۲/۹۸	۱/۱۶	۱۰/۵۳	۷/۱۳
هزینه برداشت	۶۷/۹۲	۰/۴۷	۱۲/۱۳	۱۱/۰۶

منبع: یافته‌های تحقیق

از آن جا که بیشتر سیستم‌های آبیاری کلاسیک ثابت بود نتایج آن درجدولی اختصاصی (جدول ۳) نشان داده شد و نتایج سیستم‌های عقربه‌ای و خطی به دلیل تعداد محدود در جدولی دیگر (جدول ۴) نشان داده شده است. بر اساس نتایج متوسط سطح زیر کشت به شیوه کلاسیک ثابت بالغ بر ۵ هکتار با عملکرد ۱۴۹۳۵ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۷۰۹ مترمکعب آب مصرفی در هر هکتار است (جدول ۳). کل سطح زیر کشت تحت آبیاری عقربه‌ای ۱ و ۲ و خطی به ترتیب برابر ۱۰، ۱۳ و ۱۳ هکتار است. سیستم عقربه‌ای ۲ بیشترین عملکرد و مصرف آب را به خود اختصاص داده و کمترین عملکرد به سیستم عقربه‌ای ۱ تعلق دارد در حالی که کمترین آب را مصرف نکرده است (جدول ۴).

جدول ۳- متوسط سطح زیرکشت، عملکرد و میزان آب مصرفی در هکتار در سیستم آبیاری کلاسیک ثابت

متغیر / محصول	متوسط سطح زیرکشت (Ha)	عملکرد (Kg/ Ha)	آب مصرفی در هکتار (m3)
یونجه (کلاسیک ثابت)	۵	۱۴۹۳۵	۱۰۷۰۹

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۴- کل سطح زیر کشت، عملکرد و میزان آب مصرفی محصول اصلی در آبیاری عقربه‌ای و خطی

متغیر / محصول	کل سطح زیر کشت (Ha)	عملکرد (Kg/ Ha)	آب مصرفی در هکتار (m3)
یونجه (عقربه‌ای) ۱	۱۰	۱۳۰۰۰	۱۰۷۸۰
یونجه (عقربه‌ای) ۲	۱۳	۱۸۰۷۷	۱۲۳۴۵
یونجه (خطی)	۱۳	۱۶۰۰۰	۱۲۱۲۳

منبع: یافته‌های تحقیق

محاسبه انواع کارایی در سه روش آبیاری تحت فشارکلاسیک ثابت، عقربه‌ای و خطی

با استفاده از نهاده‌های مصرفی مزارع مورد بررسی در دشت قروه- دهگلان کارایی فنی، کارایی تخصیصی و کارایی اقتصادی در سه روش کلاسیک ثابت، عقربه‌ای و خطی محاسبه شد و نتایج آن در جدول (۵) ارائه شده است. مدل‌های مورد بررسی در روش تحلیل پوششی داده‌ها همگی نهاده محور هستند؛ چرا که هدف ارزیابی نهاده‌ها است. متغیرهای ورودی (نهاده‌ها) در مزارع مورد بررسی به ترتیب شامل: سطح زیرکشت بر حسب هکتار، مقدار بذر مصرفی بر حسب کیلوگرم، تعداد ساعات ماشین آلات بر حسب ساعت، تعداد نیروی کار بر حسب نفر- روز، کودهای شیمیایی بر حسب کیسه، کودهای حیوانی بر حسب کیلوگرم، سموم بر حسب لیتر و مقدار آب مصرفی بر حسب مترمکعب و متغیر خروجی (ستاده) نیز میزان تولید یونجه بر حسب کیلوگرم می‌باشد.

جدول ۵ میانگین انواع کارایی سیستم‌های آبیاری در مزارع یونجه در دو حالت بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس

سیستم	بازدهی نسبت به مقیاس	تعداد مزارع	فنی	تخصیصی	اقتصادی	مقیاس
کلاسیک	ثابت	۱۶۸	۰/۷۶	۰/۶۸	۰/۵۲	-
کلاسیک	متغیر	۱۶۸	۰/۸۴	۰/۷۱	۰/۶۰	۰/۹۰
عقربه‌ای	ثابت	۲	۱	۰/۵۸	۰/۵۸	-
عقربه‌ای	متغیر	۲	۱	۰/۷۳	۰/۷۳	۱
خطی	ثابت	۱	۱	۰/۷۱	۰/۷۱	-
خطی	متغیر	۱	۱	۰/۹۰	۰/۹۰	۱

منبع: یافته‌های تحقیق

کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی ۱۶۸ مزارع تحت کشت محصول یونجه، که از روش آبیاری کلاسیک ثابت استفاده می‌کنند، محاسبه شد. با توجه به جدول ۵، نتایج نشان می‌دهد، میانگین کارایی فنی مزارع با سیستم آبیاری کلاسیک ثابت تحت فرض بازده ثابت به مقیاس و بازده متغیر به مقیاس به‌ترتیب ۰/۷۶ و ۰/۸۴ است. به عبارت دیگر، با تکیه بر نتایج رویکرد DEA، ظرفیت ارتقای تولید و کارایی در این مزارع، بدون هیچ‌گونه افزایشی در هزینه‌ها و به کارگیری نهاده‌های بیشتر تحت فرض‌های CRS و VRS به‌ترتیب برابر ۰/۲۴ و ۰/۱۶ برآورد می‌شود. همان‌طور که گفته شد از آن‌جا که بین این دو کارایی تفاوت وجود دارد. بنابراین، عدم کارایی مقیاس وجود دارد؛ که مقدار آن بر اساس نتایج به دست آمده برای کارایی در حالت‌های CRS و VRS برابر با ۰/۹۰ می‌باشد. این مقدار نشان‌دهنده عدم فعالیت مزارع یونجه تحت پوشش سیستم آبیاری کلاسیک ثابت، در مقیاس مطلوب است. در رابطه با کارایی تخصیصی میانگین این کارایی ۰/۶۸ می‌باشد یعنی در ۶۸ درصد مزارع منابع تولیدی به صورت بهینه و کارا تخصیص یافته است. کارایی اقتصادی نیز در حالت بازدهی ثابت به مقیاس ۰/۵۲ برآورد شده است که نشان‌دهنده‌ی عملکرد کارای اقتصادی ۵۲ درصد مزارع است. در حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس، کارایی تخصیصی به میزان ۴ درصد نسبت به حالت

بازدهی ثابت افزایش یافته و این افزایش، در کارایی فنی به میزان ۱۱ درصد بوده و چون نسبت این افزایش در کارایی فنی بیشتر بوده، کارایی فنی نقش مؤثرتری در افزایش کارایی اقتصادی از ۰/۵۲ در حالت بازدهی ثابت نسبت به ۰/۶۰ در حالت بازدهی متغیر داشته است. از طرف دیگر در مزارع تحت پوشش سیستم آبیاری عقربه‌ای کارایی فنی در حالت بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس برابر یک می‌باشد که کارایی فنی ۱۰۰ درصد را بیان می‌کند و این نشان‌دهنده‌ی توانایی مزارع در به‌دست آوردن حداکثر محصول از مقدار مشخص عوامل تولید می‌باشد. اما کارایی تخصیصی در حالت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس ۰/۵۸ و در حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس به ۰/۷۳ صعود می‌کند؛ این افزایش، در کارایی اقتصادی هم دیده می‌شود. به‌طوری‌که میزان کارایی اقتصادی در حالت بازدهی ثابت ۰/۵۸ و در حالت بازدهی متغیر ۰/۷۳ می‌باشد. افزایش ۲۶ درصدی کارایی تخصیصی نقش تعیین کننده‌ای در افزایش کارایی اقتصادی داشته است. سیستم آبیاری عقربه‌ای با کاهش در هزینه‌ها (اعم از هزینه تعمیر و نگهداری سیستم آبیاری، هزینه نیروی کار آبیاری) و افزایش عملکرد باعث افزایش کارایی اقتصادی مزارع یونجه شده است. همچنین نتایج بیانگر آن است که در مزرعه یونجه تحت پوشش سیستم خطی، کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس به ترتیب برابر ۱، ۰/۷۱ و ۰/۷۱ و در حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب برابر ۱، ۰/۹۰ و ۰/۹۰ می‌باشد. ملاحظه می‌شود که همانند سیستم عقربه‌ای با توجه به کارایی فنی بازدهی نسبت به مقیاس ثابت بوده و عدم کارایی مقیاس وجود ندارد، همان‌طور که گفته شد این مسئله نشان‌دهنده‌ی این است که مزرعه مورد نظر در مقیاس بهینه عمل می‌کند و در ارتباط با کارایی تخصیصی در حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس نسبت به بازدهی ثابت نسبت به مقیاس شاهد افزایش کارایی از ۰/۷۱ به ۰/۹۰ می‌باشیم. کارایی اقتصادی نیز از ۰/۷۱ به ۰/۹۰ ارتقا یافته و این افزایش همانند قبل تحت تأثیر افزایش کارایی تخصیصی بوده است.

طبق فرضیه اول کارایی اقتصادی سیستم‌های آبیاری کلاسیک ثابت بیشتر از سیستم‌های عقربه‌ای است. با توجه به نتایج حاصل از بررسی سیستم‌های آبیاری کلاسیک ثابت، عقربه‌ای و خطی که در جدول (۵) نشان داده شده است، در مزارع یونجه تحت پوشش سیستم‌های آبیاری تحت فشار کلاسیک ثابت، عقربه‌ای و خطی در هر دو حالت بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس، کارایی اقتصادی سیستم آبیاری عقربه‌ای بیشتر از سیستم کلاسیک ثابت است. Najmi et al., (2015) نیز نتیجه‌گیری این پژوهش را به این‌گونه تصدیق می‌کنند که در میان مزارع با سیستم‌های آبیاری بارانی ویل‌موو و عقربه‌ای ۵۷ درصد آن‌ها کارایی اقتصادی کامل داشته و در مزارع با سیستم‌های بارانی کلاسیک ثابت نیز فقط ۲۷ درصد آن‌ها کارایی اقتصادی کامل داشته‌اند. بنابراین فرضیه اول رد می‌شود. همچنین بر اساس فرضیه دوم کارایی اقتصادی سیستم‌های آبیاری کلاسیک ثابت بیشتر از سیستم خطی است. بنابر نتایج حاصل شده از محاسبه کارایی اقتصادی سیستم‌های آبیاری کلاسیک ثابت و خطی (جدول ۵)، کارایی اقتصادی سیستم آبیاری خطی در زراعت یونجه، در دو حالت بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب برابر ۰/۷۱ و ۰/۹ می‌باشد که در مقایسه با کارایی اقتصادی سیستم آبیاری کلاسیک ثابت در دو حالت مذکور، که به ترتیب برابر با ۰/۵۲ و ۰/۶۰ می‌باشد، بیشتر است. بنابراین، با توجه به نتایج به‌دست آمده فرضیه دوم نیز رد می‌شود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

از آن جا که نتایج تحقیق حاکی از کارایی اقتصادی بالای سیستم‌های آبیاری عقربه‌ای و خطی می‌باشد، تشویق بهره‌برداران و اعطای وام‌های بلاعوض جهت ساخت شبکه‌های آبیاری تحت فشار، مانند سیستم عقربه‌ای و خطی در کشت یونجه برای افزایش عملکرد در واحد سطح.

نظر به نامسطح بودن بیشتر زمین‌های منطقه مورد مطالعه، ایجاد راهکارهایی در جهت تسطیح اراضی زمین‌های کشاورزی برای اجرای پروژه‌های سیستم‌های آبیاری عقربه‌ای و خطی.

از آن جا که بادخیز بودن منطقه منجر به هدر رفت آب از طریق سیستم آبیاری کلاسیک ثابت می‌گردد، پیشنهاد می‌شود، این سیستم‌ها به سیستم‌های آبیاری عقربه‌ای و خطی تغییر پیدا کنند چرا که با این تغییر می‌توان راندمان آبیاری را تا حدودی بالا برد. همچنین، در سیستم‌های آبیاری عقربه‌ای و خطی به دلیل ارتفاع پایین آبپاش‌ها، تعداد بیشتر آبپاش‌ها و پایین بودن سرعت پاشش آب، وزش باد تأثیر چندانی در پاشش آب و در نتیجه هدر رفت آب نخواهد داشت. و از آن جا که این سیستم‌ها نیاز کمتر به کارگر آبیاری دارند باعث کاهش هزینه‌های آبیاری و صرفه‌جویی در زمان نیز می‌شود.

یکی از مشکلات فراروی پژوهش حاضر دسترسی به داده بوده و به همین دلیل پیشنهاد می‌گردد با ایجاد پایگاه اطلاعاتی قوی در ارتباط با داده‌های کشاورزی گام مناسب برای پژوهش‌های آتی برداشته شود.

REFERENCES

1. Asravor, J., Onumah, E. E. & Osei-Asare, Y. B. (2016). Efficiency of chili pepper production in the Volta region of Ghana. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 8 (6), 99-110.
2. 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.
3. Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of Operational Research*, 2 (6), 429-444.
4. Cooper, W. W., Seiford, L. M. & Zhu, J. (2011). *Data envelopment analysis: History, models, and interpretations. In handbook on data envelopment analysis*. pp. 1-39. Springer US.
5. Dad, S., Gorbani, R., Darijani, A., Yulaghi, S., & Yahyaee, M. (2015). Technical Efficiency and Factors Effecting using DEA approach (A Case beach seine Cooperative Companies in Golestan Province). *Journal of Iranian Natural Resources*. 68(4), 495-504. (In Farsi)
6. Ebrahimi, B., Rahmani, M., & Khakzar Bafroie, M. (2015). New Model of Data Envelopment Analysis for Determining the Most Efficient Decision-making Unit Considering the Imprecise Data. *Industrial Engineering Journal*, 49(2), 139-148. (In Farsi)
7. Emami Meibodi, A. (2005), *Efficiency and productivity measurement*, (2th ed.). Publications Institute of Business Studies and Research. 290P. (In Farsi)
8. Emami Meibodi, A. (2011), *The Economic Foundation of Efficiency and Productivity Measurement*, (1th ed.). Allameh Tabataba'i University. 327P. (In Farsi)
9. Emami Meibodi, A., Mohammadi, T., & Behrooz, A. (2015). Efficiency measurement and Productivity in Iran's Gas Refineries. *Economic Quarterly*, 9(30), 61-82. (In Farsi)
10. Eshraghi, F., & Kazemi, F. (2014). Evaluating economic and technical efficiency of dairy farms in Gorgan County. *Journal of Ruminant Research*, 2(1), 195-211. (In Farsi)
11. Farell, M. J., (1957). The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, series A, Part III, 90-253.
12. Ganji, N., Yazdani, S., & Saleh, E. (2018). Identification of Factors Affecting the Efficiency of Water Intake in Wheat Production in Alborz Province (Data Envelopment Analysis Approach). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2-49(1), 13-22. (In Farsi)
13. Gholami, Z., Ebrahimian, H., & Noory, H. (2015). Investigation of Irrigation Water Productivity in Sprinkler and Surface Irrigation Systems (Case study: Qazvin plain). *Irrigation Science and Engineering*, 39(3), 135-146. (In Farsi)
14. Iqbal Khan, T. M., Yaseen, R. M. & Ali, Q. (2016). An analysis of production efficiency in reverse osmosis drinking water plants in Faisalabad, Punjab: A DEA approach. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 6 (11), 73-80.
15. Jaam Nia, A. (2006). Determining the Economic Efficiency of Fishing Units in Chabahar. MS Dissertation, Agriculture Department, University of Zabol, Iran. (In Farsi)
16. Lin, L. C. & Tseng, L. A. (2005). Application of DEA and SFA on the measurement of operating efficiencies for 27 international container ports. *In Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5: 592-607.
17. McClave, J. T., George Benson, P. & T.Sincich, T. (2011). *Statistics for business and economics*. (11th, ed.) Prentice Hall, 166P.

18. Mehregan, M. (2013). *Data Envelopment Analysis (Quantitative Models in Organizational Performance Evaluation)*, (2th ed.). Tehran University Press, 160P. (In Farsi)
19. Mohamed Nadhar Khan, S. A. B., Baten, MD.A. and Ramil, R. (2016). Technical, allocative, cost, profit and scale efficiencies in kedah, Malysia rice production: A data envelopment analysis. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 11 (2), 322-335.
20. Molaei, M., & Sani, F. (2017). Assessment of the impact of environmental pollutants on the technical efficiency of dairy farms in Sarab city by randomized border analysis. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2-48(1), 35-42. (In Farsi)
21. Najmi, M., Barghani Farahani, M., Moghadasi, J., & Khosrobagi Barchelouie, R. (2015). *Assessment of Economic Efficiency of Sprinkler Irrigation Systems using DEA Method*. First Scientific Congress of Development and Promotion of Agricultural Science, Iran's Natural Resources and Environment, Tehran, Iran. (In Farsi)
22. Ouhedi, N., Akbari, A., & Shahraki, J. (2015). Application of data envelopment analysis to determine the efficiency of pistachio producers in Sirjan. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 46(1), 51-60. (In Farsi)
23. Sarafrazi, A. (2017). Fourth Conference on Nanotechnology in Agriculture. Retrieved May 3, 2020, from http://www.ayaronline.ir/Iran.html.
24. Salami, H., & Mohammadi Nejad, A. (2002). Determining the Economic Value of Agricultural Water Using Flexible Production Function (A case study in Saveh Plain). *Science and Technology of Agriculture*, 16(2), 85-97. (In Farsi)
25. Sepehr Doost, H., & Yousefi, H. (2013). Economic Efficiency Assessment in Agricultural Production Cooperatives Using Random Boundary Function Method and Data Envelopment Analysis. *Economic and Regional Development Magazine*, 20(5), 189-206. (In Farsi)
26. Shahrestani, H. (2014). Organizing and Management of Optimum Use of Water in Agriculture. *Quarterly of Agricultural Engineering and Natural Resource Engineering*, 12(45), 37-41. (In Farsi)
27. Usman, M., Ashraf, W., Jamil, I., Mansoor, M. A., Ali, Q. and Waseem, M. (2016). Efficiency analysis of wheat farmers of district Layyah of Pakistan. *American Journal of Experimental Agriculture*, 11 (2), 1-11.
28. Valizade, N. (2003). *Development process and irrigation prospect in Iran*, (1th Ed.). Iran's National Irrigation and Drainage Committee Publication, 117P. (In Farsi)