

(OPEN ACCESS)

Investigating the impact of farm management on the operating factors and efficiency of dual-purpose rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) breeding ponds in the western region of Isfahan province

Mohammad Mehdi Rezai^{*1}, Mohammad Reza Imanpour², Roghieh Safari³, Farshid Eshraghi⁴

1. Corresponding Author, Ph.D. Student of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: m.rezai.1979@gmail.com
2. Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: imanpour@yahoo.com
3. Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: fisheriessafari@yahoo.com
4. Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: f_eshraghi@yahoo.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 05.06.2023

Revised: 06.11.2023

Accepted: 06.20.2023

Keywords:

Efficiency,
Isfahan province,
Management,
Operating factors,
Rainbow trout

ABSTRACT

Background and Objectives: This study aimed to measure the effect of farm management on the production efficiency of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmers in dual-purpose agricultural ponds in the west region of Isfahan province and determines its indicators.

Materials and Methods: In this study, 30 farms were randomly selected from the cities of Khansar, Golpayegan and Faridan, and the necessary documents regarding consumption inputs and actual production were prepared by completing a questionnaire. In this study, in order to investigate the technical efficiency in fish farming units, the data coverage approach was used based on the product-oriented model with variable efficiency relative to the scale. After estimating the level of management, the regression of this index was estimated with the level of efficiency and operating factors of the farms under investigation.

Results: The average efficiency of fish farming systems was obtained by using data coverage analysis as 0.95 ± 0.08 . The difference in average technical efficiency of three cities was not significant ($P < 0.05$). In terms of consumption of inputs, the results showed that most of the inputs were consumed in a balanced manner, except for electricity, and 8 farms consumed more than the required amount of electricity. The results of the regression analysis of the management score and operating factors showed that out of six operating factors, the relationship of two factors, the amount of energy consumed per kilogram of fish production and the amount of profit from the production of each ton of fish, was significant at the level of 1% with the management score. Also, the regression of the amount of management and other important rearing inputs with the amount of technical efficiency obtained was significant ($P < 0.01$) and the two factors of the amount of management and pool structure had

a significant relationship with efficiency at the level of 1%. Therefore, modern structure and aquaculture management have the greatest impact on farm efficiency.

Cite this article: Rezai, Mohammad Mehdi, Imanpour, Mohammad Reza, Safari, Roghieh, Eshraghi, Farshid. 2025. Investigating the impact of farm management on the operating factors and efficiency of dual-purpose rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) breeding ponds in the western region of Isfahan province. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 14 (2), 183-213.



© The Author(s).

Doi: 10.22069/japu.2023.21332.1777

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی تأثیر مدیریت مزارع بر فاکتورهای عملکردی و کارایی استخرهای دومنظوره پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در منطقه غرب استان اصفهان

محمد مهدی رضایی^{۱*}، محمدرضا ایمانپور^۲، رقیه صفری^۳، فرشید اشراقی^۴

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری شیلات، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: m.rezai.1979@gmail.com
۲. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: imanpour@yahoo.com
۳. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: fisheriessafari@yahoo.com
۴. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: f_eshraghi@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: این مطالعه با هدف سنجش اثر مدیریت مزرعه بر کارایی تولید بهره‌برداران ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) در استخرهای دومنظوره کشاورزی غرب استان اصفهان و تعیین شاخص‌های آن صورت گرفت.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۶ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۳۰	مواد و روش‌ها: در این مطالعه از شهرستان‌های خوانسار، گلپایگان و فریدن ۳۰ مزرعه به‌صورت طبقه‌ای- تصادفی انتخاب شد و با مراجعه حضوری مستندات لازم درخصوص نهاده‌های مصرفی و تولید واقعی از طریق تکمیل پرسش‌نامه تهیه شد. در این مطالعه به‌منظور بررسی کارایی فنی در واحدهای پرورش ماهی، از رهیافت پوششی داده‌ها بر مبنای مدل محصول‌گرا با بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده شد. پس از برآورد سطح مدیریت، رگرسیون این شاخص با میزان کارایی و فاکتورهای عملکردی مزارع تحت بررسی برآورد گردید.
واژه‌های کلیدی: استان اصفهان، فاکتورهای عملکردی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کارایی، مدیریت	یافته‌ها: بر طبق نتایج به‌دست آمده، متوسط کارایی سیستم‌های پرورش ماهی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها 0.08 ± 0.95 به‌دست آمد. تفاوت میانگین کارایی فنی سه شهرستان معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). از نظر مصرف نهاده‌ها، نتایج نشان داد اکثر نهاده‌ها به‌جز برق مصرفی به‌صورت متعادل مصرف شده‌اند و ۸ مزرعه بیش‌تر از میزان مورد نیاز مصرف برق داشته‌اند.

نتایج بررسی ارتباط رگرسیونی نمره مدیریت و فاکتورهای عملکردی نشان داد که از شش فاکتور عملکردی، ارتباط دو فاکتور میزان انرژی مصرفی به‌ازای تولید هر کیلوگرم ماهی و میزان سود حاصل از تولید هر تن ماهی، در سطح یک درصد با نمره مدیریت معنی‌دار بود. همچنین رگرسیون میزان مدیریت و سایر نهاده‌های مهم پرورش با میزان کارایی فنی به‌دست آمده معنی‌دار بود ($P < 0/01$) و دو فاکتور میزان مدیریت و ساختار استخر در سطح یک درصد ارتباط معنی‌داری با کارایی داشتند. بنابراین سازه نوین و مدیریت آبی‌پرور بر کارایی مزارع بیش‌ترین تأثیر را دارند.

استناد: رضایی، محمدمهدی، ایمانی‌پور، محمدرضا، صفری، رقیه، اشراقی، فرشید (۱۴۰۴). بررسی تأثیر مدیریت مزارع بر فاکتورهای عملکردی و کارایی استخرهای دومنظوره پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در منطقه غرب استان اصفهان. نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۱۴ (۲)، ۲۱۳-۱۸۳.

Doi: 10.22069/japu.2023.21332.1777



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت مجموعه‌های تولیدی، مدیریت صحیح و نظم در انجام کار می‌باشد (۱) و مدیریت صحیح در تمام سطوح یک سازمان، مهم‌ترین عامل افزایش بهره‌وری و برتری بر رقبای به حساب می‌آید (۲). هم‌چنین بررسی عوامل مؤثر بر تولید و کارایی مزارع کشاورزی با توجه به بهره‌وری پائین این مزارع در ایران که دارای بارندگی متوسط سالیانه کم‌تر از یک‌سوم میانگین جهانی می‌باشد، بسیار مهم است (۳) و با توجه به این‌که کشاورز در نقش مدیر تولید بدون آشنایی و پذیرش شیوه‌های نوین و بدون برخورداری از یک مدیریت منطقی نمی‌تواند با موفقیت به فعالیت اقتصادی بپردازد (۴)، بررسی تأثیر سطح مدیریت مزارع بر شاخص‌های مرتبط با تولید می‌تواند به تصمیم‌گیری صحیح جهت رفع موانع تولید کمک نماید (۵). مطالعات کارایی به کشاورها کمک می‌کند تا میزان بهره‌وری را با بهبود کارایی با استفاده از منابع و فناوری موجود، افزایش دهند (۶).

در اغلب مناطق مستعد کشاورزی کشور، احداث استخر ذخیره آب ضروری می‌باشد تا بتوان در هنگام شب آب خروجی از چاه را ذخیره و در هنگام روز با دبی دو یا سه برابر زمین‌های کشاورزی را آبیاری نمود که بسیاری از کشاورزان این استخرها را به‌صورتی می‌سازند که بتوان به راحتی در آن‌ها ماهی نیز پرورش داد که به این استخرهای ذخیره آب، استخرهای دومنظوره گفته می‌شود (۷). پرورش ماهی در کنار کار کشاورزی یکی از روش‌های استفاده بهینه از منابع آبی است که ضمن اشتغال‌زایی و کمک به اقتصاد خانوار کشاورز موجب غنی‌سازی آب کشاورزی و افزایش محصولات زراعی و باغی خواهد شد (۸) که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به دلایل مختلف

به‌عنوان یکی از مستعدترین گونه‌های پرورشی در این نوع استخرها به حساب می‌آید (۹). جهت مشخص نمودن عملکرد یک مزرعه پرورش ماهی، باید برخی فاکتورها را که با عنوان فاکتورهای عملکردی شناخته می‌شوند، بررسی نمود (۱۰) که مهم‌ترین این فاکتورها در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) شامل تولید در واحد سطح، تولید به‌ازای هر لیتر آب ورودی، میزان سود به‌ازای هر تن تولید، مصرف انرژی به‌ازای هر کیلو ماهی تولید شده، تعداد تلفات (قطعه) و ضریب تبدیل غذا می‌باشند که برآورد آن‌ها در تعیین میزان موفقیت یک مزرعه بسیار مهم است (۳).

تاکنون پژوهش‌های متعددی با هدف بررسی عوامل مؤثر بر تولید ماهیان پرورشی در استان‌های مختلف کشور انجام شده است. خوش‌اخلاق و کیانی (۲۰۰۰) در بررسی عوامل مؤثر بر تولید ماهیان سردابی استان چهارمحال و بختیاری دبی آب و درجه حرارت را مهم‌ترین عوامل در پرورش تعیین نمودند (۱۱). عابدی و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی کارایی واحدهای انفرادی پرورش ماهی قزل‌آلا در استان فارس، میانگین کارایی فنی این مزارع را ۰/۹۳۷ برآورد کردند و مهم‌ترین عامل ایجاد تفاوت میان واحدها را ضریب تبدیل خوراک مصرفی عنوان نمودند (۱۲). کلائی (۲۰۱۴) در بررسی کارایی و بهره‌وری مزارع منطقه آب اسک مازندران و شناسایی مشکلات و تنگناهای موجود در زمینه افزایش تولید این واحدها به این نتیجه رسید که علی‌رغم وجود پتانسیل‌های بسیار و شرایط مطلوب منطقه برای تولید ماهی قزل‌آلا، شاخص‌های بهره‌وری در تولید این محصول در منطقه مذکور در سطح مطلوبی قرار ندارد و عدم مدیریت بهداشتی، ورود فاضلاب‌ها به رودخانه، تخریب بستر، بچه‌ماهی آلوده و کیفیت آب و غذای مصرفی باعث تضعیف تولید گردیده است (۹).

شیری و همکاران (۲۰۱۸)، عوامل مؤثر بر موفقیت و توسعه صنعت پرورش ماهیان سردابی از دیدگاه پرورش‌دهندگان قزل‌آلا در استان فارس را ناشی از مساعد بودن کیفیت آب، تناسب اقلیم منطقه، مدیریت بهداشتی مزرعه و عوامل اقتصادی مانند قیمت مناسب و پوشش بیمه‌ای محصول دانسته‌اند (۱۳). علاوه بر مطالعات داخلی، پژوهش‌های مختلفی نیز در زمینه تأثیر شیوه‌های مختلف مدیریت بر تولید ماهیان پرورشی در نقاط مختلف جهان انجام شده است. به‌عنوان مثال، قبریت (۲۰۰۴) میزان کاربرد شیوه‌های مدیریتی و ارتباط بین شیوه‌های مدیریتی و بهره‌وری کل عوامل تولید در شرکت‌های خصوصی صنعت شیلات اریتره را بررسی نمود و به این نتیجه رسید که شرکت‌های صنعت شیلات اریتره به‌دلیل سطح پایین شیوه‌های مدیریتی، بهره‌وری پایینی دارند (۲). وزل و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر شیوه‌های مدیریتی مختلف بر عملکرد پرورش ماهی و وضعیت کارایی استخرهای پرورش ماهیان گرمابی منطقه دومبس^۱ فرانسه را از طریق مصاحبه با صاحبان استخرها بررسی نمودند (۱۴). نتایج ایشان نشان داد که ترکیب شیوه‌های مدیریت تغذیه (استفاده از مکمل‌های غذایی) و غنی‌سازی آب، به‌طور قابل‌توجهی باعث افزایش فاکتورهای عملکردی و کارایی مزارع می‌شود و کم‌ترین بازده در مزارعی مشاهده شد که هیچ روش مدیریتی اعمال نشده بود. آچه و رل (۲۰۱۳) در بررسی بهره‌وری و کارایی و عوامل ناکارآمدی صنعت پرورش ماهی قزل‌آلا در نروژ، منابع ناکارآمدی را شوک‌های موقت و عواملی که منجر به تفاوت‌های دائمی کارایی می‌شود، معرفی نمودند (۱۵). اوگونمفوم و آچیک (۲۰۱۷) در بررسی کارایی فنی و پتانسیل‌های پرورش ماهی در ایالت لاگوس نیجریه، کارایی فنی را ۰/۸۸ برآورد نمودند و عواملی مانند ناتوانی در ایجاد

ارزش افزوده، پتانسیل‌های کم پرورش ماهی در ایالت لاگوس، کمبود دانش فنی پرورش‌دهندگان ماهی و هزینه بالای نهاده‌ها را مهم‌ترین عوامل محدودکننده کارایی شناسایی نمودند (۱۶). اولواتایو و آدجی (۲۰۱۹) کارایی فنی میان تولیدکنندگان گربه‌ماهی با سازه‌های مختلف در ایالت لاگوس نیجریه را مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که کارآمدترین و سودآورترین طرح‌ها در میان سه سازه خاکی، کشت قفس و مخزن پلاستیکی، حوضچه‌های خاکی است که به‌دلیل مقرون به صرفه بودن آن از نظر طراحی و مدیریت و همچنین تأثیر محدود آن بر محیط است (۶). استان اصفهان یکی از استان‌های پیشرو در زمینه صنعت آبزی‌پروری در استان‌های غیر ساحلی بوده است و در استفاده از استخرهای دومنظوره کشاورزی برای پرورش ماهی رتبه اول کشوری را به خود اختصاص داده است (۱۷) بنابراین بررسی راهکارهای بهبود شرایط تولید در این استان بسیار ضروری است. با توجه به این موضوع، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سطح کیفی مدیریت مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر فاکتورهای عملکردی و کارایی مزارع مذکور در منطقه غربی استان اصفهان که به‌عنوان مهم‌ترین ناحیه این استان در پرورش ماهی در استخرهای دومنظوره (۱۷) می‌باشد، به اجرا درآمد.

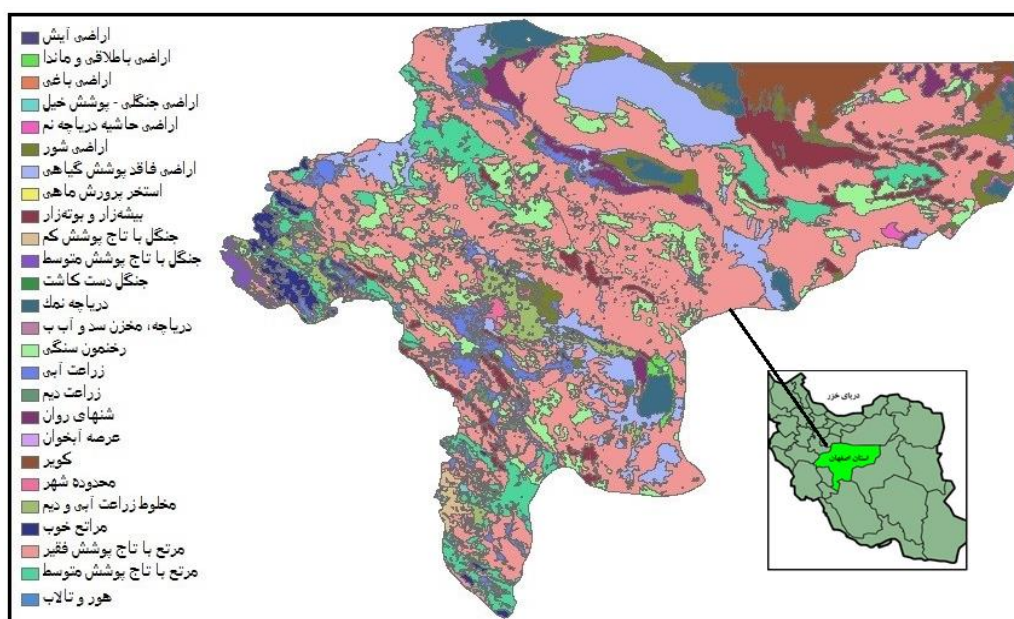
مواد و روش‌ها

جامعه آماری در این پژوهش، پرورش‌دهندگان ماهیان سردابی سه شهرستان غربی استان شامل خوانسار، گلپایگان و فریدن که غالب ظرفیت تولیدی آن‌ها در قالب استخرهای دومنظوره کشاورزی می‌باشد، بود و با توجه به هم‌زمانی پرورش ماهی در سیستم‌های دومنظوره با فصول زراعی، جمع‌آوری اطلاعات میدانی پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ صورت گرفت.

1- Dombes

می‌داده است و در زمینه آبیان نیز با تولید ۱۰۴۰ تن ماهیان گرمابی، ۸۴۴۳ تن ماهیان سردابی و ۷۴۸ تن حاصل از پرورش در منابع آبی در مجموع ۱۰۲۳۲ تن تولید می‌نموده که رتبه دهم کشور را در این زمینه دارد (۱۷). در شکل ۱ کاربری اراضی استان و پراکنش استخرهای پرورش ماهی مشاهده می‌شود.

استان اصفهان از استان‌های مرکزی ایران می‌باشد که مهم‌ترین شهرهای آن شامل اصفهان، کاشان، نجف‌آباد، خمینی‌شهر و گلپایگان هستند. این استان در سال ۱۳۹۹ در بخش کشاورزی با داشتن حدود ۵۶۸ هزار هکتار اراضی کشاورزی، ۵۴۹۵۶۰ تن محصولات کشاورزی و ۱۸۷۷۷۰۰ تن محصولات دامی حدود ۵ درصد از تولیدات کشاورزی کشور را تشکیل



شکل ۱- نقشه کاربری اراضی استان اصفهان و پراکنش استخرهای پرورش ماهی در استان که بیش‌تر مزارع پرورش ماهی استان در نقاط غربی و جنوبی استان شامل شهرستان‌های اصفهان، سمیرم، گلپایگان و فریدونشهر قرار گرفته‌اند که استخرهای پرورش ماهی مناطق سمیرم و فریدونشهر غالباً منفرد و اصفهان و گلپایگان دومنظوره^۱ هستند.

Figure 1. Land use map of Isfahan province and the distribution of fish farming ponds in this province. Most of the fish farming farms in the province are located in the western and southern regions of the province, including the cities of Isfahan, Semirom, Golpayegan, and Fereydounshahr. The fish farming centers in Semirom and Fereydounshahr are mostly single-purpose, while Isfahan and Golpayegan are dual-purpose.

انتخاب طبقه‌ای- تصادفی نمونه‌ها این است که براساس فرضیات پژوهش، نوع استخر پرورش و تجهیزات آن می‌تواند تأثیر زیادی بر کارایی مزارع داشته باشد. بنابراین همه واحدهای پرورشی موجود بر اساس آمار مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان‌ها به سه طبقه ضعیف، متوسط و قوی تقسیم‌بندی گردیدند و از هر طبقه ۱۰ واحد به صورت تصادفی انتخاب شد. با مراجعه به مزارع انتخاب شده و تهیه مستندات

جهت برداشت میدانی داده‌های این مطالعه، از مجموع واحدهای پرورش ماهی فعال در منطقه، ۳۰ مزرعه به صورت طبقه‌ای- تصادفی انتخاب شد. علت

۱- استخرهای منفرد انحصاراً برای پرورش ماهی ساخته می‌شوند و معمولاً از آب رودخانه و چشمه تغذیه می‌شوند ولی استخرهای دومنظوره در کنار کار کشاورزی احداث شده و از آبی که کاشت محصولات مختلف در فصل کشاورزی استفاده می‌شود، تغذیه می‌شوند و به همین دلیل به آن‌ها دومنظوره می‌گویند.

لازم، اطلاعات مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه تهیه شد. که در تهیه پرسشنامه پس از تعیین سوالات پرسشنامه اولیه، در گام بعد روایی آن به روش بررسی توسط متخصصین، مورد بررسی قرار گرفت. سوالات شامل داده‌هایی در رابطه با مصرف نهاده‌ها برای یک دوره پرورش ماهی به‌ویژه ۶ نهاده میزان آب ورودی، تعداد کارگر، تعداد بچه‌ماهی رهاسازی شده، مقدار خوراک مصرفی، میزان مصرف برق و کل هزینه که در محاسبه کارایی استفاده شدند بود (۱۸). در این مطالعه به‌منظور بررسی کارایی در واحدهای پرورش ماهی از رهیافت پوششی داده‌ها بر مبنای مدل محصول‌گرا با بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده شد (۱۹).

کارایی فنی حداکثر تولید ممکن از مقدار معینی نهاده را مشخص می‌سازد (۲۰). برای تعیین کارایی می‌توان از روش‌های شاخص‌های کارایی، تابع تولید، تابع تولید مرزی، برنامه‌ریزی ریاضی و روش سود استفاده نمود (۲۱). از میان روش‌های مذکور، تاکنون روش تابع تولید مرزی بیش‌تر مورد استفاده بوده است اما در حال حاضر استفاده از روش‌های مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی بیش‌تر در حال گسترش است و در این مطالعه نیز از روش تحلیل فراگیر داده‌ها که یک روش مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است استفاده شد (۹).

روش تحلیل فراگیر داده‌ها^۱ DEA برای اندازه‌گیری کارایی: به‌منظور ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی فنی واحدهای تولیدی روش‌های مختلفی وجود دارد که به دو گروه روش‌های پارامتری و غیرپارامتری تقسیم می‌شوند (۲۲). در روش‌های پارامتری با استفاده از روش‌های مختلف آماری و اقتصادسنجی، تابع تولید مشخصی تخمین زده می‌شود. سپس با به‌کارگیری این تابع، نسبت به تعیین

کارایی اقدام می‌گردد (۲۳). گروه دوم روش‌های غیرپارامتری هستند. مهم‌ترین ویژگی روش‌های غیرپارامتری این است که نیاز به توزیع یا شکل خاص تابع ریاضی ندارند (۲۴). تحلیل پوششی داده‌ها یا DEA نوعی مدل برنامه‌ریزی خطی است که کارایی نسبی گروهی از واحدهای تصمیم‌گیری یا DMU را اندازه‌گیری می‌کند به عبارت دیگر DEA یک تکنیک برنامه‌ریزی کمی جهت اندازه‌گیری عملکرد نسبی واحدهای سازمانی می‌باشد که چون دارای نهاده و ستانده‌های مختلف هستند، در مقایسه و سنجش کارایی مشکل دارند. در روش DEA نیاز به هیچ‌گونه فرض یا شکل ریاضی خاص نمی‌باشد، یعنی نیازی به شناخت تابع تولید نیست. همچنین در اختیار داشتن قیمت عوامل تولید نیز ضرورت ندارد (۲۵). تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA) یک تکنیک ناپارامتریک با فرض نامعین بودن تابع تولید است و مشتمل بر حل یک مسأله برنامه‌ریزی خطی LP^۳ است که حل آن منجر به تشریح عددی تابع تولید مرزی خطی شکسته می‌شود (۹). کارایی هر واحد به‌وسیله مقایسه مقدار محصول و نهاده مورد استفاده بر روی تابع تولید مرزی (بهترین مشاهده ممکن) محاسبه می‌شود. اگر تولید در جایی بر روی 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 (۲۶). در بررسی کارایی سیستم‌های پرورش ماهی نیز استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) رایج است (۲۷).

الگوی ریاضی روش DEA: با فرض n وضعیت تولیدی، هر وضعیت مقادیر مختلفی از m نهاده مختلف را برای تولید s محصول مختلف به‌کار می‌گیرد. در این صورت کارایی j امین وضعیت تولیدی از نسبت زیر قابل محاسبه است (۹):

2- Decision Making Unit

3- Linear programming

1- Data Envelopment Analysis

$$h_i = \sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

r امین ستاده از j امین نقطه تولیدی است. در روش DEA، وزن‌های مجازی u_{rj} و v_{ij} برگرفته از حل تابع هدف ذیل مشروط بر مجموعه محدودیت‌های ذکر شده است (۲۸):

رابطه ۱ در واقع عبارت از نسبت مجموع وزنی محصولات به مجموع وزنی نهاده‌های تولیدی است که در آن x_{ij} مقدار مثبت مشاهده شده i امین نهاده از j امین نقطه تولیدی است. y_{rj} مقدار مشاهده شده

(۲)

$$\begin{aligned} \text{Maximize: } h_{0,u,v} &= \sum_{r=1}^s \frac{u_{r0} y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0}} \\ \text{Subject to: } \sum_{r=1}^s \frac{u_{rj} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}} &\leq 1; j = 1, 2, \dots, j_0, \dots, n \end{aligned}$$

$$-u_{r0} \leq 0; \quad r = 1, \dots, s$$

$$-v_{i0} \leq 0; \quad i = 1, \dots, m$$

شد را می‌توان به یک مسأله معمولی برنامه‌ریزی خطی که به راحتی قابل حل باشد، تبدیل نمود. این مسأله را می‌توان به صورت زیر نوشت:

همچنین مقادیر بهینه u_r و v_r اصطلاحاً نرخ تغییرات مجازی و یا ضرایب فزاینده مجازی نامیده می‌شوند. مسأله برنامه‌ریزی خطی که در بالا تشریح

(۳)

$$\begin{aligned} \text{Maximize: } h_{0,u,v} &= \sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0} \\ \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} &= 1 \\ \text{Subject to: } \sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0} - \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} &\leq 0; \quad j = 1, 2, \dots, n \\ -u_{r0} &\leq 0; \quad r = 1, \dots, s \\ -v_{i0} &\leq 0; \quad i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

در ادبیات مربوط به DEA به کار می‌رود. این امر احتمالاً بدین علت است که CCR اولیه بیش‌تر با تئوری تولید سنخیت دارد. CCR اولیه را می‌توان به فرم زیر خلاصه نمود (۲۹):

مدل فوق یک مسأله برنامه‌ریزی خطی معمولی است که به مدل CCR (چارنس، کوپر و رودس) قرینه موسوم است (۹). هم‌چنین CCR اولیه برنامه فراگیر نامیده می‌شود. اگرچه CCR اولیه نتایجی شبیه به CCR قرینه ایجاد می‌کند، ولی CCR اولیه اغلب

(۴)

Maximize: $W_o = w_o$

$$w_o x_{io} \geq \sum_{r=1}^s \lambda_j x_{ij}, \quad i = 1 \dots m$$

Subject to: $\sum_{r=1}^s \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1 \dots s$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1 \dots n, \quad o \in \{1 \dots n\}$$

محاسبه شود. برای واحدهای کارآ λ_j برابر با یک است زیرا مدل نمی‌تواند هیچ ترکیبی از دیگر واحدها را پیدا کند به گونه‌ای که کارآتر از واحدهای مذکور باشد (۲۹).

روش تحلیل فراگیر داده‌ها بر مبنای فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید است. پذیرش این فرض بیان می‌کند که اندازه یک واحد تولیدی نباید کارایی را تحت تأثیر قرار دهد. در حقیقت مقدار عددی کارایی ناشی از این مدل، هم کارایی مقیاس و هم کارایی فنی را مقایسه می‌نماید. در سال ۱۹۷۸ سه محقق به نام‌های بنکر، چارنس و کوپر مدلی از DEA را ارائه نمودند که با فرضیه بازدهی متغیر نسبت به مقیاس سازگار و به BCC^1 معروف است (۲۴).

در این مدل معیار کارایی به وسیله متغیر تصمیم w_o ارایه می‌شود. این متغیر یک معیار عددی است و می‌توان آن را بر حسب معیار فاصله فارل تفسیر نمود. جواب بهینه عبارت است از مقدار حداقل w_o که در آن مطلوب به گونه‌ای تعیین می‌شود که حاصل ضرب آن در نهاده x حداکثر کاهش ممکن را نتیجه می‌دهد (ضمن این‌که محصول در همان سطح قبلی خود حفظ می‌شود). w_o همواره یک یا کم‌تر از یک خواهد بود. λ_j متغیر چگالی است و مبتنی بر این فرض است که قطعاً می‌توان یک نقطه تولید مجازی از نقاط تولیدی تحت بررسی (به عنوان ترکیبی از سایر نقاط تولیدی) ایجاد نمود. λ_j باید برای تمامی n وضعیت تولیدی موجود در یک مجموعه واقعی

(۵)

Maximize: $W_o = w_o$

$$w_o x_{io} \geq \sum_{r=1}^s \lambda_j x_{ij}, \quad i = 1 \dots m$$

Subject to: $\sum_{r=1}^s \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1 \dots s$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1 \dots n, \quad o \in \{1 \dots n\}$$

با مقایسه رابطه فوق با مدل قبل ملاحظه می‌شود که این مدل یک محدودیت جدید دارد. این محدودیت جدید باعث می‌شود تا تمام نقاط مرجع که سایر نقاط تولیدی با آن‌ها مورد مقایسه قرار می‌گیرند به صورت ترکیبی محدب از مشاهدات واقعی درآیند. در حوزه اقتصاد توسعه مدل اخیر منجر به ایجاد یک تابع تولید مزی خواهد شد که متشکل از بخش‌هایی با بازدهی فزاینده، کاهنده و نیز بخش‌هایی با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس خواهد بود. توانایی DEA در تجزیه کارایی کلی به اجزای کارایی فنی و مقیاس و تعیین بهترین مقیاس تولید می‌تواند استنباط‌های دارای اهمیتی برای تحلیل سیاست‌گذاری به دنبال داشته باشد (۹).

مدیریت مزارع و فاکتورهای عملکردی تولید: نحوه مدیریت مزارع در بررسی کارایی مزارع بسیار مهم می‌باشد (۳۰). بنابراین یک پرسش‌نامه حاوی موارد مشخص‌کننده سطح مدیریت مزارع بر اساس اصول ارائه شده در گزارش‌های رضایی و مهری خوانساری (۲۰۰۹) و اسماعیلی (۲۰۲۲) تهیه گردید (جدول ۱) و پس از تأیید روایی پرسش‌نامه توسط کارشناسان خبره در زمینه پرورش ماهیان سردابی، در مزارع تحت بررسی در کنار پرسش‌نامه اصلی، تکمیل گردید و براساس پاسخ‌های حاصله و امتیاز اکتسابی هر مزرعه نمره مدیریت از صفر تا بیست در نظر گرفته شد (۳۱ و ۳۲).

جدول ۱- پرسش‌نامه تعیین سطح مدیریت مزارع مورد بررسی.

Table 1. Questionnaire to determine the management level of the farms under study.

ردیف Row	نام پارامتر Parameter	وضعیت Status		نمره اکتسابی (برای هر مورد بین ۰ تا ۱) Assigned score (between 0 and 1 for each item)
		خیر No	بلی Yes	
۱	رعایت تراکم مجاز ماهی Compliance with the permitted fish density			
۲	انتخاب صحیح نوع دستگاه هواده Correct selection of the type of aeration device			
۳	ثبت همه اتفاقات پرورش Recording all breeding events			
۴	رعایت اصول صحیح خوراک‌دهی Following the correct feeding principles			
۵	انجام عملیات رقم‌بندی ماهی Performing fish digitization operations			
۶	استفاده از استخر رسوبگیر و گاز زدا Using a sedimentation and degassing pool			
۷	نظارت دائم مزرعه Permanent farm monitoring			
۸	انجام مستمر آزمایشات فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب ورودی و خروجی Continuous physicochemical and microbial tests of incoming and outgoing water			

ادامه جدول ۱-

Continue Table 1.

ردیف Row	نام پارامتر Parameter	وضعیت Status	نمره اکتسابی (برای هر مورد بین ۰ تا ۱) Assigned score (between 0 and 1 for each item)
		بلی Yes	خیر No
۹	سیستم برق اضطراری استاندارد Standard emergency power system		
۱۰	حصارکشی استخرها Fencing the pools		
۱۱	وجود سایه‌بان بر روی استخر پرورش Presence of a canopy over the breeding pool		
۱۲	تولید لایه‌ای Layer production		
۱۳	استفاده از دامپزشک متخصص آبزیان Using an aquatic veterinarian		
۱۴	وضعیت بهداشتی محیط مزرعه Healthy condition of the farm environment		
۱۵	استفاده از حوضچه ضدعفونی در ورودی مزرعه Using a disinfection pond at the farm entrance		
۱۶	عدم استفاده از فلزاتی مانند آهن در سازه‌های مرتبط با آب پرورش Not using metals such as iron in structures related to breeding water		
۱۷	داشتن انبار خوراک سرپوشیده استاندارد و عدم تابش مستقیم نور آفتاب Having a standard covered feed warehouse and no direct sunlight		
۱۸	استفاده از پالت زیر کیسه‌های غذا Using pallets under food bags		
۱۹	استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده مجاز در شستشو Using permitted disinfectants in washing		
۲۰	عدم تجویز خودسرانه دارو No arbitrary prescription of medication		
جمع نمره از ۲۰ Total score out of 20			

غذا، به‌عنوان فاکتورهای مهم عملکردی تولید
اندازه‌گیری گردیدند که فرض صفر این مطالعه ارتباط
معنی‌دار بین این فاکتورها و نمره مدیریتی هر مزرعه
می‌باشد (۳ و ۳۳).

بر اساس مطالعه عباسی و همکاران (۲۰۱۴) و
رضایی و همکاران (۲۰۱۳)، فاکتورهای تولید در
واحد سطح، تولید به‌ازای هر لیتر آب ورودی، میزان
سود به‌ازای هر تن تولید، مصرف انرژی به‌ازای هر
کیلو ماهی تولید شده، تعداد تلفات و ضریب تبدیل

$$(6) \quad \text{مقدار توده زنده پرورشی (کیلوگرم)} \\ \text{سطح استخر (مترمربع)} = \frac{\text{سطح واحد در تولید}}{\text{کل تولید (کیلوگرم)}} \quad (6)$$

$$(7) \quad \text{کل تولید (کیلوگرم)} \\ \text{دبی آب ورودی (لیتر بر ثانیه)} = \frac{\text{تولید به ازای هر لیتر آب ورودی}}{\text{کل تولید (کیلوگرم)}} \quad (7)$$

$$(8) \quad \text{کل سود حاصله (میلیون تومان)} \\ \text{تولید کل (تن)} = \frac{\text{میزان سود به ازای هر تن تولید}}{\text{تولید کل (تن)}} \quad (8)$$

$$(9) \quad \text{کل مصرف انرژی در دوره پرورش (کیلو وات)} \\ \text{کل تولید (کیلوگرم)} = \frac{\text{مصرف انرژی به ازای هر کیلو ماهی تولید شده}}{\text{کل تولید (کیلوگرم)}} \quad (9)$$

$$(10) \quad \text{مقدار خوراک مصرفی (کیلوگرم)} \\ \text{مقدار تولید ماهی (کیلوگرم)} = \frac{\text{ضریب تبدیل غذا (FCR)}}{\text{مقدار تولید ماهی (کیلوگرم)}} \quad (10)$$

محاسبه گردید و با نرم افزار Minitab 16 همه آنالیزهای واریانس و آزمون‌های همبستگی انجام شد. جهت برآورد رگرسیون چندگانه گام به گام نیز از نرم افزار EViews 7 استفاده شد.

نتایج

۵۰ درصد تولیدکنندگان در نمونه مورد بررسی دارای تحصیلات دانشگاهی و ۴۶ درصد دارای مدرک تحصیلی دیپلم و ۴ درصد بی سواد بودند. میانگین و انحراف معیار سن بهره برداران "۱۰/۵۴ ± ۴۶/۸۳" سال بود و در نمونه مورد بررسی میانگین سابقه کار پرورش ماهی قزل آلا به میزان "۵/۳۵ ± ۹/۲۶" با حداقل ۲ سال تا حداکثر ۲۰ سال محاسبه گردید. جدول ۲ سایر اطلاعات جمع آوری شده از مزارع مورد بررسی را نشان می دهد.

بررسی ارتباط رگرسیونی فاکتورهای تولید و کارایی: در این بررسی رگرسیون گام به گام به روش حداقل مربعات ابتدا بین فاکتورهای عملکردی و نمره مدیریت و سپس بین فاکتورهای نهاده‌ای که در برآورد کارایی استفاده نشده‌اند شامل نوع و ساختار استخر، میزان تجربه، سطح استخر پرورش (مترمربع)، دمای آب، سن تولیدکننده، نمره اکتسابی تولیدکننده در خصوص میزان مدیریت صحیح پرورش و میزان کارایی فنی به دست آمده محاسبه گردید تا علاوه بر تعیین تأثیر مدیریت مزرعه بر فاکتورهای عملکردی، مهمترین عوامل موثر بر کارایی مزرعه نیز مشخص شوند (۱۴). مطالعه‌های آماری: پس از جمع‌آوری اطلاعات از مزارع منتخب، برآوردهای این مطالعه ابتدا با استفاده از نرم افزار Excel 2016 دسته‌بندی گردید. سپس با استفاده از نرم افزار Deap 2.1 میزان کارایی (DEA)

جدول ۲- فاکتورهای مهم اندازه‌گیری شده در مزارع مورد بررسی.

Table 2. Important factors measured in the studied farms.

ردیف	فاکتور	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
Row	Factor	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum
1	دبی ورودی آب مزرعه (لیتر بر ثانیه) Farm water inlet flow rate (liters/second)	19.43	14.19	4	65
2	متوسط دمای آب استخر پرورش (درجه سانتی‌گراد) Average water temperature of the rearing pond (degrees Celsius)	15.53	1.52	13	17.5
3	سطح هر استخر پرورشی (مترمربع) Surface area of each rearing pond (square meters)	967.9	570.0655	250	3000
4	هزینه پرداختی بابت مکمل غذایی در دوره پرورش (میلیون تومان) Cost paid for food supplements during the rearing period (million Tomans)	8	7.41	0	60
5	هزینه پرداختی بابت دارو در دوره پرورش (میلیون تومان) Cost paid for medicine during the rearing period (million Tomans)	10.38	3.08	0	60
6	تعداد بچه‌ماهی رهاسازی شده در هر مزرعه Number of fry released per farm	49576.67	50557	8000	28000
7	هزینه پرداخت شده برای بچه‌ماهی (میلیون تومان) Cost paid for fry (million Tomans)	123.69	99.76	15.2	462
8	میزان مصرف خوراک در دوره (تن) در هر مزرعه Feed consumption per period (tons) per farm	26.49	16.95	5	88
9	هزینه پرداخت شده برای خوراک (میلیون تومان) Cost paid for feed (million Tomans)	542.1	348.3	30	1760
10	ضریب تبدیل غذا (FCR) Feed conversion ratio	1.075	0.14	0.83	1.57
11	کل تولید هر مزرعه (تن) Total production per farm (tons)	25.54	16.84	5	83
12	کل فروش (میلیون تومان) Total sales (million Tomans)	1656.3	1079.98	310	5312
13	تولید در واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع) Production per unit area (kilograms/square meter)	26.83	13.32	8.75	57.7
14	تعداد تلفات (قطعه) Number of losses	2970	4635	0	20000
15	کل مصرف انرژی (کیلو وات ساعت) Total energy consumption (kilowatt-hours)	400192	197620	91696	1017568
16	مصرف انرژی (کیلو وات ساعت) به ازای هر کیلو ماهی Energy consumption (kilowatt-hours) per kilo of fish	20.1	10.76	5.1732	49.5
17	تولید به ازای هر لیتر بر ثانیه آب تازه ورودی (تن) Production per liter/second of incoming fresh water (tons)	1.55	0.73	0.35	3.14
18	کل هزینه‌ها (میلیون تومان) Total costs (million tomans)	885.47	500.81	195.2	2412.12
19	سود خالص (میلیون تومان) Net profit (million tomans)	762.57	601.82	0	2899.88
20	سود به ازای هر تن تولید (میلیون تومان) Profit per ton of production (million Tomans)	26.98	9.73	0	45.44
21	کارایی فنی Technical efficiency	0.95	0.08	0.624	1

تحلیل فراگیر داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی: رنگین‌کمان در استخر دومنظوره غرب استان اصفهان
 نتایج به‌دست آمده در خصوص تحلیل فراگیر داده‌ها در جدول ۳ ارائه شده است:
 (DEA) در مزارع مورد بررسی پرورش قزل‌آلای

جدول ۳- میزان کارایی فنی در مزارع مورد مطالعه.

Table 3. Technical efficiency rate in the studied farms.

شماره مزرعه	کارایی فنی	کارایی مقیاس	بازدهی به مقیاس
1	1	0.873	نیاز به توسعه (Need for development)
2	0.962	0.881	نیاز به توسعه (Need for development)
3	0.835	0.999	نیاز به توسعه (Need for development)
4	1	1	-
5	0.98	0.989	نیاز به توسعه (Need for development)
6	0.844	0.969	نیاز به توسعه (Need for development)
7	0.945	0.856	نیاز به توسعه (Need for development)
8	1	1	-
9	0.917	0.997	نیاز به توسعه (Need for development)
10	0.905	0.996	نیاز به توسعه (Need for development)
11	1	1	-
12	1	1	-
13	1	0.912	نیاز به توسعه (Need for development)
14	0.935	0.961	نیاز به توسعه (Need for development)
15	1	1	-
16	1	1	-
17	0.978	0.825	نیاز به توسعه (Need for development)
18	1	0.734	نیاز به توسعه (Need for development)
19	0.624	0.874	نیاز به توسعه (Need for development)
20	0.873	0.986	نیاز به توسعه (Need for development)
21	1	0.972	نیاز به توسعه (Need for development)
22	1	1	-
23	0.877	0.955	نیاز به توسعه (Need for development)
24	1	0.875	نیاز به توسعه (Need for development)
25	1	1	-
26	0.959	0.918	نیاز به توسعه (Need for development)
27	1	1	-
28	1	0.824	نیاز به توسعه (Need for development)
29	1	0.955	نیاز به توسعه (Need for development)
30	1	0.983	نیاز به توسعه (Need for development)
میانگین (Average)		0.944	0.95
انحراف معیار (Deviation Standard)		0.11	0.08

جدول ۴- درصد فراوانی‌ها در کارایی فنی واحدهای مورد مطالعه.

Table 4. Percentage of frequencies in technical efficiency of the studied units.

ردیف Row	محدوده کارایی فنی Technical efficiency range	فراوانی مطلق Absolute abundance	فراوانی نسبی (درصد) Relative abundance (percentage)
1	کم‌تر از 0.6 Less than 0.6	0	0
2	0.6-0.7	1	3.3
3	0.7-0.8	0	0
4	0.8-0.9	4	13.3
5	0.9-1	8	26.7
6	کارایی فنی کامل (۱) Perfect technical efficiency (1)	17	56.7
7	کارایی بهینه Optimal efficiency	9	30
	مجموع Total	30	100

* کارایی بهینه به معنی این است که هر دو کارایی فنی و کارایی مقیاس آن‌ها برابر (۱) باشد

Deap می‌توانند به‌عنوان الگو برای سایر مزارع جهت ارتقاء کارایی آن‌ها استفاده شوند.

براساس نتایج اعلام شده در جدول ۵ مزرعه شماره ۱۲ به تعداد ۹ بار به‌عنوان الگو برای سایر مزارع انتخاب شده است که بیش‌ترین امتیاز را از این نظر دارد.

برآورد میزان نهاده‌های مازاد: طبق نتایج به‌دست آمده در تحلیل فراگیر داده‌ها، برخی نهاده‌ها بیش‌تر از حد مورد نیاز مصرف شده بودند و در صورت اصلاح مازاد مصرف میزان کارایی مزارع مربوطه تغییر نمی‌کند که از بین نهاده‌های اصلی تنها نهاده‌ای که مازاد مصرف نداشت، تعداد کارگر بود و بقیه نهاده‌ها بر طبق جدول ۶ دارای مازاد مصرف می‌باشند.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود مزرعه شماره ۱۹ کم‌ترین کارایی و بیش‌ترین نیاز به پیشرفت را دارد و ۱۷ مزرعه دارای کارایی فنی کامل می‌باشند که از این ۱۷ مزرعه، ۹ مزرعه دارای کارایی بهینه هستند که هر دو کارایی فنی و کارایی مقیاس آن‌ها برابر ۱ می‌باشد و نیاز به توسعه ندارند و ۲۱ مزرعه نیاز به بهبود عملکرد در جهت افزایش کارایی دارند و بر اساس خروجی تحلیل فراگیر هیچ‌کدام از مزارع تحت بررسی، برای افزایش کارایی نیاز به کوچک‌تر شدن ندارند و به‌جزء ۹ مزرعه‌ای که ذکر گردید کارایی بهینه دارند، بقیه مزارع نیاز به بزرگ‌تر شدن دارند. جدول ۵ نیز مزارعی را نشان می‌دهد که براساس نتایج به‌دست آمده از خروجی نرم‌افزار

جدول ۵- مزارعی که جهت افزایش کارایی نیاز به الگو دارند و مزارعی که می‌توانند الگوی آن‌ها باشند.

Table 5. Farms that need models to increase efficiency and farms that can be models for them.

ردیف Row	شماره مزرعه نیازمند به الگو Farm number requiring model	شماره مزارع الگویی Model farm number
۱	۲	۱-۸-۲۱-۱۲-۲۵-۲۴
۲	۳	۱۲-۴-۱۱-۲۵-۲۷
۳	۵	۲۱-۲۷-۸-۲۲-۱۵-۱۲
۴	۶	۱۲-۲۴-۱۵-۲۵
۵	۷	۳۰-۲۴
۶	۹	۱۳-۲۷-۱۵-۱۱-۱۲-۴
۷	۱۰	۱۱-۲۷-۱۵-۱۲-۲۵-۴
۸	۱۴	۱۳-۴-۸
۹	۱۷	۱۳-۱۱-۲۴
۱۰	۱۹	۲۴-۲۱
۱۱	۲۰	۲۵-۲۷-۱۱-۲۴-۳۰-۱۲
۱۲	۲۳	۸-۲۱-۱-۱۲
۱۳	۲۶	۲۱-۱۲-۱-۲۴

جدول ۶- میزان مازاد مصرف نهاده‌ها در مزارع مورد مطالعه.

Table 6. Amount of excess input consumption in the studied farms.

ردیف Row	نوع نهاده Input type	مزارعی که مازاد مصرف دارند Farms with surplus consumption	مقدار مازاد Surplus amount	مقیاس سنجش Measurement scale
1	میزان آب ورودی Amount of water input	3	12.5	لیتر در ثانیه Liters per second
		7	3.6	
		17	15.2	
		19	2.8	
2	تعداد بچه‌ماهی رهاسازی شده Number of fry released	6	5300	قطعه Pieces
		7	9400	
3	مقدار خوراک مصرفی Amount of feed consumed	7	2.6	تن Tons
		14	0.9	
		17	1	
4	میزان مصرف برق Amount of electricity consumed	3	203550	کیلو وات Kilowatts
		6	194600	
		7	121600	
		10	207880	
		14	25725	
		17	394926	
		19	52253	
		23	1100	
5	کل هزینه Total cost	26	79270	میلیون تومان Million Tomans
		5	215	
		9	48	
		14	52	
		19	6	
		23	144	
		26	23.5	

جدول ۷- میانگین اضافه مصرف نهاده‌ها در مزارع مورد مطالعه.

Table 7. Average excess input consumption in the studied farms.

ردیف Row	نوع نهاده Input type	متوسط و انحراف معیار اضافه مصرف	مقیاس سنجش Measurement scale
1	میزان آب ورودی Amount of water input	1.137±3.57	لیتر در ثانیه Liters per second
2	تعداد کارگر Number of workers	0	نفر Person
3	تعداد بچه ماهی رهاسازی شده Number of fry released	512.66±1931	قطعه Pieces
4	مقدار خوراک مصرفی Amount of feed consumed	0.148±0.52	تن Tons
5	میزان مصرف برق Amount of electricity consumed	42695±92524	کیلو وات Kilowatts
6	کل هزینه Total cost	16.32±47.3	میلیون تومان Million Tomans

بر اساس نتایج، از نظر میزان اضافه مصرف نهاده توسط مزارع بررسی شده، تمامی مزارع تقریباً به صورت مناسب از نیروی کار استفاده نموده‌اند ولی از نظر تعداد بچه ماهی، خوراک مصرفی، برق مصرفی و کل هزینه‌ها بیش‌تر از حدی که مورد نیاز بوده است، مصرف نموده‌اند و می‌توانند با اصلاح موارد زاید، همین کارایی را داشته باشند.

جدول ۸ میزان تولید به دست آمده و تولید مطلوب مزارع بررسی شده را نشان می‌دهد که در مورد تولید، تفاوت تولید واقعی و تولید مطلوب از نظر آماری معنی‌دار به دست نیامد ($P>0/05$).

همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، ۱۷ مزرعه‌ای که براساس جدول ۳ دارای کارایی فنی کامل هستند، میزان تولید مطلوب و تولید واقعی برابر دارند. به عبارت دیگر این مزارع با توجه به نهاده مصرفی، به تولید مطلوب رسیده‌اند.

بررسی ارتباط مدیریت مزارع و فاکتورهای عملکردی تولید: جدول ۹ نمره مدیریت و برآوردهای فاکتورهای عملکردی تولید را نشان می‌دهد که در این جدول می‌توان تغییرات محسوس این فاکتورها را با تغییر نمره مدیریت مشاهده نمود.

جدول ۸- میزان تولید به دست آمده و تولید مطلوب در مزارع مورد مطالعه.

Table 8. Achieved production and desired production in the studied farms.

تولید مطلوب	تولید واقعی	کد مزرعه
10.5	10.5	1*
11.75	11.3	2
29.95	25	3
15.8	15.8	4*
44.2	43.2	5
17.2	14.5	6
23.27	22	7
30	30	8*
43.62	40	9
42	38	10
45	45	11*
50	50	12*
7	7	13*
19.26	18	14
35	35	15*
22	22	16*
10.73	10.5	17
7	7	18*
5.6	3.5	19
41.25	36	20
13.8	13.8	21*
35	35	22*
20.5	18	23
5	5	24*
29.5	29.5	25*
15.64	15	26
83	83	27*
12	12	27*
34.5	34.5	29*
36	36	30*
26.53	25.54	میانگین Average

* علامت ستاره نشان‌دهنده مزارعی است که تولید مطلوب آن‌ها با تولید واقعی برابر است. این مزارع دارای کارایی کامل هستند

* The asterisk indicates farms where the desired production is equal to the actual production. These farms are at full efficiency

جدول ۹- میزان نمره مدیریت مزارع و فاکتورهای عملکردی تولید.

Table 9. Farm management score and production performance factors.

ضریب تبدیل غذا (FCR)	تولید در واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع)	تعداد تلفات (قطعه)	مصرف انرژی به ازای تولید هر کیلو ماهی Energy consumption per kilo of fish production	تولید به ازای هر لیتر در ثانیه آب ورودی Production per liter per second of water input	سود به ازای هر تُن تولید (میلیون تومان) Profit per ton of production (million Tomans)	نمره مدیریت Management Score	کد مزرعه Farm Code
1.1	21	2500	25.4	2.1	21.78	14	1
1.06	26	2000	23.45	1.61	29.1	15	2
1.2	20	500	25.02	0.833	27.42	16	3
0.94	12.9	100	23.9	1.32	45.44	18	4
1	27.5	8000	11.45	1.96	20	18	5
1.1	16.57	500	30.5	1.1	33.4	13	6
1.2	21	10000	14.84	1.25	33.5	18	7
1	57.7	7000	23.5	3	35	18	8
1.05	26	10000	8.3	0.89	34.32	18	9
1.05	41.6	0	17.17	1.08	26.23	17	10
1.02	45	20000	5.32	0.7	31	16	11
0.86	54	300	8.125	1.6	26.3	19	12
1.15	23.3	0	13.1	1	16.4	14	13
1.11	18	3000	25.75	1.8	28.34	16	14
0.86	46.6	100	17.62	0.875	33	17	15
1.12	31.4	0	9.32	3.14	20.1	17	16
1.14	15	10000	49.5	0.35	10.7	10	17
1.3	12.7	1000	34.13	1.75	11	14	18
1.57	8.75	0	48.5	0.44	0	13	19
1.1	39.6	500	8.81	1.03	27.67	17	20
0.88	20.3	0	15.8	1.2	34.23	14	21
0.914	40.5	1000	29	1.75	44.12	18	22
1.11	18	200	20.72	2.6	19.6	14	23
1	14.3	0	22.41	0.714	22.96	14	24
1	17.35	200	13.68	1.84	36.74	18	25
1.02	12	0	23	1.66	22.47	17	26
1.06	27.6	5000	8	2.76	35	17	27
1.23	48	200	23.84	2.4	18.1	17	28
1.07	16.43	7000	13.37	2.3	30.47	18	29
1.07	25.7	0	9.61	1.5	35	19	30
1.07	26.8	4714	19.62	1.5	26.59	16.13	میانگین Average
0.14	13.54	3043	10.95	0.74	9.89	2.16	انحراف معیار Standard Deviation

در بررسی ارتباط نمره مدیریت با فاکتورهای عملکردی تولید با استفاده از رگرسیون گام به گام به روش حداقل مربعات، رگرسیون به دست آمده معنی دار بود ($P < 0.01$) که نتایج تحلیل رگرسیون مذکور در جدول ۱۰ آورده شده است.

جدول ۱۰- نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره ارتباط میزان مدیریت مزارع و فاکتورهای عملکردی تولید.

Table 10. Results of multivariate regression analysis of the relationship between farm management level and production performance factors.

متغیر Variable	ضریب B B coefficient	انحراف استاندارد Standard deviation	آماره t t-statistic	سطح معنی داری P P significance level
ضریب ثابت Fixed coefficient	8.655	3.93	2.2	0.0379*
مصرف انرژی به ازای تولید هر کیلو ماهی Energy consumption per kilo of fish produced	-0.089	0.03	-2.9	0.0078**
سود به ازای هر تن تولید (میلیون تومان) Profit per ton of production (million Tomans)	0.11	0.038	2.89	0.0082**
تولید به ازای هر لیتر در ثانیه آب ورودی Production per liter per second of water input	0.42	0.379	1.098	0.28
تولید در واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع) Production per unit area (kg/m ²)	0.042	0.022	1.85	0.077
ضریب تبدیل غذا (FCR) Feed conversion ratio	4.34	2.82	1.54	0.138
تعداد تلفات (قطعه) Number of deaths	-4.99	5.83	-0.85	0.4
R ² =0.66 Adj R ² =0.57 R=0.755				
Durbin-Watson=2.21 P=0.00014				

* میزان تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵، ** میزان تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۱

* Significant difference at the 0.05 level, ** Significant difference at the 0.01 level

ماهی کم تر خواهد بود و برعکس. ولی در مورد میزان سود حاصل از تولید هر تن ماهی این رابطه مثبت است به عبارت دیگر هرچقدر مدیریت بالاتر باشد، میزان سود حاصل از تولید هر تن ماهی نیز بیش تر خواهد بود و برعکس.

در ادامه تفسیر جدول ۱۰ باید گفت با تغییر هر واحد انحراف استاندارد در میزان انرژی مصرفی به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی، نمره مدیریت ۰/۰۸۹- انحراف استاندارد تغییر خواهد کرد و با تغییر هر واحد انحراف استاندارد در میزان سود حاصل از

بر اساس R^2 Adj، مدل انجام شده ۵۷ درصد از واریانس ارتباط مدیریت با فاکتورهای عملکردی را پیش بینی می کند و از شش فاکتور عملکردی، دو فاکتور میزان انرژی مصرفی به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی و میزان سود حاصل از تولید هر تن ماهی، در سطح یک درصد معنی دار بوده و می توانند میزان مدیریت را پیش بینی نمایند که رابطه میزان انرژی مصرفی به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی با میزان مدیریت منفی می باشد یعنی هرچقدر مدیریت بالاتر باشد، میزان انرژی مصرفی به ازای تولید هر کیلوگرم

تولید هر تن ماهی، نمره مدیریت ۰/۱۱ انحراف استاندارد تغییر می‌کند.

در پژوهش حاضر، مقدار آماره دوربین واتسون نیز برابر ۲/۲۱ بود و با توجه به این که اگر این آماره در بازه ۱/۵ تا ۲/۲۵ قرار گیرد آزمون عدم همبستگی بین خطاها پذیرفته می‌شود، استقلال خطاها از یکدیگر پذیرفته شده است.

بررسی ارتباط رگرسیونی کارایی فنی با سایر نهاده‌ها: در این بررسی رگرسیون فاکتورهای نوع و ساختار استخر، میزان تجربه، سطح استخر پرورش (مترمربع)، دمای آب، سن تولیدکننده، نمره اکتسابی تولیدکننده درخصوص میزان مدیریت صحیح پرورش

و سایر نهاده‌های مهم پرورش که در برآورد کارایی اعمال نشدند، با میزان کارایی فنی به‌دست آمده معنی‌دار بود ($P < 0.01$) و دو فاکتور میزان مدیریت و ساختار استخر در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و ارتباط میزان تجربه، دمای آب، سن تولیدکننده و سطح مزرعه با میزان کارایی فنی به‌دست آمده ارتباط معنی‌دار نداشتند. یعنی سازه نوین شامل استخرهای هشت‌وجهی و گرد کارایی بالاتری دارند و استخرهای ذخیره مربع و مستطیل کارایی کم‌تری دارند. هم‌چنین هرچه نمره مدیریت بالاتر باشد، کارایی بیش‌تری را به‌دنبال دارد.

جدول ۱۱- خلاصه مدل رگرسیون چندگانه و سایر فاکتورها با کارایی فنی.

Table 11. Summary of multiple regression model and other factors with technical efficiency.

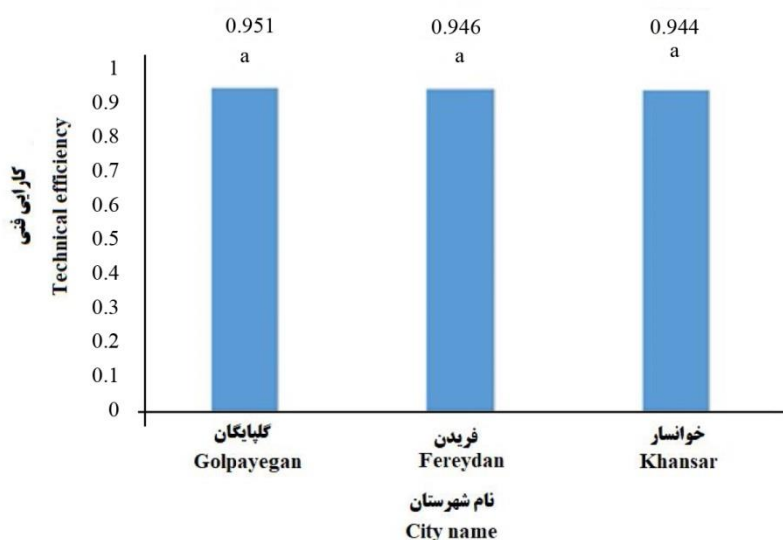
متغیر Variable	ضریب B B coefficient	انحراف استاندارد Standard deviation	آماره t t-statistic	سطح معنی‌داری P P significance level
ضریب ثابت Fixed coefficient	0.81	0.05	14.95	0.000**
نوع سازه استخر Type of pond structure	0.03	0.0096	3.2	0.0035**
میزان تجربه (سال) Experience (years)	0.002	0.0025	0.78	0.43
نمره مدیریت Management score	0.005	0.009	0.46	0.0089**
سطح مزرعه (مترمربع) Farm area (square meters)	0.00021	0.0002	0.91	0.37
دمای آب Water temperature	0.0089	0.009	0.09	0.92
سن پرورش‌دهنده Age of the farmer	0.001	0.0014	0.71	0.47
R ² =0.27 Adj R ² =0.19 R=0.52				
Durbin-Watson=1.9 P=0.0034				

* میزان تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** میزان تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

* Significant difference at the 0.05 level, ** Significant difference at the 0.01 level

تفاوت آن‌ها معنی‌دار نیست ($P > 0.05$) بنابراین کارایی هر سه شهرستان مشابه می‌باشد با این حال بیش‌ترین میزان کارایی به شهرستان گلپایگان و کم‌ترین میزان آن به شهرستان خوانسار تعلق دارد.

مقدار آماره دوربین واتسون برابر $1/9$ بود بنابراین استقلال خطاها از یکدیگر قابل قبول است. مقایسه شهرستان‌های منتخب: شکل ۲ مقایسه میانگین کارایی فنی در سه شهرستان را نشان می‌دهد که



شکل ۲- میانگین کارایی فنی در سه شهرستان مورد بررسی.

Figure 2. Average technical efficiency in the three studied cities.

برای آبی‌پروور می‌باشد (۳۵)، ضریب تبدیل غذا (FCR) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورها اندازه‌گیری شد که متوسط آن $0.14 \pm 1/075$ بود که بر اساس منابع موجود این فاکتور هرچه به عدد یک نزدیک‌تر و یا حتی کم‌تر از یک باشد، رقم قابل قبولی خواهد بود و بیش‌ترین فاکتورهای مؤثر بر آن، نوع خوراک، نحوه مدیریت و دمای آب می‌باشند (۳۱) که در این پژوهش در مزارع تحت بررسی میزان دما با توجه به نوع پرورش و استفاده از منبع آب زیرزمینی، مشابه بود و از نظر خوراک مصرفی، اکثر مزارع از یک کارخانه تولید خوراک، غذای مصرفی را تهیه می‌نمودند و مهم‌ترین عاملی که باعث تغییر در این فاکتور شده است، مسلماً نوع مدیریت خوراک‌دهی مزارع می‌باشد (۳۶).

بحث

تحلیل شرایط مزارع: بر اساس اطلاعات جدول ۲ که فاکتورهای اندازه‌گیری شده در مزارع مورد بررسی را نشان می‌دهد، متوسط دبی آب ورودی $19/43$ می‌باشد که با توجه به دومانظوره بودن استخرهای منطقه، این مقدار دبی آب قابل دسترس از منابع آب‌های زیرزمینی می‌باشد و معمولاً در استخرهای با مساحت کم‌تر از 1000 مترمربع ویژه ذخیره آب کشاورزی، با استفاده از این مقدار آب پرورش ماهی صورت می‌پذیرد (۳) که در این مطالعه نیز متوسط سطح استخرهای پرورشی $570/0665 \pm 967/9$ برآورد شده است. متوسط دمای آب استخرهای پرورش $15/53 \pm 1/52$ درجه سانتی‌گراد است که دقیقاً در محدوده بهترین دما جهت پرورش ماهی قزل‌آلا می‌باشد (۳۴). با توجه به هزینه خوراک در دوره پرورش که مهم‌ترین هزینه

میزان تراکم نگهداری ماهی در استخرهای تحت بررسی (تولید در واحد سطح) $13/32 \pm 26/83$ کیلوگرم بر مترمربع بود که در مقایسه با میزان قابل نگهداری برای ماهی قزل‌آلا که ۱۰۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم بر مترمربع می‌باشد (۳۷) این مقدار بسیار پایین است و باید مسیرهای مناسب برای رسیدن به این تراکم ایده‌آل را در مزارع پرورشی اجرا نمود.

نتایج این مطالعه نشان داد که متوسط کارایی فنی مزارع بررسی شده به مقدار $0/08 \pm 0/95$ در سطح کم‌تری نسبت به کارایی کامل قرار دارد. کارایی فنی کوچک‌تر از یک به دو عامل عدم مدیریت صحیح و عدم استفاده مناسب از تکنولوژی مربوط می‌شود (۳۸)، عدم کارایی مدیریت به این مفهوم است که مدیریت واحد تولیدی در ترکیب نهاده‌ها برای رسیدن به سطح مشخص محصول به خوبی عمل نکرده است و این نوع عدم کارایی می‌تواند ناشی از عدم مصرف به‌موقع نهاده‌ها، مصرف کم‌تر از حد یا بیش‌تر از حد نهاده‌ها هم‌چنین استفاده از نهاده‌های نامناسب باشد (۹).

در جدول ۳ مشاهده شد که مزرعه شماره ۱۹ کم‌ترین کارایی را دارد و در بررسی میدانی نیز مشاهده گردید که این مزرعه از نظر شرایط و تجهیزات بسیار شبیه به بقیه مزارع می‌باشد ولی مدیریت آن در استفاده از تجهیزات و روش کار بسیار ضعیف بود به‌طوری‌که در ارزیابی کیفی و درج نمره مدیریت، این مزرعه نمره ۱۳ کسب نموده بود که نشان می‌دهد در استفاده از نهاده‌های مساوی می‌توان کارایی‌های بسیار متفاوتی را به‌دست آورد (۲). رحمان و همکاران (۲۰۲۰) نیز در بررسی تأثیر شیوه مدیریتی بر عملکرد مزارع آبی‌پروری بنگلادش نشان دادند که شیوه‌های مدیریت و توانایی مدیریتی در شرایط پرورش یکسان، بر عملکرد مزارع تأثیر معنی‌دار می‌گذارند و اگر دانش بهبود شیوه‌های

مدیریتی و توانایی‌های مدیریتی به کشاورزان و سیاست‌گذاران منتقل شود، می‌توان آبی‌پروری را در کشورهای در حال توسعه پایدارتر کرد (۳۹). بنابراین در مطالعه حاضر نیز باید در جهت افزایش کارایی مزارع ناکارآمد، حداقل از مزارع موفق‌تر الگوبرداری نمود (۴۰). جدول ۵ مزارعی را نشان می‌دهد که براساس نتایج به‌دست آمده از خروجی نرم‌افزار Deap می‌توانند به‌عنوان الگو برای سایر مزارع استفاده شوند. بنابراین می‌توان پیشنهاد داد که ادارات دولتی متولی ترویج کشاورزی، برنامه‌ریزی لازم برای بازدید مزارع الگویی را فراهم نمایند. درفان و منفرد (۲۰۱۴) نیز در بررسی کارایی و بهره‌وری مزارع پرورش میگو استان بوشهر، ارتباط میزان تولید، مساحت کل مزارع پرورش میگو، لارو، دارو، غذا، دبی آب ورودی به استخر، نیروی کار و سوخت را با میزان کارایی فنی به‌دست آمده برآورد نمودند که در نهایت به این نتیجه رسیدند که جهت افزایش سطح کارایی فنی باید از آموزش و ترویج فن‌آوری جدید توسط کارشناسان و مدیران ترویج و آموزش کشاورزی و بازدید از مزارع الگویی استفاده نمود تا به سطح بالاتری از بهره‌وری رسید (۴۱). هم‌چنین نجفی‌کانی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی پیامدهای اقتصادی و اجتماعی مکانیزاسیون کشاورزی در سکونتگاه‌های روستایی دهستان استرآباد جنوبی در شهرستان گرگان به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین راه موفقیت کشاورزان منطقه، اقدام دولت در ترویج فرهنگ مکانیزاسیون از طریق الگوبرداری از مزارع موفق می‌باشد (۴۲).

مصارف بیش از نیاز نهاده‌ها در مزارع: از نظر مصرف بیش از حد مورد نیاز نهاده‌ها در مزارع براساس نتایج به‌دست آمده، به جزء تعداد کارگر، در بقیه نهاده‌ها شاهد مازاد مصرف هستیم. درخصوص مصرف مازاد آب ورودی، مزارع ۳، ۷، ۱۷ و ۱۹ مصرف بیش از حد نیاز داشتند که در مورد مزرعه

در جدول ۶ مشاهده شد که مزارع شماره ۷ و ۱۷ در بیش‌تر نهاده‌ها مازاد مصرف دارند که مزرعه شماره ۱۷ براساس نوع مدیریت، کم‌ترین نمره را در بین مزارع تحت بررسی به‌دست آورده و مزرعه شماره ۷ به‌دلیل تلفاتی که در سائز بازاری ماهی دچار شده است، چنین نتیجه‌ای را کسب نموده است درحالی‌که از نظر مدیریت نیز مزرعه قابل‌قبولی بود.

مشابه این نتایج را یزدانی و همکاران (۲۰۱۸) اعلام نمودند که مزارع پرورش ماهی در قفس استان مازندران، در صورت استفاده اصولی از نهاده‌ها و مدیریت صحیح، قادر خواهند بود که به‌طور متوسط با صرف ۴۰ درصد هزینه کم‌تر به سطح فعلی محصول تولیدی خود دست یابند (۴۳). خوش‌اخلاق و کیانی (۲۰۰۰) نیز در بررسی عوامل مؤثر بر تولید ماهیان سردابی استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از برآورد توابع تولید ترانزلاگ با به‌کارگیری روش حداقل مربعات، مقادیر کشت نهاده‌ها را محاسبه نمودند که نتایج مطالعه ایشان بیانگر این نکته می‌باشد که باید در به‌کارگیری میزان آب ورودی به کارگاه، دقت لازم صورت گیرد و به تولیدکنندگان نیز این موضوع آموزش داده شود که همیشه آب ورودی بیش‌تر، تولید فراوان‌تری به همراه نخواهد داشت و با توجه به این‌که دارو گران‌ترین نهاده در تولید به‌شمار می‌آمده، ایشان پیشنهاد نموده‌اند که باید در مصرف این نهاده دقت لازم صورت پذیرد تا با کاهش هزینه‌های تولید بر سودآوری افزوده گردد (۱۱).

ارتباط مدیریت مزارع و فاکتورهای عملکردی
تولید: همان‌طور که در نتایج این مطالعه مشاهده شد، ارتباط نمره مدیریت با فاکتورهای عملکردی تولید با استفاده از رگرسیون گام به گام به روش حداقل مربعات، رگرسیون به‌دست آمده معنی‌دار بود ($P < 0.01$) و از شش فاکتور عملکردی، دو فاکتور میزان انرژی

شماره ۳، نوع سازه آن ژئوممبران می‌باشد و باعث عدم شکل‌گیری صحیح گردش آب و خروج فضولات در کف استخر می‌شود و مصرف آب بیش‌تر از حد مورد نیاز خواهد شد. در مورد مزارع ۷، ۱۷ و ۱۹ نیز عدم استفاده از تعداد لازم دستگاه هواده باعث کاهش کارایی آب مصرفی شده است (۳۱).

در مورد تعداد بچه‌ماهی رهاسازی شده، در مزارع ۶ و ۷، علت بروز مصرف مازاد در این نهاده، بروز تلفات در بچه‌ماهی خریداری شده بوده است.

در زمینه مصرف مازاد خوراک در مزارع ۷، ۱۴ و ۱۷، در مزرعه شماره ۷، بروز تلفات در سائز پروراری ماهی باعث کاهش کارایی خوراک مصرفی شده و دو مزرعه ۱۴ و ۱۷ کیفیت پائین خوراک خریداری شده را علت کاهش کارایی خوراک اعلام نمودند که کیفیت پائین خوراک باعث افزایش ضریب تبدیل غذا و مصرف بیش‌تر خوراک جهت رشد موردنظر خواهد شد (۳).

میزان برق مصرفی در ۸ مزرعه (۲۷ درصد مزارع) بیش‌تر از مقدار قابل‌قبول بوده است که در بررسی میدانی این مورد به میزان قیمت برق با تعرفه کشاورزی مربوط می‌شد که در مقایسه با سایر نهاده‌ها بسیار ارزان‌تر بود و براساس مشاهدات صورت گرفته، تولیدکنندگان تلاشی برای انتخاب و استفاده از وسایل برقی کم‌مصرف‌تر که معمولاً هزینه بیش‌تری لازم دارند، نداشتند.

در مورد هزینه کل، بررسی صورت گرفته در این خصوص نشان داد که مهم‌ترین عاملی که باعث تغییرات میزان هزینه‌ها در بین مزارع شده است، ناپایداری و عدم ثبات قیمت نهاده‌ها به ویژه خوراک مصرفی که بیش‌ترین هزینه را متحمل می‌شود، می‌باشد به‌طوری‌که خرید نهاده در زمان‌های مختلف نیاز به پرداخت هزینه بسیار متفاوتی دارد.

مصرفی به‌ازای تولید هر کیلوگرم ماهی و میزان سود حاصل از تولید هر تن ماهی، در سطح یک‌درصد معنی‌دار بودند. سایر فاکتورهای عملکردی شامل تولید به‌ازای هر لیتر در ثانیه آب ورودی، تولید در واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع)، ضریب تبدیل غذا (FCR) و تعداد تلفات (قطعه) با نمره مدیریت ارتباط معنی‌دار نداشتند که می‌توان گفت این فاکتورها بیش‌تر می‌توانند متأثر از فناوری و مکانیزاسیون باشند (۴۲) که متأسفانه نوع مکانیزاسیون مزارع تحت بررسی نمی‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر این فاکتورها داشته باشد. مشابه نتایج این پژوهش را انگل (۲۰۲۱) ارائه نمود که در بررسی کارایی تولید و چالش‌های تولید گربه‌ماهی در ایالات‌متحده، به‌عنوان موفق‌ترین آبی‌پروری در آمریکا، توسعه و رشد فاکتورهای تولید در صنعت گربه‌ماهی را وابسته به مدیریت فشرده دانسته است و نوآوری‌های تکنولوژیکی که منجر به افزایش کارایی استفاده از زمین شده است را در کنار مدیریت صحیح، عامل افزایش بهره‌وری مزارع اعلام نموده است (۴۴). کاراجیانیس و همکاران (۲۰۰۸) نیز استفاده از نیروی کار متخصص و با مدیریت بالا را مهم‌ترین عامل افزایش کارایی و عملکرد در مزارع پرورش ماهی باس در یونان اعلام نموده‌اند (۲۰). هم‌چنین اوگونمفوم و آچیک (۲۰۱۷) در بررسی کارایی فنی و پتانسیل‌های پرورش ماهی در ایالت لاگوس نیجریه، کمبود دانش فنی پرورش‌دهندگان ماهی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده فاکتورهای عملکردی و نهایتاً کارایی معرفی نمودند (۱۶).

ارتباط رگرسیونی سطح مدیریت و سایر فاکتورها با کارایی فنی: در بررسی ارتباط رگرسیون چندمتغیره بین سایر نهاده‌های تولید در کنار مدیریت با کارایی فنی مشاهده می‌گردد، نمره مدیریت مزارع بیش‌ترین همبستگی را با کارایی فنی نشان داده است و ارتباط

رگرسیونی آن نیز با کارایی کاملاً معنی‌دار بود ($P < 0/01$) که تأییدکننده نتایج حسن‌پور و همکاران (۲۰۱۰) می‌باشد. در نتایج به‌دست آمده هم‌چنین ساختار استخر نیز با کارایی ارتباط معنی‌داری داشت ($P < 0/01$) که بیانگر گزارش رضایی و مهری خوانساری (۲۰۰۹) در خصوص تأثیر ساختار استخر بر میزان تولید و کارایی پرورش ماهی می‌باشد که پیشنهاد ایشان استفاده از استخر بتونی هشت‌وجهی با خروجی در مرکز می‌باشد و در مطالعه حاضر نیز این نوع استخرها بیش‌ترین کارایی را داشتند و استخرهای مربعی و مستطیلی سستی کم‌ترین کارایی را به‌دست آوردند (۳۱). مشابه این نتایج در خصوص تأثیر مدیریت و ساختار مزرعه بر کارایی را اسدی‌کیا و همکاران (۲۰۲۲) گزارش نموده‌اند که تغییر ساختار و مدیریت تولید مزارع استان مازندران را به‌عنوان راه‌حلی جهت تضمین کارایی اقتصادی و نیز پایداری امنیت غذایی در استان مازندران شناسایی کردند (۴۶). هم‌چنین حسن‌پور و همکاران (۲۰۱۰)، پتانسیل نسبی زیادی برای افزایش تولید ماهی قزل‌آلا از طریق بهبود کارایی مدیریتی و پیشرفت فناوری برای کل کشور پیش‌بینی نموده‌اند و اعلام کردند که ایران فضای قابل‌توجهی برای افزایش رشد کارایی و بهره‌وری پرورش ماهی قزل‌آلا از طریق بهبود مدیریت مزارع را دارد (۴۵). هوکوم و همکاران (۲۰۲۱) نیز در بررسی اثر مدیریت مزارع کوچک مقیاس پلی‌کالچر میگو بر کارایی فنی و عوامل استرس‌زای محیطی در اندونزی، با استفاده از مدل تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها، اثرات مدیریت بر کارایی فنی و عوامل استرس‌زای محیطی به این نتیجه رسیدند که کشاورزان در مناطق دارای مدیریت قوی‌تر، از کارایی فنی نسبتاً بالایی برخوردار می‌شوند و کارایی فنی کشاورز کم‌تر تحت تأثیر عوامل استرس‌زای محیطی قرار می‌گیرد (۴۷). در نتیجه، مدیریت می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای بهبود کارایی فنی و محدود کردن

عوامل استرس‌زا برای کشاورزان مورد استفاده قرار گیرد که این ابزار می‌تواند توسط خود کشاورزان یا توسط سیاست‌گذاران و مدیران دولتی آغاز شود و می‌تواند معیشت تولیدکنندگان میگو را در مقیاس کوچک بهبود بخشد. هم‌چنین قبریت (۲۰۰۴) در بررسی ارتباط سطح مدیریت و بهره‌وری کل عوامل تولید در شرکت‌های خصوصی فعال در صنعت شیلات اریتره، به این نتیجه رسید که رابطه مستقیم و مثبتی بین شیوه‌های مدیریت و میزان سودآوری و بهره‌وری در شرکت‌های مورد بررسی وجود دارد (۲). شارما (۲۰۰۸) نیز در بررسی کارایی فنی و عوامل تعیین‌کننده آن در تولید ماهی کپور در کشور پاکستان، میانگین کارایی فنی برای مزارع نیمه متراکم و گسترده را به ترتیب ۰/۶۷۳ و ۰/۵۶۱ به دست آورد و بهبود کارایی را ناشی از بهبود نظارت، مدیریت پرورش و کنترل کیفی آب و خوراک عنوان نموده است (۴۸). هم‌چنین شیری و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی عوامل مؤثر بر موفقیت و توسعه صنعت پرورش ماهیان سردابی از دیدگاه پرورش‌دهندگان قزل‌آلا در استان فارس با استفاده از روش توصیفی-پیمایشی اعلام نموده‌اند که مدیریت بهداشتی مزرعه یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت آبی‌پروران منطقه می‌باشد (۱۳).

تعیین بهترین و ضعیف‌ترین مزرعه: براساس نتایج اعلام شده در جدول ۵ مزرعه شماره ۱۲ به تعداد ۹ بار به عنوان الگو برای سایر مزارع انتخاب شده است که با مراجعه به جدول ۴ می‌توان دید که این مزرعه دارای کارایی بهینه بوده و بر اساس جدول ۹ نیز بیش‌ترین نمره مدیریت را به دست آورده است. هم‌چنین طبق جدول ۶ این مزرعه در هیچ نهاده‌ای اضافه مصرف نداشته است. بنابراین با استناد به گزارش رضایی و مهری‌خوانساری (۲۰۰۹) می‌توان گفت این مزرعه، بهترین مزرعه در بین مزارع منتخب می‌باشد. برخلاف مزرعه مذکور، مزرعه شماره ۱۹ در

چند مورد مازاد مصرف در نهاده‌ها را داشته و در مورد مصرف خوراک نیز بیش‌ترین ضریب تبدیل غذا را ثبت نموده است (۳۱). هم‌چنین نمره مدیریت مناسبی کسب نمود و در زمینه سایر فاکتورهای مهم در زمینه پرورش ماهی هم از سایر مزارع ضعیف‌تر بوده است. به عنوان مثال در زمینه تولید در واحد سطح، کم‌ترین تراکم را داشته، در مصرف برق و تولید به ازای هر لیتر آب ورودی، بعد از مزرعه شماره ۱۷، بیش‌ترین مصرف برق به ازای تولید هر کیلو ماهی و کم‌ترین تولید به ازای هر لیتر آب ورودی را کسب نموده است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان چنین بیان نمود که جهت افزایش تولید با صرف هزینه کمتر و کاهش فشار بر محیط زیست و با توجه به شباهت مزارع دومانظوره کشور با مزارعی که در این مطالعه، بررسی شدند، باید تحولی بنیادین در سیستم پرورش ماهی قزل‌آلا کشور و مدیریت آن ایجاد گردد و نیاز است سازمان شیلات ایران و مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور برنامه لازم برای تغییرات مذکور را تدوین نمایند. هم‌چنین با توجه به آثار مخرب قطع برق در مزارع تولید قزل‌آلا، مسئولین مربوطه باید تلاش نمایند که قطع برق در مناطقی که پرورش ماهی صورت می‌گیرد از یک تا دو ساعت بیش‌تر نشود زیرا حتی در مزارعی که ژنراتور کمکی نیز دارند، قطع برق طولانی می‌تواند اثرات مخربی داشته باشد. با توجه به نتایج بررسی صورت گرفته در این مطالعه، ناپایداری و عدم ثبات قیمت نهاده‌ها به‌ویژه خوراک آبزیان می‌تواند مشکلات بسیار زیادی را برای آبی‌پروران ایجاد نماید بنابراین ضروریست مسئولین مربوطه در خصوص رفع این مشکل در سطح کلان چاره‌اندیشی نمایند.

منابع

1. Vahedi, A., Younesi Alamouti, M., & Sharifi Malvajerdi, A. (2017). Investigating the current situation and determining the indicators of rice mechanization (a case study in Mazandaran province), researching agricultural systems and mechanization. 19 (70), 25-40. [In Persian]
2. Ghebret, K. S. (2004). The impact of management practices on productivity in the Eritrean fishing industry. Ph.D. Thesis. Faculty of Economic and Management Sciences. University of Pretoria. 224p.
3. Rezaei, M. M., Salehi, M., Akbari, H., & Chamani, M. (2013). Fish farming in agricultural water storage ponds. Promotional booklet. Markazi Province Agricultural Jihad Organization. *Management of agricultural jihad of Khandab city*. 25p. [In Persian]
4. Adler, P. R., Harper, J. K., Wade, E. M., Takeda, F., & Summerfelt, S. T. (2000). Economic Analysis of an Aquaponic System for the Integrated Production of Rainbow Trout and Plants. *International Journal of Recirculating Aquaculture*. 1 (1), 15-34.
5. Engle, C. R., Kumar, G., & van Senten, J. (2021). Resource-use efficiency in US aquaculture: farm-level comparisons across fish species and production systems. *Aquaculture Environment Interactions*. 13 (1), 259-275.
6. Oluwatayo, I. B., & Adedeji, T. A. (2019). Comparative analysis of technical efficiency of catfish farms using different technologies in Lagos State, Nigeria: a Data Envelopment Analysis (DEA) approach. *Journal of Agriculture & Food Security*. 8 (1), 2-9.
7. Rezaei, M. M., & Mousavi, S. H. (2019). Practical tips in reproduction and breeding of rainbow trout. Central Province Agricultural Jihad Organization. Management of fisheries and aquatics. *Educational booklet*. 57p. [In Persian]
8. Daarayetabar, F., & Hedayati, S. A. A. (2015). Challenges and solutions for the development of fish farming in dual-purpose agricultural ponds in Kermanshah province. The first national conference of natural resources and sustainable development in central Zagros. Shahrekord University. 10 September. 2015. Shahrekord. Iran. [In Persian]
9. Kalaei, A. (2014). Determination, calculation and analysis of productivity indicators in the production of cold water aquaculture, a case study of Mazandaran province. Planning Research Institute, Agricultural Economy and Rural Development - Management of research services. 63p. [In Persian]
10. Abbasi, A. R., Shams, A., Yaghoubi, J., & Gholizadeh, H. (2013). Investigating management factors affecting the performance of salmon farms using content analysis method. The first national conference on natural resource management. Gonbad Kavos University, Gonbad Kavos. Iran. [In Persian]
11. Khosh Akhlagh, R., & Kiani, M. (2000). Investigation of effective factors and production of cold water fish in Chaharmahal and Bakhtiari province. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 7 (28), 65-83. [In Persian]
12. Abedi, M., Mohammadi, H., & Gaffari, M. (2018). Efficiency and profitability of salmon farming units in Fars province. *Journal of Agricultural Economics*. 5 (2), 93-123. [In Persian]
13. Shiri, N., Khoshnodifar, Z., & Soltanian, S. (2018). Factors affecting the success and development of the cold water fish breeding industry from the point of view of trout breeders in Fars province. *Journal of Aquaculture Development*. 13 (2), 65-83. [In Persian]
14. Wezel, A., Robin, J., Guerin, M., Arthaud, F., & Vallod, D. (2013). Management effects on water quality, sediments and fish production in extensive fish ponds in the Dombes region, France. *Journal of Limnologia*. 43 (3), 210-218.

15. Asche, F., & Roll, K. H. (2013). Determinants of inefficiency in Norwegian salmon aquaculture. *Aquaculture Economics and Management*. 17 (3), 300-321.
16. Ogunmefun, S. O., & Achike, A. I. (2017). Analysis of Pisciculture Value Chain in Lagos State, Nigeria. *Journal of Agricultural Science and Research*. 5(1), 65-76.
17. Agricultural Jihad Organization of Isfahan province. (2022). The report of the agricultural department of Isfahan province in 2022. 19p.
18. Khajehaghverdi, A. A., & Ramdani, Z. (2017). Determining energy consumption indicators in trout farming in order to achieve sustainable development. The second national conference on sustainable development in agricultural sciences and natural resources of Iran. International Center for Conferences and Seminars on the Sustainable Development of Islamic World Sciences. 29 March 2017. Tehran, Iran. [In Persian]
19. Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European J. Operational Research*. 2 (6), 429-444.
20. Karagiannis, G., Katranidis, S. D., & Tzouvelekas, V. (2008). Measuring technical, allocative and cost efficiencies of seabass and seabream farms in Greece. *Aquaculture Economics and Management*. 4 (3-4), 191-207.
21. Long, L. K., Thap, L. V., Hoai, N. T., & Pham, T. T. T. (2020). Data envelopment analysis for analyzing technical efficiency in aquaculture: The bootstrap methods. *Aquaculture Economics and Management*. 24 (4), 422-446.
22. Coelli, T., Prasada Rao, D. S., & Battese, G. E. (2002). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Kluwer Academic Publishers. 349p.
23. Colt, J., Summerfelt, S., Pfeiffer, T., Fivelstad, S., & Rust, M. (2008). Energy and resource consumption of land-based Atlantic salmon smolt hatcheries in the Pacific Northwest (USA). *Journal of Aquaculture*. 280 (1-4), 94-108.
24. Coelli, T., & Prasada Rao, D. S. (2005). Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000. *Journal of Agricultural Economics*. 32, 115-134.
25. Okashe, Sh., & Rostami Kondori, S. (2018). Determining and investigating the efficiency of energy consumption in salmon farming (cold water) using the data envelopment analysis method of a case study (Chaharmahal and Bakhtiari Province, Gordbisheh). The 12th National Congress of Biosystem Mechanical Engineering and Mechanization of Iran. 16 February 2018. Shahid Chamran University of Ahvaz. Agricultural Machinery and Mechanization Engineering Association of Iran. Ahvaz, Iran. [In Persian]
26. Coelli, T., Rahman, S., & Thirtl, C. (2002). Technical, Allocative, Cost and Scale Efficiencies in Bangladesh Rice Cultivation: A Non-parametric Approach. *Journal of Agricultural Economics*. 53 (1), 607-626.
27. Oladimeji, Y. U. (2018). Assessment of Trend of Artisanal Fish Production in Nigeria Vis-a-Vis Implications on Economic Growth. *Nigerian Journal of Fisheries and Aquaculture*. 6(1), 37-46.
28. Bravo-Ureta, B. & Rieger, E. (1990). Alternative production frontier methodologies and dairy farm efficiencies. *Journal of Agricultural Economics*. 41 (1), 215-226.
29. Dey, Ferdinand, M. M., Gaspar, J. P., Bimbao, B., & Regaspi, P. B. (2008). Technical efficiency of tilapia growout pond operations in the Philippines. *Aquaculture Economics and Management*. 4 (1-2), 33-47.
30. Battese, G. E., Malik, S. J., & Gill, M. A. (2010). An investigation of technical inefficiencies of production of wheat farmers in four districts of Pakistan. *Journal of Agricultural Economics*. 47 (1), 37-49.
31. Rezaei, M. M., & Mehri Khansari, D. (2009). A practical guide to raising rainbow trout. Markazi Province

- Agricultural Jihad Organization. Management of agricultural jihad of Arak city. Promotional booklet. 19p. [In Persian]
32. Esmaili, A. (2022). Principles of biological security in aquatic breeding centers. project report. General Department of Veterinary Medicine of Central Province. 78p. [In Persian]
33. Abbasi, K., Almasi, M., Barqaei, A. M., & Minaei, S. (2014). Estimation of the performance model of basic products based on the level of agricultural mechanization index in Iran. *Agricultural Machinery Magazine*. 4 (2), 344-351. [In Persian]
34. Jafari Bari, M., Jafari, S. A., & Gholizadeh, M. (2012). Principles of Aquatic Engineering. Noorbakhsh Publications. 503p. [In Persian]
35. Yaghoubi, M., Mohseni, S., & Pahlavani, M. (2013). Investigating production factors and efficiency of cold water fish farms in Fars province. *Journal of New Technologies in Aquaculture Development*. 8 (2), 7-18. [In Persian]
36. Long, L. K., Thap, L. V., Hoai, N. T., & Pham, T. T. T. (2020). Data envelopment analysis for analyzing technical efficiency in aquaculture: The bootstrap methods. *Aquaculture Economics and Management*. 24 (4), 422-446.
37. Lekang, O. I. (2013). Aquaculture Engineering. John Wiley & Sons Publication. 504p.
38. Naghsinefard, M., Mohammadi, H., Farajzadeh, Z., & Ameri, A. A. (2018). Analysis of efficiency and productivity of all production factors of trout farming units in Fars province. *Journal of Economic Research and Policies*. 19 (57), 133-156. [In Persian]
39. Rahman, M. T., Nielsen, R., Akhtaruzzaman Khan, M., & Ankamah-Yeboah, I. (2020). Impact of management practices and managerial ability on the financial performance of aquaculture farms in Bangladesh. *Journal of Aquaculture and Management*. 24 (1), 79-101.
40. Bonaventura, M., Romagnoli, L., Fanelli, R. M., Palmieri N., & Nocera, A. D. (2019). Assessing the efficiency of the Italian aquaculture firms. *Aquaculture Economics & Management*. 23 (4), 382-409.
41. Derfan, L., & Monfared, N. (2014). Efficiency and productivity of shrimp farms and extension management (case study: Bushehr province). The third International conference on modern researches in economic management and accounting. Karin Institute of Excellence. 25 March, 2014. Istanbul. Turkey.
42. Najafi Kani, A. A., Shahkoui, A., & Mollaei, M. (2015). Economic and social consequences of agricultural mechanization in rural settlements. Case: Southern Estrabad village in Gorgan. *Journal of Economics of Rural Space and Development*. 2 (16), 73-96. [In Persian]
43. Yazdani, S., Rafiei, H., & Ramadani, M. R. (2018). Evaluation of total productivity of production factors and efficiency of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms in sea cages located in Mazandaran province. *Journal of Aquaculture Development (Biological Sciences)*. 13 (4), 123-134. [In Persian]
44. Engle, C. R. (2021). The evolution of farm management, production efficiencies and current challenges to catfish production in the United States. *Journal of Aquaculture economics and management*. 7 (1-2), 67-84.
45. Hassanpour, B., Ismail, M. M., Mohamed, Z., & Kamarulzaman, N. H. (2010). Sources of productivity growth in rainbow trout aquaculture in Iran: Technical efficiency change or technological progress. *Journal of Aquaculture Economics and Management*, 14 (3), 218-234.
46. Asadikia, H., Mousavi, S. H. A., Khalilian, S., & Najafi Alamdarlu, H. (2022). Economic Efficiency Analysis of Cold-Water Fish Production Based on Self-Reliance on Domestic or

- Imported Eggs. *Journal of Agricultural Economics Research*. 13(1), 1-17.
[In Persian]
47. Hukom, V., Nielsen, R., & Nielsen, M. (2021). Effects of co-management on technical efficiency and environmental stressors: An application to small-scale shrimp polyculture in Indonesia. *Journal of Aquaculture economics and management*. 26 (1), 98-117.
48. Sharma, K. R. (2008). Technical efficiency of carp production in Pakistan. *Aquaculture Economics and Management*. 3 (2), 131-141.

