CC BY

مقاله علمی – پژوهشی:

ارزیابی الگوی مکانیزاسیون در مزارع منتخب دومنظوره استان مرکزی

کامیار غرا*[۱]، محمود حافظیه[۱]، علی نکویی فرد[۲]، مسعود صیدگر[۲]

*kamyar.gharra75@gmail.com

۱- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۲

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی کارآیی وضعیت مکانیزاسیون بر بهره‌وری انرژی در مزارع دو منظوره کشاورزی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استان مرکزی انجام شد. این تحقیق به روش میدانی و از طریق تحلیل داده‌های پرسش‌نامه‌ای در خصوص وضعیت مکانیزاسیون در مزارع این استان انجام شد. بدین‌منظور، بعد از طراحی پرسش‌نامه‌ها، اطلاعات ورودی‌ها شامل مساحت کشت و تجهیزاتی مانند غذاپاش، الکتروپمپ‌ها، کف‌کش، دیزل ژنراتور و هواده‌ها از ۵ شهرستان استان مرکزی شامل ۳۰ واحد تولیدی که دارای بیشترین سهم تولید ماهی قزل‌آلا بودند، جمع‌آوری شد. سپس خروجی‌ها شامل درجه، ظرفیت و ضریب مکانیزاسیون، راندمان تولید، ظرفیت تولید و کارایی انرژی با مدلسازی چند ورودی – خروجی و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) محاسبه شدند. نتایج نشان داد، واریانس درجه مکانیزاسیون در مزارع این استان ۰/۹۶ می‌باشد. همچنین با در نظر گرفتن سطح شاخص کارایی مطلوب ۱ برای مزارع مشاهده شد که ۴۰ درصد از مزارع استان در وضعیت مطلوب قرار دارند. نتایج بررسی عملکرد هر یک از واحدها بر حسب شاخص کارایی انرژی نیز نشان داد که صرفاً ۲۰ درصد از مزارع استان دارای شاخص کارایی بالاتر از ۰/۴ و ۸۰ درصد دارای بهره‌وری انرژی کمتر از ۱ هستند. نتایج بیانگر این نکته است که الگوی توزیع مکانیزاسیون در همه مزارع استان به صورت یکنواخت نبوده و نیازمند بهبود است.

لغات کلیدی: آبزی پروری، الگوی مکانیزاسیون، سطح کارامدی، استان مرکزی

*نویسنده مسئول

مقدمه

مکانیزاسیون در صنعت به معنای استفاده از ماشین به عنوان جایگزین یا مکمل نیروی انسانی است و به شرط رعایت اصول توسعه پایدار، عامل اصلی تحرک و رشد مداوم سطوح کمی و کیفی تولید در تمامی بخش‌های آن محسوب می‌شود. این تعریف در کشاورزی و منابع طبیعی ارتقاء یافته است و با مفهوم مدیریت صحیح منابع، نهاده‌ها، ماشین‌آلات و ابزار، با هدف کاهش هزینه تولید و افزایش کمیت و کیفیت محصول شناخته می‌شود (Almasi *et al*., 2001; Bagheri,2006; Behrouzilar, 2006). به طور کلی، مکانیزاسیون در آبزی‌پروری شامل فرآیند ایجاد تغییرات کمی و کیفی در واحدهای تولید آبزیان با استفاده از ادوات، تجهیزات و فن‌آوری‌های نوین و پیشرفته است (Dejand, 2012). استفاده از مکانیزاسیون در راستای ارتقاء سطح بهره‌وری افزایش تولید در واحد حجم مزارع سردآبی (توسعه عمودی)، یکی از راهکارهای قابل دسترس در تحقق اهداف پیش‌بینی شده است. از منظر کاربردی، مکانیزاسیون به عنوان یک سیستم نوین در تولید محصولات آبزی‌پروری مطرح است و انجام به‌موقع عملیات پرورش، کاهش هزینه‌های تولید، کاهش سختی کار، مدیریت مصرف منابع انرژی، ایجاد جذابیت در فعالیت‌های آبزی‌پروری، ارتقاء کمی و کیفی تولید و در نهایت اقتصادی نمودن تولید انبوه را فراهم می‌نماید (Marzban *et al*., 2016). یکی از مهم‌ترین اهداف مکانیزاسیون، ارتقاء شاخص‌های بهره‌وری است. چنانچه مزارع پرورش ماهی را یک سیستم در نظر گرفت که شامل ورودی‌ها و خروجی‌هاست، ورودی‌های آن شامل: سرمایه، نیروی انسانی، نهاده‌های تولید، منابع آبی، ادوات و تجهیزات و به طور کلی تمامی سخت افزارها و نرم‌افزارهایی است که در تولید نقش دارند. خروجی نیز مقدار ماهی تولیدی (ستاده) بر حسب واحد وزن است که موجب سود اقتصادی و ارزش افزوده در این زمینه می‌شود. طی سال‌های اخیر، تحقیقات قابل‌توجهی در زمینه مکانیزاسیون و نقش آن در تولید انجام شده است. در دهه اخیر، با افزایش تعداد متقاضیان تکثیر و پرورش آبزیان در کشور، ورود فن‌آوری‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزات مختلف از کشورهای پیشرو، افزایش سطح دانش، تجربه و مهارت بهره‌برداران، موجب شده است که راندمان تولید به‌خصوص در بخش ماهیان سرد آبی افزایش چشمگیری یابد (Nafisi Behabadi *et al*., 1998; Nafisi Behabadi, 2006). از دیدگاه (Khanjani *et al*., 2009) تولیدکنندگان با استفاده از فناوری‌های جدید مانند دستگاه‌های هواده، دستگاه‌های رقم‌بند، اکسیژن‌ساز و انواع فیلترهای فیزیکی آب می‌توانند به حداکثر تولید در مزارع خود دست یابند. (Yaghoubi *et al*., 2014) تحقیقی در زمینه اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید و بررسی عوامل موثر بر آن در مزارع پرورش ماهیان سردابی استان فارس انجام دادند. در این تحقیق داده‌های مورد نیاز از اداره کل شیلات استان فارس گردآوری شد که اطلاعات ۳۳ مزرعه پرورش ماهیان سردابی در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ را در برداشت. برای محاسبه بهره وری کل عوامل تولید (TFP) [1] و اندازه‌گیری اثرات عوامل موثر بر آن از شاخص مالم کوئیست[۲] استفاده و اثرات تغییرات کارایی، تغییرات فناوری و دانش فنی، تغییرات کارایی خالص فنی و تغییرات مقیاس محاسبه و سهم هر یک در روند تغییرات بهره‌وری مشخص نمود. Farahani (۲۰۱۵) استفاده از ادوات مکانیکی و روش‌های نوین مکانیزاسیون را برای برگشت آب و افزایش بهره‌وری تولید، این‌که بتوان آب خروجی از استخرهای پرورشی را بعد از حذف فضولات و مواد معلق آن و هوادهی و جبران اکسیژن از دست رفته، مجدداً به‌وسیله موتور پمپ به استخرها پمپاژ کرد و با این روش ظرفیت نگهداری ماهی در استخر را افزایش داد، گزارش نمود. آثار مکانیزاسیون و اعمال نتایج تحقیقات علمی در کشورهای پیشرفته صنعتی منجر به عبور از مرز خودکفایی در بخش‌های آبزی‌پروری و کشاورزی گردیده است. مهم‌ترین رویکردهای مطرح در مزارع پرورش آبزیان در خصوص مکانیزاسیون شامل بهبود کیفیت و افزایش حجم آب در استخرهای پرورش، کاهش هزینه‌های تولید و کاهش سختی کار است. رابطه مکانیزاسیون و بهره‌وری در تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی را می‌توان با بررسی و مقایسه شاخص‌هایی مانند کاهش ریسک، افزایش

[1] Total Factor Productivity

[۲] اندیس بهره‌وری مالم کوئیست تغییرات بهره‌وری یک واحد تصمیم گیرنده را بین دو دوره زمانی اندازه می‌گیرد.

تولید، ارتقاء جنبه‌های زیست‌محیطی، سود خالص و قیمت تمام شده و فروش تعیین نمود. با توجه به متغیر بودن وضعیت بهره‌وری مکانیزاسیون در نقاط مختلف و وابستگی شدید آن به موقعیت هر منطقه، نمی‌توان نسخه واحدی را برای بهبود وضعیت مکانیزاسیون در مناطق مختلف ارائه داد. لذا، بومی‌سازی الگوی مکانیزاسیون در داخل کشور حائز اهمیت است. هدف این پژوهش بررسی وضعیت کارایی مکانیزاسیون بر بهره‌وری انرژی و الگوی مزارع دومنظوره پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استان مرکزی است.

مواد و روش کار

استان مرکزی در سال ۱۳۹۹ دارای ۲۸۰ استخر پرورش ماهی قزل آلا بوده است که در این میان شهرهای اراک، شازند، خمین، خنداب و فراهان دارای بیشترین رهاسازی بچه ماهی قزل‌آلا در واحدهای آبزی‌پروری خود بودند. مکانیزاسیون نقش مهمی در آبزی‌پروری استان مرکزی به‌خود اختصاص داده است. از این‌رو، معرفی و سنجش شاخص‌های مکانیزاسیون آبزی‌پروری در استخرهای دو منظوره که غالب تولید استان در بخش ماهیان سردآبی از این استخرها استحصال می‌گردد، دارای نقش مهمی است. همچنین هدف‌گذاری به منظور توسعه آن با توجه به محدودیت‌های زمان پرورش و منابع آبی استان بر اساس تجهیزات قابل استفاده در این‌گونه استخرها و معرفی بهترین آنها، از اهمیت خاصی برای استان مرکزی برخوردار است. تحقیق حاضر در ۵ شهرستان مذکور انجام شده است. اطلاعات ۳۰ مزرعه از ۵ شهرستان استان مرکزی شامل تعداد غذاپاش، تعداد هواده، کف‌کش‌ها، دیزل ژنراتور و تعداد الکتروپمپ‌ها و نیز مقدار انرژی مصرفی آنها، ظرفیت تولید اسمی و حقیقی از طریق پرسش‌نامه‌ها جمع آوری و به عنوان ورودی‌ها استفاده شد.

معرفی شاخص‌های کاربردی مکانیزاسیون

مهم‌ترین شاخص‌های کاربردی در مکانیزاسیون به‌شرح ذیل است (Ghavampour, 2020):

سطح یا ضریب مکانیزاسیون: این شاخص عبارت است از توزیع سرانه توان مصرفی در سطح زیرکشت طی یک دوره پرورش است. این پارامتر به‌صورت رابطه ذیل تعریف می‌شود:

$$ML = \frac{\sum P \times mf}{A_m} \quad (۱)$$

ML: سطح مکانیزاسیون (اسب بخار بر هکتار)، $\sum P$: مجموع کل توان موجود (اسب بخار)، mf: ضریب تبدیل انرژی الکتریکی نسبت به توان اسمی (۰/۷۵)، A_m: سطح زیرکشت مکانیزه (هکتار)

درجه مکانیزاسیون: این شاخص درصد انجام عملیات مکانیزه به کل سطح عملیات مورد نیاز را بیان می‌کند. این شاخص برای نشان دادن توسعه مکانیزاسیون مورد استفاده است و شاخصی مقایسه‌ای برای سال‌های مختلف یا مناطق مختلف محسوب می‌گردد. این شاخص به عنوان مقایسه زمان و مکان مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$MD = \frac{A_{m1}}{A_{mt}} \times 100 \quad (۲)$$

MD: درجه مکانیزاسیون (درصد)؛ A_{m1}:سطح عملیات مکانیزه انجام شده (هکتار)، A_{mt}: کل سطح زیرکشت (هکتار)

ظرفیت مکانیزاسیون: این شاخص مقدار انرژی مصرفی در واحد سطح بر اساس زمان است. واحد این شاخص اسب بخار ساعت بر هکتار است. به عبارت دیگر، این شاخص میزان انرژی مصرفی بر واحد سطح را نشان می‌دهد.

$$MC = \frac{Pt}{A} \quad (۳)$$

MC :ظرفیت مکانیزاسیون (اسب بخار ساعت بر هکتار)؛ P: مجموع توان به‌کارگرفته شده در مزرعه (اسب بخار)، t: مدت به‌کارگیری توان در مزرعه، A: سطح به‌کار گرفته شده توان P در زمان t

راندمان تولید: این معیار نسبت تولید حقیقی به تولید اسمی را بیان می‌کند. حداکثر این شاخص ۱۰۰ درصد است.

$$\text{راندمان تولید (٪)} = \frac{\text{مقدار تولید حقیقی (تن)}}{\text{مقدار تولید اسمی (تن)}} \quad (۴)$$

ظرفیت تولید DEA: این شاخص نسبت راندمان تولید نسبت به حداکثر راندمان واحدهای تولیدی را نشان می‌دهد. در واقع، می‌توان اختلاف سطح هر واحد نسبت به مقدار حداکثر را سنجید. در این شاخص هر دو پارامتر تولید اسمی و تولید حقیقی به نوعی اثر دارند. حداکثر این شاخص ۱ است.

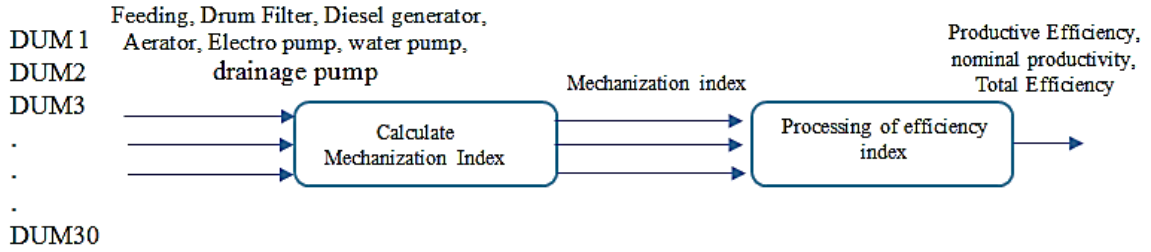
$$\text{ظرفیت تولید DEA} = \frac{\text{راندمان تولید در یک واحد}}{\text{حداکثر راندمان واحدهای تولیدی}} \quad (۵)$$

شاخص کارایی انرژی: این شاخص نسبت تولید حقیقی هر واحد به انرژی الکتریکی مصرفی در آن واحد را بیان می‌کند. انرژی مصرفی بیانگر تعداد تجهیزات مکانیزه موجود در آن واحد است (Younesi *et al.*, 2013).

$$\text{کارایی انرژی (کیلوگرم بر مگاژول)} = \frac{\text{تولید حقیقی در واحد}}{\text{انرژی مصرفی آن واحد}} \quad (۶)$$

شاخص کارایی کل: برای محاسبه شاخص کارایی کل، همه شاخص‌های درجه مکانیزاسیون، ظرفیت مکانیزاسیون، سطح مکانیزاسیون، کارایی تولید و کارایی انرژی در نظر گرفته شده‌اند. هر یک از مزارع که دو شاخص یا بیشتر در آن دارای سطح بالاتر از مرز کارایی باشد، به عنوان واحد کارآمد تعریف شد. مرز کارایی برای شاخص کارایی انرژی بزرگتر از ۰/۶، ظرفیت تولید DEA بزرگتر از ۰/۶، سطح مکانیزاسیون DEA بزرگتر از ۰/۰۸، درجه مکانیزاسیون DEA بزرگتر از ۰/۲۵ و برای ظرفیت مکانیزاسیون DEA بزرگتر از ۰/۰۸ در نظر گرفته شده است.

همان‌طوری‌که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، نهاده‌ها شامل تعداد غذاپاش، تعداد هواده، کف‌کش‌ها، دیزل ژنراتور و تعداد الکتروپمپ‌ها و نیز مقدار انرژی مصرفی آنها در نظر گرفته است. این اطلاعات از طریق پرسش‌نامه‌های ۳۰ مزرعه استان مرکزی استخراج و به عنوان ورودی‌ها استفاده شده که در جدول ۱ ارائه شده است. میزان انرژی الکتریکی طی یک دوره پرورش مدنظر قرار گرفت و برای محاسبه کارایی انرژی استفاده شد. همچنین میزان تولید حقیقی و اسمی برای هر مزرعه نیز از طریق اطلاعات جمع‌آوری شده از پرسش‌نامه به‌دست آمد. خروجی‌ها در دو سطح شامل شاخص‌های مکانیزاسیون مطابق روابط ۱ الی ۳ محاسبه شده است. در سطح دوم که خروجی‌های کارایی را بیان می‌کنند، معیارهای کارایی مطابق روابط ۴ الی ۶ محاسبه می‌شود.



شکل ۱: مدل چند ورودی-چندخروجی برای تحلیل داده‌های مزارع

Figure 1: Multi-input / Multi-output model for data analysis of ponds

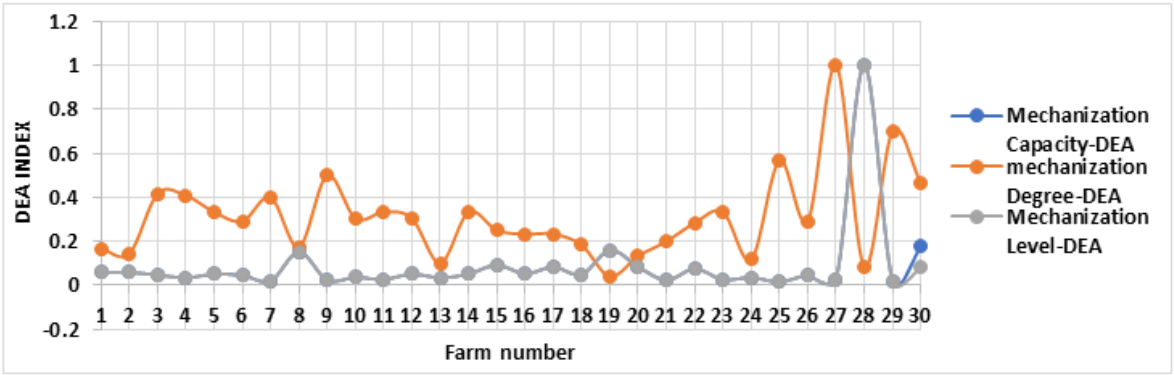
نتایج

اطلاعات جمع آوری شده از مزارع منتخب ۳۰ مزرعه استان مرکزی مورد تحلیل قرار گرفت و خروجی‌های تحلیل‌های انجام شده در شکل‌های ۱ الی ۴ قابل مشاهده است. شکل ۲ نمودار تغییرات شاخص‌های مکانیزاسیون را نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن حداکثر مقدار این شاخص که معادل ۱ است و با فرض مرز کارایی مطلوب بالای ۰/۶، مشاهده می‌شود که حدود ۱۰ درصد مزارع این شرط را اغناء می‌کنند و شاخص درجه مکانیزاسیون برای آنها بالاتر از مرز کارایی قرار دارد. همچنین واریانس این شاخص در دامنه ۱-۰/۰۴ بوده و بیانگر پراکندگی زیاد و عدم توزیع یکنواخت مکانیزاسیون در این استان است. مقدار تفکیکی این سه شاخص در هر یک از ۵ شهرستان در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱: اطلاعات جمع آوری شده از پرسش‌نامه برای ورودی‌های سیستم

Table 1: Information collected from questionnaires for system inputs

Diesel Generator	Feeding	Aerator	Electro-pump	drainage pump	Drum Filter	Water pump	Number of Farm
2	-	10	2	1	-	2	1
1	-	8	3	1	-	2	2
2	-	12	4	3	-	2	3
2	-	9	2	1	-	2	4
1	-	20	2	1	1	2	5
1	-	8	2	1	-	2	6
2	1	12	2	1	-	2	7
2	-	3	14	2	1	2	8
1	-	15	2	2	-	2	9
2	-	18	3	3	1	1	10
2	-	10	2	1	-	2	11
2	-	12	6	2	1	1	12
1	-	3	1	1	1	1	13
1	-	12	2	2	-	2	14
1	1	9	2	1	-	2	15
1	-	7	2	1	1	2	16
1	-	6	2	1	1	2	17
1	-	18	2	1	-	2	18
1	-	4	1	1	-	1	19
1	-	6	2	1	-	2	20
1	-	8	3	1	-	2	21
1	-	22	2	1	-	2	22
1	-	13	2	1	-	2	23
1	-	6	1	1	-	1	24
1	-	12	2	1	-	2	25
1	-	12	2	1	-	2	26
1	-	36	2	1	-	2	27
1	-	11	2	1	-	2	28
1	-	19	2	1	1	2	29
2	1	13	2	1	-	2	30



شکل ۲: مقایسه شاخص های ظرفیت مکانیزاسیون، درجه و سطح مکانیزاسیون در هر یک از ۳۰ مزرعه استان مرکزی، سال ۱۴۰۱

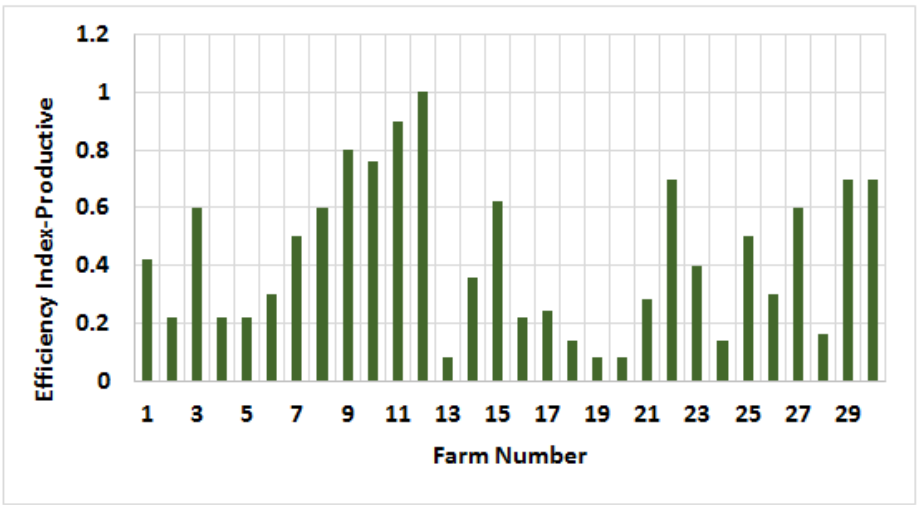
Figure 2: Comparison of mechanization capacity indicators, degree and level of mechanization in each of 30 farms in Central Province, year 2022

جدول ۲: مقایسه تفکیکی شاخص های مکانیزاسیون در هر یک از ۵ شهرستان استان مرکزی، سال ۱۴۰۱

Table 2: Separate comparison of mechanization indicators in each of the 5 cities of Central Province, year 2022

Province	Avarage mechanization capacity	Avarage mechanization degree (%)	Avarage level of mechanization
Farahan	0.044	75.6	0.44
Arak	0.034	67.8	0.13
Khondab	0.067	98.4	0.13
Khomein	0.087	64.8	0.82
Shazand	0.036	57.0	0.34

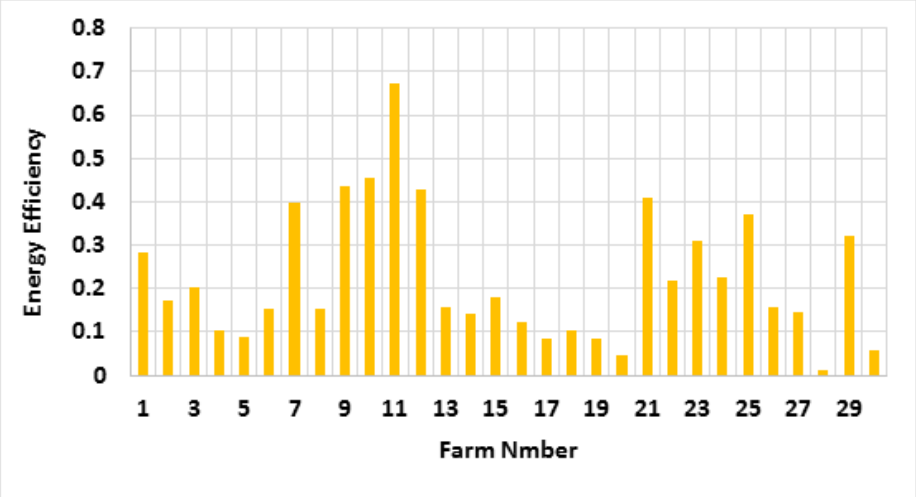
تحلیل دیگری در مورد شاخص ظرفیت تولید DEA انجام شد. شکل ۳ نتایج تحلیل عددی را نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن سطح کارامدی حدود ۰/۶ مشاهده می‌شود که بیش از ۳۶ درصد مزارع در وضعیت قابل قبول قرار دارند.



شکل ۳: مقایسه شاخص ظرفیت تولید DEA در هر یک از ۳۰ مزارع استان مرکزی، سال ۱۴۰۱

Figure 3: Comparison of DEA production capacity index in each of 30 farms in Central Province, year 2022

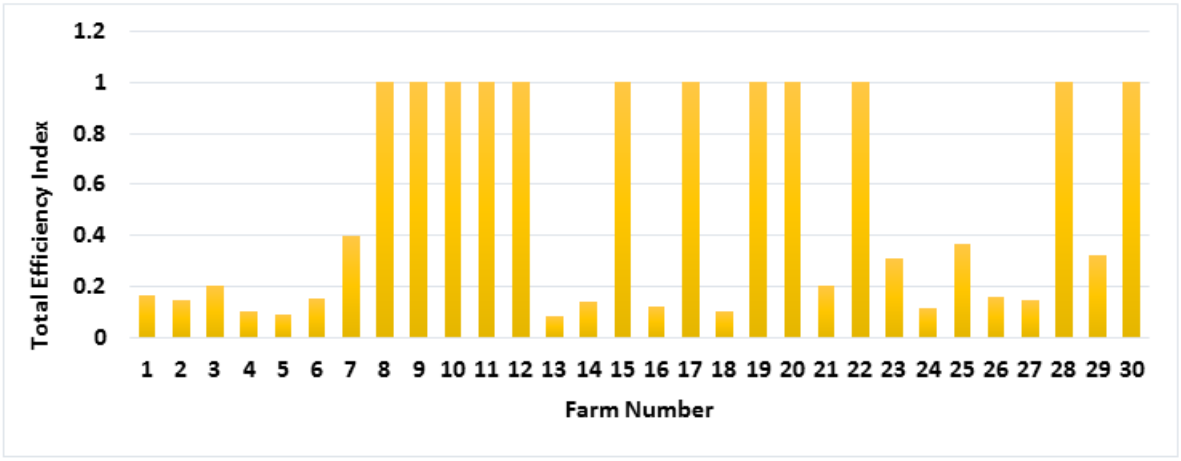
تحلیل‌های بیشتر برای شاخص کارایی انرژی برای ۳۰ مزرعه انجام شد. در شکل ۴ مقایسه این شاخص نمایش داده شده است. با توجه حداکثر مقدار این شاخص معادل ۱ و در نظر گرفتن مرز کارایی برابر ۰/۴ مشاهده می‌شود که حدود ۲۰ درصد مزارع در وضعیت قابل قبول هستند.



شکل ۴: مقایسه شاخص کارایی انرژی در هر یک از ۳۰ مزرعه استان مرکزی، سال ۱۴۰۱

Figure 4: Comparison of the energy efficiency index in each of 30 farms in Central Province, year 2022

در نهایت شاخص کارایی کل در ۳۰ مزرعه استان محاسبه شد که در شکل ۵ نتایج آن قابل مشاهده است. برای محاسبه شاخص کارایی کل، همه شاخص‌های درجه مکانیزاسیون، ظرفیت مکانیزاسیون، سطح مکانیزاسیون، کارایی تولید و کارایی انرژی در نظر گرفته شده‌اند. مرز کارایی قابل قبول برای هر شاخص در جدول ۳ ارائه شده است. هر یک از مزارع که دو شاخص یا بیشتر در آن دارای سطح بالاتر از مرز کارایی باشد، به عنوان واحد کارآمد تعریف شد. همان‌طوری‌که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، حدود ۴۰ درصد مزارع در سطح کارایی ۱ قرار دارند.



شکل ۵: مقایسه شاخص کارایی کل در هر یک از ۳۰ مزرعه استان مرکزی، سال ۱۴۰۱

Figure 5: Comparison of the total efficiency index in each of the 30 farms of Central Province, year 2022

Total Efficiency	Energy Efficiency >0.6	Production capacity DEA < 0.6	Mechanization level DEA < 0.08	Mechanization degree DEA < 0.25	Mechanization capacity DEA < 0.08	Energy Efficiency	Production capacity_ DEA	Mechanization level_ DEA	Mechanization degree_ DEA	Mechanization capacity_DEA	Farm No
-	0.28	0.42	0.05	0.01	0.05	0.28	0.42	0.05	0.16	0.05	1
-	0.17	0.22	0.05	0.14	0.05	0.17	0.22	0.05	0.14	0.05	2
-	0.20	0.60	0.04	1	0.04	0.20	0.60	0.04	0.41	0.04	3
-	0.10	0.22	0.03	1	0.03	0.10	0.22	0.03	0.40	0.03	4
-	0.08	0.22	0.05	1	0.05	0.08	0.22	0.05	0.33	0.05	5
-	0.15	0.30	0.04	1	0.04	0.15	0.30	0.05	0.29	0.05	6
-	0.39	0.5	0.02	1	0.02	0.39	0.50	0.02	0.40	0.02	7
Efficient	0.15	0.60	1	0.17	1	0.15	0.60	0.15	0.17	0.15	8
Efficient	0.43	1	0.02	1	0.02	0.43	0.80	0.02	0.50	0.02	9
Efficient	0.45	1	0.03	1	0.03	0.45	0.76	0.03	0.30	0.03	10
Efficient	1	1	0.02	1	0.02	0.67	0.90	0.02	0.33	0.02	11
-	0.42	1	0.05	1	0.05	0.42	1	0.05	0.30	0.05	12
-	0.15	0.08	0.03	0.10	0.03	0.15	0.08	0.03	0.10	0.03	13
-	0.14	0.36	0.05	1	0.05	0.14	0.36	0.05	0.33	0.05	14
Efficient	0.18	1	1	0.25	1	0.18	0.62	0.09	0.25	0.09	15
-	0.12	0.22	0.05	0.23	0.05	0.12	0.22	0.05	0.23	0.05	16
Efficient	0.08	0.24	1	0.23	1	0.08	0.24	0.08	0.23	0.08	17
-	0.10	0.14	0.05	0.18	0.05	0.10	0.14	0.05	0.18	0.05	18
Efficient	0.08	0.08	1	0.04	1	0.08	0.08	0.16	0.04	0.16	19
Efficient	0.04	0.08	1	0.13	1	0.04	0.08	0.08	0.13	0.08	20
-	0.40	0.28	0.02	0.20	0.02	0.40	0.28	0.02	0.20	0.02	21
Efficient	0.21	1	0.07	1	0.07	0.21	0.70	0.07	0.28	0.07	22
-	0.30	0.40	0.02	1	0.02	0.30	0.40	0.02	0.33	0.02	23
-	0.22	0.14	0.03	0.11	0.03	0.22	0.14	0.03	0.11	0.03	24
-	0.36	0.50	0.01	1	0.01	0.36	0.50	0.01	0.56	0.01	25
-	0.15	0.30	0.04	1	0.04	0.15	0.30	0.04	0.29	0.04	26
-	0.14	0.60	0.02	1	0.02	0.14	0.60	0.02	1	0.02	27
Efficient	0.01	0.16	1	0.08	1	0.01	0.16	1	0.08	1	28
Efficient	0.32	1	0.01	1	0.02	0.30	0.70	0.01	0.70	0.02	29
Efficient	0.05	1	1	1	1	0.05	0.70	0.08	0.46	0.17	30

بحث

در این تحقیق به بررسی کارایی مصرف انرژی در مزارع دو منظوره پرورش ماهی در ۳۰ مزرعه استان مرکزی پرداخته شده است. داده‌های ورودی شامل مساحت کشت، تعداد تجهیزات الکتریکی موجود شامل هواده، غذاپاش، کف‌کش، پمپ‌های آب و دیزل ژنراتور بودند. برای ارزیابی خروجی‌ها نیز شاخص‌های درجه، ظرفیت و ضریب مکانیزاسیون و نیز راندمان تولید، ظرفیت تولید DEA و کارایی انرژی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که حداقل و حداکثر ظرفیت مکانیزاسیون در این ۳۰ مزرعه ۰/۰۱ و ۱ است. نکته قابل‌توجه این است که برای مزارعی که دارای بیشترین شاخص ظرفیت مکانیزاسیون هستند، درجه مکانیزاسیون در سطح کمینه قرار دارد. در واقع، به رغم صرف انرژی به منظور مکانیزاسیون، نسبت عملیات مکانیزاسیون در دوره پرورش در زمان‌ها و مکان‌های مختلف یکنواخت نیست. به منظور ارزیابی دقیق، مرز کارامدی برای هر یک از شاخص‌ها مطابق جدول ۳ در نظر گرفته شده است. در صورتی که هر یک از شاخص‌ها بالاتر از مرز تعیین شده باشند، امتیاز کارامدی ۱ برای آن مزرعه در نظر گرفته شده است. مطابق جدول ۲ متوسط درجه مکانیزاسیون در این ۵ استان حداقل ۵۷ و حداکثر ۹۸ درصد است. این میزان در مقایسه با سایر کشورها مانند نیجریه که ۷۲ درصد گزارش شده است (Davis *et al*., 2008)، در سطح بالاتری قرار دارد. در تحقیقات میدانی انجام شده در کشورهای جنوب آسیا (بنگلادش، هند، نپال، پاکستان و سریلانکا) نیز این رقم ۷۴-۱۶ درصد گزارش شده است که استان مرکزی در مقایسه با آن در سطح قابل قبولی قرار دارد (Aryal *et al*., 2021). مطابق جدول ۲ متوسط شاخص سطح مکانیزاسیون در استان مرکزی بین ۰/۱۳ و ۰/۸۲ قرار دارند. نتایج سطح مکانیزاسیون (میزان به‌کارگیری تجهیزات مکانیزاسیون)، نسبت به متوسط سطح زیرکشت مزارع پرورش نشان دادند که از نظر این شاخص همچنان نیاز به ارتقاء دارد. در واقع، توزیع تجهیزات و الگوی مکانیزاسیون به صورت یکنواخت نیست. بدین معنا که مزارع با مساحت کشت کمتر، دارای تجهیزات متعدد بوده و این در حالی است که مزارع با مساحت بزرگ‌تر که نیازمند تجهیزات بیشتری باشند، با کمبود مواجه هستند. همچنین عملکرد هر یک از واحدها بر حسب شاخص کارایی انرژی نیز بررسی شد و نتایج نشان داد که ۲۰ درصد از مزارع دارای شاخص کارایی حدود ۰/۴ یا بیشتر هستند. این رقم در مقایسه با تحقیق سال ۲۰۰۷ در هند، در سطح بالاتری قرار دارد (Sarkar *et al*., 2007). در تحقیق مذکور به بررسی اثر مصرف انرژی در تولید ماهی در استخرهای سرپوشیده در بخش شرقی هند پرداخته شد. نتایج نشان داد که بهره‌وری انرژی در استخرهای سرپوشیده ۰/۰۷۹ و در استخرهای باز ۰/۰۷۰ کیلوگرم بر مگاژول است. این امر به علت به‌کارگیری نهاده‌های کمتر و به تبع آن مصرف انرژی کمتر در استخرهای سرپوشیده است. در تحقیق دیگری که در سال ۲۰۱۸ در جنوب نیجریه انجام شد، دو سیستم پرورش استخر خاکی و استخر بتنی بررسی شدند (Oladimeji *et al*., 2018). تعداد ۱۲۷ عدد پرسش‌نامه شامل ۳۶ عدد مرتبط با سیستم استخر خاکی و ۹۱ عدد مرتبط با استخر بتنی تهیه و اطلاعات جمع‌آوری شدند. نتایج تحقیق نشان داد که بازده انرژی در سیستم‌های مذکور ۰/۸۷۹ و ۰/۶۹۷ به‌دست آمد که در مقایسه با نتایج به‌دست آمده از استان مرکزی بیشتر است. به طور کلی، شاخص کارایی انرژی در استان مرکزی نشان داد که میزان خروجی مورد انتظار نسبت به سرمایه‌ای که به عنوان نهاده مصرف شده است، در حد مطلوب نیست و از تجهیزات مکانیزاسیون مانند پمپ‌های آب یا هواده‌ها می‌بایست به نحو موثری استفاده شود تا کیفیت محیط پرورش بهبود یابد و منجر به افزایش میزان تولید شود. به منظور ارزیابی کلی مزارع مورد نظر، علاوه بر شاخص‌های تفکیکی (تولید حقیقی، درجه مکانیزاسیون و ظرفیت مکانیزاسیون)، محاسبه کارایی کل نیز انجام شد. با در نظر گرفتن تمامی شاخص‌ها و تعریف مرز کارایی مطابق جدول ۳ برای هر یک از آنها، کارایی کل به‌دست آمد. به این نحو که اگر تعداد ۲ یا بیشتر از شاخص‌ها بالاتر از مرز کارایی بود، آن واحد به عنوان کارامد شناخته می‌شود. با این تعریف مشاهده شد که ۱۲ استان از ۳۰ استان (۴۰ درصد از مزارع استان)، در وضعیت مطلوب قرار دارند. در مجموع، به رغم بالا بودن شاخص‌های درجه و ظرفیت مکانیزاسیون در برخی از مزارع، شاخص سطح مکانیزاسیون در وضعیت قابل قبول نبوده و در

واقع، ادوات و تجهیزات موجود در راستای افزایش تولید در دوره پرورش استفاده نشده است. به بیان دیگر، توزیع مکانیزاسیون در استان مرکزی یکنواخت نبوده و نیازمند اصلاح الگوی آن است. برخی از مزارع پرورش با سطح کشت کمتر دارای ادوات و تجهیزات متعدد هستند که با احتساب مصرف انرژی الکتریکی در آنها، نقش چندانی نیز در میزان تولید حقیقی ندارند. این در حالی است که مزارع با سطح کشت بیشتر و تولید بالاتر نیازمند به‌کارگیری ادوات مکانیزاسیون در سطح بالاتر هستند که می‌بایست اصلاح در الگوی توزیع و نحوه به‌کارگیری از تجهیزات موجود انجام شود. از نظر بهره‌وری انرژی نیز نیازمند بهبود ۸۰ درصدی است تا بتوان از انرژی الکتریکی مصرفی در راستای افزایش سهم تولید حقیقی در مزارع بهره گرفت. بررسی گزارش‌های ارائه شده در خصوص روند رشد مکانیزاسیون طی سال‌های ۲۰۲۱-۲۰۰۹ نشان می‌دهد که مکانیزاسیون در سایر کشورها به صورت تحولی تدریجی بوده و با تغییر در ابزارهای دستی ساده، ادوات و تجهیزات رشد تدریجی در ساخت ادوات مکانیکی و سرانجام استفاده از سیستم‌های پیشرفته ماهواره‌ای صورت گرفته است. در این میان، کشور چین با حدود ۳۱ درصد و تایوان با ۷/۵ درصد دارای برترین رتبه از منظر به‌کارگیری ادوات مکانیزاسیون در بخش‌های کشاورزی و آبزی‌پروری بوده‌اند (Aryal *et al*., 2021). این در حالی است که در ایران قسمت اعظم صنعت آبزی‌پروری مکانیزه نبوده یا حداقل دچار کمبودهایی در این زمینه است که می‌بایست با انجام اصلاحاتی در فرایند مکانیزاسیون و تجهیزات مرتبط، حصول خروجی قابل قبول که همان دستیابی به حداکثر ظرفیت تولید است، محقق شود.

منابع

A**lmasi, K., Kiani, Sh. and Lavimi, N**., **2001**. Mechanization in agriculture (principles and usage). *Andishe Moaser Publications*, 1-308. ISSN: 9789649812854 [inFarsi].

Aryal, J.P., Rahut, D.B., Thapa, G. and Franklin, S., 2021. Mechanization of small scale farms in south Asia: Emperical evidence derived from household surveys. *Journal of Technology in Science*, 65: 1-14. Doi: 10.1016/j.techsoc.2021.10159

Bagheri, N., 2006. Examining the evolution of agricultural machinery in the world and estimating the number of developments until 2020 AD, *the 4th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Tabriz University, 1-2 September*, 1-10 [in Persian].

Behrouzilar, M., 2001. Management of tractors and agricultural machines, *Tehran University Press*, 1-452 [in Persian].

Davies, R.M., Inko-Tariah, M.B. and Bekibele, D.O., 2008. The Mechanization of Fish Farms in Rivers State, Nigeria. *World Applied Sciences Journal*, 3(6), 926-929. Doi:10.1016/j.foodpol.2021.102095.

Dejand, M., 2012. Tools and equipment used for the mechanization of fish farms, *management of coordination of agricultural promotion in Kerman province*, 1-7 [in Persian].

Farahani, R., 2015. Trout breeding guide, *Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Fisheries Sciences Research Institute (IFSRI)*, 1-20, [in Persian].

Ghavampour, A., 2020. Basics of mechanization and structure modification in shrimp farms, *Shrimp Sciences Research Institute*, 1-46, [in Persian].

Khanjani, M. and Yazdanpanah, K., 2009. Increasing production per surface unit in fish farms using mechanization, *the first national conference of cold water fish, Tonkabon, Mazandaran, 22-24 April*, 1-6 [in Persian].

Marzban, A. and KhajehNadeh, M., 2016, Review and comparison of new aquaculture systems, the second conference on new findings in the environment and agricultural ecosystems, *2nd Conference on New Finding in Environment and Agricultural Ecosystems, September 20, Tehran, Iran*, 1-6, [in Persian].

Nafisi Behabadi, M., 2006. Getting to know the economic justification of breeding cold water fish. Publications of the Vice-Chancellor of Aquatic Breeding and Breeding of Fisheries of Iran, *Publications of the Iranian Fisheries, General Directorate of Education and Extension*, 1-89, [in Persian].

Nafisi Behabadi, M., 2008. A practical guide to raising rainbow trout. *Hormozgan University Press*, 2, 1-365, [in Persian].

Nafisi Behabadi, M., Jalali, B. and Vilaki, A., 1998. The principles of Trout farming in water storage ponds and agricultural channels, *Iranian Fisheries Sciences Research Institute (IFSRI)*, 1-70, [in Persian].

Oladimeji, Y., Adepoju, S.A., Yusuf, H.O. and Yusuf, S., 2018. Energy efficiency improvement in fish production systems in Oyo state, Nigeria: a path towards sustainable protein supply. *Nigerian Journal of Agricultural Extension*, 19: 71-82. Doi: 10.1016/j.indic.2023.100231.

Sarkar, B., Mohapatra, B.C., S.K., Singh, Majhi, Sarangi, D.N. and Tiwari, G.N., 2007. Impact on Energy Consumption in Greenhouse Fish Production. *Asian Journal of Agricultural Research*, 1: 74-79. Doi: 10.3923/ajar.2007.74.79.

Yaghoubi, M. and Mohseni, M., 2014. An Investigation of Production and Efficiency Factors in Trout Farms in Province Fars, Iran, *Journal of new technologies in Aquaculture development*, 8 (2), 1-19, [in Persian].

Younesi M., Mohseni, S., and Pahlevani, M., 2013. Determination of energy efficiency indicators in salmon farming (Alborz province), *The 8th National Congress on Agr. Machinery Eng. (Biosystem) & Mechanization of Iran*, Mashhad, 1-14.

Evaluating the level of mechanization in the selected dual-purpose farms of Central Province

Gharra K.[1*]; Hafeziyeh M.[1]; Nekouei fard A.[2]; Seidgar M.[2]

1- Iranian Fisheries Sciences Research Institute , Agricultural Research, Education, and Extension Organization, Tehran, Iran.
2- National Artemia Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran

Abstract

This research was conducted with the aim of investigating the effectiveness of the mechanization status on energy efficiency in the dual-purpose farms of rainbow salmon breeding in the central province. This research was conducted by field method and through the analysis of questionnaire data regarding the state of mechanization in the farms of this province. For this purpose, after designing the questionnaires, the input information includes the area of cultivation and equipment such as feeding system, electric pumps, drainage pump, diesel generators and fans. The farms have been selected from 5 cities of Central Province, including 30 production units that have the largest share. Then the outputs, including degree, capacity and mechanization level, as well as production efficiency, production capacity, and energy efficiency were calculated by multi-input-output modeling and data envelopment analysis (DEA). The results showed that the variance of the degree of mechanization in the farms of this province is 0.96. Also, considering the optimal efficiency index level of 1 for farms, it was observed that 40% of farms in this province are in a favorable condition. The results of examining the performance of each unit in terms of energy efficiency index also showed that only 20% of farms in the province have an efficiency index higher than 0.4, and 80% have an energy efficiency of less than 1. The results show that the distribution pattern of mechanization in all farms of the province is not uniform and needs to be improved.

Keywords: Aquaculture, Mechanization pattern, Efficient level, Markazi Province

[*]Corresponding author