

مقایسه کارایی فنی و اقتصادی مزارع تولیدکننده ماهی قزل آلا ی حاصل از تخم چشم‌زده وارداتی و تولید داخل

هیوا اسدی کیا، سید حبیب الله موسوی*، صادق خلیلیان، حامد نجفی علمدارلو

گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: shamosavi@modares.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۲

چکیده

در فرآیند پرورش ماهی قزل‌آلا وجود ضریب تبدیل غذایی کمتر برخی از تخم‌های چشم‌زده وارداتی نسبت به تخم ماهی تولید داخل سبب جذابیت به کارگیری این نهاده خارجی شده است. از طرف دیگر قیمت نوع وارداتی به مراتب بالاتر بوده و احتمال عدم تامین همیشگی آن به همراه مخاطرات وارد شدن عوامل بیماری نیز تهدیدی برای پایداری تولید و امنیت غذایی خواهد بود. بدین صورت استفاده از تخم چشم‌زده داخلی در مقابل تولید شده خارجی آن از یک طرف با استقبال کمتری در کشور ایران روبرو است و از طرف دیگر به دلیل ایجاد احتمال ناپایداری و اختلال در تولید داخلی به عنوان یکی از چالش‌های اصلی در تولید قزل‌آلا ی این کشور مطرح می‌باشد؛ به طوری که بکارگیری یا عدم استفاده از تخم چشم‌زده وارداتی را با تردید مواجه کرده است. با این توصیف، مطالعه حاضر جهت یافتن راه حلی برای مسئله فوق طراحی گردید. بدین منظور از مفهوم کارایی اقتصادی و رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها در بین مزارع دارای مجوز تکثیر-پرورش و مراکز تفریح-پرورش استان مازندران استفاده شد. براساس نتایج، این دو گروه مزارع تقریباً بهره‌برداری مناسبی از نهاده‌های تولید خود دارند؛ به طوری که میانگین کارایی فنی در بین آنها ۸۷ درصد است. با این حال تمایز اصلی مزارع در کارایی تخصیصی است که نهایتاً موجب شده تا میانگین کارایی اقتصادی هر دو تیپ مزرعه کمتر از کارایی فنی و در حدود ۴۳ درصد باشد. همچنین تولید حاصل از تخم داخلی دارای میانگین کارایی اقتصادی بیشتری (۴۱ درصد) نسبت به تولید حاصل از تخم وارداتی (۳۸ درصد) است. بنابراین تغییر ساختار تولید مزارع استان مازندران از حالت صرفاً وابسته به این نهاده وارداتی به سمت ساختار تکثیر تخم چشم‌زده ایرانی می‌تواند قابل توصیه باشد. کاهش قیمت خوراک ماهی و استفاده از فناوری سرمایه‌بر به جای کاربر نیز به عنوان راه حل دیگری جهت تضمین کارایی اقتصادی و نیز پایداری امنیت غذایی در استان مازندران شناسایی شد.

واژگان کلیدی: پرورش‌دهندگان ماهی قزل‌آلا، نهاده تخم چشم‌زده، کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، استان مازندران.

مقدمه

در بین ماهیان سردآبی، قزل‌آلا ی رنگین کمان به عنوان یکی از منابع سرشار از پروتئین مطرح است (Fry et al., 2018). این ماهی در مقایسه با آزادماهیان، سازگاری آسانتری به شرایط محیط پرورشی دارد و به دمای بالا و کمبود نسبی اکسیژن مقاوم می‌باشد (فراهانی و همکاران، ۱۳۹۴). به طوری که در آب‌هایی که به اندازه کافی تعویض گردد تا دمای ۲۰ الی ۲۲ درجه سانتی‌گراد را می‌تواند تحمل کند. همچنین نمو تخم آن در مقایسه با بسیاری دیگر از آزادماهیان در مدت کوتاه انجام می‌شود و رشد آن سریع است (فراهانی و همکاران، ۱۳۹۴). تولید و پرورش

جهانی ماهی قزل‌آلا در آب‌های داخلی و شیرین در سال ۲۰۱۸ نیز به میزان ۶۶۴،۸۵۴ تن بوده که سهم ایران از آن ۲۶ درصد است. در واقع ایران بزرگترین تولیدکننده قزل‌آلا ی پرورشی آب‌های داخلی در بین ۷۷ کشور دارای تولید در جهان است (FAO-FishStat, 2018). این محصول به لحاظ سهولت پرورش و دو دیدگاه امنیت غذایی جامعه و اقتصادی دارای اهمیت می‌باشد.

علیرغم پیشرفت‌ها در زمینه پرورش قزل‌آلا در ایران، تولید این ماهی با منشأ نهاده تخم‌چشم‌زده داخلی در مقابل نوع وارداتی از چالش‌های مهم پیش‌روی این صنعت است (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷). در سال ۱۳۹۷ میزان واردات تخم چشم‌زده به ایران ۲۴۶

از مزارع غیر وابسته باشد. کارایی تخصیصی نیز زمانی وجود دارد که یک واحد تولیدی برای خرید نهاده‌ها در سطحی پرداخت داشته باشد که ارزش افزوده حاصل از مصرف نهاده با قیمت آن برابر گردد (Coelli *et al.*, 2005). با این اوصاف، اثر استفاده از نهاده تخم‌چشم‌زده خارجی در مزارع، برآیند این دو نوع کارایی و یا به تعبیر دیگر کارایی اقتصادی است که می‌بایست جهت تصمیم‌سازی صحیح محاسبه و مورد استفاده قرار گیرد. کارایی اقتصادی زمانی ایجاد خواهد شد که تولید به لحاظ فنی کارا باشد و سطح استفاده از نهاده‌ها نیز تا جایی باشد که قیمت آن‌ها و ارزش افزوده‌شان برابر شود (Farrell, 1957; Kao, 2017).

سوالات اصلی پیش روی سیاست‌گذاران و تولیدکنندگان این است که مزارع پرورش‌دهنده نوع خارجی تخم‌چشم‌زده از لحاظ اقتصادی کارا تر عمل می‌کنند یا مزارع تکثیرکننده داخلی؟ چه عواملی در بهبود کارایی اقتصادی مزارع ناکارآمد موثر است؟ بدین منظور، مطالعه‌ی حاضر جهت پاسخ‌گویی به سوالات فوق طرح ریزی و اجرا شد.

جهت پاسخگویی به سوالات تحقیق و نیز یافتن روش مناسب تحلیل، مرور جامعی بر ادبیات مرتبط با این مبحث در ایران و سایر نقاط دنیا انجام شد. به طور کلی مطالعات مرتبط به کارایی در زمینه آبی‌پروری نسبت به کشاورزی و دیگر صنایع محدودتر است (Iiyasu *et al.*, 2014). اولین مطالعات مرتبط به محاسبه کارایی در بخش آبی‌پروری توسط Gunaratne و Leung (۱۹۹۶ و ۱۹۹۷) انجام شد. در سال‌های بعد نیز مطالعات فراوانی (Cinemre *et al.*, 2006; Hassanpour *et al.*, 2010, 2011; Alam, 2011; Nielsen, 2011, Arita and Leung, 2014; Zongli *et al.*, 2017; Gutiérrez *et al.*, 2020) به محاسبه تمامی یا یکی از انواع کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی در این بخش پرداخته‌اند. تاکید اکثر مطالعات مرتبط به کارایی در زمینه آبی‌پروری بر بهبود و تحلیل کارایی فنی بوده است (Iiyasu *et al.*, 2014a)؛ تردیدی نیست انگیزه‌ی تولیدکنندگان

میلیون قطعه و از کشورهای دانمارک، فرانسه، اسپانیا و ایالت متحده آمریکا بوده است (این آمار در گزارشات رسمی گمرک جمهوری اسلامی ایران متفاوت است و در سال ۱۳۹۷ برابر با ۱۰،۱۶۷ کیلوگرم می‌باشد. کشورهای طرف معامله نیز مطابق با اعلام این سازمان اسپانیا، آفریقای جنوبی، ایالت متحده آمریکا، ایتالیا، دانمارک، فرانسه و لهستان بودند) (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷)؛ این در حالیست که کل تولید داخلی تخم قزل‌آلا در این سال، ۱۵۰ میلیون قطعه می‌باشد (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷). این فزونی قابل توجه در میزان واردات نسبت به تولید داخلی نهاده مذکور را می‌توان مرتبط به بازارپسندی بیشتر نوع خارجی علی‌رغم داشتن قیمت بالاتر دانست؛ علت مهم ایجاد این تمایل بازاری، وجود ضریب تبدیل غذایی پایین‌تر برخی تخم‌های چشم‌زده با منشأ خارجی نسبت به نوع داخلی است (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷). با توجه به این که در اکثر استان‌ها بیش از ۵۰ درصد هزینه‌های تولید این ماهی مختص به هزینه غذاست؛ بنابراین هر عاملی که سبب کاهش هزینه‌های خوراک ماهی گردد، با استقبال مزرعه‌داران مواجه خواهد شد (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷). از آنجایی که اکثر ماهیان با منشأ غیرایرانی به ازای تولید یک کیلوگرم گوشت، میزان غذای کمتری نسبت به ماهیان با منشأ ملی مصرف می‌نمایند؛ بنابراین هزینه‌های غذای کمتری را بر مزرعه‌دار تحمیل می‌کنند. با وجود این ویژگی، انتظار می‌رود کارایی فنی در اکثر مزارع استفاده‌کننده از تخم چشم‌زده‌ی وارداتی بیشتر از مزارعی باشد که از نوع ایرانی استفاده می‌نمایند. کارایی فنی بنابر تعریف، از تقسیم میزان تولیدها به نهاده‌های مصرفی به‌دست می‌آید (Farrell, 1957; Emrouznejad and Cabanda, 2014).

در مقابل این تعبیر، بالا بودن قیمت تخم‌چشم‌زده غیر ایرانی نسبت به نوع ایرانی، می‌تواند سبب کاهش سودآوری مزارع استفاده‌کننده از این نوع نهاده وارداتی گردد. بنابراین در صورت عدم مدیریت صحیح، کارایی تخصیصی مزارع وابسته به این نهاده ممکن است کمتر

(سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۷). همچنین ۳۳ درصد تولید تخم چشم‌زده قزل‌آلا و ۶ درصد واردات تخم-چشم‌زده خارجی مربوط به این استان بوده است (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷).

ساختار تولید مزارع تکثیرکننده و پرورش‌دهنده

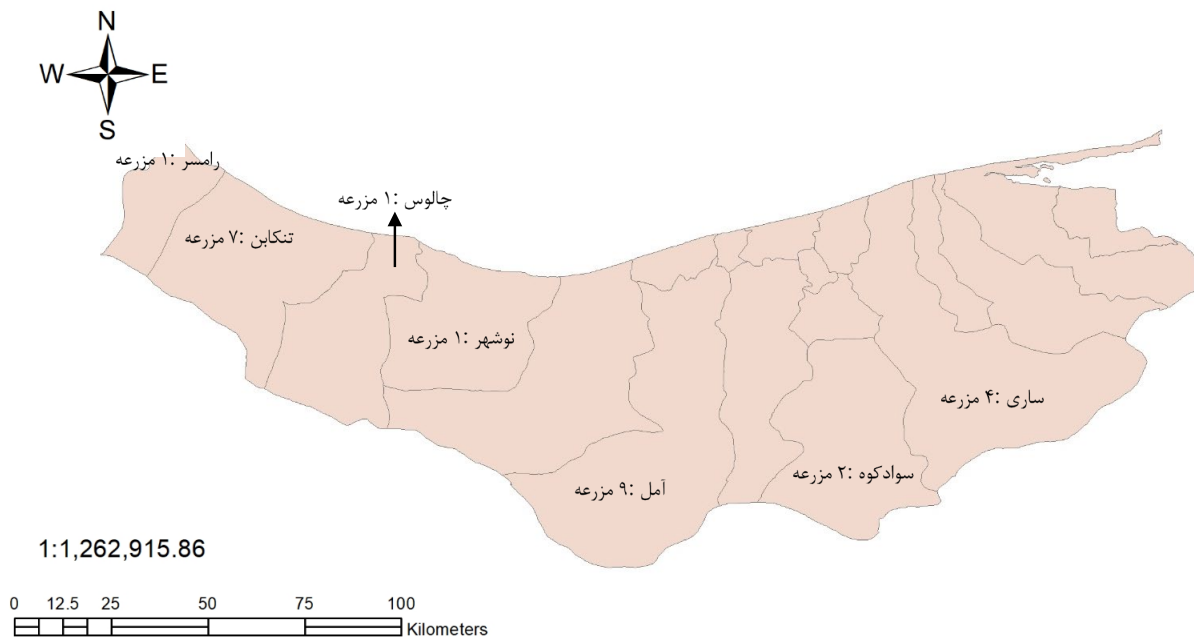
تخم چشم‌زده در استان مازندران: استان مازندران در سال ۱۳۹۷ دارای ۳۲۹ مزرعه فعال پرورش‌دهنده قزل‌آلا بوده است؛ در بین مزارع مذکور، ۳۰۲ مزرعه تنها به پرورش ماهی قزل‌آلا و ۲۷ مزرعه به فعالیت تکثیر تخم چشم‌زده ایرانی و پرورش و نگهداری تخم-چشم‌زده ایرانی و خارجی مشغول بوده‌اند (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷). با توجه به این که تمرکز مطالعه پیش رو بر مقایسه عملکرد و کارایی مزارعی است که به نوعی در فعالیت تولیدی خود از تخم چشم‌زده استفاده می‌کنند، بنابراین کلیه جامعه پرورش‌دهندگان و تکثیرکنندگان تخم چشم‌زده قزل‌آلا در این استان مبنای تحلیل قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز جهت انجام این مطالعه نیز با انجام تحقیقات میدانی و تکمیل پرسش‌نامه از این مزارع برای سال ۱۳۹۷ جمع‌آوری گردید؛ که تنها قابلیت استناد به اطلاعات ۲۵ مزرعه فراهم آمد. پراکندگی مزارع مورد بررسی تحقیق در سطح شهرستان استان مازندران به شرح شکل ۱ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، شهرستان‌های آمل و تنکابن بیشترین تعداد مزارع با فعالیت تکثیر، نگهداری و پرورش تخم چشم‌زده را در این استان دارند.

براساس قوانین و مقررات سازمان شیلات ایران، تنها مزارعی می‌توانند از تخم چشم‌زده استفاده نمایند که دارای یکی از مجوزهای (الف) تکثیر-پرورش و (ب) تفریح-پرورش باشند. مزارع نوع (الف) دارای قابلیت تولید و پرورش تخم چشم‌زده‌ی داخلی و همزمان پرورش تخم چشم‌زده‌ی وارداتی می‌باشند. مزارع نوع (ب) صرفاً قابلیت پرورش تخم چشم‌زده و نیز پرورش ماهی را داشته که اجازه تولید تخم چشم‌زده در مزرعه را ندارند. مزارع پرورشی قزل‌آلای مازندران را براساس نوع استفاده از نهاده تخم چشم‌زده ایرانی و وارداتی در

در بخش آبی‌پروری و البته سایر بخش‌های اقتصادی، حداکثر کردن مقدار فیزیکی ستانده/درآمد (با فرض ثابت بودن قیمت محصول) نیست؛ بلکه تولید با هدف حداکثر سازی سود انجام می‌شود. با تمرکز بر محاسبه کارایی اقتصادی هم بر حداکثر بهره‌برداری از نهاده‌ها در نقطه بهینه تولید توجه می‌شود و هم بر تخصیص بهینه قیمت نهاده و کاهش هزینه‌ها به منظور افزایش سودآوری تاکید می‌گردد (Ilyasu et al., 2014a). در تحقیقات مذکور از روش تحلیل پوششی داده‌ها جهت تخمین کارایی بهره گرفته شده است. از مزایای استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، عدم نیاز به تخمین تابع تولید و امکان تخمین با استفاده از داده‌های مقطعی می‌باشد. همچنین با استفاده از این روش می‌توان چندین نهاده و محصول را به عنوان ورودی مدل در نظر گرفت (Sharma and Leung, 2003; Ilyasu et al., 2014a, b). با توجه به ادبیات تحقیق اکثر مطالعات موجود به بررسی انواع کارایی در مزارع پرورشی بدون توجه به نوع مجوز و شباهت فعالیت تولیدی پرداخته‌اند و تاکنون مطالعه‌ای به ویژه در کشور ایران به مقایسه کارایی اقتصادی مزارع سردآبی با فعالیت تکثیر یا پرورش تخم چشم‌زده نپرداخته است. همچنین تحلیل قیمت نهاده بر کارایی اقتصادی با تمرکز بر این مزارع، در مطالعات مغفول مانده است. بنابراین در تحقیق پیش‌رو کارایی مزارعی که در فرآیند تولید خود به نهاده تخم چشم‌زده داخلی، وارداتی یا هر دو وابسته‌اند، در استان مازندران مورد کنکاش قرار گرفته است. استان مازندران به عنوان یکی از قطب‌های اصلی تولید قزل‌آلای رنگین کمان مطرح است. میانگین سهم استان‌های تولیدکننده قزل‌آلای پرورشی (۳۰ استان) از کل تولید این محصول در کشور ایران حدود ۳ درصد (فرمول محاسبه:

$$\frac{1}{30} \times \left(\frac{\text{میزان تولید قزل‌آلای پرورشی استان } i}{\sum_{i=1}^{30} \text{میزان تولید قزل‌آلای پرورشی ایران}} \right)$$

در بین آن‌ها مازندران با تولید ماهی پرورشی به میزان ۱۴،۴۶۷ تن، سهمی معادل ۸ درصد از کل تولید قزل-آلای پرورشی ایران را به خود اختصاص داده است



شکل ۱ - نقشه پراکنده‌گی مزارع با فعالیت تکثیر، نگهداری و پرورش تخم چشم‌زده در سطح شهرستان استان مازندران (ماخذ: سازمان شیلات ایران و تحقیقات میدانی، ۱۳۹۷).

مواد و روش‌ها

با توجه به این‌که در بخش کشاورزی و بالطبع آبی‌پروری امکان کنترل بر روی نهاده‌ها نسبت به تولید بیشتر است (Galanopoulos *et al.*, 2006)، جهت پاسخ‌گویی به سوالات تحقیق به منظور محاسبه کارایی فنی و سپس کارایی اقتصادی، مدل ورودی محور زیر با بهره‌گیری از مطالعات (Ferrell, 1957; Banker *et al.*, 2004; Iliyasa *et al.*, 2014c; Hwang *et al.*, 2016) جهت محاسبه کارایی فنی بسط یافت و مورد استفاده قرار گرفت که در ادامه شرح داده شده است. به عبارت دیگر در این مطالعه برای حداکثر نمودن کارایی فرض شده است که ورودی (نهاده) ثابت و در مقابل خروجی یا تولید محصول حداکثر شود. زیرا در بخش کشاورزی و بالطبع آبی‌پروری امکان کنترل بر روی نهاده‌ها نسبت به تولید بیشتر است (Galanopoulos *et al.*, 2006). همچنین در این تحقیق جهت انتخاب استفاده از مدل بازده ثابت و متغیر به مقیاس تولید، کارایی فنی براساس مدل CCR (Charnes, Cooper, Rhodes, 1978) و کارایی فنی خالص (Pure technical efficiency) براساس مدل BCC

سال ۱۳۹۷، می‌توان به ۵ گروه به شرح جدول ۱ طبقه‌بندی نمود. گروه اول شامل ۸ مزرعه‌ای است که تنها به تکثیر و پرورش تخم‌چشم‌زده داخلی می‌پردازند. گروه دوم شامل ۴ مزرعه است که به صورت همزمان تکثیر تخم‌چشم‌زده داخلی و پرورش تخم‌چشم‌زده خارجی دارند. در گروه سوم نیز یک مزرعه وجود دارد که با وجود داشتن امکان تکثیر تخم‌چشم‌زده ایرانی، تنها تخم‌چشم‌زده خارجی را پرورش می‌دهند. در نهایت گروه چهارم شامل ۱۱ مزرعه با پتانسیل نگهداری و پرورش تخم‌چشم‌زده است که فقط تخم‌چشم‌زده خارجی را پرورش و گروه پنجم به عنوان گروه آخر، مزرعه‌ای است که خریدار و پرورش‌دهنده توأم نوع خارجی و داخلی تخم‌چشم‌زده می‌باشد.

در ادامه‌ی مطالعه‌ی حاضر ابتداء در قسمت روش تحقیق مدل تحلیل پوششی داده‌ها مطالعه شرح و بسط یافته‌است. در پایان نتایج کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی مزارع دارای فعالیت و تکثیر تخم‌چشم‌زده در این استان ارائه و تشریح شده‌اند و تحلیل حساسیت جهت یافتن راه حلی برای افزایش کارایی اقتصادی آن‌ها انجام گرفته است.

جدول ۱ - طبقه‌بندی مزارع پرورشی قزل‌آلای استان مازندران براساس نوع استفاده از تخم داخلی و وارداتی تخم چشم‌زده در سال ۱۳۹۷.

نوع مجوز	گروه	تعداد مزرعه	توضیحات
مزارع با مجوز تکثیر- پرورش	گروه اول	۸	تکثیر کننده نوع داخلی
	گروه دوم	۴	تکثیر کننده داخلی و خریدار و پرورش‌دهنده نوع خارجی
مزارع با مجوز تفریخ- پرورش	گروه سوم	۱	خریدار و پرورش‌دهنده نوع خارجی
	گروه چهارم	۱۱	خریدار و پرورش‌دهنده نوع خارجی
جمع کل	گروه پنجم	۱	خریدار و پرورش‌دهنده نوع خارجی و داخلی
		۲۵	-

ماخذ: یافته‌های تحقیق و سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷

مزرعه λ_m می‌باشند. در تفسیر اقتصادی نامساوی‌های بالا می‌توان اظهار داشت که برای محاسبه و مقایسه کارایی هر یک از واحدهای تصمیم‌ساز (مزارع مجازی) مطابق با رابطه (۲)، تقاضای نهاده اصلی مورد استفاده در مزرعه مجازی (به عنوان مزرعه کارا) بایستی از تقاضای نهاده اصلی مزرعه هدف کوچکتر باشد. همچنین براساس رابطه های ۳ و ۴ نیز عرضه برای هر کدام از محصولات نهایی در مزرعه مجازی بایستی بزرگتر از عرضه نهایی محصول در مزرعه هدف باشد (Charnes, 1978; Banker, 1989). رابطه ۵ نیز وزن مجموعه مرجع را نشان می‌دهند. الگوی محاسبه کارایی اقتصادی نیز مشابه کارایی فنی است با این تفاوت که تابع هدف آن حداقل سازی هزینه است. همچنین در محدودیت (۲) تغییری ایجاد می‌شود و متغیر نشان‌دهنده کارایی (θ^*) حذف می‌گردد. به عبارت دیگر در این نامساوی‌ها تنها متغیر تصمیم مقدار مصرف نهاده وارد معادلات می‌شود. در ادامه تابع هدف و محدودیت‌های الگوی محاسبه کارایی اقتصادی ارائه شده است.

$$\min \sum_{q=1}^7 p_{qj0} \times x_{qj0} \quad (6)$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^J \lambda_j x_{qj} \leq x_{qj0} \quad \forall q=1, \dots, 7 \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{25} \lambda_j y_{1j} \geq y_{1j0} \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{25} \lambda_j y_{2j} \geq y_{2j0} \quad (9)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j=1, \dots, 25 \quad (10)$$

که در تابع هدف p_{qj0} ، قیمت نهاده q ام در مزرعه-ای است که کارایی آن تحت بررسی می‌باشد. پس از اجرای مدل برنامه‌ریزی فوق، مقدار بهینه x_{qj0} ، برای هر DMU قابل محاسبه خواهد بود که با جایگزین

(Banker, Charnes and Cooper, 1984) نیز محاسبه گردید؛ با توجه به این که کارایی فنی خالص و کارایی فنی در این مطالعه برابر محاسبه شدند، بازده به مقیاس تولید نیز بر اساس مدل CCR ثابت در نظر گرفته شد (Huang and Zhang, 2018). مدل تعیین کارایی فنی مزارع تکثیری و تفریخی قزل‌آلا در استان مازندران به شرح روابط (۱) تا (۵) می‌باشد.

$$\theta^* = \min \theta \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{25} \lambda_j x_{qj} \leq \theta^* x_{qj0} \quad \forall q=1, \dots, 7 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{25} \lambda_j y_{1j} \geq y_{1j0} \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{25} \lambda_j y_{2j} \geq y_{2j0} \quad (4)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j=1, \dots, 25 \quad (5)$$

که در این نامعادلات:

θ = کارایی فنی مزارع با مجوز تکثیر-پرورش و تفریخ-پرورش تخم‌چشم‌زده قزل‌آلا، Q = نهاده مورد استفاده توسط مزارع با مجوز تکثیر-پرورش و تفریخ-پرورش تخم‌چشم‌زده قزل‌آلا، J = مزارع با مجوز تکثیر-پرورش و تفریخ-پرورش تخم‌چشم‌زده قزل‌آلا در استان مازندران، J_0 = مزارع با مجوز تکثیر-پرورش و تفریخ-پرورش تخم‌چشم‌زده قزل‌آلا در استان مازندران جهت بررسی کارایی (مزارع هدف) x_{qj} و x_{qj0} = مقدار نهاده q ام در مزرعه λ_m و مقدار واقعی آن در مزرعه هدف (مورد بررسی)، y_{1j} و y_{1j0} = مقدار تولید محصول نهایی (ماهی پرواری) مزارع مورد بررسی در مزرعه λ_m و مقدار واقعی آن در مزرعه هدف، y_{2j} و y_{2j0} = مقدار تولید محصول نهایی (تخم‌چشم‌زده جهت فروش) مزارع مورد بررسی در مزرعه λ_m و مقدار واقعی آن در مزرعه هدف، λ_j = وزن مربوط به مجموعه مرجع در

جدول ۲ - توصیف آماری نهاده‌ها و تولید مزارع سردآبی دارای مجوز تکثیر-پرورش و تفریح-پرورش استان مازندران در سال ۱۳۹۷.

نهادها	میانگین	حداقل	حداکثر
تخم‌چشم‌زده خارجی (قطعه)	۳۵۸,۰۰۰	۰	۱,۲۰۰,۰۰۰
غذای ماهی (تن)	۶۲	۳	۳۰۰
تخم‌چشم‌زده داخلی (قطعه)	۱۲۰,۰۰۰	۰	۲,۴۰۰,۰۰۰
بچه ماهی ۱۰۰ تا ۱۵۰ گرم (عدد)	۱۶,۰۰۰	۰	۲۰۰,۰۰۰
گازوئیل (لیتر)	۱,۵۶۰	۰	۶,۰۰۰
تعداد نیروی کار (نفر)	۵	۱	۱۵
انرژی برق (کیلو وات ساعت)	۵۴۶,۹۵۱	۶۷,۵۷۵	۲,۹۹۲,۵۷۵
میزان تولید ماهی (تن)	۹۳	۱	۳۸۰
میزان تولید تخم‌چشم‌زده (قطعه)	۱,۳۲۴,۰۰۰	۰	۱۵,۰۰۰,۰۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

گردیده است.

نتایج

اطلاعات و آمار توصیفی نهاده‌ها و تولیدات به کارگرفته شده در مزارع دارای فعالیت تکثیر، تفریح و پرورش استان مازندران در سال ۱۳۹۷ مطابق جدول ۲ ارائه شده است. متغیرهای مذکور به عنوان ورودی و خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها به منظور تخمین انواع کارایی مزارع موجود در این استان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بر این اساس متوسط استفاده از نهاده تخم‌چشم‌زده وارداتی و داخلی این استان به ترتیب ۳۵۸ و ۱۲۰ هزار قطعه است. همچنین متوسط مصرف خوراک ماهی ۶۲ تن، بچه ماهی ۱۶ هزار عدد، گازوئیل ۱,۵۶۰ لیتر و نیروی کار ۵ نفر و انرژی برق ۵۴۶,۹۵۱ کیلووات ساعت می‌باشد. تولیدات نهایی این مزارع نیز ترکیبی از ماهی پروری با میانگین ۹۳ تن و تخم‌چشم‌زده جهت فروش به میزان ۱,۳۲۴ هزار قطعه در سال ۱۳۹۷ بوده است.

در اکثر مطالعات مرتبط با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، تعیین تعداد واحدهای تصمیم‌گیر براساس معیار تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها مورد توجه قرار گرفته و از استدلال‌های متفاوتی بهره گرفته شده است. زیرا تعیین مناسب تعداد این واحدها براساس معیار اشاره شده سبب بهبود درجه آزادی مدل و تفکیک‌پذیری بهتر شاخص کارایی محاسبه شده در مدل می‌گردد (Bowlin, 1987).

کردن آن در تابع هدف، هزینه بهینه کل (C^*j_0) برای هر DMU قابل تعیین است. اگر مقادیر واقعی داده های اعضای مربوط به مزرعه هدف در رابطه (۶) قرار داده شود، مقدار هزینه واقعی (Cj_0) مربوط به آن واحد تصمیم‌ساز محاسبه می‌شود. از تقسیم دو مقدار هزینه بهینه بر هزینه واقعی در هر یک از مزرعه‌ها کارایی اقتصادی آن مزرعه (DMU) قابل محاسبه است:

$$EE_{j_0} = \frac{C^*j_0}{Cj_0} \quad (11)$$

برای محاسبه کارایی تخصیصی نیز، کارایی اقتصادی بر کارایی فنی تقسیم می‌شود. همان‌گونه که پیشتر نیز اشاره شد، آمار و اطلاعات مورد نیاز و مربوط به مصرف نهاده‌ها، قیمت آن‌ها و میزان تولید با مراجعه حضوری به تمامی مزرعه‌داران دارای مجوز تکثیر-پرورش و تفریح-پرورش در استان مازندران و تکمیل پرسش‌نامه برای سال ۱۳۹۷ گردآوری شد. نهاده‌های ورودی مورد استفاده در این تحقیق شامل غذای ماهی، نیروی کار، برق، سوخت می‌باشد؛ که در مطالعات مشابه در زمینه محاسبه کارایی آبی‌پروری توسط (Arita and Leung, 2014; Gutiérrez *et al.*, 2020; Yuan *et al.*, 2020) نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند. همچنین در این مطالعه دو نهاده پراهمیت تخم‌چشم‌زده داخلی و خارجی و بچه ماهی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ گرم نیز به عنوان ورودی مدل مد نظر قرار گرفته است. در ادامه آمار توصیفی نهاده‌ها و محصولات به کار گرفته شده در تحقیق و نتایج حاصل از مدلسازی صورت گرفته با استفاده از نرم‌افزار GAMS ارائه

جدول ۳ - نتایج انواع کارایی مزارع دارای مجوز تکثیر، نگهداری و پرورش تخم چشم‌زده‌ی استان مازندران در ۱۳۹۷.

نوع مجوز	مزرعه	نام گروه	کارایی اقتصادی	کارایی تخصیصی	کارایی فنی
مزارع با مجوز تکثیر- پرورش	L ₁₈	گروه اول	۰/۵۴	۰/۵۴	۱
	L ₁₉		۰/۳۵	۰/۳۵	۱
	L ₂₀		۰/۱۸	۰/۱۸	۱
	L ₂₁		۰/۳	۰/۳	۱
	L ₂₂		۰/۷۲	۰/۷۲	۱
	L ₂₃		۰/۶۹	۰/۶۹	۱
	L ₂₄		۰/۳۲	۰/۳۲	۱
	L ₂₅		۰/۱۵	۰/۲۹	۰/۵۱
	میانگین گروه اول		۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۹۴
	L ₁		گروه دوم	۰/۱۹	۰/۴۹
L ₃	۰/۷۹	۰/۷۹		۱	
L ₄	۰/۴۴	۰/۵		۰/۸۸	
L ₅	۱	۱		۱	
میانگین گروه دوم	۰/۶۱	۰/۷۴		۰/۸۲	
L ₁₂	گروه سوم	۰/۴۷	۰/۴۷	۱	
L ₂	گروه چهارم	۰/۲۸	۰/۲۸	۱	
L ₆		۰/۲۳	۰/۲۳	۱	
L ₇		۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۶۷	
L ₈		۰/۴۳	۰/۴۳	۱	
L ₉		۰/۳	۰/۵۴	۰/۵۶	
L ₁₀		۰/۴	۰/۵۳	۰/۷۵	
L ₁₁		۰/۳	۰/۳	۰/۹۹	
L ₁₄		۱	۱	۱	
L ₁₅		۰/۳	۰/۵۱	۰/۵۹	
L ₁₆		۰/۲۸	۰/۵۷	۰/۴۹	
L ₁₇	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۹۹		
میانگین گروه چهارم	۰/۳۷	۰/۴۶	۰/۸۲		
L ₁₃	گروه پنجم	۰/۵۴	۰/۵۴	۱	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج محاسبه انواع کارایی برای تمامی مزارع دارای مجوز تکثیر-پرورش و تفریح-پرورش در استان مازندران و براساس گروه‌بندی اعمال شده در قالب جدول ۱ ارائه شده است.

مطابق با خروجی حاصل شده در جدول ۳، ۱۵ مزرعه از لحاظ فنی کاملاً کارا می‌باشند. بنابراین با صرف نظر از نوع استفاده نهاده تخم‌چشم‌زده، مقایسه کارایی فنی با کارایی تخصیصی و اقتصادی در بین مزرعه‌داران، حاکی از آن است که کارایی فنی به صورت میانگین در وضعیت بهتری قرار دارد و نزدیک به کامل

Ali و همکاران (۱۹۸۸)، Roll و Golany (۱۹۸۹) و Bowlin (۱۹۸۷) از قاعده سرانگشتی (Rule of thumb)، جهت تعیین تعداد واحدهای تصمیم‌گیر استفاده نموده‌اند. در قاعده مذکور تعداد این واحدها بایستی حداقل دو برابر مجموع تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها باشد. در این مقاله نیز از منطق مذکور بهره گرفته شده است. بر این اساس حداقل کفایت تعداد واحدهای تصمیم‌گیر برای این تعداد نهاده و محصول (۹ ورودی و خروجی) ۱۸ عدد و تعداد مزارع جهت بررسی کارایی، ۲۵ مزرعه می‌باشد. در ادامه

جدول ۴ - نتایج میانگین انواع کارایی مزارع تفریحی و تکثیری استان مازندران در حالات مختلف.

توضیحات	کارایی اقتصادی	کارایی تخصیصی	کارایی فنی
مزارع دارای مجوز تکثیر- پرورش	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۹۱
مزارع دارای مجوز تفریح- پرورش	۰/۳۸	۰/۴۶	۰/۸۴
کل مزارع	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۸۷
تولید با منشا تخم داخلی (مزارع گروه اول)	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۹۴
تولید با منشا تخم وارداتی (مزارع گروه سوم و چهارم)	۰/۳۸	۰/۴۶	۰/۸۴
تولید با منشا همزمان تخم وارداتی و داخلی (مزارع گروه دوم و پنجم)	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۸۵

ماخذ: یافته‌های تحقیق

کمتر از مزارع مستقل (گروه اول) شود. بنابراین کارایی تخصیصی مزارع مستقل نسبت به مزارع وابسته به نهاده تخم‌چشم‌زده خارجی کمتر است. میانگین کارایی اقتصادی مزارع گروه اول نیز ۴۱٪ و سایر گروه‌ها به ترتیب ۶۱، ۴۷، ۳۷ و ۵۴ درصد می‌باشد. بدین صورت به‌طور متوسط این کارایی در مزارع کاملاً خودکفای گروه اول بیشتر از مزارع گروه چهارم کاملاً وابسته به نهاده تخم‌چشم‌زده خارجی شده است. براین اساس مزارع مستقل، سودآوری بهتری را نسبت به مزارع کاملاً وابسته برای خود رقم زده‌اند.

از منظر دیگر مطابق با جدول ۴ متوسط کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی در بین مزارع دارای مجوز تکثیر (با کارایی‌های ۰/۹۱، ۰/۵۱ و ۰/۴۷) بیشتر از مزارع دارای مجوز تفریح- پرورش (با کارایی‌های ۰/۸۴، ۰/۴۶ و ۰/۳۸) می‌باشد. همچنین مزارع تولیدی با منشا تخم داخلی در کارایی اقتصادی و فنی نسبت به مزارع تولیدی با منشا تخم وارداتی و ترکیبی (وارداتی و داخلی) عملکرد بهتری داشته‌اند.

با توجه پایین بودن کارایی اقتصادی و تخصیصی نسبت به کارایی فنی و لزوم بررسی چگونگی افزایش آن، در ادامه تحلیل حساسیت قیمت نهاده‌های اصلی به کارگرفته شده برای مزارع دارای عدم کارایی اقتصادی کامل، انجام شد. مطابق با نتایج بدست‌آمده از تحلیل حساسیت در جدول ۵، مشکل اصلی و اساسی در ایجاد این ناکارآمدی اقتصادی به ترتیب اولویت شامل قیمت خوراک، تخم‌چشم‌زده وارداتی و نیروی کار می‌باشد. زیرا به صورت میانگین و به ترتیب با کاهش ۰/۴، ۱۰ و ۱۲ درصد در قیمت نهاده‌های مذکور

می‌باشند. بدین صورت مزرعه‌داران، تقریباً حداکثر بهره‌برداری از نهاده‌های تولید خود را داشته‌اند و آنچه سبب ایجاد تمایز در بین ایشان می‌گردد، پایین بودن قابل توجه کارایی تخصیصی و بالطبع اقتصادی است. بنابراین بالا بودن قیمت برخی نهاده‌ها که در ادامه مشخص گردیده‌اند، سبب ایجاد عدم کارایی تخصیصی و اقتصادی چشمگیر در بین مزرعه‌داران شده است.

براساس نتایج جدول ۳ در بین مزارع گروه‌بندی شده دارای مجوز تکثیر-پرورش گروه اول و دوم، میانگین کارایی فنی ۰/۹۴ و ۰/۸۲ می‌باشد؛ گروه سوم نیز شامل مزرعه I_{12} دارای کارایی فنی کامل است. این در حالیست که در بین مزارع دارای مجوز تفریح-پرورش، میانگین کارایی فنی گروه چهارم ۰/۸۲ است و مزرعه I_{13} به عنوان تنها مزرعه گروه پنجم دارای کارایی کامل است. بنابراین استفاده از نهاده تخم‌چشم‌زده خارجی سبب بهبود کارایی فنی مزارع وابسته کامل به این نهاده وارداتی نسبت به مزارع دارای فعالیت صرف تکثیر-پرورش نگردیده است؛ بلکه مزارع گروه اول با فعالیت انحصاری تکثیر و پرورش تخم-چشم‌زده ایرانی نسبت به مزارع گروه چهارم که تنها پرورش‌دهنده نوع خارجی اند، دارای میانگین کارایی فنی بالاتری هستند. همچنین میانگین کارایی تخصیصی گروه اول ۴۲٪ و سایر گروه‌های دوم تا پنجم به ترتیب ۷۴، ۴۷، ۴۶ و ۵۴ درصد می‌باشد. بنابراین برخلاف اندک بودن کارایی تخصیصی در بین تمامی گروه‌ها، بالاتر بودن قیمت نهاده وارداتی تخم‌چشم‌زده سبب نشده است که کارایی تخصیصی در مزارع وابسته و نیمه وابسته به این نهاده وارداتی (گروه دوم تا پنجم)

جدول ۴ - تحلیل حساسیت و اثر میزان کاهش قیمت نهاده‌ها بر افزایش یک درصدی کارایی اقتصادی مزارع ناکارا**.

نوع مجوز	گروه	مزرعه	نیروی کار	تخم چشم‌زده خارجی	تخم چشم‌زده ایرانی	بچه ماهی	انرژی برق	غذای ماهی	گازوئیل	
مزارع با مجوز تکثیر - پرویش	گروه اول	L ₁₈	۵٪	-	-	*	-	۲٪	*	
		L ₁₉	۸٪	-	-	-	*	۳٪	*	
		L ₂₀	۲۸٪	-	-	-	*	۴٪	*	
		L ₂₁	۸٪	-	-	*	*	۳٪	*	
		L ₂₂	۲٪	-	-	*	*	۲٪	*	
	گروه دوم	L ₂₃	۲٪	-	-	-	*	*	۲٪	-
		L ₂₄	۳٪	-	-	-	*	*	۴٪	*
		L ₂₅	۱۷٪	-	-	-	*	*	۵٪	*
		L ₁	۲۲٪	*	-	-	*	*	۴٪	*
		L ₃	۷٪	۵٪	-	-	-	*	۱٪	*
مزارع با مجوز پرورش - پرویش	گروه سوم	L ₄	۱۰٪	۱۶٪	-	*	*	۲٪	*	
		L ₁₂	۱۱٪	*	-	-	*	*	۲٪	*
		L ₂	۱۳٪	۶٪	-	-	-	*	۲٪	-
		L ₆	۲۴٪	۱۷٪	-	-	-	*	۳٪	-
		L ₇	۱۵٪	۹٪	-	-	-	*	۲۱٪	*
	گروه چهارم	L ₈	۶٪	۳٪	-	-	-	*	۳٪	*
		L ₉	۱۲٪	۳٪	-	-	-	*	۱۰٪	*
		L ₁₀	۱۰٪	۱۰٪	-	-	-	*	۲٪	*
		L ₁₁	*	۷٪	-	-	-	۳۲٪	۳٪	*
		L ₁₅	۲۰٪	۹٪	-	-	-	*	۳٪	*
گروه پنجم	L ₁₆	۱۵٪	۹٪	-	-	-	*	۳٪	*	
	L ₁₇	۱۴٪	۶٪	-	-	-	*	۲٪	*	
	L ₁₃	۷٪	۳۲٪	۲٪	-	-	*	۳٪	*	

**خط تیره به معنای عدم استفاده از نهاده مدنظر توسط مزرعه‌دار است.

ماخذ: یافته‌های تحقیق

درصد افزایش داد.

لازم به ذکر است کاهش قیمت سایر نهاده‌های ارزان قیمت انرژی شامل گازوئیل، برق در مزارع استفاده‌کننده از آن‌ها عملاً تغییر محسوسی در کارایی اقتصادی ایجاد نمی‌کند. همچنین کاهش قیمت نهاده بچه ماهی تأثیری در کارایی اقتصادی ندارد. به عبارت دیگر کارایی اقتصادی نسبت به تغییرات قیمتی این نهاده‌ها بی‌کاهش یا بسیار کم‌کاهش است. بنابراین در نهایت کاهش قیمت خوراک ماهی و دستمزد نیروی کار بیشترین تأثیر را در بهبود کارایی اقتصادی مزارع استفاده‌کننده از تخم چشم‌زده وارداتی و داخلی دارد. همچنین کاهش قیمت وارداتی تخم چشم‌زده خارجی نیز در کنار دو نهاده اشاره شده نیز می‌تواند سبب بهبود

می‌توان موجبات بهبودی کارایی اقتصادی به میزان ۱ درصد را فراهم آورد.

بنابراین در بین نهاده‌های مورد بررسی غذای ماهی با قیمت بالایی به دست مزرعه‌داران می‌رسد. زیرا با کاهش جزئی در قیمت آن (کمتر از ۵ درصد در اکثر مزارع) می‌توان سبب بهبود کارایی اقتصادی به میزان یک درصد شد. همچنین کاهش قیمت نهاده تخم-چشم‌زده خارجی مورد استفاده در مزارعی که به آن وابسته‌اند، سبب افزایش کارایی شده است. همانگونه که اشاره شد، کاهش دستمزد نیروی کار نیز در بهبود کارایی اقتصادی موثر است. نتایج نشان می‌دهد که در بین ۱۸ مزرعه مورد بررسی با کاهش بیش از ۵ درصد در دستمزد نیروی کار، می‌توان کارایی اقتصادی را ۱

شده، با کاهش اندک قیمت خوراک ماهی در مزرعه-های تکثیری و تفریخی استان مازندران می‌توان کارایی اقتصادی آن‌ها را بهبود بخشید. این کاهش اندک حاکی از آن است که این خوراک به قیمت بالایی به دست مزرعه‌داران دارای فعالیت خاص تکثیر-پرورش تخم چشم‌زده می‌رسد و تنها با کاهش اندک قیمت خرید این نهاده‌ها، می‌توان به بهبود کارایی اقتصادی شان کمک کرد.

همچنین کاهش هزینه سالانه نیروی کار می‌تواند سبب افزایش کارایی اقتصادی مزارع ناکارا گردد. هزینه‌های پرسنلی در مزارع به دلایلی همچون کمبود عرضه نیروی کار که گاهاً بایستی به صورت تمام وقت در مزرعه حضور داشته باشند، قابل توجه است. با توجه به کمبود عرضه نیروی کار نسبت به تقاضای آن، کاهش دستمزدها منجر به کمبود بیشتر در عرضه خواهد شد. بنابراین در این شرایط به نظر می‌رسد به کارگیری سیاست جایگزینی فناوری‌های سرمایه‌بر به جای استفاده از نیروی کار ارزان قیمت، استراتژی موثرتری در بهبود کارایی اقتصادی این مزارع تلقی گردد.

بنابراین تغییر ساختار تولید در این استان از حالت وابسته کامل به سایر کشورها در ورود نهاده پراهمیت تخم چشم‌زده به سمت ساختار تولید و تکثیر خود محوری و نیمه خودکفا در کنار کاهش قیمت نهاده‌های خوراک ماهی و هزینه نیروی کار با استفاده از فناوری-های سرمایه‌بر به جای کاربر می‌تواند قابل توصیه باشد. با اجرای این سیاست‌ها هم از تولید داخل حمایت می‌شود و هم در استفاده از ارز صرفه‌جویی می‌گردد و هم امنیت غذایی کشور که در حال حاضر وابسته به ورود این نهاده حیاتی است، حفظ می‌گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر خود را از دکتر حدیث عباسی قادی‌کلایی، دکتر مسعود فهرستی ثانی، تکثیرکنندگان و پرورش‌دهندگان محترم تخم‌چشم‌زده قزل‌آلا در استان مازندران،

کارایی اقتصادی مزارع وابسته به این نهاده غیرایرانی باشد که به منظور صرفه‌جویی در منابع ارزی کشور توصیه نمی‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر به دنبال نیل به راه حلی برای ارائه پیشنهاد استفاده یا عدم استفاده از تخم چشم‌زده غیرایرانی در مزارع دارای مجوز تکثیر-پرورش و تفریخ-پرورش ماهی قزل‌آلای استان مازندران است. برای این مهم بایستی کلیه جامعه مزارع سردآبی دارای مجوزهای بیان شده در استان مازندران و اطلاعات نهاده‌ای و تولید آن‌ها با انجام تحقیقات میدانی، بررسی و مورد شناسایی قرار می‌گرفت. همچنین در این مطالعه از معیار کارایی اقتصادی و مدل تحلیل پوششی داده‌ها بهره گرفته شد.

دو نتیجه کلی و قابل سیاست‌گزاری از انجام مطالعه حاضر حاصل شد. اول این‌که با توجه به میانگین کارایی اقتصادی و بالطبع سودآوری و کارایی فنی بالاتر مزارع دارای مجوز تکثیر-پرورش (و مزارع با منشا تولید تخم داخلی) نسبت به مزارع دارای مجوز تفریخ-پرورش (به ویژه مزارع کاملاً وابسته به تخم-چشم‌زده خارجی)، سیاست‌گذاران می‌توانند به تشویق و حمایت مزارع این استان به تکثیر تخم‌چشم‌زده ایرانی و عدم وابستگی صرف به نهاده وارداتی تخم ماهی قزل-آلا بپردازند.

نتیجه دوم حاصل از این مطالعه حاکی از این واقعیت است که کارایی اقتصادی مزارع استفاده‌کننده از تخم‌چشم‌زده داخلی و خارجی استان مازندران به خوبی کارایی فنی آن‌ها نیست. بنابراین آن چیزی که باعث ایجاد تمایز بین گروه‌های مزارع واردات محور، خودکفا و نیمه خودکفا در تهیه تخم‌چشم‌زده می‌شود، دسترسی مناسب به نهاده‌های تولید و تامین ارزان‌تر نهاده‌ها برای مزرعه‌داران است. بدین صورت تحلیل حساسیت قیمت نهاده‌های به کار گرفته شده در مزارع موجود نیز صورت پذیرفت. مطابق با یافته‌های حاصل

- Introduction to data envelopment analysis and its applications. In: Handbook of research on strategic performance management and measurement using *data envelopment analysis*. IGI Global. pp: 235-255.
- FAO. 2018. Fishery statistical collections: Consumption of fish and fishery products. Retrived from: www.fao.org/fishery/statistics/global-consumption/e. [Cited 31 March 2018].
- Farrell M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A* 120(3), 253-281.
- Fry J.P., Mailloux N.A., Love D.C., Milli M.C., Cao L. 2018. Feed conversion efficiency in aquaculture: do we measure it correctly? *Environmental Research Letters* 13(2), 024017.
- Galanopoulos K., Aggelopoulos S., Kamenidou I., Mattas K. 2006. Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming. *Agricultural Systems* 88(2-3), 125-141.
- Golany B., Roll Y. 1989. An application procedure for DEA. *Omega* 17(3), 237-250.
- Gunaratne L.H., Leung P. 1996. *Asian black tiger shrimp* industry: a meta-production frontier analysis. The farm performance study on which these research papers were based was funded by the Asian Development Bank under RETA 5534, and implemented by the Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific in 1994-1995. PingSun Leung and Khem R. Sharma, Editors University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Hawaii, USA. 55 p.
- Gunaratne L.H.P., Leung P.S. 1997. Productivity analysis of *Asian shrimp* industry: the case of Malaysian shrimp culture. *World Aquaculture* 97, 19-23.
- Gutiérrez E., Lozano S., Guillén J. 2020. Efficiency data analysis in EU aquaculture production. *Aquaculture* 734962.
- Hassanpour B., Ismail M.M., Mohamed Z., Kamarulzaman N.H. 2011. Factors affecting technical change of productivity growth in *rainbow trout* aquaculture in Iran. *African Journal of Agricultural Research* 6(10), 2260-2272.
- Hassanpour B., Ismail M.M., Mohamed Z., Kamarulzaman N.H., 2010. Sources of productivity growth in *rainbow trout* aquaculture in Iran: *technical efficiency* سازمان شیلات ایران و اتحادیه سردآبی استان مازندران که ما را در انجام و ارتقاء کیفی این پژوهش یاری دادند، اعلام نمایند.
- منابع**
- Alam F. 2011. Measuring technical, allocative and cost efficiency of *pangas (Pangasius hypophthalmus: Sauvage 1878)* fish farmers of Bangladesh. *Aquaculture Research* 42(10), 1487-1500.
- Ali I., Charnes A., Cooper W., Divine D., Klopp G.A., Stutz J. 1988. An application of data envelopment analysis to US Army recruitment districts. In: R.L. Schultz (Ed.) *Applications of Management Science, a Research Annual*.
- Arita S., Leung P. 2014. A *technical efficiency* analysis of Hawaii's aquaculture industry. *Journal of the World Aquaculture Society* 45(3), 312-321.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30(9), 1078-1092.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W., Clarke R. 1989. Constrained game formulations and interpretations for data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research* 40(3), 299-308.
- Banker R.D., Cooper W.W., Seiford L.M., Thrall R.M., Zhu J. 2004. Returns to scale in different DEA models. *European Journal of Operational Research* 154(2), 345-362.
- Bowlin W.F. 1987. Evaluating the efficiency of US Air Force real-property maintenance activities. *Journal of the Operational Research Society* 38(2), 127-135.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. 1978. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research* 2(6), 429-444.
- Cinemre H.A., Ceyhan V., Bozoğlu M., Demiryürek K., Kılıç O. 2006. The cost efficiency of *trout* farms in the Black Sea Region, Turkey. *Aquaculture* 251(2-4), 324-332.
- Coelli T.J., Rao D.S.P., O'Donnell C.J., Battese G.E. 2005. An introduction to efficiency and productivity analysis. Springer Science & Business Media.
- Emrouznejad A., Cabanda E. 2014.

- change or technological progress? *Aquaculture Economics and Management* 14(3), 218-234.
- Huang Y., Zhang Y. 2018. Energy Use and Carbon Emissions Efficiency Study of Chinese Regions Based on Price Factor. *Polish Journal of Environmental Studies* 27(5).
- Hwang S.N., Lee H.S., Zhu J. 2016. Handbook of operations analytics using data envelopment analysis. Springer.
- Iliyasu A., Mohamed Z.A., Terano R. 2016c. Comparative analysis of *technical efficiency* for different production culture systems and species of freshwater aquaculture in Peninsular Malaysia. *Aquaculture Reports* 3, 51-57.
- Iliyasu A., Mohamed Z.A., Ismail M.M., Abdullah A.M. 2014b. A meta-analysis of technical efficiency in aquaculture. *Journal of Applied Aquaculture* 26(4), 329-339.
- Iliyasu A., Mohamed Z.A., Ismail M.M., Abdullah A.M., Kamarudin S.M., Mazuki H. 2014a. A review of production frontier research in aquaculture (2001–2011). *Aquaculture Economics and Management* 18(3), 221-247.
- Kao C. 2017. Network data envelopment analysis. *Springer* 10, 26-33.
- Nielsen R. 2011. Green and technical efficient growth in Danish fresh water aquaculture. *Aquaculture Economics and Management* 15(4), 262-277.
- Sharma K.R., Leung P. 2003. A review of production frontier analysis for aquaculture management. *Aquaculture Economics and Management* 7(1-2), 15-34.
- Yuan Y., Yuan Y., Dai Y., Zhang Z., Gong Y., Yuan Y. 2020. *Technical efficiency* of different farm sizes for tilapia farming in China. *Aquaculture Research* 51(1), 307-315.
- Zongli Z., Yanan Z., Feifan L., Hui Y., Yongming Y., Xinhua Y. 2017. *Economic efficiency* of small-scale tilapia farms in Guangxi, China. *Aquaculture Economics and Management* 21(2), 283-294.

Comparison of technical and economic efficiency of trout farms production from imported and domestic egg

Hiva Asadikia, Seyed Habibollah Mosavi*, Sadegh Khalilian, Hamed Najafi Alamdarlo

Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

*Corresponding author: shamosavi@modares.ac.ir

Received: 2021/5/2

Accepted: 2021/7/11

Abstract

The existence of a lower feed conversion ratio (FCR) of some imported trout species and the reduction of the feeding costs of such trout, compared to Iranian egg has made it attractive to the use of foreign input. On the other, the imported eggs are significantly more expensive and cannot be supplied permanently, because of sanctions in Iran. It can also transfer disease to the Iranian trout farms. Therefore, this import problem is a threat to food security and farms' production. Hence, the use of imported egg versus domestic ones, on the one hand, is less welcomed in Iran, due to the possibility of instability and disruption in domestic production has been a major challenge in trout farming in this country. So that, the use of imported trout eggs has been questioned. Hence, the present study sought to find a solution to this problem. For this purpose, the concept of economic efficiency in the DEA model is employed in propagation and hatchery farms of Mazandaran Province. The findings revealed that the identified farms almost made the appropriate use of their inputs; So that the average technical efficiency among them is 87%. However, allocative efficiency was the main distractive factor in the farms; Thus, the average economic efficiency of them (propagation and hatchery farms) is lower and about 43%. Also, the average economic efficiency in propagation farms with domestic eggs (41%) is more than in farms with the use of just imported eggs (38%). Therefore, Changing the production structure in total dependant farms of Mazandaran (on imported eggs) to propagate domestic eggs can be advisable. Moreover, the reduction of feed prices and the use of capital-intensive technology instead of labor-intensive technology is another solution to ensure economic efficiency and sustainable food security in this province.

Keywords: Trout farmers, Input of trout eggs, Mazandaran Province, Efficiency, DEA.