

کاربرد رهیافت تحلیل فراگیر سوپر کارایی در بررسی عملکرد تولیدکنندگان ماهیان سردآبی در مزارع پرورش قزل‌آلای رنگین کمانی استان اصفهان

علی سردار شهری^{۱*} و مهدی اسفندیاری^۲

۱- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۳

چکیده

به دلیل اهمیت اقتصادی تولید مزارع پرورش ماهی، در این پژوهش، عملکرد تولیدکنندگان ماهیان سرد آبی مزارع پرورش قزل‌آلای رنگین کمان استان اصفهان در سال ۱۳۹۶ با استفاده از تحلیل فراگیر سوپر کارایی مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، داده‌های لازم با تکمیل پرسشنامه و عملکرد تولیدکنندگان ماهیان سردآبی با استفاده از روش پایه تحلیل فراگیر بدست آمد و نتایج مورد نظر با تکنیک تحلیل فراگیر سوپر کارایی مقایسه شد. به طور کلی، نتایج نشان داد میانگین سطوح کارایی فنی در مدل با فرض بازده ثابت به مقیاس (CCR) معادل ۷۰/۸۱٪ با انحراف معیار ۰/۲۵۸ می‌باشد که در دامنه‌ای بین ۰/۲۳ تا ۱/۰ قرار دارد و تنها ۲۳/۳٪ مزارع پرورش ماهی روی مزر کارا قرار دارند، اما ناکارایی سایر واحدها زیاد نیست. میانگین سطوح کارایی فنی در مدل بازده متغیر به مقیاس (BCC) نیز معادل ۹۲/۱۵٪ با انحراف معیار ۰/۱۲۶ بود که در دامنه‌ای بین ۰/۵۵ تا ۱/۰ قرار داشت و ۶۰٪ واحدها به طور کامل کارا شدند. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که میانگین کارایی مقیاس ۸۵/۳۱٪ و دامنه آن از ۰/۳۶ تا ۱/۰ می‌باشد. همچنین بین مزارع تحت بررسی تفاوتی آشکار در سطوح کارایی فنی وجود دارد که مهم‌ترین علت ناکارایی فنی در مزارع پرورش ماهی تفاوت در نحوه مدیریت استفاده از نهاده‌ها می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده با مدیریت بهینه در نهاده‌ها می‌توان سطح کارایی را تا حد قابل توجهی افزایش داد.

کلمات کلیدی: ماهیان سرد آبی، تحلیل فراگیر داده‌ها، سوپر کارایی، استان اصفهان.

مقدمه

بوده است که کشور چین با تولید ۳۴/۵ میلیون تن ماهی پرورش ماهی را به خود اختصاص داده است، در همین سال، ایران با ۱۲۰۰ عدد مزرعه فعال منفرد سرد آبی به مساحت کلی ۶/۱۶۲ هکتار و تولید ۵۸۷۶۱ تن ماهی قزل‌آلا در سال، رتبه اول تولید ماهی قزل‌آلا با بهره‌برداری از آب شیرین و هشتمین کشور آبی‌پرور جهان از سوی فائو معرفی شده است (FAO, 2015). بر اساس آخرین سالنامه آماری شیلات ایران در جدول ۱ میزان پرورش ماهیان سردآبی به تفکیک استانها در سالهای ۹۵-۱۳۹۱ ارائه شده است.

پرورش ماهیان سردآبی یکی از شاخه‌های بسیار مهم و در حال گسترش صنعت آبی‌پروری در جهان است که مورد توجه کشورها و سازمان‌های جهانی مسئول در امور بهبود تغذیه و کاهش فقر ملی می‌باشد (محمدی‌تبار و همکاران، ۱۳۹۸). ماهیان سردآبی هم از نظر اقتصادی و هم از لحاظ ارزش غذایی مورد توجه صیادان و متخصصین تغذیه و بهداشت قرار گرفته و به همین دلیل تقاضای مصرف آنها در سنوات اخیر افزایش یافته است (شیری و همکاران، ۱۳۹۸). بر اساس گزارش‌های سازمان خواروبار کشاورزی، میزان تولید ماهی پرورشی در دنیا در سال ۲۰۰۷، ۵۱/۷ میلیون تن

جدول ۱: میزان پرورش ماهیان سردآبی به تفکیک استان در سالهای ۹۵-۹۱

استان	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵
آذربایجان شرقی	۲۴۱۵	۲۷۲۱	۳۰۰۸	۳۲۲۰	۳۷۱۹
آذربایجان غربی	۸۰۰۴	۸۳۳۲	۸۹۳۰	۹۰۰۳	۷۵۰۰
اردبیل	۱۳۷۱	۲۲۱۵	۲۵۵۹	۲۹۷۲	۳۱۸۵
اصفهان	۴۰۷۳	۳۰۵۵	۳۰۸۹	۳۵۱۰	۴۸۴۵
البرز	۱۸۶۰	۱۸۲۷	۱۸۲۷	۲۱۶۰	۱۹۲۰
ایلام	۱۴۰۳	۱۵۵۶	۱۶۷۶	۱۷۸۵	۲۰۵۳
تهران	۳۶۶۰	۳۸۹۸	۴۳۳۵	۴۱۴۱	۴۷۰۶
چهارمحال بختیاری	۱۸۳۸۷	۱۸۹۷۴	۱۰۷۴۳	۱۷۱۵۴	۲۳۳۴۶
خراسان رضوی	۳۲۳۷	۳۹۶۲	۴۶۰۶	۶۲۲۴	۷۴۲۸
خراسان شمالی	۹۰۰	۱۰۸۰	۱۱۰۳	۱۲۰۰	۱۳۴۷
خراسان جنوبی	۳۰۰	۳۵۲	۳۴۱	۳۲۱	۴۰۰
خوزستان	۹۶۰	۱۰۶۰	۶۲۰	۹۵۰	۸۸۵
زنجان	۵۴۹۱	۷۳۱۷	۸۰۶۵	۱۰۰۳۰	۱۱۵۱۵
سمنان	۵۰۹	۵۸۱	۵۴۹	۵۶۵	۵۸۶
سیستان و بلوچستان	۴۰	۳	۱۱	۳۴	۵۱
فارس	۷۸۹۷	۸۲۲۶	۸۲۳۸	۸۵۰۰	۸۵۳۵
قزوین	۲۵۲۳	۲۹۵۶	۲۶۶۰	۲۰۱۵	۲۵۶۴
قم	۵۲۰	۶۷۹	۷۲۰	۴۳۹	۴۸۰
کردستان	۲۸۹۰	۳۰۱۳	۱۶۲۰	۳۰۳۰	۳۳۰۰
کرمان	۶۱۳	۶۶۹	۵۰۴	۶۷۰	۱۰۱۵
جیرفت و کهنوج	۲۲۵	۲۴۱	۲۶۶	۲۸۸	۳۰۱

ادامه جدول ۱:

استان	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵
کرمانشاه	۱۰۶۷۹	۱۰۶۸۰	۸۰۷۵	۱۰۳۴۰	۱۱۴۲۵
کهگیلویه و بویراحمد	۱۱۱۳۰	۱۳۴۰۰	۱۱۰۴۵	۱۳۰۰۰	۱۴۷۰۰
گلستان	۴۱۱	۵۲۳	۶۳۵	۵۵۸	۶۵۰
گیلان	۲۶۸۸	۳۰۷۲	۳۲۳۶	۲۰۲۱	۴۲۹۹
لرستان	۱۶۹۵۰	۱۸۸۳۲	۱۲۴۵۶	۱۵۵۳۶	۲۲۵۱۰
مازندران	۱۶۵۳۶	۱۸۲۵۵	۱۹۷۳۷	۱۵۴۵۲	۱۵۴۲۷
مرکزی	۱۸۰۷	۲۱۵۹	۲۰۲۲	۱۹۰۳	۲۹۳۷
همدان	۳۱۸۴	۳۷۵۹	۳۴۱۴	۳۱۵۵	۳۵۸۵
یزد	۳۳۷	۵۱۹	۴۲۵	۴۵۶	۵۷۳
جمع	۱۳۱۰۰۰	۱۴۳۹۱۷	۱۲۶۵۱۵	۱۴۰۶۳۲	۱۶۵۷۸۷

منبع: سالنامه آماری شیلات، ۱۳۹۵

(پارامتریکی) و غیرفراسنجشی (ناپارامتریکی) تقسیم می‌شود. تابع تولید مرزی تصادفی نیز مهم‌ترین و کاربردی‌ترین روش محاسبه کارایی به روش فراسنجشی است. در روش اخیر نیاز به تعیین شکل تابع تولید بوده که در نهایت تابع تولید مرزی در آن تخمین زده می‌شود. روش غیرفراسنجشی محاسبه کارایی به روش برنامه‌ریزی خطی نیز مشهور است که برای اولین بار در سال ۱۹۷۸ در پایان‌نامه دکترای رودس (Rhodes, 1978) مطرح و در همان سال به معرفی روش تحلیل فراگیر داده‌ها (CCR¹) منجر شد (Charnes et al., 1978) این روش بر مبنای تعریف اساسی بهره‌وری بنا نهاده شده است که در آن نسبت مجموع ستاده‌ها به مجموع نهاده‌ها بیشینه می‌شود و محدودیت‌هایی از جمله این که مقدار کارایی هیچ یک از واحدهای تحت بررسی نمی‌تواند بیشتر از یک باشد بر آن وارد می‌شود، یکی از مشکلات این روش عدم توانایی رتبه‌بندی کامل بود. به عبارت دیگر این روش تنها می‌توانست واحدهای ناکار را رتبه‌بندی کند و

در استان اصفهان این مسئله با توجه به وجود شرایط اقلیمی مطلوب و بسترهای کاری مناسب از جمله تعداد نسبتاً زیاد چشمه‌ها و رودخانه‌های دائمی و فصلی می‌تواند جایگاه ویژه‌ای داشته باشد. هر یک از این منابع آبی در صورت داشتن بهره‌برداری مناسب و مدیریت صحیح می‌تواند یک مزرعه کوچک و یا بزرگ پرورش ماهیان سردآبی را در کنار خود داشته باشد (گزارش اداره کل شیلات اصفهان، ۱۳۹۴). مطمئناً با ارزیابی عملکرد مزارع پرورش این ماهیان، می‌توان افق جدیدی جهت توسعه صنعت آبی پروری در کشور و به تبع آن شکوفایی اقتصادی و ایجاد اشتغال و نیز کاهش فشار بر ذخایر ترسیم نمود. شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی عملکرد یک مجموعه، سازمان یا واحدهای زراعی وجود دارد. یکی از مهم‌ترین این شاخص‌ها بررسی عملکرد با استفاده از شاخص کارایی است. کارایی در برگرنده مفهومی نسبی است و نسبت مجموعه ستاده به نهاده تعریف می‌شود. کارایی خود به روش‌های گوناگونی محاسبه می‌شود که به دو گروه عمده روش‌های فراسنجشی

¹- Charnes, Cooper and Rhodes (CCR)

واحدهای مرزی با توجه به کارایی یکسان واحد مشابه هم ارزیابی می‌شدند. این موضوع تا سال ۱۹۹۳ ادامه داشت تا این که Andersen and Petersen با حذف محدودیت کارایی کمتر یا مساوی یک برای هر واحد، توانستند رتبه‌بندی تمام واحدهای موجود را انجام دهند (Andersen, 1993). در واقع این روش بدین گونه عمل می‌کرد که واحدهایی که ناکارا بودند مشابه روش پایه، رتبه‌بندی می‌شدند اما واحدهای کارا می‌توانستند، کارایی بیشتر از یک داشته باشند و بنابراین رتبه‌بندی واحدهای کارا نیز انجام می‌شد.

در پژوهش حاضر نیز از این دو روش استفاده گردیده و بعد از محاسبه عملکرد بهره‌برداران ماهیان سردآبی مزارع پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمانی استان اصفهان و مقایسه این دو روش به بحث و نتیجه‌گیری آنها پرداخته است. استفاده فراوان دو روش عمده محاسبه کارایی (برنامه‌ریزی خطی و اقتصادسنجی) در طی سال‌های بعد از معرفی این روش‌ها، در علوم مختلف و در سال‌های اخیر، بعد از گذشت ۳۴ سال نشان از جامعیت و محبوبیت این دو روش است. هر چند که هر کدام از این روش‌ها دارای نقاط ضعفی هم هستند. به طور نمونه روش اقتصادسنجی نیاز به تعیین شکل تابع تولید دارد و همچنین بر پایه ساده‌سازی‌ها و فرض‌هایی بر جزء اخلاص و جز ناکارایی بنا شده است (از جمله داشتن توزیع نرمال برای جز اخلاص و توزیع نیمه نرمال برای جز ناکارایی مدل). همچنین این روش قادر به حل مسائلی که بیشتر از یک ستاده دارند نیست. از طرف دیگر روش برنامه‌ریزی خطی یا تحلیل فراگیر داده‌ها نیز جز تصادفی را در نظر نمی‌گیرد.

با نگاهی به سیر تحقیقات گذشته می‌توان به این نتیجه رسید که در زمینه کارایی شیلات از هر دو روش

استفاده شده است. از جمله مهم‌ترین تحقیقات خارجی می‌توان به مطالعه Tung (۲۰۱۰) که در رساله خود کارآیی فنی مزارع غیرمتراکم (گسترده) اصلاح شده را برای استان ماکائو ویتنام بررسی کرده است، اشاره کرد. هدف این رساله برآورد میانگین سوپر کارآیی فنی مزارع میگو استان ماکائو ویتنام است. در این مطالعه روش کمینه‌سازی هزینه با بازده متغیر نسبت به مقیاس به روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داده است که مساحت تالاب و تجربه و سطح دانش فنی کشاورزان از مهم‌ترین عوامل مثبت تاثیرگذار بر بهره‌وری و بهبود کارآیی مزارع غیرمتراکم هستند. Huy (۲۰۰۹) نیز در پایان‌نامه خود به تجزیه و تحلیل کارآیی میگوی ببری سیاه در مزارع آبی‌پروری شهر ترانگ‌نا ویتنام پرداخته است. این مطالعه با توجه به روش ورودی-محور و بازده ثابت به مقیاس و با در نظر گرفتن دو خروجی و پنج ورودی، جهت محاسبه کارآیی از مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرده است. تعداد ۶۴ نمونه برای تجزیه و تحلیل در نظر گرفته شده است که مقایسه‌ای جهت یافتن عوامل ناکارآیی تکنیکی و بهبود این عوامل انجام گرفته است. نتایج نشان داده است که تنها ۲۵ درصد از واحدهای مورد نظر کارا و ۷۵ درصد دیگر ناکارا هستند. در مطالعه ایی دیگر، Akter (۲۰۱۰) کارایی فنی صید ترال سوند را برای سال ۱۹۹۵ از طریق روش مرزی تصادفی و با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد که عوامل عدم کارایی بطور معنی‌داری بر سطح و تغییرات درآمدهای شناورها تأثیر دارند و میانگین کارایی برای نمونه مورد بررسی شناورها ۶۶ درصد بود. همچنین، تحقیقات قابل قبولی پیرامون بررسی وضعیت واحدهای شیلات ایران

قزل آلائی رنگین کمانی واقع در شهرستان اصفهان دارای ۳۰ تولیدکننده ماهیان سرد آبی می باشد. جامعه تحت بررسی شامل کلیه واحدهای فعال این منطقه است که با توجه به تعداد واحدها، سرشماری صورت گرفت و در نهایت پرسشنامه‌ها از تمام واحدهای تولیدی جمع آوری شد.

مواد و روش‌ها

روش محاسبه کارایی به روش تحلیل فراگیر داده‌ها برای اولین بار توسط Cooper و همکاران (۱۹۷۸) معرفی شد، که با جامعیت بخشیدن به روش Farrel (۱۹۵۷) کاربردی شد (Banker et al., 1984). این رهیافت تابع تولید مرزی را بر اساس روش برنامه‌ریزی خطی به دست می‌آورد و به همین دلیل به روش برنامه‌ریزی خطی نیز نامیده می‌شود. این روش یک روش غیرفراسنجشی است و نیازی به تعیین شکل تابع تولید برای تخمین آن ندارد، بنابراین کمتر در معرض خطای تصریح مدل است. کارآیی به این روش را می‌توان با توجه به بازدهی ثابت، متغیر، فزاینده و کاهنده نسبت به مقیاس محاسبه کرد و کارآیی در حالت چند محصولی نیز امکان‌پذیر است. فارل بیان کرد که برای ارزیابی کارآیی می‌توان شکل نموداری منحنی تولید یکسان تابع تولید مرزی یک محصول با دو نهاده برای بنگاه‌های یک سازمان را با پیوند نزدیک‌ترین نقاط به محور و مرزها به دست آورد. با این کار شکلی خطی - قطعه‌ای و کوژ مانند به دست می‌آید، اما رسم نمودار تابع تولید یکسان برای بیش از دو ورودی و یک خروجی بسیار دشوار است، راه حل روش تحلیل پوششی داده برای اندازه‌گیری کارآیی به صورت زیر است:

و به ویژه نوار ساحل جنوبی کشور صورت پذیرفته است. صالحی (۱۳۸۶) تولید میگوی سفید هندی در استان‌های جنوبی ایران را از نظر اقتصادی تحلیل کرده است. متغیرهای به کار رفته در این تحقیق نیز لارو، نیروی کار و مواد غذایی است که به منظور ارزیابی هزینه‌های تولید، نقش هر یک از عوامل مهم هزینه، قیمت تمام شده و سود پرورش میگوی سفید هندی در استان‌های جنوبی ایران بررسی شده است. در تحقیقی دیگر، حاجیانی و همکاران در مطالعه‌ای کارآیی فنی ناوگان صید میگو در استان بوشهر را با استفاده از روش SFA تخمین زده‌اند. علاوه بر تحقیقات بالا دانشور و سلامی (۱۳۸۴)، جام‌نیا (۱۳۸۶)، پیغمبری (۱۳۸۱)، خداپناه (۱۳۷۴) نیز مطالعاتی مرتبط با موضوع داشته‌اند. با توجه به سوابق تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که از هر دو روش کارایی، برای محاسبه عملکرد مزارع پرورش شیلات استفاده شده است که در پژوهش حاضر با توجه به هدف رتبه‌بندی کامل تولیدکنندگان ماهیان سردآبی با استفاده از مدل تحلیل فراگیر سوپر کارایی که خود برگرفته از روش پایه غیرفراسنجشی است از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده شد. استان اصفهان با ویژگی‌های جغرافیایی و اقلیمی خاص توانایی‌های وسیعی جهت امرآبزی پروری را دارا می‌باشد، استان اصفهان در حال حاضر دارای ۲۳ شهرستان، ۸۱ شهر، ۴۳ بخش و ۱۲۱ دهستان می‌باشد، بطوریکه شهرستان‌های اصفهان فریدن و فریدونشهر، چادگان، خوانسار، گلپایگان، نطنز، شهرضا و سمیرم و... با وجود منابع خرد و کلان امکانات وسیع و مطلوبی جهت پرورش عمده ماهیان سردآبی و بصورت محدود پرورش ماهیان گرمابی فراهم آورده است (گزارش اداره کل شیلات اصفهان، ۱۳۹۴). مزارع پرورش

ک کمک روش تحلیل فراگیر با نرمال کردن مخرج تابع هدف امکان پذیر شد (Banker et al., 1984):

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \mu'q_i \\ \text{St} : \quad & v'x_i = 1 \\ & \mu'q_j - x_j \leq 0 ; j = 1, 2, \dots, I \\ & \mu, v \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

مدل دوگان مسئله به شکل زیر است که به دلیل

تعداد محدودیت‌های کمتر بیشتر استفاده می‌شود:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \theta \\ \text{St} : \quad & -q_j + Q\lambda \geq 0 \\ & \theta X_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

در معادله (۴) θ کارایی هر واحد را نشان می‌دهد و

سایر متغیرها مانند قبل تعریف می‌شوند. مدل بالا را به شکل زیر نیز می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \epsilon - \theta [\sum_i^m S_i^- + \sum_r^s S_r^+] = D_{ot}(x_{ot}, y_{ot}) \\ \text{St} : \quad & \\ & \sum_j^n \lambda_j y_{ij} - S_r^+ = y_{rj} ; r=1, \dots, s \\ & \sum_j^n \lambda_j x_{ij} + S_i^- = \theta X_{ip} ; i=1, \dots, m \\ & \lambda_j \geq 0 ; j=1, \dots, n \\ & S_i^-, S_r^+ \geq 0 ; r=1, \dots, s ; i=1, \dots, m \end{aligned} \quad (5)$$

به طوری که $D_{ot}(x_{ot}, y_{ot})$ تابع مسافت (فاصله بین

واحد تا مرز کارا)، Δ متغیر کمبود متناظر با ورودی و

Δ^+ متغیر کمبود متناظر با خروجی است که جهت تبدیل

محدودیت‌های نامساوی به مساوی به مدل اضافه

شده‌اند. λ شامل اعداد ثابتی است که وزن‌های مجموعه

مرجع را نشان می‌دهد. برای رفع مشکل صفر بودن

وزن‌ها نیز از عدد غیر ارشمیدوسی ϵ استفاده شده است،

به طوری که به عنوان یک کران پایین برای وزن‌های

ورودی و خروجی مانع از صفر شدن آن‌ها می‌شود.

همان‌طور که از مدل استنباط می‌شود فرض بازده ثابت

به مقیاس برای واحدها در نظر گرفته شده است؛ به این

معنا که با افزایش ورودی به یک نسبت خروجی نیز به

همان نسبت تغییر می‌کند. این شرایط به این معنا است

برای هر یک از I واحد نمونه N داده و M ستاده

در نظر بگیرید. بردار X_i, q_i به ترتیب میزان ورودی و

خروجی را برای واحد I نشان می‌دهد. $(X)N \times I$

ماتریس ورودی و $(Q)M \times I$ ماتریس خروجی تمام

واحدها است. می‌توان نسبت تمام خروجی‌ها بر روی

تمام ورودی‌ها را اندازه‌گیری کرد. این مقدار

نشان‌دهنده سطح بهره‌وری کل است:

$$T = \frac{U'q_i}{V'x_i} \quad (1)$$

به طوری که بردار U شامل وزن‌های خروجی‌ها و

بردار V شامل وزن‌های ورودی‌ها است. یک واحد

تصمیم‌گیرنده (DMU^1) می‌تواند بیشینه کردن مقدار

بالا را به عنوان یک هدف در نظر بگیرد. بنابراین:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & U'q_i / V'x_i \\ \text{St} : \quad & U'q_j / V'x_j \leq 1 ; j = 1, 2, \dots, I \\ & U, V \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

مجموعه محدودیت‌های اول بیان می‌کند، بیشینه

میزان کارایی هر بنگاه برابر یک است و محدودیت

دوم نشان می‌دهد میزان داده یا ستاده نمی‌تواند منفی

باشد. در معادله بالا وزن‌های ورودی و خروجی

مشخص نیست، از اینرو جهت وزن دادن به داده‌ها و

ستاده‌ها راه‌های گوناگونی مانند استفاده از قیمت و یا

تعیین تجربی آن‌ها با توجه به سیاست‌های واحد تصمیم

گیرنده وجود دارد. اما بیشینه بهره‌وری در گروه تعیین

مقادیر بهینه این وزن‌ها می‌باشد. علاوه بر این معادله بالا

بی‌شمار جواب دارد (هر ضریب یکسان مثبتی از مقادیر

بهینه جزو جواب‌ها است). همچنین این مدل غیرخطی و

غیر کوژ است. حل این مشکلات در سال ۱۹۷۸ و با

¹- Decision Making Unit

است بهترین واحد کارا را تعیین و برآورد کند که یک واحد کارا تا چه اندازه‌ای می‌تواند نهاده‌های (ستاده‌ها) خود را افزایش (کاهش) دهد و همچنان کارا بماند. در واقع این رهیافت همانند مدل استاندارد تحلیل فراگیر است که واحدهای کارا از مجموعه مرجع مستثنی شده‌اند. این شرایط به یک واحد تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد تا بتواند فراتر از مرز کارایی قرار گیرد و به همین دلیل به آن سوپر کارایی گویند. از نقطه نظر ریاضی این بدان معنا است که λ_j در مدل اولیه صفر شود به طوری که مقدار سوپر کارایی برای یک واحد کارا می‌تواند ارزشی برابر یا بزرگ‌تر از یک داشته باشد. این در حالی است که میزان کارایی سایر واحدهای ناکارا همانند مدل قبلی است.

مدل جبری سوپر کارایی به شکل زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Min } \theta - \varepsilon [\sum_i^m S_i^- + \sum_r^s S_r^+] \\ \text{S.t. :} \\ \sum_j^n \lambda_j y_{rj} - S_r^+ = y_{rp} \quad ; \quad r=1, \dots, s \quad (V) \\ j=1, \neq p \\ \sum_j^n \lambda_j x_{ij} + S_i^- = \theta X_{ip} \quad ; \quad i=1, \dots, m \\ j=1, \neq p \\ \sum_j^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j=1, \dots, n \\ S_i^-, S_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r=1, \dots, s \quad ; \quad i=1, \dots, m \end{aligned}$$

متغیر x_{ij} و y_{rj} به ترتیب ورودی نام و خروجی نام از واحد تصمیم‌گیرنده نام هستند. متغیر θ متغیر کمبود متناظر با نهاده‌ها و S^+ متغیر کمبود متناظر با محصول است. باز هم در تابع هدف برای رفع مشکل صفر بودن وزن‌ها از عدد غیر ارشمیدوسی ε استفاده شده به طوری که این عدد به عنوان یک کران پایین برای وزن‌های ورودی و خروجی مانع از صفر شدن آن‌ها می‌گردد. جهت روشن‌تر شدن موضوع به کار Chen (۲۰۰۵) اشاره می‌شود. وی نحوه چگونگی عملکرد

که هر یک از واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU^1) می‌توانند میزان نهاده‌ها را بدون محدودیت تغییر دهند. به عبارت دیگر این مدل واحدها را در حالت بلندمدت در نظر می‌گیرد. Banker و همکاران در سال ۱۹۸۴ مدل CCR را گسترش دادند (BCC^2) و با افزودن فرض $\sum_j^n \lambda_j = 1$ فرض بازده متغیر به مقیاس را در نظر گرفتند (Charnes et al., 1978). این فرض در ساده‌ترین حالت (یک ورودی و یک خروجی) تابع تولید را از حالت یک خط با شیب ثابت خارج و شکلی کوژ و قطعه‌ای به آن می‌دهد. متغیر λ شامل اعداد ثابتی است که وزن‌های مجموعه مرجع را نشان می‌دهد. این مدل به اسم BCC (ابتدای نام این پژوهشگران) یا بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) مشهور است که مدل اولیه ($Primal$) به صورت زیر است:

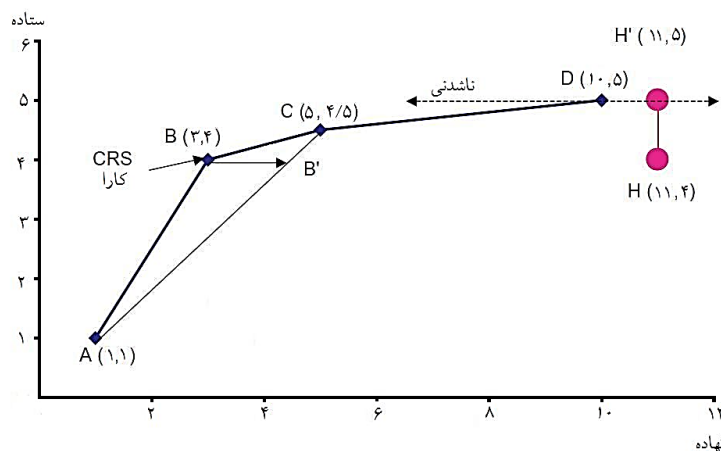
$$\begin{aligned} \text{Min } \theta - \varepsilon [\sum_i^m S_i^- + \sum_r^s S_r^+] \\ \text{S.t.} \\ \sum_j^n \lambda_j y_{rj} - S_r^+ = y_{rp} \quad ; \quad r=1, \dots, s \quad (6) \\ \sum_j^n \lambda_j x_{ij} + S_i^- = \theta X_{ip} \quad ; \quad i=1, \dots, m \\ \sum_j^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j=1, \dots, n \\ S_i^-, S_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r=1, \dots, s \quad ; \quad i=1, \dots, m \end{aligned}$$

در این مدل نیز در تابع هدف برای رفع مشکل صفر بودن وزن‌ها از عدد غیر ارشمیدوسی ε استفاده شده است. متغیر θ متغیر کمبود متناظر با نهاده‌ها و S^+ متغیر کمبود متناظر با محصول است. این دو مدل واحدها را به گروه کارا و ناکارا تقسیم کرده و می‌توانند رتبه‌بندی واحدهای ناکارا را انجام دهند. اما همه واحدهای روی مرز، کارایی معادل یک دارند و بنابراین تمایز بین واحدهای کارا ممکن نیست. برای رتبه‌بندی واحدهای کارا Andersen and Petersen (۱۹۹۳) روش سوپر کارایی را معرفی کردند، که قادر

¹- Decision Making Unit (DMU)
²- Banker, Charnes, Cooper (BCC)

با یک مثال ساده به صورت زیر تفسیر می‌کند.

مدل سوپر کارایی را با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس



شکل ۱: سوپر کارایی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس (Chen, 2005)

کارایی و به کارگیری مدل‌های پایه تحلیل فراگیر داده‌ها که شامل مدل‌های با فرض بازده ثابت به مقیاس و بازده متغیر به مقیاس، برآورد شد و سپس کارایی مقیاس به طور جداگانه محاسبه شد. در نهایت از تکنیک تحلیل پوششی سوپر کارایی استفاده گردید. در حل تمام این مدل‌ها از رویکرد نهاده‌گرا استفاده شد. بدین مفهوم که کارایی فنی مزارع با توجه به ثابت گرفتن میزان محصول ماهی و کاهش نسبی در سطح مورد استفاده نهاده‌ها به دست خواهد آمد. داده‌های تحت بررسی با استفاده از دو مدل DRS و IRS نیز تجزیه و تحلیل می‌شود. با استفاده از سطوح کارایی مدل با بازده متغیر و مقایسه آن با دو مدل اخیر می‌توان نوع بازده به مقیاس هر مزرعه را بدست آورد؛ به این صورت که اگر مقدار کارایی به دست آمده از مدل بازده به مقیاس متغیر، با مقدار کارایی به دست آمده از مدل بازده به مقیاس فزاینده برابر شد، مزرعه مورد نظر نیز بازده فزاینده نسبت به مقیاس خواهد داشت و بالعکس. همچنین میانگین میزان مصرف موجود (مصرف واقعی) و مصرف بهینه نهاده‌ها مقایسه شده

شکل ۱ پنج واحد تصمیم‌گیرنده A، B، C، D و H را نشان می‌دهد که هر یک دارای یک نهاده و یک ستاده هستند. با به کارگیری مدل سوپر کارایی در حالت بازده متغیر به مقیاس، مطابق شکل واحد D نمی‌تواند افزایش مورد انتظاری در میزان به کارگیری نهاده داشته باشد و اگرچه تحت بازدهی متغیر به مقیاس خود واحدی کارا است، ولی نمی‌تواند هیچ‌گونه نهاده‌ای را بعد از عبور از سطح نهاده H' (که نشان‌دهنده سطح استفاده از نهاده H است) ذخیره کند و با توجه به این که واحد H نسبت به سایر واحدها بیشترین میزان به کارگیری از نهاده را دارد باید با واحد D مقایسه شود. اما واحد B می‌تواند میزان به کارگیری از نهاده خود را افزایش دهد و به نقطه B' (تصویر نقطه B روی ترکیب محدب A و C) برسد. این میزان افزایش مورد انتظار و ممکن در نهاده در مقایسه با سایر واحدها منجر به افزایش کارایی این بنگاه خواهد شد و به همین دلیل به این بنگاه سوپر کارا گویند.

در این پژوهش، در مرحله اول عملکرد تولیدکنندگان ماهیان سرد آبی را با استفاده از شاخص

این مطالعه شامل مساحت واحد تولیدی (سطح مزرعه پرورش ماهی) برحسب مترمربع (X_1)، نیروی کار بر حسب روز-نفر (X_2)، تعداد قطعه اولیه تخم چشم زده (X_3)، مقدار غذای مصرفی برحسب گرم (X_4)، میزان داروی مصرفی برحسب گرم (X_5)، است و متغیر خروجی تولید ماهی در نظر گرفته شد (Y). برای تحلیل اطلاعات از نرم افزار متلب برای مدلسازی استفاده گردید.

نتایج

در جدول ۲ آماره‌های متغیر وابسته و مستقل در فرآیند تولید ماهیان سرد آبی برآورد شده است.

است و درصد ناکارایی در مصرف نهاده‌ها نیز ارائه می‌شود. برای محاسبه‌ی مقادیر بهینه نهاده‌ها (میانگین مصرف مطلوب) جهت دستیابی به مقدار تولید و کارایی موجود برای بهره‌برداران منطقه، مقدار مازاد مصرف هریک از نهاده‌ها (خروجی نرم‌افزار)، از میانگین مصرف واقعی هریک از آن‌ها (مقدار مصرف شده نهاده‌ها) کم خواهد شد (Necat and Alemdar, 2005). لذا می‌توان بیان نمود که از تقسیم میزان مازاد نهاده‌ها بر میزان مصرف واقعی نهاده‌ها، میزان ناکارایی در استفاده از نهاده‌ها در تولید محصول منطقه‌ی مورد نظر بدست می‌آید.

متغیرهای تحت بررسی در این پژوهش شامل یک متغیر خروجی یا محصول و هفت متغیر ورودی یا نهاده است. متغیرهای ورودی در تمام مدل‌های بکار رفته در

جدول ۲: برآورد آماره‌های توصیفی متغیرهای به کار رفته در فرآیند تولید ماهیان سرد آبی

متغیرهای مدل‌های تحت بررسی	انحراف معیار	میانگین	بیشینه	کمینه
تولید ماهی بر حسب کیلوگرم (Y)	۴۹۴۷۶/۳	۴۳۸۶۶/۶۶	۲۰۰۰۰۰	۳۰۰۰
مساحت واحد تولیدی بر حسب مترمربع (X_1)	۴۵۱۱۹/۶۹	۱۲۵۴۳/۳۳	۲۵۰۰۰۰	۲۴۰
نیروی کار بر حسب روز-نفر (X_2)	۲/۸۰	۱۳/۱۵	۱۹	۸
تعداد قطعه اولیه تخم چشم‌زده (X_3)	۵۵۷۲۰۹/۴	۲۸۲۳۳۳/۳	۳۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰
مقدار غذای مصرفی بر حسب گرم (X_4)	۶۹۴۹۸/۴۴	۶۴۰۳۳/۳۳	۳۰۰۰۰۰	۵۰۰۰
میزان داروی مصرفی بر حسب گرم (X_5)	۵/۶۸	۶/۷	۲۲	۱

چشم‌زده ۲۸۲۳۳۳ قطعه، برای مقدار غذای مصرفی ۶۴۰۳۳ گرم و میزان داروی مصرفی ۶ گرم بوده است. بیشینه نیروی کار به ازای روز-نفر، ۱۹ بدست آمد. بیشینه و کمینه تعداد قطعه اولیه تخم چشم زده به ترتیب ۳۰۰۰۰۰ و ۵۰۰۰ قطعه بوده است. برای مقدار غذای مصرفی مقدار بیشینه و کمینه به ترتیب ۳۰۰۰۰۰ و ۵۰۰۰ گرم، و برای مقدار داروی مصرفی به ترتیب ۲۲ و ۱

بر اساس نتایج در جدول ۲، میانگین تولید ماهی ۴۳۸۶۶ کیلوگرم و بیشینه و کمینه آن ۲۰۰۰۰۰ و ۳۰۰۰ می‌باشد. میانگین مساحت واحد تولیدی ۱۲۵۴۳ متر مربع، و مقدار بیشینه و کمینه این متغیر به ترتیب ۲۵۰۰۰۰ و ۲۴۰ متر مربع بوده است. بر اساس نتایج میانگین متغیرهای نیروی کار ۱۳ نفر به ازای هر روز بوده است. نتایج مشابه برای تعداد قطعه اولیه تخم

گرم بدست آمد. سطوح کارایی فنی مدل‌های نام‌برده شده در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۳: محاسبه کارایی به روش تحلیل فراگیر داده‌ها با فرض نهاده‌گرا

مزرعه	کارایی مقیاس	کارایی فنی با بازده <i>VRS</i>	کارایی فنی با فرض <i>CRS</i>	نوع بازده نسبت به مقیاس
۱	۰/۴۶	۰/۷۵	۰/۳۵	IRS
۲	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۸۳	IRS
۳	۰/۵۴	۰/۸۹	۰/۴۸	IRS
۴	۰/۷۷	۱	۰/۷۶	IRS
۵	۰/۹	۰/۸۵	۰/۷۸	IRS
۶	۱	۱	۱	-
۷	۰/۷۷	۱	۰/۷۰	IRS
۸	۰/۵۷	۱	۰/۷۵	IRS
۹	۰/۹۵	۱	۰/۹۵	IRS
۱۰	۰/۹۳	۱	۰/۹۳	IRS
۱۱	۰/۶۲	۱	۰/۶۲	IRS
۱۲	۱	۱	۱	-
۱۳	۰/۹	۰/۸۱	۰/۷۳	IRS
۱۴	۰/۴۴	۰/۶۷	۰/۲۳	IRS
۱۵	۰/۹۶	۱	۰/۹۵	IRS
۱۶	۱	۱	۱	-
۱۷	۰/۶۸	۰/۵۵	۰/۳۲	IRS
۱۸	۱	۱	۱	-
۱۹	۱	۱	۱	-
۲۰	۱	۱	۱	-
۲۱	۱	۱	۱	-
۲۲	۰/۷۶	۰/۷۱	۰/۵۵	IRS
۲۳	۰/۶۱	۱	۰/۶۱	IRS
۲۴	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۹۳	IRS
۲۵	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۷	IRS
۲۶	۰/۳۶	۱	۰/۲۶	IRS
۲۷	۰/۶۸	۰/۸۴	۰/۵۸	IRS
۲۸	۰/۴۸	۱	۰/۴۸	IRS
۲۹	۰/۷۵	۰/۷۲	۰/۵۴	IRS
۳۰	۰/۳۶	۱	۰/۲۹	IRS

یک مزرعه به‌دست آید. براساس نتایج جدول ۳، کارایی مقیاس ۸۵/۳۱ درصد و دامنه آن بین ۰/۳۶ تا

میانگین کارایی مقیاس نشان‌دهنده افزایش بالقوه در بهره‌وری است که می‌تواند با توجه به اندازه بهینه

تولید کنندگان ماهی منطقه، دارای بازده افزایشی نسبت به مقیاس می باشند و با افزایش همزمان کلیه نهاده‌ها به میزان یک درصد، مقدار تولید بیش از یک درصد افزایش می یابد. در واقع، بازدهی افزایشی نسبت به مقیاس نشان می دهد که در صورت افزایش سطح زیر کشت و دیگر نهاده‌ها، تولید به مقدار چشم گیری افزایش می یابد. لذا در این منطقه، تولید کنندگان با افزایش استفاده از نهاده‌ها می توانند با توجه به ثابت ماندن سایر شرایط تأثیری مثبت بر میزان کارایی داشته باشند. در نتیجه، بیشتر بهره برداران تولید کننده ماهیان سرد آبی آن گونه که باید، از نهاده‌های تولیدی خود استفاده نمی کنند و می توانند همچنان با افزایش میزان استفاده از نهاده‌های خود، میزان تولید ماهی را افزایش دهند. در جدول ۴ میانگین میزان نهاده‌ی مصرف شده و میزان بهینه نهاده‌ی مورد استفاده در تولید ماهیان سرد آبی ارائه شده است.

۱/۰ و با انحراف ۰/۲۳۷ است. نتایج نوع بازده به مقیاس حاکی از آن است که کشاورز در کدام مرحله از تولید قرار دارد و چه سیاستی می تواند اتخاذ کند تا به حالت بهینه نزدیک شود. اگر یک مزرعه بازده فزاینده نسبت به مقیاس (IRS) داشته باشد (مانند مزرعه ۱) به این مفهوم است که جهت رسیدن به نقطه کمینه تابع هزینه بلندمدت می تواند مقیاس مزرعه را افزایش دهد. مشابه همین تفسیر در مورد مزرعه ۲۴ که بازده کاهنده به مقیاس (DRS) دارد، صادق است با این تفاوت که کشاورز اگر بخواهد به وضعیت بهینه تری نسبت به وضع موجود دست یابد، باید مقیاس مزرعه خود را کاهش دهد تا به نقطه بهینه نسبی دست یابد. بنابراین، براساس نتایج تنها یک بهره بردار در نمونه مورد بررسی دارای بازده کاهشی نسبت به مقیاس و ۷ تولید کننده بوده‌اند. این در حالی است که بیش از ۷۳ درصد

جدول ۴: مقایسه میانگین میزان نهاده‌ی مصرف شده و میزان بهینه نهاده‌ی مورد استفاده در تولید ماهیان سرد آبی

نهاده	مقدار مصرف شده (میانگین مصرف واقعی)	مازاد مصرف (Input Slacks)	مقدار مصرف بهینه (میانگین مصرف مطلوب)	درصد ناکارایی در مصرف نهاده
مساحت واحد تولیدی بر حسب مترمربع (X_1)	۱۲۵۴۳/۳۳	۲۲۸/۵۳	۱۲۳۱۴/۸	۱/۸۲
نیروی کار بر حسب روز-نفر (X_2)	۱۳/۱۵	۰/۰۴۷	۱۷۲/۲	۰/۳۵
تعداد قطعه اولیه تخم چشم زده (X_3)	۲۸۲۳۳۳/۳	۱۸۵/۳۵	۲۸۲۱۴۷/۹۵	۰/۰۷
مقدار غذای مصرفی بر حسب گرم (X_4)	۶۴۰۳۳/۳۳	۲۷۱۳/۳۰	۶۱۳۲۰/۰۳	۴/۲۳
میزان داروی مصرفی بر حسب گرم (X_5)	۶/۷	۱/۲۳۸	۵/۴۶۲	۱۸/۴۸

کارایی اقتصادی، دیده می شود که میانگین مصرف نهاده‌ها بالاتر از میزان بهینه‌ی آنهاست. نتایج نشان می دهد بیشترین میزان استفاده‌ی نابینه (ناکارا) از نهاده‌ها مربوط به میزان داروی مصرفی با ۱۸/۴۸ درصد ناکارایی در استفاده از این نهاده است. این در حالی ست

بر این اساس نتایج ۴، میانگین مقدار مصرف شده برای مساحت واحد تولیدی حدود ۱۲۵۴۳ مترمربع، برای نیروی کار ۱۳ نفر به ازای هر روز، تعداد اولیه تخم چشم زده حدود ۲۸۲۰۰۰ قطعه، مقدار غذای مصرفی حدود ۶۴۰۰۰ گرم و میزان داروی مصرفی حدود ۶ گرم می باشد. به منظور رسیدن به بیشینه

که میزان ناکارایی دیگر نهاده‌ها برای تولید ماهیان سرد آبی نسبتاً کم می‌باشد.

جدول ۵: ارجاع بنگاه‌های کارا به ترکیب بنگاه‌های مرزی در مدل پایه تحلیل فراگیر داده با فرض نهاده گرا (قسمتی از مزارع)

تکرار	گروه‌های هم‌درجه	تکرار	گروه‌های هم‌درجه
۶	مزرعه ۶	۰	مزارع ۱۹، ۲۶، ۱۱، ۷، ۸
۹	مزرعه ۷	۰	مزارع ۱۵، ۱۲، ۱۹، ۱۸، ۱۱
۲	مزرعه ۸	۰	مزارع ۲۶، ۱۱، ۱۹، ۷، ۸
۰	مزرعه ۹	۰	مزرعه ۴
۰	مزرعه ۱۰	۰	مزارع ۶، ۷، ۱۹، ۱۸، ۱۱

سوپرکارایی به رتبه‌بندی واحدهای مرزی کمک کرده است. همان‌گونه که از نتایج این مدل مشخص است سطح کارایی مزارع ناکارا مشابه مدل قبلی است و بنابراین در چگونگی رتبه‌بندی واحدهای ناکارا تغییری مشاهده نمی‌شود. دامنه سطوح کارایی نیز در این مدل بین ۰/۲۳ تا ۷/۸۶ (۰/۹۶) است که نشان از تفاوت بسیار زیاد آن در بین مزارع پرورش ماهی تحت نمونه مورد بررسی است. رتبه‌بندی بخشی از مزارع پرورش ماهی منطقه با استفاده از تکنیک سوپرکارایی با فرض نهاده گرا در جدول ۶ ارائه شده است.

بر اساس نتایج حاصله، در بین مزارع کارا بیشترین تعداد ارجاع به مزرعه ۱۹ با ۱۰ بار تکرار بر می‌گردد و مزرعه ۹ و ۱۱ با ۹ بار تکرار در رده‌های بعدی قرار دارد. بنابراین این سوال مطرح می‌شود که آیا این نتیجه یعنی تفاوت میزان ارجاع‌ها به مزارع کارا، نشان از تفاوت میزان کارایی آن‌ها دارد (در عین این که کارایی همگی با استفاده از مدل پایه معادل یک برآورد شده است)؟ به طور مشخص مزرعه ۱۹ که خود بیشترین ارجاع به مزارع ناکارا را داشت بهترین واحد نمونه تحت بررسی است. به عبارت دیگر استفاده از مدل

جدول ۶: رتبه‌بندی بخشی از مزارع پرورش ماهی منطقه با استفاده از تکنیک سوپرکارایی با فرض نهاده گرا

مزرعه	رتبه	سوپرکارایی	مزرعه	رتبه	سوپرکارایی
۱۹	۱۶	۰/۷۴	۱۳	۱	۷/۸۶
۱۸	۱۷	۰/۷	۷	۲	۲/۷۹
۱۶	۱۸	۰/۶۲	۱۱	۳	۲/۵۲
۲۱	۱۹	۰/۶۱	۲۳	۴	۱/۹۹
۱۲	۲۰	۰/۵۸	۲۷	۵	۱/۸۲
۶	۲۱	۰/۵۷	۸	۶	۱/۱۶
۲۰	۲۲	۰/۵۵	۲۹	۷	۱/۱۶
۱۵	۲۳	۰/۵۴	۲۲	۸	۰/۹۶
۹	۲۴	۰/۴۸	۳	۹	۰/۹۶
۲۴	۲۵	۰/۴۸	۲۸	۱۰	۰/۹۳
۱۰	۲۶	۰/۳۵	۱	۱۱	۰/۹۳
۲	۲۷	۰/۳۲	۱۷	۱۲	۰/۸۴
۵	۲۸	۰/۲۹	۳۰	۱۳	۰/۷۷
۲۵	۲۹	۰/۲۶	۲۶	۱۴	۰/۷۷
۴	۳۰	۰/۲۳	۱۴	۱۵	۰/۷۷

تحلیل فراگیر با نتایج تکنیک تحلیل فراگیر سوپر کارایی مقایسه گردید.

بر اساس نتایج کارایی مقیاس، مشخص می‌گردد که مزرعه در کدام مرحله از تولید اقتصادی قرار گرفته و بر اساس آن چه نوع عملکردی می‌تواند شرایط را به حالت بهینه نزدیک‌تر کند. از آنجا که بیشتر مزارع بازده نسبت به مقیاس فزاینده داشته‌اند، از اینرو با افزایش مقیاس مزرعه می‌توانند هزینه‌ها را کاهش دهند. از طرف دیگر در مزارعی که بازده کاهنده نسبت به مقیاس دارند، باید با کاهش مقیاس مزرعه خود جهت دسترسی به نقطه بهینه تلاش نمایند. بر اساس نتایج حاصله مزارع پرورش ماهی که بازده افزایشی نسبت به مقیاس داشته‌اند (۷۳ درصد مزارع نمونه) با افزایش همزمان کلیه نهاده‌های تولید خود می‌توانند مقدار تولید به بیش از یک درصد را افزایش دهند و تأثیر بسزایی در افزایش کارایی خود داشته باشند. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش علیخانی و همکاران (۱۳۹۴) همسو بوده است. در مطالعه مذکور با افزایش نهاده غذا و نیروی کار به ترتیب به میزان ۰/۷۸۱ و ۰/۳۹۷ درصد به تولید اضافه می‌شود. شباهت دو این مطالعه در این است که مقادیر عددی نهاده‌ها در ناحیه اقتصادی قرار گرفته و تولید در ناحیه دوم واقع شده است، هر چند ممکن است در حد بهینه از آنها بهره گرفته نشود. یعنی الزاماً سودآورترین مقدار نهاده‌ها در فرآیند تولید ماهی بکار گرفته نشود. همچنین نتایج حاصله، همسو با یافته‌های تحقیق Tveterås and Asche (۱۹۹۹) و Ogundari and Akinbogun (۲۰۱۱) بوده است.

از طرفی، در مطالعه نقشینه‌فرد و همکاران (۱۳۹۰)، میانگین کارایی فنی، تخصیصی و مقیاس تحت فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۰/۹۶۳، ۰/۶۲۲ و

در جدول ۶، رتبه‌بندی مزارع پرورش ماهی با استفاده از تکنیک سوپر کارایی گزارش شده است. بر اساس نتایج بدست آمده ۳۰ مزرعه مورد بررسی میزان کارایی حدود ۰/۲ تا ۷ را داشته‌اند. بیشترین مقدار سوپر کارایی مربوط به مزرعه شماره ۱۳ با مقدار ۷/۸۶ بوده است. مزرعه شماره ۷ با مقدار ۲/۷۹ در رده دوم از این لحاظ قرار گرفته است. در حالیکه مزرعه شماره ۴ با مقدار ۰/۲۳ کمترین مقدار را بدست آورده است.

بحث

بررسی عملکرد یک بنگاه اقتصادی به منظور بهبود آن یقیناً هدف ویژه محسوب می‌گردد. به بیان ساده بهبود عملکرد را می‌توان مترادف با افزایش سودآوری یک بنگاه عنوان نمود. برای این منظور مفاهیم اقتصاد تولید همانند تولید، کارایی و بهره‌وری مطرح می‌شود. تلاش در جهت ارتقای این شاخص‌ها در واحدها معمولاً به عنوان یک هدف در جهت افزایش عملکرد واحد است که نتیجتاً سودآوری و کاهش هزینه‌های یک بنگاه اقتصادی را در پی خواهد داشت. در این پژوهش عملکرد تولیدکنندگان ماهیان سرد آبی مزارع پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمانی استان اصفهان مورد توجه بوده است. برای دستیابی به این هدف، کارایی فنی با استفاده از مدل‌های تحلیل فراگیر داده‌ها با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS) و بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS)، بدست آمد. همچنین کارایی مقیاس مزارع و نوع بازده به مقیاس آن‌ها مشخص گردید. علاوه بر آن با استفاده از مدل تحلیل پوششی سوپر کارایی مزارع نمونه رتبه‌بندی شدند. در ادامه عملکرد تولیدکنندگان ماهی با استفاده از روش پایه

۰/۹۸۴ به دست آمد. در مطالعه مذکور نیز همانند مطالعه حاضر مزارعی که بازده تولید نسبت به مقیاسی افزایشی داشته‌اند باید اندازه فعالیت زراعی خود را افزایش و مزارعی که بازده کاهشی نسبت به مقیاس داشته‌اند، باید مقیاس تولید خود را کاهش دهند. می‌توان استنباط کرد که ویژگی بازده صعودی نسبت به مقیاس واحدهای تولیدی حکایت از آن دارد که در این واحدها افزایش استفاده از نهاده‌ها می‌تواند تاثیر مثبتی در میزان کارایی نسبی واحدها، در صورت ثابت ماندن سایر شرایط واحدهای تولیدی بر جای گذارد. این نتایج با نتایج بدست آمده در مطالعات ناظرانی (۱۳۹۵) و محمودی و همکاران (۱۳۹۲) تفاوت چندانی ندارد.

بر اساس نتایج بدست آمده، میانگین سطوح کارایی فنی تولیدکنندگان ماهیان سردآبی منطقه در مدل CRS معادل $0.70/0.81$ با انحراف معیار 0.258 است که در دامنه‌ای بین 0.23 تا 1.0 قرار دارد. همچنین مطابق سطوح کارایی تنها $0.23/0.3$ مزارع روی مزر کارا قرار دارند، اما ناکارایی سایر واحدها زیاد نیست. میانگین سطوح کارایی فنی در مدل VRS معادل $0.92/1.5$ با انحراف معیار 0.126 است که در دامنه‌ای بین 0.55 تا 1.0 قرار دارد. اما 0.60 واحدها به طور کامل کارا بوده‌اند. همانگونه که مشاهده می‌شود، کارایی فنی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس در سطح بالایی قرار دارد، از این رو انتظار نمی‌رود که اتخاذ فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس افزایش چندانی در کارایی فنی مزارع مورد بررسی را در بر داشته باشد. از لحاظ ویژگی‌های تابع تولید، شکاف بین بهترین و ضعیفترین مزرعه پرورش ماهی در منطقه مورد مطالعه در شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس $0.70/0.81$ و تحت

شرایط بازده متغیر نسبت به مقیاس $0.92/1.5$ بدست آمده است، به عبارتی این امر نشان می‌دهد که پتانسیل تولید ماهی قزل آلا در مزارع پرورش ماهی منطقه مورد مطالعه بالا می‌باشد. لذا از طریق بهبود کارایی فنی مزارع پرورش ماهی و بدون وارد کردن تکنولوژی جدید و با همان منابع موجود، می‌توان فاصله بین بهترین مزرعه پرورش ماهی و سایر مزارع را تا حد زیادی کاهش داد. این نتایج، یافته‌های تحقیق حسن‌پور (۱۳۹۲) را تایید می‌کند، در مطالعه مذکور نیز تحت شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس $11/8$ درصد و در شرایط بازده متغیر نسبت به مقیاس $11/6$ درصد شکاف بین بهترین و ضعیفترین مزرعه پرورش ماهی بوده است که تنها با مدیریت کارایی در مزارع می‌توان حدود 12 درصد بدون اضافه نمودن تکنولوژی جدید کارایی را افزایش داد. از اینرو بر اساس نتایج مطالعه حاضر، پیشنهاد می‌شود بهره‌برداران به مقیاس فعالیت خود نیز توجه نمایند و تا حد امکان نسبت به حفظ مقیاس مطلوب همت گمارند. در این راستا، همچنین می‌توان به این نکته اشاره کرد که دانش فنی در استفاده از نهاده‌ها، با توجه به منابع موجود که با استفاده از کارایی فنی بیان می‌شود، مؤثر بوده که نتایج پژوهش حاضر در این زمینه با نتایج پژوهش Unal و همکاران (۲۰۰۹) و Huy (۲۰۰۸) یکسان بوده است. این مطالعات عوامل مؤثر در موفقیت و شکست تعاونی‌های شیلات و مزارع پرورش را بررسی کرده‌اند و اظهار داشته‌اند که ناکارایی بنگاه‌ها به عوامل داخلی مانند نبود انسجام مهارت‌های کسب کار و ضعف مدیریتی وابسته است.

بر اساس نتایج بدست آمده، مقدار مصرف بهینه نهاده‌ی مساحت واحد تولیدی حدود 12 هزار متر مربع بدست آمد که درصد ناکارایی آن حدود $1/82$ درصد

است. این نتیجه با یافته‌های تحقیق نقشینه فرد و همکاران (۱۳۹۰)، حسن‌پور (۱۳۹۲) و یوسفی و همکاران (۱۳۹۳) همخوانی دارد. به گونه‌ای که در پژوهش‌های مذکور نیز افزایش مساحت واحد تولیدی اثر مثبتی بر کارایی داشته‌اند. همچنین بر اساس نتایج تحقیق، مقدار غذای مصرفی اثر زیادی بر کارایی داشته است. این نتیجه یافته‌های تحقیق عابدی و همکاران (۱۳۹۰) را تایید می‌کند. در مطالعه مذکور نیز متغیر غذای مصرفی با افزایش ۱۰ درصد در غذا انتظار افزایش حدود ۹ درصدی در تولید می‌رود.

در نهایت مدل سوپر کارایی نیز تخمین زده شد و مشخص گردید که بین مزارع تحت بررسی تفاوتی آشکار در سطوح کارایی فنی وجود دارد. با توجه به میانگین کارایی مقیاس بالا در مزارع و مقایسه آن با میزان کارایی فنی (خالص) مدیریتی، می‌توان به این نتیجه رسید که یکی از علل ناکارایی مزارع پرورش ماهی تفاوت در نحوه مدیریت استفاده از نهاده‌ها است. به عبارت دیگر می‌توان با مدیریت صحیح نهاده‌های مورد استفاده در فرآیند تولید ماهیان سرد آبی از میزان ناکارایی کاست. نتایج مطالعه حاضر، همسو با نتایج حسن‌پور (۱۳۹۲) می‌باشد. در مطالعات مذکور نیز شرکت در دوره‌های آموزشی و ترویجی عامل مهمی در بهبود کارایی واحدهای تولیدی قلمداد شده است، لذا برگزاری دوره‌های آموزشی و ترویجی متناسب با نیازهای تولیدکنندگان منطقه در جهت افزایش کارایی تولیدکنندگان پیشنهاد می‌شود، تا پرورش دهندگان از طریق شرکت در دوره‌های آموزشی-ترویجی، آموزش‌های لازم را در زمینه مدیریت تغذیه، مدیریت صید، مدیریت بهداشت و مبارزه با بیماری‌ها و نیز مدیریت مزرعه را طی نمایند تا از این طریق کارایی این واحدها

افزایش یافته و فعالیت مربوطه سودآور گردد. از طرفی با توجه به نتایج بدست آمده و اثرگذاری مثبت نهاده نیروی کار در تولید ماهی، می‌توان با ایجاد انگیزه، کسب تجربه در کارگران از طریق امنیت شغلی بیشتر، آشنایی با مشکلات واحدها، امکان اتخاذ خط‌مشی‌های بلند مدت از طریق نظارت کارشناسان شیلاتی موانع موجود در این زمینه را کاهش داد و به افزایش کارایی در این واحد کمک نمود. در این ارتباط تاثیرات بیمه بر روی پرورش دهندگان سبب ایجاد انگیزه در آنها و افزایش ریسک‌پذیری آنها شده و اقدامات لازم در این زمینه باید با حمایت دولت صورت گیرد. از طرفی با توجه به نتایج بدست آمده نهاده دارو و غذای مصرفی اثر زیادی بر کارایی واحدهای پرورش ماهی قزل‌آلا داشته است. با توجه به اینکه اکثر پرورش دهندگان خوراک مورد نیاز و داروی مصرفی مزارع خود را از خارج استان تهیه می‌کنند، این امر می‌تواند علاوه بر افزایش هزینه حمل و نقل موجب تلفات بیشتر بچه ماهی گردد. پیشنهاد می‌شود اقدامات لازم در خصوص ایجاد و راه‌اندازی صنایع تولیدی خوراک ماهی و نیز واحدهای پرورش بچه ماهی در منطقه مورد مطالعه صورت گرفته تا علاوه بر کاهش هزینه و افزایش سودآوری، موجبات افزایش کارایی مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا میسر گردد. در این راستا می‌توان با تشکیل اتحادیه‌ها و تعاونی‌های پرورش‌دهنده ماهی قزل‌آلا اقدام تا با حذف واسطه‌های زائد، نهاده‌های مذکور در اختیار پرورش‌دهندگان ماهی قرار گیرد. همچنین حمایت دولت از تولیدکنندگان، نظارت بر قیمت‌ها و تسهیلات بانکی، تامین نیازمندی‌های تولیدی و ارائه امکانات بازاریابی از راهبردهای اساسی توفیق تولیدکنندگان و درآمد مناسب آنان می‌باشد و سبب

پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ۲۲-۱۸.

۶. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۵. دفتر

برنامه و بودجه، گروه آمار و مطالعاتی توسعه شیلاتی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، ۸۵-۴۵.

۷. شیرینی، ن.، خوشنودی فر، ز.، سلطانیان، س.،

۱۳۹۸. عوامل موثر بر موفقیت و توسعه صنعت

پرورش ماهیان سردابی از دیدگاه پرورش-

دهندگان قزل‌آلا در استان فارس. نشریه توسعه

آبی‌پروری، ۱۳(۲)، ۸۳-۶۵.

۸. صالحی، ح.، ۱۳۸۶. تحلیل اقتصادی تولید میگوی

سفید هندی در استان‌های جنوبی ایران. مجله علمی

شیلات ایران، ۱۶(۲)، ۱۰۳-۱۱۶.

۹. عابدی، م.، محمدی ح.، غفاری م.، ۱۳۹۰. کارآیی

و سودآوری واحدهای پرورش ماهی قزل‌آلا در

استان فارس. اقتصاد کشاورزی، ۵(۲)، ۹۳-۱۲۳.

۱۰. علیخانی ل.، دشتی ق.، راحلی ح.، حسین زاد ج.،

۱۳۹۴. کارایی تکنیکی و ریسک تولید در مزارع

پرورش ماهی سردابی شهرستان کامیاران. نشریه

پژوهش‌های علوم دامی، ۲۵(۲)، ۱۲-۱.

۱۱. گزارش اداره کل شیلات استان اصفهان، ۱۳۹۴.

دفتر امور آبی‌پروری اصفهان. ۱۷-۱۲.

۱۲. محمدی تبار، ب.، اللهیاری، م.ص.، بهمنش، ش.،

۱۳۹۸. موانع و محدودیت‌های توسعه پرورش

ماهیان گرمابی در شهرستان رشت. نشریه توسعه

آبی‌پروری، ۱۳(۲)، ۱۲۴-۱۰۷.

۱۳. محمودی ا.، شوکت فدایی م.، اسلامی ب.، ۱۳۹۲.

اندازه‌گیری کارایی مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا

در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از تحلیل

پوششی داده‌ها (مطالعه‌ی موردی شهرستان

ایجاد انگیزه و افزایش کارایی آنان شود، که می‌بایست

اقدامات و برنامه‌ریزی لازم در این زمینه انجام شود.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم میدانیم، از کلیه کسانی که ما

را در جمع آوری اطلاعات مورد نیاز و انجام تحقیق

یاری رسانده‌اند، تشکر نماییم.

منابع

۱. پیغمبری، ی.، ۱۳۸۱. بررسی کارایی برخی

ابزارهای کاهنده صید ضمنی در تورهای ترال

میگو در خلیج فارس. رساله دکتری شیلات.

دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی. دانشگاه

تربت مدرس. ۳۹-۲۵.

۲. جام‌نیا، ع.ر.، ۱۳۸۶. بررسی کارایی اقتصادی

واحدهای صیادی منطقه چابهار، پایان نامه

کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه

زابل، ۴۷-۳۳.

۳. حسن پور، ب.، ۱۳۹۲. تحلیل بهره‌وری عوامل

تولید و تعیین کارآیی اقتصادی مزارع پرورش

ماهی قزل‌آلا در استان کهگیلویه و بویراحمد،

طرح تحقیقاتی، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، ۳۱-۱۴.

۴. خداپناه، م.، ۱۳۷۴. ارزیابی اقتصادی صید میگو در

خلیج فارس (بوشهر-هرمزگان)، پایان نامه

کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده علوم اقتصاد،

دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۵-۸.

۵. دانشورعامری، ژ.، سلامی، ح.، ۱۳۸۴. بهره‌وری در

مزارع پرورش میگو، مطالعه موردی: استان بوشهر،

- Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 078-1092.
21. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 429-444.
 22. Chen, Y. 2005. Measuring super-efficiency in DEA in the presence of infeasibility. *European Journal of Operational Research*, 161, 545-551.
 23. Farrell, M.J., 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the royal statistical society*, 120, 253-290.
 24. Huy, D.H.X., 2009. Technical efficiency analysis for commercial Black Tiger Prawn (*Penaeus monodon*) aquaculture farms in Nha Trang city, Vietnam, Master Thesis in Fisheries and Aquaculture, Management and Economics, (30 ECTS), The Norwegian College of fishery Science, University of Tromso, Norway & Nha Trang University, Vietnam, 69p.
 25. Necat, M. Alemdar, T., 2005. Technical Efficiency Analysis of Tobacco Farming in Southeastern Anatolia. Department of Agricultural Economics of Çukurov, University Turkey.
 26. Ogundari, K., Akinbogun, O., 2011. Modeling technical efficiency with production risk. *Marine Resource Economics*, 25, 295-308.
 27. Rhodes, E.L., 1978. Data Envelopment Analysis and Related Approaches for Measuring the Efficiency of Decision-Making Units with an Application to Program Follow Through In U.S Education, Unpublished Ph.D. Thesis Carnegie Melon University. School of Urban and Public Affairs. Pittsburgh, PA.
 28. Tung, P.B.V., 2010. Technical efficiency of improved extensive shrimp farming in Ca Mau province, Vietnam. Master's Thesis in Fisheries and Aquaculture Management and Economics. University of Tromsø.
 29. Unal, V., Guclusoy, H., Franquesa. R., 2009. A comparative study of success and failur of fishery cooperatives in the کوهرنگک). پایان نامه کارشناس ارشد شلات. دانشگاه پیام نور استان تهران. تهران، ۲۴-۱۸.
 ۱۴. ناظرانی ب.، ۱۳۹۵. بررسی کارایی فنی و زیست محیطی مزارع پرورش ماهی در استان خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۹-۱۴.
 ۱۵. نقشینه فرد م.، محمدی ح.، فرج زاده ز.، عامری ع.، ۱۳۹۰. تحلیل کارایی و بهره وری کل عوامل تولید واحدهای پرورش ماهی قزل آلا در استان فارس. پژوهش ها و سیاست های اقتصادی، ۱۹(۵۷)، ۱۵۶-۱۳۳.
 ۱۶. یوسفی، ر.، کیانی راد ع.، پیش بهار ا.، ۱۳۹۳. اندازه گیری کارایی اقتصادی مزارع پرورش ماهی قزل آلا مطالعه موردی شهرستان میانه. دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دستداران محیط زیست و انجمن حمایت از طبیعت ایران، ۵-۳.
 17. Akter, S., 2010. Effect of Financial and Environmental Variables on the Production Efficiency of White Leg Shrimp Farms in Khan Hoa Province, Vietnam. Master Thesis in Fisheries and Aquaculture, Management and Economics, the Norwegian College of Fishery Science. University of Tromso, Vietnam.
 18. Andersen, P., Petersen, N., 1993. A procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39, 1261-1264.
 19. Asche, F, Tveterås R., 1999. Modeling production risk with a two-step procedure. *Journal of Agricultural and Resources Economics*, 24, 424-439.
 20. Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data

30. www. FoaStat.com, (FAO, Various Years)
[Online]/ <http://www.fao.org/> [1 Sep 2015].

Aegean. Turkey, Journal of Applied
Ichthyology, 25, 394-400.