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

علی سردارشهرکی[1*] و مهدی اسفندیاری[2]

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

به‌دلیل 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 سوپرکارآیی 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 سوپرکارایی 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 می باشد. 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، سوپرکارایی، استان اصفهان.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). a.shahraki65@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

مقدمه

پرورش ماهیان سردآبی یکی از شاخه‌های بسیار مهم و در حال گسترش صنعت آبزی پروری 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 میلیون‌تن بوده است که کشور چین با تولید ۳۴/۵ میلیون‌تن 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 آبزی پرور 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.

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

استان	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤	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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

ادامه جدول ۱:

استان	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤	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

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 آبزی 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 برگیرنده 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 (پارامتریک) و غیرفراسنجشی (ناپارامتریک) 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 (CCR[1]) 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 این‌که 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 ناکارا را رتبه‌بندی کند و

[1]- Charnes, Cooper and Rhodes (CCR)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

واحدهای مرزی با توجه به کارایی یکسان واحد مشابه هم ارزیابی می‌شدند. این موضوع تا سال ۱۹۹۳ ادامه داشت تا این‌که *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 بدین‌گونه 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 رنگین کمانی 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 اخلال و جز ناکارایی بنا شده است (از جمله داشتن توزیع نرمال برای جز اخلال 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 سوپرکارآیی فنی مزارع میگو استان ماکائوی 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 پایان نامه خود به تجزیه و تحلیل کارآیی میگوی ببری سیاه در مزارع آبزی پروری 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 مقایسه ای 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 سوئد 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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 سوپرکارایی که خود برگرفته از روش پایه غیرفراسنجشی است از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده شد. استان اصفهان با ویژگی‌های جغرافیایی و اقلیمی خاص توانایهای 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 وکلان 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 قزل‌آلای رنگین‌کمانی واقع در شهرستان اصفهان دارای ۳۰ تولیدکننده ماهیان سرد آبی می‌باشد. 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 جمع‌آوری 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:

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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 iام نشان می‌دهد. (X)N×I ماتریس ورودی و (Q)M×I ماتریس خروجی تمام واحدها است. می‌توان نسبت تمام خروجی‌ها بر روی تمام ورودی‌ها را اندازه‌گیری کرد. این مقدار نشان‌دهنده سطح بهره‌وری کل است:

$$T = U_{qi} \Big/ V_{xi} \qquad (۱)$$

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:

$$\begin{aligned} Max \quad & U'q_i \Big/ V'x_i \\ St: \quad & U'q_j \Big/ V'x_j \le 1 \; ; \quad j = 1,2,\ldots,I \\ & U,V \ge 0 \end{aligned} \qquad (۲)$$

مجموعه محدودیت‌های اول بیان می‌کند، بیشینه میزان کارآیی 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 گروء تعیین مقادیر بهینه این وزن‌هامی‌باشد. علاوه بر این معادله بالا بی‌شمار جواب دارد (هر ضریب یکسان مثبتی از مقادیر بهینه جزو جواب‌ها است). همچنین این مدل غیرخطی و غیرکوژ است. حل این مشکلات در سال ۱۹۷۸ و با کمک روش تحلیل فراگیر با نرمال کردن مخرج تابع هدف امکان‌پذیر شد (Banker *et al.*, 1984):

$$\begin{aligned} Max \quad & \mu'q_i \\ St: \quad & \upsilon'x_i = 1 \\ & \mu'q_j - x_j \le 0 \; ; \; j = 1,2,\ldots,I \\ & \mu,\upsilon \ge 0 \end{aligned} \qquad (۳)$$

مدل دوگان مسئله به شکل زیر است که به‌دلیل تعداد محدودیت‌های کمتر بیشتر استفاده می‌شود:

$$\begin{aligned} Min \quad & \theta \\ St: \quad & -q_j + Q\lambda \ge 0 \\ & \theta Xi - X\lambda \ge 0 \\ & \lambda \ge 0 \end{aligned} \qquad (۴)$$

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:

$$Min \; \acute{\varepsilon} - \theta\left[\Sigma_i^{\,m} S_i^{-} + \Sigma_r^{\,s} S_r^{+}\right] = D_{ot}\left(x_{ot}, y_{ot}\right)$$

$$St:$$

$$\begin{aligned} & \Sigma_j^{\,n} \lambda_j y_{rj} - S_r^{+} = y_{rp} \quad ; \quad r = 1,\ldots,S \\ & \Sigma_j^{\,n} \lambda_j x_{ij} + S_i^{-} = \theta X_{ip} \quad ; \quad i = 1,\ldots,m \\ & \lambda_j \ge 0 \quad ; \quad j = 1,\ldots,n \\ & S_i^{-}, S_r^{+} \ge 0 \quad ; \; r = 1,\ldots,s \; ; \; i = 1,\ldots,m \end{aligned} \qquad (۵)$$

به‌طوری که $D_{ot}(x_{ot},y_{ot})$ تابع مسافت (فاصله بین واحد تا مرز کارا)، S^-متغیر کمبود متناظر با ورودی و S^+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، به‌طوری‌که 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

[1]- Decision Making Unit

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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 $\Sigma_j^n \lambda_j = 1$ 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:

$$
\begin{aligned}
&Min\ \acute{\varepsilon} - \theta \left[\Sigma_i{}^m S_i{}^- + \Sigma_r{}^s S_r{}^+\right] \\
&S.t \\
&\Sigma_j{}^n \lambda_j y_{rj} - S_r{}^+ = y_{rp} \quad ; \quad r = 1, \ldots, S \qquad (۶) \\
&\Sigma_j{}^n \lambda_j x_{ij} + S_i{}^- = \theta X_{ip} \quad ; \quad i = 1, \ldots, m \\
&\Sigma_j{}^n \lambda_j = 1 \\
&\lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1, \ldots, n \\
&S_i{}^-, S_r{}^+ \geq 0 \ ; \ r = 1, \ldots, s \ ; \ i = 1, \ldots, m
\end{aligned}
$$

در این مدل نیز در تابع هدف برای رفع مشکل صفر بودن وزن‌ها از عدد غیر ارشمیدوسی ε استفاده شده است. متغیر S^- 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، کارآیی معادل یک دارند و بنابراین تمایز بین واحدهای کارا ممکن نیست. برای رتبه‌بندی واحدهای کارا Andersen and Petersen (۱۹۹۳) روش سوپرکارایی را معرفی کردند، که قادر 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 تصمیم گیرنده اجازه می‌دهد تا بتواند فراتر از مرز کارآیی قرار گیرد و به همین دلیل به آن سوپرکارایی گویند. از نقطه نظر ریاضی این بدان معنا است که λ_j در مدل اولیه صفر شود به طوری که مقدار سوپرکارایی برای یک واحد کارا می‌تواند ارزشی برابر یا بزرگ‌تر از یک داشته باشد. این در حالی است که میزان کارآیی سایر واحدهای ناکارا همانند مدل قبلی است.

مدل جبری سوپرکارایی به شکل زیر است:

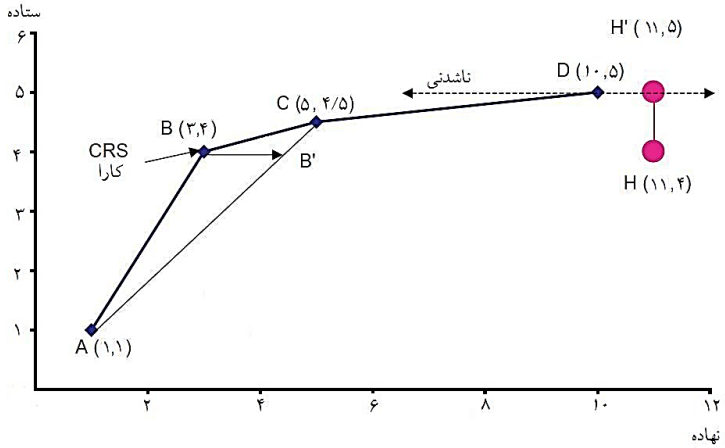
$$
\begin{aligned}
&Min\ \theta - \varepsilon \left[\Sigma_i{}^m S_i{}^- + \Sigma_r{}^s S_r{}^+\right] \\
&S.t: \\
&\Sigma^n \lambda_j y_{rj} - S_r{}^+ = y_{rp} \quad ; \quad r = 1, \ldots, S \qquad (۷) \\
&j = 1, \neq p \\
&\Sigma^n \lambda_j x_{ij} + S_i{}^- = \theta X_{ip} \quad ; \quad i = 1, \ldots, m \\
&j = 1, \neq p \\
&\Sigma_j{}^n \lambda_j = 1 \\
&\lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1, \ldots, n \\
&S_i{}^-, S_r{}^+ \geq 0 \quad ; \quad r = 1, \ldots, s \ ; \ i = 1, \ldots, m
\end{aligned}
$$

متغیر x_{ij} و y_{rj} به ترتیب ورودی iام و خروجی rام از واحد تصمیم گیرنده jام هستند. متغیر S^- 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 به‌طوری‌که 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

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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

مدل سوپرکارایی را با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس با یک مثال ساده به صورت زیر تفسیر می‌کند.



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

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 به‌کارگیری مدل سوپرکارایی در حالت بازده متغیر به مقیاس، مطابق شکل واحد D نمی‌تواند افزایش مورد انتظاری در میزان به‌کارگیری 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 این‌که واحد H نسبت به سایر واحدها بیشترین میزان به‌کارگیری از نهاده را دارد باید با واحد D مقایسه شود. اما واحد B می‌تواند میزان به‌کارگیری 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 سوپرکارا گویند.

در این پژوهش، در مرحله اول عملکرد تولیدکنندگان ماهیان سرد آبی را با استفاده از شاخص کارایی و به‌کارگیری 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 سوپرکارایی 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 به‌دست خواهد آمد. داده‌های تحت بررسی با استفاده از دو مدل IRS و DRS 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 به‌دست آمده از مدل بازده به مقیاس متغیر، با مقدار کارایی به‌دست 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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 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 چشم‌زده (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.

جدول ۲: برآورد آماره‌های توصیفی متغیرهای به‌کار رفته در فرآیند تولید ماهیان سردآبی

متغیرهای مدل‌های تحت بررسی	انحراف معیار	میانگین	بیشینه	کمینه
تولید ماهی بر حسب کیلوگرم (Y)	۴۹۴۷۶/۳	۴۳۸۶۶/۶۶	۲۰۰۰۰۰	۳۰۰۰
مساحت واحد تولیدی برحسب 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 برحسب گرم (X_4)	۶۹۴۹۸/۴۴	۶۴۰۳۳/۳۳	۳۰۰۰۰۰	۵۰۰۰
میزان داروی مصرفی برحسب گرم (X_5)	۵/۶۸	۶/۷	۲۲	۱

بر اساس نتایج در جدول ۲، میانگین تولید ماهی ۴۳۸۶۶ کیلوگرم و بشینه و کمینه آن ۲۰۰۰۰۰ و ۳۰۰۰ می باشد. 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 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 ۳۰۰۰۰۰۰ و ۵۰۰۰ قطعه بوده است. برای مقدار غذای مصرفی مقدار بشینه و کمینه به ترتیب ۳۰۰۰۰۰ و ۵۰۰۰ گرم، و برای مقدار داروی مصرفی به ترتیب ۲۲ و ۱

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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 *VRS*	کارایی فنی با فرض *CRS*	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

میانگین کارایی مقیاس نشان‌دهنده افزایش بالقوه در بهره‌وری است که می‌تواند با توجه به اندازه بهینه یک مزرعه به‌دست آید. بر اساس نتایج جدول ۳، کارایی مقیاس ۸۵/۳۱ درصد و دامنه آن بین ۰/۳۶ تا

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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 می‌تواند 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 می‌تواند 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 بهینه‌تری 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 بهره‌بردار در نمونه مورد بررسی دارای بازده کاهشی نسبت به مقیاس و ۷ تولیدکننده (۲۳/۳ درصد) دارای بازده ثابت نسبت به مقیاس بوده‌اند. این در حالی است که بیش از ۷۳ درصد تولیدکنندگان ماهی منطقه، دارای بازده افزایشی نسبت به مقیاس می‌باشند و با افزایش همزمان کلیه نهاده‌ها به میزان یک درصد، مقدار تولید بیش از یک درصد افزایش می‌یابد. در واقع، بازدهی افزایشی نسبت به مقیاس نشان می‌دهد که درصورت افزایش سطح زیر کشت و دیگر نهاده‌ها، تولید به مقدار چشم‌گیری افزایش می‌یابد. لذا در این منطقه، تولیدکنندگان با افزایش استفاده از نهاده‌ها می‌توانند با توجه به ثابت ماندن سایر شرایط تأثیری مثبت بر میزان کارایی داشته باشند. در نتیجه، بیشتر بهره‌برداران تولیدکننده ماهیان سرد آبی آن‌گونه که باید، از نهاده‌های تولیدی خود استفاده نمی‌کنند و می‌توانند 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 سردآبی ارائه شده است.

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

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 برحسب 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 چشم‌زده (X_3)	۲۸۲۳۳۳/۳	۱۸۵/۳۵	۲۸۲۱۴۷/۹۵	۰/۰۷
مقدار غذای مصرفی برحسب گرم (X_4)	۶۴۰۳۳/۳۳	۲۷۱۳/۳۰	۶۱۳۲۰/۰۳	۴/۲۳
میزان داروی مصرفی برحسب گرم (X_5)	۶/۷	۱/۲۳۸	۵/۴۶۲	۱۸/۴۸

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 کارایی اقتصادی، دیده می‌شود که میانگین مصرف نهاده‌ها بالاتر از میزان بهینه‌ی آنهاست. نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان استفاده‌ی نابهینه (ناکارا) از نهاده‌ها مربوط به میزان داروی مصرفی با ۱۸/۴۸ درصد ناکارایی در استفاده از این نهاده است. این در حالی‌ست

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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

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

تکرار	گروه‌های هم‌درجه	تکرار	گروه‌های هم‌درجه	
۶	مزرعه ۶	۰	مزارع ۱۹، ۲۶، ۱۱، ۷، ۸	مزرعه ۱
۹	مزرعه ۷	۰	مزارع ۱۵، ۱۲، ۱۹، ۱۸، ۱۱	مزرعه ۲
۲	مزرعه ۸	۰	مزارع ۲۶، ۱۱، ۱۹، ۷، ۸	مزرعه ۳
۰	مزرعه ۹	۰	مزرعه ۴	مزرعه ۴
۰	مزرعه ۱۰	۰	مزارع ۶، ۷، ۱۹، ۱۸، ۱۱	مزرعه ۵

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 این‌که 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 سوپرکارایی به رتبه‌بندی واحدهای مرزی کمک کرده است. همان گونه 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 نهاده‌گرا در جدول ۶ ارائه شده است.

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

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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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 داشته اند. بیشترین مقدار سوپرکارایی 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، کارآیی 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 رنگین کمانی 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 سوپرکارایی مزارع نمونه رتبه‌بندی شدند. در ادامه عملکرد تولیدکنندگان ماهی با استفاده از روش پایه تحلیل فراگیر با نتایج تکنیک تحلیل فراگیر سوپرکارایی 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 می تواند 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 می شود. 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 یافته-های 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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. می¬توان استنباط کرد که ویژگی بازده صعودی نسبت به مقیاس واحدهای تولیدی حکایت از آن دارد که در این واحدها افزایش استفاده از نهاده ها 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 ۷۰/۸۱٪ با انحراف معیار ۰/۲۵۸ است که در دامنه‌ای بین ۰/۲۳ تا ۱/۰ قرار دارد. همچنین مطابق سطوح کارایی تنها ۲۳/۳٪ مزارع روی مزر کارا قرار دارند، اما ناکارایی سایر واحدها زیاد نیست. میانگین سطوح کارایی فنی در مدل VRS معادل ۹۲/۱۵٪ با انحراف معیار ۰/۱۲۶ است که در دامنه‌ای بین ۰/۵۵ تا ۱/۰ قرار دارد. اما ۶۰٪ 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 ۷۰/۸۱٪ و تحت شرایط بازده متغیر نسبت به مقیاس ۹۲/۱۵٪ بدست آمده است، به عبارتی این امر نشان می‌دهد که پتانسیل تولید ماهی قزل آلا در مزارع پروش 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، می توان 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 ۱۱/۸ درصد و در شرایط بازده متغیر نسبت به مقیاس ۱۱/۶ درصد شکاف بین بهترین و ضعیف‌ترین مزرعه پرورش ماهی بوده است که تنها با مدیریت کارایی در مزارع می‌توان حدود ۱۲ درصد بدون اضافه نمودن تکنولوژی جدید کارایی را افزایش داد. از اینرو بر اساس نتایج مطالعه حاضر، پیشنهاد می-شود 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 می-شود، 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 موثر 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 ۱۲ هزار متر مربع بدست آمد که درصد ناکارایی آن حدود ۱/۸۲ درصد

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

است. این نتیجه با یافته‌های تحقیق نقشینه فرد و همکاران (۱۳۹۰)، حسن‌پور (۱۳۹۲) و یوسفی و همکاران (۱۳۹۳) همخوانی دارد. به گونه ایی 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 سوپرکارایی 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 دوره های 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، آموزش های 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، می توان با ایجاد انگیزه، کسب تجربه در کارگران از طریق امنیت شغلی بیشتر، آشنایی با مشکلات واحدها، امکان اتخاذ خط مشی‌های 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 پرورش‌دهندگان سبب ایجاد انگیزه در آنها و افزایش ریسک پذیری 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 قزل آلا 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 راه اندازی صنایع تولیدی خوراک ماهی و نیز واحدهای پرورش بچه ماهی در منطقه مورد مطالعه صرت گرفته تا علاوه بر کاهش هزینه و افزایش سودآوری، موجبات افزایش کارایی مزارع پرورش ماهی قزال آلا میسر گردد. در این راستا می توان با تشکیل اتحادیه‌ها و تعاونی‌های پرورش‌دهنده ماهی قزل آلا 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 بازاررسانی از راهبردهای اساسی توفیق تولیدکنندگان و درآمد مناسب آنان می‌باشد و سبب

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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 کسانیکه ما را در جمع آوری اطلاعات مورد نیاز و انجام تحقیق یاری رسانده اند، 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 تربیت 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 بهره وری عوامل تولید و تعیین کارآیی اقتصادی مزارع پرورش ماهی قزل آلا 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 طباطبایی، ۱۵-۸.

۵. دانشورعامری، ژ.، سلامی، ح.، ۱۳۸۴. بهره‌وری در مزارع پرورش میگو، مطالعه موردی: استان بوشهر، 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. شیری، 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 آبزی‌پروری، 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 قزل آلا در استان فارس. اقتصاد کشاورزی، ۵(۲)، ۱۲۳-۹۳.

۱۰. علیخانی ل.، دشتی ق.، راحلی ح.، حسین زاد ج.، ۱۳۹۴. کارایی تکنیکی و ریسک تولید در مزارع پرورش ماهی سردآبی شهرستان کامیاران. نشریه پژوهش های علوم دامیف ۲۵(۲)، ۱۲-۱.

۱۱. گزارش اداره کل شیلات استان اصفهان، ۱۳۹۴. دفتر امور آبزی پروری.اصفهان. ۱۷-۱۲.

۱۲. محمدی‌تبار، ب.، اللهیاری، م.ص.، بهمنش، ش.، ۱۳۹۸. موانع و محدودیت‌های توسعه پرورش ماهیان گرمابی در شهرستان رشت. نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۳(۲)، ۱۲۴-۱۰۷.

۱۳. محمودی ا.، شوکت فدایی م.، اسلامی ب.، ۱۳۹۲. اندازه گیری کارایی مزارع پرورش ماهی قزل آلا دراستان چهارمحال و بختیاری با استفاده از تحلیل پوششی داده ها (مطالعه‌ی موردی شهرستان

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

کوهرنگ). پایان‌نامه 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.، کیانی‌راد 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 دوستداران 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 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. Farrel, 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]

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

Aegean. Turky, Journal of Appleid Ichthiology, 25, 394-400.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.3.5.0]