دوازدهمین کنگره ملی
مهندسی مکانیک بیوسیستم
و مکانیزاسیون ایران
دانشگاه شهید چمران اهواز ۱۶ - ۱۸ بهمن ماه ۱۳۹۸

تعیین و بررسی راندمان انرژی مصرفی در پرورش ماهی قزل‌آلا (سردآبی) به روش تحلیل پوششی داده‌ها مطالعه موردی (استان چهارمحال و بختیاری -گردبیشه)

شهرام عکاشه [۱*]، سجاد رستمی کندُری [۲]

۱- کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه شهرکرد shahram.akashehe@yahoo.com

۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد

چکیده

نقش انرژی در جهان و به خصوص در توسعه و کارایی شیلات وکشاورزی در سطح مدرن غیر قابل انکار می‌باشد. در این تحقیق ضمن بررسی انرژی مصرفی برای پرورش و تولید ماهی قزل‌آلای سردآبی، با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) راهکارهایی نیز برای کاهش مصرف انرژی با حداقل تلفات ممکن ارائه گردیده است. با بررسی راندمان انرژی در ۲۰ واحد پرورش ماهی در منطقه گردبیشه استان چهار محال و بختیاری سطوح مختلف انرژی در این واحدها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته و در پایان کارآترین واحدها از نظر انرژی مصرفی معرفی گردیده است. نتایج نشان داد که نهاده آب مصرفی با ۹۴/۶۵۲ درصد بیشترین و نهاده ساخت استخر با ۰/۴۲۰ درصد کمترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها نشان داد با استفاده از مدل BCC (بازگشت به مقیاس متغیر) حدود ۴۰ درصد از کل واحدهای پرورش ماهی کارآیی ۱۰۰ درصد داشته و بقیه ناکارآ محسوب می‌شوند. با توجه به بحران آب در کشور و این استان بایستی به این روند ناصحیح استفاده از منابع آب پایان داد.

واژگان کلیدی: *قزل آلا -ماهی سردآبی-کارآیی انرژی-تحلیل پوششی داده ها (DEA)*

*نویسنده مسئول: shahram.akashehe@yahoo.com

تعیین و بررسی راندمان انرژی مصرفی در پرورش ماهی قزل‌آلا (سردآبی) به روش تحلیل پوششی داده‌ها مطالعه موردی (استان چهارمحال و بختیاری -گردبیشه)

مقدمه:

با توجه به کاهش تولیدات ناشی از صید اکوسیستم‌های آبی و افزایش جمعیت جهان، در آینده برای پاسخگویی به نیاز رو به رشد برای تامین غذای دریایی سالم، آبزی‌پروری به عنوان یکی از بزرگترین توانمندی‌های بالقوه برای تولید بیشتر ماهی مطرح است. رشد آبزی‌پروری در حجم و ارزش، نقش مهمی در کاهش فقر و بهبود امنیت غذایی در بسیاری از نقاط جهان دارد این درحالی است که آبزی‌پروری به طور مساوی در تمامی نقاط جهان رشد نیافته است. تفاوت‌های مشخصی در سطوح تولید، ترکیب گونه‌ها و سیستم‌های پرورش در داخل کشورها و از کشوری به کشور دیگر وجود دارد. سازمان خواربار جهانی (FAO) اعلام کرد ازطریق آبزی‌پروری در سال ۲۰۱۲ به عنوان منبع پروتئین حیوانی، بیش از ۵۰ درصد ماهی مصرفی جهان تامین و فراهم شده است. علاوه بر آن در گزارش جهانی آبزی‌پروری فائو در سال ۲۰۱۰، نیزآمده است: در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ تولید ماهی از طریق آبزی‌پروری حدود ۶۰ درصد رشد داشته و این میزان از ۳۲/۴ میلیون به ۵۲/۵ میلیون تن رسیده است. هم اکنون تعدادکشورهای آبزی‌پروری در جهان ۱۵ کشور است که ۱۱ کشور از این تعداد در منطقه آسیا و اقیانوس آرام قرار دارند. بنابر این گزارش، کشورهای اندکی جزء تولیدکنندگان بزرگ برخی گونه‌های ماهی همچون کپور (چین)، میگو، (چین، تایلند، ویتنام، اندونزی) و ماهی آزاد، (پرو، نروژ و شیلی) هستند. از نقطه نظر سیستم تولید، سیستم‌های متراکم بیشتر در شمال آمریکا و سیستم‌های پیشرفته آبزی‌پروری در اروپا و آمریکای لاتین به کار می‌رود.

براساس تقسیم‌بندی قاره‌ای قاره آسیا با ۸۸/۸ درصد در رتبه اول، امریکا با 4.6 درصد، اروپا ۴/۵ درصد، آفریقا ۱/۸ و اقیانوسیه با ۰/۳ درصد در رتبه‌های بعدی آبزی‌پروری قرار دارند. همچنین براساس نوع تولیدات گونه‌های پرورشی، بیشترین سهم از محل تولیدات آبزی‌پروری مربوط به ماهیان آب شیرین با ۴۱/۲ درصد بوده و پس از آن سخت‌پوستان با ۲۳/۱ درصد و ماهیان دریایی با ۶/۷ قرار گرفته‌اند. باید اشاره داشت: در ایران کل تولید آبزیان در سال۲۰۱۲ حدود ۵۸۰ هزار تن بوده که حدود ۲۵۰ هزار تن آن از محل آبزی‌پروری است. در این بین ماهیان گرم آبی حدود ۱۲۰ هزار تن، ماهیان سردآبی ۹۰ هزار تن و میگو و سایر آبزیان ۴۰ هزار تن را به خود اختصاص داده‌اند. تولید آبزیان در ایران در سال جاری حدود۶۶۰ هزار تن از سوی سازمان شیلات ایران گزارش شده است. صنعت آبزی‌پروری سردآبی ایران در ۱۰ سال اخیر رشد قابل توجهی داشته به نحوی که سال ۲۰۰۹ مقام نخست جهان در زمینه تولید قزل آلای آب شیرین را به خود اختصاص داد. در سال ۲۰۱۱ نیز تولید ماهی سردآبی در ایران به ۹۱ هزار و ۲۰۰ تن در سال رسید. گزارش پیش‌بینی سازمان شیلات ایران این است که تا پایان سال ۲۰۱۴ مقدار تولید ماهیان پرورشی سردآبی به حدود ۱۵۰ هزار تن برسد. بر اساس آمار فائو، میزان تولید آزاد ماهیان پرورشی جهان به عنوان عمده‌ترین ماهیان سرد آبی پرورشی در سال ۲۰۰۹ بیش از ۲ میلیون و ۳۹۵ هزار تن بود که ایران در همین سال با ۷۳ هزار و ۶۴۲ تن تولید ۳/۰۷ درصد از کل آزاد ماهیان پرورشی را تولید کرده است. میانگین وزن برداشت قزل‌آلا در سال حدود ۳۶۷ گرم بوده که انتظار می‌رود تا پایان سال ۲۰۱۴ به حداقل ۴۰۰ گرم برسد. همچنین میزان تولید متوسط در واحد سطح مزارع قزل‌آلا در سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۶ حدود ۲۲/۷ کیلوگرم بوده که این مقدار

در سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۱ به حدود ۲۶/۱ کیلوگرم رسیده است و طبق پیش‌بینی تا پایان سال ۲۰۱۵-۲۰۱۴ به حدود ۳۰/۲ کیلوگرم نیز برسد [۲].

مواد و روش ها:

به منظور ارزیابی عملکرد و اندازه گیری کارایی فنی واحدهای تولیدی روش‌های مختلفی وجود دارد که به دو گروه روش‌های پارامتری و غیرپارامتری تقسیم می‌شوند. در روش‌های پارامتری با استفاده از روش‌های مختلف آماری و اقتصادسنجی، تابع تولید مشخصی تخمین زده می‌شود. سپس با بکارگیری این تابع، نسبت به تعیین کارایی اقدام می گردد. گروه دوم روش‌های غیر پارامتری هستند. مهم ترین ویژگی روش‌های غیر پارامتری این است که نیاز به توزیع یا شکل خاص تابع ریاضی ندارند. تحلیل پوششی داده‌ها یا DEA نوعی مدل برنامه ریزی خطی است که کارایی نسبی گروهی از واحدهای تصمیم‌گیری یا DMU را اندازه‌گیری می‌کند به عبارت دیگر DEA یک تکنیک برنامه ریزی کمی جهت اندازه‌گیری عملکرد نسبی واحدهای سازمانی می‌باشد که چون دارای نهاده و ستانده های مختلف هستند، در مقایسه و سنجش کارایی مشکل دارند در روش DEA نیاز به هیچ گونه فرض یا شکل ریاضی خاص نمی‌باشد، یعنی نیازی به شناخت تابع تولید نیست. همچنین در اختیار داشتن قیمت عوامل تولید نیز ضرورت ندارد.

در این تحقیق به منظور تعیین میزان انرژی نهاده‌های مصرفی در واحدهای پرورش ماهی قزل‌آلای سردآبی و تعیین هزینه‌های تولید و ارزیابی این واحدها، تعداد ۲۰ پرسشنامه تهیه شد. (تعداد واحدهای پرورش ماهی در این منطقه بالغ بر ۲۶ عدد بود که از بین این واحدها، واحدهایی که از میزان مصرف نهاده‌هایشان اطلاعات دقیق‌تری را به ما ارائه دادند به عنوان نمونه انتخاب شده‌اند). پس از تکمیل پرسشنامه‌ها از طریق مصاحبه و پرسش حضوری، داده‌های به دست آمده وارد نرم‌افزار اکسل شد و سپس با روش تحلیل پوششی داده‌ها که این کار نیز با نرم‌افزار (DEA-Solver-LV) انجام و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تمامی واحدهای تولیدی از نظر مصرف انرژی و عملکرد مورد بررسی قرار گرفته و از بین آنها واحدهای کارا و ناکارا و همچنین میزان مصرف نهاده و تولید ستانده در آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس میزان مصرف انرژی هر یک از نهاده‌ها به دست آمده و با در نظر گرفتن شدت انرژی برای هر نهاده میزان مصرف انرژی کل در استخرهای مورد مطالعه، حاصل شد و در جدول ۱-۱ ارائه شده است.

جدول۱-۱ معادل نهاده‌ها و ستانده‌های انرژی در تولیدات کشاورزی و پرورش ماهی

نهاده	الف: نهاده‌های انرژی (مستقیم/غیر مستقیم) ب: ستانده‌های انرژی	واحد	انرژی در هر واحد (MJ)	منبع
نهاده های انرژی مستقیم	ساخت استخر	Man/hr/ha	۱/۹۶	[۹]
	نیروی کارگری	hr	۱/۹۶	[۵]
	غذا	kg	۹۹/۸۲	[۷]
	آب	m^3	۱/۰۲	[۴]
	بچه ماهی	kg	۴/۲۶	[۹]
	نمک (ماده شستشو دهنده)	kg	۲/۹۸	[۶]
نهاده های انرژی غیر مستقیم	الکتریسیته	kwh	۱۱/۹۳	[۴]
	سوخت	lit	۵۶/۳۱	[۴]
	ماشین آلات	kg	۶۲/۰۷	[۵]
ستانده	ماهی تولید شده	kg	۴/۲۶	[۹]

تجزیه و تحلیل اطلاعات با مدل بازگشت به مقیاس متغیر (BCC) انجام شد. انتخاب مدل DEA مناسب بستگی به میزان کنترل روی نهاده‌ها و ستانده‌ها دارد. بدین صورت که هریک بیشتر کنترل‌پذیر باشند مدل مناسب بر همان اساس انتخاب می‌شود [۱].

در این مطالعه چون کاهش یا افزایش نهاده‌ها عملی‌تر است، از مدل BCC نهاده محور استفاده گردیده است. در این مدل واحدهای کارا و ناکارا مشخص و انواع کارایی‌های فنی، مورد مقایسه و از روابط (۱-۱)، (۱-۲)، (۱-۳) و (۱-۴) محاسبه شده‌اند:

$$\max EP = \sum_{r=1}^{r=s} \mathrm{Ur}\ Yrp + W \qquad (۱-۱)$$

$$\sum_{i=1}^{i=m} \mathrm{Vi}\ Xip = 1 \qquad (۱-۲)$$

$$\sum_{\mathrm{r=1}}^{\mathrm{r=s}} \mathrm{Ur\ Yrj} - \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{i=m}} \mathrm{Vi}\ \mathrm{Xij} + \mathrm{W} \leq 0.\mathrm{j} = 1.2.\ldots.\mathrm{n} \qquad (۱-۳)$$

$$\mathrm{Ur} \geq \sum.\mathrm{Vi} \geq \sum.\mathrm{Wfree} \qquad (۱-۴)$$

که در روابط (۱-۱)، (۱-۲)، (۱-۳) و (۱-۴)، EP نرخ کارایی واحد iام، Ur وزن ورودی‌ها، Yrp مقدار خروجی rام برای DMU ، Vi وزن ورودی‌ها، Xip مقدار ورودی iام برای DMUj، j=1,2,…,n ، s تعداد خروجی‌ها و m تعداد ورودی‌ها می‌باشد [۱]. حداقل تعداد واحدهای تصمیم‌گیری مورد مطالعه برای بالا بردن قابلیت اطمینان و اعتماد به نتایج حاصل از مدل تحلیل پوششی داده‌ها از رابطه‌ی (۱-۵) محاسبه شده است [۱۰].

$$\text{تعداد واحدهای تصمیم گیرنده} \geq 3(\mathrm{I+O}) \qquad (۱-۵)$$

در رابطه‌ی (۱-۵) I تعداد نهاده‌ها وO تعداد ستانده‌هاست. در این پژوهش تنها نهاده‌های مستقیم را وارد کرده‌ایم به این صورت که تعداد ۶ نهاده‌ی تولید از نهاده‌های انرژی مستقیم مربوط به: ساخت استخر ماهی، انرژی کارگری، انرژی غذای ماهی، انرژی آب مصرفی، انرژی بچه ماهی و انرژی نمک طعام (NACL) که به عنوان ماده‌ی شستشوی استخر در این منطقه استفاده می‌شود، را به عنوان نهاده و انرژی ماهی تولید شده (عملکرد) به عنوان ستانده در نظر گرفته شده است. حداقل تعداد واحدهای تصمیم‌گیری برای تجزیه و تحلیل برابر ۱۹ واحد است و با توجه به نمونه انتخابی ۲۶ واحد یعنی تعداد کل استخرهای پرورش ماهی در این منطقه و تعداد واحدهای تصمیم‌گیری برای تجزیه و تحلیل ۲۰ واحد است.

لذا از این حجم نمونه، قابلیت استخراج نتایج مورد اطمینان وجود دارد. مدل BCC در واقع کارایی فنی خالص را تحت بازگشت به مقیاس متغیر نشان می‌دهد علاوه برآن رابطه منابع کارایی را نیز نمایش می‌دهد. به طور ساده‌تر مشخص می‌کند ناکارایی به علت ناکارایی مدیریتی است یا ناشی از شرایطی که کارایی مقیاس را نشان می‌دهد و یا از هر دو عامل، این کارایی به کارایی مدیریتی نیز معروف است [۳].

نتایج و بحث

در پرورش ماهی قزل‌آلای سردآبی در منطقه گردبیشه، انرژی مصرفی محاسبه شده برای تولید هر کیلوگرم ماهی تقریباً ۷.۵ مگاژول بوده است. طبق نتایج بدست آمده در جدول ۱-۲ نهاده‌هایی که بیشترین مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند، به ترتیب: آب مصرفی، نمک، نیروی کارگری، بچه ماهی، غذای ماهی و ساخت استخر بوده است. که این روند و نتایج به علل مختلفی بستگی دارد، که از مهمترین آنها می‌توان به مصرف بی‌رویه آب در شیلات که منشأ آن استفاده از آب چشمه‌ها و برداشت‌های غیرقانونی و بیش از نیاز از این منابع به دلیل عدم نظارت سازمان‌های ذیربط و شاید هم ارزان بودن بهای آب در این منطقه است. علاوه بر این استفاده بی‌رویه از نمک در شستشوی استخرهای پرورش ماهی باعث می‌شود تا آب شیرین در زیردست واحدهای پرورش ماهی، به آبی شور تبدیل گردد. پایین بودن انرژی نیروی انسانی نشانگر عدم مدیریت نیروی انسانی در منطقه و یکی از دلایل مهاجرت روستائیان به شهرها شده است. پایین بودن مقدار انرژی مصرفی برای نهاده‌هایی از جمله؛ بچه ماهی و غذای ماهی بیانگر دیدگاهی مثبت در بحث مدیریت استفاده مناسب و صحیح از غذای مصرفی در پرورش ماهی قزل‌آلا در این واحدهاست. تحقیقات انجام شده در این پژوهش همسو با نتایج مشابه ذکر شده [۹]، است.

جدول۱-۲ انرژی مصرفی در تولید ماهی قزل‌آلا سردآبی در منطقه گردبیشه.

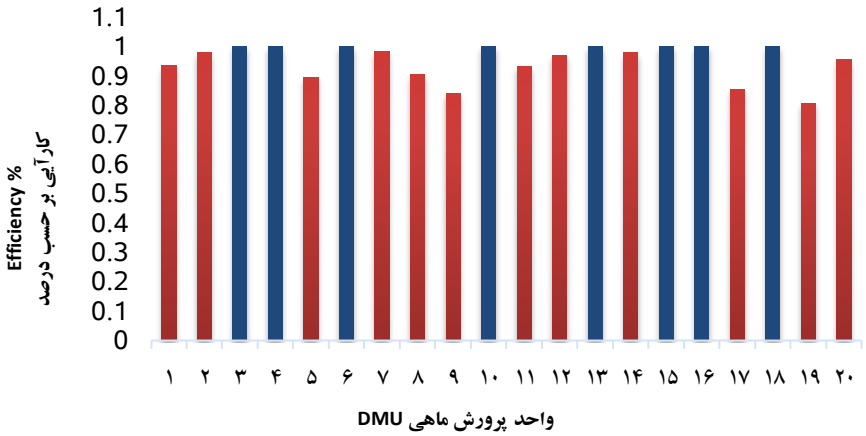
ردیف	انرژی نهاده‌ها-انرژی ستاده‌ها	واحد	انرژی معادل ($Mj\ ha^{-1}$)	درصد %
۱	ساخت استخر	Man/hr/ha	۲۹۸۴۶۲/۵۶	۰/۴۲۰
۲	نیروی کارگری	hr	۵۴۴۱۷۵/۱۹	۰/۷۶۷
۳	غذا	kg	۳۳۱۵۵۱/۵۱۵	۰/۴۶۷
۴	آب	m^3	۶۷۱۹۹۵۹۲/۰۳	۹۴/۶۵۲
۵	بچه ماهی	kg	۵۰۳۰۸۸/۱۴	۰/۷۰۸
۶	نمک (شستشو دهنده)	Kg	۲۱۱۹۵۶۲/۹۴	۲/۹۸۶
کل انرژی ورودی		Mj/ha	۷۰۹۹۶۴۳۲/۳۸	۱۰۰
1	عملکرد ماهی	Kg	۹۳۸۴۴۸۷/۱۳	۱۰۰
کل انرژی خروجی		Mj/ha	۹۳۸۴۴۸۷/۱۳	۱۰۰

با توجه به نتایج حاصل از جدول ۱-۳ میانگین کارایی فنی استخرهای پرورش ماهی ناکارا در پرورش قزل‌آلا با مدل BCC ورودی محور، ۹۵.۱۵ درصد است. که طبق نتایج این جدول استخرهای پرورش ماهی ۳، ۴، ۶، ۱۰، ۱۳، ۱۵، ۱۶ و ۱۸ کارا هستند. مقدار کارایی استخرهای پرورش ماهی به این مفهوم است: که هر کدام از این استخرها باید قادر باشند میزان مصرف خود را از کلیه نهاده‌ها به میزان $(\theta = 1)$ درصد کاهش دهند، بدون اینکه میزان تولید تغییر یابد. (θ) مقدار کارایی واحد ناکارا را نشان می‌دهد [۴]. کارایی ۹۳.۴۴ درصد استخر پرورش شماره ۱ به این معناست که این استخر باید ۶.۵۶ درصد مصرف خود را از کلیه عوامل تولید کاهش دهد. (بدون اینکه از میزان تولیدش کاسته شود) تا بتواند به یک واحد تولیدی کارا تبدیل شود. الگوی استخر شماره ۱ در واقع استخرهای شماره ۱۳ و ۱۶ هستند. با توجه به ضریب متغیر تصمیم استخرهای ۱۳و ۱۶ که در جدول شماره‌ی ۱-۳ به ترتیب برابر: ۵۸.۶۹ درصد و ۳۴.۳۵ درصد است، می‌توان مقادیر عوامل تولید لازم برای یک سطح معین ستانده را به ترتیب محاسبه کرد. برای کارا شدن استخر شماره ۱ این واحد باید به ترتیب مقادیر ۵۸.۶۹ درصد و ۳۴.۳۵ درصد از نهاده های واحدهای ۱۳ و ۱۶ را مصرف کند بدون اینکه میزان تولیدش کاسته شود.

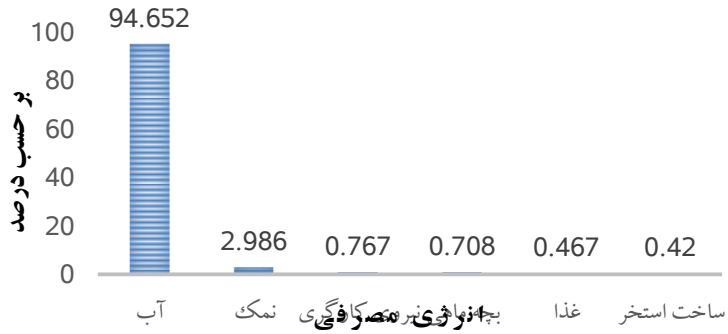
جدول ۱-۳ ارزیابی استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا با مجموعه‌های مرجع آن‌ها توسط مدل BCC نهاده محور.

واحد پرورش ماهی DMU	کارآیی (درصد) Efficiency	واحدهای مرجع Unit Sample
۱	۹۳/۴۴	۱۶(۳۴/۳۵) ، ۱۳(۵۸/۶۹)
۲	۹۷/۹۹	۲(۷۱/۴۵)
۳	۱۰۰	–
۴	۱۰۰	–
۵	۸۹/۶۰	۱۶(۱۷/۹۷) ، ۱۳(۳۶/۱۱)
۶	۱۰۰	–
۷	۹۸/۲۷	۱۳(۱۱/۹۹) ، ۴(۷۴/۰۷)
۸	۹۰/۳۴	۱۶(۲۶/۱۰) ، ۱۳(۷۱/۰۵)
۹	۸۴/۰۵	۱۶(۳۱/۶۳) ، ۱۳(۴۵/۹۵)
۱۰	۱۰۰	–
۱۱	۹۳/۲۳	۱۵(۵۰/۰۲)، ۱۳(۳۰/۳۶)
۱۲	۹۶/۹۸	۱۵(۹۳/۸۴)
۱۳	۱۰۰	–
۱۴	۹۷/۷۸	۱۳(۱۸/۹۷) ، ۳(۷۸/۰۳)
۱۵	۱۰۰	–
۱۶	۱۰۰	–
۱۷	۸۵/۳۷	۱۵(۹۶/۸۸) ، ۳(۳/۱۱)
۱۸	۱۰۰	–
۱۹	۸۰/۶۸	۱۵(۱۷/۰۷) ، ۱۳(۶۶/۹۷)
۲۰	۹۵/۴۴	۱۶(۷۷/۶۶) ، ۱۵(۲۲/۳۲)
میانگین کارایی واحدهای ناکارا	۹۵/۱۵	–

در شکل ۲-۱ میزان کارایی استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا با استفاده از مدل BCC آورده شده است و تعداد ۸ استخر دارای کارایی ۱۰۰ درصد و بقیه ناکارا محسوب می‌شوند.



شکل ۲-۱ میزان کارایی استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا با استفاده از مدل BCC



شکل ۲-۲ انرژی مصرفی (درصد) توسط هر نهاده با مدل BCC در استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا سردآبی.

جدول ۱-٤ منابع استفاده شده‌ی انرژی و عملکرد در تولید ماهی در واحدهای مورد بررسی.

نمک طعام	بچه ماهی	آب	غذا	نیروی کارگری	ساخت استخر	DUM
۸۶۱۱۵/۷۱	۱۸۲۵۶	۳۲۳۷۸۵۷/۱۴	۱۱۴۸۴	۲۴۳۴۲/۸۵	۱۹۲۲۸۵/۷۱	۱
۱۱۴۹۹۷/۶	۲۵۴۰۱/۶	۶۰۴۴۰۰۰	۱۶۰۷۷/۶	۳۶۶۳۶	۲۴۲۲۸۰	۲
۱۴۸۳۸۴	۴۳۸۳۸/۶	۳۵۲۵۶۶۶/۶	۲۶۷۹۶	۳۱۲۴۰	۸۳۷۴۰/۸	۳
۱۲۴۲۷۱/۶	۲۹۴۷۳/۵	۳۳۲۴۲۰۰	۲۰۰۹۷	۳۰۳۵۲/۵	۱۷۱۶۱۵	۴
۱۱۰۵۷۴/۶۱	۲۴۴۸۱/۱۵	۳۱۹۶۳۴۶/۱۵	۱۵۴۵۹/۲۳	۳۱۱۳۰/۷۶	۱۷۳۴۲۶/۹۲	۵
۱۳۶۱۹۵/۳۱	۳۳۵۴۴	۳۴۵۳۷۱۴/۲۸	۲۲۹۶۸	۴۱۳۸۲/۸۵	۱۹۲۲۸۵/۷۱	۶
۱۲۲۸۸۰/۵	۲۹۴۵۳/۹	۳۲۸۶۴۲۵	۲۰۰۹۷	۳۰۰۳۳	۱۷۴۹۸۰	۷
۸۴۵۵۷	۱۸۷۳۵/۲۹	۳۱۱۰۸۸۲/۳۵	۱۱۸۲۱/۷۶	۲۳۸۰۵/۸۸	۱۸۷۱۴۷/۰۵	۸
۱۰۵۱۰۵/۳	۲۲۳۵۴/۳۱	۳۵۷۸۶۸۴/۲۱	۱۴۱۰۳/۱۵	۲۹۸۹۴/۷۳	۱۶۴۱۱۷/۵۴	۹
۱۴۰۹۶۴/۸	۵۲۵۱۲/۳۲	۳۸۰۷۷۲۰	۳۲۱۵۵/۲	۳۴۰۸۰	۲۳۶۸۹۶	۱۰
۷۶۲۳۵/۳	۱۵۳۲۴/۱۱	۲۸۹۰۴۲۴	۹۰۸۴/۲۵	۲۰۱۴۷	۹۳۸۸۸/۸	۱۱
۷۲۱۳۵/۳۶	۱۰۶۴۵/۵۵	۲۵۶۸۲۳۰/۶	۸۴۰۰/۴	۱۷۱۶۵/۳۲	۸۸۳۴۲	۱۲
۷۱۳۲۵/۲۵	۱۰۱۲۱/۶۹	۲۲۵۸۳۱۴	۸۰۲۲/۳	۱۵۲۲۲	۸۳۷۴۰/۸	۱۳
۱۳۶۰۰۸/۳	۴۳۶۶۷/۴۴	۳۳۲۶۱۵۷/۳	۲۹۳۲۳/۱	۲۹۳۴۵/۲	۱۰۲۴۳۵	۱۴
۶۶۴۲۳/۶۴	۴۷/۹۸۶۵	۲۳۵۶۴۸۷	۴۲۵/۷۴۰۰	۱۴۲۲۲/۴	۷۵۳۴۴/۹	۱۵
۸۲۳۶۵/۱	۱۷۳۲۵/۳۱	۴۲۳۵۶۵۸/۱	۱۱۲۵۳/۳	۱۳۲۶۴/۳	۱۲۴۶۲۲/۲	۱۶
۱۱۲۳۶۲/۷	۲۶۳۵۴/۲	۲۸۸۷۶۲۳/۴	۹۵۶۲/۱	۳۳۴۵۶/۷	۸۸۵۵۷/۳	۱۷
۱۲۲۷۸۷/۲	۳۱۲۶۲/۸	۲۴۳۲۶۵۸/۳	۱۷۲۳۱/۸	۴۲۳۰۳	۱۹۸۴۴۴/۲	۱۸
۸۹۵۴۸/۲۶	۱۸۲۳۵/۶	۳۲۱۰۶۵۰/۷	۲۹۳۲۶/۱	۲۸۷۸۵/۲	۱۴۵۲۳۶/۸	۱۹
۱۱۶۳۲۵/۴	۲۲۲۳۵/۳	۴۴۶۷۸۹۲/۹	۱۰۸۸۸/۸	۱۷۳۶۵/۵	۱۶۵۲۳۴/۹	۲۰
۱۰۵۹۷۸/۱۴۷	۲۵۱۵۴/۴۰۷	۳۳۵۹۹۷۹/۶۰۲	۱۶۵۷۷/۵۷۵۷	۲۷۲۰۸/۷۶	۱۴۹۲۳۱/۰۸	**میانگین**
۲۲۲۵۵۴۱/۰۸۷	۵۲۸۲۴۲/۵۴۷	۷۰۵۵۹۵۷۱/۶۳	۳۴۸۱۲۹/۰۹۱	۵۷۱۳۸۳/۹۵	۳۱۳۳۸۵۲/۶۴	**کل**

با توجه به جداول ۱-۴ و ۲-۴ منابع استفاده شده‌ی انرژی و عملکرد در تولید ماهی قزل‌آلا در هر یک از واحدهای مورد مطالعه، ابتدا به طور جداگانه بررسی و در انتها باهم مقایسه شدند. نتیجه حاصل از این تحلیل دستیابی به نسبت میزان انرژی هر واحد تولید ماهی قزل‌آلا بود که در جداول ۱-۴ و ۲-۴ ارائه شده‌اند.

جدول ۲-٤ منابع استفاده شده‌ی انرژی و عملکرد در تولید ماهی در واحدهای مورد بررسی به نسبت انرژی هر واحد.

نسبت انرژی هر واحد	جمع کل ستانده ها	عملکرد ماهی تولیدی	جمع کل نهاده ها	DUM
۸/۶۲	۴۱۳۸۲۸/۵۷	۴۱۳۸۲۸/۵۷	۳۵۷۰۳۴۱/۴۱	۱
۱۰/۸۶	۵۹۶۴۰۰	۵۹۶۴۰۰	۶۴۷۹۳۹۲/۸	۲
۵/۶	۶۸۱۶۰۰	۶۸۱۶۰۰	۳۸۵۹۶۶۶	۳
۶/۴	۵۷۷۲۳۰	۵۷۷۲۳۰	۳۷۰۰۰۰۹/۶	۴
۷/۹	۴۴۶۴۸۰/۷۶	۴۴۶۴۸۰/۷۶	۳۵۵۱۴۱۸/۸۲	۵
۶/۲	۶۲۰۷۴۲/۸۵	۶۲۰۷۴۲/۸۵	۳۸۸۰۰۹۰/۱۵	۶
۶/۵	۵۵۶۹۹۵	۵۵۶۹۹۵	۳۶۶۳۸۶۹/۴	۷
۹/۱	۳۷۵۸۸۲/۳۵	۳۷۵۸۸۲/۳۵	۳۴۳۶۹۴۹/۳۳	۸
۹/۰۲	۴۳۳۴۷۳/۶۸	۴۳۳۴۷۳/۶۸	۳۹۱۴۲۵۹/۲۴	۹
۴/۹	۶۸۱۶۰۰	۶۸۱۶۰۰	۴۳۰۴۳۲۸/۳۲	۱۰
۸/۹	۳۴۵۳۰۰/۵	۳۴۵۳۰۰/۵	۳۱۰۵۱۰۳/۴۶	۱۱
۹	۳۰۷۲۰۰/۴	۳۰۷۲۰۰/۴	۲۷۶۴۹۱۹/۲۳	۱۲
۸/۲	۲۹۵۱۸۸/۲	۲۹۵۱۸۸/۲	۲۴۴۶۷/۰۴	۱۳
۶/۰۹	۶۰۱۵۴۲	۶۰۱۵۴۲	۳۶۶۶۹۳۶/۳۴	۱۴
۸/۷	۲۹۰۴۸۲/۳	۲۹۰۴۸۲/۳	۲۵۲۹۷۴۳/۸۳	۱۵
۷/۹	۵۶۲۳۶۸/۱	۵۶۲۳۶۸/۱	۴۴۸۴۴۸۸/۳۱	۱۶
۱۰/۴	۳۰۲۶۵۸/۶	۳۰۲۶۵۸/۶	۳۱۵۷۹۱۶/۴	۱۷
۶/۲	۴۵۶۸۷۹/۲	۴۵۶۸۷۹/۲	۲۸۴۴۶۸۷/۳	۱۸
۱۰/۴۵	۳۳۶۹۸۶/۳۳	۳۳۶۹۸۶/۳۳	۳۵۲۱۷۸۲/۶۳	۱۹
۹/۵	۵۰۱۶۴۸/۲۹	۵۰۱۶۴۸/۲۹	۴۷۹۹۹۴۲/۷۶	۲۰
۸/۰۲۲	۴۶۹۲۲۴/۳۵	۴۶۹۲۲۴/۳۵	۳۶۸۴۱۲۹/۵۶۹	میانگین
۱۶۰/۴۴	۹۳۸۴۴۸۷/۱۳	۹۳۸۴۴۸۷/۱۳	۷۳۶۸۲۵۹۱/۳۸	کل

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در بررسی این پژوهش با محاسبه‌ی سهم انرژی مصرفی هریک از عوامل و نهاده‌ها در پرورش ماهی قزل آلا سرد آبی در منطقه گردبیشه استان چهارمحال و بختیاری، با توجه به نتایج بدست آمده از شکل ۲-۲ انرژی مصرفی توسط هر نهاده با مدل BCC در استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا سردآبی، نشان می‌دهد که بیشترین سهم انرژی مصرفی مربوط به نهاده آب و کمترین آن مربوط به نهاده‌ی ساخت استخر ماهی است. ضمن اینکه پیشنهاد می‌شود با توجه به اینکه بحران آب امروزه تمام جهان، کشور ایران و بلاخص استان چهارمحال وبختیاری را به شدت تحت تأثیر خود قرار داده است با مدیریت منابع آب در راستای جلوگیری از اتلاف آن گام بزرگی در این منطقه برداشت. از آنجا که استفاده بی‌رویه از نمک طعام جهت شستشو و میکروب‌زدایی استخرهای پرورش ماهی یک عادت اشتباه‌ست، نهایتاً منجرب به شوری منابع آب می‌گردد. امید است با

اعمال روش‌های مدیریتی مطلوب و استفاده از روش‌های آنالیز و تحلیل پوششی داده‌ها در این قبیل سیستم‌ها دیگر شاهد چنین فجایع تخریب کننده‌ی انسانی در پیرامون خود نباشیم.

منابع

1. Banker, R.D., A. Charnes., and W.W. Cooper. 1984. Some models for estimating technical and Scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30(3):1078-1092.
2. FAO, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), http://www.fao.org/news/story/en/item/214442.
3. Gheysari, K., A. Mehrno, and R. Jafari. 2007. Principle of Fazzi Data Envelopment Analyses. Islamic Open University, Ghazvin Branch (In Farsi).
4. Ghochebeyg, F., M. Omid, H. Ahmadi, and D. Delshad. 2010. Evaluation and improvement of energy Consumption for Cucumber Production Using Data Envelopment Analysis (DEA) Technique in Tehran,6th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Tehran, Iran (In Farsi).
5. Mandal, K.G., K.P. Saha, P. K, Ghsh, K. M. Hati, and K. K. Bandyo padhyay. 2002. Bioenergy and economic analysis of Soybean-based Crop production systems in Central India. Biomass Bioenergy, 2.3(5):337-345.
6. Mortimer, Ch., E. Chimistry,6thed. Translation Yavari, E., Annual Report (1997-1999) of Tehran. publication Sciences University, Tehran, 1999.page 52-61.
7. Nafisi, B., M. 2007. Effects of feed energy on growth and body composition of rainbow trout (Oncorhynchus my kiss) reared in brackish water, Assistant Prof. of Dept. Of Fishery, University of Persian Gulf, Bushehr, Iran.
8. Singh, Surendra, Pannu, C. J. S., and Singh, I. P., Annual Report (1992-1995) of All India Coordinated Reseated Research Project on Energy Requirements in Agricultural sector, Department of farm Power & Machinery, Punjab Agricultural University, Ludhiana,1995.
9. Singh, Surendra, Pannu, C. J. S., and Singh, I.P., Annual Report. 1997. of All India. Coordinated Reseated Research Project on Energy requirements in fish production in the state of Punjab, Department of from power & Machinery, Punjab Agricultural University, Ludhiana 141004, India.
10. Yong, T., and K. Chun WEKI. 2003. Ahierarchical AHP/DEA methodology for the Facilities layout design problem. European Journal of Operational Research, 147(2):128-136.

Determination and Review of the Efficiency of Energy Consumption in Salmon Farming (Cold Water) is the Case Study of Data Envelopment Analysis (Chaharmahal Province and Bakhtiari, Gerd Bisheh) A thesis presented.

Shahram Akashehe[1*], Sajad Rostami Kondori [2]

1. Master of Science, Agricultural Mechanization Engineering University of Shahrekord
2. Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, University of Shahrekord

Abstract

The role of energy in the world, especially in the development and efficiency of fisheries and agriculture, is undeniable at the modern level. in this research, we study the energy consumption of fish trout (salmon), with data envelopment analysis (DEA) approach to reduce energy consumption with minimum possible losses. by examining the energy efficiency of 20 fish farming units in Chaharmahal and Bakhtiari · Gerd Bisheh, different levels of energy are studied and compared to the most efficient units in terms of energy consumption. the results showed that the use of water consumption with 94.652 per cent was the largest and the pool with 0.420 per cent had the lowest share of energy consumption. the results of data envelopment analysis showed that using the BCC model (return on variable scale) about 40 per cent of the total fish farming units have 100 per cent efficiency and the rest are. due to the water crisis in Iran as well as Chaharmahal and Bakhtiari · Gerd Bisheh must end this incorrect process using water resources.

keywords: salmon, fish cold water, energy efficiency, data envelopment analysis (DEA).

*Corresponding author Shahram Akashehe.
E-mail: shahram.akashehe@yahoo.com