# بررسی کارایی مصرف انرژی در مزارع پرورش قزل‌آلای استان فارس

**ربابه قاسمی و منصور زیبایی[1]**

## چکیده

امروزه پرورش ماهی به منظور پاسخگویی به عرضه بیشتر غذا برای جمعیت در حال افزایش و تهیه مواد مغذی و کافی به شدت انرژی‌بر شده است. بنابراین توجه به منابع کمیاب و اثر مصرف انرژی‌های مختلف روی انسان و محیط زیست، لزوم بررسی الگوهای مصرف انرژی را در این بخش نمایان می-سازد. به این منظور در مطالعه حاضر به بررسی شاخص کارایی انرژی و اثر نهاده‌های انرژی مصرفی روی عملکرد قزل‌آلا و همچنین روند مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، تجدیدناپذیر، مستقیم و غیرمستقیم در مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا در خلال سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۱ در استان فارس پرداخته شد. نتایج نشان داد که راندمان مصرف انرژی در مزارع بزرگ بیشتر از مزارع کوچک است. به طور کلی پرورش‌دهندگان در تولید انرژی کارایی لازم را ندارند و بیشترین انرژی مصرفی در این بخش مربوط به انرژی‌های تجدیدناپذیر و مستقیم می‌باشد. ناکارایی در مصرف انرژی می‌تواند برخی مسائل زیست محیطی را به دنبال داشته باشد، بنابراین سیلستمداران باید ابزار سیاستی جدید را برای تضمین پایداری و کارایی در مصرف انرژی اتخاذ کنند.

**طبقه بندی JEL: Z**

**واژه‌های کلیدی: استان فارس، شاخص کارایی انرژی، انرژی تجدیدناپذیر، انرژی مستقیم**

## ۱. مقدمه

پیشرفت و توسعه جوامع پیشرو با استفاده از انرژی در مقیاس وسیع به منظور تقویت سیستم تولید مدرن، میسر شده است. به طوری که انرژی زیربنایی قوی‌ای را برای پیشرفت در تمام عرصه‌های اقتصادی بنا می‌نهد و نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود زندگی دارد. به این سبب است که تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان انرژی باید درخصوص نقشی که انرژی برای دستیابی به توسعه پایدار به عهده دارد، عمیقا تفکر کنند (رمضانی امیری و زیبایی، ۱۳۸۹).

ارزان بودن قیمت حامل‌های انرژی و در دسترس بودن انواع منابع انرژی سبب شد تا جامعه ما با تاخیر قابل توجهی به ضرورت بهینه سازی الگوی مصرف انرژی بیاندیشد. شیوه مصرف انرژی در کشور که پنج برابر متوسط جهانی است، ضرورت توجه جدی به این مشکل، جهت ایجاد راهکارهایی برای بهینه‌کردن مصرف انرژی در کشور را امری کاملاً اجتناب ناپذیرمی‌کند (رمضانی امیری و زیبایی، ۱۳۸۹).

پرورش ماهی به طور مصنوعی به خصوص در کشورهایی که توانایی گسترش منابع دریایی خود را ندارند، راه مناسبی برای تأمین بخشی از نیازهای غذایی و پروتئینی محسوب می‌شود. با این شیوه می‌توان تولید ماهی را به سرعت افزایش داد (خیاطی و مشعوفی، ۱۳۸۶).

[1]- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز و دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز
Email: Rubghasemi@gmail.com

استان فارس به عنوان یکی از زیربخش‌های آبزی‌پروری در ایران با توجه به دارا بودن بیشترین دریاچه‌های آبی در کشور منطقه مستعدی برای پرورش ماهی می‌باشد. در طی سالهای ۱۳۷۵الی۱۳۷۷ استان فارس به عنوان بزرگترین تولید کنندهٔ ماهی قزل آلا در بین استانهای کشور شناخته شد (شیلات استان فارس، ۱۳۸۵).

امروزه پرورش ماهی به منظور پاسخگویی به عرضه بیشتر غذا برای جمعیت در حال افزایش و تهیه مواد مغذی و کافی به شدت انرژی‌بر شده است. بنابراین توجه به منابع کمیاب و اثر مصرف انرژی‌های مختلف روی انسان و محیط زیست، لزوم بررسی الگوهای مصرف انرژی را در این بخش نمایان می‌سازد. استفاده از تکنولوژی و انرژی مرتبط‌ترین فاکتورهای افزایشی تولید آبزی-پروری می‌باشند. استفاده انرژی در مزارع ماهی بستگی به فاکتورهایی مثل گونه پرورشی، درصد بقا، تکنولوژی، قیمت‌های نهاده-ستانده و آب و هوا دارد. نوع سیستم پرورشی روی نسبت معادل انرژی اثر می‌گذارد (بزوگلو و کیهان، ۲۰۰۹). با توجه به استعداد طبیعی فراوان پرورش قزل‌آلا در کشور و همچنین احساس نیاز روزافزون به پروتئین دریایی و به تبع آن افزایش تولید این گونه پرورشی و افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، لزوم پژوهش در زمینه الگوی مصرف انرژی احساس می‌شود. از طرفی آنالیز بودجه انرژی می‌تواند اثرات سیستم‌های تولید روی محیط و کارایی استفاده انرژی‌شان را تعیین کند (بزوگلو و کیهان، ۲۰۰۹).

تعداد زیادی از مطالعات تجربی الگوهای استفاده انرژی و نیازهای تولید محصول در کشورهای مختلف (پتک و بینینگ (۱۹۵۸)، یاداو و همکاران (۱۹۹۱)، تاکور و میشرا (۱۹۹۳)، سینگ و همکاران (۲۰۰۲)، هاتیرلی (۲۰۰۵)، چوهان (۲۰۰۶)، نصیری و سینگ (۲۰۰۹) و کیزیلاسلان (۲۰۰۹)) را ارزیابی کرده‌اند. در بخش آبزی‌پروری تنها مطالعه یافت‌شده در زمینه مصرف انرژی مربوط به مطالعه‌ای توسط بزوگلو و کیهان (۲۰۰۹) در ترکیه بوده که کارایی معادل انرژی و کارایی سطح مزرعه در مزارع پرورشی تک‌منظوره قزل‌آلا و مزارع دومنظوره پرورش قزل‌آلا و بس دریایی و مقایسه کارایی در این دو نوع سیستم پرورشی پرداخته‌اند. در ایران نیز چندین مطالعه در زمینه مصرف انرژی در بخش کشاورزی (کوچکی و حسینی (۱۳۶۸)، کوچکی (۱۳۷۳)، کوچکی و صدرآبادی (۱۳۷۷)، عامری (۱۳۷۹)، ذوقی‌پور و ترکمانی (۱۳۸۰)، نصیری (۱۳۸۷)، غنجه بیک (۱۳۸۸)، زارع و ضیاء (۱۳۸۹)، شعبانی و همکاران (۱۳۸۹) و رمضانی امیری و زیبایی (۱۳۸۹)) انجام شده است. در زمینه کارایی و بهره‌وری در مزارع پرورش ماهی نیز مطالعات متعددی انجام شده اما مطالعه اسبقی به بررسی مصرف انرژی در مزارع پرورش ماهی نپرداخته است.

در این مطالعه روی استفاده انرژی در صنعت تولید ماهی قزل‌آلا تمرکز شده است. هدف مطالعه، ارزیابی سطوح بودجه انرژی و الگوی مصرف انرژی می‌باشد. هر گونه موفقیتی در زمینه افزایش کارایی مصرف انرژی در مزارع پرورش ماهی می‌تواند سبب استفاده بهینه از منابع با ارزش انرژی گردد.

اهداف پژوهش حاضر را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

۱) بررسی الگوی مصرف انرژی در مزارع پرورش قزل‌آلای استان فارس در سال‌های ۸۷-۱۳۸۱
۲) بررسی روند تولید انرژی و مصرف انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و کارایی مصرف این انرژی‌ها در سال‌های مورد بررسی
۳) بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد قزل‌آلا با استفاده از یک مدل اقتصاد سنجی و تجزیه و تحلیل اثر مصرف انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم، تجدید شونده و ناشونده بر عملکرد
۴) بررسی ارتباط میان مساحت استخرها و شاخص‌های کارایی انرژی

## ۲. روش تحقیق

### ۱.۲. شاخص کارایی انرژی

با توجه به محاسبه معادل‌های انرژی کل نهاده و ستاده می‌توان شاخص‌های کارایی انرژی مختلفی را محاسبه نمود که نتایج مشابهی را ارائه می‌دهند. در این مطالعه برای بررسی کارایی در مصرف انرژی از نسبت ستاده- نهاده استفاده شده است.

نسبت ستاده- نهاده (کارایی مصرف انرژی)= ستاده انرژی (مگاژول بر مترمربع)/نهاده انرژی (مگاژول بر مترمربع)

این نسبت نشان‌دهنده این است که به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی در مترمربع به منظور تولید، چه میزان انرژی برداشت شده است. هر چه قدر این نسبت بزرگتر از یک باشد، نشان می‌دهد که کارایی انرژی در پرورش قزل‌آلا بالاتر است.

۲.۲. برآورد تابع تولید

به منظور بررسی ارتباط انرژی نهاده‌ها و عملکرد محصولات از تابع کاب داگلاس استفاده شده‌است. تابع کاب داگلاس بهترین فرم تابعی بر اساس معنی داری آماره ها و علامت های مورد انتظار پارامترها از میان فرمهای تابعی خطی، شبه لگاریتمی و تابع چند جمله‌ای درجه دوم است.

از تابع تولید کاپ داگلاس توسط چندین محقق برای بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌ها و عملکرد آن استفاده شده است (رمضانی امیری و زیبایی۱۳۸۹، هاتیرلی و همکاران۲۰۰۵، سینگ۲۰۰۴ و سینگ۲۰۰۲).

تابع تولید کاب داگلاس را می‌توان به فرم رابطه زیر نوشت:

$$LnY_i = \alpha + \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \ln(X_{ij}) + e_i \qquad (۱)$$

در رابطه(۱) $Y_i$ سطح عملکرد iامین پرورش‌دهنده ماهی و $X_{ij}$ بردار انرژی نهاده‌های مصرف شده در تولید، $\alpha_j$ ضرایب نهاده‌ها است که توسط مدل برآورد می‌شود و $e_i$ جزء خطاست. اگر فرض کنیم هیچ نهاده‌ای وجود ندارد پس میزان تولید صفر می‌شود پس با این فرض می‌توان جزء ثابت $\alpha$ را از رابطه بالا حذف کرد. بنابراین می‌توان اثر انرژی هر کدام از نهاده‌ها را روی عملکرد بررسی کرد. بر اساس این الگو می‌توان اثر انرژی‌های مستقیم (DE) و غیرمستقیم (IDE)، تجدیدشونده (RE) و تجدید ناشونده (NRE) را روی عملکرد پرورش‌دهندگان به ترتیب بر اساس روابط (۲) و(۳) مطالعه کرد.

$$\ln Y_i = \beta_1 \ln DE + \beta_2 \ln IDE + e_i \qquad (۲)$$

$$\ln Y_i = \gamma_1 \ln RE + \gamma_2 \ln NRE + e_i \qquad (۳)$$

$\beta$ و$\gamma$ ضرایب نهاده هااست که توسط مدل برآورد می‌شود.

در این مطالعه از نرم افزارهای EXCEL، EVIEWS برای محاسبات و برآورد توابع استفاده شده است.

۳.۲. داده‌های مورد نیاز

داده‌های مورد نیاز این مطالعه، شامل اطلاعات اقتصادی مربوط به ۴۷ مزرعه سردآبی در استان فارس، از سازمان شیلات این استان برای سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ جمع‌آوری شد. میزان انرژی نهاده‌ها و محصول با استفاده از معادل‌های انرژی محاسبه گردید. معادل‌های انرژی نهاده‌ها و محصول برای مزارع پرورشی قزل‌آلا در جدول (۱) آمده است.

**جدول(۱) معادل‌های انرژی مقادیر نهاده و محصول در تولید قزل‌آلا**

| | معادل انرژی (مگاژول/واحد) |
|---|---|
| نهاده | |
| نیروی کار (ساعت) | ۱/۹۶ |
| غذا (کیلوگرم) | ۱/۰۰۹ |
| سوخت دیزل (لیتر) | ۵۶/۳۱ |
| الکتریسیته (کیلو وات ساعت) | ۱۰/۵۹ |
| بچه‌ماهی (کیلوگرم) | ۵/۳۸۵۵ |
| محصول | |
| قزل آلا (کیلوگرم) | ۵/۳۸۵۵ |

مأخذ: بزگلو و کیهان (۲۰۰۹)

نهاده های انرژی در این مطالعه از یک دیدگاه به دو دسته تقسیم می‌شوند، نهاده هایی که انرژی مستقیم و نهاده هایی که انرژی غیرمستقیم ایجاد می‌کنند. انرژی مستقیم شامل انرژی‌های حاصل از نیروی انسانی، سوخت و الکتریسیته و انرژی غیر مستقیم شامل انرژی بچه‌ماهی و غذا می‌باشند (بزوگلو وکیهان، ۲۰۰۹).

از دیدگاه دیگر انرژی نهاده‌ها به دو دسته، انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر و انرژی نهاده‌های تجدیدناپذیر تقسیم شدند که انرژی تجدیدپذیر شامل انرژی غذا، نیروی کار و بچه‌ماهی و انرژی تجدیدناپذیر شامل انرژی الکتریسیته و سوخت بوده است.

انرژی نیروی انسانی با فرض اینکه هر فرد، هر روز و روزی ۸ ساعت کار می‌کند محاسبه گردیده است.

## ۳. نتایج و بحث

۱.۳.بررسی الگوی مصرفی انرژی‌های مختلف در تولید قزل‌آلا و روند کارایی مصرف انرژی طی دوره مورد بررسی

در جدول (۲) میانگین مقادیر انرژی نهاده‌ها که با ضرب مقدار هر نهاده در معادل انرژی آن به دست آمد، همراه با سهم هر کدام از نهاده‌ها در تأمین کل انرژی ورودی آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که انرژی الکتریسیته بیشترین سهم را در میان نهاده‌های انرژی دارد و پس از آن سوخت دیزل در مقام دوم قرار می‌گیرد. علت مصرف زیاد انرژی الکتریسیته و سوخت در مزارع پرورشی را می‌توان از طرفی مربوط به مکانیزه شدن مزارع و از طرف دیگر به قیمت پایین این دو انرژی در این بخش دانست. کمترین سهم انرژی مصرفی نیز مربوط به بچه ماهی می‌باشد. از طرفی نسبت انرژی ستاده به نهاده ۰/۳۶ به دست آمده که مقدار آن پایین و حاکی از پایین بودن میزان خروجی انرژی نسبت به ورودی انرژی در مزارع پرورش قزل‌آلا است. این امر نشان‌دهنده این واقعیت می‌باشد که پرورش ماهی یک بخش انرژی‌بر می‌باشد و در مصرف انرژی کارا عمل نکرده و به اندازه‌ای که انرژی وارد مزرعه کرده، قادر به برداشت انرژی نبوده است. از طرفی مقایسه این نسبت با مقدار به دست‌آمده در مطالعه بزگلو و کیهان (۲۰۰۹) که ۰/۵۶ گزارش شده است، حاکی از بالاتر بودن مقدار مصرف انرژی در آبزی‌پروری ایران نسبت به ترکیه است. همچنین در مطالعه مذکور بیشترین مقدار انرژی نهاده‌ای مصرفی مربوط به انرژی غذا بوده است. میزان بهره‌وری ۰/۰۸ به دست آمده که نشان می‌دهد به ازای هرمگاژول بر مترمربع انرژی که وارد مزرعه شده تنها ۰/۰۸ کیلوگرم ستاده حاصل شده که در واقع نشان از بهره‌وری پایین مزارع پرورش ماهی می‌باشد. منفی بودن میزان انرژی خالص نیز نشان‌دهنده کمتر بودن انرژی خروجی از انرژی ورودی به مزرعه و نشانگر عدم کارایی مصرف انرژی در این مزارع است.میزان انرژی ویژه نیز که ۱۲/۰۳ به دست آمده بیان می‌کند که به ازای تولید هر کیلوگرم قزل‌آلا در مترمربع، ۱۲/۰۳ مگاژول انرژی در مترمربع هدر می‌رود که مقدار بالایی است.

**جدول (۲) رابطه انرژی نهاده و ستاده برای تولید قزل‌آلا**

| نهاده/ستاده (واحد) | مقدار در متر مربع | کل انرژی معادل (مگاژول بر مترمربع) | درصد انرژی |
|---|---|---|---|
| نیروی کار (ساعت) | ۷/۱۳ | ۱۳/۹۷ | ۴/۹۰ |
| غذا (کیلوگرم) | ۳۴/۴۶ | ۳۴/۷۷ | ۱۲/۳۲ |
| سوخت دیزل (لیتر) | ۱/۰۴ | ۵۸/۵۴ | ۲۰/۷۵ |
| الکتریسیته (کیلووات ساعت) | ۱۶/۳۶ | ۱۷۳/۲۶ | ۶۱/۴۰ |
| بچه ماهی (کیلوگرم) | ۰/۳۰ | ۱/۶۵ | ۰/۵۸ |
| کل نهاده مورد استفاده | - | ۵۰۶/۱۹ | ۱۰۰/۰۰ |
| محصول | ۲۳/۴۵ | ۱۲۶/۳۱ | |
| نسبت ستاده به نهاده | | ۰/۴۵ | |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

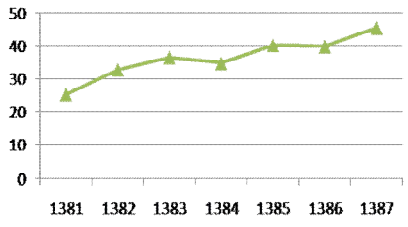
تفکیک نهاده‌های انرژی به انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و همچنین انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم که نتایج آن در جدول (۳) آورده شده است، نشان می‌دهد ۸۲/۱۵ درصد از انرژی نهاده‌ای مصرفی در تولید قزل‌آلا مربوط به نهاده‌های تجدیدناپذیر و ۸۷/۰۵ درصد مربوط به انرژی مستقیم می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده در تولید قزل‌آلا، نسبت انرژی مستقیم بیشتر از انرژی غیرمستقیم و نسبت انرژی تجدیدناپذیر بیشتر از انرژی تجدیدپذیر است. و این مطلب با نتایج حاصل از مطالعات قبلی انجام‌شده در زمینه قزل‌آلا توسط بزگلو و همکاران و نیز با مطالعات انجام‌شده توسط اسنگان و اردال (۲۰۰۷) ، ازکان و فرت (۲۰۰۷)، کزیلاسلان (۲۰۰۹) و رمضانی امیری و زیبایی (۱۳۸۹) در زمینه کشاورزی هماهنگی دارد.

**جدول (۳) سهم استفاده انرژی در تولید قزل‌آلا**

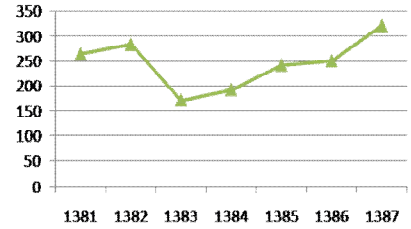
| | مقدارانرژی (مگاژول/متر مربع) | درصد انرژی |
|---|---|---|
| انرژی تجدیدپذیر | ۵۰/۳۹ | ۱۷/۸۵ |
| انرژی تجدیدناپذیر | ۲۳۱/۸۱ | ۸۲/۱۵ |
| انرژی مستقیم | ۲۳۳/۴۶ | ۸۷/۰۵ |
| انرژی غیرمستقیم | ۴۸/۷۴ | ۱۲/۹۵ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

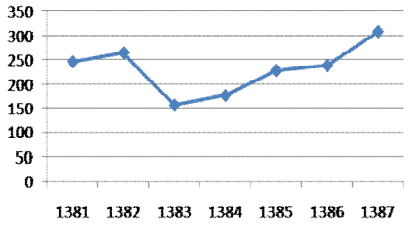
نمودارهای (۱)، (۲)، (۳) و (۴) به ترتیب روند مصرف انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و نمودار (۵) نیز روند تولید را طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ در مزارع پرورش قزل‌آلای استان فارس نشان می‌دهد. همانطور که از نمودارهای (۲) و (۳) برمی‌آید مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین انرژی‌های مستقیم روند تقریبا صعودی را با نوسانی اندک و هماهنگ با روند تولید را طی می‌کند. مصرف انرژی تجدیدناپذیر و انرژی مستقیم که بخش اعظم آن را انرژی مستقیم تشکیل می‌دهد نیز روندی تقریبا صعودی را همراه با یک افت محسوس در سال ۸۳ طی می‌نماید. اطلاعات موجود نشان می‌دهد که در سال ۸۳ اکثر مزارع، مساحت استخرها را بدون افزودن تعداد دستگاه‌ها افزایش داده‌اند و به تدریج در سال‌های بعد مبادرت به خرید دستگاه‌های جدید نمودند. در نتیجه مقدار مصرف انرژی‌های نهاده‌ای سوخت و الکتریسیته در این سال در واحد سطح نسبت به سال ۸۲ کاهش یافته و در سال‌های بعد با افزایش تعداد دستگاه‌ها میزان مصرف این انرژی‌ها نیز رو به افزایش گذارده است.



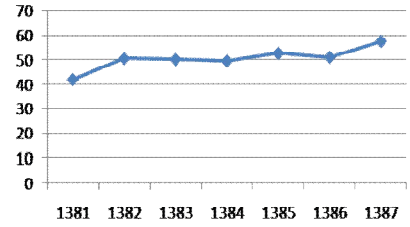

نمودار۲- روند مصرف انرژی غیرمستقیم طی دوره



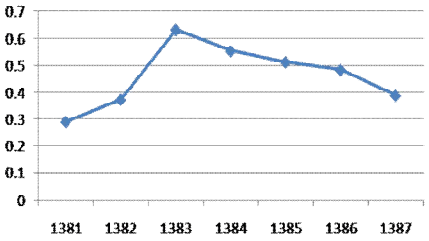

نمودار۱- روند مصرف انرژی مستقیم طی دوره



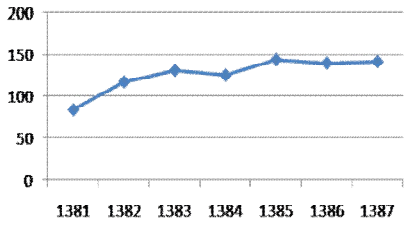

نمودار۴- روند مصرف انرژی تجدیدناپذیر طی دوره




نمودار۳- روند مصرف انرژی تجدیدپذیر طی دوره




نمودار۶- روند کارایی مصرف انرژی طی دوره




نمودار۵- روند تولید قزل آلا طی دوره

روند شاخص کارایی انرژی در نمودار (۶)آمده است. پایین‌تر از یک بودن نسبت ستاده- نهاده در تمام مقاطع نشان‌دهنده عدم کارایی بهره‌برداران در طی دوره مورد بررسی می‌باشد. همچنان بیانگر این امر می‌باشد که بیشترین میزان کارایی مربوط به سال ۸۳ است که طبق مطالب پیشگفته می‌توان علت آن را افزایش مقیاس فعالیت بدون افزایش تعداد دستگاه‌ها در این سال بیان نمود. از طرفی مقادیر شاخص در همه سال‌ها نشان از ناکارایی مزارع دارد. لازم به ذکر است که این موضوع در میانگین صادق است و نمی‌توان آن را به تمام مزارع تعمیم داد. علت این ناکارایی را می‌توان سهم بالای انرژی‌های تجدیدناپذیر و مصرف بالای آن‌ها به دلیل ارزان بودن در بخش آبزی‌پروری، دانست.

۲.۳. برآورد اقتصادسنجی جهت بررسی اثر انرژی‌های مصرفی بر عملکرد

یکی از اهداف این مطالعه بررسی رابطه میان انرژی نهاده‌های مصرفی و محصول می باشد. برای این منظور از تابع تولید گاب داگلاس استفاده شده است. یکی از ویژگی‌های این تابع این است که ضرایب بیانگر کشش‌ها می‌باشند. نتایج مدل اقتصاد سنجی برای الگوی مصرف انرژی در تولید قزل‌آلا در جدول (۴) آورده شده است.

همانطور که از نتایج جدول برمی‌آید، اثر انرژی نهاده‌های مصرفی بچه‌ماهی، غذا، سوخت و الکتریسیته بر عملکرد در سطح ۱٪ معنی دار شده است. ضرایب همه این نهاده‌ها نیز مثبت است. به این مفهوم که با افزایش مصرف این نهاده‌ها در پرورش قزل‌آلا میزان تولید نسبت به شرایط کنونی افزایش می‌یابد. از میان انرژی نهاده‌های مصرفی بالاترین اثر مربوط به انرژی نهاده غذا است (۰/۷۵).

**جدول (۴) برآورد اثر انرژی‌های مصرفی روی عملکرد قزل‌آلا**

$$\ln Y_i = \ln \alpha_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + \alpha_5 \ln X_5 + \varepsilon_i$$

| متغیر | ضرایب | آماره t | انحراف معیار |
|---|---|---|---|
| عرض از مبدأ | ۰/۵۱*** | ۴/۳۶ | ۰/۱۲ |
| انرژی بچه‌ماهی | ۰/۰۹*** | ۵/۶۴ | ۰/۰۲ |
| انرژی نیروی کار | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۳ |
| انرژی غذا | ۰/۶۷*** | ۲۳/۸۶ | ۰/۰۳ |
| انرژی سوخت دیزل | ۰/۰۴*** | ۳/۶۹ | ۰/۰۱ |
| انرژی الکتریسیته | ۰/۰۳*** | ۳/۱۰ | ۰/۰۰۸ |
| $R^2$=۰/۰۰۰Prob(F-statistic)= | ۰/۷۲ | | |

*، ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

مأخذ: یافته‌های تحقیق

هاتریلی و همکاران (۲۰۰۶) این مدل اقتصاد سنجی را برای تولیدات گوجه گلخانه‌ای در ایالت آنتالیای ترکیه بسط دادند. آنها گزارش کردند که بترتیب نهاده های انرژی نیروی‌کار ، کود، مواد شیمیایی، ماشین‌آلات و آب نهاده‌هایی هستند که روی عملکرد اثر معنی‌دار مثبت دارند.

۳.۳. بررسی اثر انرژی نهاده‌های مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد

نتایج حاصل از بررسی اثر انرژی نهاده‌های مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد قزل‌آلا نشان داد که در پرورش قزل‌آلا اثر انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد در سطح ۱٪ معنی دار است. ضرائب انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم آن به ترتیب ۰/۰۹ و ۰/۷۶ که علامت ضرایب نیز قابل انتظار است (جدول ۵). به این مفهوم که افزایش ۱ درصد در انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم منجر به افزایش ۰/۰۹و ۰/۷۶ درصد در مقدار تولید قزل‌آلا در واحد سطح می‌شود.

**جدول (۵) برآورد اثر انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم روی عملکرد قزل‌آلا**

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln DE + \beta_2 \ln IDE + \varepsilon_i$$

| متغیر | ضرایب | آماره t | انحراف معیار |
|---|---|---|---|
| عرض از مبدأ | -۰/۱۴*** | -۱/۰۵ | ۰/۱۴ |
| انرژی مستقیم | ۰/۰۹*** | ۴/۰۵ | ۰/۰۲ |
| انرژی غیرمستقیم | ۰/۷۶*** | ۲۶/۹۹ | ۰/۰۳ |
| $R^2$=۰/۰۰۰Prob(F-statistic)= | ۰/۷۳ | | |

*، ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان طور که در جدول (۵) قابل مشاهده است میزان اثر انرژی‌های غیرمستقیم در افزایش تولید بیشتر از اثر انرژی‌های مستقیم است (جدول۹).

۴.۳. بررسی اثر نهاده‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر عملکرد

در بررسی اثر انرژی‌های تجدید شونده و تجدید ناشونده بر عملکرد قزل‌آلا، این نتیجه حاصل شد که اثر انرژی‌های تجدید شونده و تجدید ناشونده بر عملکرد در سطح ۱٪ معنی دار شد. ضرائب انرژی‌های تجدید شونده و تجدید ناشونده مثبت و بترتیب ۰/۸۴ و ۰/۰۹ و قابل انتظار می‌باشد (جدول ۶). به این مفهوم که افزایش مصرف این انرژی‌ها منجر به افزایش در مقدار تولید این محصولات می‌شود.

**جدول (۶) برآورد اثر انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر روی عملکرد قزل‌آلا**

$$\ln Y_i = \ln \gamma_0 + \gamma_1 \ln RE + \gamma_2 \ln NRE + \varepsilon_i$$

| متغیر | ضرایب | آماره t | انحراف معیار |
|---|---|---|---|
| عرض از مبدأ | -۰/۷۰*** | -۳/۸۱ | ۰/۱۸ |
| انرژی تجدیدپذیر | ۰/۸۴*** | ۱۹/۰۱ | ۰/۰۴ |
| انرژی تجدیدناپذیر | ۰/۰۹*** | ۳/۳۴ | ۰/۰۳ |
| $R^2$=۰/۵۹ | Prob(F-statistic)=۰/۰۰۰ | | |

*، ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

مأخذ: یافته‌های تحقیق

اثر انرژی تجدیدپذیر (بچه‌ماهی، نیروی کار و غذا) بر عملکرد بیشتر از اثر انرژی تجدیدناپذیر (سوخت دیزل و الکتریسیته) بر عملکرد است.

۵.۳. بررسی ارتباط میان مساحت استخرها و کارایی انرژی

برای بررسی ارتباط میان مساحت استخرها و کارایی انرژی، ابتدا مزارع پرورش ماهی به سه دسته مزارع بزرگ، متوسط و کوچک تقسیم شدند. به این ترتیب که مزارع با مساحت مفید بالای ۵۰۰۰ مترمربع در دسته مزارع بزرگ، مزارعی که مساحت مفیدی بین ۱۵۰۰ مترمربع تا ۵۰۰۰ مترمربع داشته باشند در دسته مزارع متوسط و مزارعی که مساحت زیر ۱۵۰۰ مترمربع داشته باشند در دسته مزارع کوچک قرار گرفتند.

حدود۱۴ درصد از پرورش‌دهندگان در مزارع بزرگ پرورش ماهی و ۵۸ درصد از آنها در مزارع متوسط و ۲۸ درصد باقی‌مانده در مزارع کوچک مشغول فعالیتند. میزان مصرف انرژی و شاخص‌های انرژی مزارع همگن در جدول (۷) آورده شده است.

میزان کل انرژی مصرفی نهاده‌ها در مزارع کوچک ۳۴۶۸۴۰ مگاژول، در مزارع متوسط ۶۳۱۸۳۶/۷ مگاژول و در مزارع بزرگ ۲۰۶۲۲۰۲ مگاژول است. متوسط انرژی تولیدی نیز در در مزارع کوچک ۱۴۶۸۳۷/۱ مگاژول، در مزارع متوسط ۳۰۸۵۶۱/۱ مگاژول و در مزارع بزرگ ۱۱۱۲۹۶۵ مگاژول می‌باشد. همانطور که از نتایج برمی‌آید میزان انرژی مصرفی رابطه عکس و میزان انرژی تولیدی رابطه مستقیم با مساحت استخرها و در واقع مقیاس فعالیت دارد.

نسبت انرژی ستاده به نهاده یا راندمان مصرف انرژی در مزارع کوچک ۰/۴۱ و در مزارع متوسط ۰/۴۶ و در مزارع بزرگ ۰/۵۱ می‌باشد. این نسبت‌ها بیان می‌کنند با وجود اینکه متوسط مزارع پرورش ماهی در مقیاس‌های مختلف با عدم کارایی در مصرف انرژی مواجه می‌باشند، اما میزان این ناکارایی در مزارع با مقیاس فعالیت کوچکتر، بیشتر است.

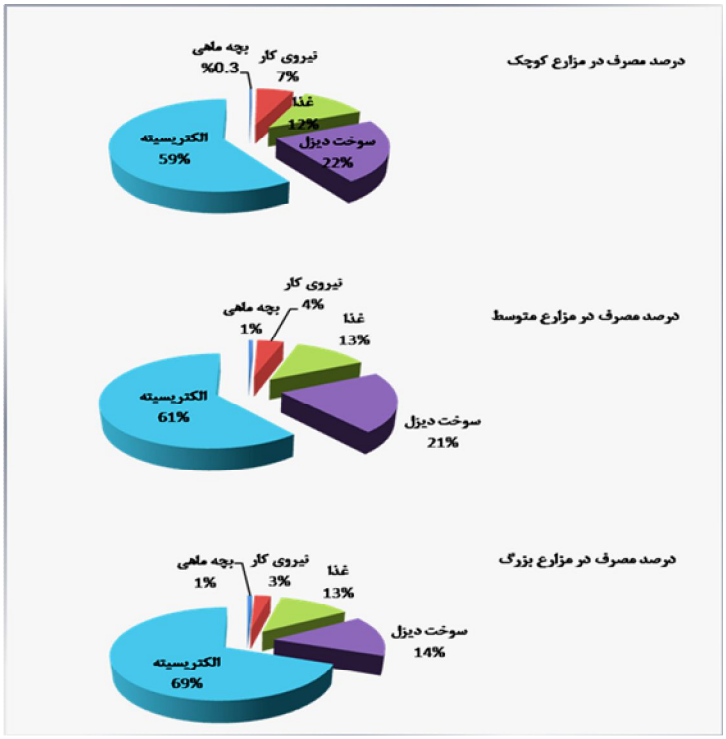
**جدول (۷) میزان مصرف انرژی شاخص‌های کارایی انرژی در مقیاس‌های مختلف مزارع**

| | مزارع بزرگ | مزارع متوسط | مزارع کوچک |
|---|---|---|---|
| کل انرژی نهاده مصرفی | ۲۰۶۲۲۰۲ | ۶۳۱۸۳۶/۷ | ۳۴۶۸۴۰ |
| کل انرژی تولیدی | ۱۱۱۲۹۶۵ | ۳۰۸۵۶۱/۱ | ۱۴۶۸۳۷/۱ |
| نسبت انرژی ستاده به نهاده | ۰/۵۱ | ۰/۴۶ | ۰/۴۱ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همانطور که در شکل (۱) قابل مشاهده است به طور متوسط در مقیاس‌های مختلف مزارع قسمت اعظم انرژی مصرفی به‌ترتیب متعلق به الکتریسیته، سوخت دیزل، غذا و بچه‌ماهی است. اما در این میان در مورد مصرف انرژی تجدیدناپذیر در مزارع بزرگ ۸۳ درصد در مزارع متوسط ۸۲ درصد و در مزارع کوچک ۸۱ درصد سهم انرژی مصرفی را به خود اختصاص می‌دهند که تفاوت محسوسی ندارند و نکته قابل توجه در اینجا مصرف بالای این انرژی‌ها می‌باشد. همانطور که قبلا گفته شد، دلیل بالا بودن میزان انرژی مصرفی، استفاده زیاد از نهاده‌های سوخت دیزل و الکتریسیته را می‌توان به مکانیزه شدن مزارع و همچنین قیمت پایین این نهاده‌ها در آبزی‌پروری نسبت داد. از طرفی ارتباط معکوس میان انرژی مصرفی و مساحت استخرها را می‌توان به صرفه‌جویی در مقیاس نسبت داد.

**شکل (۱) درصد مصرف نهاده‌های انرژی در مقیاس‌های مختلف مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا**



## ۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج نشان داد به طور متوسط انرژی نهاده‌های مصرفی برای تولید قزل‌آلا در مزارع کوچک بیشتر است و انرژی تولیدی نیز مزارع بزرگ بیشتر است. بنابراین راندمان مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی در مزارع بزرگ بیشتر از مزارع کوچک است. البته در همه مقیاس‌ها حتی مزارع بزرگ متوسط نسبت ستاده به نهاده انرژی کمتر از یک است. به این مفهوم که در تولید قزل‌آلا از نهاده‌ها به طور کارا استفاده نشده است. بیشترین درصد انرژی مصرفی در تولید قزل‌آلا به ترتیب متعلق به الکتریسیته، سوخت دیزل و غذا است.

کاهش راندمان انرژی در محصولات بدلیل پایین بودن قیمت منابع انرژی، در دسترس بودن وافر این منابع، استفاده زیاد از نهاده سوخت و الکتریسیته به دلیل مکانیزه شدن مزارع و عدم آگاهی پرورش‌دهندگان برای استفاده از نهاده‌ها به میزان کافی می باشد.

از یک دیدگاه در پرورش قزل‌آلا درصد انرژی مستقیم از کل انرژی مصرفی بسیار زیاد می‌باشد. این امر به دلیل مصرف بیش از حد الکتریسیته و سوخت دیزل است. و از دیدگاه دیگر درصد انرژی تجدیدناپذیر از کل انرژی مصرفی، بسیار بالا است که این مورد نیز به دلیل مصرف بیش از حد الکتریسیته و سوخت دیزل می‌باشد.

بررسی روند مصرف انرژی و شاخص‌های کارایی انرژی نیز نشان داد که پرورش‌دهندگان در تولید انرژی کارایی لازم را ندارند و افزایش در مصرف انرژی بر تولید آن پیشی گرفته است و در نهایت سبب کاهش کارایی در پرورش قزل‌آلا گردیده است. علیرغم عدم کارایی انرژی در پرورش قزل‌آلا، نسبت منفعت به هزینه حاکی از وجود سود اقتصادی و ایجاد درآمدزایی برای پرورش-دهندگان است.

با توجه به نتایج حاصل از برآوردهای اقتصاد سنجی، با افزایش نهاده غذا، میزان تولید نسبت به شرایط کنونی بهبود می‌یابد. بررسی اثر انرژی های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر نیز نشان داد که همه این دسته انرژی‌ها اثر مثبت و معنی-دار بر تعملکرد قزل‌آلا داشته‌اند.

از آن جایی که بیشترین انرژی سوخت فسیلی و الکتریسیته به صورت سوخت مصرفی ماشین‌آلات استفاده می‌شود و یکی از اقلام هزینه‌های متغیر در هزینه‌های پرورش‌قزل‌آلا می‌باشد، بنابراین تلاش در جهت استفاده بهینه از سوخت و الکتریسیته و همچنین مدیریت دستگاه‌ها در راستای کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از هدر رفتن منابع تجدیدناپذیر، یکی از قدم‌های مهم در جهت کارایی مصرف انرژی می‌باشد. مصرف بیش از حد منابع تجدیدناپذیر در سیستم‌های رایج پرورش‌ماهی، به همراه اثرات جانبی درازمدتی که بر اکوسیستم می‌گذارند، باعث عدم پایداری این سیستم‌ها می‌شود. بنابراین لازم است که با توسعه تکنولوژی به منظور بکارگیری سیستم‌های جدید که از سوخت‌های جایگزین انرژی فسیلی استفاده می‌کنند و در نظر گرفتن سیاست‌های ویژه از طرف سیاستمداران، در جهت ایجاد سیستم‌های تولید کاراتر و دوستانه‌تر با محیط زیست اقدام کرد.

## منابع


آمار سازمان خواربار جهانی (فائو). www.fao.org.

آمارنامه سازمان شیلات ایران سال ۱۳۸۸.

آمارنامه شیلات استان فارس سال ۱۳۸۸.

ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۷، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

خیاطی، م. و مشعوفی، م (۱۳۸۶) اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری کل عوامل تولید در مزارع پرورش ماهی، مطالعه موردی مزارع گرمابی و سردابی استان گیلان. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۵۹.

ذوقی‌پور، ا. و ترکمانی، ج (۱۳۸۶) تحلیل الگوی داده- ستانده انرژی در بخش کشاورزی ایران. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران.

رمضانی امیری، ه و زیبایی، م (۱۳۸۹) بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصولات گوجه، خیار و خربزه تحت شرایط کشت زیرپلاستیک در شهرستان فیروزآباد فارس. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، (۱): ۶۵-۵۸.

زارع مهرجردی، م. و ضیاء آبادی، م (۱۳۸۹) بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران. مجله توسعه و سرمایه، (۵): ۱۵۳-۱۳۳.

شعبانی، ز.، رفیعی، ش. و مبلی. ح (۱۳۹۰) مدیریت مصرف انرژی گلخانه گل میخک با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها. کنفرانس بهینه‌سازی مصرف انرژی.

عامری، ع. ا (۱۳۷۹) بررسی کارایی (بازده) انرژی در سیستم‌های سنتی و مدرن کشاورزی، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس سراسری روستا و انرژی، ۵۲۰-۵۰۱.

غجه بیک، ف (۱۳۸۸) توسعه یک سیستم تصمیم‌یار مدیریت مصرف انرژی در گلخانه‌های سبزی و صیفی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران.

کوچکی, ع. و صدرآبادی حقیقی، ر (۱۳۷۷) نهاده‌های انرژی در نظام‌های زراعی استان خراسان، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، (۲۳): ۱۰۳-۸۹.

کوچکی، ع (۱۳۷۳) کشاورزی و انرژی، انتشارات و دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۱۵۰.

کوچکی، ع. و حسینی، م ( ۱۳۶۸) سیر انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی، انتشارات جاوید، مشهد.

کونک او، ح (۱۳۸۳) مجموعه مقالات همایش هشتم شیلات ایران، ترجمه ابراهیم میگلی‌نژاد، معاونت تکثیر و پرورش آبزیان، شرکت سهامی شیلات ایران.

نصیری، س. م (۱۳۸۷) تأثیر کاهش واحدهای تصمیم‌سازی و ورودی‌های انرژی بر نسبت انرژی، انرژی ویژه و کارایی زارعان، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون.

Acarog˘lu M, Aksoy AS (2005) The cultivation and energy balance of Miscanthusxgi- ganteus production in Turkey. Biomass and Bioenergy. (29): 42-48.

Bozoglu M, Ceyhan V (2009). Energy conversion efficiency of trout and sea bass production in the Black Sea, Turkey. Energy. (34): 199-204.

Chouhan N.S, P.K.J. Mohapatra and K.P.Pandey (2006) Improving energy productivity in paddy production through benchmarking- An application of data envelopment analysis. Energy Conversion and Arangment, (47):1063-1085.

Esengu¨n K, Gu¨ndu¨z O, Gu¨ listan E (2007) Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversion and Management. (48): 592-598.

Gezer I, Acarog˘lu M, Hacıseferog˘ulları H.U (2003) se of energy and labour in apricot agriculture inTurkey. Biomass and Bioenergy. (24): 215-219.

Hatirli, S.A., Ozkan, B. and Fert, K (2005) An econometrics analysis of energy input-output in Turkish agriculture, Renewable and Sustainable Energy Reviews, (9): 608-623.

Kizilaslan, H (2009) Input- output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey, Applied Energy, (8): 1354-1358.

Nassiri, S.M., Singh, S (2009) Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique, Applied Energy, (86): 1320-1325.

Nassiri, S.M., Singh, S (2009) Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique, Applied Energy, (86): 1320-1325

Ozkan B, Fert C, Karadeniz CF (2007) Energy and Cost analysis for greenhouse and open-field grape production, Energy. (32): 1054-1500.

Ozkan, B., Akcaoz, H. and Fert, C (2004) Energy input-output analysis in Turkish agriculture, Renewable Energy, (29): 39-51.

Pathak BS, Binning AS (1985) Energy use pattern and potential for energy saving in rice wheat cultivation, Energy in Agriculture. (4): 271-278.

Singh H, Mishra D, Nahar NM (2002) Energy use pattern inproduction agriculture of a typical village in arid zone India—part I. Energy Conversion and Manage- ment. (43): 75–86.

Singh H, Singh AK, Kushwaha HL, Singh A (2007) Energy consumption of wheat production in India. Energy. (32): 1848-1854.

Thakur CL, Mishra BL (1993) Energy requirements and energy gaps for production of major crops in Madhya Pradesh. Agricultural Situation of India.

Yadav RN, Singh RKP, Prasad S (1991) An economic analysis of energy requirements in the production of potato crop in Bihar Sharif block of Nalanda district (Bihar). Economic Affairs. (36): 112-119.

# Investigating Efficiency of Energy Consumption in The Fars Province Trout Farms

**Robabeh Ghasemi[1] & Mansour Zibae[2]**

## Abstract

Now a day fish culture for replying to the production of more food for increasing population and supplying enough and nutritious material consume lots of energy. So by considering the scarce resources and the effect of consuming various energies on human and the nature, it is necessary to survey on using pattern in this part. For this reason in this study we focus on energy efficiency index and effect of used energy inputs on function of Trout and also the process of using renewable, nonrenewable, direct and indirect energies in trout culture farm during 1381-1387 in Fars province.

The result show that efficiency of using energy in large farms is more than small farms. Generally Trout farmers in supplying energy have no efficiency and most of used energy in this section is related to the nonrenewable and direct energy. Nonefficiency in using energy can lead to some nature problems, so the policy men should use some new policy methods to guaranty the stability and efficiency in using energy.

**Category JEL: Z**

**Key words***: Fars province, energy efficiency index, nonrenewable energy, direct energy*

University[1]- M.S. gratuated students of Agiricultural Economics in Shiraz
2_Associated Prof of Agricultural Economics of Shiraz University
Email: Rubghasemi@gmail.com