تعیین شاخص‌های کارآیی انرژی در پرورش ماهی قزل‌آلا (استان البرز)

اکبر یونسی[۱*]، ارژنگ جوادی[۲]، محمدهاشم رحمتی[۲]

۱- کارشناس ارشد مکانیزاسیون، کرج، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، akbar.younesi@yahoo.com
۲- دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
۲- استادیار دانشگاه گرگان

چکیده

تحقیق حاضر با توجه به اهمیت انرژی و پروتئین ماهی به منظور بررسی و تعیین شاخص‌های کارآیی انرژی و ارائه راهکارهای لازم به‌منظور ارتقاء مقادیر شاخص‌های انرژی در استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای استان البرز اجرا شده است. به‌همین منظور اطلاعات مربوطه از ۵ سایت پرورش ماهی قزل‌آلا که از آب رودخانه استفاده می‌نمودند توسط پرسشنامه و مراجعه مستقیم به صاحبان و مدیران سایت‌ها و مراجعه به سوابق دادهٔ آنها جمع‌آوری گردید. در ادامه اقدام به محاسبه مقدار انرژی نهاده‌های ورودی و خروجی و روش‌های تحلیل آماری از قبیل تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین و ضریب همبستگی مصرف انرژی نهاده‌ها گردید. نتایج نشان داد میانگین تولید ماهی در استخرهای پرورش ماهی منطقه ۲۶/۸۸ (کیلوگرم بر متر مربع) می‌باشد. همچنین میانگین کل انرژی مصرفی در تولید ماهی ۷۳/۸۴ (مگاژول در کیلوگرم) بود؛ به‌نحوی که انرژی مصرفی الکتریسیته با ۵۰٪ و انرژی مصرفی مواد خوراکی با ۲۹٪ و انرژی مصرفی سوخت با ۱۹٪ به ترتیب بیشترین سهم مصرف انرژی را داشته‌اند. این سه مورد ۹۸ ٪ از کل انرژی مصرفی در تولید ماهی را به خود اختصاص داده است. همچنین نتایج حاصل از تحقیق نشان داد متوسط مقادیر انرژی‌های ورودی، خروجی، افزوده خالص انرژی، نسبت انرژی و بهره‌دهی انرژی در استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا به ترتیب(mJ) ۳۵۲۱۶۵۴/۲۱۴، (mJ) ۲۶۴۲۷۲، (mJ) ۳۲۵۷۳۸۲/۲۱۴- ، ۰/۰۸ و $(^{kg}/_{mj})$ ۰/۰۱ می‌باشد. طبق این نتایج از بین نهاده‌های مصرفی انرژی، الکتریسیته و گازوئیل دو عاملی هستند که با مدیریت صحیح مصرف آنها می‌توان کارآیی انرژی در استخرها را افزایش داد. از کل انرژی مصرفی، ۷۱٪ مستقیم و ۲۹٪ غیرمستقیم بوده است. تحلیل انرژی بیانگر آن است که می‌توان با مدیریت فنی و مصرف کمتر نهاده‌های ورودی به حفظ و بهبود عملکرد دست یافت.

واژه‌های کلیدی: استخر پرورش ماهی، شاخص‌های انرژی، ماهی قزل‌آلا، مصرف انرژی

مقدمه

مباحث انرژی در کشاورزی به دلیل اهمیت زیادی که در تصمیم‌گیری در زمینه کاربرد نهاده‌های مختلف در شرایط مشخص سیستم‌های کشاورزی مناطق مختلف دارا است همواره مد نظر بوده است. بخش کشاورزی به‌طور متوسط ۵ درصد از کل منابع انرژی در جوامع را مصرف می‌کند. البته با در نظر گرفتن ضایعات تبدیلی و فرآوری محصولات کشاورزی و سیستم توزیع، این

سهم به ۱۶ تا ۲۰ درصد نیز می‌رسد(Pimentel *et al*., 1998). هدف اصلی یک سیستم کشاورزی تولید فرآورده‌هایی از حیوانات و گیاهان است. از نگاه انرژی میزان تولید باید بیشتر از میزان نهاده باشد، بنابراین یک کشاورزی سیستماتیک و هدفمند، همیشه با به‌کارگیری معقولانه منابع تولید سروکار دارد(خلیلی و همکاران، ۱۳۷۷). استفاده موثر از انرژی یکی از نیازهای اساسی کشاورزی پایدار است. مصرف انرژی در کشاورزی، در پاسخ به افزایش جمعیت، محدودیت زمینهای قابل کاشت و تمایل به استانداردهای بهتر زندگی افزایش یافته است. افزایش تقاضا برای مواد غذائی باعث تشدید در مصرف کودهای شیمیائی، آفت‌کش‌ها، ماشین‌ها و سایر منابع طبیعی شده است. افزایش مصرف انرژی در سال‌های اخیر باعث ایجاد مشکلاتی در سلامتی افراد و مسائل زیست محیطی شده است. استفاده موثر از انرژی در کشاورزی مشکلات زیست محیطی را کاهش می‌دهد و از تخریب منابع طبیعی جلوگیری کرده و کشاورزی پایدار را به عنوان یک سامانه تولیدی اقتصادی توسعه می‌دهد(Erdal *et al*., 2007).

– راویچر و مایر(۱۹۷۷) مصرف انرژی برای چندین نوع غذای دریایی رامحاسبه کرده اند. آنها این انرژی را بین ۲ تا ۱۹۲ کیلوکالری به ازای هر کیلوکالری انرژی پروتئین ماهی تولید شده تخمین زده اند.آنها دریافتند بیشترین پروتئین ماهی تولید شده مربوط به شاه ماهی است که فقط ۲ کیلوکالری انرژی فسیلی به ازای تولید ۱ کیلوکالری پروتئین نیاز است. ماهیهای معمولی مانند هادوک نیاز به مصرف ۲۳ کیلوکالری انرژی فسیلی به ازای هر کیلوکالری پروتئین تولیدی دارد و بالاترین میزان مصرف انرژی فسیلی یعنی ۱۹۲ کیلو کالری به ازای هر کیلو کالری پروتئین مربوط به خرچنگ است(کوچکی،۱۳۷۳).

– دوربکاستل و همکاران(۲۰۰۹)دوسیستم پرورش ماهی قزل‌آلا با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات را مقایسه کردند. ارزیابی چرخه حیات برای برآورد اثر زیست محیطی جهانی دو سیستم مختلف برای تولید ماهی قزل‌آلا انجام شد. یکی از این دو سیستم بر اساس داده های عملیاتی از یک محل عملی پرورش ماهی که از سیستم جریان سراسری (Flow Through System: FTF) استفاده می کرد بود و دیگری بر مبنای یک پایلوت آزمایشی با سیستم low head recirculating system (RSF) که در همان محل واقع شده بود.آنها دریافتند در سیستم RSF برای تولید هر تن ماهی ۵۷۶۵۹ مگاژول (16 kWh / kg) انرژی مصرف شد که۴۰–۲۴ درصد بیشتر از سیستم FTF بود، این افزایش انرژی مصرفی به ویژه برای هوادهی و تیمار آب به کار رفته است. با این وجود، سیستم RSF پتانسیل بالایی برای کاهش انرژی از طریق طراحی بیوفیلترها و بهبود جابجایی با هوا (airlift) دارد که ممکن است انرژی مصرفی در سیستم RSF را به حد مشابه انرژی مصرفی در سیستم FTF کاهش دهد. که این میزان ۳۴۸۶۹–۴۳۸۴۱ مگاژول برای تولید هر تن ماهی، به ترتیب معادل ۱۰ و ۱۲ کیلو وات ساعت است.

مواد و روش‌ها

استان البرز در سال ۱۳۸۹ رسما به استان تبدیل و دارای ۳ شهرستان طالقان، نظرآباد و هشتگرد می‌باشد. آب و هوای استان البرز در نواحی شمالی معتدل مایل به سرد و در نواحی جنوبی معتدل است و از نظر بارندگی جزو نواحی خشک محسوب می‌گردد. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۰ متر و جمعیت آن حدود ۳ میلیون نفر می‌باشد. اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق از استخرهای

پرورش ماهی قزل‌آلا که از آب رودخانه استفاده می‌کردند در سه تکرار و در طول دوره تولید، از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری با صاحبان استخرها، مراجعه به سوابق بایگانی، استفاده از کارشناسان و اساتید شیلات، مراجعه به مدیریت‌های جهاد کشاورزی مناطق، مراجعه به شرکت‌های تولید خوراک دام و آبزیان و ... به‌دست آمد. در پرسشنامه موارد متعددی از اطلاعات مورد نیاز ذکر شده که از جمله مهمترین آن میتوان به مساحت استخرها، نوع و میزان خوراک مصرف شده، نوع و میزان سوخت‌های مصرفی، مدت زمان تولید، تعداد و زمان کار نیروی انسانی، میزان الکتریسیته مصرفی، حمل و نقل، مشخصات استخرها، تعداد بچه ماهی و محل تامین آن، میزان تولید و دیگر موارد ضروری و تاثیرگذار در تولید ماهی اشاره کرد. سایت‌های پرورش ماهی شامل ۵ سایت (S1,S2,S3,S4,S5) می‌باشند و سایت شماره ۱ که بزرگترین مرکز پرورش ماهی استان البرز و یکی از مراکز بزرگ پرورش ماهی کشور است در مرکز شهر کرج و در کنار جاده چالوس قرار دارد. مساحت استخرهای این سایت ۳۰۷۵ متر مربع و تولید سالیانه ماهی آن ۱۱۰ تن در سال است. مدت پرورش ماهی از ابتدای بچه‌ریزی ماهی تا هنگام فروش ۱۱ ماه است. سایت شماره ۲ در روستای حسنجون از توابع شهرستان طالقان و با فاصله ۱۰۰ کیلومتر از مرکز استان در دامنه رشته کوه البرز قراردارد. مساحت استخرهای آن ۱۰۰۰ متر مربع و تولید سالانه آن ۲۰ تن است. طول مدت هر دوره پرورش ماهی در این سایت ۱۸ ماه است. سایت شماره ۳ در روستای هیو از توابع شهرستان ساوجبلاغ بوده و فاصله آن تا مرکز استان ۴۵ کیلومتر است. مساحت استخرهای آن ۶۰۰ متر مربع و تولید سالانه آن ۹ تن است. طول مدت هر دوره پرورش ماهی در این سایت ۸ ماه است. سایت‌های شماره ۴ و ۵ در روستای برقان واقع در شمال شهر کرج قرار دارند. مساحت استخرها به ترتیب ۱۰۰۰ و ۵۰۰ متر مربع و تولید سالیانه آنها ۱۵ و ۱۲ تن است. طول مدت پرورش ماهی هر دو سایت ۱۴ ماه است. در همه سایت‌ها از پمپ‌های هواده استفاده می‌شد و عملیات-های خوراک‌دهی، تمیزکاری، جداسازی و سایزبندی ماهی‌ها و سایر عملیات‌های لازم در همه سایت‌ها به صورت مشابه انجام می-شد.

شاخص‌ها و مفاهیم آنالیز انرژی

برای مطالعه و محاسبه میزان انرژی و شاخص‌ها، مفاهیم اصلی مورد نیاز هستند که باید تعریف شوند و این مفاهیم به شرح زیر است:

نسبت انرژی **(Energy Ratio) ER**

نسبت انرژی ستاده به انرژی نهاده، نسبت انرژی نامیده می‌شود**(Kitani, 1999)**. این نسبت در رابطه ۱ نشان داده شده است.

$$\textbf{Enrgy Ratio}=\frac{EnregyOutput}{EnergyInput} \qquad (۱)$$

افزوده ی خالص انرژی **(Net Energy Gain) NEG**

افزوده خالص انرژی عبارت است از تفاوت انرژی خالص خروجی و انرژی کل مورد نیاز سیستم(انرژی ورودی). این شاخص در رابطه ۲ نشان داده شده است.

$$\text{Net Energy Gain=Energy Output-Energy Input (MJ)} \quad (۲)$$

بهره‌وری انرژی EP (Energy Productivity)

بهره‌وری انرژی شاخصی است که نشان می‌دهد در هر زمان برای هر نوع محصول مشخص در هر منطقه و به ازای هر واحد نهاده انرژی که مصرف می‌شود چه میزان محصول تولید می‌شود. این شاخص در رابطه ۳ نشان داده شده است.

$$\text{Energy} = \frac{fishOutput}{EnergyInput} \quad (Kg/Mj) \quad (۳)$$

شدت انرژی EI (Energy Intensity)

شدت انرژی نسبت کل انرژی نهاده به وزن محصول ستاده در واحد سطح می‌باشد و بر حسب (mj/kg) مشخص می‌شود. این شاخص در رابطه ۴ نشان داده شده است.

$$\text{Specific Energy}=\frac{EnergyInput}{Yield} \quad (Mj/Kg) \quad (۴)$$

نهاده‌های انرژی

الف– نهاده های انرژی مصرفی مستقیم:

نهاده‌هی انرژی مستقیم در استخرهای پرورش ماهی شامل سوخت، الکتریسیته، نیروی انسانی و حمل و نقل می‌باشند.

ب– نهاده های انرژی مصرفی غیر مستقیم:

نهاده‌های انرژی غیر مستقیم مواد خوراکی مورد نیاز ماهی را شامل می‌شوند.

انرژی نیروی انسانی

اکثر عملیات‌های غذادهی، لایروبی، جابجایی مواد، ماهیگیری و ... در سطح استخرها بوسیله نیروی انسانی انجام میگیرد. ضرایب متفاوتی برای محاسبه هم‌ارز انرژی نیروی انسانی ذکر شده است. مبنای ما در این تحقیق مطالعات انجام شده در ایران و کشورهای همسایه بود و ضریب Mj/hr ۱/۹۶ انتخاب شد(Fluck, 1992). کل نیروی انسانی مورد استفاده در عملیات مختلف محاسبه شد و با استفاده از رابطه ۵ انرژی نیروی انسانی برای کل دوره تولید محاسبه گردید.

$$E_{la} = EI_{la} \times t \quad (۵)$$

که در آن:

E_{la}: انرژی نیروی انسانی (Mj/hr) t: میزان نیروی انسانی (h)

EI_{la}: هم‌ارز انرژی کارگر(Mj/hr)

انرژی الکتریسیته(E_{el})

برای محاسبه هم ارز انرژی الکتریسیته که در واقع انرژی لازم برای تولید الکتریسیته یا انرژی نهفته است، ضرایب متفاوتی از جمله(Mj/kwh) ۱۱/۹۳ استفاده شده است(mohammadi *et al., 2008;*mobtaker *et al., 2010*).

حمل ونقل:

ضریب این انرژی بصورت مقدار انرژی در واحد وزن در واحد مسافت($Mj/t.km$) بیان می‌شود.(Kitani,1999) **.انرژی سوخت**

برای محاسبه انرژی سوخت دراستخرهای پرورش ماهی، مقدار سوخت مصرفی در طی عملیات تولید مشخص و با استفاده از رابطه ۶ مقدار آن محاسبه گردید(Erdal *et al.*,2007) .

$$E_{fuel} = Q_i \times E_i \qquad (۶)$$

که در آن:

E_{fuel}: انرژی سوخت (Mj/l) E_i: شدت انرژی سوخت (Mj/l)

Q_i: مقدار سوخت مصرف شده در طول دوره تولید(l)

انرژی مواد غذایی

تغذیه ماهی شامل خوراک آغازین، رشد و پرواری می‌باشد که دارای شدت انرژی متفاوتی نسبت به هم می‌باشند. پس از محاسبه میزان مصرفی هر یک از آنها، آنرا در میزان شدت انرژی یک واحد آن ضرب می‌کنیم تا نتیجه حاصل سهم انرژی هر یک از نهاده های غذایی را نشان دهد. جدول ۱ مقدار انرژی غذای ماهیان سردابی را نشان می‌دهد.

جدول۱. مقدار انرژی غذای ماهیان سردآبی(مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران،، شماره ۵۶۶۱).

نوع غذا	آغازین	رشد	پرواری
انرژی کل حداقل(کیلوکالری بر کیلوگرم)	۴۴۰۰	۴۲۰۰	۴۰۰۰

هم‌ارز انرژی

الف: هم‌ارز انرژی مصرفی

برای محاسبه هم‌ارز انرژی نهاده‌ها در عملیات مختلف از ضرایب و هم‌ارزهایی که سایر محققین کشور و کشورهای همسایه در محاسبه انرژی محصولات زراعی و دامی، خصوصا در زمینه انرژی الکتریسیته، حمل و نقل، سوخت و نیروی انسانی از آن استفاده نموده‌اند بکارگیری شد. این ضرایب در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۲. هم‌ارز انرژی برای نهاده‌های ورودی.

نوع نهاده مصرفی	هم‌ارز	منبع
سوخت دیزل	۵۶/۳ * Mj/l	Erdal *et al.*,2007
حمل و نقل	۳/۰۵ $Mj/t.km$	Kitani,1999
نیروی انسانی	۱/۹۶ Mj/hr	Ozkan *et al.*,2004;Yilmaz *et al.*,.2005; Fluck, 1992
الکتریسیته	۱۱/۹۳ Mj/kwh	mohammadi *et al.*, 2008;mobtaker *et al.*, 2010
خوراک آغازین	۱۸/۴ Mj/kg	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.، شماره ۵۶۶۱
خوراک رشد	۱۷/۵۷ Mj/kg	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.، شماره ۵۶۶۱
خوراک پرواری	۱۶/۷۲ Mj/kg	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.، شماره ۵۶۶۱

* سوخت دیزل به علاوه پالایش و تولید

ب: هم‌ارز انرژی خروجی

در اینجا انرژی خروجی فقط شامل انرژی ماهی تولیدی می‌گردد و در حال حاضر از تولیدات جانبی این استخرها استفاده نمی‌شود. بدین منظور ضمن بدست آوردن وزن کل ماهی تولیدی و با استفاده از ضریب هم‌ارز انرژی ماهی، میزان انرژی خروجی بدست می‌آید.

جدول۳. هم‌ارز انرژی برای محصول خروجی.

نام محصول تولیدی	هم‌ارز	منبع
ماهی قزل‌آلا	۷/۹۶ Mj/kg	موحدی، آ.، و روستا، ر. ۱۳۷۹.جدول ترکیبات مواد غذائی

نتایج و بحث

نهاده‌های ورودی شامل ۷ مورد نهاده کارگری، حمل و نقل، گازوئیل، الکتریسیته، خوراک آغازین، رشد و پرواری می‌باشد که در عملیاتهای غذادهی، لایروبی، سایزبندی، هوادهی، پمپاژ آب، حرارتی، روشنایی، برداشت ماهی و ... در استخرها مورد استفاده قرار می‌گیرند. محصول خروجی شامل ماهی تولید شده می‌باشد. پس از محاسبه مقدار مصرفی هر یک از نهاده‌ها و محصول تولیدی و با در دست داشتن هم‌ارز انرژی واحد هرکدام، میزان انرژی ورودی و خروجی آنها به‌دست می‌آید. ابتدا میانگین کل نهاده‌ها و محصول تولیدی بدست آمده در استخرها به صورت جدول می‌آید و در ادامه ضمن محاسبه تمام پارامترها برای هرکدام از سایت‌ها نسبت به تحلیل و بررسی آنها پرداخته می‌شود.

جدول۴. میزان انرژی نهاده‌های مصرفی و انرژی تولیدی در سایت‌ها.

استخر	انرژی نهاده (مگاژول)	انرژی ستاده (مگاژول)
S1	۷۷۴۹۵۰۰	۸۷۵۶۰۰
S2	۱۷۷۸۶۶۹	۱۵۹۲۰۰
S3	۸۷۱۳۸۹	۷۱۶۴۰
S4	۹۶۵۶۰۷	۱۱۹۴۰۰
S5	۸۹۲۲۷۵	۹۵۵۲۰
جمع	۱۲۲۵۷۴۴۰	۱۳۲۱۳۶۰

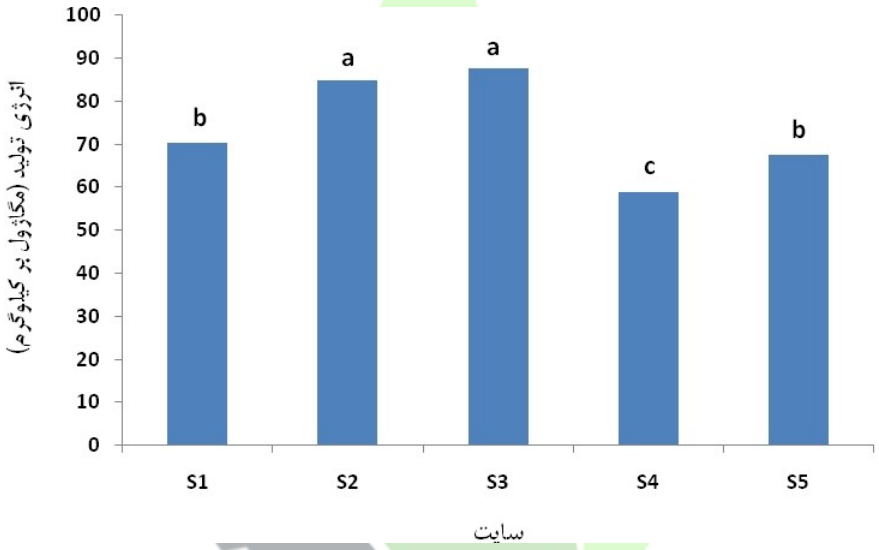
تجزیه واریانس سایت‌ها از نظر میزان انرژی واحد تولید:

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد اختلاف معنی‌دار بین سایت‌های مورد بررسی از لحاظ مقدار واحد انرژی برای واحد تولید وجود دارد. چنانکه مشاهده می‌گردد سایت شماره ۴ نسبت به سایر سایت‌ها برای تولید یک کیلوگرم ماهی کمترین میزان انرژی را مصرف می‌نماید و سایت شماره ۲ و ۳ بیشترین میزان مصرف انرژی برای تولید یک کیلوگرم ماهی را دارند. عمده دلیل اصلی تغییرات آن است که مصرف برخی نهاده‌های انرژی ورودی مانند گازوئیل و الکتریسیته در برخی سایت‌ها همانند سایت ۲ و ۳ به دلایل متعددی از جمله قرارگیری در مسیر سیلاب و تخلیه گل و لای به هنگام طغیان رودخانه از طریق موتورهای دیزلی و یا تامین کمبود آب از طریق پمپاژ بوسیله الکتروپمپ از چاه و یا فاصله زیاد سایت‌ها از محل تامین مواد اولیه آن می‌باشد.

جدول۵. تجزیه واریانس سایت‌ها از نظر انرژی واحد تولید.

منابع تغییرات	ss	df	Ms	F	Si .
سایت	۱۷۶۳/۷۵۸	۴	۴۴۰/۹۳۹	۱۰/۴**	۰/۰۰۱
خطا	۴۲۳/۹۹۰	۱۰	۴۲/۳۹۹		
کل	۲۱۸۷/۷۴۸	۱۴			

cv = ٪۸/۸

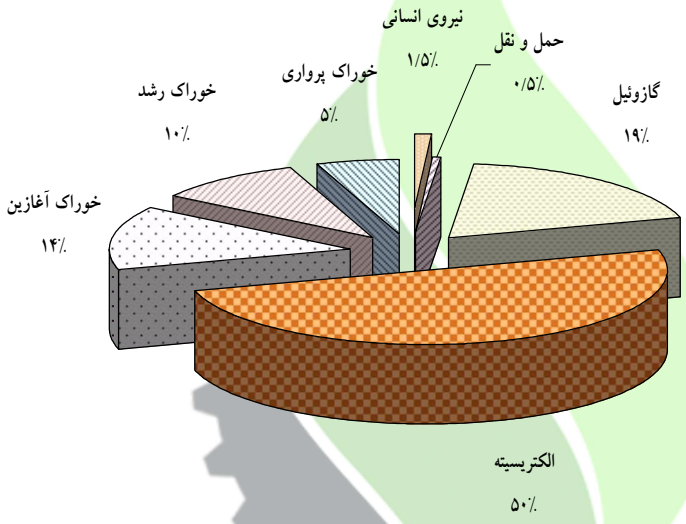


شکل ۱. مقایسه میانگین‌های انرژی تولید(در سطح احتمال ۵٪).

درصد نهاده‌های مصرفی در میزان واحد تولید

مطابق شکل ۲ الکتریسیته با ۵۰٪ بالاترین سهم از نهاده‌های مصرفی برای تولید ماهی را دارا می‌باشد. بالابودن میزان مصرف انرژی الکتریسته به دلیل آن است که دستگاههایی مانند پمپهای هواده، الکتروموتور چاهها، سیستمهای روشنایی و حرارتی که از نیروی الکتریسیته در عملکرد خود استفاده می‌نمایند تقریبا بطور مداوم فعال می‌باشند. به‌علاوه شدت انرژی الکتریسیته رقم بالایی می‌باشد. خوراک پرواری که در مراحل پایانی رسیدن به وزن قابل فروش ماهی بالاترین میزان مصرف را دارد ۱۴٪ خوراک رشد ۱۰٪ و خوراک آغازین ۵٪ و در مجموع مواد غذایی با ۲۹٪ در رده دوم مصرف نهاده‌ها قرار دارند. ضریب تبدیل غذا ۱/۲۲ کیلوگرم است(طبق بررسی‌های به‌عمل آمده ضریب تبدیل منطقه در همین حدود است) که در بین مواد خوراکی، خوراک پرواری ۰/۵۶ کیلوگرم از مجموع میزان نیاز به خوراک را در طول دوره رشد یک کیلوگرم ماهی دارد و به همین علت هم میزان انرژی مصرفی آن در بین سایر مواد غذایی بیشتر است. کمترین مصرف مواد غذایی مربوط به خوراک آغازین است که حدود ۰/۲۴

کیلوگرم از مجموع مواد غذایی برای رشد یک کیلوگرم ماهی را به خود اختصاص داده است. در مجموع ضریب تبدیل مواد غذایی ۱/۲۲ محاسبه شده است. گازوئیل که مصرف آن بیشتر به جهت تهیه ملزومات مورد نیاز تولید از قبیل راه اندازی موتورهای دیزلی و تامین حرارت می‌باشد، در برخی موارد به دلیل حوادث غیر قابل پیش‌بینی مانند طغیان رودخانه، به منظور تخلیه سیلابها مصرف آن بالا می‌رود و با ۱۹٪ در جایگاه سوم و نیروی انسانی و حمل و نقل هم جمعا ۲٪ انرژی ورودی را در تولید یک کیلوگرم ماهی دارند. هرچند سهم نیروی انسانی به دلیل پایین بودن شدت انرژی آن کم است ولی با مدیریت صحیح نیروی انسانی بر سایر عوامل و نهاده‌های تولید می‌توان مقادیر شاخص‌های انرژی در تولید استخرهای پرورش ماهی را بهبود بخشید. مطابق نمودار۱، ۷۱٪ از انرژی ورودی مستقیم و ۲۹٪ غیر مستقیم می‌باشد.



شکل۲. درصد انرژی نهاده‌ها.

ضریب همبستگی بین صفات

به‌منظور مشخص نمودن ضرائب همبستگی بین تولید و نهاده‌های آن و همچنین پیدا کردن میزان همبستگی بین نهاده‌ها آزمون ضریب همبستگی به‌عمل آمد که نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است.

بیشترین همبستگی بین تولید با الکتریسیته مشاهده شده است. ضریب همبستگی بین این دو صفت به میزان ۰/۹۴ است که در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. دلیل بالا بودن این همبستگی مصرف بالای انرژی الکتریکی در راه اندازی پمپ‌های هواده، پمپاژ آب از چاه‌ها، سیستم‌های روشنایی و حرارتی و بسیاری موارد دیگر است و همچنین شدت واحد انرژی این نهاده نیز بالا می‌باشد. معنی دار شدن ضریب همبستگی بین تولید و خوراک پرواری هم به دلیل آن است که بیشترین میزان مصرف غذایی در مراحل پایانی رشد ماهی است و در این مرحله حدود نیمی از کل خوراک مورد نیاز ماهی مصرف می‌گردد. این همبستگی در سطح ۱٪

معنی‌دار شده است. از مجموعه مواد خوراکی، خوراک رشد بعد از پرواری در رده دوم مصرف است و با توجه به تاثیر آن در شروع رشد ماهی و میزان انرژی نهفته واحد آن با تولید در سطح ۵٪ همبستگی معنی‌دار دارد. برقراری روابط صحیح بین عوامل تولید و انجام اموراتی مانند غذادهی بر اساس استانداردهای لازم، روشن نمودن بموقع پمپهای هواده، اندازه بندی ماهی‌ها و بسیاری امورات دیگر جزء وظایفی است که با مصرف انرژی انسانی قابل اجرا می‌باشند. به همین دلیل بین تولید و نیروی انسانی در سطح ۵٪ همبستگی معنی‌دار وجود دارد.گازوییل یکی از نهاده‌های پرمصرف انرژی در استخرهای پرورش ماهی می‌باشد که بیشتر جهت راه‌اندازی موتورهای دیزلی به‌منظور تولید الکتریسیته و پمپاژ آب گل‌آلود استخرها در زمان بارندگی و سیستم گرمایش استخرها کاربرد دارد و از عواملی است که غیر مستقیم در تولید اثر می‌گذارد و از ملزومات تولید می‌باشد. در بررسی‌ها مشخص شد چنانچه در سایت‌های پرورش ماهی حوادث غیر قابل پیش‌بینی مانند طغیان رودخانه رخ ندهد و برق سایت هم برقرار باشد می‌توان مصرف گازوئیل را به شدت کاهش داد. بین الکتریسیته و مواد خوراکی رشد و پرواری همبستگی وجود دارد و در بررسی‌ها مشخص شد بیشترین زمان مصرف خوراک ماهی مواقعی است که اکسیژن و دمای آب شرایط مطلوبی داشته باشد. این مطلوبیت بوسیله الکتریسیته و ازطریق پمپهای هواده و پمپاژ آب به‌دست می‌آید. همبستگی بین گازوئیل و حمل و نقل هم به دلیل آن است که تمام انرژی مورد نیاز حمل و نقل از طریق گازوئیل تامین می‌گردد. همبستگی بین مواد خوراکی رشد و پرواری به دلیل آن است که این مواد مکمل هم بوده و بدون استفاده از مواد خوراکی رشد، گذر به مرحله پرواری امکان‌پذیر نمی‌باشد.

جدول۶. ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی.

صفات مورد بررسی	تولید	نیروی انسانی	حمل و نقل	گازوئیل	الکتریسیته	خوراک پرواری	خوراک رشد	خوراک آغازین
تولید	۱/۰۰	۰/۵۵*	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۹۴**	۰/۶۵**	۰/۵۷*	۰/۱۴
نیروی انسانی	۰/۵۵*	۱/۰۰	۰/۵۶*	۰/۴۱	۰/۷۰**	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۵
حمل و نقل	۰/۱۰	۰/۵۶*	۱/۰۰	۰/۸۲**	۰/۴۲	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۹
گازوئیل	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۸۲**	۱/۰۰	۰/۰۵	۰/۵۲*	۰/۱۸	۰/۳۳
الکتریسیته	۰/۹۴**	۰/۷۰**	۰/۴۲	۰/۰۵	۱/۰۰	۰/۵۲*	۰/۶۶**	۰/۲۸
خوراک پرواری	۰/۶۵**	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۵۲*	۰/۵۲*	۱/۰۰	۰/۴۹	۰/۳۷
خوراک رشد	۰/۵۷*	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۶۶**	۰/۴۹	۱/۰۰	۰/۸۸**
خوراک آغازین	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۳۷	۰/۸۸**	۱/۰۰

*معنی دار شدن در سطح اختمال ۵٪

** معنی دار شدن در سطح احتمال ۱٪

برای افزایش تولید و کاهش مصرف انرژی باید مواردی را که با تولید ضریب همبستگی بالایی دارند مورد توجه قرار دهیم و نسبت به اجرای برنامه‌های لازم جهت بهینه نمودن مصرف آنها به منظور کاهش انرژی مصرفی اقدام کنیم. به عنوان مثال ارتباط بین تغذیه ماهی با الکتریسیته در تامین اکسیژن توسط الکتریسیته می‌باشد. اگر اکسیژن کافی توسط الکتریسیته تامین نشود ماهی از خوراک موجود تغذیه نکرده و لذا تولید کاهش می‌یابد. بنابراین باید راهکاری اتخاذ شود تا ضمن تامین اکسیژن کافی میزان مصرف الکتریسیته را نیز کاهش داد.

نتیجه‌گیری:

نتایج حاصله از این تحقیق را میتوان بصورت زیر خلاصه نمود (شکل ۳):

– متوسط مقادیر انرژیهای ورودی ، خروجی، افزوده خالص انرژی، نسبت انرژی و بهره دهی انرژی در استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا به ترتیب ۱۹۸۵ (مگاژول بر متر مربع)، ۲۱۴ (مگاژول بر متر مربع)، ۱۷۷۱– (مگاژول بر متر مربع)، ۰/۱۰ و ۰/۰۱ (کیلوگرم بر مگاژول)می‌باشد.

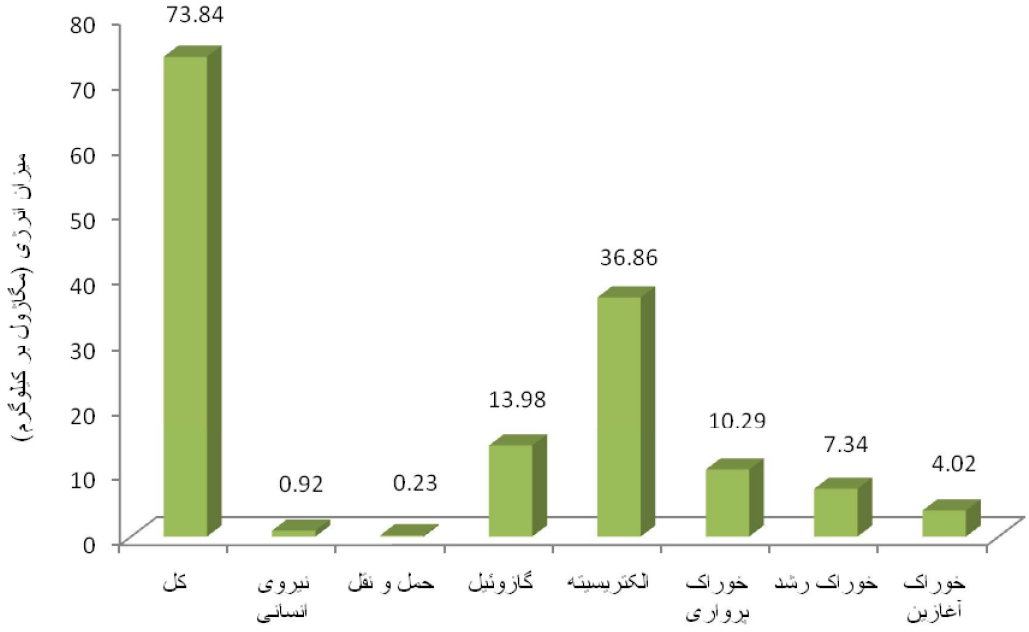
– انرژی مصرفی برای تولید ماهی قزل‌آلا ۷۳/۸۴ مگاژول بر کیلوگرم است.

– میانگین تولید ماهی در استخرهای پرورش ماهی منطقه ۲۶/۸۸ (کیلوگرم بر متر مربع) می‌باشد.

– برای تولید یک کیلوگرم ماهی ۰/۴۷ کارگر ساعت نیروی انسانی، ۰/۲۳ تن در کیلومتر حمل و نقل، ۰/۲۵ لیتر گازوئیل، ۳/۰۹ کیلووات ساعت الکتریسیته، ۰/۵۶ کیلوگرم خوراک پرواری، ۰/۴۲ کیلوگرم خوراک رشد و ۰/۲۴ کیلوگرم خوراک آغازین مصرف می‌شود.

– ضریب تبدیل غذا به ماهی ۱/۲۲ می‌باشد.

– میزان مصرف انرژی برای تولید یک کیلوگرم ماهی در حالت معمولی یعنی استفاده از جریان سراسری آب رودخانه بیشتر از دو برابر میزان مصرف انرژی در حالت چرخه مجدد آب در تحقیق دوربکاستل و همکاران(۲۰۰۹) می‌باشد.



شکل۳. میزان انرژی نهاده‌های واحد تولید.

منابع:

۱. خلیلی، د.، ع، کرمی.، و م.ج، ضمیری. ۱۳۷۷. مقدمه‌ای بر سیستم‌های کشاورزی. ترجمه. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.

۲. کوچکی، ع. ۱۳۷۳. کشاورزی و انرژی(نگرشی اکولوژیک)،انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. مهر۱۳۸۲. اصول استانداردها و ویژگیهای خوراک دام ، طیور و آبزیان. کد ۵۶۶۱. مؤسسه انتشاراتی مهسا.

۴. موحدی، آ.، و ر، روستا. ۱۳۷۹. جدول ترکیبات مواد غذائی.دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی،انستیتو تحقیقات تغذیه ای وصنایع غذائی کشور.

5. D'Orbcastel, E., J.P. Blancheton, and J. Aubin. 2009. Towards environmentally sustainable aquaculture.Comparison between two trout farming systems using Life Cycle Assessment. Aquacultural Engineering Vol.40, No. 3,pp. 113-119.

6. Erdal, G., K. Esengun, H. Erdal, and O. Gundus. 2007 . Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of turkey. Energy 32: 35-41

7. Fluck, R.C. 1992. energy in farm production.vol.6,elsevier: amesterdam.

8. Kitani, F. 1999. Energy and biomass engineering. CIGR Handbook of Agricultural Engineering.Vol.(V) ASAE

9. Mobtaker, H.G., A. Keyhani, A. Mohammadi, and A. Rafiee. 2010. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in hamedan province of iran. Agric.Environ 137: 367-372.

10. Mohammadi, A., A. Tabatabaeefar, S. Shahan, and A. Keyhani. 2008, Energy use and economical analysis of potato production in iran a case study: Ardabil province. Energy Convers . Manage 49: 3566-3570.

11. Ozkan, B., A. Kurklu, and H. Akcaoz. 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for antalya region of turkey.Biomass and Bioenergy 26(1):89-95.

12. Pimentel, D., M. Pimentel, and M. Karpenstein-Machan. 1998. Energy use in agriculture: An overview. Available online at URL: http://www.ecommons.cornrll.edu/bitstram/1813/10204/1/Energy.pdf.

13. Yilmaz, I., H. Akcaoz, and B. Ozkan. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in turkey. Renewable Energy 30: 145-155.

Assessment and Determination of Energy Consumption Efficiency Indices in the Trout ponds of Alborz Province

Akbar Younesi[1*], Arzhang Javadi[2] and Mohammad Hashem Rahmati[2]

1- Researcher of Agricultual Engineering Research Institute, akbar.younesi@yahoo.com
2-Associate Professor, Agricultual Engineering Research Institute
2- Assistant Professor, Gorgan University of Agricutlural Science and Natural Resources

Abstract

According to the importance of fish protein and energy, this research work was implemented to investigate and determine the energy efficiency indicators and strategies to enhance the amounts of energy for trout ponds in the Alborz province. Investigation conducted in five trout ponds that used river water and data were collected by the questioner as well as directly from the owners and managers of sites and also by study their archives. Amount of energy input and output was calculated and compared by statistical analysis techniques such as data variance, mean comparison, and correlation coefficients energy inputs.

Average fish production in fish ponds was 26.88 (kg. m^{-2}). The results showed that the average total energy used in producing fish was 73.84 ($MJ.kg^{-1}$), so that electric energy consumption by 50%, food energy intake by 29%, and energy expenditure of fuel by 19% arranged to have the biggest share of energy consumption, respectively. Therefore these three energies in fish production were accounted for 98% of total energy production. The results showed that the average amount of energy input, output, added a net energy ratio, energy and energy efficiency in feeding trout ponds were 1985(Mj/m^2), 214(Mj/m^2), -1771(Mj/m^2), 0.10, 0.01(Kg/Mj) , respectively.

According to the results, among inputs of energy, proper management of electricity and gasoline would increase energy efficiency in the pools. Of total used energy, 71% was directly and 29% was indirectly, respectively. Energy analysis shows that, by technical management and use less inputs, it is possible to achieve current product performance and even more products to be produced.

Key words: fish pond, energy indicators, trout, energy consumption