



## تحلیل مصرف انرژی واحدهای پرورش مرغ تخمگذار در ایران

رضا اسفنجاری کناری\*

استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۳۱ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۹/۰۷)

### چکیده

انرژی نهاده‌ها با توجه به نقشی که در تقویت امنیت و رضایت مردم دارد برای انسان‌های سراسر جهان به عنوان یک ضرورت زندگی محسوب می‌شود. تحقیق حاضر الگوی مصرف انرژی واحدهای صنعتی پرورش مرغ تخمگذار ایران را مورد بررسی قرار داده است. داده‌های این مطالعه از یک نمونه ۳۵۴ واحدی مربوط به سرشماری واحدهای صنعتی بدست آمده که به وسیله مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ انجام شده است. بررسی کارایی انرژی در صنعت پرورش طیور تخمگذار نشان داد که کارایی انرژی پایین است و شاخص بهره‌وری انرژی گروه اول (استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و همدان) و گروه دوم (استان‌های تهران، قم و مرکزی) به ترتیب برابر ۴۷ و ۴۸ کیلوگرم بر مگاژول است و نسبت انرژی ویژه برای این دو گروه به ترتیب برابر ۴۰/۷۴ و ۲۰/۹۶ مگاژول برآورد شد. نتایج نشان داد که در این صنعت، کارایی انرژی پایین و هدر رفت انرژی بالا است. بنابراین می‌توان از روش‌های نوین و معتبر علمی در جهت بهبود کارایی انرژی و کاهش تلفات انرژی در این صنعت بهره گرفت.

واژه‌های کلیدی: انرژی ویژه، بهره‌وری انرژی، کارایی انرژی، مرغ تخم‌گذار

\* نویسنده مسئول: esfanjari@guilan.ac.ir

## مقدمه

واحدهای تولید گل میخک گلخانه‌های شهرستان محلات در استان مرکزی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها است. هدف این مطالعه تعیین واحدهای کارا و ناکارا از نظر مصرف انرژی و راهکارهایی برای ذخیره‌سازی انرژی بود. نتایج نشان داد که حدود نیمی از واحدهای مورد بررسی که به تولید گل میخک اشتغال دارند، کارا بوده‌اند (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۷).

بررسی نتایج الگوی مصرف انرژی مزارع کشت زیر پلاستیک در شهرستان فیروزآباد نشان داد که بالاترین درصد انرژی مصرفی در تولید این محصولات (خیار، گوجه و خربزه) به ترتیب متعلق به نهاده‌های سوخت دیزل، کود و آب آبیاری است. انرژی نهاده‌های مصرفی، انرژی محصول تولید شده، راندمان مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی در مزارع بزرگ بیشتر از مزارع کوچک است (رمضانی و زیبایی، ۱۳۹۰).

تحلیل اقتصادی مصرف انرژی در مزارع تولید توت فرنگی شهرستان صومعه سرا نشان داد میانگین انرژی‌های ورودی برای محصول توت فرنگی در منطقه مورد مطالعه ۱۲۵۸۸۰ مگاژول بر هکتار و میانگین انرژی خروجی ۱۷۵۰۳/۳ مگاژول بر هکتار است. میانگین کارایی انرژی تولید توت فرنگی ۰/۱۷ محاسبه شد و میانگین بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه و همچنین میانگین افزوده انرژی در این بررسی به ترتیب ۰/۰۹ کیلوگرم بر مگاژول، ۱۸/۰۷ مگاژول بر کیلوگرم و ۱۰۸۳۷۷- مگاژول بر هکتار محاسبه شد. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که باغات توت فرنگی مورد بررسی از کارایی انرژی لازم برخوردار نبوده، به طوری که در این واحدها افزایش مصرف نهاده‌ها از افزایش در تولید پیشی گرفته است (اسفنجاری کناری و زحمتکش، ۱۳۹۷).

کل انرژی مورد نیاز برای تولید محصول سویا در استان گلستان نیز برابر با ۳۵۳۷۲/۲۳ مگاژول بر هکتار بوده و انرژی الکتریسیته، کود شیمیایی و سوخت دیزل مهمترین انرژی مصرفی نهاده‌ها هستند. کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه برای تولید این محصول به ترتیب ۲/۲۹، ۰/۰۹ کیلوگرم بر مگاژول و ۱۰/۹۴ مگاژول بر کیلوگرم است. همچنین انرژی‌های الکتریسیته، کود شیمیایی، آب برای آبیاری، ماشین‌آلات و نیروی انسانی

پیش‌بینی می‌شود که جمعیت جهان تا سال ۲۰۴۰ حداقل به ۱۰ میلیارد نفر برسد. از طرفی طبق آخرین آمار، ذخایر نفت جهان تا سال ۲۰۵۰ به اتمام خواهد رسید. بنابراین انسان در آینده مجبور به تولید غذای بیشتر با انرژی کمتری خواهد بود (پاشایی، ۱۳۸۵). در آینده تولیدی پایدار و موفق خواهد بود که بتواند در عین تولید زیاده‌تر، انرژی کمتری نیز مصرف کند. استفاده از منابع محدود و غیر قابل تجدید اگر چه برای بشر مزایای فراوانی داشته است اما با نگرانی‌های زیست محیطی نیز همراه بوده است. یکی از راهکارهای تحقق توسعه پایدار، بررسی جریان انرژی ورودی‌ها و خروجی‌ها در تولید محصول است. مطالعه جریان انرژی می‌تواند ابعاد ناشناخته‌ای از روند تولید را که در سایر روش‌های مدیریتی اعم از روش‌های رایج مطالعه مکانیزاسیون و یا روش‌های اقتصادی مورد توجه قرار نمی‌گیرند را روشن سازد (شعبان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). بررسی نسبت انرژی خروجی و ورودی در اکوسیستم‌های مختلف کشاورزی که البته به نوع محصول و نوع مواد به کار گرفته شده در تولید محصول بستگی دارد، می‌تواند با مشخص ساختن نواقص موجود نقش اساسی را در پایداری تولید، بهینه‌سازی اقتصادی، حفظ ذخایر سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی هوا ایفا نماید. نظر به اینکه بخش کشاورزی با محدودیت منابع تولید روبرو بوده، باید تعادلی میان جریان تولید و برداشت وجود داشته باشد. یکی از روش‌های ایجاد این تعادل ارزیابی جریان انرژی در تولید محصولات است. مصرف انرژی در کشاورزی سالانه رو به افزایش است. امروزه مدیران و کشاورزان به دنبال افزایش محصول هستند ولی اطلاع کافی در مورد کارایی و بهره‌وری انرژی نهاده‌ها ندارند. بنابراین لازم است تجزیه و تحلیل شاخص‌های کارایی انرژی به برنامه‌ریزان مزارع و واحدها ارائه شود تا انرژی مصرفی خود را مورد ارزیابی قرار دهند.

تاکنون مطالعات گوناگونی در زمینه کارایی انرژی محصولات مختلف صورت گرفته است، اما در زمینه کارایی انرژی واحدهای پرورش مرغ تخمگذار مطالعه‌ای در داخل کشور انجام نگرفته است. از جمله مطالعاتی که در زمینه کارایی انرژی صورت گرفته است مطالعه کارایی

جدول ۱- الگوی مصرف انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها در تولید مرغ تخمگذار

Table 1. Pattern of inputs and outputs energy consumption in laying hen production

Inputs	Unit	Energy equivalent (MJ)
Fuel	L	47.796
Labor	h	2.268
Feed	Kg	10.78
Pullet	Number of chick	13.94
<b>Outputs</b>		
Egg	Kg	16.17
Manure	Kg	0.3
Chicken	Kg	10.33

با در اختیار داشتن معادل‌های انرژی کل نهاده‌ها و ستاده-ها می‌توان برخی شاخص‌های کارایی انرژی را محاسبه نمود. شاخص‌های کارایی انرژی عبارتند از:  
الف. نسبت ستاده- نهاده (کارایی مصرف انرژی): این نسبت نشان می‌دهد که به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی چه میزان انرژی برداشت شده است (Singh, 2002). هر چه این نسبت بزرگتر باشد، نشان می‌دهد که کارایی انرژی در واحدهای پرورش مرغ تخمگذار بالاتر است.

$$\text{کارایی انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر کیلوگرم)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر کیلوگرم)}}$$

ب. بهره‌وری انرژی: این شاخص بیان می‌کند که به ازای هر مگاژول انرژی نهاده مصرفی، چند کیلوگرم ستاده حاصل شده است. هر چه این نسبت بزرگتر باشد، نشانگر بهره‌وری بالاتر انرژی مصرفی است (غجه بیگ و همکاران، ۱۳۸۸).

$$\text{بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{مقدار محصول تولیدی (کیلوگرم)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر کیلوگرم)}}$$

ج. انرژی خالص:

$$\text{مجموع انرژی ستاده‌ها} = \text{انرژی خالص} - \text{مجموع انرژی نهاده‌ها}$$

تقسیم نماییم انرژی ویژه بدست می‌آید. هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد بیانگر هدر رفت بیشتر انرژی است.

$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر کیلوگرم)}}{\text{مقدار محصول تولیدی (کیلوگرم)}}$$

نهاده‌های انرژی در این مطالعه از یک دیدگاه به دو دسته تقسیم می‌شوند: نهاده‌هایی که انرژی مستقیم و نهاده‌هایی که انرژی غیر مستقیم ایجاد می‌کنند. انرژی مستقیم شامل انرژی‌های حاصل از نیروی انسانی، آبیاری، سوخت و الکتریسیته، و انرژی غیر مستقیم شامل انرژی بذر،

دارای اثر مثبت و معنی‌دار و انرژی نهاده سم و بذر اثر منفی بر عملکرد داشت (Mousavi and Rafiee, 2011). با توجه به اینکه هنوز مطالعه‌ای در زمینه الگوی مصرف انرژی واحدهای پرورش مرغ تخمگذار در داخل کشور انجام نشده است هدف از این مطالعه بررسی شاخص‌های کارایی انرژی در واحدهای پرورش مرغ تخمگذار است.

### مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه واحدهای پرورش مرغ تخمگذار در اقلیم-های مختلف با شرایط محیطی، آب و هوایی و فناوری متفاوتی روبه‌رو هستند، بنابراین برای تحلیل کارایی انرژی این واحدها، ابتدا باید این واحدها را گروه‌بندی نمود. با توجه به اینکه استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و همدان و همچنین استان‌های تهران، قم و مرکزی دارای اقلیم تقریباً یکسانی هستند بنابراین گروه‌بندی بر اساس تفاوت‌های اقلیمی انجام شده است. در این راستا، واحدهای مربوط به استان آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و همدان در گروه یک و واحدهای مربوط به استان تهران، قم و مرکزی در گروه دو قرار گرفتند. نهاده‌ها و ستاده‌ها، واحد هر نهاده و ستاده، انرژی معادل هر نهاده و هر ستاده برای واحدهای پرورش مرغ تخمگذار مربوط به گروه‌های یک و دو در جدول ۱ ارائه شده است. سوخت‌های مصرفی در صنعت مرغ تخمگذار شامل نفت سفید، گازوئیل، بنزین، گاز مایع، گاز طبیعی، برق و سایر مواد سوختی است. واحدهای مختلف، از ترکیب‌های متفاوتی از این سوخت‌ها برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند. در این مطالعه تمام مواد سوختی با استفاده از ضرایب تبدیل، تبدیل به معادل گازوئیل شدند. بنابراین معادل گازوئیل هر واحد نشان‌دهنده معادل کل مواد سوختی مصرفی مربوط به هر واحد است.

واحد انرژی در این شاخص مگاژول بر کیلوگرم بوده که بیانگر خالص انرژی خروجی به ازای تولید یک کیلوگرم تخم مرغ است. منفی بودن این عدد نشان‌دهنده آن است که به اندازه‌ای که انرژی برای تولید یک کیلوگرم تخم مرغ مصرف شده، انرژی تولید نشده است و در نتیجه در حالت منفی بودن این شاخص، عدم کارایی مصرف انرژی وجود دارد (Monjezi and Sheikhdavoodi, 2011).

د. انرژی ویژه: اگر مقدار کل انرژی نهاده‌های مصرفی در تولید یک کیلوگرم تخم مرغ را بر مقدار محصول تولیدی

ستاده‌هایی که در واحدهای صنعتی پرورش مرغ تخمگذار تولید می‌شوند عبارتند از: تخم مرغ، کود و مرغ حذفی<sup>۱</sup>، که با استفاده از نهاده‌های سوخت، نیروی کار، خوراک و پولت تولید می‌شوند. انرژی معادل این نهاده‌ها و ستاده‌ها از مطالعات پیشین گرفته شده و در جدول ۱ ارائه شده است. به منظور محاسبه انرژی معادل این نهاده‌ها و ستاده‌ها، مقدار نهاده و ستاده استفاده شده در ضرایب انرژی معادل آن ضرب می‌شود. واحد انرژی معادل نهاده‌ها و ستاده‌ها بر حسب مگاژول است.

با توجه به جدول ۲، میزان انرژی مصرفی نهاده خوراک (دان مرغ) برای گروه‌های یک و دو در واحدهای پرورش مرغ تخمگذار به ترتیب ۶۵/۳ و ۶۸/۲ درصد از کل انرژی مصرفی نهاده‌ها است. بنابراین بیشترین انرژی مصرفی در هر دو گروه مورد بررسی مطابق انتظار مربوط به نهاده خوراک است. همچنین میزان انرژی مصرفی مربوط به نهاده سوخت (معادل گازوئیل) برای گروه‌های یک و دو به ترتیب ۳۰/۹ و ۲۸/۲ درصد از کل انرژی مصرفی نهاده‌ها است که رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. انرژی مصرفی مربوط به نهاده‌های پولت ریخته شده برای هر دو گروه مورد مطالعه رتبه سوم از نظر میزان انرژی مصرفی را دارد و انرژی مصرفی نهاده نیروی کار مطابق انتظار کمترین مقدار انرژی مصرفی است، چون در واحدهای پرورش مرغ تخمگذار عمدتاً کارها به صورت مکانیزه انجام می‌شود و از نیروی کار کمتر استفاده می‌شود. همچنین نتایج نشان می‌دهد که میزان انرژی تولید شده تخم مرغ برای گروه یک و دو به ترتیب ۹۴/۱ و ۹۴/۴ درصد از مجموع معادل انرژی سایر ستاده‌ها است. بنابراین قسمت اعظم انرژی تولید شده در واحدهای پرورش مرغ تخمگذار مطابق انتظار مربوط به تولید تخم مرغ است که محصول اصلی این واحدها است.

در جدول ۳ میزان انرژی مستقیم، غیر مستقیم، تجدید-پذیر و تجدیدنپذیر و شاخص‌های الگوی مصرف انرژی برای واحدهای پرورش مرغ تخمگذار در دو گروه مورد بررسی ارائه شده است. درصد انرژی تجدید پذیر از کل انرژی مصرفی در گروه یک و دو به ترتیب برابر با ۶۹/۱۴ و ۸۱/۸۲ درصد است که علت آن میزان مصرف بالای

خوراک، ماشین آلات و مواد شیمیایی هستند. از دیدگاه دیگری نیز نهاده‌های انرژی به دو دسته تقسیم می‌شوند: یک دسته نهاده‌هایی که انرژی تجدید شونده دارند، به این مفهوم که دوباره بازسازی می‌شوند. این نهاده‌ها عبارتند از نیروی انسانی، کود آلی، بذر و آب. دسته دیگر نهاده‌هایی که انرژی تجدید نشونده دارند، این نهاده‌ها معمولاً قابل بازسازی نیستند و عبارتند از سوخت دیزل، انرژی الکتریسیته، کودهای شیمیایی، مواد شیمیایی و ماشین آلات (Yilmaz *et al.*, 2004).

یکی از اهداف این مطالعه بررسی رابطه میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصول است. برای این منظور از تابع تولید کاب داگلاس استفاده شد. این تابع بهترین فرم تابعی بر اساس معنی‌داری آمارها و علامت‌های مورد انتظار پارامترها از میان فرم‌های تابعی خطی، شبه لگاریتمی و تابع چند جمله‌ای درجه دوم است. تابع تولید کاب داگلاس به وسیله چندین محقق برای بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌ها و عملکرد محصول استفاده شده است (Heidari, 2011; Hatirli *et al.*, 2006; Singh *et al.*, 2004) که با روش OLS برآورد می‌شود. تابع تولید کاب داگلاس به فرم زیر نوشته می‌شود:

$$\ln Y_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^m \alpha_j \ln X_{ij} + e_i$$

$$j = 1, 2, \dots, m \quad i = 1, 2, \dots, n$$

در این رابطه، اندیس  $i$  نشان‌دهنده واحدهای پرورش مرغ تخمگذار بوده ( $n=354$ ) و اندیس  $j$  نشان‌دهنده  $Z$  آمین نهاده تولید است ( $J=4$ ).  $Y_i$  سطح عملکرد انرژی  $i$  آمین واحد پرورش مرغ تخمگذار و  $X_{ij}$  بردار انرژی نهاده‌های مصرف شده در تولید،  $\alpha_j$  ضریب  $Z$  آمین نهاده است و  $e_i$  نیز جزء خطا برای  $i$  آمین واحد تولیدی است.

نهاده‌های این مطالعه شامل معادل گازوئیل ( $X_{i1}$ )، کارگر ( $X_{i2}$ )، دان مرغ ( $X_{i3}$ ) و پولت ( $X_{i4}$ ) بودند. داده‌های مورد استفاده این مطالعه از یک نمونه ۳۵۴ واحدی بدست آمد که حاصل از سرشماری واحدهای صنعتی پرورش مرغ تخمگذار انجام شده به وسیله مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ است.

## نتایج

۱- مرغ‌های تخمگذار بعد از پایان عمر اقتصادی تحت عنوان "مرغ حذفی" روانه کارخانه‌های فرآورده‌های گوشتی می‌شوند.

انرژی مستقیم از کل انرژی مصرفی برای گروه یک و دو در سطح پایین و به ترتیب برابر ۳۱/۳۲ و ۲۸/۵۸ درصد است و درصد انرژی غیرمستقیم از کل انرژی مصرفی به ترتیب برابر با ۶۸/۶۸ و ۷۱/۴۲ درصد بوده که علت این امر نیز مصرف بالای نهاده خوراک در این صنعت است.

نهاده خوراک در این صنعت است. میزان مصرف انرژی تجدیدناپذیر از کل انرژی مصرفی در این واحدها برای دو گروه مورد مطالعه به ترتیب برابر ۳۰/۶۸ و ۲۸/۱۸ درصد است. بنابراین در این صنعت نسبت استفاده از انرژی تجدید پذیر بیشتر از انرژی تجدیدناپذیر است. درصد

جدول ۲- انرژی معادل نهاده‌ها و ستاده‌ها برای تولید هر یک کیلوگرم تخم مرغ

Table 2. Energy equivalent of inputs and outputs to produce one kilogram of egg

Input/ output	Unit	Consumption	Energy equivalent (MJ)	Percentage
<b>Group 1</b>				
<u>Inputs</u>				
Fuel	L	0.263	12.573	30.9
Labor	h	0.082	0.187	0.5
Feed	Kg	2.469	26.619	65.3
Pullet	Kg	0.132	1.365	3.3
Total energy input			40.743	100
<u>Outputs</u>				
Egg	Kg	1	16.170	94.1
Manure	Kg	0.836	0.251	1.5
Chicken	Kg	0.073	0.757	4.4
Total energy output			17.178	100
<b>Group 2</b>				
<u>Inputs</u>				
Fuel	L	0.255	12.209	28.2
Labor	h	0.077	0.175	0.4
Feed	Kg	2.740	29.535	68.2
Pullet	Kg	0.136	1.403	3.2
Total energy input			43.322	100
<u>Outputs</u>				
Egg	Kg	1	16.170	94.4
Manure	Kg	1.003	0.301	1.8
Chicken	Kg	0.064	0.657	3.8
Total energy output			17.128	100

Source: Research findings

واحدها شده، انرژی خارج نشده و در نتیجه عدم کارایی مصرف انرژی وجود دارد.

شاخص بهره‌وری انرژی گروه‌های یک و دو به ترتیب برابر ۴۷ و ۴۸ کیلوگرم بر مگاژول است. هر چه این نسبت بزرگتر باشد، نشانگر بهره‌وری بالاتر انرژی مصرفی است. نسبت انرژی ویژه از نسبت کل انرژی مصرفی به مقدار محصول حاصل می‌شود و هر چقدر بزرگتر باشد نشان‌دهنده هدر رفتن بیشتر انرژی است. در مطالعه حاضر این نسبت برای گروه‌های یک و دو به ترتیب برابر ۴۰/۷۴ و ۲۰/۹۶ مگاژول برآورد شد. بنابر این هدر رفت انرژی در این صنعت بالا است. همچنین هدر رفت انرژی در گروه یک که در اقلیم سردتری قرار دارد بیشتر از گروه دو است.

همانطور که ملاحظه می‌شود، کارایی مصرف انرژی در گروه یک و دو پایین و به ترتیب برابر ۰/۴۰ و ۰/۴۲ است که این نسبت بیانگر عدم کارایی مصرف انرژی در هر دو گروه از واحدهای پرورش مرغ تخمگذار است. کارایی مصرف انرژی در گروه یک نسبت به گروه دو پایین‌تر بوده که علت آن استفاده بیشتر از نهاده سوخت در این گروه است.

مقدار انرژی خالص محاسبه شده برای گروه یک برابر ۲۳/۵۶- ( مگاژول بر کیلوگرم) و برای گروه دو برابر ۲۶/۱۶- ( مگاژول بر کیلوگرم) است. این نسبت بیانگر خالص انرژی خروجی از واحدها است و عملکرد سیستم را در خصوص مصرف انرژی نشان می‌دهد. منفی بودن این نسبت نشان‌دهنده آن است که به اندازه‌ای که انرژی وارد

داده‌ها، مشکل خودهمبستگی از ابتدا چندان مورد بحث نبود، اما آماره دوربین واتسون نیز بیانگر عدم وجود خودهمبستگی بین اجزای اخلاص است. همچنین آماره جاکوبرا حاکی از نرمال بودن اجزای اخلاص است.

برآورد اقتصاد سنجی جهت بررسی اثر انرژی‌های مصرفی بر عملکرد: نتایج مدل اقتصاد سنجی در جدول ۴ ارائه شده است. مقدار آماره F در هر دو گروه یک و دو حاکی از معنی‌داری رگرسیون در سطح یک درصد بوده و مقدار  $\bar{R}^2$  نیز در هر دو گروه مورد مطالعه به ترتیب برابر ۰/۷۵ و ۰/۸۶ است که نشان‌دهنده خوبی برای برازش رگرسیون است. هر چند با توجه به ماهیت مقطعی بودن

جدول ۳- میزان مصرف انرژی مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و شاخص‌های کارایی انرژی

Table 3. The consumption of direct, indirect, renewable and non-renewable energy and energy efficiency indicators

Items	Unit	Amount of energy	Percentage
<b>Group 1</b>			
energy efficiency	-	0.40	
Net energy	MJ kg-1	-23.56	
Energy productivity	kg MJ-1	47	
Specific energy	MJ	40.74	
Renewable energy	MJ kg-1	28.17	69.14
non-renewable energy	MJ kg-1	12.57	30.86
Direct energy	MJ kg-1	12.76	31.32
Indirect energy	MJ kg-1	27.98	68.68
<b>Group 2</b>			
energy efficiency	-	0.42	
Net energy	MJ kg-1	-26.19	
Energy productivity	kg MJ-1	48	
Specific energy	MJ	20.96	
Renewable energy	MJ kg-1	31.11	81.82
Non-renewable energy	MJ kg-1	12.21	28.18
Direct energy	MJ kg-1	12.38	28.58
Indirect energy	MJ kg-1	30.94	71.42

Source: Research findings

جدول ۴- برآورد تابع عملکرد انرژی در واحدهای پرورش مرغ تخمگذار ایران

Table 4. Estimate of the energy performance function of laying hen rearing units in Iran

Variables	Coefficients	Standard Error	T
<b>Group 1</b>			
Intercept	16.92**	0.260	65.14
Feed energy	0.003**	0.003	1.05
Energy of human labor	0.67	0.562	1.19
Fuel energy	-0.03*	0.010	-3.01
Poulet energy	0.69***	0.066	10.41
F	50.35***	R <sup>2</sup>	0.75
D-W	1.88	Jarque-Bera Normality Test	0.694
<b>Group 2</b>			
Intercept	16.38**	0.232	70.67
Feed energy	0.001	0.003	0.33
Energy of human labor	0.207**	0.620	3.33
Fuel energy	-0.03**	0.008	-3.75
Poulet energy	0.95***	0.105	9.03
F	290.70***	R <sup>2</sup>	0.86
D-W	2.02	Jarque-Bera Normality Test	0.648

Source: Research findings

\*, \*\*, \*\*\* indicate the significance level of 1%, 5%, and 10%, respectively.

همانطور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود در گروه یک، انرژی نهاده سوخت مصرفی در سطح ۱۰ درصد با علامت منفی معنی‌دار شد. در گروه دو انرژی نهاده سوخت مصرفی در سطح پنج درصد با علامت منفی معنی‌دار شده است. یکی از دلایل پایین بودن کارایی انرژی در این صنعت همین امر می‌باشد. اثر انرژی نهاده‌های مصرفی پولت در هر دو گروه در سطح ۱ درصد مطابق انتظار با علامت مثبت معنی‌دار شد که نمایانگر رابطه مثبت میان متغیر وابسته عملکرد محصول و متغیر یاد شده است. همچنین انرژی نهاده خوارک در گروه یک و انرژی نهاده نیروی کار در گروه دو در سطح پنج درصد با علامت مثبت معنی‌دار شده است.

### بحث

در واحدهای صنعتی پرورش مرغ تخمگذار، سهم انرژی غیرمستقیم از کل انرژی مصرفی نسبتاً بالا است، که این امر به دلیل مصرف بالای نهاده خوراک است. از دیدگاه دیگر درصد انرژی تجدیدناپذیر از کل انرژی مصرفی، بالا است که این مورد به دلیل مصرف بیش از حد سوخت در فرآیند تولید است. امروزه به دلیل وابستگی شدید واحدهای صنعتی پرورش مرغ تخمگذار به انرژی فسیلی و کمیاب شدن سوخت‌های فسیلی، باید به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و جایگزین برای انرژی‌های تجدیدناپذیر حرکت کرد. برنامه‌ریزان باید در یافتن راهکاری مناسب جهت استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انرژی‌های تجدیدناپذیر به ویژه انرژی‌های فسیلی تلاش کرده تا تضمین پایداری و کارایی مصرف انرژی حاصل شود.

نتایج مطالعه نشان می‌دهد که کارایی انرژی در این صنعت پایین است و مقدار انرژی خالص محاسبه شده برای گروه یک برابر ۲۳/۵۶- (مگاژول بر کیلوگرم) و برای

گروه دو برابر ۲۶/۱۶- (مگاژول بر کیلوگرم) است. منفی بودن این نسبت نشان‌دهنده آن است که به اندازه‌ای که انرژی وارد واحدها شده، انرژی خارج نشده و در نتیجه عدم کارایی مصرف انرژی وجود دارد. نسبت انرژی ویژه برای گروه‌های یک و دو به ترتیب برابر ۴۰/۷۴ و ۲۰/۹۶ مگاژول برآورد شده است. بنابراین هدر رفت انرژی در این صنعت بالا است. همچنین هدر رفت انرژی در گروه یک که در اقلیم سردتری قرار دارد بیشتر از گروه دو است. با توجه به نتایج حاصل از برآوردهای اقتصادسنجی، انرژی نهاده سوخت مصرفی با علامت منفی معنی‌دار شد. اثر انرژی نهاده‌های مصرفی پولت در هر دو گروه مطابق انتظار با علامت مثبت معنی‌دار شد که نشان می‌دهد واحدها در استفاده از این نهاده در ناحیه بهینه اقتصادی عمل می‌کنند. منابع انرژی مانند تمامی پدیده‌های دیگر در حال کاهش هستند و از آنجایی که تصور اینکه زندگی بدون استفاده از منابع انرژی ممکن نیست، بحران احتمالی را قبل از وقوع باید از راه مدیریت منابع و اصلاح الگوی مصرف آنها مهار کرد و همزمان با توسعه فناوری‌های نوین به سرمایه‌گذاری در روش‌های استفاده بهینه از انرژی و گسترش آنها پرداخت.

### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به پایین بودن کارایی انرژی و هدر رفت بالای انرژی در صنعت طیور تخمگذار به دلیل استفاده نامناسب از منابع، به محیط زیست خسارت وارد می‌شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود با بهبود عملیات مدیریتی در استفاده مناسب از نهاده‌ها و نیز با ارتقاء آگاهی‌های عمومی مصرف‌کنندگان در مورد اهمیت انرژی‌های مصرفی و هدایت مدیران واحدها در جهت مصرف منطقی انرژی و روش‌های صرفه‌جویی انرژی، گام‌هایی در جهت کاهش تلفات انرژی و افزایش کارایی انرژی برداشته شود.

### فهرست منابع

- اسفنجاری کناری ر، و زحمتکش س. ۱۳۹۷. تجزیه و تحلیل اقتصادی مصرف انرژی در مزارع تولید توت فرنگی شهرستان صومعه سرا. یازدهمین همایش دوسالانه اقتصاد کشاورزی ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. کرج.
- پاشایی ن. ۱۳۸۵. بررسی کارایی انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.
- رضائی ه، و زیبایی م. ۱۳۹۰. بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصولات گوجه، خیار و خربزه تحت شرایط کشت زیر پلاستیک در شهرستان فیروزآباد فارس. اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۶: ۲۵۲-۲۶۰.

- شعبان زاده م.، اسفنجاری کناری ر.، و رضائی ا. ۱۳۹۵. بررسی الگوی مصرف انرژی محصول گوجه فرنگی در استان خراسان رضوی. ماشین‌های کشاورزی، (۶) ۱: ۱۱-۲۴.
- شعبانی ز.، رفیعی ش.، و مبلی ح. ۱۳۸۷. بررسی شاخص‌های مکانیزاسیون در کشت گلخانه ای گل رز. پنجمین کنگره ملی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد، ۲ (۳): ۵۱-۶۱.
- غجه بیک ف. ۱۳۸۸. توسعه یک سیستم تصمیم یار مدیریت مصرف انرژی در گلخانه‌های سبزی و صیفی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- محمدی ه.، و بخشوده م. ۱۳۸۶. مطالعه کارآیی فنی، تخصیص و اقتصادی در تعاونی‌های تولید روستایی در ایران (روش مرزی تصادفی و تحلیل فراگیر داده‌ها). فصلنامه علوم اقتصادی، ۱ (۱): ۵۳-۶۴.
- مرکز آمار ایران. ۱۳۸۹. نتایج تفصیلی سرشماری عمومی طيور سال ۱۳۸۵.
- Hatirli S. A., Ozkan B. and Fert C. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. *Renew Energy*, 31: 427-38.
- Heidari M. D. and Omid M. 2011. Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable production in Iran. *Energy*, 36: 220-225.
- Mohammadi A. and Omid M. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Applied Energy*, 87:191-196.
- Monjezi N. and Sheikhdavoodi M. J. 2011. Energy use pattern and optimization of energy consumption for greenhouse cucumber production in Iran using data envelopment analysis (DEA). *Modern Applied Science*, 5: 139-150.
- Mousavi H. and Rafiee SH. 2011. The functional relationship between energy inputs and yield value of soybean production in Iran. *International Journal of Green Energy*, 8(3): 398-410.
- Nieuwkoop P., Van N., Van Der Velden A., Verhaegh P. and Van Nieuwkoop P. 1998. Energy Consumption in Greenhouses. *Meddling Landbouw Economisch Institute*, No. 624.
- Ozkan B., Kurklu A. and Akcaoz H. 2011. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study of Antalya region of Turkey. *Biomass Bioenergy*, 26: 189-195.
- Singh G., Singh S. and Singh J. 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. *Energy Convers Manage*, 45: 453-465.
- Singh H., Mishra D. and Nahar N. M. 2002. Energy use pattern in production agriculture of a typical village in Arid Zone India – Part I. *Energy Convers Manage*, 43(16): 2275-2286.
- Yilmaz I., Akcaoz H. and Ozkan B. 2004. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. *Renewable Energy*, 30: 145-155.





**Research paper**

**Analysis of energy usage on laying hen rearing units in Iran**

**R. Esfanjari Kenari\***

Assistant Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

(Received: 21-06-2018 – Accepted: 28-11-2018)

**Abstract**

Energy of inputs is a necessity of life for human beings all over the world due to its function in strengthening the security and contentment of the people. This study was focused on economics of energy on laying hen rearing units in Iran. The data of this study obtained from a sample of 354 farms that were taken from an industrial farm census conducted by the Statistical Center of Iran in 2016. Investigation of energy efficiency in the laying hen rearing industry indicated that index of energy productivity in the first group (the provinces of East Azarbaijan, West Azarbaijan and Hamadan) and the second group (the provinces of Tehran, Qom and Markazi) are 47 and 48 kg/MJ and specific energy ratios for these two groups were 40.74 and 29.96 MJ, respectively. Result of this study showed that energy efficiency was low and energy perishes was high in this industry. Therefore, modern and well established scientific practices can be used to improve energy efficiency and reduce energy losses.

**Keywords:** Specific energy, Energy productivity, Energy efficiency, Laying hen

\*Corresponding author: [esfanjari@guilan.ac.ir](mailto:esfanjari@guilan.ac.ir)