

بررسی انرژی مصرفی و اثرات تعداد جوجه و نوع سیستم تهویه بر بازده مصرف انرژی واحدهای مرغ گوشتی استان یزد

محمد داوود حیدری^{۱*}، محمود امید^۲ و اسداله اکرم^۳

چکیده

هدف از این مطالعه، برآورد مقدار انرژی مصرفی در مراحل تولید واحدهای مرغ گوشتی و بررسی اثر تعداد جوجه‌ریزی و نوع سیستم تهویه بر بازده مصرف انرژی در این واحدها است. اطلاعات مورد نیاز در قالب پرسش‌نامه و دیدار روبرو از ۴۴ تولید کننده مرغ گوشتی استان یزد به طور تصادفی جمع‌آوری شد. اطلاعات مرغداری‌ها با توجه به تعداد جوجه در ابتدای فصل، به سه دسته (کمتر از ۱۰۰۰۰ قطعه، ۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ قطعه و بیشتر از ۲۰۰۰۰ قطعه) و مزارع مورد بررسی، با توجه به نوع سیستم تهویه (طولی و عرضی) به دو گروه تقسیم‌بندی شدند. تجزیه واریانس سطوح تعداد جوجه‌ریزی و انواع سیستم تهویه (طولی و عرضی) بر بازده مصرف انرژی در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. با توجه به نتایج، متوسط بازده مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه به ترتیب ۰/۱۵، ۰/۱۴ کیلوگرم بر مگاژول و ۷۱/۹۵ مگاژول بر کیلوگرم به دست آمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تعداد جوجه‌ریزی بر بازده انرژی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است و سطح سوم (بیشتر از ۲۰۰۰۰ قطعه) بالاترین نسبت انرژی را دارند. اثر نوع سیستم تهویه بر بازده مصرف انرژی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد و سیستم هوادهی طولی که در ۶۱٪ واحدها استفاده می‌شود بازده انرژی بالاتری را دارد.

واژه‌های کلیدی: بازده انرژی، تجزیه واریانس، تعداد جوجه‌ریزی، سیستم تهویه، مرغ گوشتی.

ارجاع: حیدری م. د. امید م. و اکرم ا. ۱۳۹۱. بررسی انرژی مصرفی و اثرات تعداد جوجه و نوع سیستم تهویه بر بازده مصرف انرژی واحدهای مرغ گوشتی استان یزد. مجله پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۱(۳۳): ۳۹-۳۹.

۱- دانشجوی دکترای مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران.

۲- استاد گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران.

۳- دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران.

* نویسنده مسئول: mdheidari@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۰۸

مقدمه

استفاده روز افزون از منابع انرژی، افزایش قیمت آن‌ها، کاهش ذخایر موجود به ویژه منابع انرژی فسیلی و از طرفی رشد جمعیت، باعث ترغیب برای یافتن راهکارهای جدید شده است. از دهه ۱۹۷۰ که بحران انرژی در دنیا اتفاق افتاد، پژوهش‌ها در زمینه مصرف انرژی آغاز شد، زیرا که انرژی عامل تعیین کننده‌ای در توسعه صنعتی و اقتصادی بوده و خواهد بود. انرژی لازم برای انجام کارهای کشاورزی از منابع مختلف تأمین می‌شود. ارزیابی جریان‌های مختلف انرژی دخیل در تولیدات کشاورزی اساس تحلیل انرژی را تشکیل می‌دهد. مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران در سال ۱۳۸۶، معادل ۳۷۶۰۰۰۰۰ بشکه نفت خام بوده است که رشد فزاینده انرژی در بخش کشاورزی نسبت به سال ۱۳۸۵، ۲/۲٪ است (بی‌نام، ۱۳۸۷). پس هدف تحلیل‌های انرژی، کاهش مصرف نهاده‌های انرژی و جایگزینی منابع انرژی تجدیدپذیر در فرآیند کشاورزی و حتی‌المقدور کاهش هزینه‌های تولید و روش‌های تولید دوست‌دار طبیعت بوده و به عنوان قسمتی از یک سیستم مدیریت بهینه الزامی هستند. اندازه‌گیری و ارزیابی منظم کارایی و بهره‌وری، باعث استفاده بهینه از امکانات موجود و جلوگیری از افزایش نامتعادل مصرف انرژی و هزینه‌ها، موجب ارتقاء کیفیت و کمیت کالاها و خدمات تولیدی خواهد شد. نگاهی اجمالی به وضعیت مصرف انرژی در ایران، در مقایسه با سایر کشورهای جهان، اهمیت توجه به مقوله بهره‌وری را بیش از پیش روشن می‌کند (غجه بیگ، ۱۳۸۸).

صنعت طیور از بزرگترین و توسعه یافته‌ترین صنایع موجود در بخش کشاورزی کشور است و با افزایش روز افزون جمعیت، افزایش سطح درآمد و رفاه مردم و در نتیجه افزایش تقاضا برای گوشت سفید، گسترش و توسعه صنعت مرغداری برای تأمین نیازهای پروتئینی امری ضروری به نظر می‌رسد (خلجی و همکاران، ۱۳۷۷). جوجه‌های گوشتی، جوجه‌هایی هستند که برای تولید گوشت پرورش داده می‌شوند و از نظر ژنتیکی سرعت رشد بالایی دارند و به سرعت به وزن فروش می‌رسند. هر دو جنس این جوجه‌ها به صورت مخلوط یا مجزا پرورش داده می‌شوند که در طول ۷-۶ هفته پرورش یافته و در این مدت به طور متوسط به وزن ۲-۲/۵ کیلوگرم می‌رسند. این سرعت رشد باعث افزایش احتیاجات تغذیه‌ای، تهویه‌ای،

فضا، تجهیزات و نهایتاً افزایش مصرف انرژی شده است. جوجه‌های گوشتی برای تولید یک کیلوکالری انرژی به صورت پروتئین به ۴ کیلوکالری انرژی نیاز دارند در حالی که این نسبت در دیگر حیوانات اهلی نسبت به طیور بیشتر است. پس طیور کارایی بیشتری در تبدیل انرژی مصرفی دارند (ژوزه و همکاران، ۲۰۰۲). به طور میانگین انرژی لازم برای تولید هر قطعه مرغ گوشتی ۰/۱۳ کیلووات ساعت بیان شده است (پیمنتال، ۲۰۰۴). با توجه به اهمیت مبحث انرژی به عنوان مقوله‌ای مؤثر در یک مرغداری و بررسی میزان مصرف آن در این بخش و مشکلات موجود در سطح تولید، توزیع و مصرف انرژی سیستم، قیمت‌گذاری، مسائل سرمایه‌گذاری و کمبود اطلاعات انرژی در کشور، تماماً ناشی از ضعف مدیریت انرژی و نبود یک نهاد قوی و یکپارچه برای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری در حوزه انرژی است. در مرغداری‌ها اتلاف انرژی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد، اما به درستی مشخص نیست که در کدام پارامتر مصرفی انرژی، اتلاف صورت گرفته است و میزان این اتلاف چقدر بوده است. از عوامل تأثیرگذار بر بازدهی مصرف انرژی در مرغداری‌ها می‌توان استفاده از سیستم‌های هوادهی طولی یا عرضی، تعداد جوجه‌ریزی و ... را نام برد. با توجه به چگونگی استقرار فن‌ها و هواکش‌ها در عرض یا طول سالن نسبت به هم، جریان هوا در سالن به صورت عرضی و طولی (تولنی) برقرار می‌شود (پوررضا، ۱۳۸۸).

در سال‌های اخیر، مطالعاتی در زمینه مصرف انرژی و کارایی در مرغداری‌ها و سایر تولیدات دامی در ایران و سایر کشورها صورت گرفته است که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

صداقت حسینی و همکاران (۱۳۸۷) در محاسبه انرژی مصرفی در بخش‌های مختلف مرغداری در دو فصل تابستان و زمستان گزارش دادند که انرژی‌های الکتریکی، شیمیایی (سوخت)، بیولوژیکی (نیروی انسانی)، در زمستان به ترتیب MJ ۲۳۹۵/۷، MJ ۳۸۵۶۳/۸۸ و MJ ۹۴/۸۵ و در تابستان به ترتیب MJ ۳۳۵۹/۵، MJ ۶۶/۱۲۴ و MJ ۹۴/۵۸ در روز است.

در مطالعه‌ای در استان فارس میزان کارایی ۳۵ واحد تولیدی طیور با استفاده از روش CCR ورودی محور DEA اندازه‌گیری شد. سه واحد دارای کارایی ۱۰۰٪ معرفی شده و بقیه با درجات مختلف کارایی نداشتند. برای واحدهایی

در معادله ۱، n اندازه نمونه مورد نیاز، N موجودی جامعه هدف، N_h تعداد جمعیت در لایه‌بندی h ، S_h انحراف معیار در لایه‌بندی h ، S_h^2 واریانس لایه‌بندی h در معادله فوق، $D^2 = d^2/z^2$ است که d نشان‌دهنده دقت و z ضریب اطمینان (ضریب اطمینان ۱/۹۶ که نشان دهنده ۹۵٪ اطمینان است) است.

نهادهای تولید در کشاورزی از دو منبع انرژی استفاده می‌کنند: منابع انرژی مستقیم و منابع انرژی غیرمستقیم (حیدری و همکاران، ۲۰۱۱). انرژی‌های مستقیم شامل انرژی کارگر، سوخت‌های فسیلی (بنزین، گازوئیل، گاز طبیعی، گاز مایع، زغال سنگ و الکتریسیته) و سوخت‌های زیستی است. انرژی‌های غیرمستقیم شامل انرژی لازم در تولید تجهیزات کشاورزی، دامی، انرژی خوراک و انرژی معادل جوجه است. شاخص‌های انرژی ابرازی هستند که امکان مقایسه سیستم‌ها با یکدیگر و مطالعه جز به جز آن‌ها را با یکدیگر فراهم می‌کنند. سه شاخص مهم انرژی که امکان شناخت جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی را مهیا می‌سازد، شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه است (روابط ۲ الی ۴) (کاناکچی و همکاران، ۲۰۰۵).

$$(۲) \quad \text{نسبت انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (MJ.(1000bird)}^{-1})}{\text{انرژی ورودی (MJ.(1000bird)}^{-1})} \quad (\text{بازده مصرف انرژی})$$

$$(۳) \quad \text{بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{عملکرد (kg.(1000bird)}^{-1})}{\text{انرژی ورودی (MJ.(1000bird)}^{-1})}$$

$$(۴) \quad \text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (MJ.(1000bird)}^{-1})}{\text{عملکرد (kg.(1000bird)}^{-1})}$$

بر پایه معادلات انرژی داده شده برای نهاده‌ها و ستانده‌ها (خروجی) در جدول ۱، نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی خالص و انرژی با استفاده از روابط ۲ الی ۴ محاسبه شدند (حیدری و همکاران، ۲۰۱۱).

برای به دست آوردن مقادیر هر یک از نهاده‌ها و مقدار خروجی، از اطلاعات موجود در پرسش‌نامه استفاده شد. این اطلاعات، شامل مقادیر مصرف هر کدام از نهاده‌ها در یک دوره پرورش است.

با استفاده از معادله ۵ میزان انرژی معادل جوجه‌ها محاسبه شد (حیدری و همکاران، ۲۰۱۱).

$$E_{ch} = n_{ch} \times w_{ch} \times ec_{ch} \quad (۵)$$

که کارایی ۱۰۰٪ نداشتند تعیین شد که به چه میزان باید نهاده‌های خود را تعدیل کنند تا به واحد کار تبدیل شوند. تحلیل نتایج نشان داد که بین کارایی هر واحد با ظرفیت تولید و سطح تجهیزات واحدهای تولیدی طیور تحت مطالعه، رابطه معناداری وجود دارد (محمدی، ۱۳۸۷).

استان یزد دارای ۸۲۶ واحد مرغداری بوده که ۵٪ از کل مرغداری‌های ایران را دارد. از این تعداد ۶۷۳ مرغداری فعال بوده که ۴٪ از کل مرغداری‌های ایران را شامل می‌شود و ۱۵۸ مرغداری غیرفعال هستند. ظرفیت کل مرغداری‌های استان ۸/۴۹۵ میلیون قطعه است (بی‌نام، ۱۳۸۵).

هدف از این پژوهش، برآورد مقدار انرژی مصرفی در مراحل تولید واحدهای مرغ گوشتی استان یزد و بررسی اثر تعداد جوجه‌ریزی و نوع سیستم تهویه بر بازده مصرف انرژی در این واحدها است. بدین منظور اطلاعات لازم در قالب پرسش‌نامه و دیدار با ۴۴ تولید کننده مرغ گوشتی استان یزد به طور تصادفی جمع‌آوری شد.

مواد و روش‌ها

مطالعه مورد نظر در استان یزد در سال ۱۳۸۹ انجام شده است. این استان به سبب مجاورت با کویرهای مرکزی ایران آب و هوای گرم و خشک دارد. پرورش طیور در مناطق گرم و خشک در مقایسه با مناطق معتدل محدودیت‌هایی دارد. از جمله تنظیم درجه حرارت مناسب، به گونه‌ای که طیور در بهترین شرایط آب و هوایی باشند. با توجه به اینکه طیور در شرایط بسته پرورش داده می‌شوند، شرایط محیطی از جمله شرایط آب و هوایی منطقه بر تنظیم درجه حرارت مورد نیاز محل پرورش تأثیر می‌گذارد.

اطلاعات مورد نیاز پژوهش از ۴۴ مرغدار از شش شهرستان استان یزد که فقط به حرفه تولید مرغ گوشتی مشغول بودند، در قالب پرسش‌نامه و دیدار روبرو جمع‌آوری شد. در طول این پژوهش از اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان یزد و تعاونی مرغداران شهرستان یزد نیز استفاده شد. نمونه‌گیری تصادفی مرغداری‌ها با توجه به جمعیت کل و اندازه هر نمونه با معادله ۱ تخمین زده شد (یامین، ۱۹۶۷).

$$n = \frac{\sum (N_h S_h)}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2} \quad (۱)$$

که در آن، E_{fuel} ، انرژی معادل سوخت مصرفی بر حسب MJ، F_{con} ، میزان سوخت مصرفی بر حسب L، ec_{fuel} ، محتوی انرژی سوخت دیزل بر حسب $MJ.L^{-1}$ هستند. انرژی معادل سوخت با توجه به جدول ۱ برابر $MJ.L^{-1}$ ۴۷/۸ در نظر گرفته شد.

مقدار برق مصرفی در یک دوره از طریق قبض‌های صادر شده از اداره برق در آن دوره و تقسیم بر نرخ برق کشاورزی محاسبه شد. از معادله ۷ برای محاسبه انرژی معادل الکتریسیته هر مرغداری استفاده شد (حیدری و همکاران، ۲۰۱۱).

$$E_{el} = el_{con} \times ec_{el} \quad (7)$$

که در آن، E_{el} ، انرژی معادل الکتریسیته مصرفی بر حسب MJ، el_{con} ، میزان الکتریسیته مصرفی بر حسب kWh، ec_{el} ، محتوی انرژی الکتریسیته بر حسب $MJ.kWh^{-1}$ هستند.

انرژی معادل الکتریسیته با توجه به جدول ۱ برابر $MJ.kWh^{-1}$ ۱۱/۹۳ در نظر گرفته شد. از معادله ۸ برای محاسبه انرژی معادل نیروی کار هر مرغداری استفاده شد.

$$E_{la} = n_{la} \times n_d \times h \times ec_{la} \quad (8)$$

که در آن، E_{la} ، انرژی معادل کارگر بر حسب MJ، n_{la} ، تعداد کارگر، n_d ، تعداد روزهای دوره جوجه ریزی و h ، ساعت کاری کارگرها در روز، ec_{la} ، محتوی انرژی کار کارگری بر حسب $MJ.h^{-1}$ است.

انرژی هر کارگر مرد با توجه به جدول ۱ به ازای هر ساعت MJ ۱/۹۶ در نظر گرفته شد. شیفت کاری کارگرهای مرغداری دوازده ساعته است اما به دلیل آن‌که کارگرها در تمام شیفت کاری مشغول به کار نیستند برای هر کارگر روز کار یا شب کار هشت ساعت کار در هر شبانه روز در نظر گرفته شد. تعداد روزهای کاری هر دوره جوجه‌ریزی با استفاده از تاریخ شروع و پایان دوره جوجه‌ریزی که در پرسش‌نامه‌ها موجود بود، محاسبه شد.

پس از تعیین شاخص‌های مختلف انرژی، تأثیر عامل تعداد جوجه‌ریزی در سه سطح (کمتر از ۱۰۰۰۰ قطعه، ۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ قطعه و بیشتر از ۲۰۰۰۰ قطعه) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی بر بازده انرژی (نسبت انرژی) بررسی شد. مقایسه میانگین‌ها هم در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن انجام شد. همچنین تأثیر نوع سیستم تهویه در دو سطح بر بازده انرژی نیز بررسی شد. دو نوع سیستم تهویه

که در آن، E_{ch} ، انرژی معادل جوجه بر حسب MJ، w_{ch} ، وزن هر جوجه بر حسب kg، n_{ch} ، تعداد جوجه و ec_{ch} ، محتوی انرژی جوجه بر حسب MJ به ازای هر کیلوگرم جوجه است.

جدول ۱- میزان انرژی نهاده‌های مصرف شده و خروجی در تولید مرغ گوشتی

منبع	انرژی معادل (MJ/unit)	واحد	نهاده
(نجفی اناری و همکاران، ۱۳۸۷)	۱۰/۳۳	kg	جوجه
(کیتانی، ۱۹۹۹)	۴۷/۸	L	سوخت دیزل
			دان مرغ
(آتیلگان و همکاران، ۲۰۰۶)	۷/۹	kg	ذرت
(آتیلگان و همکاران، ۲۰۰۶)	۱۲/۶	kg	سویا
(نجفی اناری و همکاران، ۱۳۸۷)	۱۳/۷	kg	گندم
(آلرویس و فرانسیس، ۲۰۰۳)	۱۰	kg	دی کلسیم فسفات
(سینز، ۲۰۰۳)	۱/۵۹	kg	ویتامین
(سینز، ۲۰۰۳)	۱/۵۹	kg	نمک و مواد معدنی
(برگ، ۲۰۰۲)	۳۷	kg	اسید چرب
(حیدری و همکاران، ۲۰۱۱)	۱/۹۶	h	نیروی کار
(حیدری و همکاران، ۲۰۱۲)	۱۱/۹۳	KWh	الکتریسیته ماشین‌آلات
(چاوهران و همکاران، ۲۰۰۶)	۶۲/۷	kg	فولاد
(چاوهران و همکاران، ۲۰۰۶)	۶۴/۸	kg	موتور الکتریکی
(کیتل، ۱۹۹۳)	۴۶/۳	kg	پلی‌اتیلن
(کلیک، ۲۰۰۳)	۱۰/۳۳	kg	گوشت مرغ
(کیزیلاسلان، ۲۰۰۹)	۰/۳	kg	خروجی کود مرغ

برای محاسبه انرژی معادل سوخت مرغداری‌ها از معادله ۶ استفاده شد (حیدری و همکاران، ۲۰۱۱).

$$E_{fuel} = F_{con} \times ec_{fuel} \quad (6)$$

مقادیر مربوط به بازده انرژی در جدول ۳ نشان می‌دهد که سطح سوم (بیشتر از ۲۰۰۰۰ قطعه) بیشترین بازده انرژی را دارد. مرغداری‌های با تعداد جوجه بالاتر، مدیریت بهتری در مصرف نهاده‌ها به‌ویژه خوراک داشتند.

جدول ۳- بازده انرژی سه سطح تعداد جوجه‌ریزی در تولید

مرغ گوشتی					
تعداد جوجه‌ریزی (قطعه)	تعداد جوجه	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
$x < 10000$	۱۶	۰/۱۴۹۳	۰/۰۲۳۲۱	۰/۱۳۸	۰/۱۶۰
$20000 < x < 10000$	۱۴	۰/۱۳۴۴	۰/۰۱۴۲۹	۰/۱۲۳	۰/۱۴۶
$x > 20000$	۱۴	۰/۱۶۸۰	۰/۰۲۶۰۲	۰/۱۵۶	۰/۱۸۰

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) اثر تعداد جوجه‌ریزی بر بازده انرژی نشان می‌دهد که تعداد جوجه‌ریزی در سطح احتمال ۱٪ بر بازده انرژی تأثیر دارد. طبق جدول ۵ مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن در سطوح سه‌گانه تعداد جوجه‌ریزی انجام گرفت و مشخص شد که مزارع با تعداد جوجه بیش از ۲۰۰۰۰ قطعه با بازده ۰/۱۷ بیشتر مقدار بازده را دارد، اما تفاوت سطح اول و دوم معنی‌دار نیست.

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر تعداد جوجه‌ریزی بر بازده

مصرف انرژی				
منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
تعداد جوجه	۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۸/۳۲۹**
خطا	۴۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰۵	
کل	۴۴	۱/۰۲۵		

مقدار ضریب تغییرات (cv) برای این اثر ۱۴/۹ بود.

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین سطوح تعداد جوجه‌ریزی به

روش دانکن		
بازده انرژی	تعداد	زیر مجموعه
اول	دوم*	
$x < 10000$	۱۴	۰/۱۳۴۴
$20000 < x < 10000$	۱۶	۰/۱۴۹۳
$x > 20000$	۱۴	۰/۱۶۸۰

* میانگین‌ها در دو سطح با هم اختلاف معنی‌دار داشتند.

رایج در مرغداری‌ها شامل سیستم تهویه عرضی و طولی است. در جریان عرضی، هواکش‌ها در دیوار طولی و در صورت امکان ضلع جنوبی سالن در ارتفاع ۶۰ cm تا ۸۰ cm از کف نصب می‌شوند و به صورت اریب به ازای هر هواکش، یک پنجره در دیوار نصب می‌شود. در حالت جریان طولی، تمام هواکش‌های خروجی در یک انتهای سالن و تمام دریچه‌های ورودی هوا در انتهای دیگر قرار می‌گیرند. اطلاعات به دست آمده وارد نرم افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ و SPSS نسخه ۱۷ شد و تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

تمام مرغداری‌های مورد بررسی به دلیل قرار داشتن در شرایط آب و هوای گرم و خشک، از ساختمان‌های با سقف گنبدی استفاده می‌کردند. در ۶۱٪ از مزارع از سیستم تهویه طولی استفاده می‌شد و ۳۹٪ بقیه از تهویه عرضی استفاده می‌کردند.

کل انرژی مصرفی در یک دوره پرورش مرغ گوشتی $224/106 \text{ GJ}/(1000\text{bird})$ و کل انرژی خروجی $27/46 \text{ GJ}/(1000\text{bird})$ محاسبه شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که گازوییل بیشترین میزان مصرف انرژی را دارد. برای هر ۱۰۰۰ عدد مرغ میزان ۲۳۱۴ لیتر گازوییل مصرف شده که حاوی $110632/79$ مگاژول انرژی بوده و ۴۹/۳۷ درصد از کل انرژی مصرفی را شامل شده است. گازوییل برای گرمایش سالن‌ها استفاده می‌شود. مصرف بالای گازوییل به دلیل استفاده از هیترهایی با بازدهی پایین است.

در جدول ۲ نتایج مربوط به انرژی خروجی و شاخص‌های انرژی برای سه سطح تعداد جوجه‌ریزی آمده است. سطح دوم (۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ قطعه) بیشترین بهره‌وری انرژی را دارد که نشان می‌دهد به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی $0/0151 \text{ kg}$ مرغ تولید می‌شود.

جدول ۲- شاخص‌های انرژی در تولید مرغ گوشتی

تعداد جوجه‌ریزی (قطعه)	انرژی خروجی $(\text{MJ}/(1000\text{bird})^{-1})$	بهره‌وری انرژی $(\text{kg}/\text{MJ})^{-1})$	انرژی ویژه $(\text{MJ}/(1000\text{bird})^{-1})$
$x < 10000$	۲۷۱۹۷	۰/۰۱۴۱	۷۲/۳۵۲
$20000 < x < 10000$	۲۷۲۲۶	۰/۰۱۳۶	۷۴/۸۸۱
$x > 20000$	۲۷۹۹۸	۰/۰۱۵۱	۶۸/۵۴۹

۲۰۰۰۰ قطعه) بالاترین نسبت انرژی را دارد. اثر نوع سیستم تهویه بر بازده مصرف انرژی در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد و سیستم هوادهی طولی که در ۶۱٪ واحدهای پرورشی استفاده می شود نسبت بالاتری از انرژی را دارد.

مدیریت خوب در یک مزرعه پرورش دام برای هر اقدام اساسی، نیازمند نظارت است که معمولاً پرورش دهندگان، این را انجام می دهند. برای مدیریت بهتر یک واحد پرورش طیور می توان تکنیک های فنی که به طور عادی استفاده می شود را این گونه ذکر کرد: دوره پرورش، مرگ و میر در طول دوره پرورش و ضریب تبدیل مواد غذایی (طبق نظر مرغداران با نسبت انرژی بالاتر). توصیه می شود قبل از ورود جوجه ها به سالن، در حین پرورش و بعد از اتمام یک دوره برای دوره بعد اقدامات ذیل در نظر گرفته شوند:

- جوجه ها دارای وزن مناسب بوده و از نظر پراکندگی وزنی یکنواخت باشند. جوجه های گوشتی از گله های مادری انتخاب شوند که سالم بوده و دارای سطح یکنواخت و بالایی از پادتن ها علیه بیماری های مؤثر در یک فرآیند تولید باشند.

- در مرغداری های بررسی شده، سوخت بیشترین سهم انرژی نهاده ها را به خود اختصاص داده است. با گاز رسانی به مرغداری های منطقه، می توان امکان استفاده از آن را برای مرغداران فراهم کرد که علاوه بر هزینه های پایین تر، دارای سهولت بیشتری در استفاده از آن می باشد.

- با توجه به مصرف بالای نهاده های سوخت و خوراک نسبت به دیگر نهاده ها، روش های استفاده صحیح و مناسب از این نهاده به مرغداران توصیه می شود.

- پژوهش در خصوص استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی مانند انرژی خورشیدی، بادی و فتوولتائیک برای گرم کردن سالن ها توصیه می شود.

- شناخت عوامل استرس زا در پرورش جوجه گوشتی از مهمترین امور مدیریتی است. عوامل استرس زا باعث اختلال در برنامه مصرف خوراک می شود. برخی از استرس ها ناشی از وضعیت ساختمان و شرایط آن بوده، که باید سعی کرد شرایط سالن در بهترین حالت باشد.

نتایج تجزیه واریانس اثر نوع سیستم تهویه بر بازده انرژی در جدول ۶ آمده است. سیستم تهویه طولی با احتمال ۹۵٪ از سیستم تهویه عرضی بازده بالاتری دارد. در سیستم تهویه طولی جریان هوا در داخل سالن به صورت عرضی انجام می شود. عرض مناسب سالن ۸ m تا ۱۲ m است، که اگر عرض سالن کمتر از ۸ m باشد در سالن کوران ایجاد شده و اگر از ۱۲ m بیشتر باشد (با توجه به ابعاد مرغداری های بررسی شده)، امکان تهویه مناسب سالن مقدور نخواهد بود. در نتیجه هوا پس از ورود به سالن، طول آن را طی و از انتها خارج می شود. مشکل عمده این سیستم حرکت و تجمع جوجه ها در قسمت دریچه های ورودی است، که این تجمع باعث کاهش عملکرد آن ها می گردد. برای کنترل حرکت جوجه ها باید موانع توری به ارتفاع حدود ۲۰ cm در عرض سالن قرار گیرد. در صورتی که اختلاف دمای دو سر سالن ۵-۴°C باشد، نشان دهنده مناسب بودن جریان هوا است. اگر اختلاف دما کمتر است سرعت جریان هوا زیاد بوده و اگر بیشتر باشد، سرعت جریان هوا کم است (پوررضا، ۱۳۸۸).

جدول ۶- تجزیه واریانس تأثیر نوع سیستم تهویه بر بازده مصرف انرژی

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
سیستم تهویه	۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۴/۶۷۹*
خطا	۴۳	۰/۰۲۵	۰/۰۰۱	
کل	۴۴	۱/۰۲۵		

مقدار ضریب تغییرات (cv) برای این اثر ۲۱ بود.

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده نشان می دهد که گازوییل بیشترین میزان مصرف انرژی را دارد. متوسط بازده مصرف انرژی، بهره وری انرژی و انرژی ویژه در مرغداری های گوشتی یزد به ترتیب برابرند با ۰/۱۵، ۰/۱۴ kg.MJ⁻¹ و MJ.kg⁻¹ ۷۱/۹۵. همچنین اثر تعداد جوجه ریزی بر بازده انرژی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است و سطح سوم (بیشتر از

منابع

۱. پوررضا ج. ۱۳۸۸. اصول علمی و عملی پرورش طیور. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، اصفهان. ۳۲۲ ص.
۲. خلجی ا. ح. و بهمن ا. ن. ۱۳۷۷. وضعیت تولید، فرآوری و مصرف فضولات انواع طیور پرورشی در ایران و راه حل های پیشنهاد شده. نشریه چکاوک. ۷(۲): ۳۲-۳۸.

۳. بی‌نام. ۱۳۸۶. دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی. ترازنامه انرژی سال. ۳۱۲ ص. <http://www.saba.org.ir>
۴. بی‌نام. ۱۳۸۵. سالنامه آماری کشور. ۴۵۴ ص. <http://www.salnameh.sci.org.ir>
۵. صداقت حسینی م. الماسی م. مینایی س. و برقی م. ع. ۱۳۸۷. طراحی سیستم بازیافت انرژی در مجتمع صنعتی تولید تخم‌مرغ. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۰ ص.
۶. غجه بیگ ف. ۱۳۸۸. توسعه یک سیستم تصمیم‌یار مدیریت مصرف انرژی در گلخانه‌های سبزی و صیفی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۱۸ ص.
۷. محمدی ع. ۱۳۸۷. اندازه‌گیری کارایی واحدهای تولیدی طیور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها مطالعه موردی استان فارس. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۱۶(۶۳):۸۹-۱۱۶.
۸. نجفی اناری س. خادم‌الحسینی ن. ا. جزایری ک. ا. و میرزاده خ. ۱۳۸۷. بررسی کارایی انرژی در پرورش مرغ گوشتی منطقه اهواز. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌آلات کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد. ۶ ص.
9. Alrwis K. N. and Francis E. 2003. Technical efficiency of broiler farms in the central region of Saudi Arabia: Stochastic Frontier Approach. Research Bulletin. 116(1):5-34.
10. Atilgan A. and Hayati K. 2006. Cultural energy analysis on broilers reared in different capacity poultry houses. Italian Journal of Animal Science. 5(4):393-400.
11. Berg M. J. Tymoczko L. J. and Stryer L. 2002. Biochemistry 5th edition: New York: W. H. Freeman. 1026 p.
12. Canakci M. Topakci M. Akinci I. and Ozmerzi A. 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production: case study for Antalya regions Turkey. Energy Conversion and Management. 46(4):366-655.
13. Celik L. and Ozturkcan O. 2003. Effects of dietary supplemental l-carnitine and ascorbic acid on performance, carcass composition and plasma l-carnitine concentration of broiler chicks reared under different temperature. Archives of Animal Nutrition. 57(1):27-38.
14. Chauhan N. S. Mohapatra P. K. J. and Pandey K. P. 2006. Improving energy productivity in paddy production through benchmarking: an application of data envelopment analysis, Energy Conversion and Management. 47(9):1063-1085.
15. Heidari M. D. and Omid M. 2011. Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable productions in Iran. Energy. 36(1):220-225.
16. Heidari M. D. and Omid M. and Akram A. 2011. Energy efficiency and econometric analysis of broiler production farms. Energy. 36(11):6536-6541.
17. Heidari M. D. Omid M. and Mohammadi A. 2012. Measuring productive efficiency of horticultural greenhouses in Iran: a Data Envelopment Analysis approach. Expert Systems with Applications. 39(1):1040-1045.
18. Jose E. P. T. Luiz F. and Furlan R. 2002. Consumption and electricity costs in a commercial broiler house. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 6(3):519-522.
19. Kitani O. 1999. Energy and Biomass Engineering. In: CIGR Handbook of Agricultural Engineering, ASAE Publication, St. Joseph, MI. 330 p.
20. Kittle A. P. 1993. Alternate daily cover materials and subtitle, the Selection technique Rusmar, Incorporated West Chester, PA. 26 p.
21. Kizilaslan H. 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat province of Turkey. Applied Energy. 86(7):1354-1358.
22. Pimentel D. 2007. Livestock production and energy use. Food, Energy, and Society, CRC Press. 9 pp.
23. Sainz R. D. 2003. Livestock-environment initiative fossil fuels component: Framework for calculating fossil fuel use in livestock systems. 20 pp.
24. Yamane T. 1967. Elementary Sampling Theory. USA: Prentice-Hall Inc. 405 p.

