نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ – کرج

مقایسه مصرف انرژی و کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی و تخمگذار استان البرز

سجاد زند[۱]، محمود امید[۲]* و مجید خانعلی[۳]

۱، ۲ و ۳ – به ترتیب کارشناس ارشد، استاد و استادیارگروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری دانشگاه تهران

ایمیل مکاتبه کننده: omid@ut.ac.ir

چکیده

برنامه‌ریزی جهت افزایش کارایی واحدهای تولیدی مستلزم اندازه‌گیری کارایی و شناخت عوامل موثر بر آن می‌باشد. این پژوهش درپی چنین هدفی، به بررسی کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی و مرغ تخمگذار در استان البرز می‌پردازد. نهاده‌های ورودی واحدها شامل سوخت، الکتریسیته، خوراک، نیروی کارگری، تجهیزات، جوجه و پولت بودند. با توجه به نتایج، متوسط انرژی مصرفی در واحدهای گوشتی و تخمگذار به ترتیب برابر ۱۸۹۸۰۵/٤۸ و ۱۳۷٦٥٦/۳٤ مگاژول به ازای ۱۰۰۰مرغ به دست آمد که در واحدهای گوشتی سوخت و در واحدهای تخمگذار خوراک بیشترین سهم را در انرژی ورودی داشتند. با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها کارایی واحدها در استفاده از انرژی ورودی بررسی شد که متوسط کارایی فنی و فنی خالص در واحدهای گوشتی به ترتیب برابر ۰/۹۰ و ۰/۹۳ و در واحدهای تخمگذار برابر ۰/۹۱ و ۰/۹۷ محاسبه شد. همچنین نتایج تحلیل پوششی داده‌ها نشان داد که واحدهای گوشتی و تخمگذار مورد مطالعه می‌توانند بدون کاهش تولید به ترتیب ۲۱/۰۹ و ۲۱/۳٤ درصد از انرژی ورودی فعلی خود را ذخیره کنند. در واحدهای گوشتی سوخت مصرفی با سهم ٦۲ درصد و در واحدهای تخمگذار الکتریسیته با سهم ۵۵ درصد از انرژی قابل ذخیره در واحدها، ناکاراترین نهاده‌های مصرفی بودند.

واژه‌های کلیدی: مرغداری، مصرف انرژی، کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، بهینه سازی.

مقدمه

انرژی از مهم‌ترین منابع مورد استفاده بشر است که به دلیل محدود بودن آن، بشر دائماً در پی استفاده بهینه از این منبع می‌باشد. انرژی نقش اساسی در توسعه و پیشرفت کشاورزی و تولید مواد غذایی ایفا می‌کند. بخش کشاورزی و دامپروری که اصلی‌ترین بخش تولید کننده مواد غذایی است، به عنوان یک مبدل انرژی مهم‌ترین مصرف کننده و همچنین تولید کننده آن محسوب می‌شود (Rafiee et al., 2010). رشد روز افزون جمعیت جهان یکی از مهم‌ترین مسائل در جهت تأمین مواد غذایی سالم و کافی مورد نیاز می‌باشد. در این راستا صنعت مرغداری به لحاظ شرایط مساعد و قابلیت‌های کشور ایران اهمیت قابل ملاحظه‌ای در تأمین قسمت قابل توجه‌ای از نیاز غذایی جامعه دارد (دشتی و شرفا، ۱۳۸۸). امروزه صنعت مرغداری در ایران از نظر سرمایه گذاری و تعداد افراد شاغل یکی از صنایع مهم کشور محسوب می‌شود؛ به طوری که در

مجموع بیش از ٦۰۰ هزار فرصت شغلی را در اختیار دارد که با درنظرگرفتن پنج نفر در هر خانوار، تعداد افراد منتفع در این صنعت بالغ بر سه میلیون نفر است. به این ترتیب بی‌شک صنعت مرغداری پس از صنعت نفت، مهم‌ترین صنعت فعال داخلی است (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۲). دانش مصرف انرژی در هرعملیات تولیدی، روش مفیدی جهت تعیین مناطق انرژی بر می‌باشد که فقط با تجزیه و تحلیل میزان انرژی مصرفی در عملیات تولید مشخص می‌شوند. تجزیه و تحلیل انرژی به یک واحد تولیدی این امکان را می‌دهد که مراحل عملیاتی موجود آن واحد با روش‌های جدید تولید مقایسه شود و یا حتی خطوط تولید اصلاح گردند (نجفی اناری و همکاران، ۱۳۸۷). به طور کلی کارایی را می‌توان به دو صورت تعریف کرد. تعریف اول، کارایی را نسبت ستانده به دست آمده از تولید به نهاده به کار گرفته شده در تولید می‌داند و در تعریف دوم نسبت ستانده بالفعل (واقعی) به ستانده بالقوه (اسمی) اساس کار قرار می‌گیرد (آسایش و غروی، ۱۳۹۱). بهبود کارایی و بهره‌وری یکی از اهداف اساسی واحدهای تولیدی طیور است. دستیابی به این مهم از طریق تخصیص بهینه عوامل تولید در این بخش امکان پذیر است. یکی از راه‌های تخصیص بهینه این است که واحدهای تولیدی طیور خود را با واحدهای تولیدی برتر مقایسه کنند و از طریق این مقایسه و درک چرایی تفاوت عملکردشان با این واحدها، زمینه را برای بهبود بهره‌وری فراهم سازند. برای شناسایی واحدهای برتر در یک مجموعه می‌توان از تحلیل پوششی داده‌ها بهره جست (محمدی، ۱۳۸۷). عمید و همکاران (۱۳۹۳)، در بررسی مصرف انرژی مرغ گوشتی شهرستان خلخال بیان کردند که نهاده سوخت با ٦٤/۱۳ درصد بیشترین سهم انرژی مصرفی در واحدها را داشته است. ابوالحسنی و همکاران (۲۰۱۳)، کارایی ۲۸ استان ایران در تولید طیور گوشتی را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری کرده و میانگین کارایی فنی و کارایی فنی خالص استان‌ها را به ترتیب ۹۰ و ۹۳ درصد گزارش نمودند. سفید پری (۱۳۹۱)، در مطالعه روی مرغ تخمگذار، نشان داد خوراک و سوخت دیزل، مهم‌ترین نهاده‌های مصرف کننده انرژی بودند. حیدری (۱۳۹۰)، در بررسی واحدهای پرورش مرغ گوشتی استان یزد، متوسط کارایی فنی واحدها را ۰/۹۳ محاسبه نمود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در پاییز سال ۱۳۹۲ با هدف کلی بررسی وضعیت مصرف انرژی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی و تخمگذار استان البرز انجام گرفت. اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از مرغداران فعال در سطح استان طبق آمار سال ۱۳۹۱و با روش نمونه گیری تصادفی از ۵ شهرستان این استان جمع آوری گردید. دوره پرورش مرغ گوشتی معمولا بین ٤۵ تا ٦۰ روز می‌باشد و در استان البرز به طور متوسط در یک سال، ٤ دوره پرورش انجام می‌شود. پرورش مرغ تخم گذار نیز به طور متوسط در دوره‌های ۱٤ ماهه انجام می‌شود که در این مطالعه برای مقایسه بهتر نتایج دو واحد گوشتی و تخمگذار در منطقه، اطلاعات ۲ ماه از طول دوره پرورش مرغ تخمگذار لحاظ شده است. در سال ۱۳۹۱ تعداد ۲۰۲ مرغداری پرورش دهنده مرغ گوشتی و تعداد ۹۳ مرغداری پرورش دهنده مرغ تخمگذار در استان البرز وجود داشته است (بی نام، ۱۳۹۳) که برای این مطالعه از واحدهای گوشتی و تخمگذار به ترتیب ۳۰ و ۲۰ پرسشنامه تکمیل گردید. نهاده‌های مورد استفاده در مرغداری‌های مورد بررسی شامل سوخت (گازوئیل و گاز)، الکتریسیته، نیروی کارگری، دان، جوجه یا پولت، ماشین‌ها و تجهیزات مرغداری (آسیاب، آبخوری، دانخوری، قفس، هیتر و ...) بودند. ستانده‌ها یا خروجی‌های واحدها نیز شامل

گوشت مرغ یا تخم‌مرغ و کود می‌باشد. برای محاسبه میزان انرژی مصرفی و انرژی خروجی واحدها از ضرایب و هم ارزهای انرژی متناظر با هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌ها که در در جدول ۱ آورده شده است، بهره گرفته شد. هم‌ارز انرژی معادل کمی قرار داده شده برای نهاده‌ها یا ستانده‌ها است و در واقع بیان کننده میزان محتوای انرژی می‌باشد که در فرآیند تولید وارد یا خارج می‌شود (Ozkan et al., 2004).

جدول ۱- هم‌ارز انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها در واحدهای پرورش

نهاده/ستانده	واحد	هم‌ارز انرژی (مگاژول بر واحد)	منبع
جوجه	کیلوگرم	۱۰/۳۳	(نجفی اناری و همکاران، ۱۳۸۷)
پولت	قطعه	۱۱۰	(Baum et al., 2009)
سوخت			
گازوئیل	لیتر	٤۷/۸	(Kitani, 1999)
نفت	لیتر	۳٦/۸	(Kitani, 1999)
گاز طبیعی	مترمکعب	٤۹/٥	(Kitani, 1999)
نیروی کارگری	ساعت	۱/۹٦	(Kitani, 1999)
الکتریسیته	کیلووات ساعت	۱۱/۲۱	(Pishgar-Komleh et al., 2013)
دان (خوراک)			
ذرت	کیلوگرم	۷/۹	(Atilgan & Hayati, 2006)
سویا	کیلوگرم	۱۲/٦	(Atilgan & Hayati, 2006)
گندم	کیلوگرم	۱۳/۷	(نجفی اناری و همکاران، ۱۳۸۷)
دی کلسیم فسفات	کیلوگرم	۱۰	(Alrwis & Francis, 2003)
ویتامین	کیلوگرم	۱/٥۹	(Sainz, 2003)
نمک و مواد معدنی	کیلوگرم	۱/٥۹	(Sainz, 2003)
اسید چرب	کیلوگرم	۳۷	(Berg et al., 2002)
ماشین‌ها و تجهیزات			
فولاد	کیلوگرم	٦۲/۷	(Chauhan et al., 2006)
آهن سفید	کیلوگرم	۳۸	(Lawson & Rudder, 1996)
موتور الکتریکی	کیلوگرم	٦٤/۸	(Chauhan et al., 2006)
پلی اتیلن	کیلوگرم	٤٦/۳	(Kittle, 1993)
گوشت مرغ	کیلوگرم	۱۰/۳۳	(Celik, 2003)
تخم مرغ	کیلوگرم	۷/۲۸	(Baum et al., 2009)
کود مرغ	کیلوگرم	۰/۳	(Kizilaslan, 2009)

شاخص‌های انرژی

برای بررسی و مقایسه انرژی واحدها و سیستم‌های مختلف با یکدیگر نیاز به شاخص‌هایی می‌باشد که بتوان به کمک آنها انرژی‌های مصرفی و خروجی را مورد تحلیل قرار داد. مهم‌ترین شاخص‌های انرژی که در اکثر مطالعات قبلی به آنها اشاره شده است عبارتند از : نسبت انرژی[۱](ER)، بهره وری انرژی[۲](EP)، انرژی ویژه[۳](SE) و افزوده خالص انرژی[٤](NEG).

نهاده‌های تولید در کشاورزی را می‌توان به دو گروه عمده انرژی مستقیم و انرژی غیر مستقیم تقسیم نمود. منظور از انرژی مستقیم نوعی از انرژی است که به صورت مستقیم و بی‌واسطه منجر به انجام کار یا فعالیت در داخل مزرعه یا واحد تولیدی می‌شود.

تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها، عملکرد اندازه گیری شده هر واحد تولید و یا واحد تصمیم گیرنده را بهینه می‌کند و تمرکز آن بر روی مشاهدات تکی هر واحد تصمیم گیرنده به عنوان بهینه سازی آن واحد است. همچنین تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند بدون مشکل واحدهای با خروجی‌های متعدد و واحدهای اندازه گیری مختلف را تجزیه و تحلیل کند (Chauhan et al., 2006). در روش تحلیل پوششی داده‌ها نیاز به هیچ گونه فرض یا شکل ریاضی خاص نمی‌باشد؛ یعنی نیازی به شناخت تابع تولید نیست. همچنین در اختیار داشتن قیمت عوامل تولید نیز ضرورت ندارد. کارایی به دست آمده در این روش، کارایی نسبی است و مرز کارایی را ترکیب محدبی از واحدهای کارا ایجاد می‌کنند. لذا هر بنگاه که روی مرز کارایی قرار داشته باشد، کارا و در غیر این صورت ناکاراست. جهت کارا شدن یک واحد ناکارا باید تغییراتی در نهاده‌ها و ستانده‌های آن واحد صورت گیرد (محمدی، ۱۳۸۷). فرمول عمومی کارایی برابر با نسبت خروجی (ستانده) بر ورودی (نهاده) است که به علت وجود چندین ورودی و خروجی در واحدها به صورت نسبت مجموع وزنی خروجی‌ها به مجموع نسبت ورودی‌ها بیان می‌شود. کارایی عددی بین صفر و یک است. تحلیل پوششی داده‌ها کارایی را به سه شکل کارایی فنی۵، کارایی فنی خالص٦ و کارایی مقیاس۷ (بازده مقیاس) تعریف می‌کند. کارایی فنی، توانایی تولیدکنندگان در مصرف نهاده‌ها به منظور دست‌یابی به حداکثر ممکن تولید محصول، و یا تولید میزان مشخص محصول با مصرف کمترین نهاده‌ها را شامل می‌شود. کارایی فنی خالص، کارایی فنی است که اثر کارایی مقیاس از آن برداشته شده است. قابل ذکر است که کارایی فنی ترکیبی از اثرات هر دو کارایی فنی خالص و بازده مقیاس می‌باشد (دریجانی، ۱۳۹۰).

نتایج و بحث

در این بخش میزان مصرف انرژی معادل هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌ها با استفاده از هم ارزهای انرژی معرفی شده، برآورد

---

[۱] Energy Ratio
[۲] Energy Productivity
[۳] Specific Energy
[٤] Net Energy Gain
[۵] Technical Efficiency
[٦] Pure Technical Efficiency
[۷] Scale Efficiency

گردیده و سهم هر یک در انرژی ورودی و خروجی کل واحدهای پرورش مرغ گوشتی و تخمگذار محاسبه و در جدول۲ بیان شده است. نتایج مطالعه نشان داد که متوسط انرژی کل ورودی و خروجی در یک دوره پرورش مرغ گوشتی به ترتیب برابر ۱۸۹۸۰۵/٤۸ و ۲۸۱۵۱/۱۷ مگاژول بر ۱۰۰۰ مرغ بوده است که در بین انرژی‌های ورودی نهاده سوخت با انرژی معادل ۱۱۰۷۵٦/۲۳ مگاژول بر ۱۰۰۰ مرغ بیشترین تاثیر را در انرژی ورودی کل داشته است. در واحدهای مرغ تخمگذار در مدت مورد بررسی (۲ ماه)، متوسط انرژی کل ورودی ۱۳۷٦٥٦/۳٤ مگاژول بر ۱۰۰۰ مرغ بوده است که در بین انرژی‌های ورودی نهاده دان مصرفی با ۷۲۲۲۹/۱۳ مگاژول بیشترین سهم (۵۲ درصد) را در مقدار انرژی ورودی کل داشته است. این درحالی است که در این واحدها متوسط انرژی کل خروجی در این مدت ۲۷۳۷۹/۸٦ مگاژول بر ۱۰۰۰ مرغ بوده است. نتایج به دست آمده در این بخش تا حدودی مشابه نتایج مطالعه حیدری (۱۳۹۰) در بررسی انرژی مصرفی واحدهای پرورش مرغ گوشتی در استان یزد بود که میزان انرژی معادل سوخت را با میزان ۱۱۰٦۳۲/۷۹ مگاژول بر ۱۰۰۰ مرغ، مهم‌ترین نهاده ورودی معرفی کرد. نجفی اناری و همکاران (۱۳۸۷) نیز در بررسی کارایی پرورش مرغ گوشتی در منطقه اهواز، سوخت و دان مصرفی را مهم‌ترین نهاده‌های ورودی بیان کردند. همچنین عمید و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی انرژی مصرفی مرغ گوشتی شهرستان خلخال، نهاده سوخت را با ٦٤ درصد مهم‌ترین نهاده مصرفی از نظر انرژی بیان کردند. در واحدهای تخمگذار نیز نتایج سفیدپری (۱۳۹۱) در بررسی پرورش مرغ تخمگذار کرج، دان مصرفی را مهم‌ترین نهاده ورودی نشان داد.

جدول ۲ – مقدار متوسط نهاده‌ها و ستانده‌ها به همراه محتوای انرژی آن‌ها (مگاژول/۱۰۰۰مرغ)

نهاده/ستانده	مرغ گوشتی			مرغ تخمگذار	
	مقدار نهاده	انرژی معادل	درصد (٪)	مقدار نهاده	انرژی معادل	درصد (٪)
جوجه – پولت (kg)	۵۵/٦٦	۵۷٤/۹۵	۰/۳	۱۵٤/۵۳	۱٦۹۹۷/۹۷	۱۲/۳
سوخت		۱۱۰۷۵٦/۲۳	۵۸/٤		۱۲٦٦٦/۱٤	۹/۲
گازوئیل (l)	۲٤٤٤/۵۱	۱۱٦۸٤۷/٤٤	۲۸/۷	۳۱۲/۲۵	۱٤۹۲۵/۳۷	۸/۱
گاز طبیعی (m^3)	۲۱۲۹/۸۳	۱۰۵٤۲٦/٤۲	۲۹/٦	۱۱۸/۹٦	۵۸۸۸/٤۳	۱/۱
خوراک (kg)	۵۵۰۷/٤۱	۵٦۳۹۵/٦٤	۲۹/۷	۷۰۵۳/٦٦	۷۲۲۲۹/۱۳	۵۲/۵
نیروی کار (h)	۱۰۰/۹۳	۱۹۷/۸۳	۰/۱	۱۰٤/۹۰	۲۰۵/٦۰	۰/۱
الکتریسیته (kWh)	۱۹۲۸/۸۱	۲۱٦۲۱/۹۹	۱۱/٤	۳۰۲۵/۰٤	۳۳۹۱۰/۷۱	۲٤/٦
تجهیزات (kg)	٤/۹۰	۲۵۸/۸۵	۰/۱	۳۰/۳٤	۱٦٤٦/۷۹	۱/۲
گوشت مرغ (kg)	۲٦٦۷/۲۹	۲۷۵۵۳/۱۲	۹۷/۹	۲۲٤/٦٤	۲۳۲۰/۵٦	۸/۵
تخم مرغ (kg)	–	–	–	۳۳۲٦/۳٤	۲٤۲۱۵/۷۳	۸۸/٤
کود مرغ (kg)	۱۹۹۳/۵۲	۵۹۸/۰٦	۲/۱	۲۸۱۱/۹۱	۸٤۳/۵۷	۳/۱

شاخص‌های انرژی

نتایج مطالعه نشان داد، نسبت انرژی که نشان دهنده میزان انرژی خروجی واحد به انرژی ورودی واحد است، در واحدهای پرورش مرغ گوشتی ۰/۱۵ و در واحدهای تخمگذار ۰/۲ می‌باشد به عبارتی به ازای هر یک مگاژول انرژی ورودی ۰/۱۵ و ۰/۲ مگاژول انرژی تولید شده است که مقادیر کم نسبت انرژی به علت بسته بودن سیستم پرورش مرغ نسبت به سیستم‌های کشت مزرعه‌ای می‌باشد. این نتایج مشابه مطالعه صورت گرفته در شهرستان خلخال (عمید و همکاران، ۱۳۹۳) و استان یزد (حیدری، ۱۳۹۰) روی مرغ گوشتی به ترتیب با نسبت انرژی ۰/۱٦ و ۰/۱۳ و مطالعه روی مرغ تخمگذار کرج با نسبت انرژی ۰/۲۳ (سفیدپری، ۱۳۹۱) می‌باشد. میزان بهره وری انرژی که نشان دهنده میزان تولید محصول به ازای مصرف یک واحد انرژی است، به ترتیب در واحدهای گوشتی و تخمگذار برابر ۰/۰۱۵ و ۰/۰۲۵ کیلوگرم بر مگاژول است. این شاخص در واحدهای تخمگذار بیشتر از واحدهای گوشتی است که نشان می‌دهد با یک واحد انرژی تخم مرغ بیشتری نسبت به گوشت مرغ تولید می‌شود. مقادیر انرژی ویژه (شدت انرژی) نیز در واحدهای گوشتی و تخمگذار به ترتیب برابر ۷۱/۱٦ و ٤۱/۳۸ مگاژول بر کیلوگرم است. سایر شاخص‌ها در جدول ۳ ذکر شده است که واحد آنها مگاژول بر ۱۰۰۰ مرغ می‌باشد.

جدول۳ – شاخص‌ها و انواع انرژی در واحدهای گوشتی و تخمگذار

شاخص‌های انرژی	مرغ گوشتی		مرغ تخمگذار	
	مقدار	درصد (٪)	مقدار	درصد (٪)
افزوده خالص انرژی	-۱٦۱٦٥٤/۳۱		-۱۱۰۲۷٦/٤۸	
انرژی مستقیم	۱۳۲٥۷٦/۰٤	۷۰	٤٦۷۸۲/٤٥	۳٤
انرژی غیرمستقیم	٥۷۲۲۹/٤٤	۳۰	۹۰۸۷۳/۸۹	٦٦
انرژی تجدیدپذیر	٥۷۱٦۸/٤۱	۳۰	۸۹٤۳۲/۷	٦٥
انرژی تجدیدناپذیر	۱۳۲٦۳۷/۰۷	۷۰	٤۸۲۲۳/٦٤	۳٥

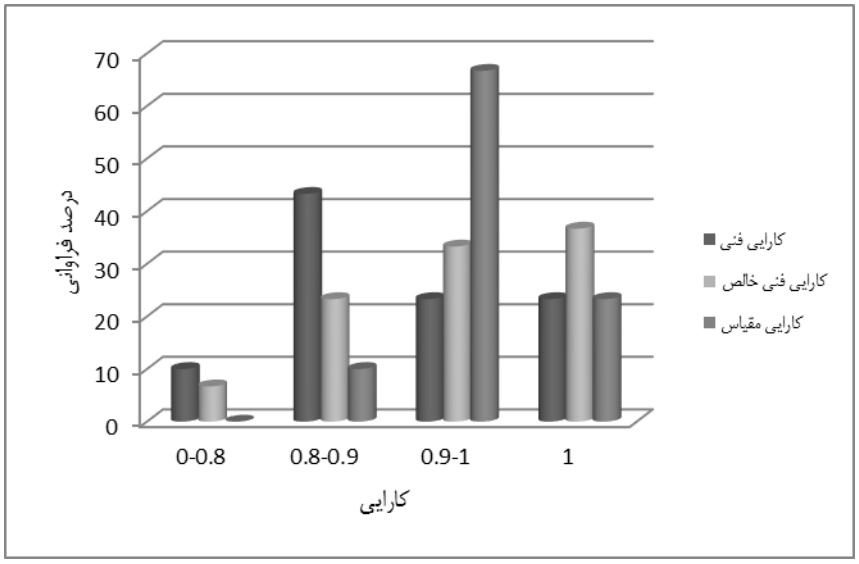
در واحدهای مرغداری انرژی مستقیم به صورت نهاده‌های سوخت، الکتریسیته و نیروی انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و انرژی غیر مستقیم شامل نهاده‌های جوجه، دان و تجهیزات است. میزان انرژی مستقیم در واحد گوشتی به علت مصرف بیشتر سوخت و کمتر دان از واحد تخمگذار بیشتر است. انرژی تجدیدپذیر در این واحدها شامل نهاده‌های جوجه، دان و نیروی انسانی است و باقی نهاده‌ها به عنوان انرژی ورودی تجدیدناپذیر دسته بندی می‌شوند.

نتایج تحلیل پوششی داده‌ها

در این بخش نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها برای بررسی کارایی واحدهای تولیدی از نقطه نظر انرژی بیان می‌شود. در مدل تحلیل پوششی داده‌ها، انرژی نهاده‌های مصرفی به عنوان ورودی مدل و میزان انرژی خروجی به عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج انرژی معادل نهاده‌ها در بخش‌های قبلی، در واحدهای گوشتی

تعداد چهار ورودی شامل انرژی معادل سوخت، الکتریسیته، خوراک مصرفی و سایر (جوجه، نیروی کارگر و تجهیزات) وارد مدل شدند. در واحدهای تخمگذار نیز مدل با پنج ورودی به صورت انرژی معادل سوخت، الکتریسیته، خوراک، پولت و سایر (نیروی کارگر و تجهیزات) اجرا شد. بر اساس نتایج، در واحدهای گوشتی در مدل بازگشت به مقیاس ثابت (CCR) تعداد هفت واحد و در مدل بازگشت به مقیاس متغیر (BCC) تعداد ۱۱ واحد کارا شدند (کارایی برابر یک داشتند). همچنین میانگین کارایی فنی (TE)، کارایی فنی خالص (PTE) و کارایی مقیاس (SE) در واحدهای مورد بررسی به ترتیب ۰/۹۰، ۰/۹۳ و ۰/۹٦ به دست آمد. در پرورش مرغ گوشتی، حیدری (۱۳۹۰) در استان یزد و مجرد و همکاران (۱۳۸۸) در سیستان و بلوچستان مقدار متوسط کارایی فنی واحدها را به ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۹٤ گزارش کردند.

شکل ۱ نشان دهنده درصد فراوانی انواع کارایی‌های انرژی در واحدهای گوشتی می‌باشد که بر اساس آن در کارایی فنی بیشتر واحدها (٤۳ درصد) مقادیر کارایی بین ۰/۸ تا ۰/۹ دارند ولی در کارایی فنی خالص بیشتر واحدها (۳۷ درصد) مقدار کارایی برابر ۱ دارند و به طور کلی می‌توان گفت که در کارایی فنی حدود ٤۷ درصد واحدها و در کارایی فنی خالص حدود ۷۰ درصد واحدها کارایی بالاتر از ۰/۹ داشته‌اند.



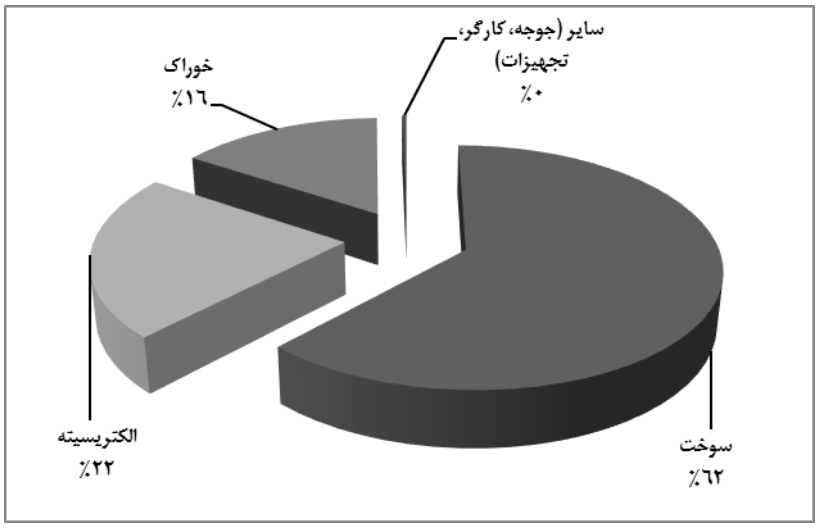
شکل ۱ – درصد فراوانی انواع کارایی انرژی در واحدهای گوشتی

در جدول ٤ میزان انرژی مصرف شده، توصیه شده و قابل ذخیره در واحدهای گوشتی بیان شده است که متوسط انرژی قابل ذخیره به ازای ۱۰۰۰ مرغ، ٤۰۰۲۲/۸۰ مگاژول می‌باشد و سوخت مصرفی با قابلیت ذخیره سازی ۲٤۸٤٥/۰٥ مگاژول و سهم ٦۲ درصدی از کل انرژی قابل ذخیره، ناکاراترین نهاده مصرفی است. توجه مدیران به مصرف بهینه سوخت و اتخاذ راهکارهای مدیریتی جدید در مصرف این نهاده کمک شایانی به کارایی واحدها خواهد کرد. کمترین هدررفت انرژی یا به عبارتی مصرف بهینه انرژی در نهاده‌های نیروی کار، جوجه و تجهیزات صورت می‌گیرد که نشان دهنده استفاده مدیران از حداکثر ظرفیت این نهاده‌ها است. با توجه به نتایج با اعمال مدیریت صحیح در مصرف نهاده‌ها می‌توان تا حدود ۲۱ درصد در میزان انرژی مصرفی واحدها صرفه‌جویی کرد. این مقدار انرژی قابل ذخیره در سطح استان مقدار قابل توجهی خواهد

بود که با توجه به محدودیت منابع انرژی و افزایش رشد جمعیت اهمیت آن دو چندان می‌شود. در شکل ۲ سهم هر یک از نهاده‌ها در ذخیره انرژی از میزان کل انرژی قابل ذخیره نشان داده شده است.

جدول٤– انرژی مصرفی و توصیه شده توسط DEA در واحدهای گوشتی

نهاده‌ها	مصرف فعلی (مگاژول بر ۱۰۰۰مرغ)	مصرف هدف (مگاژول بر ۱۰۰۰مرغ)	ذخیره انرژی (مگاژول بر ۱۰۰۰مرغ)	سهم (٪)
سوخت	۱۱۰۷۵٦/۲۳	۸۵۹۱۱/۱۸	۲٤۸٤۵/۰۵	٦۲/۰۸
الکتریسیته	۲۱٦۲۱/۹۹	۱۲۷۲۲/۰٤	۸۸۹۹/۹۵	۲۲/۲٤
خوراک	۵٦۳۹۵/٦٤	۵۰۲٤۷/۹۸	٦۱٤۷/٦٦	۱۵/۳٦
سایر	۱۰۳۱/٦۳	۹۰۱/٤۸	۱۳۰/۱٤	۰/۳۳
کل	۱۸۹۸۰۵/٤۸	۱٤۹۷۸۲/٦۸	٤۰۰۲۲/۸۰	**۲۱/۰۹**



شکل ۲ – سهم ذخیره انرژی نهاده‌ها در واحدهای گوشتی

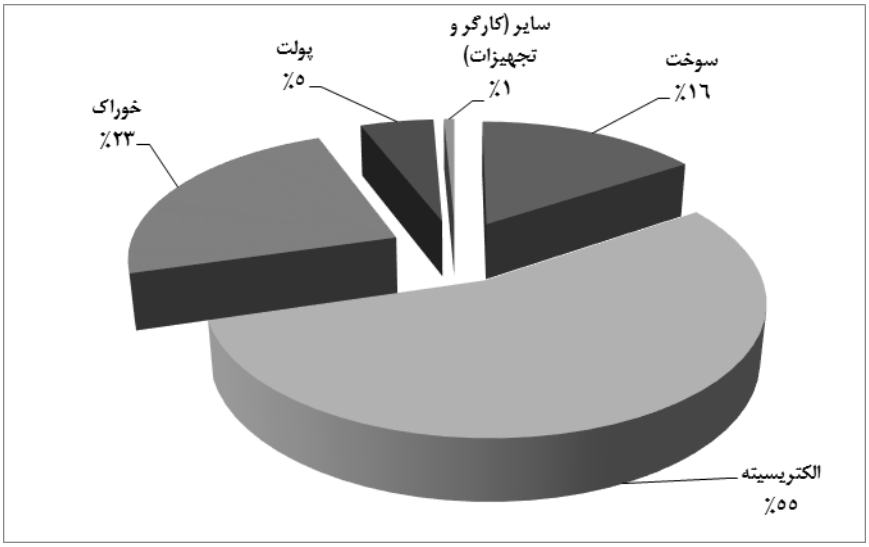
بر اساس نتایج در واحدهای تخمگذار، پنج واحد از نظر کارایی فنی و ۱۱ واحد در کارایی فنی خالص به عنوان واحد کارا انتخاب شدند. هم چنین میانگین کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس در واحدهای مورد بررسی به ترتیب ۰/۹۱، ۰/۹۷ و ۰/۹۳ محاسبه شد. سفیدپری (۱۳۹۱) در بررسی کارایی پرورش مرغ تخمگذار، متوسط کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس را به ترتیب برابر ۰/۸۵، ۰/۹۳ و ۰/۹۱ گزارش کرد.

بر اساس جدول ۵ بیشترین انرژی قابل ذخیره در مصرف نهاده الکتریسیته با سهم ۵۵ درصدی از کل انرژی ورودی قابل ذخیره می‌باشد. میزان انرژی مصرف شده در مورد نهاده الکتریسیته ۳۳۹۱۰/۷۱ مگاژول و مصرف هدف ۱۷۸٤۱/٤۲ مگاژول است. همچنین در واحدهای تخمگذار نیز همانند واحدهای گوشتی می‌توان حدود ۲۱ درصد در مقدار مصرف انرژی ورودی واحدها صرفه‌جویی کرد که نیازمند توجه ویژه مسئولین می‌باشد.

جدول ۵ – انرژی مصرفی و توصیه شده توسط DEA در واحدهای تخمگذار

نهاده‌ها	مصرف فعلی (مگاژول بر ۱۰۰۰مرغ)	مصرف هدف (مگاژول بر ۱۰۰۰مرغ)	ذخیره انرژی (مگاژول بر ۱۰۰۰مرغ)	سهم(٪)
سوخت	۱۲٦٦٦/۱٤	۸۰۵۳/۳۸	٤٦۱۲/۷٦	۱۵/۷۰
الکتریسیته	۳۳۹۱۰/۷۱	۱۷۸٤۱/٤۲	۱٦۰٦۹/۲۹	۵٤/۷۱
خوراک	۷۲۲۲۹/۱۳	٦۵۲۷۵/۹٦	٦۹۵۳/۱۷	۲۳/٦۷
پولت	۱٦۹۹۷/۹۷	۱۵٤۷٤/٦۳	۱۵۲۳/۳۳	۵/۱۹
سایر	۱۸۵۲/۳۹	۱٦۳۸/۹۳	۲۱۳/٤٦	۰/۷۳
کل	۱۳۷٦۵٦/۳٤	۱۰۸۲۸٤/۳۲	۲۹۳۷۲/۰۲	**۲۱/۳٤**

با توجه به شکل ۳، بعد از الکتریسیته، نهاده خوراک و سوخت در رتبه‌های بعدی مصرف ناکارا قرار دارند. از الکتریسیته برای روشنایی، تهویه و ... در واحدها استفاده می‌شود که با تجدید نگرش در نوع مصرف و استفاده از وسایل با کارایی بالا نظیر لامپ‌های کم مصرف به جای لامپ‌های رشته‌ای به راحتی می‌توان در راستای مصرف بهینه این نهاده اقدام کرد.



شکل ۳ – سهم ذخیره انرژی نهاده‌ها در واحدهای تخمگذار

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق در بین نهاده‌های ورودی در واحدهای گوشتی سوخت مصرفی با سهم ۵۸/٤ درصدی از انرژی ورودی بیشترین اهمیت را داشت و دان مصرفی با ۲۹/۷ درصد در رتبه بعدی قرار گرفت، در صورتی که در واحدهای تخمگذار دان مصرفی با ۵۲/۵ درصد و الکتریسیته با ۲٤/٦ درصد از انرژی کل ورودی، مهم‌ترین ورودی‌ها

بودند. در واحدهای گوشتی میزان انرژی قابل ذخیره در صورت مصرف صحیح نهاده‌ها ٤۰۰۲۲/۸۰ مگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ است که نهاده سوخت مصرفی با سهم ٦۲ درصدی از این مقدار، بیشترین قابلیت ذخیره انرژی را دارد. در واحدهای تخمگذار انرژی قابل ذخیره ۲۹۳۷۲/۰۲ مگاژول است که الکتریسیته با حدود ۵۵ درصد از این مقدار بیشترین قابلیت ذخیره سازی انرژی را دارد. میزان انرژی قابل ذخیره در هر دو واحد، حدود ۲۱ درصد از انرژی مصرفی فعلی واحدها می‌باشد که میزان بالایی است و لزوم توجه به مصرف بهینه نهاده‌ها را نشان می‌دهد.

تشکر و قدردانی

نظر به اینکه تحقیق حاضر با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است، نویسندگان مقاله مراتب تشکر خود را از مسئولین امر ابراز می‌دارند.

منابع و مآخذ

۱. آسایش، ح. و زاهد غروی، م. ۱۳۹۱. رابطه بین فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها. چهارمین کنفرانس ملی تحلیل پوششی داده‌ها. دانشگاه مازندران.
۲. بی نام. ۱۳۹۳. سالنامه آماری استان البرز ۱۳۹۱. معاونت برنامه ریزی و اشتغال استانداری البرز.
۳. حیدری، م.د. ۱۳۹۰. اندازه‌گیری کارایی انرژی و تعیین شاخص‌های اقتصادی واحدهای تولیدی مرغداری گوشتی استان یزد به کمک تکنیک‌های تحلیل پوششی داده و شبکه عصبی مصنوعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
٤. دریجانی، ع. ۱۳۹۰. برآورد کارایی تکنیکی واحدهای نیمه مکانیزه پرورش مرغ گوشتی شهرستان گرگان. اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۵(٤)، ٤۹۸-۵۰٦.
۵. دشتی، ق. و شرفا، س. ۱۳۸۸. تحلیل صرفه‌های اقتصادی ناشی از مقیاس و اندازه بهینه در واحدهای پرورش مرغ تخمگذار استان تهران. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۷(٦۸)، ۱۷-۳۵.
٦. سفیدپری، پ. ۱۳۹۱. مدیریت و بهینه‌سازی مصرف انرژی در واحدهای پرورش گاو شیری و مرغ تخمگذار به کمک روش‌های بهینه‌سازی فازی، مطالعه موردی: شهرستان‌های ری و کرج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
۷. عمید، س. مصری، ت. رفیعی، ش. و شاهقلی، غ. ۱۳۹۳. تعیین الگوی مصرف و شاخص‌های انرژی و اقتصادی برای تولید مرغ گوشتی در شهرستان خلخال. سومین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم. دانشگاه محقق اردبیلی.
۸. فتاحی، ی. منصوری، م. و خداویسی، ح. ۱۳۹۲. نقش بیمه در تولید محصول مرغ گوشتی: (مطالعه موردی شهرستان خوی). تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ٤٤(٤)، ٦۵۷-٦٦٤.
۹. مجرد، ع. کهخا، ا.ع. و صبوحی صابونی، م. ۱۳۸۸. معرفی راه کار ناپارامتریک تصادفی در تخمین کارایی فنی: مصالعه موردی واحدهای مرغداری در منطقه سیستان. اقتصاد کشاورزی، ۳(۳)، ۹۱-۱۰٦.
۱۰. محمدی، ع. ۱۳۸۷. اندازه‌گیری کارایی واحدهای تولیدی طیور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها مطالعه موردی استان فارس. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱٦(٦۳)، ۸۹-۱۱٦.

۱۱. نجفی اناری، س. خادم الحسینی، ن.ا. جزایری، ک.ا. و میرزاده، خ. ۱۳۸۷. بررسی کارایی انرژی در پرورش مرغ گوشتی منطقه اهواز. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین آلات کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.

12. Abolhasani, A. Mirbagheri, M. & Farhang, S. 2013. Measuring Iranian provinces efficiency in meaty poultry production by use of Data Envelopment Analysis. Intl. Res. J. Appl. Basic. Sci, 4 (11), 3338-3346.
13. Alrwis, K.N. & Francis, E. 2003. Technical efficiency of broiler farms in the central region of Saudi Aradia. Res. Bult, 116, 5–34.
14. Atilgan, A. & Hayati, K. 2006. Cultural energy analysis on broilers reared in different capacity poultry houses. Ital. J. Anim. Sci, 5, 393–400.
15. Baum, A.W. Patzek, T. Bender, M. & Renich, S. 2009. The visible, sustainable farm: A comprehensive energy analysis of a Midwestern farm. Critical Reviews in Plant Science, 28, 218–239.
16. Berg, J.M. Tymoczko, J.L. & Stryer, L. 2002. Biochemistry. 5th ed. New York. W.H. Freeman.
17. Celik, L.O. 2003. Effects of dietary supplemental lcarnitine and ascorbic acid on performance, carcass composition and plasma lcarnitine concentration of broiler chicks reared under different temperature. Arch. Anim Nutr, 57, 27–38.
18. Chauhan, N.S. Mohapatra, P.K.J. & Pandey, K.P. 2006. Improving energy productivity in paddy production through benchmarking: an application of data envelopment analysis. Energy Conversion and Management, 47, 1063–1085.
19. Kitani, O. 1999. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol. 5. Energy and Biomass Engineering. ASAE publication, St Joseph, MI.
20. Kittle, A.P. 1993. Alternate daily cover materials and subtitle, the selection technique Rusmar. Incorporated West Chester, PA.
21. Kizilaslan, H. 2009. Input–output energy analysis of cherries production in Tokat province of Turkey. Appl. Energy, 86, 1354–1358.
22. Lawson, B. & Rudder, D. 1996. Building materials energy and the environment: Towards ecologically sustainable development. Royal Australian Institute of Architects.
23. Ozkan, B. Kurklu, A. & Akcaoz, H. 2004. An input–output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. Biomass and Bioenergy, 26, 89-95.
24. Pishgar-Komleh, S. H. Omid, M. & Heidari, M.D. 2013. On the study of energy use and GHG (greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province. Energy, 59, 63-71.
25. Rafiee, S. Mousavi-Avval, S.H. & Mohammadi, A. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. Energy, 35 (8), 3301-3306.
26. Sainz, R.D. 2003. Livestock-environment initiative fossil fuels component: Framework for calculating fossil fuel use in livestock systems. Home page address: www.fao.org.

Comparison of energy consumption and efficiency of broiler and egg production farms in Alborz Province

Abstract

In order to improve the efficiency of production units we must measure the efficiency and factors affecting it. This study aims to achieve this goal by evaluating the efficiency of broiler and laying production in Alborz Province. Used energy inputs include fuel, electricity, feed, labor, equipment, chicken and pullet. According to the results, the average energy consumption of broiler and laying units were computed as 189805.48 and 137656.34 MJ per 1000 bird, respectively. Fuel in broiler and feed in laying units had the largest share of the input energy. We used data envelopment analysis (DEA) to evaluate the energy efficiency in the studied farms. The average values of technical efficiency and pure technical efficiency were 0.90 and 0.93 in broiler farms, and 0.91 and 0.97 in laying farms, respectively. DEA also showed that broiler and laying farms can save up to 21.09% and 21.34% of their current input energies, respectively, without any reduction in their outputs. Fuel consumptions in broiler units, which accounted for 62% of saved energy, and electricity in laying units, which accounted for 55% of saved energy, were among most inefficient inputs.

Keywords: Poultry farm, Energy consumption, Efficiency, Data Envelopment Analysis, Optimization.