نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۷، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۶، ص ۲۹۷-۲۸۵

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 7, No. 1, Spring - Summer 2017, p. 285-297

تجزیه و تحلیل سهم نهاده‌های مختلف و تعیین شاخص‌های انرژی در تولید مرغ گوشتی شهرستان مشهد

حسن صدرنیا[1*]- مهدی خجسته پور[2]- حسن عاقل[3]- عباس سعیدی رشک علیا[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶

چکیده

صنعت طیور یکی از بزرگ‌ترین و توسعه‌یافته‌ترین صنایع موجود در کشور است و میزان انرژی مصرفی در مرغداری یکی از مهم‌ترین مسائل در پرورش مرغ گوشتی می‌باشد. تحقیق حاضر به بررسی روند مصرف انرژی و میزان مصرف آن در مرغداری‌های پرورش مرغ گوشتی در شهرستان مشهد می‌پردازد. اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با ۳۶ پرورش‌دهنده مرغ گوشتی برای یک دوره پرورش در ماه‌های فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۲ جمع‌آوری شد. نهاده‌های اصلی ورودی شامل خوراک مصرفی، سوخت (گاز و گازوئیل)، الکتریسیته، نیروی انسانی، ماشین‌ها و جوجه یک روزه گوشتی و نهاده‌های خروجی گوشت مرغ و فضولات بستر بودند. کل انرژی‌های ورودی و خروجی برای هزار قطعه مرغ به‌ترتیب ۱۲۵/۲ و ۲۴/۹ گیگاژول به‌دست آمد. شاخص‌های انرژی شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه به‌ترتیب ۰/۲، ۰/۰۱۹ کیلوگرم بر مگاژول و ۵۲ مگاژول بر کیلوگرم به‌دست آمدند. سوخت مصرفی (گاز و گازوئیل) با ۵۰/۸۴ و خوراک مصرفی با ۴۲/۴۳ درصد بیشترین سهم و جوجه یک روزه با ۰/۳۹ و نیروی انسانی با ۰/۰۶ درصد کم‌ترین سهم را در بین نهاده‌های ورودی به‌خود اختصاص دادند. مقایسه انرژی مصرفی در سه سطح جوجه‌ریزی کمتر از ۱۵۰۰۰ قطعه، ۱۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ و بیشتر از ۳۰۰۰۰ قطعه نشان داد که نسبت انرژی در سطح سوم بیشتر از سطوح دیگر می‌باشد. کارآیی مرغداران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام شد و نتایج نشان داد که در الگوی بازگشت به مقیاس ثابت تعداد ۱۳ واحد دارای کارآیی فنی با میانگین کارآیی ۰/۹۳ و در الگوی بازگشت به مقیاس متغیر تعداد ۲۱ واحد دارای کارآیی فنی خالص با میانگین کارآیی ۰/۹۹ بودند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، کارآیی انرژی، کارآیی فنی، مصرف سوخت

مقدمه

امروزه بخش کشاورزی به منظور پاسخ‌گویی به نیاز غذا برای جمعیت رو به رشد کره زمین و فراهم کردن مواد غذایی کافی و مناسب، به میزان زیادی وابسته به مصرف انرژی می‌باشد. توجه به منابع طبیعی محدود و اثرات سوء ناشی از استفاده نامناسب از منابع مختلف انرژی روی سلامتی انسان و محیط زیست، لزوم بررسی الگوهای مصرف انرژی را در بخش کشاورزی حیاتی ساخته است (Hatrili *et al.*,2005). با توجه به این فاکتورها احتیاج به یک مدیریت انرژی در کشاورزی بیش از پیش احساس می‌شود، لذا برای این مدیریت به یک تراز نیازمند است. تراز انرژی در کشاورزی از تجزیه و مقایسه انرژی‌های ورودی و خروجی در یک نظام کشاورزی به‌دست می‌آید (Biermann *et al.*, 1999). انرژی در صنعت مرغ گوشتی به شکل‌های مختلف مصرف می‌شود. به‌طور متوسط ۵ درصد از کل منابع انرژی در جوامع مختلف را مصرف می‌کند که با در نظر گرفتن تلفات این سهم به ۱۶ تا ۲۰ درصد نیز افزایش می‌یابد (Fluck, 1999). در ایران مصرف سرانه گوشت مرغ از ۱۳/۳ کیلوگرم در سال ۱۳۸۰ به ۲۵/۹ کیلوگرم در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است (FAO, 2014). این آمار نشان می‌دهد که در رژیم غذایی خانوارهای ایرانی گوشت مرغ به کالایی راهبردی تبدیل شده است. صنعت طیور از بزرگ‌ترین صنایع ایران می‌باشد و با افزایش جمعیت و افزایش تقاضای گوشت سفید توسعه این صنعت امری ضروری به‌نظر می‌رسد. مطالعاتی در زمینه بررسی مصرف انرژی در مرغداری‌ها صورت گرفته است که به چند نمونه اشاره می‌شود.

در تحقیقی برای اندازه‌گیری کارآیی فنی واحدهای تولید مرغ

۱، ۲ و ۳- دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: hassan.sadrnia@um.ac.ir)
۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
DOI: 10.22067/jam.v7i1.37205

گوشتی در مناطق مرکزی عربستان سعودی از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد. در این مطالعه مشخص گردید که بسیاری از واحدهای تحت مطالعه پایین‌تر از ظرفیت کامل عمل می‌کردند. ستانده در این پژوهش مقدار مرغ تولید شده برحسب کیلوگرم در هر دوره و نهاده شامل ظرفیت جوجه‌ریزی در هر دوره، مقدار خوراک مصرفی، سایر هزینه‌های متغیر به‌استثنای دو نهاده اول و هزینه‌های ثابت سرمایه‌گذاری نظیر تجهیزات و سالن بود. این نتایج نشان داد که میانگین کارآیی واحدهای کوچک ۸۳٪ و میانگین کارآیی واحدهای بزرگ ۸۸٪ است (Alrwis and Francis, 2003).

مطالعه‌ای جهت تجزیه و تحلیل انرژی در مرغداری با ظرفیت‌های مختلف در ترکیه انجام شد. اطلاعات به‌دست آمده شامل شروع و پایان دوره، تعداد جوجه گوشتی وارد و خارج شده برای فروش، وزن زنده قبل از کشتار، وزن لاشه، مصرف خوراک برای شروع و رشد و پایان کار، نیروی کارگری، دارو و واکسن و ماده ضدعفونی کننده بودند و نتایج به‌دست آمده نشان داد که افزایش ظرفیت مرغداری بدون تغییر در نوع سامانه و در شرایط یکسان می‌تواند انرژی مصرفی در هر واحد تولید را کاهش دهد (Atilgan and Hayati, 2006).

در بررسی واحدهای تخم‌گذار یکی از ایالات نیجریه واحدها به سه دسته کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم شدند و با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه کارآیی صورت گرفت. سپس با استفاده از روش رگرسیون حداقل مربعات خطا، بررسی عواملی نظیر سابقه کار و میزان آموزش‌های ارائه شده بر کارآیی انجام گرفت و رابطه معنی‌داری بین ظرفیت تولید مرغ و میزان کارآیی هریک از واحدها به‌دست آمد. همچنین اعلام شد واحدهای تولیدی بزرگ‌تر به‌دلیل صرفه‌جویی ناشی از مقیاس دارای نمرات کارآیی بالاتری هستند (Yusuf and Malom, 2007).

بهبود کارآیی انرژی یک شاخص کلیدی برای مدیریت انرژی پایدار است. برای افزایش کارآیی انرژی باید عملکرد را افزایش داد یا انرژی‌های ورودی را بدون تأثیر بر روی عملکرد کاهش داد (Singh *et al.*, 2004). چندین روش پارامتری و ناپارامتری برای اندازه‌گیری کارآیی تولید وجود دارد. تحلیل پوششی داده‌ها یک روش غیرپارامتری است که به‌طور گسترده در بسیاری از تنظیمات برای اندازه‌گیری بهره‌وری و تعیین معیار واحد تصمیم‌گیری (DMUها) استفاده می‌شود.

در یک مطالعه موردی در استان سیستان و بلوچستان ایران کارآیی فنی ۴۱ واحد فعال مرغداری به‌کمک تحلیل پوششی داده‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد اغلب واحدهای مرغداری از لحاظ فنی، کارا بوده و میانگین کارآیی واحدهای مورد مطالعه ۹۴ درصد گزارش شد. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد کارآیی فنی تمامی واحدهای مرغداری بالای ۷۰ درصد است و۷۰ درصد از این واحدها (۲۹ واحد) دارای کارآیی فنی بیشتر از ۹۰ درصد می‌باشند که وضعیت مناسب این واحدها از لحاظ کارآیی نشان می‌دهد (Mojarad *et al.*, 2009). اندازه‌گیری کارآیی و بازدهی نسبت به مقیاس واحدهای پرورش جوجه گوشتی در استان همدان توسط فطرس و سلگی (۲۰۰۳) انجام شد. آن‌ها گزارش دادند که مقدار کمینه، بیشینه و میانگین کارآیی فنی نسبت به بازده متغیر به‌ترتیب ۱۲/۷، ۱۰۰ و ۶۴/۴ درصد است. همچنین نتایج تحقیق آنان نشان داد کارآیی فنی ۱۶/۵ درصد واحدها (۱۴ واحد) و ۴۲/۳۵ درصد واحدها (۲۶ واحد) به‌ترتیب بیشتر از ۹۰ درصد و ۷۰ درصد است (Fotros and Salgi, 2003). کاربرد تحلیل پوششی داده‌های کراندار در بررسی کارایی واحدهای مرغداری (مطالعه موردی خراسان جنوبی) توسط بلالی و اصفهانی انجام شد. آنان کارآیی ۳۰ واحد فعال مرغداری را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که میانگین کارآیی واحدهای مرغداری براساس معیار نهاده محور ۸۳ درصد بوده و بیش از ۵۶ درصد واحدها دارای کارآیی پایین‌تر از میانگین می‌باشند (Esfahani and Balali, 2014) در مطالعه دیگری عوامل مؤثر بر کارآیی تکنیکی (فنی) واحدهای مرغداری گوشتی شهرستان سنقر و کلیایی مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه اطلاعات۱۰۰ واحد مرغداری گوشتی مستقر در شهرستان سقز و کلیایی استان کرمانشاه ازطریق پرسش‌نامه جمع‌آوری گردید. میانگین کارآیی تکنیکی (فنی) ۸۲/۱۷ درصد محاسبه شد. همچنین گزارش دادند اختلاف بین کارآمدترین و ناکارآمدترین واحد مرغداری در تحقیق ایشان ۳۰/۷۸ درصد می‌باشد که از تفاوت بین واحدهای مرغداری از نظر تخصیص منابع و نهاده‌ها در تولید گوشت مرغ حکایت می‌کند. اختلاف کارآیی نتیجه تفاوت در مدیریت منابع و روش‌های تولید است که خود از عوامل اجتماعی-اقتصادی مختلفی ناشی می‌گردد که به‌عنوان عوامل مؤثر بر ناکارآیی مورد بررسی قرار گرفتند (Dashti *et al.*, 2004).

استان خراسان رضوی از لحاظ تعداد مرغداری پرورش مرغ گوشتی در کشور پس از استان‌های اصفهان و مازندارن در رتبه سوم قرار دارد (Statistical Center of Iran, 2012). به‌دلیل مهم بودن مسئله مصرف انرژی در مرغداری و عدم وجود اطلاعات مربوط به مصرف انرژی مرغداری‌های شهر مشهد این تحقیق صورت گرفته است. در این تحقیق از روش تحلیل پوششی داده‌ها به‌منظور آنالیز داده‌های مربوط به پرورش مرغ گوشتی در شهرستان مشهد استفاده شده است. هدف از این کار تفکیک واحدهای کارآ از ناکارآ، روش استفاده درست از منابع انرژی و تعیین میزان کل انرژی قابل صرفه‌جویی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۹۲ در شهر مشهد انجام شد. داده‌های این

تحقیق توسط پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با ۳۶ مرغدار که به پرورش مرغ گوشتی مشغول بودند در ماه‌های فروردین و اردیبهشت جمع‌آوری شد. اطلاعات پرسش‌نامه شامل اطلاعاتی ازقبیل اطلاعات ساختمان و سالن پرورش، تعداد و ظرفیت سالن، تعداد جوجه‌ریزی، خوراک مصرفی، تأسیسات و ماشین‌آلات، میزان سوخت و برق مصرفی، نیروی کارگری، کود بستر، وزن زنده مرغ بود. انرژی‌های ورودی شامل خوراک مصرفی، سوخت، الکتریسیته، نیروی انسانی، ماشین‌ها و جوجه یک روزه گوشتی استفاده شده برای یک دوره کامل در ماه‌های فروردین و اردیبهشت و انرژی‌های خروجی شامل گوشت مرغ و کود بستر در پایان یک دوره بودند. برای به‌دست آوردن حجم نمونه از رابطه (۱) استفاده شد (Cochran, 1997).

$$n = \frac{N(t.s)^2}{Nd^2 + (t.s)^2} \qquad (۱)$$

که در آن n حجم نمونه (تعداد مرغداری‌های مورد مطالعه)، N اندازه جامعه آماری که ۱۰۱ واحد پرورش مرغ گوشتی شهرستان مشهد در نظر گرفته شد، t ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن از جدول t استیودنت به‌دست می‌آید که مقدار آن ۱/۹۶، S برآورد واریانس صفت مورد مطالعه که مقدار آن ۳/۶۴ و d دقت احتمالی مطلوب که سطح ۹۵ درصد می‌باشد.

جدول ۱– معادل نهاده‌ها و ستانده‌های انرژی در پرورش مرغ گوشتی

Table 1- Energy equivalents of inputs and outputs in broiler production

نهاده‌های انرژی **Energy inputs**	واحد **Unit**	انرژی معادل (MJ Unit^{-1}) **Energy equivalent**	منبع **Reference**
جوجه Chick	کیلوگرم kg	33.10	(Najafi-Anari *et al*., 2008)
سوخت دیزل Diesel fuel	لیتر L	8.47	(Kitani *et al*., 1999)
گاز Gas	مترمکعب m^3	5.49	(Kitani *et al*., 1999)
خوراک Feed			
ذرت Corn	کیلوگرم kg	9.7	(Atilgan and Hayati, 2006)
سویا Soya	کیلوگرم kg	6.12	(Atilgan and Hayati, 2006)
گندم Wheat	کیلوگرم kg	7.13	(Najafi-Anari *et al*., 2008)
دی کلسیم فسفات $CaHPO_4$	کیلوگرم kg	10	(Alrwis and Francis, 2003)
نیروی انسانی Human labor	ساعت hr	96.1	(Heidari *et al*., 2011)
الکتریسیته Electricity	کیلو وات ساعت kWh	6.3	(Heidari *et al*., 2011)
ماشین‌ها Machinery			
فولاد Steel	کیلوگرم kg	7.62	(Chauhan *et al*., 2006)
موتور الکتریکی Electromotor	کیلوگرم kg	8.64	(Chauhan *et al*., 2006)
پلی اتیلن PE	کیلوگرم kg	3.46	(Kittle, 1993)
گوشت مرغ Chicken meat	کیلوگرم kg	33.10	(Celik and Ozturkcan, 2003)
کود مرغ Manure	کیلوگرم kg	3.0	(Kizilaslan, 2009)

با استفاده از این روش حجم کل نمونه‌ی مورد نیاز ۳۶ واحد برآورده گردید. نمونه‌گیری به‌صورت خوشه‌ای در مرغداری‌ها با ظرفیت کمتر از ۱۵ هزار، ۳۰-۱۵ هزار و بیش از ۳۰ هزار صورت گرفت، تعداد نمونه در هر خوشه براساس درصدهای هر خوشه مشخص شده در سرشماری مرغداری‌های پرورش مرغ گوشتی ۱۳۸۸، به‌ترتیب ۱۴، ۱۲ و ۱۰ واحد انتخاب گردید. همچنین برای پایایی پرسش‌نامه تحقیق از آماره ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. روش آلفای کرونباخ یکی از روش‌های تعیین پایایی پرسش‌نامه با تأکید بر همبستگی درونی داده‌هاست که در این روش با استفاده از فرمول و داده‌های مورد مطالعه یک ضریب آلفا محاسبه می‌شود که اگر این ضریب بیشتر از ۰/۷ باشد آزمون از پایایی قابل قبولی برخوردار است که در این تحقیق ضریب آلفا برای پرسشنامه‌ها بیش‌تر از ۰/۷ بود که بیانگر حد قابل قبول پایایی پرسش‌نامه‌ها می‌باشد.

محاسبه انرژی مصرفی با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از پرسش‌نامه‌ها و ضرب معادل انرژی مربوط به هر نهاده در میزان مصرف آن نهاده در مرغداری به‌دست آمد. برای معادل ضرایب انرژی مربوط به هر نهاده از جدول ۱ استفاده شد.

با استفاده از ضرایب جدول ۱ و محاسبه مقدار دقیق هر نهاده سهم انرژی مصرفی هر نهاده در مرغداری محاسبه شد. به‌منظور ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارآیی فنی واحدهای تولیدی روش‌های مختلفی وجود دارد که به دو گروه روش‌های پارامتری و غیر پارامتری تقسیم می‌شوند. در روش‌های پارامتری با استفاده از روش‌های مختلف آماری، تابع تولید مشخصی تخمین زده می‌شود. سپس با به‌کارگیری این تابع، نسبت به تعیین کارآیی اقدام می‌گردد. گروه دوم روش‌های غیر پارامتری هستند. مهمترین ویژگی روش‌های غیر پارامتری این است که نیاز به توزیع یا شکل خاص تابع ریاضی ندارند. از مهم‌ترین روش‌های غیر پارامتری، تحلیل پوششی داده‌هاست (Taki et *al*., 2012). بیشترین کاربرد روش غیر پارامتری، براساس مدل DEA[1] انجام شده است. DEA دارای چهار مدل اصلی: بازگشت به مقیاس ثابت، بازگشت به مقیاس متغیر، بازگشت به مقیاس افزایشی و بازگشت به مقیاس کاهشی می‌باشد. هرکدام از این مدل‌ها دارای دو جهت مطالعه (خروجی محور –ورودی محور) هستند. مفهوم خروجی محور این است که به چه میزان باید خروجی‌ها را با ثابت نگهداشتن میزان ورودی‌ها افزایش داد تا واحد مورد نظر به مرز کارآیی برسد. یعنی بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر، می‌توان تولید را به این میزان افزایش داد. مفهوم ورودی محور این است که به چه میزان باید ورودی‌ها را با ثابت نگهداشتن میزان خروجی‌ها، کاهش داد تا واحد مورد نظر به مرز کارآیی برسد (Mousavi-avval *et al*., 2011).

DEA کارآیی را در سه تعریف متفاوت ارائه می‌دهد که از رابطه (۲) پیروی می‌کند.

(۲) کارآیی مقیاس×کارآیی فنی خالص = کارآیی فنی

کارآیی مقیاس، بیانگر نسبت کارآیی فعلی یک واحد به کارآیی در مقیاس بهینه آن واحد تولیدی است. کارآیی که توسط مدل CRS[2] اندازه‌گیری می‌شود، کارآیی فنی نامیده می‌شود و متأثر از مقیاس و اندازه نیست. ازطرف دیگر مدل VRS[3] کارآیی فنی خالص را که متأثر از تغییر کارآیی مقیاس می‌باشد، نشان می‌دهد. در حقیقت فرمول‌های فوق آنالیز کارآیی و همچنین منابع کارآیی را نشان می‌دهد و علت ناکارآیی را مشخص می‌کند (Bahrami *et al*., 2011).

اطلاعات جمع‌آوری شده توسط پرسش‌نامه‌ها با استفاده از روش DEA و با بهره‌وری از نرم‌افزار EMS[4] تجزیه و تحلیل شده و مرغداری‌های کارآ و ناکارآ مشخص گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با مدل چارنز، کوپر و رودز (CCR[5]) و مدل بنکر، چارنز و کوپر (BCC[6]) انجام شده است. مدل CCR توسط چارنز، کوپر و رودز در سال ۱۹۸۷ ارائه شد، آن‌ها با استفاده از روش موزون، کارآیی نسبی واحدهای سازمانی را که چندین ورودی و خروجی دارند، مورد اندازه‌گیری و مقایسه قرار دادند. مدل BCC در سال ۱۹۸۴ توسط بنکر، چارنز و کوپر با تغییر در مدل CCR ارائه شد که به ارزیابی کارآیی نسبی واحدهایی با بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌پردازد. ابتدا داده‌ها در نرم‌افزار اکسل دسته‌بندی شد و سپس توسط نرم افزار EMS برای هر مدل یک مرتبه تحلیل انجام شد.

نتایج و بحث

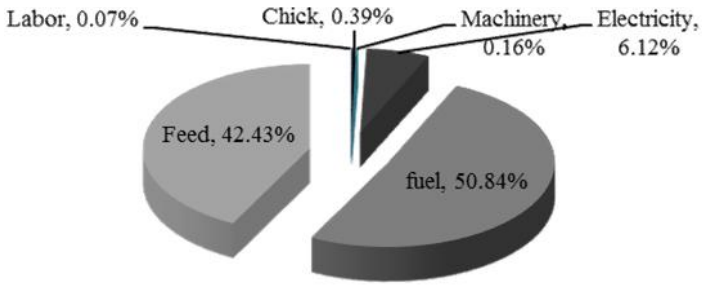
با توجه به اطلاعات به‌دست آمده کل انرژی ورودی و خروجی در یک دوره پرورش مرغ گوشتی به‌ترتیب ۱۲۵/۲و ۲۴/۹ گیگاژول برای هزار قطعه مرغ به‌دست آمد. نتایج نشان داد سوخت مصرفی که برای گرمایش سالن‌ها استفاده می‌شد با ۵۰/۸۴ درصد (۴۲/۵۷ درصد گازوئیل و ۸/۲۷ درصد گاز) و مقدار ۶۳۶۵۲ مگاژول بر هزار قطعه بیش‌ترین سهم را در بین نهاده‌های ورودی داشت. به‌طور میانگین برای هر هزار قطعه مرغ ۱۹۳/۳۵مترمکعب گاز در مرغداری‌هایی که از گاز به‌عنوان سوخت مصرفی استفاده می‌کردند، مصرف شده است. همچنین به‌طور میانگین برای هزار قطعه مرغ مقدار ۱۰۴۰ لیتر

1- Data envelopment analysis (DEA)

2- Constant return to scale (CRS)
3- Variable return to scale (VRS)
4- Efficiency measurement system
5 -Charnes, Cooper and Rhodes
6- Banker, Charnes and Cooper

گازوئیل در مرغداری‌هایی که گازوئیل سوخت مصرفی آن‌ها بود، مصرف شد. در تحقیق دیگری که بر روی مصرف انرژی واحدهای تولید مرغ گوشتی در استان البرز در دوره بهمن و اسفند انجام شد، نهاده گازوئیل با مصرف ۱۹۸۱ لیتر به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ و با سهم ۴۳/۰۳ درصدی بیش‌ترین میزان مصرف انرژی را در بین نهاده های ورودی به‌خود اختصاص داده بودند (YaminiSefat *et al.*, 2013) که بیشتر از مقادیر این تحقیق است. بعد از سوخت، خوراک مصرفی با ۴۲/۴۳ درصد و مقدار ۵۳۱۲۱ مگاژول بر هزار قطعه بیش‌ترین مصرف انرژی را داشت. برای هر هزار قطعه مرغ مقدار ۴۹۲۲ کیلوگرم خوراک مصرف شده بود. بعد از آن الکتریسیته که برای سامانه تهویه و روشنایی سالن‌ها استفاده می‌شد با ۶/۱۲ درصد و مقدار ۷۶۶۲ مگاژول بر هزار قطعه، جوجه یک روزه با ۰/۳۹ درصد و مقدار ۴۸۹ مگاژول بر هزار قطعه، ماشین‌ها شامل دان‌خوری دستی و اتوماتیک و آب‌خوری با ۰/۱۶ درصد و مقدار ۱۹۶ مگاژول بر هزار قطعه و نیروی انسانی که برای فعالیت‌هایی نظیر دان دادن، آب دادن و نظافت سالن‌ها استفاده می‌شد با ۰/۰۶ درصد و مقدار ۸۶ مگاژول بر هزار قطعه مرغ رتبه‌های بعدی را به‌خود اختصاص دادند.

نتایج این تحقیق در مقایسه با تحقیق حیدری و همکاران (Heidari *et al.*, 2011) که مصرف انرژی واحدهای مرغداری گوشتی را در استان یزد ماه‌های دی و بهمن بررسی نمودند متفاوت است. آن‌ها گزارش دادند که کل انرژی ورودی ۱۸۶ گیگاژول، مصرف سوخت ۲۳۱۴ لیتر گازوئیل و خوراک مصرفی ۵۵۰۱ کیلوگرم به‌ازای هر هزار قطعه مرغ است. به‌غیر از خوراک مصرفی، مقدار انرژی ورودی و سوخت مصرفی در تحقیق ایشان بیش‌تر از نتایج این تحقیق است که می‌تواند به علت تفاوت در محل واحدهای مرغداری، تجهیزات و سردی هوا در دی و بهمن ماه باشد.



شکل ۱- سهم انرژی نهاده‌های مصرفی در تولید مرغ گوشتی در شهرستان مشهد

Fig.1. The share of energy inputs in the production of broiler in Mashhad city

نهاده‌های خروجی در مرغداری گوشت مرغ و کود بستر می‌باشند. به‌ازای هر هزار قطعه جوجه میزان ۲۳۸۳ کیلوگرم گوشت تولید شده بود که به‌طور میانگین انرژی گوشت مرغ برای هزار قطعه مقدار ۲۴۳۲۴ مگاژول بر هزار قطعه به‌دست آمد. همچنین انرژی کود مقدار ۵۷۶ مگاژول بر هزار قطعه محاسبه شد و به‌ازای هر هزار قطعه مرغ مقدار ۱۹۳۵کیلوگرم کود تولید شده بود. در تحقیق انجام شده توسط یمینی صفت و همکاران (YaminiSefat, 2013) گزارش شد که در واحدهای مرغداری واقع در استان البرز برای هر هزار قطعه ۲۸۶۸ کیلوگرم گوشت و ۲۰۸۳ کیلوگرم کود تولید شده بود. وزن مرغ برای کشتار در حدود ۳۵۰۰- ۱۸۰۰ کیلوگرم متغیر است که دلایل اقتصادی و بازار در زمان کشتار می‌تواند عامل اختلاف میانگین وزن گوشت مرغ خروجی از واحدهای مرغداری در زمان و مکان‌های مختلف باشد، هرچند که توصیه می‌شود وزن کشتار پایین باشد.

شاخص‌های انرژی در تولید مرغ گوشتی در شهرستان مشهد در جدول ۲ آورده شده است. با استفاده از شاخص‌های انرژی می‌توان سامانه‌های تولید محصولات در نقاط مختلف یا محصولات مختلف یک منطقه را با یکدیگر مقایسه کرد. نسبت انرژی یا همان کارآیی استفاده از انرژی برای پرورش مرغ گوشتی در شهرستان مشهد ۰/۲ به‌دست آمد؛ یعنی به‌ازای هریک مگاژول انرژی ورودی ۰/۲ مگاژول انرژی تولید شده است. برای افزایش این شاخص می‌توان عملکرد را افزایش داد یا انرژی ورودی را کاهش و یا هر دو مورد را انجام داد. شاخص شدت انرژی در این تحقیق ۵۲/۵۵ مگاژول بر کیلوگرم به‌دست آمد که نشان می‌دهد به‌ازای تولید یک کیلوگرم مرغ گوشتی ۵۲/۵۵ مگاژول انرژی مصرف شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در سایر تحقیقات مقدار این شاخص در پرورش مرغ گوشتی در استان البرز ۷۶/۵۹ (YaminiSefat, 2013) و در استان یزد ۷۱/۹۵ (Heidari *et al.*, 2011) به‌دست آمده بود. یکی از دلایل متفاوت بودن بهره‌وری انرژی در این تحقیقات می‌تواند ماه‌های مورد بررسی باشد، از آن‌جا که داده‌های این تحقیق در ماه‌های فروردین و اردیبهشت جمع‌آوری شده است و تحقیقات دیگر در ماه‌های زمستان صورت گرفته است این شاخص برای آنان بیش‌تر بوده است.

انرژی مستقیم شامل انرژی نیروی انسانی، سوخت مصرفی، جوجه یک روزه و الکتریسیته، انرژی غیرمستقیم شامل انرژی خوراک و ماشین‌ها می‌باشد. همچنین انرژی تجدیدپذیر همان انرژی نیروی

انسانی می‌باشد و انرژی تجدیدناپذیر شامل انرژی سوخت، الکتریسیته، ماشین‌ها، خوراک و جوجه می‌باشد (Kitani, 1999).

جدول ۲- شاخص‌های انرژی پرورش مرغ گوشتی در شهرستان مشهد

Table 2- Energy indices of broiler production in Mashhad city

شاخص‌ها Indicators	واحد Unit	مقدار Value
نسبت انرژی Energy ratio	-	0.2
بهره‌وری انرژی Energy productivity	(kg MJ^{-1})	0.019
انرژی ویژه Specific energy	(MJ kg^{-1})	52.55
انرژی خالص Net energy	(MJ $(1000bird)^{-1}$)	-100306
انرژی مستقیم Direct energy	(MJ $(1000bird)^{-1}$)	71400
انرژی غیر مستقیم Indirect energy	(MJ $(1000bird)^{-1}$)	53807
انرژی تجدیدپذیر Renewable energy	(MJ $(1000bird)^{-1}$)	86
انرژی تجدیدناپذیر Non renewable energy	(MJ $(1000bird)^{-1}$)	125121

برای مقایسه واحدها از نظر تعداد جوجه‌ریزی واحدهای پرورش به سه گروه تقسیم شدند و شاخص‌های انرژی و مصرف نهاده‌ها در سه گروه مرغداری‌ها محاسبه گردید. مرغداری‌ها از نظر تعداد جوجه‌ریزی به سه دسته: واحدهای پرورش با تعداد جوجه‌ریزی کم‌تر از ۱۵۰۰۰ قطعه، واحدهای پرورش با تعداد جوجه‌ریزی بین ۱۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ قطعه و واحدهای پرورش با تعداد جوجه‌ریزی بالای ۳۰۰۰۰ قطعه تقسیم‌بندی شدند. انرژی خروجی و شاخص‌های انرژی برای این سه گروه در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- شاخص‌های انرژی برحسب تعداد جوجه‌ریزی در واحدهای تولید مرغ گوشتی

Table 3- Energy indicators of broiler production units with different capacities

تعداد جوجه‌ریزی (قطعه) Number of birds	تعداد واحدها Number of units	انرژی خروجی MJ $1000bird^{-1}$ Output energy	انرژی ورودی MJ $1000bird^{-1}$ Input energy	بهره‌وری انرژی kg MJ^{-1} Energy productivity	انرژی ویژه MJ kg^{-1} Specific energy
≤15000	14	24425	132632	0.0174	57.43
15000-30000	12	24802	133456	0.0176	56.93
30000≤	10	25684	107758	0.0225	44.34

نتایج بررسی انرژی ورودی و خروجی سه سطح جوجه‌ریزی در جدول ۴ آورده شده است. تفاوت انرژی ورودی نهاده‌های نیروی انسانی و ماشین‌ها در سه سطح جوجه‌ریزی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، زیرا با افزایش تعداد جوجه‌ریزی و بزرگ‌تر شدن سالن‌های پرورش استفاده از ماشین‌ها به‌جای نیروی انسانی افزایش پیدا کرده است و سهم انرژی این نهاده‌ها در سطوح مختلف جوجه‌ریزی تغییر پیدا کرده است. بنابر نتایج حاصل شده با افزایش ظرفیت سالن از کمتر از ۱۵ هزار به بیشتر از ۳۰ هزار مقدار انرژی ورودی نیروی انسانی در پرورش مرغ گوشتی به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. مقدار این کاهش در حدود ۲۰ درصد است. درحالی‌که با افزایش ظرفیت واحد از کمتر از ۱۵ هزار به بیشتر از ۳۰ هزار مقدار انرژی ورودی ماشین در پرورش مرغ گوشتی به‌طور معنی‌داری افزایش داشته که این افزایش در حدود ۲۷ درصد است. در سایر انرژی‌های ورودی بین واحدها با ظرفیت متفاوت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که علت آن عدم تغییر در سرانه انرژی به‌ازای تولید یک‌هزار قطعه مرغ بوده است. اگر مجموع انرژی‌های ورودی با یکدیگر مقایسه گردد می‌توان مشاهده نمود که مجموع انرژی ورودی برای پرورش یک‌هزار قطعه مرغ در واحدهای با ظرفیت بالاتر، کمتر

است، هرچند که واحدهای مورد بررسی در این پارامتر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. فطرس و سلگی گزارش دادند مرغداری‌های پرورش مرغ گوشتی در استان همدان با ظرفیت ۱۵۰۰۰-۵۰۰۱ قطعه در مقایسه با سایر ظرفیت‌ها (کمتر از ۵۰۰۰ و بیشتر از ۱۵۰۰۰) وضعیت مطلوب‌تری را دارا هستند (Fotros and Salgi, 2003). نتایج آنان در مقایسه با نتایج این تحقیق در جدول ۳ و ۴ که نشان می‌دهد واحدهای بالای ۳۰ هزار از وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر واحدها (با ظرفیت کمتر از ۱۵ هزار و ۱۵ تا ۳۰ هزار) برخوردارند، متفاوت است. علت آن می‌تواند شرایط متفاوت تولید باشد. استان خراسان رضوی با ۱۰۸۵ واحد فعال مقام سوم تولید در کشور را داراست و از سالن‌های مدرن‌تری نسبت به استان همدان با ۴۴۲ واحد فعال برخوردار است (Statistical Center of Iran, 2012).

جدول ٤- میزان انرژی‌های ورودی و خروجی برای تولید مرغ گوشتی در سطوح مختلف جوجه‌ریزی

Table 4- Energy input and output for broiler production in different capacities

ظرفیت واحد Capacity / پارامتر Parameter	میانگین وزنی Weighted mean (MJ1000 bird^{-1})	کمتر از ۱۵ هزار قطعه ≤15000	بین۱۵ تا ۳۰ هزار قطعه 15000-30000	بیشتر از ۳۰ هزار قطعه ≥30000
نیروی انسانی Labour	86	96^{a}	90^{b}	67^{c}
جوجه یک روزه Chick	489	487^{a}	489^{a}	491^{a}
ماشین‌ها Machinery	196	170^{a}	212^{b}	215^{c}
سوخت Fuel	46011	39518^{a}	51942^{a}	47984^{a}
الکتریسیته Electricity	7662	8046^{a}	82312^{a}	6440^{a}
خوراک Feed	53122	52797^{a}	53968^{a}	52562^{a}
انرژی ورودی Total input energy	125207	132632^{a}	133456^{a}	107758^{a}
مجموع انرژی خروجی Total output energy	24901	24425^{a}	24803^{a}	25685^{a}

حروف غیر مشترک (a, b, c) در هر ردیف نشانه تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در سطح پنج درصد است.

تجزیه وتحلیل مرغداری‌ها بااستفاده ازمدل بازگشت به مقیاس ثابت و متغیر

توزیع کارآیی واحدهای تولیدی براساس مدل بازگشت به مقیاس ثابت CCR که مبین کارآیی فنی واحدهای مورد بررسی می‌باشد در جدول ۵ آورده شده است. از بین ۳۶ واحد مورد مطالعه ۱۳ واحد دارای کارآیی فنی بوده‌اند. طبق نتایج به‌دست آمده ۱۴ واحد از واحدهای مورد مطالعه دارای کارآیی بین ۰/۸ تا ۰/۹ و ۹ واحد کارآیی بین ۰/۹ تا ۱ را داشتند. با توجه به این‌که روش تحلیل پوششی داده‌ها کارآیی نسبی واحدها را در مقایسه با یکدیگر مشخص می‌کند، نتایج به‌دست آمده در این تحقیق حاکی از شباهت بالای روش تولید مرغ گوشتی در منطقه است و نمی‌توان نتیجه گرفت کارآیی مطلق این واحدها نیز در سطح مطلوب جهانی قرار دارد.

کارآیی فنی تابعی از کارآیی فنی خالص (کارآیی مدیریتی) و کارآیی مقیاس است، با توجه به این‌که میانگین کارآیی فنی خالص ۰/۹۹ و کارآیی مقیاس ۰/۹۴ است. لذا می‌توان نتیجه گرفت کاهش کارآیی فنی واحدهای تولید مرغ گوشتی شهرستان مشهد بیشتر تحت تأثیر کارآیی مقیاس هستند. به‌عبارت دیگر اکثر واحدها دارای کارآیی مدیریتی بالا هستند و به‌صورت مناسب از نهاده‌های تولید استفاده کردند ولی آنچه که موجب پایین آمدن کارآیی آنان شده است، نداشتن مقیاس بهینه تولید بوده است. به‌عنوان مثال واحد ۲۵ دارای کارآیی مدیریتی (فنی خالص) یک است. لیکن با توجه به این‌که کارآیی مقیاس آن ۰/۸۹ است کارآیی فنی واحد نیز ۰/۸۹ شده است. این نتیجه با نتیجه حاصل از جدول ۳ مطابقت دارد، در این جدول بهره‌وری انرژی واحدهای بزرگ (مقیاس بهینه) بیش‌تر از واحدهای کوچک به‌دست آمده است. همچنین جدول ۵ نشان می‌دهد کارآیی واحد ۲۳ با ظرفیت ۱۸ هزار قطعه کمترین کارآیی را در مجموع دارد که علت آن عدم فعالیت در ظرفیت بهینه است. در تحقیق عمید و همکاران (Amid *et al*., 2013) در واحدهای پرورش مرغ گوشتی شهرستان اردبیل کارآیی فنی، فنی خالص و مقیاس به‌ترتیب ۰/۸۷، ۰/۹۲ و ۰/۸۱ گزارش کردند که نشان می‌دهد در این شهرستان نیز

کارآیی فنی بیشتر تحت تأثیر کارآیی مقیاس بوده است.

جدول ۵- میزان کارآیی فنی، کارآیی فنی خالص و کارآیی مقیاس در واحدهای تولید مرغ گوشتی

Table 5- Technical efficiency (TE), pure technical efficiency (PTE) and scale efficiency (SE) in broiler farms

شماره واحد Number	ظرفیت واحد (قطعه) Capacity (Birds)	کارآیی فنی TE	کارآیی فنی خالص PTE	کارآیی مقیاس SE
1	20000	0.94	0.99	0.95
2	15000	0.98	0.99	0.99
3	33000	0.90	0.97	0.93
4	33000	0.86	1.00	0.86
5	47000	1.00	1.00	1.00
6	14000	0.89	1.00	0.89
7	12000	0.89	1.00	0.89
8	62500	1.00	1.00	1.00
9	45000	0.90	0.97	0.93
10	40000	1.00	1.00	1.00
11	50000	1.00	1.00	1.00
12	17500	0.92	1.00	0.92
13	6500	1.00	1.00	1.00
14	4500	1.00	1.00	1.00
15	60000	1.00	1.00	1.00
16	10000	0.89	0.97	0.92
17	6500	1.00	1.00	1.00
18	11000	0.94	1.00	0.94
19	18000	0.86	0.97	0.89
20	21000	0.91	0.99	0.92
21	13000	1.00	1.00	1.00
22	25000	0.92	0.98	0.94
23	18000	0.83	0.98	0.85
24	8000	1.00	1.00	1.00
25	14000	0.89	1.00	0.89
26	20000	0.88	0.98	0.90
27	10000	0.86	0.97	0.88
28	9500	1.00	1.00	1.00
29	30000	0.88	0.98	0.90
30	22000	0.83	0.96	0.87
31	35000	1.00	1.00	1.00
32	15000	0.90	0.98	0.92
33	12000	1.00	1.00	1.00
34	13500	0.86	1.00	0.86
35	20000	0.88	0.99	0.90
36	18500	0.86	1.00	0.86
میانگین Average	22500	0.93	0.99	0.94

همچنین از ۲۵ واحد مورد مطالعه در شهرستان اردبیل در الگوی CCR (کارآیی فنی) تعداد ۷ واحد کاراً و در الگویBCC (کارآیی فنی خالص)، ۱۲ واحد کاراً بودند. بررسی نتایج این تحقیق و تحقیق سایرین نشان داد که عدم فعالیت در مقیاس بهینه واحدهای مرغداری علت پایین بودن کارآیی فنی آن‌ها است.

نتایج بررسی کارآیی واحدهای تولیدی براساس مدل بازگشت به مقیاس متغیر نشان داد که ۲۱ واحد از واحدهای مطالعه شده یعنی ۵۸ درصد واحدها دارای کارآیی فنی خالص یک بوده است. برای بهبود کارآیی فنی خالص سایر واحدها نیاز است مدیران واحدها با شرکت در دوره‌های آموزشی نسبت به استفاده بهینه از نهاده‌ها اقدام نمایند. در جدول ۶ مقادیر متوسط انرژی مصرف شده و مقادیر بهینه، به‌همراه شاخص ESTR[1] آورده شده است. شاخص ESTR نشان‌دهنده درصد انرژی ذخیره‌شده هر نهاده می‌باشد.

با استفاده از نتایج جدول ۶ و مقایسه مقادیر بهینه مصرف نهاده‌ها به‌ازای هزار قطعه مرغ تولیدی و مقدار مصرف شده نهاده در هر واحد، واحدهای پرورش مرغ گوشتی باید نسبت به تعدیل مصرف هر نهاده

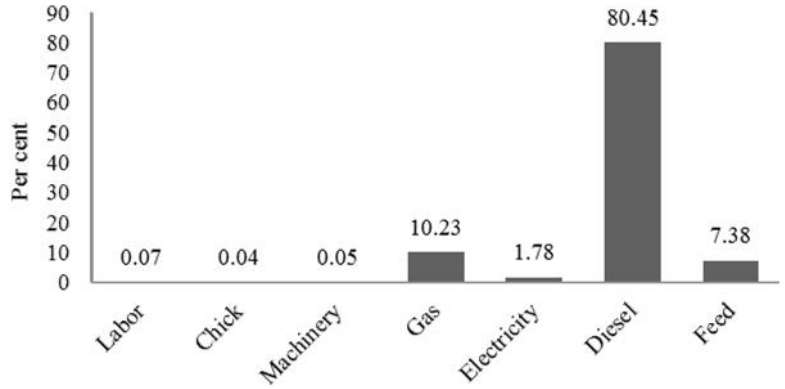
1- Energy-saving target ratios

اقدام نمایند. در میان نهاده های ورودی، تعدیل مصرف نهاده گازوئیل از همه شاخص‌تر است که علت آن می‌تواند پایین بودن راندمان موتورخانه‌ها در این واحدهای پروش مرغ گوشتی باشد. نهاده دیگری که می‌توان مصرف آن‌را کاهش داد نهاده الکتریسیته است. به‌طور میانگین واحدهای مورد مطالعه بیش از ۱۶ درصد اضافه مصرف دارند که علت آن می‌تواند پایین بودن راندمان سیستم‌های تهویه باشد.

جدول ٦- مقایسه میانگین مقادیر بهینه و واقعی مصرف انرژی

Table 6- Comparison of average optimal and actual energy consumption

نهاده‌ها Inputs	میزان واقعی مصرف انرژی ($MJ\ (1000bird)^{-1}$) Actual energy consumption	میزان بهینه مصرف انرژی ($MJ\ (1000bird)^{-1}$) Optimal energy consumption	انرژی قابل ذخیره ($MJ\ (1000bird)^{-1}$) Savable energy	ESTR (%)
نیروی انسانی Labor	86.06	78.1	7.94	9.22
جوجه یک روزه Chick	488.62	483.9	4.66	0.95
ماشین ها Machinery	196.41	190.0	6.38	3.25
گاز Gas	1675.21	1459.7	215.33	12.87
گازوئیل Diesel	44335.49	34562.7	9772.8	22.04
الکتریسیته Electricity	7661.86	6418.6	1243.23	16.23
خوراک Feed	53121.74	52225.2	986.55	1.69
مجموع Total	107565.39	95418.3	12147.09	11.29



شکل ۲- میانگین انرژی قابل ذخیره نهاده‌ها

Fig. 2. Average saved energy- of inputs

در واقع مرغداران با استفاده از مقادیر بهینه انرژی می‌توانند ۱۲۱۴۷ مگاژول انرژی را به‌ازای تولید هزار قطعه مرغ گوشتی ذخیره و صرفه‌جویی کنند. انرژی ذخیره شده توسط هر نهاده با مدل BCC نهاده محور در مرغداری‌های مورد بررسی در شکل ۲ نشان داده شده است. از مجموع انرژی قابل ذخیره بیش از ۹۸ درصد مربوط به نهاده سوخت و خوراک است. در تحقیق عمید و همکاران (Amid *et al.*, 2013) در شهرستان اردبیل انرژی سوخت و خوراک با ۷۹ درصد بیشترین پتانسیل را برای صرفه‌جویی در انرژی ورودی دارا بود. آنان همچنین گزارش دادند که ۲۰ درصد از مجموع انرژی‌های قابل ذخیره مربوط به الکتریسیته است در حالی‌که در این تحقیق مقدار آن ۱/۷۸ درصد است. علاوه بر آن مقدار کل انرژی قابل ذخیره در تحقیق عمید و همکاران (Amid *et al.*, 2013) ۱۵۳۵۳مگاژول به‌ازای هر

هزار قطعه مرغ اعلام شده که بیش‌تر از مقدار به‌دست آمده در این تحقیق است. علت آن می‌تواند تجهیزات مناسب و با راندمان بالاتر سالن‌های پرورش و تفاوت آب و هوا شهرستان اردبیل و مشهد و تفاوت در فصل نمونه‌برداری باشد. لیکن برای تعیین علت اختلاف نیاز به تحقیقات بیش‌تری در این بخش است.

نتیجه‌گیری

در بین انرژی‌های ورودی سوخت مصرفی (گاز و گازوئیل) بیش‌ترین سهم را در بین نهاده‌های ورودی به‌خود اختصاص دادند که علت مصرف بالای این نهاده، پایین بودن بازدهی وسایل و تجهیزات گرمایشی در سالن‌های مرغداری و ارزان قیمت بودن سوخت مصرفی می‌باشد. کارآیی انرژی در تولید مرغ گوشتی ۰/۲ به‌دست آمد که نشان از پایین بودن کارآیی انرژی دارد که برای افزایش آن باید عملکرد را افزایش داده یا این‌که در مصرف انرژی‌های ورودی صرفه‌جویی کرد. با توجه به منفی بودن انرژی خالص، در تولید مرغ گوشتی در شهرستان مشهد عدم کارآیی مصرف انرژی وجود دارد، یعنی به آن نسبتی که انرژی وارد شده است، انرژی خارج نشده است. با استفاده از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها می‌توان با استفاده بهینه از منابع انرژی ۱۱/۲۹ درصد در کل انرژی ورودی صرفه‌جویی کرد.

References

1. Alrwis, K. N., and E. Francis . 2003. Technical efficiency of broiler farms in the central region of Saudi Arabia: Stochastic Frontier Approach. Research Bulletin 116 (1): 5-34.
2. Amid, S. 2013. Evaluating the energy efficiency of broiler production by data envelopment analysis (The Case study: Ardabil.The 8th National Congress on Agr. Machinery Eng. (Biosystem) & Mechanization of Iran, Ferdowsi University of Mashhad. (In Farsi).
3. Atilgan, A., and K. Hayati. 2006. Cultural energy analysis on broiler reared in different capacity poultry houses. Italian Journal of Animal Science 5 (4): 393-400.
4. Bahrami, H., M. Taki, and N. Monjezi. 2011. Optimization of energy consumption for wheat production in Iran using data envelopment analysis (DEA) technique. African Journal of Agricultural Research 6 (27): 5978-5986.
5. Biermann, S., G. W. Rathke, K. J. Hulsbergen, and W. Diepenbrock. 1999. Energy recovery by crops in dependence on the input of mineral fertilizer. Martin- Lutther King University.
6. Celik, L., and O. Ozturkcan. 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.
7. Chauhan, N. S., P. K. J. Mohapatra, and K. P. Pandey. 2006. Improving energy productivity in paddy production through benchmarking-An application of data envelopment analysis. Energy Conversion and Management 47: 1063-1085.
8. Cochran, W. G. 1997. Sampling Techniques, Third Edition. John Wiley & Sons. New York.
9. Dashti, G. H., S. Yavari, E. Pishbahar, and B. Hayati. 2012. Effective Factors on the Broiler Firms' Technical Efficiency of the Sonqor– Kolyaee County. Animal Science Researches. 21 (3): 84-95.
10. Esfahani, J., and H. Balali. 2014. Application of Bounded Data Envelopment Analysis to Evaluate Efficiency of Broiler Firms (Case study: South Khorasan Province). Agricultural Economics & Development 28 (1): 45-54. (In Farsi).
11. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014. FAOSTAT. Available from: http://faostat.fao.org. Accessed 21 July 2014.
12. Fluck, R. C. 1999. Energy in Farm Production. Elsevier, Amsterdam, pp. 13-29.
13. Fotros, M. H., and M. Solgi. 2003. Measurement of efficiency and return to scale of boiler production units: A case study of Hamden Province. Agricultural Economic Research and Development 2 (38): 47-65.
14. Hatirli, S. A., B. Ozkan, and K. Fert. 2005. An econometric analysis of energy input outputin Turkish agriculture. Renewable and Sustainable Energy Reviews 9: 608-623.
15. Heidari M. D., M. Omid, and A. Akram. 2011. Energy efficiency and econometric analysis of broiler production farms. Energy 36 (11): 6536-6541.
16. Kitani, O., T. Jungbluth, R. M. Peart, and A. Ramdani. 1999. Energy CIGR handbook of agricultural engineering, Volume 5: Energy and biomass engineering. ASAE publication. St Joseph.

17. Kittle, A. P. 1993. Alternate daily cover materials and subtitle, the selection technique Rusmar. Incorporated. West Chester, PA.
18. Kizilaslan, H. 2009. Input–output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. Applied Energy 86 (7): 1354-1358.
19. Mojarad, E., A. A. Kahkha, and M. Sabouhi. 2009. Evaluating Technical Efficiency of Aviculture Units by Stochastic Nonparametric Approach in the Sistan Zone. Agricultural Economics 8 (3): 91-106.
20. Mousavi-Avval, S. H., Sh. Rafiee, A. Jafari, and A. Mohammadi. 2011. Improving energy use efficiency of canola production using data envelopment analysis (DEA) approach. Energy 36: 2765-2772.
21. Najafi-Anari, S., N. Khademolhoseini, K. Jazayeri, and K. Mirzade. Assessing of energy efficiency on broiler farm in the Ahvaze zone. 5th National conference on agriculture machinery and mechanization. 26 August 2008, Mashhad, Iran. (In Farsi).
22. Singh, G., S. Singh, and J. Singh. 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. Energy Conversion Management 45: 453-465.
23. Statistical Centre of Iran. 2013. Selected Census Results of the Layer Chicken Farms the year 2012.
24. Taki M., Y. Ajabshirchi, R. Abdi, and M. Akbarpour. 2012. Analysis of Energy Efficiency for Greenhouse Cucumber Production Using Data Envelopment Analysis (DEA) Technique; Case Study: Shahreza Town ship. Journal of Agricultural Machinery 2 (1): 28-38. (In Farsi).
25. YaminiSefat, M. 2013. Modeling of energy efficiency of broiler production units in Alborz Province using artificial neural network (ANN) and studying the impact of education on energy ratio. The 8th National Congress on Agr. Machinery Eng. (Biosystem) & Mechanization of Iran, Ferdowsi University of Mashhad. (In Farsi).
26. Yusuf, S. A., and O. Malomo. 2007. Technical efficiency of poultry egg production in Ogun state: a data envelopment analysis (DEA) approach. International Journal of Poultry Science 6 (9): 622-629.

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 7, No. 1, Spring - Summer 2017, p. 285-297

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۷، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۶، ص ۲۹۷-۲۸۵

Analysis of different inputs share and determination of energy Indices in broilers production in Mashhad city

H. Sadrnia[1*]- M. Khojastehpour[1]- H. Aghel[1]- A. Saiedi Rashk Olya[2]

Received: 13-07-2014
Accepted: 28-10-2015

Introduction

The high energy consumption is one of the serious problems in poultry industry. The poultry industry consume about five percent of total energy sources in different countries, with consideration of losses, it increases up to 16-20%. In the year 2003 also, the Iranian chicken meat consumption per capita was 13.3 kg, while in the year 2013 it increased to 25.9 kg (FAO, 2014). It shows that in the diet of Iranian people, the chicken meat has become a strategic food. Poultry industry is one of the biggest and most developed industries in Iran. In the past two decays, mainly due to population growth and increase demand of white meats, it is necessary to change and improve energy efficiency in this industry.

Technical efficiency of broiler farms in the central region of Saudi Arabia was analyzed through stochastic frontier approach (Alrwis and Francis, 2003). They reported that many farms under study work lower than their total capacity. In the research, the output was chicken meat weight in the term of the kilogram per one period and the inputs were the number of chicks, feed, the total of all variable expenses and fixed input except chicks and feed and the total cost of fixed inputs including building, equipment and machinery used for the broiler houses. They found that the small and large size broiler farms in the Central Region of Saudi Arabia were produced chicken with mean technical efficiency 83 and 88%, respectively (Alrwis and Francis, 2003). Efficiency measurement of broiler production units in Hamadan province was investigated by Fotros and Solgi (2003). They reported that the minimum, maximum and mean technical efficiency under variable return to scale were 12.7, 100 and 64.4%, respectively. Their results showed that technical efficiency at 16.5 (14 units) and 42.35% (24 units) of farms were more than 90 and 70%, respectively (Fotros and Salgi, 2003).

Khorasan Razavi province after Esfahan and Mazandaran provinces is the third largest producer of broilers in Iran. This research was performed because it is necessary to have energy consumption status; also there is a few data about broiler's energy consumption in Mashhad. In this research, the data of Mashhad's broilers was analyzed by Data Envelopment Analysis Method. The other objectives of this study were to separate efficient and inefficient units to use energy resource efficiently and determine total energy saving.

Materials and Methods

This study was performed in 2013 in Mashhad, Iran. The data were collected through interviews and questionnaires from 36 poultry farmers for a growing period of April to May. Input energies were the feed, fuel (gas and gas oil), electricity, labor, equipment and chicken, and the output energies were the chicken meat and the manure. The energy consumption for each element was calculated by multiplied amount of inputs/outputs to energy equivalents.

Results and Discussion

The total of input and output energies were obtained 125.2, 24.9 GJ/1000Birds, respectively. Energy indices such as energy ratio, energy efficiency and specific energy were determined to be 0.2, 0.019 kg/MJ and 52.55 MJ/kg, respectively. The highest share of energy consumption were 50.84 and 42.43%, for fuel (natural gas and diesel fuel) and feed respectively, the lowest share among the input energies were 0.39 and 0.06%, for chicken and labor respectively. Comparison of energy in three levels of farm sizes (≤15000, 15000-30000 and ≥30000 chicks) showed the energy ratio for large farms were higher than the other levels.

1- Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Iran
2- Graduated Student, Agricultural Mechanization Engineering, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad. Iran
(*- Corresponding Author Email: hassan.sadrnia@um.ac.ir)

Data Envelopment Analysis (DEA) was used to evaluate the poultry efficiency. The results showed that 13 poultry units had average technical efficiency (0.93) in the definition of Constant Returns to Scale (CRS), and 21 poultry units had pure technical efficiency (0.99) in the definition of Variable Returns to Scale (VRS).

Conclusions

The Fuel (natural gas and diesel fuel) consumption energy had the highest shares of energy consumption; it is because of the low efficient heating equipment in poultry houses and low fuel prices in Iran. Energy efficiency of broiler farms in Mashhad was obtained 0.2 that show low energy efficiency. Improvements in energy efficiency could be achieved by increasing yield or reducing inputs energies.

Keywords: Data envelopment analysis (DEA), Energy efficiency, Fuel consumption, Technical efficiency