

بررسی کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی به روش تحلیل پوششی داده‌ها، مطالعه موردی: استان اصفهان

زهرا پاینده^۱، کامران خیرعلی پور^{۲*} و محمود کریمی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام

۲. استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام

۳. استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه اراک

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۵/۱۷)

چکیده

در این مطالعه الگوی مصرف انرژی، کارایی و درصد ذخیره انرژی برای مرغداری‌های مرغ گوشتی سه شهرستان اصفهان، نائین و نجف‌آباد با ظرفیت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. میانگین کل افزوده خالص انرژی برای ظرفیت‌های کمتر از ۱۰ هزار، ۱۰ تا ۳۰ هزار و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه به ترتیب ۱۴۳/۶۶-، ۱۲۹/۵۸- و ۹۴/۹۹- گیگاژول بر هزار قطعه مرغ به دست آمد. کارایی فنی برای ظرفیت‌های کمتر از ۱۰ هزار، ۱۰ تا ۳۰ هزار و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه به ترتیب ۸۸، ۹۲ و ۹۶ درصد برآورد گردید. کارایی فنی خالص به ترتیب ظرفیت‌ها ۹۷، ۹۸ و ۹۹ درصد به دست آمد. انرژی ورودی بهینه‌سازی شده توسط مدل بازگشت به مقیاس متغیر به ترتیب برای ظرفیت‌های کمتر از ۱۰ هزار، ۱۰ تا ۳۰ هزار و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه برابر ۱۴۶/۹۰، ۱۳۶/۸۰ و ۱۱۷/۷۷ گیگاژول بر هزار قطعه مرغ به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: مرغداری، ظرفیت، مدیریت انرژی، کارایی فنی، کارایی فنی خالص.

مقدمه

دانش مصرف انرژی در فرآیندهای تولیدی، روش مفیدی جهت تعیین مناطق انرژی‌بر می‌باشد که از طریق تجزیه و تحلیل سیر انرژی در فرآیند تولید مشخص می‌شوند (Najafi Anari et al., 2008). مصرف بهینه انرژی مستلزم شناخت و آگاهی از ساختار درونی و الگوی مصرف انرژی می‌باشد (Heidari et al., 2011). امروزه صنعت تولید مرغ گوشتی به منظور پاسخ‌گویی به عرضه بیشتر غذا برای جمعیت در حال رشد و برای تهیه مواد مغذی و کافی به شدت انرژی‌بر شده‌اند (Esfanjari Kenari et al., 2013). بنابراین لازم است تا واحدهایی تولیدی در زمینه مصرف انرژی و نهاده‌ها به سطح قابل قبولی بهینه شوند.

بخش محصولات دامی در سال‌های اخیر به سرعت پیشرفت کرده است و این نتیجه افزایش جمعیت و افزایش تقاضا در این بخش می‌باشد (LEAP, 2014). گوشت مرغ یکی از مفصل‌ترین تولیدات غذایی مصرفی در جهان می‌باشد (Gonzalez Garcia et al., 2014). سومین گوشت مصرفی بعد از گوشت گاو و خوک در جهان می‌باشد و منبع مهمی از پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌ها در رژیم غذایی انسان می‌باشد (Heidari et al., 2011).

کشور ایران با تولید سالانه بیش از دو میلیون تن مرغ گوشتی، هفتمین تولید کننده مرغ گوشتی در جهان می‌باشد (Anonymous, 2014). در سال ۱۳۹۲ تعداد ۱۶۶۵۳ واحد با ظرفیت ۳۲۱۴۳۷ هزار قطعه در ایران فعال بوده که ظرفیت تولید کل این بخش ۲۸۵ میلیون قطعه مرغ بوده است. استان اصفهان بعد از استان مازندران بیشترین تعداد مرغداری و بالاترین میزان تولید گوشت مرغ را دارد. این استان دارای ۱۷۸۶ واحد مرغداری بوده که ۱۱ درصد از کل مرغداری‌های ایران را شامل می‌شود. ظرفیت تولید استان اصفهان معادل ۳۳۷۹۷ میلیون قطعه مرغ می‌باشد (Anonymous, 2015).

با توجه به این که تولید مرغ گوشتی در استان اصفهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، از این رو لازم است تا کارایی واحدهای پرورشی مورد توجه قرار بگیرد. تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ناپارامتریک برای تخمین توابع تولید مبتنی بر یک‌سری بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است (Ghojbeig, 2010). این روش تمام اطلاعات را تحت پوشش قرار داده و به همین دلیل تحلیل پوششی داده‌ها نامیده می‌شود. با استفاده از این روش مدیران و محققان می‌توانند عملکرد یک واحد تولیدی را محک بزنند و بر اساس آن تصمیم‌گیری‌های خود را استوار سازند. در این روش کارایی یک واحد را نسبت به سایر واحدها در آن بخش ارزیابی می‌کند و امتیاز یا مقدار کارایی آن یک عدد نسبی خواهد بود.

می‌تواند به ارتقاء عملکرد انرژی و اقتصادی در سطح کلان کمک کند. همچنین ارتقاء بازده انرژی در این صنعت می‌تواند به طور قابل توجهی از مصرف بیهوده و هدررفت بالای انرژی جلوگیری کند که این امر می‌تواند به شدت آینده صنعت مرغداری را تحت تاثیر قرار دهد. به منظور رقابت پذیر کردن بیشتر پرورش مرغ گوشتی و همچنین کاهش هدررفت انرژی مصرفی در این صنعت، شناسایی نقاط انرژی بر (مصرف بیشتر از حد بهینه) در فرآیند پرورش مرغ گوشتی می‌تواند مسیر را برای بهینه کردن مصرف انرژی هموار کند. از آن جا که استان اصفهان از نظر تعداد واحدهای پرورش و تولید مرغ گوشتی در رتبه دوم کشور قرار دارد ولی مصرف و کارایی انرژی در این زمینه در این استان تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است، لذا در این مطالعه کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی در استان اصفهان با در نظر گرفتن سه گروه ظرفیتی مختلف (کمتر از ۱۰ هزار، ۱۰ تا ۳۰ هزار و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه مرغ) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

اطلاعات این مطالعه از مرغداری‌های مرغ گوشتی در سه شهرستان اصفهان، نائین و نجف‌آباد در استان اصفهان با سه گروه ظرفیتی کمتر از ۱۰ هزار قطعه، ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه جمع‌آوری شد. شهرستان‌های مورد مطالعه، دارای رتبه‌های برتر تولید مرغ گوشتی در استان اصفهان می‌باشند. از کل مرغداری گوشتی در این سه شهرستان (۶۴۰ واحد)، داده‌های مورد نیاز برای این مطالعه به طور تصادفی از ۹۰ مرغدار با استفاده از پرسش‌نامه و به صورت حضوری جمع‌آوری شد. نهاده‌ها شامل جوجه، سوخت، الکتریسیته، نیروی انسانی، خوراک و ستاده‌ها شامل گوشت مرغ و کود بستر بود (جدول ۱).

جهت تعیین میزان مصرف و تحلیل سیر انرژی از شاخص‌های انرژی استفاده گردید که از مهم‌ترین ابزارهای روش‌های وضعیت مصرف انرژی به تفکیک نهاده‌ها می‌باشند. شاخص‌های انرژی ابزاری هستند که امکان مطالعه جزء به جزء سامانه‌ها و مقایسه آن‌ها را با یکدیگر فراهم می‌کنند. تعیین این شاخص‌ها ضمن فراهم کردن امکان مقایسه می‌تواند در بهبود کارایی انرژی موثر واقع شوند (Heidari et al. 2012). بنابراین اندازه‌گیری و ارزیابی منظم این شاخص‌ها باعث استفاده بهینه از امکانات موجود و جلوگیری از افزایش نامتعادل مصرف انرژی، هزینه‌ها و موجب ارتقاء کیفیت و کمیت کالاها و خدمات

در زمینه به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها برای بررسی کارایی واحدهای تولیدی مطالعات متعددی انجام شده است. نتایج این تحقیقات توانایی روش تحلیل پوششی داده‌ها را به عنوان یک ابزار مناسب جهت دستیابی به کارایی بهینه در واحدهای تولیدی نشان می‌دهد.

در تحقیقی، (Alrwis and Francis 2003) کارایی فنی واحدهای پرورش مرغ گوشتی را در مناطق مرکزی عربستان سعودی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه مشخص گردید که بسیاری از واحدهای تحت مطالعه پایین‌تر از ظرفیت کامل عمل می‌کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین کارایی واحدهای کوچک ۸۳ درصد و میانگین کارایی واحدهای بزرگ‌تر ۸۸ درصد می‌باشد.

در مطالعه‌ای (Yusuf and Malmo 2007) نیز با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی کارایی فنی واحدهای تولیدی تخم‌مرغ در یکی از ایالت‌های کشور نیجریه پرداختند. در این مطالعه با توجه به ظرفیت واحدها، آن‌ها به سه دسته کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم شدند و کارایی هر یک از دسته‌ها محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت.

واحدهای پرورش گاو شیری در کشور ترکیه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها توسط (Candmir and Koyubenbe 2006) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که بین کارایی واحدهایی که در سطوح مختلف ظرفیت فعالیت می‌کنند تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود دارد به طوری که متوسط کارایی واحدهای تولیدی زیر ۵۰ راس ۰/۷۴ و متوسط کارایی واحدهای بین ۵۰ تا ۱۰۰ راس بالغ بر ۰/۹۵ است.

در ایران مطالعه‌ای توسط (Mohammadi, 2008) بر روی ۳۵ واحد پرورش مرغ گوشتی در استان فارس انجام شده است. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که بین کارایی هر واحد با ظرفیت تولید و سطح تجهیزات واحدهای تولیدی طیور رابطه معنی‌داری وجود دارد. میانگین میزان کارایی فنی برای واحدهای کمتر از ۱۰ هزار قطعه ۸۰/۶ درصد، بین ۱۰ تا ۲۰ هزار قطعه ۸۷/۸۵ و با بیش از ۲۰ هزار قطعه ۹۳/۲ بیان شد. همچنین Hosseini and Didekhani, (2015) تعداد ۳۵ واحد پرورش مرغ گوشتی در استان گلستان در سه ظرفیت کوچک (زیر ۵۰ هزار قطعه‌ای)، متوسط (۵۰ الی ۱۰۰ قطعه‌ای) و بزرگ (۱۰۰ الی ۱۵۰ قطعه‌ای) را مورد بررسی قرار دادند. متوسط کارایی فنی اندازه‌گیری شده برای این واحدهای مورد بررسی به ترتیب برابر با ۸۹/۵، ۹۶/۸ و ۹۲/۵ درصد گزارش شد.

مدیریت مصرف انرژی در صنعت پرورش مرغ گوشتی

DEA (al, 2013). در این مطالعه از یکی از جامع‌ترین مدل‌های (VRS) که مدل BCC بر پایه بازگشت به مقیاس متغیر^۲ (VRS) می‌باشد، برای محاسبه کارایی تولیدکنندگان از نقطه نظر مصرف انرژی استفاده شده است. در این مطالعه از روش ورودی محور استفاده شد به دلیل این که تولیدکنندگان تسلط بیشتری بر روی نهاده‌های مصرفی داشته‌اند و واحدهای ناکارا می‌توانند بواسطه کاهش سطوح نهاده‌های ورودی در حالی که خروجی ثابت است (ورودی محور) به یک واحد کارا تبدیل شوند. کارایی فنی شاخصی برای تعیین کارایی واحد‌ها بر اساس مدل CCR می‌باشد. مقادیر کارایی فنی می‌تواند بین صفر و یک باشد که مقادیر یک به معنای این است که واحد DMU از نظر عملکرد بهترین می‌باشد و هیچ پتانسیلی برای کاهش سطوح ورودی ندارد ولی مقادیر کم‌تر از یک نشان می‌دهد که DMU مقادیر ورودی را به صورت ناکارا استفاده می‌کند. کارایی فنی به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود (Mousavi-Avval et al., 2011):

$$Efficiency = \frac{u_1 y_1^j + u_2 y_2^j + \dots + u_N y_N^j}{v_1 x_1^j + v_2 x_2^j + \dots + v_M x_M^j} \quad (\text{رابطه ۴})$$

که در رابطه (۴) u_1, u_2, \dots, u_N و v_1, v_2, \dots, v_M وزن‌های داده شده به خروجی n ($n=1,2,\dots,N$) و $y_1^j, y_2^j, \dots, y_N^j$ مقدار خروجی n ($n=1,2,\dots,N$) از j امین DMU، v_1, v_2, \dots, v_M وزن‌های داده شده به ورودی m ($m=1,2,\dots,M$) و $x_1^j, x_2^j, \dots, x_M^j$ مقدار ورودی m ($m=1,2,\dots,M$) برای j امین DMU می‌باشد.

رابطه (۴) یک رابطه ریاضی می‌باشد. چارنز و همکاران این رابطه را به یک به برنامه‌ریزی خطی (رابطه ۵) تبدیل کردند. این برنامه‌ریزی خطی بهینه کردن را در شرایط بازگشت به مقیاس ثابت (CRS) مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. در حالتی که $\sum_{m=1}^M v_m x_m^j$ برابر یک است، به آن مدل ورودی محور می‌گویند (Charnes et al., 1978).

$$\begin{aligned} \max \theta &= \sum_{n=1}^N u_n y_n^j \\ \text{subjected to} \\ \sum_{n=1}^N u_n y_n^j - \sum_{m=1}^M v_m x_m^j &\leq 0 \\ \sum_{m=1}^M v_m x_m^j &= 1 \text{ for all } j = 1, 2, \dots, J \\ u_n \geq 0, v_m \geq 0 &\text{ for all } n = 1, \dots, N \\ \text{and } m = 1, \dots, M \end{aligned} \quad (\text{رابطه ۵})$$

که در رابطه (۵)، θ کارایی فنی می‌باشد. N کل تعداد خروجی‌ها و M تعداد کل ورودی‌ها است. u_n ضریب ورودی نام

تولیدی خواهد شد (Amid et al., 2014). این شاخص‌ها عبارتند از نسبت انرژی (بازده انرژی)، بهره‌وری انرژی و افزوده خالص انرژی که با استفاده از روابط (۱) تا (۳) محاسبه شدند (Heidari et al. 2011).

$$ER = \frac{OE}{IE} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$EP = \frac{OY}{IE} \quad (\text{رابطه ۲})$$

$$NEG = OE - IE \quad (\text{رابطه ۳})$$

که ER نسبت انرژی، OE انرژی خروجی، IE انرژی ورودی، EP بهره‌وری انرژی، OY گوشت تولیدی و NEG افزوده خالص انرژی می‌باشد.

جدول ۱. مقدار نهاده‌ها و محتوای انرژی آن‌ها در پرورش مرغ گوشتی.

منبع	معادل انرژی (MJ/Unit)	واحد	نهاده/استاده
Heidari et al., 2011	۱۰/۳۳	kg	جوجه
Kitani, 1999	۴۷/۸	L	سوخت دیزل
Kitani, 1999	۴۹/۵	m ³	سوخت گاز
Atilgan et al., 2006	۷/۹	kg	ذرت
Atilgan et al., 2006	۱۲/۶	kg	سویا
Najafi Anari et al., 2008	۱۳/۷	kg	گندم
Alrwis and Francis, 2003	۱۰	kg	دی کلسیم فسفات
Sainz, 2003	۱/۵۹	kg	ویتامین
Sainz, 2003	۱/۵۹	kg	نمک
Sainz, 2003	۱/۵۹	kg	مواد معدنی
Berg, 2002	۳۷	kg	اسید چرب
Heidari et al., 2011	۱/۹۶	h	نیروی کار
Mousavi-Avval et al., 2011	۱۱/۹۳	kWh	الکتریسیته
Chauhan et al., 2006	۶۲/۷	kg	فولاد
Chauhan et al., 2006	۶۴/۸	kg	موتور الکتریکی
Kittle, 1993	۴۶/۳	kg	پلی اتیلن
ستاده			
Celik, 2003	۱۰/۳۳	kg	گوشت مرغ
Kizilaslan, 2009	۰/۳	kg	کود مرغ

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یکی از ابزارهای مناسب و کارآمد در زمینه ارتقای بهره‌وری می‌باشد که به عنوان یک روش ناپارامتری به منظور محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده استفاده می‌شود. در این روش هر واحد یا سازمان تحت بررسی، واحد تصمیم‌گیرنده^۱ (DMU) نامیده می‌شود (Liu et al.

ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه مصرف بیشتری نسبت به دو ظرفیت دیگر به خود اختصاص داده است. نهاده‌های الکتریسیته و نیروی کار نیز در گروه ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه بیشترین مقادیر را داشت. مرغداری‌هایی با ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه به صورت سنتی اداره می‌شوند و این موضوع نشان‌دهنده این است که سطح فناوری در این واحدهای پرورشی در زمینه تجهیزات (گرمایشی، مصرف خوراک و ...) پایین می‌باشد و با بهبود فناوری در زمینه وسایل گرمایشی، تهویه و مدیریت بهتر در مصرف نهاده‌ها می‌توان میزان مصرف انرژی را در این واحدها کاهش داد. در مورد نهاده تجهیزات، بیشترین میزان مصرف مربوط به ظرفیت بیش از ۳۰ هزار قطعه در مقایسه با دو ظرفیت مورد بررسی دیگر بود و این نشان می‌دهد که واحدهای پرورشی با ظرفیت بالا، از سامانه‌های مکانیزه بیشتر استفاده می‌کنند.

جدول ۲. انرژی مصرفی و تولیدی به ازای هزار قطعه به تفکیک ظرفیت مرغداری.

محتوی انرژی (MJ/1000 Pcs)			
ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه	ظرفیت ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه	ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه	نهاده/ستاده
۴۹۲/۶۳	۵۰۰/۷۷	۵۰۳/۰۱	جوجه
۲۵۹۴۹/۶۷	۲۹۲۹۹/۶۱	۳۳۱۶۹/۱۶	سوخت دیزل
۳۲۳۳۴/۴۵	۵۷۱۸۲/۱۹	۶۲۴۱۷/۸۶	سوخت گاز
۴۸۱۹۰/۸۹	۵۰۳۴۹/۰۸	۵۲۰۹۶/۱۹	خوراک
۷۸/۳۳	۱۰۶/۴۶	۱۳۸/۹۵	نیروی کار
۱۳۶۳۸/۷۴	۱۷۰۳۱/۴۵	۲۰۹۶۸/۵۶	الکتریسیته
۸۶/۰۰	۸۰/۳۲	۷۱/۸۷	تجهیزات
۱۲۰۷۷۰/۷۱	۱۵۴۵۴۹/۸۸	۱۶۹۴۳۷/۴۳	مجموع ورودی
ستاده			
۲۵۲۵۳/۸۲	۲۴۴۷۷/۶۸	۲۵۲۵۷/۶۰	گوشت مرغ
۵۲۴/۶۱	۴۹۶/۷۶	۵۲۱/۱۴	کود مرغ
۲۵۷۷۸/۴۳	۲۴۹۷۴/۴۴	۲۵۷۷۸/۷۴	مجموع خروجی

مقادیر شاخص‌های انرژی برای سه گروه ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه، ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳. شاخص‌های انرژی مصرفی به تفکیک ظرفیت مرغداری.

شاخص‌ها	واحد	ظرفیت مرغداری
نسبت انرژی	-	کمتر از ۱۰ هزار قطعه / بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه / بیشتر از ۳۰ هزار قطعه
بهره‌وری انرژی	Kg/MJ	۰/۱۵ / ۰/۱۶ / ۰/۲۱
افزوده خالص انرژی	MJ/1000 Pcs	۱۴۳۶۵۸/۷۰ - ۱۲۹۵۷۵/۴۴ - ۹۴۹۹۲/۲۸

و v_m ضریب خروجی lm است. u و v متغیرهای مسئله و محدودیت آن‌ها بزرگ‌تر از صفر بودن است. کارایی فنی خالص یک مدل دیگر از DEA می‌باشد. این مدل همان BCC می‌باشد که می‌تواند به صورت برنامه‌ریزی خطی دوگانه زیر تعریف شود (Nabavi-Pelesaraei et al., 2014):

$$\begin{aligned} \max Z &= uy_i - u_i \quad (\text{رابطه ۶}) \\ \text{subjected to } & Vx_i = I \\ & -vX + uY - u_0 e < 0 \\ & v_0, u_0 \text{ and } u_0 \text{ free in sign} \end{aligned}$$

که z و u_0 متغیرهای عددی و از لحاظ علامت آزاد، u و v به ترتیب ماتریس‌های وزنی خروجی و ورودی، Y و X به ترتیب ماتریس‌های خروجی و ورودی و x_i و y_i مربوط به ورودی و خروجی DMU i می‌باشد. کارایی مقیاس نسبت کارایی در مدل CCR به کارایی در مدل BCC است (Mohammadi et al., 2011).

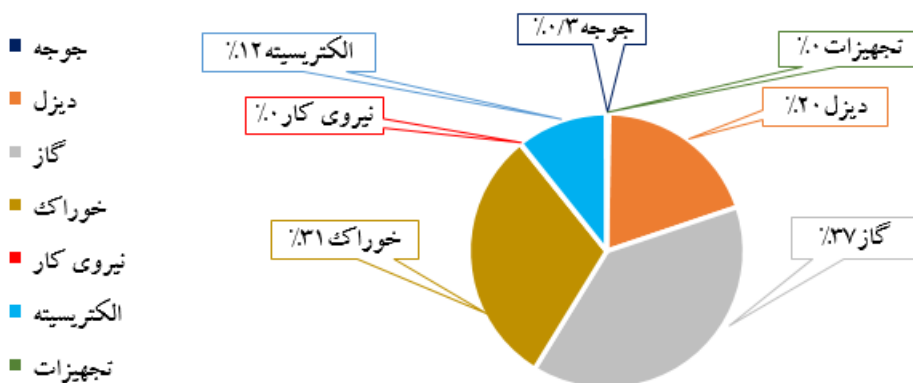
$$\text{کارایی فنی} = \frac{\text{کارایی فنی}}{\text{کارایی خالص}} \quad (\text{رابطه ۷})$$

به منظور برآورد کارایی واحدها محاسبات مربوط به شاخص‌های انرژی و تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای Excel 2013 و EMS 1.4 انجام شد.

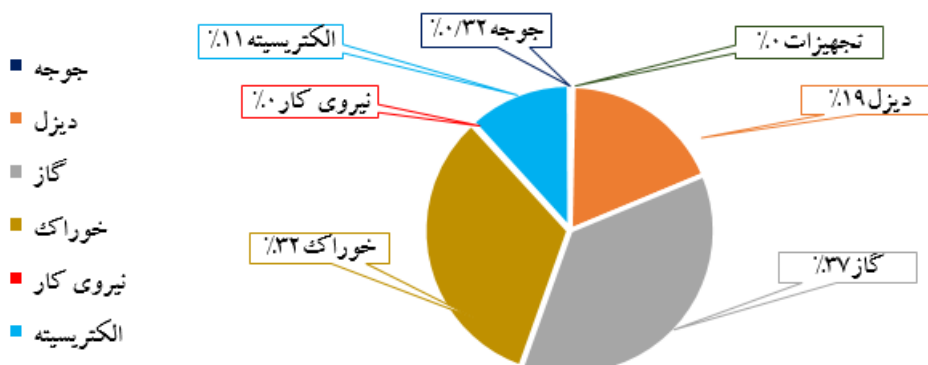
نتایج و بحث

مرغداری‌های مورد مطالعه از نظر تعداد جوجه‌ریزی در ابتدای دوره به سه گروه کمتر از ۱۰ هزار قطعه، بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه تقسیم شدند. معادل انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها به ازای هزار قطعه، برای سطوح مختلف ظرفیت در جدول (۲) نمایش داده شده است.

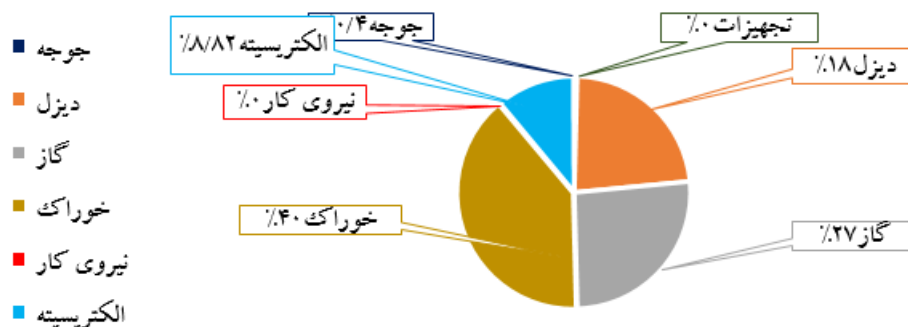
در دو ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه و ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه نهاده گاز پرمصرف‌ترین ورودی می‌باشد و به ترتیب برابر ۶۲۴۱۷/۸۶ و ۵۷۱۸۲/۱۹ مگاژول بر هزار قطعه و با سهم ۳۷ درصد انرژی مصرفی می‌باشد (شکل ۱ و ۲). در واحدهای پرورش با بیش از ۳۰ هزار قطعه گاز با ۳۲۳۳۴/۴۵ مگاژول بر هزار قطعه دومین نهاده پرمصرف پس از خوراک با ۴۰ درصد انرژی مصرفی قرار دارد (شکل ۳). مصرف نهاده گاز در ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه بیشتر از دو ظرفیت دیگر می‌باشد. در ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه، به دلیل بالا بودن ظرفیت واحد پرورشی از روش‌ها و تجهیزات بروزتری برای گرمایش استفاده می‌کنند. نهاده پرمصرف بعدی خوراک می‌باشد که در ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه بیشترین میزان مصرف را در بین ظرفیت‌ها دارد. سومین نهاده پرمصرف دیزل می‌باشد که در



شکل ۱. انرژی مصرفی پرورش مرغ گوشتی در واحدهایی با ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه.



شکل ۲. انرژی مصرفی پرورش مرغ گوشتی در واحدهای با ظرفیت بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه.



شکل ۳. انرژی مصرفی پرورش مرغ گوشتی در واحدهای با ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه.

مرغداری‌های با ظرفیت‌های دیگر می‌باشد. در این ظرفیت به ازای یک مگاژول انرژی مصرفی ۰/۲۱ مگاژول انرژی تولید شده است. *Najafi Anari et al. (2008)* نسبت انرژی را برای یک مرغداری ۱۰ هزار قطعه‌ای ۰/۲۳ و *Amid et al. (2014)* برای یک مرغداری ۶۰ هزار قطعه‌ای ۰/۲۲ بدست آوردند. شاخص بهره‌وری انرژی در مرغداری‌ها به ترتیب با ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار، بین ۱۰ تا ۳۰ هزار و بیش از ۳۰ هزار

نتایج بررسی کارایی انرژی نشان داد که در مرغداری‌هایی با ظرفیت بیش از ۳۰ هزار قطعه، نتایج بهتری نسبت به مرغداری‌های با ظرفیت کمتر از ۳۰ هزار قطعه دارند. شاخص نسبت انرژی در مرغداری‌ها به ترتیب با ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار، بین ۱۰ تا ۳۰ هزار و بیش از ۳۰ هزار قطعه به ترتیب برابر با ۰/۱۵، ۰/۱۶ و ۰/۲۱ بدست آمد. نسبت انرژی در مرغداری‌هایی با ظرفیت بیش از ۳۰ هزار قطعه بالاتر از

روندی کاهش یافته داشت که نشان دهنده روند کاهش پراکندگی داده‌ها با افزایش ظرفیت واحدهای پرورشی است. به بیان دیگر با افزایش ظرفیت واحدهای پرورشی نه تنها به طور کلی کارایی انرژی ارتقاء یافته است، بلکه کارایی انرژی تمایل به مرکز بیشتری نشان داده است. افزایش ظرفیت، که با بهبود بازده انرژی و کارایی فنی همراه بوده است، نیازمند مدیریت قویتری است که همین امر باعث می‌شود این گونه واحدها به طور مشابه از روش‌ها و امکانات مناسبی استفاده کنند. همین امر باعث کاهش پراکندگی داده‌ها در واحدهای ظرفیت بالا شده است.

جدول (۷) مقادیر نهاده‌ها و ستاده‌ها را توسط واحدهای کارا و ناکارا در سه ظرفیت متفاوت، کمتر از ۱۰ هزار قطعه، بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه را با توجه به مدل BCC نشان می‌دهد.

جدول ۴. کارایی واحدهای مرغداری با ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه مرغ

عنوان	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
کارایی فنی	۰/۸۸	۰/۱۷	۰/۴۵	۱
کارایی فنی خالص	۰/۹۷	۰/۰۹	۰/۶۴	۱
کارایی مقیاس	۰/۹۱	۰/۱۳	۰/۵۳	۱

جدول ۵. کارایی واحدهای مرغداری با ظرفیت بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه مرغ.

عنوان	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
کارایی فنی	۰/۹۲	۰/۱۱	۰/۶۱	۱
کارایی فنی خالص	۰/۹۸	۰/۰۴	۰/۸۶	۱
کارایی مقیاس	۰/۹۳	۰/۰۹	۰/۵۰	۱

جدول ۶. کارایی واحدهای مرغداری با ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه مرغ

عنوان	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
کارایی فنی	۰/۹۶	۰/۰۹	۰/۷۱	۱
کارایی فنی خالص	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۹۰	۱
کارایی مقیاس	۰/۹۷	۰/۰۷	۰/۷۲	۱

با توجه به جدول (۷)، میزان مصرف تمام نهاده‌ها در واحدهای ناکارا بیشتر از واحدهای کارا در هر سه گروه ظرفیتی مورد بررسی می‌باشد در حالی که عملکرد محصول تولیدی واحدهای ناکارا کمتر از واحدهای کارا است.

بیشترین میزان اختلاف بین واحدهای کارا و ناکارا مربوط به نهاده‌های تجهیزات، سوخت و نیروی کار در مقایسه با سایر نهاده‌ها بود. واحدهای ناکارا از سطح تجهیزات و تکنولوژی پائین‌تری برخوردارند که باعث شده اختلاف نهاده تجهیزات و نیروی کار در بین واحدها زیاد باشد. واحدهای کارا به صورت

قطعه برابر با ۰/۰۱۴، ۰/۰۱۵ و ۰/۰۲۰ کیلوگرم بر مگاژول بدست آمد. در واحدهای پرورشی با ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه به ازای هر یک مگاژول انرژی مصرفی ۰/۰۲۰ کیلوگرم مرغ تولید شده است. (Naghizadeh et al. (2011). بهره‌وری انرژی را برای ظرفیت ۳۰ هزار قطعه‌ای ۰/۰۳۳ کیلوگرم بر مگاژول و (Amid et al. (2014) برای یک واحد پرورشی ۶۰ هزار قطعه‌ای، ۰/۰۲۱ کیلوگرم بر مگاژول بدست آوردند.

افزوده خالص انرژی برای واحدهای پرورش با ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار، بین ۱۰ تا ۳۰ هزار و بیش از ۳۰ هزار قطعه به ترتیب ۱۴۳/۶۶-، ۱۲۹/۵۸- و ۹۴/۹۹- گیگاژول بر هزار قطعه مرغ بدست آمد. منفی بودن این شاخص بیانگر این است که در تولید مرغ گوشتی هدرت انرژی رخ می‌دهد و طبق نتایج بدست آمده میزان هدرت انرژی در واحدهای با ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه‌ای حدود ۱/۵ برابر واحدهای با ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه می‌باشد. (Naghizadeh et al. (2011) افزوده خالص انرژی را برای مرغداری با ظرفیت ۳۰ هزار قطعه ۴۹۴/۲۶- گیگاژول بدست آوردند. (Amid et al. (2014) میزان این شاخص را برای واحد پرورشی ۶۰ هزار قطعه‌ای ۵۳۷۴/۶۵ گیگاژول بدست آوردند.

نتایج تحلیل کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی با استفاده از روش DEA نشان داد که در بین ۹۰ واحد مورد بررسی ۱۷ واحد با ظرفیت زیر ۱۰ هزار قطعه وجود دارد که ۹ واحد (۵۳ درصد) دارای کارایی فنی برابر ۱ و ۱۳ واحد (۷۶ درصد) دارای کارایی فنی خالص برابر ۱ می‌باشند. از ۵۳ واحدی که در گروه دوم با ظرفیت بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه قرار دارند، ۲۸ واحد (۵۳ درصد) کارایی فنی و ۳۷ واحد (۷۰ درصد) کارایی فنی خالص برابر ۱ دارند. در گروه سوم، ۱۵ واحد (۸۳ درصد) دارای کارایی فنی ۱ و ۱۶ واحد (۸۴ درصد) دارای کارایی فنی خالص ۱ می‌باشد. در هر سه گروه مورد بررسی بیشترین فراوانی متعلق به محدوده ۱ یعنی واحدهای کارا می‌باشد.

همان‌طور که در جدول‌های (۴) تا (۶) مشاهده می‌شود کارایی فنی واحدها با ظرفیت‌های کمتر از ۱۰ هزار، بین ۱۰ تا ۳۰ هزار و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه مرغ به ترتیب برابر ۰/۸۸، ۰/۹۲ و ۰/۹۶ می‌باشد. برای این ظرفیت‌ها کارایی فنی خالص به ترتیب برابر ۰/۹۷، ۰/۹۸ و ۰/۹۹ بود. طبق نتایج جدول‌ها ارائه شده، کارایی مقیاس واحدها به ترتیب برابر ۰/۹۱، ۰/۹۳ و ۰/۹۷ بدست آمد. بنابراین با افزایش ظرفیت، کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس واحدها افزایش یافت. مقدار انحراف معیار واحدها در هر سه گروه کارایی برای هر گروه ظرفیت

که دارای دقت لازم نمی‌باشد و همین امر سبب اتلاف انرژی و خوراک و در نتیجه کاهش عملکرد شده است. در صورتی که استفاده از گرم‌کن‌های گازی با بازدهی بالا و مصرف کمتر سبب بهینه مصرف شدن این نهاده در بین واحدهای کارا شده است. بنابراین بهبود وسایل گرمایشی در واحدهای ناکارا راهی مناسب برای کاهش در میزان مصرف سوخت واحدهای ناکارا می‌شود. همچنین نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد اختلاف بین مجموع ورودی‌های واحدهای کارا و ناکارا در گروه سوم ظرفیتی (بیشتر از ۳۰ هزار قطعه) کمتر از دو گروه دیگر می‌باشد.

مکانیزه اداره می‌شوند و از تجهیزات خودکار (دان‌خوری، آب‌خوری، انتقال دان و ...) استفاده می‌کنند. این امر موجب می‌شود که اتلاف خوراک به حداقل برسد، هدررفت انرژی کاهش یابد و به نیروی انسانی کمتری نیاز باشد. بر عکس در واحدهای ناکارا از تجهیزات قدیمی و به صورت سنتی استفاده می‌شود. عدم مکانیزه بودن واحدهای پرورشی باعث می‌شود تا نیروی کارگری بیشتری برای اداره واحدها نیاز شود. در واحدهای غیر مکانیزه کنترل شرایط مرغداری از جمله سامانه گرمایشی و انتقال خوراک توسط نیروی کارگری انجام می‌شود

جدول ۷. مقدار نهاده‌ها و ستاده‌ها به ازای هزار قطعه مرغ در واحدهای تولیدی کارا و ناکارا.

واحدهای ناکارا (B)		واحدهای کارا (A)		نهاده/ستاده	
ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه	ظرفیت بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه	ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه	ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه	ظرفیت بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه	(واحد بر هزار قطعه مرغ)
۴۶/۸۳	۵۰/۰۹	۵۰/۲۵	۴۷/۷۸	۴۸/۶۹	جوجه (kg)
۶۴۰/۵۹	۷۹۳/۵۵	۷۹۹/۷۸	۵۴۳	۶۱۳	سوخت دیزل (l)
۸۶۷/۸۳	۱۱۳۲/۸۶	۱۴۴۸/۶۰	۶۵۳/۰۰	۱۱۰۹	سوخت گاز (m ³)
۵۱۵۲/۰۷	۵۱۸۸/۴۳	۵۶۷۸/۰۳	۵۰۷۴/۱۰	۵۰۳۶/۵۷۷	خوراک (kg)
۴۴/۹۱	۶۶/۲۶	۷۶/۰۴	۳۹/۰۳	۴۹/۱۵	نیروی کار (h)
۱۱۴۸	۱۵۰/۵۳	۱۵۹۸/۷۳	۱۱۴۲/۳۰	۱۳۹۴/۰۲	الکتریسیته (kWh)
۷۱/۰۲	۸۷/۸۵	۱۵۴/۱۴	۶۳/۱۴	۶۱/۰۰	تجهیزات (kg)
ستاده					
۲۱۷۳/۲۰	۲۲۹۶/۷۱	۲۱۳۵/۵۲	۲۴۹۵/۶۱	۲۴۰۱/۰۸	گوشت مرغ (kg)
۱۵۰۳/۱۰	۱۵۳۱/۵۷	۱۵۵۸/۲۳	۱۷۹۴/۷۲	۱۷۰۹/۶۲	کود مرغ (kg)

مصرف انرژی و مقدار بهینه می‌باشد که با فرض کارا شدن تمام واحدهای مورد بررسی مشخص گردید.

طبق نتایج جدول (۸)، با کارا شدن تمام واحدهای ناکارا در ظرفیت‌های کمتر از ۱۰ هزار، بین ۱۰ تا ۳۰ هزار و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه به ترتیب ۹/۲۴، ۱۳/۳۰ و ۴/۸۵ درصد در مصرف انرژی ورودی صرفه‌جویی می‌شود. همان طور که از نتایج مشخص است ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه در مقایسه با سایر ظرفیت‌ها کمترین میزان درصد ذخیره انرژی را دارا می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که مقدار مصرف نهاده‌ها در حالت واقعی و بهینه در گروه سوم ظرفیتی نزدیک به هم بوده و اختلاف کمی داشته است. مدیریت بهتر در زمینه مصرف نهاده‌ها در این واحدها، اتلاف انرژی کمتر را در پی خواهد داشت.

در سه ظرفیت مورد بررسی با کارا شدن تمام واحدها در نهاده‌های سوخت (گاز و دیزل) و تجهیزات بیشترین درصد ذخیره انرژی صورت گرفته است. در زمینه نهاده‌ی سوخت،

اختلاف کمتر بین واحدهای با ظرفیت بالا می‌تواند به این دلیل باشد که واحدهای با ظرفیت بالاتر نیازمند سرمایه‌گذاری بیشتر می‌باشد و متعاقباً نیازمند مدیریت قویتری نیز می‌باشند. به طور کلی می‌توان گفت واحدهای با ظرفیت بالا معمولاً توسط مدیران بهتر و افراد باتجربه‌تر احداث می‌شوند. مدیران بهتر و افراد باتجربه معمولاً از روش‌ها و تکنولوژی‌های موثرتر بر افزایش عملکرد مطلع هستند و آن‌ها را بکار می‌گیرند. لذا انتظار می‌رود اختلاف عملکرد در بین واحدهای ظرفیت بالا کمتر باشد. بنابراین واحدها ناکارا در این گروه با مدیریت بهتر مصرف نهاده‌ها می‌توانند به سمت کارایی بالاتر پیش بروند.

جدول (۸) مقادیر مصرف بهینه انرژی و درصد انرژی ذخیره شده را توسط نهاده‌های مختلف در تولید مرغ گوشتی در واحدهای با ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه، بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه و بیشتر از ۳۰ هزار قطعه نشان می‌دهد. مقادیر مصرف بهینه انرژی با کارا شدن واحدهای ناکارا توسط نرم افزار EMS 1.4 به دست آمد. انرژی ذخیره شده اختلاف بین مقدار واقعی

استفاده شده است. زیادی تجهیزات و کارایی کمتر باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود. با مکانیزه شدن واحدهای پرورشی و استفاده از تجهیزات به‌روز در زمینه (دانخوری، آبخوری، گرمایش، انتقال دان و ...) هم باعث آسانتر شدن عملیات تولیدی و هم اقدام موثری جهت کاهش مصرف انرژی می‌شود. با توجه به نتایج، ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه تاثیر مثبتی در کارایی، مصرف نهاده‌ها و مدیریت بهتر انرژی دارد. مطالعات پیشین، نتیجه مطالعه حاضر را تایید می‌کند.

واحدهای مورد بررسی از تجهیزات با بازده پائین استفاده می‌کنند و این مسئله باعث افزایش مصرف سوخت (گاز و دیزل) می‌شود. طبق نتایج بدست آمده واحدهای پرورشی با تجهیزات گرمایشی گازسوز اتلاف انرژی کمتر و بازده بالاتری نسبت به واحدهای پرورشی با تجهیزات گرمایشی دیزلی دارند. استفاده از گرم‌کن‌های با بازدهی بالاتر و عایق‌بندی سقف سبب بهبود مصرف انرژی می‌گردد. در زمینه تجهیزات نیز اکثر واحدها به صورت سنتی اداره می‌شوند و از تجهیزات بیشتر با کارایی پایین در این واحدها

جدول ۸. مقادیر مصرف بهینه، انرژی ذخیره شده و درصد ذخیره انرژی در واحدهای مختلف.

نهادها	ظرفیت کمتر از ۱۰ هزار قطعه		ظرفیت بین ۱۰ تا ۳۰ هزار قطعه		ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه		درصد ذخیره	مقدار بهینه (MJ/1000Pcs)	نهادها
	انرژی ذخیره شده (MJ/1000 Pcs)	درصد ذخیره	انرژی ذخیره شده (MJ/1000 Pcs)	درصد ذخیره	انرژی ذخیره شده (MJ/1000 Pcs)	درصد ذخیره			
جوجه	۱۴	۲/۷۵	۱۳/۸۹	۲/۷۷	۴۹۲/۶۳	۰	۰	۰	جوجه
سوخت دیزل	۰	۰	۹۹۱۰/۵۴	۳۳/۸۲	۲۳۴۵۷/۵۹	۲۴۹۲/۰۸	۹/۶۰	۱۹۳۸۹/۰۷	سوخت دیزل
سوخت گاز	۱۲۸۳۱/۱۶	۱۹/۲۵	۷۶۷۵/۰۳	۱۳/۴۲	۳۱۰۷۲/۹۳	۱۲۶۱/۵۱	۳/۹۰	۴۹۵۰۷/۱۶	سوخت گاز
خوراک	۹۵۵/۰۱	۲/۲۰	۲۱۵۴/۲۵	۴/۲۸	۴۶۰۹۸/۹۵	۲۰۹۱/۹۳	۴/۳۴	۴۸۱۹۴/۸۲	خوراک
نیروی کار	۴/۰۲	۳/۱۸	۱۰/۳۲	۹/۶۹	۷۵/۸۶	۲/۴۷	۳/۱۶	۹۶/۱۴	نیروی کار
الکتریسیته	۱۸۳۱/۲۵	۱۰	۷۸۳/۲۱	۴/۶۰	۱۳۶۳۸/۷۴	۰	۰	۱۶۲۴۸/۲۴	الکتریسیته
تجهیزات	۲۴/۵۳	۱۶/۸۲	۱۳/۹۱	۱۷/۲۶	۸۱/۴۳	۴/۵۷	۵/۳۲	۶۶/۶۹	تجهیزات
کل	۱۵۶۵۹/۹۷	۹/۲۴	۲۰۵۶۱/۱۴	۱۳/۳۰	۱۱۷۷۷۴/۴	۵۸۵۲/۵۶	۴/۸۵	۱۳۶۷۹۹/۶	کل

که بین کارایی واحدها و شاخص‌هایی از قبیل ظرفیت تولید، سطح تجهیزات جهت پرورش و نوع انرژی به‌کار برده‌شده، ارتباط معنی‌داری وجود دارد (Hosseini and Didekhani, 2015; Mohamadi, 2008; Alrwis and Francis, 2003; Rezitis and Tsidoukas, 2006; Candmir and Koyubenbe, 2006; Yosuf and Malomo, 2007).

ظرفیت کمتر بازده و کارایی بالاتری برخوردار هستند. یکی از دلایل بالا بودن بازده انرژی در این واحدها استفاده از فناوری و تکنولوژی بوده است. واحدهای پرورشی با ظرفیت بیش از ۳۰ هزار قطعه از مدیریت بهتری در زمینه مصرف نهاده‌ها (سوخت، الکتریسیته و خوراک) برخوردار هستند. در این واحدها برای جلوگیری از هدر رفت خوراک توسط پرند و تجهیزات از خوراک پلت استفاده می‌شود. در زمینه سوخت و الکتریسیته از وسایلی با سطح فناوری بالاتر استفاده می‌شود. پیشنهاد می‌شود مرغداری‌های کمتر از ۳۰ هزار قطعه با راهکارهایی مانند افزایش ظرفیت بهروری، بهبود سطح مکانیزاسیون واحد و مدیریت بهتر مصرف نهاده‌ها موجب افزایش کارایی واحد و صرفه‌جویی در میزان مصرف نهاده‌ها و انرژی شوند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از بررسی انرژی مصرفی و تولیدی، شاخص‌های انرژی و کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی در استان اصفهان نتیجه‌گیری شد که واحدهای پرورشی با ظرفیت بیشتر از ۳۰ هزار قطعه در مقایسه با واحدهای پرورشی با

REFERENCES

- Alrwis, K. N. & Francis, E. (2003). Technical efficiency of broiler farms in the central region of Saudi Arabia: stochastic frontier approach. *Research Bulletin*, 116, 25-34.
- Amid, S., Mesri Gundoshmian, T., Rafiee. S. (2014). Evaluation of energy use of broiler production in Ardabil region, The First Congress of Sustainable Agriculture and Natural Resources, 20 Jan., Tehran.
- Anonymous. (2014). Institution of Poultry Information. <http://www.infopoultry.net/vdch.nw23nx6ft2.html>
- Anonymous. (2015). Agricultural Statistics. Organization of Agricultural Jihad Isfahan.
- Atilgan, A. & Koknaroglu, H. (2006). Cultural energy

- analysis on broilers reared in different capacity poultry houses. *Italian Journal of Animal Science*, 5(4), 393-400.
- Berg, M. J., Tymoczko, L. J. & Stryer, L. 2002. *Biochemistry*. 5th edition. New York: W.H. Freeman.
- Candmir, M. & Koyubenbe, N. (2006). Efficiency analysis of dairy farms in the province of Izmir (Turkey): DEA. *Journal of Applied Animal Research*, 29(1), 61-64.
- Celik, L. 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.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2, 429-444.
- 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 Conversation Management*, 47(9-10), 1063-85.
- Esfanjari Kenari, R., Mardani, M. & Talebi, S. (2013). Evaluation of the energy use of broiler production farms in Fars Province. The First National Conference on Clean Energy, 25 April., Hamedan. (In Farsi).
- Ghojbeig, F. (2010). A decision support system for optimizing energy consumption in vegetable production greenhouses. M.Sc. Thesis. Faculty of Agricultural Engineering and Technology. University of Tehran. (In Farsi).
- Gonzalez-Garcia, S., Gomez-Fernandez, z., Dias, A., Feijoo, G., Moreira, T. & Arroja, I. (2014). Life cycle assessment of broiler chicken production: A Portuguese case study. *cleaner production*, 74, 125.
- Heidari, M. D., Omid, M. & Akram, A. (2011). Energy efficiency and econometric analysis of boiler production farms. *Energy*, 36(11), 6536-41.
- Heidari, M., Omid, M. & Akram, A. (2012). An investigation on energy consumption and the effects of number of chicks and ventilation system type on energy efficiency of broiler farms of Yazd Province. *Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery*, 1(1), 33-39. (In Farsi).
- Hosseini, S. M. & Didekhani, H. (2015). Evaluation of efficiency of broiler production farms in Golestan Province using data envelopment analysis technique (DEA). The First International Conference in New Research of Management, Accounting and Economy, 17 Sep., Tehran University. (In Farsi).
- Kitani, O. CIGR Handbook of Agricultural engineering. 5th edition, Energy and Biomass Engineering, America: ASAE publication, 1999.
- Kittle, A. P. (1993). *Alternate Daily Cover Materials and Subtitle-the Selection Technique* Rusmar. Incorporated West Chester, PA.
- Kizilaslan, H. (2009). Input-output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. *Applied Energy*, 86(7-8), 1354-1358.
- LEAP. (2014). *Greenhouse gas emissions and fossil energy demand from poultry supply chains: Guidelines for quantification*. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. FAO, Rome, Italy.
- Liu, J. S., Lu, L. Y., Lu, W. M., & Lin, B. J. (2013). Data envelopment analysis 1978-2010: A citation-based literature survey. *Omega*, 41(1), 3-15.
- Mohamadi, A. (2008). Efficiency measurement of the broilers producers by the use of data envelopment analysis (Case study: Fars Province). *Agricultural Economics and Development*, 16(63), 89-116.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S. S., Avval, S. H. M., & Rafiee, H. (2011). Energy efficiency improvement and input cost saving in kiwifruit production using Data Envelopment Analysis approach. *Renewable Energy*, 36(9), 2573-2579.
- Mousavi-Avval, S. H., Rafiee, S., Jafari, A., & Mohammadi, A. (2011). Improving energy use efficiency of canola production using data envelopment analysis (DEA) approach. *Energy*, 36(5), 2765-2772.
- Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., Rafiee, S., & Mobbaker, H. G. (2014). Optimization of energy required and greenhouse gas emissions analysis for orange producers using data envelopment analysis approach. *Journal of Cleaner Production*, 65, 311-317.
- Najafi Anari, S., Khademolhossaini, N., Jazayeri, K & Mirzadeh, K. (2008). Evaluation of energy efficiency of broiler production in Ahvaz region. In: *The 5th National Congress on Agriculture Machinery Engineer & Mechanization.*, 27-28 Aug., Ferdowsi University of Mashhad. (In Farsi).
- Naghizadeh, S. S., Javadi, A., Rahmati, M.H & Mehranzadeh, M. (2011). Investigation and analysis of energy consumption in the rearing of broilers in the north of Khuzestan. *The 6th National Congress on Agriculture Machinery Engineering and Mechanization.*, 27-28 Aug., University of Tehran. (In Farsi).
- Rezitis, A. & Tsidoukas, N. (2003). Investigation of factor influencing the technical efficiency of agricultural producers participating in farm credit programs. *Agricultural and Applied Economics*, 35(3), 85-103.
- Yusuf, S.A. & Malomo, O. (2007). Technical efficiency of poultry egg production in Ogun state: a DEA approach. *Journal of Poultry Science*, 6(9), 622-629.