بررسی کارایی انرژی مرغداری‌های مرغ گوشتی به روش تحلیل پوششی داده‌ها، مطالعه موردی: شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد

زهرا پاینده[1*] و کامران خیرعلی‌پور[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه ایلام

۲- عضو هئیت علمی گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه ایلام

* ایمیل نویسنده مسئول: z.payandeh92@gmail.com

چکیده

در این تحقیق الگوی مصرف انرژی و کارایی آن برای تولید مرغ گوشتی در استان اصفهان (شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد) توسط رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها بررسی گردید. در این سه شهرستان به طور تصادفی تعداد ۹۰ مرغداری انتخاب و اطلاعات مربوط به آن‌ها 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 به ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ بود. نتایج نشان داد که میانگین کل انرژی ورودی برای تولید مرغ گوشتی در شهرستان‌های اصفهان، نجف‌آباد و نائین به ترتیب برابر با ۲۱۷/۰۷، ۹۵/۴۳ و ۱۳۸/۶۶ گیگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه مرغ بدست آمد. مقدار انرژی ورودی بهینه‌سازی شده توسط مدل بازگشت به مقیاس متغیر برای شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب برابر با ۲۱۱/۹۱، ۹۳/۸۷ و ۹۸/۷۳۳ گیگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه مرغ گوشتی محاسبه گردید. میزان انرژی قابل ذخیره در شرایط کنونی در شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب برابر با ۲/۳۸، ۱/۴۳ و ۲۸/۸ درصد بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: تولید مرغ گوشتی، انرژی، کارایی‌سنجی، تحلیل پوشش داده‌ها.

مقدمه

جایگاه جهانی ایران در تولیدات دامپروری از لحاظ ضرورت، سرعت و پیشرفت بسیار چشمگیر می‌باشد. صنعت طیور یکی از بزرگترین و توسعه یافته‌ترین صنایع موجود در ایران می‌باشد. این بخش از فعالیت‌ها به لحاظ تأمین بخش عمده‌ای از نیازهای غذایی و پروتئینی از اهمیت شایانی برخوردار است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۱). گوشت مرغ یکی از مفصل‌ترین تولیدات غذایی مصرفی در جهان می‌باشد (Gonzalez-Garcia *et al*., 2014). گوشت مرغ منبع مهمی از پروتئین‌های با کیفیت، مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌باشد که رژیم غذایی انسان را متعادل می‌کند (Heidari *et al*. 2011). تولید جهانی مرغ در سال ۲۰۱۳ بیش از ۹۶ میلیون تن و بعد از تولید گوشت گاو و خوک قرار می‌گیرد. ایران هفتمین تولیدکننده گوشت مرغ در جهان با تولید سالانه ۲ میلیون تن می‌باشد (Fao، 2013). 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 (بی‌نام، ۱۳۹۴). در استان اصفهان، شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد سه شهرستان برتر در زمینه تولید مرغ گوشتی می‌باشند.

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. بنابراین لازم است واحدهایی تولیدی مرغ گوشتی در زمینه مصرف انرژی مورد بررسی قرار گیرند.

تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ناپارامتری برای تخمین توابع تولید مبتنی بر یک‌سری بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است (غجه‌بیگ، ۱۳۸۸). 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 در جهت بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها استوار سازند.

در مطالعه‌ای Yusuf and Malmo در سال ۲۰۰۷ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی کارایی فنی واحدهای تولیدی تخم‌مرغ در یکی از مناطق کشور نیجریه پرداختند. در مطالعه آن‌ها، مرغ‌داری‌ها با توجه به ظرفیت آن‌ها به سه دسته کوچک، متوسط و بزرگ تقسم شدند و کارایی هر یک از دسته‌ها محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت.

محمدی (۱۳۸۷) تعداد ۳۵ واحد پرورش مرغ گوشتی در استان فارس را مورد بررسی قرار داد. نتایج ایشان نشان داد که بین کارایی هر واحد با ظرفیت تولید و سطح تجهیزات واحدهای تولیدی طیور تحت مطالعه رابطه معنی‌داری وجود دارد. میانگین میزان کارایی فنی برای واحدهای کمتر از ۱۰۰۰۰ قطعه ۸۰/۶ درصد، بین ۱۰ تا ۲۰ هزار قطعه ۸۷/۸۵ و با بیش از ۲۰ هزار قطعه ۹۳/۲ بیان شد. نتایج این تحقیقات توانایی روش تحلیل پوششی داده‌ها را به عنوان یک ابزار مناسب جهت دستیابی به کارآیی بهینه در واحدهای تولیدی نشان می‌دهد. لذا در این مطالعه کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی در سه شهرستان تولید کننده عمده در استان اصفهان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

اطلاعات این مطالعه از واحدهای پرورش مرغ گوشتی در سه شهرستان اصفهان، نائین و نجف‌آباد جمع‌آوری شد. شهرستان‌های مورد مطالعه تولیدکننده‌های برتر مرغ گوشتی در استان اصفهان می‌باشند. از کل مرغداری‌های گوشتی در این سه شهرستان (۶۴۰ واحد)، داده‌های مورد نیاز برای این مطالعه به طور تصادفی از ۹۰ مرغداری 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 به ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ بود (جدول ۱).

از شاخص‌های انرژی به منظور اندازه‌گیری میزان مصرف انرژی استفاده می‌شود و از مهم‌ترین ابزارهای ارزیابی وضعیت مصرف انرژی 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 شناختی از روند گذشته، وضعیت موجود مصرف انرژی و تصویر آتی حوزه انرژی ارائه نماید (حیدری و همکاران، ۱۳۹۱). 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 تولیدی خواهد شد (عمید و همکاران، ۱۳۹۲). این شاخص‌ها عبارتند از نسبت انرژی (بازده انرژی)، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و افزوده خالص انرژی که با استفاده از روابط (۱) تا (۳) محاسبه شدند (Heidari *et al*. 2011).

$$ER = \frac{OE}{IE} \quad (۱)$$

$$EP = \frac{OY}{IE} \quad (۲)$$

$$NEG = OE - IE \quad (۳)$$

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

تحلیل پوششی داده‌ها یکی از ابزارهای مناسب و کارآمد جهت کارایی‌سنجی و همچنین ارتقای بهره‌وری می‌باشد. در این روش هر واحد یا سازمان تحت بررسی، واحد تصمیم گیرنده[1] (DMU) نامیده می‌شود (Liu *et al*., 2013). در این مطالعه از یکی از جامع‌ترین مدل‌های DEA که مدل BCC بر پایه بازگشت به مقیاس متغیر[2] (VRS) و روش ورودی محور است برای محاسبه کارایی تولیدکنندگان از نقطه نظر مصرف انرژی استفاده شده است. در روش ورودی محور تولیدکنندگان تسلط بیشتری بر روی نهاده‌های مصرفی داشته‌اند و واحدهای ناکارا می‌توانند بواسطه کاهش سطوح نهاده‌ها در حالی که خروجی ثابت است (ورودی محور) به یک واحد کارا تبدیل شوند.

1. Decision making unit
2. Variable return to scale

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

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

مقادیرکارایی 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 (Mousavi-Avval et al, 2011). به منظور برآورد کارایی واحدها و تمایز بین کشاورزان کارا و ناکارا از نرم افزار Excel 2013 و EMS 1.4 استفاده گردید.

نتایج و بحث

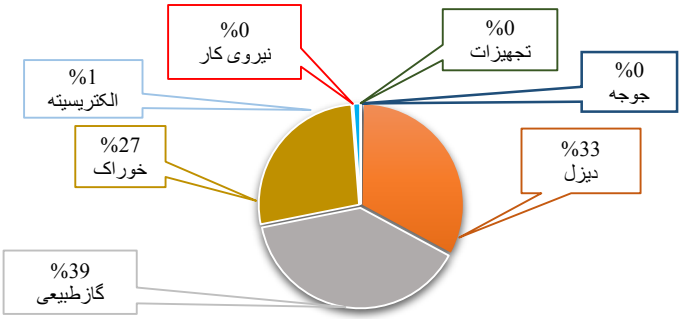
شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب سه شهرستان برتر تولیدکننده مرغ گوشتی در استان اصفهان هستند. میزان مصرف انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها برای تولید مرغ گوشتی در شهرستان‌های مختلف در جدول (۲) نمایش داده شده است.

جدول ۲- انرژی مصرفی و تولیدی به تفکیک شهرستان.

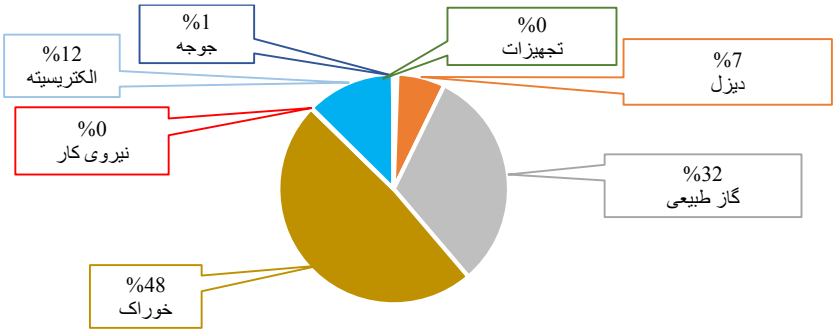
نهاده/ستاده	شهرستان اصفهان		شهرستان نائین		شهرستان نجف‌آباد	
	مقدار (Unit/1000 bird)	محتوی انرژی (MJ/1000 bird)	مقدار (Unit/1000 bird)	محتوی انرژی (MJ/1000 bird)	مقدار (Unit/1000 bird)	محتوی انرژی (MJ/1000 bird)
نهاده‌ها						
جوجه	۴۸/۵۷	۵۰۱/۶۹	۴۸/۶۳	۵۰۲/۳۱	۴۷/۷۸	۴۹۴/۵۰
دیزل	۱۳۳۱/۴۷	۶۳۶۵۲/۰۶	۱۳۳/۹۱	۶۴۰۰/۸۷	۶۵۱/۸۹	۲۹۳۲۷/۴۳
گاز طبیعی	۱۵۵۷/۰۴	۷۷۰۷۳/۴۲	۶۰۸/۰۴	۳۰۰۹۷/۹۶	۸۱۸/۰۷	۴۰۴۹۴/۶۸
خوراک	۵۲۸۳/۵۰	۵۳۱۶۹/۹۱	۴۹۴۲/۴۸	۴۶۳۰۰/۹۹	۵۰۸۹/۰۰	۵۱۲۵۷/۷۵
نیروی کار	۶۳/۷۳	۱۲۴/۹۰	۵۳/۳۲	۱۰۴/۵۲	۴۶/۷۵۵	۹۱/۶۴
الکتریسیته	۱۸۸۳/۵۷	۲۲۴۷۱/۰۳	۹۹۹/۳۰۵	۱۱۹۲۱/۷۰	۱۴۱۷/۸۷	۱۶۹۱۵/۱۵
تجهیزات	۵۳/۸۹	۷۲/۹۸	۷۰/۸۹	۱۰۱/۴۱	۵۷/۱۷	۸۰/۲۸
مجموع ورودی	۱۰۲۲۱/۷۸	۲۱۷۰۶۶/۰۰	۶۸۵۶/۵۷	۹۵۴۲۸/۸۹	۸۱۲۸/۶۲	۱۳۸۶۶۱/۴۲
خروجی‌ها						
گوشت مرغ	۲۴۶۵/۲۵	۲۵۴۶۵/۹۹	۲۲۵۲/۰۲	۲۳۲۶۳/۳۷	۲۴۸۴/۳۴	۲۵۶۶۳/۱۹
کود بستر	۱۷۰۵/۶۳	۵۱۱/۶۹	۱۶۸۶/۸۸	۵۰۶/۰۶	۱۶۸۲/۶۳	۵۰۴/۷۹
مجموع خروجی	۴۱۷۰/۸۸	۲۵۹۷۷/۶۸	۳۹۳۸/۹	۲۳۷۶۹/۴۳	۴۱۶۶/۹۷	۲۶۱۶۷/۹۸

نتایج مطالعه نشان داد که کل انرژی مصرفی در یک دوره پرورش در مناطق اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب برابر با ۲۱۷/۰۷، ۹۵/۴۳، و ۱۳۸/۶۶ گیگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه مرغ می‌باشد. بالاترین میزان انرژی مصرفی در تولید مرغ گوشتی را شهرستان اصفهان و پس از آن شهرستان‌های نجف‌آباد و نائین قرار دارند. در شهرستان اصفهان سوخت مصرفی، شامل گاز و دیزل، بیشترین سهم مصرف انرژی را دارد. همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، برای هر ۱۰۰۰ قطعه مرغ در این شهرستان، ۱۵۵۷/۰۴ مترمکعب گاز مصرف شده که حاوی ۷۷/۰۷ گیگاژول انرژی و ۳۹ درصد از کل انرژی مصرفی را شامل شده است. گازوئیل که دومین نهاده پر مصرف در این شهرستان می‌باشد، ۱۳۳۱/۴۷ لیتر به ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ مصرف شده که ۳۳ درصد از کل انرژی مصرفی را به

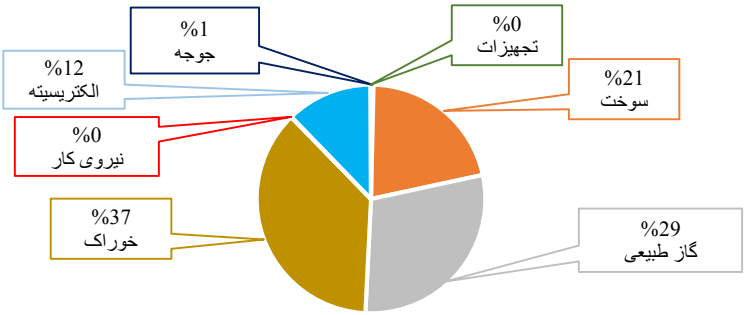
خود اختصاص داده است. خوراک با مقدار ۵۲۸۳/۵۰ کیلوگرم و با معادل انرژی ۵۳/۱۷ گیگاژول به ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ، با ۲۷ درصد از کل مصرف انرژی، سومین نهاده پرمصرف می‌باشد (شکل ۱). انرژی نهاده‌ها در واحدهای پرورش مرغ گوشتی در شهرستان-های نائین و نجف‌آباد در شکل‌های (۲) و (۳) نشان داده شده است.



شکل ۱- انرژی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی شهرستان اصفهان.



شکل ۲- انرژی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی شهرستان نائین.



شکل ۳- انرژی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی شهرستان نجف‌آباد.

در شهرستان نجف‌آباد خوراک مصرفی بیشترین سهم مصرف انرژی را دارد. همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، برای هر ۱۰۰۰ قطعه مرغ، ۵۰۸۹/۰۰ کیلوگرم خوراک مصرف شده که حاوی ۵۱/۲۶ گیگاژول انرژی و ۳۷ درصد از کل انرژی مصرفی را شامل شده است. گاز با مصرف ۸۱۸/۰۷ مترمکعب و ۴۰/۴۵ گیگاژول به ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ و ۲۹ درصد از کل انرژی مصرفی

دومین نهاده پرمصرف می‌باشد. سومین نهاده پرمصرف سوخت دیزل با مقدار ۶۵۱/۸۹ لیتر و ۲۹/۳۳ گیگاژول به ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ می‌باشد (شکل ۳).

در بررسی نهاده‌های پرمصرف در بین سه شهرستان، انرژی مصرفی گاز در سه شهرستان اصفهان، نجف‌آباد و نائین به ترتیب ۷۷/۰۷، ۳۰/۱۰ و ۴۰/۴۵ گیگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه مرغ می‌باشد. بنابر نتایج به‌دست آمده، میزان مصرف گاز در شهرستان اصفهان بیشتر از شهرستان نجف‌آباد و آن هم بیشتر از شهرستان نائین است. نهاده دوم سوخت دیزل می‌باشد که از لحاظ بیشترین میزان انرژی به ترتیب در اصفهان، نجف آباد و نائین برابر ۶۳/۶۵، ۲۹/۳۳ و ۶/۴۰ می‌باشد. نهاده سوخت که شامل گاز و دیزل می‌باشد، نهاده پرمصرف در شهرستان اصفهان می‌باشد. با توجه به این که اطلاعات پرسش‌نامه‌ها در اواخر فصل تابستان و اوایل فصل پاییز جمع‌آوری گردید و همچنین مرغداری‌های شهرستان اصفهان در اطراف شهر قرار گرفته‌اند و دارای آب و هوای خشک می‌باشند، بنابراین دمای هوا در شب‌ها کاهش می‌یابد و برای گرم نگه داشتن محیط نیاز به مصرف زیادی سوخت وجود دارد.

نهاده خوراک سومین نهاده پرمصرف می‌باشد. به ترتیب در اصفهان، نجف‌آباد و نائین با مصرف ۵۳/۱۷، ۵۱/۲۶ و ۴۶/۳۰ گیگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه مرغ، در اصفهان بیشترین میزان مصرف شده است. به طور متوسط طول دوره پرورش در بین جامعه آماری مرغداری‌های شهرستان اصفهان، نجف‌آباد و نائین به ترتیب ۶۰، ۵۷ و ۵۵ روز می‌باشد. در نتیجه در طول این دوره خوراک بیشتری مصرف می‌شود.

در نهاده‌های الکتریسیته و نیروی کار نیز در شهرستان اصفهان بیشترین مصرف را شاهد هستیم. اکثر مرغداران شهرستان اصفهان به دلیل پایین بودن قیمت خرید مرغ در زمان جمع‌آوری اطلاعات، تمایل داشتند مدت زمان بیشتری به پرورش اختصاص دهند. یکی از دلایل مهم مصرف بالای سایر نهاده‌ها در این شهرستان همین موضوع می‌باشد. ولی در نهاده تجهیزات کمترین میزان مصرف در شهرستان اصفهان می‌باشد. از این نظر، به ترتیب شهرستان نائین، نجف‌آباد و سپس اصفهان قرار دارد. اکثر مرغداری‌های مورد بررسی در شهرستان اصفهان به صورت سنتی اداره می‌شوند در نتیجه میزان مصرف تجهیزات در این شهرستان پائین می‌باشد. از مهم‌ترین دلایل مصرف بالای نهاده‌ها در مرغداری‌ها می‌توان به شرایط اقلیمی و آب‌وهوایی منطقه، نحوه‌ی مدیریت، شرایط فروش و سطح تحصیلات و میزان تجربه اشاره کرد. شاخص‌های انرژی برای پرورش مرغ گوشتی به تفکیک شهرستان‌ها در جدول (۳) آورده شده است.

جدول ۳- شاخص‌های انرژی مصرفی به تفکیک شهرستان.

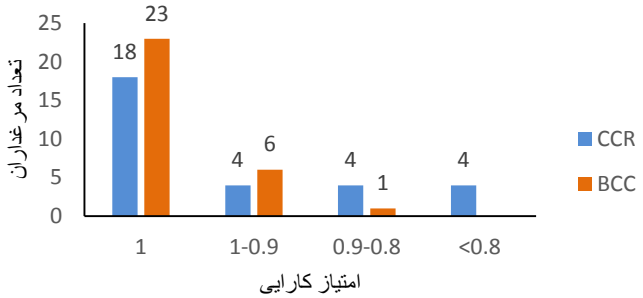
شاخص‌ها	واحد	شهرستان اصفهان	شهرستان نائین	شهرستان نجف‌آباد
نسبت انرژی	-	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۱۹
بهره‌وری انرژی	kg/MJ	۰/۰۱۱	۰/۰۲۴	۰/۰۱۸
افزوده خالص انرژی	(MJ/(1000bird))	-۱۹۱۰۸۱/۳۲	-۷۱۶۶۰	-۱۱۲۴۹۳

نسبت انرژی به عنوان عاملی برای بررسی کارآیی انرژی در تولید محصولات به‌کار می‌رود. این نسبت مشخص می‌کند که به ازای هر یک مگاژول انرژی ورودی چه میزان انرژی تولید شده است. نسبت انرژی برای شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب برابر ۰/۱۲، ۰/۲۴ و ۰/۱۹ می‌باشد. کارآیی انرژی در شهرستان نائین بالاتر است زیرا به ازای یک مگاژول انرژی مصرفی ۰/۲۴ مگاژول انرژی تولید شده است. در مطالعات سایر مناطق نسبت‌های انرژی متفاوتی گزارش شده است، به عنوان مثال؛ ۰/۲۳ برای مرغ گوشتی در شهرستان اهواز (نجفی اناری و همکاران، ۱۳۸۷)، ۰/۷۰ برای مرغ گوشتی در شمال خوزستان (نقیب‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹)، برای مرغ گوشتی در یزد ۰/۱۵ (حیدری و همکاران، ۱۳۹۱)، برای مرغ تخمگذار در تهران ۰/۲۳ (سفیدپری و همکاران، ۱۳۹۱) و برای مرغ گوشتی در اردبیل ۰/۲۲ (عمید و همکاران، ۱۳۹۲).

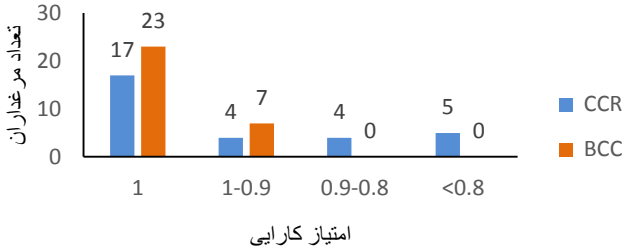
بهره‌وری انرژی در شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب ۰/۰۱۱، ۰/۰۲۴ و ۰/۰۱۸ کیلوگرم بر مگاژول بدست آمد. این شاخص نشان دهنده این است که به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی چند کیلوگرم مرغ تولید شده است. شهرستان نائین با ۰/۰۲۴ کیلوگرم بر مگاژول، بالاترین مقدار بهره‌وری انرژی را دارا می‌باشد. نقیب‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹, بهره‌وری انرژی را برای منطقه شمال خوزستان ۰/۰۳۳ کیلوگرم بر مگاژول گزارش کردند. Heidari *et al*., (2012) بهره‌وری انرژی را برای پرورش مرغ گوشتی در استان یزد ۰/۰۱۴ کیلوگرم بر مگاژول، سفید پری و همکاران در سال ۱۳۹۱ برای مرغ تخمگذار در تهران ۰/۰۳ و عمید و همکاران (۱۳۹۲) در منطقه اردبیل، بهره‌وری انرژی را ۰/۰۲۱ کیلوگرم بر مگاژول بدست آوردند.

افزوده خالص انرژی برای شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب ۱۹۱۰۸۸/۳۲–، ۷۱۶۶۰– و ۱۱۲۴۹۳– مگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه مرغ بدست آمد. این شاخص بیانگر این است در تولید مرغ گوشتی انرژی از دست رفته است و این میزان در شهرستان اصفهان تقریبا ۲/۵ برابر شهرستان نائین می‌باشد. علت منفی بودن افزوده خالص انرژی در پرورش مرغ گوشتی در شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب به بالا بودن مقادیر سوخت گاز و خوراک، نسبت به مقادیر گوشت تولیدی است. نقیب‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) افزوده خالص انرژی را برای منطقه شمال خوزستان ۴۹۴۲۵۸/۷۳– مگاژول بدست آوردند. سفید پری و همکاران در سال ۱۳۹۱ میزان این شاخص را برای تهران ۵۶۰۳۳۳/۷۵ – و عمید و همکاران (۱۳۹۲) میزان این شاخص را برای استان اردبیل ۵۳۷۴۶۵۴/۷۰– مگاژول بدست آوردند. نتایج بررسی شاخص‌های انرژی نشان داد که شاخص‌های انرژی در مناطق مختلف متفاوت است و گویای متفاوت بودن شرایط، الگوی مصرف انرژی و در نتیجه مدیریت انرژی می‌باشد.

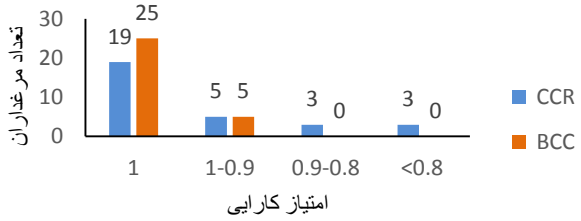
نتایج مدل‌های BCC و CCR برای سه شهرستان مورد بررسی در شکل‌های (۴) تا (۶) نشان داده شده است.



شکل ٤- نمودار فراوانی کشاورزان تولید کننده مرغ گوشتی از لحاظ کارایی در شهرستان اصفهان.



شکل ٥- نمودار فراوانی کشاورزان تولید کننده مرغ گوشتی از لحاظ کارایی در شهرستان نائین.



شکل ٦- نمودار فراوانی کشاورزان تولید کننده مرغ گوشتی از لحاظ کارایی در شهرستان نجف‌آباد.

با توجه به شکل‌های (۴) تا (۶)، بر اساس مدل CCR تعداد واحدهای با کارایی فنی ۱، در شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب برابر با ۱۸، ۱۷ و ۱۹ بود. بر اساس مدل BCC تعداد واحدها با کارایی فنی خالص ۱، در شهرستان‌های اصفهان، نائین و نجف‌آباد به ترتیب برابر با ۲۳، ۲۳ و ۲۵ واحد بود. بر اساس نتایج بدست آمده تعداد واحدهای مرغداری در شهرستان نجف‌آباد دارای کارایی فنی و فنی خالص بالاتری نسبت به دو شهرستان دیگر هستند.

بر اساس نتایج جدول‌های (۴) تا (۶)، مقادیر کارایی فنی در سه شهرستان کمتر از مقادیر کارایی فنی خالص می‌باشد. نتایج گویای آن است که کارایی فنی دارای بیشترین انحراف و بازه تغییر بوده که سطح تحصیلات پایین، عدم آگاهی مرغداران از روش‌های صحیح تولید و یا عدم استفاده صحیح و بهینه از نهاده‌ها را در زمان مناسب از مهم‌ترین دلایل آن می‌باشد.

جدول ٤- میانگین کارایی‌های مختلف واحدهای مرغداری شهرستان اصفهان در تولید مرغ گوشتی.

عنوان	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
کارایی فنی	۰/۹۳	۰/۱۲	۰/۴۹	۱
کارایی فنی خالص	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۸۶	۱
کارایی مقیاس	۰/۹۴	۰/۱۱	۰/۴۹	۱

جدول ٥- میانگین کارایی‌های مختلف واحدهای مرغداری شهرستان نائین در تولید مرغ گوشتی.

عنوان	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
کارایی فنی	۰/۹۳	۰/۱۰	۰/۶۶	۱
کارایی فنی خالص	۰/۹۹	۰/۰۲	۰/۹۱	۱
کارایی مقیاس	۰/۹۴	۰/۱۰	۰/۶۶	۱

جدول ٦- میانگین کارایی‌های مختلف واحدهای مرغداری شهرستان نجف‌آباد در تولید مرغ گوشتی.

عنوان	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
کارایی فنی	۰/۹۵	۰/۰۸	۰/۷۶	۱
کارایی فنی خالص	۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۹۶	۱
کارایی مقیاس	۰/۹۶	۰/۰۷	۰/۷۶	۱

در مطالعه‌ای بهینه‌سازی انرژی در صنعت طیور استان یزد با استفاده از روش ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. از مجموع ۴۴ واحد پرورش طیور مورد بررسی، تعداد ۱۰ واحد در مدل CCR و ۱۶ واحد در مدل BCC کارا بودند. مقادیر کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس به ترتیب ۰/۹۰، ۰/۹۳ و ۰/۹۶ محاسبه شد (Heidari *et al.*, 2011). میزان کارایی طیور در بین ۳۵ واحد تولیدی مرغ گوشتی در استان فارس مورد بررسی قرار گرفته است. ۸/۶ درصد واحدها دارای کارایی ۱۰۰ درصد بودند. میانگین کارایی فنی ۸۵/۹۱ درصد گزارش شده است (محمدی، ۱۳۸۷). کارایی مرغداران مرغ تخمگذار از لحاظ عامل‌های مدیریتی برای تولید تخم‌مرغ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها توسط Yosuf and Malomo (2007) در نیجریه مورد بررسی قرار گرفته است. آن‌ها مقدار کارایی فنی را برای سطوح مختلف اندازه گله محاسبه کردند و به طور کلی به این نتیجه رسیدند که اکثر مرغداران کارا بوده و مقدار میانگین کارایی آن‌ها ۰/۸۷۳ بدست آمد. کارایی فنی ۱۰۰ واحد پرورش مرغ گوشتی با کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها، توسط Begum *et al.* (2010) در بنگلادش مورد ارزیابی قرارگرفت. ورودی‌های تحت بررسی شامل نیروی

کارگری، جوجه و میزان خوراک مصرفی و خروجی لاشه مرغ بود. مقدار کارایی فنی کارایی فنی خالص را به ترتیب برابر با ۷۰٪ و ۷۳٪ گزارش دادند.

جدول (۷) مقادیر مصرف واقعی و بهینه انرژی و درصد انرژی ذخیره شده را توسط نهاده‌های مختلف در تولید مرغ گوشتی را در شهرستان‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول ۷- مقادیر انرژی بهینه (MJ/1000 bird) انرژی ذخیره شده (MJ/1000 bird) و درصد ذخیره انرژی در شهرستان‌های مورد بررسی.

نهاده‌ها	اصفهان			نائین			نجف‌آباد		
	انرژی بهینه	انرژی ذخیره شده	درصد ذخیره انرژی	انرژی بهینه	انرژی ذخیره شده	درصد ذخیره انرژی	انرژی بهینه	انرژی ذخیره شده	درصد ذخیره انرژی
ورودی‌ها									
جوجه	۵۰۱/۷	۰	۰	۵۰۲/۱۸	۰/۱٤	۰/۰۳	٤۹٤/۵	۰	۰
سوخت									
دیزل	٦۱٦٦۷/۹۸	۱۹۸٤/۰۸	۳/۱۲	۵۸۹۵/۳٦	۳۰۵/٦۹	٤/۹۳	۳۱۱۵۳/۰۲	۱۰۰۷/۳۷	۳/۲۳
گاز	۷۵۳٦٤/۵۲	۱۷۰۸/۹۰	۲/۲۲	۳۰۰۹۸	۰	۰	۰	۰	۰
خوراک	۵۱۷۲٤/۸٤	۱٤٤۵/۰۷	۲/۷۲	٤۵۸٦۸/۱	٤۳۲/۸۹	۰/۹۳	۵۰۲۳۸/٤٦	۱۰۱۹/۲۸	۱/۹۹
نیروی‌کار	۱۱۸/٤۸	٦/٤۲	۵/۱٤	۹٦/٦۱	۷/۹۰	۷/۵٦	۸۹/٦٦	۱/۹۸	۲/۱٦
الکتریسیته	۲۲٤۷۱/۰۳	۰	۰	۱۱۳۲٤/٦	۵۹۷/۰۷	۵/۰۱	۱٦٦۷۹/۹٦	۲۳۵/۱۸	۱/۳۹
تجهیزات	٦٤/۸۳	۸/۱۵	۱۱/۱۷	۱۰۱/٤۱	۱۵/۳۵	۱۵/۱٤	۷۸/۰٦	۲/۲۲	۲/۷٦
کل	۲۱۱۹۱۳/۳۸	۵۱۵۲/٦۲	۲/۳۸	۹۳۸۸٦/۳	۱۳۵۹/۰۵	۱/٤۳	۹۸۷۳۳/۷	۳۹۹۲۷/۷	۲۸/۸

مجموع انرژی در حالت واقعی در واحدهای مرغداری در شهرستان اصفهان برابر با ۲۱۷/۰۷ گیگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه، با کارا شدن تمام واحدهای ناکارا مجموع انرژی بهینه برابر ۲۱۱/۹۱ گیگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه بدست آمد، در نتیجه ۵/۱۵ گیگاژول انرژی می‌تواند ذخیره شود. درصد انرژی ذخیره شده برابر ۲/۳۸ می‌باشد. نهاده تجهیزات با ۱۱/۱۷ درصد بیشترین سهم ذخیره انرژی را نسبت به حالت واقعی مصرف انرژی به خود اختصاص داده است. نهاده‌های نیروی کار و دیزل در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

در واحدهای پرورش مرغ گوشتی در شهرستان نائین، مجموع انرژی در حالت واقعی و مجموع انرژی بهینه به ترتیب برابر ۹۵/۴۳ و ۹۳/۸۷ گیگاژول بر ازای ۱۰۰۰ قطعه بدست آمد، با بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها ۱/۳۶ گیگاژول انرژی می‌تواند ذخیره شود. در این شهرستان نیز نهاده تجهیزات با ۱۵/۱۴ درصد بیشترین سهم ذخیره انرژی را نسبت به حالت واقعی مصرف انرژی به خود اختصاص داده است. نهاده‌های نیروی کار و دیزل در مرتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

مجموع انرژی در حالت واقعی در واحدهای مرغداری در شهرستان نجف‌آباد برابر با ۱۳۸/۶۶ گیگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه، با کارا شدن تمام واحدهای ناکارا مجموع انرژی بهینه برابر ۹۸/۷۳ گیگاژول بر ازای ۱۰۰۰ قطعه بدست آمد، در نتیجه ۳۹/۹۳ گیگاژول انرژی می‌تواند ذخیره شود. درصد انرژی ذخیره شده برابر ۲۸/۸ می‌باشد. نهاده دیزل با ۳/۲۳ درصد بیشترین سهم ذخیره انرژی را نسبت به حالت واقعی مصرف انرژی به خود اختصاص داده است.

در مطالعه‌ای Heidari *et al.* (2011) به ترتیب سوخت، الکتریسیته، خوراک را نهاده‌های پرمصرف گزارش دادند و اعلام کردند که با بهینه مصرف کردن این نهاده‌ها به میزان قابل توجهی انرژی ذخیره می‌شود. نیروی کارگری و جوجه از نهاده‌هایی هستند که Yosuf and Malomo (2007) در مطالعه خود بر روی واحدهای مرغداری‌های تخم‌گذار، گزارش کردند که با بهینه کردن مصرف آن‌ها می‌توان سطح عملکرد را ثابت نگه‌داشت. همچنین، خوراک مرغ‌ها نهاده‌ای بود که به کمترین میزان بهینه‌سازی در مصرف آن نیاز است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از بررسی انرژی مصرفی و تولیدی، شاخص‌های انرژی و کارایی واحدهای پرورش مرغ گوشتی در شهرستان-های مورد بررسی، نتیجه‌گیری شد که واحدهای پرورشی در شهرستان اصفهان بیشترین میزان مصرف انرژی را در مقایسه با دو شهرستان دیگر داشتند. با بهینه‌سازی مصرف انرژی در زمینه مصرف نهاده‌ها بیشترین میزان ذخیره مصرف انرژی در این شهرستان حاصل می‌شود. نهاده تجهیزات بیشترین تاثیر را در ذخیره انرژی داشت و این مطلب گویای این است که واحدهای پرورشی در شهرستان اصفهان به صورت سنتی اداره می‌شوند و سطح استفاده از تجهیزات در سطح نامطلوبی قرار دارد. بنابرین با مکانیزه شدن واحدهای پرورش و مجهز شدن به فناوری‌های روز مصرف انرژی به طور چشمگیری کاهش خواهد یافت. پیشنهاد می‌شود مدیریت بهتری در زمینه نهاده‌های پرمصرف (سوخت، الکتریسیته و خوراک) اعمال شود. پیشنهاد می‌شود با اتخاذ راهکارهایی مانند افزایش ظرفیت بهروری، بهبود سطح مکانیزاسیون واحد و مدیریت بهتر مصرف نهاده‌ها باعث افزایش کارایی واحد و صرفه‌جویی در میزان مصرف نهاده‌ها و انرژی شود.

منابع

بی‌نام. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی، مدیریت جهاد کشاورزی استان اصفهان.

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

عمید، س.، ت. مصری گندشمین.، و ش. رفیعی. ۱۳۹۲. بررسی شاخص‌های مصرف انرژی برای پرورش مرغ گوشتی در منطقه اردبیل. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار. تهران.

محمدی، ع. ۱۳۸۷. اندازه گیری کارایی واحدهای تولیدی طیور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها مطالعه موردی استان فارس. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه ۶۳: ۸۹-۱۱۶.

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

نقیب‌زاده، ش.، الف. جوادی.، م. ح. رحمتی.، و م. مهران‌زاده. ۱۳۸۹. بررسی چگونگی سیر مصرف انرژی برای پرورش مرغ گوشتی در منطقه شمال خوزستان. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج).

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: 25-34.

Atilgan, A., and H. Koknaroglu. 2006. Cultural energy analysis on broilers reared in different capacity poultry houses. Italian Journal of Animal Science 5: 393-400.

Begum, I.A., J. Buysse., M.J. Alam., and G. Vanhuylenbroeck. 2010. Technical, allocative and economic efficiency of commercial poultry farms in Bangladesh. World's Poultry Science Journal 66L: 465-476.

Berg, M. J., L. J. Tymoczkco, and L. Stryer. 2002. Biochemistry. 5th edition. New York.

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. Animal nutrition 57: 27-38.

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 Conversation Management 47: 1063-85.

FAO, 2013. Food and Agriculture Organization. www.FAOState.org

Gonzalez-Garcia, S., z. Gomez-Fernandez., A. Dias., G., Feijoo., T. Moreira., and l. Arroja. 2014. Life cycle assessment of broiler chicken production: A Portouguese case study. Journal of cleaner production 74: 125-134.

Heidari, M. D., M. Omid, and A. Akram. 2011. Energy efficiency and econometric analysis of boiler production farms. Energy 36: 6536-41.

Kitani, O. 1999. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. 5th edition, Energy and Biomass Engineering, America.

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: 1354-1358.

Liu, J. S., L. Y. Lu., W. M. Lu, and B. J. Lin. 2013. Data envelopment analysis 1978–2010: A citation-based literature survey. Omega 41: 3-15.

Mousavi-Avval, S. H., S. Rafiee., A. Jafari, and A. Mohammadi. 2011. Improving energy use efficiency of canola production using data envelopment analysis (DEA) approach. Energy 36: 2765-2772.

Rezitis, A., and N. Tsidoukas. 2003. Investigation of factor influencing the technical efficiency of agricultural producers participating in farm credit programs. Agricultural and Applied Economics 35: 85-103.

Yusuf, S.A., and O. Malomo. 2007. Technical efficiency of poultry egg production in Ogun state: a DEA approach. Journal of Poultry Science 6: 622-629.