مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۵۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸ (ص ۴۸۸-۴۷۵) DOI: 10.22059/ijbse.2019.269499.665116

# Energy Efficiency Improvement and Input Energy Saving in Broiler Production, Using Data Envelopment Analysis Approach

**ADEL VAHEDI***

1. Assistant professor, Department of Agricultural Machinery and Mechanization, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Karaj, Iran
(Received: Nov. 17, 2019- Revised: March. 18, 2019- Accepted: Apr. 10, 2019)

## ABSTRACT

By increasing population and consequently increasing demand and improving the standard of living, energy use in the poultry industry has risen. The objective of this study was the application of non-parametric method of Data Envelopment Analysis (DEA) to analyze the efficiency of broiler producers, discriminate efficient producers from inefficient ones and to identify wasteful uses of energy in order to optimize the energy inputs for broiler production in Alborz province, Iran. Data were collected from 36 broiler producers by using questionnaire and face-to-face interview method. Technical Efficiency, Net Technical Efficiency, Scale Efficiency, and Target Energy Saving Index using Constant Return to Scale (CRS) and Variable Return to Scale (VRS) model based on six energy inputs including chicken, feed, fuel , electricity, machinery, human labor and 2 energy output included broiler and manure. Based on the CRS model, 8 poultry farms (22.22%) and 28 poultry farms (77.78%) of total 36 broiler producers were efficient and inefficient respectively. Also in the VRS model, 20 units (55.56%) were efficient and 16 units (44.44%) were inefficient. The average of TE, NTE and SE were 0.952, 0.987, and 0.964, respectively. The highest share of energy efficiency improvement of total energy saving was related to diesel fuel with 70.06% and then chicken feed and electricity with 23.50% and 6.64% respectively. Broiler producers had the most inefficiency in fuel consumption and had the least inefficiency in chicken use. The inadequacy of diesel consumption due to the coincidence of the incubation period with the cold period, the lack of proper management of consumption, especially in the heating system of salons and the use of diesel as heating fuel for worker houses. The results of this study indicate that there is good potential for increasing energy efficiency of broiler production in Alborz province by following the recommendations for efficient energy use.

**Keywords**: DEA, Broiler, Technical efficiency, Scale efficiency, Alborz Province

*Corresponding Author's Email: vahedi_adel@yahoo.com

# مطالعه کارآیی و بهینه‌سازی انرژی مصرفی واحدهای مرغ گوشتی استان البرز با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها

**عادل واحدی**

۱. استادیار، بخش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی،کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۲۶/ ۸/ ۱۳۹۷- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷- تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱/۲۱)

## چکیده

با افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش تقاضا و بهبود استاندارد سطح زندگی، کاربری انرژی در صنعت مرغداری رو به افزایش است. با توجه به اهمیت انرژی به عنوان نهاده مؤثر در مرغداری، مطالعه حاضر با استفاده از روش غیرپارامتری، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به منظور تجزیه و تحلیل بهره‌وری انرژی، شناسایی واحدهای کارآمد از ناکارآمد و همچنین بهینه‌سازی انرژی مصرفی واحدهای تولیدی مرغ گوشتی در استان البرز انجام گرفت. اطلاعات مورد نیاز از ۳۶ واحد مرغداری با تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری جمع‌آوری شد. کارآیی فنی، کارآیی فنی خالص، بازده به مقیاس و شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف با استفاده از مدل بازگشت به مقیاس ثابت (CRS) و بازگشت به مقیاس متغیر (VRS) بر اساس شش نهاده انرژی شامل جوجه، دان مصرفی، سوخت، الکتریسیته، ماشین، نیروی انسانی و ۲ ستانده انرژی شامل گوشت مرغ و کود مرغی محاسبه شد. در مدل بازگشت به مقیاس ثابت ، از ۳۶ واحد مرغداری مورد بررسی، ۸ مرغداری (۲۲/۲۲ درصد) دارای امتیاز کارا و ۲۸ مرغداری (۷۷/۷۸ درصد) دارای امتیاز ناکارا بوده‌اند. همچنین در مدل بازگشت به مقیاس متغیر ،۲۰ واحد (۵۵/۵۶ درصد) کارا و ۱۶ واحد (۴۴/۴۴ درصد) ناکارا بوده‌اند. میانگین کارآیی فنی، کارآیی فنی خالص و کارآیی مقیاس به ترتیب ۰/۹۵۲، ۰/۹۸۷ و ۰/۹۶۴ بدست آمد. بیشترین سهم بهبود مصرف انرژی از کل انرژی قابل صرفه جویی مربوط به سوخت گازوئیل ۷۰/۰۶ درصد و سپس خوراک جوجه و الکتریسیته به ترتیب با سهم ۲۳/۵۰ و ۶/۰۴ درصد می‌باشد. مرغداران در مصرف سوخت بیشترین میزان ناکارآیی و در مصرف جوجه کمترین میزان ناکارآیی را داشته‌اند. ناکارآیی مصرف گازوئیل به دلیل همزمانی دوره جوجه‌ریزی مورد بررسی با دوره سرما، عدم مدیریت صحیح مصرف، بالاخص در سیستم گرمایشی سالن‌ها و استفاده از گازوئیل بعنوان سوخت گرمایشی خانه‌های کارگری می‌باشد. نتایج تحقیق نشان داد که با بکارگیری توصیه‌هایی در مصرف کارای انرژی، پتانسیل خوبی برای افزایش کارآیی انرژی تولید مرغ گوشتی استان البرز وجود دارد.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل پوششی داده، مرغ گوشتی، کارآیی فنی، کارآیی مقیاس، استان البرز

### 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 عدم استفاده نامناسب از منابع مختلف انرژی روی سلامتی انسان و محیط زیست، لزوم بررسی الگوهای مصرف انرژی را در بخش کشاورزی حیاتی ساخته است (Hatirli *et al.*,2005). بخش کشاورزی به عنوان مهم‌ترین بخش تولیدکننده مواد غذایی کشور نه تنها مصرف‌کننده انرژی است بلکه مهم‌ترین عرضه‌کننده انرژی نیز محسوب می‌شود. نظر به اینکه بخش کشاورزی از یک طرف با محدودیت منابع تولید رو به رو بوده و از سوی دیگر تأمین کننده امنیت غذایی جمعیت در حال رشد می‌باشد، باید تعادل و توازنی بین جریان برداشت و بهره‌برداری از منابع تولید و میزان تولید محصولات کشاورزی ایجاد شود. در واقع روند استفاده از منابع تولید باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر رفع نیازهای غذایی نسل کنونی، امنیت غذایی نسل آینده نیز تهدید نشود. این مسئله مبنای آنچه امروزه به کشاورزی پایدار گفته می‌شود، را تشکیل می‌دهد (Almassi *et al.*,2008).

تحلیل انرژی با هدف مدیریت کارآیی منابع کمیاب به منظور بهبود تولید کشاورزی، ضروری بوده و از این طریق فعالیت‌های تولیدی کارآمد و اقتصادی، مشخص می‌گردند. مزایای

* نویسنده مسئول: vahedi_adel@yahoo.com

دیگر تحلیل انرژی، تعیین انرژی مصرف‌شده در هر فرآیند تولید و در واقع تعیین مراحلی که کمترین انرژی نهاده را نیاز دارند، فراهم آوردن مبنا و اساسی برای محافظت از منابع و همچنین مساعدت در زمینه مدیریت پایدار و سیاست‌گذاری‌های مربوطه هست (Chaudhary *et al.*,2006).

صنعت طیور یکی از بزرگ‌ترین و توسعه یافته‌ترین صنایع موجود در جهان می‌باشد. در کشور ما با افزایش روز افزون جمعیت، افزایش سطح درآمد و رفاه مردم و در نتیجه افزایش تقاضا برای گوشت سفید، گسترش و توسعه صنعت مرغداری به منظور تأمین نیازهای پروتئینی امری ضروری به نظر می‌رسد. صنعت مرغداری از جمله صنایع استفاده کننده انرژی است. انرژی به شکل‌های مختلف در صنعت مرغداری استفاده می‌شود. مرغداران با به‌کارگیری روش‌های مختلف تولید، در بازدهی انرژی واحد تولیدی‌شان نقش اساسی دارند. جنبه‌های مبهم زیادی در مصرف انرژی جهت تولید مرغ وجود دارد. دلیل اصلی این مهم آن است که مرغ موجودی زنده است و مرغداری سامانه‌ای پویاست. به درستی مشخص نیست که در کدام نهاده‌های مصرف انرژی اتلاف صورت گرفته است و میزان این اتلاف چقدر بوده است (Heidari *et al.*,2011*a*).

در ایران مصرف سرانه‌ی گوشت مرغ از ۱۹/۳کیلوگرم در سال ۱۳۸۵ به ۲۵/۱۶ کیلوگرم در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است (Anon,2013). این آمار نشان می‌دهد که در رژیم غذایی خانوارهای ایرانی گوشت مرغ به کالایی راهبردی تبدیل شده است. در ایران تولید گوشت مرغ از ۱/۵۶۵ میلیون تن در سال ۱۳۸۷ به ۱/۹۶۷میلیون تن در سال ۱۳۹۲ افزایش یافت است و سهم ۲ درصدی از تولید جهانی گوشت مرغ را دارد (Anon, 2013). ایران با این میزان تولید در رتبه‌ی هفتم جهان قرار گرفته است، در حالی که سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ در رتبه‌ی نهم جهان قرار داشت (FAO, 2013; Anon, 2013).

میزان مصرف سرانه گوشت مرغ در کشور حدود ۲۶ کیلوگرم و در دنیا حدود ۱۱ کیلوگرم است، میزان تولید سالانه گوشت مرغ قابل طبخ در کشور حدود ۲ میلیون تن است. امسال حدود ۶۰ هزار تن صادرات گوشت مرغ داشته‌ایم و اولین سالی است که به طور کامل قطع وابستگی داشته‌ایم. سال ۲۰۱۲ نزدیک به ۸۲/۹ میلیون تن گوشت در صنعت پرورش جوجه گوشتی تولید شد.

در سال ۱۳۹۳ تعداد ۲۰۲ مرغداری در استان البرز وجود داشته که ۱۲۲ مرغداری فعال و ۸۰ مرغداری غیرفعال می‌باشند و نسبت به سال ۱۳۹۰ تعداد واحدهای فعال ۷ واحد کمتر شده است. ظرفیت کل تولید مرغ گوشتی در مرغداری های فعال استان ۱۸۹۸۰۰۰ قطعه می‌باشد (Anon, 2013).

در تحقیق نقیب زاده و همکاران، چگونگی سیر مصرف انرژی برای پرورش مرغ گوشتی یک مرغداری ۳۰۰۰۰ قطعه‌ای در شمال خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. انرژی‌های ورودی عمده را جیره غذایی، الکتریسیته، نیروی انسانی و انرژی‌های خروجی را وزن ذخیره شده در لاشه مرغ و فضولات بستر تشکیل می‌دادند. کل انرژی ورودی به صورت نهاده ۱۶۴۶۲۳۷/۰۳ مگاژول و کل انرژی خروجی ۱۱۵۱۹۷۸/۳۰ مگاژول بدست آمد. جیره غذایی با میزان مصرف ۱۳۰۵۵۷۰/۰۴ مگاژول از کل انرژی مصرفی بیش‌ترین سهم انرژی ورودی را به خود اختصاص داد. راندمان انرژی ۰/۶۶۹ افزوده خالص انرژی ۴۹۴۲۵۸/۷۳- مگاژول و بهره‌دهی انرژی ۰/۰۳۳ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد (Naghibzadeh *et al.*, 2010).

کارآیی و سوددهی واحدهای پرورش جوجه گوشتی استان همدان مورد تحلیل قرار گرفت. با انتخاب ۹۲ واحد پرورش جوجه گوشتی و جمع آوری داده‌های مربوط به دو نوبت جوجه ریزی پاییز و زمستان میانگین کارآیی فنی، کارآیی تخصیصی و کارآیی اقتصادی تحت شرایط بازده متغیر نسبت به مقیاس را به ترتیب ۶۴/۴ درصد، ۶۵/۳ درصد ۵/۴۳ درصد بدست آوردند. ۴۸/۳۳ درصد واحدها سود ده و بقیه زیان ده بودند (Foutres and Solgi, 2002).

در تجزیه و تحلیل بهره‌وری عوامل تولید صنعت پرورش مرغ گوشتی در استان کردستان برای ۷۰ واحد مرغداری نتایج نشان داد که به طور متوسط به‌ازای هر کیلوگرم دان مصرفی ۰/۴۵ کیلوگرم مرغ زنده تولید شده است و به‌ازای وجود هر کارگر در یک دوره تولید مرغ گوشتی حدود ۱۰۲۹۹ کیلوگرم گوشت مرغ تولید شده است (Hajee rahimi and Karimi, 2009). بهره‌وری عوامل تولید در صنعت طیور مرغ گوشتی در استان گیلان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که چهار عامل دان، نیروی کار، بهداشت و جوجه یک روزه تأثیر معنی‌داری بر تولید داشته و در بین این عوامل دان طیور با داشتن بالاترین ضریب (۶۴/۲۲٪) موثرترین و بعد از آن جوجه یک روزه با ضریب ۲۴٪ بیشترین اهمیت را داشته‌اند (Pourkand and Motamed, 2011).

ارزیابی کارآیی مصرف انرژی واحدهای تولید مرغ گوشتی در شهرستان اردبیل توسط روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام وکارآیی انرژی بر اساس چهار نهاده ورودی خوراک، سوخت، الکتریسیته و نیروی انسانی و دو خروجی گوشت و کود مرغ با اطلاعات جمع آوری شده حاصل از ۲۵ پرسشنامه محاسبه شد. بیشترین مصرف انرژی با ۴۴ درصد متعلق به نهاده خوراک بود.

همچنین متوسط مقادیر کارآیی فنی، کارآیی فنی خالص و کارآیی مقیاس ۰/۸۷، ۰/۹۲ و ۰/۸۱ بدست آمد. در نهایت با بررسی انرژی ذخیره شده برای هر نهاده مشخص شد که انرژی سوخت با ۴۴/۱٪ و خوراک با ۳۵/۴۹٪ بالاترین پتانسیل را برای صرفه جویی در انرژی دارند (Amid *et al.*, 2014).

در تحقیقی تجزیه و تحلیل انرژی برای مرغداری با ظرفیت‌های مختلف را در ترکیه انجام شد. اطلاعات بدست آمده شامل شروع و پایان دوره، تعداد جوجه گوشتی وارد شده 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 بدست 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). مطالعه‌ای در خصوص انرژی مصرفی در مناطق پرورش مرغ در جنوب غربی نیجریه انجام گرفت. به مقایسه سامانه‌های مکانیزه و نیمه مکانیزه و با سامانه‌های مکانیزه کم پرداخت و نتایج نشان داد که سامانه بدون مکانیزه با ۵۰/۳۶ مگاژول و نیمه مکانیزه با ۲۸/۴ مگاژول و سامانه مکانیزه با ۱۷/۸۳ مگاژول به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار مصرف انرژی را دارند (Jekayinfa, 2007).

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید مرغ گوشتی در شهرستان ورامین برای دو فصل جوجه‌ریزی تابستان و زمستان انجام شد و نتایج نشان داد که اثر پتانسیل گرمایش جهانی، پتانسیل اسیدی شدن و پتانسیل یوتریفیکاسیون در فصل زمستان بیشتر از تابستان است و بیشترین اثرات زیست محیطی مربوط به مرحله پرورش مرغ می‌باشد و متاثر از نهاده تولید خوراک و حمل و نقل آن است. تولید مرغ گوشتی، کشتارگاه و حمل و نقل به ترتیب سهم ۵۶٪، ۳۱٪ و ۱۳٪ از کل انرژی مصرفی را داشتند (Kalhor et al., 2016).

بررسی کارایی انرژی در واحدهای پرورش مرغ تخم‌گذار به روش تحلیل پوششی داده‌های فازی نشان داد که نمره کارایی واحدهای در روش تحلیل پوششی داده‌های فازی کمتر از روش تحلیل پوششی داده است و از ۴۰ واحد مورد بررسی ۳۶ واحد ناکارا شدند (Sefeedpari et al., 2012)

کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در بررسی کارایی ۳۰ واحدهای مرغداری (مطالعه موردی خراسان جنوبی) نشان داد که میانگین کارآیی واحدهای مرغداری براساس معیار نهاده محور ۸۳ درصد بوده و بیش از ۵۶ درصد واحدها دارای کارآیی در پایین‌تر از میانگین می باشند (Esfahani and Balali, 2014)

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 ظرفیت های 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 بهینه سازی شده توسط مدل بازگشت به مقیاس متغیر به ترتیب برای ظرفیت های 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 (Payandeh, *et al.*, 2016).

با توجه به بررسی منابع و تحقیقات انجام شده در زمینه مصرف انرژی در تولید مرغ‌های گوشتی، مشخص شد که نتایج متفاوتی از نظر مصرف انرژی در نقاط مختلف کشور حاصل شده است. بنابراین لازم است روند مصرف انرژی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی هر منطقه مورد بررسی قرار گیرد تا امکان مقایسه با نتایج مطالعات سایر مناطق یا حتی تحقیقات انجام شده در دیگر کشورها فراهم آید. با توجه به این‌که استان البرز پتانسیل بالایی در توسعه تولید مرغ گوشتی کشور دارد و تحقیق جامعی در زمینه کارآیی واحدهای پرورش مرغ گوشتی و شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف در مرغداری‌های گوشتی استان البرز صورت نگرفته، لذا در این مطالعه به اندازه‌گیری کارآیی انرژی و پتانسیل میزان صرفه‌جویی انرژی در واحدهای تولید مرغ گوشتی استان البرز پرداخته شده است. در این تحقیق ضمن بررسی میزان مصرف انرژی در بخش‌های مختلف مرغداری، شاخص‌های انرژی در تولید مرغ گوشتی محاسبه و سهم هر یک از انواع انرژی در تولید مرغ گوشتی استان البرز تعیین شد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه طی سال ۱۳۹۳ در استان البرز انجام شد. این استان از نظر موقعیت جغرافیایی بین مدارهای ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. جامعه آماری این تحقیق تمام مرغداری‌های پرورش‌دهنده مرغ گوشتی در استان البرز بود که طبق آمار جهاد کشاورزی استان البرز تعداد آن‌ها ۱۰۱ مرغداری می‌باشد. مرغداری‌های استان البرز با توجه به شرایط آب و هوایی از سامانه بسته استفاده می‌کنند. در این تحقیق از روش

نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد. نمونه‌گیری تصادفی در واقع آسان‌ترین روش نمونه‌گیری است Ghahdarijani *et al.*,2009). برای برآورد حجم نمونه از رابطه ۱ استفاده شد (Cochran, 1977):

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

که در آن: n حجم نمونه (تعداد مرغداری‌های مورد مطالعه)،N اندازه جامعه آماری، t ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t استیودنت بدست می‌آید، S برآورد انحراف معیار صفت مورد مطالعه ،d دقت احتمالی مطلوب است.

اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق از ۳۶ واحد پرورش مرغ گوشتی در سطح منطقه و از طریق مصاحبه حضوری با مرغداران به دست آمد. پرورش‌دهندگان مرغ گوشتی از تجهیزات مختلفی از جمله آبخوری، دانخوری، سامانه تهویه، سامانه گرمایش، سامانه سرمایش و سامانه تولید رطوبت در مرغداری‌ها برای پرورش جوجه‌های گوشتی استفاده می‌کنند.

در تحلیل پوششی داده‌ها، واحدهای تصمیم‌گیری ناکارآمد را می‌توان با کاهش سطح ورودی در حالی که خروجی ثابت نگه داشته می‌شود (ورودی‌گرا)، یا بطور متقارن، با افزایش سطح خروجی در حالی که ورودی ثابت است (خروجی‌گرا)، به واحدهای تصمیم‌گیری (DMU) کارآمد تبدیل کرد (Zhou *et al.*, 2008).

انتخاب جهت‌گیری بین ورودی و خروجی بستگی به ویژگی‌های منحصر به فرد مجموعه‌ای از DMU های (واحدهای تصمیم‌گیر) مورد مطالعه دارد. در این مطالعه دو خروجی و ورودی‌های متعدد استفاده شده است. همچنین در تولید محصولات کشاورزی، یک کشاورز کنترل بیشتری روی نهاده‌های ورودی به جای سطح خروجی دارد و به عنوان یک پیشنهاد، مدیریت بیشتر بر روی نهاده‌های ورودی به جای خروجی معقول‌تر به نظر می‌رسد (Galanopoulos *et al.*, 2006). بنابراین در این مطالعه روش ورودی‌گرا مورد استفاده قرار گرفت. تحلیل پوششی داده‌ها در این پژوهش دارای دو مدل است که شامل: مدل CCR و BCC می‌باشد. تحلیل پوششی داده در مدل CCR با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس بنا شده است. در این اندازه‌گیری، کارآیی فنی، کارآیی واحدهای تصمیم‌گیری نسبت به دیگر واحدهای تصمیم‌گیری، مورد بررسی قرار گرفته است Cooper) *et al.*, 2007). در مدل BCC تحلیل پوششی داده‌ها، فرض بر این است که بازده متغیر است و به شرایط مقیاس بستگی دارد، بنابراین این مدل محاسبه کارآیی فنی واحدهای تصمیم‌گیری را تحت متغیر بازگشت به حالت مقیاس بررسی می‌کند. تجزیه کارآیی فنی و کارآیی فنی خالص برای مدیریت فاکتورها و بازده به مقیاس برای مدیریت اندازه (مقیاس) مزرعه می‌باشد (Mousavi-Avval *et al.*, 2011b).

پس از محاسبه مقدار نهاده‌های ورودی و ستانده‌ها، محتوای انرژی نهاده‌های ورودی و ستانده‌ها محاسبه و در جدول ۱ آمده است Vahedi and Younesi alamooti, 2017; Kilic, 2016; Heidari *et al.*, 2011a). ورودی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها شامل انرژی ماشین، سوخت، الکتریسیته، خوراک، جوجه یک‌روزه و نیروی کارگری بوده و خروجی مدل، انرژی ستانده‌ها شامل انرژی گوشت و کود مرغ در نظر گرفته شد.

**جدول ۱- مقادیر انرژی ورودی و خروجی ۳۶ واحد پرورش مرغ گوشتی استان البرز (Vahedi and Younesi alamooti, 2017)**

| نهاده‌ها | مقدار نهاده مصرفی به ازای هزار مرغ | محتوای انرژی (Mj/(1000bird)) |
|---|---|---|
| **ورودی** | | |
| جوجه (kg) | ۴۷/۳۰ | ۴۸۸/۶۲ |
| گازوئیل (L) | ۱۱۵۱/۴۱ | ۵۵۰۳۷/۱۶ |
| گاز ($m^3$) | ۱۷۴/۰۵ | ۸۶۱۵/۴۷ |
| خوراک (kg) | ۴۹۲۲/۰۲ | ۵۳۱۲۱/۷۴ |
| نیروی انسانی (hr) | ۴۳/۹۱ | ۸۶/۰۶ |
| الکتریسیته (kWh) | ۶۴۲/۲۳ | ۷۶۶۱/۸۶ |
| ماشین‌ها (kg) | ۳/۶۰ | ۱۹۶/۴۱ |
| **خروجی** | | |
| گوشت مرغ (kg) | ۲۳۵۴/۷۱ | ۲۴۳۲۴/۱۵ |
| کود مرغ (kg) | ۱۹۲۲/۱۶ | ۵۷۶/۶۵ |

در این مطالعه، به منظور تجزیه و تحلیل کارآیی کشاورزان، شاخص‌های کارآیی فنی، کارآیی فنی خالص و بازده به مقیاس به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت:

**کارآیی فنی**

کارآیی فنی(TE) را می‌توان به طور کلی نسبت مجموع وزنی خروجی‌های به مجموع وزنی ورودی‌ها بیان کرد. مقدار عددی کارآیی فنی بین صفر و یک می‌باشد که در آن مقدار، عدد یک حاکی از آن است که واحدهای تصمیم‌گیری بهترین عملکرد در تولید را دارد و بدون کاهش در پتانسیل می‌توان به تولید ادامه داد، هر مقدار کارآیی فنی کمتر از یک، نشان می‌دهد که واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) داری نهاده‌های ورودی ناکارآمد هست (Mousavi-Avval *et al*., 2011a).

با استفاده از نمادهای استاندارد، کارآیی فنی را می‌تواند به صورت ریاضی با رابطه ۲ بیان کرد:

$$TE_J = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \ldots + u_n y_{nj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \ldots + v_m x_{mj}} = \frac{\sum_{r=1}^{n} u_r y_{rj}}{\sum_{s=1}^{m} v_s x_{sj}} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

که در آن $u_r$ وزن(ضریب انرژی) با توجه به خروجی n ام و Y، مقدار خروجی n ام ،$v_s$ وزن (ضریب انرژی) با توجه به ورودی mام، $x_s$ مقدار نهاده ورودی m ام، r تعداد خروجی‌ها (r=1, 2, . . ., n) ، s تعداد نهاده‌های ورودی(s=1, 2, .., m) ، j نشان‌دهنده j ام از DMUها (واحدهای تصمیم‌گیرنده) است. برای حل معادله (۲)، برنامه‌ریزی خطی[1](LP)، مورد استفاده قرار گرفت که در روابط ۳ تا ۶ بیان شده است (Charnes et al., 1978).

$$\theta = \sum_{r=1}^{n} u_r y_{rj} \qquad \text{(رابطه ۳)}$$

حداکثر

به شرط:

$$\sum_{r=1}^{n} u_r y_{rj} - \sum_{s=1}^{m} v_s x_{sj} \le 0 \qquad \text{(رابطه ۴)}$$

$$\sum_{s=1}^{m} v_s x_{sj} = 1 \qquad \text{(رابطه ۵)}$$

$$u_r \ge 0, v_s \ge 0, \text{ و } (j = 1; 2; 3; \ldots; k) \qquad \text{(رابطه ۶)}$$

که در آن θ کارآیی فنی و j نشان‌دهنده j امین واحد تصمیم‌گیری (که در معادله (۳) و (۶) ثابت است، در حالی که j در معادله (۴) افزایش می‌یابد) است. الگوی فوق یک الگوی برنامه‌ریزی خطی است و معروف به الگوی CCR در تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد، که فرض بر این است که بین بازده به مقیاس و کارآیی رابطه معنی‌داری وجود ندارد (Avkiran, 2001). بنابراین، تولیدکنندگان بزرگ به همان اندازه تولیدکننده‌های کوچک در تبدیل ورودی به خروجی موثر و کارآ خواهند بود.

**کارآیی فنی خالص**

کارآیی فنی خالص الگوی دیگری در تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد، که توسط (Banker *et al.*, 1984) معرفی شد، این الگو را الگویBCC می‌نامند و محاسبه کارآیی فنی از DMUها (واحدهای تصمیم‌گیرنده) تحت متغیر بازده به مقیاس است. کارآیی فنی خالص می‌تواند هر دو کارآیی فنی و بازده به مقیاس را از هم جدا کند. مزیت اصلی الگوی BCC این است که مزارع ناکارآمد در قیاس تنها با مزارع کارآمد هم اندازه مشابه خود مقایسه خواهد شد (Bames, 2006). موارد فوق می‌تواند توسط برنامه خطی دوگانه[2] (DLP) به شرح روابط ۷ تا ۱۰ بیان شود.

$$z = uy_i - u_i \qquad \text{(رابطه ۷)}$$

حداکثر

به شرط:

$$vx_i = 1 \qquad \text{(رابطه ۸)}$$

$$-vX + uY - u_o e \le 0 \qquad \text{(رابطه ۹)}$$

$$v \ge 0, u \ge 0, \quad u_o \text{ متغیر آزاد} \qquad \text{(رابطه ۱۰)}$$

که در آن z و $u_0$ عددی و متغیر آزاد، U و V خروجی و ورودی‌های ماتریس وزن، و Y و X به ترتیب مربوطه به ماتریس‌های خروجی و ورودی می‌باشد. حروف $x_i$ و $y_i$ اشاره به ورودی و خروجی‌ها iام واحد تصمیم‌گیری دارد.

**بازده به مقیاس**

بازده به مقیاس نشان‌دهنده تاثیر اندازه واحدهای تصمیم‌گیری بر بهره‌وری یک سیستم است. به سادگی، این مولفه نشان می‌دهد که برخی از بخشی‌های ناکارآمد، به اندازه نامناسب واحد تصمیم‌گیری ارتباط دارد و اگر هر واحد تصمیم‌گیری به سمت بهترین اندازه حرکت کند، بازده کلی(کارآیی فنی) را می‌تواند در همان اندازه از سطح فناوری (ورودی) بهبود داد (Nasiri and Singh, 2009). اگر یک واحدهای تصمیم‌گیری به طور کامل در هر کدام از کارآیی فنی و کارآیی فنی خالص دارای نمره کارآمد باشد، پس آن واحد تصمیم‌گیری در اندازه مقیاس مولدترین عامل می‌باشد. اگر یک واحد تصمیم‌گیری نمره بازده فنی خالص بالا اما نمره بازده فنی پایینی داشته باشد، آن واحد در سطح محلی

1. Linear programming

2. Double linear programming

کارآمد اما با توجه به اندازه مقیاس آن، در سطح جهانی کارآمد نیست. بنابراین، معقول و منطقی است که توصیف بازده به مقیاس یک واحد تصمیم‌گیری با توجه به نسبت دو نمره بیان گردد (SarIca and Or, 2007). رابطه میان بازده به مقیاس، کارآیی فنی و کارآیی فنی خالص در رابطه ۱۱ مشخص است:

$$\text{بازده به مقیاس} = \frac{\text{کارآیی فنی}}{\text{کارآیی فنی خالص}} \quad \text{(رابطه ۱۱)}$$

**شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف**

در تجزیه و تحلیل واحدهای تصمیم‌گیری کارآمد و ناکارآمد شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف (ESTR)[1] را می‌توان مورد استفاده قرار داد که نشان دهنده سطح ناکارآمدی برای هر واحد تصمیم‌گیری با توجه به مصرف انرژی است و به صورت رابطه ۱۲ بیان می‌شود (Hu and Kao, 2007 ؛ Amid *et al.*,2016):

$$ESTR_j = \frac{\text{(مقدار انرژی قابل صرفه‌جویی نسبت به انرژی مصرفی هدف )}_j}{\text{(مقدار انرژی مصرفی واقعی)}_j} \quad \text{(رابطه ۱۲)}$$

که در آن هدف از صرفه‌جویی در انرژی،کاهش مقدار نهاده ورودی بدون کاهش سطح خروجی است و j؛ نشان دهنده j امین واحد تصمیم‌گیری ذخیره‌کننده انرژی می‌باشد. مقدار حداقل در شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف صفر است، بنابراین مقدار شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف بین صفر و یک خواهد بود. اگر مقدار شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف، صفر را نشان دهد یعنی واحدهای تصمیم‌گیری در مرز کارا می‌باشد؛ مانند آنهایی که کارآمد هستند، از سوی دیگر برای واحدهای تصمیم‌گیری ناکارآمد، مقدار شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف بزرگتر از صفر است، بدان معنی است که می‌تواند انرژی را ذخیره کرد، مقدار شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف بزرگتر، به معنی عدم کارآیی انرژی بالاتر بوده و مقدار صرفه‌جویی در انرژی بیشتری برای آن واحد تصمیم‌گیری می‌توان انجام داد (Hu and Kao, 2007). مفهوم انرژی مصرفی واقعی انرژی است که در واحدهای تصمیم‌گیری و در شرایط موجود به مصرف می‌رسد و انرژی مصرفی بهینه (انرژی هدف) از طریق روش تحلیل پوششی داده‌ها یا به عبارتی از طریق پوشش دادن داده‌ها و مقایسه آن‌ها با مرز کارآیی تعیین می‌شود. در واقع این روش مقدار بهینه انرژی مصرفی را به مدیران واحدها پیشنهاد می‌دهد تا بتوانند کارآیی واحد خود را ارتقاء دهند. به منظور محاسبه بازده پرورش‌دهندگان مرغ گوشتی و تفاوت بین مرغداران کارآمد و ناکارآمد، نرم‌افزارهای اکسل[2] ، تحلیلگر مرزی[3] و اجرا کننده تحلیل پوششی داده‌ها[4] مورد استفاده قرار گرفت.

## نتایج و بحث

در این مطالعه، از الگوهای بازده به مقیاس ثابت و بازده به مقیاس متغیر ورودی محور، برای ارزیابی کارآیی فنی، کارآیی فنی خالص و کارآیی مقیاس واحدهای پرورش مرغ گوشتی استان البرز استفاده شد. در جدول ۲ انواع کارآیی و نیز بازده مقیاس هر یک از ۳۶ واحد پرورش مرغ گوشتی مورد بررسی در استان البرز ارائه شده است. در بازده به مقیاس افزایشی نمی‌توان مقیاس واحد تولیدی را کاهش داد ولی می‌توان آن را تا بی‌نهایت افزایش داد. نسبت خروجی به ورودی برای هر نقطه روی مرز کارا نسبت به ورودی، غیرکاهشی است به‌عبارتی افزایش در خروجی همواره به اندازه‌ای متناسب با ورودی است (Ghojabeige *et al.*, 2009). همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود کمترین کارآیی فنی و کارآیی مقیاس به ترتیب با ۰/۸۸۸ و ۰/۹۱۲ مربوط به واحد پرورش مرغ گوشتی شماره ۱۵ و کمترین کارآیی فنی خالص با مقدار ۰/۹۵۳ درصد مربوط به واحد پرورش مرغ گوشتی شماره ۱۷ و ۱۹ می‌باشد.

جدول۳ میانگین، انحراف معیار، بیشینه و کمینه کارآیی فنی، کارآیی فنی خالص و کارآیی مقیاس به‌ازای پرورش یک هزار جوجه در واحدهای پرورش مرغ گوشتی استان البرز را نشان می‌دهد. میانگین کارآیی فنی، کارآیی فنی خالص و کارآیی مقیاس برای واحدهای پرورش مرغ گوشتی استان البرز به ترتیب ۰/۹۵۲، ۰/۹۸۷ و ۰/۹۶۴ بدست آمد. مقادیر کارایی نشان می‌دهد که در استان البرز کارآیی فنی بیشتر تحت تاثیر کارآیی مقیاس بوده است. در مطالعه‌ای که به منظور بهینه‌سازی انرژی مصرفی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی استان یزد انجام شد، میانگین کارآیی فنی خالص، کارآیی فنی و کارآیی مقیاس به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۹۰ و ۰/۹۶ بدست آمد (Heidari *et al.*, 2011*b*). در تحقیق الگوی مصرف انرژی و بهینه‌سازی انرژی مصرفی در تولید مرغ گوشتی به کمک تحلیل پوششی داده‌ها که در استان اردبیل انجام گرفت میانگین کارآیی فنی خالص، کارآیی فنی و کارآیی مقیاس واحدهای مرغداری را به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۸۸ و ۰/۹۵ گزارش شد (Amid *et al.*, 2016). در تحقیق دیگر به منظور تعیین شاخص‌های انرژی در تولید مرغ گوشتی شهرستان مشهد متوسط کارآیی فنی خالص، کارآیی فنی و کارآیی مقیاس به ترتیب ۰/۹۹، ۰/۹۳ و ۰/۹۴ بدست آمد (Sadrnia *et al.*, 2017).

1. Energy Saving Target Ratio
2. Microsoft Excel
3. Frontier Analyst software
4. Dea Solver software

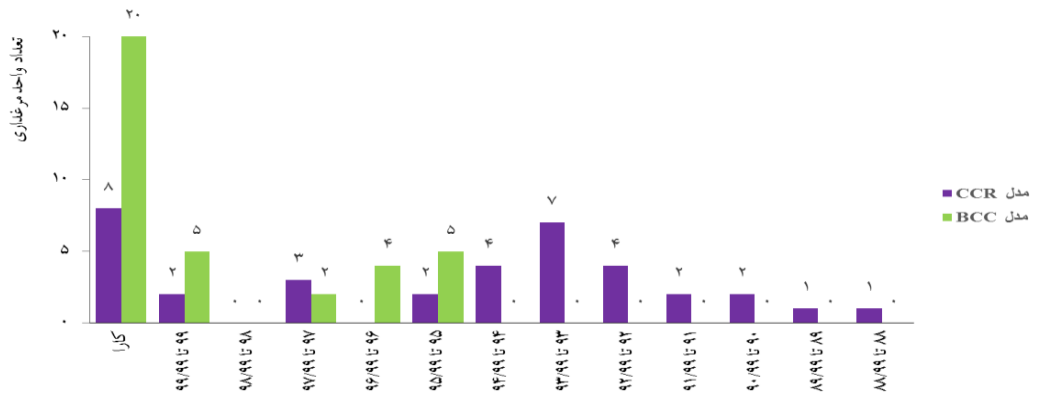
جدول۲- ارزیابی‌انواع کارآیی و بازده مقیاس به‌ازاء پرورش یک هزار جوجه مرغ گوشتی با دو مدل CCR و BCC ورودی محور در استان البرز

| واحد تولیدی (مرغ گوشتی) | کارآیی فنی (درصد) | کارآیی فنی خالص(درصد) | کارآیی مقیاس | بازده نسبت به مقیاس | واحد تولیدی (مرغ گوشتی) | کارآیی فنی (درصد) | کارآیی فنی خالص(درصد) | کارآیی مقیاس | بازده نسبت به مقیاس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۹۷/۴۲ | ۱۰۰ | ۰/۹۷۴ | افزایشی (IRS) | ۱۹ | ۹۰/۷۹ | ۹۵/۳۰ | ۰/۹۵۲ | افزایشی (IRS) |
| ۲ | ۹۴/۷۰ | ۱۰۰ | ۰/۹۴۷ | افزایشی (IRS) | ۲۰ | ۹۰/۴۲ | ۹۵/۹۰ | ۰/۹۴۲ | افزایشی (IRS) |
| ۳ | ۹۲/۷۷ | ۹۹/۷۵ | ۰/۹۳ | افزایشی (IRS) | ۲۱ | ۹۲/۶۶ | ۹۵/۹۷ | ۰/۹۶۵ | افزایشی (IRS) |
| ۴ | ۹۳/۵۹ | ۱۰۰ | ۰/۹۳۵ | افزایشی (IRS) | ۲۲ | ۹۳/۶۳ | ۹۶/۳۴ | ۰/۹۷۱ | افزایشی (IRS) |
| ۵ | ۹۳/۶۴ | ۹۹/۲۲ | ۰/۹۴۳ | افزایشی (IRS) | ۲۳ | ۹۳/۷۱ | ۹۶/۶۸ | ۰/۹۶۹ | افزایشی (IRS) |
| ۶ | ۹۲/۹۱ | ۹۹/۴۴ | ۰/۹۳۴ | افزایشی (IRS) | ۲۴ | ۹۴/۶۳ | ۹۶/۷۴ | ۰/۹۷۸ | افزایشی (IRS) |
| ۷ | ۹۳ | ۱۰۰ | ۰/۹۳ | افزایشی (IRS) | ۲۵ | ۹۳/۵۸ | ۹۷/۴۸ | ۰/۹۶۰ | افزایشی (IRS) |
| ۸ | ۹۳/۲۴ | ۱۰۰ | ۰/۹۳۲ | افزایشی (IRS) | ۲۶ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱ | ثابت (CRS) |
| ۹ | ۹۲/۹۶ | ۱۰۰ | ۰/۹۲۹ | افزایشی (IRS) | ۲۷ | ۹۵/۸۲ | ۱۰۰ | ۰/۹۵۸ | افزایشی (IRS) |
| ۱۰ | ۹۴/۱۵ | ۱۰۰ | ۰/۹۴۱ | افزایشی (IRS) | ۲۸ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱ | ثابت (CRS) |
| ۱۱ | ۹۴/۹۱ | ۹۹/۹۲ | ۰/۹۴۹ | افزایشی (IRS) | ۲۹ | ۹۹/۸۶ | ۱۰۰ | ۰/۹۹۸ | افزایشی (IRS) |
| ۱۲ | ۹۵/۳۲ | ۱۰۰ | ۰/۹۵۳ | افزایشی (IRS) | ۳۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱ | ثابت (CRS) |
| ۱۳ | ۹۷/۴۰ | ۱۰۰ | ۰/۹۷۴ | افزایشی (IRS) | ۳۱ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱ | ثابت (CRS) |
| ۱۴ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱ | ثابت (CRS) | ۳۲ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱ | ثابت (CRS) |
| ۱۵ | ۸۸/۸۱ | ۹۷/۳۶ | ۰/۹۱۲ | افزایشی (IRS) | ۳۳ | ۹۷/۷۲ | ۹۹/۵۸ | ۰/۹۸۱ | افزایشی (IRS) |
| ۱۶ | ۸۹/۴۵ | ۹۶/۰۶ | ۰/۹۳۱ | افزایشی (IRS) | ۳۴ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱ | ثابت (CRS) |
| ۱۷ | ۹۱/۵۸ | ۹۵/۳۰ | ۰/۹۶۰ | افزایشی (IRS) | ۳۵ | ۹۹/۴۷ | ۱۰۰ | ۰/۹۹۴ | افزایشی (IRS) |
| ۱۸ | ۹۱/۱۱ | ۹۵/۴۶ | ۰/۹۵۴ | افزایشی (IRS) | ۳۶ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱ | ثابت (CRS) |

جدول ۳ - میانگین انواع کارآیی انرژی به‌ازای تولید پرورش یک هزار جوجه مرغ گوشتی براساس الگوهای CCR و BCC

| انواع کارآیی | میانگین | انحراف معیار | مقدار حداقل | مقدار حداکثر |
|---|---|---|---|---|
| کارآیی فنی (TE) | ۰/۹۵۲ | ۰/۰۳۴ | ۰/۸۸۸ | ۱ |
| کارآیی‌فنی خالص (PTE) | ۰/۹۸۷ | ۰/۰۱۷ | ۰/۹۵۳ | ۱ |
| کارآیی مقیاس (SE) | ۰/۹۶۴ | ۰/۰۲۶ | ۰/۹۱۲ | ۱ |

نتایج کارآیی واحدهای پرورش مرغ گوشتی حاصل از الگوهای CCR, BCC در شکل ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج مدل CCR، از ۳۶ واحد پروش مرغ گوشتی استان البرز تعداد ۸ واحد کارا و ۲۸ واحد ناکارا می‌باشند. بر مبنای نتایج مدل BCC، از ۳۶ واحد پروش مرغ گوشتی استان البرز تعداد ۲۰ واحد کارا و ۱۶ واحد ناکارا می‌باشد. ۸ واحد پرورش مرغ گوشتی که در مدل CCR کارا می‌باشند در مقیاس قرار دارند، به‌عبارتی کارآیی مقیاس آنها واحد می‌باشد.

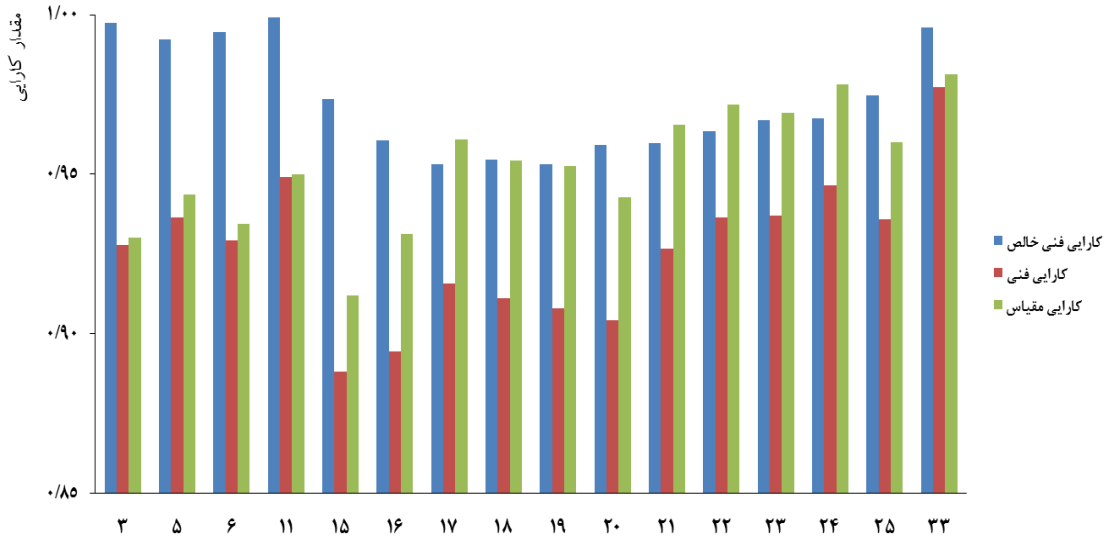



شکل ۱- تعداد واحدهای مرغ گوشتی در سطوح مختلف کارآیی بر اساس الگوهای CCR , BCC

شکل ۱ نشان می‌دهد در مدل BCC تمام واحدهای ناکارا بیش از ۹۵ درصد کارآیی دارند در حالی‌که ۴۱/۶۶ درصد از واحدهای ناکارا در مدل CCR دارای کارایی بیش از ۹۵ درصد بودند.

نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که عدم فعالیت در مقیاس بهینه، علت پایین بودن کارآیی فنی واحدهای پرورش مرغ گوشتی می‌باشد.

در شکل ۲ کارآیی فنی، کارآیی فنی خالص و کارآیی مقیاس ۱۶ واحد ناکارای پرورش مرغ گوشتی استان البرز بر مبنای الگوی BCC ورودی محور نشان داده شده است. میانگین کارآیی فنی خالص، کارآیی فنی و کارآیی مقیاس در واحدهای ناکارا به ترتیب ۰/۹۷۳، ۰/۹۲۷ و ۰/۹۵۲ بدست آمد. در بین واحدهای ناکارا بیشترین کارآیی فنی خالص با ۰/۹۹۹ مربوط به واحد شماره ۱۱ و بیشترین کارآیی فنی و کارآیی مقیاس به ترتیب با ۰/۹۷۷ و ۰/۹۸۱ مربوط به واحد شماره ۳۳ می‌باشد.




**شکل۲ – ارزیابی‌انواع کارآیی به‌ازای پرورش یک هزار جوجه مرغ گوشتی در ۱۶ واحد ناکارای پرورش مرغ گوشتی استان البرز با مدل BCC ورودی محور**

مجموع مقادیر انرژی مصرفی واقعی، بهینه و میزان انرژی قابل ذخیره‌سازی برای هر یک از واحدهای ناکارای پرورش مرغ گوشتی استان البرز، بر اساس الگوی BCC ورودی محور به‌ازای تولید هزار جوجه مرغ گوشتی در جدول ۴ آمده است. شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف (ESTR) نشان دهنده درصد انرژی قابل صرفه‌جویی در هر واحد پرورش مرغ گوشتی ناکارا می‌باشد. به‌عبارتی شاخص ESTR درصد مجموع مقادیر انرژی قابل صرفه‌جویی نهاده‌های تولید هر واحد پرورش مرغ گوشتی ناکارا است. بر اساس شاخص ESTR واحدهای پرورش مرغ گوشتی باید نسبت به تعدیل مصرف نهاده‌های ورودی اقدام نمایند.

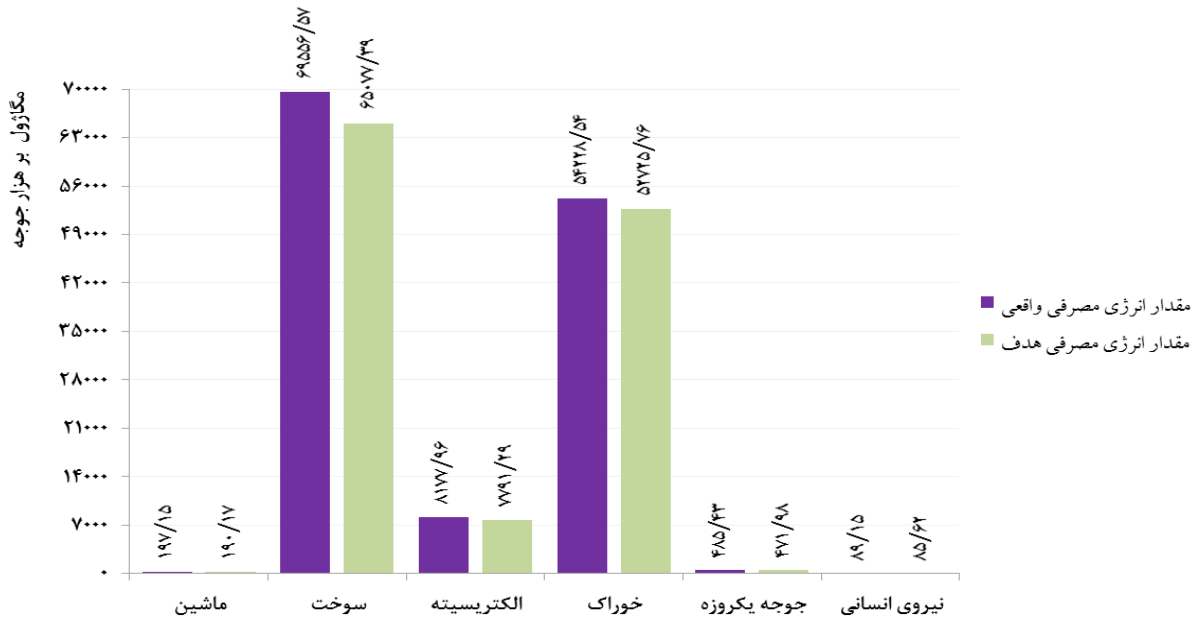
جدول ۴ نشان می‌دهد که در پرورش مرغ گوشتی استان البرز با استفاده بهینه از نهاده‌های تولید و رساندن مقادیر انرژی مصرفی واقعی ورودی‌ها به انرژی مصرفی هدف، می‌توان مقدار ۶۳۹۲/۵۹ مگاژول انرژی به‌ازای هزار جوجه ذخیره نمود و ۴/۸۳ درصد در کل انرژی مصرفی واقعی(انرژی ورودی) صرفه‌جویی کرد. واحد پرورش مرغ گوشتی شماره ۲۴ و ۲۲ بیشترین مقدار شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف (ESTR) را به‌ترتیب با مقادیر ۹/۵۴ و ۹/۲۵ درصد دارند. به عبارتی در این واحدها با مدیریت بهتر تولید و مصرف بهینه نهاده‌ها می‌توان به صرفه‌جویی انرژی بیشتری دست یافت.

برای واحدهای پرورش مرغ گوشتی شهرستان مشهد امکان صرفه‌جویی در انرژی کل ورودی ۱۱/۲۹ درصد گزارش شده است(Sadrnia *et al* ,2017). نتایج تحقیقی دیگر در این زمینه مشخص کرد ۲۲۳۴۱/۲۶ مگاژول به‌ازای هر هزار جوجه از انرژی ورودی را می‌توان ذخیره کرد و ۱۴/۵۳ درصد می‌توان صرفه‌جویی انرژی داشت (Amid *et al.*, 2016).

شکل۳ میانگین مقدار انرژی مصرفی واقعی و بهینه برای هر یک از نهاده‌های تولید را بر حسب مگاژول به‌ازای هزار جوجه در واحدهای ناکارای پرورش مرغ گوشتی بر مبنای مدل BCC ورودی محور نشان داده شده است.

جدول۴- مقادیر انرژی مصرفی واقعی، بهینه و درصد انرژی قابل ذخیره‌سازی برای واحدهای ناکارا براساس الگوی BCC ورودی محور

| واحدهای مرغ گوشتی ناکارا | کارآیی فنی خالص (٪) | انرژی مصرفی واقعی MJ/1000 bird | انرژی مصرفی بهینه MJ/1000 bird | انرژی قابل ذخیره‌سازی MJ/1000 bird | شاخص صرفه‌جویی انرژی نسبت به هدف (٪) (درصد انرژی قابل ذخیره سازی) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۳ | ۹۹/۷۵ | ۲۶/۱۳۷۸۹۰ | ۹۲/۱۳۷۴۸۸ | ۳۴/۴۰۱ | ۲۹/۰ |
| ۵ | ۹۹/۲۲ | ۸/۱۳۹۱۲۴ | ۷۷/۱۳۸۰۲۴ | ۰۳/۱۱۰۰ | ۷۹/۰ |
| ۶ | ۹۹/۴۴ | ۷/۱۴۲۸۹۳ | ۳۹/۱۴۰۸۵۶ | ۳۱/۲۰۳۷ | ۴۲/۱ |
| ۱۱ | ۹۹/۹۲ | ۳۵/۱۴۱۹۷۵ | ۶۰/۱۴۱۸۲۷ | ۷۵/۱۴۷ | ۱۰/۰ |
| ۱۵ | ۹۷/۳۶ | ۱/۱۳۴۱۱۹ | ۲۱/۱۲۸۵۲۲ | ۸۹/۵۵۹۶ | ۱۷/۴ |
| ۱۶ | ۹۶/۰۶ | ۲/۱۳۰۰۲۵ | ۴۳/۱۲۳۹۳۰ | ۷۷/۶۰۹۴ | ۶۸/۴ |
| ۱۷ | ۹۵/۳۰ | ۶/۱۳۲۲۶۴ | ۸۴/۱۲۰۳۴۳ | ۷۶/۱۱۹۲۰ | ۰۱/۹ |
| ۱۸ | ۹۵/۴۶ | ۲۵/۱۳۱۵۱۰ | ۷۸/۱۲۲۸۶۵ | ۴۷/۸۶۴۴ | ۵۷/۶ |
| ۱۹ | ۹۵/۳۰ | ۴/۱۳۶۱۸۶ | ۹۹/۱۲۵۰۲۶ | ۴۱/۱۱۱۵۹ | ۱۹/۸ |
| ۲۰ | ۹۵/۹۰ | ۳/۱۲۳۱۰۷ | ۷۵/۱۱۸۰۶۶ | ۵۵/۵۰۴۰ | ۰۹/۴ |
| ۲۱ | ۹۵/۹۷ | ۵/۱۳۳۸۰۷ | ۵۱/۱۲۴۳۰۹ | ۹۹/۹۴۹۷ | ۰۹/۷ |
| ۲۲ | ۹۶/۳۴ | ۸۱/۱۳۵۴۵۸ | ۹۳/۱۲۲۹۱۹ | ۸۸/۱۲۵۳۸ | ۲۵/۹ |
| ۲۳ | ۹۶/۶۸ | ۷/۱۳۰۰۲۸ | ۰۱/۱۲۲۰۹۴ | ۶۹/۷۹۳۴ | ۱۰/۶ |
| ۲۴ | ۹۶/۷۴ | ۶۵/۱۳۳۹۵۰ | ۶۰/۱۲۱۱۶۴ | ۰۵/۱۲۷۸۶ | ۵۴/۹ |
| ۲۵ | ۹۷/۴۸ | ۳۹/۱۲۸۱۱۲ | ۸۳/۱۲۳۰۲۹ | ۵۶/۵۰۸۲ | ۹۶/۳ |
| ۳۳ | ۹۹/۵۸ | ۷۳/۱۱۳۳۰۱ | ۷۷/۱۱۱۰۰۳ | ۹۶/۲۲۹۷ | ۰۲/۲ |
| میانگین | ۹۷/۲۸ | ۸۰/۱۳۲۷۳۴ | ۲۱/۱۲۶۳۴۲ | ۵۹/۶۳۹۲ | ۸۳/۴ |




شکل۳- میانگین مقدار انرژی مصرفی واقعی و بهینه برای هر کدام از نهادهای تولید واحدهای ناکارای پرورش مرغ گوشتی بر مبنای الگوی BCC ورودی محور

درصد انرژی قابل ذخیره هر یک از نهاده تولید در واحدهای ناکارای پرورش مرغ گوشتی استان البرز را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در ۱۶ واحد ناکارا پرورش مرغ گوشتی استان البرز، انرژی سوخت مصرفی، الکتریسیته، نیروی انسانی، ماشین، جوجه یکروزه و خوراک بطور میانگین به‌ترتیب تا ۶/۴۴، ۴/۷۳، ۳/۹۷، ۳/۵۴، ۲/۷۷ و ۲/۷۷ درصد قابل تعدیل و ذخیره‌سازی است.

تعدیل مصرف نهاده سوخت از سایر نهاده‌ها بیشتر می‌باشد که علت آن پایین بودن بازده موتورخانه‌ها و سیستم گرمایشی و همچنین پایین بودن قیمت سوخت می‌باشد.

محققان استان اردبیل، انرژی مصرفی قابل صرفه‌جویی در واحدهای ناکارا پرورش مرغ گوشتی را برای نهاده سوخت

۱۹درصد و برای نیروی کار ۱۸/۱۷ درصد گزارش کردند (Amid *et al.*, 2016).

در جدول ۵ مقدار انرژی مصرفی واقعی و بهینه برای هر یک از نهاده‌های تولید، بر حسب مگاژول به‌ازای هزار جوجه در ۱۶ واحد ناکارای پرورش مرغ گوشتی بر مبنای الگوی BCC ورودی محور، نشان داده شده است.

**جدول ۵- انرژی مصرفی واقعی و بهینه هر نهاده در واحدهای ناکارای پرورش مرغ گوشتی بر اساس الگوی BCC ورودی محور**

| شماره واحد ناکارا | انرژی مصرفی واقعی (هزار جوجه/MJ) | | | | | | انرژی مصرفی بهینه (هزار جوجه/MJ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ماشین | سوخت | الکتریسیته | خوراک | جوجه | نیروی کار | ماشین | سوخت | الکتریسیته | خوراک | جوجه | نیروی کار |
| ۳ | ۱۷۶/۲۳ | ۷۴۱۱۷/۳۵ | ۸۴۴۲/۱۹ | ۵۴۵۹۶/۴۸ | ۴۶۵/۲۰ | ۹۲/۸۱ | ۱۷۵/۸۰ | ۷۳۹۳۴/۷۸ | ۸۳۶۰/۷۴ | ۵۴۴۶۱/۹۹ | ۴۶۴/۰۵ | ۹۱/۵۵ |
| ۵ | ۱۷۴/۳۶ | ۷۴۵۳۵/۰۳ | ۸۳۷۸/۱۰ | ۵۵۴۷۰/۳۲ | ۴۷۳/۳۹ | ۹۳/۶۰ | ۱۷۳/۰۱ | ۷۳۹۵۷/۳۹ | ۸۲۹۱/۳۵ | ۵۵۰۴۰/۴۳ | ۴۶۹/۷۲ | ۹۲/۸۷ |
| ۶ | ۱۷۳/۱۴ | ۷۸۳۰۷/۰۸ | ۸۲۱۲/۶۰ | ۵۵۶۲۹/۱۵ | ۴۷۷/۵۳ | ۹۴/۲۰ | ۱۷۲/۱۸ | ۷۶۸۲۸/۵۳ | ۸۱۶۷/۱۹ | ۵۵۱۲۰/۱۸ | ۴۷۴/۸۹ | ۹۳/۴۲ |
| ۱۱ | ۱۶۵/۴۷ | ۷۷۰۷۸/۲۷ | ۷۵۴۵/۸۱ | ۵۶۵۶۷/۴۳ | ۵۲۱/۲۲ | ۹۷/۱۵ | ۱۶۵/۳۴ | ۷۷۰۱۷/۷۴ | ۷۵۳۹/۸۸ | ۵۶۴۸۷/۹۶ | ۵۱۹/۶۰ | ۹۷/۰۷ |
| ۱۵ | ۲۲۱/۴۶ | ۷۱۶۵۷/۷۸ | ۹۰۰۶/۱۷ | ۵۲۷۰۳/۵۰ | ۴۴۷/۰۲ | ۸۳/۱۷ | ۱۹۵/۴۵ | ۶۸۵۲۵/۳۰ | ۷۹۶۸/۷۷ | ۵۱۳۱۶/۹۳ | ۴۳۵/۲۶ | ۸۰/۵۰ |
| ۱۶ | ۲۱۲/۲۰ | ۶۷۶۲۰/۲۵ | ۸۶۴۱/۲۰ | ۵۳۰۱۲/۳۵ | ۴۵۵/۶۰ | ۸۳/۶۰ | ۲۰۰/۸۱ | ۶۴۹۶۱/۴۸ | ۷۶۵۰/۳۴ | ۵۰۶۰۱/۹۳ | ۴۳۷/۶۹ | ۷۸/۱۸ |
| ۱۷ | ۲۰۹/۲۶ | ۶۹۲۹۴/۵۶ | ۸۶۱۷/۴۳ | ۵۳۵۹۱/۶۳ | ۴۶۸/۱۲ | ۸۳/۶۰ | ۱۹۹/۴۴ | ۶۰۵۶۴/۴۸ | ۷۹۷۶/۹۵ | ۵۱۰۷۷/۶۵ | ۴۴۶/۱۶ | ۷۹/۱۵ |
| ۱۸ | ۲۰۸/۱۶ | ۶۸۵۳۰/۷۳ | ۸۵۷۹/۶۱ | ۵۳۶۲۸/۶۹ | ۴۷۸/۹۶ | ۸۴/۱۰ | ۱۹۸/۷۳ | ۶۳۱۴۵/۷۲ | ۷۷۸۵/۴۴ | ۵۱۱۹۸/۳۵ | ۴۵۷/۲۵ | ۸۰/۲۹ |
| ۱۹ | ۲۰۶/۱۷ | ۷۳۱۰۵/۲۳ | ۸۲۶۷/۱۹ | ۵۴۰۴۱/۸۷ | ۴۸۰/۵۴ | ۸۵/۴۰ | ۱۹۶/۴۹ | ۶۴۹۰۸/۰۱ | ۷۸۷۸/۴۵ | ۵۱۵۰۴/۶۷ | ۴۵۷/۹۸ | ۸۱/۳۹ |
| ۲۰ | ۲۰۳/۵۹ | ۵۹۷۷۹/۸۱ | ۸۲۱۹/۰۵ | ۵۴۳۳۱/۴۶ | ۴۸۳/۲۵ | ۹۰/۱۴ | ۱۹۵/۲۶ | ۵۷۳۳۴/۱۰ | ۷۸۸۲/۷۹ | ۵۲۱۰۸/۶۵ | ۴۶۳/۴۸ | ۸۲/۴۷ |
| ۲۱ | ۲۰۱/۲۷ | ۷۰۳۳۸/۶۰ | ۸۱۰۵/۹۰ | ۵۴۵۸۶/۲۵ | ۴۸۵/۲۱ | ۹۰/۲۷ | ۱۹۳/۱۸ | ۶۳۳۹۴/۳۱ | ۷۷۸۰/۰۰ | ۵۲۳۹۱/۵۶ | ۴۶۵/۷۰ | ۸۴/۷۷ |
| ۲۲ | ۲۰۰/۳۲ | ۷۱۹۹۲/۲۹ | ۸۰۲۴/۲۸ | ۵۴۶۵۹/۷۶ | ۴۹۰/۹۶ | ۹۱/۲۰ | ۱۹۳/۰۰ | ۶۱۷۷۴/۲۷ | ۷۷۳۱/۱۴ | ۵۲۶۶۲/۹۴ | ۴۷۳/۰۲ | ۸۵/۵۶ |
| ۲۳ | ۱۹۸/۶۲ | ۶۶۵۴۱/۱۵ | ۸۰۱۳/۵۰ | ۵۴۶۸۲/۴۸ | ۵۰۱/۳۳ | ۹۱/۶۲ | ۱۹۲/۰۳ | ۶۰۷۱۴/۵۵ | ۷۷۴۷/۶۱ | ۵۲۸۶۸/۱۰ | ۴۸۴/۷۰ | ۸۷/۰۲ |
| ۲۴ | ۱۹۷/۵۴ | ۷۰۱۶۵/۰۹ | ۷۹۷۶/۵۴ | ۵۵۰۱۳/۱۶ | ۵۰۴/۷۰ | ۹۳/۶۲ | ۱۹۱/۱۲ | ۵۹۴۵۵/۵۷ | ۷۷۱۷/۱۶ | ۵۳۲۲۴/۲۶ | ۴۸۸/۲۹ | ۸۸/۲۱ |
| ۲۵ | ۱۹۳/۲۳ | ۶۴۴۲۶/۴۴ | ۷۷۲۶/۵۳ | ۵۵۱۴۰/۶۰ | ۵۳۰/۰۹ | ۹۵/۵۰ | ۱۸۸/۳۷ | ۶۱۰۷۱/۱۲ | ۷۴۰۹/۶۴ | ۵۳۷۵۲/۷۱ | ۵۱۶/۷۵ | ۹۱/۲۴ |
| ۳۳ | ۲۱۳/۳۵ | ۵۵۴۱۵/۴۲ | ۷۰۹۱/۱۹ | ۵۰۰۰۱/۵۰ | ۵۰۳/۸۲ | ۷۶/۴۵ | ۲۱۲/۴۶ | ۵۳۶۵۰/۸۶ | ۶۷۷۳/۲۳ | ۴۹۷۹۳/۸۸ | ۴۹۷/۲۱ | ۷۶/۱۳ |

در تحقیقی انجام گرفته در استان یزد کل انرژی قابل ذخیره ۲۵۸۱۶/۶۳ مگاژول به‌ازای هزار جوجه بدست آمد و بیشترین انرژی قابل ذخیره مربوط به نهاده‌های سوخت و خوراک به ترتیب با ۱۴۵۵۹/۴۸ و۶۵۹۴/۱۷ مگاژول به‌ازای هزار جوجه بود (Heidari *et al.*, 2011*b*).

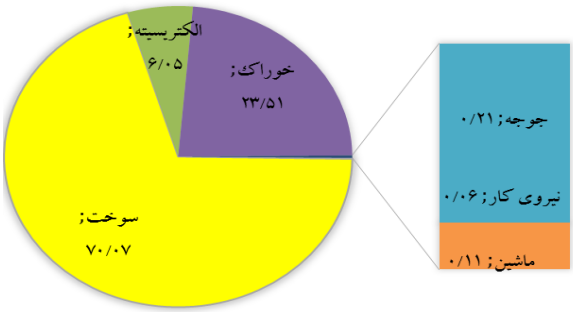
سهم صرفه‌جویی انرژی هر نهاده تولید از کل انرژی قابل صرفه‌جویی در واحدهای ناکارای پرورش مرغ گوشتی استان البرز در شکل ۴ مشخص شده است. بیشترین سهم در کل انرژی قابل صرفه‌جویی مربوط به نهاده سوخت مصرفی با ۷۰/۰۷ درصد و سپس خوراک با ۲۳/۵۱ درصد بود و کمترین سهم مربوط به نیروی انسانی با ۰/۰۶ درصد می‌باشد. این شکل مشخص می‌کند که ۹۳/۵۸ درصد از کل انرژی ذخیره شده مربوط به دو نهاده سوخت و خوراک است. این نتایج بیان می‌کند با مدیریت صحیح سوخت و تهویه مناسب سالن‌های پرورش مرغ گوشتی و اتوماسیون سیستم گرمایش سالن‌ها می‌توان به میزان قابل ملاحظه‌ای در مصرف انرژی پرورش مرغ گوشتی صرفه‌جویی کرد.

یکی از مشکلات اساسی واحدهای پرورش مرغ گوشتی در استان البرز مصرف غیرمنطقی و جیره‌نویسی غیراصولی به منظور تامین خوراک مورد نیاز جوجه‌ها است. داشتن یک برنامه جیره‌نویسی علمی و بکارگیری افراد متخصص در زمینه جیره‌نویسی می‌تواند در پایداری و بهبود تولید و نیز افزایش بهره‌وری انرژی خوراک اثرگذار باشد. استفاده از دانخوری‌های اتوماتیک که می‌تواند میزان خوراک را بر اساس وزن و سن جوجه تنظیم نماید موجب کاهش انرژی مصرفی خوراک می‌شود.

پس از خوراک، بیشترین سهم ذخیره انرژی مربوط به الکتریسیته می‌باشد که دلیل آن عدم رعایت نیازهای روشنایی جوجه در طی دوره‌های مختلف رشدی می‌باشد.

در مطالعه مشابه بیشترین سهم نهاده‌ها تولید در انرژی کل ذخیره شده را مربوط به سوخت با مقدار ۷۲/۰۲ درصد و سپس نهاده خوراک با ۲۳/۶۸ درصد و کمترین سهم را مربوط به

نیروی انسانی با ۰/۱۲ درصد گزارش شد (Amid *et al*, 2016).




**شکل۴- سهم صرفه‌جویی انرژی هر نهاده از کل انرژی قابل ذخیره سازی**

بیشترین سهم در انرژی کل ذخیره شده واحدهای پرورش مرغ گوشتی استان یزد را سوخت و خوراک به ترتیب با ۵۷/۵۸ و ۲۶/۰۸ درصد داشتند (Heidari *et al.*, 2011*b*).

صدرنیا و همکاران نیز در تحقیق خود ۹۰/۶۸ درصد از انرژی کل ذخیره شده را سهم سوخت و ۷/۳۸ درصد را سهم خوراک گزارش کردند (Sadrnia *et al.*, 2017).

## نتیجه‌گیری

بیشترین پتانسیل مدیریت صرفه‌جویی انرژی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی استان البرز برای نهاده سوخت و در مرحله بعد برای خوراک طیور باید انجام شود.

در پرورش مرغ گوشتی استان البرز با استفاده بهینه از نهاده‌ها تولید، می‌توان ۴/۸۳ درصد در کل انرژی مصرفی واقعی(انرژی ورودی) صرفه‌جویی کرد.

به منظور کاهش انرژی مصرفی سوخت، الکتریسیته، خوراک باید نسبت به افزایش راندمان سیستم‌های گرمایشی و تهویه هوا در سالن‌های مرغداری استان البرز اقدام کرد و برای تعمیر و نگهداری ادوات و ماشین‌های موجود، نصب تجهیزات مناسب‌تر و استفاده از فناوری‌های جدید برنامه‌ریزی کرد.

پیشنهاد می‌گردد دولت طرح‌های مصرف بهینه سوخت را مجدداً اجرا نماید و تصمیم‌گیرندگان حوزه پرورش مرغ گوشتی از سیستم‌های نوین گرمایشی و سوخت‌های ارزان قیمت استفاده نمایند. باید سالن‌های پرورش از حالت ساده بصورت نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک تغییر یابد که در این حالت سایر شرایط سالن ثابت و تعداد جوجه در واحد سطح افزایش می‌یابد و مصرف انرژی در بخش الکتریسیته و گرمایشی و نیز کارگر کاهش می‌یابد. با توجه به ناکارایی ناشی از مصرف بالای الکتریسیته در بیشتر واحدهای مورد بررسی، توصیه می‌شود که مرغداران، شدت روشنایی مورد استفاده در مرغداری را با دوره سنی و رشد جوجه‌ها تنظیم و از روشنایی طبیعی نور خورشید و نیز لامپ‌های کم مصرف بیشتر استفاده نمایند. کاهش شدت نور تحرک جوجه را کم و انرژی بیشتری ذخیره می‌گردد. ضعف مدیریت مرغداری‌ها و سواد پایین مرغداران، عدم دسترسی و آشنایی با کامپیوتر و اینترنت و عدم استفاده از کارشناسان امور دام در واحدها باعث کاهش تولید می‌گردد که پیشنهاد می‌گردد سازمان‌های مربوطه نسبت به شناسایی مرغداران و تشکیل کارگاه‌های آموزشی و ترویجی اقدام و از ظرفیت کارشناسان موجود در منطقه استفاده نمایند. با توجه به افزایش مصرف مرغ‌های گوشتی در روزهای آخر و نیز افزایش انرژی احتیاجات انرژی نگهداری در مرغ‌ها، باید مرغ‌ها را قبل از رسیدن به سن ۵۰ روز به کشتارگاه منتقل نمایند. هم‌چنین به مرغداران توصیه می‌شود از وسایل گرمایشی جدید با بازده مصرفی بالا و از طرح‌های بهینه‌سازی سوخت و حتی‌الامکان از سوخت‌های ارزان‌تر و تمیزتر مانند گاز طبیعی استفاده نمایند. ثبت دقیق انرژی‌های مصرفی مرغداری‌ها سبب استفاده بهینه از آنها و ذخیره بیشتر انرژی توسط مرغداران می‌شود.

## REFERENCES


Almassi, M., Kiani, S. and Loveimi, N. (2008). Principle of Agricultural Mechanization. Jungle publications.304pp. (In Farsi)

Amid, S., Mesri Gundoshmian, T., Shahgholi, Gh. H. and Rafiei, S. (2016). Energy use pattern and optimization of energy required for broiler production, using data envelopment analysis. Information Technology in Agriculture, 3(2), 83–91.

Amid, S., Mesri Gundoshmian, T., Shahgholi, Gh. H. and Rahimian, B. (2014). Evaluation of efficiency energy consumption of broiler production farms using data envelopment analysis technique (DEA): (Case Study: City of Ardabil). The 8th National congress on Agriculture Machinery Engineering (Biosystem) & mechanization. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad. Iran. 4290-4301.

Anon. (2013). Iran Statistical Yearbook. Agriculture, Forestry & Fisheries, Vol.5. Statistical Center of Iran (in Farsi)

Atilgan, A. and Hayati, K. (2006). Cultural energy analysis on broilers reared in different capacity poultry houses. Italian Journal of Animal Science, 5(4),393–400.

Avkiran, N. K. (2001). Investigating technical and scale efficiencies of Australian universities through data envelopment analysis. Socio-Economic Planning Sciences,35(1),57–80.

Bames, A. (2006). Does multi-functionality affect technical efficiency? A non-parametric analysis of the Scottish dairy industry. Journal of

Environmental Management,80(4),287–294.

Banker, R., Charnes, A. and Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science ,30(9),1078–1092.

Barnes, A. (2006). Does multi-functionality affect technical efficiency? A non-parametric analysis of the Scottish dairy industry. Journal of environmental management, 80(4),287–294.

Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operational Research, 2(6),429–444.

Chaudhary, V.P., Gangwar, B. and Pandey, D.K. (2006). Auditing of Energy use and Output of Different Cropping Systems in India. Agricultural Engineering International, the CIGR E-journal EE 05001, Vol 8, 87-93

Cochran, W. G. (1977). Sampling Techniques, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. 428pp.

Cooper, W., Seiford, L.M. and Tone, K. (2007). Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. New York: Springer.

Esfahani, J., and Balali, H. 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)

Food and Agriculture Organization (FAO). (2013). Available from: http://www.fao.org.

Foutres, M.H. and Solgi, M. (2002). Measuring Efficiency and RTS in Broiler Production Units (Case Study in Hamadan Province). Agricultural Economics and Developments Journal,38,47-66. (In Farsi)

Galanopoulos, K., Aggelopoulos, S., Kamenidou, I. and Mattas, K. (2006). Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming. Agricultural Systems,88(2–3),125–141.

Ghahdarijani, M., Keyhani, A.R., Tabatabaeefar, A. and Omid, M. (2009). Evaluation and determination of energy consumption for potato production in various levels of cultivated areas in Isfahan province of Iran (Case study: western of Isfahan province). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,16(1),183-195. (In Farsi)

Ghojabeige, F., Omid, M., Ahmadi, H. and Delshad, D. (2009). Evaluation and development of efficient usage of energy resources in cucumber production in green houses in province of Tehran, by using data envelopment analysis. The 6th National Conference on Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. Agriculture and Natural resources faculty, University of Tehran, Iran. (In Farsi)

Hajee rahimi, M. and Karimi, A. (2009). Analysis of productivity factors in commercial poultry production (case study in Kordestan Province). Agricultural Economics and Developments Journal, 17(66),1-17. (In Farsi)

Hatirli, S. A., Ozkan, B. and Fert, K. (2005). An econometric analysis of energy input output in Turkish agriculture, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 9(6), 608-623.

Heidari, M. D., Omid, M., Mobli, H. (2011a). Measuring efficiency and finding economical indices of poultry units in the province of Yazd by Data Envelopment Analysis and Artificial Neural Networks. M.Sc. thesis in agricultural Mechanization. Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran. (In Farsi)

Heidari, M. D., Omid, M., Akram, A. (2011b). Optimization of Energy Consumption of Broiler Production Farms using Data Envelopment Analysis Approach. Modern Applied Science, 5(3), 69–78.

Hu, J.L., Kao C.H. (2007). Efficient energy-saving targets for APEC economies. Energy Policy, 35 (1),373–82.

Jekayinfa, O. S. (2007). Energetic analysis of poultry processing operations. Leonardo Journal of Sciences, Issue 10, 77–92.

Kalhor, T., Rajabipour, A., Akram, A. and Sharifi, M. (2016). Environmental impact assessment of chicken meat production using life cycle assessment. Information Processing in Agriculture, 3:262–271.

Kilic, I. (2016). Analysis of the energy efficiency of poultry houses in the Bursa region of Turkey. Journal of Applied Animal Research,44(1), 165–172.

Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A. and Mohammadi, A. (2011a). Optimization of energy consumption for soybean production using Data Envelopment Analysis (DEA) approach. Applied Energy, 88(11), 3756-3772.

Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Mohammadi, A. (2011b). Optimization of energy consumption and input costs for apple production in Iran using data envelopment analysis. Energy,36(2),909–916.

Naghibzadeh, S., Javadi, A., Rahmati, M. and Mehranzadeh, M. (2010). Process of assessing the energy consumption of poultry broiler in the northern region of Khuzestan province. 6th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Karaj, Iran: University of Tehran. (In Farsi)

Nassiri, S.M, Singh, S. (2009). Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique. Applied Energy, 86(7-8),1320–1325.

Payandeh, Z., Kheiralipour, K. and Karimi, M. (2016). Evaluation of energy efficiency of broiler production farms using data envelopment analysis technique, case study: Isfahan Province. Iranian Journal of Biosystems Engineering. 47(3),577-285.

Pourkand, S. and Motamed, K. (2011).

Production yield analysis inthe poultry processing industry (A Case Study in Guilan). Journal of Agricultural Economics Researches, 3 (12),97-114. (In Farsi)

Sadrnia, H., Khojastehpour, M., Aghel, H. and Saiedi Rashk Olya, A. (2017).Analysis of different inputs share and determination of energy Indices in broilers production in Mashhad city. Journal of Agricultural Machinery, 7 (1), 285-297. (In Farsi)

SarIca, K. and Or, I. (2007). Efficiency assessment of Turkish power plants using data envelopment analysis. Energy, 32(8), 1484–99.

Sefeedpari, P., Rafiee, S. and Akram, A. (2012). Selecting Energy Efficient Poultry Egg Producers: A Fuzzy Data Envelopment Analysis Approach. International Journal of Applied Operational Research Vol. 2, No. 2, 77-88.

Singh, S. and Mittal, J.P. (1992). Energy in Production Agriculture. Mittal Pub. New Dehli.

Vahedi, A. and Younesi Alamooti, M. 2017. Determining energy indices of broiler units in the province of Alborz. Agricultural Mechanization and Systems Research,17(67),41-54. (In Farsi)

Zhou, P., Ang, B.W., and Poh, K.L. (2008). A survey of data envelopment analysis in energy an environmental study. European Journal of Operational Research,189, 1-18.