

## تحلیل الگوی مصرف انرژی و بررسی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در مرغداری‌های گوشتی کرمانشاه

امیر عزیزپناه<sup>۱\*</sup>، نسترن احمدی توتشامی<sup>۲</sup> و احمد امیدی<sup>۳</sup>

### چکیده

از لحاظ تامین نیازهای پروتئینی کشور، صنعت مرغداری از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. از آنجاکه مصرف انرژی از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی دارای اهمیت است، و همچنین به دلیل لزوم بررسی انتشار گازهای آلاینده‌ی محیط‌زیست و تفاوت الگوی مصرف انرژی در نقاط مختلف کشور، در این پژوهش کارایی انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای واحدهای پرورش مرغ گوشتی در استان کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفته است. در پژوهش انجام شده، میانگین کل انرژی ورودی به صورت نهاده گازوئیل) با ۴۶/۸۲ درصد و خوراک با ۲۸/۳۶ درصد بالاترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. شاخص‌های انرژی مورد بررسی عبارتند از: نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و افزوده‌ی خالص انرژی، که به ترتیب برابر با ۰/۱۱ درصد، ۰/۰۱ کیلوگرم بر مگاژول، ۹۲/۹۳ مگاژول بر کیلوگرم و ۲۳۸۷۲۹- مگاژول محاسبه شد. به منظور بالا بردن شاخص راندمان انرژی و مثبت شدن شاخص افزوده‌ی خالص انرژی، با مدیریت صحیح نهاده‌های پرمصرف و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، می‌توان میزان انرژی مصرفی را کاهش داد. بر اساس نتایج به دست آمده با استفاده از تابع کاب-داگلاس، ضرایب نهاده‌ها نشان دهنده‌ی کشش است، که کشش نهاده‌های جوجه، سوخت گاز، نیروی انسانی، ذرت، سویا، مواد معدنی، اسید چرب، دی کلسیم فسفات، آب و ضدعفونی مثبت و کوچک‌تر از یک است و مقدار MP (بهره‌وری نهایی) آن‌ها کمتر از AP (بهره‌وری متوسط) به دست آمد؛ بنابراین مصرف این نهاده‌ها توسط بهره‌برداران واحدهای مرغداری منطقه، اقتصادی بوده و در ناحیه‌ی دوم تابع تولید قرار گرفتند. مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای برابر با ۱۲۵۶۲/۴۹ (کیلوگرم دی‌اکسیدکربن معادل) به دست آمد که بیشترین سهم مربوط به تغذیه با ۳۷/۱۲ درصد است و سوخت و الکتریسیته به ترتیب برابر ۳۴/۵۲ و ۲۸/۳۲ محاسبه شد.

**واژه‌های کلیدی:** کرمانشاه، گازهای گلخانه‌ای، مرغداری، مصرف انرژی.

ارجاع: عزیزپناه ا. احمدی توتشامی ن. و امیدی ا. ۱۳۹۹. تحلیل الگوی مصرف انرژی و بررسی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در مرغداری‌های گوشتی کرمانشاه. نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۹(۱): ۳۱-۴۴.

۱- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام.

۳- دکتری مکانیک بیوسیستم، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام.

\* نویسنده مسئول: [a.azizpanah@ilam.ac.ir](mailto:a.azizpanah@ilam.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۴

## مقدمه

بررسی میزان مصرف آن لازم است واحدهای تولیدی مرغ گوشتی در زمینه‌ی مصرف انرژی مورد بررسی قرار گیرند. در ادامه برخی از پژوهش‌هایی که به بررسی کارایی انرژی پرداخته‌اند مورد مطالعه قرار گرفته‌است. در یک مطالعه کارایی انرژی در پرورش مرغ گوشتی منطقه اهواز بررسی شده است. محققان این پژوهش بیان کردند که نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی ۲۳ درصد بوده است. همچنین سوخت و خوراک مصرفی به ترتیب با ۹۵۲۳۸۰ و ۳۶۶۴۶۱ مگاژول از کل انرژی مصرف شده بیشترین سهم انرژی ورودی را به خود اختصاص دادند (Najafi et al., 2008). در تحقیقی دیگر شاخص‌های مصرف انرژی برای پرورش مرغ گوشتی در منطقه اربیل مورد بررسی قرار گرفته است. تحقیق در یک واحد مرغداری ۶۰ هزار قطعه‌ای انجام شده است، که کل انرژی ورودی ۶۸۹۰۳۷۷ مگاژول و کل انرژی خروجی ۱۵۱۵۷۲۳ مگاژول به دست آمده است. از میان نهاده‌ها، مصرف سوخت و خوراک به ترتیب با ۴۶/۸۲ و ۴۰/۷۲ بیشترین سهم انرژی ورودی را به خود اختصاص داده‌اند. نسبت انرژی، افزوده خالص انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه به ترتیب ۲۲/۷ درصد، ۵۳۷۴۶۵۴ مگاژول، ۰/۰۲۱ کیلوگرم بر مگاژول و ۱۵/۴۸ مگاژول بر کیلوگرم گزارش شده است (Amed et al., 2013). همچنین Zand et al. (2015) در استان البرز نتیجه گرفتند که نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی واحدهای پرورش مرغ گوشتی ۱۵ درصد است. در بین انرژی نهاده‌ها، سوخت مصرفی با ۱۱۰۷۵۶/۲۳ مگاژول بر ۱۰۰۰ مرغ بیشترین سهم انرژی ورودی را به خود اختصاص داده است. در یک پژوهش (Risse et al., 2007) با بررسی بستر طیور به عنوان منبع انرژی، به این نتیجه دست یافته‌اند که در امریکا استفاده از کود مرغی باعث ذخیره سوخت به اندازه ۲۸۳ میلیون گالن می‌شود. به‌طور کلی یک مرغداری با ظرفیت تولید ۱۰۰۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰۰ مرغ می‌تواند در هر دوره تا ۱۲۵ تن کود تولید کند. در یک پژوهش و در ارزیابی بازده انرژی که در ۷ مزرعه با ۳۷ مرغداری که در تمام آن‌ها از پروپان به عنوان سوخت استفاده شده بود، محدوده‌ی مصرف سالیانه‌ی پروپان از ۱۰۶۰۳ تا ۲۲۱۹۴ لیتر و الکتريسيته از ۲۴۱۵۷ تا ۳۷۳۳۷ کیلو وات ساعت در هر سالن محاسبه شد (Overhults et al., 2009). سهم نهاده‌های مختلف و تعیین شاخص‌های انرژی در تولید

انرژی نقش اساسی در توسعه و پیشرفت کشاورزی و تولید مواد غذایی ایفا می‌کند (Zand et al., 2015). کشاورزی به‌عنوان کانون و محور اصلی توسعه کشور از نقش و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از آنجاکه کشاورزی مهم‌ترین بخش تولید مواد غذایی محسوب می‌شود نه تنها مصرف‌کننده انرژی، بلکه مهم‌ترین عرضه‌کننده انرژی نیز هست (Heidari et al., 2013). صنعت طیور یکی از زیربخش‌های مهم و اساسی کشاورزی به شمار می‌رود و از بزرگ‌ترین و توسعه یافته‌ترین صنایع موجود در کشور است (Masomi and Shahvali, 2014). امروزه صنعت مرغداری در ایران از نظر سرمایه‌گذاری و تعداد افراد شاغل یکی از صنایع مهم کشور محسوب می‌شود، به طوری که در مجموع بیش از ۶۰۰ هزار فرصت شغلی را در اختیار دارد که با در نظر گرفتن پنج نفر در هر خانوار، تعداد افراد منتفع در این صنعت بالغ بر سه میلیون نفر است. به این ترتیب بی‌شک صنعت مرغداری پس از صنعت نفت از مهم‌ترین صنایع فعال داخلی است (Fattahi et al., 2013). گوشت مرغ منبع مهمی از پروتئین‌های با کیفیت، مواد معدنی و ویتامین‌هاست که رژیم غذایی انسان را متعادل می‌کند (Heidari et al., 2011a). ایران هفتمین تولیدکننده گوشت مرغ در جهان با تولید سالانه ۲ میلیون تن است. در ایران مصرف سرانه‌ی گوشت مرغ از ۱۳/۳ کیلوگرم در سال ۱۳۸۰ به ۲۳ کیلوگرم در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است (FAO, 2016). این آمار نشان می‌دهد که در رژیم غذایی خانوارهای ایرانی گوشت مرغ به کالایی راهبردی تبدیل شده است. صنعت طیور از بزرگ‌ترین صنایع ایران است و با افزایش جمعیت و افزایش تقاضای گوشت سفید، توسعه‌ی این صنعت امری ضروری به نظر می‌رسد. صنعت تولید مرغ گوشتی برای تهیه مواد مغذی و کافی به شدت انرژی‌بر شده است. دانش مصرف انرژی در هر عملیات تولیدی، روش مفیدی جهت تعیین مناطق انرژی‌بر است که فقط با تجزیه و تحلیل میزان مصرف انرژی در عملیات تولید مشخص می‌شوند. تجزیه و تحلیل انرژی، به یک واحد تولیدی این امکان را می‌دهد که مراحل عملیاتی موجود آن واحد را با روش‌های جدید تولید مقایسه کند و یا حتی خطوط تولید اصلاح شوند (Najafi et al., 2008). با توجه به اهمیت مبحث انرژی به عنوان مقوله‌ای مؤثر در یک مرغداری و

استان کرمانشاه در پاییز سال ۱۳۹۵ تهیه شد. حجم نمونه با استفاده از معادله‌ی (۱) محاسبه شده و تعداد پرسش‌نامه‌ی مورد نیاز ۱۵ عدد به دست آمده است (Cochran, 1997).

$$n = \frac{Nt^2s^2}{Nd^2 + t^2s^2} \quad (1)$$

که در آن  $n$ ،  $N$ ،  $t$ ،  $s^2$  و  $d$  به ترتیب حجم نمونه، اندازه‌ی جامعه، ضریب اطمینان قابل قبول، واریانس صفت مورد مطالعه و دقت احتمال مطلوب است. اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از مرحله‌ی آماده‌سازی مرغداری برای جوجه‌ریزی یعنی ضدعفونی کردن سالن‌ها آغاز و تا آخرین مرحله یعنی فروش محصول جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفت. دوره‌ی پرورش مرغ گوشتی معمولاً بین ۴۵ تا ۶۰ روز است. در شهرستان کرمانشاه به‌طور متوسط در یک سال، ۴ دوره پرورش انجام می‌شود. در سال ۱۳۹۵ تعداد ۹۱۹ مرغداری پرورش دهنده‌ی مرغ گوشتی در استان کرمانشاه موجود بود که در این میان شهرستان کرمانشاه ۱۸ درصد مرغداری‌های استان را به خود اختصاص داد (Ebadzadeh et al., 2016). داده‌های مورد استفاده در پرسشنامه حاوی اطلاعاتی در مورد نهاده‌های ورودی شامل جوجه، سوخت (گازوئیل و گاز)، انرژی برق، نیروی انسانی، خوراک، ماشین‌ها و تجهیزات مرغداری (آسیاب، آبخوری، دانخوری، بخاری و غیره) و ستانده‌ها یا خروجی‌های واحدها نیز شامل گوشت مرغ و کود بستر بود (جدول ۱).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای Spss 21 و Excel 2010 استفاده شده است. برای محاسبه میزان انرژی مصرفی و انرژی خروجی واحدها از ضرایب و هم‌ارزهای انرژی متناظر با هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌ها که در جدول ۱ آورده شده است، بهره‌گرفته شد. هم‌ارز انرژی، عبارت است از یک معادل کمی برای نهاده‌ها یا ستانده‌ها و در واقع بیان‌کننده میزان محتوای انرژی است که در فرایند تولید وارد یا خارج می‌شود (Ozkan et al., 2004).

مرغ گوشتی شهرستان مشهد توسط Sadrmia et al. (2017) مورد بررسی قرار گرفته که این مطالعه از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری و برای یک دوره انجام شده است. نهاده‌های اصلی ورودی شامل خوراک مصرفی، سوخت (گاز و گازوئیل)، الکتریسیته، نیروی انسانی، ماشین‌ها و جوجه یک روزه گوشتی و نهاده‌های خروجی گوشت مرغ و فضولات بستر بودند. برای هزار قطعه مرغ کل انرژی‌های ورودی و خروجی به ترتیب ۲۴۵/۲ و ۲۴/۹ گیگاژول به دست آمده است. شاخص‌های انرژی شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه به ترتیب ۰/۲، ۰/۱۹ کیلوگرم بر مگاژول و ۵۲ مگاژول بر کیلوگرم به دست آمدند. بیشترین سهم نهاده‌های ورودی را سوخت مصرفی و کمترین سهم را جوجه‌ی یک روزه به خود اختصاص داده است. در یک تحقیق، تحلیل و مقایسه بهره‌وری و کارایی عوامل تولید محصول مرغ گوشتی مورد بررسی قرار گرفته است؛ در مدت ۱۶ سال کلیه عوامل تولید از جمله انرژی و مواد اولیه برای استان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و بیان شده است که استان بوشهر از نظر بهره‌وری انرژی و استفاده‌ی بهتر از مواد اولیه وضعیت مناسب‌تری را نسبت به سایر استان‌ها داشته است (Baradaran & Ghodsi, 2018).

### مواد و روش‌ها

استان کرمانشاه با وسعت ۲۴۴۶۰ کیلومترمربع در میانه‌ی ضلع غربی کشور، بین ۳۳ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. این استان از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود شده است. به‌منظور بررسی وضعیت مصرف انرژی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی شهرستان کرمانشاه، داده‌های مورد نیاز در این تحقیق از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری و نیز آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی

جدول ۱- هم‌ارز انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها در واحدهای پرورشی

منبع	هم‌ارز انرژی (مگاژول بر واحد)	واحد	نهاده/ستانده
Najafi et al. (2008)	۱۰/۳۳	کیلوگرم	جوجه
Pishgar Komleh et al. (2013)	۴۷/۸	لیتر	گازوئیل
Pishgar Komleh et al. (2013)	۴۹/۵	مترمکعب	گاز طبیعی
Nasseri (2019)	۱/۹۵	ساعت	نیروی انسانی
Pishgar Komleh et al. (2013)	۱۲	کیلووات ساعت	الکتروسیته
Atilgan & Koknaroglu (2006)	۷/۹	کیلوگرم	ذرت
Atilgan & Koknaroglu (2006)	۱۲/۶	کیلوگرم	سویا
Najafi et al. (2008)	۱۳/۷	کیلوگرم	گندم
Sainz (2003)	۱/۵۹	کیلوگرم	ویتامین
Sainz (2003)	۱/۵۹	کیلوگرم	نمک و مواد معدنی
Berg et al. (2002)	۳۷	کیلوگرم	اسید چرب
Alrwis & Francis (2003)	۱۰	کیلوگرم	دی کلسیم فسفات
Najafi et al. (2008)	۱/۰۲	مترمکعب	آب
Berg et al. (2002)	۱۳/۶۴	کیلوگرم	ضد عفونی
Heidari et al. (2011b)	۶۲/۷	کیلوگرم	فولاد
Heidari et al. (2011b)	۶۴/۸	کیلوگرم	موتور الکتریکی
Heidari et al. (2011b)	۴۶/۳	کیلوگرم	پلی اتیلن
Celik (2003)	۱۰/۳۳	کیلوگرم	گوشت مرغ
Kizilaslan (2009)	۰/۳	کیلوگرم	کود مرغ

### محاسبه مصرف انرژی

انرژی نهاده به دو دسته‌ی نهاده‌های انرژی مصرفی مستقیم و نهاده‌های انرژی مصرفی غیرمستقیم تقسیم‌بندی می‌شود که هر یک را به‌طور خلاصه به‌صورت زیر می‌توان بیان نمود:

الف- نهاده‌های انرژی مصرفی مستقیم شامل سوخت، برق و نیروی انسانی. ب- نهاده‌های انرژی غیرمستقیم شامل جوجه‌ی گوشتی (یک روزه)، تغذیه، بهداشت و درمان و ماشین‌آلات (Naghizadeh et al., 2010).

برای نهاده‌ی نیروی انسانی، ابتدا تعداد و ساعات کار این نهاده در هر عملیات محاسبه شده، و سپس با اعمال ضریب انرژی مصرفی در تعداد و ساعات کار نیروی انسانی، این پارامتر نیز اندازه‌گیری شد. برای محاسبه‌ی انرژی جوجه‌ی یک روزه ابتدا میانگین وزنی جوجه‌ها تعیین و سپس با اعمال ضریب انرژی موجود در هر جوجه‌ی یک روزه در میانگین وزنی جوجه‌ها این پارامتر اندازه‌گیری شد. همچنین برای محاسبه‌ی انرژی تغذیه ابتدا انرژی مواد تشکیل‌دهنده‌ی جیره‌ی غذایی به‌صورت جداگانه تعیین شد، سپس با جمع‌کردن انرژی تمامی مواد تشکیل‌دهنده، مقدار انرژی کل موجود در جیره غذایی

اندازه‌گیری شد. مقدار انرژی در این قسمت، با اندازه‌گیری مقدار مواد مصرفی جهت واکسینه و ضد عفونی نمودن و همچنین مقدار داروهای به کار رفته و اعمال ضریب مربوط به بهداشت و درمان، اندازه‌گیری شد. انرژی خروجی به دو صورت است، انرژی ذخیره‌شده در مرغ‌های گوشتی و انرژی در بستر مرغداری. برای محاسبه انرژی ذخیره‌شده در مرغ‌های گوشتی از روش وزنی استفاده شده است؛ بدین‌صورت که ۷۰ درصد وزن مرغ‌های زنده هنگام فروش، به‌عنوان وزن لاشه در نظر گرفته شد. در هنگام محاسبه‌ی انرژی ذخیره‌شده در لاشه طیور، فرض شد که ۱۵/۲ درصد وزن لاشه را چربی و ۱۸/۲ درصد را پروتئین تشکیل می‌دهد (Celik, 2003). انرژی یک گرم چربی ۳۹/۳۸ کیلوژول و انرژی یک گرم پروتئین ۲۳/۸۸ کیلوژول است (Atilgan & Koknaroglu, 2006).

### انرژی مصرفی تجهیزات

انرژی معادل سامانه دانخوری اتوماتیک برای مرغداری‌های مجهز به این سامانه و انرژی معادل دانخوری‌های دستی (سطلی) برای مرغداری‌های دیگر، برای محاسبه انرژی معادل تجهیزات محاسبه شد. وزن هاپر دانخوری اتوماتیک

جزء به جزء سامانه‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها با یکدیگر را فراهم می‌کنند. تعیین این شاخص‌ها ضمن فراهم کردن امکان مقایسه شناختی از روند گذشته، وضعیت موجود مصرف انرژی و تصویر آینده حوزه انرژی می‌تواند ارائه دهد (Heidari *et al.*, 2013). این شاخص‌ها عبارتند از نسبت انرژی ER<sup>۱</sup>، بهره‌وری انرژی EP<sup>۲</sup>، انرژی ویژه SE<sup>۳</sup> و افزوده خالص انرژی NEG<sup>۴</sup> که با استفاده از معادلات (۴) تا (۷) محاسبه شده‌اند (Kitani, 1999; Almasi *et al.*, 2008).

$$ER = \frac{OE}{IE} \quad (۴)$$

$$EP = \frac{OY}{IE} \quad (۵)$$

$$SE = \frac{IE}{OY} \quad (۶)$$

$$NEG = OE - IE \quad (۷)$$

در این معادلات IE، OE و OY به ترتیب بیانگر انرژی ورودی، انرژی خروجی و گوشت تولیدی است.

#### مدل‌سازی انرژی

به منظور تعیین معادله بین ورودی‌های انرژی و تولید محصول، برخی از نویسندگان و محققین از تابع کاب-داگلاس استفاده کرده‌اند، چرا که این تابع نسبت به توابع دیگر نتایج بهتری داده و این تابع خصوصیات یکنواختی، پیوستگی، مشتق‌پذیری، غیر منفی بودن و غیر تهی بودن را داراست (Aghkhani *et al.*, 2018, Shabanzadeh *et al.*, 2016). پارامترهای تابع کاب داگلاس کشش‌های تولید نهاده‌های تولید را نشان می‌دهند و همچنین ضرورت مصرف نهاده را به‌خوبی نمایان می‌سازد و به‌صورت معادلات (۸) و (۹) بیان می‌شود (Nikkhah *et al.*, 2014).

$$Y = f(X) \exp(u) \quad (۸)$$

$$\ln Y_i = \sum_{j=1}^n \alpha_j \ln X_{ij} + e_i \quad (۹)$$

که  $Y_i$  نشان‌دهنده عملکرد کشاورز  $\alpha_j$ ،  $X_{ij}$  معرف نهاده‌های استفاده شده در فرآیند تولید،  $a_j$  ضرایب رگرسیونی نهاده‌های انرژی ورودی و  $a_0$  و  $e_i$  به ترتیب ضرایب ثابت و خطا هستند. به‌منظور اندازه‌گیری تأثیر عوامل و نهاده‌های تولیدی بر عملکرد مرغداری از این تابع در قالب معادله رگرسیون (۱۰) استفاده شد (Sainz, 2003).

با استفاده از اطلاعات سازنده‌های داخلی برابر ۱۳۵ کیلوگرم در نظر گرفته شد. از معادله (۲) برای محاسبه انرژی معادل دانخوری‌های اتوماتیک استفاده شده است (Nargesi, *et al.*, 2015).

$$E_{fe \text{ machine}} = W_m \times e_{cm} + (W_{chain} + W_{chute} + W_h) \times e_{cs} \quad (۲)$$

که در این معادله  $W_h$ ،  $e_{cs}$  به ترتیب انرژی معادل سامانه دانخوری اتوماتیک بر حسب مگاژول، وزن موتور الکتریکی بر حسب کیلوگرم، محتوی انرژی موتور الکتریکی بر حسب مگاژول بر کیلوگرم، وزن زنجیرها بر حسب کیلوگرم، وزن ناودانی بر حسب کیلوگرم، وزن هاپر بر حسب کیلوگرم و محتوی انرژی فولاد بر حسب مگاژول بر کیلوگرم است. محتوی انرژی فولاد و موتورهای الکتریکی با توجه به اطلاعات ارائه شده در جدول ۱ بر حسب کیلوگرم در نظر گرفته شد. با اندازه‌گیری وزن ۱۰ متر زنجیر و ۱۰ متر ناودانی (حامل دان) وزن میانگین هر متر زنجیر و ناودانی به ترتیب برابر ۲/۶ و ۱/۰۷ کیلوگرم به دست آمد. برای مرغداری‌هایی که از دانخوری دستی استفاده می‌کردند انرژی معادل دانخوری‌ها از معادله (۳) محاسبه شده است (Nargesi, 2015). به ازای هر ۵۵ مرغ یک عدد دانخوری دستی بکار برده شده است و دانخوری‌های دستی از جنس پلی‌اتیلن است.

$$E_{feeding} = (n_{ch} \div n_{feeding}) \times W_{feeding} \times e_{cpe} \quad (۳)$$

که در این معادله  $E_{feeding}$ ،  $n_{ch}$ ،  $n_{feeding}$ ،  $W_{feeding}$  و  $e_{cpe}$  به ترتیب انرژی معادل دانخوری دستی بر حسب مگاژول، تعداد جوجه، تعداد مرغ تغذیه‌کننده از یک دانخوری دستی، وزن هر دانخوری دستی بر حسب کیلوگرم و محتوی انرژی پلی‌اتیلن بر حسب مگاژول بر کیلوگرم است. انرژی معادل پلی‌اتیلن به ازای هر کیلوگرم ۴۶/۳ مگاژول است. وزن هر دانخوری دستی با توجه به اطلاعات سازندگان ایرانی ۱/۲۶ کیلوگرم و عمر مفید تجهیزات مرغداری ده سال در نظر گرفته شده است.

#### شاخص‌های انرژی

برای بررسی و مقایسه‌ی انرژی واحدها و سامانه‌های مختلف با یکدیگر نیاز به شاخص‌هایی است که به کمک آنها بتوان انرژی‌های مصرفی و خروجی را مورد تحلیل قرار داد. شاخص‌های انرژی ابزارهایی هستند که امکان مطالعه

1- Energy Ratio  
2- Energy Productivity  
3- Specific Energy  
4- Net Energy Gain

به میزان تغییر در ورودی‌ها از نرخ بازگشت به مقیاس (RTC) استفاده شده است که از طریق جمع ضرایب رگرسیونی به دست می‌آید (Soltanali *et al.*, 2016). در بخش نهایی این مطالعه و بر اساس معادلات (۱۳) و (۱۴) مقدار بهره‌وری متوسط و نهایی محاسبه شد (Hatirli *et al.*, 2006).

$$App_{xj} = \frac{GM(Y)}{GM(Xj)} \quad (13)$$

$$Mpp_{xj} = \frac{GM(Y)}{GM(Xj)} \times a_j \quad (14)$$

که در این معادلات،  $App_{xj}$  بهره‌وری متوسط مربوط زامین نهاده،  $Mpp_{xj}$  مقدار بهره‌وری فیزیکی به ازای نهاده  $j$  ام،  $GM(Y)$  میانگین هندسی عملکرد محصول،  $GM(Xj)$  میانگین هندسی زامین نهاده،  $a_j$  کشش تقاضای نهاده  $j$  ام است. به‌طور کلی در این تحقیق یک متغیر وابسته و تعداد ۱۳ متغیر توضیحی (مستقل) وجود دارد. (Hajkova, 2007; Banaeian & Zangeneh, 2011) استفاده از نرم‌افزارهای Spss 21 و Excel 2010 انجام شده است.

### انتشار گازهای گلخانه‌ای

در این مطالعه مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید مرغ گوشتی با استفاده از ضریب انتشار معادل  $CO_2$  برای نهاده‌های مختلف بر اساس جدول ۲ در منطقه کرمانشاه نشان داده شده است. منابع مهم انتشار گازهای گلخانه‌ای در مرغداری عبارتند از: سوخت دیزل، الکتریسیته، گاز طبیعی، تجهیزات و تغذیه. انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌ی ماشین‌ها مربوط به فرآیند ساخت، نگهداری و حمل و نقل آن‌ها بود (Dyer & Desjardins, 2006). با استفاده از ضرایب انتشار و مقدار نهاده‌های ورودی، مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرغ گوشتی در منطقه محاسبه شد. در پایان اطلاعات و داده‌ها جهت آماده سازی برای تجزیه و تحلیل به محیط نرم‌افزار Excel 2010 انتقال داده شد. سپس برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، از نرم‌افزار Spss 21 استفاده شد.

$$N Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln x_1 + \alpha_2 \ln x_2 + \alpha_3 \ln x_3 + \alpha_4 \ln x_4 + \alpha_5 \ln x_5 + \alpha_6 \ln x_6 + \alpha_7 \ln x_7 + \alpha_8 \ln x_8 + \alpha_9 \ln x_9 + \alpha_{10} \ln x_{10} + \alpha_{11} \ln x_{11} + \alpha_{12} \ln x_{12} + \alpha_{13} \ln x_{13} + e_i \quad (10)$$

که در آن،  $X$ ها نهاده‌ها یا عوامل تولید مؤثر بر عملکرد مرغداری و  $\alpha$ ها ضرایب متغیرهای توضیحی و یا همان کشش عوامل تولیدی یا بهره‌وری عوامل یا نهاده‌های تولیدی بکار رفته در تولید گوشت مرغ هستند و  $Y$  میزان تولید گوشت است. ۱۳ عامل مؤثر بر تولید محصول که با استفاده از اصول اقتصادسنجی برای برآورد مدل به کار گرفته شده‌اند شامل مقدار ثابت  $\alpha_0$ ، جوجه ( $X_1$ )، سوخت دیزل ( $X_2$ )، گاز طبیعی ( $X_3$ )، نیروی انسانی ( $X_4$ )، الکتریسیته ( $X_5$ )، ذرت ( $X_6$ )، سویا ( $X_7$ )، نمک ( $X_8$ )، مواد معدنی ( $X_9$ )، اسید چرب ( $X_{10}$ )، دی‌کلسیم فسفات ( $X_{11}$ )، آب ( $X_{12}$ ) و ضد عفونی ( $X_{13}$ ) هستند. همچنین تأثیر انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر روی عملکرد واحدهای مرغداری با استفاده از مدل تابع کاب-داگلاس (معادلات (۱۱) و (۱۲)) مورد بررسی قرار گرفت.

$$LN Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln DE + \alpha \beta_2 \ln IDE + e_i \quad (11)$$

$$LN Y_i = \gamma_0 + \gamma_1 \ln RE + \gamma_2 \ln NRE + e_i \quad (12)$$

که در اینجا  $Y_i$  عملکرد مرغداری  $i$  ام،  $\beta_0$  مقدار ثابت،  $\gamma_0$  مقدار ثابت و  $\beta_i$  و  $\gamma_i$  ضرایب متغیرهای مستقل و  $DE$ ،  $IDE$ ،  $RE$  و  $NRE$  به ترتیب اشکال انرژی مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر هستند. یکی از مفروضاتی که در رگرسیون مدنظر قرار می‌گیرد، تفاوت بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده توسط معادله رگرسیون است. به‌منظور بررسی استقلال خطاها از یکدیگر از آزمون دوربین-واتسون استفاده شد. مقدار ۲ برای آزمون دوربین-واتسون نشانگر عدم وجود خودهمبستگی است که حالت مطلوب در فرضیات اصلی مربوط به باقیمانده‌ها در تحلیل رگرسیون است (Ramedani *et al.*, 2011; Hatirli *et al.*, 2006). برای اندازه‌گیری یک معادله‌ی خطی بین متغیرها، ضریب تعیین ( $R^2$ ) برای مدل‌ها برآورد و تجزیه و تحلیل شد. همچنین به‌منظور تحلیل میزان تغییر در خروجی با توجه

جدول ۲- معادل ضرایب استاندارد نشر گازهای گلخانه‌ای برای تولید مرغ گوشتی

منبع	معادل انرژی (MJ/Unit)	واحد	نهاده
Pishgar-Komleh <i>et al.</i> (2013)	۲/۷۶	لیتر	سوخت دیزل
Khoshnevisan <i>et al.</i> (2013)	۰/۸۵	مترمکعب	گاز طبیعی
Khoshnevisan <i>et al.</i> (2013)	۰/۶۰۸	کیلو وات ساعت	الکتریسیته
Pishgar-Komleh <i>et al.</i> (2013)	۰/۰۷۱	مگاژول	ماشین‌ها و تجهیزات
Kitani (1999)	۰/۰۸۸	مگاژول	تغذیه

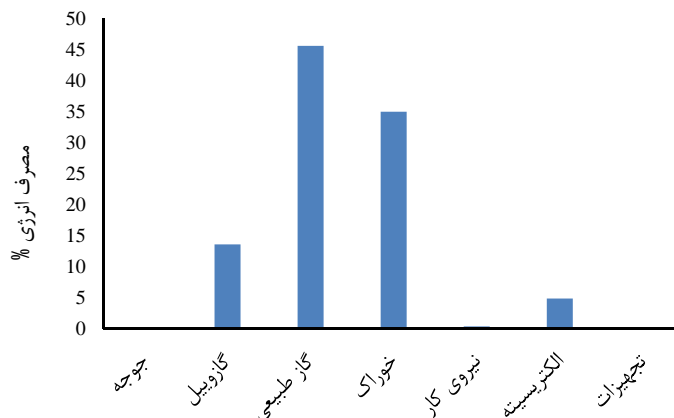
### نتایج و بحث

در منطقه، دوره‌ی پرورش مرغ گوشتی بستگی به بازار مصرف دارد که متوسط بین ۴۵ تا ۶۰ روز است. بسته به تقاضای بازار مرغداران مرغ را در سالن نگه می‌دارند تا وزن آنها بیشتر افزایش یابد و سپس به بازار عرضه کنند. در این بخش میزان مصرف انرژی معادل هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌ها با استفاده از هم‌ارزهای انرژی معرفی شده، برآورد شد. سهم هر یک آنها در انرژی ورودی و خروجی کل واحدهای پرورش مرغ گوشتی در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده متوسط کل انرژی ورودی در یک دوره پرورش مرغ گوشتی برابر ۲۶۹۲۴۲/۸۴ مگاژول بر ۱۰۰۰ مرغ و انرژی خروجی برابر ۳۰۵۱۶/۶۶ مگاژول بر ۱۰۰۰ مرغ بود. میانگین انرژی ماشین‌آلات در قالب انرژی تجهیزات محاسبه شد که مقدار ناچیزی برای آن به دست آمد. میزان انرژی حاصل از فرآیند مرغداری به دو صورت محاسبه شد؛ ۱- به صورت انرژی ذخیره شده در لاشه‌ی مرغ و ۲- به صورت انرژی بستر مرغداری که شامل فضولات، پر و همچنین مقداری از خوراک ریخته شده بر روی زمین است.

با توجه به شکل ۱ مهم‌ترین نهاده‌ی مصرفی در واحدهای مرغداری، مجموع سوخت مصرفی شامل گاز و گازوئیل بود که برابر ۲۴۴۸۶۴/۶۶ مگاژول و معادل ۴۶/۸۲ درصد کل انرژی ورودی را به خود اختصاص داده بود که انرژی سوخت بیشترین سهم مصرف انرژی را در مرغداری‌ها نشان داد. به عنوان نمونه برای هر ۱۰۰۰ عدد مرغ میزان ۱۴۶۴ مترمکعب گاز طبیعی مصرف شده که حاوی ۷۲۴۶۸ مگاژول انرژی بوده و ۲۶/۹۱ درصد از کل انرژی مصرفی را شامل شده است. در استان کرمانشاه بیشتر مرغداری‌ها برای گرم کردن سالن‌ها از ترکیب گاز طبیعی و گازوئیل استفاده می‌کنند. با توجه به دوره کوتاه رشد مرغ (۴۵ تا ۶۰ روز) به اکسیژن زیادی نیاز است، در نتیجه سیستم تهویه مرغداری دارای اهمیت زیادی است و

مرتب باید هوای داخل سالن تهویه شود و از طرفی با خروج بخشی از گرمای سالن بایستی گرما مجدد توسط سیستم گرمایشی تأمین شود که این امر یکی از دلایل مصرف بالای سوخت واحدهای مرغداری در منطقه است. جیره‌ی غذایی واحد مرغداری بررسی شده شامل ذرت، کنجاله‌ی سویا، آب، دی‌کلسیم فسفات، نمک، مواد معدنی و ویتامین بود که مقدار ۷۶۳۵۷/۲۶ مگاژول معادل ۲۸/۳۶ درصد به ازای ۱۰۰۰ مرغ از کل انرژی ورودی را به خود اختصاص داد. نتایج به دست آمده مشابه با نتایج حاصل از تحقیق (Najafi *et al.* (2008) در معادله با بررسی کارایی در پرورش مرغ گوشتی در منطقه اهواز بود که بیان شده بود سوخت مصرفی و خوراک به ترتیب بیشترین سهم انرژی را مصرف کرده است. در محتوای جیره‌ی غذایی نمی‌توان تغییراتی ایجاد نمود، زیرا انرژی موجود در جیره تعریف شده و حد مشخصی از نظر متخصصان تغذیه دام دارد که نباید از آن کمتر باشد. ولی می‌توان ضایعات خوراک را با بکارگیری یک روش مدیریتی مناسب کاهش داد. ضایعات خوراک تحت تأثیر روش‌های نامناسب نگهداری و پخش غذا، نامناسب بودن دانخوری‌ها، وجود پرندگان و حشرات، و عدم آگاهی کارگران است. برای روشنایی سالن‌ها، به کارگیری هیترها، فن‌ها و میکسر از الکتریسیته استفاده می‌شود که معادل ۶۵۶۱۷/۷۳ مگاژول است. انرژی الکتریسیته ۲۴/۳۷ درصد از کل انرژی ورودی را به خود اختصاص داد. با توجه به محاسبات صورت گرفته کم‌ترین میزان انرژی مصرفی مربوط به نیروی انسانی و تجهیزات محاسبه شد. شکل ۱ نمودار مصرف انرژی در پرورش مرغ گوشتی در منطقه کرمانشاه را نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۱ انرژی سوخت و خوراک بالاترین سهم را دارد. سایر انرژی‌ها شامل نیروی انسانی، جوجه و تجهیزات کمتر از ۱ درصد انرژی ورودی را مصرف می‌کنند.



شکل ۱- نمودار مصرف انرژی (%) در پرورش مرغ گوشتی در واحدهای مورد تحقیق

### شاخص‌های انرژی

با استفاده از محاسبات انرژی، شاخص‌های انرژی به‌دست‌آمده و با داشتن این شاخص‌ها امکان مقایسه سیستم‌های تولید محصولات در نقاط مختلف امکان‌پذیر است. جدول ۴ محاسبه‌ی این شاخص‌ها را نشان می‌دهد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که نسبت انرژی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی مورد مطالعه ۰/۱۱ است. به‌عبارتی به ازای هر یک مگاژول انرژی ورودی ۰/۱۱ مگاژول انرژی تولید شده است. که مقادیر کم نسبت انرژی به علت بسته بودن سامانه پرورش مرغ نسبت به سامانه‌های کشت مزرعه‌ای است. میزان بهره‌وری انرژی که نشان دهنده‌ی میزان تولید محصول به ازای مصرف یک واحد انرژی است، ۰/۰۱ کیلوگرم بر مگاژول بوده است. مقادیر انرژی ویژه نیز در واحدهای گوشتی ۹۲/۹ مگاژول بر کیلوگرم بود. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که شاخص افزوده خالص

انرژی منفی محاسبه شده، بیان می‌کند در تولید مرغ گوشتی انرژی نهاده بیشتر از انرژی ستانده است. در واحدهای مرغداری انرژی مستقیم به‌صورت نهاده‌های سوخت، الکتروسیسته و نیروی انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و انرژی غیرمستقیم شامل نهاده‌های جوجه، خوراک و تجهیزات است. انرژی تجدیدپذیر در این واحدها شامل نهاده‌های جوجه، خوراک و نیروی انسانی است و باقی نهاده‌ها به‌عنوان انرژی ورودی تجدیدناپذیر دسته‌بندی می‌شوند. بر اساس جدول ۴ درصد انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم به‌ترتیب برابر ۷۱/۳۲ و ۲۸/۶۷ به‌دست‌آمد. سهم انرژی‌های مستقیم به مراتب بیشتر از انرژی‌های غیرمستقیم محاسبه شد که دلیل آن مصرف زیاد نهاده‌های سوخت و الکتروسیسته است و با نتایج به دست آمده توسط *Naghibzadeh et al.* (2010) در شمال خوزستان مطابقت دارد.

جدول ۳- مقدار متوسط نهاده‌ها و ستانده‌ها به همراه محتوای انرژی آن‌ها

نهاده/ستانده	واحد	مقدار به ازای (۱۰۰۰ مرغ)	محتوای انرژی (۱۰۰۰ مرغ MJ)	سهم (درصد)
جوجه	کیلوگرم	۵۲/۸	۵۴۵/۴۲	۰/۲
گازوئیل	لیتر	۱۱۲۱/۲۹	۵۳۵۹۷/۶۶	۱۹/۹۱
گاز طبیعی	متر مکعب	۱۴۶۴	۷۲۴۶۸	۲۶/۹۱
خوراک	کیلوگرم	۶۰۶۰/۱	۷۶۳۵۷/۲۶	۲۸/۳۶
نیروی کار	ساعت	۱۷۶/۵۱	۳۴۵/۹۵	۰/۱۲
الکتروسیسته	کیلووات ساعت	۵۸۵۳/۵	۶۵۶۱۷/۷۳	۲۴/۳۷
تجهیزات	کیلوگرم	۵/۶	۳۱۰/۸	۰/۱۱
مجموع ورودی	-	-	۲۶۹۲۴۲/۸۴	
گوشت مرغ	کیلوگرم	۲۸۹۷/۲۵	۲۹۹۲۸/۵۹	۹۸/۰۸
کود بستر	کیلوگرم	۱۹۵۰/۲۴	۵۸۵/۰۷	۱/۹۱
مجموع خروجی	-	-	۳۰۵۱۶/۶۶	



جدول ۴- شاخص‌ها و انواع انرژی در واحدهای گوشتی

شاخص‌ها	واحد	مقدار	سهم (درصد)
نسبت انرژی (درصد)		۰/۱۱	
بهره‌وری انرژی	kg/MJ	۰/۰۱	
افزوده خالص انرژی	MJ	-۲۳۸۷۲۹	
انرژی ویژه	kg	۹۲/۹۳	
انرژی مستقیم	kg	۱۹۲۰۲۹/۴	۷۱/۳۲
انرژی غیرمستقیم	kg	۷۷۲۱۳/۴۸	۲۸/۶۷
تجدیدپذیر	kg	۷۷۲۴۸/۶۴	۲۸/۶۹
تجدیدناپذیر	kg	۱۹۱۹۹۴/۲	۷۱/۳

### تحلیل حساسیت نهاده‌های انرژی

برای تعیین مؤثرترین نهاده‌ها، از روش رگرسیون و برای برآورد معادله بین ورودی‌های انرژی و تولید محصول از مدل اقتصادی ۱ استفاده شد. تولید گوشت در واحدهای مرغداری به‌عنوان (متغیر وابسته) تابعی از پارامترهای جوجه، ماشین‌آلات، سوخت، سویا، ذرت، ویتامین، اسیدهای چرب، نیروی انسانی، الکتریسیته، ضدعفونی آب (متغیرهای مستقل) در نظر گرفته شد. پس از انجام محاسبات مدل‌های ۱، ۲ و ۳ به‌دست‌آمد. تأثیر نهاده‌های ورودی (متغیرهای مستقل) با استفاده از معادله (۱۰) بررسی شد. نتایج رگرسیون در جدول ۵ نشان داده شده است. در تابع کاب- داگلاس ضرایب نهاده‌ها نشان‌دهنده کشش است. بر اساس جدول ۵ در منطقه کرمانشاه کشش نهاده‌های جوجه، سوخت گاز، نیروی انسانی، ذرت، سویا، مواد معدنی، اسید چرب، دی‌کلسیم‌فسفات، آب و ضد عفونی به‌ترتیب با ضرایب ۰/۱۷، ۰/۳۵، ۰/۰۳، ۰/۱۸، ۰/۲، ۰/۷۲، ۰/۵۴ و ۰/۱۱ مثبت و کوچک‌تر از یک است و مقدار MP (بهره‌وری نهایی) آن‌ها به‌ترتیب برابر ۱/۳، ۰/۰۹، ۰/۰۵، ۰/۰۷، ۰/۰۵، ۹/۴۵، ۰/۳۵، ۰/۹۵، ۰/۰۲ و ۲۵/۹۷ و کم‌تر از AP (بهره‌وری متوسط) است، بنابراین مصرف این نهاده‌ها توسط بهره‌برداران واحدهای مرغداری منطقه، اقتصادی بوده و در ناحیه دوم تابع تولید قرار گرفتند. در همین منطقه کشش نهاده‌های سوخت دیزل، الکتریسیته و نمک به‌ترتیب با ضرایب ۰/۱۵، -۰/۰۳ و -۰/۱۱ کوچک‌تر از یک و منفی است، بنابراین میزان مصرف این نهاده‌ها توسط بهره‌برداران منطقه اقتصادی نبوده زیرا بیشتر از این نهاده‌ها در تولید گوشت مرغ استفاده شده که برخی در ناحیه اول تولید که آستانه‌ی اقتصادی است و یا ناحیه سوم تابع تولید (غیر اقتصادی)

قرار گرفتند. با توجه به جدول ۵ از میان تمام نهاده‌های مصرفی، انرژی مواد معدنی با ضریب رگرسیونی ۰/۷۲ با سطح معنی‌داری ۰/۰۱ بیشترین تأثیر را بر روی افزایش تولید گوشت مرغ در واحدهای مرغداری منطقه نشان داد که می‌توان نتیجه گرفت با افزایش ۰/۰۱ استفاده از این نهاده میزان تولید گوشت مرغ به میزان ۰/۷۲ درصد بیشتر می‌شود. همچنین بر اساس جدول ۵ نتایج حاصل از تحلیل حساسیت نهاده‌های انرژی بر روی عملکرد نهایی واحدهای مرغداری نشان داد که میزان MPP نهایی برای نهاده مواد معدنی برابر ۹/۴۵ به‌دست‌آمد که در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار شده است. بیشترین تأثیر انرژی نهاده‌های مصرفی با MPP برابر ۲۵/۹۷ مربوط به نهاده‌ی ضدعفونی است که اثر نهاده معنی‌دار نشد. در این تحقیق بهره متوسط یا APP نهاده‌ها مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد بالاترین بهره‌وری متوسط مربوط به نهاده نیروی‌انسانی با مقدار ۳۰۱/۷۸ است که اثر نهاده بر روی عملکرد متوسط و نهایی معنی‌دار نشد. در ادامه از نظر معنی‌دار بودن ضرایب رگرسیون، تمام متغیرهایی که مقدار P-Value آن‌ها معنی‌دار شده است مقدار T آماره‌ی آن‌ها بیشتر از ۲ به‌دست‌آمد. در این تحقیق، همبستگی بین داده‌ها با استفاده از آزمون دوربین واتسون بررسی شد. نتیجه‌ی آزمون دوربین- واتسون نشان می‌دهد که مقدار دوربین واتسون برابر ۱/۹۷ به‌دست‌آمده که بیانگر عدم وجود همبستگی بین متغیرها در مدل تخمینی است. بر اساس نتایج مدل ۱ مقدار  $R^2$  یا درصد تغییرات مدل رگرسیون تخمین زده شده برای منطقه ۰/۹۳ به‌دست‌آمد که نشان می‌دهد ۰/۹۳ درصد از تغییرات عملکرد توسط متغیرهای مستقل (انرژی نهاده‌ها) قابل تبیین و به مقدار ۰/۹۳ درصد پیش‌بینی‌ها به واقعیت نزدیک است. نرخ

بازگشت به مقیاس یا (RTC) برای مرغداری‌های منطقه درصد افزایش می‌یابد و در حقیقت نرخ بازدهی به مقیاس برابر ۲/۴۱ محاسبه شد که نشان می‌دهد با افزایش ۱ درصد در انرژی تمام نهاده‌های ورودی، عملکرد برابر ۲/۴۱

جدول ۵- نتایج برآورد اقتصادسنجی و تحلیل حساسیت نهاده‌های تولید گوشت مرغ در کرمانشاه

متغیرها	علامت اختصاری متغیر	ضرایب رگرسیون	آماره T	P-Value	APP	MPP
Model (1): $LNl_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln x_1 + \alpha_2 \ln x_2 + \alpha_3 \ln x_3 + \alpha_4 \ln x_4 + \alpha_5 \ln x_5 + \alpha_6 \ln x_6 + \alpha_7 \ln x_7 + \alpha_8 \ln x_8 + \alpha_9 \ln x_9 + \alpha_{10} \ln x_{10} + \alpha_{11} \ln x_{11} + \alpha_{12} \ln x_{12} + \alpha_{13} \ln x_{13} + e_i$						
جوجه	X <sub>1</sub>	۰/۱۷	-۰/۸۴	۰/۴۳ <sup>ns</sup>	۷/۷	۱/۳
سوخت دیزل	X <sub>2</sub>	-۰/۱۵	-۱/۶۷	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۲	-۰/۰۳
گاز	X <sub>3</sub>	۰/۳۵	۴/۳۲	۰/۰۰۵ <sup>**</sup>	۰/۰۲	۰/۰۰۹
نیروی انسانی	X <sub>4</sub>	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۸۷ <sup>ns</sup>	۳۰۱/۷۸	۹/۰۵
الکتریسیته	X <sub>5</sub>	-۰/۰۳	-۰/۵۵	۰/۶ <sup>ns</sup>	۰/۳۹	-۰/۰۱
ذرت	X <sub>6</sub>	۰/۱۸	۲/۱۶	۰/۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۳۸	۰/۰۷
سویا	X <sub>7</sub>	۰/۲	۲/۷۲	۰/۰۳ <sup>*</sup>	۰/۲۶	۰/۰۵
نمک	X <sub>8</sub>	-۰/۱۱	-۰/۶۲	۰/۵۵ <sup>ns</sup>	۲۳۸/۵۹	-۲۶/۲۴
مواد معدنی	X <sub>9</sub>	۰/۷۲	۳/۴۸	۰/۰۱ <sup>**</sup>	۱۳/۱۳	۹/۴۵
اسید چرب	X <sub>10</sub>	-۰/۵۴	۳/۴۶	۰/۰۱ <sup>**</sup>	۰/۶۵	۰/۳۵
دی کلسیم فسفات	X <sub>11</sub>	۰/۱۴	۱/۴	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۶/۸۳	۰/۹۵
آب	X <sub>12</sub>	۰/۱۱	۱/۱۳	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۲۵	۰/۰۲
ضد عفونی	X <sub>13</sub>	۰/۲۶	۱/۲۳	۰/۲۶ <sup>ns</sup>	۲۵/۹۷	۲۵/۹۷
R <sup>2</sup>		۰/۹۳				
Durbin Watson		۱/۹۷				
RTC		۲/۴۱				

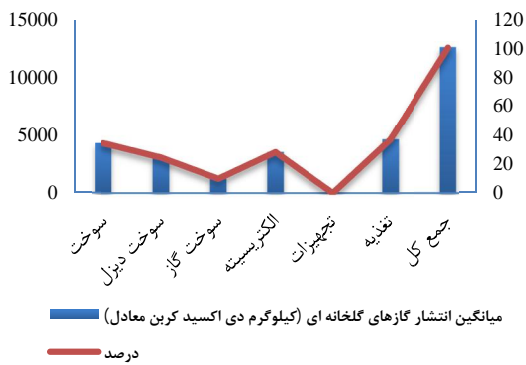
آمد و به دلیل آنکه چون نزدیک به ۲ است خودهمبستگی وجود ندارد. مقدار R<sup>2</sup> برای انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم برابر ۰/۸۳ و برای انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر برابر ۰/۸۸ به دست آمد.

#### انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرغ گوشتی

بر اساس نتایج مطالعه (شکل ۲) میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید مرغ گوشتی در استان کرمانشاه برابر ۱۲۵۶۲/۴۹ (کیلوگرم دی‌اکسید معادل) به دست آمد. بیشترین سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای در این تحقیق با ۴۶۶۴ (کیلوگرم دی‌اکسید معادل) در تولید مرغ گوشتی برابر ۳۷/۱۲ درصد مربوط به تغذیه بوده است.

همچنین سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از سوخت و الکتریسیته به ترتیب برابر با ۳۴/۵۲ و برابر ۲۸/۳۲ (کیلوگرم دی‌اکسید معادل) برآورد شد که دومین و سومین رتبه را از نظر انتشار در بین نهاده‌ها به خود اختصاص داده است. در پژوهش‌های مشابه برای تولید محصول ذرت در تهران، نهاده‌های ماشین‌ها و سوخت،

ضرایب رگرسیونی انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم (مدل ۲) و انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر (مدل ۳) بر اساس معادلات (۱۱) و (۱۲) مقادیر بهره‌وری متوسط و نهایی در جدول ۶ نشان داده شده است. بر این اساس انرژی مستقیم با ضریب بتای غیراستاندارد ۰/۰۸ در منطقه در سطح ۵ درصد و انرژی غیرمستقیم با ضریب ۰/۲۲ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. اثر انرژی‌های تجدیدپذیر با ضریب بتای غیراستاندارد ۰/۴۵ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. در ادامه اثر انرژی‌های تجدیدناپذیر با ضریب بتای غیراستاندارد -۰/۲۷ اثر معنی‌داری نشان ندادند، در نتیجه انرژی‌های غیرمستقیم بیشتر از انرژی‌های مستقیم و انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر از انرژی‌های تجدیدناپذیر بر عملکرد مرغداری‌ها تأثیر می‌گذارند. مقدار دوربین-واتسون<sup>۱</sup> در منطقه برای انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم برابر ۱/۹۳ و برای انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر برابر ۱/۹۷ به دست



شکل ۲- میزان نشر گازهای گلخانه‌ای در تولید مرغ گوشتی به ازای (۱۰۰۰ مرغ) در کرمانشا

برای تولید گندم در اصفهان نهاده‌های الکتریسیته و کودهای شیمیایی، برای تولید سیب‌زمینی در اصفهان و نهاده‌های کودهای شیمیایی و سوخت دیزل و برای تولید پنبه در البرز، نهاده‌های ماشین‌ها و سوخت دیزل به‌عنوان نهاده‌هایی با بیشترین انتشار گازهای گلخانه‌ای گزارش شد. (Pishgar-Komleh et al.) 2011b, Khoshnevisan (et al., 2013)

جدول ۶- نتایج برآورد اقتصادسنجی و تحلیل حساسیت انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر

MPP	APP	P-Value	آماره T	ضرایب رگرسیون	متغیرها
Model (2): $LN I_t = \beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + e_t$					
۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴*	۲/۱۲	۰/۰۸	انرژی مستقیم
۰/۰۰۱	۰/۰۶	۰/۰۱**	۲/۶۷	۰/۲۲	انرژی غیرمستقیم
				۰/۸۳	R <sup>2</sup>
				۱/۹۳	Durbin Watson
Model (3): $LN I_t = \gamma_0 + \gamma_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + e_t$					
۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰/۰۳*	۲/۲۷	۰/۴۵	انرژی تجدیدپذیر
-۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۹ <sup>ns</sup>	-۱/۳۳	-۰/۲۷	انرژی تجدیدناپذیر
				۰/۸۸	R <sup>2</sup>
				۱/۹۷	Durbin Watson

### نتیجه‌گیری

۹۵۳۱۳۹ مگاژول گاز و گازوئیل برای گرم کردن مرغداری و لزوم کاهش هزینه استفاده از این منابع، می‌توان از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی در گرمایش سالن‌ها استفاده کرد. با توجه به وجود کود و فضولات در واحدهای مرغداری، تولید و استفاده از سوخت بیوگاز می‌تواند گزینه مناسبی باشد. همچنین برق مصرفی تجهیزات سهم قابل توجهی (۷۹۰۷۰/۵ مگاژول) را به خود اختصاص داده‌است که هزینه معادل آن با توجه به شرایط فصلی می‌تواند مقادیر بالایی را اختیار کند، لذا برای کاهش این هزینه و همچنین عواقب زیست محیطی ناشی از استفاده این منبع، می‌توان از منابع تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی استفاده کرد که بسیار مفیدتر است. فضولات و کود حاصله را که خروجی مرغداری محسوب می‌شود می‌توان به‌صورت مستقیم وارد فرآیند تهیه

باتوجه به نتایج حاصل از بررسی مصرف انرژی و شاخص‌های کارایی انرژی در این مطالعه، مشخص شد که در واحدهای موردنظر انرژی مصرفی بیش از میزان تولیدشده است. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق از نهاده‌های ورودی در واحدهای مرغداری، سوخت مصرفی با سهم ۵۹/۱۷ درصدی از انرژی ورودی بیشترین اهمیت و جیره غذایی مصرفی با ۲۷/۸۵ درصد در رتبه بعدی قرار گرفت. مصرف بیش از حد انرژی و بهره‌وری پایین از طرف دیگر باعث می‌شود خسارت‌های جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست وارد شود. با مدیریت در مصرف سوخت با استفاده از سامانه‌های گرمایشی مناسب با بازدهی بالا و مصرف سوخت کمتر می‌توان میزان مصرف سوخت را بطور چشمگیری کاهش داد. با توجه به مصرف بیش از

3. Alrwis, K. N. and Francis, E. 2003. Technical efficiency of broiler farms in the central region of Saudi Arabia. *Res. Bult*, 116: 5-34.
  4. Amed, S. Mesri, T. and Rafee, SH. 2013. Evaluation of energy consumption indices for broiler chickens breeding in Ardabil region. First National Agricultural and Sustainable Natural Resources Conference. Tehran. Iran. 1-9 (in Farsi)
  5. Atilgan, A. and Koknaroglu, H. 2006. Cultural energy analysis on broilers reared in different capacity poultry houses. *Italian Journal of Animal Science*, 5(4): 393-400.
  6. Banaeian, N. and Zangeneh, M. 2011. Modeling energy flow and economic analysis for walnut production in Iran. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 3(3): 194-201.
  7. Baradaran, V. and Ghodsi, Y. 2018. Productivity and Efficiency Analysis of Poultry Products in Iran Provinces. *Animal Sciences Journal*, 30(117): 77-94.
  8. Berg, J. M. Tymoczko, J. L. and Stryer, L. 2002. *Biochemistry*. 5th Ed. New York. W. H. Freeman. 243 p.
  9. 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. *Arch. Anim Nutr*, V(57): 27-38.
  10. Cochran, W. G. 1977. *Sampling Techniques*. Third edition, John Wiley. New York. USA.
  11. Dyer, J. A. and Desjardins, L. 2006. Carbon dioxide emissions associated with the manufacturing of tractors and farm machinery in Canada. *Biosystems Engineering*, 93: 107-118.
  12. Ebadzadeh, H. R. Ahmadi, K. Mohamadnia-Afrozi, SH. Abbas-Taghani, R. Abbasi, M. and Yari Sh. 2016 *Agricultural Statistics*. Ministry of Agriculture Jihad. 403 p. (in Farsi)
  13. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2016. FAOSTAT. Available from: <http://faostat.fao.org>.
  14. Fattahi, S. Mansouri, M. and Khodavaishi, H. 2013. A Case Study about the Role of Insurance in Khoy Poultry Production Industry. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 44(4): 657-664. (in Farsi)
  15. Hajkova, J. 2007. Cobb- Douglas production function: The case of a converging economy. *Czech Economics and Finance*, 9: 465-476.
  16. Hatirli S. A. Ozkan B. and Fert C. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in خوراک در داخل مزرعه نمود تا انرژی نهفته در این منبع به داخل چرخه برگشته و راندمان تولید خوراک را بیشتر نماید. با توجه به فصل داده‌برداری و این‌که جوجه‌ها در معرض تنش گرمایی قرار نگرفته بودند میزان مصرفی منبع آب به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای پایین‌تر از فصول گرم سال بود اما باید در میزان مصرف این نهاده نهایت دقت و برنامه‌ریزی را داشت.
- نتایج حاصل از تحلیل حساسیت نهاده‌های انرژی نشان داد تولید گوشت در واحدهای مرغداری به‌عنوان (متغیر وابسته) تابعی از پارامترهای جوجه، ماشین آلات، سوخت، سویا، ذرت، ویتامین، اسیدهای چرب، نیروی انسانی، الکتریسیته، ضدعفونی آب (متغیرهای مستقل) است. همچنین بر اساس نتایج حاصل از انجام محاسبات با استفاده از تابع کاب- داگلاس ضرایب نهاده‌ها نشان دهنده کشش است که کشش نهاده‌های جوجه، سوخت گاز، نیروی انسانی، ذرت، سویا، مواد معدنی، اسید چرب، دی‌کلسیم‌فسفات، آب و ضدعفونی مثبت و کوچک‌تر از یک و مقدار MP آن‌ها کم‌تر از AP به‌دست آمد، بنابراین مصرف این نهاده‌ها توسط بهره‌برداران واحدهای مرغداری منطقه اقتصادی بوده و در ناحیه دوم تابع تولید قرار گرفتند.
- همچنین در پایان با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق به ویژه بیشتر بودن انرژی مصرفی نسبت به انرژی تولیدی و مسائل زیست‌محیطی مربوطه، بایستی با سیاست‌های حمایتی و تشویقی دولتی نسبت به تامین انرژی مورد نیاز واحدهای مرغداری از طریق منابع تجدیدپذیر اقدام نمود. در این زمینه توصیه می‌شود که در تحقیقی جداگانه امکان‌سنجی استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر اعم از خورشید و باد به‌صورت هیبرید با شبکه و یا منفصل از شبکه مورد بررسی قرار گیرد.

#### منابع

1. Aghkhani, M. H. Ahmadipour, S. Soltan Ali, H. and Rouhani, A. 2018. Investigation of greenhouse gas emissions, energy consumption and citrus production costs: A case study of Mazandaran province. *Journal of Energy Policy and Planning Research*, 4(12): 181-229.
2. Almasi, M. Kiani, M. and Lovaimi, N. 2008. *Principles of agricultural mechanization*. Jangal Press. Tehran. Iran. 308. (in Farsi)

27. Nasseri, A. 2019. Energy use and economic analysis for wheat production by conservation tillage along with sprinkler irrigation. *Science of The Total Environment*, 648: 450-459.
28. Nikkhah, A. Emadi, B. Shabaniyan, F. and Hamzeh-Kalkenari, H. 2014. Energy sensitivity analysis and greenhouse gas emissions for tea production in guilan province, Iran. *Agroecology*, 6(3): 622-633.
29. Overhults, D. G. Pescatore, A. J. Gates, R. S. Jacob. J. P. Miller M. and Earnest J. 2009. House characteristics and energy utilization in poultry houses raising large broilers. *Biosystems and Agricultural Engineering*. University of Kentucky, Lexington, KY. USA.
30. Ozkan, B. Kurklu, A. and Akcaoz, H. 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. *Biomass and Bioenergy*, 26: 89-95.
31. Pishgar-Komleh, S. H. Sefeedpari, P. and Rafiee S. 2011. Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran. *Energy*, 36(10): 5824-5831.
32. Pishgar-Komleh, S. H. Omid, M. and Heidari, M. D. 2013. On the study of energy use and GHG (greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province. *Energy*, 59: 63-71
33. Ramedani, Z. Rafiee, S. and Heidari, M. D. 2011. An investigation on energy consumption and sensitivity analysis of soybean production farms. *Energy*, 36: 6340-6344.
34. Risse, M. Das, K. C. Worley, J. and Thompson, S. 2007. Poultry litter an energy source. Department of Biological and Agricultural Engineering, University of Georgia, Athens. USA.
35. 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)
36. Sainz, R. D. 2003. Livestock-environment initiative fossil fuels component: Framework for calculating fossil fuel use in livestock systems. Home page address: [www.fao.org](http://www.fao.org).
37. Shabanzadeh, M. Esfanjari Kenari, R. and Rezai A. 2016. Investigating the energy pattern of tomato production in Khorasan Razavi province. *Journal of Agricultural Machinery*, 6(2): 524-536.
38. Soltanali, H. Emadi, B. Rohani, A. Khojastehpour, M. and Nikkhah, A. 2016. Optimization of energy consumption in milk greenhouse tomato production. *Renewable Energy*, 31: 427-38.
17. Heidari, M. D. Omid, M. and Akram A. 2011a. Energy efficiency and econometric analysis of boiler production farms. *Energy*, 36: 6536-6541.
18. Heidari, M. D. Omid, M. and Akram, A. 2011b. Application of Artificial Neural Network for Modeling Benefit to Cost Ratio of Broiler Farms in Tropical Regions of Iran. *Research Journal of Applied Science, Engineering and Technology*. 3(6): 546-552.
19. Heidari, M. D. Omid, M. and Akram A. 2013. Energy consumption and effects of chicks and type of ventilation system on energy efficiency of broiler chickens in Yazd province. *Iranian Journal of Agricultural Machinery Technology Journal*, 1: 33-39. (in Farsi)
20. Khoshnevisan, B. Rafiee, S. Omid, M. and Mousazadeh H. 2013. Developing an artificial neural networks model for predicting output energy and GHG emission of strawberry production. *International Journal of Applied Operational Research*, 3(4): 43-54.
21. Kitani, O. 1999. *CIGR Handbook of Agricultural Engineering*. Vol. 5. Energy and Biomass Engineering. ASAE publication, St Joseph, MI. 330 p.
22. Kizilaslan, H. 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat province of Turkey. *Applied Energy*, 86: 1354-1358.
23. Masomi, E. and Shahvali, M. 2014. Providing a solution to the challenges of the poultry industry using the experimental learning method. *Second National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources*. Tehran. Iran. (In Farsi)
24. Naghibzadeh, SH. Javadi, A. Rahmati, H and Mehranzadeh, M. 2010. Evaluation of energy consumption used to grow poultry in northern Khuzestan. 6th Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. Karaj. Iran. 1-9 (In Farsi)
25. Nargesi, B. Gholami Parashkouhi, M. Rashidi, M. and Ghahderijani, M. 2015. Evaluate energy measures in poultry management using data envelopment analysis (Case study: Alborz Province). *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 4(2): 29-51. (in Farsi)
26. Najafi Anari, S. Khademolhosaini, N. Jazayeri, K. and Mirzadeh K. 2008. Evaluation of energy efficiency in broiler chickens in Ahvaz. *Fifth National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization*. Mashhad. Iran. 1-8 (in Farsi)

- production units through integration of DEA approach and sensitivity analysis. Iranian Journal of Applied Animal Science, 6(1): 15-29. (in Farsi)
39. Zand, S. Omid, M. and Khanali, M. 2015. Comparison of energy consumption and efficiency of Broiler chicken units of Alborz province. 9th Congress of Agricultural Machinery Engineering (Mechanics of Bio-System) and Mechanization. Karaj. Iran. (in Farsi)