

## Modeling of Energy Consumption Trend and Economic-Environmental Indexes Assessment of Broiler Production (Case Study: Khorramabad County)

MOVAHED SEPAHVAND<sup>1</sup>, HOSSEIN MOBLI<sup>2\*</sup>, MOHAMMAD SHARIFI<sup>3</sup>, MAJID KHANALI<sup>4</sup>

1. Ph.D. Student, Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
  2. Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
  3. Associate Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
  4. Associate Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
- (Received: Jan. 14, 2019- Revised: March. 5, 2019- Accepted: Apr. 10, 2019)

### ABSTRACT

This research was conducted to modeling of energy consumption trend and economic- environmental indexes assessment of broiler production in Khorramabad County. The data were collected through interviews and questionnaires for a growing period of 2015. According to results, the total average of input and output energies were obtained 163699.27, 26730.64 MJ/1000Birds, respectively The Cobb-Douglas function results showed that the effects all inputs were positive on the yield. The results of the sensitivity analysis showed that an increase of 1 MJ in energy inputs of human labor, equipment, fossil fuel, feed and electricity will lead to an additional increase in yield by 0.388, 0.055, 0.009, 0.016 and 0.006 kg, respectively. The benefit to cost ratio 1.21 was determined. The indexes of global warming potential, acidification and eutrophication for production of 1 ton live weight were estimated to be 5272.7 kg CO<sub>2</sub>-eq, 62.56 kg SO<sub>2</sub>-eq and 22.56 kg PO<sub>4</sub>-eq respectively.

**Keywords:** Life cycle assessment, Cobb-Douglas function, Energy sensitivity analysis, Economic indexes, broiler.

## مدل سازی روند مصرف انرژی و ارزیابی شاخص های اقتصادی - زیست محیطی در تولید مرغ گوشتی (مطالعه موردی: شهرستان خرم آباد)

موحد سپهوند<sup>۱</sup>، حسین مبلی<sup>۲\*</sup>، محمد شریفی<sup>۳</sup> و مجید خانعلی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
  ۲. استاد، گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
  ۳. دانشیار، گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
  ۴. دانشیار، گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- (تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۴ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۲/۱۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱/۲۱)

### چکیده

تحقیق حاضر به منظور مدل سازی روند مصرف انرژی و ارزیابی شاخص های اقتصادی - زیست محیطی در تولید مرغ گوشتی شهرستان خرم آباد صورت گرفته است. اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسش نامه و مصاحبه حضوری برای یک دوره پرورش در سال ۹۵-۱۳۹۴ جمع آوری شد. بر اساس نتایج، متوسط کل انرژی های ورودی و خروجی به ترتیب ۱۶۳۶۹۹/۲۷ و ۲۶۷۳۰/۶۴ مگاژول به ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ محاسبه شد. نتایج استفاده از تابع کاب- داگلاس نشان داد که تأثیر تمامی نهاده های انرژی بر عملکرد مثبت بود. تحلیل حساسیت نشان داد، با افزایش یک مگاژول در انرژی ورودی نهاده های نیروی انسانی، تجهیزات، سوخت، خوراک مصرفی و الکتریسیته، عملکرد به ترتیب ۰/۳۸۸، ۰/۰۵۵، ۰/۰۰۹، ۰/۰۱۶ و ۰/۰۰۶ کیلوگرم افزایش می یابد. نسبت فایده به هزینه ۱/۲۱ تعیین شد. شاخص های پتانسیل گرمایش جهانی، اسیدی شدن و اختناق دریاچه ای به ترتیب ۵۲۷۲/۷ کیلوگرم کربن دی اکسید معادل، ۶۲/۵۶ کیلوگرم گوگرد دی اکسید معادل و ۲۲/۵۶ کیلوگرم فسفات معادل به ازای یک تن وزن مرغ زنده محاسبه شد.

**واژه های کلیدی:** ارزیابی چرخه زندگی، تابع کاب- داگلاس، تحلیل حساسیت انرژی، شاخص های اقتصادی، مرغ گوشتی.

### مقدمه

صنعت طیور یکی از بزرگترین و توسعه یافته ترین صنایع موجود در کشور است. گسترش و توسعه این صنعت با افزایش روزافزون جمعیت، افزایش سطح درآمد و رفاه مردم و به دنبال آن افزایش تقاضا برای گوشت سفید، به منظور تأمین نیازهای پروتئینی امری ضروری به نظر می رسد (Dashti et al., 2012). صنعت مرغداری در کشورهای توسعه یافته دنیا، در سال های اخیر با بهره گیری از فناوری های جدید پیشرفت قابل توجهی در جهت مدیریت مصرف انرژی و کاهش هزینه های تولید داشته است. اما در کشور ایران، واحدهای پرورش طیور با وجود توسعه بسیار مناسب در زمینه کمی، به لحاظ کیفی پیشرفت چندانی نداشته است. این امر باعث افزایش هزینه تولید و ایجاد مشکلات عدیده برای شاغلین این صنعت گردیده است. از سوی دیگر، صنعت مرغداری در کشور

به عنوان یکی از بخش های پرمصرف انرژی در بخش کشاورزی معرفی شده است. با توجه به بحران انرژی و ادامه روند آن در سال های آتی، لزوم بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی و کاهش آن در صنعت مرغداری به شدت مورد تأکید قرار گرفته است. از این رو، مطالعات متعددی در زمینه بررسی مصرف انرژی در مرغداری ها در ایران و جهان صورت گرفته است که در ادامه به چند نمونه اشاره شده است. در تحقیق بر روی مصرف انرژی در واحدهای تولید مرغ گوشتی استان یزد انرژی ورودی و خروجی به ترتیب ۲۲۴/۱۱ و ۲۷/۴۶ گیگاژول به ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ گزارش شد. افزون بر این، با تخمین رابطه بین انرژی های ورودی و عملکرد با استفاده از تابع کاب داگلاس، تأثیر انرژی نهاده های خوراک مصرفی، سوخت و الکتریسیته بر روی عملکرد در سطح یک درصد مثبت و معنادار اعلام شد (Heidari et al., 2011).

نهاده‌های انرژی، ارزیابی اقتصادی و برآورد میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید مرغ گوشتی در شهرستان خرم‌آباد صورت گرفت.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت منطقه

شهرستان خرم‌آباد به عنوان مرکز استان لرستان با وسعتی حدود ۴۹۰۰ کیلومترمربع بین ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است، که حدود ۳۰ درصد از واحدهای مرغداری استان در آن واقع شده است (۹۳ واحد) لذا میتواند سهم بسزایی در مصرف انرژی و ارزیابی شاخص‌های اقتصادی-زیست محیطی استان داشته باشد. اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از واحدهای پرورش مرغ گوشتی فعال در شهرستان خرم‌آباد برای یک دوره جوجه‌ریزی در فصل زمستان با روش نمونه‌گیری تصادفی جمع‌آوری گردید. زمان جمع‌آوری داده‌ها برای این مطالعه از اوایل بهمن ۱۳۹۴ شروع شد تا اواخر اسفند همان سال ادامه داشت. برای تعیین حجم نمونه از فرمول آماری پیشنهاد شده توسط کوکران استفاده شد (Cochran, 1997):

$$n = \frac{Nt^2S^2}{Nd^2 + t^2S^2} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن n حجم نمونه، N حجم جامعه یا تعداد کل واحدهای فعال پرورش مرغ گوشتی شهر خرم‌آباد (۹۳ واحد)، t ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t-استیودنت به دست می‌آید. S انحراف معیار جامعه و d دقت احتمالی مطلوب است. با استفاده از رابطه (۱) حجم نمونه ۴۸ واحد به دست آمد، به همین منظور اطلاعات لازم از ۴۸ مرغدار شهرستان خرم‌آباد در قالب پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری جمع‌آوری گردید. برای محاسبه انرژی معادل هر یک از نهادها و ستانده‌ها، میزان مصرف هر یک از آن‌ها در هر ارز انرژی معادل هر نهاد (جدول ۱) ضرب گردید. در این تحقیق نهاده‌های جوجه، نیروی انسانی، تجهیزات، سوخت فسیلی (گازوییل و گاز طبیعی)، خوراک مصرفی و الکتریسیته به‌عنوان نهاده‌های ورودی و عملکرد گوشت مرغ و کود بستر به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ نیز به‌عنوان ستانده در نظر گرفته شد.

### شاخص‌های انرژی

پس از تعیین میزان انرژی‌های ورودی و خروجی تولید مرغ گوشتی در خرم‌آباد برای تحلیل بهتر جریان انرژی، شاخص‌های انرژی از طریق روابط ۲ تا ۵ محاسبه گردید (Kitani, 1999; Kaab et al., 2019a,b).

$$\text{نسبت انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (MJ/1000bird)}}{\text{انرژی ورودی (MJ/1000bird)}} \quad (\text{رابطه ۲})$$

تحقیقی دیگر، Amid et al (2015) به بررسی مصرف انرژی و هزینه‌های تولید مرغ گوشتی در شهرستان خلخال با انتخاب ۱۰ مرغداری پرورش مرغ گوشتی پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که نهاده سوخت با ۶۴/۱۳ درصد بیشترین سهم را از انرژی مصرفی در واحدها داشته است. آن‌ها شاخص‌های نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی را به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۰۲ کیلوگرم بر مگاژول به‌دست آوردند. در این مطالعه نسبت سود به هزینه برای تولید مرغ گوشتی ۱/۱۲ محاسبه شد. در بررسی اثرات زیست‌محیطی سناریوهای مختلف پرورش مرغ گوشتی فرانسوی و برزیلی با استفاده از روش ارزیابی چرخه زندگی، نتایج نشان داد مرحله تولید خوراک بیشترین تأثیر را در اکثر شاخص‌های زیست‌محیطی به ویژه تغییرات آب و هوا دارد که متوسط تأثیر آن در چهار سامانه مورد بررسی بیشتر از ۷۰ درصد بوده است. در این مطالعه مهم‌ترین عامل آسیب‌زا، مصرف سوخت‌های فسیلی و حمل و نقل عنوان شده است (Dasilva et al., 2014). همچنین در تحقیقی که بر روی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید مرغ گوشتی در شهرستان ورامین انجام شد، میزان متوسط انرژی مصرفی ۹۴/۷۸ گیگاژول به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ محاسبه شد. در این مطالعه شاخص نسبت انرژی ۰/۲۶ و نسبت فایده به هزینه ۱/۱۳ برآورد شد. در این تحقیق مقدار سه شاخص زیست‌محیطی پتانسیل گرمایش جهانی، اسیدی شدن و اختناق دریاچه‌ای به ترتیب ۱۳۸۹/۸۵ کیلوگرم کربن دی‌اکسید معادل، ۲۹/۵۸ کیلوگرم گوگرد دی‌اکسید معادل و ۱۱/۰۲ کیلوگرم فسفات معادل محاسبه شد. همچنین براساس نتایج، بیشترین میزان آلاینده‌گی در شاخص‌های اثر مسمومیت آب‌های آزاد، تخلیه منابع آلی، اسیدی شدن و اختناق دریاچه‌ای گزارش شده است (Kalhor et al., 2016). در تحقیقی که بر روی مصرف انرژی و کاهش اثرات زیست‌محیطی در تولید مرغ گوشتی استان اصفهان انجام شده است انرژی ورودی و خروجی به‌ترتیب ۱۵۰/۸۲ و ۲۵/۳۶ گیگاژول به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ گزارش شده است. همچنین مقدار شاخص‌های پتانسیل گرمایش جهانی، اسیدی شدن و اختناق دریاچه‌ای به‌ترتیب ۵۷۸۲/۳۸ کیلوگرم کربن دی‌اکسید معادل، ۳۵/۷۵ کیلوگرم گوگرد دی‌اکسید معادل و ۹/۸۸ کیلوگرم فسفات معادل محاسبه شد (Payandeh et al., 2017). با توجه به اینکه از تعداد کل واحدهای فعال پرورش مرغ گوشتی در استان لرستان (سال ۱۳۹۴) حدود ۳۰ درصد واحدها (۹۳ واحد) در شهرستان خرم‌آباد واقع شده است، همچنین اهمیت مدیریت صحیح و بهینه‌سازی مصرف انرژی در واحدهای مرغداری و لزوم اجرای تحقیقات متنوع در این حوزه در مناطق مختلف کشور، این پژوهش جامع با اهداف سیر مصرف انرژی، مدل‌سازی و تحلیل حساسیت

انرژی نهاده‌های تولید در فعالیت‌های کشاورزی را می‌توان به دو گروه عمده انرژی مستقیم و انرژی غیرمستقیم تقسیم نمود. در این مطالعه انرژی مستقیم شامل انرژی حاصل از نیروی انسانی، سوخت‌ها، همچنین انرژی غیرمستقیم شامل انرژی‌های حاصل از جوجه، ماشین‌ها و تجهیزات و خوراک مصرفی می‌باشد.

$$\text{رابطه (۳)} \quad \text{بهره وری انرژی} = \frac{\text{عملکرد (kg/1000bird)}}{\text{انرژی ورودی (MJ/1000bird)}}$$

$$\text{رابطه (۴)} \quad \text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (MJ/1000bird)}}{\text{عملکرد (kg/1000bird)}}$$

$$\text{رابطه (۵)} \quad \text{انرژی (MJ/1000bird) ورودی} - \text{انرژی (MJ/1000bird) خروجی} = \text{افزوده خالص انرژی}$$

جدول ۱. هم‌ارز انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها در تولید مرغ گوشتی

منبع	هم‌ارز انرژی (MJ/unit)	واحد	نهاده/ستانده
<b>نهاده‌ها</b>			
Najafi Anari <i>et al.</i> (2008)	۱۰/۳۳	kg	جوجه
<b>سوخت</b>			
Karpenter (2014)	۳۶/۴	l	گازوئیل
Karpenter (2014)	۳۸/۳	m <sup>3</sup>	گاز طبیعی
Sharifi (2018)	۱/۹۶	h	نیروی انسانی
Pishgar-Komleh <i>et al.</i> (2013)	۱۱/۹۳	kWh	الکتریسیته
<b>خوراک مصرفی</b>			
Rezaei Shirmard <i>et al.</i> (2012)	۱۴/۷	kg	ذرت
Atilgan & Hayati (2006)	۱۲/۰۶	kg	سویا
Amid & Mesri. (2016)	۱۳/۷	kg	گندم
Atilgan & Hayati (2006)	۱۰	kg	دی کلسیم فسفات
<b>تجهیزات</b>			
Chauhan <i>et al.</i> (2006)	۶۲/۷	kg	فولاد
Chauhan <i>et al.</i> (2006)	۶۴/۸	kg	موتور الکتریکی
Kittle (1993)	۴۶/۳	kg	پلی اتیلن
<b>ستانده‌ها</b>			
Celik (2003)	۱۰/۳۳	kg	گوشت مرغ
Kizilaslan (2009)	۰/۳	kg	کود مرغ

ورودی است، برای تأثیر انرژی‌های ورودی بر تولید گوشت مرغ معادله را می‌توان به فرم رابطه (۸) بسط داد:

(رابطه ۸)

$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln x_1 + \alpha_2 \ln x_2 + \alpha_3 \ln x_3 + \alpha_4 \ln x_4 + \alpha_5 \ln x_5 + e_i$   
 که  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) نشان‌دهنده انرژی‌های ورودی برای نیروی انسانی ( $x_1$ )، تجهیزات ( $x_2$ )، سوخت ( $x_3$ )، خوراک مصرفی ( $x_4$ ) و الکتریسیته ( $x_5$ ) است.

برای تحلیل میزان تغییر در خروجی با توجه به میزان تغییر در ورودی‌ها از نرخ بازگشت به مقیاس استفاده شده است. این شاخص از طریق جمع کردن ضرایب رگرسیونی به دست آمده محاسبه می‌شود. در تابع تولید کاب-داگلاس اگر مجموع ضرایب (بازگشت به مقیاس) بزرگتر از واحد باشد، به معنای افزایش بازگشت به مقیاس است و اگر این پارامتر کمتر از واحد باشد به معنای کاهش بازگشت به مقیاس استفاده شده و اگر نتیجه واحد باشد نشان دهنده بازگشت ثابت به فرض مقیاس است (Shaghozayi & Nadi, 2016).

بهره‌وری فیزیکی حاشیه‌ای یک نهاده عبارت است از

### مدل‌سازی انرژی

در این مطالعه برای تعیین رابطه میان انرژی ورودی و عملکرد جهت ارائه یک مدل برای پیش‌بینی‌های مورد نیاز، از تابع تولید کاب-داگلاس استفاده شد. تابع تولید کاب-داگلاس به‌واسطه ویژگی امکان جایگزینی بین عوامل در جریان تولید و مناسب بودن فرم تابعی آن بسیار مورد توجه قرار گرفته و به‌طور گسترده-ای برای نشان دادن ارتباط میان نهاده‌ها و محصول تولیدی استفاده می‌شود (Sharifi, 2018; Soltanali *et al.*, 2013).

در رابطه (۶) و (۷) فرم عمومی تابع تولید کاب-داگلاس ارائه شده است.

$$\text{رابطه (۶)} \quad Y = F(x) \exp(u)$$

$$\text{رابطه (۷)} \quad \ln Y_i = a + \sum_{j=1}^n \alpha_j \ln(X_{ij}) + e_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

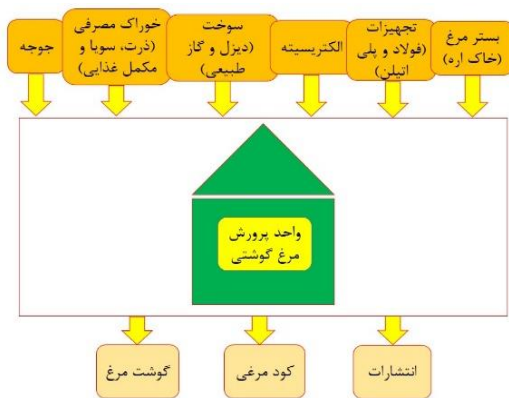
که  $Y_i$  نشان دهنده گوشت مرغ تولید شده  $i$  ام؛  $X_{ij}$  خصیصه ورودی‌های استفاده شده در فرآیند تولید؛  $\alpha_j$  ضرایب رگرسیون نهاده‌های انرژی ورودی؛  $a$  و  $e_i$  به ترتیب ضریب ثابت و ضریب خطا هستند. با فرض اینکه عملکرد تابعی از انرژی‌های

### ارزیابی چرخه زندگی (LCA)

روش ارزیابی چرخه زندگی مورد استفاده در این تحقیق به دنبال مراحل مشخص شده توسط استاندارد ISO 14040 استوار می-باشد. بر اساس این استاندارد، هر پروژه ارزیابی چرخه زندگی دارای چهار مرحله الزامی است: تعریف هدف و دامنه، تحلیل سیاهه، ارزیابی اثرات چرخه زندگی و تفسیر نتایج (Khanali & Hosseinzadeh-Banbafha, 2017; Kouchaki-Penchah *et al.*, 2016a,b).

### مرحله اول: تعیین هدف و دامنه

اولین گام در روش ارزیابی چرخه زندگی، بیان هدف و مشخص کردن واحد کارکردی و تعیین مرز سامانه است (Khanali & Hosseinzadeh-Banbafha, 2017). در این مطالعه، هدف بررسی اثرات زیست محیطی گروه‌های تأثیر (شاخص‌ها) مختلف در تولید مرغ گوشتی به منظور شناسایی مراحل و منابع مهم در چرخه زندگی محصول بر اساس یک تن وزن مرغ زنده صورت گرفته است. همچنین مرز سامانه از ابتدای تولید نهاده‌ها (ماده خام) تا مرحله تولید مرغ گوشتی و شامل تمام ورودی‌ها (جوجه، خوراک مصرفی (ذرت، سویا و مکمل غذایی)، سوخت (دیزل و گاز طبیعی)، الکتریسیته (اینلن)، تجهیزات (فولاد و پلی اتیلن) و بستر (خاک اره)) و خروجی‌ها (گوشت مرغ و کود) می‌باشد.



شکل ۱. مرزهای سامانه تولید مرغ گوشتی

### مرحله دوم: تحلیل سیاهه

در این مرحله، میزان مصرف نهاده‌ها تعیین و بر حسب واحد کارکردی محاسبه می‌شود. نتیجه اصلی این مرحله، ارائه فهرست ورودی‌ها (مواد و انرژی) و خروجی‌ها (انتشار به محیط زیست) به ازای واحد کارکردی می‌باشد (Guinee *et al.*, 2002). در این تحقیق برای محاسبه میزان انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی غیرمستقیم ناشی از تولید نهاده‌ها از پایگاه داده EcoInvent

افزایش بر اثر کاربرد یک واحد اضافی از آن نهاده در صورتی که بقیه نهاده‌ها ثابت باشند. در این پژوهش از بهره‌وری فیزیکی حاشیه‌ای (MPP) بر اساس پاسخ ضرایب نهاده‌ها، برای ارزیابی آنالیز حساسیت نهاده‌های انرژی بر تولید گوشت مرغ استفاده شد. بر اساس این روش بهره‌وری نهایی یک نهاده عبارت است از نسبت تغییرات عملکرد به تغییرات آن نهاده. مقدار مثبت MPP هر عامل نشان می‌دهد که عملکرد نهایی با افزایش آن نهاده افزایش می‌یابد، برعکس مقدار منفی MPP یک عامل نشان می‌دهد که اضلفه شدن نهاده با تأثیر منفی بر تولید همراه است، یعنی تولید کمتر با نهاده بیشتر. مقدار MPP نهاده‌های مختلف با استفاده از رابطه (۹) محاسبه شد (Royan *et al.*, 2012).

$$MPP_{X_{ij}} = \frac{GM(Y)}{GM(X_{ij})} \times \alpha_{ij} \quad (\text{رابطه ۹})$$

در این رابطه،  $MPP_{X_{ij}}$  مقدار بهره‌وری فیزیکی حاشیه‌ای به ازای نهاده  $X_{ij}$ ،  $GM(Y)$  میانگین هندسی تولید گوشت مرغ و  $GM(X_{ij})$  میانگین هندسی نهاده انرژی ورودی است. در این مرحله داده‌های خام استخراج شده از پرسش‌نامه‌ها وارد نرم‌افزار Excel 2013 شدند، سپس با استفاده از نرم‌افزار Eviews 3.0 تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام شد.

### شاخص‌های اقتصادی

مهم‌ترین شاخص‌هایی که در بررسی وضعیت اقتصادی واحد تولیدی مورد بررسی قرار گرفتند در ادامه ذکر شده‌اند (Heidari *et al.*, 2011).

سود خالص: برابر با تفاضل کل هزینه‌ها از درآمد کل است. (رابطه ۱۰)

$$\text{سود خالص} = \left( \frac{\text{ریال}}{\text{قطعه ۱۰۰۰}} \right) - \left( \frac{\text{ریال}}{\text{قطعه ۱۰۰۰}} \right) \text{درآمد کل}$$

نسبت فایده به هزینه: عبارت است از نسبت درآمد کل به هزینه کل که با عنوان عملکرد اقتصادی هم بیان می‌شود. (رابطه ۱۱)

$$\text{نسبت فایده به هزینه} = \frac{\left( \frac{\text{ریال}}{\text{قطعه ۱۰۰۰}} \right) \text{درآمد کل}}{\left( \frac{\text{ریال}}{\text{قطعه ۱۰۰۰}} \right) \text{هزینه کل}}$$

بهره‌وری اقتصادی: برابر با نسبت عملکرد بر هزینه کل است.

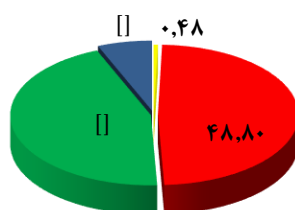
$$\text{بهره‌وری اقتصادی} = \frac{\text{عملکرد محصول (کیلوگرم / قطعه ۱۰۰۰)}}{\left( \frac{\text{ریال}}{\text{قطعه ۱۰۰۰}} \right) \text{هزینه کل}} \quad (\text{رابطه ۱۲})$$

۴۴/۴۴ درصد از انرژی ورودی به خوراک مصرفی به‌عنوان دومین نهاد انرژی بر با میانگین مصرف ۵۴۳۳/۳۸ کیلوگرم به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ و انرژی معادل ۷۲۷۵۲/۹۵ مگاژول، اختصاص داشت. انرژی الکتریسیته نیز با مصرف ۸۶۱/۹۶ کیلووات ساعت به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ که معادل ۱۰۲۸۳/۱۸ مگاژول انرژی است، ۶/۲۸ درصد از انرژی ورودی را به خود اختصاص داده است. سهم انرژی سایر نهاده‌ها (جوجه، نیروی انسانی و تجهیزات) از انرژی ورودی کمتر از ۱ درصد برآورد گردید. پیش از این نیز در مطالعاتی که بر روی سیر مصرف انرژی در پرورش مرغ گوشتی صورت گرفته، نهاده‌های سوخت و خوراک مصرفی بیشترین مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند (Zand et al., 2015; Payandeh et al., 2017; Heidari et al., 2011; Amid et al., 2016; Sadrnia et al., 2017). ستانده‌ها در واحدهای پرورش مرغ گوشتی، گوشت مرغ و کود بستر می‌باشند. در این تحقیق مقادیر متوسط گوشت مرغ و کود بستر تولیدی به ترتیب ۲۵۳۷/۹۵ و ۱۷۱۲/۰۶ کیلوگرم به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ برآورد شد.

جدول ۲. مقدار متوسط نهاده‌ها و ستانده‌ها به همراه محتوای انرژی آن‌ها در تولید مرغ گوشتی (MJ/(1000bird))

درصد (%)	انرژی معادل	مقدار نهاده	واحد	نهاده/ستانده
۰/۲۹	۴۷۰/۳۲	۴۵/۵۳	kg	نهاده‌ها
				جوجه
				سوخت
۴۴/۰۵	۷۲۱۰۶/۹۴	۱۹۸۰/۹۶	l	گازوئیل
۴/۷۵	۷۷۶۵/۳۳	۲۰۲/۷۵	m <sup>3</sup>	گاز طبیعی
۴۴/۴۴	۷۲۷۵۲/۹۵	۵۴۳۳/۳۸	kg	خوراک
۰/۰۸	۱۳۷/۶۹	۷۰/۲۵	h	نیروی انسانی
۶/۲۸	۱۰۲۸۳/۱۸	۸۶۱/۹۶	kWh	الکتریسیته
۰/۱۱	۱۸۲/۸۶	۲/۸۲	kg	تجهیزات
				ستانده‌ها
۹۸	۲۶۲۱۷/۰۲	۲۵۳۷/۹۵	kg	گوشت مرغ
۲	۵۱۳/۶۲	۱۷۱۲/۰۶	kg	کود مرغ

در شکل ۲ سهم هر یک از نهاده‌ها از کل انرژی ورودی تولید مرغ گوشتی در شهرستان خرم‌آباد به صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۲. سهم هر یک از نهاده‌ها از کل انرژی ورودی تولید مرغ گوشتی

برای محاسبه میزان انتشار آلاینده‌ها ناشی از مصرف نهاده‌ها، از روابط استاندارد ارائه شده توسط هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوا و پایگاه داده EcoInvent استفاده شده است (IPCC, 2006).

### مرحله سوم: ارزیابی اثرات چرخه زندگی

در این مرحله اثرات بالقوه ناشی از مصرف منابع محیطی و تولید آلاینده‌ها بر انسان و طبیعت ارزیابی می‌گردد. در واقع هدف از ارزیابی چرخه زندگی تفسیر بیشتر داده‌های سیاهه چرخه زندگی است. بر اساس دستورالعمل ISO 14044، ارزیابی اثرات چرخه زندگی از سه مرحله تشکیل شده است: انتخاب دسته اثر و طبقه‌بندی، نرمال‌سازی و وزن‌دهی (ISO, 2006). در این مطالعه روش ارزیابی اثرات زیست‌محیطی بر اساس مدل CML2 baseline V3.01/world 2000 (موجود در نرم‌افزار SimaPro 8.0.4) انجام شد. بر این اساس، ۱۱ گروه اثر شامل تقلیل منابع غیرآلی، تقلیل منابع فسیلی، اسیدی شدن، اختناق دریاچه‌ای، گرمایش جهانی، نقصان لایه ازن، مسمومیت انسان‌ها، مسمومیت آب‌های سطحی، مسمومیت آب‌های آزاد، مسمومیت خاک و اکسیداسیون فتوشیمیایی در واحدهای تولید مرغ گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

### نتایج و بحث

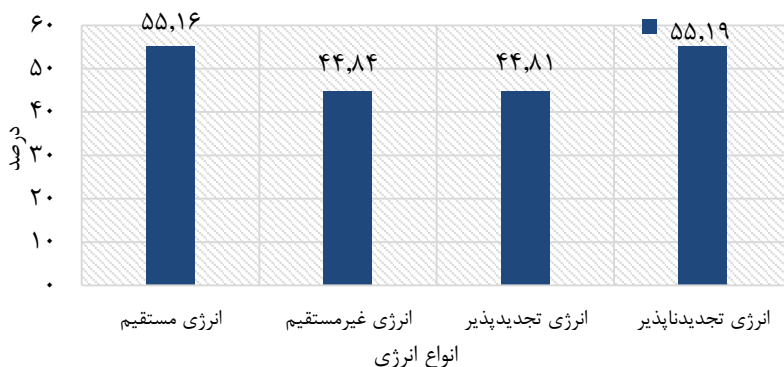
نتایج این تحقیق نشان داد که متوسط کل انرژی ورودی و خروجی در یک دوره پرورش مرغ گوشتی به ترتیب برابر ۱۶۳۶۹۹/۲۷ و ۲۶۷۳۰/۶۹ مگاژول به‌ازای هزار قطعه مرغ بوده است. در جدول ۲ میزان نهاده‌های مصرفی، محتوای انرژی آن‌ها و همچنین درصد مصرف هر یک از نهاده‌ها ارائه شده است. نتایج نشان داد نهاده سوخت مصرفی با ۴۸/۸ درصد (گازوئیل و گاز طبیعی به ترتیب ۴۴/۰۵ و ۴/۷۵ درصد) و انرژی معادل ۷۹۸۷۲/۲۷ مگاژول به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه بیشترین سهم را در بین نهاده‌های انرژی ورودی داشته است. لازم به ذکر است که در واحدهای پرورش مرغ گوشتی مورد بررسی در شهرستان خرم‌آباد حدود ۸۸ درصد واحدها از گازوئیل و ۱۲ درصد آنها از گاز طبیعی به عنوان سوخت برای گرمایش استفاده کرده‌اند. بعد از سوخت،

(*al.*, 2017) و یزد (Heidari *et al.*, 2011) به ترتیب ۰/۰۱۵، ۰/۰۱۶ و ۰/۰۱ کیلوگرم بر مگاژول، همچنین شاخص شدت انرژی برای مناطق اشاره شده به ترتیب ۷۱/۱۶، ۵۹/۵ و ۸۶/۳ مگاژول بر کیلوگرم گزارش شد. افزوده خالص انرژی ۱۳۶۹۶۸/۶۳- مگاژول بر ۱۰۰۰ قطعه مرغ به دست آمد که نشان می دهد در تولید مرغ گوشتی انرژی از دست رفته است. در جدول ۳ همچنین مقدار هر یک از انواع انرژی شامل انرژی مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تولید مرغ گوشتی ارائه شده است. همچنین بر اساس شکل ۳ درصد انرژی مستقیم و انرژی غیرمستقیم مصرفی به ترتیب برابر با ۵۵/۱۶ و ۴۴/۸۴ برآورد شده است. همان طور که مشخص است سهم انرژی های مستقیم به- مراتب بیشتر از انرژی های غیرمستقیم است. دلیل این مورد استفاده مصرف بالای نهاده های سوخت و الکتریسیته که جزء انرژی های مستقیم هستند، می باشد. همچنین ۵۵/۱۹ درصد از کل انرژی های مصرفی انرژی های تجدیدناپذیر و ۴۴/۸۱ از انرژی های مصرفی تجدیدپذیر بود.

جدول ۳ مقادیر شاخص ها و اشکال مختلف انرژی در واحدهای تولید مرغ گوشتی را نشان می دهد. در این تحقیق شاخص نسبت انرژی برای واحدهای تولید مرغ گوشتی ۰/۱۶ به دست آمد. این نسبت مشخص می کند که به ازای هر یک مگاژول انرژی ورودی ۰/۱۶ مگاژول انرژی تولید شده است. مقدار نسبت انرژی در واحدهای تولید مرغ گوشتی در استان های البرز (Zand *et al.*, 2015)، اصفهان (Payandeh *et al.*, 2017)، اردبیل (Amid *et al.*, 2016)، یزد (Heidari *et al.*, 2011) و شهرستان مشهد (Sadrmia *et al.*, 2017) به ترتیب ۰/۱۵، ۰/۱۶، ۰/۱۶، ۰/۱۳ و ۰/۲ گزارش شد. شاخص بهره وری انرژی سامانه ۰/۰۱۵ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد که نشان می دهد به ازای مصرف هر یک مگاژول انرژی حدود ۰/۰۱۵ کیلوگرم گوشت مرغ تولید شده است. شدت انرژی در این تحقیق ۶۴/۵ مگاژول بر کیلوگرم محاسبه شد که نشان می دهد به ازای تولید هر یک کیلوگرم گوشت مرغ، ۶۴/۵ مگاژول انرژی مصرف می شود. بهره وری انرژی در واحدهای تولید مرغ گوشتی در استان های البرز (Zand *et al.*, 2015)، اصفهان (Payandeh *et al.*)

جدول ۳. شاخص ها و اشکال انرژی در واحدهای تولید مرغ گوشتی

شاخص ها و اشکال انرژی	واحد	مقدار	درصد (%)
نسبت انرژی	-	۰/۱۶	
بهره وری انرژی	(kg/MJ)	۰/۰۱۵	
شدت انرژی	(MJ/kg)	۶۴/۵	
افزوده خالص انرژی	MJ/(1000bird)	-۱۳۶۹۶۸/۶۳	
انرژی مستقیم	MJ/(1000bird)	۹۰۲۹۳/۱۴	۵۵/۱۶
انرژی غیرمستقیم	MJ/(1000bird)	۷۳۴۰۶/۱۳	۴۴/۸۴
انرژی تجدیدپذیر	MJ/(1000bird)	۷۳۳۶۰/۹۶	۴۴/۸۱
انرژی تجدیدناپذیر	MJ/(1000bird)	۹۰۳۳۸/۳۱	۵۵/۱۹



شکل ۳. سهم اشکال انرژی در واحدهای تولید مرغ گوشتی

(OLS) استفاده شد. خودهمبستگی برای داده ها در این تحقیق با استفاده از آزمون آماری دوربین- واتسون آزموده شد. مقدار

برای بررسی ارتباط بین نهاده های انرژی و تولید گوشت مرغ، تابع تولید کاب- داگلاس به روش حداقل مربعات معمولی

(*et al.*, 2011). مقدار عددی شاخص نرخ بازگشت به مقیاس برای مدل ۱ که از جمع کردن ضرایب رگرسیونی به دست آمد، ۰/۷۹ محاسبه شد. بدین معنا که با افزایش یک درصدی در انرژی تمام نهاده‌های مصرفی، تولید گوشت مرغ معادل ۰/۷۹ درصد افزایش می‌یابد. مقادیر پایین‌تر از واحد نرخ بازگشت به مقیاس، دلالت بر کاهش بازگشت به مقیاس را دارد. نتایج تحلیل حساسیت نهاده‌های انرژی نشان داد که با افزایش یک مگاژول در انرژی نهاده‌های نیروی انسانی، تجهیزات، سوخت، خوراک مصرفی و الکتریسیته، عملکرد به ترتیب ۰/۳۸۸، ۰/۰۵۵، ۰/۰۰۹، ۰/۰۱۶ و ۰/۰۰۶ کیلوگرم افزایش می‌یابد.

عددی آماره دوربین- واتسون برای مدل ۱ معادل ۱/۸۱ بود. همچنین مقدار آماره ضریب تبیین ( $R^2$ ) برای این مدل ۰/۹۶ محاسبه شد که نشان می‌دهد ۹۶ تغییرات در نهاده‌های انرژی توسط مدل قابل تبیین است. نتایج رگرسیون برای مدل ۱ نشان داد که تأثیر انرژی نهاده‌های خوراک مصرفی و سوخت به ترتیب با ضرایب رگرسیونی ۰/۴۶۳ و ۰/۲۸۸ بر تولید گوشت مرغ در شهرستان خرم‌آباد در سطح یک درصد مثبت و معنادار بود (جدول ۴). همچنین در تحقیقی دیگر تأثیر انرژی نهاده‌های خوراک مصرفی، سوخت و الکتریسیته به ترتیب با ضرایب رگرسیونی ۰/۶۲، ۰/۱۶ و ۰/۱۳ بر تولید مرغ گوشتی در استان یزد در سطح یک درصد مثبت و معنادار گزارش شد (Heidari

جدول ۴. نتایج ارزیابی اقتصادی سنجی اثر نهاده‌های انرژی مصرفی در تولید مرغ گوشتی

متغیرها	ضریب رگرسیونی	آماره t (t-Ratio)	MPP
مدل (۱)	$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln x_1 + \alpha_2 \ln x_2 + \alpha_3 \ln x_3 + \alpha_4 \ln x_4 + \alpha_5 \ln x_5 + e_i$		
نیروی انسانی	۰/۰۲۱	۰/۴۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۸۸
تجهیزات	۰/۰۰۴	۰/۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۵۵
سوخت	۰/۲۸۸	۴/۱۵ <sup>**</sup>	۰/۰۰۹
خوراک	۰/۴۶۳	۴/۷۰ <sup>**</sup>	۰/۰۱۶
الکتریسیته	۰/۰۲۳	۰/۳۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۶
دوربین- واتسون	۱/۸۱		
ضریب تبیین ( $R^2$ )	۰/۹۶		
نرخ بازگشت به مقیاس	۰/۷۹		

ns: غیرمعنادار \*\*: معنادار در سطح ۱ درصد

تجدیدناپذیر به ترتیب ۰/۰۰۹، ۰/۰۱۶، ۰/۰۱۶ و ۰/۰۰۹ بود. این نشان می‌دهد که افزایش یک مگاژول از هر کدام از انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر منجر به افزایش تولید گوشت مرغ به ترتیب ۰/۰۰۹، ۰/۰۱۶، ۰/۰۱۶ و ۰/۰۰۹ کیلوگرم می‌شود. مقدار نرخ بازگشت به مقیاس برای هر دو مدل ۲ و ۳ برابر با ۰/۷۹ بود. این نشان می‌دهد در تولید گوشت مرغ روند نرخ بازگشت به مقیاس کاهش می‌یابد. همچنین آماره دوربین واتسون که خودهمبستگی آن در مدل تخمین زده شده، معنادار نیست.

ضرایب رگرسیون انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر همگی در سطح آماری ۱ درصد و معنادار بود. ضرایب رگرسیونی انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر (جدول ۵ و ۶) به ترتیب ۰/۳۱۴، ۰/۴۷۵، ۰/۴۷۵ و ۰/۳۱۴ محاسبه شد. این نشان می‌دهد همه اشکال انرژی بر تولید گوشت مرغ تأثیر مثبت دارد، همچنین اثر انرژی‌های غیر مستقیم و تجدیدناپذیر در تولید گوشت مرغ بیشتر است. MPP انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و

جدول ۵. نتایج ارزیابی اقتصادی سنجی اثر نهاده‌های انرژی مستقیم و غیرمستقیم در تولید مرغ گوشتی

متغیرها	ضریب رگرسیونی	آماره t (t-Ratio)	MPP
مدل (۲)	$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln DE + \beta_2 \ln IDE$		
انرژی مستقیم	۰/۳۱۴	۷/۴۲ <sup>**</sup>	۰/۰۰۹
انرژی غیرمستقیم	۰/۴۷۵	۶/۰۴ <sup>**</sup>	۰/۰۱۶
دوربین- واتسون	۱/۷۸		
ضریب تبیین ( $R^2$ )	۰/۹۶		
نرخ بازگشت به مقیاس	۰/۷۹		

ns: غیرمعنادار \*\*: معنادار در سطح ۱ درصد



جدول ۶. نتایج ارزیابی اقتصادی سنجی اثر نهاده‌های انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تولید مرغ گوشتی

متغیرها	ضریب رگرسیونی	آماره t (t-Ratio)	MPP
مدل (۳)	$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln RE + \alpha_2 \ln IRE + e_i$		
انرژی تجدیدپذیر	۰/۴۷۵	۶/۰۵**	۰/۰۱۶
انرژی تجدیدناپذیر	۰/۳۱۴	۷/۴۴**	۰/۰۰۹
دوربین- واتسون	۱/۷۸		
ضریب تبیین (R <sup>2</sup> )	۰/۹۶		
نرخ بازگشت به مقیاس	۰/۷۹		

ns: غیرمعنادار \*\*\*: معنادار در سطح ۱ درصد

### تحلیل شاخص‌های اقتصادی

شهرستان خرم‌آباد به لحاظ اقتصادی از وضعیت نسبتاً مناسبی برخوردار هستند. مقدار شاخص عملکرد اقتصادی در واحدهای تولید مرغ گوشتی در استان‌های البرز (Zand et al., 2015)، یزد (Heidari et al., 2011) و شهرستان خلخال (Amid et al., 2016) به ترتیب ۱/۱۵، ۱/۳۸ و ۱/۱۲ گزارش شد.

جدول ۷. هزینه نهاده‌ها و سهم هر کدام از هزینه کل در واحدهای تولید مرغ گوشتی

هزینه نهاده‌ها	مقدار (۱۰۰۰ قطعه مرغ/هزار ریال)	درصد (%)
هزینه ثابت	۳۵۴۱/۶۶	۳/۶
هزینه متغیر	۹۴۸۴۲/۴۶	۹۶/۴
جوجه	۱۰۹۸۲/۵۰	۱۱/۱۷
سوخت	۶۱۷۶/۰۴	۶/۲۸
الکتریسیته	۳۰۱/۶۸	۰/۳
خوراک	۶۹۹۸۱/۹۴	۷۱/۱۳
نیروی کاری	۳۱۵۲/۵	۳/۲
واکسیناسیون	۴۰۶۶/۷	۴/۱۳
بستر	۱۸۱/۱	۰/۱۹
هزینه کل	۹۸۳۸۴/۱۲	۱۰۰

جدول ۷ هزینه نهاده‌ها و سهم هر کدام از هزینه کل در واحدهای تولید مرغ گوشتی را نشان می‌دهد. هزینه‌های ثابت، متغیر و کل تولید مرغ گوشتی در شهرستان خرم‌آباد به ترتیب ۳۵۴۱/۶۶، ۹۴۸۴۲/۴۶ و ۹۸۳۸۴/۱۲ هزار ریال به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ محاسبه شد. نتایج نشان داد که خوراک مصرفی و بستر با ۷۱/۱۳ و ۰/۱۹ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین سهم از هزینه کل تولید مرغ گوشتی را به خود اختصاص دادند.

در جدول ۸ شاخص‌های اقتصادی در تولید مرغ گوشتی نشان داده شده است. طبق نتایج درآمد کل حاصل از تولید مرغ گوشتی با توجه به قیمت فروش گوشت مرغ و کود بستر به ترتیب ۱۱۷۳۸۰/۱۸ و ۲۱۸۲/۸۸ هزار ریال به‌ازای ۱۰۰۰ قطعه مرغ محاسبه شد. سود خالص که از تفاضل هزینه کل از درآمد کل به‌دست می‌آید ۲۱۱۷۸/۹۴ هزار ریال بر ۱۰۰۰ قطعه مرغ برآورد شد که نشان‌دهنده سوددهی این واحدها بوده است. عملکرد اقتصادی (نسبت فایده به هزینه) در تولید مرغ گوشتی ۱/۲۱ می‌باشد که نشان‌گر این است که واحدهای تولید مرغ گوشتی در

جدول ۸. شاخص‌های اقتصادی در تولید مرغ گوشتی (۱۰۰۰ قطعه)

شاخص	واحد	گوشت مرغ	کود بستر
عملکرد	کیلوگرم	۲۵۳۷/۹۵	۱۷۱۲/۰۶
قیمت فروش	ریال بر کیلوگرم	۴۶۲۵۰	۱۲۷/۵
درآمد کل	هزار ریال	۱۱۷۳۸۰/۱۸	۲۱۸۲/۸۸
هزینه کل	هزار ریال	۹۸۳۸۴/۱۲	
سود خالص	هزار ریال	۲۱۱۷۸/۹۴	
قیمت تمام شده	ریال بر کیلوگرم	۳۸۷۶۵	
بهره‌وری اقتصادی	کیلوگرم بر میلیون ریال	۲۵/۷۹	۱۷/۴
نسبت فایده به هزینه	-	۱/۲۱	

### تحلیل شاخص‌های زیست‌محیطی

آن در واحدهای مرغداری، مورد مطالعه قرار گرفت. محاسبات بر اساس یک تن وزن مرغ زنده در واحدهای پرورش مرغ گوشتی انجام شد. شاخص‌های زیست‌محیطی محاسبه شده برای تولید

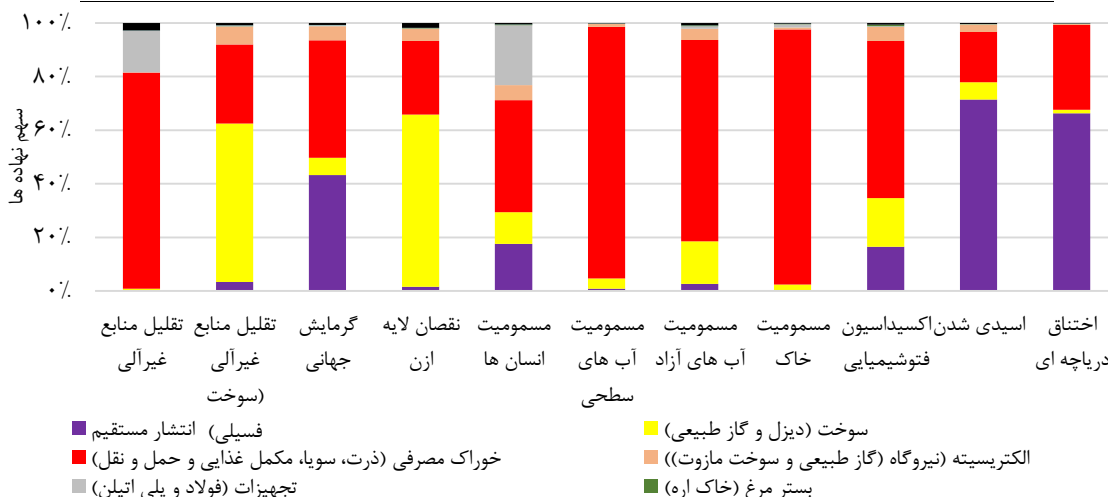
به منظور ارزیابی زیست‌محیطی تولید مرغ گوشتی، چرخه زندگی این محصول از مرحله استخراج مواد اولیه تا پایان دوره پرورش

بیشترین سهم را در گرمایش جهانی تولید مرغ گوشتی داشته‌اند. پتانسیل گرمایش جهانی برای واحدهای پرورش مرغ گوشتی در کشورهای آمریکا (Cederberg et al., 2009) و سوئد (Verg et al., 2009) به ترتیب ۱۴۰۰ و ۱۳۵۰ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن معادل یه‌ازای یک تن وزن مرغ زنده گزارش شده است. نهاده خوراک مصرفی در گروه‌های اثر تخلیه منابع غیرآلی، مسمومیت انسان‌ها، مسمومیت آب‌های سطحی، مسمومیت آب‌های آزاد، مسمومیت خاک و اکسیداسیون فتوشیمیایی به ترتیب با ۸۰/۵، ۴۹/۵، ۹۳/۷، ۷۵/۱، ۹۵/۱ و ۵۸/۵ درصد از انتشار کل بیشترین تأثیر را داشته است. استفاده از سوخت‌های فسیلی در مرحله تولید محصولات کشاورزی ذرت و سویا به عنوان مهم‌ترین عامل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در مرحله تهیه خوراک مصرفی گزارش شد (Nielsen et al., 2011). همچنین سوخت فسیلی در گروه‌های اثر تخلیه منابع غیرآلی و نقصان لایه ازن به ترتیب با ۵۹ و ۸۳/۸ درصد از انتشار کل بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است.

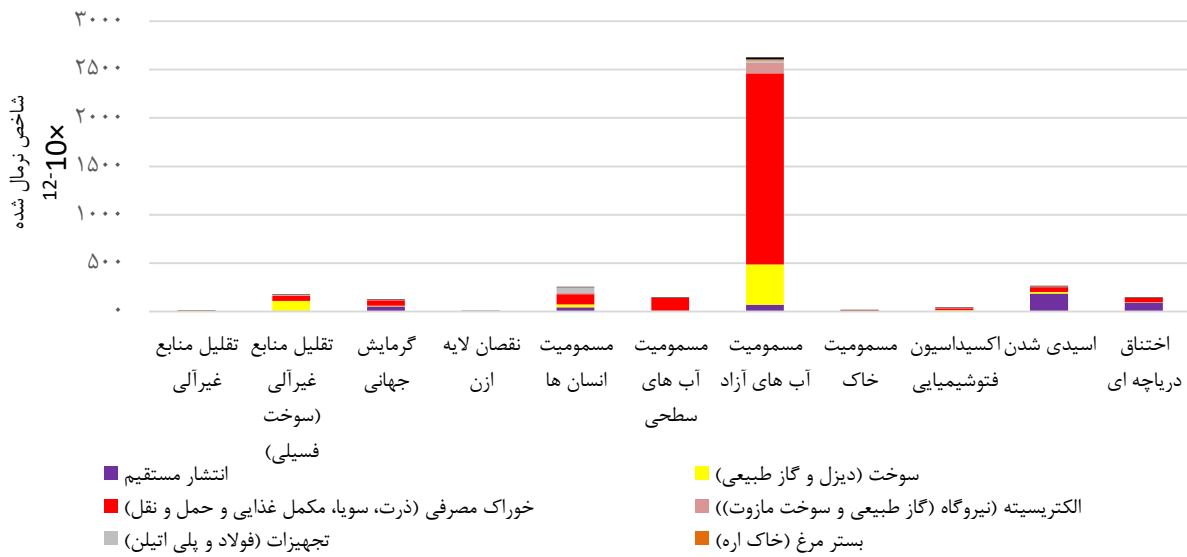
مرغ گوشتی در جدول ۹ ارائه شده است. بر اساس نتایج، مقدار شاخص‌های گرمایش جهانی، اسیدی شدن و اختناق دریاچه‌ای به ترتیب  $52727 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$ ،  $6256 \text{ kg SO}_2 \text{ eq}$  و  $2256 \text{ kg PO}_4 \text{ eq}$  برآورد شده است. این مقادیر برای واحدهای پرورش مرغ گوشتی در فرانسه به ترتیب  $2216 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$ ،  $287 \text{ kg SO}_2 \text{ eq}$  و  $138 \text{ kg PO}_4 \text{ eq}$  گزارش شده است (Dasilva et al., 2014). در تمامی گروه‌های اثر به جز اسیدی شدن و اختناق دریاچه‌ای مقادیر انتشار غیرمستقیم بیشتر از انتشار مستقیم می‌باشد، عمده دلیل بیشتر بودن مقادیر انتشار مستقیم (داخل مرغداری) از انتشار غیرمستقیم در گروه‌های اثر اختناق دریاچه‌ای و اسیدی شدن به دلیل انتشار گوگرد دی‌اکسید ناشی از احتراق سوخت-های فسیلی (گازوییل و گاز) و انتشار آمونیاک از کود مرغی تولیدی می‌باشد. در شکل ۴ منابع ایجاد گرمایش جهانی و سایر شاخص‌های زیست‌محیطی به تفکیک نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، خوراک مصرفی و سوخت فسیلی (به‌ویژه گازوییل) به ترتیب با ۴۳/۷ و ۳۴/۳ درصد از انتشار کل

جدول ۹. شاخص‌های زیست‌محیطی تولید یک تن وزن مرغ زنده گوشتی

گروه اثر	واحد	کل	انتشار مستقیم	انتشار غیرمستقیم
تقلیل منابع غیرآلی	kg Sb eq	۰/۰۰۱۸	۰	۰/۰۰۱۸
تقلیل منابع غیرآلی (سوخت‌های فسیلی)	MJ	۶۶۹۲۲/۴۶۲	۲۲۶۸/۵۱	۶۴۵۶۳/۹۵۲
گرمایش جهانی	kg CO <sub>2</sub> eq	۵۲۷۲۲/۶۹۷	۲۲۸۲/۱	۳۹۹۰/۵۹۷
نقصان لایه ازن	kg CFC-11 eq	۰/۰۰۰۷	۰	۰/۰۰۰۷
مسمومیت انسان‌ها	kg 1,4-DB eq	۶۵۰/۱۷۶	۱۱۴/۰۸۳	۵۳۶/۰۹۳
مسمومیت آب‌های سطحی	kg 1,4-DB eq	۳۴۳/۵۷۶	۲/۷	۳۴۰/۸۷۶
مسمومیت آب‌های آزاد	kg 1,4-DB eq	۵۰۹۱۷۰/۹۹	۱۳۶۳۰/۲۴۶	۴۹۵۵۴۰/۷۴۴
مسمومیت خاک	kg 1,4-DB eq	۱۴/۴۶	۰/۰۴	۱۴/۴۲
اکسیداسیون فتوشیمیایی	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	۱/۳۵۱	۰/۲۲۲	۱/۱۲۹
اسیدی شدن	kg SO <sub>2</sub> eq	۶۲/۵۶	۴۴/۶۹۸	۱۷/۸۶۲
اختناق دریاچه‌ای	kg PO <sub>4</sub> eq	۲۲/۵۶	۱۴/۹۶۳	۷/۵۹۷



شکل ۴. سهم نهاده‌های مختلف در شاخص‌های زیست‌محیطی تولید یک تن وزن مرغ زنده با روش CML2 baseline



شکل ۵. مقدار آلاینده‌های زیست‌محیطی برای تولید یک تن وزن مرغ زنده با روش CML2 baseline نرمال شده

سوخت می‌باشد. نتایج تحلیل اقتصادی نشان داد که خوراک مصرفی و بستر با ۷۱/۱۳ و ۰/۱۹ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین سهم از هزینه کل تولید مرغ گوشتی را به خود اختصاص داده‌اند. عملکرد اقتصادی (نسبت فایده به هزینه) در تولید مرغ گوشتی ۱/۲۱ می‌باشد که نشانگر این است که واحدهای تولید مرغ گوشتی در شهرستان خرم‌آباد به لحاظ اقتصادی از وضعیت نسبتاً مناسبی برخوردار هستند. برای بررسی ارتباط بین نهاده‌های انرژی و تولید مرغ گوشتی مقدار عددی آماره دوربین-واتسون (مدل ۱) معادل ۱/۸۱ بود، همچنین مقدار آماره ضریب تبیین ( $R^2$ ) برای این مدل ۰/۹۶ محاسبه شد که نشان می‌دهد ۹۶ درصد تغییرات در نهاده‌های انرژی توسط مدل قابل تبیین است. نتایج ارزیابی زیست‌محیطی نشان داد در تمامی گروه‌های اثر به جز اسیدی شدن و اختناق دریاچه‌ای مقادیر انتشار غیرمستقیم بیشتر از انتشار مستقیم می‌باشد. همچنین نهاده خوراک مصرفی در گروه‌های اثر تخلیه منابع غیرآلی، مسمومیت انسان‌ها، مسمومیت آب‌های سطحی، مسمومیت آب‌های آزاد، مسمومیت خاک و اکسیداسیون فتوشیمیایی بیشترین تأثیر را در انتشار آلاینده‌ها داشته است. از جمله راهکارهای کاهش میزان انتشار آلاینده‌ها در واحدهای تولید مرغ گوشتی کاهش میزان مصرف سوخت‌های فسیلی در مرحله تولید محصولات مورد استفاده در خوراک مصرفی (ذرت، سویا) همچنین استفاده از سوخت‌های پاک و تجدیدپذیر به جای سوخت‌های فسیلی در محیط مرغداری است.

هدف از نرمال‌سازی امکان مقایسه شاخص‌های مختلف با هم و وزن‌دهی برای ارائه کل مقدار آسیب زیست‌محیطی ایجاد شده می‌باشد. در شکل ۵ مقادیر آلاینده‌های زیست‌محیطی تولید یک تن وزن مرغ زنده به صورت نرمال نشان داده شده است. نتایج نرمال‌سازی نشان می‌دهد که مقدار کل آلاینده‌های زیست-محیطی برای تولید یک تن وزن مرغ زنده  $3817/2 \times 10^{-12}$  است که از این مقدار  $3337/5 \times 10^{-12}$  مربوط به فرآیند تولید نهاده‌ها و  $479/72 \times 10^{-12}$  مربوط به مصرف نهاده‌ها می‌باشد. مسمومیت آب‌های آزاد ( $2627/3 \times 10^{-12}$ ) بیشترین میزان آلاینده‌گی را به خود اختصاص داده است که خوراک مصرفی مهم‌ترین عامل ایجاد آن می‌باشد و تولید سوخت در جایگاه بعدی قرار دارد. بعد از این گروه اثر، شاخص‌های اسیدی شدن و مسمومیت انسان‌ها دارای بیشترین میزان آلاینده‌گی زیست‌محیطی بوده‌اند. با توجه به اینکه شاخص‌های فوق‌الذکر بر روی سلامت انسان و تخریب اکوسامانه مؤثرند، باید از انتشار آن‌ها به شدت جلوگیری کرد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد نهاده سوخت مصرفی با ۴۸/۸ (گازوئیل و گاز طبیعی) به ترتیب با ۴۴/۰۵ و ۴/۷۵ درصد و خوراک مصرفی با ۴۴/۴۴ درصد از انرژی ورودی بیشترین سهم را در بین نهاده‌ها داشته است. از جمله دلایل مصرف بالای سوخت فسیلی در واحدهای تولید مرغ گوشتی منطقه برودت هوا، تهویه نامناسب، استفاده از وسایل گرمایشی با بازدهی پایین، عدم عایق-بندی مناسب سالن‌های پرورش و مدیریت نادرست استفاده از

### REFERENCES

Alrwis, K.N. & Francis, E. (2003). Technical efficiency of broiler farms in the central region of Saudi

Aradia. *Research Bulletin*. 116, 5-34

Amid, S. & Mesri Gundoshmian, T. (2016). Modelling

- energy efficiency in broiler production using multilayer perception artificial neural network approach (Case study: Ardabil province). *Animal Production Research*. 5(2), 73-85. (In Farsi).
- Amid, S., Mesri-Gundoshmian, T., Rafiee, S. & Shahgoli, G. (2015). Energy and economic analysis of broiler production under different farm sizes. *Elixir Agriculture*. 78, 29688-29693.
- Atilgan, A. & Hayati, K. (2006). Cultural energy analysis on broilers reared in different capacity poultry houses. *Ital. Journal of Animal Science*. 5, 393-400.
- Cederberg, C., Flysjo, A., Sonesson, U., Sund, V. & Davis, J. (2009). Greenhouse Gas Emissions from Swedish Consumption of Meat, Milk and Eggs 1990 and 2005. SIK Report 793. Goteborg: *The Swedish Institute for Food and Biotechnology*.
- 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. *Archive of Animal Nutrition*. 57, 27-38.
- Chauhan, N.S., Mohapatra, P.K.J. & Pandey, K.P. (2006). Improving energy productivity in paddy production through benchmarking: an application of data envelopment analysis. *Energy Conversion and Management*. 47, 1063-1085.
- Cochran, W. G. (1997). *Sampling Techniques*, Third Edition. John Wiley & Sons. New York.
- Dashti, G.H., Yavari, S., Pishbahar, E. & Hayati, B. (2012). Effective Factors on the Broiler Farms' Technical Efficiency of the Sonqor-Kolyaee County. *Animal Science Researches*. 21 (3), 84-95. (In Farsi).
- DaSilva, V.P., Van der Werf, H.M., Soares, S.R. & Corson, M.S. (2014). Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: an LCA approach. *Journal of environmental management*. 133, 222-231.
- Guinee, J.B., Gorree, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., deKoning, A. *et al.* (2002). *Handbook on life cycle assessment*. Operational guide to the ISO standards. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Acad. Publ.
- Heidari, M. D., Omid, M. & Akram, A. (2011). Energy efficiency and econometric analysis of broiler production farms. *Energy*. 36 (11), 6536-6541.
- ISO (International Organization for Standardization). (2006). ISO 14044:2006 (E) *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework*.
- Kaab, A., Sharifi, M., Mobli, H., Nabavi-Pelesaraei, A., Chau, K.W. (2019a). Use of optimization techniques for energy use efficiency and environmental life cycle assessment modification in sugarcane production. *Energy*. 181: 1298-1320.
- Kaab, A., Sharifi, M., Mobli, H., Nabavi-Pelesaraei, A., Chau, K.W. (2019b). Combined life cycle assessment and artificial intelligence for prediction of output energy and environmental impacts of sugarcane production. *Science of The Total Environment*. 664: 1005-1019.
- Kalhor, T., Rajabipour, A., Akram, A. & Sharifi, M. (2016). Environmental impact assessment of chicken meat production using life cycle assessment. *Information Processing in Agriculture*. 3, 262-271.
- Karpenter, N. E. (2014). *Chemistry of sustainable energy. 1st Edition, Kindle Edition*. ISBN-13, 978-1466575325.
- Khanali, M. & Hosseinzadeh-Bandbafha, H. (2017). Assessment of the energy flow and environmental impacts of greenhouse production of medicinal plants with life cycle assessment approach- Case study of Aloe vera. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*. 48(3), 361-377. (In Farsi).
- Kitani, O. (1999). CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol. 5. *Energy and Biomass Engineering*. ASAE publication, St Joseph, MI.
- 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.
- Kouchaki-Penchah, H., Sharifi, M., Mousazadeh, H., Zarea-Hosseiniabadi, H. (2016a). Life cycle assessment of medium-density fiberboard manufacturing process in IR Iran. *Journal of Cleaner Production*. 112: 351-358.
- Kouchaki-Penchah, H., Sharifi, M., Mousazadeh, H., Zarea-Hosseiniabadi, H., Nabavi-Pelesaraei, A. (2016b). Gate to gate life cycle assessment of flat pressed particleboard production in Islamic Republic of Iran. *Journal of Cleaner Production*. 112: 343-350.
- Najafi-Anari, S., Khademolhoseini, N., Jazayeri, K. & Mirzade, K. (2008). Assessing of energy efficiency on broiler farm in the Ahvaz zone. *5<sup>th</sup> National conference on agriculture machinery and mechanization*. 26 August 2008, Mashhad, Iran. (In Farsi).
- Nielsen, N.I., Jørgensen, M. & Bahrndorff, S. (2011). Greenhouse Gas Emission from the Danish Broiler Production estimated via LCA methodology. Knowledge center for agriculture.
- Payandeh, Z., Kheirallipour, K., Karimi, M. & Khoshnevisan, B. (2017). Applying data envelopment analysis method for environmental impact reduction in broiler production system. *Energy*, doi: 10.1016/j.energy. 2017. 03. 112.
- Pishgar-Komleh, S. H., Omid, M. & 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.
- Rezaei Shirmard, S.h., Sohrabi, M., Salehi, M. & Rasouli Azar, A. (2012). Analysis of energy consumption Pattern in Corn fields in two different climats (North and South of West Azerbaijan). *Journal of Agricultural science and sustainable production*. 4(1), 201-214. (In Farsi).
- Royan, M., Khojastehpour, M., Emadi, B. & Mobbaker,

- H.G. (2012). Investigation of energy inputs for peach production using sensitivity analysis in Iran. *Energy Conservation and Management*. 64, 441-446.
- Sadrmnia, H., Khojastehpour, M., Aghel, H. & Saiedi, 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.
- Shaghozayi, S. & Nadi, F. (2016). Energy modeling of plum production in Golestan province. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*. 47(3), 541-599. (In Farsi).
- Sharifi, M. (2018). Energy inputs - Yield relationship and cost analysis of melon production in Khorasan Razavi province of Iran. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 11: 109-113.
- Soltanali, H., Emadi, B., Rohani, A. & Khojastehpour, M. (2015). Energy Consumption Modeling and Greenhouse gas Emissions in Dairy farms (Case study: Guilan Province, Iran). *Journal of Rominant Research*. 2(4), 175-193. (In Farsi).
- Verg X.P.C., Dyer, J.A., Desjardins, R.L. & Worth, D. (2009). Long-term trends in greenhouse gas emissions from the Canadian poultry industry. *Journal of Applied Poultry Research*. 18(2), 10-22.
- Zand, S., Omid, M. & Khanali, M. (2015). Energy consumption optimization of broiler farms in Alborz province using data envelopment analysis approach. *7<sup>th</sup> International Conference Emerging Trends and Environment Conservation*. Tehran. ETEC04\_386. (In Farsi).