



## ارزیابی شاخص‌های انرژی در گاوداری‌های گوشتی استان قزوین با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها سروش اصفهانی<sup>\*۱</sup>

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۱۴

### چکیده:

هدف از انجام این تحقیق بررسی و محاسبه شاخص‌های انرژی در گاوداری‌های گوشتی استان قزوین و تعیین میزان کارایی این واحدها در استان قزوین بود. برای انجام این تحقیق پرسشنامه‌هایی تنظیم شد و به صورت حضوری مصاحبه از دامداران به عمل آمد. در مجموع از ۲۰ واحد پرورش گاو گوشتی داده برداری انجام گرفت. به منظور تعیین میزان کارایی گاوداری‌های گوشتی استان قزوین از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) استفاده شد. دوره پروراندی گوساله در استان قزوین معمولاً بین ۱۰ تا ۱۲ ماه است. وزن شروع پروراندی بین ۱۴۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم است و وزن کشتار بین ۴۵۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم می‌باشد. واحدهای بررسی شده شامل ۱۰۱۹ راس گوساله بود. محاسبات برای یک دوره یک ساله پروراندی در سال ۹۴-۱۳۹۳ انجام شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین سهم مصرف انرژی در گاوداری‌های مورد مطالعه، مربوط به خوراک دام بود به نحوی که ۲۲/۴۶۸ گیگا ژول انرژی مصرف شد. بعد از خوراک دام بیشترین مصرف انرژی در گاوداری‌های گوشتی مربوط به سوخت بود که ۵۱/۴۹ گیگا ژول انرژی مصرف شد. نسبت انرژی برای گاوداری‌های مورد مطالعه ۰/۱۵۲، بهره‌وری انرژی ۰/۱۰۱۲ کیلوگرم بر مگاژول و افزوده خالص انرژی ۲۷/۴۰۵-گیگا ژول به دست آمد. از ۲۰ واحد مورد مطالعه در استان، ۴ واحد کارا و ۱۶ واحد دیگر ناکارا بودند. میانگین ناکارایی واحدهای ناکارا در این تحقیق ۸۲/۶۹ بود.

**واژه‌های کلیدی:** گاوداری‌های گوشتی، شاخص‌های انرژی، پروراندی گوساله، تحلیل پوششی داده‌ها

### مقدمه:

آن، از عوامل تعیین کننده میزان مصرف آن در نقاط مختلف جهان می‌باشد.

برای بهینه سازی مصرف انرژی تعیین الگوی مصرف شاخص‌های انرژی و تعیین حد و مرز کمی کاربرد انرژی ورودی مصرفی در گاوداری‌های گوشتی، نهاده‌هایی شامل سوخت، ماشین‌ها، الکتریسیته، خوراک دام و نیروی انسانی و گوشت تولیدی و فضولات بستر به عنوان ستانده به ازای یک راس گاو در نظر گرفته می‌شود.

براساس نتایج طرح میزان تولید گوشت قرمز در کشتارگاه‌های کشور، وزن گوشت قرمز تولیدی انواع دام‌های ذبح شده در کشتارگاه‌های کشور در سال ۱۳۹۲ جمعاً ۳۷۷ هزار تن گزارش شده است که سهم گوشت گاو و گوساله بیش از سایر انواع دام بوده است. سهم گوشت گاو و گوساله با ۱۹۸ هزار تن وزن لاشه حدود ۵۲ درصد، گوسفند و بره با

مهم‌ترین عامل کاهش کارایی و بهره‌وری بیشتر واحدهای گاوداری، ناآشنایی و نیز نبود منابع اطلاعاتی در زمینه شیوه صحیح تغذیه گاو است. اگر برنامه تغذیه، خوراک دادن و مدیریت عمومی در گاوداری‌ها مناسب نباشند، امکان آلوده کردن محیط را دارند.

گوشت گوساله اهمیت خاصی در تامین پروتئین مورد نیاز جامعه دارد. غذا و تغذیه مهمترین مساله در پرورش گاوهای گوشتی می‌باشد. از میان منابع متعدد تامین پروتئین، گوشت و شیر از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند. گوشت قرمز و مصرف به اندازه آن، در سلامت انسان اثر گذار است. درصد پروتئین گوشت گوساله ۲۱ درصد (گوسفند ۲۰ درصد) و چربی آن کمتر از گوشت گوسفند است. گاو نر گوشت لذیذ تری نسبت به گاو ماده دارد. قیمت گوشت و میزان فراوانی

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران: (نویسنده مسئول)  
ushesf@gmail.com



هزار قطعه‌ای واقع در بخش ملاستانی اهواز انرژی‌های ورودی سوخت، الکتریسیته، نیروی انسانی، خوراک دان، و خروجی انرژی وزن ابقا شده در جوجه‌ها و فضولات بستر در نظر گرفته شد. سپس برای ارزیابی کارایی از نسبت خروجی به ورودی استفاده شد. در مطالعه مذکور مشخص شد که جوجه گوشتی برای تولید هر کیلو کالری انرژی بصورت پروتئین به چهار کیلوکالری انرژی نیاز دارد. (نسبت دقیق خروجی به ورودی ۲۳ درصد بود). در حالیکه این نسبت در دیگر حیوانات اهلی بیشتر است. بنابراین طیور کارایی بیشتری در تبدیل انرژی مصرفی دارند. با استفاده از پمپ کالری‌متر مشخص شد هر کیلوگرم فضولات باقیمانده انرژی معادل ۱۶/۸۴ مگاژول دارد. بیشترین انرژی ورودی به ترتیب مربوط به گازوئیل و دان مرغ بود (نجفی اناری و همکاران، ۱۳۸۷).

در بررسی هشتاد واحد گاو شیری در کشور ترکیه با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس (CCR)، ۴۹ درصد واحدها کارا معرفی شدند و نتیجه گرفته شد واحدهای تولیدی کمتر از پنجاه راس دارای ۷۴ درصد کارایی متوسط می‌باشند. در حالی که متوسط کارایی واحدهای پنجاه تا یکصد راس، ۹۵ درصد بوده است.

(Candmir and Koyubenbe, 2006)

گالاناپلوس و همکاران (۲۰۰۶) نیز روش غیر پارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها را برای بررسی درجه کارایی فنی و مقیاس مزارع تجاری پرورش خوک در یونان مورد استفاده قرار داده‌اند. متوسط کارایی فنی در واحدهای مورد بررسی، برابر با ۰/۸۳ به دست آمد که نشان داد ظرفیت بالقوه‌ای برای افزایش کارایی کاربرد نهاده‌ها در مزارع پرورش خوک خانگی وجود دارد.

بررسی انرژی مصرفی در واحدهای پرورش گاو شیری در استان فلاندری کشور بلژیک در بازه‌های زمانی متفاوت، نشان داد که مصرف انرژی مستقیم (شامل گازوئیل، انواع روغن‌ها و الکتریسیته) در مقابل انرژی غیر مستقیم (ماشین‌ها و تجهیزات، خوراک دام و نهاده‌های لازم جهت تولید علوفه) بسیار قابل توجه می‌باشد. در این مطالعه برای انرژی گازوئیل مصرفی سهم بیشتری گزارش شد. (Meul et al., 2007) هدف از این تحقیق، بررسی روند مصرف انرژی در تولید گوشت گاو در استان قزوین می‌باشد. در این تحقیق

۱۳۸ هزار تن (۳۷ درصد)، بز و بزغاله با ۳۳ هزار تن (۹ درصد) و سایر انواع دام‌ها با ۸ هزار تن (۲ درصد) از کل لاشه قابل مصرف بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲).

شاخص‌ها به عنوان ابزاری هستند که امکان مطالعه و مقایسه سیستم‌ها با یکدیگر را فراهم می‌کنند. در مکانیزاسیون کشاورزی سه شاخص مهم انرژی وجود دارد دور حرکت آن را کنترل کرد و انواع عملیات کاشت، داشت و برداشت را به وسیله آن انجام داد.

که امکان شناخت جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی و مقایسه بازدهی انرژی در تولید محصولات مختلف با شیوه‌های متفاوت در مناطق گوناگون با یکدیگر را فراهم می‌کند. این شاخص‌ها شامل نسبت انرژی، بازده خالص انرژی و بهره‌وری انرژی می‌باشند.

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA<sup>۱</sup>) یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی، برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. هدف آن ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده متغیر با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی متغیر است.

در روش DEA واحد، سازمان یا بنگاه تحت بررسی واحد تصمیم‌گیری نامیده می‌شود. بطور کلی واحد تصمیم‌گیری، سازمان یا موجودیتی است که ورودی‌ها را به خروجی تبدیل می‌کند و ارزیابی عملکرد آن مورد نظر است.

فطرس و سلکی (۱۳۸۳) نیز وضعیت کارایی و سود دهی واحدهای پرورش جوجه گوشتی را در استان همدان با بررسی نمونه‌ای متشکل از ۹۲ واحد پرورش دهنده جوجه گوشتی در استان مذکور، مورد بررسی قرار دادند. آنها از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که میانگین کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی تحت شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس، به ترتیب برابر با ۶۴/۴، ۶۵/۳ و ۴۳/۵ درصد بوده است. اختلاف بین بهترین واحد پرورش دهنده با میانگین نمونه برای کارایی اقتصادی، ۶۵/۵ درصد گزارش شده است. همچنین از بین واحدهای مورد بررسی، ۴۸/۳۳ درصد سودده و بقیه زیان‌ده بوده است.

در پژوهشی دیگر، به منظور بررسی میزان کارایی انرژی و میزان مصرف آن در بخش‌های مختلف یک مرغداری ۱۰

<sup>1</sup> Data Envelopment Analysis



نامه با حضور ۲۰ گاودار تکمیل شد. تکمیل پرسش‌نامه‌ها با استفاده از گاوداران تمام نقاط استان قزوین صورت گرفت. برای تکمیل پرسش‌نامه‌ها از ابتدای بهمن تا پایان اردیبهشت سال ۱۳۹۴ زمان صرف شد.

انرژی‌های معادل نهاده‌های ورودی و همچنین گوشت و فضولات بستر گاو از منابع مختلف استخراج شد. با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده توسط پرسش‌نامه‌ها انرژی‌های معادل ورودی هر گاوداری بصورت جداگانه محاسبه شد. سپس برای محاسبه انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها مراحل زیر طی شد و روابطی که در ادامه آمده است استفاده شدند. برای محاسبه انرژی معادل سوخت گاوداری‌ها از رابطه (۱) استفاده شد.

(۱)

$$E_f = F_c \times E_c$$

که در این رابطه:  $E_f$ ، انرژی معادل سوخت مصرفی (مگاژول)،  $F_c$ : میزان سوخت مصرفی (لیتر) و  $E_c$  = محتوی انرژی سوخت دیزل (مگاژول بر لیتر) می‌باشد. برای محاسبه انرژی معادل الکتریسیته هر گاوداری از رابطه (۲) استفاده شد.

(۲)

$$E_{el} = E_{lc} \times E$$

که در این رابطه:  $E_{el}$ ، انرژی معادل الکتریسیته مصرفی (مگاژول) و  $E_{lc}$  = میزان الکتریسیته مصرفی (کیلووات ساعت) و  $E$  = محتوی انرژی الکتریسیته (مگاژول بر کیلووات ساعت) می‌باشد.

برای محاسبه انرژی معادل نیروی کار در گاوداری از رابطه (۳) استفاده شد. انرژی هر کارگر مرد به ازای هر ساعت ۱/۹۶ مگاژول در نظر گرفته شد. شیفت کاری کارگرهای گاوداری دوازده ساعت در شبانه روز است اما بدلیل آنکه کارگرها در تمام شیفت کاری مشغول به کار نمی‌باشند برای هر کارگر روز کار یا شب کار هشت ساعت کار در هر شبانه روز در نظر گرفته شد.

(۳)

$$E_{la} = n_{la} \times h \times e_c$$

که در این رابطه:  $E_{la}$ ، انرژی معادل کارگر (مگاژول) و  $n_{la}$  = تعداد کارگر و  $h$  = ساعت کاری کارگرها در روز (ساعت) و  $e_{la}$  = محتوی انرژی کار کارگری (مگاژول بر ساعت) می‌-

راهکارهایی به منظور افزایش بهره‌وری مصرف انرژی در تولید گوشت گاو با بررسی وضعیت نهاده‌های مصرفی در گاوداری‌ها و تعیین سهم هر یک از نهاده‌های مصرفی، ارزیابی میزان شاخص کارایی انرژی، بررسی میزان کارایی واحدهای گاوداری گوشتی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شده است.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در استان قزوین انجام شد. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از ۲۰ واحد گاوداری گوشتی از طریق پرسشنامه و با مصاحبه حضوری به دست آمد. اطلاعات حاصل از گاوداران وارد نرم افزار Excel شد و توسط نرم افزار GAPS تحلیل شد. گاوداری‌ها از نظر مصرف انرژی و عملکرد تولید مورد ارزیابی قرار گرفته، گاوداری‌های کارا و ناکارا مشخص شده و میزان مصرف نهاده‌های آنها مورد بررسی قرار گرفت.

پارامترهایی که به عنوان ورودی در نظر گرفته شدند، شامل انرژی معادل سوخت، انرژی معادل ماشین‌ها، انرژی معادل خوراک مصرفی، انرژی معادل نیروی کار، انرژی معادل گوساله، انرژی معادل آب مصرفی و انرژی معادل الکتریسیته بودند و به عنوان خروجی، انرژی معادل گوشت و فضولات بستر به DEA داده شدند. پس از استفاده از DEA یک نسبت واحد برای حذف ناکارایی همه ورودی‌ها برای هر گاوداری بدست آمد که نمره ناکارایی نام دارد. با ضرب تمام ورودی‌ها در نمره ناکارایی، ناکارایی گاوداری حذف شده و میزان ورودی‌های کارا به دست آمد. این نوع از ناکارایی که بدون تغییر در نسبت برای پارامترهای هر گاوداری جبران می‌شود ناکارایی تکنیکی نامیده می‌شود. کارایی یک گاوداری نشان می‌دهد که تا چه میزان از نهاده‌ها به طور بهینه برای تولید ستاده‌ها استفاده شده است و به عبارتی نشان دهنده «انجام صحیح کار» است. به این معنی که از کمینه نهاده‌ها بیشینه محصول برداشت شود.

اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از گاوداری‌های ۳ شهرستان ( تاکستان، بویین زهرا و قزوین) واقع در استان قزوین جمع آوری شد. برای جمع آوری اطلاعات موردنیاز این تحقیق از پرسش‌نامه استفاده شد. با مراجعه به گاوداری‌ها و مصاحبه با آنها این پرسشنامه‌ها تکمیل شد. تعداد ۲۰ پرسش



(۸)

$$E_{mn} = W_{mn} \times e_{mn}$$

که در این رابطه:  $E_{mn}$ ، انرژی معادل فضولات بستر (مگاژول) ،  $W_{mn}$  = وزن فضولات بستر تولید شده (کیلوگرم) و  $e_{mn}$  = محتوای انرژی فضولات بستر (مگاژول بر کیلوگرم) می‌باشد.

برای ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی واحدهای تولیدی روش‌های مختلفی وجود دارد که به دو گروه پارامتری و غیرپارامتری تقسیم می‌شوند. در روش‌های پارامتری با استفاده از روش‌های مختلف آماری و اقتصادسنجی، تابع تولید مشخصی تخمین زده می‌شود. سپس با به کارگیری این تابع، نسبت به تعیین کارایی اقدام می‌گردد. روش پارامتریک نیازمند یک تابع ریاضی است که بر اساس آن، با به کارگیری متغیرهای مستقل، متغیر وابسته تخمین زده می‌شود. گروه دوم روش‌های ناپارامتری می‌باشد. مهمترین ویژگی روش‌های ناپارامتری این است که نیاز به توزیع یا شکل خاص ریاضی ندارد. در این وضعیت برای محاسبه کارایی یک واحد سازمانی (واحد j) باید از رابطه (۹) استفاده کرد:

$$j \text{ کارایی واحد} = \frac{\sum_{r=1}^s W_r \frac{O_{rj}}{I_{ij}}}{\sum_{i=1}^m V_i} = \frac{\text{مجموع موزون ستانده ها}}{\text{مجموع موزون نهاده ها}} \quad (9)$$

که در این رابطه:  $W_r$ ، وزن ستانده  $r$  ام،  $O_{rj}$  مقدار ستانده  $r$  ام،  $V_i$  = وزن نهاده  $i$  ام و  $I_{ij}$  = مقدار نهاده  $i$  می‌باشد. پارامترهایی که در این پژوهش به عنوان ورودی به DEA داده شد، شامل انرژی معادل سوخت (گازوییل)، انرژی معادل ماشین‌ها، انرژی معادل خوراک مصرفی دام، انرژی معادل گوساله، انرژی معادل نیروی کار، انرژی معادل برق و انرژی معادل آب مصرفی بود و همچنین انرژی معادل گوشت و انرژی معادل فضولات بستر به عنوان پارامتر خروجی به DEA داده شد.

صورت رابطه (۹) ورودی مجازی و مخرج آن خروجی مجازی می‌باشد که برای هر واحد گاوداری به کمک وزن‌های  $V_i$  و  $U_r$  تشکیل داده شد.

این نوع از ناکارایی که بدون تغییر در نسبت برای پارامترهای هر گاوداری جبران می‌شود ناکارایی تکنیکی

باشد. برای به دست آوردن انرژی ماشین، وزن ادوات و ماشین‌ها، عمر ادوات و ماشین‌ها، سطح متوسط کار سالیانه هر یک از ادوات و ماشین‌ها مورد نیاز می‌باشد. برای برآورد انرژی نهاده برای ماشین‌ها و ادوات به عنوان انرژی غیرمستقیم از رابطه ۴ استفاده شد (الماسی و همکاران، ۱۳۸۰).

(۴)

$$E_m = W \cdot E_e$$

که در رابطه  $E_m$ ، انرژی مصرفی بر حسب مگاژول بر سال،  $W$  وزن ماشین بر حسب کیلوگرم،  $E_e$  انرژی مصرفی توسط ماشین‌ها / مگاژول بر کیلوگرم بر سال است. برای به دست آوردن خوراک دام، وزن خوراک و محتوای انرژی آنها مورد نیاز می‌باشد.

(۵)

$$E_f = W \cdot E_f$$

که در این رابطه:  $E_f$  انرژی مصرفی بر حسب مگاژول بر کیلوگرم،  $W$  وزن خوراک بر حسب کیلوگرم،  $E_f$  انرژی مصرفی توسط هر نوع خوراک مصرفی (کنسانتره، یونجه، سیلو و کاه و کلش) مگاژول بر کیلوگرم است. با استفاده از رابطه (۶) میزان انرژی معادل گوساله محاسبه گردید.

(۶)

$$Ec = nc \times Wc \times ec$$

که در این رابطه:  $E_c$ ، انرژی معادل گوساله (مگاژول)،  $W_c$  = وزن هر گوساله (کیلوگرم)،  $nc$  = تعداد گوساله و  $ec$  = محتوای انرژی گوساله (مگاژول بر کیلوگرم) می‌باشد.

هر گوساله یک روزه باتوجه به سن گله مادر آن بین ۴۰ تا ۴۵ کیلوگرم وزن دارد و میانگین این دو عدد یعنی ۴۲/۵ کیلوگرم به عنوان میزان وزن گوساله در نظر گرفته شد. انرژی ستانده در این تحقیق شامل انرژی ذخیره شده در بافت‌های گوشت گاو و انرژی حاصل از فضولات بستر گاوداری‌ها می‌باشد.

(۷)

$$E_{ou} = W_{ou} \times ec_{ou}$$

که در این رابطه:  $E_{ou}$ ، انرژی معادل گوشت گاو تولید شده (مگاژول)،  $W_{ou}$  = وزن گوشت گاو تولید شده (کیلوگرم) و  $ec_{ou}$  = محتوای انرژی گوشت گاو (مگاژول بر کیلوگرم) می‌باشد.



بندی شدند. سپس بقیه گاوداری‌ها با استفاده از نمره کارایی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

با استفاده از نتایج DEA به واحدهای گاوداری راه کارهایی در جهت افزایش کارایی انرژی‌های مصرفی ارائه شد و در نهایت میزان بهره‌مندی هر یک از گاوداری‌ها از تجهیزات مکانیزه پیشنهاد شد. (هر واحد گاوداری پیشنهادی مختص به خود خواهد داشت).

### نتایج و بحث

با توجه به اطلاعات جمع آوری شده توسط پرسش‌نامه-های تکمیل شده و با در نظر گرفتن انرژی معادل، میزان مصرف انرژی هر یک از نهاده‌ها به دست آمد که در جدول (۱) آمده است.

انرژی مصرفی برای تولید گوشت گاو ۳۲۳۲۲۲۶۴/۵۵ مگاژول بوده است. خوراک دام بیشترین میزان مصرف انرژی را دارا بود. نهاده خوراک دام با مصرف ۲۲۴۶۸۱۴۹/۰۷ مگاژول انرژی، ۷۰ درصد از کل انرژی مصرفی را شامل شده است. با توجه به اینکه گوساله‌ها از وزن تقریبی ۴۵ کیلوگرم در حدود یک سال به وزن تقریبی ۴۵۰ کیلوگرم می‌رسند، نیاز به تغذیه کافی برای رشد دارند. رتبه دوم مصرف انرژی مربوط به سوخت مصرفی بوده است. این قسمت از انرژی با مصرف ۵۱۴۹۶۷۵/۲۲ مگاژول، ۱۶ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است.

بعد از انرژی سوخت، برق مصرفی بیشترین مصرف انرژی را دارا می‌باشد. میزان انرژی برق مصرفی ۲۵۸۱۰۴۶/۴۷ مگاژول بوده و ۸ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داد. جهت انتقال آب در گاوداری‌ها، الکترو موتور و میکسر، فیدر، روشنایی سالن‌ها و فن‌ها از الکتریسیته استفاده می‌شود. انرژی مصرفی نیروی کار ماشین‌ها به ترتیب برابر ۷۸۲۸۰۶/۶۹ و ۶۵۷۲۴۷/۵۲ مگاژول بود که هر کدام ۲ درصد از کل انرژی را شامل شدند. کمترین انرژی مصرفی مربوط به آب و گوساله بود که هر کدام حدود ۱ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند. مقدار انرژی خروجی به دست آمده از انرژی گوشت گاو و کود، گاوداری‌های استان ۴۹۱۶۷۳۲/۳۵ مگاژول می‌باشد. وزن گوشت به دست آمده از ۳۹۳۸۵۵/۱۹ کیلوگرم می‌باشد.

نامیده می‌شود. در این مرحله نمره کارایی<sup>۱</sup> که با  $\theta$  نشان داده می‌شود برای هر گاوداری محاسبه شد. پس از حل مسئله برای بعضی گاوداری‌ها نوع دیگری از ناکارایی تشخیص داده شد.

در این حالت تعدادی (نه همه) از ورودی‌ها دارای مقداری ناکارایی، بیشتر از نمره ناکارایی بودند. این نوع کارایی، ناکارایی ترکیبی نامیده می‌شود. در این مرحله میزان مازاد<sup>۲</sup> ورودی (که با  $s^-$  نشان داده می‌شود)، کمبود خروجی (که با  $s^+$  نشان داده می‌شود) و ضریب  $\lambda$  محاسبه گردید. برای در دست داشتن نمره کارایی، مازاد ورودی، کمبود خروجی و ضریب  $\lambda$  میزان ورودی‌های کارا شده برای هر گاوداری ناکارا محاسبه گردید. برای محاسبه ورودی‌های کارا پس از ضرب ورودی‌ها در نمره ناکارایی، مازاد ورودی که برای هر ورودی از هر گاوداری ناکارا منحصر به فرد است از ورودی کم شد تا مقدار ورودی کارا یا ورودی هدف حاصل شود.

روش دیگر برای بدست آوردن میزان ورودی‌های کارا استفاده از ضرایب  $\lambda$  می‌باشد. با استفاده از این ضرایب میزان مصرف ورودی‌ها برای واحدهای ناکارا جهت رسیدن به مرز کارایی بدست آمد. رابطه (۳-۱۰)، برای محاسبه ورودی‌های کارا شده می‌باشد.

$$\theta^* X_0 - S^- = X_n \lambda_n \quad (10)$$

هر طرف از رابطه (۱۰) میزان ورودی کارا شده واحد ناکارا را نشان می‌دهد.  $\theta^*$  امتیاز کارایی واحد ناکارا،  $X_0$  ورودی مورد نظر واحد ناکارا،  $X_n$  ورودی مورد نظر  $n$  مرجع و  $S^-$  مازاد ورودی مورد نظر واحد ناکارا می‌باشد.

برای گاوداری‌های ناکارا مجموعه مرجع و سهم هر گاوداری از مجموعه مرجع در تشکیل گاوداری مجازی مشخص گردید. سپس با استفاده از اطلاعات دریافتی از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) از نظر کارایی رتبه بندی شدند. گاوداری‌هایی که دارای  $\theta^* = 1$  بودند در بالاترین رتبه‌ها قرار گرفتند و با استفاده از تعداد دفعاتی که برای گاوداری‌های دیگر به عنوان مرجع معرفی شدند رتبه-

<sup>۱</sup> . Efficiency score

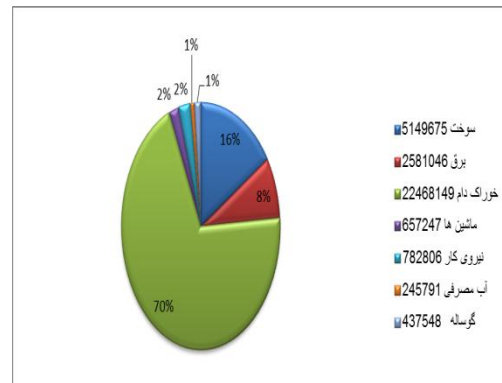
<sup>۲</sup> . Slack

جدول (۱) - مقدار نهاده‌های مصرفی در گاوداری‌های گوشتی

درصد	محتوای انرژی	نهاده
<b>ورودی</b>		
۱۶	۵۱۴۹۶۷۵/۲۲	سوخت
۸	۲۵۸۱۰۴/۴۷	برق
۷۰	۲۲۴۶۸۱۴۹/۰۷	خوراک دام
۱	۴۳۷۵۴۸/۳۹	گوساله
۱	۲۴۵۷۹۱/۱۹	آب مصرفی
۲	۶۵۷۲۴۷/۵۲	ماشین‌ها
۲	۷۸۲۸۰۶/۶۹	نیروی کار
<b>خروجی</b>		
	۴۲۶۱۵۳۱/۱۵	گوشت
	۶۵۵۲۱۹/۲	کود

## محاسبه شاخص‌های انرژی

هدف از محاسبه شاخص‌های انرژی امکان مطالعه و مقایسه سیستم‌های تولید محصولات در نقاط مختلف یا محصولات مختلف یک منطقه با یکدیگر است. نتایج شاخص-ها در جدول ۲ ارائه شده است. نسبت انرژی به عنوان پارامتری برای بررسی کارایی انرژی در تولید محصولات به کار می‌رود. نسبت انرژی برای گاوداری‌های گوشتی ۰/۱۵۲ محاسبه شد. این نسبت نشان می‌دهد که به ازای هر یک مگاژول انرژی ورودی، ۰/۱۵۲ مگاژول انرژی تولید شده است. برای بهبود این شاخص می‌توان عملکرد را بالا برد یا انرژی ورودی را کاهش داد یا هر دو مورد. بهره‌وری انرژی ۰/۰۱۲ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد که بیانگر این است که به ازای هر یک مگاژول حدود ۰/۰۱۲ کیلوگرم گوشت تولید شده است.



شکل (۱) - سهم نهاده‌های تولیدی در گاوداری‌های گوشتی

جدول (۲) - شاخص‌های انرژی در یک دوره پرورش گاو گوشتی

واحد	میزان محاسبه شده	درصد
نسبت انرژی بدون واحد	۰/۱۵۲	
بهره‌وری انرژی کیلوگرم بر مگاژول	۰/۰۱۲	
افزوده خالص انرژی مگاژول	۲۷۴۰۵۵۳۲/۲	
انرژی مستقیم	۲۹	
انرژی غیرمستقیم	۸۱	
مگاژول	۶۱۹۰۵۸۶/۳۸	
مگاژول	۲۶۱۳۱۶۷۸/۱۷	
انرژی ورودی کل	۳۲۳۲۲۲۶۴/۵۵	
انرژی خروجی کل	۴۹۱۶۷۳۲/۳۵	

منفی بودن افزوده خالص انرژی بیانگر این است که انرژی ورودی نسبت به انرژی خروجی بیشتر می‌باشد و یا اینکه در تولید گوشت انرژی از دست رفته است. خوراک دام، سوخت و الکتریسیته بیشترین مصرف نهاده‌های مصرفی را در گاوداری‌های گوشتی به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۲ درصد هریک از انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم را نشان می‌دهد که به ترتیب برابر با ۲۹ و ۸۱ است. همان‌طور که مشخص است، سهم انرژی‌های غیر مستقیم بیشتر از انرژی‌های مستقیم است. دلیل این امر استفاده بالای نهاده خوراک دام است که جزء انرژی‌های غیرمستقیم می‌باشد.

## بررسی کارایی واحدها با استفاده از روش

## تحلیل پوششی داده‌ها

در این بخش بررسی کارایی واحدها که اصلی‌ترین بخش تحقیق است، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها DEA ارائه شده است. پس از جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات توسط پرسش‌نامه‌ها، ابتدا داده‌ها در نرم افزار Excel مرتب



است و مابقی واحدها (۱۶ واحد) به صورت ناکارا مطرح - شدند. واحدهای کارا عبارتند از: واحدهای ۹، ۱۲، ۱۶ و ۱۷. میانگین ناکارایی واحدهای ناکارا در این تحقیق ۸۲/۶۹ درصد می‌باشد. یعنی برای کارا شدن همه واحدها باید به اندازه ۱۷/۳۱ درصد از ورودی‌ها را کاهش داد که این امر علاوه بر کارا شدن سایر واحدها کمک بزرگی نیز به صرفه-جویی در نهاده‌ها و مصرف انرژی خواهد داشت ( بدون اینکه از میزان تولید کاسته شود). واحد شماره ۱۱ با کارایی ۴۹/۱۸ ناکارترین واحد شناخته شد. طبق رتبه بندی واحدها، واحد ۱۶ در رتبه ۱ و واحد ۱۱ در رتبه ۲۰ قرار گرفت.

شد. سپس با استفاده از روش DEA و با بهره گیری از نرم افزار GAPS داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. به نحوی که واحدهای کارا و ناکارا مشخص شدند و چگونگی کارا شدن واحدهای ناکارا توضیح داده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با مدل بازگشت به مقیاس ثابت CCR انجام شده است. در جدول ۳ امتیاز کارایی و رتبه‌بندی واحدها با استفاده از مدل CCR انجام شده است و سپس در جدول ۴ واحد-های کارا بر حسب تعداد دفعاتی که به عنوان واحد مرجع برای واحدهای ناکارا قرار گرفته‌اند، مشخص شده است. در این تحقیق چنان‌که در جدول‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهد تنها چهار واحد در استان به عنوان واحد کارا شناخته شده

جدول ۴-۳ امتیاز کارایی و رتبه‌بندی واحدهای گاووداری در مدل CCR

واحد	درصد کارایی	رتبه	دفعات مرجع قرار گرفتن
۱	۸۹/۶۵	۹	
۲	۷۵/۳۳	۱۵	
۳	۸۷/۹۳	۱۰	
۴	۵۷/۸۶	۱۹	
۵	۹۳/۲۹	۶	
۶	۹۰/۵۴	۸	
۷	۷۱/۸۵	۱۶	
۸	۸۶/۴۹	۱۲	
۹	۱۰۰	۲	۷
۱۰	۹۵/۱۹	۵	
۱۱	۴۹/۱۸	۲۰	
۱۲	۱۰۰	۳	۵
۱۳	۹۱/۴۴	۷	
۱۴	۸۳/۷۴	۱۳	
۱۵	۶۵/۹۰	۱۷	
۱۶	۱۰۰	۱	
۱۷	۱۰۰	۴	۱۱
۱۸	۸۷/۳۷	۱۱	۴
۱۹	۶۳/۸۹	۱۸	
۲۰	۸۰/۰۷	۱۴	

برای واحد ۲ واحدهای ۱۲ و ۱۶ می‌باشند و ضرایب  $\lambda$  این واحدها به ترتیب ۰/۵۷۸ و ۰/۰۸۳ می‌باشد.

با توجه به جدول ۴-۴ الگوی مرجع برای واحد ۲ اطلاعات ( ۰/۰۸۳ ) - ۱۶ ( ۰/۵۷۸ ) می‌باشد. یعنی مجموعه مرجع



جدول (۴) - گاوداری‌های مرجع به همراه وزن متناظر برای گاوداری -

های ناکارا

گاوداری‌های مرجع		واحدهای ناکارا
		۱
	۰/۲۴۶	۲
	۰/۵۷۸	۳
	۰/۳۳۵	۴
۰/۱۱۷	۰/۱۳۳	۵
۰/۰۸۳	۰/۱۳۶	۶
۰/۶۳۸	۰/۰۱۵	۷
۰/۱۰۲	۰/۴۳۶	۸
۰/۰۶۳	۰/۵۲۸	۹
۰/۳۰۹	۰/۰۵۶	۱۰
۰/۲۲۵	۰/۴۶۲	۱۱
۰/۲۹۸	۰/۴۲۶	۱۲
۰/۴۸۱	۰/۵۳۷	۱۳
۰/۶۲۱	۰/۷۶۶	۱۴
۰/۵۲۷	۰/۳۰۶	۱۵
	۰/۰۰۶	۱۶
	۰/۴۳۸	۱۸
		۱۹
		۲۰

برای ورودی سوخت واحد ۳ از معادله ۱۰ داریم:

$$۸۵۳۶۱۹/۳۵ \times \text{ورودی کارا شده سوخت واحد ۳}$$

$$0/8793 - 73604/64 = ۶۷۶۹۸۳/۱۷$$

ورودی سوخت واحد ۳ برای کارا شدن باید از میزان  $۸۵۳۶۱۹/۳۵$  مگاژول به  $۶۷۶۹۸۳/۱۷$  مگاژول کاهش پیدا کند. با استفاده از مزاد ورودی و امتیاز کارایی نتایج مشابه حاصل می‌شود.

جدول ۵ نتایج حاصل از تحلیل واحدهای گاوداری در استان قزوین را با مدل **CCR** ورودی محور برای تعیین مزاد نهاده‌ها و کمبود عملکرد ورودی‌های واحدها نشان می‌دهد.

جدول ۵ نشان می‌دهد که هیچ مزاد ورودی برای گوساله نداشته‌اند. می‌توان نتیجه گرفت که گاوداران به دلیل قیمت بالای خرید آن و تاثیر زیاد در سودآوری دامدار در مصرف گوساله بیشترین دقت را داشته‌اند.

نکته‌ای که در جدول ۵ مشهود است، مزاد خوراک دام است. اکثر واحدهای ناکارا مزاد خوراک دام دارند. گاوداران در استفاده از خوراک مصرفی کمترین دقت را داشته‌اند.

جدول (۵) - مزاد ورودی‌ها برای گاوداری‌های ناکارا (مگاژول)

واحدهای ناکارا		گوساله	سوخت	برق
خوراک دام		ماشین‌ها	نیروی کار	
۱	۶۶۲۰۹/۶۷		۲۷۸۴۰۹/۲۷	۳۱۰۲/۹۵
۲		۱۸۷۰۹/۳۸	۱۹۷۶۰۶/۹۵	۳۱۷۵/۵۹
۳	۷۳۶۰۴/۶۴		۳۰۳۶۷۱/۰۹	۲۲۶۹/۸۷
۴		۱۱۵۱۸/۷۵	۱۱۲۶۷۴/۷۷	۲۵۴۴/۱۷
۵	۹۵۷/۷۳		۳۱۱۳۶۷/۴۸	۴۶۰۳/۵۱
۶	۱۰۳۴۸۲/۹۳		۵۴۶۱۲/۷۹	۵۲۱۹/۸۳
۷	۹۵۷۵۳/۷۸		۲۶۴۳۸۷/۵۲	۲۱۷۳/۴۵
۸		۹۸۹۴/۰۸	۵۶۲۰۵۴/۱۷	۲۸۸۴/۲۶
۹				
۱۰		۲۷۶۱۱/۳۹		۲۱۴۴/۳۵
۱۱	۵۵۷۰۹/۴۴	۲۰۵۲۸/۴۳	۴۹۸۲۴۱/۷۳	۴۴۰۱/۴۱
۱۲				





					۱۳
	۹۷۳۴۶/۴۹	۱۶۳۹/۱۱	۶۳۷۲۱/۸۱		۱۴
	۳۰۲۲/۲۶	۲۸۵۴/۱۴		۳۶۵۴۹۱/۳۱	۱۵
		۹۸۳۲۶/۵۸			۱۶
		۲۸۶۳/۳۹			۱۷
		۲۱۶۷۰۹/۶۸			۱۸
۱۹۵۳/۷۷	۱۹۰۴/۲۶	۲۳۹۳۸۷/۶	۳۹۴۲۷/۶۰	۴۹۶۸۱/۴۴	۱۹
		۵۳۳۱/۸۴		۷۲۶۱۴۴/۳۶	۲۰

۷. فتحی هفشجانی، ک ۱۳۸. توسعه مدل تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری.

۸. الماسی، م. ۱۳۸۰. درس نامه مدیریت مصرف دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

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

۱۰. غجه بیگ، ف. ۱۳۸۸. توسعه یک سیستم تصمیم یار مدیریت مصرف انرژی در گلخانه های سبزی و صیفی، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

۱۱. پاشایی ف، رحمتی م، و پاشایی پ. ۱۳۸۷. بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در گلخانه های استان کرمانشاه. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی

۱۲. پاکروان، مر. مهرابی بشرآبادی، ح. و شکیبایی، ع.ر. ۱۳۸۸. تعیین کارایی برای تولیدکنندگان کلزا در شهرستان ساری، مجله ی تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۱(۴): ۹۲-۷۷.

۱۴. موسوی، ح. و ص خلیلان. ۱۳۸۴. بررسی عوامل اثرگذار بر کارایی فنی تولید گندم. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۶۰-۴۵: ۵۲

۱۵. نصیری، س. م. ۱۳۸۷. تاثیر کاهش واحد های تصمیم سازی و ورودی‌های انرژی بر نسبت انرژی، انرژی ویژه و کارایی زارعان. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۶. امامی میبدی، ع. ۱۳۷۹. اصول اندازه گیری کارایی و بهره وری. تهران: انتشارات موسسه مطالعات و پژوهشهای

جدول ۵ نشان می‌دهد که بعد از خوراک دام، ورودی نیروی کار و ماشین‌ها بیشترین ناکارایی را دارد. ماشین‌های مورد بررسی، میکسر، فیدر و تراکتور می‌باشد. دلیل اصلی این نتایج وجود واحدهایی است که از تجهیزات، کمتر استفاده برده‌اند. استفاده از سیستم‌های سنتی برای خوراک دهی به دام باعث شد نیروی کار به طور مداوم برای تهیه خوراک دام در ساعت مقرر اقدام کند که این کار به تعداد کارگر بیشتری نیاز دارد و ساعت فعالیت کارگر را افزایش می‌دهد و در مقایسه با واحد های دیگر عدم کارایی را باعث شده است. بعد از نیروی کارگری و ماشین‌ها بیشترین ناکارایی مربوط به سوخت است که دلیل آن عدم مدیریت صحیح و استفاده از سیستم‌های قدیمی و مستهلک جهت گرمایش می‌باشد.

#### منابع

۱. فطرس، محمدحسن، سلکی، موسی ۱۳۸۳. تحلیل کارایی و سوددهی واحدهای پرورش جوجه گوشتی استان همدان. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۷۳-۷۹، ۷۰.
۲. عامری، ع.ا.، ۱۳۷۹، بررسی کارایی (بازده) انرژی در سیستم‌های سنتی و مدرن کشاورزی، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس سراسری روستاو انرژی، ج. دوم، ص. ۵۰۱-۵۲۰.
۳. الماسی، م، کیانی، ش، لویمی، ن.، ۱۳۸۴. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. موسسه انتشارات حضرت معصومه.
۴. قاسمی، ع. و همکاران ۱۳۷۷. امنیت غذایی در ایران: مطالعات الگوی برنامه ریزی و اجرا.
۵. بی نام. ۱۳۹۲. آمارنامه امور دام کشور. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.
۶. فائو ۲۰۱۳. آمار جهانی امور دام



*Economics*, 30, 76–96. Overhults, D. G., Pescatore, A.J., Gates, R.S., Jacob, J.P., Miller, M., 28. and Earnest, J. (2009). House characteristics and energy utilization in poultry houses raising large broilers. *Biosystems & Agricultural Engineering*. University of Kentucky, Lexington, KY. USA.

29. Adler, N., Friedman, L., & Sinuany-Stern, Z. (2002). Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. *European Journal of Operational Research*, 140, 249–265.

بازرگانی.

17. Krasachat, W. (2003). Technical efficiencies of rice farms in Thailand: a nonparametric approach, Hawaii International Conference on Business, Honolulu.

18. Adachi, K., Del Ninno, C. and Liu, D. (2010). Technical Efficiency in Bangladesh Rice Production Are There Threshold Effects in Farm Size? Poster prepared for presentation at the Agricultural and Applied Economics Association 2010AAEA, CAES, and WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado, July 25-27.

19. Meul, M., F. Neven, D. Reheul, and G. Hofman. 2007. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119 :135-144.

20. Galanopoulos, K., Aggelopoulos, K., Kamenidou. (2006). Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming. *Journal of Agricultural systems*, 88, (2–3), 125 -141.

21. Kitani, O. (1999). Energy and Biomass Engineering. ASAE.

22. Ghasemi-Mobtaker, H., A. Keyhani, A. Mohammadi, S. Rafiee and A. Akram. 2010. Sensitivity Analysis of Energy Inputs for Barley Production in Hamedan.

23. 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 Convers. Manage.* 47, 1063–85.

24. Candmir, M., & Koyubenbe, N. (2006). Efficiency analysis of dairy farms in the province of Izmir (Turkey): DEA. *Applied Animal Research*, 61-64.

25. Yusef, S. A., & Malomo, O. (2007). Technical efficiency of poultry egg production in Ogun state: a DEA approach. *Journal of Poultry Science*, 622-629.

26. Charnes, A. W. W. Copper and E. Rhodes (۱۹۸۴), Measuring the efficiency of decision marking units, *European Journal of Operational Research*, No.2: 429-444

27. Mukherjee, K. (2008). Kankana Mukherjee Energy use efficiency in U.S. manufacturing: A nonparametric analysis. *Energy*



## *Evaluation of Energy Indices in Qazvin Broiler Farms using Data Envelopment Analysis*

*Surush Esfahani<sup>1</sup>*

*1-MA, in of Mechanics of agricultural machinery, Department of Agronomy, University Takestav, Islamic Azad University, Gazvin, Iran*

*Received: 9 October 2017*

*Accept: 5 November 2017*

### **Abstract**

*The aim of this study was to evaluate and measure the energy in broiler farms in Qazvin and determine how well the units were in Qazvin province. For this study, a questionnaire was drawn up and Farmers were interviewed in person. A total of 20 units were vector data. In order to determine how well the meat cattle Qazvin Province of DEA (DEA) was used. Calf fattening period in Qazvin province, usually between 10 to 12 months. Weight between 140 to 180 kg fattening and slaughter weight is between 450 and 500 kg. Units of study include the 1019 calves. Calculations for a period of one year fattening is done in 94-1393. The results showed that the highest share of energy consumption in the cattle studied were related to animal feed 22468149/07MJ energy in a way that was. After energy use in cattle feed of meat most of the fuel was 5149675/22 MJ energy that was. Energy ratio for cattle studied 0/152, Energy efficiency 0/012 MJ kg and Pure Energy added -27405532/2 MJ was. From 20 cases in the province, effective 4 units and 16 units were inefficient. In this study, an average inefficiency inefficient units was 82/69*

**Keywords:** *Cattle, energy index, Fattening calves, Data Envelopment Analysis*