مدلسازی کارایی انرژی واحدهای تولیدی مرغ گوشتی در استان البرز با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی(ANN) و تاثیر سطوح تحصیلات بر شاخص نسبت انرژی

محسن یمینی صفت[1*] ,علی‌محمد برقعی[2], بابک بهشتی[3] و حسین باخدا[4]

۱- کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
mohsenyamini@yahoo.com
۲- استاد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
۳- استاد یار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
۴- استاد یار گروه مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

این تحقیق به بررسی تعیین الگوی مصرف انرژی و رابطه‌ی بین انرژی ورودی و خروجی واحدهای تولیدی مرغ گوشتی استان البرز می پردازد. بر این اساس داده‌های مورد نیاز، از ۵۰ واحد تولید مرغ گوشتی از طریق استفاده از پرسشنامه‌های حضوری در زمستان۱۳۹۱ جمع‌آوری شد. کل انرژی مصرفی و خروجی به ترتیب در حدود ۲۲۰/۰۲ و ۳۰/۲۵ گیگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ برآورد شد. مهمترین نهاده‌های انرژی گازوئیل، خوراک، گاز طبیعی و الکتریسیته بودند که به ترتیب سهمی برابر با ۴۳/۰۳٪، ۲۵/۵۶٪، ۲۰/۸۱٪ و ۱۰/۰۷٪ و کمترین مقادیر انرژی مصرفی نیز به نهاده‌های جوجه‌ی یکروزه، تجهیزات و نیروی کارگری اختصاص داشت که سهم هر یک از کل انرژی مصرفی به ترتیب ۰/۲۷٪، ۰/۱۶٪ و ۰/۱۰٪ تعیین شد. شاخص‌های انرژی نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و افزوده خالص انرژی نیز به ترتیب ۰/۱۵، ۰/۰۱ کیلوگرم بر مگاژول، ۷۶/۵۹ مگاژول بر کیلوگرم و ۱۸۹/۷۷- مگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ محاسبه شد. تعیین مقدار انواع مختلف انرژی نیز آشکار ساخت که سهم انرژی‌های مستقیم(با سهمی برابر با ۲۶٪) بیشتر از انرژی‌های غیرمستقیم(۷۴٪) بوده و تقریباً تمامی منابع انرژی مورد استفاده در تولید مرغ گوشتی در استان البرز از نوع تجدیدناپذیر است(سهم منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به ترتیب ۹۹/۹۰٪ و ۰/۱۰٪ بود). شبکه‌های عصبی متنوعی(در حدود ۳۰۰ شبکه) برای تخمین مقدار نسبت انرژی واحدهای تولیدی مورد ارزیابی قرار گرفت. که شبکه‌ی پیش‌خور عصبی مصنوعی با دو لایه‌ی مخفی با ۲ و ۱۶ نرون بهترین نتایج را داشته و می‌تواند برای تخمین نسبت انرژی با بالاترین دقت مورد استفاده قرار گیرد. عملکرد مدل بهینه با استفاده از شاخص‌هایی چون ضریب تبیین(R^2)، MSE، MAPE و MAE انجام شد. مقدار ضریب تبیین برای مدل انرژی ۹۹ ٪ گزارش شد. در نهایت سطوح تحصیلات بر شاخص نسبت انرژی با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵٪ معنی دار شده است.

واژگان کلیدی: استان البرز، شبکه‌های عصبی مصنوعی، نسبت انرژی، مرغ گوشتی

مقدمه

انرژی در صنعت مرغ گوشتی به شکل‌های مختلف مصرف می‌شود. بخش کشاورزی به طور متوسط ۵ درصد از کل منابع انرژی در جوامع مختلف را مصرف می‌نماید که با در نظر گرفتن تلفات این سهم به ۱۶ تا۲۰درصد نیز افزایش می‌یابد(Pimentel,1999). بر اساس ترازنامه‌ی وزارت نیرو در سال ۱۳۹۰، درحدود ۴۵/۸ میلیون بشکه نفت خام در بخش کشاورزی به مصرف رسیده است(ترازنامه انرژی وزارت نیرو،۱۳۹۲).

انرژی نقشی مهم و محوری در توسعه و پیشرفت ملت‌ها ایفا می‌کند(کوچکی و حسینی،۱۳۷۳). امروزه بدلیل افزایش روزافزون نیاز غذایی جمعیت رو به رشد جهان و لزوم فراهم کردن مواد غذایی کافی و مناسب باعث افزایش نیاز بخش کشاورزی به مصرف انرژی شده است(الماسی و دیگران،۱۳۸۷).

در تحقیقی میزان مصرف انرژی یک مرغداری ۳۰ هزار قطعه‌ای واقع در منطقه شمال خوزستان ارزیابی گردید. میزان کل انرژی ورودی و خروجی به ترتیب ۱۶۴۶۲۳۷ و ۱۱۵۱۹۷۸ مگاژول اندازه‌گیری شد. بیشترین مصرف انرژی با مقدار ۱۳۰۵۵۷۰ مگاژول به نهاده‌ی جیره غذایی تعلق داشت. شاخص‌های نسبت انرژی، افزوده خالص انرژی و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۰/۶۹۹، ۴۹۴۲۵۸/۷۳ مگاژول و ۰/۰۳۳ کیلوگرم بر مگاژول تعیین گردید(نقیب‌زاده و دیگران، ۱۳۸۹).

در گزارشی که به تحلیل انرژی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی پرداخته شد نتایج نشان دادند که واحدهای تولیدی بزرگتر نسبت به واحدهای کوچک‌تر از بازده انرژی بالاتری برخوردارند، و با افزایش نرخ جوجه‌ریزی میزان انرژی مصرفی کاهش معنی‌داری می‌یابد. و بازده انرژی لانه‌های بزرگ‌تر بیشتر از واحدهای کوچک‌تر بدست آمد. از دیگر نتایج این تحقیق کاهش انرژی مصرفی و صرفه‌جویی بیشتر با افزایش اندازه گله بود(Atilgan and Koknaroglu,2006).

به منظور میزان مصرف و کارایی انرژی در مرغداری، یک واحد تولیدی ۱۰ هزار قطعه‌ایی در بخش ملاثانی اهواز مورد بررسی قرار گرفت. نهاده‌های انرژی ورودی عبارت بودند از سوخت، الکتریسیته، نیروی انسانی، دان، و خروجی انرژی نیز وزن ابقا شده در جوجه‌ها و فضولات بستر در نظر گرفته شد. نسبت انرژی(نسبت خروجی به ورودی) ۲۳٪ برآورد گردید. بیشترین سهم انرژی ورودی نیز به ترتیب مربوط به نهاده‌های گازوییل و دان مرغ بود(نجفی اناری و دیگران،۱۳۸۷).

در تحقیقی دیگری با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی اقدام به تخمین انرژی خروجی تولید گندم نمودند و به این نتیجه دست یافتند که مناسب‌ترین شبکه، شبکه‌ای با دو لایه‌ی پنهان و هر لایه با ۸ نرون می باشد(Taki,2012).

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از لحاظ هدف کاربردی است. روش مورد استفاده در این تحقیق برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده از پرسشنامه و توزیع آن در بین واحدهای تولیدی مرغ گوشتی استان البرز بوده است. پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به میزان نهاده‌های مصرفی و عملکرد اعلامی تولیدکنندگان از طریق پرسشنامه، تمامی داده‌ها مورد تحلیل قرار گرفتند. به منظور استخراج

مدل مناسب برای تخمین میزان کارایی انرژی[1] واحدهای تولیدی مرغ گوشتی نیز از شبکه عصبی مصنوعی بهره گرفته شد. نرم‌افزارهای مورد استفاده Excel 2007 و جعبه ابزار شبکه‌ی عصبی مصنوعی نرم‌افزار MATLAB 2010 بود.

اطلاعات مورد نیاز برای انجام تحلیل‌های مختلف مورد نظر در پژوهش حاضر از بین مرغداری‌های فعال استان البرز جمع‌آوری شد. علت انتخاب این منطقه برای تحقیق همسایه بودن این استان به پایتخت و نبودن آمار و تحقیق مستقل در این استان بوده است. بر اساس آمار سازمان جهاد کشاورزی استان البرز، تعداد واحدهای مرغداری گوشتی استان البرز در حدود ۲۰۲ واحد در سال ۹۲– ۱۳۹۱ می‌باشد که از این تعداد تنها ۱۱۹ واحد در عرصه‌ی تولید مرغ گوشتی فعال می‌باشد.

اطلاعات مورد نیاز این تحقیق مربوط به دوره جوجه‌ریزی بهمن‌ماه و اسفندماه ۱۳۹۱ می‌باشد. اطلاعات استخراجی از هر یک از پرسشنامه حاوی اطلاعات ساختمان و سالن پرورش، نوع سالن، اطلاعات مربوط به جوجه، اطلاعات مربوط به تاسیسات و تجهیزات و تعداد آن‌ها، نوع آبخوری و تعداد آن‌ها، نوع سیستم تهویه، تعداد فن‌ها، نوع سیستم گرمایش/سرمایش، اطلاعات مربوط به خوراک مصرفی، اطلاعات مربوط به کارگر، سوخت، برق و آب مصرفی، اطلاعات مربوط به دارو و مواد شیمیایی مصرفی، اطلاعات مربوط به خروجی واحد تولیدی، اطلاعات اقتصادی شامل هرینه نهاده‌ها و درآمد، هزینه احداث ساختمان، هزینه تاسیسات تهیه خوراک، هزینه کل دانخوری‌ها، هزینه کل آبخوری‌ها، هزینه خوراک مصرفی، هزینه بستر اولیه، هزینه دارو و واکسن مصرفی، هزینه حمل و نقل، قیمت فروش مرغ زنده و قیمت کود تولیدی بوده اس (نیک‌پور،۱۳۸۹). به منظور یافتن ساختار شبکه‌ی بهینه که قادر به مدل‌سازی رابطه‌ی مورد هدف با بیشترین دقت باشد، داده‌های ورودی و خروجی حدود ۳۰۰ معماری مختلف تحت مدل‌سازی قرار گرفتند.

پایایی پرسشنامه تحقیق از آماره ضریب آلفای کرومباخ استفاده شد که در این تحقیق برای پرسشنامه‌ها برابر ۰/۸۱ برآورد گردید که بیانگر حد قابل قبول پایایی پرسشنامه‌ها می‌باشد. از رابطه کوکران نیز (رابطه‌ی۱) برای تعیین حجم نمونه استفاده شد (منصورفر،۱۳۸۹).

$$n = \frac{Nt^2 S^2}{Nd^2 + t^2 S^2}$$

رابطه ۱

که در آن n تعداد نمونه مورد نیاز، t ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t استیودنت به دست می‌آید، N حجم جامعه(تعداد کل مرغداران استان)، dدقت احتمالی (نصف فاصله اطمینان) و Sانحراف معیار جامعه است. با کمک (رابطه ۱) حجم کل نمونه‌ی مورد نیازکمتر از ۱۵ واحد برآورد گردید اما از آنجا که در شبکه‌های عصبی مصنوعی با تعداد ۱۵ نمونه نمی‌توان نتایج قابل اعتمادی بدست آورد لذا این تعداد نمونه به ۵۰ عدد افزایش یافت.

نهاده‌های تولید در کشاورزی از دو منبع انرژی استفاده می‌کنند: منابع انرژی مستقیم و منابع انرژی غیر مستقیم. انرژی‌های مستقیم شامل انرژی کارگر، سوخت‌های فسیلی و همچنین سوخت‌های زیستی می‌باشد. انرژی‌های غیرمستقیم شامل انرژی لازم در تولید تجهیزات کشاورزی، دامی، انرژی خوراک و همچنین انرژی جوجه است(Heidari *et al.*,2011).

[1] Energy Efficiency

به منظور محاسبه‌ی انرژی مصرفی و انرژی تولیدی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی از ضرایب و هم‌ارزهای انرژی موجود در منابع و تحقیقات گذشته‌ی موجود استفاده گردید. به منظور محاسبه‌ی انرژی از شاخص‌های زیر استفاده شد :

رابطه ۲ $$\text{نسبت انرژی (بازده مصرف انرژی)} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر هزار قطعه)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هزار قطعه)}}$$

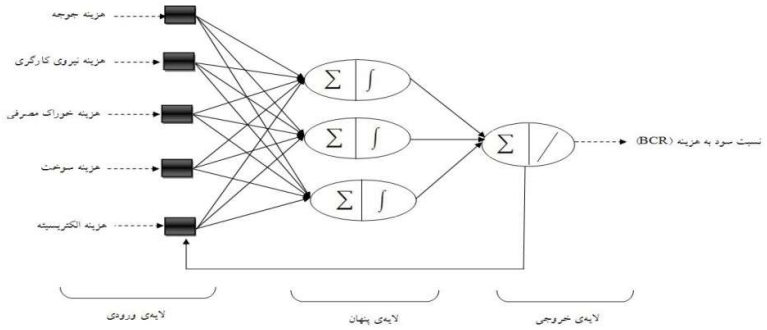
رابطه۳ $$\text{بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هزار قطعه)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هزار قطعه)}}$$

رابطه ۴ $$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هزار قطعه)}}{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هزار قطعه)}}$$

رابطه۵ $$\text{بازده خالص انرژی} = \text{انرژی خروجی} - \text{انرژی ورودی}$$

شبکه‌های عصبی مصنوعی، سیستم‌های دینامیکی هستند که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند. برخی از مزایای شبکه‌های عصبی را می‌توان به قابلیت مدل‌سازی سیستم‌های غیرخطی با پیچیدگی دلخواه، قابلیت تعلیم، قابلیت تطبیق، قابلیت تحمل آسیب، قابلیت ترمیم و سرعت بالای پردازش به علت پردازش موازی بیان کرد(سلطانی و دیگران،۱۳۸۹).

شبکه‌ی feed-forward backpropagation پرکاربردترین و معمول‌ترین شبکه برای مدل‌سازی است که در این تحقیق نیز از این شبکه استفاده شده است. در تحقیق حاضر از تابع Levenberg-Marquardt به عنوان تابع فعال‌سازی و تابع تانژانت سیگموئید(TANSIG) به عنوان تابع جابجایی لایه‌های پنهان استفاده می‌شود و برای لایه‌ی خروجی نیز تابع جابجایی خطی (PURELIN)که به صورت معمول در مدل‌سازی استفاده می‌شود، استفاده شد.



شکل۱. ساختار شبکه عصبی مصنوعی

عملکرد مدل‌های ANN طراحی شده توسط شاخصه‌های آماری مختلف سنجیده می‌شود.

در این تحقیق برای مقایسه‌ی توان مدل‌های شبکه عصبی از شاخص‌های MSE، MAE، MAPE و R^2 استفاده می‌شود.

روابط مربوط به این شاخصه‌های آماری در زیر ارائه شده است:

رابطه ۶

$$MSE=\frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i-P_i)^2}{n}$$

رابطه ۷

$$MAE=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|O_i-P_i|$$

رابطه ۸

$$MAPE=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{|O_i-P_i|}{O_i}100\right)$$

$$R^2=\frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i-$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(O_i-O$$

که در آن:

O_i: داده اندازه‌گیری شده؛ P_i : داده پیش‌بینی شده؛ O_{ave} : میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده؛ P_{ave} : میانگین داده‌های پیش بینی شده؛ n : تعداد داده‌ها می باشد.

نتایج و بحث

مقدار انرژی مصرفی در هر یک از نهاده‌های تولید در واحدهای مرغ گوشتی برآورد شد و سهم انرژی هر یک از نهاده-های مصرفی تعیین گردید. شاخص‌های انرژی همچون نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی و افزوده خالص انرژی محاسبه شد. در ادامه نیز با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مدل ناپارامتری مناسب تخمین زده شد و در انتها مقایسه میانگین سطوح تحصیلات با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت. هدف از برآورد شاخص‌های انرژی مقایسه‌ی واحدهای تولیدی در مناطق مختلف است.

جدول۱ مقدار و محتوای انرژی هر یک از نهاده‌های مصرفی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی را برای استان البرز نشان می‌دهد. نتایج نشان دادند که کل انرژی مصرفی در یک دوره پرورش مرغ گوشتی در حدود ۲۲۰/۰۲ گیگاژول به ازای۱۰۰۰مرغ بوده است. بیشترین میزان مصرف انرژی متعلق به نهاده‌ی سوخت دیزل با مقدار ۹۴۶۷۴ مگاژول به ازای ۱۰۰۰مرغ بود که برابر با ۴۳ درصد از کل انرژی مصرفی می‌باشد. به طور متوسط به ازای هر ۱۰۰۰ عدد مرغ تولیدی میزان ۱۹۸۱ لیتر گازوییل مصرف شده است. سهم گاز طبیعی از محتوای کل انرژی مصرفی در حدود ۲۱ درصد بوده است. مقدار محتوای انرژی مصرفی این نهاده در حدود ۴۵۸۷۲ مگاژول به ازای ۱۰۰۰مرغ محاسبه شد. به طور کلی نیاز گرمایشی یکی از مهمترین مسائل در پرورش مرغ گوشتی در فصل سرما به شمار می آید. سوخت گازوئیل بدلیل آلودگی‌های بیشتر در مقایسه با گاز طبیعی از میزان استقبال کمتری برخوردار می‌باشد. در سال‌های اخیر با توجه به عدم پرداخت یارانه‌های دولتی در رابطه با سوخت مصرفی و افزایش شدید قیمت‌ها، میزان تمایل و رغبت برای انجام فعالیت‌هایی چون عایق‌سازی سالن‌های پرورش زیاد شده است که نتایج مثبت آن(کاهش مصرف سوخت) می باشد. دان مصرفی با مقدار انرژی ۵۶۲۴۷ مگاژول به ازای ۱۰۰۰مرغ, به طور متوسط برای هر ۱۰۰۰ عدد مرغ در

حدود ۵۶۸۷ کیلوگرم خوراک مصرف شده است و در مجموع ۲۵/۵۶ درصد از مجموع کل انرژی مصرفی بوده است. نهاده‌ی الکتریسیته نیز به صورت متوسط به ازای هر ۱۰۰۰ مرغ ۱۹۷۶ کیلووات ساعت مصرف داشت که برابر با ۲۲۱۵۵ مگاژول انرژی بود. میزان سهم انرژی نهاده‌ی الکتریسیته از مجموع کل انرژی مصرفی نیز در حدود ۱۰/۰۷ درصد محاسبه شد. عمده مصرف انرژی الکتریسیته در واحدهای تولیدی مورد مطالعه به منظور پمپاژ آب از داخل چاه و انتقال آن به سالن‌ها، به حرکت در آوردن الکتروموتور آسیاب و مخلوط‌کن‌ها و دستگاه‌های گرمایشی ، تهویه هوای سالن‌ها، روشنایی می‌باشد.

کمترین میزان انرژی مصرفی با مقدار ۵۹۱/۱، ۳۴۵/۶ و ۲۲۴ مگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ به ترتیب به نهاده‌های جوجه‌ی یک روزه، تجهیزات و نیروی کارگر بود که این سه نهاده در مجموع ۰/۵۳ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند. در مجموع نیز به صورت متوسط برای هر ۱۰۰۰ عدد مرغ میزان ۲۲۰۰۱۸ مگاژول در تولید مرغ گوشتی در استان البرز انرژی مصرف شد.

نتایج نشان داد که به صورت متوسط از هر واحد تولیدی به ازای ۱۰۰۰ مرغ، ۲۸۶۸ و ۲۰۸۳ کیلوگرم به ترتیب گوشت و کود مرغ حاصل می‌گردد که در حدود ۲۹۶۲۴ مگاژول متعلق به گوشت مرغ تولیدی و ۶۲۵ مگاژول از کل انرژی خروجی به کود مرغی اختصاص داشت.

جدول۱. مقدار و محتوای انرژی هر یک از نهاده‌های مصرفی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی

نهاده(واحد)	مقدار(۱۰۰۰ مرغ/واحد)	انرژی(۱۰۰۰ مرغ/ مگاژول)
ورودی		
سوخت دیزل(L)	۱۹۸۱	۹۴۶۷۴
گاز طبیعی(m^3)	۹۲۵	۴۵۸۷۲
الکتریسیته(kWh)	۱۹۷۶	۲۲۱۵۵
خوراک(kg)	۵۶۸۷	۵۶۲۴۷
تجهیزات(kg)	۶/۲۵	۳۴۵/۶
نیروی کارگر(h)	۱۱۴	۲۲۴
جوجه(kg)	۵۷	۵۹۱/۱
مجموع ورودی		۲۲۰۰۱۸
خروجی		
گوشت مرغ(kg)	۲۸۶۸	۲۹۶۲۴
کود مرغ(kg)	۲۰۸۳	۶۲۵
مجموع خروجی		۳۰۲۴۹

نسبت انرژی که در برخی از منابع به عنوان شاخص کارایی انرژی نیز شناخته می‌شود. برای واحدهای تولیدی مرغ گوشتی در استان البرز حدود ۰/۱۵ برآورد گردید. نسبت انرژی کمتر از یک نشان‌دهنده این مطلب است که در مقابل صرف مقدار مشخصی انرژی برای تولید، مقادیر کمتری انرژی تولید می‌شود. به صورت موردی در پژوهش حاضر به ازای هر ۱ مگاژول انرژی صرف شده در تولید تنها ۰/۱۵ مگاژول انرژی تولید می‌گردد.

جدول۲. شاخص‌های انرژی در واحدهای تولیدی مرغ گوشتی در استان البرز

شاخص‌ها	واحد	میانگین(واحد)	درصد
نسبت انرژی	–	۰/۱۵	
بهره‌وری انرژی	(kg/MJ)	۰/۰۱	
شدت انرژی	(MJ/kg)	۷۶/۵۹	
افزوده خالص انرژی	(MJ/(1000bird))	-۱۸۹۷۶۹	
انرژی مستقیم	(MJ/(1000bird))	۱۶۲۸۳۵	۷۴/۰۱
انرژی غیرمستقیم	(MJ/(1000bird))	۵۷۱۸۳	۲۵/۹۹
انرژی تجدیدپذیر	(MJ/(1000bird))	۲۲۴/۰۳	۰۰/۱۰
انرژی تجدیدناپذیر	(MJ/(1000bird))	۲۱۹۷۹۴	۹۹/۹۰

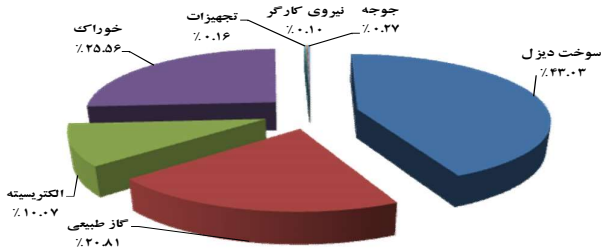
به منظور افزایش این شاخص سه راهکار عمده وجود دارد:

۱) افزایش میزان محصول خروجی ؛ ۲) کاهش مقدار انرژی ورودی؛ ۳) اتخاذ هر دو راهکار ذکر شده به صورت همزمان.

شاخص بهره‌وری انرژی که حاصل تقسیم میزان کیلوگرم گوشت تولیدی به میزان انرژی مصرفی به ازای یک تعداد مشخص مرغ می‌باشد ۰/۰۱ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد و نشان دهنده‌ی این است که به ازای ۱ مگاژول انرژی مصرفی می‌توان عملکردی برابر با ۰/۰۱ کیلوگرم گوشت مرغ را در منطقه‌ی استان البرز انتظار داشت. مقدار شدت انرژی نیز۷۶/۵۹ مگاژول بر کیلوگرم برآورد شد و نشان داد که به ازای تولید هر کیلوگرم مرغ گوشتی در انتهای دوره، به صورت متوسط ۷۶/۵۹ مگاژول انرژی به صورت نهاده‌های تولید مصرف می‌شود. افزوده خالص انرژی که حاصل تفریق انرژی ورودی از انرژی خروجی می‌باشد برابر با ۱۸۹۷۶۹- مگاژول به ازای هر ۱۰۰۰ مرغ محاسبه شد(جدول ۲).

برآورد عدد منفی برای شاخص افزوده خالص انرژی حکایت از انرژی بر بودن تولید مرغ گوشتی در استان البرز دارد که در مباحث انرژی، افزوده خالص انرژی منفی نشان‌دهنده‌ی عدم کارایی واحد تولیدی می‌باشد اما زمانی که مباحث اقتصادی در کنار مباحث انرژی مطرح می‌گردد توجیه پذیری تولید در مواردی که افزوده خالص منفی است، افزایش می‌یابد.

به بیان ساده‌تر برای تولید برخی از اقلام همواره لازم است انرژی از دست برود و این بدلیل ماهیت تولید محصول تولیدی است و در این شرایط، تنها می‌توان اقداماتی در جهت کاهش این مقدار منفی انجام داد. از آنجاییکه سوخت یکی از مهمترین منابع مصرف‌کننده‌ی انرژی در مرغداری‌ها است، می‌توان با عایق‌کاری و استفاده از سامانه‌های تجدیدپذیر همچون انرژی خورشیدی(به صورت آبگرمکن‌های خورشیدی و سلول‌های فوتوولتائیک)، تأمین بخشی از نیاز حرارتی واحدهای تولیدی را انجام داد.



شکل ۲. سهم انرژی نهاده‌های مصرفی در کل انرژی مصرفی در تولیدمرغ گوشتی در استان البرز

مقدار و سهم هر یک از انواع انرژی شامل انرژی مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در پرورش مرغ گوشتی دراستان البرز در جدول ۲ ارائه شده است.

مقدار انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم به ترتیب برابر با ۱۶۲۸۳۵ و ۵۷۱۸۳ مگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ بوده است. سهم هر یک از انرژی‌های ذکر شده از کل انرژی مصرفی به ترتیب برابر با ۷۴/۰۱ و ۲۵/۹۹ درصد بوده است. این مطلب نشان‌دهنده وابستگی بیشتر تولید مرغ گوشتی به نهاده‌هایی است که به صورت مستقیم انرژی‌شان مورد استفاده قرار می‌گیرد(نهاده‌هایی چون سوخت گازوئیل، گازطبیعی، الکتریسیته و نیروی کارگر). سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به ترتیب ۰/۱۰ و ۹۹/۹۰ درصد بوده است که دلیل این مسئله تجدیدناپذیر بودن تقریباً تمامی منابع انرژی مورد استفاده در تولید مرغ گوشتی در استان البرز بوده است و تنها منبع انرژی تجدیدپذیر مربوط به نیروی کارگر بوده است. این نتایج حکایت از وابستگی تولید مرغ گوشتی به منابع دارد.

در ادامه به بررسی تأثیر دو فاکتور سطح سواد (تحصیلات) بر شاخص نسبت انرژی پرداخته شد. مشخص شد که در حدود ۵۶٪ از جامعه‌ی آماری این تحقیق دارای تحصیلات دیپلم و زیر دیپلم و ۱۴٪ دارای تحصیلات بالاتر از دیپلم غیرمرتبط به کشاورزی و در نهایت ۳۶٪ دارای تحصیلات دیپلم، کارشناسی و کارشناسی مرتبط به فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری هستند. با توجه به تقسیم‌بندی‌ها و فراوانی موجود، تجزیه آماری تأثیر سطح تحصیلات بر شاخص نسبت انرژی انجام شد و تأثیر فاکتور سطح تحصیلات بر شاخص نسبت انرژی در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. و با توجه به جدول مقایسه‌ی میانگین دانکن (جدول ۳) مشخص می‌شود که کمترین و بیشترین میزان شاخص نسبت انرژی به ترتیب در سطوح تحصیلات دیپلم و زیردیپلم غیرمرتبط با کشاورزی (سطح اول) و تحصیلات دیپلم و بالاتر مرتبط با کشاورزی و دامپروری (سطح سوم) می‌باشد و تفاوت این دو سطح به صورت معنی‌داری است, حال آنکه تولیدکنندگان دارای سطح تحصیلات بالاتر از دیپلم غیرمرتبط به کشاورزی و دامپروری (سطح دوم) دارای نسبت انرژی‌ای بین این دو دسته می‌باشند و اختلاف دسته ذکر شده با دو دسته دیگر غیرمعنی‌دار گزارش شد.

پرواضح است تولیدکنندگان دارای سطح تحصیلات مرتبط با کشاورزی و دامپروری از اطلاعات بروزتری در تولیدات دامی برخوردار بوده و تولیداتشان بر پایه‌ی اصول علمی می باشد. بنابراین با مدیریت بهتر نهاده‌های مصرفی و کنترل بهتر شرایط

پرورشی نه تنها از انرژی کمتری در فرایند تولید استفاده می‌کنند بلکه میزان تولیدات بیشتری(در نتیجه‌ی تلفات کمتر) را خواهند داشت و این دو عامل به صورت توامان در بهبود کارایی یا نسبت انرژی مؤثر است.

به منظور مدل‌سازی رابطه‌ی بین انرژی نهاده‌های مختلف استفاده شده در تولید و شاخص نسبت انرژی، از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شد و بر این اساس ورودی‌های این تحقیق به عنوان لایه‌ی ورودی و نسبت کارایی انرژی که شاخصی برای ارزیابی کارایی تولید در مرغداری‌های مورد تحقیق می‌باشد به عنوان لایه‌ی خروجی در نظر گرفته شدند.

جدول ۵. مقایسه میانگین سطوح مختلف تیمار تحصیلات

سطوح مختلف تیمار تحصیلات	فراوانی	زیرمجموعه اول	زیرمجموعه دوم
دیپلم و زیردیپلم(غیرمرتبط با کشاورزی و دامپروری)-(سطح اول)	۲۸	۰/۱۳۶۸	
بالاتر از دیپلم(غیرمرتبط با کشاورزی و دامپروری)-(سطح دوم)	۷	۰/۱۴۴۳	۰/۱۴۴۳
بالاتر از دیپلم(مرتبط با کشاورزی و دامپروری)-(سطح سوم)	۱۵		۰/۱۷۱۳

مدل شماره ۵ که در جدول ۴، شاخص های آماری شبکه عصبی آورده شده است دارای دو لایه‌ی مخفی با آرایش ۲ نرون در لایه‌ی مخفی اول و ۱۶ نرون در لایه‌ی مخفی دوم است به عنوان مناسب‌ترین مدل ارزیابی شد. ملاک ارزیابی شاخص‌های R^2، MAPE، MSE و MAE بود که به ترتیب مقادیرشان برابر با ۰/۹۸۸، ۱/۹۲۵، ۰/۰۰۰۰۲ و ۰/۰۰۳ بود. این مدل بیشترین مقدار R^2 را در بین ۳۰۰ مدل اجرا شده دارا بود و از سویی دیگر نیز کمترین مقادیرMAE و MAPE را به خود اختصاص داد. برای مقدار MSE نیز شبکه‌ی شماره ۵ کمترین مقدار را نداشت اما با مقدار بسیار ناچیزی اختلاف از کمترین مقدار میانگین خطای مطلق قرار داشت. با این نتایج می‌توان ساختار شبکه‌ی شماره ۵ را به عنوان ساختار بهینه در مدل‌سازی رابطه‌ی بین نهاده‌های انرژی مورد استفاده در تولید مرغ گوشتی و شاخص نسبت انرژی در استان البرز به شمار آورد و برای تخمین میزان عملکرد انرژی هر یک از واحدهای تولید استفاده نمود.

شکل ۳ تغییرات خطا را برای ۵۰ نمونه‌ی(پرسشنامه) مورد بررسی نشان می‌دهد. مقدار خطا تعیین کننده‌ی تفاوت مابین مقدار تخمین زده شده توسط شبکه عصبی مصنوعی از نسبت انرژی (خروجی مدل) و مقدار واقعی مشاهده شده در واحدهای مختلف تولید مرغ گوشتی در استان البرز است. همانگونه که قابل مشاهده است در بیشتر موارد مقدار خطا در نزدیکی صفر تغییر می‌کند که نشان‌دهنده قابلیت تخمین مناسب مقدار نسبت انرژی با توجه به مقادیر انرژی ورودی برای مدل شماره ۵ است.

شکل۳. تغییرات مقدار خطا برای ۵۰ نمونه واحد تولید مرغ گوشتی در استان البرز

(شکل۴) نمایی از عملکرد شبکه‌ی عصبی مصنوعی شماره ۵ را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود مدل شماره ۵ به خوبی داده‌های مورد بررسی را مدل‌سازی نموده است و به صورت دقیقی در تخمین مقادیر درست عمل کرده است

جدول ۴. معماری شبکه‌های مختلف عصبی مصنوعی برای مدل‌سازی ناپارامتری به همراه شاخص‌های ارزیابی شبکه

مدل	تعداد لایه‌های مخفی	تعداد نرون‌ها	MAE	MSE	MAPE	R^2
۱	۱	۴	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۳۲	۹/۴۴۹	۰/۸۲۱
۲	۱	۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰۴۵	۱۱/۳۲۷	۰/۷۸۹
۳	۱	۲۰	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۲۴	۷/۳۷۳	۰/۸۹۳
۴	۲	۸-۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱۴۹	۱۰/۰۸۳	۰/۴۵۰
۵	۲	۱۶-۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰۲	۱/۹۲۵	۰/۹۸۸
۶	۲	۱۳-۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۳۷	۸/۰۳۵	۰/۷۹۸
۷	۲	۱۹-۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۳۱	۹/۰۹۶	۰/۸۲۲
۸	۲	۲-۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۶۷	۱۰/۹۰۷	۰/۶۱۹
۹	۲	۱۴-۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۱۵	۲/۹۱۸	۰/۹۱۶
۱۰	۲	۱۰-۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۱۶	۴/۳۳۱	۰/۹۱۳
۱۱	۲	۲۰-۵	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰۲۹	۶/۴۴۷	۰/۸۴۳
۱۲	۲	۱۰-۶	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۲۶	۷/۱۸۹	۰/۸۵۹
۱۳	۲	۱۶-۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۰۷	۳/۶۶۳	۰/۹۶۰
۱۴	۲	۵-۷	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰۵۷	۱۰/۱۰۱	۰/۷۹۷
۱۵	۲	۱۷-۷	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰۱۸	۷/۹۴۴	۰/۸۹۳
۱۶	۲	۹-۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۱۳	۵/۴۹۵	۰/۹۲۷
۱۷	۲	۵-۹	۰/۰۲۵	۰/۰۰۱۱۷	۱۷/۲۶۱	۰/۴۴۱
۱۸	۲	۱۰-۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۱۰	۴/۰۴۲	۰/۹۵۰
۱۹	۲	۸-۱۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۲۳	۵/۱۰۹	۰/۸۷۰
۲۰	۲	۱۹-۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۲۱	۷/۸۴۵	۰/۹۲۰
۲۱	۲	۴-۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۲۱	۴/۹۰۲	۰/۹۰۲
۲۲	۲	۱۸-۱۲	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰۷۷	۱۱/۴۵۲	۰/۶۵۲
۲۳	۲	۱۱-۱۳	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰۱۶	۶/۶۹۳	۰/۹۱۴
۲۴	۲	۱۳-۱۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۱۶	۵/۷۶۸	۰/۹۱۵
۲۵	۲	۷-۱۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۸۲	۱۱/۸۱۱	۰/۷۰۵
۲۶	۲	۳-۱۵	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰۷۳	۱۲/۹۰۱	۰/۶۰۱
۲۷	۲	۲۰-۱۵	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰۲۴	۷/۰۲۴	۰/۸۶۷

نتیجه گیری

با توجه به تحقیق انجام شده و بررسی‌های صورت گرفته، مجموع انرژی مصرفی و تولیدی در یک دوره پرورش مرغ گوشتی در استان البرز به ترتیب ۲۲۰/۰۲ و ۳۰/۲۵ گیگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ محاسبه گردید. نهاده‌هایی چون گازوئیل، گازطبیعی، خوراک و الکتریسیته به ترتیب با سهمی برابر با ۴۳٪، ۲۱٪، ۲۶٪ و ۱۰٪ در جایگاه‌های اول تا چهارم قرار گرفتند. به صورت متوسط میزان

مصرف گازوئیل ۱۹۸۱ لیتر بود که برابر با ۹۴۶۷۴ مگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ انرژی می‌باشد. مقدار انرژی مصرفی برای گاز طبیعی و خوراک نیز به ترتیب ۴۵۷۸۲ و ۵۶۲۴۷ مگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ بود. میزان انرژی مصرف شده برای نهاده‌ی الکتریسیته نیز ۲۲۱۵۵ مگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ گزارش شد. و نهاده‌هایی چون تجهیزات، نیروی کارگر و جوجه یکروزه که در مجموع در حدود ۰/۵۳٪ از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند. نتایج نشان داد که به صورت متوسط از هر واحد تولیدی به ازای ۱۰۰۰ مرغ، ۲۸۶۸ و ۲۰۸۳ کیلوگرم به ترتیب گوشت و کود مرغ حاصل می‌گردد که از این بین، ۹۷٪ از کل انرژی خروجی متعلق به گوشت مرغ و ۳٪ باقی مانده به کود مرغ تولیدی اختصاص پیدا می‌کند.

برآورد شاخص‌های انرژی انجام گرفته حکایت از نسبت انرژی ۰/۱۵ برای تولید مرغ گوشتی در استان البرز داشت. بر این اساس تولید مرغ گوشتی در استان مذکور انرژی‌بر بوده و لازم است در جهت کاهش مصرف انرژی نهاده‌هایی چون گازوئیل و خوراک و افزایش محتوای انرژی خروجی با کاهش مقدار تلفات اقداماتی صورت گیرد. مقادیر بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و افزوده خالص انرژی نیز به ترتیب ۰/۰۱ کیلوگرم بر مگاژول، ۷۶/۵۹ مگاژول بر کیلوگرم و ۱۸۹/۷۷- گیگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ برآورد شد. مقدار هر یک از انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به ترتیب ۱۶۲۸۳۵، ۵۷۱۸۳، ۲۲۴/۰۳ و ۲۱۹۷۹۴ مگاژول به ازای ۱۰۰۰ مرغ محاسبه شد که نشان‌دهنده این مطلب بود که تولید مرغ گوشتی در استان البرز وابستگی ۹۹/۹۰ درصدی به منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر دارد و لازم است با اتخاذ تدابیر مناسب مثل بهره‌گیری از آبگرمکن‌های خورشیدی و سلول‌های فتوولتائیک زمینه‌ی بهره‌مندی از سایر منابع انرژی تجدیدپذیر فراهم گردد.

بررسی تأثیر سطح سواد بر نسبت انرژی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. مدل‌سازی بین انرژی نهاده‌های مختلف مورد استفاده با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی نشان داد که می‌توان از شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدل‌سازی روابط تولید در پرورش مرغ گوشتی در استان البرز بهره برد. بر این اساس مشخص شد که ساختار شبکه‌ی عصبی‌ای با ۲ لایه‌ی مخفی(به ترتیب با ۲ و ۱۶ نرون در لایه‌های مخفی اول و دوم) بهترین نتایج را در تخمین مدل مورد نظر داشته است. ارزیابی مدل با استفاده از شاخص‌های R^2، MAPE، MSE و MAE انجام شد که مقدار هر یک به ترتیب ۰/۹۸۸، ۱/۹۲۵، ۰/۰۰۰۲ و ۰/۰۰۳ گزارش شد.

با توجه به نتایج بدست آمده، برای بهبود شرایط در مبحث انرژی واحدهای تولید مرغ گوشتی در استان البرز پیشنهاد می‌گردد:

۱- انرژی نهاده‌ی گازوئیل بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است، توصیه می‌گردد با عایق‌سازی سالن‌های مرغداری، استفاده از گرمکن‌هایی مناسب ، استفاده از گاز طبیعی و استفاده از انرژی خورشیدی، میزان مصرف نهاده‌ی سوخت گازوئیل را کاهش داد.

۲- توصیه می‌گردد تولیدکنندگان مقدار نهاده‌های مصرفی دوره‌های تولید خود را به صورت دقیق ثبت نمایند .

۳- استفاده از جوجه‌های یکروزه‌ی با کیفیت بالا با سرعت بهتر وزن‌گیری جهت دوره تولید کمتر و افزایش راندمان توصیه می‌شود.

۴- توصیه می‌گردد به صورت متمرکز دو واحد تولیدی با شرایط تولیدی مشابه که برای گرمایش خود از نهاده‌های گاز و گازوئیل استفاده می‌کنند از نظر محتوای انرژی و اقتصادی مورد مقایسه قرار گیرند.

۵- با توجه به معنی‌دار بودن سطح تحصیلات بر مقدار عملکرد توصیه می‌شود دوره‌های آموزشی در زمینه‌ی تولید به شیوه‌های مکانیزه و مدیریت مصرف بهینه انرژی و اصولی توسط جهاد کشاورزی در سطح استان البرز برگزار شود.

منابع :

۱- الماسی، م.، کیانی، ش.، و لویمی، ن. ۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. چاپ چهارم، تهران: انتشارات جنگل.

۲- سلطانی، س.، سرداری، س. شیخ پور، م.، و موسوی، ص. ۱۳۸۹. شبکه‌های عصبی مصنوعی. انتشارات نص.

۳- کوچکی، ع.، حسینی، م.، و خزایی، ح. ۱۳۷۶. نظام‌های کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی شیراز.

۴- منصورفر، ک. ۱۳۸۹. روش‌های پیشرفته آماری. انتشارات دانشگاه تهران.

۵- نجفی‌اناری، س.، خادم الحسینی، ن.، جزایری، ک.، و میرزاده، خ. ۱۳۸۷. بررسی کارایی انرژی در پرورش مرغ گوشتی منطقه اهواز. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین آلات کشاورزی، ۶ و ۷ شهریورماه ۱۳۸۷، دانشگاه فردوسی مشهد.

۶- نقیب‌زاده، ش.، جوادی، ا.، رحمتی، م.، و مهران‌زاده، م. ۱۳۸۹. بررسی چگونگی سیر مصرف انرژی برای پرورش مرغ گوشتی در منطقه شمال خوزستان .ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، ۲۴ و ۲۵ شهریورماه ۱۳۸۹، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران(کرج).

۷- نیک‌پور، م.(۱۳۸۹). ارزیابی مصرف انرژی(ممیزی انرژی) در مرغداری‌های گوشتی استان تهران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیزاسیون، دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم تحقیقات.

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

9- Heidari, M.D., Omid, M. and Akram,A. 2011. Application of Artificial Neural Network for Modeling Benefit to Cost Ratio of Broiler Farms in Tropical Regions of Iran. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 3(6): 546-52.

10- Pimentel, D. 1999. Energy inputs in production agriculture. In: R.C. Fluck(Ed), Energy in Farm Production, Elsevier, Amsterdam, pp. 13-29.

11- Taki, M., Ajabshirchi, Y. and Mahmoudi, A. 2012. Prediction of output energy for wheat production using artificial neural networks in Esfahan province of Iran. Journal of Agricultural Technology 8(4): 1229-1242.

Modeling Energy Efficiency in Broiler Chicken Production Units in Alborz Province by Artificial Neural Network (ANN) and the Effect of Educational Level on the Energy Ratio

M.Yamini Sefa [1]*, A.M. Borghaee[2], B. Beheshti[3], H. Bakhoda[4]

1-Master of science Agricultural Mechanization ,Islamic Azad University ,Science and Research Branch of Tehran. mohsenyamini@yahoo.com
2- Professor of Mechanical Agricultural Machinery ,Islamic Azad University ,Science and Research Branch of Tehran.
3- Assistant Professor of Mechanical Agricultural Machinery ,Islamic Azad University ,Science and Research Branch of Tehran.
4-Assistant Professor of Mechanization of Agriculture ,Islamic Azad University ,Science and Research Branch of Tehran.

ABSTRACT

This study examined the relationship between energy input and output units broilers Alborz deals. To determine the pattern of energy consumption, examining the relationship between energy input and output units is paid broilers Alborz**.** Based on data from 50 broiler production units through the use of questionnaires were collected in winter 1391**.** Total energy input and output, respectively, at about 220.02 and 30.25 per 1,000 birds were estimated GJ. Primary energy inputs gasoline, food, gas and electricity, respectively, which were equal share 43.03%, 25.56%, 20.81% and 10.07% and the lowest energy inputs as well as day old chicks, equipment and labor devoted**.** The share of total energy consumption in each of the 0.27%, 0.16% and 0.01% was set. Indicators of Energy, Energy ratio, energy efficiency, specific energy and net energy added to the 0.15, 0.10 MJ kg, 76.59, -189.77 MJ MJ kg per 1000 birds were counted. The different types of energy also reveals that the share of direct energy (with a contribution equal to 26%) than low energy (74%) and almost all the energy used in the production of broilers in Alborz Province is a nonrenewa **(**The share of renewable and nonrenewable resources, the 90/99%, 0.01%**).** Various neural network (The 300 Network) to estimate the amount of energy per unit of production were evaluated. The 2 feedforward neural network with two hidden layers and 16 neurons had best results with high precision and can be used to estimate the energy**.** The optimal model performance using measures such as the coefficient of determination (R2), MSE, MAPE and MAE was performed. Coefficient of 99% was reported for the energy model. The educational level of the ratio of energy using Duncan's multiple range test was significant at the 5% level.

Keyword: Alborz Province, Artificial Neural Networks, Broilers, Energy.