

تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی خوراک دوره پایانی جوجه‌های گوشتی تولید شده در تعدادی از کارخانجات خوراک دام

سمیه رحمانی^۱ و حسین جانمحمدی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

^۲ دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: Email: janmohammadi@tabrizu.ac.ir

چکیده

آزمایشی به منظور تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده برای تعادل صفر نیتروژن (TME_n) خوراک‌های دوره پایانی جوجه‌های گوشتی و ارائه معادله پیشگویی انرژی قابل سوخت و ساز انجام گرفت. در این آزمایش، ابتدا دوازده نمونه خوراک دوره پایانی از کارخانجات مختلف خوراک دام تهیه و ترکیبات شیمیایی آن‌ها با روش‌های استاندارد در آزمایشگاه تعیین شد. میانگین مقادیر ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری، خاکستر خام، فیبر خام، کلسیم و فسفر در نمونه‌های مورد مطالعه به ترتیب برابر ۹۱/۵۲، ۱۸/۶۴، ۲/۷۱، ۶/۸۵، ۳/۲۱، ۰/۸۰، ۰/۳۶ درصد بود. برای اندازه‌گیری انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت متابولیسم ماده خشک نیز آزمایشی با استفاده از جوجه‌های گوشتی نر ۵۴ روزه سویه راس ۳۰۸ با روش سیبالد انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد که مقادیر TME_n در بین نمونه‌های خوراک تفاوت معنی‌داری داشته (P<۰/۰۱) و با میانگین برابر ۳۲۳۴ کیلوکالری در کیلوگرم از ۳۰۱۲ تا ۳۴۳۰ کیلوکالری در کیلوگرم متغیر بود. میانگین تراکم نسبی انرژی قابل متابولیسم نمونه‌ها نیز از ۰/۶۵ تا ۰/۷۴ متغیر بوده و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده شد (P<۰/۰۱). مقادیر قابلیت متابولیسم حقیقی ماده خشک نمونه‌های خوراک دوره پایانی تفاوت معنی‌داری نشان داده (P<۰/۰۱) و میانگین آن برابر ۵۵/۴۰ درصد بود. خوراک‌هایی که دارای فیبر خام بالاتری بودند، قابلیت متابولیسم حقیقی پایین‌تری از خود نشان دادند. مقادیر TME_n خوراک‌های دوره پایانی همبستگی منفی معنی‌دار بالایی (r=-۰/۸۰, P=۰/۰۱) با درصد خاکستر خام نشان داد. تجزیه و تحلیل روابط رگرسیونی نشان داد که می‌توان مقدار TME_n خوراک‌های دوره پایانی را با استفاده از خاکستر خام، پروتئین خام و فسفر با ضریب تبیین برابر ۰/۶۹ پیشگویی کرد.

واژگان کلیدی: انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی، خوراک دوره پایانی جوجه‌های گوشتی، معادله پیشگویی انرژی قابل متابولیسم

مقدمه

تصحیح شده برای تعادل صفر نیتروژن (TME_n^{e}) بنیان نهاد که در گونه‌های مختلف طیور و در سنین متفاوت قابل انجام است. این نوع انرژی نسبت به انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری دارای تغییرات کمتری بوده (سیبالد ۱۹۸۶)، مستقل از میزان مصرف خوراک، دارای خاصیت جمع پذیر^ه (هالورانی ۱۹۸۰، دال و فولر ۱۹۹۲) و همچنین خاصیت تکرارپذیری بیشتری است (سیبالد ۱۹۸۳). بنابراین تعیین TME_n جیره های غذایی می تواند مفید و کاربردی و قابل اطمینان باشد. TME_n پودر ضایعات طیور در جوجه‌ها و بوقلمون‌ها قبلاً اندازه‌گیری شده و با استفاده از تعیین ترکیبات شیمیایی آن، معادله‌ای برای تخمین انرژی با استفاده از رطوبت، انرژی خام، آهن، کلسیم و پتاسیم ارائه شده است (پستی ۱۹۸۶). در بررسی اثرات سطوح استفاده و درجه اشباع بودن چربی‌ها بر میزان TME_n بهترین معادله تخمین انرژی قابل سوخت و ساز از روی اسید اولئیک، ارزش اسیدی، اندیس‌های صابونی و غیر قابل صابونی گزارش شده است (سالارمعینی و گلپان ۱۳۷۸). همچنین معادله‌ای برای پیشگویی مقدار AME_n پودر گوشت و استخوان با استفاده از چربی خام و انرژی خام و با ضریب تبیین برابر ۰/۹۸ ارائه شده است (جانمحمدی و همکاران ۱۳۸۹). انرژی خام و خاکستر خام به ترتیب تنها متغیرهای پیش‌گویی کننده TME_n برای پودر گوشت و استخوان و دانه جو گزارش شده است (جانمحمدی و همکاران ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸). همانطوریکه فوقاً اشاره شد، گرچه گزارشاتی از ارائه معادلات پیشگویی انرژی قابل سوخت و ساز هر یک از مواد غذایی طیور در کشور وجود دارد ولی برای پژوهشگران گزارشاتی از ارائه معادلات رگرسیونی در خوراک‌های کامل جوجه‌های

دوره پایانی جوجه‌های گوشتی یکی از حساس‌ترین دوره‌های پرورشی می باشد (لیلبرن ۱۹۹۸). با توجه به اهمیت افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در این دوره برای رسیدن به زمان وزن کشتار، آگاهی از ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز دان این دوره از اهمیت زیادی برخوردار است. تجزیه شیمیایی خوراک‌های دوره پایانی کارخانجات از نظر پروتئین خام، چربی خام، فیبرخام، کلسیم، فسفر ارزان بوده و وقت گیر نمی باشند ولی تعیین انرژی قابل سوخت و ساز این خوراک‌ها احتیاج به آزمایشات بیولوژیکی داشته و هزینه بر و وقت گیر است. بنابراین پیشگویی انرژی قابل سوخت و ساز خوراک‌های تولیدی از روی ترکیبات شیمیایی کاربردی بوده و از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشد. جهت ارزیابی انرژی قابل استفاده مواد خوراکی در تغذیه طیور سیستم‌های مختلفی وجود دارد. یکی از سیستم‌های ارزیابی انرژی قابل استفاده طیور، انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای تعادل صفر نیتروژن (AME_n^1) می باشد. انرژی قابل متابولیسم ظاهری یک ماده خوراکی را در طیور می‌توان با روشهای مختلف جایگزینی مثل روش جایگزینی گلوکز^۲ و یا انفرادی^۳ نمود (سیبالد ۱۹۸۶). اما این روش‌ها با سختی و کار زیاد همراه بوده، نمونه خوراک زیادی جهت آزمایش نیاز دارند و وقت گیر و پر هزینه می‌باشند (چنگ و همیلتون ۱۹۸۲). به همین جهت سیبالد (۱۹۷۶) روش سریعی را با بهره‌گیری از تغذیه دقیق و تصحیح برای انرژی دفعی با منشاء داخلی جهت تعیین انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی

^۱-Apparent Metabolizable Energy Corrected to Zero Nitrogen Balance (AME_n)

^۲-Glucose replacement assay

^۳-Single ingredient assay

^ه-True Metabolizable Energy Corrected to Zero Nitrogen

°- Additive

دقت توزین (گرم ± 0.01) و در ظروف پلاستیکی درب‌دار ریخته شد. خروس‌ها نیز ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش جهت تخلیه دستگاه گوارش از بقایای خوراک مصرفی گرسنه نگه داشته شدند. مقدار ۳۰ گرم نمونه خوراک آماده شده مطابق روش سیبالد (۱۹۸۶) به خروس‌ها تغذیه گردید و سینی‌های مربوط به جمع‌آوری فضولات در زیر قفس‌ها قرار داده شدند. ضمن بررسی سینی‌ها از نظر وقوع استفراغ در طول ۴۸ ساعت پس از تغذیه دقیق، فضولات روزانه جمع‌آوری و در ظرفی که قبلاً توزین شده بودند، ریخته شده و تا قبل از تجزیه شیمیایی در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. یک گروه ۴ تایی جداگانه از خروس‌ها نیز جهت تعیین دفع انرژی از منشاء داخلی مورد استفاده قرار گرفت که به آنها نیز ۴۸ ساعت گرسنگی داده شد. ظروف حاوی فضولات از فریزر خارج و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون خشک شدند. فضولات خشک به مدت ۲۴ ساعت جهت متعادل شدن با رطوبت اتمسفر در آزمایشگاه قرار گرفته، سپس توزین و آسیاب شده و تا انجام تجزیه شیمیایی در ظروف پلاستیکی درب‌دار نگهداری شدند. پس از جداسازی پرها و فلس‌ها، ماده خشک، نیتروژن و انرژی خام فضولات مشابه نمونه‌های خوراک مورد تجزیه قرار گرفت. پس از تعیین میزان ماده خشک، نیتروژن و انرژی خام از معادلات زیر، میزان انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی و انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده برای تعادل صفر نیتروژن محاسبه گردید (سیبالد ۱۹۸۹):

(۱)

$$TME / g \text{ of feed} = \frac{[(F_i \times GE_f) - (E \times G)]}{F_i}$$

(۲)

$$TME_n / g \text{ of feed} = \frac{[(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e) - (NR \times K)] + [(FE_m + UE_e) + (NR_o \times K)]}{F_i}$$

گوشتی که بتواند در قیمت گذاری منصفانه آن‌ها و در پیش بینی تامین انرژی مورد نیاز جوجه‌های گوشتی به کار رود، یافت نشد. در این راستا هدف این آزمایش تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی برخی خوراک‌های دوره پایانی جوجه‌های گوشتی تولید شده در تعدادی از کارخانجات خوراک دام و بررسی امکان پیشگویی انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی آن‌ها بر اساس ترکیبات شیمیایی بود.

مواد و روش‌ها

تعداد دوازده نمونه خوراک دوره پایانی از دوازده کارخانه خوراک دام تهیه و درصد ماده خشک خوراکی‌ها مطابق روش AOAC (۱۹۹۰) در آون، پروتئین خام توسط دستگاه کدال (Kjeltec Analysis Foss ۲۳۰۰) چربی خام توسط دستگاه سوکسله (Tecator)، خاکستر خام توسط کوره الکتریکی، (Suk, Velp)، فیبرخام توسط دستگاه فایبر تک (Foss Tecator)، کلسیم توسط دستگاه جذب اتمی (Atomic absorption) و فسفر نیز توسط دستگاه اسپکتوفتومتر (Apel, AA-6300) اندازه گیری شد. میزان انرژی خام (GE^1) نمونه‌های خوراک نیز با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر آدیاباتیک Parr اندازه گیری شد. برای تعیین انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی به روش سیبالد (۱۹۸۶) از میان ۶۰ قطعه خروس گوشتی ۵۴ روزه سویه راس، تعداد ۵۲ قطعه با میانگین وزن 3100 ± 50 گرم انتخاب شده و در قفس‌های انفرادی قرار گرفتند. خروس‌ها در دمای ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد در اتاق متابولیسمی خروس‌های بالغ سالن تحقیقات طیور خلعت پوشان نگهداری شدند. مقدار ۳۰ گرم از هر دوازده نمونه خوراک آماده دوازده کارخانه مختلف در چهار تکرار به

¹- Gross Energy

(۳)

سوخت و ساز خوراک‌ها از روی ترکیبات شیمیایی آن‌ها استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین و ضریب تغییرات ترکیبات شیمیایی نمونه‌های خوراک دوره پایانی مربوط به کارخانجات مختلف در جدول شماره ۱ ارائه شده است. میانگین مقادیر ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری، خاکستر خام، فیبر خام، کلسیم و فسفر در نمونه‌های خوراک دوره پایانی به ترتیب برابر ۹۱/۵۲، ۱۸/۶۴، ۲/۷۱، ۶/۸۵، ۳/۲۱، ۰/۸۰، ۰/۳۶ درصد به دست آمد. میانگین پروتئین خام خوراک‌های دوره پایانی کارخانجات مختلف ۱۸/۶۴ درصد با ضریب تغییرات ۴/۲۱ بود که نشان می‌دهد هم سطح پروتئین خام خوراک‌ها در محدوده پیشنهادی NRC (۱۹۹۴) برای دوره پایانی جوجه‌های گوشتی می‌باشد و هم تغییرات زیادی بین نمونه خوراک‌ها از نظر پروتئین خام وجود ندارد. گرچه اطلاعاتی از سطح کل اسید آمینه ضروری خوراک‌های مورد مطالعه که می‌توانست معیار دقیق تری از کیفیت پروتئین تامین شده باشد، وجود نداشت ولی به هر حال تامین این سطح پروتئین خام در خوراک‌های تولیدی در کارخانجات کشور احتمالاً می‌تواند یک مزیت محسوب شود. به هر حال نباید از نظر دور داشت که نسبت مناسب انرژی به پروتئین در جیره‌های جوجه‌های گوشتی جهت تامین رشد کافی و نیز کسب لاشه خوراکی مناسب و مورد پسند مصرف‌کننده حائز اهمیت زیادی است. بررسی نسبت انرژی به پروتئین در ۱۲ نمونه خوراک مورد مطالعه نشان می‌دهد که این نسبت از مقدار ۱۸۴/۱ در خوراک تولیدی کارخانه شماره ۳، تا ۱۰۴/۷ در خوراک تولیدی کارخانه شماره ۱۱ متغیر است. قاعدتاً این نسبت مطابق احتیاجات انرژی و پروتئین پیشنهادی NRC

$$NR = (Fi \times Nf) - (E \times Ne)$$

TME_n، انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده برای تعادل صفر نیتروژن بر حسب کیلوکالری در کیلوگرم خوراک، F_i، میزان خوراک مصرفی بر حسب گرم؛ GE_f، میزان انرژی خام خوراک مصرفی بر حسب کیلوکالری؛ E، مقدار فضولات بر حسب گرم؛ GE_e، میزان انرژی خام فضولات؛ NR، میزان ابقاء نیتروژن در گروه تغذیه شده می‌باشد. در رابطه سوم N_f، میزان نیتروژن خوراک تغذیه شده و N_e میزان نیتروژن فضولات است. K، عدد ثابت است که برابر ۸/۲۲ کیلو کالری به ازای هر گرم نیتروژن ابقاء شده است، FE_m و UE_e به ترتیب میزان انرژی متابولیکی و انرژی ادراری با منشاء داخلی است و NR₀ برابر میزان ابقاء نیتروژن در گروه گرسنه می‌باشد.

تراکم نسبی انرژی قابل سوخت و ساز^۷ نمونه‌های خوراک با تقسیم کردن TME_n بر GE آنها محاسبه شد (مورگان و همکاران ۱۹۸۶). ماده خشک قابل سوخت و ساز حقیقی نمونه‌های خوراک نیز از اختلاف مقدار خوراک مصرفی و مقدار دفع شده براساس ماده خشک و تصحیح برای دفع ماده خشک آندوزنوس محاسبه شد. داده‌های حاصله در قالب مدل زیر و با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۲، ۹/۱) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین کل، t_i = اثر خوراک دوره پایانی، e_{ij} = خطای آزمایش. از رویه Means برای محاسبه پارامترهای آماری توصیفی، رویه Corr برای محاسبه ضرایب همبستگی بین ترکیبات شیمیایی و مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز و از رویه Reg و گزینه Stepwise برای ارائه معادلات پیشگویی انرژی قابل

^۷ - Metabolizability

که احتمالاً از این منابع برای تامین انرژی خوراک ها استفاده شده است. هر چند که انرژی خام کم و کیف انرژی قابل استفاده برای حیوان را آشکار نمی کند.

میزان انرژی دفعی، تعادل نیتروژن، انرژی معادل تعادل نیتروژن و انرژی دفعی تصحیح شده برای تعادل نیتروژن خروس‌های تغذیه شده با هر یک از خوراک های دوره پایانی و نیز گروه خروس‌های گرسنه در جدول ۲ ارائه شده است. میزان انرژی دفعی در بین خوراک های مورد مطالعه تفاوت معنی داری ($p < 0/01$) نشان داد. بین میزان انرژی دفعی و انرژی دریافتی همبستگی مثبتی وجود داشت. گرچه میزان خوراک مصرفی جوجه‌ها در سطح ۳۰ گرم ثابت بود ولی چون سطح انرژی خام خوراک ها متفاوت بود لذا میزان انرژی دفعی نیز تفاوت نشان داده و عموماً از سطح انرژی خام خوراک ها تبعیت کرد. مقادیر تعادل نیتروژن منفی در بین خوراک های دوره پایانی تفاوت معنی داری نشان دادند ($P < 0/01$). تعادل نیتروژن، بسته به اینکه مثبت و یا منفی باشد، در آزمایشات تعیین انرژی قابل سوخت و ساز یکی از عواملی است که تغییرات انرژی قابل سوخت و ساز اندازه‌گیری شده را تحت تاثیر قرار داده و لذا پیشنهاد شده است که جهت کاهش تغییرات و افزایش جمع پذیری، ارقام TME برای تعادل صفر نیتروژن تصحیح شوند (ون و همکاران ۲۰۰۹). کمترین تعادل نیتروژن منفی در خوراک شماره ۷ و بیشترین آن در خوراک ۱۲ ($0/01$) در برابر $0/2$) حاصل شد. تعادل کمتر نیتروژن در خوراک ها می تواند معرف کیفیت بالاتر پروتئین خام آن‌ها باشد (اسکات ۱۹۸۲). معمولاً در تعیین انرژی قابل سوخت و ساز به روش سیبالد تعادل نیتروژن منفی می باشد که نتایج آزمایش حاضر نیز موید آن بوده و هماهنگ با گزارشات سایر پژوهشگران (جانمحمدی و همکاران ۱۳۸۹، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸، سیبالد و ولینتز ۱۹۸۸) است.

(۱۹۹۴) بایستی برابر با ۱۷۸ می بود. احتمالاً بخشی از نارضایتی مصرف کنندگان از مقادیر زیاد چربی ذخیره شده در لاشه ی جوجه های گوشتی عرضه شده در بازار می تواند ناشی از عدم توازن نسبت انرژی به پروتئین در خوراک های دوره پایانی تولید شده در کارخانجات دام باشد. میانگین عصاره اتری خوراک ها برابر $2/71$ درصد با ضریب تغییرات $10/67$ به دست آمد. اگرچه از نوع اسیدهای چرب (اشباع یا غیر اشباع) چربی مورد استفاده در جیره‌ها اطلاعاتی در دست نیست ولی وجود این سطح پایین عصاره اتری نیز به دلیل فساد احتمالی در طول انبارداری و حمل و نقل در خوراک های حاوی سطوح بالای چربی، از مزایای این خوراک ها محسوب می‌شود. فیبر خام یکی از ترکیبات شیمیایی می باشد که در صورت تغییرات زیاد بین خوراک‌ها می تواند معادلات پیشگویی را تحت تاثیر قرار داده و سطح بالای آن مصرف اختیاری و قابلیت هضم خوراک را کاهش دهد (صوفی سیاوش و جانمحمدی ۱۳۸۸). میانگین مقادیر فیبر خام خوراک های دوره پایانی برابر $3/21$ درصد بود که برای جوجه گوشتی سطح قابل قبول می‌باشد. در این آزمایش ضریب تغییرات فیبر خوراک ها برابر ۱۳ درصد بود که رقم نسبتاً پایینی است. مقادیر کلسیم، فسفر و همچنین نسبت بین کلسیم به فسفر نیز در نمونه‌های خوراک در محدوده مناسب برای نیاز جوجه‌های گوشتی بوده و تغییرات زیادی در میان آن‌ها مشاهده نشد. به هرحال اطلاعی از منابع تامین کلسیم و فسفر جهت ارزیابی و قضاوت در خصوص قابلیت استفاده آن‌ها وجود نداشت. میانگین انرژی خام خوراک های دوره پایانی کارخانجات مختلف نیز در حدود 4145 کیلوکالری در کیلوگرم با ضریب تغییرات معادل $2/31$ درصد بود. این سطح از انرژی خام در دامنه انرژی خام ذرت و دانه‌های غلات می باشد و تائید کننده این موضوع است

باشد. گرچه سطح انرژی قابل سوخت و ساز مطلوب خوراک‌ها به تنهایی می‌تواند یک امتیاز محسوب شده و در قیمت‌گذاری منصفانه آنها مفید باشد ولی نظر به اینکه نسبت سایر مواد مغذی به انرژی قابل سوخت و ساز در تامین احتیاجات مواد مغذی جوجه‌ها حائز اهمیت و تعیین کننده است لذا انجام آزمایشات تولید به منظور ارزیابی نهایی خوراک‌های تولیدی کارخانجات تولید خوراک طیور در تغذیه جوجه‌های گوشتی ضروری و تعیین کننده است. دینی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که علیرغم عدم تفاوت معنی‌دار مقادیر AME در خوراک‌های دوره پایانی تولیدی پنج کارخانه تولید خوراک طیور، ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن جوجه‌ها به طور معنی‌داری متفاوت بودند. تراکم نسبی انرژی قابل سوخت و ساز معیاری از راندمان مصرف انرژی خام است و با تقسیم انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی خوراک به انرژی خام به دست می‌آید (صوفی سیاوش و جانمحمدی ۱۳۸۸). در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود که میانگین تراکم نسبی انرژی قابل سوخت و ساز خوراک‌های دوره پایانی معادل ۰/۶۸ بود و از ۰/۶۵ تا ۰/۷۴ در بین خوراک‌های مختلف متغیر بود ($P < 0/01$). مقادیر راندمان مصرف انرژی قابل سوخت و ساز خوراک‌های مورد مطالعه هماهنگ با مقدار گزارش شده برای طیور می‌باشد (صوفی سیاوش و جانمحمدی ۱۳۸۸). چنین راندمان مناسب مصرف انرژی خام خوراک‌های مورد مطالعه امتیازی دیگری است که می‌تواند برای آن‌ها به شمار آید. قابلیت متابولیسم حقیقی ماده خشک در بین خوراک‌ها اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P > 0/01$). میزان قابلیت متابولیسم حقیقی ماده خشک در نمونه خوراک شماره ۶ کمتر از بقیه خوراک‌ها بود که با توجه به جدول شماره ۱ دلیل آن می‌تواند درصد بالای خاکستر خام و فیبر خام در ترکیبات شیمیایی این خوراک باشد که قابلیت متابولیسم حقیقی

به هر حال مقدار عددی تعادل نیتروژن اساساً به نوع و ماهیت شیمیایی غذا و نوع حیوان مورد استفاده در آزمایش سیبالد وابسته است و نظر به اینکه در این آزمایش از خروس‌های گوشتی در مقایسه با خروس‌های بالغ لگهورن برای تعیین انرژی قابل متابولیسم استفاده شده می‌تواند تفاوت‌های موجود با نتایج سایر پژوهشگران را توجیه نماید. انرژی دفعی خروس‌های گرسنه به طور میانگین در حدود ۳۰/۲۶ کیلوکالری و انرژی دفعی تصحیح شده برای نیتروژن برای گروه خروس‌های گرسنه در حدود ۲۲/۷۸ کیلوکالری بود. در جدول ۳ مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی (TME_n)، قابلیت متابولیسم حقیقی ماده خشک ($TMDM^1$) و نسبت TME_n به انرژی خام (تراکم نسبی انرژی قابل متابولیسم) ارائه شده است. مقادیر TME_n خوراک‌های دوره پایانی کارخانجات مختلف از ۳۰۱۲ تا ۳۴۳۰ متغیر بوده و میانگین برابر ۳۲۳۴ کیلوکالری در کیلوگرم را نشان داد که بسیار نزدیک به سطح انرژی بیان شده در راهنمای پرورشی احتیاجات دوره پایانی جوجه‌های گوشتی سویه راس بود. هر چند که سطوح انرژی بالاتر و پایین‌تر می‌تواند مصرف کمتر و یا بیشتر سایر مواد مغذی در جوجه‌ها را باعث می‌شود. دینی (۱۳۹۰) میانگین AME را در خوراک‌های دوره پایانی پنج کارخانه تولید خوراک طیور برابر ۳۱۴۴/۶۷ و دامنه تغییرات آن را بین ۲۹۹۴/۷۴ تا ۳۲۴۱/۱۴ گزارش کرد که با سطح انرژی قابل سوخت و ساز پیشنهادی جوجه‌های گوشتی سویه راس هماهنگ بود. ضریب تغییرات TME_n خوراک مورد مطالعه پایین بود (۵/۵ درصد) که دلیل آن می‌تواند به استفاده از منابع غذایی محدود و مشابه در تولید خوراک‌های مختلف

^۱- True Metabolizable Energy

^۲- True Dry Matter Metabolizability

می‌رفت بین هر یک از انواع انرژی قابل سوخت و ساز و ترکیبات شیمیایی انرژی‌زا، چربی خام و پروتئین خام خوراک‌ها همبستگی مثبت معنی‌داری حاصل شد. معادلات پیشگویی مقادیر TME_n و TME_n خوراک آماده دوره پایانی از روی ترکیبات شیمیایی آنها در جدول شماره ۵ ارائه شده است. در این تحقیق تجزیه و تحلیل روابط رگرسیون نشان داد که می‌توان مقدار TME_n خوراک‌های آماده دوره پایانی را با استفاده از خاکستر خام، پروتئین خام و فسفر با ضریب تعیین برابر $0/69$ پیشگویی کرد ($P < 0/01$). در ۱۹ ماده خوراکی از جمله گندم و کنجاله آفتابگردان و در ۶ نمونه پودر گوشت و استخوان معادلات رگرسیونی برای تخمین TME_n از روی قابلیت هضم ماده خشک گزارش شده است که می‌تواند تحت شرایطی که امکانات تجزیه شیمیایی بیشتر وجود ندارد، به ویژه تعیین انرژی خام که اندازه‌گیری آن وقت گیر و هزینه‌بر است، کاربرد داشته باشد (سالارمعینی و گلپایگان ۱۳۷۸ و جانمحمدی و همکاران ۱۳۸۷). در انگلستان با استفاده از پروتئین خام، روغن، نشاسته و قند معادله‌ای برای پیشگویی میزان انرژی خوراک‌های متراکم طیور ارائه شده است (صوفی سیاوش و جانمحمدی ۱۳۸۸). ون و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایشی روی اردک‌ها نشان دادند که بین NDF و انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی محصولات فرعی گندم همبستگی منفی بالایی وجود دارد و معادله‌ای را برای تخمین انرژی قابل متابولیسم حقیقی از روی NDF ارائه دادند. در جداول استانداردهای احتیاجات مواد مغذی طیور NRC (۱۹۹۴) معادلات پیشگویی انرژی قابل سوخت و ساز متفاوتی برای مواد خوراکی متنوع از روی ترکیبات شیمیایی از جمله پروتئین خام، چربی خام و عصاره عاری از نیتروژن ارائه شده است. TME_n برخی خوراک‌ها مثل پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به وسیله

ماده خشک آن را کاهش داده است (صوفی سیاوش و جانمحمدی ۱۳۸۸). همچنین در جدول شماره ۶ مشاهده می‌شود که به طور کلی نمونه‌های با مقادیر فیبر خام بالا (مانند نمونه‌های ۱ و ۶) برای طیور کمتر قابل هضم بوده و در نتیجه قابلیت متابولیسم حقیقی ماده خشک کمتری برخوردار می‌باشند. فیبر خام در تغذیه طیور به دو صورت پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول و نامحلول در آب بیان می‌شود. قابلیت هضم فیبر خام نامحلول مانند سلولز در جیره‌های معمول طیور کم می‌باشد. در صورت بالا بودن فیبر محلول در آب نیز، در اثر جذب آب و افزایش ویسکوزیته مواد هضمی روده کوچک، دسترسی آنزیم‌های گوارشی به سایر مواد مغذی قابل سوخت و ساز نیز کاهش یافته و قابلیت متابولیسم کل ماده خشک می‌تواند تحت تاثیر قرار گیرد. فیبر به تنهایی انرژی کمی را برای طیور فراهم می‌کند، با این حال وارد کردن اجزاء فیبر در معادلات رگرسیون دقت تخمین معادله را افزایش می‌دهد. مقادیر همبستگی بین ترکیبات شیمیایی و TME_n خوراک‌های دوره پایانی کارخانجات مختلف نیز در جدول شماره ۴ ارائه شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود بین مقادیر TME_n و TME همبستگی منفی معنی‌دار بالایی ($r = 0/8$ $p = 0/01$) با درصد خاکستر خام خوراک‌های دوره پایانی نشان داد. حسن زاده (۱۳۸۹) همبستگی منفی معنی‌داری را بین AME_n و خاکستر خام در گندم و جانمحمدی و همکاران (۱۳۸۷) همبستگی منفی معنی‌داری بین TME_n و خاکستر خام در پودر گوشت و استخوان گزارش کرده‌اند. همچنین جانمحمدی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که بین TME_n و خاکستر خام واریته‌های دانه جو آذربایجان شرقی همبستگی منفی بالایی وجود دارد که می‌توان با تشکیل معادله رگرسیون از روی خاکستر خام انرژی قابل سوخت و ساز را تخمین زد. همانطوری که انتظار

خاکستر خام و پروتئین خام توسط پستی و همکاران (۱۹۸۶) ارائه شده است، این تحقیقات نشان می‌دهند که هنوز برآورد انرژی قابل متابولیسم از روی ترکیبات شیمیایی در سرتاسر دنیا صورت می‌گیرد و در کشور ما نیز که از جمله کشورهای در حال توسعه است می‌توان انرژی قابل سوخت و ساز خوراک‌های تولیدی و سایر مواد اولیه را با تشکیل معادلات رگرسیون معتبر بدون صرف هزینه بالا برآورد کرد.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی (درصد) و انرژی خام (کیلوکالری درکیلوگرم) خوراک های دوره پایانی جوجه‌های گوشتی (براساس وزن تر)

شماره خوراک															
CV*	انحراف معیار	میانگین	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۳۵	۱/۵۰	۹۱/۵۲	۹۲/۵۷	۹۲/۶۹	۹۱/۱۲	۸۹/۷۳	۹۱/۷۵	۹۰/۵۲	۹۲/۳۶	۹۰/۳۳	۹۰/۳۸	۹۱/۴۷	۹۱/۶۷	۹۲/۶۲	ماده خشک
۴/۲۱	۲/۰۵	۱۸/۶۴	۱۷/۱۸	۲۱/۴	۱۸/۳۴	۱۷/۸۶	۱۶/۶۱	۱۶/۴۳	۱۹/۷۷	۱۷/۶۳	۱۷/۳۳	۱۸/۶۳	۲۰/۷۱	۲۱/۸	پروتئین خام
۱۰/۶۷	۰/۴۹	۲/۷۱	۲/۷۰	۲/۵۱	۲/۷۸	۲/۸۷	۲/۷۱	۲/۵۹	۲/۶۴	۲/۹۸	۲/۶۱	۲/۷۴	۲/۵۳	۲/۸۸	عصاره اتری
۵/۹۷	۱/۶۲	۶/۴۳	۱۰/۰۳	۷/۴۳	۱۰/۰۳	۶/۱۶	۴/۶۳	۵/۰۹	۷/۴۵	۵/۷۹	۷/۴۳	۵/۷۲	۷/۵۴	۸/۵۶	خاکسترخام
۱۳/۱۵	۰/۷۶	۳/۲۱	۴/۲۰	۴/۵	۲/۷۴	۲/۶	۲/۶۴	۲/۵۲	۳/۱۸	۲/۹۸	۲/۶۱	۲/۶۷	۲/۵۳	۴/۰۸	فیبرخام
۸/۰۳	۰/۱۶	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۱	۰/۷۹	۰/۸۷	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۸	۰/۷۵	۰/۹۱	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۸۷	کلسیم
۴/۶۳	۰/۱۰	۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۳۶	فسفر کل
۲/۳۱	۱۵۸	۴۱۴۵	۳۹۷۴	۴۰۹۰	۴۰۹۰	۴۳۱۷	۴۲۰۴	۴۱۳۶	۴۱۳۵	۴۰۸۹	۳۸۶۲	۴۲۰۴	۴۳۱۸	۴۳۱۸	انرژی خام

• ضریب تغییرات، n=۱۲

جدول ۲- تعادل انرژی (کیلو کالری)، نیتروژن (گرم) و انرژی دفعی (کیلو کالری) با منشا داخلی در خروس‌های گوشتی تغذیه شده با هر یک خوراک دوره پایانی در طول ۴۸ ساعت

		شماره خوراک												
اشتباه	گروه	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
استاندارد	گرسنه													
۳/۸۹	۳۰/۲۶ ^c	۴۳/۱۰ ^b	۳۹/۷۱ ^g	۴۳/۰۲ ^c	۳۸/۶۸ ^h	۳۹/۷۴ ^f	۳۷/۷۳ ^j	۴۱/۲۰ ^d	۳۸/۵۳ ⁱ	۳۶/۸۷ ^k	۲۸/۴۴ ^l	۴۳/۲۴ ^a	۴۰/۸۳ ^e	انرژی دفعی
۳/۷۹	۲۲/۷۸ ^c	۴۱/۳۱ ^b	۳۸/۲۳ ^e	۴۱/۱۰ ^b	۳۷/۸۳ ^{ef}	۳۸/۸۰ ^d	۳۷/۵۳ ^{fg}	۳۹/۵۵ ^c	۳۷/۱۸ ^g	۳۶/۰۴ ^h	۲۷/۳۷ ⁱ	۴۲/۹۹ ^a	۳۹/۱۵ ^{cd}	انرژی دفعی تصحیح شده
۰/۰۷	-۰/۹۱ ^b	-۰/۲۱ ^{de}	-۰/۱۸ ^{cde}	-۰/۲۳ ^e	-۰/۱۰ ^b	-۰/۱۱ ^b	-۰/۰۹ ^a	-۰/۲۰ ^{de}	-۰/۱۶ ^{bcd}	۰/۱۰ ^b	-۰/۱۳ ^{bc}	-۰/۰۳ ^a	-۰/۲۰ ^{de}	تعادل نیتروژن
۰/۶۰	-۷/۴۸ ^b	-۱/۷۸ ^{de}	-۱/۴۷ ^{cde}	-۱/۹۱ ^e	-۰/۸۴ ^b	-۰/۹۳ ^b	-۰/۱۹ ^a	-۱/۶۴ ^{de}	-۱/۳۴ ^{bcd}	-۰/۸۲ ^b	-۱/۰۶ ^{bc}	-۰/۲۴ ^a	-۱/۶۷ ^{de}	معادل تعادل انرژی نیتروژن
۳/۸۹	۳۰/۲۶ ^c	۴۳/۱۰ ^b	۳۹/۷۱ ^g	۴۳/۰۲ ^c	۳۸/۶۸ ^h	۳۹/۷۴ ^f	۳۷/۷۳ ^j	۴۱/۲۰ ^d	۳۸/۵۳ ⁱ	۳۶/۸۷ ^k	۲۸/۴۴ ^l	۴۳/۲۴ ^a	۴۰/۸۳ ^e	انرژی دفعی

^{a-۱} میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده وجود تفاوت‌های معنی‌دار است ($P < 0.01$)

جدول ۳- میانگین مقادیر TME_n، TME (کیلو کالری در کیلوگرم)، TDMM (درصد) و TME_n/GE خوراک‌های دوره پایانی جوجه‌های گوشتی (بر اساس وزن تر)

		نمونه‌های خوراک پایانی												
اشتباه	میانگین	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
استاندارد														
۳۵/۸۸	۳۱۱۷	۳۰۹۵ ^c	۳۲۴۶ ^{ab}	۲۸۸۴ ^d	۳۰۷۴ ^c	۳۰۶۷ ^c	۳۲۷۲ ^{ab}	۳۰۲۱ ^c	۳۲۲۵ ^{ab}	۳۰۳۵ ^c	۳۲۹۴ ^a	۳۱۹۰ ^b	۳۰۰۱ ^c	TME
۳۲/۸۷	۳۲۳۴	۳۲۰۲ ^{cd}	۳۳۵۳ ^{ab}	۳۰۱۲ ^e	۳۱۹۶ ^{cd}	۳۱۸۷ ^{cd}	۳۳۹۰ ^{ab}	۳۱۳۵ ^d	۳۳۴۲ ^{ab}	۳۱۴۳ ^d	۳۴۳۰ ^a	۳۲۹۷ ^{cd}	۳۱۲۶ ^d	TME _n
۶/۶۵	۵۵/۴۰	۵۱/۱۰	۵۳/۸۸	۵۴/۷۸	۵۷/۹۷	۵۶/۰۷	۶۳/۱۴	۴۸/۱۲	۴۹/۴	۵۸/۶۶	۵۹/۶۵	۵۶/۷۴	۵۵/۳۷	TDMM ^۲
۰/۰۳	۰/۶۸	۰/۷۳ ^{ab}	۰/۷۴ ^a	۰/۶۶ ^c	۰/۶۷ ^c	۰/۶۹ ^c	۰/۷۵ ^a	۰/۶۹ ^c	۰/۷۴ ^a	۰/۷۴ ^a	۰/۷۴ ^a	۰/۶۹ ^{bc}	۰/۶۵ ^c	TME _n /GE

^{a-c-۱} میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده وجود تفاوت‌های معنی‌دار است ($P < 0.01$).

^۲ - قابلیت متابولیسم حقیقی ماده خشک (True Dry Matter Metabolizability).

فسفر	کلسیم	فیبر خام	پروتئین خام	خاکستر خام	
۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۳۲	TME
۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۸	۱/۰۵	
۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۲۶	۰/۸۰	TME _n
۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۰۱	

^{-۱} اعداد زیر ضرایب همبستگی سطح احتمال معنی دار را نشان می دهند.

جدول ۵- معادلات پیشگویی TME و TME_n خوراک دوره پایانی جوجه های گوشتی از روی ترکیبات شیمیایی

P-value	R2	معادلات رگرسیون
۰/۰۳	۰/۶۵	$TME = 3167/0.5 + Ash(-44/24) + CF(52/98) + Ca(-144/93)$
۰/۰۱	۰/۶۹	$TME_n = 2967/23 + Ash(-24/38) + CP(5/74) + P(52/76)$

منابع مورد استفاده

- جانمحمدی ح، تقی زاده ا و پیرانی ن، ۱۳۸۸. تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز برخی از واریته های دانه جو آذربایجان شرقی با استفاده از خروس های بالغ لگهورن. مجله علوم دامی، جلد ۱۹، شماره ۱: صفحه های ۱۱۵-۱۰۵.
- جانمحمدی ح، نصیری مقدم ج، پوررضا ج، دانش مسگران م و گلیان ا، ۱۳۸۷. تعیین انرژی قابل سوخت و ساز پودر گوشت و استخوان در خروس های بالغ لگهورن. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۸ شماره ۳: صفحه های ۱۹۷-۱۸۷.
- جانمحمدی ح، نصیری مقدم ج، پوررضا ج، دانش مسگران م و گلیان ا، ۱۳۸۹. تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن پودر گوشت و استخوان در سطوح مختلف جایگزینی در خروس های بالغ لگهورن. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۴، شماره ۱: صفحه های ۲۸-۱۷.
- حسن زاده آ، ۱۳۸۹. تعیین پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای و اثر افزودن آنزیم بر انرژی قابل سوخت و ساز چند رقم گندم در جوجه های گوشتی. پایان نامه کارشناسی ارشد تغذیه طیور، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- دینی م، ۱۳۹۰. راندمان انرژی و عملکرد جوجه های گوشتی تغذیه شده با خوراک های آماده تولیدی در برخی از کارخانجات خوراک دام. پایان نامه کارشناسی ارشد تغذیه طیور، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- سالارمعینی م و گلیان ا، ۱۳۷۸. تعیین انرژی قابل متابولیسم تعدادی از مواد خوراکی طیورایران با روش سیبالد. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۱۳، شماره ۲.
- صوفی سیاوش و جانمحمدی ح، ۱۳۹۳. تغذیه دام (ترجمه). انتشارات عمیدی. تبریز.

- Dale NM and Fuller HL, 1980. Additivity of TME values as measured with roosters broiler chicks and Pullets. *Poult Sci* 59:1941-1942.
- Hallorani HR, 1980. Comparison of metabolizable energy methods on identical ingredient samples. *Poult Sci* 59: 1552-1553.
- Lilburn MS, 1998. Practical aspects of early nutrition for poultry. *J Poult Res* 7: 420-424. Morgan CA, Whittemore CT, Phillips Patricia and Crooks P, 1986. The Prediction of the Energy Value of Compounded Pig Foods from Chemical analysis. Elsevier BV.
- National Research Council, 1994. Nutrient Requirements of poultry. 9th Rev Ed. National Academy Press Washington Dc.
- Pesti GM, Faust LO, Fuller HL, Dale NM and Benoff FH, 1986. The nutritive value of poultry by product meal. Metabolizable energy. *Poult Sci* 65:2258.
- SAS Institute, 2002. SAS^R user's Guide: Version 9 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Scott ML, Nesheim MC and Young, RJ, 1976. Nutrition of the chicken, Second edn. Scott. M.L, M.C. Nesheim and R.J. Young. Ithaca, New York.
- Sibbald IR, 1976. A bioassay for TME in feedstuffs. *Poult Sci* 55:303-308.
- Sibbald IR, 1986. The TME system of feeding evaluation. Animal research center contribution 85-19, Research branch, Agriculture Canada.
- Sibbald IR and Morse PM, 1983. The Effects of feed input and excreta collection time on estimates of metabolic endogenous energy losses in the bioassay for true metabolizable energy. *Poult Sci.* 62 (1): 68-76
- Sibbald IR, 1989. Metabolizable energy evaluation of poultry diets. In: D J A. Cole and W. Haresign, Recent development in poultry nutrition. Butter worths, London, U.K
- Sibbald IR and Swolyntez M, 1988. Comparisons of bioassays for true metabolizable energy adjusted to zero nitrogen balance. *Poult Sci* 67:1192-1202.
- Schang MJ and Hamilton RMG, 1982. Comparison of two direct bioassay using adult cocks and four indirect methods for estimating the ME content of different feedstuffs. *Poult Sci* 61:1344-1353.
- Wan HF, Chen W, Qi ZL, Peng D and Peng J, 2009. Prediction of True Metabolizable Energy from Chemical Composition of Wheat Milling By-Products for ducks. *Poult Sci* 88(1):92-97.

Nutrient composition and true metabolizable energy content in broiler finisher diets produced in some animal feed plants

S Rahmani^{1*} and H Janmohammadi²

Received: October 12, 2013 Accepted: June 14, 2014

¹MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: E mail: Janmohammadi@tabrizu.ac.ir

Abstract

An experiment was conducted to determining chemical composition, true metabolizable energy corrected to zero nitrogen balance (TME_n) of broiler finisher diets and establishment of prediction equation of TME_n value. At first, twelve broiler finisher diet samples were provided from twelve poultry feed plants and subjected to chemical composition analysis by standard laboratory methods. Average values of dry matter, crude protein, crude fat, crude ash, crude fiber, calcium and phosphorus were obtained 91.52, 18.64, 2.71, 6.85, 3.21, 0.80 and 0.36 percent, respectively. Sibbald's method was used for determination of TME_n values and dry matter metabolizability of feeds using 54 d male Ross - 308 broiler chickens. TME_n values showed significant differences among broiler finisher diet samples ($P < 0.01$). The average value of TME_n in broiler finisher diets was 3234 Kcal/kg and varied from 3012 to 3430 Kcal/kg. Values of TME_n/GE ratio in diet samples varied from 0.65 to 0.74 and showed significant differences ($P < 0.01$). Average value of dry matter metabolizability was 55.4 percent and showed significant differences among the diets ($P < 0.01$). The diets which had higher crude fiber content, showed lower dry matter metabolizability. TME_n values of broiler finisher diets showed a significant high negative correlation coefficient with crude ash percent ($r = -0.80$, $P = 0.01$). Regression analysis showed that TME_n content of broiler finisher diets could be predict from ash, crude protein and phosphorous content of diets with coefficient determination equal to 0.69.

Key Words: True metabolizable energy, Broiler finisher diets, Metabolizable energy prediction equation