نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳۱، تابستان ۱۴۰۰
ص‌ص: ۱۱۷~۱۳۲

تعیین انرژی قابل سوخت و ساز گندم، جو و ذرت تولیدی در ایران با استفاده از روش بیولوژی (درون تنی) و مقایسه با برآورد حاصل از معادلات متداول و NIR

- **اکبر یعقوبفر**(نویسنده مسئول)

استاد پژوهشی، مؤسسهٔ تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران..

- **رضوان یعقوبفر**

گروه مایکوباکتریولوژی و تحقیقات ریوی ، انستیتو پاستور ایران ، تهران ، ایران.

- **احسان زارع**

گروه میکروب شناسی، دانشگاه علوم پزشکی شاهد، تهران، ایران.

- **حسین غلامی**

استادیار، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت : خرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش : شهریور ۱۳۹۹

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۰۸۲۰۵۳

Email: yaghobfar@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2020.343271.2074

چکیده

آزمایش به منظور تعیین انرژی قابل سوخت و ساز گندم، جو و ذرت تولیدی در ایران با استفاده از روش بیولوژی و مقایسه با معادلات متداول و برآوردهای حاصل از دستگاه NIRs[1] و انجمن ملی تحقیقات (NRC[2]) در نظر گرفته شد. دانه گندم، جو و ذرت بر اساس روش های استاندارد AOAC و دستگاه NIRs مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. روش بیولوژی با استفاده از ۴۸ قطعه خروس بالغ (رد آیلندرد) در سن ۸۳ هفتگی با روش خوراک دادن با دقت[3] صورت گرفت. نتایج استفاده از معادلات متداول برای گندم و جو بیشترین میزان انرژی قابل سو خت و ساز (۳/۷۱ و ۳/۴۵ کیلو کالری بر گرم) و کمترین آن (۳/۱۱ و ۲/ ۸۷ کیلو کالری بر گرم) به ترتیب توسط معادلات کارپنتر و جنسن مشاهده شد (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار انرژی قابل سو خت و ساز دانه ذرت (۳/۹۱ کیلو کالری بر گرم) را توسط معادلات کارپنتر و جنسن و کمترین مقدار انرژی قابل سوخت و ساز (۳/۰۶ کیلوکالری بر گرم) توسط معادله EEC[4] را نشان داد (P<۰/۰۵). مقدار انرژی قابل سوخت و ساز حاصل از روش بیولوژی برای ذرت، گندم و جو (۳/۳۲۳، ۳/۱۷۲۴ و ۲/۹۵۴۳ کیلوکالری بر گرم)، نسبت به جداول استاندارد NRC (۳/۳۵۰، ۳/۱۲۰، و۲/۶۴۰ کیلوکالری بر گرم) و دستگاه NIR (۳/۳۲۴، ۳/۳۲۴ و ۲/۷۳۵ کیلوکالری بر گرم)، بود (P<۰/۰۵). پیشنهاد می‌شود، برای ارقام غلات تولیدی داخل کشور معادلات تهیه و حسب میزان تنوع انرژی، جیره‌ها تنظیم شود. چون این تنوع در تنظیم خوراک از لحاظ اقتصادی و قیمت تمام شده مهم است.

[1] Near Infra Red Reflectance Spectroscopy
[2] Council National Research
[3] precision-feeding method
[4] European Economical Comity

واژه‌های کلیدی: انرژی قابل سوخت و ساز، گندم، جو، ذرت، NIRs، NRC، بیولوژی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 131 pp: 117-132

Determination of metabolizable energy of wheat, barley and corn produced in Iran using biological method (*InVivo*) and comparison with with estimates from conventional equations and NIR

By: YaghobfarAkbar[*1], Rezvan Yaghoubfar[2], Ehsan Zare Banadkoki[3], Hosein Gholami[4]
1- Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2- Department of Mycobacteriology and Pulmonary Research, Pasteur Institute of Iran, Tehran, Iran
3- Department of microbiology, Shahed University of medical science, Tehran, Iran
4- Assistant Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Received: June 2020 **Accepted: September 2020**

This experiment was conducted to determine the metabolizable energy of wheat, barley and corn produced in Iran using biological method (in vivo) and comparison with equations and estimates obtained from NIRs and NRC. Wheat, barley and corn grains were chemically analyzed according to AOAC standard methods and NIRs.
Biological method was performed using 48 adult roosters (Red Island) at the age of 83 weeks
were using the precision-feeding method. Results of using equations for wheat and barley the highest amount of metabolizable energy (3.71 and 3.45 kcal / g) and the lowest (3.11 and 2.87 kcal / g) by equations respectively Carpenter and Jensen were observed (P <0.05). Corn grain showed the highest amount of metabolizable energy (3.91 kcal / g) by Carpenter and Jensen equations and the lowest amount of metabolizable energy (3.06 kcal / g) by EEC equation (P<0.05).The amount of metabolizable energy obtained from biological methods for corn, wheat and barley (3.323, 3.1724 and 2.9543 kcal / g), compared to standard NRC tables (3.350, 3.120, and 2.640 Kcal / g) and NIR (3.324, 3.324 and 2.735 kcal / g), respectively (P<0.05). It is suggested that equations be prepared for domestically produced cereal cultivars and that rations be adjusted according to the amount of energy variation. Because this variation is important in regulating feed economically and cost-effectively.

Key words: Metabolizable Energy, Wheat, Barley, Corn, NIRs, NRC, Biology.

مقدمه

دانه ذرت، گندم و جو به‌عنوان منابع تامین انرژی قابل سوخت و ساز در جیره غذای جوجه‌های گوشتی به شمار می‌روند، که سهم قابل توجه‌ای از خوراک طیور را به خود اختصاص می‌دهند. دانه ذرت بالاترین مصرف را نسبت گندم و جو در جیره غذایی طیور دارد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای ارقام مختلف غلات برای طیور بسیار متفاوت است، که بر قابلیت دسترسی مواد مغذی، عملکرد پرنده و کیفیت لاشه تأثیر می‌گذارد و موجب ناکارآمدی جیره به دلیل برآورد کمتر یا بیش از مقدار واقعی مواد مغذی می شود (Yegani, et al., 2013;اکبری و همکاران ۲۰۱۵). انرژی قابل سوخت وساز یکی از بخش های مهم و گران خوراک است. در صورت تخمین صحیح محتوای انرژی غلاتی مانند گندم، جو و ذرت می توان جیره‌های طیور را با قیمت مناست تری تنظیم کرد (Regmi, et al., 2009). بنابراین، دانستن تفاوت‌های برآورد میزان انرژی قابل سوخت و ساز غلات در تنظیم جیره در جهت افزایش کارایی اهمیت بسزایی دارد (اکبری و همکاران ۲۰۱۵).

تغییرات میزان انرژی سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای ازت (AMEn) و پروتئین خام در تنظیم جیرهٔ جوجه‌های جوان اهمیت زیادی دارد و از طرفی نوع رقم غلات، فاصله کشت، میزان بارندگی و شرایط نگهداری، از عوامل موثر بر ترکیت شیمیایی

می‌باشند. محققان پیشنهاد کردند که آزمایش‌های بیشتری به منظور تخمین انرژی سوخت و ساز، گوارش پذیری مواد مغذی ارقام مختلف غلات ایران انجام شود (Parsaie, et al., 2006). امروزه برای تعیین ارزش غذایی مواد خوراکی، استفاده از روش-های ساده، سریع و تکرار پذیر بیشتر اهمیت یافته است تا بتوان نتایج تخمین‌های آن را به گوارش پذیری آنها در حیوان تعمیم داد. استفاده از معادلات پیش بینی کنندهٔ انرژی و مواد مغذی موجود در مواد خوراکی راه دیگری است که در صورت بالابودن ارتباط بین فاکتورهای شیمیایی مادهٔ خوراکی با گوارش پذیری آن در موجود زنده، روش ساده، سریع و قابل اطمینانی خواهد بود. با استفاده از این معادلات می توان جیره‌ها را با دقت بیشتری در مقایسه با استفاده از اعداد جداول مواد خوراکی (Batal, et al., 2011; Council, 1994) تنظیم کرد. اطلاعات جداول مواد خوراکی در گذشته با استفاده از گوارش پذیری مواد خوراکی در نوع خاصی پرنده (خروس های بالغ) جمع آوری می شد و لازم است برای سن و سویه‌های مختلف پرنده نیز بررسی شود، تا نتایج دقیق تری به دست آید (اکبری و همکاران ۲۰۱۵). ارزشمند است که با توجه به تفاوت شرایط کشت و نوع بذور ایران با شرایط کشت و نوع بذور خارجی درخصوص ارقام مختلف گندم نیز چنین معادلاتی را تعیین کرد. در تنظیم جیره غذایی متعادل، لازم است علاوه بر سایر مواد مغذی، مقدار انرژی قابل سوخت و ساز موجود در اجزای خوراک نیز بطور دقیق مشخص شود. برای تعیین و اطلاع از مقدار انرژی قابل سوخت و ساز موجود در اقلام خوراکی روش های متفاوتی استفاده می‌شود که شامل معادلات متداول، روش بیولوژی درون تنی (روی پرنده)، استفاده از جداول استاندارد مانند NRC و یا استفاد از دستگاه NIR است. اما مقادیر ارائه شده در این جداول بصورت میانگینی از داده‌های به دست آمده از تحقیقات گوناگون در آب و هوای متفاوت می باشد. مقادیر مواد مغذی موجود در مواد خوراکی در جداول به علت متنوع بودن انرژی قابل سوخت و ساز، در تهیه خوراک توسط کارخانجات دارای اهمیت دارد، متعاقبا تفاوت‌ها را مشخص و محاسبه نموده سپس به آنها استناد شود. روش‌های بیولوژی مانند جمع‌آوری کل فضولات و یا استفاده از نشانگر در خوراک پرنده، زمان بر و پر هزینه هستند و با دشواری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Yegani et al., 2013).

استفاده از معادلات پیش بینی نسبت به روش بیولوژی عملیاتی تر و کم هزینه تر می‌باشد. در نتیجه لازم است معادلات برای ارقام غلات که در تغذیه طیور استفاده می‌شوند، برای مواد خوراکی تولیدی در ایران تعیین گردد. با استفاده از این معادلات می توان جیره‌های غذایی با دقت بیشتر در تنظیم خوراک استفاده شود. تفاوت‌ها در تجزیه شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز غلات احتمالاً مرتبط با اختلافات ژنوتیپ و عوامل مرتبط با محیط کشت و شرایط اقلیمی باشد (Choct, et al., 1999; Noorghadimi, et al., 2016). مقدار انرژی قابل سوخت ساز برای ارقام جو به ترتیب ۲۹۷۳ و ۲۹۳۹ کیلو کاری در کیلو-گرم ماده خشک توسط محققین گزارش داده شد (Nasiri, et al., 2006). دیگر محققین گزارش دادند که انرژی قابل سوخت و ساز جو ارائه شده در (۱۹۹۴) NRC برای ارقام تولیدی جو در ایران قابل توصیه نمی باشد. در نتیجه بهتر است از معادلات با دقت بالاتری برای پیش بینی انرژی قابل‌متابولیسم ارقام جو ایرانی استفاده کرد. استفاده از معادلات پیش بینی جهت برآورد دقیق تر AMEn. جو در هنگام جیره نویسی پیشنهاد می‌شود (زادگان و همکاران ۲۰۱۹). استفاده از معادلات برون تنی در برآورد دقیق تر AMEnگندم هنگام جیره نویسی پیشنهاد می‌کند (سیدبهروز, و همکاران، ۱۳۹۶). لذا، هدف از این پژوهش مقایسه انرژی قابل سوخت ساز دانه گندم، جو و ذرت حاصل از روش بیولوژی (درون تنی)، با معالات متداول و اطلاعات حاصل از NIR و NRC و بررسی صحت و دقت این معادلات در تنظیم جیره غذایی طیور است.

مواد و روش‌ها

آزمایشات برون تنی

جامعه مورد مطالعه در این آزمایش شامل تعداد ۳۰ نمونه دانه

گندم، ۱۸ نمونه جو و ۱۹ نمونه ذرت که بعنوان نمونه غالب مناطق متفاوت در کشور هستند. بر اساس روش های استاندارد (۱۹۹۰) AOAC از نظر مقدار ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، الیاف خام، قند و نشاسته مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. برآورد انرژی قابل سوخت وساز مواد خوراکی مورد استفاده در آزمایش (گندم، جو، ذرت) براساس ترکیبات شیمیایی از چهار معادله زیر استفاده گردید (Allen, 1984).

۱ - رابطه کارپنتر[1] و کلگ (۱۹۵۶):

$$AME^{2}\ (kcal/kg) = 53 + 38\ [\ \%\ CP + (2.25 \times \%\ EE) + (1.1 \times \%\ St\ ) + \%\ Su\ ] \quad R^2 = 0.90$$

۲- سیبالد[3] و همکارانش (۱۹۶۳) :

$$AMEn\ (kcal/kg) = (3.52 \times \%\ CP) + (7.85 \times \%\ EE) + (\ 4.1 \times \%\ St) + (\ 3.55 \times \%\ Su)$$

۳- جنس و همکاران (۱۹۷۹) برای جو :

$$ME_n\ (Kcal\ /Kg\ DM) = 30.78 - 90.4\ CF + 9.20\ STA$$

جنس[4] وهمکاران در سال (۱۹۸۹) برای گندم:

$$ME_n^{5}\ (Kcal\ /\ Kg\ DM) = 34.92CP + 63.1EE + 36.42\ NFE \qquad R^2 = 0.87$$

جنس و همکاران (۱۹۸۹) برای ذرت :

$$ME_n\ (Kcal/Kgr) = 36.21 \times CP + 85.4 \times EE + 37.26 \times NFE$$

۴- کمیته اقتصادی اروپا[6] (۱۹۸۶)

$$AMEn\ (MJ/kg) = 0.3431 \times \%\ EE + 0.1551 \times \%CP + 0.1669 \times \%\ St + 0.1301 \times \%\ Su$$

[1] Carpenter and Clegg
[2] Apparent, metabolisable energy
[3] Sibbald
[4] Janssen
[5] Apparent, N-corrected metabolisable energy
[6] European Economical Comitti

آنالیز با استفاده از تکنولوژی Near Infra Red Reflectance Spectroscopy (NIRs)

با استفاده از دستگاه NIR (مدل FOSS-NIRS-XDS دانمارک) با طیف سنجی مادون قرمز در محدوده طول موج ۱۱۰۰-۲۵۰۰ نانومتر در فواصل پنج نانومتر پیش‌بینی شده است. کالیبراسیون های مورد نیاز را برای تخمین دقیق آنالیز ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی، فیبر، خاکستر) قند، نشاسته، عصاره عاری از محلول شوینده خنثی و عصاره عاری از محلول شوینده اسیدی و فسفر کل از روش‌های کالیبراسیون با منشاء جهانی که از روش استاندارد شیمیایی تعیین شده است. انرژی قابل سوخت و ساز نمونه‌ها بر اساس معادلات بر گزیده شده حاصل از طیف سنجی مادون قرمز با دامنه وسیعی از کیفیت و منشاء کالیبراسیون های تخصصی با توجه به داده‌های حاصل از آزمایشگاه ایجاد می شود.

آزمایشات درون تنی

در این تحقیق برای تعیین مقدار انررژی قابل سوخت و ساز نمونه-های آزمایش از تعداد ۴۸ قطعه خروس بالغ (رد آیلندرد) در سن ۸۳ هفتگی استفاده شد. بدین منظور از روش آزمایش بیولوژی خوراک دادن با دقت[۷] استفاده گردید (Yaghobfar, 2002). هر نمونه از اقلام خوراکی در چهار تکرار، آزمایش شدند. طول مدت زمان گرسنگی قبل از آزمایش ۲۴ ساعت در نظر گرفته شد و جمع آوری فضولات پس از ۴۸ ساعت انجام می‌گرفت. بنابراین مدت زمان اختصاص داده شده به هر آزمایش بالغ بر ۷۲ ساعت می‌شد. مقدار خوراک مصرفی برای هرکدام از اقلام خوراکی متفاوت بود، و حجم ظاهری خوراک نقش مهمی در تعیین مقدار مصرف داشت. این مقدار در مورد ذرت وگندم ۴۰ گرم و جو ۳۵ گرم در نظر گرفته شد. جهت افزایش دقت در جمع‌آوری مدفوع و جلوگیری از آلودگی آن با مواد خارجی همچون پر و پوسته، از کیسه‌های پلاستیکی استفاده شد (Yaghobfar, 2001; Yaghoubfar, et al., 2012). نمونه های فضولات پس از جمع آوری، داخل فریزر قرار گرفتند تا کاملاً منجمد شد.از این کار دو فایده مترتب بود، اول اینکه از فعالیت باکتری‌های تخمیر کننده روی فضولات و در نتیجه تغییرات احتمالی در ترکیبات آن (انرژی و ازت) ممانعت بعمل می‌آمد، دوم عمل تخلیه کیسه‌ها و یا بسته‌های آلومینیومی بسیار ساده می‌شد. سپس نمونه‌های مدفوع بعد از خشک نمودند در اون و برای آسیاب شدن با غربال ۱ میلی متری برای آماده شد. نمونه به منظور تعیین ماده خشک، درصد ازت و انرژی خام، مورد آزمایش قرار گرفت. انرژی و ازت مدفوع نیز مطابق با دستورات (۱۹۹۹) AOAC تعیین شد. انرژی قابل سوخت وساز نمونه‌های آزمایشی با استفاده از فرمول‌های ارائه شده بوسیله خوراک دادن با دقت (Yaghobfar, 2001; Yaghoubfar et al., 2012) محاسبه شد. برای محاسبه انرژی قابل سوخت وساز ظاهری نمونه‌های خوراکی از فرمول زیر استفاده گردید:

$$AME = \frac{GEf - GEe}{Fi}$$

دراین رابطه GE_f کل انرژی مصرفی (کیلوکالری) و GE_e کل انرژی دفعی (کیلوکالری) و Fi مقدار خوراک مصرفی (گرم) می‌باشد.

محاسبه انرژی قابل سو خت وسازظاهری تصحیح شده برای ازت

برای این معیار از فرمول زیر استفاده گردید:

$$AMEn = AME - \frac{8.73 * NR}{Fi}$$

که دراین رابطه $NR = N_i - N_e$ و N_i و N_e به ترتیب مقدار ازت مصرفی و مقدار ازت دفعی به گرم می باشد .

تجزیه و تحلیل داده ها

داده‌های حاصل از آزمایش که با روش‌های متفاوت بدست آمده است در برنامه Excel ذخیره و با برنامه SAS مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی اقلام آزمایشی مورد مطالعه در این تحقیق با میانگین ارائه شده در جداول با روش آزمون (t تی استیودنت) با یک نمونه استفاده شد. در این رویه انرژی قابل سوخت وساز تصحیح شده برای ازت (AMEn) به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. جهت مقایسه انرژی قابل سوخت و ساز پیش بینی شده اقلام متفاوت در بین مدل‌های

[7] precision-feeding method

مختلف و همچنین مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده به روش بیولوژی از روش تی‌تست استفاده شد. برای به کاربردن آزمون تی، متغیر مورد مطالعه باید در مقیاس فاصله‌ای باشد، شکل توزیع آن نرمال و (n<=30) باشد. لذا آزمون t یک آزمون پارامتریک می باشد. آماره این آزمون به قرار زیر است :

$$T = \frac{\tilde{Y} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

که در آن s خطای استاندارد توزیع نمونه ای، $\tilde{Y}$ میانگین برآورد شده نمونه ای ، μ میانگین جامعه و n تعداد نمونه می باشند.

نتایج و بحث

دانه گندم

نتایج تجزیه شیمیایی دانه گندم مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. از بین ترکیبات شیمیایی مزبور چربی خام بیشترین ضریب تغییرات (۲۳/۶٪) و انرژی خام کمترین ضریب تغییرات (۰/۰۴ ٪) را داشت. دامنه تغییرات ترکیبات شمیایی در گندم توسط سایر محققین گزارش شده است (Noorghadimi et al., 2016; Pirgozliev, et al., 2003; Yaghoubfar et al., 2012; Yegani & Korver, 2012; Yegani et al., 2013). تغییرات در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به دلایل سال کشت موقعیت جغرافیای، شرایط و منطقه کشت، میزان بارندگی، همچنین شرایط و مدت زمان نگهداری پس از برداشت بستگی دارد (Ball, et al., 2013; Guo et al., 2015; Kim, et al., 2004) لذا ترکیبات شیمیایی آمده در جداول استاندارد NRC برای جیره نویسی طیور قابل توصیه نمی باشد (Noorghadimi et al., 2016).

جدول ۱: تجزیه شیمیایی دانه گندم با روش کلاسیک (درصد ماده خشک)

فراسنجه آماره	ماده خشک	انرژی‌خام (کیلوکالری‌در-کیلوگرم)	پروتئین-خام	چربی خام	فیبرخام	خاکستر-خام	عصاره از ازت	عاری	کل-قند*	نشاسته*
میانگین	۹۳/۵۴	۴۳۰۷/۲	۱۱/۲۲۴	۰/۸۸۷۵	۴/۲۵	۳/۶۶۲	۷۳/۰۲۱	۸/۸۱۶	۶۷/۵۸
انحراف معیار	±۱/۶۸	±۱۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۷۲	±۰/۸۵	±۲/۰۳	±۲/۱۷	±۲/۱۷
ضریب تغییرات	۰/۸۲	۰/۰۴	۲/۳۴	۲۳/۶	۰/۱۲	۱۴/۹۸	۱/۱۵	۴/۸۷	۱/۲۹۸
حداکثر	۹۶/۴۴	۴۳۲۶/۱	۱۱/۴	۱/۱	۵/۲	۵/۲	۷۶/۸	۹/۴۷	۷۰/۸۷
حداقل	۹۱/۱۲	۴۲۹۸/۵	۱۰/۹	۰/۷	۳/۴	۲/۴	۷۰/۴۷	۸/۱۴	۶۴/۳۶

* نشاسته با روش رنگ سنجی (انترون) اندازه گیری گردیده است (Yaghoubfar, et al., 2012)

با توجه به میزان همبستگی‌های موجود در جدول فوق و با استفاده از برنامه حذف تدریجی متغیرها معادله‌ای قابل قبول که جهت پیش بینی مقدار انرژی خام بدست آمد به صورت زیر بود :

GE (Cal) = 4096 + 58.4EE% + 2.05 NFE%

R^2 = 96.5

نتایج مربوط به مقادیر انرژی قابل سوخت وساز ظاهری پیش بینی که در آن نشاسته دانه گندم توسط روش رنگ سنجی اندازه‌گیری و در جدول ۲ ارائه شده است. بیشترین میزان انرژی قابل سوخت وساز (۳/۷۱ کیلوکالری بر کیلوگرم) و کمترین میزان انرژی قابل سوخت و ساز (۳/۱۱ کیلوکالری بر گرم) به ترتیب توسط

معادلات کارپنتر و جنسن بدست آمد، که اختلاف آماری معنی-داری مشاهد شد (P<۰/۰۵). بیشترین ضریب تغییرات (۰/۶۵ درصد) مربوط به معادله سیبالد و کمترین ضریب تغییرات (۰/۲۴ درصد) مربوط به معادله جنسن و کمیته اقتصادی اروپا (EEC) بود. انرژی سوخت ساز حاصل از معادلات مرتبط با ترکیبات شمیایی مانند نشاسته، پروتئین‌خام، چربی‌خام و فیبرخام، آمده در معادلات دارد (Council, 1994; Janssen, 1989). استفاده از معادلات متداول ارائه شده در جداول استاندارد NRC نسبت به مقدار انرژی سوخت ساز آمده در این جداول استاندارد NRC تاثیر مطلوبتری در عملکرد جوجه‌های گوشتی دارد (Alvarenga et al., 2013). چون مقدار میانگین آمده در جدول NRC سبب تخمین بیشتر انرژی سوخت و ساز در گندم می‌شود. در نتیجه موجب کاهش سطح انرژی جیره و نهایتاً کاهش انرژی دریافتی توسط پرنده و کاهش عملکرد می‌شود. مقدار انرژی قابل سوخت و ساز در NRC برای گندم ۳/۳۵۰ کیلوکالری بر کیلوگرم ولی مقدار تخمین زده شد توسط معادلات ۳/۷۱۰ (معادله کارپنتر) کیلوکالری بر کیلوگرم با تفاوت ۳۶۰ کیلوکالری است. بنابر این تفاوت ها سبب کاهش انرژی خوراک و باعث کاهش عملکرد پرنده می‌شود (Leeson, et al., 1996). استفاده از معادلات برون‌تنی در برآورد دقیق‌تر AMEn گندم هنگام جیره نویسی پیشنهاد می کند (سید بهروز و همکاران، ۱۳۹۶).

جدول ۲ : انرژی قابل سوخت و ساز گندم بر اساس ترکیبات شیمیایی با استفاده از معادلات (کیلوکالری بر گرم)

	معادله کار پنتر	معادله سیبالد	معادله جنس	معادله EEC
میانگین	۳/۷۱۰^{a}	۳/۵۴۰^{b}	۳/۱۱۰^{c}	۳/۴۵۰^{b}
انحراف معیار	±۰/۱۱	±۰/۱۱	±۰/۰۸	±۰/۱۰
ضریب تغییرات	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۲۴	۰/۲۴
حداکثر	۳/۸۹	۳/۷۱	۳/۲۴	۳/۶۲
حداقل	۳/۵۴	۳/۳۸	۲/۹۹	۳/۲۹

*اختلاف آماری با سطح احتمال ۵ درصد

نتایج تجزیه شیمیایی دانه گندم مورد استفاده در آزمایش با استفاده از روش NIR در جدول ۳ ارائه شده است. از بین ترکیبات شیمیایی مزبور کل قند بیشترین ضریب تغییرات (۴۱/۶۰٪) و نشاسته و عصاره عاری از ازت کمترین ضریب تغییرات (۲/۲٪) را داشت. با توجه به نتایج حاصل از آزمایشگاه کلاسیک (جدول ۱) نسبت به نتایج بدست آمده از روش NIR (جدول ۳) از لحاظ ترکیبات شیمیایی تفاوت عددی وجود دارد. که غالباً این تفاوت مربوط به روش کار است، چون نمونه های گندم یکسان و متفاوت نیستند.

جدول ۳ : ترکیبات شیمیایی گندم با استفاده از دستگاه NIR (درصد ماده خشک)

فراسنجه آماره	پروتئین‌خام	چربی خام	فیبرخام	خاکسترخام	عصاره عاری از ازت	کل قند	نشاسته
میانگین	۱۲/۳۴	۱/۹۴	۲/۳۲	۱/۶۹	۷۰/۳۰	۲/۲۴	۵۹/۶۷
انحراف معیار	±۱/۴۰	±۰/۱۶	±۰/۲۳	±۰/۲۳	±۱/۶۰	±۰/۳۳	±۱/۳۱
ضریب تغییرات	۱۱/۴	۸/۰	۱۳/۵	۱۳/۵۰	۲/۲	۴۱/۶۰	۲/۲
حداکثر	۱۷/۳۱	۲/۳	۰/۳	۲/۲	۷۳/۹۰	۲/۹۰	۵۰/۴۰
حداقل	۸/۳۸	۱/۵	۳/۲	۱/۰	۶۷/۰۰	۱/۳۰	۶۳/۰۰

مقادیر انرژی قابل سوخت وساز ظاهری پیش‌بینی شده توسط معادلات (برون تنی) بر اساس ترکیبات شیمیایی حاصل از روش آنالیز NIR در جدول ۴ ارائه شده است. بیشترین میزان انرژی قابل سو خت وساز (۳/۳۳۶ کیلوکالری بر کیلوگرم) و کمترین میزان انرژی قابل سو خت‌وساز (۳/۰۹۱ کیلو کالری برگرم) به ترتیب توسط معادلات معادله EEC و NIR بدست آمد.

جدول ٤ : انرژی قابل سوخت و ساز گندم بر اساس معادلات متداول با توجه به ترکیبات شیمیایی حاصل از دستگاه NIR (کیلوکالری برگرم).

	معادله کارپنتر	معادله سیبالد	معادله جنس	معادله EEC	انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای ازتNIR
میانگین	۳/۲۶۷	۳/۱۱۳	۳/۱۱۳	۳/۳۳۶	۳/۰۹۱
حداکثر	۳/۶۵۱	۳/۴۷۶	۳/۴۴۱	۳/۷۷۸	۳/۱۷۸
حداقل	۲/۹۰۷	۲/۷۷۱	۲/۸۲۷	۲/۹۹۷	۳/۰۱۹

دانه جو

نتایج تجزیه شیمیایی دانه جو مورد استفاده در آزمایش در جدول ۵ ارائه شده است. از بین ترکیبات شیمیایی مزبور چربی خام بیشترین ضریب تغییرات (۲۱/۸٪) و انرژی خام کمترین ضریب تغییرات (۰/۰۴ ٪) را داشت. ترکیبات شیمیایی با روش کلاسیک نسبت به اعداد ارائه شده در جداول استاندارد (۱۹۹۴) NRCمتفاوت است. این تفاوت در ترکیبات در مقدار انرژی قابل سوخت و ساز موثر است. این تغییرات مربوط به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی از لحاظ موقعیت جغرافیای، شرایط و منطقه کشت، میزان بارندگی، می باشد (Ball, et al., 2013; Guo et al., 2015; Kim, et al., 2004)

جدول۵ : تجزیه شمیایی دانه جو با روش کلاسیک (درصد ماده خشک)

	ماده خشک	انرژی خام (Kcal/Kg)	پروتئین خام	چربی خام	فیبر خام خام	خاکستر خام	عصاره عاری از ازت	کل قند*	نشاسته*
میانگین	۹۱/۶۸	۴۳۰۵.۲	۱۰/۴۴	۱/۲۳	۸/۱	۴/۵	۶۶/۸	۱۳/۲۶	۵۷/۲۱
انحراف معیار	±۰/۸۱۵	±۹/۷	۰/۳	۰/۲۰۶	۰/۴۸۱	±۰/۶۸	±۲	±۰/۴۲۱	±۱/۶۹
ضریب تغییرات	۰/۵۸	۰/۰۴۲	۳/۱۱	۲۱/۸	۵/۰۹	۱۰/۸۵	۱/۲۵	۲/۹۱	۱/۳۵
حداکثر	۹۲/۴۶	۴۳۲۱/۶	۱۱/۰۸	۱/۴	۸/۶۲	۵/۴	۶۹/۴۱	۱۳/۹۴	۶۰/۱
حداقل	۹۰/۳	۴۲۹۰	۱۰/۲	۰/۸	۷/۴	۳/۵	۶۲/۳۸	۱۲/۵۳	۵۴/۴

* نشاسته با روش رنگ سنجی (انترون) اندازه گیری گردیده است (Yaghoubfar, et al., 2012)

با توجه به جدول مذکور و میزان همبستگی‌های بین ترکیبات شیمیایی بهترین معادله‌ای که می توان انرژی خام نمونه های مورد آزمایش جو را پیش بینی کند به صورت صفحه زیر است :

$$GE\ (Cal) = 3826 + 16.2CF - 28.6EE + 10.4CP + 1.05Ash + 14.9SUG + 1.27STA\ R^2 = 0.99$$

انرژی قابل سوخت وساز نمونه‌های جو که در آنها مقدار نشاسته بوسیله روش رنگ سنجی اندازه گیری شده در جدول ۶ آمده است. نتایج نشان داد که بیشترین میزان انرژی قابل سوخت وساز (۳/۴۵ کیلوکالری بر گرم) و کمترین میزان انرژی قابل سوخت وساز (۲/ ۸۷ کیلوکالری بر گرم) به ترتیب توسط معادلات کارپنتر و جنسن پیش بینی شده است، که دارای اختلاف آماری هستند (P<۰/۰۵). دلیل اختلاف در مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز جو، احتمالاً به دلیل تفاوت در ژنوتیپ و عوامل مرتبط با محیط کشت و شرایط آب و هوایی میباشد (Firman, 2006; Jeroch & Dänicke, 1995). نوع کشت و کوددهی زمین با کودهای نیتروژن‌دار باعث افزایش میزان پروتئین خام جو می-شود (Janssen, 1989). مقدار انرژی قابل سوخت ساز برای ارقام جو ریحانی و والفجر به ترتیب ۲۹۷۳ و ۲۹۳۹ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک توسط محققین گزارش داده شد (Nasiri et al., 2006). و برای جو ریحانی، ارس، والفجر و دشت به ترتیب ۲۹۳۹، ۳۰۸۷، ۳۰۸۷، و ۲۰۴۱ کیلوکالری بر کیلوگرم گزارش گردید (اکبری و همکاران ۲۰۱۵). دیگر محققین گزارش دادند که انرژی قابل سوخت و ساز جو ارائه شده در NRC (۱۹۹۴) برای ارقام تولیدی جو در ایران قابل توصیه نمی باشد. در نتیجه بهتر است از معادلات با دقت بالاتری برای پیش بینی انرژی قابل متابولیسم ارقام جو ایرانی استفاده کرد. استفاده از معادلات پیش بینی جهت برآورد دقیق تر AMEn جو در هنگام جیره نویسی پیشنهاد می شود (زادگان و همکاران ۲۰۱۹).

جدول ٦: انرژی قابل سوخت و ساز دانه جو حاصل از معادلات بر اساس ترکیبات شیمیایی (کیلوکالری بر گرم

	معادله کار پنتر	معادله سیبالد	معادله جنس	معادله EEC
میانگین	۳/۴۵[a]	۳/۲۸[b]	۲/۸۷[c]	۳/۱۷[b]
انحراف معیار	±۰/۱۰	±۰/۰۹	±۰/۰۳	±۰/۰۹
ضریب تغییرات	۰/۶۴	۰/۶۷	۰/۴۵	۰/۶۷
حداکثر	۳/۶۰	۳/۴۳	۲/۹۲	۳/۶۲
حداقل	۳/۲۶	۳/۰۹	۲/۸۳	۳/۳۷

* اختلاف در سطح یک درصد معنی دار است

نتایج تجزیه شیمیایی دانه جو مورد استفاده در آزمایش با استفاده از روش NIR در جدول ۷ ارائه شده است. از بین ترکیبات شیمیایی مزبور کل قند بیشترین ضریب تغییرات (۲۶/۴۰٪) و نشاسته و عصاره عاری از ازت کمترین ضریب تغییرات (۲/۲٪) را داشت.

جدول ۷: تجزیه شیمیایی دانه جو حاصل از روش NIR (درصد ماده خشک)

فراسنجه آماره	پروتئین خام	چربی خام	فیبر خام	خاکسترخام	عصاره عاری از ازت	قند	نشاسته
میانگین	۱۰/۳۸	۲/۴۵	۴/۴۵	۲/۳۳	۶۸/۰۵	۱/۷۷	۵۱/۶۶
انحراف معیار	±۰/۹۴	±۰/۱۴	±۰/۳۶	±۰/۲۹	±۱/۴۸	±۰/۴۷	±۱/۸۷
ضریب تغییرات	۹/۱	۵/۷	۸/۱۰	۱۲/۵۰	۲/۲	۲۶/۴۰	۳/۶
حداکثر	۱۴/۷۲	۲/۷	۵/۳	۳/۰	۷۱/۲۱	۲/۹۰	۵۶/۴۰
حداقل	۷/۳۲	۲/۱	۳/۷	۱/۵	۶۳/۷۶	۰/۷۰	۴۵/۳۰

مقادیر انرژی قابل سوخت وساز ظاهری پیش‌بینی شده توسط معادلات (برون تنی) بر اساس ترکیبات شیمیایی حاصل از روش آنالیز NIR در جدول ۸ ارائه شده است. بیشترین میزان انرژی قابل سوخت وساز (۲/۹۷۳ کیلوکالری بر کیلوگرم) و کمترین میزان انرژی قابل سو خت و ساز (۲/۲۰۰ کیلوکالری بر گرم) به ترتیب توسط معادلات معادله EEC و معادله جنس بدست آمد.

جدول ۸: انرژی قابل سوخت و ساز گندم بر اساس معادلات (برون تنی) با توجه به ترکیبات شیمیایی حاصل از روش NIR (کیلوکالری بر گرم).

	معادله کار پنتر	معادله سیبالد	معادله جنس	معادله EEC	انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای ازت NIR
میانگین	۲/۸۸۳	۲/۷۳۸	۲/۲۰۰	۲/۹۷۲	۲/۷۳۵
حداکثر	۳/۳۱۱	۳/۱۴۵	۲/۳۲۷	۳/۴۱۹	۲/۸۱۱
حداقل	۲/۴۳۱	۲/۳۰۵	۲/۰۸۰	۲/۵۰۰	۲/۶۱۷

دانه ذرت

نتایج ترکیبات شیمیایی دانه ذرت مورد استفاده در آزمایش در جدول ۹ آمده است. در دانه ذرت خاکستر خام با ۲۳/۹ درصد بیشترین و انرژی خام با ۰/۱۵۶ درصد کمترین ضریب تغییرات را دارا هستند.

جدول ۹ : نتایج تجزیه شمیایی دانه ذرت با روش کلاسیک (درصد ماده خشک)

	ماده خشک	انرژی (Kcal)	خام	پروتئین خام	چربی خام	فیبر خام	خاکستر خام	عصاره عاری از ازت	کل قند*	نشاسته *
میانگین	۹۰/۰۶	۴۲۵۴/۴۱		۸/۹۳	۲/۶۱	۳/۵۹	۱/۷۱	۷۳/۲۱	۹/۸۶	۶۹/۸۴
انحراف معیار	±۲/۱۲	۱۲۵/۵۱		۱/۸۸	۰/۳۱	± ۰/۶۶	± /۴۸	± ۲.۹۵	±۰/۶۵	±۲/۴۰
ضریب تغییرات	۰/۹۶	۰/۱۶		۹/۱	۱۲/۷	۱۳/۴۵	۲۳/۹	۱.۳۹	۴/۸۵	۱/۳۲
حداکثر	۹۲/۳	۴۳۹۵		۱۰/۹	۳/۱	۴/۶	۲/۳	۷۶.۶۵	۱۰.۴۳	۷۳/۴
حداقل	۸۶	۴۰۷۰		۵/۸۲	۲/۱	۲/۸	۱/۲	۶۷.۶	۸.۶	۶۵/۶

- نشاسته با روش رنگ سنجی (انترون) اندازه گیری گردیده است (Yaghoubfar, et al., 2012)

$$GE\ (Cal) = 1297.38 - 137.86Ash\% + 75.61\ CF\% + 43.16\ STA\% \quad R^2 = 0.92$$

نتایج حاصل از انرژی قابل سوخت وساز پیش بینی شده نمونه‌های دانه ذرت که در آنها مقدار نشاسته توسط روش رنگ سنجی اندازه گیری شده است، در جدول۱۰آورده شده است. بیشترین مقدار انرژی قابل سو خت و ساز (۳/۹۱ کیلوکالری بر گرم) توسط معادلات کارپنتر و جنس و کمترین مقدار انرژی قابل سو خت وساز (۳/۰۶ کیلو کالری بر گرم) توسط معادله معادله EEC پیش بینی شده است ($P<۰/۰۵$). بیشترین ضریب تغییرات (۰/۶۶درصد) مربوط به معادله EEC و کمترین میزان آن (۰/۵۷ درصد) مربوط به معادله کارپنتر می باشد.

جدول ۱۰: انرژی قابل سوخت و ساز ذرت حاصل از معادلات بر اساس ترکیبات شیمیایی (کیلوکالری بر گرم

	معادله کار پنتر	معادله سیبالد	معادله جنس	معادلهEEC
میانگین	۳/۹۱[a]	۳/۷۳[a]	۳/۲۷[b]	۳/۰۶[c]
انحراف معیار	± ۰/۱۰	± ۰/۱۰	± ۰/۰۹	± ۰/۱۲
ضریب تغییرات	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۶۶
حداکثر	۴/۰۵	۳/۴۳	۳/۳۸	۳/۷۶
حداقل	۳/۷۲	۳/۰۹	۳/۱۱	۳/۴۴

* اختلاف در سطح یک درصد معنی دار است

نتایج تجزیه شیمیایی دانه ذرت مورد استفاده در آزمایش با استفاده از دستگا NIR در جدول ۱۱ ارائه شده است. از بین ترکیبات شیمیایی مزبور کل قند بیشترین ضریب تغییرات (۱۵/۱۰٪) و نشاسته و عصاره عاری از ازت کمترین ضریب تغییرات (۰/۶۰٪) را داشت.

جدول ۱۱: تجزیه شیمیایی دانه ذرت با استفاده از دستگاه NIR (درصد ماده خشک)

فراسنجه آماره	پروتئین خام	چربی خام	فیبر خام	خاکستر خام	عصاره عاری از ازت	قند	نشاسته
میانگین	۷/۵۹	۳/۹۵	۲/۴۰	۱/۲۲	۷۲/۸۰	۱/۵۴	۶۳/۸۱
انحراف معیار	±۰/۳۸	±۰/۲۲	±۰/۱۹	±۰/۰۸	±۰/۵۰	±۰/۲۳	±۰/۸۷
ضریب تغییرات	۵/۰	۵/۵	۷/۸	۶/۴۰	۰/۶۰	۱۵/۱۰	۱/۴
حداکثر	۱۱/۳۳	۵/۰	۳/۲	۱/۴	۷۴/۷۰	۰/۴۰	۶۷/۴۰
حداقل	۶/۱۵۸	۳/۲	۱/۷	۰/۹	۷۰/۷۰	۲/۲۰	۶۱/۶۰

مقادیر انرژی سوخت وساز ظاهری پیش بینی شده توسط معادلات (برون تنی) بر اساس ترکیبات شیمیایی حاصل از روش آنالیز NIRدر جدول ۱۲ ارائه شده است. بیشترین میزان انرژی قابل سو خت وساز (۳/۵۱۹ کیلوکالری بر گرم) و کمترین میزان انرژی قابل سو خت وساز (۳/۲۴۸ کیلوکالری بر گرم) به ترتیب توسط معادلات معادله EEC و معادله سیبالد بدست آمد.

جدول ۱۲: انرژی قابل سوخت و ساز ذرت بر اساس معادلات با توجه به ترکیبات شیمیایی حاصل از روش NIR (کیلوکالری بر گرم).

	معادله کار پنتر	معادله سیبالد	معادله جنس	معادله EEC	انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای ازتNIR
میانگین	۳/۴۰۵	۳/۲۴۸	۳/۳۲۵	۳/۵۱۹	۳/۳۲۴
حداکثر	۳/۸۱۲	۳/۶۳۳	۲/۷۹۱	۳/۹۵۷	۳/۳۸۳
حداقل	۳/۱۵۰	۳/۰۰۷	۳/۳۴۹	۳/۲۵۷	۳/۱۷۸

** اختلاف در سطح یک درصد معنی دار است

* Near InfraRed Reflectance Spectroscopy
**National Research Council. 1994

مقدار انرژی قابل سوخت و ساز حاصل روش بیولوژی برای ذرت، گندم و جو به ترتیب ۳/۳۲۳، ۳/۱۷۲۴ و ۲/۹۵۴۳ کیلوکالری بر گرم می باشد. در مقایسه با مقدار انرژی قابل سوخت و ساز برای ازت ارائه شده در در جداول NRC برای ذرت، گندم و جو به ترتیب ۳/۱۲۰، ۳/۳۵۰ و ۲/۶۴۰ کیلوکالری بر گرم. همچنین انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت حاصل از روش NIR ۳/۳۲۴، ۳/۳۲۴ و ۲/۷۳۵ کیلوکالری بر گرم می باشد، اختلاف آماری مقدار انرژی حاصل از روش بیولوژی نشان داد (جدول ۱۳). این اختلافات مقدار انرژی برای این اقلام خوراکی در عملکرد پرنده موثر می باشند. علت این اختلاف مقدار انرژی برای هرکدام از این اقلام مرتبط به خصوصیات فیزیکی شیمیایی مواد خوراکی مانند میزان پلی ساکاریدهای محلول و نامحلول، ویسکوزیته، میزان قابلیت هضم، فعالیت آنزیم‌های اندوزنوس بخصوص آنزیم فیتاز بستگی دارد. لذا پیشنهاد می شود، بیشتر استفاده از معادلات حاصل از روش بیولوژی با توجه به نوع واریته بخصوص در جیره نویسی قابل توصیه هست. چون تفاوت مقدار انرژی سبب تاثیر نامطلوب در عملکرد پرنده، هزینه خوراک و عدم استفاده بهینه از ارزش غذایی مواد خوراکی می شود (زادگان و همکاران ۲۰۱۹، سید بهروز و همکاران ۱۳۹۶).

جدول ۱۳ : مقایسه مقدار انرژی قابل سوخت و ساز حاصل از روش بیولوژی (درون تنی) با میانگین جامعه (NRC و NIR) با استفاده از آزمون t-test برای برای دانه ذرت، گندم و جو (کیلوکالری بر گرم)

نتایج آزمون t انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت برون تنی نسبت به ان آر سیNRC

فراسنجه آماره	انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت	انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت	انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت
انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت روش بیولوژی	ذرت	گندم	جو
تعداد نمونه	۱۹	۳۰	۱۸
میانگین	۳/۳۲۳	۳/۱۷۲۴	۲/۹۵۴۳
انحراف استاندارد	±۰/۱۷۲۵	±۰/۱۹۹۶	±۰/۲۵۹۵
خطای استاندارد	۰/۰۳۹۶	۰/۰۳۶۴	۰/۰۶۱۲
حداکثر	۳/۴۰۵۸	۳/۲۴۶۹	۳/۰۸۳۳
حداقل	۳/۲۳۹۵	۳/۰۹۷۹	۲/۸۲۵۲

نتایج آزمون t انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت برون تنی نسبت به ان آر آیNIR

مقدار آماره‌ی t (t value)	-۰/۰۳	۲/۲۳	۳/۵۹
مقدار احتمال و سطح معنی داری (Pr> t)	۰/۹۷۲۸	۰/۰۳۳۴	۰/۰۰۲۳
انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت NRC	۳/۳۵۰	۳/۱۲۰	۲/۶۴۰
انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت NIR	۳/۳۲۴	۳/۳۲۴	۲/۷۳۵

مقدار آماره ی t (t value)	۵/۲	-۴/۸۷	۵/۱۴
مقدار احتمال و سطح معنی داری (Pr> t)	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱

برخی از معادلات وابسته به برخی از ترکیبات شیمیایی مانند نشاسته هستند. با اینکه برخی محققین گزارش دادن که میزان انرژی قابل سوخت و ساز با میزان نشاسته و قابلیت هضم آن همبستگی ندارد، و به سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مرتبط است (Wiseman & McNab, 1995). بطوریکه در جدول ۱۴ مشاهده می‌شود تفاوت انرژی قابل سوخت و ساز با روش بیولوژی نسبت به مقدار حاصل از معادلات اختلاف آماری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ١٤ : مقایسه مقدار انرژی قابل سوخت و ساز حاصل از روش بیولوژی (درون تنی) میانگین با جامعه (معادلات) با استفاده از آزمون t-test برای برای دانه ذرت، گندم و جو(کیلوکالری بر گرم)

	انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت بیولوژی	معادله کار پنتر	معادله سیبالد	معادله جنس	معادله EEC
ذرت	۳/۳۲۲۶	۳/۹۱۰	۳/۷۳۰	۳/۲۷۰	۳/۰۶۰
مقدار آماره ی t (t value)		-۱۴/۸۴	-۱۰/۲۹	۱/۳۳	۶/۶۴
مقدار احتمال و سطح معنی داری (Pr>t)		<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۲۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
گندم	۳/۱۷۲۴	۳/۷۱۰	۳/۴۵۰	۳/۱۱۰	۳/۴۵۰
مقدار آماره ی t (t value)		-۱۴/۷۵	-۱۰/۰۹	۱/۷۱	-۷/۶۲
مقدار احتمال و سطح معنی داری (Pr>t)		<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۹۷۵	<۰/۰۰۰۱
جو	۲/۹۵۴۳	۳/۴۵۰	۳/۲۸۰	۲/۸۷۰	۳/۱۷۰
مقدار آماره ی t (t value)		-۸/۱۱	-۵/۳۳	۱/۳۸	-۳/۵۳
مقدار احتمال و سطح معنی داری (Pr>t)		<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۸۶۱	۰/۰۰۲۶

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد، که مقدار انرژی قابل سوخت و ساز حاصل از معادلات تحت تاثیر ترکیبات فیزیکوشیمیایی ماده خوراکی است. بطوریکه مقدار انرژی حاصل از روش بیولوژی در مقایسه با محاسبات NRC و NIR اختلاف آماری نشان داد. در نتیجه لازم است ابتدا برای مواد خوراکی مقدار انرژی قابل سوخت و ساز تعیین سپس با تعیین تفاضل مقدار اضافی نسبت به معادلات جیره‌ها تنظیم و اعمال گردد. لذا، پیشنهاد می‌شود، ارقام تولیدی داخل کشور ارزش غذایی آنها تعیین سپس بر حسب اقلیم‌های

متفاوت معادلات تهیه و میزان تغییرات یا تنوع محاسبه شود. چون از لحاظ اقتصادی و قیمت تمام شده خوراک طیور مهم است.

منابع

زادگان، م.، احمد، آبادی، ح.، احمد، مقدم، ن.، حسن، حیدر (۲۰۱۹). تعیین معادلات رگرسیونی پیش بینی مقادیر انرژی قابل متابولیسم ارقام پرتولید جو در ایران و مقایسه نتایج حاصل با نتایج روش NIRS و ارقام مندرج در جداول NRC بر اساس عملکرد جوجه‌های گوشتی نر. پژوهشهای علوم دامی ایران، ۱۲.

سید بهروز قدس علوی، حسین مروج، محمود شیوازاد (۱۳۹۶). تعیین و مقایسهٔ معادلات تخمین انرژی قابل سوخت وساز برخی ارقام گندم ایرانی با معادلات و اطلاعات جدول NRC بر اساس عملکرد تولیدی جوجه های گوشتی . تولیدات دامی، دوره ۱۹ شماره ۲، ص ۴۵۵-۴۶۶.

Akbari, R., H. Moravej, and K. Rezayazdi. 2015. Prediction of metabolizable energy of current barley cultivars in Alborz province by linear regression equations. Iranian Journal of Animal Science, 46 (20): 73-81. (In Persian).

Allen, R. (1984). Feedstuffs ingredient analysis table. *Feedstuffs, 56*(30), 25-23

Alvarenga, R., Rodrigues, P., Zangeronimo, M., Makiyama, L., Oliveira, E., Freitas, R., Bernardino, V. (2013). Validation of prediction equations to estimate the energy values of feedstuffs for broilers: performance and carcass yield. *Asian-Australasian journal of animal sciences, 26*(10), 1474 .

Ball, M., Owens, B., & McCracken, K. (2013). The effect of variety and growing conditions on the chemical composition and nutritive value of wheat for broilers. *Asian-Australasian journal of animal sciences, 26*(3), 378 .

Batal, A., Dale, N., & Persia, M. (2011). Ingredient analysis table: 2012 edition. *Irving, TX: Informa* .

Choct, M., Hughes, R., & Annison, G. (1999). Apparent metabolisable energy and chemical composition of Australian wheat in relation to environmental factors. *Australian Journal of Agricultural Research, 50*(4), 447-452 .

Council, N. R. (1994). *Nutrient requirements of poultry: 1994*: National Academies Press.

Firman, D. (2006). Evaluation of the metabolizable energy of poultry by-product meal for chickens and turkeys by various methods. *International Journal of Poultry Science, 5*(8), 753-758 .

Guo, P., Li, P., Li, Z., Stein, H.-H., Liu, L., Xia, T., Ma ,Y. (2015). Effects of post-harvest storage duration and variety on nutrient digestibility and energy content wheat in finishing pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences, 28*(10), 1488 .

Janssen, W. (1989). European table of energy values for poultry feedstuffs. *Wageningen, Holanda* .

Jeroch, H., & Dänicke, S. (1995). Barley in poultry feeding: a review. *World's Poultry Science Journal, 51*(3), 271-291 .

Kim, J., Mullan, B., Simmins, P., & Pluske, J. (2004). Effect of variety, growing region and growing season on digestible energy content of wheats grown in Western Australia for weaner pigs. *Animal Science, 78*(1), 53-60 .

Leeson, S., Caston, L., & Summers, J. (1996). Broiler response to diet energy. *Poultry science, 75*(4), 529-535 .

Nasiri, M.H ,.Danesh, M.M., & Shakouri, M. (2006). Nutritive value comparison of different barley cultivars with and without enzyme supplementation in broiler nutrition .

Noorghadimi, J., Moraveg, H., Ghaziani, F., & Akbari, R. (2016). Prediction the metabolizable energy of most wheat cultivars of Alborz province with a multiple regression equation .Iranian Journal of Animal Science 46(4): 379-388. [in Persian].

Parsaie, S., Shariatmadari, F., Zamiri, M., & Khajeh, K. (2006). Evaluation of starch, soluble and insoluble non-starch polysaccharides and metabolizable energy of 15 cultivars of Iranian wheat. *J Agric Soc Sci*, *2*, 260-263 .

Pirgozliev, V., Birch, C., Rose, S., Kettlewell, P., & Bedford, M. (2003). Chemical composition and the nutritive quality of different wheat cultivars for broiler chickens. *British poultry science* , 44(3)475-464.

Regmi, P., Ferguson, N., & Zijlstra, R. (2009). In vitro digestibility techniques to predict apparent total tract energy digestibility of wheat in grower pigs. *Journal of animal science*, *87*(11), 3620-3629 .

Wiseman, J., & McNab, J., (1995) . Nutritive value of wheat varieties fed to non-ruminants. *HGCA Project Report (United Kingdom)* .

Yaghobfar, A. (2001). Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolisable energy value of maize. *British poultry science*, 42(3)350-353

Yaghobfar A. and F. Boldaji (2002) Influence of level of feed input and procedure on metabolisable energy and endogenous energy loss (EEL) with adult cockerels*British Poultry Science* 43: 696–704.

Yaghoubfar, A., Mirzaei, S., Valizadeh, H., & Safamehr, A. (2012). Determination of Non-Starch Polysaccharides (NSP) and Metabolizable Energy of Iran Wheat Varieties Fed to Poultry. Iranian Journal of Animal Science Research 4(1): 25-31. [in Persian]

Yegani, M., & Korver, D. (2012). Prediction of variation in energetic value of wheat for poultry. *Canadian Journal of Animal Science*, *92*(3), 261-273 .

Yegani, M., Swift, M., Zijlstra, R., & Korver, D. (2013). Prediction of energetic value of wheat and triticale in broiler chicks: A chick bioassay and an in vitro digestibility technique. *Animal feed science and technology*, *183*(1-2), 40-50 .