

پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز ارقام رایج گندم کشت‌شده در منطقه استان البرز با استفاده از معادلات رگرسیون چندمتغیره

جمشید نورقدیمی^۱، حسین مروج^{۲*}، فاطمه غازیانی^۳ و رسول اکبری^۴

۱، ۲، ۳ و ۴. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیار و کارشناس ارشد، گروه علوم دامی،

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۶/۱۰)

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین معادلات رگرسیونی پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح‌شده برای ازت (AMEn) در ۱۲ رقم گندم رایج (مهدوی، چمران، سبلان، سپاهان، سیوند، الموت، شعله، نیشابور، پشتاز، بهار، شیراز و شاه‌پسند) کشت‌شده در استان البرز اجرا شد. انرژی قابل سوخت‌وساز با اکسید کروم به عنوان نشانگر اندازه‌گیری شد. هریک از جیره‌های آزمایشی نیز حاوی ۴۰ درصد گندم به عنوان جایگزین ذرت و سویا در جیره پایه بودند. همه داده‌های حاصل از آنالیز شیمیایی و اندازه‌گیری اکسید کروم در نمونه‌های خوراک و فضولات، با نرم‌افزار SPSS و رویه Enter تحلیل و بررسی شدند. نتایج رگرسیون چندگانه بیانگر این بود که مؤلفه‌های نشاسته (STA) و فیبر خام (CF) برای معادله تخمین انرژی قابل سوخت‌وساز مناسب هستند. میانگین تفاوت انرژی قابل سوخت‌وساز اندازه‌گیری‌شده به روش بیولوژیک و تخمین با استفاده از معادله پیش‌بینی، ۳۹/۵۱ kcal/kg بود. این آنالیز نشان داد که معادله رگرسیونی پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح‌شده برای ازت با ضریب تبیین $(R^2 = 0.99/1)$ ($P < 0.0001$)، به صورت زیر است:

$$AMEn_{\text{wheat}} (\text{Kcal/Kg of DM}) = 69 \text{ STA} - 1028 \text{ CF}$$

واژه‌های کلیدی: آنالیز شیمیایی، اکسید کروم، انرژی ظاهری، فیبر خام، نشاسته.

مقدمه

اطمینان از فرموله کردن جیره‌ای متعادل و متوازن لازم است که علاوه بر مواد مغذی (از قبیل پروتئین، اسیدهای آمینه لیزین و متیونین، کلسیم، فسفر و ...) مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز موجود در ارقام گندم نیز مشخص گردد، زیرا انرژی قابل سوخت‌وساز خوراک نقش عمده‌ای در کنترل اشتها و مقدار خوراک مصرفی دارد. از این‌رو افزایش و کاهش انرژی قابل سوخت‌وساز خوراک به ترتیب سبب کاهش و افزایش خوراک مصرفی و در نتیجه تغییر در مقدار دریافت روزانه مواد مغذی مورد نیاز پرنده می‌شود که در نهایت حیوان را دچار کمبود مواد مغذی و کاهش سرعت رشد می‌کند یا اینکه با افزایش مصرف بیش از

روند تغییر قیمت ذرت در سال‌های اخیر نمایانگر نوسان بسیار زیاد قیمت این منبع انرژی در خوراک طیور است که گاه مرغداران را در تهیه خوراک متعادل و با قیمت مناسب دچار مشکلات بسیاری می‌کند؛ بنابراین وجود ماده خوراکی که بتواند جایگزین ذرت در جیره شود، بسیار مهم است. گندم با نام علمی (*Triticum aestivum*) یکی از مهم‌ترین و بهترین غلات مناسب برای جایگزینی ذرت در جیره‌های طیور است و بسیاری از کشورها گندم‌هایی را که کیفیت خوبی برای تولید آرد نان ندارند، در صنعت خوراک طیور به کار می‌برند؛ بنابراین به منظور

نیاز مواد مغذی موجب هدررفت سرمایه تولیدکننده می‌شود. برای آگاهی از مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز موجود در اقلام خوراکی چندین روش وجود دارد؛ مانند روش‌های بیولوژیکی (روش سیبالد و روش استفاده از نشانگر)، استفاده از جدول مواد مغذی اقلام خوراک (جدول‌های^۱ NRC 1994، Feedstuffs 2014 و غیره)، استفاده از دستگاه NIRA^۲ و استفاده از فرمول‌های پیش‌بینی حاصل از معادلات رگرسیونی چندمتغیره (Valdes & Lesson, 1992).

از آنجا که روش‌های بیولوژیکی عملاً به سهولت توسط متخصصان تغذیه قابل استفاده نیستند و روش NIRA نیز علاوه بر گران‌بودن به سهولت در دسترس نیست و همچنین اطلاعات جدول‌های اقلام خوراکی علاوه بر قدیمی‌بودن برای شرایط اقلیمی کشت و داشت و نوع ارقام گندم متفاوت با ایران تهیه شده است و استفاده از آن‌ها برای جیره‌نویسی در ایران چندان مناسب نیست؛ به نظر می‌رسد کاربردی‌ترین و عملی‌ترین روش، استفاده از فرمول‌های پیش‌بینی (معادلات رگرسیونی چندمتغیره) باشد که برای این منظور به دست‌آوردن فرمول‌های مرتبط با اقلام خوراک طیور رایج و پرمصرف در ایران از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به اهمیت امکان جایگزینی گندم به جای ذرت در جیره غذایی طیور، در این مقاله به تعیین و ارائه فرمول پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز با توجه به رایج‌ترین ارقام گندم در ایران پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

تعیین AMEn^۳ ارقام مختلف گندم با استفاده از روش بیولوژیکی (نشانگر)

از سه قطعه خروس ردایلندرد در سن ۳۵ هفتگی برای هر رقم گندم استفاده شد. جیره‌های آزمایش از ۱۳ جیره شامل یک جیره پایه و ۱۲ جیره آزمایشی تشکیل شده بود. در مجموع با احتساب سه تکرار برای خوراک‌های آزمایشی و سه تکرار برای خوراک پایه از ۳۹ قطعه

خروس ردایلندرد استفاده شد. جیره پایه بدون گندم تنظیم گردید و با ۰/۵ درصد اکسید کروم به عنوان معرف مخلوط شد و در جیره‌های آزمایشی مقدار ۴۰ درصد گندم جایگزین بخش ذرت و سویا در جیره پایه شد. برای جلوگیری از کمبود ویتامین و مواد معدنی، مکمل ویتامینی و معدنی ثابت در نظر گرفته شد (جدول ۱). در آزمایش پس از پایان ۲ روز مرحله سازگاری برای تخلیه دستگاه گوارش، ۲۴ ساعت خروس‌ها گرسنه ماندند، سپس ۴۸ ساعت تغذیه آزاد جیره آزمایشی صورت گرفت. در همین راستا سینی جمع‌آوری فضولات از مرحله شروع تغذیه در قفس‌ها جاگذاری شد و جمع‌آوری فضولات پس از قطع مصرف غذا تا ۲۴ ساعت بعد ادامه یافت. فضولات روزانه جمع‌آوری و داخل ظروف سر بسته‌ای در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد در فریزر نگهداری شدند. نمونه‌ها ابتدا در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و سپس برای سرد شدن به دسیکاتور منتقل شدند. پس از آن نمونه‌ها توزین و آسیاب شدند و مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفتند. جیره‌های غذایی و نمونه‌های فضولات برای تعیین انرژی خام توسط بمب کالری‌متر (IKA-KALORIMETER, C400) و برای تعیین مقدار اکسید کروم به روش Fenton & Fenton (1979) و برای تعیین درصد نیتروژن توسط روش کجلدال و با استفاده از دستگاه (KEJELTEC AUTO, 1030) آنالیز شدند. در پایان با استفاده از معادلات مقدار AME و AMEn جیره‌ها و ارقام مختلف گندم برآورد شد.

محاسبه انرژی قابل سوخت‌وساز

انرژی قابل سوخت‌وساز در این تحقیق با استفاده از نشانگر اکسید کروم اندازه‌گیری شد (Shivazad & Seidavi, 2005). مقادیر AME و AMEn با فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$AME / g \text{ feed} = GE_{fd} - \left(\frac{Cr_2O_3 \text{ fd}}{Cr_2O_3 \text{ ec}} \right) \times GE_{ec}$$

$$AMEn / g \text{ feed} = \frac{AME}{g \text{ feed}} - \frac{1}{73} \left[(N_{fd} - \frac{Cr_2O_3 \text{ fd}}{Cr_2O_3 \text{ ec}}) \times Nec \right]$$

1. National Research Council
2. Near-Infrared Analysis
3. Apparent Metabolizable Energy

(1995)، اندازه‌گیری نشاسته بر اساس روش Rose *et al.* (1991) با استفاده از معرف آنترون و اندازه‌گیری فیبر شوینده خنثی (NDF)^۱ و فیبر شوینده اسیدی (ADF)^۲ طبق روش AOCS (1993) با استفاده از دستگاه آنکوم (Ankom[®], Tech.) انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. روش‌های اندازه‌گیری نشاسته، NDF و ADF و فیبر خام به‌صورت مبسوط در ادامه آمده است.

اندازه‌گیری نشاسته

برای اندازه‌گیری نشاسته، مقدار ۰/۲ گرم نمونه توزین و در فالكون ۵۰ ریخته شد. سپس ۴ میلی‌لیتر استون به آن اضافه گردید و ۲۴ ساعت در همان حالت نگهداری شد. سپس در دور ۳۵۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید و فالكون حاوی نمونه برای تبخیر باقیمانده استون به مدت ۲ ساعت در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در ادامه به محتویات باقیمانده در فالكون ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد افزوده شد و فالكون حاوی نمونه و اتانول ۱۰ دقیقه داخل حمام آب جوش قرار گرفت تا قندهای محلول موجود در نمونه‌ها در اتانول حل شود. سپس فالكون‌ها از حمام آب جوش خارج شده و بعد از سرد شدن ۱۰ دقیقه در دور ۳۵۰۰ سانتریفیوژ شد و محلول کدر بالای فالكون خارج شد و این مرحله تا زمانی که محلول بالایی شفاف شود، ادامه یافت. در مرحله آخر بعد از خارج کردن محلول بالایی، به فالكون حاوی نمونه حاصل از مرحله قبل ۵ میلی‌لیتر آب دیونیزه اضافه شد و ورتکس گردید. سپس ۶/۵ میلی‌لیتر پرکلریک اسید ۵۲ درصد به آن افزوده و عمل ورتکس تکرار شد. در ادامه ۲۵ میلی‌لیتر آب دیونیزه به آن اضافه شد و دوباره ورتکس گردید. بعد از افزودن ۲۵ میلی‌لیتر آب دیونیزه، فالكون‌های حاوی نمونه ۳۰ دقیقه به حال خود رها و سپس سانتریفیوژ شدند (با دور ۳۵۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه). بعد از سانتریفیوژ محلول بالایی خارج گردید و درون یک بالون ۱۰۰ میلی‌لیتر ریخته شد. این مرحله یک بار دیگر تکرار

که در معادلات بالا Cr_2O_3 fd، غلظت نشانگر در هر گرم خوراک، Cr_2O_3 ec، غلظت نشانگر در هر گرم فضولات، GEfd، انرژی خام در هر گرم خوراک، GEec، انرژی خام در هر گرم فضولات، Nfd، غلظت نیتروژن در هر گرم خوراک و Nec، غلظت نیتروژن در هر گرم فضولات هستند.

پس از تعیین انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح‌شده برای جیره‌های پایه و آزمایشی، مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز هر رقم از گندم‌ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{جیره رفرنس } AME_n \text{ Kcal/Kg} = \text{گندم } AME_n \text{ Kcal/Kg} - (\text{جیره تست } AME_n \text{ Kcal/Kg} - \text{جیره رفرنس } AME_n \text{ Kcal/Kg})$$

سطح جایگزینی

جدول ۱. اجزای تشکیل‌دهنده جیره‌های پایه و آزمایشی (درصد)

اجزای جیره	جیره پایه
ذرت	۶۶/۴۶
کنجاله سویا	۳۰/۲
گندم	---
دی‌کلسیم فسفات	۱/۰۸
کربنات کلسیم	۰/۸۶
مکمل ویتامینی ^۱ و معدنی ^۲	۰/۵
نمک	۰/۴
اکسید کروم	۰/۵
جمع کل	۱۰۰

۱. مقدار ویتامین‌ها در هر کیلوگرم جیره؛ ویتامین A: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی، کوله کلسترول: ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E: ۱۸ واحد بین‌المللی، ویتامین B₁₂: ۰/۰۱۵ میلی‌گرم، فولاسین: ۱ میلی‌گرم، نیاسین: ۳۰ میلی‌گرم، پانتوتینیک اسید: ۲۵ میلی‌گرم، پیریدوکسین: ۲/۹ میلی‌گرم، ریبوفلاوین: ۶/۶ میلی‌گرم، تیامین: ۱/۸ میلی‌گرم، کولین: ۵۰۰ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدان: ۱ میلی‌گرم.
۲. مکمل معدنی در هر کیلوگرم جیره؛ مس (سولفات مس): ۱۰ میلی‌گرم، ید (یدات کلسیم): ۰/۹۹ میلی‌گرم، آهن: (سولفات آهن): ۵۰ میلی‌گرم، منگنز (اکسید منگنز): ۹۹ میلی‌گرم، سلنیوم (سدیم سلنیت): ۰/۲ میلی‌گرم و روی (اکسید روی): ۸۴ میلی‌گرم.

ارقام گندم

ارقام گندم استفاده‌شده در این تحقیق شامل مهدوی، چمران، سبلان، سپاهان، سیوند، الموت، شعله، نیشابور، پیشتاز، بهار، شیراز و شاه‌پسند بود که از مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. برای همه ارقام، آنالیز تقریبی طبق دستورالعمل‌های AOAC

1. Natural Detergent Fiber
2. Acid Detergent Fiber

محلول شوینده خنثی به این صورت بود که ۳۰ گرم سدیم لوریل سولفات، ۱۸/۶۱ گرم EDTA، ۶/۸۱ گرم سدیم بورات دکا هیدرات سدیم، ۴/۵۶ گرم هیدروژن فسفات بدون آب و ۱۰ سی سی اتوکسی اتانول در یک بالن ژوژه ۱ لیتری به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده شد. به ازای هر نمونه ۱۰۰ میلی لیتر محلول شوینده خنثی در حال جوش به همراه ۵۰ میکرو لیتر آنزیم آلفا آمیلاز مقاوم به حرارت اضافه شد و ۶۰ دقیقه در دمای جوش و در فشار بالا در معرض محلول قرار گرفت. بعد از پایان زمان لازم کیسه‌ها طی دو مرحله ابتدا با استون و سپس با آب مقطر شسته شد و بعد از آبگیری به آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد منتقل شد. ۲۴ ساعت بعد از آون خارج گردید و به دسیکاتور منتقل شد و بعد از سرد شدن کیسه‌ها وزن کشی شدند. شایان ذکر است که نمونه‌ها با آسیاب مجهز به توری ۱ میلی متری پودر شدند. همان مراحل بالا فقط با محلول شوینده اسیدی و بدون آنزیم برای اندازه گیری ADF اجرا شد. برای تهیه محلول شوینده اسیدی ۵۵/۶۸ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ در یک بالن ژوژه ۱ لیتری با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانیده شد و سپس معادل ۲۰ گرم ستیل تری متیل آمونیوم بروماید به آن اضافه شد. مخلوط حاصل با همزن مغناطیسی یکنواخت شد؛ به طوری که ستیل تری متیل آمونیوم بروماید کاملاً حل شد (Vogel *et al.*, 1999).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی ارقام مورد مطالعه در این تحقیق با میانگین ارائه شده در جدول‌های مرجع از نرم افزار آماری SPSS از رویه MEANS و روش تی تست با یک نمونه و تی تست جفت شده استفاده شد.

در روش رگرسیون خطی چندمتغیره داده‌ها باید دارای توزیع نرمال باشند و تغییر آن‌ها از یک رابطه خطی پیروی کند. رگرسیون چندگانه در حقیقت، ارتباط بین یکسری از متغیرهای پیشگو را با متغیر پاسخ مورد نظر بیان می‌کند. در صورت وجود متغیرهای مستقل x_1, x_2, \dots, x_n اگر هدف ارتباط خطی بین آن‌ها و متغیر وابسته (y) باشد، رابطه زیر بین آن‌ها برقرار است:

شد و کل مواد موجود در فالکون از صافی عبور یافت و محلول عبور یافته از صافی به بالون اول منتقل و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. مقدار ۵۰۰ میکرو لیتر از نمونه به حجم ۵ میلی لیتر معرف انترن اضافه شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر خوانده شد.

اندازه گیری فیبر خام، NDF و ADF به روش آنکوم^۱

اندازه گیری فیبر خام

ابتدا نمونه با آسیاب مجهز به الک ۱ میلی متری آسیاب شد و سپس ۱ گرم نمونه به کیسه‌های داکرونی به ابعاد $4/5 \times 5/5$ سانتی متر به قطر ۵۰ میکرو متر منتقل شد و کیسه بعد از پرس شدن در آن به مخزن دستگاه آنکوم انتقال یافت. برای تهیه محلول اسیدی ۱۲/۵ گرم اسید سولفوریک (۶/۹ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد) در یک لیتر آب و برای تهیه محلول قلیایی ۱۲/۵ گرم سدیم هیدروکسید (NaOH) در یک لیتر آب حل شدند. حجم مخزن دستگاه ۳ لیتر بود که از هریک از محلول‌های اسیدی و قلیایی ۳ لیتر تهیه شد. کیسه‌های حاوی نمونه طبق روش آنکوم ابتدا ۶۰ دقیقه با محلول اسیدی و سپس ۶۰ دقیقه دیگر با محلول بازی جوشانده شد. مقدار محلول به ازای هر کیسه ۱۰۰ میلی لیتر در نظر گرفته شد. بعد از شستشو با محلول بازی کیسه‌ها ابتدا با استون و سپس با آب شسته شدند و بعد از این مرحله به آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند. کیسه‌ها بعد از طی این مدت جهت سرد شدن به دسیکاتور منتقل و سپس وزن کشی شدند و طبق رابطه زیر مقدار فیبر خام نمونه‌ها تعیین شد.

$$\% CF = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

(AOCS, 1993; Komarek *et al.*, 1996)

که در آن W_1 وزن نمونه اولیه (۱ گرم)؛ W_2 وزن کیسه خالی و W_3 وزن کیسه بعد از آون است.

اندازه گیری NDF و ADF

در این روش نیز آماده سازی نمونه برای انتقال به دستگاه آنکوم مانند روش تعیین فیبر خام است. روش تهیه

که در این معادله SEP، خطای استاندارد پیش‌بینی؛ Y ، میانگین انرژی قابل سوخت‌وساز به‌دست‌آمده به روش بیولوژیکی هر رقم؛ Y' ، انرژی پیش‌بینی‌شده با استفاده از مدل برای هر رقم و N ، تعداد ارقام است. در نهایت معادله‌ای که مقدار SEP کمتری داشته باشد، در صورت داشتن ضریب تبیین بالاتر از دقت بیشتری در تخمین انرژی برخوردار خواهد بود.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه شیمیایی، انرژی خام و انرژی قابل سوخت‌وساز ارقام مختلف گندم در جدول ۲ آورده شده است.

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + e$$

که در این رابطه، از مقادیر $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ با عنوان ضرایب رگرسیون یاد می‌شود. این ضرایب، ضرایب نامشخصی هستند که نمایانگر برآورد پارامتر پاسخ هستند (Balan *et al.*, 1995).

معادلات رگرسیونی چندمتغیره با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و روش Enter تعیین شد.

به‌منظور مقایسه دقیق‌تر مدل‌های مختلف به‌دست‌آمده از این تحقیق از خطای استاندارد پیش‌بینی^۱ (SEP) استفاده شد. خطای استاندارد پیش‌بینی با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$SEP = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y')^2}{N}}$$

جدول ۲. آنالیز شیمیایی ارقام گندم مورد آزمایش (بر حسب درصد از ماده خشک)

نام رقم	ماده خشک	پروتئین خام	چربی	خاکستر	نشاسته	NFE ^۴	فیبر خام	ADF ^۳	NDF ^۲	GE ^۱ (kcal/kg)	AMEn [*] (kcal/kg)
مهدوی	۹۱/۵	۱۲/۱۸	۲/۲	۱/۱	۵۶/۳	۷۴/۷	۱/۳	۱/۸	۷/۹	۴۰۱۴	۲۵۲۷
چمران	۹۲/۷	۱۲/۵۵	۲/۵	۱/۹	۵۱/۵	۷۵	۰/۷	۱/۳	۷/۱	۴۰۱۶	۲۶۵۵
سبلان	۹۲/۶	۱۴/۴	۱/۷	۲/۱	۵۴/۳	۷۳/۵	۱/۱	۱/۷	۶/۷	۴۴۳۹	۳۲۵۴
سپاهان	۹۳	۱۳/۰۵	۲/۵	۰/۷	۵۳/۵	۷۵/۹	۰/۸	۱/۵	۵/۶	۳۹۳۳	۳۰۶۹
سیوند	۹۱/۳	۹/۹۵۶	۲/۱	۱/۶	۵۹/۸	۷۶/۶	۱	۱/۷	۷/۵	۳۹۲۸	۳۰۰۰
الموت	۹۲/۵	۱۲/۴۹	۲/۶	۱/۹	۶۲/۸	۷۴/۲	۱/۳	۱/۸	۸/۲	۴۲۳۱	۳۱۳۱
شعله	۹۲/۱	۱۴/۹۸	۲	۲/۳	۵۷/۴	۷۱/۸	۱	۱/۴	۷/۵	۴۰۹۵	۳۰۵۷
نیشابور	۹۲/۳	۱۲/۳۳	۲/۶	۱	۵۳/۶	۷۵/۶	۰/۷	۱/۶	۶/۳	۳۸۹۷	۳۱۵۸
پیش‌تاز	۹۲/۲	۹/۹۱۵	۲	۱/۵	۶۲/۲	۷۷/۵	۱/۲	۲	۸/۱	۴۰۰۰	۲۶۵۰
بهار	۹۲/۷	۱۳/۳۸	۲	۰/۹	۵۵/۸	۷۵/۴	۱	۲/۴	۸/۶	۴۰۴۳	۲۵۵۷
شیراز	۹۲/۲	۱۳/۵۳	۲/۷	۲	۴۸/۷	۷۲/۸	۱/۳	۲/۱	۸/۸	۳۹۰۹	۲۸۷۰
شاه‌پسند	۹۳/۱	۱۵/۷۸	۲/۱	۳/۲	۶۱/۷	۷۰/۷	۰/۸	۱/۴	۷/۴	۳۹۷۸	۲۷۱۶
میانگین	۹۲/۳۵	۱۲/۸۷	۲/۲۵	۱/۶۸	۵۶/۵	۷۴/۵	۱	۱/۷	۷/۴	۴۰۴۰	۲۸۸۷
ضریب تغییرات	۰/۵۸	۱۳/۶۸	۱۴/۱۱	۴۱/۹۱	۷/۸۹	۲/۶۸	۲۲/۵۶	۱۸/۶۸	۱۰/۶۳	۳/۸۵	۸/۸۶

* انرژی قابل سوخت‌وساز به روش بیولوژیکی، ۱. انرژی خام، ۲. فیبر شوینده خنثی، ۳. فیبر شوینده اسیدی، ۴. عصاره عاری از ازلت
NFE = 100 - (CF + CP + EE + Moisture + ASH)

۱۴/۱۱ است. حداقل و حداکثر خاکستر مربوط به ارقام سپاهان و شاه‌پسند (۰/۷ و ۳/۲ درصد) با ضریب تغییرات ۴۱/۹۱ است. حداقل و حداکثر نشاسته مربوط به ارقام شیراز و الموت (۴۸/۷ و ۶۲/۸ درصد) با ضریب تغییرات ۷/۸۹ است. حداقل و حداکثر NFE مربوط به ارقام شاه‌پسند و پیش‌تاز با ۷۰/۷ و ۷۷/۵ درصد و ضریب تغییرات ۲/۶۸ است. حداقل و حداکثر ADF مربوط به ارقام چمران و بهار با ۱/۳ و ۲/۴

داده‌های این جدول نشان می‌دهد که حداقل و حداکثر مقدار فیبر خام در ارقام چمران (۰/۷) و مهدوی (۱/۳) با ضریب تغییرات ۲۲/۵۶ است. حداقل و حداکثر پروتئین خام مربوط به ارقام پیش‌تاز (۹/۹۱) درصد) و شاه‌پسند (۱۵/۷۸ درصد) با ضریب تغییرات ۱۳/۶۸ است. حداقل و حداکثر چربی مربوط به ارقام سبلان و شیراز (۱/۷ و ۲/۷ درصد) با ضریب تغییرات

1. Standard Error of Prediction

دیگر بود. آنان پیشنهاد کردند که استفاده کمتر از کود نیتروژن (استفاده از ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن به جای استفاده از مقدار معمول آن که ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن بود) در آن سال علت پایین‌تر بودن پروتئین خام بوده است. یکی از فاکتورهای مربوط به شرایط رشد که تأثیر زیادی بر مقدار کربوهیدرات‌های دانه گندم دارد، مقدار آبیاری است. برخی از محققان اعلام کرده‌اند که خشک‌سالی (کم‌آبی) سبب کاهش وزن دانه گندم، میزان نشاسته و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای دانه و به‌طور معکوس سبب افزایش پروتئین خام، آرابینوزایلان کل، NDF، قندهای آزاد و لیگنین دانه می‌گردد (Coles *et al.*, 1997; Ahmadi & Baker, 2001; Brooks *et al.*, 1982; Mollah *et al.*, 1983). یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر انرژی قابل سوخت‌وساز، محل کشت است. Mollah *et al.* (1983) حداقل یک مگاژول تفاوت در مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز یک رقم خاص گندم کشت‌شده در دو منطقه متفاوت گزارش کردند. این عامل ممکن است مقداری از تفاوت‌ها در انرژی قابل سوخت‌وساز گزارش‌شده در تحقیق حاضر و سایر محققان را توضیح دهد. مدت زمان، دما و رطوبت نسبی محل نگهداری ارقام گندم باعث تغییر در ترکیب شیمیایی دانه می‌گردد. مدت زمان ذخیره گندم پس از برداشت بر مقدار نشاسته دانه مؤثر است که به علت فعال‌شدن آنزیم‌های درونی دانه سبب تجزیه نشاسته به قندهای ساده می‌گردد؛ در نتیجه ممکن است مقداری از تفاوت در مقدار نشاسته گزارش‌شده در مطالعات مختلف به این علت باشد. یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار در تفاوت ترکیب شیمیایی ارقام مختلف گندم، مقدار کربوهیدرات‌های غیرنشاسته‌ای موجود در دانه است که بر انرژی قابل سوخت‌وساز دانه مؤثر است. شرایط ذخیره‌سازی دانه غلات ممکن است تا حدودی تفاوت در مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز ارقام در این تحقیق و مقادیر ارائه‌شده توسط محققان دیگر را توضیح دهد (Ockenden *et al.*, 1997; Rehman & Shah, 1999; Cofie-Agblor *et al.*, 1997). مقایسه آماری به روش تی‌تست با یک نمونه (جدول ۳) نشان داد که اختلاف معناداری بین مقادیر تجزیه تقریبی ارائه‌شده برای

درصد و ضریب تغییرات ۱۸/۶۸ است، حداقل و حداکثر NDF مربوط به ارقام سپاهان و شیراز با ۵/۶ و ۸/۸ درصد و ضریب تغییرات ۱۰/۶۳ است. در این تحقیق بیشترین دامنه تغییرات مربوط به خاکستر با ۴۱/۹۱ درصد و کمترین دامنه تغییرات مربوط به NFE با ۲/۶۸ درصد بود. حداقل و حداکثر انرژی خام (GE) به ترتیب مربوط به ارقام نیشابور (Kcal/Kg ۳۸۹۷) و سبلان (Kcal/Kg ۴۴۳۹) با ضریب تغییرات ۳/۸۵ بود. حداقل و حداکثر انرژی قابل سوخت‌وساز به ترتیب مربوط به ارقام مهدوی (Kcal/Kg ۲۵۲۷) و سبلان (Kcal/Kg ۳۲۵۴) با ضریب تغییرات ۸/۸۶ بود. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، تنوع زیادی در محتویات شیمیایی ارقام مختلف گندم وجود دارد؛ به نحوی که دامنه تغییرات موارد اندازه‌گیری‌شده در این تحقیق در توافق با مطالعات سایر محققان بود (Gutiérrez-alamo *et al.*, 2008; Pirgozliev *et al.*, 2003). مطالعات زیادی در مورد متغیر بودن انرژی قابل سوخت‌وساز گندم صورت گرفته است و به‌طور کلی علت این تغییرات را به تفاوت در ژنوتیپ (واریته)، عوامل مرتبط با محیط (محیط کشت و شرایط آب‌وهوایی)، عوامل ضد تغذیه‌ای (کربوهیدرات‌های غیرنشاسته‌ای)، محتوای نشاسته، شرایط ذخیره‌سازی گندم، عوامل مرتبط با پرند (سن، جنس، وضعیت سلامتی مختلف) و شکل فیزیکی استفاده از دانه در جیره تقسیم‌بندی کرده‌اند (Gutiérrez-alamo *et al.*, 2008; Yegani & Korver, 2012). (2003) دامنه وسیعی برای پروتئین گندم‌های مورد آزمایش خود اعلام کردند (۹/۷ تا ۱۹/۱) و دامنه پروتئین به‌دست‌آمده برای ارقام این تحقیق نیز گسترده بوده است (۹/۹۱ تا ۱۵/۷۸ درصد). تفاوت در مقدار پروتئین ارقام مختلف گندم می‌تواند به علت واریته، مواد مغذی و فاکتورهای خارجی از قبیل شرایط رشد، ذخیره پس از برداشت و غیره باشد. Pirgozliev *et al.* (2003) پس از اندازه‌گیری پروتئین خام ارقام گندم در سال‌های مختلف اعلام کردند که مقدار آن برای نمونه‌های سال ۱۹۹۹ کمتر از سال‌های

شد مربوط به عواملی از قبیل وارپته، شرایط رشد و دیگر عوامل باشد. با توجه به متغیر بودن ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای ارقام گندم در این تحقیق با مقادیر ارائه‌شده برای این غله در جدول‌های مرجع NRC (1994) و فیداستاف (۲۰۱۴) استفاده از مقادیر این جدول‌ها برای جیره‌نویسی هنگامی که از ارقام گندم این تحقیق استفاده می‌گردد، توصیه نمی‌شود.

ارقام گندم این تحقیق و گندم سخت و نرم در جدول فیداستاف وجود دارد؛ از این رو استفاده از این جدول‌ها برای جیره‌نویسی هنگام استفاده از این ارقام توصیه نمی‌شود. همچنین میانگین تجزیه شیمیایی به‌دست‌آمده از این تحقیق اختلاف معناداری با مقادیر ارائه‌شده برای گندم بهاره و زمستانه در جدول NRC (1994) دارد که ممکن است همان‌طور که قبلاً بیان

جدول ۳. مقایسه آماری میانگین ترکیب شیمیایی ارقام گندم این تحقیق با مقادیر ارائه‌شده برای گندم در جدول‌های مرجع فیداستاف ۲۰۱۴ و NRC 1994 به روش تی‌تست با یک نمونه

ترکیب شیمیایی							
مرجع	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خاکستر	NFE	فیبر خام	AMEn (Kcal/Kg as fed)	
تحقیق حاضر	میانگین ۹۲/۳۵	۱۲/۸۷	۲/۲۵	۱/۶۸	۱	۲۶۶۶	
فیداستاف (۲۰۱۴)	میانگین ۸۸	۱۳/۵	۱/۹	۲	۳	۳۱۷۰	گندم سخت
	معناداری **	ns	**	ns	**	**	معناداری
گندم نرم	میانگین ۸۶	۱۰/۸	۱/۷	۲	۲/۸	۳۲۱۰	
	معناداری **	*	**	ns	**	**	معناداری
NRC (1994)	میانگین ۸۷	۱۴/۱	۲/۵	-	۳	۲۹۰۰	گندم سخت قرمز زمستانه
	معناداری **	*	ns	-	**	**	معناداری
گندم نرم سفید بهاره	میانگین ۸۹	۱۱/۵	۲/۵	-	۳	۳۱۲۰	
	معناداری **	*	ns	-	**	**	معناداری

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ns: عدم معناداری

قابل سوخت‌وساز استفاده شده است، اما عصاره‌عاری از ازت یک خصوصیت خوراک است که با محاسبات ریاضی به دست می‌آید و عملاً روش مستقیمی برای اندازه‌گیری آن وجود ندارد؛ بنابراین به‌دست‌آوردن کمیت عصاره‌عاری از ازت به اندازه‌گیری پنج فاکتور دیگر از قبیل فیبر خام، پروتئین خام، خاکستر، عصاره اتری و رطوبت نمونه‌ها نیاز دارد. در نتیجه استفاده از این مدل باوجود دقت خوب در برآزش انرژی قابل سوخت‌وساز و داشتن کمترین مقدار SEP به‌منظور اندازه‌گیری متغیرهای مستقل موجود در فرمول به هزینه بیشتری نیاز دارد. مدل شماره ۳ با توجه به تفاوت بسیار کم R^2 این معادله با معادله ۲ و وجود فقط دو متغیر مستقل (با وجود درجه معناداری پذیرفتنی) در مقایسه با معادله ۲ می‌تواند برای پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز گندم‌های مورد آزمایش پیشنهاد گردد؛ هرچند مقدار SEP آن بیشتر از مدل ۲ است.

جزئیات معادلات رگرسیونی ارزیابی‌شده در جدول ۴ آمده است؛ علیرغم معنادار شدن تمامی معادلات رگرسیونی توجه به نکاتی برای انتخاب بهترین مدل رگرسیونی پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز ضروری است. مدل شماره ۱ از لحاظ میانگین پیش‌بینی انرژی قابل متابولیسم بر حسب کیلوکالری بر کیلوگرم (۲۸۸۲/۵) در مقایسه با میانگین بیولوژیک (۲۸۸۷/۵) اختلافی حدود ۰/۱۷- درصد دارد؛ درحالی‌که این اختلاف برای مدل ۲ (۲۹۰۶/۰) و مدل ۳ (۲۸۴۸/۰) به ترتیب حدود ۰/۶۴+ و ۱/۳۶- درصد است. در مدل شماره ۱ نشاسته برای پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز پیشنهاد شده است که هم معادله و هم ضریب متغیر مستقل از معناداری بالایی برخوردار است، ولی همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، از دو معادله دیگر ضریب تبیین کمتری دارد و مقدار SEP بیشتری نیز دارد. در مدل شماره ۲ از عصاره‌عاری از ازت برای پیش‌بینی انرژی

جدول ۴. مدل‌های رگرسیونی ارزیابی شده (بر حسب ماده خشک)

مدل	عوامل	مدل	R ²	P Value Regression	P Value predictor	SEP ^۱ (کیلوکالری بر کیلوگرم)
۱	STA	Y = ۵۱ STA	۹۸/۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۳۶/۶۲
۲	NFE	Y = ۳۹ NFE	۹۹/۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۶۴/۲۰
۳	CF, STA	Y = ۶۹ STA - ۱۰۲۸ CF	۹۹/۱	۰/۰۰۰	CF= ۰/۰۶۰	۲۸۰/۷۹

STA= ۰/۰۰۰

در معادلات بالا Y، انرژی قابل سوخت‌وساز تصحیح‌شده بر اساس ازت (کیلوکالری بر کیلوگرم)؛ STA، نشاسته (درصد)؛ NFE، عصاره عاری از ازت (درصد)؛ CP، پروتئین خام (درصد)؛ EE، عصاره اتری یا چربی (درصد) و CF، فیبر خام (درصد) هستند.
Standard Error of Prediction .۱

کمترین اختلاف پیش‌بینی با میانگین بیولوژیکی به ترتیب به مدل ۱ (-۵ Kcal/Kg) و مدل NRC (1994) (+۴۱۸ Kcal/Kg) مربوط است.

جدول ۵. مقایسه انرژی قابل سوخت‌وساز اندازه‌گیری شده به روش بیولوژیکی با مدل‌های حاصل از این تحقیق و NRC (1994) (بر حسب ماده خشک)

نوع رقم بیولوژیکی	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	NRC 1994
مهدوی	۲۸۷۳/۳	۲۹۱۳/۷	۲۵۴۱/۶	۳۲۸۵/۱
سیوند	۳۰۵۳/۸	۲۹۸۸/۹	۳۰۹۸/۵	۳۲۷۱/۵
بهار	۲۸۴۸/۳	۲۹۴۱/۳	۲۸۲۳/۵	۳۳۴۰/۱
الموت	۳۲۰۴/۸	۲۸۹۳/۸	۲۹۹۱/۴	۳۳۰۲/۶
پیش‌تاز	۳۱۷۳/۷	۳۰۲۵/۶	۳۰۵۵/۳	۳۲۹۸/۰
چمران	۲۶۲۷/۰	۲۹۲۶/۶	۲۸۲۷/۳	۳۳۲۹/۰
سپاهان	۲۷۳۱/۰	۲۹۶۱/۸	۲۸۶۸/۴	۳۳۷۹/۴
شعله	۲۹۲۹/۴	۲۸۰۰/۷	۲۸۲۸/۱	۳۲۶۴/۷
اکبری	۲۷۳۸/۱	۲۹۵۱/۰	۲۹۸۲/۱	۳۳۵۰/۴
شیراز	۲۸۷۰/۳	۲۸۴۱/۵	۲۲۲۴/۷	۳۲۹۶/۳
شاه‌پسند	۲۷۱۶/۷	۲۷۵۷/۵	۲۹۱۱/۵	۳۲۵۸/۶
سبلان	۳۲۵۴/۳	۲۷۷۲/۸	۲۸۷۰/۱	۳۲۹۰/۴
میانگین	۲۸۸۷/۵	۲۹۰۶/۰	۲۸۴۸	۳۳۰۵/۵

مقایسه به روش تی‌تست جفت‌شده در جدول ۶ نشان می‌دهد که بین مدل‌های مختلف این تحقیق از نظر میانگین انرژی متابولیسمی تخمینی و روش بیولوژیکی تفاوت معناداری وجود ندارد اما بین مقدار پیش‌بینی شده توسط مدل NRC (1994) و مدل‌های این تحقیق و روش بیولوژیکی اختلاف معناداری وجود دارد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد عموماً معادلات پیش‌بینی ارائه شده در تحقیق حاضر با مقادیر بیولوژیکی اندازه‌گیری شده ارقام مختلف گندم این

در جدول ۵ انرژی قابل سوخت‌وساز تخمینی با فرمول‌های ارائه شده در این تحقیق و NRC (1994) $AMEn(Kcal/Kg) = 34.92 \times CP + 63.1 \times EE + (R^2=0.87 \ 36.42 \times NFE)$ با مقدار اندازه‌گیری شده به روش بیولوژیکی (بر اساس نتایج آنالیزهای مربوط به ارقام مختلف گندم) مقایسه شده است. مقایسه نشان می‌دهد که در مدل ۱ بیشترین و کمترین اختلاف پیش‌بینی با مقدار بیولوژیکی به ترتیب مربوط به ارقام سبلان (Kcal/Kg) (-۴۸۱/۴۹) و چمران (Kcal/Kg) (-۲۸/۷۸) است. در مدل ۲ بیشترین و کمترین اختلاف پیش‌بینی با مقدار بیولوژیکی به ترتیب مربوط به ارقام مهدوی (Kcal/Kg) (-۳۸۶/۰۲) و سیوند (Kcal/Kg) (-۱۱/۱۵) است. در مدل ۳ بیشترین و کمترین اختلاف پیش‌بینی با مقدار بیولوژیکی به ترتیب مربوط به ارقام شیراز (Kcal/Kg) (-۶۴۵/۶۳) و مهدوی (Kcal/Kg) (+۱۳/۹۴) است. در مدل NRC (1994) بیشترین و کمترین اختلاف پیش‌بینی با مقدار بیولوژیکی به ترتیب مربوط به ارقام بهار (Kcal/Kg) (+۷۸۲/۹۶) و سبلان (Kcal/Kg) (+۳۶/۰۶) است. مقایسه بین همه مدل‌ها (مدل‌های حاصل از این تحقیق و مدل NRC (1994)) نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف پیش‌بینی با مقدار بیولوژیکی مربوط به رقم بهار (Kcal/Kg) (+۷۸۲/۹۶) است که توسط مدل NRC (1994) پیش‌بینی شده است و همچنین کمترین اختلاف پیش‌بینی مربوط به رقم سیوند (Kcal/Kg) (-۱۱/۱۵) است که توسط مدل ۲ (Y=۳۹ NFE) پیش‌بینی شده است. مقایسه میانگین پیش‌بینی برای کل ارقام این تحقیق با استفاده از مدل‌های این تحقیق و NRC (1994) نشان داد که بیشترین و

تحقیق توافق خوبی دارد. اما به‌کاربردن معادله پیشنهادی NRC (1994) اغلب باعث برآورد بیش از حد (۱۲/۶+ درصد) انرژی قابل سوخت‌وساز ارقام مختلف گندم این تحقیق شده است. علت این پدیده ممکن است تفاوت‌های ژنوتیپی و ساختاری ارقام گندم این تحقیق با ارقام گندم به‌کار برده‌شده برای توسعه و ایجاد معادله NRC (1994) باشد (Nutrition, 1994).

جدول ۶. مقایسه میانگین انرژی قابل سوخت‌وساز تخمینی بین مدل‌های مختلف و روش بیولوژیکی با استفاده از روش تی‌تست جفت‌شده (برحسب ماده خشک)

مدل	میانگین انرژی (کیلوکالری بر کیلوگرم)	درصد اختلاف در مقایسه با روش بیولوژیکی
بیولوژیکی	۲۸۸۷/۵۲۷±۷۳/۸۵ ^b	.
مدل ۱	۲۸۸۲/۵۲۰±۶۵/۷۰ ^b	-۰/۱۷
مدل ۲	۲۹۰۶/۰۸۶±۲۲/۴۹ ^b	+۰/۶۴
مدل ۳	۲۸۴۸/۰۱۶±۶۹/۸۵ ^a	-۱/۳۶
مدل NRC (1994)	۳۳۰۵/۵۵۳±۱۰/۶۷ ^a	+۱۲/۶

حروف غیرمشترک a, b در هر ستون نمایانگر اختلاف معنادار بین میانگین‌هاست (P value < ۰/۰۰۰۱).

در نهایت به نظر می‌رسد با توجه به مؤلفه‌های ضریب تبیین (R^2) و سطح معناداری معادله رگرسیونی، نوع و تعداد متغیرهای مستقل و مقدار SEP و کم‌هزینه‌تر بودن آنالیزهای شیمیایی مربوط به متغیرهای مستقل موجود در معادلات، معادله رگرسیونی زیر برای تخمین انرژی قابل سوخت‌وساز گندم‌های به‌کاررفته در این تحقیق به‌عنوان گندم‌های پرمصرف در منطقه استان البرز مناسب‌تر و قابل پیشنهاد باشد.

AMEn_{wheat} (Kcal/Kg of DM) = ۶۹ STA - ۱۰۲۸ CF

REFERENCES

- Ahmadi, A. & Baker, D. (2001). The effect of water stress on grain filling processes in wheat. *The Journal of Agricultural Science*, 136(03), 257-269.
- AOCS. (1993). Official Methods & Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society (5th ed.) Crude Neutral Detergent Fiber in Feeds Filter Bag Technique. Ba 6-84 Champaign, IL: AOCS Press.
- Balan, B., Mohaghegh, S. & Ameri, S. (1995). State-of-the-art in permeability determination from well log data: part 1-A comparative study, model Development. paper SPE 30978: 17-21.
- Batal, A. & Dale, N. (2014). *Ingredient analysis table: 2014 Edition*. Feedstuffs
- Brooks, A., Jenner, C. & Aspinall, D. (1982). Effects of Water Deficit on Endosperm Starch Granules and on Grain Physiology of Wheat and Barley. *Functional Plant Biology*, 9(4), 423-436.
- Cofie-Agblor, R., Muir, W., White, N. & Jayas, D. (1997). Microbial heat production in stored wheat. *Journal of Canadian Agricultural Engineering*, 39(4), 303-307.
- Coles, G., Hartunian-Sowa, S., Jamieson, P., Hay, A., Atwell, W. & Fulcher, R. (1997). Environmentally-induced variation in starch and non-starch polysaccharide content in wheat. *Journal of Cereal Science*, 26(1), 47-54.
- Fenton, T. & Fenton, M. (1979). An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. *Canadian Journal of Animal Science*, 59(3), 631-634.
- Gutiérrez-alamo, A., Pérez de ayala, P., Verstegen, M. W. A., Den hartog, L. A. & Villamide, M. J. (2008). Variability in wheat: factors affecting its nutritional value. *World's Poultry Science Journal*, 64(01), 20-39.
- Intl, A. (1995). Official methods of analysis, Arlington, Va. AOAC Intl.
- Kim, J.C., Mullan, B.P., Simmins, P.H. & Pluske, J.R. (2003). Variation in the chemical composition of wheats grown in Western Australia as influenced by variety, growing region, season, and post-harvest storage. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54(6), 541-550.
- Komarek, A., Manson, H. & Thiex, N. (1996). Crude fiber determinations using the ANKOM System. ANKOM Tech. Corp., Pub 102.
- Mollah, Y., Bryden, W., Wallis, I., Balnave, D. & Anison, E. (1983). Studies on low metabolisable energy wheats for poultry using conventional and rapid assay procedures and the effects of processing. *British Poultry Science*, 24(1), 81-89.

14. Nutrition, N. R. C. S. o. P. (1994). Nutrient requirements of poultry, National Academies Press.
15. Ockenden, I., Falk, D. E. & Lott, J. N. (1997). Stability of phytate in barley and beans during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(5), 1673-1677.
16. Pirgozliev, V. R., Birch, C. L., Rose, S. P., Kettlewell, P. S. & Bedford, M. R. (2003). Chemical composition and the nutritive quality of different wheat cultivars for broiler chickens. *British Poultry Science*, 44(3), 464-475.
17. Rehman, Z.-U. & Shah, W. (1999). Biochemical changes in wheat during storage at three temperatures. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54(2), 109-117.
18. Rose, R., Rose, C. L., Omi, S. K., Forry, K. R., Durall, D. M. & Bigg, W. L. (1991). Starch determination by perchloric acid vs enzymes: evaluating the accuracy and precision of six colorimetric methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39(1), 2-11.
19. Shivazad, M. & Seidavi, A. (2005). *Nutrition of the chicken*. Translation. University of Tehran Press.
20. Valdes, E. & Leeson, S. (1992). Near infrared reflectance analysis as a method to measure metabolizable energy in complete poultry feeds. *Poultry Science*, 71(7), 1179-1187.
21. Vogel, K. P., Pedersen, J. F., Masterson, S. D. & Toy, J. J. (1999). Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. *Crop Science*, 39(1), 276-279.
22. Yegani, M. & Korver, D. (2012). Review: Prediction of variation in energetic value of wheat for poultry. *Canadian Journal of Animal Science*, 92(3), 261-273.

Prediction the metabolizable energy of most wheat cultivars of Alborz province with a multiple regression equation

Jamshid Noorghadimi¹, Hossein Moraveg^{2*}, Fatemeh Ghaziani³ and Rasoul Akbari⁴

1, 2, 3, 4. M.Sc. Student of Animal Nutrition, Associate Professor of Poultry Nutritionist, Assistant Professor and Former M. Sc. Student, Department of Animal Science, University College of Agriculture and Natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: May 17, 2013 - Accepted: Sep. 1, 2015)

ABSTRACT

This study was conducted to determine regression equations for the prediction metabolizable energy value corrected for zero nitrogen retention (AMEn) in 12 wheat cultivars (mahdavi, chamran, sabalan, sepahan, sivand, alamoot, sholeh, neishaboor, pishtaz, bahar, shiraz and shahpasand) Cultured in Alborz province of Iran. Chromic oxide marker bioassay was used to determine wheat cultivars nitrogen-corrected AME (AMEn) content for adult roosters. The experimental diets were composed of 40% of test sample and the remaining 60% was a combination of other ingredients held constant across diets. AMEn value of the test samples were calculated and related to their chemical composition by regression analysis with SPSS software. The result of multiple regression equations was shown that CF and Starch are the best factors for prediction of AMEn. The equation for prediction of AMEn based on chemical composition was:

$$\text{AMEn}_{\text{wheat}} (\text{Kcal/Kg of DM}) = 69 \text{ STA} - 1028 \text{ CF}.$$

Keywords: apparent energy, chemical analysis, chrome oxide, fiber, starch.