Archive of SID

علوم دامی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۴ (ص ۳۸۸-۳۷۹)

پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز ارقام رایج گندم کشت‌شده در منطقهٔ 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، پیشتاز، 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 به‌عنوان جایگزین ذرت و سویا در جیرهٔ پایه بودند. همهٔ داده‌های حاصل از آنالیز شیمیایی و اندازه‌گیری اکسید کروم در نمونه‌های خوراک و فضولات، با نرم‌افزار SPSS و رویهٔ Enter تحلیل و بررسی شدند. نتایج رگرسیون چندگانه بیانگر این بود که مؤلفه‌های نشاسته (STA) و فیبر خام (CF) برای معادلهٔ تخمین انرژی قابل سوخت‌وساز مناسب هستند. میانگین تفاوت انرژی قابل سوخت‌وساز اندازه‌گیری‌شده به روش بیولوژیک و تخمین با استفاده از معادلهٔ پیش‌بینی، ۳۹/۵۱ kcal/kg بود. این آنالیز نشان داد که معادلهٔ رگرسیونی پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح‌شده برای ازت با ضریب تبیین (۹۹/۱٪ = R^2) (P<۰/۰۰۰)، به صورت زیر است:

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

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

مقدمه

روند تغییر قیمت ذرت در سال‌های اخیر نمایانگر نوسان بسیار زیاد قیمت این منبع انرژی در خوراک طیور است که گاه مرغداران را در تهیهٔ خوراکی متعادل و با قیمت مناسب دچار مشکلات بسیاری می‌کند؛ بنابراین وجود مادهٔ 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 اطمینان از فرموله‌کردن جیره‌ای متعادل و متوازن لازم است که علاوه بر مواد مغذی (از قبیل پروتئین، اسیدهای آمینهٔ 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 قابل‌سوخت‌وساز خوراک به ترتیب سبب کاهش و افزایش خوراک مصرفی و در نتیجه تغییر در مقدار دریافت روزانهٔ 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

* تلفن: ۰۲۶-۳۲۲۴۸۰۸۲
E-mail: hmoraveg@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نیاز مواد مغذی موجب هدررفت سرمایهٔ 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 NRC 1994[1]، Feedstufs 2014 و غیره)، استفاده از دستگاه NIRA[2] 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 دردسترس 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 به‌دست‌آوردن 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 جیرهٔ غذایی طیور، در این مقاله به تعیین و ارائهٔ فرمول پیش‌بینی انرژی قابل‌سوخت‌وساز با توجه به رایج‌ترین ارقام گندم در ایران پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

تعیین AMEn[3] 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 جیرهٔ پایه و ۱۲ جیرهٔ 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. جیرهٔ 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 جیرهٔ 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 مرحلهٔ سازگاری برای تخلیهٔ دستگاه گوارش، ۲۴ ساعت خروس‌ها گرسنه ماندند، سپس ۴۸ ساعت تغذیهٔ آزاد جیرهٔ آزمایشی صورت گرفت. در همین راستا سینی جمع‌آوری فضولات از مرحلهٔ 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- درجهٔ سانتی‌گراد در فریزر نگهداری شدند. نمونه‌ها ابتدا در دمای ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و سپس برای سردشدن 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.

محاسبهٔ 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:

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

$$\text{AMEn/g feed} = \text{AME/g feed} - ۸/۷۳ \left[(Nfd - \frac{Cr_2O_3\ fd}{Cr_2O_3\ ec}) \times Nec\right]$$

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

www.SID.ir

Archive of SID

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:

AME_n Kcal/Kg گندم = AME_n Kcal/Kg جیره رفرنس –

(AME_n Kcal/Kg جیره تست – AME_n Kcal/Kg جیره رفرنس)

سطح جایگزینی

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

اجزای جیره	جیرهٔ پایه
ذرت	۶۶/۴۶
کنجالهٔ سویا	۳۰/۲
گندم	---
دی‌کلسیم فسفات	۱/۰۸
کربنات کلسیم	۰/۸۶
مکمل ویتامینی[1] و معدنی[2]	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 کلسیفرول: ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E: ۱۸ واحد بین‌المللی، ویتامین B_{12}: ۰/۰۱۵ میلی‌گرم، فولاسین: ۱ میلی‌گرم، نیاسین: ۳۰ میلی‌گرم، پانتوتنیک اسید: ۲۵ میلی‌گرم، پیریدوکسین: ۲/۹ میلی‌گرم، ریبوفلاوین: ۶/۶ میلی‌گرم، تیامین: ۱/۸ میلی‌گرم، کولین: ۵۰۰ میلی‌گرم و آنتی اکسیدان: ۱ میلی‌گرم.

۲. مکمل معدنی در هر کیلوگرم جیره؛ مس (سولفات مس): ۱۰ میلی‌گرم، ید (یدات کلسیم): ۰/۹۹ میلی گرم، 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 تهیهٔ نهال و بذر کرج تهیه شدند. برای همهٔ ارقام، آنالیز تقریبی طبق دستورالعمل‌های AOAC (1995)، اندازه‌گیری نشاسته بر اساس روش Rose *et al.* (1991) با استفاده از معرف آنترون و اندازه‌گیری فیبر شویندهٔ خنثی (NDF)[1] و فیبر شویندهٔ اسیدی (ADF)[2] 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 فالکون 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 فالکون حاوی نمونه برای تبخیر باقیماندهٔ استون به مدت ۲ ساعت در آون با دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفت. در ادامه به محتویات باقیمانده در فالکون ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد افزوده شد و فالکون حاوی نمونه و اتانول ۱۰ دقیقه داخل حمام آب جوش قرار گرفت تا قندهای محلول موجود در نمونه‌ها در اتانول حل شود. سپس فالکون‌ها از حمام آب جوش خارج شده و بعد از سردشدن ۱۰ دقیقه در دور ۳۵۰۰ سانتریفیوژ شد و محلول کدر بالای فالکون خارج شد و این مرحله تا زمانی که محلول بالایی شفاف شود، ادامه یافت. در مرحلهٔ آخر بعد از خارج‌کردن محلول بالایی، به فالکون حاوی نمونهٔ حاصل از مرحلهٔ 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، فالکون‌های 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

1. Natural Detergent Fiber
2. Acid Detergent Fiber

www.SID.ir

Archive of SID

شد و کل مواد موجود در فالکون از صافی عبور یافت و محلول عبوریافته از صافی به بالون اول منتقل و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. مقدار ۵۰۰ میکرولیتر از نمونه به حجم ۵ میلی‌لیتر معرف انترون اضافه شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری فیبر خام، NDF و ADF به روش آنکوم[1]

اندازه‌گیری فیبر خام

ابتدا نمونه با آسیاب مجهز به الک ۱ میلی‌متری آسیاب شد و سپس ۱ گرم نمونه به کیسه‌های داکرونی به ابعاد ۴/۵ × ۵/۵ سانتی‌متر به قطر ۵۰ میکرومتر منتقل شد و کیسه بعد از پرس‌شدن در آن به مخزن دستگاه انکوم انتقال یافت. برای تهیهٔ محلول اسیدی ۱۲/۵ گرم اسیدسولفوریک (۶/۹ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد) در یک لیتر آب و برای تهیهٔ 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 سپس۶۰ دقیقهٔ دیگر با محلول بازی جوشانده شد. مقدار محلول به ازای هر کیسه ۱۰۰ میلی‌لیتر 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 درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند. کیسه‌ها بعد از طی این مدت جهت سردشدن به دسیکاتور منتقل و سپس وزن‌کشی شدند و طبق رابطهٔ زیر مقدار فیبر خام نمونه‌ها تعیین شد.

$$\% \text{ CF} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times ۱۰۰$$

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

که در آن W1، وزن نمونهٔ اولیه (۱ گرم)؛ W2، وزن کیسهٔ خالی و W3، وزن کیسه بعد از آون است.

اندازه‌گیری NDF و ADF

در این روش نیز آماده‌سازی نمونه برای انتقال به دستگاه انکوم مانند روش تعیین فیبر خام است. روش تهیهٔ محلول شویندهٔ 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 سی‌سی اتوکسی اتانول در یک بالن ژوژهٔ ۱ لیتری به حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. به ازای هر نمونه ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول شویندهٔ خنثی در حال جوش به همراه ۵۰ میکرولیتر 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 درجهٔ سانتی‌گراد منتقل شد. ۲۴ ساعت بعد از آون خارج گردید و به دسیکاتور منتقل شد و بعد از سردشدن کیسه‌ها وزن‌کشی شدند. شایان ذکر است که نمونه‌ها با آسیاب مجهز به توری ۱ میلی‌متری پودر شدند. همان مراحل بالا فقط با محلول شویندهٔ اسیدی و بدون آنزیم برای اندازه‌گیری ADF اجرا شد. برای تهیهٔ محلول شویندهٔ اسیدی ۵۵/۶۸ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ در یک بالن ژوژهٔ ۱ لیتری با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رسانیده شد و سپس معادل ۲۰ گرم ستیل تری‌متیل آمونیوم بروماید به آن اضافه شد. مخلوط حاصل با همزن مغناطیسی یکنواخت شد؛ به‌طوری که ستیل تری‌متیل آمونیوم بروماید کاملاً حل شد (Vogel *et al.*, 1999).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای مقایسهٔ میانگین ترکیب شیمیایی ارقام مورد مطالعه در این تحقیق با میانگین ارائه‌شده در جدول‌های مرجع از نرم‌افزار آماری SPSS از رویهٔ MEANS و روش تی‌تست با یک نمونه و تی‌تست جفت‌شده استفاده شد.

در روش رگرسیون خطی چندمتغیره داده‌ها باید دارای توزیع نرمال باشند و تغییر آن‌ها از یک رابطهٔ 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 $x_1, x_2, \ldots, x_n$ اگر هدف ارتباط خطی بین آن‌ها و متغیر وابسته (y) باشد، رابطهٔ زیر بین آن‌ها برقرار است:

1. ANKOM

www.SID.ir

Archive of SID

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

که در این رابطه، از مقادیر $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$ 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 مقایسهٔ دقیق‌تر مدل‌های مختلف به‌دست‌آمده از این تحقیق از خطای استاندارد پیش‌بینی[1] (SEP) استفاده شد. خطای استاندارد پیش‌بینی با استفاده از معادلهٔ زیر محاسبه شد:

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

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

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

نام رقم	مادهٔ خشک	پروتئین خام	چربی	خاکستر	نشاسته	NFE[4]	فیبر خام	ADF[3]	NDF[2]	GE[1] (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 شویندهٔ خنثی، ۳. فیبر شویندهٔ اسیدی، ۴. عصارهٔ عاری از ازت

NFE = 100 – (CF + CP + EE + Moisture + ASH)

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 ۱۳/۶۸است. حداقل و حداکثر چربی مربوط به ارقام سبلان و شیراز (۱/۷ و ۲/۷ درصد) با ضریب تغییرات 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

1. Standard Error of Prediction

www.SID.ir

Archive of SID

درصد و ضریب تغییرات ۱۸/۶۸است، 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 دامنهٔ تغییرات مربوط به خاکستر با ۴۱/۹۱ درصد و کمترین دامنهٔ تغییرات مربوط به NFE با ۲/۶۸ درصد بود. حداقل و حداکثر انرژی خام (GE) به ترتیب مربوط به ارقام نیشابور (Kcal/Kg۳۸۹۷) و سبلان (Kcal/Kg۴۴۳۹) با ضریب تغییرات ۳/۸۵ بود. حداقل و حداکثر انرژی قابل سوخت‌وساز به ترتیب مربوط به ارقام مهدوی (Kcal/Kg۲۵۲۷) و سبلان (Kcal/Kg۳۲۵۴) 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 دامنهٔ 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 متغیربودن انرژی قابل سوخت‌وساز گندم صورت گرفته است و به‌طور کلی علت این تغییرات را به تفاوت در ژنوتیپ (واریته)[1]، عوامل مرتبط با محیط (محیط کشت و شرایط آب‌وهوایی)، عوامل ضد تغذیه‌ای (کربوهیدرات‌های غیرنشاسته‌ای)، محتوای نشاسته، شرایط ذخیره‌سازی گندم، عوامل مرتبط با پرنده (سن، جنس، وضعیت سلامتی مختلف) و شکل فیزیکی استفاده از دانه در جیره تقسیم‌بندی کرده‌اند (Gutiérrez-alamo *et al*., 2008; Yegani & Korver, 2012). Kim *et al*. (2003) دامنهٔ وسیعی برای پروتئین گندم‌های مورد آزمایش خود اعلام کردند (۹/۷ تا ۱۹/۱) و دامنهٔ 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 دیگر بود. آنان پیشنهاد کردند که استفادهٔ 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 پایین‌تربودن پروتئین خام بوده است. یکی از فاکتورهای مربوط به شرایط رشد که تأثیر زیادی بر مقدار کربوهیدرات‌های دانهٔ گندم دارد، مقدار آبیاری است. برخی از محققان اعلام کرده‌اند که خشک‌سالی (کم‌آبی) سبب کاهش وزن دانهٔ 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 منطقهٔ 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 ذخیرهٔ گندم پس از برداشت بر مقدار نشاستهٔ دانه مؤثر است که به علت فعال‌شدن آنزیم‌های درونی دانه سبب تجزیهٔ نشاسته به قندهای ساده می‌گردد؛ در نتیجه ممکن است مقداری از تفاوت در مقدار نشاستهٔ 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 دانهٔ 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). مقایسهٔ آماری به روش تی‌تست با یک نمونه (جدول ۳) نشان داد که اختلاف معناداری بین مقادیر تجزیهٔ تقریبی ارائه‌شده برای

1. Cultivar

www.SID.ir

Archive of SID

ارقام گندم این تحقیق و گندم سخت و نرم در جدول فیداستاف وجود دارد؛ از این‌رو استفاده از این جدول‌ها برای جیره‌نویسی هنگام استفاده از این ارقام توصیه نمی‌شود. همچنین میانگین تجزیهٔ 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 شد مربوط به عواملی از قبیل واریته، شرایط رشد و دیگر عوامل باشد. با توجه به متغیربودن 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.

جدول ۳. مقایسهٔ 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

مرجع			ترکیب شیمیایی					
			مادهٔ خشک	پروتئین خام	چربی	خاکستر	NFE	فیبر خام	AMEn (Kcal/Kg as fed)
تحقیق حاضر		میانگین	۹۲/۳۵	۱۲/۸۷	۲/۲۵	۱/۶۸	۷۴/۵	۱	۲۶۶۶
فیداستاف (۲۰۱۴)	گندم سخت	میانگین	۸۸	۱۳/۵	۱/۹	۲	۶۷/۶	۳	۳۱۷۰
		معناداری	**	ns	**	ns	**	**	**
	گندم نرم	میانگین	۸۶	۱۰/۸	۱/۷	۲	۷۰/۷	۲/۸	۳۲۱۰
		معناداری	**	*	**	ns	**	**	**
NRC (1994)	گندم سخت قرمز زمستانه	میانگین	۸۷	۱۴/۱	۲/۵	-	-	۳	۲۹۰۰
		معناداری	**	*	ns	-	-	**	**
	گندم نرم سفید بهاره	میانگین	۸۹	۱۱/۵	۲/۵	-	-	۳	۳۱۲۰
		معناداری	**	*	ns	-	-	**	**

*: P<۰/۰۵، **: P< ۰/۰۱ ، ns: عدم معناداری

جزئیات معادلات رگرسیونی ارزیابی‌شده در جدول ۴ آمده است؛ علیرغم معنادارشدن تمامی معادلات رگرسیونی توجه به نکاتی برای انتخاب بهترین مدل رگرسیونی پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز ضروری است. مدل شمارهٔ 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 (۰/ ۲۸۴۸) به ترتیب حدود ۰/۶۴+ و ۱/۳۶- درصد است. در مدل شمارهٔ 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 معادلهٔ دیگر ضریب تبیین کمتری دارد و مقدار SEP بیشتری نیز دارد. در مدل شمارهٔ ۲ از عصارهٔ عاری از ازت برای پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز استفاده شده است، اما عصارهٔ عاری 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 عصارهٔ عاری از ازت به اندازه‌گیری پنج فاکتور دیگر از قبیل فیبر خام، پروتئین خام، خاکستر، عصارهٔ اتری و رطوبت نمونه‌ها نیاز دارد. در نتیجه استفاده از این مدل باوجود دقت خوب در برازش انرژی قابل سوخت‌وساز و داشتن کمترین مقدار SEP، به‌منظور اندازه‌گیری متغیرهای مستقل موجود در فرمول به هزینهٔ بیشتری نیاز دارد. مدل شمارهٔ ۳ با توجه به تفاوت بسیار کم R^2 این معادله با معادلهٔ ۲ و وجود فقط دو متغیر مستقل (با وجود درجهٔ معناداری پذیرفتنی) در مقایسه با معادلهٔ ۲ می‌تواند برای پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز گندم‌های مورد آزمایش پیشنهاد گردد؛ هرچند مقدار SEP آن بیشتر از مدل ۲ است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. مدل‌های رگرسیونی ارزیابی‌شده (بر حسب مادهٔ خشک)

مدل	عوامل	مدل	R^2	P Value Regression	P Value predictor	[1]SEP (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 STA= ۰/۰۰۰	۲۸۰/۷۹

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

۱. Standard Error of Prediction

در جدول ۵ انرژی قابل سوخت‌وساز تخمینی با فرمول‌های ارائه‌شده در این تحقیق و NRC (1994) ($AMEn(Kcal/Kg) = 34.92 \times CP + 63.1 \times EE + 36.42 \times NFE$ $R^2=0.87$) با مقدار اندازه‌گیری‌شده 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 (۴۸۱/۴۹ Kcal/Kg-) و چمران (۲۸/۷۸ Kcal/Kg-) است. در مدل ۲ بیشترین و کمترین اختلاف پیش‌بینی با مقدار بیولوژیکی به ترتیب مربوط به ارقام مهدوی (۳۸۶/۰۲ Kcal/Kg-) و سیوند (۱۱/۱۵ Kcal/Kg-) است. در مدل ۳ بیشترین و کمترین اختلاف پیش‌بینی با مقدار بیولوژیکی به ترتیب مربوط به ارقام شیراز (۶۴۵/۶۳ Kcal/Kg-) و مهدوی (۱۳/۹۴ Kcal/Kg+) است. در مدل NRC (1994) بیشترین و کمترین اختلاف پیش‌بینی با مقدار بیولوژیکی به ترتیب مربوط به ارقام بهار (۷۸۲/۹۶ Kcal/Kg+) و سبلان (۳۶/۰۶ Kcal/Kg+) است. مقایسهٔ بین همهٔ 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 (۱۱/۱۵ Kcal/Kg-) است که توسط مدل ۲ (Y=۳۹ NFE) پیش‌بینی شده است. مقایسهٔ میانگین پیش‌بینی برای کل ارقام این تحقیق با استفاده از مدل‌های این تحقیق و NRC (1994) نشان داد که بیشترین و کمترین اختلاف پیش‌بینی با میانگین بیولوژیک به ترتیب به مدل ۱(۵ Kcal/Kg-) و مدل NRC (1994) (۴۱۸ Kcal/Kg+) مربوط است.

جدول ۵. مقایسهٔ انرژی قابل سوخت‌وساز اندازه‌گیری‌شده به روش بیولوژیکی با مدل‌های حاصل از این تحقیق و NRC (1994) (بر حسب مادهٔ خشک)

نوع رقم	بیولوژیکی	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	NRC 1994
مهدوی	۲۵۲۷/۶	۲۸۷۳/۳	۲۹۱۳/۷	۲۵۴۱/۶	۳۲۸۵/۱
سیوند	۳۰۰۰/۰	۳۰۵۳/۸	۲۹۸۸/۹	۳۰۹۸/۵	۳۲۷۱/۵
بهار	۲۵۵۷/۱	۲۸۴۸/۳	۲۹۴۱/۳	۲۸۲۳/۵	۳۳۴۰/۱
الموت	۳۱۳۱/۹	۳۲۰۴/۸	۲۸۹۳/۸	۲۹۹۱/۴	۳۳۰۲/۶
پیشتاز	۲۶۵۰/۸	۳۱۷۳/۷	۳۰۲۵/۶	۳۰۵۵/۳	۳۲۹۸/۰
چمران	۲۶۵۵/۷	۲۶۲۷/۰	۲۹۲۶/۶	۲۸۲۷/۳	۳۳۲۹/۰
سپاهان	۳۰۶۹/۷	۲۷۳۱/۰	۲۹۶۱/۸	۲۸۶۸/۴	۳۳۷۹/۴
شعله	۳۰۵۷/۳	۲۹۲۹/۴	۲۸۰۰/۷	۲۹۲۸/۱	۳۲۶۴/۷
اکبری	۳۱۵۸/۱	۲۷۳۸/۱	۲۹۵۱/۰	۲۹۸۲/۱	۳۳۵۰/۴
شیراز	۲۸۷۰/۳	۲۴۸۷/۷	۲۸۴۱/۵	۲۲۲۴/۷	۳۲۹۶/۳
شاه‌پسند	۲۷۱۶/۷	۳۱۴۹/۷	۲۷۵۷/۵	۲۹۱۱/۵	۳۲۵۸/۶
سبلان	۳۲۵۴/۳	۲۷۷۲/۸	۲۸۷۰/۱	۲۹۲۳/۳	۳۲۹۰/۴
میانگین	۲۸۸۷/۵	۲۸۸۲/۵	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 پیش‌بینی‌شده توسط مدل NRC (1994) و مدل‌های این تحقیق و روش بیولوژیکی اختلاف معناداری وجود دارد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد عموماً معادلات پیش‌بینی ارائه‌شده در تحقیق حاضر با مقادیر بیولوژیکی اندازه‌گیری‌شدهٔ ارقام مختلف گندم این

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیق توافق خوبی دارد. اما به‌کاربردن معادلهٔ 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 معادلهٔ NRC (1994) باشد (Nutrition, 1994).

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

مدل	میانگین انرژی (کیلوکالری بر کیلوگرم)	درصد اختلاف در مقایسه با روش بیولوژیکی
بیولوژیکی	۲۸۸۷/۵۲۷±۷۳/۸۵^{b}	۰
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 معادلهٔ رگرسیونی، نوع و تعداد متغیرهای مستقل و مقدار SEP و کم‌هزینه‌تربودن آنالیزهای شیمیایی مربوط به متغیرهای مستقل موجود در معادلات، معادلهٔ رگرسیونی زیر برای تخمین انرژی قابل سوخت‌وساز گندم‌های به‌کاررفته در این تحقیق به‌عنوان گندم‌های پرمصرف در منطقهٔ استان البرز مناسب‌تر و قابل پیشنهاد باشد.

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

REFERENCES

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Batal, A. & Dale, N. (2014). *Ingredient analysis table*: 2014 Edition. Feedstuffs
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Intl, A. (1995). Official methods of analysis, Arlington, Va. AOAC Intl.
11. 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.
12. Komarek, A., Manson, H. & Thiex, N. (1996). Crude fiber determinations using the ANKOM System. ANKOM Tech. Corp., Pub 102.
13. Mollah, Y., Bryden, W., Wallis, I., Balnave, D. & Annison, E. (1983). Sudies 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Animal Science, Vol. 46, No. 4, Winter 2016

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

Jamshid Noorghadimi[1], Hossein Moraveg[2*], Fatemeh Ghaziani[3] and Rasoul Akbari[4]

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:

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

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

* Corresponding author E-mail: hmoraveg@ut.ac.ir Tel: +98 26 32248082

www.SID.ir