

## تعیین پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی برخی از واریته‌های گندم استان آذربایجان شرقی

آرش حسن زاده سیدی<sup>۱\*</sup>، حسین جانمحمدی<sup>۲</sup>، علی حسینخانی<sup>۲</sup> و محمد حسن صادقی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۱۹

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> دانشیار و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

\*مسئول مکاتبه: Email: arashsci@tabrizu.ac.ir

### چکیده

هدف از این آزمایش تعیین پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (NSP) و انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی پنج واریته مختلف گندم استان آذربایجان شرقی، شامل الوند، زرین، سبلان، سرداری و آذر ۲ بود. در ابتدا مقادیر NSP واریته‌های دانه گندم به روش آنزیمی - شیمیایی انجلیست با استفاده از اسپکتوفتومتر تعیین شد. انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی (TME) و انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای نقطه صفر تعادل ازت (TME<sub>n</sub>) پنج واریته گندم نیز در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش تغذیه دقیق سیبالد با استفاده از ۲۴ خروس گوشتی نژاد راس ۳۰۸ در سن ۵ ماهگی تعیین شد. نتایج حاصل از تجزیه NSP واریته‌های دانه گندم نشان داد که دامنه تغییرات مقادیر NSP کل از ۹/۴۴ تا ۱۱/۹۶ درصد، NSP نامحلول از ۷/۱۰ تا ۹/۴۰ درصد و NSP محلول از ۱/۹۵ تا ۳/۱۵ درصد بود. بالاترین میزان NSP کل (۱۱/۹۶٪) و NSP نامحلول (۹/۴۰٪) در واریته آذر ۲ و بالاترین مقدار NSP محلول (۳/۱۵٪) در واریته الوند یافت شد. کمترین میزان NSP کل (۹/۴۴٪)، NSP محلول (۱/۹۵٪) در واریته سبلان و کمترین میزان NSP نامحلول (۶/۹۴٪) در واریته زرین حاصل شد. مقادیر TME<sub>n</sub> واریته‌های گندم در محدوده ۳۵۶۲/۳۲ کیلوکالری در کیلوگرم در واریته سبلان تا ۳۷۴۱/۶۴ کیلوکالری در کیلوگرم در واریته زرین متغیر بود و اختلاف معنی‌داری بین واریته‌های گندم از نظر مقادیر TME<sub>n</sub> مشاهده شد ( $P < 0.01$ ). بطور کلی میتوان نتیجه گرفت که مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز واریته‌های گندم استان آذربایجان شرقی بسیار متنوع و به شدت تحت تاثیر نحوه کشت می‌باشد.

واژگان کلیدی: انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی، پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، واریته‌های گندم

## مقدمه

غلات و فرآورده‌های حاصل از آنها عمده ترین اجزای جیره غذایی طیور را تشکیل داده و به همین دلیل بخش عمده عوامل ضدتغذیه‌ای موجود در جیره‌های غذایی طیور نیز از غلات منشاء می‌گیرند. عامل ضدتغذیه‌ای اصلی در بعضی از دانه‌های غلات (گندم و جو) پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای<sup>۱</sup> می‌باشند (آنیسون ۱۹۹۳). حضور پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در جیره غذایی طیور سبب: ۱) افزایش چسبندگی و گران‌روی محتویات گوارشی ۲) افزایش ظرفیت نگهداری آب محتویات روده ۳) تحریک رشد و فعالیت باکتری‌ها ۴) کاهش میزان عبور و یا افزایش نرخ ماندگاری مواد هضمی در روده ۵) ممانعت از شرکت نمک‌های صفاوی در تشکیل میسل و کاهش هضم چربی‌ها، می‌گردد (افشار مازندران و رجب ۱۳۸۶ پوررضا و همکاران ۱۳۸۵ صوفی سیاوش و جانمحمدی ۱۳۸۸ و کریمی و همکاران ۱۳۸۱). پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای از سلولز، همی‌سلولز، پکتین و صمغ‌ها تشکیل شده اند که اجزای اصلی آنها شامل آرابینوز، زایلوز، مانوز، گالاکتوز و اسیدهای یورونیک می‌باشند. پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای از نظر حلالیت بطور کلی به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند که عبارتند از: محلول و نامحلول. پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول شامل: ۱) آرابینوزایلان‌ها ۲) بتاگلوکانها ۳) به مقدار جزئی مانان‌ها ۴) گالاکتان‌ها ۵) به مقدار جزئی اسید یورونیک. پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای نامحلول شامل: ۱) سلولز ۲) اسید یورونیک ۳) آرابینوزایلان‌ها ۴) مانان‌ها ۵) به مقدار جزئی بتا گلوکانها و گالاکتان‌ها.

تحقیقات زیادی توسط محققان در مورد مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای ارقام زراعی گندم صورت گرفته است. کوتریز و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای واریته‌های مختلف گندم کشت شده در اسپانیا بسیار متغییر بوده بگونه‌ای که میزان فیبرخام، پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل<sup>۲</sup>، محلول<sup>۳</sup> و نامحلول<sup>۴</sup> برای واریته‌های Amiro, Isengrain, Guadalupe و Horzal بترتیب برابر (۳/۱۳، ۹/۷۶، ۱/۳۳، ۸/۴۲)، (۲/۹۳، ۱۰/۷۹، ۲/۴۰)، (۸/۳۹، ۳/۲۱، ۱۱/۲۳، ۲/۰۴، ۹/۱۹) و (۲/۸۲، ۱۰/۹۱، ۲/۴۱، ۸/۵۱) درصد می‌باشد. پیرگوزلیو و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی ارزش تغذیه‌ای واریته‌های مختلف گندم را برای جوجه‌های گوشتی مورد آنالیز قرار داده و بیان داشتند که بطور میانگین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل، نامحلول و محلول معادل ۱۰۰، ۷۳/۵ و ۱۱۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک است.

انرژی قابل سوخت‌وساز دارای انواع متفاوتی می‌باشند که روشهای ویژه‌ای برای تعیین هر یک وجود دارد. انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری<sup>۵</sup> یک ماده خوراکی را می‌توان بصورت انفرادی، توسط جایگزینی با ماده ای که انرژی قابل سوخت‌وساز مشخص است، جایگزینی با یک جیره عملی و یا روش جدید فارل تعیین نمود (فارل، ۱۹۷۸ و مک نب، ۲۰۰۲). اما روش‌های فوق قادر به برطرف کردن نیازهای فعلی نیستند زیرا این روش‌ها پر هزینه بوده و با سختی و کار زیاد همراه هستند. به همین جهت سیبالد (۱۹۶۳) روش کارآمدتری را جهت تعیین انرژی قابل سوخت‌وساز مواد خوراکی دام و طیور ارائه نمود که نمایانگر تخمینی از انرژی قابل سوخت‌وساز است که برای انرژی متابولیکی مدفوعی و انرژی درون‌زادی ادراری تصحیح شده است. این انرژی‌ها منشاء مستقیم جیره‌ای ندارد و همانگونه که

<sup>2</sup> Total non-starch polysaccharide (TNSP)

<sup>3</sup> Soluble non-starch polysaccharide (SNSP)

<sup>4</sup> Insoluble non-starch polysaccharide (INSP)

<sup>5</sup> Apparent metabolizable energy (AME)

<sup>1</sup> Non Starch Polysaccharide

انرژی قابل سوخت‌وساز مواد خوراکی رابطه نزدیکی با ترکیب شیمیایی آن دارد و خوراکی مانند گندم که بصورت چندین رقم زراعی متفاوت کشت می‌شود، دارای تنوع بسیار زیادی از نظر پروتئین، ذخیره نشاسته و از همه مهمتر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای می‌باشد. همبستگی منفی واضحی بین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در گونه‌های مختلف گندم و مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز مشاهده شده است (کریمی و همکاران ۱۳۸۱ و آنیسون ۱۹۹۳ و بدفورد و کلاسن ۱۹۹۲)، هر چند، که وجود چنین ارتباطی در مورد تمام گونه‌های گندم گزارش نشده است (بارتکزکو و همکاران ۲۰۰۹ کوتریز و همکاران ۲۰۰۷ و مک کراکن و کوینتین ۲۰۰۰). هدف از اجرای این آزمایشات، تعیین پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و بکارگیری روش سیبالد برای تعیین انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی برخی از واریته‌های گندم استان آذربایجان شرقی می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌ها: در این آزمایش پنج رقم زراعی گندم منطقه استان آذربایجان شرقی از مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان شرقی واقع در جاده آذرشهر- تبریز تهیه شد. کلیه ارقام زراعی محصول یک سال زراعی بوده و همچنین فاقد هرگونه ماده ضد قارچ و آفت‌کش بودند. ارقام زراعی مورد استفاده شامل: الوند، زرین، سبلان، سرداری و آذر ۲ بود که سه واریته اولی بصورت آبی کشت شده و دو واریته دیگر بصورت دیم کشت می‌شوند.

**تعیین پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای:** برای این منظور از روش آنزیمی- شیمیایی انجلیست (۱۹۹۴) استفاده شد. روش انجلیست روشی است که طی آن نشاسته نمونه‌ها از طریق هیدرولیز آنزیمی خارج می‌شود و سپس جهت استحصال پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، نمونه‌ها در اتانول حل شده و تحت تاثیر

توسط سیبالد (۱۹۸۶) بیان شده در نظر گرفتن تصحیح لازم برای این انرژی‌ها هنگام ارزیابی منجر به بدست آوردن انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی<sup>۶</sup> می‌شود. این روش با انواع مختلفی از پرنده‌ها نظیر خروس‌های بالغ، مرغان تخمگذار، مرغان گوشتی، بوقلمون، اردک، جوجه‌های گوشتی و تخمی صورت می‌گیرد (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵)، اما روال عادی این آزمایش استفاده از خروس‌های بالغ لگهورن می‌باشد. آنالیز تقریبی ترکیبات شیمیایی دانه گندم در جداول استانداردهای غذایی طیور<sup>۷</sup> (۱۹۹۴) نشان داد که دانه گندم شامل ۲۱۲۰ کیلوکالری در کیلوگرم  $AME_n$ ، ۳۱۶۷ کیلوکالری در کیلوگرم  $TME_n$  می‌باشد. سیبالد (۱۹۸۲) در طی آزمایش ترکیبات شیمیایی خوراک‌های مورد استفاده در تغذیه طیور را مورد آنالیز قرار داد. این محقق گزارش کرد که میانگین مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی دانه گندم برابر ۳۲۱۵ کیلوکالری در کیلوگرم می‌باشد. سالار معینی و گلپان (۱۳۷۸) در یک پژوهش انرژی قابل سوخت‌وساز تعدادی از مواد خوراکی از جمله گندم را با استفاده از روش سیبالد ارزیابی و گزارش نمودند که  $TME_n$ ،  $TME$  به ترتیب برای واریته‌های دانه گندم بزوستایا، فلات، امید، قدس، روشن و نوید برابر (۳۹۲۱، ۳۷۹۸) - (۳۶۴۳، ۳۹۵۸) - (۳۶۷۷، ۴۰۲۸) - (۳۶۷۱، ۳۷۹۸) - (۳۵۸۴، ۳۹۷۷) - (۳۶۳۰، ۳۹۰۱) و (۳۶۹۱، ۳۹۰۱) کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک می‌باشد. همچنین سیبالد (۱۹۸۶) در تحقیقی دیگر گزارش کرد که مقادیر  $AME_n$  و  $TME_n$  واریته‌های مختلف گندم بکار رفته در آزمایش به ترتیب برابر ۳۳۳۰ و ۳۷۴۰ کیلوکالری در کیلوگرم می‌باشد. در اغلب گزارشات به اثرات واریته و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بر انرژی قابل سوخت‌وساز که عامل مهمی قلمداد می‌شوند، اشاره نشده است. مطالعه این اثر می‌تواند منجر به توسعه و کشت واریته‌هایی گردد که از ارزش تغذیه‌ای بالایی در تغذیه دام برخوردار هستند.

<sup>۶</sup> True metabolizable energy (TME)

<sup>۷</sup> NRC

لازم به ذکر است در دفع کامل فضولات مربوط به خوراک از دستگاه گوارش، اگر خروس مدت بیشتری گرسنه نگهداشته شود اثری بر انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی نخواهد داشت. در کنار خروس‌های تغذیه شده بصورت اجباری با همان تعداد تکرار یک گروه از خروسها را از شروع آزمایش تا پایان آزمایش گرسنه نگه داشته شد تا از طریق این گروه مقادیر انرژی دفعی با منشاء داخلی را محاسبه کنیم. در این روش مقادیر TME و TME<sub>n</sub> با فرمولهای زیر محاسبه شد (سیبالد ۱۹۸۲)

$$\text{TME/gr of feed} = \frac{\{(Fi \times GEf) - (E \times GEe)\} + (Eu + GEu)}{Fi}$$

$$\text{TME}_n / \text{gr of feed} = \frac{\{(Fi \times GEf) - (E \times GEe) - (NR \times K)\} + \{(UE \times UGEe) + (NRo \times 8.22)\}}{Fi}$$

NRo: انرژی اندوژینوس ادراری \* N. Fi: مقدار خوراک دریافتی. Gef: انرژی خام خوراک. E: مقدار فضولات دفعی در خروس‌های تغذیه شده. GEe: انرژی خام فضولات دفعی در خروس‌های تغذیه شده. UE: مقدار فضولات دفعی در خروس‌های تغذیه نشده. UGEe: انرژی خام فضولات دفعی در خروس‌های تغذیه نشده. NR: ابقاء ازت در گروه تغذیه شده. NRo: ابقاء ازت در گروه گرسنه. K: ثابت ۳۶/۵ کیلوژول.

قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ماده خشک دانه گندم نیز با استفاده از مقادیر ماد خشک مصرفی و دفعی تعیین شد. داده‌های مربوط به مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) با رویه مدل خطی عمومی<sup>۸</sup> و در قالب طرح کاملاً تصادفی<sup>۹</sup> با ۵ تیمار و ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. از رویه تک‌متغیره<sup>۱۰</sup> برای محاسبه پارامترهای آمار توصیفی (مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای) و رویه همبستگی<sup>۱۱</sup> برای محاسبه ضرایب همبستگی استفاده گردید.

هیدرولیز اسیدی با اسید سولفوریک قرار می‌گیرد. در نهایت مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای توسط اسپکتروفتومتر تعیین می‌شود. در این روش فقط مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل و نامحلول اندازه‌گیری می‌شود و مقدار پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول از تفاضل پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل و نامحلول بدست می‌آید (پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در ۵ تکرار برای هر واریته گندم تعیین گردید).

**تعیین انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای نقطه صفر تعادل ازت (TME<sub>n</sub>):** جهت تعیین انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی گونه‌های گندم با روش سیبالد (تغذیه دقیق)، ۲۴ قطعه از ۴۰ قطعه خروس بالغ گوشتی که از نظر وزنی به یکدیگر نزدیکتر بودند (۱۳۲/۲ ± ۳۳۲۴ گرم) انتخاب، و پس از گروه بندی بر اساس وزن، به شش گروه ۴ تایی تقسیم شده و به طور تصادفی به قفس‌های انفرادی منتقل گردیدند. به منظور تغذیه اجباری از وسایل پیشنهادی سیبالد (۱۹۸۶) استفاده گردید. مقدار ۲۵ گرم نمونه خوراک از تیمارهای آزمایشی به دقت توزین و در ظروف پلاستیکی درب دار ریخته شد. پیش از عمل تغذیه، خروسها ۳۶ ساعت جهت تخلیه دستگاه گوارش از بقایای خوراک مصرفی گرسنه نگهداشته شدند و پس از اتمام تغذیه، سینی‌های جمع‌آوری فضولات در زیر قفس قرار گرفت. ضمن بررسی سینی‌ها از نظر وقوع استفراغ در طول ۳۶ ساعت پس از تغذیه اجباری و پس از مدت معین سینی‌ها برداشته شده و فضولات آنها کاملاً جمع‌آوری و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد آن کاملاً خشک و ۲۴ ساعت جهت تعادل با رطوبت اتمسفر در هوای آزاد قرار گرفت. سپس توزین و آسیاب شده و تا انجام تجزیه شیمیایی داخل ظروف سربسته نگهداری گردید. (مدت گرسنگی پس از تغذیه برای گندم، جو و ذرت ۳۶ ساعت و برای کنجاله‌ها، پودرماهی، سبوس و پودر یونجه ۴۸ ساعت منظور می‌گردد (سالار معینی و گلپان ۱۳۷۸)).

<sup>8</sup> GLM

<sup>9</sup> CRD

<sup>10</sup> Univariate

<sup>11</sup> Correlation

## نتایج و بحث

**پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای:** میانگین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل، نامحلول و محلول و دامنه‌های گندم به ترتیب برابر ۱۰/۳۷، ۲/۴۹ و ۷/۸۷ درصد بدست آمد (جدول ۱). واریته آذر ۲ با ۱۱/۹۶ درصد بیشترین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل و واریته سبلان با ۹/۴۴ درصد کمترین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل را به خود اختصاص دادند، همچنین واریته آذر ۲ با ۹/۴۰ درصد بیشترین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای نامحلول و واریته زرین با ۶/۹۴ درصد کمترین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای نامحلول را به خود اختصاص دادند. پارسایی و همکاران (۲۰۰۶) مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل، نامحلول و محلول را برای واریته‌های الوند و سرداری که در مطالعه حاضر نیز استفاده شده‌اند بترتیب برابر ۱۳/۱۵، ۱۲/۵ و ۱/۶۵ درصد گزارش کردند، که مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول از مقادیر بدست آمده در این آزمایش کمتر بود، ولی مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل و نامحلول بیشتر از مقادیر اندازه‌گیری شده در این آزمایش بودند.

جدول ۱ مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل، نامحلول و محلول واریته‌های دانه گندم به روش آنجلیست (% بر اساس ماده خشک)

واریته‌های گندم	پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای		
	کل	نامحلول	محلول
الوند	۱۰/۲۵	۷/۱۰	۳/۱۵
زرین	۹/۴۸	۶/۹۴	۲/۵۴
سبلان	۹/۴۴	۷/۴۸	۱/۹۵
سرداری	۱۰/۷۱	۸/۰۳	۲/۶۸
آذر ۲	۱۱/۹۶	۹/۴۰	۲/۵۵
میانگین	۱۰/۳۷	۷/۸۷	۲/۴۹
انحراف معیار	۱/۱۷	۱/۱۰	۰/۵۶

استنفیلد (۲۰۰۱) میانگین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل، نامحلول و محلول واریته‌های گندم Lynx, Hunter, Encore, Rubens, Trintella, Windsor, Hussar و Haven را بترتیب برابر: ۱۰/۶۶٪، ۸/۱۸٪ و ۲/۴۷٪ گزارش کرد. مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای حاصل از این آزمایش مطابق با مقادیر گزارش شده توسط استنفیلد (۲۰۰۱) و بارتکزکو و همکاران (۲۰۰۹) می‌باشد. بر اساس گزارشات آنسیون و چوکت (۱۹۹۱) مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای دانه گندم بین ۶/۶ الی ۱۲ درصد متغیر می‌باشد که بیشترین مقدار پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در گندم را آرابینوزایلانها تشکیل می‌دهند. نتایج حاصل از این پژوهش برای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای واریته‌های گندم ایران در رنج نتایج تحقیقات آنسیون و چوکت (۱۹۹۱) بود.

نتایج تحقیقات مختلف نشانگر این است که محتوای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای دانه گندم به شدت تحت تاثیر واریته گندم و شرایط کشت می‌باشد، بطوری که در تحقیقات مختلف مشخص شده است که مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و به موازات آن فیبرخام در واریته‌هایی که بصورت دیم کشت می‌شوند بسیار بالاتر می‌باشد. از سوی دیگر میزان پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در واریته‌های کشت شده در مناطق گرمسیری به دلیل بالا بودن لیگنین دانه زیاد می‌باشد چراکه بخش بیشتری از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بشکل متصل شده به لیگنین و پروتئین یافت می‌شود (اسمیت و آنسیون، ۱۹۹۶). واریته‌های سرداری و آذر ۲ مورد استفاده در این آزمایش که بصورت دیم کشت شده‌اند حاوی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بالاتری نسبت به سایر واریته‌های مورد آزمایش بودند. میانگین مقدار پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در واریته‌های گندم مورد مطالعه برابر ۱۰/۳۷ درصد بود که در مقایسه با مقادیر گزارش شده برای ارقام خارجی مشابه به نظر می‌رسید (بین و همکاران ۲۰۰۱ و اسمیت

کمترین در واریته سبلان با ۳۷۸۸/۴۲ کیلوکالری در کیلوگرم محاسبه گردید. مقادیر انواع انرژی قابل سوخت‌وساز محاسبه شده در این آزمایش با نتایج تحقیقات سالار معینی و گلیان (۱۳۷۸) (۳۹۳۰ کیلوکالری در کیلوگرم) و سیبالد (۱۹۸۶) (۳۷۴۰ کیلوکالری در کیلوگرم) مطابقت داشت.

مقادیر  $TME$  و  $TME_n$  حاصله در این آزمایش از گزارشات زکی (۲۰۰۵) برای ۲ واریته الوند ( $TME$ ) برابر ۲۹۴۵ و  $TME_n$  برابر ۲۹۴۰ کیلوکالری در کیلوگرم) و چمران ( $TME$ ) برابر ۲۸۶۵ و  $TME_n$  برابر ۲۸۵۹ کیلوکالری در کیلوگرم) بیشتر می‌باشد، و احتمالاً این تفاوت ناشی از این است که در این تحقیق برای تعیین  $TME$  و  $TME_n$  از خروس‌های بالغ گوشتی استفاده شده است در حالیکه در مطالعه زکی از خروس‌های بالغ لگهورن استفاده شده بود.

دلیل اختلاف بین واریته‌ها از نظر مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی و انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای نقطه صفر تعادل ازت مربوط به محتوای نشاسته، چربی و درصد خاکستر خام می‌باشد زیرا مقادیر انرژی در هر ماده خوراکی همبستگی مثبت با مقادیر چربی و نشاسته آن خوراک و همبستگی منفی با مقادیر خاکستر خام دارد (جانمحمدی و همکاران، ۱۳۸۸). در این آزمایش با اینکه از خروس‌های بالغ گوشتی استفاده شده است اما پرندگان در تعادل منفی ازت هستند. اگر تعادل ازت منفی باشد  $TME$  بزرگتر از  $TME_n$  خواهد بود و اگر تعادل مثبت باشد، عکس این حالت خواهد بود (سیبالد و ولنتز، ۱۹۸۵ و اسلینگر و موزتار، ۱۹۸۰) و در روش سیبالد معمولاً تعادل ازت منفی می‌باشد که با نتایج بدست آمده در این آزمایش مطابقت دارد.

ارقام قابلیت هضم حقیقی ماده خشک بالاتر از قابلیت هضم ظاهری است که به دلیل تصحیح برای ماده خشک دفعی اندوژنوسی می‌باشد. قابلیت هضم ظاهری و حقیقی واریته‌های دانه گندم تفاوت معنی‌داری را نشان

و همکاران (۱۹۹۷) بطوری که میانگین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل برای گندم در محدوده ۶/۶ تا ۱۲٪ ماده خشک می‌باشد. سلاحتین یاشار (۲۰۰۲) نیز میانگین مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کل، نا محلول و محلول را بترتیب برابر: ۷/۳۸٪، ۵/۲۸٪ و ۲/۰۱٪ گزارش کردند که مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای ارائه شده خیلی کمتر از مقادیر بدست آمده در این پژوهش می‌باشد.

بطور کلی این اختلافات در مقادیر گزارش شده برای مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای احتمالاً ناشی از روش کشت، اختلافات ژنتیکی، نوع و مقدار کود مصرفی، شرایط آب و هوایی محل کشت و روش‌های اندازه‌گیری پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای می‌باشد.

داده‌های حاصل از این تحقیق برای مقادیر انرژی خام با داده‌های جانمحمدی و همکاران (۱۳۸۲) مشابه می‌باشد بطوریکه مقادیر انرژی خام برای واریته‌های الوند، زرین، سبلان، سرداری و آذر ۲ بترتیب ۴۲۴۰/۵۲، ۴۰۷۳/۴۳، ۴۱۴۲/۱۲، ۴۲۳۲/۱۲ و ۴۲۲۸/۴۶ کیلوکالری در کیلوگرم حاصل شده است که میانگین انرژی خام واریته‌ها یعنی ۴۱۸۳/۳۳ کیلوکالری در کیلوگرم با نتایج جانمحمدی و همکاران (۱۳۸۲) و سالار معینی و گلیان (۱۳۷۸) مطابقت نشان داد.

**انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی:** انرژی خام و انواع انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی واریته‌های گندم مورد استفاده در جدول ۲ درج شده است. کمترین انرژی خام را واریته سبلان و بالاترین را سرداری دارا بودند. همچنین بین واریته‌های گندم مورد آزمایش از نظر مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی و انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای نقطه صفر تعادل ازت اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.01$ )، بطوریکه واریته‌های زرین، سرداری و آذر ۲ با بیشترین و واریته‌های الوند و سبلان بترتیب کمترین مقدار  $TME$  را دارا بودند. در این آزمایش بیشترین مقدار  $TME_n$  در واریته زرین با ۳۹۴۷/۲۹ کیلوکالری در کیلوگرم و

قابل سوخت‌وساز بالایی نیز برخوردار می‌باشند. به هر حال داشتن قابلیت هضم بالاتری از ماده خشک، محتوای بالاتری از ترکیبات آلی را که قابل سوخت‌وساز در بدن طیور هستند را بدنبال دارد.

دادند ( $P < 0.01$ ). بطور کلی واریته‌هایی با مقادیر خاکستر بالا دارای قابلیت هضم ماده خشک پایین تری بودند. همانگونه که مشاهده می‌شود واریته‌هایی که بیشترین مقادیر هضم ماده خشک را دارا هستند از انرژی

جدول ۲- تاثیر واریته بر میانگین مقادیر GE، TME، TME<sub>n</sub>، ADMM، TDMM و TME/GE دانه گندم (Kcal/kg)

گونه گندم	GE	TME	TME <sub>n</sub>	ADMM	TDMM	TME/GE
الوند	۴۱۴۲/۱۲	۳۸۷۳/۳۶ <sup>b</sup>	۳۶۴۳/۸۵ <sup>b</sup>	۶۷/۶۱ <sup>ab</sup>	۹۱/۸۵ <sup>b</sup>	۰/۹۱
زرین	۴۲۴۰/۵۲	۳۹۴۷/۲۹ <sup>a</sup>	۳۷۴۱/۶۴ <sup>a</sup>	۷۰/۰۰ <sup>a</sup>	۹۸/۰۹ <sup>b</sup>	۰/۹۳
سبلان	۴۰۷۳/۴۳	۳۷۸۸/۴۳ <sup>c</sup>	۳۵۶۲/۳۳ <sup>c</sup>	۶۷/۰۵ <sup>b</sup>	۹۰/۳۳ <sup>c</sup>	۰/۹۰
سرداری	۴۲۳۲/۱۲	۳۹۴۱/۲۱ <sup>a</sup>	۳۶۶۶/۰۹ <sup>b</sup>	۶۸/۴۸ <sup>a</sup>	۶۴/۴ <sup>a</sup>	۰/۸۷
آذر	۴۲۲۸/۴۶	۳۹۳۷/۶۱ <sup>a</sup>	۳۷۱۵/۴ <sup>a</sup>	۶۹/۲۳ <sup>a</sup>	۹۵/۶۴ <sup>a</sup>	۰/۸۸
SEM	۳۲/۷۵	۲۷/۲۱	۲۶/۰۷	۲/۵۳	۱/۳۷	-

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در بین نمونه‌هاست ( $P < 0.01$ ).

۱- انرژی خام (Gross Energy)

۲- انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی (True metabolizable energy)

۳- انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای نقطه صفر تعادل ازت (True metabolizable energy corrected by N)

۴- قابلیت هضم ظاهری ماده خشک (Apparent digestible dry matter)

۵- قابلیت هضم حقیقی ماده خشک (True digestible dry matter)

۶- نسبت انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی به انرژی خام

دهد و یک همبستگی منفی معنی‌داری بین مقادیر پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری ارزیابی شده در پرندگان جوان وجود دارد. با اینحال پیرگوزلیو و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی ارزش تغذیه‌ای واریته‌های مختلف گندم را برای جوجه‌های گوشتی مورد آنالیز قرار داده و بیان داشتند که بین مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی و ظاهری ارزیابی شده در خروس‌های بالغ با پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای همبستگی منفی معنی‌داری وجود ندارد که ناشی از نوع واریته گندم و تکامل سیستم گوارشی خروس‌ها می‌باشد.

مقایسه نتایج انرژی قابل سوخت‌وساز حاصله با داده‌های راهنمای مدیریتی راس ۳۰۸ نشان داد که

ضرایب همبستگی بین TME<sub>n</sub> و پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای: ضرایب همبستگی بین TME<sub>n</sub> و پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای دانه گندم در جدول ۳ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود رابطه همبستگی منفی غیر معنی‌داری بین پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای با TME<sub>n</sub> وجود دارد و این امر ناشی از تاثیر سن حیوان بر قابلیت هضم پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و همچنین تکامل سیستم گوارشی از نظر آنزیم‌های تجزیه‌کننده پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای می‌باشد. درحالی‌که استنفیلد (۲۰۰۱) در پژوهشی گزارش کرد که مصرف واریته‌های مختلف گندم با سطوح متفاوت پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای به طور موثری انرژی قابل سوخت‌وساز را تحت تاثیر قرار می

وجود چنین تفاوتی در مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری و حقیقی ناشی از واریته‌های کشت شده، شرایط کشت گیاه و روش‌های مورد استفاده برای تعیین انرژی قابل سوخت‌وساز می‌باشد. بالا بودن انرژی قابل سوخت‌وساز واریته‌های مورد استفاده در استان آذربایجان شرقی و بطور کل در ایران احتمالاً ناشی از بالا بودن مقادیر نشاسته، چربی و پروتئین خام (بخش آلی قابل متابولیسم) و پایین بودن مقادیر خاکسترخام (بخش غیر آلی) می‌باشد. در هر حال مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز در تحقیق حاضر بیشتر از مقادیر گزارش شده در تحقیقات قبلی در جدول استانداردهای غذایی طیور می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد مقادیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای گندم کشت شده در استان آذربایجان شرقی در محدوده نتایج تحقیقات بین‌المللی بود. اما مقادیر انواع انرژی قابل سوخت و ساز واریته‌های گندم کشت شده در استان آذربایجان شرقی از آنچه که در جداول استانداردهای غذایی طیور و راهنمای مدیریتی جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸ (راهنمای مدیریتی مرغ گوشتی راس ۳۰۸) ذکر شده بود بیشتر بود و بین واریته‌های کشت شده در استان آذربایجان شرقی اختلاف معنی‌داری از نظر انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی وجود داشت.

میانگین مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی محاسبه شده برای کل واریته‌های گندم مورد آزمایش برابر  $3665/9 \pm 66/88$  کیلوکالری در کیلوگرم می‌باشد، در حالیکه مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری و حقیقی ارائه شده در راهنمای مدیریتی راس ۳۰۸ برای گندم بترتیب ۲۸۲۲ و ۳۰۲۰ کیلوکالری در کیلوگرم می‌باشد و همچنین مقدار انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری در جداول استانداردهای غذایی طیور (NRC ۱۹۹۴) برابر ۳۱۲۰ کیلوکالری در کیلوگرم می‌باشد و بر اساس کتابچه سیبالد (۱۹۸۶) مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی محاسبه شده برای واریته‌های مختلف گندم برابر ۳۶۷۰ کیلوکالری در کیلوگرم می‌باشد.

### جدول ۳ - ضرایب همبستگی بین $TME_n$ و پلی‌ساکاریدهای

غیرنشاسته‌ای			
$TME_n$	۱	$TNSP$	$INS P$
$TME_n$	۱		
$TNSP$	-۰/۳۸	۱	
	۰/۵۶*		
$INS P$	-۰/۲۲	۰/۹۱	۱
	۰/۷۱	۰/۰۳	
$SNSP$	-۰/۴۰	۰/۳۰	-۰/۱۰۳
	۰/۵۰	۰/۶۱	۰/۸۶

\* اعداد زیر ضرایب همبستگی سطوح احتمال را نشان می‌دهند.

۱ پلی‌ساکارید نشاسته‌ای کل

۲ پلی‌ساکارید نشاسته‌ای نامحلول

۳ پلی‌ساکارید غیر نشاسته‌ای محلول

### منابع مورد استفاده

- افشار مازندران ن و رجب ا، ۱۳۸۶. کاربرد آنزیم‌ها در تغذیه طیور (ترجمه). انتشارات نور بخش. پور رضاج، صادقی ق و مهری م، ۱۳۸۵. تغذیه طیور اسکات (ترجمه). انتشارات ارکان دانش.
- جانمحمدی ح، یاسان پ، تقی زاده ا، شجاع ج و نیکخواه ع، ۱۳۸۲. ارزشیابی مواد غذایی مورد استفاده در تغذیه دام استان آذربایجان شرقی. دانشکده کشاورزی تبریز. گروه علوم دامی.
- جانمحمدی ح، تقی زاده ا و پیرانی ن، ۱۳۸۸. تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز برخی از واریته‌های دانه جو آذربایجان شرقی با استفاده از خروی‌های بالغ لگهورن. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۱۹. صفحات ۱۰۵-۱۱۵.



سالار معینی م و گلپان ا، ۱۳۷۸. تعیین انرژی قابل متابولیسم تعدادی از مواد خوراکی طیور ایران با روش سیبالد. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۱۳، صفحات ۱۸۵-۱۹۵.

صوفی سیاوش ر و جانمحمدی ح، ۱۳۸۸. تغذیه دام (ترجمه). انتشارات عمیدی تبریز.

کریمی ا، اسکات ت، کامیاب ع، نیکخواه ع و مرادی م، ۱۳۸۱. اثر عمل آوری، سطح آنزیم و افزودن آنتی بیوتیک به جیره گندم دار بر روی مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری، عملکرد و توسعه دستگاه گوارش جوجه های گوشتی نر. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۳. صفحات ۴۲۱-۴۳۱.

Annison G and Choct M, 1991. Anti nutritive activities of cereal non starch poly saccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. *World Poult Sci J* 47: 232 – 242.

Annison G, 1993. The role of wheat non starch polysaccharide in broiler nutrition. *Austr J Agric Res.* 44: 405- 422.

Annison G, 1990. Polysaccharide composition of Australian wheat and the digestibility of their starch in broiler chicken diets. *Austr J Exp Agric* 30: 183-186.

Barteczko J, Augustyn R, Lasek O and Smulikowska S, 2009. Chemical composition and nutritional value of different wheat cultivars for broiler chickens. *Anim and Feed Sci.* 18: 124-131.

Bedford M and Classen HL, 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is affected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. *J Nutr* 122: 560-569.

Englyst HN, Quigley ME and Hudson GJ, 1994. Determination of dietary fibre as non\_starch polysaccharides whit gas-liquid chromatographic, high-performance liquid chromatographic or spectrophotometric measurement of constituent sugars. *Analy* 7: 1497-1509.

Farrell DJ, 1978. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cookerels. *Bri poult sci.* 19: 303 – 308.

Gutierrez del Alamo A, Verstegen MWA, Den Hartog LA, Perez de Ayala P and Villamide M J, 2007. Effect of wheat cultivar and enzyme addition to broiler chicken diets on nutrient digestibility, performance, and apparent metabolizable energy content. *poult Sci* 87: 759- 767.

McCracken KJ, Quintin G, 2000. metabolisable energy content of diets and broiler performance as affected by wheat specific weight and enzyme supplementation. *Bri Poult Sci* 41: 332-342.

Mcnab JM, boorman KN, 2002. Poultry feedstuff, supllly composition and nutritive value. CABI Publishing, vol. 26.

National Reserch Council, 1994. Nutrient Requiremets of poultry.9th Rev Ed. National Academy Press, Washington, DC.

Parssaie S, Shariatmadari F, Zamisi M j and Khajeh K, 2006. Evaluation of starch, soluble and insoluble non starch polysaccharides and metabolizable energy of 15 cultivars of Iranian wheat. *J Agric & Soci Sci* 4: 260 – 263.

Pirgozlive VR, Birch CL, rose SP, Kettlewell PS and Bedford MR, 2003. Chemical composition and the nutritive quality of different wheat cultivars for broiler chickens. *Bri Poult Sci* 44: 464-475.

Saki AA, 2005. Metabolism Energy and Viscosity in Response to Cold and Tropical Cereals Area in Leghorn Pullets. *Int J Poult Sci* 4 (1): 1-3.

Sibbald IR, 1986. The TME system of feeding evaluation. Research branch contribution 43-86. Animal research center. Agriculture Canada.

Sibbald IR, 1982. Metabolizable energy evaluation of poultry diets. *Recent Advances in Animal Nutrition.* Ed. Haresign and Lewis. Publ. Butterworths, London.

Sibbald IR and Slinger SJ, 1963. A biological assay of ME in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poult Sci* 42: 313 – 325.

- Sibbald IR and Wolynetz MS, 1985. Relationship between estimation of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks, effect on feed intake and nitrogen retention. *Poult Sci* 64: 127 – 138.
- Slinger S and Muztar AJ, 1980. Energy measure for poultry and swine, practical application. In: *proc. Guelph nutr. Confe, Guelph. Ont.*
- Smits CHM, Veldman A, Verstegen MWA and Beynen AC, 1997; Dietary carboxmethylcellulose with high instead of low viscosity reduces macronutrient digestion in broiler chickens. *J Nut* 127: 483- 487.
- Steenfeldt S, 2001. The dietary effect of different wheat cultivars for broiler chickens *Bri Poult Sci.* 42: 595-609.
- Sulhattin Y, 2002, in vitro and in vivo variability in the nutritional compositions of wheat varieties. *J Nut* 6: 248– 256.
- Yin YL, Baidoo SK, Jin TZ, Liu YG, Schulze H and Simmins P H, 2001. Supplementation on apparent (ileal and overall) digestibility of nutrients of five hull-less barley varieties in young pigs. *Livestock Prod Sci* 71: 109-120.

## Determination of non-starch polysaccharides and true metabolizable energy content in several wheat varieties

A Hassanzadeh seyedi<sup>1\*</sup>, H Janmohamady<sup>2</sup>, A Hosseinkhani<sup>2</sup> and M H Sadeghi<sup>3</sup>

Received: October 20, 2013 Accepted: June 09, 2014

<sup>1</sup>PhD Student, Department of Animal Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>2</sup>Associate Professor and Assistant Professor, respectively, Department of Animal Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>3</sup>Expert, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: E mail: arashsci@tabrizu.ac.ir

### Abstract

The aim of this experiment was to determine non-starch polysaccharides and true metabolizable energy of five wheat varieties (Alvand, Zarrin, Sabalan, Sardari and Azar2). Non-starch polysaccharides of wheat varieties were measured with Englyst method by spectrophotometer. Nitrogen corrected true metabolizable energy of five wheat varieties was also determined with Sibbald precision feeding method. A completely randomized design with 24 roosters (Ross 308) at the age of 5 month was used in this experiment. The result of NSP content showed the total NSP, Insoluble NSP and soluble NSP varied of 9.44 to 11.96 %, 7.10 to 9.40 % and 1.95 to 3.15 % DM, respectively. The highest total NSP value (11.96%) and Insoluble NSP value (9.40%) were found in Aza2 variety, and the highest Soluble NSP value (3.15%) was found in Alvand one. The lowest total NSP (9.44%) and soluble NSP (1.95%) values were resulted of Sabalan variety, and the lowest Insoluble NSP (6.94%) was resulted of Zarrin variety. The TME<sub>n</sub> content of wheat varieties varied from 3562.32 Kcal/kg (Sabalan variety) to 3741.64 Kcal/kg (Zarrin variety), and TME<sub>n</sub> content showed significantly differences as wheat varieties (P<0.01). This experiment demonstrated that the metabolizable energy content of East Azerbaijan wheat varieties have a high variation and relative to method of cultivation.

**Key words:** True metabolizable energy, Non-starch polysaccharides, Wheat varieties