**مجله علوم دامی ایران**
دوره ۴۱، شماره ۴، ۱۳۸۹ (۳۲۱-۳۰۹)

# بررسی اثر رقم، منطقه کشت و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل سوخت‌وساز تریتیکاله

**حمید زرقی[۱]*، ابوالقاسم گلیان[۲]، حسن کرمانشاهی[۳] و حسن عاقل[٤]**
**۱، ۲، ۳، ٤، دانشجوی دکتری و اعضاء هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد**
**(تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱۷- تاریخ تصویب: ۸۹/۱۱/۲۰)**

## چکیده

**سه آزمایش به منظور تعیین ترکیب شیمیایی و بررسی اثر رقم و منطقه کشت بر انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری و حقیقی تریتیکاله و اثر دو نوع مکمل آنزیمی بر انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری آن آزمایش انجام شد. در آزمایش اوّل ترکیب شیمیایی و مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای ازت تریتیکاله با استفاده از خروس‌های بالغ به روش تغذیه اجباری سیبالد تعیین شد. در آزمایش دوم و سوم مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح شده برای ازت تریتیکاله با و بدون افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز و یا فیتاز به روش جمع‌آوری کل مدفوع با استفاده از جوجه‌های گوشتی نر در سن ۲۳-۲۰ روزگی تعیین شد. ترکیب شیمیایی تریتیکاله شامل؛ چربی خام، پروتیین خام، فیبر خام، خاکستر، عصاره عاری از ازت و انرژی خام به ترتیب ۱/٦٥±۰/۲۹، ۱٤/۰۰±۱/۳۷، ٤/۹۲±۰/٤۹، ۱/۷۷±۰/۳۲، ۷۷/٦۰±۱/٦۲٪ و ٤۱۸۰±۹٥ کیلوکالری در کیلوگرم به دست آمد. بیشترین تنوع مواد مغذی تریتیکاله در میزان پروتیین خام (۱۲/۲ تا ۱۷/۰٪) و عصاره عاری از ازت (۷٤/۷ تا ۷۹/۸٪) بود. میانگین انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای ازت تریتیکاله با استفاده از خروس‌های بالغ ۱۱۲±۳۳۸۰ و میانگین انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح شده برای ازت تریتیکاله با استفاده از جوجه‌های گوشتی ۸۲±۳۲٤٤ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک به دست آمد. نمونه‌های تریتیکاله جمع‌آوری شده از مناطق مختلف از لحاظ میزان انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری و حقیقی تصحیح شده برای ازت اختلاف معنی‌دار داشتند. افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز و یا فیتاز مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تریتیکاله را به طور معنی‌دار و به ترتیب به میزان ۱٥٥ و ۸٦ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک افزایش داد.**

**واژه‌های کلیدی:** **انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی، انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری، تریتیکاله، آنزیم.**

### مقدمه

انرژی جزء مهمی از جیره طیور بوده که عمدتاً از دانه غلات حاصل می‌شود. انرژی جیره حدود ۴۰ درصد هزینه تولیدات طیور را به خود اختصاص می‌دهد (Sibbald, 1982)، بنابراین تعیین مقدار انرژی مواد خوراکی از اهمیت زیادی برخوردار است. تمام انرژی موجود در منابع خوراکی برای طیور قابل دسترس نبوده لذا مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز مواد خوراکی باید از

* نویسنده مسئول: حمید زرقی تلفن: ۰۹۱۵-۱۲۳۲۷۶۱ E-mail: hzarghi@yahoo.com

طریق آزمایشات بیولوژیکی (Scott et al., 1998b)، برآورد شود. انرژی قابل سوخت‌وساز نشان دهنده انرژی مصرفی در فرآیندهای متابولیکی پرنده می‌باشد. اندازه‌گیری این انرژی بر پایه روش تعادلی استوار است که در آن میزان انرژی مصرفی در طی یک دوره زمانی و انرژی دفع شده از طریق فضولات در طی همان مدت اندازه‌گیری می‌شود (Shivazad & Sadavi, 2005). روش تغذیه اجباری Sibbald (1986)، سریع‌ترین و ارزان‌ترین روش برآورد انرژی یک ماده خوراکی است، امّا تعمیم این انرژی به جوجه‌ها مورد سوال می‌باشد (Villamide et al., 1997). نتایج آزمایشات مختلف نشان داده است که مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز یک ماده خوراکی می‌تواند تحت تأثیر رقم (March & Biely, 1973)، منطقه و محیط کشت آن (Gohl & Thomke, 1976)، روش اندازه‌گیری (Sibbald, 1982; Hartel, 1986) و نوع پرنده مورد استفاده در آزمایش (Yaghobfar, 2001) تغییر نماید.

گندم و ذرت منابع اصلی تأمین انرژی در جیره طیور تجاری می‌باشند. امّا در مصرف این غلات بین انسان و حیوانات تک معده‌ای رقابت وجود دارد (King et al., 1997)، از طرف دیگر تریتیکاله یک غله جایگزین است که از تلاقی گندم و چاودار به منظور بهره‌گیری از خصوصیات خوراکی گندم و مقاومت به بیماری‌ها، خشکی و شرایط سخت چاودار ایجاد شده است (Boros, 1999). با توجه به پتانسیل بالای تریتیکاله در عملکرد محصول، تحمل به بیماری‌ها از جمله زنگ زرد و قهوه‌ای و همچنین کم توقع بودن آن نسبت به گندم از نظر حاصلخیزی خاک، کشت آن در مناطق مختلف خراسان و ایران توصیه شده است. در استان خراسان حدود ۳۰۰۰ هکتار زیر کشت این محصول قرار دارد و در برنامه توسعه ایران ۱۴۰۰ افزایش تولید تریتیکاله تا حدود ۵۰۰ هزار تن پیش‌بینی شده است (Zare, 2007). از تریتیکاله در تغذیه طیور در سطح وسیعی استفاده نشده است که ممکن است به دلیل تنوع بالای ترکیب مواد مغذی آن باشد (Hermes & Johnson, 2004)، همچنین گزارش شده است که استفاده از تریتیکاله در تغذیه طیور به دلیل وجود پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، به خصوص زایلان‌ها و آرابینوزایلان‌ها محدود می‌باشد (Antoniou & Marquardt, 1981). نتایج آزمایشات انجام شده نشان داده است که می‌توان از تریتیکاله تا حدود ۴۰ درصد جیره بدون بروز تأثیر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی استفاده نمود (Vieira et al., 1995; Zarghi & Golian, 2009).

با توجه به این که اطلاعات در خصوص مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز تریتیکاله برای طیور و اثر آنزیم‌های افزودنی بر آن در مقایسه با سایر منابع انرژی بسیار محدود است. تحقیق حاضر در سه آزمایش به منظور تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل سوخت‌وساز تریتیکاله، بررسی اثر رقم و منطقه کشت بر انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی و ظاهری تریتیکاله، بررسی اثر دو نوع مکمل آنزیمی (زایلاناز- بتاگلوکاناز و فیتاز) بر انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تریتیکاله انجام شد.

## مواد و روش‌ها

**تهیه نمونه‌های تریتیکاله**

سه نمونه تریتیکاله شامل ارقام ژوانیلو-۹۲ ، بی نام با کدهای ET-82-15 و ET-82-17 که تحت شرایط یکسان زراعی در منطقه مشهد تولید شده بودند، از مرکز تحقیقات خراسان رضوی تهیه شد، همچنین با توجه به این که در حال حاضر عمدتاً رقم ژوانیلو-۹۲ توسط زارعین کشت می‌شود، هفت نمونه تصادفی از این رقم از بین زارعین منطقه استان خراسان (شهرستان‌های بیرجند، تایباد، تربت حیدریه، خواف، سبزوار، فریمان و قوچان) تهیه شد.

**آزمایش اول: تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای ازت تریتیکاله**

در این آزمایش ترکیب شیمیایی و مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای ازت ($TME_n$) نمونه‌های تریتیکاله به روش تغذیه اجباری Sibbald (1986)، اصلاح شده تعیین شد (Zhang et al., 1994). تیمار های آزمایشی شامل ۱۰ تیمار با ۵ تکرار بود.

برای این منظور از ۵۵ قطعه خروس بالغ لگهورن سویه «های‌لاین»، ۱۵ ماه سن و دارای میانگین

وزن۳۰± ۲۰۳۰ گرم استفاده شد. خروس‌ها به طور تصادفی در ۵۵ قفس انفرادی (۱۰ تیمار در ۵ تکرار و ۵ قطعه برای تخمین اتلاف اندوژنوس) به ابعاد (۵۰×۳۰×۴۰) سانتی‌متر با قابلیت جمع‌آوری مدفوع مستقر و به مدت یک ماه با جیره نگهداری تغذیه شدند. در این مدت دمای سالن ۲۴-۱۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و برنامه روشنایی ۱۶ ساعت نور ۸ ساعت خاموشی اعمال شد (Golian et al., 2007). به منظور کاهش تنش ناشی از آزمایش، در دوره سازگاری سه هفته‌ای با اعمال برنامه‌های گرسنگی از روزی ۲ تا ۲۴ و یا ۴۸ ساعت، خروس‌ها به تغذیه اجباری عادت داده شدند. سپس به دنبال یک هفته تغذیه آزاد و در ادامه با اعمال ۲۴ ساعت محرومیت از غذا، میزان ۲۵ گرم از هر نمونه به وسیله قیف مخصوص به هر یک از خروس‌ها خورانده شد (Opapeju et al., 2006)، همچنین بر روی خروس‌های تخمین اتلاف اندوژنوس فقط عملیات تغذیه اجباری بدون دادن دان انجام شد. فضولات دفعی هر خروس توسط سینی قرار داده شده در زیر هر قفس، به مدت ۴۸ ساعت جمع‌آوری شد. فضولات دفعی داخل آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. سپس فلس، پر و سایر ضایعات احتمالی جدا و وزن کل فضولات دفع شده هر قفس تعیین و از فضولات برای تعیین انرژی خام و میزان ازت نمونه تهیه شد.

**آزمایش دوم: تعیین انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تریتیکاله با و بدون افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز**

در این آزمایش مقادیر انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح شده برای ازت ($AME_n$) پنج نمونه تریتیکاله (سه رقم تهیه شده از منطقه مشهد بعلاوه دو نمونه از رقم ژوانیلو-۹۲ تهیه شده از مناطق بیرجند و تایباد) با و بدون افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز به روش جمع‌آوری کل مدفوع با استفاده از جوجه‌های گوشتی تعیین شد (Villamide et al., 1997). تیمارهای آزمایشی شامل ۱۰ تیمار (۵ نمونه تریتیکاله با آنزیم و بدون آنزیم) با ۵ تکرار بود.

برای این منظور ۳۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ یک روزه از موسسه جوجه کشی تجاری تهیه شد. جوجه ها تا سن ۱۰ روزگی بر روی بستر تحت شرایط کنترل شده محیطی نگه‌داری شدند. سپس ۳۰۰ قطعه از آن‌ها به طور تصادفی به ۵۰ قفس (۱۰ تیماردر ۵ تکرار و ۶ پرنده در هر قفس) متابولیکی مخصوص پرورش جوجه‌ها با قابلیت جمع‌آوری مدفوع منتقل شدند. هر قفس دارای ۲۵۰۰ سانتی متر مربع مساحت کف و مجهز به یک دان‌خوری ناودانی و یک آب‌خوری کله قندی (گنبدی شکل) و سینی کشویی گالوانیزه جمع‌آوری کود بود. دمای سالن پرورش در زمان ورود جوجه‌ها ۳۲ درجه سانتی گراد تنظیم شد و پس از ۷۲ ساعت هر هفته ۲/۵ درجه سانتیگراد دمای سالن کاهش یافت. همچنین در ۳ روز نخست ۲۴ ساعت روشنایی و سپس برنامه ۲۳ ساعت نور و ۱ ساعت خاموشی تا پایان آزمایش اعمال شد. جوجه‌ها از ۱ تا ۱۶ روزگی با جیره آغازین تجاری،۲۲ درصد پروتیین خام و ۲۹۰۰ کیلوکالری انرژی سوخت‌وسازی، بر اساس حداقل مقادیر احتیاجات توصیه شده توسط راهنمای شرکت راس ۳۰۸ سال ۲۰۰۷ که در فرمولاسیون آن از ۲۰٪ تریتیکاله استفاده شده بود تغذیه شدند. در ۱۷ روزگی جوجه‌های هر قفس به طور گروهی توزین و تعداد ۴ قطعه جوجه در هر قفس تثبیت شد به نحوی که میانگین وزن تمام واحدهای آزمایشی مساوی باشند. جیره های آزمایشی (جدول ۱) به نحوی تنظیم شدندکه نمونه‌های تریتیکاله مورد آزمایش تنها منبع تامین کننده انرژی جیره باشند (Ravindran et al., 2007). سپس به تیمارهای با آنزیم مقدار ۰/۵ گرم در کیلوگرم (حداکثر میزان توصیه شده توسط شرکت سازنده) مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز[1] اضافه شد. جوجه‌ها به مدت ۷ روز از جیره‌های آزمایشی تغذیه شدندکه ۳ روز اول (۱۹-۱۷) به منظور دوره عادت‌پذیری و ۴ روز بعد (۲۳-۲۰) به عنوان دوره رکورد خوراک مصرفی و جمع‌آوری کود در نظر گرفته شد. در

1. Endofeed W, GNC Bioferm Inc., Saskatoon, Canada, containing; xylanase min.1200 unit/g and β-glucanase 440 unit/g.

دوره رکورد خوراک مصرفی و جمع‌آوری کود، به منظور تخلیه محتویات دستگاه گوارش از جیره قبلی، پس از اعمال ۱۲ ساعت محرومیت از غذا سینی‌های مخصوص جمع‌آوری فضولات در زیر قفس‌ها قرار گرفتند. جوجه‌ها به مدت ۳ روز کامل به صورت آزاد با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند و پس از اعمال ۱۲ ساعت محرومیت از غذا، به منظور دفع محتویات دستگاه گوارش حاصل از جیره‌های آزمایشی، سینی‌های جمع‌آوری کود برداشته شدند. مقدار خوراک مصرفی جوجه‌های هر قفس در ۳ روز آزمایش با کسر خوراک باقی‌مانده از خوراک داده شده تعیین شد. از خوراک‌های آزمایشی و فضولات دفعی برای تعیین انرژی خام و میزان ازت نمونه تهیه شد. فضولات دفعی پس از خشک شدن در جریان ملایم هوای اتاق داخل آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت کاملاً خشک و وزن فضولات دفعی هر قفس تعیین شد.

**آزمایش سوم: تعیین انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تریتیکاله با و بدون افزودن آنزیم فیتاز**

در این آزمایش مقادیر $AME_n$ دو نمونه تریتیکاله (دو رقم تهیه شده از منطقه مشهد) با و بدون افزودن مکمل آنزیمی فیتاز به روش جمع‌آوری کل مدفوع تعیین شد. تیمار های آزمایشی شامل ۴ تیمار (۲ نمونه تریتیکاله با آنزیم و بدون آنزیم) با ۵ تکرار بود.

برای این منظور ۱۴۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ یک روزه از مؤسسه جوجه‌کشی تجاری تهیه شد. جوجه‌ها تا سن ۱۰ روزگی بر روی بستر تحت شرایط کنترل شده محیطی نگهداری شدند. سپس ۱۲۰ قطعه از آن‌ها به طور تصادفی به ۲۰ قفس (۴ تیمار، ۵ تکرار و ۶ پرنده در هر قفس) متابولیکی مخصوص پرورش جوجه‌ها با قابلیت جمع‌آوری مدفوع منتقل شدند. قفس‌های مورد استفاده و روند آزمایش مشابه آزمایش دوم بود با این تفاوت که در این آزمایش جیره‌ها آزمایشی به نحوی تنظیم شدندکه نمونه‌های تریتیکاله مورد آزمایش تنها منبع تأمین‌کننده انرژی، کلسیم و فسفر جیره باشند (جدول ۱) و به تیمارهای با آنزیم مقدار ۰/۱ گرم در کیلوگرم مکمل آنزیمی فیتاز[1] اضافه شد.

**تجزیه‌های آزمایشگاهی**

ترکیب شیمیایی نمونه‌های تریتیکاله شامل پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر و عصاره عاری از ازت (NFE) و مقدار ازت نمونه‌های فضولات و جیره‌های آزمایشی طبق روش‌های متداول AOAC (1990) تعیین شد. برای تعیین انرژی خام نمونه‌های تریتیکاله، جیره‌های آزمایشی و فضولات از بمب کالریمتر (مدل 1261, PARR) استفاده شد.

**محاسبات**

مقادیر $TME_n$ نمونه‌های تریتیکاله در آزمایش اول از طریق معادلات زیر محاسبه شد (King et al., 1997):

$$AME = \{(FI \times GE_f) - (E \times GE_e)\}/ FI$$
$$TME = AME - (FEL / FI)$$
$$ANR = (FI \times N_f) - (E \times N_e)$$
$$TME_n = TME - (8.22 \times ANR/FI) - (8.22 \times FNL/ FI)$$

مقادیر AMEn نمونه‌های تریتیکاله در آزمایش‌های دوم و سوم از طریق معادلات زیر محاسبه شدند (Ravindran et al., 2007):

$$AME_d = \{(FI \times GE_f) - (E \times GE_e)\}/ FI$$
$$ANR = (FI \times Nf) - (E \times N_e)$$
$$AMEn\ d = AME - (ANR \times 8.72/ FI)$$
$$AME_{n\ t} = AME_{n\ d}/ DTL$$

که در این فرمول‌ها:

AME: انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری

FI: مقدار خوراک مصرفی (g)

$GE_f$: انرژی خام خوراک (kcal/ g)

E: مقدار فضولات (g)

$GE_e$: انرژی خام فضولات (kcal/ g)

TME: انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی

FEL: مقدار انرژی دفعی خروس‌های گرسنه (kcal)

ANR: مقدار نیتروژن ابقاء شده ظاهری (g)

$N_f$: مقدار نیتروژن خوراک (٪)

$N_e$: مقدار نیتروژن فضولات (٪)

1. Natuphos Phytase, 5000 FTU/g

$TME_n$: انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای ازت

FNL: نیتروژن دفعی خروس‌های گرسنه (g)

$AME_{diet}$: انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری جیره

$AME_{n\ diet}$: انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح شده برای ازت جیره

$AME_{n\ t}$: انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح برای ازت تریتیکاله

DTL: میزان تریتیکاله در جیره

**آنالیز آماری**

نتایج به دست آمده از آزمایش اول در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و رویه مدل عمومی خطی GLM مورد تجزیه آماری قرار گرفتند همچنین در آزمایش دوم و سوم از مدل آماری فاکتوریل برای تجزیه داده‌ها استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($P<۰/۰۵$) انجام شد. از آنالیز رگرسیون خطی نرم افزار SAS برای تجزیه و تحلیل و به دست آوردن معادلات رگرسیون استفاده شد.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده جیره های آزمایشی مورد استفاده در آزمایش دوم و سوم

| اجزای جیره (٪) | آزمایش دوم[۱] (g/ kg) | آزمایش سوم[۲] (g/ kg) |
|---|---|---|
| تریتیکاله | ۹۶۲/۵ | ۹۹۳/۰ |
| کربنات کلسیم | ۱۱/۵ | - |
| دی کلسیم فسفات | ۱۹/۰ | - |
| نمک | ۲/۰ | ۲/۰ |
| مکمل ویتامینه[۳]+مکمل معدنی[۳] | ۵/۰ | ۵/۰ |

۱. هر یک از جیره‌های آزمایشی به دو قسمت تقسیم و به یک قسمت آن مقدار ۰/۵ گرم در کیلوگرم مکمل آنزیمی حاوی حداقل ۱۲۰۰ واحد زایلاناز و ۴۴۰ واحد بتاگلوکاناز در هر گرم و به قسمت بدون آنزیم ۰/۵ گرم در کیلوگرم سبوس گندم اضافه شد.

۲. هر یک از جیره‌های آزمایشی به دو قسمت تقسیم و به یک قسمت آن مقدار ۰/۱ گرم در کیلوگرم مکمل آنزیمی حاوی ۵۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز در هر گرم و به قسمت بدون آنزیم ۰/۱ گرم در کیلوگرم سبوس گندم اضافه شد.

۳. هر کیلوگرم جیره حاوی ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۸۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۳۶ میلی گرم ویتامین E، ۵ میلی گرم ویتامین K3، ۱/۵۳ میلی گرم تیامین، ۷/۵ میلی گرم ریبوفلاوین، ۱۲/۲۴ میلی گرم اسید پانتوتنیک، ۳۰/۴ میلی گرم نیاسین، ۱/۵۳ میلی گرم پیریدوکسین، ۱/۶ میلی گرم کوبالامین، ۱۱۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۱۶۰ میلی‌گرم منگنز، ۸۴/۵ میلی‌گرم روی، ۲۵۰ میلی‌گرم آهن، ۲۰ میلی‌گرم مس، ۱/۶ میلی‌گرم ید، ۰/۴۷۵ میلی‌گرم کبالت و ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم می‌باشد.

## نتایج و بحث

**آزمایش اول ـ** میانگین چربی خام، پروتیین خام، فیبر خام، خاکستر، عصاره عاری از ازت، انرژی خام و انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی تصحیح شده برای ازت برای ده نمونه تریتیکاله مورد مطالعه به ترتیب ۱/۶۵±۰/۲۹، ۱۴/۰۰±۱/۳۷، ۴/۹۲±۰/۴۹، ۱/۷۷±۰/۳۲، ۷۷/۶۰±۱/۶۲ ٪ و ۴۱۸۰±۹۵، ۳۳۸۰±۱۱۲ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک به دست آمد. ترکیب شیمیایی نمونه‌های تریتیکاله مورد آزمایش در این مطالعه در محدوده اعداد گزارش شده توسط سایر محققین می‌باشد به طوری که Vieira et al. (1995)، میزان پروتیین خام، فیبر خام، عصاره اتری و رطوبت تریتیکاله را به ترتیب ۱۲/۹، ۱/۵، ۱/۴ و ۱۳/۲ درصد گزارش نمودند. Al- Athari & Guenter (1988)، میزان چربی خام، فیبر خام و پروتیین خام تریتیکاله را به ترتیب ۱/۵، ۴ و ۱۵/۸ درصد گزارش نمودند. Pettersson & Aman (1987)، میانگین پروتئین خام، چربی خام و خاکستر در ۸۰ نمونه تریتیکاله جمع‌آوری شده از مناطق مختلف جنوب سوئد را به ترتیب ۱۱/۷، ۲/۲ و ۱/۸ گزارش نمودند.

بیشترین تنوع در میزان پروتیین خام نمونه‌های مورد مطالعه (۱۲/۲ تا ۱۷/۰٪) و عصاره عاری از ازت (۷۴/۷ تا ۷۹/۸٪) بود. نتایج حاضر با گزارش‌های برخی از محققین مطابقت دارد به طوری که Vieira et al. (1995)، دامنه تغییرات پروتیین تریتیکاله را از ۱۲/۸ تا ۱۸/۵ درصد گزارش نمود. Flores et al. (1994)، میزان پروتئین خام تریتیکاله را از ۱۴/۹ تا ۲۰/۳ درصد در ماده خشک گزارش نمودند. Rundgren (1988)، بیشترین تغییرات در ترکیب شیمیایی تریتیکاله را در محتوای پروتئین آن گزارش نمود. میانگین $TME_n$ به دست آمده در این آزمایش کمتر از مقدار گزارش شده توسط Sibbald (1976)، ۳۳۸۰ کیلوکالری در مقابل

۳۶۷۰ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک، و نزدیک مقدار گزارش شده در جداول تجزیه مواد خوراکی انجمن ملی تحقیقات طیور (NRC, 1994) است (۳۳۸۰ در مقایسه با ۳۴۹۳ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک). هم‌چنین در دامنه گزارش Flores et al. (1994)، است، که میزان $TME_n$ تریتیکاله را ۳۳۴۴ تا ۳۶۳۰ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک تعیین کردند. نتایج حاصله از این آزمایش ارزش انرژی قابل سوخت‌وساز حقیقی با تصحیح ازت بیشتری را برای تریتیکاله نسبت به گزارش Cilliers et al. (1999)، که میزان $TME_n$ تریتیکاله را ۲۸۲۳ کیلوکالری در کیلوگرم برآورد کردند، نشان می‌دهد.

میانگین $TME_n$ تعیین شده برای تریتیکاله در مقابل تغییرات ترکیب شیمیایی توسط مدل‌های خطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از مدل خطی رگرسیون برای برآورد $TME_n$ تریتیکاله با توجه به ترکیب شیمیایی آن استفاده شد که معادلات زیر به دست آمد:

$TME_n$ (kcal/ kg) = 3837 + 275 EE – 64 CP

($r^2$ = 0.81, P<0.02)

$TME_n$ (kcal/ kg)=2121+244 EE+4.3 GE– 66 CP

($r^2$ = 0.83, P<0.05)

ترکیب شیمیایی و میانگین $TME_n$ تعیین شده برای سه رقم تریتیکاله تهیه شده از منطقه مشهد در جدول ۲ گزارش شده است. ترکیب شیمیایی ارقام تریتیکاله مورد آزمایش در این مطالعه دارای دامنه تغییرات بسیار کمی است. تفاوت بین میانگین مقادیر $TME_n$ رقم‌های مختلف تریتیکاله معنی‌دار نبود (۹۸ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک). با توجه به این که نمونه‌های مورد آزمایش در شرایط یکسان زراعی و آب هوایی تولید شده بودند می‌توان نتیجه گیری کرد که واریته‌های تریتیکاله مورد استفاده در این آزمایش دارای $TME_n$ مشابهی باشند. Flores et al. (1994)، میزان انرژی قابل سوخت‌وساز مشابهی را برای ۱۸ رقم تریتیکاله مورد آزمایش با خروس‌های بالغ لگهورن به جزء یک رقم گزارش کردند که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد.

ترکیب شیمیایی و میانگین $TME_n$ تعیین شده برای نمونه‌های تریتیکاله واریته ژوانیلو-۹۲ جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان خراسان در جدول ۳ گزارش شده است. دامنه تغییرات ترکیب شیمیایی نمونه‌های تهیه شده از مناطق مختلف بالا است و بیشترین تغییرات مربوط به پروتئین خام (۱۲/۲۸ تا ۱۷/۰۰٪) و عصاره عاری از ازت (۷۴/۷۵ تا ۷۹/۱۰٪) است. این تغییرات می‌تواند به دلیل تغییر ترکیبات دانه تحت شرایط متفاوت زراعی و آب و هوایی منطقه کشت باشد. میانگین $TME_n$ برای نمونه‌های تریتیکاله رقم ژوانیلو-۹۲ کشت شده در مناطق مختلف استان ۳۳۸۸±۱۱۹ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک به دست آمد. محدوده تغییرات میانگین $TME_n$ برای مناطق مختلف از ۳۲۳۵ تا ۳۵۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک بود به طوری که اختلاف بین مناطق معنی‌دار شد (P<۰/۰۵). بیشترین میزان $TME_n$ برای نمونه‌های تهیه شده از مناطق قوچان و تایباد و کم‌ترین مقدار برای نمونه‌های تهیه شده از مناطق سبزوار و بیرجند به دست آمد. این نتایج با گزارشات سایر محققین مبنی بر این که میزان انرژی قابل سوخت‌وساز غلات تحت تأثیر شرایط منطقه کشت واقع

جدول ۲- ترکیب شیمیایی و میانگین $TME_n$ (بر اساس ماده خشک) سه رقم تریتیکاله

| رقم | پروتئین خام | چربی خام | فیبر خام | خاکستر | NFE | انرژی خام | $TME_n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ---------- ٪ ---------- | | | | | ------- kcal/ kg ------- | |
| ژوانیلو- ۹۲ | ۱۳/۸۷ | ۱/۳۴ | ۴/۶۰ | ۱/۸۹ | ۷۸/۳۰ | ۴۱۳۷ | ۳۳۸۳ |
| ET-82-15 | ۱۲/۱۸ | ۱/۵۸ | ۵/۰۰ | ۱/۴۰ | ۷۹/۸۴ | ۴۲۲۵ | ۳۴۰۰ |
| ET-82-17 | ۱۳/۸۰ | ۱۲/۶۰ | ۵/۰۰ | ۱/۵۰ | ۷۸/۴۴ | ۴۲۴۲ | ۳۳۰۲ |
| خطای استاندارد | - | - | - | - | - | - | ۲۳/۶۸ |

جدول ۳- ترکیب شیمیایی و میانگین $TME_n$ (بر اساس ماده خشک) تریتیکاله رقم ژوانیلو-۹۲

| منطقه کشت | پروتئین خام | چربی خام | فیبر خام | خاکستر | NFE | انرژی خام | $TME_n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ---------- ٪ ---------- | | | | | ------- kcal/ kg ------- | |
| بیرجند | ۱۷/۰۰ | ۱/۹۵ | ۵/۰۰ | ۱/۳۰ | ۷۴/۷۵ | ۴۱۶۵ | ۳۲۴۰$^{c}$ |
| تایباد | ۱۲/۲۸ | ۱/۷۳ | ۴/۹۰ | ۲/۰۰ | ۷۹/۱۰ | ۴۱۲۷ | ۳۴۸۸$^{a}$ |
| تربت | ۱۴/۰۰ | ۱/۵۵ | ۴/۰۰ | ۱/۶۹ | ۷۸/۷۵ | ۴۲۲۵ | ۳۳۵۶$^{b}$ |
| خواف | ۱۵/۰۰ | ۱/۹۸ | ۵/۷۰ | ۱/۶۹ | ۷۵/۶۳ | ۴۲۰۰ | ۳۴۹۱$^{a}$ |
| سبزوار | ۱۴/۵۰ | ۱/۳۴ | ۵/۵۰ | ۲/۳۹ | ۷۶/۲۳ | ۴۱۳۶ | ۳۲۳۵$^{c}$ |
| فریمان | ۱۳/۶۲ | ۱/۷۲ | ۵/۱۰ | ۲/۰۰ | ۷۷/۵۷ | ۴۱۲۹ | ۳۴۰۳$^{ab}$ |
| قوچان | ۱۴/۲۸ | ۲/۱۰ | ۴/۴۰ | ۱/۷۹ | ۷۷/۴۲ | ۴۲۲۷ | ۳۵۰۱$^{a}$ |
| مشهد | ۱۳/۸۷ | ۱/۳۴ | ۴/۶۰ | ۱/۸۹ | ۷۸/۳۰ | ۴۱۳۷ | ۳۳۸۳$^{b}$ |
| خطای استاندارد | - | - | - | - | - | - | ۳۱/۵۹ |

است مطابقت دارد (Gohl & Thomke, 1976; Jeroch & Danicke, 1996).

**آزمایش دوم ـ** میانگین انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری با تصحیح ازت برای پنج نمونه تریتیکاله مورد مطالعه در آزمایش دوم ۸۸±۳۲۵۲ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک به دست آمد. محدوده تغییرات $AME_n$ نمونه‌های تریتیکاله رقم ژوانیلو-۹۲ به دست آمده از سه منطقه استان خراسان ۳۲۲۵ تا ۳۳۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک بود (جدول ۴). با بررسی نتایج، اختلاف معنی‌داری در میزان $AME_n$ تریتیکاله مناطق مختلف مشاهده می‌شود به طوری که میزان $AME_n$ برای نمونه تریتیکاله به دست آمده از منطقه بیرجند به طور معنی‌داری از میزان $AME_n$ برای نمونه تریتیکاله به دست آمده از منطقه مشهد کمتر شد (۳۲۲۵ در مقابل ۳۳۵۰ کیلوکالری در هر کیلوگرم ماده خشک)، همچنین میزان انرژی قابل سوخت‌وساز تعیین شده برای نمونه منطقه تایباد کمتر از مشهد به دست آمد، اگر چه اختلاف معنی‌دار نبود (۳۳۲۳ در مقابل ۳۳۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک).

افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز باعث افزایش معنی‌دار $AME_n$ نمونه‌های تریتیکاله مناطق مختلف شده ($P<۰/۰۵$) به طوری که با افزودن مکمل آنزیمی میزان انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری به میزان ۱۰۳ کیلوکالری در هر کیلوگرم ماده خشک (۳/۲٪) افزایش یافته است (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهد میزان افزایش انرژی قابل سوخت‌وساز بر اثر افزودن مکمل آنزیمی در نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف متفاوت است به طوری که در نمونه‌های مناطق مشهد و بیرجند به ترتیب باعث افزایش انرژی قابل سوخت‌وساز به میزان ۱۸۰ و ۱۲۵ کیلوکالری در هر کیلوگرم ماده خشک شده است ولی در نمونه جمع‌آوری شده از منطقه تایباد میزان افزایش انرژی قابل سوخت‌وساز بسیار ناچیز (۶ کیلوکالری) است. تفاوت‌های مشاهده شده در میزان انرژی قابل سوخت‌وساز تعیین شده برای نمونه‌های تریتیکاله می‌تواند به دلیل تنوع در ترکیب پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای نمونه‌های مورد مطالعه باشد. به خصوص که میزان انرژی قابل سوخت‌وساز در نمونه‌های به دست آمده از مناطق جنوبی استان کمتری بود، همچنین به افزودن آنزیم نیز پاسخ کمتری نشان داد است. Hughes & Choct (1999)، نشان دادند گندم‌های تولید شده در مناطق با شرایط اقلیمی نسبتاً گرم و خشک دارای انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری کمتری هستند. ایشان دلیل این کاهش را افزایش میزان پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول دانستند که تحت شرایط اقلیمی گرم و خشک میزان آنها در دانه افزایش می یابد.

محدوده تغییرات $AME_n$ ارقام تریتیکاله بسیار جزئی (۳۳۵۰ تا ۳۳۸۶ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک) و غیر معنی‌دار بود (جدول ۵). افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز باعث افزایش معنی‌داری در میزان $AME_n$ ارقام تریتیکاله شد ($P<۰/۰۵$) به طوری که با افزودن مکمل آنزیمی میزان انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری به میزان ۲۱۴ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک (۶/۵۶ ٪) افزایش یافته است. میزان بهبود انرژی

قابل سوخت‌وساز در ارقام مختلف تریتیکاله تقریباً مساوی بود (۵/۲۳ تا ۶/۷۵٪).

میزان $AME_n$ برآورد شده برای تریتیکاله (ارقام و نمونه‌های مناطق مختلف) در پرندگانی که جیره حاوی مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز دریافت کرده بودند ۹۶±۳۴۰۷ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک به دست آمد که نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره بدون آنزیم، به طور متوسط ۴/۷۵ درصد (۱۵۵ کیلوکالری در هر کیلوگرم ماده خشک) افزایش داشته است. نتایج حاصل با گزارشات سایر محققین مبنی بر این که افزودن مکمل‌های آنزیمی اثر مثبتی بر بهره وری از انرژی غلات حاوی NSP بالا در جوجه‌های گوشتی دارد مطابقت دارد (Classen & Bedford, 1991; Friesen et al., 1992; Shakouri & Kermanshahi, 2003). Shakouri& Kermanshahi (2003)، میزان انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تریتیکاله را ۳۳۴۴ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک به دست آوردند و نشان دادند که با افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز میزان انرژی سوخت‌وساز برآورد شده ۳/۱۵ درصد افزایش می‌یابد. همچنین نتایج حاصل از سایر آزمایشات نشان‌دهنده بهبود انرژی قابل سوخت‌وساز گندم در جوجه‌های جوان در صورت استفاده از مکمل‌های آنزیمی می‌باشد (Annison, 1991; Friesen et al., 1992; VanderKlis, 1995). Annison (1991)، گزارش کرد قابلیّت هضم نشاسته در ایلئوم و انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری در جیره‌های بر پایه گندم که محتوی پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بالائی بودند با افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز افزایش یافت. Scott et al. (1998a)، گزارش نمود افزودن مکمل آنزیمی به جیره موجب افزایش انرژی گندم و جو که محتوی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بالا هستند، می‌شود. Ravindran et al. (2007)، نشان دادند که با افزودن مکمل آنزیمی حاوی بتاگلوکاناز انرژی قابل متابولسم جو به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. Dussel et al. (1998)، گزارش نمودند افزودن مکمل‌های آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز باعث بهبود انرژی قابل سوخت‌وساز به میزان ۱۷۰ کیلوکالری در کیلوگرم جیره مصرفی بر پایه گندم می‌شود. سایر محققین نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند (Fuente, 1995; Scott et al., 1998b; Svihus & Gullord, 2002).

به طور کلی دیواره‌های سلولی غلات سد فیزیکی در برابر تماس آنزیم‌های هضمی و مواد مغذی موجود در سلول‌ها محسوب می‌شوند و می‌توانند باعث توقف و یا تاخیر هضم مواد مغذی در قسمت انتهایی دوازدهه شوند. یکی از محدودیت‌های طیور در هضم مواد خوراکی عدم تولید آنزیم‌های موثر در هضم فیبر در دستگاه گوارش است. میزان پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای از جمله بتاگلوکان و پنتوزان‌ها بر میزان استحصال انرژی قابل سوخت‌وساز از دانه غلات نقش بسیار موثری دارند (Shivazad & Sadavi, 2007). این ترکیبات موجب کاهش ارزش تغذیه‌ای تریتیکاله به واسطه افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش و نتیجتاً کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی برای هضم و جذب می‌شود (Choct & Annison, 1992). مزیت استفاده از آنزیم‌های افزودنی در جیره‌های حاوی مقدار زیادی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای توسط محققین تایید شده است. این آنزیم‌ها پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای را هیدرولیز کرده و باعث کاهش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش می‌شود و نتیجتاً باعث بهبود هضم و جذب مواد مغذی می‌شوند (Bedford & Classen, 1992; Smits & Annison, 1996).

جدول ۴- اثر منطقه کشت و مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز بر میانگین $AME_n$ (بر اساس ماده خشک) تریتیکاله رقم ژوانیلو-۹۲ تهیه شده از مناطق مختلف خراسان

| | $AME_n$ | مقدار تغییر |
|---|---|---|
| اثرات اصلی | kcal/ kg | kcal/ kg |
| منطقه کشت | | |
| بیرجند | ۳۲۲۵[b] | - |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| تایباد | | | ۳۳۲۳[a] | – |
| مشهد | | | ۳۳۵۰[a] | – |
| خطای استاندارد | | | ۲۰/۴۸ | – |
| مکمل آنزیمی | | | | |
| بدون آنزیم | | | ۳۲۴۸[b] | – |
| با آنزیم | | | ۳۳۵۱[a] | ۱۰۳ (۳/۱۷) |
| خطای استاندارد | | | ۱۶/۷۲ | – |
| اثرات متقابل | | | | |
| منطقه کشت | * | مکمل آنزیمی | | |
| بیرجند | | بدون آنزیم | ۳۱۶۳[c] | – |
| | | با آنزیم | ۳۲۸۸[bc] | ۱۲۵ (۳/۹۵) |
| تایباد | | بدون آنزیم | ۳۳۲۰[ab] | – |
| | | با آنزیم | ۳۳۲۶[ab] | ۶ (۰/۲) |
| مشهد | | بدون آنزیم | ۳۲۶۰[bc] | – |
| | | با آنزیم | ۳۴۴۰[a] | ۱۸۰ (۵/۵۲) |
| خطای استاندارد | | | ۲۸/۹۷ | – |

a...c- میانگین های هر ستون برای هر اثر (اصلی و متقابل) که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵)

* اعداد داخل پرانتز میزان بهبود انرژی قابل سوخت‌وساز در اثر افزودن مکمل آنزیمی بر حسب درصد مقدار پایه را نشان می دهد.

جدول ۵- اثر رقم و مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز و یا فیتاز بر میانگین $AME_n$ (بر اساس ماده خشک) ارقام تریتیکاله

| | | | مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز | | مکمل آنزیمی فیتاز | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اثرات اصلی | | | $AME_n$ | مقدار تغییر | $AME_n$ | مقدار تغییر |
| رقم | | | ---------- kcal/ kg ---------- | | | |
| ژوانیلو- ۹۲ | | | ۳۳۵۰ | – | ۳۲۳۰[b] | – |
| ET-82-15 | | | ۳۳۸۶ | – | ۳۳۰۱[a] | – |
| ET-82-17 | | | ۳۳۶۳ | – | – | – |
| خطای استاندارد | | | ۲۰/۴۶ | – | ۱۵/۸۳ | – |
| مکمل آنزیمی | | | | | | |
| بدون آنزیم | | | ۳۲۵۹[b] | – | ۳۲۲۲[b] | – |
| با آنزیم | | | ۳۴۷۳[a] | ۲۱۴ (۶/۵۶) | ۳۳۰۹[a] | ۸۷ (۲/۷۰) |
| خطای استاندارد | | | ۱۶/۷۰ | – | ۱۵/۸۳ | – |
| اثرات متقابل | | | | | | |
| رقم | * | مکمل آنزیم | | – | | – |
| ژوانیلو ۹۲ | | بدون آنزیم | ۳۲۶۰ | ۱۸۰ (۵/۵۲) | ۳۱۸۱ | ۹۸ (۳/۰۰) |
| | | با آنزیم | ۳۴۴۰ | – | ۳۲۷۹ | – |
| ET-82-15 | | بدون آنزیم | ۳۲۷۱ | ۲۲۹ (۷/۰۰) | ۳۲۶۳ | ۷۲ (۲/۳۰) |
| | | با آنزیم | ۳۵۰۰ | – | ۳۳۳۸ | – |
| ET-82-17 | | بدون آنزیم | ۳۲۴۶ | ۲۳۵ (۷/۲۳) | – | – |
| | | با آنزیم | ۳۴۸۱ | – | – | – |
| خطای استاندارد | | | ۲۸/۹۳ | – | ۲۲/۳۹ | – |

a...c- میانگین های هر ستون برای هر اثر (اصلی و متقابل) که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵)

* اعداد داخل پرانتز میزان بهبود انرژی قابل سوخت‌وساز در اثر افزودن مکمل آنزیمی بر حسب درصد مقدار پایه را نشان می دهد.

**آزمایش سوم ـ** میانگین انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح شده برای ازت برای ۲ رقم تریتیکاله مورد مطاله در آزمایش سوم ۶۴± ۳۲۲۲ کیلوکالری در کیلوگرم به دست آمد. با بررسی نتایج، اختلاف معنی‌داری در میزان $AME_n$ دو رقم تریتیکاله مورد استفاده در این آزمایش مشاهده می‌شود به طوری که میزان $AME_n$ تریتیکاله رقم ET-82-15 به طور معنی‌داری از میزان $AME_n$ تریتیکاله رقم ژوانیلو-۹۲ بیشتر شد (۳۳۰۱ در مقابل ۳۲۳۰ کیلوکالری در هر کیلوگرم ماده خشک). در صورتی که در آزمایش دوم اگرچه میزان $AME_n$ به دست آمده برای رقم ET-82-15 از دو رقم دیگر بیشتر بود ولی اختلاف بین ارقام

معنی‌دار نشد. از آن جایی که نمونه‌ها و سویه جوجه‌های مورد استفاده در هر دو آزمایش یکسان بوده ولی زمان دو آزمایش با هم تفاوت داشت، احتمالاً این تفاوت در اثر خطای آزمایش مثل تفاوت‌های فردی جوجه‌ها در دو آزمایش، اندازه گیری مصرف خوراک، جمع‌آوری مدفوع و غیره باشد.

استفاده از آنزیم فیتاز اثر معنی‌داری بر میزان انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح شده برای ازت تریتیکاله نشان داد ($P<۰/۰۵$) به طوری که با افزودن مکمل آنزیمی میزان انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری به میزان ۸۷ کیلوکالری در کیلوگرم (۲/۷۰ درصد) بهبود یافت. نتایج به دست آمده با گزارش Ravindran et al. (1999, 2001) مطابقت دارد، ایشان گزارش کردند با افزودن مکمل حاوی فیتاز انرژی قابل سوخت‌وساز جیره به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. Namkung & Leeson (1999)، افزایش ۱/۵-۱ درصدی انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری را در هنگام استفاده از ۶۰۰ واحد بین المللی آنزیم فیتاز در هر کیلوگرم جیره گزارش کردند. فیتات موجود در غلات با پروتئین‌ها ترکیب شده و باعث کاهش قابلیّت هضم و جذب آن‌ها می‌شود، از این رو قابلیت دسترسی انرژی در صورت استفاده از آنزیم فیتاز افزایش می‌یابد (Namkung & Leeson, 1999). فیتات می‌تواند با پروتیین و اسیدهای آمینه در pH کم و خنثی و نشاسته ترکیب شود. ترکیب شدن فیتات با مواد مغذی ممکن است در داخل ماده خوراکی و یا دستگاه گوارش روی دهد که منجر به کاهش مورد استفاده قرار گرفتن پروتیین و اسیدهای آمینه می‌شود (Bedford & Partrige, 2001). مطالعات نشان داده است که استفاده از آنزیم فیتاز در تغذیه طیور نه تنها سبب افزایش زیست فراهمی فسفر و مواد معدنی می‌شود، بلکه ممکن است قابلیت هضم پروتئین و بهره‌وری انرژی را نیز افزایش دهد (Ravindran et al., 1999; Namkung & Leeson, 1999). Ravindran et al. (1999)، با افزودن آنزیم فیتاز میکروبی بر جیره جوجه‌های گوشتی محتوی چند نوع غلات مشاهده کردند قابلیت هضم ظاهری ایلئومی پروتئین خام، لیزین، ترئونین و ایزولوسین بهبوده می‌یابد. Selle et al. (1999) و Ravindran et al. (1999)، با افزودن آنزیم فیتاز به جیره جوجه‌های گوشتی بر مبنای کنجاله سویا و ذرت خوشه‌ای مشاهده نمودند که انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری به طور معنی‌داری افزایش یافت. Ravindran et al. (1999)، گزارش کردند، با افزایش فیتاز میکروبی به جیره حاوی مقادیر زیادی فیتات، انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری جیره افزایش می‌یابد. Ledoux et al. (1998)، با افزودن ۶۰۰ واحد در کیلوگرم آنزیم فیتاز به جیره بوقلمون‌ها بر مبنای ذرت و سویا مقدار افزایش انرژی قابل سوخت‌وساز را ۲/۹ درصد مقدار پایه گزارش کردند.

میانگین $AME_n$ برای تریتیکاله (نتایج آزمایش دوم و سوم) ۸۲± ۳۲۴۴ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک است. نتیجه به دست آمده تقریباً مشابه گزارش Vieira et al. (1995)، ۳۲۵۲ در مقابل ۳۲۴۶ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک، در دامنه گزارش Randgren (1988) و Hughes & Choct (1999) است، ایشان میزان $AME_n$ تریتیکاله را در جوجه‌های گوشتی به ترتیب در دامنه ۲۹۳۷ تا ۳۶۵۴ و ۲۵۰۴ تا ۳۸۶۹ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش کردند. میزان $AME_n$ تریتیکاله در جدول آنالیز مواد خوراکی انجمن ملی تحقیقات طیور (۱۹۹۴) ۳۱۶۳ کیلوکالری در کیلوگرم نمونه هوا خشک (معادل ۳۵۱۴کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک) گزارش شده است که از نتیجه به دست آمده در این آزمایش بیشتر می‌باشد. البته نتیجه حاصل بیش‌تر از میزان عددی گزارش شده توسط Perttila et al. (2005) و Al-Athari& Guenter (1988)، است ایشان میزان انرژی قابل سوخت‌وساز تریتیکاله را به ترتیب ۳۰۸۱ و ۳۱۶۳ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش کردند. این اختلافات می‌تواند تحت تأثیر رقم (March& Biely, 1973)، منطقه و محیط کشت محصول (Gohl & Thomke, 1976)، روش اندازه‌گیری (Sibbald, 1982; Hartel, 1986) و نوع پرنده مورد استفاده در آزمایش (Yaghobfar, 2001) باشد.

**نتیجه‌گیری کلی**

۱. میانگین چربی خام، پروتیین خام، فیبر خام، خاکستر، عصاره عاری از ازت، انرژی خام و $TME_n$ تریتیکاله به ترتیب ۰/۲۹±۱/۶۵، ۱/۳۷±۱۴/۰۰، ۰/۴۹±۴/۹۲، ۰/۳۲±۱/۷۷، ۱/۶۲±۷۷/۶۰ درصد و ۹۵±۴۱۸۰، ۱۱۲±۳۳۸۰ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک به دست آمد. بیشترین تنوع مواد مغذی در نمونه‌های مورد مطالعه در میزان پروتیین خام (۱۲/۲ تا ۱۷/۰٪) و عصاره عاری از ازت (۷۴/۷ تا ۷۹/۸٪) بود.

۲. ارقام تریتیکاله مورد مطالعه از نظر $TME_n$ با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. ولی میزان $TME_n$ تریتیکاله در نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق دارای آب و هوای گرم و خشک مثل بیرجند و سبزوار در مقایسه با نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق با آب و هوای سردتر مثل فریمان، مشهد و قوچان دارای به طور معنی‌داری کمتری بودند (۳۲۳۰ در مقایسه با ۳۴۴۰ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک).

۳. میانگین $AME_n$ تریتیکاله ۸۲±۳۲۴۴ کیلوکالری در هر کیلوگرم ماده خشک به دست آمد.

۴. شرایط آب و هوایی و زراعی منطقه مورد کشت بر مقادیر $AME_n$ تریتیکاله تأثیر معنی‌داری داشت. به طوری که در نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق جنوبی استان خراسان (بیرجند و تایباد) در مقایسه با نمونه منطقه مشهد میزان AMEn کمتر بود (۳۲۴۰ و ۳۲۸۷ در مقایسه با ۳۳۳۸ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک).

۵. افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز- بتاگلوکاناز به جیره باعث افزایش $AME_n$ تریتیکاله به طور متوسط به میزان ۱۵۵ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک (۴/۷۵٪) شد.

۶. افزودن مکمل آنزیمی فیتاز به جیره باعث افزایش $AME_n$ تریتیکاله به طور متوسط به میزان ۸۶ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک (۲/۶۸٪) شد.

## سپاسگزاری

از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی قدردانی می‌گردد.

## REFERENCES

1. Al- Athari, A. K. & Guenter, W. (1988). Nutritional value of triticale (Carman) for broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*, 22, 273-248.
2. Annison, G. & Choct, M. (1991). Anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. *Worlds Poultry Science Journal*, 47, 232-242.
3. Annison, G. (1991). Relationship between the levels of soluble non-starch polysaccharides and the apparent metabolizable energy of wheat assayed in broiler chickens. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 39 (7), 1252-1256.
4. Antoniou, T. C. & Marquardt, R. R. (1981). Influence of rye pentosans on the Growth of Chicks. *Poultry Science*, 60, 1898-1904.
5. AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA.
6. Bedford, M. R. & Classen, H. L. (1992). Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosan 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. *Journal of Nutrition*, 122, 560-569.
7. Bedford, M. & Partrige, G. (2001). Enzymes in farm animal nutrition. CAB International Publisher.
8. Boros, D. (1999). Influence of R genome on the nutritional value of triticale for broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 76, 219–226.
9. Choct, M. & Annison, G. (1992). The inhibition of nutrient digestion by wheat pentosans. *British Journal Nutrition*, 7, 123- 132.
10. Cilliers, S. C., Hayes, J. P., Chwalibog, A. & Sales, J. (1999). A comparative study between mature ostriches (Struthio camelus) and adult cockerels with respect to true and apparent metabolisable energy values for maize, barley, oats and triticale. *British Poultry Science*, 38, 96-100.

11. Classen, H. L. & Bedford, M. R. (1991). The use of enzymes to improve the nutritive value of poultry feeds. In: W. Haresign and D. J. A. Cole (Editors) recent advances in animal nutrition. Butterworth Heinemann, Surry, pp: 95-116.
12. Dussel, G., Kluge H. & Jeroch, H. (1998). Xylanase Supplementation of Wheat-Based Rations for Broilers: Influence of Wheat Characteristics. *Journal. Applied. Poultry. Research*, 7, 119-131.
13. Flores, M. P., Castanon, J. I. R. & McNab, J. M. (1994). Nutritive value of triticale fed to cockerels and chicks. *British Poultry Science*, 35, 527-536.
14. Friesen, O. D., Guenter, W., Marquardt, R. R. & Rotter, B. (1992). The effect of enzyme supplementation on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibility of wheat, barely, oat and rye for broiler chicks. *Poultry Science*, 71, 1710-1721.
15. Fuente, J. M., Perez, P. Alaya de & Villamide, M. J. (1995). Effect of dietary enzyme on the metabolisable energy of diets with increasing levels of barley fed to broilers at different ages. *Animal Feed Science and Technology*, 56, 45–53.
16. Gohl, B. & Thomke, S. (1976). Digestibility coefficients and metabolizable energy of barley diets for layers as influenced by geographical area of production. *Poultry Science*, 55, 2369-2374.
17. Golian, A., Campbell, L. D., Nyachoti, C. M., Janmohammadi, H. & Davidson, J. A. (2007). Nutritive value of an extruded blend of canola seed and pea (Enermax™) for poultry. *Canadian Journal of Animal Science*, 87, 115-120
18. Hartel, H. (1986). Influence of food input and procedure of determination on metubolizable energy and digestibility of a diet measured with young and adult birds. *British Poultry Science*, 27, 11-39.
19. Hermes, J. C. & Johnson, R. C. (2004). Effects of feeding various levels of triticale var Bogo in the diet of broiler and layer chickens. *Journal Applied Poultry Research*, 13, 667-672.
20. Hughes, R. J & Choct, M. (1999). Chemical and physical characteristics of grains related to variablity in energy and amino acid avalibility in poultry. *Australian Journal of Agriculural Research*, 50, 689-701.
21. Jeroch, H. & Danicke, S. (1996). Barley in poultry feeding: a review. *World's Poultry Science Journal*, 51, 271–291.
22. King, D., Ragland, D. & Adeola, O. (1997). Apparent and true metabolizable energy values of feedstuffs for ducks. *Poultry Science*, 76, 1418–1423.
23. Ledoux, D. R., Broomhead, J. N., Firman, J. D. & Bermudez, A. J. (1998). Efficacy of Phytaseed®, a phytase containing transgenic canola, to improve phytate phosphorus utilization from corn–soybean meal diets fed to turkey poults from day 1 to 35. Poultry Science 77 (Suppl. 1), 54.
24. March, B. E. & Biely, J. (1973). Chemical, physical and nutritional characteristics of different samples of wheat. *Canadian Journal Animal science*, 53, 569-577.
25. Namkung, H. & Leeson, S. (1999). Effect of phytase enzyme on dietary AMEn and ileal digestibility of nitrogen and amino acid in broiler chick. *Poultry Science*, 78, 1317-1320.
26. National Research Council. (1994)/ Nutrient requirements of domestic animals: Nutrient requirements of poultry. No. 19th Revised Edit. National Research Council, Washington.
27. Opapeju, F. O., Golian, A., Nyachoti, C. M. & Campbell, L. D. (2006). Amino acid digestibility in dry extruded-expelled soybean meal fed to pigs and poultry. *Journal of Animal Science*, 84, 1130-1137.
28. Perttila S., Valaja, J. & Jalava, T. (2005). Apparent ileal digestibility of amino acid and metabolisable energy value in grains for broilers. *Agriculture and Food Science*, 14, 325-334.
29. Pettersson, D. & Aman, P. (1987). The variation in chemical composition of triticales grown in sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 37, 20-24.
30. Ravindran, V., Selle, P. H. & Bryden, W. L. (1999). Effects of Phytase Supplementation, Individually and in Combination, with Glycanase, on the Nutritive Value of Wheat and Barley. *Poultry Science*, 78, 1588–1595.
31. Ravindran, V., Selle, P. H., Ravindran, G., Morel, P. C. H., Kies, A. K. & Bryden, W. L. (2001). Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. *Poultry Science*, 80, 338–344.
32. Ravindran, V., Tilman, Z. V., Morel, P. C. H., Ravindran, G. & Coles, G. D. (2007). Influence of β-glucanase supplementation on the metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of normal starch and waxy barleys for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 134, 45–55.
33. Rundgren, M. (1988). Evaluation of triticale given to pigs. Poultry and rats. *Animal Feed Science and Technology*, 19, 359-357.
34. SAS: User's guide: Statistics. (2003). Version 9.1.Vol. 2, S.A.S Institute Cary, NC.

35. Scott, T. A., Silversides, F. G., Classen, H. L., Swift, M. L., Bedford, M. R. & Hall, J. W. (1998a). A broiler chick bioassay for measuring the feeding value of wheat and barley in complete diets. *Poultry Science*, 77, 449–455.
36. Scott, T. A., Silversides, F. G., Classen, H. L., Swift, M. L. & Bedford, M. R. (1998b). Effect of cultivar and environments on the feeding value of Western Canadian wheat and barley with and without enzyme supplementation. *Candian Journal Animal Science*, 78, 649–656.
37. Selle, P. H., Ravindran, V., Pittolo, P. H. &. Bryden, W. L. (1999). An evaluation of microbial phytase in sorghum-based broiler diets. In: Proceedings of *Australian Poultry Symposium 11*. (In press).
38. Shakouri, M. D. & Kermanshahi, H. (2003). Effect of NSP degrading enzyme supplement on the nutrient digestibility of young chickens fed wheat with different viscosities and triticale. *Journal Agriculture Science and Technology*, 5, 105-112.
39. Shivazad, M. & Sadavi, A. (2005). *Nutrition of the chicken*. University of Tehran Press 2706. (In Farsi).
40. Sibbald, I. R. (1976). A bioassay for true metabolizable energy in feeding stuffs. *Poultry Science*, 55, 303–308.
41. Sibbald, I. R. (1982). Measurement of bioavailable energy in poultry feedings stuffs: A review. *Canadian Journal Animal Science*, 62, 983-1048.
42. Sibbald, I. R. (1986). The TME system of feed evaluation: Methodology feed composition data and bibliography. Research Branch Contribution 86-4E. Animal Research Center, Canada.
43. Smits, C. H. M. & Annison, G. (1996). Nonstarch plant polysaccharides in broiler nutrition toward a physiologically valid approach to their determination. *World Poultry Science Journal*, 52, 203-221.
44. Svihus, B. & Gullord, M. (2002). Effect of chemical content and physical characteristics on nutritional value of wheat, barley and oats for poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 102, 71–92.
45. Vander Klis, J. D., Kwakernaak, G. & Wit, W. de. (1995). Effects of endoxylanase addition to wheat-based diets on physico-chemical chyme conditions and mineral absorption in broiler. *Animal Feed Science and Technology*, 51, 15-27.
46. Vieira, S. L., Penz, A. M., Kessler, Jr, A. M. & Catellan, E. V, Jr. (1995). A nutitional evaluation of triticale in broiler diets. *Journal Applied Poultry Research*, 4, 352-355.
47. Villamide, M. J., Fuente, J. M., Perez, P., Ayala, D. E. & Flores, A. (1997). Energy evaluation of eight barley cultivars for poultry: Effect of dietary enzyme addition. *Poultry Science*, 76, 834–840.
48. Yaghobfar, A. (2001). Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolisable energy value of maize. *British Poultry Science*, 42, 350-353.
49. Zare, F. A. (2007). Evaluation quantitative and qualitative characteristics lines and cultivars developed of triticale in experiments comparing the performance. Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan state. Regester No 86/861. (In Farsi).
50. Zarghi, H. & Golian, A. (2009). Effect of triticale replacement and enzyme supplementation on performance and blood chemistry of broiler chickens. *Journal Animal Veterinary Advances*, 8(7), 1316-1321.
51. Zhang, W. J., Campbell, L. D. & Stothers, S. C. (1994). An investigation of the feasibility of predicting nitrogen-corrected true metabolizable energy (TMEn) content in barley from chemical composition and physical characteristics. *Canadian Journal of Animal Science*, 74, 355–360.