

## تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و حقیقی ارقام مختلف جو در جوجه‌های گوشتی

عباسعلی قیصری<sup>۱</sup>، امیرحسین پورآباده<sup>۲</sup>، جواد پوررضا<sup>۳</sup>، مهرداد محلوچی<sup>۱</sup> و رامین بهادران<sup>۴</sup>

### چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی میزان انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و حقیقی ۵ رقم جو کشت شده در ایران (کارون در کویر، والفجر، بی نام، ماکویی وبدون پوشینه) با استفاده از روش‌های مختلف در جوجه‌های گوشتی انجام گرفت. جیره پایه شامل ذرت، کنجاله سویا و مکمل‌های ویتامینه و معدنی بود. هر یک از جیره‌های آزمایشی نیز حاوی ۳۰ درصد جو به عنوان جایگزین ذرت و کنجاله سویا در جیره پایه بودند. این تحقیق در ۳ آزمایش مجزا اجرا گردید. در آزمایش اول، مقدار ME ارقام جو توسط دو روش جمع آوری کل مدفوع و استفاده از نشانگر (اکسیدکروم) در مدفوع به‌طور توأم در سن ۳۵ روزگی تعیین شد. در آزمایش دوم مقادیر ME ارقام جو توسط محتویات گوارشی ایلئوم تعیین شد. در آزمایش سوم، برای سنجش TME و TME<sub>n</sub> از جوجه‌های دو آزمایش قبلی و در سن ۴۸ روزگی استفاده گردید. اختلاف معنی‌داری بین روش‌های مذکور برای میانگین ME ارقام جو مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). میانگین AME<sub>n</sub> جو با استفاده از روش محتویات ایلئوم به‌طور معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) بیشتر از روش استفاده از مدفوع (جمع آوری کل و معرف) بود (به ترتیب ۲۷۱۶ در مقابل ۲۳۱۸ و ۲۱۲۴ کیلوکالری در کیلوگرم). مقادیر ME دانه جو تحت تأثیر رقم قرار گرفتند ( $P < 0/05$ )، به‌طوری‌که رقم بدون پوشینه AME بیشتری نسبت به ارقام معمولی جو نشان داد (۲۶۹۵ در مقابل ۲۴۰۷/۵ برای AME و ۲۶۳۰ در مقابل ۲۳۲۴/۷ کیلوکالری در کیلوگرم برای AME<sub>n</sub>). رقم، اثر معنی‌داری بر مقدار TME ارقام جو نداشت. نتایج این تحقیق نشان داد که بین ارقام مختلف مورد مطالعه از نظر مقدار انرژی قابل سوخت و ساز اختلاف وجود دارد. به‌علاوه، به نظر می‌رسد که استفاده از محتویات گوارشی ایلئوم روش سنجش دقیق و صحیحی برای تعیین AME جو در جوجه‌های گوشتی نباشد.

واژه‌های کلیدی: انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری، انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی، جو، جوجه‌های گوشتی

### مقدمه

می‌دهد. بدین ترتیب تعیین مقدار انرژی مواد خوراکی تشکیل

دهنده جیره غذایی طیور برای جیره نویسی از اهمیت زیادی

انرژی ۴۰ درصد هزینه‌های تولید گوشت و تخم مرغ را تشکیل

۱. به ترتیب استادیار و مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

۲. کارشناس ارشد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

۳. استاد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴. کارشناس ارشد شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان

برخوردار است (۲۱). در ایران قسمت عمده غلات مورد استفاده در جیره غذایی طیور، ذرت و گندم می‌باشند. با این وجود با استفاده برخی از آنزیم‌های رایج، امکان افزایش سطح مصرف دانه جو نیز در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی فراهم شده است (۱۹). علاوه بر این امروزه کاشت ارقام بدون پوشینه جو و استفاده از آنها به دلیل کم بودن مقدار فیبر خام موجود در آنها در جیره غذایی طیور مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (۱۷). انرژی قابل سوخت و ساز نشان دهنده انرژی مصرف شده‌ای است که در فرایندهای متابولیکی به کار می‌رود. 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 (۱). مقدار انرژی قابل سوخت و ساز غلات می‌تواند بسته به رقم (۵ و ۱۴) و هم‌چنین منطقه و محیط کشت آن (۱۱) تغییر یابد. به‌علاوه، نتایج آزمایشات مختلف نشان داده که مقدار انرژی یک ماده غذایی می‌تواند تحت تأثیر روش اندازه‌گیری (۶، ۱۳ و ۲۱)، گونه و نوع پرنده (۲۸) نیز قرار گیرد. تیلمن و والدروپ (۲۵) دو روش جمع آوری کل مدفوع و استفاده از نشانگر را برای اندازه‌گیری انرژی قابل سوخت و ساز (ME) (Metabolizable energy) مواد غذایی در جوجه‌های گوشتی مورد مقایسه قرار دادند. آنها گزارش کردند که نیازی به جمع آوری کل مدفوع در طی دوره آزمایش نیست. تن بوسچت و همکاران (۲۴) نیز پیشنهاد کردند که در مقایسه با استفاده از مدفوع، مقدار انرژی قابل سوخت و ساز یک ماده خوراکی نیز می‌تواند از طریق استفاده از نشانگر در جیره غذایی و اندازه‌گیری غلظت آن در محتویات ایلئوم تعیین شود. آنها گزارش کردند که اختلاف بین ME به‌دست آمده از طریق محتویات گوارشی ایلئوم و مدفوع، به ویژه در هنگامی که جیره‌های مورد استفاده بر پایه گندم و ذرت باشد ناچیز است. اسکات و بلداجی (۲۰) گزارش کردند بیشترین اختلاف بین AME (Apparent metabolizable energy) حاصل شده از طریق محتویات گوارشی ایلئوم و مدفوع در موادی مثل نخود،

لوبیا و کاساوا ناشی از هضم ناقص توسط جمعیت میکروبی انتهای روده می‌باشد. آنها هم‌چنین بیان کردند که انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری (AME) جیره‌های حاوی ۸۰ درصد جو در سن ۲۱ روزگی جوجه‌های گوشتی با استفاده از روش محتویات ایلئوم به طور میانگین ۲/۵ درصد کمتر از روش جمع‌آوری کل مدفوع بود. آنها تفاوت در مقدار AME جو بین این دو روش را به افزایش پلی ساکایدهای غیرنشاسته‌ای هضم نشده موجود در قسمت انتهایی روده نسبت داده‌اند (۱۲). تاکنون تحقیقات کمی برای تعیین ترکیب شیمیایی، ارزش غذایی و نیز انرژی زایی ارقام مختلف جو کشت شده در ایران برای طیور انجام شده است. تحقیق حاضر در سه آزمایش مجزا و با اهداف تعیین ترکیب شیمیایی و میزان انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و حقیقی ۵ رقم جو کشت شده در ایران، ارزیابی اثرات استفاده از نشانگر و یا جمع آوری کل، در تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری با استفاده از فضولات و هم‌چنین مقایسه و ارزیابی روش‌های اندازه‌گیری انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری با استفاده از فضولات و یا محتویات گوارشی ایلئوم انجام شد.

### مواد و روش

ارقام جو مورد آزمایش شامل کارون در کویر، والفجر، بی نام، ماکویی و بدون پوشینه بودند. این ارقام که در شرایط کاشت، داشت و برداشت یکسانی قرار داشتند، از مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان تهیه گردیدند. سپس طبق روش‌های متداول AOAC (۳) ترکیب شیمیایی و مقدار نشاسته موجود در آنها تعیین گردید که مقادیر آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

جیره‌های مورد استفاده در این تحقیق از ۶ جیره (شامل ۵ جیره آزمایشی و یک جیره پایه) تشکیل شده بودند. جیره پایه براساس جدول احتیاجات غذایی جوجه‌های گوشتی (۱۶) بر پایه ذرت و کنجاله سویا تنظیم گردید و فاقد جو بود. جیره‌های آزمایشی نیز هر کدام حاوی ۳۰٪ از هر رقم جو مورد آزمایش بودند. در این جیره‌ها جهت جلوگیری از کمبود ویتامین‌ها و

جدول ۱. ترکیب شیمیایی ارقام مختلف جو مورد آزمایش (برحسب درصد هوا خشک)

| رقم جو        | ماده خشک | پروتئین خام | فیبرخام | چربی | نشاسته | NFE   | خاکستر |
|---------------|----------|-------------|---------|------|--------|-------|--------|
| کارون در کویر | ۹۲/۴     | ۱۱/۵۵       | ۴/۷     | ۲/۳۹ | ۵۳     | ۷۰/۵۶ | ۳/۲    |
| والفجر        | ۹۲/۷     | ۱۱/۰        | ۳/۵     | ۲/۳۲ | ۵۲/۵   | ۷۲/۱  | ۳/۷۸   |
| بی نام        | ۹۲/۱     | ۱۱/۱۵       | ۳/۵     | ۱/۹۳ | ۵۶/۴   | ۷۱/۷۳ | ۳/۸۲   |
| ماکوئی        | ۹۴       | ۱۲/۳        | ۳/۷     | ۱/۷  | ۵۲/۴   | ۷۳/۷۳ | ۲/۵۷   |
| بدون پوشینه   | ۹۳/۲     | ۱۳/۸۵       | ۰/۵۵    | ۱/۵۳ | ۵۹/۲   | ۷۵/۶  | ۱/۷۲   |

جدول ۲. اجزای تشکیل دهنده جیره پایه و جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در آزمایش اول و دوم

| اجزای جیره (%)                     | جیره‌های آزمایشی <sup>۱</sup> |        |        |        |        |
|------------------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                    | جیره پایه                     | جیره ۱ | جیره ۲ | جیره ۳ | جیره ۴ |
| ذرت                                | ۶۷                            | ۴۶/۱۷  | ۴۶/۱۷  | ۴۶/۱۷  | ۴۶/۱۷  |
| کنجاله سویا                        | ۲۹/۵                          | ۲۰/۳۳  | ۲۰/۳۳  | ۲۰/۳۳  | ۲۰/۳۳  |
| جو                                 | -                             | ۳۰     | ۳۰     | ۳۰     | ۳۰     |
| نمک                                | ۰/۳                           | ۰/۳    | ۰/۳    | ۰/۳    | ۰/۳    |
| کربنات کلسیم                       | ۱/۱                           | ۱/۱    | ۱/۱    | ۱/۱    | ۱/۱    |
| اکسید کروم                         | ۰/۳                           | ۰/۳    | ۰/۳    | ۰/۳    | ۰/۳    |
| دی کلسیم فسفات                     | ۱/۳                           | ۱/۳    | ۱/۳    | ۱/۳    | ۱/۳    |
| مکمل ویتامینه و معدنی <sup>۲</sup> | ۰/۵                           | ۰/۵    | ۰/۵    | ۰/۵    | ۰/۵    |

۱. جیره‌های ۱ تا ۵ به ترتیب حاوی ۳۰٪ از ارقام کارون در کویر، والفجر، بی نام، ماکوئی، بدون پوشینه و جیره پایه فاقد جو بود.

۲. هر کیلوگرم مکمل ویتامینه تأمین کننده ۴۴۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۷۲۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D<sub>3</sub>، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B<sub>12</sub>، ۶۱۲ میلی‌گرم تیامین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۴۸۹۶ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، ۱۲۱۶۰ میلی‌گرم نیاسین، ۶۱۲ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۶۴۰ میلی‌گرم کوبالامین، ۴۴۰ گرم کولین کلراید و هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل ۶۴/۵ گرم منگنز، ۳۳/۸ گرم روی، ۱۰۰ گرم آهن، ۸ گرم مس، ۶۴۰ میلی‌گرم ید، ۱۹۰ میلی‌گرم کبالت و ۸ گرم سلنیوم بود.

استفاده از روش‌های جمع آوری کل و نشانگر در مدفوع تعیین گردید. در این تحقیق از جوجه‌های گوشتی سویه نر راس ۳۰۸ که به مدت ۳۰ روز با جیره‌های آغازین و رشد متعادل تغذیه شده بودند، استفاده گردید. در سن ۳۱ روزگی تعداد ۷۲ قطعه جوجه به ۳۶ عدد قفس متابولیکی (۲ قطعه در هر قفس) منتقل شدند. هر قفس متابولیکی مجهز به یک دانخوری انفرادی و یک آبخوری قطره ای (نیپل) بود. در طی آزمایش جوجه‌ها به طور آزاد به آب و غذا دسترسی داشتند. در سن ۳۵ روزگی همه

مواد معدنی، مقادیر ۳۰٪ جو ارقام مختلف فقط جایگزین بخش ذرت و سویای جیره پایه شدند. هم‌چنین برای تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری با استفاده از روش نشانگر، مقدار ۰/۳ درصد اکسید کروم به هر یک از جیره‌ها افزوده شد (جدول ۲).

**آزمایش اول: تعیین AME، AMEn ارقام جو با استفاده از فضولات دفعی**

در این آزمایش مقادیر AME و AMEn ارقام مختلف جو با

جیره‌های غذایی، نمونه‌های فضولات و محتویات ایلئوم برای تعیین انرژی خام توسط بمب کالریتر (Gallenkamp Ballistil مدل 316.ss.bar) مقدار اکسیدکروم به روش فنتون وفتون (۹) و درصد میزان پروتئین به روش کجلدال، مورد آنالیز قرار گرفتند. تمامی داده‌های به دست آمده بر اساس هوا خشک گزارش شدند. مقدار AME<sub>n</sub> و AME<sub>n</sub> جیره‌ها (جیره پایه و جیره‌های آزمایشی) و ارقام جو، در آزمایش‌های اول و دوم از طریق معادلات تغییر یافته زیر (۲) به دست آمدند:

$$AME_{diet} = [(FI \times GE_{diet}) - (Excreta \times GE_{excreta})] / FI$$

$$AME_{diet} = GE_{diet} - [GE_{excreta/leal digesta} \times (\text{Marker}_{diet} / \text{Marker}_{excreta/leal digesta})]$$

$$AME_{n diet} = GE_{diet} - [(GE_{excreta/leal digesta} \times (\text{Marker}_{diet} / \text{Marker}_{excreta/leal digesta})) + NR * K]$$

$$AME_{barley} = AME_{test diet} - [AME_{basal diet} \times (\text{Corn} + \text{Soybean inclusion rate})] / \text{Barley inclusion rate}$$

$$AME_{n barley} = AME_{n test diet} - [AME_{n basal diet} \times (\text{Corn} + \text{Soybean inclusion rate})] / \text{Barley inclusion rate}$$

$$NR = [(FI \times N_{diet}) - (Excreta \times N_{excreta})] / FI$$

$$K = 8.22 \text{ kcal/g } N_{retained}$$

در فرمول‌های محاسبه انرژی قابل سوخت و ساز جو (AME<sub>barley</sub>) منظور از (Barley inclusion rate)

و (Corn+Soybean inclusion rate) میزان استفاده از جو و ذرت - سویا در جیره‌های آزمایشی است که با توجه به جدول ۲ مقادیر فوق به ترتیب ۳۰ و ۶۶/۵ درصد می‌باشند.

#### آزمایش سوم: تعیین TME<sub>n</sub> و TME ارقام مختلف جو

در این آزمایش از روش تغذیه اجباری سیبالد (۲۲) و اصلاح شده توسط مک ناب (۱۵) برای تعیین انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی و تصحیح شده برای ازت ارقام مختلف جو مورد آزمایش استفاده شد. بدین منظور تعداد ۳۶ قطعه جوجه گوشتی نر ۴۴ روزه، ابتدا برای عادت پذیری به مدت ۶ روز به قفس‌های متابولیکی انفرادی منتقل و در این مدت از یک جیره معمولی تغذیه شدند. به دنبال محروم کردن خروس‌ها از غذا به مدت

جوجه‌ها توزین شده و ۳۶ قطعه از آنها که دارای وزن مشابه بودند انتخاب شدند. سپس هر جوجه به یک قفس انفرادی انتقال و به هر جیره آزمایشی به طور تصادفی ۶ قفس اختصاص داده شد. جوجه‌ها به مدت ۸ روز از جیره‌های آزمایشی (جدول ۲) تغذیه شدند که ۴ روز اول (۳۹-۳۶ روزگی) به منظور دوره عادت پذیری و ۴ روز بعدی (۴۳-۴۰ روزگی) نیز به عنوان دوره رکورد برداری در نظر گرفته شدند. پس از پایان دوره عادت‌پذیری، جوجه‌ها ۱۶ ساعت گرسنگی داده شدند و سپس دو مرتبه در طی ۴ روز دوره رکورد برداری به صورت آزاد تغذیه شدند. همچنین ۱۶ ساعت قبل از پایان این دوره نیز غذای جوجه‌ها قطع شد. در طی دوره رکورد برداری سینی‌های مخصوص جمع‌آوری در زیر هر یک از قفس‌ها قرار گرفت و کل فضولات دفع شده جوجه خروس‌ها در مدت ۴ روز، دو مرتبه (۴۸ و ۹۶ ساعت پس از شروع دوره) جمع‌آوری گردید. فضولات دفعی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. پس از تعیین مقدار کل فضولات دفع شده هر گروه، یک نمونه از فضولات جوجه‌ها جهت تعیین غلظت اکسیدکروم و انرژی خام مورد استفاده قرار گرفت.

#### آزمایش دوم: تعیین AME<sub>n</sub> ، AME<sub>n</sub> ارقام جو با استفاده از محتویات گوارشی ایلئوم

در سن ۴۳ روزگی پس از پایان آزمایش اول و برداشتن سینی‌های جمع‌آوری جوجه‌ها برای مدت ۲۴ ساعت تغذیه آزاد شدند، سپس تمامی جوجه‌ها با تزریق مقدار ۰/۳ میلی‌لیتر کتامین در ناحیه مغز، کشته و محتویات گوارشی ایلئوم آنها از حد فاصل ۱ سانتی‌متر پایین تر از زائده مکمل تا ۴ سانتی‌متر مانده به دریچه ایلئوسکال به آرامی تخلیه و سپس با آب مقطر نیز شستشو داده شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده، روی یخ به آزمایشگاه انتقال و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها با استفاده از دستگاه فریز درایر خشک و پس از آسیاکردن جهت آنالیزهای شیمیایی مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۳. مقایسه میانگین مقادیر  $AME_n$ ,  $AME$  ارقام مختلف جو در روش‌های مختلف

| روش آزمایش             | $AME$ (kcal/kg)   | $AME_n$ (kcal/kg) |
|------------------------|-------------------|-------------------|
| جمع آوری کل            | ۲۳۸۲ <sup>b</sup> | ۲۳۱۸ <sup>b</sup> |
| نشانگر در مدفوع        | ۲۱۹۹ <sup>c</sup> | ۲۱۲۴ <sup>c</sup> |
| نمونه برداری از ایلئوم | ۲۸۱۳ <sup>a</sup> | ۲۷۱۶ <sup>a</sup> |
| خطای معیار (SE)        | ۱۰۶               | ۹۶                |
| میانگین کل             | ۲۴۶۴/۷            | ۲۳۸۶              |

a-c در هرستون میانگین‌های با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ( $P < 0/05$ ).

در تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و تصحیح شده برای ازت، روش سنجش انرژی اثر معنی‌داری نشان داد ( $P < 0/05$ ). میزان اختلاف بین میانگین مقادیر  $AME_n$  ارقام جو هنگامی که از روش‌های جمع آوری کل مدفوع و نشانگر در مدفوع استفاده گردید، ناچیز (کمتر از ۱۲۰ کیلوکالری در کیلوگرم) ولی معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ) (جدول ۳). هم‌چنین میانگین‌های  $AME$  و  $AME_n$  ارقام مختلف جو که با استفاده از روش جمع آوری کل مدفوع تعیین شدند، به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از روش نشانگر در مدفوع بودند (جدول ۴). از آن جایی که نمونه‌ها و جوجه‌های مورد آزمایش در هر دو روش یکسان بودند، احتمالاً دلیل این اختلاف تا اندازه‌ای می‌تواند به علت وجود خطا در اندازه‌گیری مصرف خوراک و یا جمع آوری کل مدفوع از سینی‌های جمع آوری باشد، زیرا از یک طرف احتمال ریخت و پاش دان از دانخوری‌ها و منظور نمودن آن به عنوان خوراک مصرفی جوجه‌ها و از طرف دیگر امکان عدم جمع آوری کامل کل فضولات دفعی موجود در سینی‌های جمع آوری وجود دارد. در این تحقیق هم‌چنین مقادیر  $AME$  و  $AME_n$  ارقام مختلف جو با استفاده از روش تعیین غلظت نشانگر در خوراک و محتویات ایلئوم که توسط برخی محققین پیشنهاد شده (۲، ۲۰ و ۲۴) نیز اندازه‌گیری و با نتایج حاصل از دو روش دیگر (آزمایش اول) مورد مقایسه قرار گرفتند (جدول ۳). روش استفاده از محتویات گوارشی ایلئوم اثر معنی‌داری روی میانگین کل  $AME$  و  $AME_n$  ارقام جو مورد

۲۴ ساعت، به وسیله قیف مخصوص تغذیه اجباری مقدار ۳۰ گرم از هر رقم جو به ۶ قطعه جوجه خروس خورنده شد (۶ تکرار برای هر رقم جو). در همین زمان ۶ قطعه جوجه خروس دیگر، که برای تخمین مقدار انرژی دفعی با منشا داخلی در نظر گرفته شده بودند، با مقدار ۳۰ گرم از محلول گلوکز خالص تغذیه اجباری شدند. پس از تغذیه اجباری، مدت ۴۸ ساعت به خروس‌ها گرسنگی داده شد و طی این مدت کلیه فضولات دفعی آنها توسط سینی‌های قرار داده شده زیر هر قفس جمع آوری شد. سپس فضولات هر پرنده در حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند و برای آنالیزهای شیمیایی مطابق آزمایش‌های اول و دوم مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج به دست آمده از هر سه آزمایش نیز در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۱۸) مورد تجزیه آماری قرار گرفت. میانگین تیمارهای آزمایشی نیز با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

در انتهای آزمایش اول، جوجه‌هایی که فضولات آنها جمع‌آوری شده بود، کشته شدند و محتویات ایلئوم آنها جهت تعیین  $AME$  در آزمایش بعدی تخلیه گردید. بدین ترتیب سعی شد تا نه تنها اختلافی بین پرنده‌های مورد استفاده در آزمایش‌های اول و دوم وجود نداشته باشد بلکه اختلاف سنی آنها نیز حداقل بوده تا نتایج به دست آمده را بهتر بتوان با یکدیگر مقایسه نمود.

جدول ۴. مقادیر  $AME_n$ ،  $AME_n$  ارقام مختلف جو با استفاده از روش‌های جمع آوری کل، نشانگر و نمونه برداری از محتویات ایلئوم

| رقم جو          | $AME_n$ (kcal/kg) |                   |             | AME (kcal/kg)     |                     |             |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------|---------------------|-------------|
|                 | محتویات ایلئوم    | نشانگر            | جمع آوری کل | محتویات ایلئوم    | نشانگر              | جمع آوری کل |
| کارون در کویر   | ۲۵۶۱ <sup>b</sup> | ۲۰۴۳ <sup>b</sup> | ۲۱۲۰        | ۲۶۸۵ <sup>b</sup> | ۲۱۵۸ <sup>bc</sup>  | ۲۲۱۰        |
| والفجر          | ۲۵۱۵ <sup>b</sup> | ۱۹۹۲ <sup>b</sup> | ۲۲۶۳        | ۲۶۱۲ <sup>b</sup> | ۲۱۳۶ <sup>bc</sup>  | ۲۳۶۲        |
| بی نام          | ۲۶۷۱ <sup>b</sup> | ۱۹۸۵ <sup>b</sup> | ۲۴۶۹        | ۲۷۴۶ <sup>b</sup> | ۲۰۴۵ <sup>c</sup>   | ۲۵۵۳        |
| ماکوئی          | ۲۵۸۱ <sup>b</sup> | ۲۲۷۴ <sup>a</sup> | ۲۴۲۸        | ۲۶۴۵ <sup>b</sup> | ۲۲۹۲ <sup>abc</sup> | ۲۴۴۶        |
| بدون پوشینه     | ۳۲۵۲ <sup>a</sup> | ۲۳۲۷ <sup>a</sup> | ۲۳۱۱        | ۳۳۷۶ <sup>a</sup> | ۲۳۶۷ <sup>a</sup>   | ۲۳۴۱        |
| خطای معیار (SE) | ۵۱/۸              | ۶۸/۱۲             | ۱۳۵/۰۸      | ۵۱/۹              | ۷۲/۵۹               | ۱۴۸/۷       |
| میانگین کل      | ۲۷۱۶              | ۲۱۲۴/۲            | ۲۳۱۸/۲      | ۲۸۱۲/۸            | ۲۱۹۹/۶              | ۲۳۸۲/۴      |

a-c: در هرستون میانگین‌های با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ( $P < 0/05$ ) و میانگین‌های فاقد حروف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ( $P > 0/05$ ).

فضولات که شامل انرژی اندوژنوس ادرار و متابولیسم مدفوع و انرژی حاصل از مواد هضم و جذب نشده جیره غذایی است، را از انرژی خام غذای مصرف شده کسر نمود. در این ارتباط به نظر می‌رسد هنگامی که انرژی محتویات گوارشی ایلئوم اندازه‌گیری شود، قسمت اعظم انرژی مربوط به ترشحات درون زادی شامل انرژی اندوژنوسی ادرار و متابولیسم مدفوع در تعیین و محاسبه انرژی قابل سوخت و ساز توسط این روش دارای نقش موثری نبوده و برای کسر از انرژی خام خوراک، نادیده انگاشته می‌شوند. بدین ترتیب می‌توان از اعداد به دست آمده از این روش به عنوان انرژی قابل هضم نام برد تا انرژی قابل سوخت و ساز، زیرا که ترشحات درون زادی ادرار، پس از عبور محتویات گوارشی از ایلئوم و در ناحیه کلوک به مواد دفعی اضافه می‌گردد. به همین دلایل بالاتر بودن  $AME$  و  $AME_n$  تعیین شده توسط روش مورد استفاده در آزمایش دوم در مقایسه با آزمایش اول منطقی به نظر می‌رسد. در مورد تفاوت بین  $AME$  و  $AME_n$  ارقام مورد مطالعه نیز با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که در روش جمع آوری کل، تفاوت معنی‌داری بین  $AME$  و  $AME_n$  ارقام مختلف جو وجود نداشت. در روش اندازه‌گیری نشانگر در غذا و مدفوع، بالاترین مقدار  $AME$  و  $AME_n$  متعلق به جو بدون پوشینه و سپس جو ماکوئی در

آزمایش داشت ( $P < 0/05$ ). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود میانگین  $AME_n$  تعیین شده با استفاده از محتویات ایلئوم به ترتیب ۱۵٪ و ۲۲٪ بیشتر از  $AME_n$  تعیین شده باروش‌های جمع آوری کل و نشانگر در مدفوع همان جوجه‌ها بود. در این مورد نتایج تحقیق حاضر بر خلاف برخی گزارش‌های منتشر شده توسط تعدادی دیگر از محققین بود (۲۰ و ۲۴). برای مثال اسکات و بلداجی (۲۰) گزارش کردند که  $AME$  به دست آمده از جیره‌های حاوی ۸۰٪ گندم یا جو با استفاده از روش جمع آوری کل مدفوع ۲/۵٪ بیشتر از  $AME$  به دست آمده با استفاده از روش نمونه برداری از محتویات ایلئوم بود. آنها دلیل این اختلاف در روش‌های یاد شده را حضور پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و فیبر هضم نشده دانستند که در انتهای روده مورد تخمیر قرار می‌گیرند. تن بوسچت و همکاران (۲۴) نیز پیشنهاد کردند که برای تعیین ME خوراک‌ها بهتر است به جای استفاده از فضولات، از روش نمونه برداری از محتویات ایلئوم استفاده شود. آنها خاطر نشان کردند که اختلاف بین مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز تعیین شده توسط روش محتویات ایلئوم و مدفوع به‌ویژه هنگامی که جیره‌های غذایی بر پایه گندم یا ذرت بودند، خیلی کم بود. مطابق فرمول‌های مربوط به تعیین و محاسبه  $AME$ ، برای به‌دست آوردن  $AME$  خوراک بایستی مقدار انرژی مربوط به

جدول ۵.  $TME_n$ ،  $TME$ ،  $AME_n$ ،  $AME$  ارقام جو مورد آزمایش با استفاده از روش اصلاح شده سیبالد (بر حسب کیلوکالری / کیلوگرم)

| رقم جو          | AME    | $AME_n$ | TME    | $TME_n$ |
|-----------------|--------|---------|--------|---------|
| کارون در کویر   | ۲۳۶۷   | ۲۶۴۳    | ۲۴۸۵   | ۲۴۶۴    |
| والفجر          | ۲۱۹۷   | ۲۴۵۲    | ۲۳۱۵   | ۲۲۷۲    |
| بی نام          | ۲۳۶۵   | ۲۵۷۰    | ۲۴۸۳   | ۲۳۹۱    |
| ماکویی          | ۲۲۹۱   | ۲۴۸۴    | ۲۴۰۹   | ۲۳۰۴    |
| بدون پوشینه     | ۲۴۵۱   | ۲۶۵۲    | ۲۵۶۷   | ۲۴۷۲    |
| خطای معیار (SE) | ۳۵۵/۱۶ | ۳۲۶/۶   | ۳۴۱/۳۴ | ۳۴۶/۴۱  |
| میانگین کل      | ۲۳۳۴/۲ | ۲۵۶۰    | ۲۴۵۱/۸ | ۲۳۸۰/۶  |

در هرستون میانگین‌های فاقد حروف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ( $P > 0/05$ ).

تکرار بیشتری لازم باشد.

میانگین مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و حقیقی ارقام مختلف جو تعیین شده با روش اصلاح شده سیبالد (۱۵) در جدول ۵ ارائه شده است. محدوده تغییرات  $AME_n$  از ۲۴۵۲ تا ۲۶۵۲ و برای  $TME_n$  از ۲۲۷۲ تا ۲۴۷۲ کیلو کالری در کیلوگرم متغیر بود. با این وجود، بین ارقام مورد آزمایش از نظر  $TME$ ،  $AME_n$ ،  $TME_n$  اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج این آزمایش با گزارش‌های تعدادی از محققین مطابقت دارد (۲۷، ۱۳، ۷). البته روش تغذیه اجباری یا سیبالد با استفاده از خروس‌های بالغ لگهورن یا نیمچه‌های گوشتی اختصاص به اندازه‌گیری  $TME$  و  $TME_n$  مواد خوراکی دارد و به دلایل مختلف برای اندازه‌گیری انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری روش مناسبی نیست. طبق نظر هارتل (۱۳) دلیل عدم دقت در مقادیر  $AME$ ، می‌تواند مربوط به مقدار کم خوراک تغذیه شده در روش سیبالد (۳۰ گرم) باشد. این مسأله به همراه بالاتر بودن قابل ملاحظه دفعیات اندوژنوس (۱) و به دنبال آن تعادل شدید منفی ازت در جوجه‌های گوشتی در مقایسه با خروس‌های بالغ که معمولاً در این آزمایشات در تعادل مثبت ازت قرار دارند باعث بالاتر بودن  $AME$  در مقایسه با  $AME_n$  خواهد شد (جدول ۵). فارل (۷) و وهر (۲۷) نیز مقادیر کم فضولات استحصال شده با استفاده از این روش و احتمال

مقایسه با سایر ارقام بود ( $P < 0/05$ ). اختلاف بین مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز جو بدون پوشینه با دیگر ارقام مورد مطالعه در روش اندازه‌گیری انرژی محتویات ایلئوم بسیار زیادتر از دو روش استفاده از فضولات دفعی بود ( $P < 0/05$ ). در مورد جو بدون پوشینه با مراجعه به جدول ۱ می‌توان دریافت که این رقم جو دارای بالاترین درصد پروتئین خام (۱۳/۸۵٪) و نشاسته (۵۹/۲٪) و همچنین کمترین مقدار فیبر خام (۰/۵۵٪) و خاکستر (۱/۷۲٪) می‌باشد. بدین ترتیب با وجود داشتن بالاترین سطح نشاسته به عنوان مهم‌ترین منبع انرژی در غلات بالاتر بودن مقدار انرژی قابل سوخت و ساز آن در روش‌های اندازه‌گیری نشانگر در مدفوع و به ویژه روش نمونه برداری از محتویات ایلئوم طبیعی به نظر می‌رسد. البته این روند برای روش جمع آوری کل مدفوع مشاهده نشد، زیرا بالاترین مقدار  $AME$  و  $AME_n$  در این روش متعلق به رقم جو بی‌نام و سپس جو ماکویی بود. به طور کلی با توجه به احتمال بروز خطاهای غیر قابل اجتناب در این روش که در بالا ذکر شد و همچنین با توجه به عدم همخوانی روند تغییرات  $AME$  و  $AME_n$  ارقام مختلف تعیین شده با این روش در مقایسه با روش‌های اندازه‌گیری نشانگر و یا جمع آوری محتویات ایلئوم، به نظر می‌رسد که در زمان استفاده از روش جمع آوری کل مدفوع اعمال دقت بسیار زیادتری و همچنین انجام آزمایش با تعداد

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های  $AME_n$ ,  $AME$  ارقام مختلف جو حاصل از سه روش مورد آزمایش

| رقم جو          | $AME$ (kcal/kg)   | $AME_n$ (kcal/kg)  |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| کارون در کویر   | ۲۳۵۱ <sup>b</sup> | ۲۲۴۱ <sup>b</sup>  |
| والفجر          | ۲۳۷۰ <sup>b</sup> | ۲۲۵۶ <sup>b</sup>  |
| بی نام          | ۲۴۴۸ <sup>b</sup> | ۲۳۷۵ <sup>b</sup>  |
| ماکوئی          | ۲۴۶۱ <sup>b</sup> | ۲۴۲۷ <sup>ab</sup> |
| بدون پوشینه     | ۲۶۹۵ <sup>a</sup> | ۲۶۳۰ <sup>a</sup>  |
| خطای معیار (SE) | ۶۱/۳۴             | ۱۷۱/۶۵             |
| میانگین کل      | ۲۴۶۵              | ۲۳۸۵/۸             |

a-b: در هرستون میانگین‌های با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ( $P < 0/05$ ).

کارون در کویر تا بدون پوشینه متغیر بود. این مقادیر خارج از محدوده‌ای بودند که با استفاده از جوجه و توسط برخی دیگر از محققین (۲۶۰۰ تا ۳۰۹۷) گزارش شده است (۱۰ و ۲۶). دلیل این اختلافات با نتایج سایر محققین می‌تواند به علت تفاوت در نژاد و سن پرند باشد. اغلب داده‌هایی که تاکنون برای  $AME$  و  $TME$  به دست آمده، با استفاده از خروس‌های لگهورن بالغ می‌باشد. از طرف دیگر، نشاسته یکی از منابع اصلی تأمین انرژی در دانه غلات می‌باشد. میانگین مقادیر نشاسته در ارقام کارون در کویر، والفجر، بی نام، ماکویی و بدون پوشینه به ترتیب عبارت بودند از ۵۳، ۵۲/۵، ۵۶/۲، ۵۲/۴ و ۵۹ درصد (میانگین ۵۶/۴ درصد). در حالی که اس و ویوس و گولارد (۲۳) مقدار متوسط نشاسته‌ی موجود در ارقام مختلف جو کشت شده در نروژ را ۶۱/۴ درصد گزارش کردند. آنها گزارش کردند هنگامی که از آنزیم در جیره‌ها استفاده نشد، عملکرد و مقدار  $AME$  جیره تحت تأثیر رقم، سال و محیط کشت و به طور جزئی‌تر تحت تأثیر اثرات متقابل آنها قرار گرفت. برین در تحقیقی که در مورد اثرات محیط بر کیفیت دانه غلات انجام داد، اظهار داشت که عوامل محیطی مؤثر بر دامنه تغییرات غلظت مواد مغذی موجود در دانه جو بیشتر از گندم است (۴).

علاوه بر مقدار نشاسته عوامل دیگری مانند میزان پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای از جمله بتاگلوکان، به ویژه بتاگلوکان محلول و پنتوزان‌ها نیز در میزان استحصال  $AME$  از دانه غلات

وجود ناخالصی از جمله فلس و پر در آن را از دلایل عدم اطمینان به این روش ذکر کردند. میانگین  $TME_n$  ارقام جو در این تحقیق نسبت به مقدار موجود در جدول NRC (۱۶) کمتر بود (۲۳۸۰ در مقایسه با ۲۹۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم). یکی از مهم‌ترین دلایل این اختلاف، تفاوت در پرندگان مورد استفاده در آزمایش است، به طوری که برای تعیین  $AME$  و  $TME$  مواد خوراکی گزارش شده توسط NRC (۱۶) از خروس بالغ لگهورن استفاده شده است، ولی در آزمایش حاضر جوجه خروس‌های گوشتی مورد استفاده قرار گرفتند. به همین دلیل میزان دفعیات درون زادی جوجه‌های در حال رشد به مراتب بیشتر از پرندگان بالغ بوده (۱) و انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی استحصالی توسط آنها کمتر از خروس‌های لگهورن بالغ است. هم‌چنین همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، بر خلاف روند طبیعی، مقادیر  $TME$  ارقام مختلف جو نیز از مقدار  $TME_n$  آنها بزرگ‌تر بود که این نتیجه مطابق با گزارشات منتشر شده توسط برخی از دیگر محققین می‌باشد (۱ و ۸). علت بروز چنین تغییراتی را نیز می‌توان به دلیل تعادل منفی ازت در طی تغذیه اجباری با مقادیر کم خوراک در این روش بیان نمود.

به‌طور کلی رقم اثر معنی‌داری بر میانگین  $AME$  و  $AME_n$  اندازه‌گیری شده توسط روش‌های مختلف داشت ( $P < 0/05$ ) (جدول ۶). مقادیر  $AME$  ارقام جو از ۲۳۵۱ تا ۲۶۹۵ و  $AME_n$  از ۲۲۴۱ تا ۲۶۳۰ کیلوکالری در کیلوگرم به ترتیب برای ارقام

جو بود. بنابراین می توان از این رقم در بین سایر ارقام به عنوان رقمی که بیشترین مقدار انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و تصحیح شده برای ازت را داراست، نام برد. به علاوه به نظر می رسد بایستی برای یکسان سازی و استاندارد کردن روش های مختلف مورد استفاده برای تعیین AME و TME مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه جوجه های گوشتی و افزایش دقت، صحت و تکرار پذیری نتایج، تحقیقات بیشتری انجام گیرد.

مختلف به ویژه گندم و جو نقش بسیار مؤثری دارند. میانگین بتاگلوکان کل و بتاگلوکان محلول در نمونه های این آزمایش به ترتیب ۴/۶ و ۱/۷۵ بودند (اطلاعات منتشر نشده). این مقادیر تا اندازه ای بیشتر از محدوده اعداد گزارش شده توسط برخی محققین بود. مقادیر  $AME_n$  و AME تعیین شده توسط آزمایش سیبالد در رقم بدون پوشینه به ترتیب با مقادیر ۲۶۹۵ و ۲۶۳۰ کیلوکالری در کیلوگرم به طور معنی داری بیشتر از ارقام معمولی

### منابع مورد استفاده

۱. پوررضا، ج.، ق. صادقی و م. مهری. ۱۳۸۴. تغذیه مرغ اسکات (ترجمه)، انتشارات ارکان، اصفهان.
2. Anison, G., R.J. Hughes and M. Choct. 1996. Effect of enzyme supplementation on the nutritive value of dehulled lupins. Br. Poult. Sci. 37:157-172.
3. Association of official analytical chemists. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
4. Brein, L. 1999. Genotype and environment effects on feed grain quality. Aust. J. Agric. Res. 50:703-719.
5. Classen, H.L., G. L. Campbell and J.W.D. Grootwassink. 1988. Improved feeding value of Saskatchewan-grown barley for chickens with dietary enzyme supplementation. Can. J. Anim. Sci. 68: 1253-1259.
6. Farrell, D. J. 1978. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. Br. Poult. Sci. 19: 303-308.
7. Farrell, D. J. E. Thomson, J. J. Dupreez and J. P. Hayes. 1991. The estimation of endogenous excreta and the measurement of metabolisable energy in poultry feedstuffs using four feeding systems, four assay methods and four diets. Br. Poult. Sci. 32: 483-499.
8. Farrell, D. J. 1999. *In vivo* and *in vitro* techniques for the assessment of the energy content of feed grains for poultry: a review. Aust. J. Agric. Res. 50: 881-888.
9. Fenton, T. and M. Fenton. 1979. Determination of chromic oxide in feed and feces. Can. J. Anim. Sci. 58: 631-635.
10. Fuente, J. M. 1995. Effects of dietary enzyme on metabolizable energy of diets with increasing levels of barley fed to broilers at different ages. Anim. Feed. Sci. Technol. 56: 45-53.
11. Gohl, B. and S. Thomke. 1976. Digestibility coefficients and metabolizable energy of barley diets for layers as influenced by geographical area of production. Poult. Sci. 55: 2369-2374.
12. Graham, h. and P. Aman. 1991. Nutrition aspects of dietary fibers. Anim. Feed Sci. Technol. 32:143-158.
13. Hartel, H. 1986. Influence of food input and procedure of determination on metabolizable energy and digestibility of a diet measured with young and adult birds. Br. Poult. Sci. 27: 11-39.
14. March, B. E. and J. Biely. 1973. Chemical, physical and nutritional characteristics of different samples of wheat. Can. J. Anim. Sci. 53: 569-577.
15. McNab, J. M. and J. C. Blair. 1988. Modified assay for true and apparent metabolizable energy based on tube feeding. Br. Poult. Sci. 29: 697-707.
16. National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Domestic Animals: Nutrient Requirements of Poultry. No. 19th Revised Edit. National Research Council, Washington.
17. Rossnagel, B.G., B.L. Harvey and R.S. Bhatti. 1983. Scout hullless barley. Can. J. Plant. Sci. 63:751-752.
18. SAS: User's guide: Statistics. 1992. Version 6.4., Vol. 2, S.A.S Institute Cary, NC.
19. Scott, T.A. et al. 1998. A broiler chick bioassay for measuring the feeding value of wheat and barley in complete diets. Poult. Sci. 77:449-455.
20. Scott, T.A. and F. Boldaji. 1997. Comparison of inert markers [chromic oxide or insoluble ash (celite)] for determining apparent metabolizable energy of wheat-of barley based broiler diets with or without enzymes. Poult. Sci. 79:594-98.
21. Sibbald, I.R. 1982. Measurement of bioavailable energy in poultry feedings stuffs: A review. Can. J. Anim. Sci. 62:983-1048.
22. Sibbald, I.R. 1986. The TME system of feed evaluation: Methodology feed composition data and bibliography. Research Branch Contribution 86-4E. Anim. Res. Center, Canada.
23. Svihus, B., M. Gullard. 2002. Effect of chemical content and physical characteristics on nutritional value of wheat, barley and oats for poultry. Anim. Feed Sci. Technol. 102:71-92.

24. Ten Boeschate, R.A.H.M., C. W.Scheele, V.V. A.M. Schreurs and J.D.Van Der Klis. 1993. Digestibility studies in broiler chickens: Influence of genotype, age, sex and method of determination. *Br. Poult. Sci.* 34:131-146.
25. Tillman, P.B. and P.W. Waldroup. 1988. Assessment of extruded grain amaranth as a feed ingredient for broilers, 1- Apparent ME Values. *Poult. Sci.* 67: 641-646.
26. Villamide. M.J., J. M. Fuente, P. Preez and A. Flores. 1997. Energy evaluation of eight barley cultivars for poultry, Effect of dietary enzyme addition. *Poult. Sci.* 76: 834-40.
27. Vohra, P. 1972. Evaluation of metabolizable energy for poultry. *World's Poult. Sci.* 29: 204-214.
28. Yaghubfar, A. 2001. Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolisable energy value of maize. *Br. Poult. Sci.* 42:350-353.