مجله علوم دامی ایران
دوره ۴۴، شماره ۲، ۱۳۹۲ (۱۹۵-۱۸۷)

تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و حقیقی تفاله چغندر قند در شترمرغ با استفاده از دو روش جمع آوری کل فضولات و معرف اکسید کروم

مجتبی ایاز[1*]، محمود شیوازاد[2]، محمد حسین شهیر [1]، علی حاجی بابایی [3] و سید عبداله حسینی[4]
۱، به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه زنجان
۲، استاد گروه علوم دامی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران
۳، دانشجوی دوره دکتری دانشگاه پرتوریای آفریقای جنوبی
۴، استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۲۲ - تاریخ تصویب: ۹۲/۴/۸)

چکیده

هدف از انجام این تحقیق تعیین مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری و ظاهری تصحیح شده بر حسب نیتروژن (AME و AME_n) و همچنین مقدار انرژی قابل متابولیسم حقیقی و حقیقی تصحیح شده بر حسب نیتروژن (TME و TME_n) تفاله چغندر قند در شترمرغ های نر ۳ ماهه بود. تفاله چغندر قند در سطوح صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۰ درصد در جیره پایه جایگزین شد. در تعیین AME و AME_n با استفاده از معرف، تفاله چغندر قند تنها در سطح ۴۰ درصد در جیره پایه جایگزین گردید. به منظور انجام این آزمایش در روش جمع آوری کل فضولات و روش استفاده از معرف به ترتیب از ۱۶ و ۸ قطعه جوجه شترمرغ ۳ ماهه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار استفاده شد. اندازه گیری مقدار AME تفاله چغندر قند به دو روش خورانیدن معرف اکسید کروم و جمع آوری کل فضولات انجام شد که مقادیر به دست آمده برای این دو روش در سطح ۴۰ درصد به ترتیب ۲۳۸ ± ۳۱۹۹ و ۹۵ ± ۲۹۰۲ کیلوکالری بر کیلوگرم بود. مقدار AME_n در دو روش مذکور در سطح ۴۰ درصد به ترتیب ۲۱۴ ± ۳۱۲۵ و ۸۶ ± ۲۷۹۸ کیلوکالری بر کیلوگرم برآورد گردید. اندازه گیری مقدار TME و TME_n تفاله چغندر قند در این آزمایش با استفاده از مقادیر سطوح مختلف ماده آزمایشی توسط روش رگرسیونی به ترتیب ۳۲۱۵ و ۳۱۳۴ کیلوکالری بر کیلوگرم به دست آمد. نتایج حاصله نشان داد که اعداد مربوط به AME و TME و اشکال تصحیح شده آن ها براساس نیتروژن که در جداول احتیاجات مرغ ارائه شده اند بسیار پایین تر از اعداد انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی به دست آمده در شترمرغ است و برای مراحل ابتدایی رشد شترمرغ قابل استفاده نبوده و لذا تعیین انرژی قابل متابولیسم اقلام خوراکی مورد استفاده در تغذیه برای شترمرغ الزامی می باشد.

واژه های کلیدی: انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و حقیقی، تفاله چغندر قند، شترمرغ

مقدمه

کمبود منابع خوراک دام در کشور یکی از موانع مهم در افزایش فرآورده های دامی محسوب می شود و لذا ایجاد منابع ارزان و جدید به منظور تغذیه دام ضروری است. برای جبران کمبود مواد خوراکی در دسترس، پژوهش در زمینه تولید مواد خوراکی جهت مصرف دام و طیور

* نویسنده مسئول: مجتبی ایاز تلفن: ۰۹۳۷۲۵۰۷۹۷۴ E-mail: Mojtaba.ayaz@gmail.com

جزء اولویت های بخش دامپروری می باشد. استفاده موثر از فرآورده های فرعی صنایع غذایی به عنوان خوراک دام به ترکیب مواد مغذی موجود در آن ها در مقایسه با نیازهای دام بستگی دارد. عامل مهم دیگر، مقرون به صرفه بودن این فرآورده ها جهت استفاده از آن به عنوان خوراک دام است. تفاله چغندر قند فرآورده فرعی کارخانجات قند است که حاوی مقدار زیادی الیاف خام است. فیبر تفاله چغندر قند از پکتین، سلولز و همی سلولز به مقادیر تقریباً برابر تشکیل شده است. مقدار لیگنین در تفاله کم بوده و به همین علت قابلیت هضم آن بالا است (Bhattacharya et al., 1971). تفاله چغندر به عنوان منبع انرژی در تغذیه دام مطرح است و مقدار پروتئین خام آن در مقایسه با مکمل های پروتئینی پایین می باشد. به عبارت دیگر، وجود کربوهیدرات های ساختمانی و مقادیر زیاد الیاف خام در تفاله چغندرقند، عمدتاً آن را به عنوان یک خوراک انرژی زا در جیره دام مطرح ساخته است و حتی در بعضی بررسی ها تفاله چغندر قند هم سطح با دانه های غلات معرفی گردیده است (Bhattacharya et al., 1971).

در ایران تولید تفاله چغندر قند به بیش از ۳۰۰ هزار تن در سال می رسد (Mirzaei-Aghsaghali et al., 2011). پیشنهاد شده که ترکیب یونجه به همراه تفاله چغندر قند توانایی مناسبی برای بهبود قابلیت هضم و دسترسی مواد مغذی کل جیره به وجود می آورد (Murray et al., 2005). در صنعت نوپای پرورش شترمرغ حدود۸۰-۷۰ ٪ کل هزینه های تولیدی را هزینه های خوراک در بر می گیرد (Brand, 2003). شترمرغ بعنوان یک علفخوار تک معده ای شناخته شده است. دستگاه گوارش شترمرغ مشابه سایر علفخواران تک معده ای نظیر الاغ، اسب و خرگوش می باشد. در بررسی که بر روی شترمرغ های وحشی در آفریقای جنوبی در هنگام مصرف خوراک صورت گرفت مشخص گردید که شترمرغ ها گیاهان حاوی مقادیر بالای چربی، اسید های فنولیک، تانین و اگزالات را مصرف نمی کنند اما در عوض به طور غالب از علف های پهن برگ و گندمیان تازه و برگ های رشد یافته گندمیان و همچنین از شاخه های کوچک، گل ها، برگ ها و میوه ها تغذیه می کنند البته بخشی از جیره غذایی آن ها را نیز حشرات تشکیل می دهند که بیشتر به عنوان تامین کننده پروتئین جیره نقش دارند (Milton et al., 1993). این رژیم غذایی در طبیعت به وضوح بیانگر این مسئله است که شترمرغ یک علف خوار تک معده ای است که قابلیت استفاده از اسیدهای چرب فرار تولید شده در قسمت انتهای دستگاه گوارش را دارد. شترمرغ به مانند سایر حیوانات تک معده ای، فاقد آنزیم سلولاز برای هضم اجزاء فیبر گیاهان است و برای استفاده از منابع فیبر گیاهی متکی به تخمیرات میکروبی است (Swart et al., 1993). این امر مستلزم سرعت عبور آهسته مواد هضمی و وجود بخشی از دستگاه گوارش است که میکروب ها و باکتری ها بتوانند در آن جا تشکیل کلونی داده و تکثیر شوند. بدون شک شترمرغ در بین پرندگان بهترین تخمیرات فیبر را در بخش های پایین تر دستگاه گوارش دارد. Swart (1988) پیشنهاد کرد که انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی اندازه گیری شده برای طیور در فرموله کردن جیره برای شترمرغ ها منجر به برآوردی اشتباه از انرژی قابل متابولیسم حقیقی اجزاء خوراکی برای شترمرغ می شود. Cilliers (1994) هم زمان از خروس های بالغ نیز برای مقایسه میان انرژی قابل متابولیسم حاصل از مواد خوراکی آزمایشی برای شترمرغ و طیور استفاده نمود. این محقق TME_n نوزده ماده خوراکی برای شترمرغ را از طریق روش رگرسیونی محاسبه و با TME_n به دست آمده برای خروس ها مقایسه نمود. پس از انجام این آزمایشات، انرژی قابل متابولیسم دو ماده خوراکی دیگر شامل کنجاله کانولا و دانه کامل کانولا برای شترمرغ نیز توسط Brand.et al. (2000a) اندازه گیری گردید. Cilliers.et al. (1999) بر اساس اندازه گیری های TME_n مواد خوراکی بر روی شترمرغ های ۶ ماهه و بالغ یک مدل خطی برای محاسبه TME_n مواد معمول خوراکی (ذرت، کنجاله سویا، سبوس گندم و پودر ماهی) در شترمرغ با استفاده از اطلاعات به دست آمده برای طیور را پیشنهاد نمودند:

$$TME_n \text{ شترمرغ} = ۶/۳۵ + ۰/۶۴۵\ TME_n \text{ طیور}$$

Brand.et al. (2000b) نیز مدل هایی برای تخمین انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی در شترمرغ با

استفاده از اطلاعات موجود برای نشخوارکنندگان و طیور پیشنهاد نمودند:

طیور TME_n (Mj/Kg) = ۹/۹۳۶ + ۰/۳۲۶ TME_n شترمرغ

نشخوارکنندگان ME ۰/۷۰۶ + ۵/۹۴۰ = TME_n (Mj/Kg) شترمرغ

این مدل ها ابزار مفیدی برای تخمین مقادیر انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی برای شترمرغ با استفاده از اطلاعات موجود برای نشخوارکنندگان و مرغ می باشد. همچنین Brand (2003) معادلاتی را در رابطه با اندازه گیری TME درشترمرغ های ۶ ماه به بالا با استفاده از مقادیر فیبر خام، فیبر نا محلول در شوینده خنثی (NDF) و فیبر نا محلول در شوینده اسیدی (ADF) برای برخی مواد خوراکی (یونجه، دانه کامل کانولا، کنجاله کانولا و ذرت) ارائه داد که به ترتیب زیر می باشند :

شترمرغ TME_n (Mj/Kg) = ۱۵/۸۸۳ - ۰/۱۳۱ CF
شترمرغ TME_n (Mj/Kg) = ۱۶/۸۴۱ - ۰/۱۰۶ NDF
شترمرغ TME_n (Mj/Kg) = ۱۵/۹۱۰ - ۰/۱۰۶ ADF

اغلب مطالعات در زمینه تعیین انرژی قابل متابولیسم خوراک های شترمرغ بر روی پرندگان ۷ ماه به بالا صورت گرفته و این در حالی است که اطلاعات چندانی در خصوص TME_n مواد خوراکی در شترمرغ های جوان در دسترس نیست. در گونه مرغ نیز مشخص گردیده که مقادیر ME مواد خوراکی حاوی سطوح بالای فیبر، چربی و پلی ساکارید غیر نشاسته ای برای جوجه های گوشتی، نیمچه ها و پرندگان بالغ متفاوت است (Farrel et al., 1991). به همین دلیل تحقیقات بیشتری برای ارزیابی انرژی قابل متابولیسم و مخصوصاً TME_n صحیح اجزاء خوراکی به ویژه برای جوجه های شترمرغ لازم می باشد.

مواد و روش ها

حیوانات آزمایشی

دو آزمایش جهت برآورد AME و AME_n انجام شد. در آزمایش اول از ۱۶ قطعه شترمرغ نر ۳ ماهه در ۴ گروه با ۴ تکرار به روش جمع آوری کل فضولات استفاده گردید و از داده های حاصل از این روش TME و TME_n نیز برآورد گردید. در آزمایش دوم که با استفاده از نشانگر اکسید کروم انجام شد از ۸ قطعه شترمرغ نر ۳ ماهه در ۲ گروه با ۴ تکرار استفاده گردید.

با توجه به تفاوت نژادی شترمرغ های مولد که شامل دو گروه گردن سیاه و گردن آبی می باشند از جوجه های حاصل از هیبرید این دو نژاد استفاده گردید و سعی شد تا تمامی جوجه ها دارای والدین و زمان هچ یکسان و حداقل اختلاف وزنی باشند تا خطا در آزمایش کاهش یابد. در خلال این آزمایش پرندگان به صورت انفرادی و در قفس هایی به ابعاد ۱/۲۰×۱×۲ متر نگهداری شدند. به منظور جمع آوری فضولات، کف قفس ها دارای توری هایی با روزنه های ۳×۳ سانتی متر و با فاصله ۳۵ سانتی متر از کف زمین بود. اطراف قفس ها نیز با استفاده از فنس های گابیونی با روزنه های ۶×۶ سانتی متر پوشیده شد.

ماده مورد آزمایش و جیره های آزمایشی

برای تعیین TME و TME_n به روش رگرسیونی، تفاله چغندر قند در ۴ سطح در جیره پایه جایگزین شد. نسبت جایگزینی ماده خوراکی آزمایشی و جیره پایه به ترتیب عبارتند از (تفاله چغندر قند/جیره پایه):

۰ : ۱۰۰ ، ۱۵ : ۸۵ ، ۳۰ : ۷۰ و ۴۰ : ۶۰

برای برآورد AME و AME_n تفاله چغندر قند با استفاده از دو روش جمع آوری کل فضولات و نشانگر اکسید کروم فقط از سطح ۴۰ درصد جایگزینی جیره پایه استفاده شد.

با توجه به این که منبع واحدی از جداول احتیاجات غذایی برای شترمرغ ها وجود ندارد و هنوز تحقیقات تکمیلی در دنیا در دست بررسی است لذا جیره غذایی پایه شترمرغ ها براساس منابع علمی نظیر Cilliers (1994) استخراج شد و توسط نرم فزار (UFFDA) تنظیم گردید.

ترکیب خوراک پایه شترمرغ ها در جدول ۱ آورده شده است. به منظور عادت پذیری پرندگان با جیره های آزمایشی هفت روز پیش از انجام آزمایش، پرندگان هر تیمار با جیره های آزمایشی مربوطه در قفس های انفرادی بصورت ۳ وعده در روز تغذیه شدند.

دو روز انتهایی دوره عادت پذیری جهت ثبت مصرف خوراک و جمع آوری خوراک در نظر گرفته شد.

ثبت میزان مصرف خوراک

پس از طی دوره عادت پذیری، پرنده ها در قفس های انفرادی، مقدار ۱ کیلوگرم خوراک مربوط به هر تیمار به مدت یک ساعت در اختیار هر واحد آزمایشی (شترمرغ) قرار داده شده و پس از گذشت این زمان خوراک باقیمانده از دسترس پرندگان جمع آوری و توزین شد (Farrel, 1978). در روش استفاده از معرف نیز ۴ تکرار این تیمار به مدت ۴ روز با جیره مخلوط ۶۰ درصد پایه و ۴۰ درصد تفاله چغندر قند تغذیه شدند و مدفوع آن ها به مدت ۲ روز جمع آوری شد (Potter et al., 1960). هم چنین مقادیری از خوراک نیز که توسط پرنده به اطراف پراکنده شده بود از طریق پهن کردن سفره هایی به زیر دانخوری ها جمع آوری و توزین گردید و از این طریق مقدار خوراک خورده شده توسط پرنده در ظرف مدت معین اندازه گیری گردید.

جدول ۱- ترکیب جیره پایه

اجزاء جیره	درصد
ذرت	۵۰
یونجه	۴
کنجاله سویا	۳۶/۶۴
سبوس	۲/۴
پودر چربی	۱/۲
نمک	۰/۴۵
دی کلسیم فسفات	۱/۶۹
کربنات کلسیم	۲/۳۷
در ال متیونین	۰/۱۵
ال لایزین هیدرو کلراید	۰/۰۵
مکمل ویتامینی و معدنی	۱
ویتامین E و سلنیوم	۰/۰۵
ترکیب مواد مغذی	
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۶۶۲
پروتئین خام (درصد)	۲۰/۵
چربی خام	۳/۵۴
فیبر خام	۵
کلسیم	۱/۴۵
فسفر	۰/۴۶
سدیم	۰/۲

جمع آوری فضولات

به منظور جمع آوری دقیق فضولات از نایلون هایی با وزن مشخص در زیر قفس هر پرنده استفاده گردید. پس از خوراک دهی به مدت ۱ ساعت، خوراک باقی مانده از دسترس پرندگان خارج شد و ظروف خوراک جمع آوری گردید. سپس در پایان هر ۲۴ ساعت نایلون ها جمع آوری و از نایلون های جدید در زیر قفس استفاده شد. مدت زمان تعیین شده جهت جمع آوری فضولات ۴۸ ساعت در نظر گرفته شد. فضولات جمع آوری شده به همراه نایلون ها بلافاصله توزین و پس از کسر وزن نایلون ها از آن ها جهت آنالیزهای بعدی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد منجمد گردیدند.

آنالیزهای آزمایشگاهی

نمونه های ذخیره شده در فریزر برای اندازه گیری ماده خشک، خاکستر، نیتروژن و عصاره اتری توسط روش های استاندارد AOAC (1990) به آزمایشگاه تغذیه مرکز تحقیقات علوم دامی کشور منتقل گردید. انرژی خام نمونه های خوراک و فضولات توسط بمب کالری متر مدل گالن کمپ اندازه گیری شد. نیتروژن نمونه ها با استفاده از روش کلدال اندازه گیری گردید. مقدار اکسید کروم نمونه ها با استفاده از روش هضمی و استفاده از اسپکترو فتومری اندازه گیری شد (Fenton & Fenton, 1979).

از فرمول های زیر برای محاسبه انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده بر حسب نیتروژن جیره پایه و جیره آزمایشی با استفاده از روش جمع آوری کل فضولات استفاده شد(Sibbald, 1989):

$$AME(Kcal/kg) = [(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e) / F_i]$$

F_i : مقدار خوراک مصرفی (گرم)

E : کل فضولات (گرم)

GE_f : انرژی خام یک گرم خوراک (کیلوکالری)

GE_e : انرژی خام یک گرم فضولات (کیلوکالری)

$$AME_n(Kcal/kg) = [(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e) - (NR \times K) / F_i]$$
$$NR = (F_i \times N_f) - (E \times N_e)$$

N_f : درصد نیتروژن خوراک (گرم)
N_e : درصد نیتروژن فضولات (گرم)
K : ۸/۲۲ کیلوکالری به ازای هر گرم نیتروژن

AME و AME_n ماده خوراکی آزمایشی با استفاده از روش معرف اکسید کروم توسط فرمول های زیر محاسبه شدند (Potter et al., 1960):

$$AME(Kcal/kg) = GE_{diet} - [\, GE_{excreta} \times (Marker_{diet} / Marker_{excreta})]$$

$$AME_n(Kcal/kg) = GE_{n\ diet} - [\, GE_{n\ excreta} \times (Marker_{diet} / Marker_{excreta})]$$

GE_{diet}: انرژی خام جیره آزمایشی
$GE_{n\ diet}$: انرژی خام تصحیح شده بر حسب نیتروژن جیره آزمایشی
$GE_{excreta}$: انرژی خام فضولات
$GE_{n\ excreta}$: انرژی خام تصحیح شده بر حسب نیتروژن فضولات
$Marker_{diet}$: غلظت معرف در جیره آزمایشی
$Marker_{excreta}$: غلظت معرف در فضولات

دو فرمول ذکر شده در هر دو روش جمع آوری کل فضولات و استفاده از معرف، یک بار برای تعیین AME و AME_n جیره پایه و یک بار نیز برای جیره آزمایشی استفاده شدند. برای تعیین انرژی قابل متابولیسم تفاله چغندر قند از هر دو اعداد به دست آمده جیره پایه و جیره آزمایشی در قالب فرمول زیر استفاده شد:

$$AME_n(Kcal/kg) = A_b - [(A_b - A_t)/ P]$$ ماده خوراکی آزمایشی

A_b ; AMEn جیره پایه (کیلوکالری بر کیلوگرم)
A_t : AMEn جیره آزمایشی (کیلوکالری بر کیلوگرم)
P : درصد ماده خوراکی آزمایشی که در جیره پایه جایگزین شده است

با رسم منحنی AME یا AME_n جیره های حاوی نسبت های مختلف تفاله چغندر قند در جیره پایه، معادله رگرسیونی انرژی متابولیسمی در مقابل سطوح مختلف چغندر قند به دست می آید که از روی آن می توان انرژی متابولیسمی تفاله را محاسبه کرد.

TME مواد آزمایشی توسط آنالیزهای رگرسیونی چند گانه با استفاده از داده های حاصل از روش جایگزینی که توسط Guillaume & Summers (1970) و Mc Nab (1990) ابداع گردید، محاسبه شد:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Y: انرژی خام کل مواد دفعی
X_1: انرژی خام مصرفی از جیره پایه
X_2: انرژی خام مصرفی از جیره آزمایشی
a: اتلاف انرژی داخلی (اندوژنوس)
b_1: درصدی از انرژی خام جیره پایه که در مدفوع ظاهر می شود
b_2: درصدی از انرژی خام ماده خوراکی آزمایشی که در مدفوع ظاهر می شود

$TME = GE$ جیره پایه $(1 - b_1)$ جیره پایه
$TME = GE$ ماده خوراکی آزمایشی $(1 - b_2)$ ماده خوراکی آزمایشی

در این روش نیازی به پرندگان گرسنه جهت تعیین اتلاف انرژی اندوژنوس وجود ندارد و میزان آن با استفاده از ضریب a در معادله فوق تعیین می گردد. همچنین با استفاده از روش رگرسیونی می توان مقدار نیتروژن اندوژنوسی را محاسبه کرد در صورتی که فرضیات زیر در فرمول جای گیرند:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Y: کل نیتروژن دفعی به شکل فضولات
X_1: نیتروژن مصرفی از جیره پایه
X_2: نیتروژن مصرفی از جیره آزمایشی
a: نیتروژن دفعی داخلی (اندوژنوس)
b_1: درصدی از نیتروژن جیره پایه که در مدفوع ظاهر می شود
b_2: درصدی از نیتروژن ماده خوراکی آزمایشی که در مدفوع ظاهر می شود

$RN = N$ جیره پایه $(1 - b_1)$ جیره پایه
$RN = N$ ماده خوراکی آزمایشی $(1 - b_2)$ ماده خوراکی آزمایشی

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

داده های حاصل از دو روش جمع آوری کل فضولات و روش اکسید کروم جهت اندازه گیری اشکال انرژی قابل متابولیسم (AME، AME_n، TME و TME_n) به طور جداگانه و در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS 9.1 (2003) مورد تجزیه و تحلیل

قرار گرفت. مقایسه میانگین توسط آزمون چند دامنه دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

آنالیز تقریبی تفاله چغندر قند در جدول ۲ قابل مشاهده است. انرژی قابل متابولیسم ظاهری تفاله چغندر قند در سطح ۴۰ درصد با استفاده از هر دو روش جمع آوری کل فضولات و معرف اکسید کروم و همچنین انرژی قابل متابولیسم حقیقی با استفاده از روابط رگرسیونی و با استفاده از اعداد حاصل از هر ۳ سطح آزمایشی (۱۵ ، ۳۰ و ۴۰ درصد) محاسبه گردیدند که در جداول (۳ و۴) آورده شده اند. انرژی قابل متابولیسم ظاهری بدست آمده برای تفاله چغندرقند با استفاده از روش اکسید کروم و جمع آوری کل فضولات در سطح ۴۰ درصد به ترتیب ۳۱۹۹ و ۲۹۰۲ کیلوکالری در کیلوگرم به دست آمد که با یافته های Cilliers (1994) مطابقت داشت.

جدول ۲- آنالیز تقریبی ماده خوراکی آزمایشی بر اساس ماده خشک

ماده خوراکی	ماده خشک	پروتئین خام ٪	الیاف خام ٪	خاکستر ٪	چربی خام ٪	انرژی خام (Kcal/Kg)
تفاله چغندر قند	۹۴/۷۱	۱۰/۱۱	۱۸	۵/۶	۰/۲۵	۴۰۷۰

جدول ۳- مقادیر انرژی قابل متابولیسم ظاهری، ظاهری تصحیح شده بر حسب نیتروژن به دست آمده برای تفاله چغندر قند با استفاده از روش جمع آوری کل فضولات و معرف اکسید کروم

سطح ماده خوراکی آزمایشی	AME(Kcal/Kg)		AME_n(Kcal/Kg)	
	اکسید کروم	کل فضولات	اکسید کروم	کل فضولات
تفاله چغندر قند در سطح ۴۰٪ جایگزینی	۳۱۹۹±۲۳۸	۲۹۰۲±۹۵	۳۱۲۵±۲۱۴	۲۷۹۸±۸۶

این محقق مشاهده نمود که انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی فیبری در شترمرغ ها در مقایسه با مرغ و سایر ماکیان افزایش قابل ملاحظه ای نشان می دهد. انرژی قابل متابولیسم تفاله چغندر قند در آزمایشی که توسط Daghirr (1975) بر روی مرغ تخمگذار صورت گرفت ۸۲۰ کیلوکالری بر کیلوگرم برآورد گردید. در همین بررسی مشخص گردید که تفاله چغندر قند حتی در سطح ۱۰ درصد نیز می تواند باعث کاهش تولید در مرغ تخمگذار گردد. این مسئله را می توان با عدم توانایی مرغ در استفاده از فیبر و پکتین موجود در تفاله چغندر قند مرتبط دانست. تفاله چغندر قند دارای فیبر بالایی است که مرغ توانائی هضم این ساختارهای پلی ساکاریدی غیر نشاسته ای را ندارد. مقدار فیبر موجود در تفاله چغندر قند در این آزمایش ۱۸ درصد بود. طبق گزارشات Bovera.et al., (2006a,b) فیبر موجود در تفاله چغندر قند عمدتاً شامل پکتین ها، سلولز، همی سلولز و آرابان ها است که بخش اعظم آن ها در دستگاه گوارش شترمرغ قابل هضم است. Swart.et al (1993) قابلیت هضم همی سلولز و سلولز در شترمرغ هایی با وزن ۵۰-۴۲ کیلوگرم (۲۱۰ روزه) به ترتیب ۶۶/۲ و ۳۹/۳ درصد و قابلیت هضم NDF را ۴۵/۶ درصد گزارش کرده اند. پیش از آن نیز Swart (1988) قابلیت هضم NDF در شترمرغ های بالغ را ۶۳ درصد گزارش کرده بود. Angel (1996) قابلیت هضم NDF را با تغییر سن در شترمرغ ها بررسی نمود و مشاهده کرد که برای جوجه شتر مرغ های ۳ هفته تنها ۶/۵ درصد NDF موجود در خوراک قابل هضم است در حالی که این مقدار برای شتر مرغ های ۳۰ ماهه ۶۱/۷ درصد بود. درمقابل مرغ تنها ۱۰-۱ درصد توانایی هضم فیبر را در دستگاه گوارش خود دارد (Sturkie, 1976). تفاوت های آناتومیک و فیزیولوژیک دستگاه گوارش شترمرغ در مقایسه با مرغ نظیر طول بیشتر سکوم شترمرغ (تا۷۰ سانتی متر) امکان تخمیر ساختارهای فیبری در بخش انتهایی دستگاه گوارش و استفاده از انرژی موجود در فیبر مواد خوراکی را به شترمرغ می دهد. این مسئله باعث شده که شترمرغ به عنوان یک علفخوار تک معده

ای شناخته شود. بر اثر تخمیرات میکروبی در بخش های مختلف دستگاه گوارش تک معده ای های علفخوار، اسیدهای چرب زنجیر کوتاه نظیر استات، پروپیونـات، بوتیـرات، ایزوبوتیـرات، والرات، ایزووالـرات و ۲-متیل بوتیرات از فیبر جیره تولید می شوند. مشابه همین تخمیرات به طور گسترده تری در دستگاه گوارش نشخوار کنندگان صورت می گیرد.

جدول ۴- مقادیر انرژی قابل متابولیسم حقیقی و حقیقی تصحیح شده بر حسب نیتروژن با استفاده از روابط رگرسیونی

خوراک	اجزاء معادلات رگرسیونی	TME(Kcal/Kg)	TME_n(Kcal/Kg)
جیره پایه		۲۵۳۲	۲۴۵۰
تفاله چغندر قند		۳۲۱۵	۳۱۳۴
	انرژی اندوژنوس	۲۱±۱۷۴	
	انرژی اندوژنوس تصحیح شده بر حسب نیتروژن		۳۵±۱۵۳
	b_1	۰/۳۸±۰/۰۹	۰/۴±۰/۰۸
	b_2	۰/۲۱±۰/۲۴	۰/۲۳±۰/۲۱
	R^2	۰/۶۹	۰/۷۶
	P value	۰/۰۱۷	۰/۰۰۷

اعداد مربوط به اجزاء معادلات رگرسیونی مربوط به محاسبه TME و TMEn در زیر ستون مربوط به هر یک ذکر شده اند.

استات مهمترین اسید چرب فرار تولید شده ناشی از تخمیر فیبر در دستگاه گوارش شترمرغ است و نشان دهنده مقدار بالای تخمیرات بخش دیواره سلول گیاهی مواد خوراکی در دستگاه گوارش پرنده است (Swart et al., 1993). استات، پروپیونات و بوتیرات اسیدهای چرب زنجیره کوتاه اصلی هستند که در نشخوارکنندگان جذب می شوند و برای تامین انرژی مورد استفاده قرار می گیرند، مقدار اسیدهای چرب زنجیره کوتاه در نشخوارکنندگان تا ۸۰ درصد و در تک معده ای های علفخوار ۴۰-۳۰ درصد از انرژی مورد نیاز روزانه را تشکیل می دهد (Cilliers, 1994). گزارش شده که تولید اسید های چرب کوتاه زنجیر در بخش انتهایی دستگاه گوارش شتر مرغ های با وزن ۷ و ۴۶ کیلوگرم به ترتیب ۵۲ و ۷۶٪ انرژی قابل متابولیسم مصرفی روزانه را تأمین می کند (Musara, 2003).

تفاله چغندر قند حاوی ۲۵-۱۵ درصد اسید پکتیک است که از زیر واحدهای اسید گالاکتورونیک تشکیل شده است. اسید گالاکتورونیک پس از تخمیرات باکتریایی در دستگاه گوارش شترمرغ به اسید استیک تبدیل و سپس جذب می شود. تفاله چغندر قند هم چنین حاوی حدود ۷ درصد قند (مونوساکاریدها و الیگوساکاریدها) است و شترمرغ می تواند علاوه بر فیبر موجود در آن از قند موجود در آن نیز به منظور منبع انرژی استفاده نماید.

انرژی قابل متابولیسم تفاله چغندر قند در نشخوارکنندگان ۳۰۲۰ کیلوکالری بر کیلوگرم برآورد گردیده است (NRC, 1989) که اختلاف قابل ملاحظه ای با اعداد حاصله در این آزمایش در ارتباط با شترمرغ ندارد (جدول۵). به نظر می رسد شباهت جمعیت میکروبی دستگاه گوارش در شترمرغ و نشخوارکنندگان و محصولات تخمیری تولیدی توسط آنها و هچنین توانایی مشابه این حیوانات در استفاده از منابع فیبری دلیل نزدیک بودن مقادیر انرژی قابل متابولیسم تفاله چغندر قند در آن ها باشد. یافته های Matsui.et al. (2009) این موضوع را مورد تایید قرار می دهند. این محققین اظهار داشتند که شترمرغ با داشتن باکتری های فیبرولایتیک در قسمت انتهایی دستگاه گوارش توانایی بالایی در تخمیر فیبر رژیم غذایی دارد. Swart (1988) غلظت اسید های چرب فرار پیش معده و سنگدان شترمرغ را به ترتیب ۱۵۸/۸ و ۱۳۹/۳ میلی مول گزارش کرده اند. این محققین مشاهده نمودند که روده کوچک شترمرغ دارای سطوح پائینی از اسید های چرب فرار (۶۷-۶۵ میلی مول) است درحالی که غلظت آن در بخش انتهائی دستگاه گوارشی افزایش می یابد.

غلظت اسیدهای چرب فرار در سکوم شترمرغ ۱۴۱ میلی مول و در بخش قدامی رکتوم ۱۹۵-۱۷۱ میلی مول برآورد گردید. در آزمایشی که توسط Bovera.et al. (2006a) صورت گرفت قابلیت هضم تفاله چغندر قند به روش تولید گاز در محیط آزمایشگاهی ۸۰/۷۸ درصد به دست آمد که در مقایسه با یونجه (۵۵/۵ درصد) تفاوت معنی داری داشت و همچنین میزان تولید گاز و سرعت هضم آن با جو تفاوت معنی داری نداشت. بالاتر بودن قابلیت هضم تفاله چغندر قند در مقایسه با یونجه را می توان با وجود کربوهیدرات های محلول بیشتر در تفاله چغندر قند در مقایسه با یونجه مرتبط دانست. همچنین در این بررسی مشخص گردید که تفاله چغندر قند در محیط تخمیر، pH برابر ۶/۳۶ تولید می کند که محیط مناسبی جهت رشد باکتری های سلولولایتیک است. در آزمایشی دیگری که توسط Bovera.et al. (2006b) انجام شد، میزان تولید اسیدهای چرب فرار حاصل از تخمیر میکروبی تفاله چغندر قند در آزمایشگاه با روش تولید گاز با استفاده از عصاره حاصل از سکوم و مدفوع شترمرغ اندازه گیری شد. میزان استات، پروپیونات، بوتیرات و کل اسید های چرب فرار در این آزمایش به ترتیب ۴۸/۹، ۲۱/۵، ۴/۳۶ و ۷۵/۲۹ میلی مول در لیتر به دست آمد. این مسئله موید توانایی شترمرغ در استفاده از فیبر موجود در مواد خوراکی مشابه با نشخوارکنندگان است. در گذشته تفاله چغندر قند در تغذیه خوک ها به عنوان غذائی با الیاف بسیار بالا در نظر گرفته می شد ولی مطالعات اخیر نشان داده که قابلیت هضم الیاف موجود در تفاله چغندر قند، حتی در خوک های جوان بالا و حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد است.

Gebbink.et al. (1999) با آزمایشی بر روی خوک ها مشاهده نمودند که با اضافه کردن تفاله چغندر قند به میزان ۱۰ درصد در جیره به صورت جایگزین با ذرت، تولید اسید پروپیونیک در انتهای دستگاه گوارش از ۱۶/۱ میلی مول در لیتر در جیره شاهد به ۲۱/۴ میلی مول در لیتر در جیره حاوی تفاله چغندر قند رسید. این محققین این مسئله را مرتبط با تخمیر پکتین موجود در تفاله چغندر قند دانستند. مسئله فوق الذکر می تواند در شترمرغ به عنوان یک تک معده ای علفخوار نیز مصداق داشته باشد.

جدول۵- مقایسه مقادیر انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر حسب نیتروژن تفاله چغندر قند در شترمرغ و نشخوار کنندگان

نوع حیوان	AME
نشخوار کنندگان (Kcal/Kg)	۳۰۲۰
شترمرغ ۳ ماهه با روش اکسید کروم (Kcal/Kg)	۳۱۹۹
شترمرغ ۳ ماهه با روش جمع آوری کل فضولات (Kcal/Kg)	۲۹۰۲

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، بالا بودن میزان انرژی قابل دسترس تفاله چغندر قند در شترمرغ بیانگر این موضوع است که از این ماده خوراکی می توان همانند سایر منابع مرسوم تامین کننده انرژی نظیر ذرت و جو در جیره های شترمرغ استفاده نمود. با توجه به فراوانی و قابل دسترس بودن این ماده خوراکی در سراسر کشور استفاده از این ماده خوراکی در رژیم غذایی گله های شترمرغ توصیه می گردد. جهت تشریح صحیح بودن هر یک از این دو روش اندازه گیری انرژی متابولیسمی باید آزمایشی با اعداد به دست آمده طراحی شود تا از روی عملکرد شترمرغ ها برتری یکی از این روش ها نسبت به دیگری محاسبه شود.

REFERENCES

1. Association of Official Analytical Chemists. (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
2. Angel C. R. (1996) Digestibility of feed in ostriches, emu, and African grey parrots. *Symposia of the Comparative Nutrition Society* No 1: 4-5.
3. Bhattacharya A. N. & Sleman, F. T. (1971) Beet pulp as a grain replacement for dairy cows and sheep. *Journal of Dairy Science*, 54:89-94.
4. Bovera F., Morra F., Di meo C. & Nizza A. (2006a) Use of in vitro gas production technique to study feed digestibility in domesticated ostriches (*Struthio camelus var. domesticus*). Proceeding of *7th European Poultry Science*, Verona, Italy, 10-14 Sept.
5. Bovera F., D'urso S., Calabro S., Tudisco R., Di meo C. & Nizza A. (2006b) Use of faeces as an alternative inoculums to caecal content to study in vitro feed digestibility in domesticated ostriches

(*Struthio camelus var. domesticus*). *British Poultry Science*, in press.
6. Brand T. S., De Brabander L., Van schalkwyk S. J., fister B. P. & Hays J. P., (2000a) The true metabolisable energy content of canola oilcake meal and full-fat canola seed for ostrich (Struthio camelus). *British Poultry Science*, 41, 201-203.
7. Brand T. S., Salih M., Van Der Merwe J. P. & Brand Z. (2000b) Comparison of estimates of feed energy obtained from ostriches with estimates obtained from pig, poultry and ruminants. *South African Journal Animal Science*, 30, 13-14.
8. Brand T. S. (2003) Research on ostrich nutrition in South Africa, In: Proceeding of *10th Ostrich World Congress* 18-19 October., Vienna, Italy, pp. 1-28.
9. Cilliers, S. C. (1994). *Evaluation of feedstuffs and the metabolisable energy and amino acid requirements for maintenance and growth in ostrich (Struthio Camelus).* Ph. D. thesis, university of Stellenbosch, South Africa.
10. Cilliers S. C., Sales J., Hayes J. P., Chwalibog A. & Du preez J. J. (1999) Comparison of metabolisable energy values of different feedstuffs between ostriches and poultry. *British Poultry Science*, 40, 491-494.
11. Daghir N. J. (1975) Dried beet pulp in rations for laying chickens. *Poultry Science*, 54, 2127-2130.
12. Farrel D. J. (1978) Rapid determinations of metabolizable energy of foods using cockerels. *British Poultry Science*, 19, 303-308.
13. Farrel D. J., Thomson E., Du Preez J. J. & Hayes J. P. (1991) The estimation of endogenous excreta and the measurement of metabolisable energy in poultry feedstuffs using four feeding systems. *British Poultry Science*, 32, 483-499.
14. Fenton T.W. & Fenton M. (1979) An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. *Candian Journal of Animal Science*,79, 631-634.
15. Gebbink G. A. R., Sutton A. L., Richert B. T., Patterson J. A., Nielsen J., Kelly D. T., Verstegen M. W. A., Williams B. A., Bosch M., Cobb M., Kendall D. C., Decamp S. & Bowers K. (1999) Effects of addition of Fructooligosaccharide (FOS) and Sugar Beet Pulp to weanling pig diets on performance, microflora and intestinal health. Purdue University, Swine day, August 31: 53-59.
16. Guillaume J. & Summers J. D. (1970) Maintenance energy requirement of the rooster and influence of plane of nutrition on metabolisable energy. *Canadian Journal Animal Science*, 50, 363-369.
17. Matsui H., Ban-Tukuda T. & Wakita M. (2009) Detection of fiber-digesting bacteria in ceca of ostrich using specific primer sets. *Current Microbiology*, 60(2), 112-116.
18. Mc Nab J. M. (1990) Apparent and the true metabolisable energy of poultry diets, In: Wiseman J and Cole DJA (eds). Feedstuff Evaluation (London, Butter Worths).
19. Milton J. M., Dean W. R. J. & Linton A. (1993). Food selection by ostrich in South Africa. *Journal Wild Management*, 58, 234-248.
20. Mirzaei-Aghsaghali A. & Maheri-Sis N. (2008) Nutritive value of some agro-industrial by-products for ruminants- A review. *World Journal Zoology*, 3(2), 40-46.
21. Mirzaei-Aghsaghali A., Maheri-Sis N., Mansouri H., Razeghi M. E., Aghajanzadeh-Golshani A. & Cheraghi H. (2011) Evaluating nutritional value of sugar beet pulp for ruminant animals using in vitro gas production technique. *International Journal of Academic Research*, 3(2), 147-152.
22. Murray J. M. D., Longland A. C. & Moore-Colyer M. J. S. (2005) In vitro fermentation of different ratios of high-temperature dried lucerne and sugar beet pulp incubated with an equine faecal inoculum. *Animal Feed Science Technology*, 129, 89-98.
23. Musara C., Chamunorwa J., Holtug K. & Skadhauge E. (2003) Insight into the mechanism of short chain fatty acid absorption in the ostrich (Struthio Camelus) proximal colon. *British Poultry Science*,44, 316-326.
24. National Research Council. (1989) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (6th rev. ed.), Washington, DC: National Academy Press.
25. Potter L. M., Matterson L. D., Arnold A. W., Pudelkiewicz W. J. & Singsen E. P. (1960) Studies in evaluating content of feeds for the chick. 1. The evaluation of the metabolizable energy and productive energy of alpha cellulose. *Poultry Science*, 39, 1166-1178.
26. SAS Institute. (2003) *SAS/STAT User's Guide* (Release 9.1). SAS Institute Inc., Cary, NC.
27. Sibbald I. R. (1989) Metabolizable energy evaluation of poultry diets. In: Proceeding of *Recent Development in Poultry Nutrition*. Butter Worth. London, U.K.
28. Sturkie P. D. (1976) *Avian Physiology* (3rd ed.).New York: Springer- Verlag.
29. Swart D. (1988) *Studies on the Hatching, Growth and Energy Metabolism of Ostrich Chicks*. Ph. D. thesis, University of Stelenbosch, South Africa.
30. Swart D., Mackie R. I. & Hayes J. P. (1993) Fermentative digestion in the ostrich (struthio camelus var. domesticus), a large avian species which utilizes cellulose. *South African Journal Animal Science*, 23, 119-126.