

اثر منابع متفاوت غلات بر قابلیت هضم جیره غذایی در اسب با استفاده از دو نشانگر داخلی

• احسان دیر کوندی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

• یوسف روزبهان (نویسنده مسئول)

دانشیار، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

• حسن فضائلی

استاد، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۹۰۵۴۸۱

Email: rozbeh_y@modares.ac.ir

چکیده

در این تحقیق، سه جیره غذایی بر روی ۱۲ رأس اسب نژاد ترکمن با میانگین وزن 425 ± 44 کیلوگرم و سن $1/8 \pm 6$ سال، مورد آزمایش قرار گرفتند. کلیه جیره‌ها براساس ۳۵ درصد کنسانتره و ۶۵ درصد علوفه تنظیم شدند اما منابع غلات در جیره ۱، ۲ و ۳ به ترتیب شامل: ذرت- یولاف، جو- گندم و جو- یولاف بود. از دو نشانگر داخلی لیگنین و خاکستر نامحلول در اسید برای تعیین قابلیت هضم استفاده گردید. نتایج نشان دادند، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، عصاره اتری و انرژی قابل هضم به طور معنی‌داری برای جیره‌های ذرت و یولاف افزایش پیدا کردند ($P < 0/05$). قابلیت هضم اجزای دیواره سلولی شامل الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، سلولز و همی سلولز نیز برای جیره‌های ذرت- یولاف و جو- یولاف به طور معنی‌داری نسبت به جیره جو - گندم افزایش پیدا کرد ($P < 0/05$). همچنین، قابلیت هضم به دست آمده با استفاده از هر دو نشانگر به جز در مورد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و سلولز در جیره اول و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، همی سلولز و سلولز در جیره دوم تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P > 0/05$). با این حال، با توجه به نرخ بازیابی خاکستر نامحلول در اسید (۱۰۶ درصد) در مقابل لیگنین (۹۱ درصد)، نشانگر خاکستر نامحلول در اسید، همبستگی بالایی با روش جمع‌آوری کل مدفوع داشت. در مجموع، جیره حاوی ذرت و یولاف سبب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی نسبت به دیگر جیره‌ها شد.

واژه‌های کلیدی: اسب، غلات، قابلیت هضم، لیگنین، خاکستر نامحلول در اسید.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 107 pp: 3-12

Effect of different sources of grain on nutrient digestibility in horse using two internal markers

Ehsan Direkvandi¹, Yousef Rouzbehan^{*2}, Hasan Fazaeli³

1: Graduate MSc Student, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

2: Faculty member, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, Email: rozbeh_y@modares.ac.ir. Tel: +989123905481

3: Academic Staff of Animal Science Research Institute, Karaj, Iran.

Received: May 2014

Accepted: August 2014

Twelve Turkmen horses with an average weight of 425 ± 4 kg and age of 6 ± 1.8 years were used in the experiment. In all rations, the ratio of concentrate to forage was 65:35. Corn and oats, barley and wheat and barley with oats were used as a source of starch in 1, 2 and 3 ration respectively. Lignin and acid insoluble ash (AIA) were used as internal markers to determine the nutrient digestibility. Using lignin or AIA methods, the digestibility of dry matter, organic matter, ether extract and digestible energy were significantly increased in treatment 1 ($P < 0.05$). Digestion coefficients of ash-free neutral detergent fibre, ash-free acid detergent fibre, cellulose and hemicellulose were increased for treatments 1 and 3 ($P < 0.05$). The digestion coefficients obtained by using both markers there was not significantly different ($P > 0.05$) except in the case of ADFom and cellulose in diet 1 and ADFom, hemicellulose and cellulose in diet 2. However, the recovery rate of AIA and lignin were 106% and 91% respectively, the recovery rates of these markers are highly correlated with the total faecal collection method. In general, the inclusion of corn and oats in the ration has led to improve the nutrients digestibility compared to those without corn and oats.

Key words: Horse, Grain, Digestibility, Lignin, Acid insoluble ash

مقدمه

در شرایط طبیعی، بخش اصلی جیره خوراکی اسب را علوفه تشکیل می‌دهد. علوفه از دو بخش محتویات سلول (پروتئین، چربی و کربوهیدرات) و دیواره سلولی (سلولز، همی سلولز و لیگنین) تشکیل شده است. محتویات سلول دارای قابلیت هضمی بین ۴۰-۵۰ درصد و دیواره سلولی قابلیت هضمی بین ۱۰-۸۰ درصد را دارا می‌باشد (Lindberg, ۲۰۰۲). بنابراین، ارزش غذایی خوراک‌های علوفه‌ای به طور قابل توجهی متفاوت بوده و اغلب تحت تاثیر کمیت و کیفیت بخش‌های فیبری قرار می‌گیرد (Lindberg, ۲۰۰۲). در اسب امکان تخمیر میکروبی دیواره سلولی گیاهی در بخش انتهایی دستگاه گوارش وجود دارد به نحوی که اسیدهای چرب فرار حاصل از آن به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسیدهای چرب فرار تولید شده در روده بزرگ حدود ۳۰ درصد انرژی نگه‌داری را در اسب تأمین می‌کند (NRC, ۲۰۰۷). امروزه، تحت تأثیر شرایطی مانند نوع تولید (رشد، آبستنی و شیردهی) و نوع فعالیت اسب (کار سنگین و

ورزش)، تنها با استفاده از علوفه نمی‌توان نیاز تغذیه‌ای این حیوان را تأمین کرد (NRC, ۲۰۰۷). به همین دلیل استفاده از مواد متراکم و مکمل‌های خوراکی برای حفظ سلامت و تأمین نیازهای تغذیه‌ای برای رشد، آبستنی و فعالیت ورزشی در نژادهای مختلف اسب ضروری می‌باشد (Al Jassim, ۲۰۰۶). بنابراین، برای افزایش تراکم انرژی و تأمین مواد مغذی ضروری که در علوفه وجود ندارد از مواد متراکم در تغذیه اسب استفاده می‌شود (Lindberg, ۲۰۰۲). بخش عمده مواد متراکم مورد استفاده در جیره اسب را غلات تشکیل می‌دهند که از آن میان، جو، ذرت و یولاف با توجه به در دسترس بودن، هزینه، خوش‌خوراکی و ویژگی‌های تغذیه‌ای مورد مصرف زیادی دارند (Hussein و همکاران, ۲۰۰۴). صرف نظر از نوع غلات، ضریب هضم ظاهری نشاسته بین ۱-۹/۰ می‌باشد. با این حال، قابلیت هضم نشاسته در روده کوچک تحت تأثیر عواملی مانند منشأ گیاهی و نوع فرآوری متفاوت می‌باشد (Kienzle, ۱۹۹۴). مصرف حجم زیاد نشاسته و

سه نوع جیره شامل یونجه و کاه گندم با نسبت ۲ به ۱ و به طور یکسان مورد استفاده قرار گرفتند. درصد اقلام مورد استفاده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. تعداد ۱۲ رأس اسب بالغ نژاد ترکمن (۲ نرین اخته شده و ۱۰ مادین غیر آبستن) با میانگین سن ۱۸/۸±۶ سال و با میانگین وزن ۴۴±۴۲۵ کیلوگرم در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. قبل از شروع آزمایش، اسب‌ها علیه انگل‌های خارجی و داخلی (داروی ضد انگل آیورمکتین) واکسینه شدند. اسب‌ها در اصطبل‌های انفرادی با ابعاد ۴×۵ متر با بستری از پوشال و خاک اره قرار گرفتند. تغذیه براساس ۳۵ درصد کنسانتره (۳ کیلوگرم ماده خشک) و ۶۵ درصد علوفه (۶/۴۰ کیلوگرم ماده خشک) صورت گرفت. کنسانتره مورد آزمایش در ساعت‌های ۷، ۱۳، ۱۹، ۱ و علوفه ۳۰ دقیقه بعد از ارائه کنسانتره در تمامی وعده‌ها در اختیار اسب‌ها قرار گرفت. در این آزمایش، ۱۴ روز جهت عادت پذیری و ۵ روز جهت نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. در تمام مدت انجام آزمایش، آب به صورت آزاد با استفاده از آبجوی‌های اتوماتیک در اختیار اسب‌ها قرار گرفت. همچنین در طول دوره آزمایش، سنگ نمک به صورت آزاد در اختیار اسب‌ها قرار داشت. نیاز تغذیه‌ای اسب‌ها با استفاده از جداول احتیاجات غذایی اسب (NRC، ۲۰۰۷) محاسبه گردید. به دلیل عدم دسترسی به باسکول وزن اسب‌ها مطابق با Hall (۱۹۷۱) و از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$11880 / (\text{طول بدن})^2 \times (\text{دور سینه}) = \text{وزن بدن (کیلوگرم)}$$

جمع آوری نمونه مدفوع و اندازه‌گیری pH

مدفوع تازه بلافاصله بعد از دفع، جمع آوری گردید. نمونه ای از مدفوع تازه فشرده شد به نحوی که عصاره آن خارج و pH آن با استفاده از pH متر خودکار قابل حمل، اندازه‌گیری شد (Muller، ۲۰۱۲). در طول هفته نمونه‌برداری، هر روز طی ۴ نوبت از مدفوع هر اسب نمونه‌برداری صورت گرفت. در پایان هر روز، نمونه‌ها با یکدیگر مخلوط و یک نمونه جهت تجزیه شیمیایی درون کیسه پلاستیکی ذخیره و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردید.

غلات با قابلیت هضم پایین در روده کوچک سبب کاهش قابلیت هضم در روده کوچک و در نتیجه ورود نشاسته به روده بزرگ می‌شود (Potter و همکاران، ۱۹۹۲). تخمیر نشاسته در روده بزرگ سبب تغییر در جمعیت میکروبی این ناحیه از دستگاه گوارش و کاهش pH و سبب ایجاد آسیب‌های پاتولوژیکی از قبیل کولیک (de Fombelle و همکاران، ۲۰۰۱) و لنگش (King و Mansmann، ۲۰۰۰) می‌شود.

از طرفی، استفاده از روش‌های دقیق برای تعیین میزان قابلیت هضم مواد مغذی در حیوانات اهلی از اهمیت بالایی برخوردار هستند. جمع آوری کل مدفوع، دقیق‌ترین روش جهت تعیین قابلیت هضم در اسب می‌باشد (Bergero و همکاران، ۲۰۰۹). با این حال محدود بودن تعداد اسب در هر آزمایش، زمان‌بر بودن و سختی انجام کار از محدودیت‌های این روش اندازه‌گیری می‌باشد (Sales، ۲۰۱۲). به همین دلیل به طور گسترده‌ای از نشانگرهای غیر قابل هضم در تحقیقات تغذیه‌ای جهت تعیین قابلیت هضم استفاده می‌گردد. نشانگرهای متفاوتی از قبیل اکسید کروم^۱ (Meyer و همکاران، ۱۹۹۲)، لیگنین (Martin-Rosset و همکاران، ۱۹۸۷) و خاکستر نامحلول در اسید^۲ (Varloud و همکاران، ۲۰۰۴)، جهت تعیین میزان مدفوع تولیدی و قابلیت هضم مواد مغذی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین پژوهش حاضر، با هدف بررسی تأثیر نوع و منبع غلات بر pH مدفوع و قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از دو نشانگر داخلی لیگنین و خاکستر نامحلول در اسید در اسب مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

حیوانات و جیره آزمایشی

این پژوهش با همکاری باشگاه سوارکاری نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران، در فروردین ماه سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در باشگاه سوارکاری ذوالجناح انجام گرفت.

در این پژوهش، از سه نوع جیره آزمایشی با منابع متفاوت غلات با توجه به در دسترس بودن و هزینه استفاده گردید. در جیره ۱ از ذرت و یولاف، در جیره ۲ از جو و گندم و در جیره ۳ از جو و یولاف به عنوان منبع نشاسته استفاده گردید. بخش علوفه ای هر

تعیین ترکیب شیمیایی

قبل از انجام تجزیه شیمیایی، نمونه مدفوع و جیره در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد آون برای رسیدن به وزن ثابت خشک و سپس با آسیاب مجهز به یک غربال ۱ میلی متری آسیاب شدند (Wiley mill, Swedesboro, USA). ماده خشک، خاکستر، ماده آلی، پروتئین خام و عصاره اتری (نمونه مدفوع و جیره‌های آزمایشی) مطابق با روش AOAC (۱۹۹۰) و اجزای دیواره سلولی (NDFom، ADFom و ADL) با استفاده از روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) تعیین گردید. میزان سلولز محاسبه گردید.

$$\text{Digestible Energy (Mcal/kg DM)} = 2.118 + (0.01218 \times \text{CP}) - (0.00937 \times \text{ADF}) - [0.00383 \times (\text{NDF} - \text{ADF})] + (0.04718 \times \text{EE}) + (0.02035 \times \text{NSC}) - (0.0263 \times \text{ASH}).$$

جدول ۱- اقلام مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی (برحسب درصد)

اقلام	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳
یونجه	۴۲/۹	۴۲/۹	۴۲/۹
کاه گندم	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۲/۱
جو ورقه شده با بخار ^۱	-	۱۸/۷	۱۹/۹۵
# گندم اشعه داده شده ^۲	-	۸/۲۵	-
ذرت ورقه شده با بخار	۱۹/۲	-	-
یولاف	۷/۷۵	-	۷
دانه سویا برشته شده	۶/۳	۶/۳	۶/۳
مکمل ویتامین و مواد معدنی ^۳	۰/۷	۰/۷	۰/۷
روغن گیاهی ^۴	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵
کلسیم (گرم در کیلوگرم مکمل)	۲/۵	۲/۵	۲/۵
فسفر (گرم در کیلوگرم مکمل)	۱/۱	۱/۱	۱/۱

۱- Steam flake؛ ۲- Micronized؛ ۳- ویتامین A IU/kg ۱۴۰۰۰، ویتامین E IU/kg ۴۵۵، ویتامین D IU/kg ۱۵۰۰، تیامین mg/kg ۱۵، ریبوفلاوین mg/kg ۱۲، بیوتین mg/kg ۱-۰۳

۰/۳، منیزیم mg/kg ۵، پتاسیم mg/kg ۲۸، کلر mg/kg ۸/۵ سدیم mg/kg ۴۰/۴- مخلوط روغن سویا، آفتاب گردان و کانولا.

اشعه دهی گندم با استفاده از دستگاه میکرونایزر، در بخش فرآوری غلات یکی از شرکت های صنایع غذایی واقع در حومه کرج انجام گرفت.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی (برحسب درصد) و انرژی قابل هضم (مکاکالری در کیلوگرم ماده خشک) جیره‌های آزمایشی

P-value	SEM	جیره ۳	جیره ۲	جیره ۱	ترکیب شیمیایی
۰/۶۰۴	۴/۵۰	۹۴/۸	۹۵/۱	۹۵/۵	ماده خشک
۰/۱۸۳	۳/۳۳	۸۶/۹	۸۷/۳	۸۷/۹	ماده آلی
۰/۴۸۴	۲/۴۵	۱۱/۴	۱۱/۳	۱۱/۷	پروتئین خام
۰/۸۴۱	۱/۱۸	۴/۱	۳/۹	۳/۸	عصاره اتری
۰/۹۸۳	۰/۱۵۰	۸/۱	۷/۸	۸/۰	خاکستر
۰/۱۱۸	۳/۲۹	۴۸/۵	۴۷/۵	۴۶/۴	NDFom
۰/۳۸۴	۲/۳۲	۳۱/۳	۳۰/۷	۳۱/۵	ADFom
۰/۷۴۰	۱/۱۸	۷/۳۳	۷/۲۶	۷/۳۵	لیگنین
۰/۵۲۷	۰/۷۴۹	۱۶/۹	۱۶/۱	۱۵/۷	همی سلولز
۰/۳۱۶	۲/۴۵	۲۴/۰	۲۳/۴	۲۴/۲	سلولز
۰/۴۹۲	۰/۱۲۹	۲/۴۱	۲/۴۶	۲/۶۰	انرژی قابل هضم
۰/۴۴۲	۰/۱۳۷	۳/۱۶	۳/۱۰	۲/۹۷	AIA

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تعیین قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از نشانگر

جهت تعیین قابلیت هضم ظاهری در کل دستگاه گوارش، خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین به عنوان نشانگر داخلی استفاده گردیدند (Van Keulen و Young، ۱۹۷۷). قابلیت هضم ظاهری در کل دستگاه گوارش با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Church، ۱۹۹۳).

$$[100 \times (A/B) \times (C/D)] - 100 = \text{قابلیت هضم (درصد)}$$

در این روابط، A درصد نشانگر خوراک، B درصد نشانگر مدفوع، C درصد ماده مغذی موجود در مدفوع و D درصد ماده مغذی موجود در خوراک می‌باشد. قابلیت هضم ماده خشک از رابطه زیر محاسبه گردید (Church، ۱۹۹۳).

$$[100 \times (A/B)] - 100 = \text{قابلیت هضم ماده خشک (درصد)}$$

نرخ بازیابی نشانگرها نیز با استفاده از از روابط زیر برآورد گردید (Church، ۱۹۹۳)

$$E/F = \text{تولید مدفوع (گرم ماده خشک در روز)}$$

(Krysl و همکاران، ۱۹۸۸)

$$100 \times [(G \times H) / E] = \text{نرخ بازیابی (درصد)}$$

در این روابط E گرم نشانگر مصرف شده در روز، F غلظت نشانگر در گرم ماده خشک مدفوع، G درصد نشانگر در مدفوع و H گرم مدفوع تولید شده در روز می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از قابلیت هضم با استفاده از رویه GLM و توسط نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۸) نسخه ۹/۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با ۳ تیمار (نوع غلات) و ۴ تکرار (حیوان به ازای هر تیمار) صورت گرفت.

مدل آماری استفاده شده به صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود. در مدل مذکور Y_{ij} مشاهده وابسته i ام، μ میانگین صفت مورد مطالعه، T_i اثر i امین تیمار و e_{ij} اثر اشتباه تصادفی بود. اثرات خطی و غیر خطی منبع غلات در جیره‌های آزمایشی با استفاده از مقایسات اورتوگونال (متعامد) محاسبه شد.

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی داری ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت.

همچنین مقایسه آماری بین نتایج به دست آمده از نشانگر خاکستر

نامحلول در اسید و لیگنین با استفاده از آزمون تی با اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

قابلیت هضم با استفاده از دو نشانگر

نتایج به دست آمده از مقایسه ضرایب هضمی مواد مغذی با استفاده از دو نشانگر خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین در جدول ۳ ارائه شده است. مقادیر ضرایب هضمی با استفاده از نشانگر خاکستر نامحلول در اسید در بیشتر موارد از مقادیر به دست آمده

از نشانگر لیگنین بیشتر بود. با این حال، در ضرایب هضمی به دست آمده به جز در مورد ADFom و سلولز در جیره ۱ و ADFom، همی سلولز و سلولز در جیره ۲، بین دو نشانگر تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

در این پژوهش نرخ بازیابی خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین به ترتیب ۱۰۶ و ۹۱ درصد به دست آمد. Sales (۲۰۱۲) نرخ بازیابی خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین را به ترتیب بین ۹۳/۷-۱۴۴/۵ درصد و ۱۱۰/۱-۴۱ درصد گزارش کرد.

جدول ۳- مقایسه آماری ضرایب هضمی (گرم در کیلوگرم) بین دو نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید (AIA) و لیگنین (ADL)

انحراف معیار از میانگین	جیره ۳		انحراف معیار از میانگین	جیره ۲		انحراف معیار از میانگین	جیره ۱		
	ADL	AIA		ADL	AIA		ADL	AIA	
۱۳/۹	۴۸۳	۵۰۶	۸/۳۸	۴۷۶	۴۷۳	۱۰/۱	۴۹۹	۵۰۹	ماده خشک
۱۲/۶	۴۷۹	۴۸۵	۱۶/۴	۴۷۱	۴۵۱	۱۱/۸	۴۸۶	۴۹۶	ماده آلی
۹/۹۱	۵۷۵	۵۹۷	۱۷/۸	۵۷۹	۵۷۹	۱۷/۲	۵۸۹	۶۰۳	پروتئین خام
۱۲/۹	۳۴۵	۳۷۲	۳۱/۴	۳۴۱	۳۲۳	۱۰/۹	۳۹۶	۳۹۸	عصاره اتری
۱۶/۱	۳۳۵	۳۴۱	۲۱/۱	۲۶۳	۲۹۱	۱۳/۷	۳۲۵	۳۴۰	NDFom
۱۷/۸	۲۱۶	۱۹۱	۱۶/۴	۱۵۴ ^b	۲۲۲ ^a	۱۱/۹	۱۹۴ ^b	۲۳۸ ^a	ADFom
۲۸/۸	۵۶۴	۵۵۲	۲۶/۶	۴۶۴ ^a	۴۱۲ ^b	۳۹/۵	۵۸۱	۵۸۹	همی سلولز
۱۶/۵	۲۸۱	۲۸۶	۱۷/۱	۱۹۹ ^b	۲۴۲ ^a	۲۶/۱	۲۵۷ ^b	۲۹۹ ^a	سلولز

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد ($P < 0.05$) می باشد. جیره ۱: ذرت و یولاف، جیره ۲: جو و گندم، جیره ۳: جو و یولاف.

نامحلول در اسید وجود نداشت. عدم دفع کامل لیگنین از طریق مدفوع ممکن است دلیل بازیابی پایین این نشانگر (Miraglia و همکاران، ۱۹۹۹) و آلوده شدن مدفوع با سایر منابع خاکستر نامحلول در اسید موجود در بستر ممکن است دلیل بازیابی بالای این نشانگر باشد (Sales، ۲۰۱۲).

تأثیر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم

اسب نسبت به دیگر تک معده‌ای‌ها، توانایی کمتری در هضم نشاسته در روده کوچک دارد (Hussein و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین، زمانی که میزان زیادی نشاسته مصرف شود بخشی از نشاسته از هضم در روده کوچک فرار کرده و به روده بزرگ

با توجه به نرخ بازیابی، ضرایب هضمی به دست آمده از روش خاکستر نامحلول در اسید به مقادیر حقیقی ضرایب هضمی در روش جمع‌آوری کل مدفوع نزدیک می‌باشند.

موافق با نتایج این آزمایش، در تحقیقی Miraglia و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند، تفاوت معنی داری بین روش جمع‌آوری کل مدفوع با خاکستر نامحلول در اسید وجود نداشت. همچنین، آن‌ها گزارش کردند که نشانگر خاکستر نامحلول در اسید نسبت به لیگنین همبستگی بالاتری با روش جمع‌آوری کل مدفوع دارد. در تحقیقی دیگر، Bergero و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند، تفاوت معنی داری بین روش جمع‌آوری کل مدفوع با خاکستر

به عنوان مثال Meyer و همکاران (۱۹۹۳) قابلیت هضم نشاسته ذرت و یولاف را در یک سطح مشابه از نشاسته مصرفی، به ترتیب ۲۹ و ۸۴ درصد گزارش کردند.

همچنین در تحقیقی دیگر، Arnold و همکاران (۱۹۸۱) قابلیت هضم ظاهری ذرت، یولاف و سورگوم را در روده کوچک به ترتیب ۷۸/۲، ۹۱/۱ و ۹۴/۳ درصد گزارش کردند. با این حال، در تحقیقی Hussein و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که ضرایب هضمی ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF، ADF و سلولز تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی (جیره بر پایه ذرت، جو، یولاف و یولاف بدون پوشینه) قرار نگرفتند. از طرفی دلیل پایین بودن ضرایب هضمی در جیره جو و گندم نسبت به سایر جیره‌ها احتمالاً به دلیل افزایش نشاسته عبوری به روده بزرگ می‌باشد. چرا که کمترین میزان pH مدفوع در این جیره مشاهده شد. این امر منجر به در دسترس قرار گرفتن نشاسته برای باکتری‌های گونه آمیلولیتیک (Bailey و همکاران، ۲۰۰۳) و تولید مقادیر مختلف اسید لاکتیک و در نتیجه منجر به کاهش pH و قابلیت هضم دیواره سلولی می‌شود (Goodson و همکاران، ۱۹۸۸).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، استفاده از ذرت و یولاف به عنوان منبع نشاسته سبب بهبود ضرایب هضمی جیره آزمایشی گردید. با این حال بین جیره ذرت و یولاف با جیره جو و یولاف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد، با توجه به نرخ بازیابی دو نشانگر استفاده شده، خاکستر نامحلول در اسید نشانگر مناسب‌تری برای تعیین قابلیت هضم مواد مغذی در مقایسه با لیگنین می‌باشد.

منتقل می‌شود (Jullian و همکاران، ۲۰۰۱). به همین دلیل در این پژوهش از دانه‌های با فرآوری از قبیل ورقه شده با بخار، اشعه داده شده و آسیاب شده استفاده گردید.

فرآوری غلات سبب افزایش تأثیر آنزیم‌های پانکراس و روده کوچک بر گرانول‌های نشاسته و افزایش آزاد سازی انرژی غلات برای اسب می‌شود (Hussein و همکاران، ۲۰۰۴).

در این آزمایش به طور مشابه در هر دو روش اندازه‌گیری ضرایب هضمی، ضرایب هضمی ماده خشک، ماده آلی، عصاره اتری، همی سلولز و انرژی قابل هضم برآورد شده به طور معنی‌داری برای تیمار ذرت و یولاف افزایش پیدا کرد ($P < 0.05$).

همچنین در هر دو روش ضرایب هضمی، اجزای دیواره سلولی شامل NDFom، ADFom، سلولز و همی سلولز نیز برای دو جیره ذرت و یولاف و جیره جو و یولاف به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($P < 0.05$). pH مدفوع بین جیره‌های ذرت و یولاف و جیره جو و یولاف تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). با این حال، کمترین میزان pH مدفوع (۶/۰۲) در جیره جو و گندم مشاهده شد.

افزایش قابلیت هضم در جیره ذرت و یولاف احتمالاً به دلیل افزایش قابلیت هضم ذرت ورقه شده با بخار می‌باشد.

در تحقیقی Pagan (۱۹۹۸) گزارش کرد، فرآیند کردن مرطوب ذرت از قبیل ورقه کردن با بخار سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری نشاسته به بیش از ۹۰ درصد می‌شود.

همچنین در بین دانه‌های غلات، نشاسته موجود در یولاف دارای بیشترین قابلیت هضم در روده کوچک بوده و پس از آن نشاسته موجود در ذرت و جو دارای بیشترین قابلیت هضم در روده کوچک هستند (Harper، ۱۹۷۹).

جدول ۴- اثر جیره‌های آزمایشی بر pH مدفوع و قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از خاکستر نامحلول در اسید (گرم در کیلوگرم)

Contrast		P-value	SEM	جیره‌های آزمایشی			
درجه دو	خطی			جیره ۳	جیره ۲	جیره ۱	
۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۱	۶/۱۲	۵۰۶ ^a	۴۷۳ ^b	۵۰۹ ^a	ماده خشک
۰/۲۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۷/۶۲	۴۸۵ ^a	۴۵۱ ^b	۴۹۶ ^a	ماده آلی
۰/۲۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۷/۴۸	۵۹۷	۵۷۹	۶۰۳	پروتئین خام
۰/۵۸	۰/۰۲	۰/۰۴	۲/۶۶	۳۷۲ ^{ab}	۳۲۳ ^b	۳۹۸ ^a	عصاره اتری
۰/۰۱	۰/۹۸	۰/۰۱	۹/۵۲	۳۴۱ ^a	۲۹۱ ^b	۳۴۰ ^a	NDFom
۰/۰۷	۰/۵۸	۰/۱۶	۶/۱۳	۱۹۱	۲۲۲	۲۳۸	ADFom
۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۰۱	۲/۲۳	۵۵۲ ^a	۴۱۲ ^b	۵۸۹ ^a	همی سلولز
۰/۰۶	۰/۶۴	۰/۱۴	۱/۷۹	۲۸۶	۲۴۲	۲۹۹	سلولز
۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۰۱	۰/۶۱	۱/۹۸ ^a	۱/۸۲ ^b	۲/۰۳ ^a	(Mcal/kg DM) DE
۰/۷۹	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۵۲	۶/۲۹ ^{ab}	۶/۰۲ ^b	۶/۴۱ ^a	pH مدفوع

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P < 0.05$) می‌باشد؛ خطی: رابطه خطی بین جیره‌های ۱، ۲ و ۳؛ درجه دو: رابطه درجه دو بین جیره‌های ۱، ۲ و ۳؛ جیره ۱: ذرت و یولاف، جیره ۲: جو و گندم، جیره ۳: جو و یولاف.

جدول ۵- اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از نشانگر لیگنین (گرم در کیلوگرم)

Contrast		P-value	SEM	جیره‌های آزمایشی			
درجه دو	خطی			جیره ۳	جیره ۲	جیره ۱	
۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۰۴	۴/۹۴	۴۸۳ ^b	۴۷۶ ^b	۴۹۹ ^a	ماده خشک
۰/۹۶	۰/۰۴	۰/۰۲	۵/۸۴	۴۷۹ ^a	۴۷۱ ^b	۴۸۶ ^a	ماده آلی
۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۷۶	۱۱/۳	۵۷۵	۵۷۹	۵۸۹	پروتئین خام
۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۰۳	۲/۲۱	۳۴۵ ^b	۳۴۱ ^b	۳۹۶ ^a	عصاره اتری
۰/۰۱	۰/۶۵	۰/۰۲	۶/۴۴	۳۳۵ ^a	۲۶۳ ^b	۳۲۵ ^a	NDFom
۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۰۱	۸/۲۶	۲۱۶ ^a	۱۵۴ ^b	۱۹۴ ^a	ADFom
۰/۰۸	۰/۷۹	۰/۱۸	۴/۲۰	۵۶۴ ^a	۴۶۴ ^b	۵۸۱ ^a	همی سلولز
۰/۰۳	۰/۲۱	۰/۰۱	۱/۲۱	۲۸۱ ^a	۱۹۹ ^b	۲۵۷ ^a	سلولز
۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۰۱	۰/۶۱	۱/۹۸ ^a	۱/۸۶ ^b	۲/۰۳ ^a	(Mcal/kg DM) DE

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P < 0.05$) می‌باشد؛ خطی: رابطه خطی بین جیره‌های ۱، ۲ و ۳؛ درجه دو: رابطه درجه دو بین جیره‌های ۱، ۲ و ۳؛ جیره ۱: ذرت و یولاف، جیره ۲: جو و گندم، جیره ۳: جو و یولاف.

پاورقی‌ها

- Church, D.C. (1993) *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. Illinois: Waveland Press.
- de Fombelle, A., Julliand, V., Drogoul, C., and Jacotot, E. (2001) Feeding and microbial disorders in horses: 1—Effects of an abrupt incorporation of two levels of barley in a hay diet on microbial profile and activities. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21:439-445.
- Frape, D. (2004) *Equine Nutrition and Feeding*, Blackwell Publishing.
- Goodson, J., Tyznik, W.J., Cline, J.H., and Dehority, B.A. (1988) Effects of an abrupt diet change from hay to concentrate on microbial numbers and physical environment in the cecum of the pony. *Applied and Environmental Microbiology*, 54:1946-1950.
- Hall, L.W. (1971) *Wright's veterinary anaesthesia and analgesia*. London: Baillière Tindall, 176.
- Harper, F. (1979) *Top Form Book of Horse Care*. 7th ed. Merck and Co., Inc., Whitehouse Station, N.J.
- Hussein, H.S., Vogedes, L.A., Fernandez G.C.J., and Frankeny R.L. (2004) Effects of cereal grain supplementation on apparent digestibility of nutrients and concentrations of fermentation end-products in the feces and serum of horses consuming alfalfa cubes. *Journal of Animal Science*, 82: 1986-1996.
- Julliand, V., de Fombelle, A., Drogoul, C., and Jacotot, E. (2001) Feeding and microbial disorders in horses: 3 – effects of three hay: grain ratios on microbial profile and activities. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21: 543-546.
- 1- Chromium Oxide (Cr₂O₃)
 2- Acid-Insoluble Ash (AIA)
 3- Ash-Free Neutral Detergent Fiber
 4- Ash-Free Acid Detergent Fiber
- منابع مورد استفاده**
- Al Jassim, R.A.M. (2006) Supplementary feeding of horses with processed sorghum grains and oats. *Animal Feed Science and Technology*, 125 :33-44
- AOAC. (1990) *Official method of analysis, 15th Edition*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. Carry, NC, USA.
- Arnold, F.F., Potter, G.D., Kreider, J.L., Schelling, G.T., and Jenkins, W.L. (1981) *Carbohydrate digestion in the small and large intestine of the equine*. Proceedings of the 7th Equine Nutrition and Physiology Symposium, Warrenton, Virginia, USA p 19-22.
- Bailey, S.R., Baillon, M.L., Rycroft, A.N., Harris, P.A., and Elliott, J. (2003) Identification of equine cecal bacteria producing amines in an in vitro model of carbohydrate overload. *Applied and Environmental Microbiology*, 69: 2087-2093.
- Bergero, D., Meineri, G., Miraglia N., and Peiretti, P.G. (2005) Apparent digestibility of hays in horses determined by total collection of faeces and using internal marker method. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 3 (1): 199-202.
- Bergero, D., Préfontaine, C., Miraglia, N., and Peiretti, P.G. (2009) A comparison between the 2 N and 4 N HCl acid-insoluble ash methods for digestibility trials in horses. *Animal*, 3: 1728-1732.

- Kienzle, E. (1994) Small intestinal digestion of starch in the horse. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 145, 199-204.
- Krysl, L.J., Galyean, M.L., Estell, R.E., and Sowell, B.F. (1988) Estimating digestibility and faecal output in lambs using internal and external markers. *Journal of Agricultural Science*, 111(1): 19-25.
- Lindberg, J.E. (2002) Use of non-starch carbohydrate energy sources in performance horse feeds. *Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden*.
- Mansmann, R.A., and King, C. (2000) *Preventing Laminitis in Horses*. Paper Horse, Cary, NC.
- Martin-Rosset, W., Doreau, M., and Thivend, P. (1987) Digestion de régimes à base de foin ou d'ensilage de maïs chez le Cheval en croissance. *Reproduction Nutrition Development*, 27: 291-292.
- Meyer, H., Radicke, S., Kiengle, E., Wilke, S., and Kleffken, D. (1993) *Investigations of preileal digestion of oats, corn, and barley starch in relation to grain processing*. Pages 92-94 in Proc. 13th Equine Nutr. Physiol. Symp., Equine Nutr. Physiol. Soc., Savoy, IL.
- Meyer, H., Stadermann, B., Schnurpel, B., and Nehrány, T. (1992) The influence of type of diet (roughage or concentrate) on the plasma level, renal excretion, and apparent digestibility of calcium and magnesium in resting and exercising horses. *Equine Veterinary Journal*, 12: 233-239.
- Miraglia, N., Bergero, D., Bassano, B., Tarantola, M., and Ladetto, G. (1999) Studies of apparent digestibility in horses and the use of internal markers. *Livestock Production Science*, 60: 21-25.
- Müller, C.E. (2012) Equine digestion of diets based on haylage harvested at different plant maturities. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 177: 65-74.
- NRC. (2007) *Nutrient requirements of horses (6th revised Edn)*. pp. 224-226. Washington, D.C., USA: National Research Council of the National Academies.
- Pagan, J.D. (1998) *Carbohydrates in equine nutrition*. Pages 57-70 in *Advances in Equine Nutrition*. J.D. Pagan, ed. Nottingham Univ. Press, Nottingham, U.K.
- Potter, G.D., Arnold, F.F., Householder, D.D., Hanson, D.H., and Brown, K.M. (1992) Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. *Pferdeheilkunde*, 1:107-111.
- Sales, J. (2012) A review on the use of indigestible dietary markers to determine total tract apparent digestibility of nutrients in horses. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 174:119-130.
- Statistical analysis system. (2008) *Users Guide, Statistics, version 9.2*. SAS Institute.
- Van Keulen, J., and Young, B.A. (1977) Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44: 282-287.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:3583-3597.
- Varloud, M., de Fombelle, A., Goachet, A.G., Drogoul, C., and Julliand, V. (2004) Partial and total apparent digestibility of dietary carbohydrates in horses as affected by the diet. *Journal of Animal Science*, 79: 61-72.