Vol 26, No. 2, Summer 2024

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Comparison of total feces collection methods and internal markers in determining the digestibility of wheat straw with pomegranate pomace or chicken manure in camel

Hadi Behzad[1] | Taghi Ghoorchi[2] | Mostafa Hosseinabadi[3]✉ | Jafar Bashtini[4]

1. Department of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: behzad.farda@gmail.com
2. Department of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: ghoorchi@gau.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mostafa_hosseinabadi@gau.ac.ir
4. Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources of Razavi Khorasan Province, Mashhad, Iran. E-mail: jbashtini@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 6 January 2024
Received in revised form 8 June 2024
Accepted 11 June 2024
Published online 14 July 2024

Keywords:
Acid-insoluble ash
Camel
Pomegranate pomace
Poultry manure
Total feces collection

ABSTRACT

Introduction: The total fecal collection (TFC) method is a reliable method for determining the digestibility of diets by animals. In this method, the animals are kept in a metabolic cage to collect all the feces and hence it is the most accurate method to measure the digestibility of the feed. Despite the high accuracy of this method, TFC is labor intensive and time consuming when evaluating a wide range of feed samples and requires many animals. Also, considering that being surrounded by camels is accepted for a short period of time and for camels that are fed with rations containing high amounts of energy, the animals should be confined in the stall. Another disadvantage of keeping a trapped animal is the possible effect on the animal's metabolism. These problems led to separation from the animal's natural behavior. Accurate measurement of feed intake and stool collection are difficult. Digestibility coefficients can be also measured indirectly by markers. There arevarious indigestible markers including polyethylene, chromium oxide (Cr_2O_3), acid detergent lignin (ADL) and acid insoluble ash (AIA) to determine the digestibility of nutrients in different parts of the digestive tract. At the end of the 19th century, lignin was used as a potential internal marker to estimate digestibility. Given that there are no specific enzymes for lignin degradation in mammals or anaerobic bacteria, different results have been reported by researchers when using ADL to estimate digestibility. Digestibility was underestimated when using AIA as a natural marker. However, it is difficult to use the AIA method for grazing animals. One of the advantages of AIA compared to other indicators is the simplicity of its analysis and does not require special equipment. This study was aimed to evaluate the apparent digestibility of nutrients in camels using AIA, ADL and TFC methods.

Materials and Methods: To measure the apparent digestibility of nutrients using AIA, ADL and TFC methods, four male camels (age= 1 year, weight = 116.3 ± 9.35 kg) were used. This experiment was carried out based on a completely in a fully randomized design. The experimental period was 42 days (2 periods of 21 days) with 14 days of adaptation to the experimental diets and 7 days of data collection. Camels had free access to water and feeding was done once a day at 8 AM. In order to determine the apparent digestibility of feed nutrients, feces and feed samples were collected at the end of the 7 days of the experiment. The fecal samples weighed at 8:00 AM before feeding. The camels were kept in the stall for 5 days for adaptation. Then each camel was placed in an individual cage. In this experiment, three types of agricultural waste were used, including wheat straw, pomegranate pomace and chicken manure.

Results and Discussion: The results showed a significant difference in the digestibility coefficients of dry matter, organic matter, crude fat, neutral detergent fiber and acid detergent fiber between the two methods of AIA and TFC in diets containing wheat straw or pomegranate pomace ($P<0.05$). There was no significant difference in the digestibility coefficients of nutrients of wheat straw diet with chicken manure between the two methods of AIA and TFC. The recovery percentage of AIA marker in diet containing 75% wheat straw + 25% poultry manure was 105.14±17.08.

Conclusions: In general, it seems that due to the weak correlation between the three methods of measuring digestibility and considering the existing limitations, including the cost and many facilities, especially in large livestock, in determining digestibility with the method TFC and ADL, the AIA method can be used to determine digestibility in camels.

Cite this article: Behzad, H., Ghoorchi, T., Hosseinabadi, M., & Bashtini, J. (2024). Comparison of total feces collection methods and internal markers in determining the digestibility of wheat straw with pomegranate pomace or chicken manure in camel. *Journal of Animal Production*, 26 (2), 137-149. DOI: https://doi.org/ 10.22059/jap.2024.370672.623775

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.370672.623775

دوره بیست و ششم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

مقایسه روش‌های جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگرهای داخلی در تعیین گوارش‌پذیری کاه گندم همراه با تفاله انار یا کود مرغی در شتر

هادی بهزاد[۱] | تقی قورچی[۲] | مصطفی حسین‌آبادی[۳]✉ | جعفر باشتینی[۴]

۱. گروه تغذیه دام وطیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: behzad.farda@gmail.com

۲. گروه تغذیه دام وطیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: ghoorchi@gau.ac.ir

۳. نویسنده مسئول، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mostafa_hosseinabadi@gau.ac.ir

۴. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی،مشهد، ایران. رایانامه: jbashtini@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۲۴

کلیدواژه‌ها:

تفاله انار

جمع‌آوری کل مدفوع

خاکستر نامحلول در اسید

شتر

کود مرغی

چکیده

گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی کاه گندم همراه تفاله انار یا کود مرغ به سه روش خاکستر نامحلول در اسید، لیگنین نامحلول در اسید و جمع‌آوری کل مدفوع با استفاده از چهار نفر شتر نر با میانگین وزن ۹/۳۵±۱۱۶/۲۵ کیلوگرم و سن یک‌سال در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. طول مدت آزمایش ۴۲ روز (دو دوره ۲۱ روزه) شامل ۱۴روز عادت‌پذیری و هفت روز نمونه‌برداری بود. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- کاه گندم به‌همراه ۲۵ درصد تفاله انار و ۲- کاه گندم به‌همراه با ۲۵ درصد کود مرغ بود. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین دو روش نشانگر خاکستر نامحلول در اسید و جمع‌آوری کل مدفوع در برآورد ضرایب گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی کاه گندم به‌همراه تفاله انار وجود داشت ($P<0/05$)، اما چنین تفاوتی در برآورد ضرایب گوارش‌پذیری کاه گندم به‌همراه کود مرغ مشاهده نشد. درصد بازیافت نشانگر خاکستر نامحلول در اسید در جیره کاه گندم+ کود مرغ ۱۷/۰۸±۱۰۵/۱۴ بود. به‌طور کلی براساس نتایج مطالعه حاضر، به‌نظر می‌رسد با توجه به همبستگی ضعیف بین سه روش اندازه‌گیری قابلیت هضم و درنظرگرفتن محدودیت‌های موجود از جمله هزینه و امکانات زیاد به‌ویژه در دام‌های بزرگ در تعیین گوارش‌پذیری با روش‌های جمع‌آوری کل مدفوع و لیگنین نامحلول در اسید، می‌توان از روش خاکستر نامحلول در اسید برای تعیین گوارش‌پذیری در شتر استفاده کرد.

استناد: بهزاد، هادی؛ قورچی، تقی؛ حسین‌آبادی، مصطفی و باشتینی، جعفر (۱۴۰۳). مقایسه روش‌های جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگرهای داخلی در تعیین گوارش‌پذیری کاه گندم همراه با تفاله انار یا کود مرغی در شتر. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۶ (۲)، ۱۴۹-۱۳۷.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.370672.623775

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

جهت اندازه‌گیری گوارش‌پذیری مواد مغذی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. روشی که معمولاً برای تعیین گوارش‌پذیری جیره با استفاده از حیوان زنده به‌کار برده می‌شود، روش جمع‌آوری کل مدفوع[1] است. این روش را می‌توان قابل اعتمادترین روش اندازه‌گیری گوارش‌پذیری خوراک دانست. در این روش، معمولاً حیوان به‌منظور جمع‌آوری کل مدفوع، داخل قفس متابولیکی نگه‌داشته می‌شود (Ajmalkhan *et al.*, 2003). کاربرد این روش به‌علت زمان و هزینه بربودن، زحمت زیاد و استفاده از حیوانات خاص، محدود شده است. این محدودیت‌ها منجر به بررسی روش‌هایی براساس نشانگرهای غیرقابل هضم داخلی و خارجی شده است. قابل اعتمادترین گوارش‌پذیری مربوط به نشانگرهای داخلی است (McGeough *et al.*, 2010). نتایج استفاده از خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان نشانگر با روش‌های دیگر، قابل مقایسه و قابل‌قبول است (Bergero *et al.*, 2004).

اغلب از خاکستر نامحلول در اسید[2]، به‌عنوان یک نشانگر غیرقابل هضم برای تعیین انرژی قابل متابولیسم ظاهری در جوجه‌ها و گوارش‌پذیری در نشخوارکنندگان استفاده می‌شود (Marais, 2000).

سادگی تجزیه، بی‌نیاز به تجهیزات خاص (Sales, 2012) و سهولت در اندازه‌گیری، رویه آزمایشگاهی آسان و عدم زمان‌بربودن، از مزیت‌های استفاده از روش خاکستر نامحلول در اسید نسبت به دیگر نشانگرها می‌باشد (Van Keulen & Young, 1977). با محاسبه گوارش‌پذیری با استفاده از اندازه‌گیری میزان ماده غیرقابل هضم (نشانگر) در خوراک و مدفوع، اجازه جایگزینی جمع‌آوری دوره‌ای نمونه مدفوع به‌جای جمع‌آوری کل مدفوع را داده است (Varga, 2006). در روش استفاده از نشانگر، نیازی به اندازه‌گیری خوراک مصرفی و ماده دفعی نیست (Olivan *et al.*, 2007). از طرفی، لیگنین نیز به‌عنوان یک نشانگر داخلی با وجود این‌که به‌طور کامل بازیافت نشده و مشکل اندازه‌گیری دارد، اما به‌طور گسترده در گونه‌های مختلف علف‌خواران مورد استفاده قرار می‌گیرد (نیکخواه و امانلو، ۱۳۹۱). لیگنین در مقابل اسیدها و تجزیه میکروبی بسیار مقاوم است (دهقانیان و نصیری‌مقدم، ۱۳۸۴).

۲. پیشینه پژوهش

در ایران سالیانه مقادیر زیادی ضایعات کشاورزی و محصولات فرعی صنایع کشاورزی تولید می‌شود (Mirzaei & Maheri, 2008). پیش‌بینی شده که در مقیاس جهانی، مجموع تولید کاه و مواد وابسته به آن‌ها برای تأمین احتیاجات نگهداری کلیه نشخوارکنندگان دنیا کافی می‌باشد (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۷). یکی از ضایعات کشاورزی که می‌توان در تغذیه دام‌ها از آن استفاده کرد، کاه گندم است. هم‌چنین تفاله دانه انار که شامل هسته، پریکارپ و مقدار اندکی پوست می‌باشد، محصول فرعی کارخانجات آبگیری دانه انار است. این خوراک حاوی شش تا ۱۹ درصد چربی براساس ماده خشک است (خسروی و همکاران، ۱۳۹۱). براساس آمار تخمینی، میزان تولید سالانه انار در ایران حدود ۶۰۰ هزار تن می‌باشد. با احتساب این‌که تفاله دانه انار ۴۰ تا ۴۵ درصد وزن میوه را تشکیل می‌دهد، تولید آن ۱۲۰ هزار تن برآورد می‌شود (بخشی‌زاده و همکارن، ۱۳۹۱). پوست میوه انار دارای مقدار زیادی تانن می‌باشد که علاوه بر خاصیت انقباضی، سبب رسوب پروتئین‌های موجود در ساختمان میکروارگانیسم‌ها می‌شود (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۱).

کود مرغ هنگامی‌که با یک روش مناسب و قابل‌قبول عمل‌آوری گردد، به‌عنوان یک منبع پروتئینی، مواد معدنی و انرژی برای اکثر نشخوارکنندگان مطرح می‌شود. اسید اوریک موجود در کود مرغ می‌تواند برای تولید پروتئین میکروبی

1. Total Faecal Collection
2. Acid Insoluble Ash (AIA)

توسط میکروارگانیسم شکمبه استفاده شود (Nasr Sayed & Seif Fathy, 2010). با توجه به کاهش قابل‌توجه هزینه جیره، کود مرغی می‌تواند به‌عنوان یک مکمل پروتئینی، جایگزین بخشی از مواد پروتئینی مورد نیاز بره‌های پرواری گردد (پاپی و همکاران،۱۳۹۱). ترکیب شیمیایی کود مرغ متنوع است و تحت تأثیر فاکتورهایی از قبیل ترکیب جیره تغذیه‌شده به پرنده، روش فرآوری کود قبل از تغذیه و بستر استفاده شده در پرورش می‌باشد. محتوی پروتئین خام کود مرغ بین ۱۵۰ و ۳۵۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک می‌باشد (Obeidat *et al.*, 2011). میزان پروتئین خام در کود مرغ گوشتی و تخم‌گذار به‌ترتیب ۲۷۸ و ۲۱۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک و میزان الیاف محلول در شوینده خنثی به‌ترتیب ۲۴۶ و ۱۸۲ گرم در کیلوگرم گزارش شد (Deshck *et al.*, 1998). با توجه به مطالب فوق و این‌که در زمینه تغذیه شتر که یکی از دام‌های اهلی ایران است، پژوهش‌های محدودی روی آن انجام شده است، لذا هدف از این پژوهش، مقایسه اندازه‌گیری گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی کاه گندم به‌همراه تفاله انار و کاه گندم به‌همراه کود مرغی با استفاده از سه روش جمع‌آوری کل مدفوع، خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین نامحلول در اسید[1] در شتر می‌باشد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

آزمایش روی دام در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسرار شهرستان سبزوار و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی آن در آزمایشگاه تغذیه دام‌وطیور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. طول دوره آزمایش ۴۲ روز (دو دوره ۲۱ روزه) بود که شامل ۱۴روز مدت زمان عادت‌پذیری به جیره‌های آزمایشی و هفت روز نمونه‌برداری بود. در هر دوره یکی از دو جیره در اختیار دام قرار گرفت. جیره‌های آزمایشی عبارت بود از ۱–۷۵ درصد کاه گندم+ ۲۵ درصد تفاله انار و ۲– جیره ۷۵ درصد کاه گندم+ ۲۵ درصد کود مرغ. در این پژوهش از چهار نفر شتر نر با میانگین وزن ۹/۳۵±۱۱۶/۲۵ با سن حدود یک‌سال استفاده شد. شترها حداقل اختلاف وزنی و سنی را داشتند. شترها شماره‌گذاری شده و به‌منظور مبارزه با انگل‌های دستگاه گوارش قرص آلبندازول (برای هر ۸۰ کیلوگرم وزن زنده یک قرص) به هر شترها خورانده شد. شترها به‌منظور عادت‌پذیری با محیط سالن پنج روز در محیط سالن آزاد بودند. سپس هر شتر در جایگاه انفرادی قرار گرفت.

به‌منظور اجرای تعیین گوارش‌پذیری مواد خوراکی نیاز به مکان مسقف و محصور و هم‌چنین جایگاه انفرادی بود. بدین‌منظور سالنی به ابعاد ۶×۸ متر در نظر گرفته شد. در داخل سالن، چهار جایگاه به ابعاد ۱/۵ در دو متر طوری تعبیه شد که در انتهای هر دام هنگامی که در جایگاه قرار گرفت، شیار خروجی فاضلاب به‌عرض ۳۰ سانتی‌متر (توری فلزی روی آن) واقع شد. کف جایگاه موزائیک صاف بود و مدفوع به راحتی جمع‌آوری می‌شد. ادرار دام از شیار خروجی فاضلاب خارج می‌شد. در این طرح از سه نوع ضایعات کشاورزی شامل کاه گندم، تفاله انار و کود مرغ استفاده شد. بدین-منظور کاه گندم (به میزان ۷۵ درصد) با تفاله انار یا کود مرغی (۲۵ درصد) کاملاً مخلوط و در اختیار شترها قرار گرفت. حدود ۰/۵ درصد مقدار وزن هر خوراک، روزانه نمک به هر خوراک اضافه شد. آب به‌طور آزاد در اختیار هر شتر قرار گرفت. خوراک‌دهی روزانه یک‌بار در ساعت هشت صبح انجام شد.

۳. ۱. گوارش‌پذیری مواد مغذی

نمونه‌برداری از مدفوع و خوراک در هفت روز انتهای آزمایش جهت تعیین گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی خوراک انجام گردید. از هر خوراک به میزان یک کیلوگرم به‌صورت تصادفی نمونه‌گیری و به‌منظور آنالیز در جای خشک نگهداری شد. مدفوع جمع‌آوری‌شده در هر روز ساعت هشت صبح و قبل از خوراک‌دهی برای هر شتر، کاملاً مخلوط و به

1. Acid Detergent Lignin (ADL)

میزان ۱۰ درصد وزن در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. مقداری از نمونه مدفوع به‌منظور تعیین ماده خشک در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در آزمایشگاه، گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام (با روش کلدال)، چربی خام (AOAC, 1999)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی با استفاده از روش فیلتر بگ و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با استفاده از نشانگر خاکستر نامحلول در اسید محاسبه شد (Komarek, 1994). قابلیت هضم ماده خشک با استفاده از خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان مارکر داخلی (اسید کلریدریک دو نرمال) محاسبه شد (Van Keulen & Young, 1977). هم‌چنین به‌منظور اندازه‌گیری انرژی خام از دستگاه بمب کالریمتر (ساخت شرکت PARR1356 ایالات متحده آمریکا) استفاده شد.

۳. ۲. لیگنین نامحلول در اسید

برای اندازه‌گیری میزان لیگنین نامحلول در اسید، کیسه‌های حاصل از مرحله تعیین الیاف نامحلول در شوینده اسیدی به‌مدت سه ساعت (هر یک ساعت هم‌زده) در اسید سولفوریک ۷۲ درصد (Ellis *et al.*, 1946)، قرار داده شد (Komarek, 1994). درصد لیگنین نامحلول در اسید براساس رابطه (۱) محاسبه شد.

رابطه ۱) $$\text{درصد لیگنین نامحلول در اسید} = \frac{\text{وزن کیسه خالی- کیسه و نمونه بعد از آون}}{\text{وزن نمونه اولیه}} \times ۱۰۰$$

۳. ۳. گوارش‌پذیری به روش جمع‌آوری کل مدفوع

در هفت روز انتهایی آزمایش نمونه‌برداری از مدفوع و خوراک برای اندازه‌گیری گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی خوراک انجام شد. جمع‌آوری کامل و توزین نمونه مدفوع همه شترها ساعت هشت صبح و قبل از خوراک‌دهی انجام شد. حدود یک کیلوگرم از نمونه‌های مدفوع جمع‌آوری‌شده در هر روز به آزمایشگاه منتقل و در نهایت یک نمونه ۵۰۰ گرمی از هر شتر برای تعیین درصد ماده خشک و خاکستر استفاده شد و بخشی از نمونه‌ها تا زمان انجام سایر آزمایش‌ها، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. گوارش‌پذیری مواد مغذی با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد.

رابطه ۲) $$\text{گوارش‌پذیری} = \frac{\text{مقدار ماده مغذی دفعی- مقدار ماده مغذی مصرفی}}{\text{مقدار ماده مغذی مصرفی}} \times ۱۰۰$$

۳. ۴. خاکستر نامحلول در اسید

میزان پنج گرم از خاکستر نمونه خوراک یا مدفوع درون ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و ۱۰۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک دو نرمال به آن اضافه شد و مخلوط به‌مدت ۳۰ دقیقه بر روی هیتر جوشانده شد. سپس به‌وسیله کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ و قیف، محلول صاف شد. ارلن با آب مقطر ۸۵ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد شست‌وشو داده شد تا باقیمانده خاکستر موجود در ارلن نیز کاملاً شسته شود. سپس با پنس، کاغذهای حاوی خاکستر برداشته و به بوته چینی که قبلاً وزن شده، منتقل شد و در کوره با حرارت ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت حرارت داده شد. بعد از کوره، بوته‌های چینی حاوی خاکستر در داخل دسیکاتور خنک شده و با ترازوی دیجیتال توزین شدند و خاکستر نامحلول در اسید هر نمونه طبق رابطه (۳) تعیین شد.

رابطه ۳) $$AIA\ (\%) = \frac{wf - we}{ws} \times ۱۰۰$$

در این رابطه، AIA، درصد خاکستر نامحلول در اسید هر نمونه؛ Wf، وزن بوته چینی با خاکستر؛ We، وزن بوته خالی؛ Ws، وزن ماده خشک نمونه.

میزان گوارش‌پذیری با استفاده از روش نشانگر با استفاده از رابطه (۴) محاسبه شد.

رابطه ۴) $$\text{گوارش‌پذیری} = 100 - \left(\frac{\text{درصد نشانگر در غذا}}{\text{درصد نشانگر در مدفوع}} \times \frac{\text{درصد مواد مغذی در مدفوع}}{\text{درصد مواد مغذی در خوراک}}\right) \times 100$$

۳. ۵. بازیافت نشانگر

میزان درصد بازیافت نشانگر در مدفوع از فرمول زیر (رابطه ۵) محاسبه شد.

رابطه ۵) $$\text{بازیافت نشانگر} = \frac{\text{گرم نشانگر در مدفوع}}{\text{گرم نشانگر در خوراک}} \times 100$$

۳. ۶. تجزیه داده‌ها

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند. معادله رگرسیون و ضریب همبستگی برای مقایسه گوارش‌پذیری به‌دست‌آمده با سه روش جمع‌آوری کل مدفوع، نشانگر خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین نامحلول در اسید استفاده شد.

رابطه ۶) $$Y_{ij} = \mu + T_j + e_{ij}$$

که در این رابطه، Y_{ij}، مشاهده؛ μ، میانگین کل؛ T_i، اثر تیمار و e_{ij}، خطای آزمایش است.

۴. نتایج و بحث

۴. ۱. ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی

اطلاعات مربوط به ترکیبات شیمیایی پسماند مورداستفاده در جدول (۱) نشان داده شده است. بالاترین میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در کاه گندم و کم‌ترین میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در کود مرغ مشاهده شد. پایین‌ترین درصد پروتئین‌خام مربوط به کود مرغ و بالاترین درصد پروتئین خام مربوط به کاه گندم می‌باشد. بالاترین درصد خاکستر نامحلول در اسید مربوط به کاه گندم و پایین‌ترین درصد خاکستر نامحلول در اسید مربوط به تفاله انار می‌باشد. بالاترین درصد لیگنین نامحلول در اسید مربوط به تفاله انار و پایین‌ترین درصد لیگنین نامحلول در اسید مربوط به کود مرغ می‌باشد.

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی ضایعات مورداستفاده در آزمایش (درصد ماده خشک جیره)

ترکیب شیمیایی	کاه گندم	تفاله انار	کود مرغ	۷۵ درصد کاه گندم+ ۲۵ درصد تفاله انار	۷۵ درصد کاه گندم+ ۲۵ درصد کود مرغ
ماده خشک	۹۶/۲۵	۹۲/۴۴	۹۳/۱۷	۹۵/۲۹	۹۵/۴۷
ماده آلی)	۸۶/۷۵	۹۲/۲۴	۷۸/۵۱	۸۸/۱۲	۸۴/۶۸
چربی خام	۷/۹۶	۷/۴۸	۱۲/۲۷	۷/۸۴	۹/۰۳
پروتئین خام	۵/۱۲	۱۲/۵۳	۲۸/۵۱	۶/۹۷	۱۰/۹۶
انرژی‌خام (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۴۰۰۳	۴۴۴۱	۳۹۷۰	۴۱۱۷/۵	۳۹۹۴/۷۵
خاکستر	۱۱/۲۵	۷/۷۶	۲۱/۴۹	۱۰/۳۷	۱۳/۷۱
الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی	۶۹/۸۲	۵۴/۷۷	۲۹	۶۶/۰۵	۵۹/۶۱
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۴۳/۱۴	۳۸/۷	۱۷/۱۷	۴۲/۲۳	۳۶/۸۵
لیگنین نامحلول در اسید	۱۲/۱۴	۲۰/۹۵	۴/۵	۱۴/۳۳	۱۰/۲۲
خاکستر نامحلول در اسید	۶/۷۲	۵/۳۴	۶/۰۵	۶/۳۷	۶/۵۵

در جدول (۲) میزان درصد بازیافت خاکستر نامحلول در اسید در جیره‌ها نشان داده شده است. همان‌طورکه نتایج نشان می‌دهد درصد بازیافت خاکستر نامحلول در اسید در مدفوع در جیره حاوی کود مرغ بالاتر از میزان درصد بازیافت خاکستر نامحلول در اسید در مدفوع جیره حاوی تفاله انار می‌باشد. میزان بالابودن بازیافت خاکستر نامحلول در اسید در مدفوع ممکن است به علت منابع با منشاء داخلی و هم‌چنین آلودگی بزاقی به مواد خاکستر نامحلول در اسید باشد (قورچی و اربابی، ۱۳۹۱). درصد بازیافت خاکستر نامحلول در اسید در مدفوع جیره‌های مختلف را ۸۰ تا ۱۰۵/۹۷ درصد گزارش شده است. خاکستر نامحلول در اسید یک ترکیب شیمیایی مجزا نبوده و مقدار بازیافت آن در مدفوع بیش‌تر است (Ordakowski *et al.*, 2001).

جدول ۲. درصد بازیافت خاکستر نامحلول در اسید (AIA) در مدفوع جیره‌های آزمایشی

فراسنجه	۷۵ درصد کاه گندم+ ۲۵ درصد تفاله انار	۷۵ درصد کاه گندم+ ۲۵ درصد کود مرغ
بازیافت (درصد)	۷۹/۸۳±۱۱/۹۷	۱۰۵/۱۴±۱۷/۰۸

۱. میانگین± انحراف معیار

۴. ۲. گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره

گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره حاوی کاه و تفاله انار با استفاده از سه روش (جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگرهای داخلی) در جدول (۳) نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری بین دو روش جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید در مورد گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی جیره محتوی کاه گندم و تفاله انار وجود داشت. این اختلاف احتمالاً ناشی از بازیافت ناقص نشانگر خاکستر نامحلول در اسید، در مدفوع باشد. علت اختلاف معنی‌دار روش نشانگر لیگنین نامحلول در اسید با دو روش دیگر را می‌توان به گوارش‌پذیری قابل‌توجه لیگنین (۳۸/۲ درصد) در این جیره اشاره نمود. بین صفر تا ۳۰ درصد لیگنین در نشخوارکنندگان هضم می‌شود (Van Soest, 1994). این‌که هضم لیگنین تابع ماهیت ساختمان یا نوع فعالیت میکروبی است، مشخص نشده است. هرچند برخی پژوهش‌گران بیان کردند که در تغذیه نشخوارکنندگان هضم لیگنین معادل صفر در نظر گرفته می‌شود. از طرفی، علت اختلاف معنی‌دار گوارش‌پذیری ماده خشک با روش نشانگر پرمنگنات لیگنین با روش‌های جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید ممکن است ناشی از بازیافت ناقص و گوارش‌پذیری جزئی پرمنگنات لیگنین باشد (دانش مسگران و همکاران، ۱۳۸۷).

جدول ۳. گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره ۷۵ درصد کاه گندم به‌همراه ۲۵ درصد تفاله انار

گوارش‌پذیری (درصد)	روش			SEM	P-Value
	جمع‌آوری کل مدفوع[1]	خاکستر نامحلول در اسید	لیگنین نامحلول در اسید		
ماده خشک	۵۸/۵^{a}	۳۷/۰۹^{b}	۲۸/۰۵^{c}	۲/۳۹	۰/۰۰۱
ماده آلی	۶۰/۱۸^{a}	۳۹/۳۶^{b}	۳۰/۹۳^{c}	۲/۴۱	۰/۰۰۱
چربی خام	۶۹/۵۷^{a}	۵۵/۳۳^{b}	۴۸/۷۱^{b}	۴/۲۰	۰/۰۰۱
پروتئین خام	۵۲/۲۳^{a}	۵۳/۷۲^{a}	۴۴/۵۳^{b}	۲/۵۳	۰/۰۰۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۶۰/۶۵^{a}	۳۷/۳۶^{b}	۲۸/۷۵^{c}	۲/۷۹	۰/۰۰۱
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۶۴/۰۴^{a}	۳۷/۰۷^{b}	۲۸/۴۵^{b}	۳/۹۶	۰/۰۰۱
انرژی خام	۴۷/۷۶^{b}	۶۶/۶۳^{a}	۶۲/۵۸^{a}	۲/۵۳	۰/۰۰۱

a-c: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P<$ ۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره ۷۵ درصد کاه گندم+ ۲۵ درصد کود مرغ با استفاده از سه روش (جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگرهای داخلی) در جدول (۴) نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری بین روش جمع‌آوری کل مدفوع و نشاگر خاکستر نامحلول در اسید در گوارش‌پذیری خشک، ماده آلی، چربی خام، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی جیره محتوی کاه گندم و کود مرغ مشاهده نشد. اما اختلاف معنی‌داری بین نشانگر لیگنین نامحلول در اسید و دو روش دیگر در گوارش‌پذیری این فراسنجه‌ها مشاهده شد. گوارش‌پذیری مواد مغذی در جیره گندم به‌همراه ۲۵ درصد کود مرغی از نظر عددی کم‌تر از گوارش‌پذیری مواد مغذی در جیره گندم به‌همراه ۲۵ درصد تفاله انار می‌باشد که احتمالاً مربوط به گوارش‌پذیری پایین لیگنین در جیره گندم به‌همراه ۲۵ درصد کود مرغی می‌باشد. لیگنینی‌شدن دیواره سلولی عمده‌ترین مانع برای گوارش‌پذیری علوفه است. ارتباط منفی بین مقدار لیگنین و گوارش‌پذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی وجود دارد. ترکیب شیمیایی خوراک تغذیه شده و منبع نشانگر داخلی بر صحت گوارش‌پذیری به‌دست‌آمده با هر یک از نشانگر داخلی اثر می‌گذارد (Van Soest, 1994). قورچی و اربابی (۱۳۹۱) در مقایسه تعیین گوارش‌پذیری مواد مغذی یونجه با استفاده از روش‌های جمع‌آوری کل مدفوع، معرف داخلی خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین در اسبچه خزر، اختلاف معنی‌داری بین سه روش در برآورد گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی و چربی خام در یونجه (مقدار عددی روش جمع‌آوری کل مدفوع کم‌تر از دو روش دیگر بود) گزارش کردند.

جدول ٤. گوارش‌پذیری ترکیبات شیمیایی جیره ۷۵ درصد کاه گندم به‌همراه ۲۵ درصد کود مرغ

گوارش‌پذیری (درصد)	روش			SEM	P-Value
	جمع‌آوری کل مدفوع	خاکستر نامحلول در اسید	لیگنین نامحلول در اسید		
ماده خشک	۴۶/۳۵[a]	۴۷/۳۸[a]	۲۲/۷۴[b]	۱/۷۵	۰/۰۰۱
ماده آلی	۵۰/۷۶[a]	۵۱/۵۶[a]	۲۸/۱۴[b]	۱/۷	۰/۰۰۱
چربی خام	۵۱/۴۶[a]	۵۵/۱۵[a]	۲۶/۹۶[b]	۲/۳۱	۰/۰۰۱
پروتئین خام	۵۰/۰۳[a]	۵۰/۰۳[a]	۲۶/۴۱[b]	۲/۷۹	۰/۰۰۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۴۸/۵۲[a]	۵۰/۶۳[a]	۲۲/۷۴[b]	۱/۵۳	۰/۰۰۱
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۵۰/۳[a]	۵۱/۴۱[a]	۲۶/۶۴[b]	۱/۹۴	۰/۰۰۱
انرژی خام	۴۵/۲۶[c]	۷۱/۵۲[a]	۵۶/۹۲[b]	۲/۰۸	۰/۰۰۱

a-c: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P< ۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

معادلات رگرسیونی و مربع ضرایب همبستگی بین روش‌های تعیین گوارش‌پذیری مواد مغذی با روش جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید در جدول (۵) ارائه شده است. معادلات رگرسیونی بین گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید نشان می‌دهد که ضریب رگرسیون (شیب معادله) در این معادلات منفی می‌باشد. هم‌چنین معادلات رگرسیونی بین گوارش‌پذیری چربی خام، پروتئین خام و انرژی خام با روش جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید نشان می‌دهد، ضریب رگرسیون (شیب معادله) در این معادلات منفی می‌باشد. یکی از بهترین روش‌ها برای تفسیر همبستگی (R) بررسی مربع ضریب همبستگی می‌باشد (خالداری، ۱۳۹۰). مربع ضریب همبستگی گوارش‌پذیری ماده خشک با روش جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید بیان‌کننده این مطلب می‌باشد که ۳۰/۷ درصد تنوع در گوارش‌پذیری ماده خشک با روش جمع‌آوری کل مدفوع می‌تواند توسط تنوع در گوارش‌پذیری ماده خشک با روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول

در اسید توجیه شود. ازآنجایی‌که مربع ضریب همبستگی از لحاظ عددی با ضریب تبیین معادله رگرسیون برابر است و ضریب تبیین به‌عنوان معیار صحت مدل رگرسیون به‌کار برده می‌شود و هرچه ضریب تبیین به یک نزدیک‌تر باشد، مدل رگرسیون خوب و قابل‌قبول است (اقبال سعید و همکاران، ۱۳۸۶). بنابر توضیحات فوق، تنها معادله رگرسیون انرژی خام با ضریب تبیین ۰/۵۴۹ را می‌توان معادله خوب و قابل‌قبول دانست. البته معادلات رگرسیون ماده خشک و پروتئین خام با ضرایب تبیین به‌ترتیب ۰/۳۰۷ و ۰/۳۲۴ نسبت به سایر معادلات رگرسیون مواد مغذی دارای ضرایب تبیین قابل‌توجه می‌باشند. پژوهش‌گران مربع ضریب همبستگی بالایی بین دو روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید و جمع‌آوری مدفوع کل در آزمایش گوارش‌پذیری پروتئین خام (R^2=۰/۸۹) گزارش کردند (قورچی و اربابی، ۱۳۹۱). ضریب همبستگی بین روش AIA و جمع‌آوری کل برای ماده خشک ۰/۸۵، ماده آلی ۰/۸۳، انرژی ۰/۸۱، فیبر خام ۰/۸۹، پروتئین خام ۰/۸۴، دیواره سلولی فاقد همی سلولز ۰/۸۴، دیواره سلولی ۰/۸۵، عصاره اتری ۰/۹۸ و عصاره فاقد ازت ۰/۹۸ به‌دست آمد این نشان‌دهنده همبستگی بالا بین روش AIA و جمع‌آوری کل می‌باشد (Miraglia *et al.*, 1999). بالابودن همبستگی بین نتایج حاصل از دو روش از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا ضریب همبستگی بالا بین دو روش حاکی از دقت و اعتبار کافی ضرایب هضمی محاسبه شده با این روش‌ها می‌باشد. پژوهش‌گران نیز همبستگی بالایی را پیدا کردند (Cuddeford & Hughes, 1990). در پژوهش حاضر مربع ضریب همبستگی بین دو روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید و جمع‌آوری مدفوع کل در آزمایش گوارش‌پذیری پروتئین خام (R2=۰/۳۲۴) بود. در مقایسه گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی سیلاژ بوته گندم بین دو روش جمع‌آوری کل مدفوع و نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید، مربع ضرایب همبستگی به‌ترتیب ۰/۴۹، ۰/۲ و ۰/۴۴ گزارش شده است (McGeough *et al.*, 2010).

جدول ۵. روابط رگرسیونی بین مقادیر گوارش‌پذیری با روش جمع‌آوری کل مدفوع و خاکستر نامحلول در اسید

مواد مغذی	معادله رگرسیون	ضریب تعیین (r^2)
ماده خشک	$y = ۷۷/۵۸ - ۰/۶x^{*}$	۰/۳۰۷
ماده آلی	$y = ۷۴/۷۸ - ۰/۴۶۷x$	۰/۱۴۶
چربی خام	$y = ۴۰/۱۹ + ۰/۴۱۱x$	۰/۰۷
پروتئین خام	$y = ۴۶/۱۷ + ۰/۱۶x$	۰/۳۲۴
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	$y = ۷۲/۳۲ - ۰/۴۴x$	۰/۱۴۳
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	$y = ۷۴/۲۶ - ۰/۳۸۵x$	۰/۱۷۵
انرژی خام	$y = -۲۳/۴۷ + ۱/۰۲x$	۰/۵۴۹

.y: گوارش‌پذیری با روش جمع‌آوری کل مدفوع

x: گوارش‌پذیری با روش خاکستر نامحلول در اسید

معادلات رگرسیونی و مربع ضرایب همبستگی بین روش‌های تعیین گوارش‌پذیری مواد مغذی با روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین نامحلول در اسید در جدول (۶) ارائه شده است. ضریب رگرسیون (شیب معادله) در معادلات رگرسیونی بین گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین نامحلول در اسید منفی می‌باشد. ضریب رگرسیون (شیب معادله) در معادلات رگرسیونی بین گوارش‌پذیری چربی خام، پروتئین خام و انرژی خام با روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین نامحلول در اسید، مثبت می‌باشد.

جدول ٦. روابط رگرسیونی بین مقادیر گوارش‌پذیری با روش خاکستر نامحلول در اسید و لیگنین نامحلول در اسید

مواد مغذی	معادله رگرسیون	ضریب تعیین (r^2)
ماده خشک	$y = ۵۵/۴۲ - ۰/۵۶۲x^{۱*}$	۰/۲۶
ماده آلی	$y = ۵۴/۶۷ - ۰/۳۷۷x$	۰/۱۰۵
چربی خام	$y = ۴۳/۶۵ + ۰/۲۷۹x$	۰/۲۴۷
پروتئین خام	$y = ۱۳/۶۱ + ۰/۸x$	۰/۴۴۴
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	$y = ۵۴/۱۶ - ۰/۴۲۱x$	۰/۲۶۷
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	$y = ۵۳/۹ - ۰/۳۶۹x$	۰/۱۳۸
انرژی خام	$y = ۴۶/۰۵ + ۰/۳۶۲x$	۰/۲۷

۱. y= گوارش‌پذیری با روش خاکستر نامحلول در اسید

*. x= گوارش‌پذیری با روش لیگنین نامحلول در اسید

معادلات رگرسیونی و مربع ضرایب همبستگی بین روش‌های تعیین گوارش‌پذیری مواد مغذی با روش جمع‌آوری کل مدفوع و لیگنین نامحلول در اسید در جدول (۷) ارائه شده است. ضریب رگرسیون (شیب معادله) در معادلات رگرسیونی بین گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش جمع‌آوری کل مدفوع و لیگنین نامحلول در اسید مثبت می‌باشد. ضرایب تبیین به‌ترتیب ۰/۷۷۱ و ۰/۶۴۳ برای معادله رگرسیون انرژی خام، چربی خام نشان از صحت بالای این دو معادله می‌دهد. معادله رگرسیون ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی به‌ترتیب ۰/۲۹۲، ۰/۲۲۷، ۰/۳۴۴ و ۰/۲۴۴ می‌باشد. همبستگی بالایی بین روش لیگنین نامحلول در اسید و جمع‌آوری کل مدفوع در برآورد گوارش‌پذیری دیواره سلولی (R^2=۰/۹۹) گزارش شده است (قورچی و اربابی، ۱۳۹۱). مربع ضریب همبستگی بین روش لیگنین نامحلول در اسید و جمع‌آوری کل مدفوع در آزمایش گوارش‌پذیری دیواره سلولی در پژوهش حاضر (R^2=۰/۳۴۴) گزارش شد. اما پژوهش‌گران دیگر، همبستگی پایینی بین روش لیگنین نامحلول در اسید و جمع‌آوری کل مدفوع در برآورد گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، انرژی، الیاف خام، پروتئین خام، دیواره سلولی فاقد همی‌سلولز، دیواره سلولی، عصاره اتری و عصاره فاقد ازت گزارش کردند (Miraglia *et al.*, 1999). این پژوهش‌گران علت پایین بودن همبستگی را عدم بازیافت مناسب لیگنین در مدفوع ذکر کردند (Miraglia *et al.*, 1999).

جدول ۷. روابط رگرسیونی بین مقادیر گوارش‌پذیری با روش جمع‌آوری کل مدفوع و لیگنین نامحلول در اسید

مواد مغذی	معادله رگرسیون	ضریب تعیین (r^2)
ماده خشک	$y = ۳۵/۸۶ + ۰/۶۵x^{۱*}$	۰/۲۹۲
ماده آلی	$y = ۴۳ + ۰/۴۰۵x$	۰/۱۴۱
چربی خام	$y = ۳۳/۲۹ + ۰/۷۳۱x$	۰/۶۴۳
پروتئین خام	$y = ۴۲/۳۷۳ + ۰/۲۵۱x$	۰/۲۲۷
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	$y = ۳۸/۵۸ + ۰/۵۹x$	۰/۳۴۴
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	$y = ۴۲/۹۶ + ۰/۴۶۶x$	۰/۲۴۴
انرژی خام	$y = -۴/۷۷ + ۰/۸۴۴x$	۰/۷۷۱

۱. y= قابلیت هضم با روش خاکستر نامحلول در اسید

*. x= گوارش‌پذیری با روش لیگنین نامحلول در اسید

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به نتایج حاصل، اگر درصد بازیافت نشانگر خاکستر نامحلول در اسید بیش از ۹۰ درصد باشد، میزان گوارش-پذیری خاکستر نامحلول در اسید با مقدار گوارش‌پذیری جمع‌آوری کل مدفوع نزدیک می‌باشد. لذا با توجه به همبستگی ضعیف بین سه روش و درنظرگرفتن محدودیت‌های موجود از جمله هزینه و امکانات زیاد به‌ویژه در دام‌های بزرگ در تعیین گوارش‌پذیری با روش جمع‌آوری کل مدفوع، می‌توان از روش خاکستر نامحلول در اسید برای تعیین گوارش‌پذیری در شتر استفاده کرد. هم‌چنین در مورد نشانگر داخلی لیگنین نامحلول در اسید با گوارش‌پذیری قابل‌توجه در جیره‌های آزمایشی به‌دلیل نداشتن یکی از شرایط نشانگربودن (قابل هضم، جذب و متابولیسم نباشد) نمی‌توان از نتایج آن برای تعیین گوارش‌پذیری در شتر استفاده نمود.

۶. تشکر و قدردانی

از مسؤلین ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسرار شهرستان سبزوار و گروه تغذیه دام‌وطیور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. فهرست منابع

ابراهیمی، بهروز؛ تقی‌زاده، اکبر و پلنگی، ولی اله (۱۳۹۱). بررسی روند تجزیه‌پذیری پروتئین خام تفاله انار (خام و عمل‌آوری شده با اوره) با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی. پنجمین کنگره علوم دامی ایران. ص ۱۳۶۱– ۱۳۵۸.

اقبال سعید، شاهین؛ قربانی، ابوالفضل و مهمان‌نواز، یوسف (۱۳۸۶). در ترجمه کاربرد آمار زیستی در علوم دامی، کاپس، م.، لامبرسون، و.، (مؤلفین). انتشارات عمیدی. ۵۲۰ ص.

بخشی‌زاده، سمیه؛ تقی‌زاده، اکبر؛ رحمانی، سمیه؛ چراغی سرای، صادق؛ بخشی‌زاده، حمید؛ جانمحمدی، حسین؛ علیجانی، صادق (۱۳۹۱). تعیین ارزش غذایی تفاله انگور و تفاله انار با استفاده از روش تولید گاز. پنجمین کنگره علوم دامی ایران. ص ۱۰۶۳–۱۰۵۹.

پاپی، نادر؛ فضائلی، حسن؛ مقصودی‌نژاد، قاسم؛ اکبری کله‌سر، احمد و امینی، فریدون (۱۳۹۱). استفاده از کود مرغی عمل آوری شده در جیره بره‌های مغانی. پنجمین کنگره علوم دامی ایران. ص ۳۸۶– ۳۸۹.

خالداری، مجید (۱۳۹۰). روش‌های آماری. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ۸۶۰ ص.

خسروی، فاطمه؛ فتحی نسری، محمدحسن؛ فرهنگ‌فر، همایون؛ مدرسی، سیدجلال و رشیدی، لادن (۱۳۹۱). اثر سیلو کردن بر ترکیبات شیمیایی و میزان ترکیبات پلی فنلی تفاله دانه انار. پنجمین کنگره علوم دامی ایران. ص ۱۰۵– ۱۰۹.

دانش‌مسگران، محسن؛ طهماسبی، عبدالمنصور و وکیلی، علیرضا (۱۳۸۷). هضم و سوخت‌وساز در نشخوارکنندگان. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۶۱ ص.

دهقانیان، سیاوش و نصیری‌مقدم، حسن (۱۳۸۴). ترجمه تغذیه دام، کیرش گسنر، م.، (مؤلفین). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۶۴۴ ص.

قورچی، تقی و اربابی، سمانه (۱۳۹۱). مقایسه قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی خوراک با استفاده از روش‌های جمع‌آوری کل مدفوع، معرف داخلی خاکستر نا محلول در اسید و لیگنین در اسبچه خزر. گزارش نهایی طرح پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳۹ ص.

کاظمی، محسن؛ طهماسبی، عبدالمنصور؛ ولی‌زاده، رضا؛ دانش‌مسگران، محسن و ناصریان، عباسعلی (۱۳۸۷). مقایسه ارزش غذایی کاه گندم و جو با روش تولید گاز و In situ. نخستین همایش ملی صنعت دام‌وطیور در استان گلستان.

نیکخواه، علی و امانلو، حمید (۱۳۹۱). در ترجمه اصول تغذیه و خوراک دادن دام، چرچ، دی. سی.، و پوند، وی. جی. انتشارات جهاد دانشگاهی زنجان. ۷۲۸ ص.

References

Ajmalkhan, M., Un-nisa, M., & Sarwar, M. (2003). Techniques measuring digestibility for the nutritional evaluation of feeds. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5(1), 91-94.

Association of Official Analytical. (1999). Official Methods of Analysis. AOAC. Washington, D. C.

Bakhshizade, S., Taghizade, A., Rahmani, S., Cheraghisaray, S., Bakhshizade, H., Janmohammadi, H., & Alikhani, S. (2012). Determining the nutritional value of grape pomace and pomegranate pomace using the gas production method. The 5th Congress on Animal Sciences, Isfahan, Iran, August 29 and 30, 2012, 1059-1063. (In Persian).

Bergero, D., Miraglia, N., Abba, C., & Polidori, M. (2004). Apparent digestibility of Mediterranean forages determined by total collection of faeces and acid-insoluble ash as internal marker. *Livestock Production Science*, 85, 235-238. https://DOI:10.1016/S0301-6226(03)00137-4.

Cuddeford, D. & Hughes, D. (1990). A comparison between chromium-mordanted hay and acid-insoluble ash to determine apparent digestibility of a chaffed, molassed hay/ straw mixture. *Journal of Equine Veterinary Science*, 22, 122-125. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1990.tb04223.x.

Daneshmesgaran, M., Tahmasebi, A., & Vakili, R. (2008). Digestion and metabolism in ruminant. Publications of Ferdowsi University of Mashhad. 261 P. (In Persian).

Dehghanian, S., & Nasiri Moghadam, H. (2005). Animal nutrition, Kirsh Gesner, M., (author). Publications of Ferdowsi University of Mashhad. 644 p. (In Persian).

Deshck, A., Abo-Shehada, M., Allonby, E., Givens, D.I., & Hill, R. (1998). Assessment of the nutritive value for ruminants of poultry litter. *Animal Feed Science and Technology*, 73, 29-35. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00135-7

Ebrahimi, B., Taghizadeh, A., & Palangi, V. (2012). Assessment of dry matter degradability of Pomegranate using nylon bag technique. The 5th Congress on Animal Sciences, Isfahan, Iran, August 29 and 30, 2012, 1358-1361. (In Persian).

Ellis, G. J., Matrone, G., & Maynard, L. A. (1946). A 72 percent H2SO4 method for the determination of lignin and its use in animal nutrition studies. *Journal of Animal Science*, 5, 285. DOI: 10.2527/jas1946.53285x

Ghoorchi, T., & Arbabi, S. (2012). Comparison of the apparent digestibility of feed nutrients using methods of collecting whole feces, internal reagent of acid-insoluble ash and lignin in the Caspian horse. Final report of the research project of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 39 p. (In Persian).

Iqbal Saeed, Sh., Ghorbani, A., & Mehman Nawaz, Y. (2007). The application of biological statistics in animal science, Kaps, M., Lamberson, V., (authors). Umidi Publications. 520 p. (In Persian).

Kazemi, M., Tahmasabi, A., Valizadeh, R., Danesh Masgaran, M., Naserian, A. (2008). Comparison of nutritional value of wheat straw and barley by gas production method and in situ. The first national conference of livestock and poultry industry in Golestan province. (In Persian).

Khaldari, M. (2011). Statistical methods. Jihad University Press, Tehran. 860 p. (In Persian).

Khosravi, F., Fathinasri, M.H., Farhangfar, H., Modresi, S.J., & Rashidi, L. (2012). The effect of ensiling on the chemical composition and amount of polyphenolic compounds of pomegranate seed pomace. The 5th Congress on Animal Sciences, Isfahan, Iran, August 29 and 30, 2012,105-109. (In Persian).

Komarek, A. R. (1994). Fiber analysis system. United states patent. Patent number: 5, 370, 007.

Marais, J. P. (2000). Farm Animal Metabolism and Nutrition. CAB International, Pp: 255-277.

McGeough, E. J., O'Kiely, P., & Kenny, D. A. (2010). A note on the evaluation of the acid-insoluble ash technique as a method for determining apparent diet digestibility in beef cattle. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 49, 159-164.

Miraglia, N., Bergero, D., Bassano, B., Tarantola, M., & Ladetto, G. (1999). Studies of apparent digestibility in horses and the use of internal markers. *Livestock Production Science*, 60, 21-25. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00043-3

Mirzaei, A., & Maheri, N. (2008). Nutritive Value of Some Agro-Industrial By-products for Ruminants - A Review. *World Journal of Zoology*, 3 (2), 40-46.

Nasr Sayed, A. B., & Seif.Fathy, A. (2010). Study on the use of dried poultry litter in the camel's ration. *Veterinary Research Forum*,1(2), 65-71.

Nikkhah, A., & Amanlou, H. (2012). In the translation of principles of animal nutrition and feeding, Church, D. C., and Pond, V. J. Academic Jihad Publications, Zanjan. 728 p. (In Persian).

Obeidat, B. S., Awawdeh, M. S., Abdullah, A. Y., Muwalla, M. M., Abu Ishmais, M. A., Telfah, B. T., Ayrout, A. J., Matarneh, S. K., Subih, H. S., & Osaili, T. O. (2011). Effects of feeding broiler litter on performance of Awassi lambs fed finishing diets. *Animal Feed Science and Technology*, 165, 15-22. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.02.007

Olivan, M., Ferreira, L. M. M., Celaya, R., & Osoro, K. (2007). Accuracy of the N-alkane technique for intake estimates in beef cattle using different sampling procedures. *Journal Livestock Science*, 106, 28-40. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.06.015.

Ordakowski, A. L., Kronfeld, D. S., Holland, J. L., Hargreaves, B. J., Gay, L. S., Harris, P. A., Dove, H., & Sklan, D. (2001). Alkanes as internal markers to estimate digestibility of hay or hay plus concentratediets in horses. *Journal of Animal Science*, 79, 1516-1522. DOI: 10.2527/2001.7961516x

Papi, N., Fazaeli, H., Maqshoodinejad, Gh., Akbarikalesar, A., & Amini, F. (2012). Use of processed chicken manure in the diet of Mughani lambs. The 5th Congress on Animal Sciences, Isfahan, Iran, August 29 and 30, 2012, 386-389. (In Persian).

Sales, J. (2012). A review on the use of indigestible dietary markers to determine total tract apparent digestibility or nutrient in horses. *Animal Feed Science and Technology*, 174, 119-130. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.03.005.

SAS. (2003). Qualification tools user's guide. SAS 9.1. Cary (NC): SAS Institute.

Thonney, M. L., Duhaime, D. J., Moe, P. W., & Reid, J. T. (1979). Acid insoluble ash and Permanganate Lignin as Indicators to determine digestibility of cattle rations. *Journal of Animal Science*, 49, 1112-1116. https://doi.org/10.2527/jas1979.4941112x

Van Keulen, J., & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44 (2), 282-287. https://doi.org/10.2527/jas1977.442282x.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminants. Cornell University Press, Ithaca, New York. steers. Nebraska Beef Cattle Reports. 67A: 72-74.

Varga, G. A. (2006). In vivo digestibility of forages. Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana, USA, 2-3 May, 2005, 95-106.