

The effect of different wheat straw cultivars on digestibility, gas production, fermentation and blood parameters of Lori sheep *in vitro* and *in vivo*

B Mahdavi Fard¹, T Mohammadabadi^{2*}, M Chaji², A R Jolazadeh³

Received: 2024-12-17 Revised: 2025-06-02 Accepted: 2025-10-13

¹ Animal Science Research Department, Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension (AREEO), Dezful, Iran.

² Professors, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran

³ Assistant Professor, Animal Science Research Department, Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension (AREEO), Dezful, Iran.

*Corresponding author: : t.mohammadabadi.t@gmail.com

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research	Journal of Animal Science Research / vol.36 No.2/ 2026/pp 13-25 https://animalscience.tabrizu.ac.ir	OPEN ACCESS
© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/) DOI: 10.22034/AS.2025.65054.1768		

Introduction: Agricultural residues refer to the materials remaining after the harvesting and processing of crops to obtain their primary products.

These residues, which are often composed of fibrous and lignocellulosic materials, represent an abundant yet underutilized resource in agricultural systems. They play an important role in sustainable livestock production, particularly in regions where conventional feed resources are limited. Among agricultural residues, cereal straw is considered one of the most important sources of organic matter worldwide and serves as a major source of animal feed in many countries, particularly in arid and semi-arid regions. In these areas, seasonal feed shortages pose a serious challenge and are a major constraint to livestock production and productivity.

The utilization of cereal straw as livestock feed is essential for maintaining a year-round feed supply. However, its nutritional value is generally low because of its high fiber content, low crude protein concentration, and limited digestibility. Previous studies have shown that the nutritional quality of cereal straw is affected by several factors, including species and cultivar, environmental conditions, stage of maturity at harvest, and post-harvest management. Among these factors, genetic variation among cultivars can result in substantial differences in the chemical composition and nutritive value of straw. These differences are primarily associated with the stem-to-leaf ratio, cell wall structure, and the concentration and distribution of nutrients among different morphological components, particularly stems and leaves. In general, leaves contain higher concentrations of crude protein and lower concentrations of lignin than stems, resulting in greater digestibility and nutritive value.

Given the importance of improving the utilization of feed resources and the potential variability among wheat cultivars, evaluating the chemical composition and nutritive value of wheat straw is essential for optimizing livestock feeding strategies. Therefore, the present study was conducted to investigate the chemical composition and nutritive value of straw from different promising wheat cultivars and to compare them with the widely cultivated Chamran cultivar when used as feed for Lori sheep. The findings may contribute to more efficient utilization of crop residues, improved feed security, and enhanced sustainability of livestock production systems in arid and semi-arid regions.

Materials and Methods

Straw samples from different wheat cultivars were collected after harvesting, air-dried under shade, and manually chopped into pieces approximately 2–3 cm in length. The processed samples were stored in clean, labeled polyethylene bags until further analysis and use in the feeding trial. Initially, the chemical composition and in vitro gas production parameters of straw from 17 wheat cultivars were determined. Based on the results of these preliminary analyses, three cultivars with the most favorable nutritional characteristics and fermentation potential were selected for further in vivo evaluation, along with the widely cultivated Chamran cultivar as a control.

The animal experiment was conducted using a completely randomized design (CRD) with 16 healthy male Lori sheep with an average body weight of 23 ± 2 kg. The animals were randomly assigned to four dietary treatments corresponding to the selected wheat straw cultivars. During the experimental period, the animals were allowed an adaptation period to the experimental diets, and feed intake was recorded daily. Samples were collected to determine nutrient digestibility, ruminal fermentation characteristics, including ruminal pH and ammonia-N concentration, and selected blood metabolites associated with energy and protein metabolism. The combination of in vitro and in vivo evaluations provided a comprehensive assessment of the nutritive value and physiological effects of wheat straw from different cultivars in sheep feeding systems.

Results and Discussion

The results showed that the highest crude protein concentrations and in vitro gas production values were observed in the straw of the S-91-11, S-91-14, and S-91-6 cultivars ($P < 0.05$). Although these cultivars exhibited numerically greater nutritional values, their differences from the Chamran cultivar were not statistically significant. The straw from S-91-11, S-91-14, and S-91-6 also had the lowest concentrations of structural carbohydrates, including neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), indicating potentially greater nutritive value and more favorable fermentation characteristics than those of the other evaluated cultivars ($P < 0.05$).

However, when the selected wheat straws were incorporated into the diets of Lori sheep, no significant differences ($P > 0.05$) were observed among treatments in nutrient digestibility. Similarly, the type of wheat straw did not significantly affect ruminal fermentation parameters. Blood metabolite concentrations also remained within the normal physiological range and did not differ significantly among treatments. These findings indicate that although certain wheat straw cultivars may have more favorable chemical and fermentative characteristics, these differences may not be sufficiently large to produce measurable changes in nutrient digestibility, ruminal fermentation, or blood biochemical responses in sheep.

Nevertheless, the identification of wheat cultivars with higher crude protein and lower fiber concentrations may contribute to improving the nutritional quality and utilization efficiency of agricultural residues in ruminant feeding systems.

Conclusion

In general, based on the results of the in vitro gas production parameters and chemical composition analyses, the S-91-11, S-91-6, and S-91-14 wheat cultivars exhibited more favorable nutritional characteristics than the other evaluated cultivars. Therefore, these cultivars may be considered promising sources of wheat straw for use in livestock feeding systems.

Keywords: Gas production, Blood parameters, Digestibility, Wheat straw, Lori sheep

تاثیر استفاده از ارقام مختلف کاه گندم بر قابلیت هضم، تولید گاز و فراسنجه‌های تخمیری و خونی گوسفندان لری در شرایط برون تنی و درون تنی

بهروز مهدوی فرد^۱، طاهره محمد آبادی^{۲*}، مرتضی چاجی^۳، علی رضا جولازاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۹/۲۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۲۱

^۱ کارشناس ارشد بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، دزفول، ایران

^۲ اساتید گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران

^۳ استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، دزفول، ایران

* مسئول مکاتبه: t.mohammadabadi.t@gmail.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: پس مانده های کشاورزی شامل موادی هستند که پس از برداشت و استحصال محصولات اصلی حاصل از زراعت از آن بر جای می ماند، این پس مانده ها از مواد خشبی تشکیل شده اند و مقدار قابل توجهی از منابع خوراک دام را به خود اختصاص داده اند. کاه یکی از مهمترین منابع ماده آلی تولیدی در جهان محسوب می شود که به عنوان اصلی ترین منبع خوراک دام در بسیاری از کشورهای جهان، به ویژه در مناطق خشک مورد استفاده قرار می گیرد، چرا که در چنین مناطقی مشکل کمبود علوفه به عنوان مهم ترین عامل بازدارنده در دامپروری محسوب می شود. پژوهش های انجام شده حاکی از آن است که ارزش غذایی کاه غلات می تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله تفاوت در ارقام زراعی قرار گیرد. اختلاف در ارزش غذایی کاه ها، عمدتاً یا به دلیل تفاوت در نسبت ساقه به برگ و یا اختلاف در کیفیت و ارزش غذایی بخش های مختلف کاه به خصوص ساقه و برگ ایجاد می شود. هدف: بنابراین هدف از این آزمایش، بررسی و مقایسه ترکیب های شیمیایی و ارزش تغذیه ای چند رقم کاه گندم از لاین امیدبخش است. در ادامه، ارقامی که از نظر ارزش غذایی برتر تشخیص داده شدند، با رقم چمران (به عنوان رقم شاهد) در تغذیه گوسفندان نژاد لری مقایسه شدند. روش کار: در این آزمایش، نمونه های کاه ارقام مختلف گندم از لاین امیدبخش تهیه شده و در مجاورت هوا خشک شد سپس به ابعاد ۲-۳ سانتی متر خرد شد و در ادامه در کیسه هایی برای استفاده در تیمارهای مختلف نگهداری شد. سپس ترکیبات شیمیایی و فراسنجه های گاز تولیدی ۱۷ رقم از لاین امیدبخش کاه گندم اندازه گیری شد. سپس تعداد ۳ رقم کاه گندم که بهترین نتایج را نشان دادند، انتخاب و به همراه رقم چمران در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از تعداد ۱۶ رأس گوسفند نر لری (۲۳±۲ کیلوگرم) مورد بررسی قرار گرفت. قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه های شکمبه ای و خونی نیز اندازه گیری شدند. نتایج: نتایج نشان داد بیشترین میزان پروتئین خام و پتانسیل تولید گاز مربوط به رقم های S-91-11 و S-91-14 و S-91-6 بود ($P<0.05$)، اما در مقایسه با رقم چمران تفاوت معنی داری نشان ندادند. ارقام کاه S-91-11 و S-91-14 و S-91-6 در مقایسه با سایر ارقام کاه دارای بیشترین میزان پروتئین خام و کمترین مقدار دیواره سلولی بودند. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی، نیتروژن آمونیاکی، pH مایع شکمبه و فراسنجه های خونی تحت تأثیر ارقام انتخاب شده کاه گندم در جیره های آزمایشی قرار نگرفت. نتیجه گیری نهایی: به طور کلی با توجه به نتایج فراسنجه های آزمایش تولید گاز و اندازه گیری ترکیبات

شیمیایی، کاه گندم ارقام S-91-11، S-91-6 و S-91-14، نسبت به کاه گندم سایر ارقام نتایج بهتری نشان دادند و قابل توصیه می باشند.

واژه‌های کلیدی: تولید گاز، فراسنجه‌های خونی، قابلیت هضم، کاه گندم، گوسفندان لری

مقدمه

کشت گندم در درجه اول به منظور تغذیه انسان و سپس برای تغذیه دام و مصارف صنعتی است (جیرالدو و همکاران ۲۰۱۹). کاه‌ها شامل ساقه‌ها و برگ‌های گیاهان، پس از جداسازی دانه‌های رسیده توسط خرمن‌کوبی، بوده و از بیشتر غلات و بعضی از لگوم‌ها حاصل می‌شوند. ضایعات خرمن‌کوبی عبارت است از پوسته یا غلاف‌هایی است که طی خرمن‌کوبی از دانه جدا می‌شوند (مکدونالد و همکاران ۱۹۹۵). با تولید هر کیلوگرم گندم (۱-۱/۳ کیلوگرم کاه حاصل می‌شود (شانموگام و همکاران ۲۰۲۴)، براین اساس سالانه حدود ۲۰ میلیون تن کاه گندم تولید می‌شوند (صادقی و همکاران ۲۰۱۵).

بعضی پژوهش‌های انجام‌شده حاکی از آن است که ارزش غذایی کاه غلات تحت تأثیر عوامل مختلفی ازجمله تفاوت در ارقام زراعی است (انجم و همکاران ۲۰۱۴). ژن‌های موجود در یک گیاه تأثیر عمده‌ای روی ترکیبات و ارزش غذایی آن دارند. بین گیاهان خانواده بقولات و گیاهان خانواده گندمیان اختلاف آشکاری وجود دارد. به‌عنوان مثال حتی با کود ازت کم، پروتئین علوفه‌های بقولات غالباً بالاتر از پروتئین علوفه‌های گندمیان است و غالباً بقولات حاوی مقدار زیادی کلسیم و سطوح بالاتری پتاسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، روی، مس و کبالت هستند، درحالی‌که مقدار سیلیس و منگنز کمتری نسبت به گندمیان دارند (مکدونالد و همکاران ۱۹۹۵). شاند و همکاران (۱۹۸۸) ارزش غذایی کاه ارقام مختلف غلات را مورد مقایسه قرار داده و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده کردند. همچنین فیسا و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که در تفکیک ریخت‌شناسی کاه، ارزش غذایی برگ در اغلب کاه‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از ساقه است. در یک آزمایش کاه ۹ رقم گندم، هرکدام در چهار قسمت قابل‌تفکیک، شامل برگ همراه با غلاف، ساقه، پوشال (پوسته خارجی دانه، مقداری دانه و کمی کاه خرد شده) و گره‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. نسبت‌های این چهار

قسمت به ترتیب ۳۳/۹، ۴۶/۴، ۱۳/۸ و ۵/۷ درصد بود (پیرس، ۱۹۸۳). همچنین علاوه بر تفاوت نسبت برگ، ساقه و پوشال، تجزیه‌پذیری این قسمت‌ها، به‌خصوص ساقه، نیز متفاوت بوده است (توح و همکاران ۱۹۸۶). تربتی‌نژاد و همکاران (۱۹۹۶) ارزش غذایی کاه گندم و کاه جو مورد بررسی قرار دادند و قابلیت هضم ماده خشک، ماده‌آلی، پروتئین خام، الیاف خام، چربی خام و عصاره فاقد ازت کاه‌گندم به ترتیب ۵۳/۰۷، ۶۵/۴۸، ۷۳/۲۲، ۵۶/۱۴ درصد و کاه‌جو به ترتیب ۴۶/۷۲، ۷۵/۳۶، ۵۴/۸۸، ۷۹/۹۲، ۷۲/۶۳، ۷۴/۴۴ درصد گزارش کردند. شیوه رایج در برنامه به‌نژادی غلات توجه به صفات زراعی است، درحالی‌که اگر کیفیت و ارزش غذایی کاه آن‌ها نیز در معرفی رقم لحاظ شود، هم از جنبه زراعی و هم از جنبه ارزش غذایی کاه، گامی مهم در جهت رفع کمبود مواد مغذی موردنیاز دام برداشته خواهد شد. لذا پژوهش حاضر به‌منظور تعیین ارزش غذایی ارقام کاه گندم لاین امیدبخش در مقایسه با رقم چمران در جیره گوسفندان لری صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌ها

در مرحله اول آزمایش، ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی ارقام کاه گندم لاین امیدبخش به‌صورت برون‌تنی اندازه‌گیری شد. تعداد ۱۷ رقم گندم از لاین امیدبخش به نام‌های S-92-21، S-92-17، S-92-15، S-92-13، S-92-12، S-92-3، S-92-6، S-91-11، S-91-6، S-91-12، S-91-13، S-91-14، S-91-15، S-91-16، S-91-17، S-90-4، S-90-7 به همراه یک رقم تجارتي چمران از مزارع آزمایشی بخش اصلاح بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول جمع‌آوری و آسیاب شدند. ماده خشک، خاکستر، ماده آلی، پروتئین خام و عصاره اتری مطابق با روش AOAC (2005)

که در این معادلات IVOMD میزان گوارش‌پذیری ماده آلی، GAS میزان گاز خالص تولیدی برای ۲۰۰ میلی‌گرم سوبسترا پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (منکه و استاینگاس، ۱۹۸۸)، میزان پروتئین خام به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک، XA خاکستر به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک می‌باشد. همچنین تولید پروتئین میکروبی (MPS) به صورت زیر محاسبه گردید (بلومل و همکاران ۱۹۹۷):

$$\text{MPS (mg/g DM)} = \text{mg ADS} - (\text{ml gas} \times 2.2 \text{ mg/ml})$$

که ADS سوبسترای هضم شده ظاهری پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، ml gas حجم گاز تولیدی پس از انکوباسیون ۲۴ ساعته و ۲/۲ عامل استوکیومتری بر حسب میلی‌گرم کربن، هیدروژن و اکسیژن مورد نیاز برای سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است. بازده مقدار توده میکروبی با تقسیم توده میکروبی تولیدشده بر مقدار ماده آلی حقیقی قابل تخمیر در پایان زمان انکوباسیون (۲۴ ساعت) محاسبه گردید.

جهت سنجش تجزیه پذیری دیواره سلولی پس از (۷۲ ساعت) انکوباسیون، از هر تیمار ۳ ویال خارج شده و محتویات آن از کاغذ صافی عبور داده شد. سپس بقایای جامد با آب مقطر شسته شده و در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند تا وزن ثابتی به دست آید. پس از خشک شدن، میزان فیبرهای نامحلول در شوینده خنثی در بقایا، طبق روش ون سوست و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد.

برای محاسبه درصد تجزیه‌پذیری دیواره سلولی، مقدار اولیه دیواره سلولی (پیش از تخمیر) با مقدار باقی‌مانده آن پس از تخمیر مقایسه گردید و از رابطه زیر استفاده شد:

$$\text{درصد تجزیه‌پذیری} = [(\text{مقدار اولیه} - \text{مقدار باقی‌مانده}) \div (\text{مقدار اولیه})] \times 100$$

در مرحله دوم تعداد ۳ رقم کاه گندم به همراه رقم چمران به‌عنوان شاهد بر اساس نتایج ارزش غذایی کاه ارقام (پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی

اجزای دیواره سلولی (ADF و NDF) با استفاده از روش ون سوست و همکاران (۱۹۹۱)، وکلسیم (روش تیتراسیون) و فسفر (روش اسپکتروفتومتر) اندازه‌گیری شد.

آزمون گاز

جهت بررسی فراسنجه‌های تخمیر و تولید گاز، مایع شکمبه از گوسفندان نژاد لری تغذیه‌شده با جیره بر پایه علوفه با روش لوله مری قبل از خوراک‌دهی صبح گرفته شد. درصد مواد خوراکی مورد استفاده در جیره‌های گوسفندان تغذیه شده بر پایه علوفه در جدول ۱ نشان داده شده است. تخمیر آزمایشگاهی ۱۷ رقم کاه گندم از لاین امیدبخش با استفاده از روش تولید گاز (منکه و استاینگاس، ۱۹۸۸) اندازه‌گیری شد (۵ تکرار برای هر نمونه در نظر گرفته شد). میزان گاز تولیدی در ساعات صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از قرار دادن ویال‌ها در حمام آب گرم ثبت شد.

از رابطه ۱ برای توصیف روند تخمیر در روش تولید گاز استفاده شد:

$$P = b(1 - e^{-ct})$$

که در این رابطه P، پتانسیل تولید گاز؛ b، بخش دارای پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر گاز تولیدی به ازای ۳۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)؛ c، نرخ تولید گاز (درصد در ساعت) و t، زمان انکوباسیون است. پس از پایان انکوباسیون، ضریب تفکیک (PF)، توده میکروبی و راندمان توده میکروبی اندازه‌گیری شد. (بلومل و همکاران ۱۹۹۷) برای محاسبه PF از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{میزان میلی گرم ماده آلی حقیقی هضم شده} \\ \text{PF} = \frac{\text{میلی لیتر گاز تولید شده}}{\text{میلی لیتر گاز تولید شده}}$$

گوارش‌پذیری

ماده آلی نمونه‌ها بر اساس معادله زیر تخمین زده شد (منکه و استاینگاس، ۱۹۸۸):

$$\text{IVOMD (g/kg OM)} = 148.8 + 8.89 \text{ GAS} + 4.50 \text{ CP} + 6.51 \text{ XA}$$

نسخه ۹.۴ انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام گرفت.

Table 1- Ingredient and chemical composition of diet fed to donor sheep

Feedstuff	(% of diet)
Alfalfa hay	30
Corn grain	21
Soybean meal	12.35
Barley	35.50
Limstone	0.4
Salt	0.25
Mineral and vitamin permix	0.50
Chemical composition	
Neutral detergent fiber (%)	20.75
Acid detergent fiber (%)	15.82
Organic matter (%)	97.97
Crude protein (%)	16.5
Metabolizable energy (Mcal/kg)	2.57

نتایج و بحث

ارقام کاه S-91-11 و S-91-14 و S-91-6 در مقایسه با سایر ارقام کاه دارای بیشترین میزان پروتئین خام ($P < 0.05$) بودند و مقدار اجزای دیواره سلولی این ارقام نیز تمایل به کاهش داشت ($P = 0.08$) (جدول ۲)، لذا به نظر می‌رسد این ارقام نسبت به سایر ارقام کاه مورد بررسی در این مطالعه از ارزش غذایی بالاتری برخوردار بودند. جیره دام‌های نشخوارکننده باید دارای مقادیر مشخصی الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) باشد. زیرا وجود فیبر برای عملکرد مطلوب شکمبه ضروری است. ولی مقدار زیاد آن، بخصوص در دام‌های پرتولید، موجب محدود شدن مصرف خوراک (گروس ۲۰۲۲) و کاهش تولید دام می‌شود (ون سوست و همکاران ۱۹۹۴). یکی از دلایل تنوع در کیفیت کاه گندم، درصد اجزاء تشکیل‌دهنده آن یعنی برگ، گره و میان‌گره است. به‌عنوان مثال، کاه‌هایی که دارای برگ بیشتر هستند از ارزش غذایی بیشتری نیز برخوردارند (شاند و همکاران

و نتایج تولید گاز) انتخاب و در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی با ۴ تیمار (رقم شاهد به همراه ۳ واریته انتخاب‌شده) با استفاده از تعداد ۱۶ رأس بره نر لری (بره نر 2 ± 6 ماهه با متوسط وزن 23 ± 2 کیلوگرم) در یک دوره ۲۸ روزه شامل ۱۴ روز به‌عنوان عادت‌پذیری و ۱۴ روز عادت نمونه‌گیری استفاده شد. گوسفندان مورد آزمایش برعلیه بیماری‌های متداول منطقه واکسینه و جهت مبارزه با انگل‌های خارجی و داخلی از داروهای مربوطه نیز استفاده شد. جیره‌های غذایی در دو نوبت ۸ صبح و ۴ عصر در اختیار دام‌ها قرار گرفت و در طول این دوره، آب به‌طور آزاد در اختیار گوسفندان قرار داشت. نمونه‌های باقی‌مانده خوراک و مدفوع، طی ۷ روز آخر دوره آزمایش، برداشت و مقدار خوراک مصرفی و قابلیت هضم اندازه‌گیری شد.

چهار ساعت بعد از تغذیه صبح از تمام دام‌ها خون‌گیری انجام شد. در آزمایشگاه نمونه‌های خون سانتریفیوژ ($3000 \times g$ ، به مدت ۱۵ دقیقه) شده و پلاسما حاصل از آن‌ها جدا گردید. اندازه‌گیری گلوکز و اوره خون با استفاده از کیت تشخیص کمی شرکت پارس آزمون و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتری (مدل بیوکروم لیبرا اس. ۲۲) انجام گرفت. به‌منظور تعیین غلظت نیتروژن آمونیاکی و pH شکمبه (pH متر مدل WTW پورتابل)، از دام‌ها، در اواخر دوره آزمایش، ۳ ساعت پس از مصرف خوراک صبحگاهی، نمونه‌برداری از مایع شکمبه صورت پذیرفت. درنهایت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از روش برودریک و کانگ (۱۹۸۰) و دستگاه اسپکتو فتومتر اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به ترکیبات شیمیایی، آزمون گاز، فراسنجه‌های تخمیرپذیری، قابلیت هضم ماده آلی در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط مدل آماری زیر انجام گرفت:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij}$$

در این مدل Y_{ij} برابر مقدار مشاهده شده برای حیوان i تیمار j ، μ برابر میانگین کل جامعه، T_j اثر تیمار j ام و ε_{ij} برابر اثرات باقی مانده مستقل با میانگین صفر و واریانس σ^2_{ε} بود. آنالیز آماری با استفاده نرم افزار آماری SAS

۱۹۸۸). مهم‌ترین عامل مؤثر بر تنوع در ارزش غذایی کاه‌ها اختلاف در نسبت ساقه به برگ و یا تفاوت در ارزش غذایی بخش‌های مختلف کاه، به‌خصوص ساقه و برگ است (کالینز و همکاران ۲۰۱۴). با توجه به نتایج پژوهش حاضر احتمالاً دلیل اصلی اختلاف در ترکیبات شیمیایی ارقام مختلف کاه گندم، به دلیل تفاوت در عواملی مانند گونه، رقم گیاه، حاصلخیزی و خصوصیات خاک باشد. میزان کمترالیاف نامحلول در شویتده خنثی در یک ماده خوراکی به معنی بالاتر بودن مواد محلول در آن ماده خوراکی است. و از آنجایی که این مواد محلول به طور کامل در شکمبه تجزیه می‌شوند، می‌توان انتظار داشت که این کاه‌ها از ارزش غذایی بالاتری نیز برخوردار باشند (ترونگ و سو ۲۰۲۲). ارقام کاه S-91-15، S-91-13 و S-90-4 کمترین میزان پروتئین خام و بالاترین میزان دیواره سلولی را دارا بودند. مشخص

گردیده که با افزایش دیواره سلولی میزان مواد مغذی و هضم پذیری آنها کاهش می‌یابد (مرتنز ۲۰۰۹). به نظر می‌رسد کاهش مواد مغذی در این ارقام، در مقایسه با سایر ارقام کاه، با افزایش نسبت ساقه و گره در ارتباط باشد. همچنین افزایش دما در مناطق گرمسیری سبب کاهش ترکیبات مغذی در کاه ارقام گندم می‌باشد. در این مناطق، گیاه گندم رشد بیشتری داشته و بالغ تر شده، در نتیجه میزان رشد ساقه و گره‌ها افزایش یافته و در نهایت میزان ترکیبات مغذی گیاه کاهش یافته و بر دیواره سلولی افزوده می‌شود (اشمیت و همکاران ۱۹۸۸). همچنین نشان داده شده است که استفاده از مقادیر متفاوت نیتروژن در خاک موجب تغییر در نسبت و ارزش غذایی اجزاء گیاه می‌گردد (آن و همکاران ۲۰۲۴).

Table 2- Chemical composition of different varieties of wheat straw

Wheat straw varieties	Dry matter	Crude protein	Ether extract	NDF	ADF	Ash	P	Ca
S-92-21	91.5	3.40 ^e	0.76	75.61 ^{bcd}	49.80	8.94	0.10	0.23
S-92-17	91.1	3.31 ^{cd}	0.75	77.10 ^{de}	48.11	8.14	0.22	0.20
S-92-15	91.1	3.24 ^d	0.80	76.49 ^{cde}	48.27	8.43	0.23	0.20
S-92-13	90.9	2.93 ^f	0.87	77.93 ^e	51.88	8.56	0.21	0.40
S-92-12	91.1	3.37 ^e	0.80	78.01 ^e	47.30	8.56	0.10	0.23
S-92-6	91.0	2.99 ^{ef}	0.91	76.74 ^{cde}	50.68	8.86	0.10	0.23
S-92-3	91.2	3.46 ^{bc}	0.92	72.98 ^{ab}	49.83	9.26	0.21	0.26
S-91-17	91.7	3.12 ^{de}	0.83	77.46 ^{de}	51.99	9.26	0.11	0.23
S-91-16	91.5	3.03 ^e	0.81	74.98 ^{abc}	50.40	8.72	0.14	0.26
S-91-15	91.1	2.79 ^{fg}	0.92	77.42 ^{de}	52.70	8.44	0.13	0.23
S-91-14	91.6	3.90 ^a	0.9	75.66 ^{bcd}	48.17	9.04	0.13	0.22
S-91-13	91.0	2.47 ^g	0.81	77.47 ^{de}	51.31	8.59	0.11	0.22
S-91-12	90.9	3.27 ^{cd}	0.85	74.34 ^{abc}	49.64	9.46	0.17	0.20
S-91-11	91.2	3.93 ^a	0.85	72.50 ^{ab}	46.91	8.50	0.22	0.20
S-91-6	91.4	3.53 ^{bc}	0.86	72.50 ^{ab}	47.34	8.43	0.19	0.24
S-90-7	91.6	2.92 ^f	0.83	70.17 ^a	50.04	8.76	0.13	0.25
S-90-4	91.0	2.46 ^g	0.83	78.38 ^e	51.95	9.16	0.11	0.24
Control	91.1	3.66 ^b	0.83	76.45 ^{cde}	52.0	8.66	0.13	0.24
SEM ⁱ	0.34	0.060	0.065	2.25	1.80	0.61	0.045	0.088
P-value	0.94	0.0001	0.32	0.01	0.08	0.32	0.15	0.37

SEM: Standard error of means

In each column means with different superscripts are statistically different at $P < 0.05$ and trends at $P < 0.10$.

بیشترین پتانسیل تولید گاز را ارقام S-91-14 و S-91-14 داشتند ($P < 0.05$). بطوریکه در کلیه ساعات انکوباسیون گاز بیشتری از دیگر ارقام تولید نموده بود. این ارقام دارای کمترین مقادیر الیاف نامحلول در شوینده

خنثی و خاکستر بودند. این مقادیر کم به معنی وجود کربوهیدرات‌های غیرفیبری بیشتر و در نتیجه تخمیرپذیری بهتر و تولید گاز بیشتر است (جدول ۳). نسبت‌های غلاف و تیغه برگ در ارقام مختلف متفاوت

بوده که باعث وجود اختلاف در پتانسیل تولید گاز و در نهایت نرخ تولید گاز خواهد شد (کاپر ۱۹۸۸). گزارش شده که تجزیه‌پذیری تیغه برگ بطور معنی‌داری بیشتر

از تجزیه‌پذیری غلاف برگ است که این تفاوت باعث وجود اختلاف در نرخ تولید گاز خواهد شد (تولرا و برگ ۱۹۹۹).

Table 3- Gas production parameters in the different varieties of wheat straw

Wheat straw varieties	Rate of gas production (ml/h)	Gas production potential (mL/300 mg sample)
S-92-21	0.09 ^{bcd}	48.32 ^{de}
S-92-17	0.06 ^{fg}	49.39 ^{de}
S-92-15	0.09 ^{bcd}	49.22 ^{de}
S-92-13	0.10 ^{abc}	50.27 ^{de}
S-92-12	0.10 ^{abc}	55.38 ^{cd}
S-92-6	0.10 ^{abc}	53.49 ^d
S-92-3	0.10 ^{abc}	50.74 ^{de}
S-91-17	0.12 ^{ab}	54.66 ^{cd}
S-91-16	0.13 ^a	52.88 ^d
S-91-15	0.07 ^{efg}	64.15 ^{abc}
S-91-14	0.07 ^{efg}	66.12 ^{ab}
S-91-13	0.07 ^{efg}	65.88 ^a
S-91-12	0.07 ^{efg}	64.17 ^{abc}
S-91-11	0.06 ^{fg}	66.25 ^{ab}
S-91-6	0.05 ^{gh}	66.08 ^a
S-90-7	0.05 ^{gh}	53.88 ^d
S-90-4	0.04 ^h	58.21 ^{bcd}
Control	0.04 ^h	65.75 ^{ab}
SEM	0.007	3.04
P-value	0.0001	0.0001

SEM: Standard error of means

In each column data with different superscripts are statistically different at $P < 0.05$ and trends at $P < 0.10$

نتایج این پژوهش نشان داد اختلاف معنی‌داری بین ارقام کاه از نظر میزان PF وجود نداشت ($P > 0.05$). بیشترین و کمترین مقدار PF از لحاظ عددی به ترتیب مربوط به رقم S-92-17 و S-90-6 بود (جدول ۴). در تولید توده میکروبی بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به وجود همبستگی منفی بین مقدار تولید گاز و تولید توده میکروبی (بلومل و همکاران ۲۰۰۳)، به نظر می‌رسد که مقدار PF بالاتر رقم S-92-17 به علت وجود سوبسترای قابل تخمیر بیشتر، برای مصرف، توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه است. به نظر می‌رسد علت تفاوت‌های موجود از یک سو مرتبط با ماهیت جیره‌ها و در نتیجه شرایط تخمیر اولیه آن‌ها در شکمبه و از سوی دیگر مرتبط با تفاوت در ماهیت منابع فیبری مورد استفاده در آزمایش و نوع برهم‌کنش این دو عامل بوده است. در یک پژوهش نشان داده شده است که، بواسطه محدودکنندگی دیواره سلولی و لیگنین برای

هضم کربوهیدرات‌های دیواره سلولی، میزان تولید گاز کاهش می‌یابد (جولزاده و همکاران ۲۰۲۵). همچنین با افزایش مقدار نسبت همی سلولز به الیاف نامحلول در شوینده اسیدی مقدار قابلیت هضم در تولید گاز افزایش می‌یابد (مقدم ۲۰۱۱). از عوامل تأثیرگذار در نتایج تولید گاز می‌توان زمان برداشت، میزان کربوهیدرات‌های محلول و غیر محلول در آب، میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی، منشأ میکروبی گونه دامی دهنده مایع شکمبه، زمان جمع‌آوری مایع شکمبه و جیره غذایی دام دهنده مایع شکمبه را نام برد (مقدم ۲۰۱۱). مهم‌ترین عامل مؤثر بر تنوع ارزش غذایی کاه‌ها اختلاف در نسبت ساقه به برگ و یا تفاوت در ارزش غذایی بخش‌های مختلف کاه، به‌خصوص ساقه و برگ است (کالینز و همکاران ۲۰۱۴). از این رو احتمالاً گونه‌هایی که دارای ساقه، گره و میان‌گره‌های بیشتری هستند و نسبت برگ در آن‌ها کمتر است، دارای ترکیبات مغذی کمتر و

در نهایت پتانسیل و نرخ تولید گاز کمتری می‌باشند. در این پژوهش، بین تیمارها از نظر تولید توده میکروبی و میزان تجزیه‌پذیری دیواره سلولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). گزارش شده که کاهش جمعیت باکتریایی و فعالیت باکتریایی و پروتوزایی از عوامل کاهش تجزیه‌پذیری ماده مغذی است، که به دنبال آن مقادیر گاز تولیدی نیز کاهش می‌یابد (بلومل و همکاران ۲۰۰۳).

Table 4- Fermentation parameters of gas production in the sheep fed different varieties of wheat straw

Wheat straw varieties	Organic matter digestibility (% DM)	Partitioning factor (mg/ml)	Microbial protein production (mg)	Microbial protein production yield (%)	Cell wall degradability
S-92-21	88.85	3.11	26.15	28.97	19.96
S-92-17	90.0	3.83	38.30	42.42	19.48
S-92-15	97.95	3.56	37.45	37.91	18.47
S-92-13	88.75	3.04	23.25	25.99	22.85
S-92-12	99.5	3.20	31.30	30.65	30.56
S-92-6	105.55	3.51	39.55	37.03	27.53
S-92-3	96.60	3.45	35	36.18	25.91
S-91-17	104.85	3.49	38.85	36.90	29.33
S-91-16	87.25	2.85	28.55	22.78	23.18
S-91-15	108.85	3.15	32.95	30.22	26.05
S-91-14	111.75	3.06	31.45	27.54	29.16
S-91-13	110.45	3.11	32.35	29.17	26.88
S-91-12	108.30	3.27	36.50	32.60	22.95
S-91-11	106.45	3.16	34.35	29.94	29.32
S-91-6	112.45	3.03	31.05	27.21	30.68
S-90-7	87.75	3.25	28.35	32.10	22.51
S-90-4	100.75	3.41	35.95	34.91	23.56
Control	108.15	3.27	35.55	32.72	29.61
SEM ¹	8.63	0.26	7.89	6.62	6.58
P-value	0.23	0.63	0.91	0.69	0.85

SEM: Standard error of means

In each column means with different superscripts are statistically different at $P < 0.05$ and trends at $P < 0.10$

اختلاف در شمار جمعیت باکتریایی دستگاه گوارش است. بنابراین با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار در توده میکروبی، عدم اختلاف در میزان قابلیت هضم مواد مغذی نیز منطقی به نظر می‌رسد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی با مقدار مصرف و تراکم خوراک، فعالیت جویدن، قابلیت هضم، سرعت هضم و کاهش قابلیت هضم ارتباط دارد (مرتز ۱۹۹۷). بنابراین به نظر می‌رسد تفاوت اندک مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر قابلیت هضم پروتئین، ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی وجود نداشت ($P < 0.05$)، (جدول ۵). با توجه به عدم تفاوت در قابلیت هضم پروتئین کاه ارقام مختلف به نظر می‌رسد جیره‌های مختلف تأثیری بر هضم پروتئین نداشته باشند. از اصلی‌ترین دلایل اختلاف در قابلیت هضم مواد مغذی در دستگاه گوارش وجود

در شوینده اسیدی ارقام مختلف کاه گندم به علت عدم تفاوت قابلیت هضم باشد. چرا که به‌طور کلی افزایش سوپسترای قابل تخمیر شکمبه‌ای می‌تواند سبب بهبود هضم شکمبه‌ای فیبر شود (کیم و سونگ ۲۰۲۲). بررسی‌ها نشان داد که با پیشرفت بلوغ گیاه، کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی و قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده خشک کاهش و غلظت فیبر افزایش یافته و در نهایت قابلیت هضم مواد مغذی کاهش پیدا

می‌کند (سایلر و همکاران ۲۰۲۱). با پیشرفت مرحله رویشی در گیاهان، میزان بافت نگهدارنده مانند بافت اسکلرانسیم بیشتر می‌شود. این بافت‌ها نیز عمدتاً از کربوهیدرات‌های ساختمانی مانند سلولز، همی سلولز و لیگنین تشکیل شده‌اند، بنابراین با کامل شدن رشد گیاه و افزایش نسبت کربوهیدرات‌های ساختمانی، درصد فیبر گیاهان افزایش و در مقابل مقادیر پروتئین کاهش می‌یابد (استرن و همکاران ۲۰۰۱).

Table 5- Nutrient digestibility in the sheep fed different varieties of wheat straw.

Digestibility	Experimental diets				SEM	P-value
	S-91-14	S-91-6	S-91-11	Control		
Dry matter	56.06	57.21	58.75	55.99	1.82	0.68
Organic matter	61.98	61.79	64.08	62.63	1.21	0.55
Neutral detergent fiber	43.71	44.55	45.48	41.69	2.34	0.70
Acid detergent fiber	24.61	24.37	22.97	23.33	1.33	0.81
Crude protein	54.79	55.70	56.99	54.31	1.25	0.15

SEM: Standard error of means

In each column means with different superscripts are statistically different at $P < 0.05$ and trends at $P < 0.10$

نتایج آزمایش حاضر (جدول ۶) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام مختلف کاه گندم از نظر نیتروژن آمونیاکی و pH شکمبه وجود نداشت. میانگین غلظت آمونیاک مایع شکمبه با تغذیه جیره‌های آزمایشی در دامنه مطلوب یعنی ۸/۵ تا ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه گزارش شده است (مکدونالد و همکاران ۲۰۱۰). با افزایش آمونیاک شکمبه قابلیت دسترسی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه و هضم پذیری فیبر افزایش

پیدا کرده و کاهش غلظت آن به‌عنوان فاکتور محدودکننده رشد میکروارگانیسم‌های شکمبه محسوب می‌شود (یو و همکاران ۲۰۱۰). پروتوزوآها فعالیت پروتئولیتیکی و دامیناسیونی داشته که منجر به تولید آمونیاک در شکمبه می‌شود (کریمی‌زاده و همکاران ۲۰۱۷). به نظر می‌رسد عدم تفاوت بین جیره‌ها از نظر نیتروژن آمونیاکی و pH مربوط به تفاوت جزئی در مقدار غلظت پروتئین آن‌ها باشد.

Table 6- Some ruminal parameters in the sheep fed different varieties of wheat straw

Experimental groups	pH	Ammonia-NH ₃ (mg/dl)
Control	6.69	27.69
S-91-11	6.76	27.60
S-91-6	6.40	27.72
S-91-14	6.80	28.74
SEM	0.24	0.99
P-value	0.66	0.83

SEM: Standard error of means

In each column means with different superscripts are statistically different at $P < 0.05$ and trends at $P < 0.10$

همان‌طور که نتایج (جدول ۷) نشان داد تفاوت معنی‌داری بین مقدار گلوکز و اوره خون گوسفندان تغذیه شده با ارقام مختلف کاه گندم وجود نداشت. اوره خون در کبد،

از آمونیاک جذب شده از شکمبه سنتز می‌شود به‌طوری‌که غلظت نیتروژن اوره‌ای خون همبستگی مثبتی با غلظت آمونیاک شکمبه دارد (دیویدسون و همکاران

۲۰۰۳). یکی از عوامل دیگر مؤثر بر غلظت نیتروژن اوره‌ای خون تحت تأثیر سطوح پروتئین خام و ترکیب کربوهیدرات‌های جیره قرار دارد (کافمن، ۲۰۰۱).

Table 7- Blood metabolites in the sheep fed different varieties of wheat straw

Treatment	Blood urea nitrogen (mg/dl)	Glucose (mg/dl)
Control	27.52	64.30
S-91-11	28.64	63.51
S-91-6	27.05	59.47
S-91-14	29.68	58.85
SEM	3.12	4.85
<i>P-value</i>	0.93	0.77

SEM: Standard error of means

In each column means with different superscripts are statistically different at $P < 0.05$ and trends at $P < 0.10$.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی و شکمبه تحت تأثیر ارقام انتخاب‌شده کاه گندم در جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. به‌طور کلی با توجه به نتایج فراسنجه‌های آزمایش تولید گاز و اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی، کاه گندم ارقام S-91-11، S-91-6، S-91-14، نسبت به کاه گندم سایر ارقام نتایج بهتری نشان داده و قابل توصیه هستند.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم می‌داند از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول به خاطر حمایت مالی پژوهش حاضر تشکر و قدردانی به عمل آید.

منابع مورد استفاده

- Adesogan AT, 2002. A critical evaluation of selected nutritive value methods. In Proceeding 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium.
- An HY, Han JJ, He QN, Zhu YL, Wu P, Wang YC and Xue JF, 2024. Influence of nitrogen application rate on wheat grain protein content and composition in China: A meta-analysis. *Agronomy* 14;(6): 1164-1176.
- Anjum MI, Ghazanfar S and Begum I, 2014. Nutritional composition of wheat grains and straw influenced by differences in varieties grown under uniform agronomic practices. *International Journal of Veterinary Science* 3;(3): 100-104.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Blümmel M, Makkar HP and Becker K, 1997. *In vitro* gas production: a technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 8;(5): 24-34.
- Blu M and Ørskov ER, 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Animal feed science and technology* Jan 1;40(2-3):109-19.
- Blümmel M, Karsli A and Russell JR, 2003. Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms *in vitro* and *in vivo*: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. *British Journal of Nutrition* 90;(3): 625-634.
- Brodrick GA and Kang JH, 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science* 63:64-75.
- Collins SR, Wellner N, Martinez Bordonado I, Harper AL, Miller CN, Bancroft I and Waldron KW, 2014. Variation in the chemical composition of wheat straw: the role of tissue ratio and composition. *Biotechnology for Biofuels* 7;(1): 121-129.

- Davidson S, Hopkins BA, Diaz DE, Bolt SM, Brownie C, Fellner V and Whitlow LW, 2003. Effects of amounts and degradability of dietary protein on lactation, nitrogen utilization, and excretion in early lactation Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 86; 1681–1689.
- Schmidt GH, Vleck LV and Hutjens MF, 1988. Principles of dairy science (No. Ed. 2).
- Feyissa F, Tolera A and Melaku S, 2007. Nutritive value of different varieties and morphological fractions of oats harvested at the soft dough stage. *Tropical Science* 47;(4): 188-196.
- Giraldo P, Benavente E, Manzano-Agugliaro F and Gimenez E, 2019. Worldwide research trends on wheat and barley: A bibliometric comparative analysis. *Agronomy* 9;(7): 352-361.
- Gross JJ, 2022. Limiting factors for milk production in dairy cows: perspectives from physiology and nutrition. *Journal of Animal Science* 100;(3), skac044.
- Iiyama K, Lam TBT and Stone BA, 1990. Phenolic acid bridges between polysaccharides and lignin in wheat internodes. *Phytochemistry* 29: 733-737.
- Ivan M, Neill L, Forster R, Alimon R, Rode LM and Entz T, 2000. Effects of Isotricha, Dasytricha, Entodinium, and total fauna on ruminal fermentation and duodenal flow in wethers fed different diets. *Journal of Dairy Science* 83: 776–787.
- Jolazadeh A, Azizi A, Sharifi A, Memarzadeh F, Fallali N and Imani-Rad E, 2025. Evaluation of camelina seed pods as a novel feed ingredient for ruminants: nutritional value, fermentation characteristics and nutrient digestibility. *Veterinary and Animal Science* 29:100477.
- Kapper BS, 1988. Genetic variation in the feeding value of cereal straw. *Animal Feed Science and Technology* 21: 127-140.
- Karimizadeh E, Chaji M and Mohammadabadi T, 2017. Effects of physical form of diet on nutrient digestibility, rumen fermentation, rumination, growth performance and protozoa population of finishing lambs. *Animal Nutrition* 3;(2), 139-144.
- Kaufman, W, 2001. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed Intake in ruminants. *Livestock Production Science* 3: 103-110.
- Kellems R O and Church DC, 2009. *Livestock Feeds and Feedings*. 6 th Edition. Prentice HALL. Inc.
- Keyserlingk von, MAG, Swift ML, Puchala R, Shelford JA, 1997. Degradability Characteristics of Dry Matter and Crude Protein of Forages in Ruminants. *Journal Animal Feed Science Technology*. 57: 291- 311.
- Kim SH and Sung HG, 2022. Effects of different Fiber substrates on *in vitro* rumen fermentation characteristics and rumen microbial Community in Korean Native Goats and Hanwoo Steers. *Fermentation* 8;(11): 611-619.
- Moghaddam M, Taghizadeh A, Nobakht A and Ahmadi A, 2011. Nutritive value of grape pomace and raisin vitis leaves using nylon bags and gas production techniques. *Iranian Journal of Animal Science Research* 3;(4): 435-443.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JF and Morgan CA, 1995 *Animal nutrition*. ed. 5.
- McDonald p, Edwards RA and Greehalgh jFD, 2010. *Animal nutrition*. 7 th edition.
- Makkar HPS, 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research* 49(3): 241–256.
- Menke KH and Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development* 28: 7–55.
- Mertens DR, 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy Cow. *Journal of Dairy Science* 80:1463-1481
- Mertens DR. 2009. Impact of NDF content and digestibility on dairy cow performance. *Advances in Dairy Technology* 21: 191-201.
- National Research concil (NRC), 1989. *Nutrient Requirments of Dairy cattle*. Six revised Edition, Washington DC. USA.
- Pearce GR, 1983. Variability in the composition and *in vitro* digestibility of cereal .G. Packham. pp. 417-420.

- Ramirez RG, Gonzalez H, Morales R, Cerrillo A, Julrez A, Garsia GJ and Guerrero M, 2009. Chemical composition and dry matter digestion of some native and cultivated grasses in Mexico. *Czech Journal of Animal Science* 54;(4): 150-162.
- Sadeghi S, Valizadeh R, Naserian A and Tahmasebi A, 2015. Nutritive value of wheat straw treated with gaseous or liquid ammonia through nylon bag and *in vitro* gas production techniques. *Iranian Journal of Animal Science Research* 7;(3): 257-266.
- Saylor BA, Min D and Bradford BJ, 2021. Effects of cultivar and harvest days after planting on dry matter yield and nutritive value of teff. *Journal of Animal Science and Technology* 63;(3): 510-520
- Shand WJ, Ørskov ER and Morrice AF, 1988. Rumen degradation of straw. Botanical fraction and degradability of different varieties of oat and wheat straw. *Animal Production* 47:378-392.
- Shanmugam H, Raghavan V, Rajagopal R, Goyette B, Lyu L, Zhou S and An C, 2024. Evaluating sustainable practices for managing residue derived from wheat straw. *Bioengineering* 11;(6), 554.
- Stern MD, Bach A and Calsamiglia S, 2001. Alternative Techniques for Measuring Nutrient Digestion in ruminants. *Journal of Animal Science* 75: 2256-2276.
- Tolera A, Berg T and Sundstøl F, 1999. The effect of variety on maize grain and crop residue yield and nutritive value of the stover. *Animal Feed Science and Technology* 79: 165–177.
- Torbatinejad NM, 1996. Determination of nutritional value of wheat straw, barley straw, rice straw, rice husk, tea waste and alfalfa by chemical and digestion method before and after ammoniating, Master's thesis, National Institute of Animal Husbandry Research 59-123.
- Truong NB and Thu NV, 2022. Effect of dietary levels of neutral detergent fiber on feed intake, nutrient digestibility, rumen parameters and nitrogen retention of beef cattle. *Advances in Animal and Veterinary Sciences* 10;(2): 316-322.
- Tuah AK, Lufadeju E and Ørskov ER, 1986. Rumen degradation of straw Untreated and ammonia-treated straw. *Animal Production* 43: 261-269.
- Yu CW, Chen YS, Cheng YH, Cheng YS, Yang CM and Chang CT, 2010. Effects of fumarate on ruminal ammonia accumulation and fiber digestion *in vitro* and nutrient utilization in dairy does. *Journal of Dairy Science* 93;(2): 701-710.
- Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.
- Van Soest PJ, 1994. Nutritional ecology of the ruminant (2nd Ed.). Cornell University Press, Ithaca, NY.