



Effect of physical form of feed and feed delivery on performance, digestibility and nutritional behavior, and blood and rumen parameters of fattening lambs

S. Nazari Seresht¹, A. Azarfar¹, A. Fadayifar^{1*}, Y. Beyranvand¹

1. Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

(Received: 08-03-2025 – Revised: 28-09-2025 – Accepted: 28-09-2025 – Available online: 01-10-2025)

Abstract

Introduction: Although sheep husbandry in Iran has a long history, it is usually practiced in a traditional manner with low productivity. The growing population, increasing demand for red meat, and high costs of feed supply necessitate the use of rations with balanced nutrients, minimal waste, and maximum profitability. Therefore, nutrition management and improving productivity in this sector are of particular importance. Physical processing of feed is one of the key management strategies in this regard and is among the most important factors affecting feed intake and apparent digestibility. Feed processing and particle size modification have been shown to influence animal performance. Pelleting, grinding feed ingredients, and various processing methods applied to cereal grains and other ration components have all been employed to improve nutrient utilization efficiency in ruminant nutrition. This study investigated the effects of physical form and feeding method of diets on growth performance, apparent digestibility, and selected ruminal and blood parameters of fattening lambs.

Materials and methods: Twenty-eight Lori-Bakhtiari male lambs, with an average age of approximately three months and an average body weight of 35.8 ± 4.4 kg, were used at the Small Ruminant Research Farm, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran. The experimental period lasted 75 days, including 15 days of adaptation and 60 days of fattening. Animals were housed individually ($150 \times 100 \times 100$ cm; length \times width \times height) in pens equipped with water and feed buckets, and had *ad libitum* access to feed and water throughout the study. Four experimental diets were designed in a 2×2 factorial arrangement, consisting of two concentrate forms (pelleted and mash) and two feeding methods (total mixed ration and separate feeding). The treatments included: (1) Total mixed ration (TMR) with mash concentrate, (2) Separate feeding of mash concentrate and forage, (3) TMR with pelleted concentrate, and (4) Separate feeding of pelleted concentrate and forage. The diets for both growing and finishing periods were formulated according to NRC (2007) to meet at least the minimum nutrient requirements of the lambs. The concentrate portion of each diet was ground to 3 mm, and pelleted concentrates were processed using a 5 mm die. During the experimental period, diets were fed twice daily at 08:00 and 16:00 h. Feed intake and refusals were recorded throughout the study. Lambs were weighed on day one and subsequently every 20 days before the morning feeding after a 16-hour fasting period. Average daily gain was calculated as the difference between initial and final weights divided by the number of days. Apparent nutrient digestibility was determined using the acid-insoluble ash marker method. On day 28 of the growing phase and day 58 of the finishing phase, ruminal fluid samples were collected three hours after the morning feeding using a stomach tube. To reduce saliva contamination, the first 10–20 mL of the sample was discarded. Data were analyzed using a completely randomized design with the SAS software (version 9.4).

* Corresponding author: Fadayifar.a@lu.ac.ir



Results and discussion: Feeding pelleted concentrate during the growing period increased the digestibility coefficients of ADF and NDF, while in the finishing period, it improved the digestibility of nutrients, dry matter, organic matter, and ADF ($P<0.05$). Feeding mash concentrate during the finishing period increased blood urea nitrogen, alanine aminotransferase activity, and eating and chewing times, while reducing resting time ($P<0.05$). Separate feeding of forage and concentrate during both the growing and finishing periods increased feed intake, improved crude fat digestibility, and in the finishing phase, increased ruminal pH and alkaline phosphatase activity. Feeding mixed rations increased NDF digestibility and alkaline phosphatase activity during the growing phase, and improved ADF digestibility during the finishing phase ($P<0.05$). The interaction between concentrate processing and feeding method significantly affected crude fat digestibility, blood urea nitrogen, and eating activity in the growing period, as well as crude protein and crude fat digestibility in the finishing phase ($P<0.05$). However, concentrate processing, feeding method, and their interaction had no significant effect on growth performance traits ($P>0.05$). Overall, the results demonstrated that physical form and feeding method of the diet influenced apparent digestibility, ruminal and blood parameters, and feeding behavior, but had no effect on growth performance.

Conclusions: The results of this study indicated that although dry matter intake was higher in the separate feeding of concentrate and forage treatment, feeding a TMR with pelleted concentrate improved apparent nutrient digestibility and some metabolic parameters. These findings suggest that feed efficiency was higher in the TMR with pelleted concentrate treatment, which may be more beneficial for fattening lambs. Furthermore, feeding method significantly influenced ruminal pH during the finishing period and blood alkaline phosphatase activity during both periods, while concentrate physical form affected blood urea nitrogen and alanine aminotransferase activity in the finishing period, warranting further investigation.

Keywords: Fattening lamb, Physical form of feed, Growth performance, Blood parameters, Digestibility

Ethics statement: This study was conducted with the full consideration of animal welfare and the approval of this study was granted by the Ethics Committee of Lorestan University.

Data availability statement: The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author.

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.

Funding: The authors received no specific funding for this project.

Acknowledgment: The authors thank the head of the Small Ruminant Research Farm, Faculty of Agriculture, Lorestan University, for his supports to conduct this project.

How to cite this article:

Nazari Seresht, S., Azarfar, A., & Fadayifar, A. (2026). Effect of physical form of feed and feed delivery on performance, digestibility and nutritional behavior, and blood and rumen parameters of fattening lambs. *Animal Production Research*, 15(1), 89-103. doi: 10.22124/ar.2025.29970.1885



اثر شکل فیزیکی خوراک و نحوه عرضه آن بر عملکرد رشد، گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی، رفتار تغذیه‌ای و فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های پرواری

سارا نظری سرشت^۱، آرش آذر فر^۱، امیر فدایی فر^{۱*}، یوسف بیرانوند^۱

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸ - تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۰۶ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۶ - تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۴/۰۷/۰۹

چکیده

در این پژوهش، اثر شکل فیزیکی و نحوه عرضه خوراک بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری ظاهری، برخی فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی بره‌های پرواری مورد بررسی قرار گرفت. ۲۸ رأس بره نر به مدت ۷۵ روز با چهار جیره (TMR با کنسانتره مش، کنسانتره مش و علوفه به صورت مجزا، TMR با کنسانتره پلت و کنسانتره پلت و علوفه به صورت مجزا) تغذیه شدند. تغذیه کنسانتره پلت در دوره رشد، ضرایب گوارش‌پذیری ADF و NDF و در دوره پایانی، ضرایب گوارش‌پذیری مواد مغذی، ماده خشک و ماده آلی و ADF را افزایش داد ($P < 0.05$). تغذیه کنسانتره مش در دوره پایانی، نیتروژن اوره‌ای خون، فعالیت آلانین آمینوترانسفراز و زمان فعالیت خوردن و جویدن را افزایش داد و سبب کاهش زمان استراحت شد ($P < 0.05$). تغذیه جداگانه علوفه و کنسانتره در دوره رشد و پایانی باعث افزایش مصرف خوراک، بهبود گوارش‌پذیری چربی خام شد و میزان pH شکمبه و فعالیت آلکالین فسفاتاز را در دوره پایانی افزایش داد. تغذیه خوراک مخلوط در دوره رشد موجب افزایش گوارش‌پذیری NDF و فعالیت آلکالین فسفاتاز و در دوره پایانی باعث بهبود گوارش‌پذیری ظاهری ADF شد ($P < 0.05$). برهم‌کنش بین نحوه فرآوری کنسانتره و عرضه خوراک بر ضرایب گوارش‌پذیری چربی خام، نیتروژن اوره‌ای خون و فعالیت خوردن در دوره رشد، پروتئین خام و چربی خام دوره پایانی تاثیر داشت ($P < 0.05$). فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه آن و برهم‌کنش بین فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه بر روی هیچ‌کدام از فراسنجه‌های عملکردی تاثیر نداشت ($P > 0.05$). نتایج نشان داد که شکل فیزیکی و نحوه عرضه خوراک بر گوارش‌پذیری ظاهری، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی و رفتار تغذیه‌ای تأثیرگذار است، اما تأثیری بر عملکرد رشد نداشت.

واژه‌های کلیدی: بره پرواری، شکل فیزیکی خوراک، عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی، گوارش‌پذیری

* نویسنده مسئول: Fadayifar.a@lu.ac.ir

مقدمه

(Mohammadi, 2009). به دلیل این که مصرف کنسانتره حاوی کربوهیدرات با قابلیت تخمیر زیاد در شکمبه منجر به اسیدوز تحت حاد و مشکلات ناشی از آن می شود (Owens et al., 1998)، پلت کردن با افزایش ژلاتینه کردن نشاسته و کاهش اندازه ذرات می تواند سبب افزایش دسترسی ماده آلی برای تخمیر میکروبی در شکمبه شود (Bertipaglia et al., 2010). اگرچه آسیاب کردن دانه ها (روش معمول و سنتی فرآوری فیزیکی خوراک) باعث افزایش گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی نسبت به دانه سالم می شود، اما فرآوری بیش از حد دانه موجب افزایش تجزیه پذیری در شکمبه و در نتیجه، کاهش مصرف خوراک خواهد شد (Allen, 2000). از طرفی، افزایش هضم نشاسته در شکمبه، تولید پروبیونیک اسید (پیش ساز اصلی گلوکونوژن) را به عنوان بخشی از اسیدهای چرب فرار در شکمبه افزایش می دهد (Chen et al., 1994) و افزایش سهم این اسید چرب فرار باعث افزایش جذب انرژی خالص از شکمبه و افزایش ساخت گلوکز در کبد می شود (Theurer, 1986). افزایش مصرف خوراک سبب افزایش سرعت عبور مواد از دستگاه گوارش می شود که باعث کاهش غلظت آمونیاک در شکمبه می شود که این امر منجر به افزایش راندمان میکروبی به وسیله میکروارگانیسم ها یا افزایش جذب از دیواره شکمبه می شود (Dijkstra et al., 2002). کنسانتره های حاوی ترکیبات آسیاب شده و بسیار ریز در مقایسه با خوراک های زبرتر سبب کراتینه شدن سلول های اپیتلیال شکمبه، کاهش فعالیت متابولیکی، کاهش pH شکمبه و نهایتاً کاهش مصرف خوراک می شوند (Strusińska et al., 2009).

موضوع مهم دیگری که در بحث مدیریت تغذیه باید بدان توجه کرد نحوه عرضه جیره به دام است. زمانی که علوفه و کنسانتره به صورت جداگانه در اختیار دام قرار می گیرد، مصرف کنسانتره دو برابر مصرف علوفه خواهد شد (Maekawa et al., 2002). جیره های کامل مخلوط، خوراکی کامل از تمام مواد مغذی به جز آب است که به عنوان راهکاری مناسب جهت افزایش مصرف اختیاری خوراک و در نتیجه، عملکرد دام های نشخوارکننده در نظر گرفته می شود (Beigh et al., 2017). سیستم تغذیه ای جیره کاملاً مخلوط سبب کاهش قدرت انتخاب خوراک در نشخوارکنندگان می شود (Ki et al., 2003)، بنابراین، اعمال گروهی از روش ها مانند عرضه جیره به صورت کاملاً مخلوط

با وجود اینکه پرورش گوسفند در ایران از سابقه زیادی برخوردار است، این امر معمولاً به صورت سنتی و با بهره وری اندک صورت می گیرد. افزایش جمعیت، نیاز به تولید گوشت قرمز و زیاد بودن هزینه تأمین خوراک (Samanta et al., 2003)، نیاز به استفاده از جیره هایی با مواد مغذی متعادل، حداقل ضایعات و با بیشترین سوددهی را ضرورت بخشیده است. بنابراین، مدیریت تغذیه و افزایش بهره وری در این بخش از اهمیت خاصی برخوردار است. فرآوری فیزیکی خوراک، یکی از برنامه های مدیریتی مهم در این زمینه و از عوامل مهم و مؤثر در مصرف خوراک و گوارش پذیری ظاهری آن است؛ به گونه ای که فرآوری خوراک و تغییر در اندازه آن بر عملکرد دام تأثیرگذار است (Karimizadeh et al., 2017). پلت کردن (Huntington, 1997; Solanas et al., 2005)، آسیاب کردن مواد خوراکی (Moya et al., 2014) و فرآوری های مختلف روی دانه غلات و سایر اقلام خوراکی جیره (Yavuz et al., 2015) همگی به عنوان روش های مختلف فرآوری جهت افزایش راندمان مواد مغذی جیره در تغذیه نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از روش های فرآوری فیزیکی خوراک، پلت کردن کنسانتره است که با کاهش اتلاف مواد خوراکی مصرفی، سبب بهبود عملکرد گوسفند و با کاهش ضریب تبدیل غذایی، بهبود تولید و یکنواختی رشد دام ها را به دنبال داشته است (McDonald et al., 2002). کنسانتره پلت در مقایسه با کنسانتره مش سبب بهبود عملکرد گوسفند شده است (Economides et al., 1990). استفاده از جیره با کنسانتره پلت حاوی علوفه کم کیفیت در مقایسه با کنسانتره پلت نشده با همین نوع علوفه، افزایش وزن سریع تر و تولید لاشه بیش تر در بره های پرواری را به همراه داشته است (Samanta et al., 2003). همچنین، در مطالعه دیگری، تغذیه بره ها با کنسانتره پلت سبب افزایش میانگین مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و تولید لاشه بیشتر در مقایسه با بره های تغذیه شده با کنسانتره پلت نشده شده است (Zhang et al., 2019). در فرآوری پلت، مواد مغذی با یکنواختی بیش تری در دسترس میکروارگانیسم های شکمبه قرار داده می شود و این امر از تغییر اسیدیته شکمبه که می تواند فرآیند تخمیر و سوخت و ساز حیوان را تحت تأثیر قرار دهد، جلوگیری می نماید (Sofi Siavash & Jan

لرستان استفاده شد. دوره آزمایش، ۷۵ روز به طول انجامید (شامل ۱۵ روز دوره عادت‌پذیری و ۶۰ روز دوره پروار). دام‌ها در جایگاه‌های انفرادی (طول، عرض و ارتفاع به ترتیب ۱۵۰×۱۰۰×۱۰۰ سانتی‌متر) مجهز به سطل آب و خوراک نگهداری شدند و در طول دوره آزمایش، دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند.

چهار جیره آزمایشی به صورت دو نوع کنسانتره (پلت و مش) و دو مدل نحوه عرضه خوراک (کامل مخلوط و مجزا) تنظیم شد که شامل جیره کامل مخلوط با کنسانتره مش، جیره با عرضه کنسانتره مش و علوفه به صورت مجزا، جیره کامل مخلوط با کنسانتره پلت و جیره با عرضه کنسانتره پلت و علوفه به صورت مجزا بود. جیره غذایی دوره رشد و پایانی بر اساس جداول احتیاجات غذایی (2007) NRC به گونه‌ای تنظیم شد که حداقل احتیاجات مواد مغذی دام‌ها را تأمین کند (جدول ۱).

بخش کنسانتره هر کدام از جیره‌های دوره رشد و پایانی با قطر سه میلی‌متر آسیاب شد و برای تهیه پلت از دای با قطر پنج میلی‌متر استفاده شد. طی دوره آزمایش، جیره‌های آزمایشی در دو نوبت ۸:۰۰ صبح و ۱۶:۰۰ عصر به دام‌ها تغذیه شدند. خوراک مصرفی و پسماندهای هر دام در کل دوره آزمایش ثبت شد. وزن کشتی بره‌ها در روز اول و پس از آن هر ۲۰ روز یک‌بار قبل از خوراک‌دهی وعده صبح و پس از ۱۶ ساعت گرسنگی انجام شد. افزایش وزن روزانه از اختلاف وزن ابتدا و انتهای هر دوره تقسیم بر تعداد روز محاسبه شد. گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی با روش خاکستر نامحلول در اسید انجام گرفت. در روز ۲۸ دوره رشد و ۵۸ دوره پایانی آزمایش و ۳ ساعت پس از مصرف خوراک وعده صبح، نمونه مایع شکمبه از تمامی دام‌ها با استفاده از لوله مری جمع‌آوری شد و جهت کاهش اثر منفی بزاق حدود ۱۰ تا ۲۰ میلی‌لیتر اولیه دور ریخته شد. pH محتویات شکمبه بلافاصله با دستگاه pH متر (AZ8685) اندازه‌گیری شد. جهت تعیین غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، پنج میلی‌لیتر مایع حاصل از سانتریفیوژ مایع شکمبه با یک میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و غلظت نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش (Broderick & Kang (1980) اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری از خون جهت تعیین فراسنجه‌های خون شامل گلوکز، پروتئین کل، نیتروژن اوره‌ای خون، آلومین، سدیم، کلسیم،

به دام می‌تواند رفتار انتخاب ذرات ریز در مقابل ذرات درشت‌تر را از دام سلب کند. استفاده از ترکیباتی با خوش-خوراکی کم‌تر در جیره از دیگر مزایای جیره کاملاً مخلوط است که با کاهش رفتار انتخاب به وسیله دام، مواد مغذی به طور یکنواخت وارد شکمبه شده و در اختیار میکروارگانیسم‌ها قرار گرفته و با هضم و تخمیر مناسب از کاهش pH شکمبه و عواقب ناشی از آن جلوگیری کرده است (Tabatabaei, 2003).

رفتار تغذیه‌ای نشخوارکنندگان مانند مصرف خوراک، زمان نشخوار و تعداد دفعات جویدن بسته به نوع خوراک و خصوصیات فیزیکی آن متفاوت است و هضم فیزیولوژیک نشخوارکنندگان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این، از آن به عنوان شاخص خواص فیزیوشیمیایی علوفه‌ها نام برده می‌شود. بنابراین، نوع، کیفیت و شکل خوراک تأثیر زیادی بر رفتار جویدن دارد و مدت زمان مورد نیاز برای نشخوار کردن با مصرف جیره‌های کامل مخلوط حاوی کنسانتره پلت در مقایسه با کنسانتره مش (Abbasi et al., 2016) و جیره‌های کامل مخلوط در مقایسه با تغذیه جداگانه علوفه و کنسانتره (Iraira et al., 2012) بیشتر است. دام‌هایی که اجزای خوراک را به صورت انتخابی مصرف می‌کنند، از مقادیر بیش از حد کنسانتره و غلات و مقادیر اندکی الیاف استفاده نموده و خطر بروز اسیدوز تحت حاد در آن‌ها افزایش می‌یابد (Stone, 2004). به هر حال، یکی از مشکلاتی که مطرح است، پلت کردن کنسانتره جهت تهیه جیره کامل مخلوط است، زیرا مخلوط نمودن کنسانتره پلت شده با علوفه جهت تهیه جیره کامل مخلوط نسبت به مخلوط نمودن کنسانتره مش با علوفه جهت کاهش رفتار انتخاب و تهیه جیره کامل مخلوط مورد تردید است. بنابراین، هدف از انجام این آزمایش، بررسی اثر شکل فیزیکی خوراک (پلت یا مش) و نحوه عرضه آن (کامل مخلوط یا به صورت مجزا) بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری ظاهری، رفتار تغذیه‌ای، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و متابولیت‌های خونی بره‌های پرواری بود.

مواد و روش‌ها

دام‌ها و تیمارهای آزمایشی: در این آزمایش از ۲۸ رأس بره نر نژاد لری-بختیاری با میانگین سن حدود سه ماه و میانگین وزنی $35/8 \pm 4/4$ در مزرعه تحقیقاتی نشخوارکنندگان کوچک دانشکده کشاورزی دانشگاه

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در دوره رشد و پایانی

Ingredients	Growing ration	Finishing ration
	(% of DM of ration)	(% of DM of ration)
Alfalfa hay	18	20
Wheat straw	12	10
Barley	38	40
Corn	25	32
Soybean meal	10	4
Corn gluten	4	1
Fat powder	2.5	2.5
Wheat bran	15	14.8
Premix*	5	5
Urea	0.4	0.7
Chemical composition		
Dry matter	90	90
Organic matter	92.45	92.67
Crude protein	16.10	15.03
Neutral detergent fiber (NDF)	35.36	21.31
Ether extract	4.31	5.15
Ca	1.10	1.19
P	0.42	0.49
Metabolizable energy (MCal/kg DM)	2.63	3.01

* The mineral and vitamin premix contained (1 kg premix): 1000000 IU vitamin A, 400000 IU vitamin D₃, 1000 IU vitamin E, 800 mg Mn, 800 mg Zn, 100 mg Cu, 20 mg Se, 140 g Ca, 5 g P, 20 mg Co, 20 mg Iodin, 20 g Mg, 39 g Na (NaCl), 83 g Na (NaHCO₃), and 1000 mg antioxidant.

شد ($P=0/03$). این یافته‌ها با نتایج پژوهش دیگری که افزایش مصرف ماده خشک تلیسه‌های تغذیه شده با جیره-های حاوی کاه و کنسانتره به‌صورت جداگانه در مقایسه با جیره کامل مخلوط افزایش یافت، مطابقت داشت (Iraira et al., 2012). در مطالعات دیگری نیز افزایش مصرف خوراک با عرضه جیره کامل مخلوط در گاوهای شیری گزارش شده است (Atwood et al., 2001; Keane et al., 2017; Mohammad et al., 2006). نتایج مغایر این آزمایش با مطالعات دیگر را می‌توان بدین صورت توجیه کرد که دام‌های پرواری در مقایسه با دام‌های شیری محدودیتی در دسترسی به کنسانتره ندارند (DeVries & Von Keyserlingk, 2009). اختلاف در نوع و فراهمی اجزای خوراکی عرضه شده به دام و اختلاف در رفتار دام به نوع سیستم پرورشی می‌تواند پاسخ دام به روش تغذیه را تحت تأثیر قرار دهد (Iraira et al., 2012). بنابراین، با توجه به نیاز دام‌های پرواری به انرژی و پروتئین جهت تأمین نیازهای رشد، این دام‌ها در زمان عرضه خوراک به‌صورت جداگانه، کنسانتره بیش‌تری مصرف می‌کنند. از طرفی عنوان شده است زمانی که علوفه و کنسانتره به‌صورت جداگانه به دام عرضه می‌شود، مصرف کنسانتره دو برابر

پتاسیم و آنزیم‌های آسپارات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز در روزهای ۳۰ و ۶۰ دوره رشد و پایانی آزمایش و ۳ ساعت پس از مصرف خوراک وعده صبح انجام شد و فراسنجه‌های مدنظر به‌وسیله کیت‌های شیمیایی شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. فعالیت خوردن، جویدن و نشخوار در روز ۲۹ و ۵۹ دوره رشد و پایانی آزمایش به مدت ۲۴ ساعت از راه مشاهده چشمی انجام شد و وضعیت رفتار دام‌ها هر پنج دقیقه یک‌بار ثبت شد.

تجزیه آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی و به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲ (دو سطح شکل فیزیکی خوراک و دو مدل عرضه خوراک) با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و با فرض خطای نوع اول ۰/۰۵ انجام گرفت.

نتایج و بحث

مصرف خوراک و عملکرد رشد: نتایج نشان داد که مقدار خوراک مصرفی تحت تأثیر فرآوری کنسانتره قرار نگرفت ($P=0/45$) (جدول ۲)، اما نحوه عرضه خوراک بر خوراک مصرفی تأثیر معنی‌دار داشت و عرضه خوراک به‌صورت جداگانه سبب افزایش میزان خوراکی مصرفی بره‌های پرواری در مقایسه با عرضه خوراک به‌صورت کامل مخلوط

تحت تأثیر قرار داد و تغذیه کنسانتره پلت در مقایسه با مش سبب افزایش ضرایب گوارش پذیری ظاهری NDF و ADF شد. ضرایب گوارش پذیری ظاهری ADF در دوره پایانی نیز تحت تأثیر فرآوری کنسانتره قرار گرفت و تغذیه کنسانتره پلت در مقایسه با مش در دوره پایانی باعث افزایش ضرایب گوارش پذیری ظاهری ADF شد ($P=0/01$). شکل فیزیکی جیره از جمله عوامل مؤثر بر گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی است (Karimizadeh et al., 2017). مطالعات دیگری نیز افزایش گوارش پذیری ظاهری NDF (Rashid et al., 2016) و ADF (Rashid et al., 2016; Zhong et al., 2018) با مصرف کنسانتره پلت گزارش شده است. پلت کردن کنسانتره تجزیه شکمبه‌ای نشاسته، پروتئین و لیاف را بسته به دما، زمان فرآوری و میزان رطوبت حین فرآوری تحت تأثیر قرار می‌دهد (Solanas et al., 2005; Castillo et al., 2006). نحوه عرضه خوراک، ضرایب گوارش پذیری ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و ADF دوره رشد را تحت تأثیر قرار نداد ($P>0/05$)، اما بر ضرایب گوارش پذیری ظاهری عصاره اتری ($P<0/01$) و NDF ($P=0/02$) در دوره رشد تأثیر معنی‌دار داشت و ضرایب گوارش پذیری ظاهری عصاره اتری در تغذیه جداگانه علوفه و کنسانتره بیشتر از تغذیه به‌صورت کامل مخلوط بود. نحوه عرضه خوراک در دوره پایانی تنها بر ضرایب گوارش پذیری ظاهری عصاره اتری و ADF تأثیر معنی‌دار داشت و ضرایب گوارش پذیری ظاهری عصاره اتری در تغذیه جداگانه علوفه و کنسانتره بالاتر از تغذیه آن به‌صورت کامل مخلوط بود ($P<0/01$). همچنین، نحوه عرضه خوراک به‌شکل خوراک کامل مخلوط در دوره پایانی در مقایسه با عرضه آن به‌شکل جداگانه علوفه و کنسانتره سبب افزایش ضرایب گوارش پذیری ظاهری ADF شد ($P=0/01$). تغذیه جداگانه علوفه و کنسانتره در این آزمایش سبب افزایش مصرف کنسانتره در بره‌های پروری شد که حاوی مقادیر زیادی کربوهیدرات غیرالیافی است و می‌تواند سریعاً به‌وسیله میکروارگانیسم‌های شکمبه تخمیر شده و سبب بهبود گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی، افزایش مصرف خوراک و در نهایت، عملکرد دام شود (Genis et al., 2021). بنابراین تغذیه جداگانه علوفه و کنسانتره و افزایش مصرف کنسانتره در بره‌های پروری سبب افزایش ضرایب گوارش پذیری ظاهری عصاره اتری شد. ضرایب گوارش پذیری ظاهری NDF در تغذیه خوراک

مصرف علوفه خواهد بود (Maekawa et al., 2002) و سبب افزایش ماده خشک مصرفی می‌شود. فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه آن بر افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک، وزن اولیه و پایانی بره‌های پروری در دوره رشد و پایانی تأثیر معنی‌دار نداشت ($P>0/05$). برهمکنش بین فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه آن روی هیچ کدام از فراسنجه‌های عملکردی تأثیر معنی‌دار نداشت ($P>0/05$). گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی: فرآوری کنسانتره، ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک و ماده آلی در دوره رشد را تحت تأثیر قرار نداد (جدول ۳) ($P>0/05$). با این حال، ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک و ماده آلی دوره پایانی را تحت تأثیر قرار داد ($P<0/01$) و تغذیه کنسانتره پلت سبب افزایش ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک و ماده آلی در مقایسه با تغذیه کنسانتره مش شد. افزایش گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک و ماده آلی با تغذیه کنسانتره پلت در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است (Rashid et al., 2016; Zhong et al., 2018; Zhang et al., 2019). در مطالعه دیگری نیز تغذیه گوساله‌های نژاد هلستاین با خوراک آغازین پلت سبب افزایش گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک و ماده آلی در مقایسه با گوساله‌های تغذیه شده با خوراک آغازین آسیاب شده شد (Ghassemi-Nejad et al., 2012). به‌طور کلی، مصرف خوراک پلت در گوسفند سبب افزایش گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی می‌شود (Islam et al., 2017). اندازه ذرات خوراک و شکل فیزیکی خوراک به‌ترتیب به‌عنوان عوامل مهم بر نرخ عبور مواد از شکمبه و دسترسی میکروبه‌های شکمبه به مواد مغذی و در نهایت، گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی هستند (Theurer et al., 1999) و در جایی دیگر از نسبت علوفه به کنسانتره و فرآوری دانه به‌عنوان دو عامل مهم در گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی نام برده شده است (Yang et al., 2001). ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری پروتئین خام ($P=0/08$) و عصاره اتری ($P=0/97$) در دوره رشد و پایانی و لیاف نامحلول در شوینده خنثی (Neutral Detergent Fiber (NDF)) در دوره پایانی تحت تأثیر فرآوری کنسانتره قرار نگرفت ($P>0/05$). فرآوری کنسانتره، ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری لیاف نامحلول در شوینده خنثی ($P=0/01$) و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی (Acide Detergent Fiber (ADF)) ($P<0/01$) دوره رشد را

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه: نتایج فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه خوراک بر pH و آمونیاک شکمبه‌ای بره‌های پرواری در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود pH شکمبه در دوره رشد و دوره پایانی تحت تأثیر نحوه فرآوری کنسانتره قرار نگرفت، ولی نحوه عرضه خوراک در دوره پایانی میزان pH را تحت تأثیر قرار داد ($P < 0/05$). نحوه عرضه خوراک به‌صورت جداگانه سبب افزایش میزان pH شکمبه در مقایسه با نحوه عرضه آن به‌صورت کامل مخلوط شد ($P = 0/04$). بهترین عملکرد باکتری‌های هاضم الیاف در دامنه pH بین ۶-۶/۸ است، از طرفی فعالیت بهینه باکتری‌های هاضم نشاسته در pH بین ۶-۵/۵ است. همچنین، بهترین حالت تعادل در هضم الیاف و نشاسته در pH حدود ۶ رخ می‌دهد و بهترین حالت تعادل برای pH شکمبه جهت جلوگیری از اسیدوز، بالاتر از ۵/۹ است (Olson, 1997). از طرفی، عنوان شده است بهترین pH شکمبه برای هضم الیاف بین ۵/۸ (Kolver & De Veth, 2002) تا ۶ (Van soest, 1994) است. دامنه pH شکمبه در این آزمایش در دوره رشد در دامنه فعالیت باکتری‌های هاضم نشاسته بود ولی هر چقدر به دوره پایانی آزمایش نزدیک شدیم pH در دامنه فعالیت باکتری‌های هاضم الیاف بود که نشان از سازگار شدن باکتری‌های شکمبه به جیره‌های آزمایشی دارد. به بیانی دیگر، می‌توان عنوان کرد که عرضه خوراک به‌صورت جداگانه این انتخاب را به دام می‌دهد که بر اساس شرایط شکمبه، خوراک را مصرف کند که سبب جلوگیری از تغییر pH و اسیدی شدن آن می‌شود. در تضاد با نتایج این مطالعه، تغذیه خوراک کامل مخلوط در مقایسه با تغذیه جداگانه گاه و کنسانتره به گوساله‌های پرواری سبب افزایش pH شکمبه شد (Gimeno et al., 2015) و در مطالعه دیگری، تغذیه جداگانه سبب کاهش pH در گاوهای نر هلشتاین شد (Rajarman et al., 2016). نتایج آزمایش حاضر نشان داد نحوه فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه خوراک در دوره رشد و پایانی بر میزان آمونیاک تأثیر معنی‌دار نداشت ($P > 0/05$). همچنین، برهم‌کنشی بین فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه خوراک بر میزان PH و آمونیاک شکمبه وجود نداشت ($P > 0/05$).

کامل مخلوط در دوره رشد بالاتر از تغذیه آن به‌صورت جداگانه بود. در مطالعاتی، تغذیه خوراک کامل مخلوط در مقایسه با تغذیه جداگانه سیلاژ و کنسانتره و علوفه مرتعی و کنسانتره سبب افزایش ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری NDF شد (Terefe et al., 2021). تغذیه خوراک کامل مخلوط سبب حفظ pH و الگوی تخمیری شکمبه می‌شود و باعث بهبود گوارش‌پذیری ظاهری سلولز شده است (Kaufman, 1976). مصرف خوراک به‌صورت جداگانه و یا افزایش سطح کنسانتره جیره سبب کاهش pH مایع شکمبه و کاهش گوارش‌پذیری ظاهری الیاف و سلولز می‌شود (Nikkah, 2013). بر عکس، خوراک کامل مخلوط نوعی از سیستم تغذیه‌ای است که مشکلات ناشی از کاهش pH و آثار منفی آن بر رشد میکروب‌های هاضم سلولز را کاهش می‌دهد (Gordon et al., 1995). بر خلاف نتایج حاصل از این آزمایش در مطالعات دیگری، تغذیه خوراک کامل مخلوط در مقایسه با مصرف جداگانه علوفه و کنسانتره به‌صورت جداگانه سبب افزایش گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی شده است (Gupta et al., 2014; Habte et al., 2020; Terefe et al., 2021).

برهم‌کنش بین فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه آن بر ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری عصاره اتری در دوره رشد و پایانی و ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری پروتئین خام در دوره پایانی وجود داشت ($P < 0/05$). تغذیه کنسانتره پلت به‌صورت جداگانه بالاترین ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری عصاره اتری در دوره رشد و پایانی را داشت. ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری پروتئین خام در تغذیه کنسانتره به‌صورت مش و جداگانه و همچنین، پلت و مخلوط بیش‌تر و در تغذیه کنسانتره به‌شکل پلت و جداگانه کم‌تر بود. تغذیه کنسانتره پلت در خوراک کامل مخلوط سبب افزایش گوارش‌پذیری ظاهری پروتئین خام می‌شود (Zhong et al., 2018). پلت کردن سبب افزایش عبور پروتئین جیره از شکمبه شده که می‌تواند زیست‌فراهمی پروتئین جیره برای نشخوارکنندگان را در پی داشته باشد (Dos Santos et al., 2011). در مطالعه دیگری، افزایش گوارش‌پذیری ظاهری پروتئین خام در تغذیه گاوهای پرواری با مصرف جیره حاوی گاه و کنسانتره به‌صورت جداگانه در مقایسه با خوراک کامل مخلوط مشاهده شد که به‌دلیل افزایش هضم نشاسته و تولید پروتئین میکروبی است (Genis et al., 2021).

جدول ۲- اثر فرآوری کنسانتره، نحوه عرضه خوراک و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد رشد بره‌های پرواری

Table 2. Effect of concentrate processing, feed delivery, and their interactions on growth performance of fattening lambs

Item	PF ¹			FD ²			Interactions				P-value			
	Ma ³	Pe ⁴	SEM	Mi ⁵	Se ⁶	SEM	Ma-Mi	Ma-Se	Pe-Mi	Pe-Se	SEM	PF	FD	PF * FD
IBW ⁷ (kg)	34.7	36.5	1.76	35.3	36.0	1.76	34.4	35.1	36.2	36.7	1.24	0.32	0.73	0.94
FBW ⁸ (kg)	51.5	53.6	1.72	52.7	52.3	1.72	51.0	51.3	53.6	53.5	1.22	0.22	0.82	0.76
ADG ⁹ (g)	282	290	0.01	288	284	0.01	281	284	296	284	0.009	0.61	0.76	0.61
FI ¹⁰ (g)	2019	2086	85.79	1957 ^b	2147 ^a	85.7	1913	2125	2001	2170	60.6	0.45	0.03	0.81
FCR	7.1	7.3	406.9	6.8	7.6	406.9	6.8	7.5	6.9	7.7	287.7	0.73	0.08	0.87

^{a-b} Values with different letters within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

1. Physical form, 2. Feed delivery, 3. Mash, 4. Pellet, 5. Mixed, 6. Separate, 7. Initial body weight, 8. Final body weight, 9. Average daily gain, 10. Feed intake, 11. Feed conversion ratio. SEM: Standard error of the means

جدول ۳- اثر فرآوری کنسانتره، نحوه عرضه خوراک و برهمکنش آن‌ها بر ضرایب گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی در دوره رشد و پایانی

Table 3. Effect of concentrate processing, feed delivery and their interactions on coefficient of nutrient digestibility in growing and finishing periods

Item	PF ¹			FD ²			Interaction				P-value			
	Ma ³	Pe ⁴	SEM	Mi ⁵	Se ⁶	SEM	Ma-Mi	Ma-Se	Pe-Mi	Pe-Se	SEM	PF	FD	PF* FD
Growing (%)														
DM ⁷	87.3	87.6	0.86	87.0	87.9	0.86	87.0	87.7	86.9	88.3	0.61	0.73	0.26	0.71
OM ⁸	88.1	88.3	0.76	87.7	88.7	0.76	87.8	88.4	87.6	89.1	0.54	0.75	0.17	0.61
CP ⁹	82.1	79.7	1.37	79.8	81.9	0.37	81.2	83.1	78.5	80.8	0.97	0.08	0.14	0.89
EE ¹⁰	84.7	84.7	1.94	81.7 ^b	87.6 ^a	1.94	85.9 ^b	83.5 ^b	77.5 ^c	91.7 ^a	1.37	0.97	<0.01	<0.01
NDF ¹¹	64.9 ^b	70.3 ^a	1.92	69.8 ^a	65.3 ^b	1.92	71.4	69.2	68.4	61.5	1.35	0.01	0.02	0.23
ADF ¹²	55.7 ^b	62.9 ^a	2.56	60.4	58.1	2.56	65.4	60.4	55.4	55.9	1.81	<0.01	0.38	0.29
Finishing (%)														
DM	87.6 ^b	84.1 ^a	0.62	80.9	81.8	0.62	78.1	79.1	83.7	84.5	0.43	<0.01	0.16	0.85
OM	79.4 ^b	84.9 ^a	0.64	81.8	82.6	0.64	78.9	79.9	84.6	85.3	0.45	<0.01	0.18	0.84
CP	79.9	76.1	2.40	79.8	76.2	2.40	78.3 ^a	81.5 ^a	81.4 ^a	70.8 ^b	1.70	0.13	0.14	<0.01
EE	73.1	73.9	3.49	67.2 ^b	79.9 ^a	3.49	73.7 ^b	72.5	60.6 ^c	87.3 ^a	2.47	0.81	<0.01	<0.01
NDF	65.4	68.5	2.06	66.4	67.6	2.06	68.7	68.5	64.1	66.8	1.45	0.14	0.54	0.47
ADF	68.7 ^b	73.2 ^a	1.68	72.8 ^a	69.0 ^b	1.68	74.7	71.7	71.0	66.4	1.19	0.01	0.03	0.64

^{a-c} Values with different letters within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

1. Physical form, 2. Feed delivery, 3. Mash, 4. Pellet, 5. Mixed, 6. Separate, 7. Dry matter, 8. Organic matter, 9. Crude protein, 10. Ether extract, 11. Neutral detergent fiber, 12. Acid detergent fiber. SEM: Standard error of the means

جدول ۴- اثر فرآوری کنسانتره، نحوه عرضه خوراک و آثار متقابل آن‌ها بر برخی فراسنجه‌های شکمبه‌ای در دوره رشد و پایانی

Table 4. Effect of concentrate processing, feed delivery and their interactions on some of ruminal parameters in growing and finishing periods

Item	PF ¹			FD ²			Interaction				P-value			
	Ma ³	Pe ⁴	SEM	Mi ⁵	Se ⁶	SEM	Ma-Mi	Ma-Se	Pe-Mi	Pe-Se	SEM	PF	FD	PF×FD
Growing														
pH	5.99	5.96	0.11	6.05	5.92	0.11	6.09	5.89	6.02	5.95	0.07	0.96	0.24	0.57
Amonia (mmol/L) nitrogen	1.45	1.48	0.04	1.45	1.47	0.04	1.47	1.43	1.43	1.51	0.03	0.58	0.69	0.15
Finishing														
pH	6.56	6.38	0.09	6.38 ^b	6.57 ^a	0.09	6.46	6.66	6.29	6.47	0.06	0.06	0.04	0.93
Amonia (mmol/L) nitrogen	1.47	1.12	0.05	1.41	1.19	0.05	1.39	1.56	1.43	0.81	0.03	0.15	0.35	0.11

^{a-b} Values with different letters within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

1. Physical form, 2. Feed delivery, 3. Mash, 4. Pellet, 5. Mixed, 6. Separate. SEM: Standard error of the means

خوراک به صورت جداگانه سبب افزایش میزان این آنزیم در خون شد (۴۹۷/۳۱) ($P < 0.05$). هدف اصلی از تعیین آنزیم‌های کبدی در گوسفند، تعیین عملکرد کبد و سلامت آن است و مقادیر این آنزیم‌ها در سرم جهت ارزیابی عملکرد کبد استفاده می‌شود (Braun et al., 2010). در زمان وجود التهاب یا تخریب بافتی، میزان آنزیم آلانین آمینوترانسفراز به‌عنوان یک آنزیم سیتوزولی افزایش می‌یابد. در این آزمایش و در دوره رشد، سطوح آنزیم آلانین آمینوترانسفراز بالاتر از سطوح گزارش شده (۲۱/۶-۵ واحد بین‌المللی در لیتر) در مطالعات دیگر (Al-Braun et al., 2010; Hadithy, 2013) بود و هر چه به انتهای دوره پرور نزدیک شدیم به سطوح گزارش شده نزدیک شد که می‌تواند به دلیل سطوح بالای کنسانتره در جیره و اثر التهابی آن بر این آنزیم کبدی و عدم سازگاری این آنزیم در ابتدای دوره رشد با جیره پرکنسانتره باشد. سطوح آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز در دام‌های جوان نسبت به دام‌های بالغ، ۱/۵ برابر بیش‌تر است و زمانی که شوک و یا مشکل التهابی ایجاد شود سطوح آن، ۱۰۰-۱۰ برابر می‌شود (Burtis et al., 2012). سطوح گزارش شده این آنزیم در این آزمایش در دامنه سطوح گزارش شده (۲۲۰-۳۶ واحد بین‌المللی در لیتر) در مطالعات دیگر در دام پروراری است (Braun et al., 2010; Al-Hadithy, 2013). یافته‌های آزمایش حاضر نشان داد میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در دوره رشد و پایداری تحت تأثیر نحوه عرضه خوراک قرار گرفت و عرضه خوراک به صورت مخلوط در دوره رشد در مقایسه با عرضه آن به صورت جداگانه سبب افزایش فعالیت این آنزیم شد. بر عکس در دوره پایانی، عرضه خوراک به صورت جداگانه سبب افزایش میزان این آنزیم در خون در مقایسه با عرضه آن به صورت مخلوط شد. آنزیم آلکالین فسفاتاز در معدنی شدن استخوان اثر کاتالیتیکی دارد و در تمام بافت‌ها به‌ویژه استخوان، جفت، روده کوچک، طحال و کلیه‌ها یافت می‌شود. با این وجود، مقادیر بیش‌تری از آن در کبد و استخوان‌ها وجود دارد (Aksoy et al., 2018). میزان این آنزیم در دام‌های جوان به‌لحاظ فیزیولوژیکی و به‌دلیل افزایش و توسعه استخوان بالاتر از دام‌های بالغ است و در شرایط آسیب‌شناسی، افزایش میزان این آنزیم به‌عنوان عامل بیماری‌های قلبی و کبدی است (Hoffmann & Solter, 2008). در این آزمایش، میزان این آنزیم در دامنه ۳۷۱/۵۵۳-۵۷/۷۱ واحد بین‌المللی در لیتر قرار داشت که

متابولیت‌های خونی: نتایج اثر فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه خوراک بر فراسنجه‌های خونی (جدول ۵) نشان داد میزان گلوکز، اوره، آنزیم‌های آسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز، غلظت آلبومین، پروتئین تام، سدیم، پتاسیم و کلر در دوره رشد تحت تأثیر نحوه فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه خوراک قرار نگرفت ($P > 0.05$). سطوح گلوکز اندازه‌گیری شده در این آزمایش در دامنه سطوح عادی گلوکز (۱۰۰-۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) است (Aksoy et al., 2018). اختلافی بین جیره‌های بلوک و مش در گوسفند در مورد غلظت گلوکز خون مشاهده نشد (Samanta et al., 2003). نحوه عرضه خوراک بر میزان آلکالین فسفاتاز در دوره رشد تأثیر معنی‌دار داشت و عرضه خوراک به صورت کامل مخلوط سبب افزایش فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز (۵۳۲/۷۱ واحد بین‌المللی در لیتر) شد ($P < 0.05$). نتایج این آزمایش نشان داد غلظت گلوکز، آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز، آلبومین، پروتئین تام، سدیم، پتاسیم و کلر در دوره پایانی تحت تأثیر نحوه فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه خوراک قرار نگرفت ($P > 0.05$). یافته‌های این آزمایش نشان داد نحوه فرآوری کنسانتره، میزان اوره خون در دوره پایانی را تحت تأثیر قرار داد و فرآوری کنسانتره به صورت مش در مقایسه با فرآوری آن به صورت پلت (۴۴/۶۲ در مقابل ۳۹/۶۹) سبب افزایش میزان اوره خون شد ($P < 0.05$). اندازه‌گیری اوره خون نشان‌دهنده مصرف و دریافت پروتئین جیره و نسبت پروتئین خام جیره به ماده آلی قابل تخمیر است و به‌عنوان شاخصی برای پروتئین شکمبه‌ای است. همچنین، افزایش پروتئین خام جیره سبب افزایش غلظت اوره خون می‌شود (Martin et al., 2005). بنابراین، افزایش اوره خون در جیره مش نشان‌دهنده مصرف بیش‌تر پروتئین جیره می‌باشد. در مطالعه (Karimzadeh et al., 2017)، سطوح ازت اوره‌ای خون و دریافت پروتئین خام جیره پلت و مش تاییدکننده این مطلب است. نتایج نشان داد نحوه فرآوری کنسانتره، فعالیت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز در دوره پایانی را تحت تأثیر قرار داد ($P = 0.04$) و فرآوری کنسانتره به صورت مش سبب افزایش فعالیت این آنزیم در مقایسه با فرآوری آن به صورت پلت شد (۲۰/۵۲ در مقایسه با ۱۷/۱۴ واحد بین‌المللی در لیتر). نتایج آزمایش حاضر نشان داد میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در دوره پایانی تحت تأثیر نحوه عرضه خوراک قرار گرفت و عرضه

مواد مغذی در روده مدت زمان بیش‌تری برای هضم شدن نیاز دارند که باعث افزایش مدت زمان استراحت در بره‌های تغذیه شده با این کنسانتره در مقایسه با کنسانتره مش شده است. در تطابق با نتایج این پژوهش، Abbasi et al. (2016) نیز افزایش مدت زمان استراحت را در گاوهای شیرده تغذیه شده با کنسانتره پلت در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با کنسانتره مش گزارش کردند.

نحوه عرضه خوراک بر هیچ‌یک از رفتارهای تغذیه‌ای بره‌های پرواری شامل خوردن (دقیقه در روز)، نشخوار کردن (دقیقه در روز)، استراحت (دقیقه در روز) و جویدن (دقیقه در روز) در دوره رشد و پایانی تأثیر معنی‌دار نداشت ($P > 0.05$). اثر متقابل بین شکل فیزیکی جیره و نحوه عرضه خوراک بر فعالیت خوردن (دقیقه در روز) بره‌های پرواری در دوره رشد وجود داشت ($P < 0.05$). بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره حاوی کنسانتره پلت و مخلوط و بره‌های تغذیه شده با جیره حاوی کنسانتره مش و مخلوط به‌ترتیب مدت زمان بیش‌تر و کم‌تری را صرف فعالیت خوردن (دقیقه در روز) کردند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که اگرچه مصرف ماده خشک در تیمار تغذیه جداگانه کنسانتره و علوفه بیشتر بود، اما تغذیه جیره کامل مخلوط با کنسانتره پلت منجر به بهبود گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی و برخی فراسنجه‌های متابولیکی شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که کارآیی استفاده از خوراک در تیمار جیره کاملاً مخلوط با کنسانتره پلت بالاتر بوده و می‌تواند در پرورش بره‌های پرواری سودمندتر باشد. از طرفی، نحوه عرضه خوراک بر pH شکمبه دوره پایانی و فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز خون در دوره رشد و پایانی، تأثیر معنی‌دار داشت و شکل فیزیکی کنسانتره، میزان اوره و فعالیت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز دوره پایانی را تحت تأثیر قرار داد که نیاز به بررسی بیش‌تر دارد.

تشکر و قدردانی

از مسئول محترم مزرعه تحقیقاتی نشخوارکنندگان کوچک دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان که در انجام این آزمایش یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

با نتایج آزمایش‌های دیگر تطابق نداشت و بالاتر بود. به‌عنوان مثال، میزان سرمی این آنزیم، ۲۰۲/۴ واحد بین‌المللی در لیتر (Braun et al., 2010) و ۲۱۷-۷۳ واحد بین‌المللی در لیتر (Al-Hadithy, 2013) در بره قوچ‌ها گزارش شده است. به‌طور کلی، سطوح آنزیم‌های اندازه‌گیری شده در این آزمایش و در دوره رشد نسبت به دوره پایانی بالاتر بود که نشان از اثر التهابی جیره‌های آزمایشی بر سطوح این آنزیم‌ها دارد و هر چه به دوره انتهایی پروار نزدیک شدیم سطوح این آنزیم‌ها در خون کاهش نشان داد که نشان از سازگار شدن فیزیولوژیکی بدن دام‌ها نسبت به جیره‌ها است. یافته‌های این آزمایش نشان داد برهم‌کنش بین نحوه فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه خوراک بر میزان اوره خون در دوره رشد وجود داشت ($P = 0.02$). سطوح اوره خون در سه تیمار مش-جداگانه، پلت-مخلوط و پلت-جداگانه بالاتر از تیمار مش-مخلوط بود.

رفتار تغذیه‌ای: فرآوری کنسانتره تأثیر معنی‌داری بر فعالیت‌های خوردن (دقیقه در روز)، نشخوار کردن (دقیقه در روز)، استراحت (دقیقه در روز) و جویدن (دقیقه در روز) بره‌های پرواری در دوره رشد نداشت ($P < 0.05$). با این وجود، رفتارهای خوردن (دقیقه در روز)، استراحت (دقیقه در روز) و جویدن (دقیقه در روز) بره‌های پرواری در دوره پایانی تحت تأثیر قرار گرفت و بره‌های پرواری تغذیه شده با کنسانتره مش در دوره پایانی مدت زمان بیش‌تری را صرف فعالیت خوردن (دقیقه در روز) و جویدن (دقیقه در روز) ($P = 0.04$) و مدت زمان کم‌تری را صرف فعالیت استراحت (دقیقه در روز) ($P = 0.01$) در مقایسه با بره‌های تغذیه شده با کنسانتره پلت کردند. در تطابق با نتایج این آزمایش، افزایش مدت زمان مورد نیاز برای فعالیت خوردن و جویدن در بره‌های تغذیه شده با کنسانتره مش در مقایسه با بره‌های تغذیه شده با کنسانتره پلت گزارش شده است (Kaikhosravi et al., 2011; Karimizadeh et al., 2017).

زمانی که کنسانتره به‌صورت پلت در اختیار دام قرار می‌گیرد به‌علت سلب اختیار دام از جداسازی ذرات خوراک، میزان مصرف خوراک در واحد زمان کاهش می‌یابد، ولی در کنسانتره به‌شکل مش، دام دارای قدرت اختیار جهت جداسازی اجزای خوراک است که سبب افزایش مدت زمان خوردن و جویدن در دام می‌شود. میزان خوراک خورده شده در واحد زمان با تغذیه کنسانتره پلت کاهش می‌یابد که سبب عبور سریع‌تر مواد مغذی از شکمبه به روده شده و

جدول ۵- اثر فرآوری کنسانتره و نحوه عرضه خوراک بر فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری در دوره رشد و پایانی

Table 5. Effect of concentrate processing, feed delivery and their interactions on blood parameters in growing and finishing periods

Item	PF ¹			FD ²			Interaction				P-value			
	Ma ³	Pe ⁴	SEM	Mi ⁵	Se ⁶	SEM	Ma-Mi	Ma-Se	Pe-Mi	Pe-Se	SEM	PF	FD	PF×FD
Growing														
Glu ⁷	67.0	65.3	4.47	67.3	65.0	4.47	69.7	64.3	64.9	65.7	3.16	0.70	0.61	0.49
Urea ⁸	27.9	28.4	2.15	27.4	28.9	2.15	24.6 ^b	31.29 ^a	30.2 ^{ab}	26.6 ^{ab}	1.52	0.83	0.48	0.02
AST ⁹	64.6	68.2	5.62	66.3	66.6	5.62	65.7	63.6	66.9	69.6	3.97	0.53	0.95	0.66
ALT ¹⁰	25.7	23.8	4.14	26.8	29.7	4.14	22.4	29.1	31.2	30.4	2.92	0.23	0.48	0.37
ALP ¹¹	176.6	157.7	15.03	190.3 ^a	144.1 ^b	15.03	197.7	155.6	182.8	132.7	10.6	0.28	<0.01	0.82
ALB ¹²	3.08	3.31	0.16	3.11	3.28	0.16	2.85	3.30	3.38	3.25	0.11	0.15	0.32	0.08
TP ¹³	7.17	7.60	0.29	7.58	7.19	0.29	7.07	7.26	8.09	7.11	0.20	0.15	0.15	0.06
Na ¹⁴	139.2	145	7.98	138.8	145.4	7.98	138.6	139.9	139.1	150.9	5.64	0.47	0.41	0.51
K ¹⁴	4.42	4.33	0.10	4.32	4.43	0.10	4.31	4.53	4.34	4.32	0.07	0.40	0.33	0.26
Cl ¹⁴	85.3	78.7	3.49	82.8	81.3	3.49	84.9	85.8	80.7	76.7	2.47	0.07	0.66	0.48
Finishing														
Glu	74.8	74.2	2.51	73.6	75.4	2.51	73.5	76.0	73.7	74.7	1.78	0.82	0.48	0.76
Urea	44.6 ^a	39.7 ^b	2.42	42.5	41.8	2.42	45.7	43.6	39.4	39.9	1.71	0.05	0.76	0.58
AST	81.6	81.5	6.37	80.2	82.9	6.37	80.0	83.2	80.4	82.8	4.50	0.98	0.67	0.93
ALT	20.5 ^a	17.1 ^b	1.59	18.5	19.1	1.59	19.7	20.4	17.4	16.9	1.13	0.04	0.70	0.48
ALP	146.8	161.6	15.03	135.6 ^a	172.9 ^b	15.03	142.9	150.8	128.3	194.9	10.6	0.33	<0.01	0.06
ALB	3.56	3.43	0.13	3.42	3.57	0.13	3.50	3.63	3.35	3.51	0.09	0.32	0.28	0.90
TP	7.95	7.38	0.32	7.56	7.77	0.32	7.94	7.96	7.17	7.58	0.22	0.08	0.51	0.55
Na	148.3	146.1	2.39	147.8	146.8	2.39	145.7	146.5	149.9	146.6	1.69	0.37	0.60	0.38
K	4.72	4.93	0.14	4.72	4.94	0.14	4.58	4.87	4.85	5.01	0.10	0.14	0.11	0.63
Cl	95.8	93.5	1.77	90.4	93.9	1.77	96.7	94.9	94.1	92.8	1.25	0.20	0.40	0.90

^{a-b} Values with different letters within the same row are significantly different ($P<0.05$).

1. Physical form, 2. Feed delivery, 3. Mash, 4. Pellet, 5. Mixed, 6. Separate, 7. Glucose (mg/dl), 8. mg/dl, 9. Aspartate aminotransferase (IU/l), 10. Alanine aminotransferase (IU/l), 11. Alkaline phosphatase (IU/l), 12. Albumin (g/dl), 13. Total protein (g/dl), 14. Meq/l

جدول ۶- اثر فرآوری کنسانتره، نحوه عرضه خوراک و اثر متقابل آن‌ها بر رفتار تغذیه‌ای بره‌های پرواری در دوره رشد و پایانی

Table 6. Effect of concentrate processing, feed delivery and their interactions on nutritional behavior in growing and finishing periods

Item	PF ¹			FD ²			Interaction				P-value			
	Ma ³	Pe ⁴	SEM	Mi ⁵	Se ⁶	SEM	Ma-Mi	Ma-Se	Pe-Mi	Pe-Se	SEM	PF	FD	PF×FD
Growing (Min/d)														
Eating	108	121	18.12	117	112	18.12	87 ^c	130 ^{ab}	148 ^a	94 ^{bc}	12.81	0.40	0.73	<0.01
Ruminating	257	228	42.0	219	267	42.02	237	277	200	256	29.71	0.26	0.07	0.76
Resting	1049	1067	45.2	1083	1033	45.23	1110	988	1055	1079	31.98	0.70	0.28	0.11
Chewing	366	349	41.6	336	379	41.58	324	407	348	350	29.40	0.51	0.09	0.11
Finishing (Min/d)														
Eating	243 ^a	163 ^b	38.35	214	193	38.35	259	229	169	157	27.12	0.04	0.59	0.81
Ruminating	423	333	66.28	314	441	66.28	366	480	263	403	46.86	0.16	0.05	0.84
Resting	806 ^b	976 ^a	69.78	929	853	69.78	849	763	1009	943	49.33	0.01	0.25	0.88
Chewing	666 ^a	496 ^b	83.84	528	634	83.84	624	709	431	560	59.28	0.04	0.18	0.78

^{a-c} Values with different letters within the same row are significantly different ($P<0.05$)

1. Physical form, 2. Feed delivery, 3. Mash, 4. Pellet, 5. Mixed, 6. Separate. SEM: Standard error of the means

فهرست منابع

- Abbasi, M., Bashtani, M., Foroughi A. R., Farhangfar, H., & Ganji, F. (2016). Comparison of flour concentrate and pellet on milking performance, nutritional behaviors and some blood metabolites in dairy cows. *Journal of Animal Science Research*, 26(3), 151-163. [In Persian]
- Aksoy, N. H., Karasahin, T., Dursun, Ş., Akbulut, N. K., Haydardedeoğlu, A. E., İlgün, R., & Büyükleblebici, O. (2018). Comparative investigation of some liver enzyme functions considering age and gender distinctions in healthy Akkaraman sheep. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 35(3), 71-75.
- Al-Hadithy, H. A. H. (2013). Estimation of serum liver enzymes activities in Awassi sheep. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, 37(1), 115-120.
- Allen, M. S. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83(7), 1598-1624.
- Atwood, S. B., Provenza, F. D., Wiedmeier, R. D., & Banner, R. E. (2001). Influence of free-choice vs mixed-ration diets on food intake and performance of fattening calves. *Journal of Animal Science*, 79(12), 3034-3040.
- Beigh, Y. A., Ganai, A. M., Ahmad, H. A. (2017). Prospects of complete feed system in ruminant feeding: a review. *Veterinary World*, 1, 424.
- Bertipaglia, L. M. A., Fondevila, M., Van Laar, H., & Castrillo, C. (2010). Effect of pelleting and pellet size of a concentrate for intensively reared beef cattle on in vitro fermentation by two different approaches. *Animal Feed Science and Technology*, 159(3-4), 88-95.
- Braun, J. P., Trumel, C., & Bézille, P. (2010). Clinical biochemistry in sheep: A selected review. *Small Ruminant Research*, 92(1-3), 10-18.
- Broderick, G. A., & Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*, 63(1), 64-75.
- Castillo, C., Hernández, J., Méndez, J., Llena, J., Pereira, V., López-Alonso, M., & Benedito, J. L. (2006). Influence of grain processing on acid-base balance in feedlot steers. *Veterinary Research Communications*, 30, 823-837.
- Chen, K. H., Huber, J. T., Theurer, C. B., Swingle, R. S., Simas, J., Chan, S. C., ... & Sullivan, J. L. (1994). Effect of steam flaking of corn and sorghum grains on performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 77(4), 1038-1043.
- DeVries, T. J., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2009). Feeding method affects the feeding behavior of growing dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 92(3), 1161-1168.
- Dijkstra, J., Mills, J. A., & France, J. (2002). The role of dynamic modelling in understanding the microbial contribution to rumen function. *Nutrition Research Reviews*, 15(1), 67-90.
- Dos Santos, W. B. R., Santos, G. T. D., da Silva-Kazama, D. C., Cecato, U., De Marchi, F. E., Visentainer, J. V., & Petit, H. V. (2011). Production performance and milk composition of grazing dairy cows fed pelleted or non-pelleted concentrates treated with or without lignosulfonate and containing ground sunflower seeds. *Animal Feed Science and Technology*, 169(3-4), 167-175.
- Economides, S., Koumas, A., Georgiades, E., & Hadjipanayiotou, M. (1990). The effect of barley-sorghum grain processing and form of concentrate mixture on the performance of lambs, kids and calves. *Animal Feed Science and Technology*, 31(1-2), 105-116.
- Genis, S., Verdú, M., Cucurull, J., & Devant, M. (2021). Complete feed versus concentrate and straw fed separately: Effect of feeding method on eating and sorting behavior, rumen acidosis, and digestibility in crossbred Angus bulls fed high-concentrate diets. *Animal Feed Science and Technology*, 273, 114820.
- Ghassemi-Nejad, J. G., Torbatinejad, N., Naserian, A. A., Kumar, S., Kim, J. D., Song, Y. H., ... & Sung, K. I. (2012). Effects of processing of starter diets on performance, nutrient digestibility, rumen biochemical parameters and body measurements of Brown Swiss dairy calves. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(7), 980.
- Gimeno, A., Al Alami, A., Toral, P. G., Frutos, P., Abecia, L., Fondevila, M., & Castrillo, C. (2015). Effect of grinding or pelleting high grain maize-or barley-based concentrates on rumen environment and microbiota of beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 203, 67-78.
- Gordon, F. J., Patterson, D. C., Yan, T., Porter, M. G., Mayne, C. S., & Unsworth, E. F. (1995). The influence of genetic index for milk production on the response to complete diet feeding and the utilization of energy and nitrogen. *Animal Science*, 61(2), 199-210.
- Hoffmann, W. E., & Solter, P. F. (2008). Diagnostic enzymology of domestic animals. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6, 351-378.
- Huntington, G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, 75(3), 852-867.

- Iraira, S. P., De La Torre, J. R., Rodríguez-Prado, M., Manteca, X., Calsamiglia, S., & Ferret, A. (2012). Effect of feeding method on intake and behaviour of individually reared beef heifers fed a concentrate diet from 115 to 185 kg of body weight. *Animal*, 6(9), 1483-1490.
- Islam, R., Redoy, M. R. A., Shuvo, A. A. S., Sarker, M. A. H., Akbar, M. A., & Al-Mamun, M. (2017). Effect of pellet from total mixed ration on growth performance, blood metabolomics, carcass and meat characteristics of Bangladeshi garole sheep. *Progressive Agriculture*, 28(3), 222-229.
- Karimizadeh, E., Chaji, M., & 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. (1976). Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed in-take in ruminants. *Livestock Production Science*, 3(2), 103-114.
- Keane, M. G., Drennan, M. J., & Moloney, A. P. (2006). Comparison of supplementary concentrate levels with grass silage, separate or total mixed ration feeding, and duration of finishing in beef steers. *Livestock Science*, 103(1-2), 169-180.
- Ki, K. S., Kim, H. S., Jeong, H. Y., Lee, H. J., Ahn, B. S., Kim, J. S., ... & Ha, J. K. (2003). The survey of particle size of total mixed ration in Korea. *Journal of Animal Science and Technology*, 45(5), 813-818.
- Kolver, E. S., & De Veth, M. J. (2002). Prediction of ruminal pH from pasture-based diets. *Journal of Dairy Science*, 85(5), 1255-1266.
- Maekawa, M., Beauchemin, K. A., & Christensen, D. A. (2002). Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(5), 1165-1175.
- Martin, W. F., Armstrong, L. E., & Rodriguez, N. R. (2005). Dietary protein intake and renal function. *Nutrition & Metabolism*, 2, 1-9.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2002). Animal nutrition 6th edition. London and New York: Longman.
- Moya, D., Holtshausen, L., Marti, S., Gibb, D. G., McAllister, T. A., Beauchemin, K. A., & Schwartzkopf-Genswein, K. (2014). Feeding behavior and ruminal pH of corn silage, barley grain, and corn dried distillers' grain offered in a total mixed ration or in a free-choice diet to beef cattle. *Journal of Animal Science*, 92(8), 3526-3536.
- Mohammad, M. E. A., Gorgulu, M., & Goncu, S. (2017). The effects of total mixed ration and separate feeding on lactational performance of dairy cows. *Asian Research Journal of Agriculture*, 5(2), 1-7.
- Nikkhah, A. (2013). Feeding frequency interfacing tradition and modernity in dairy production: feeding behavior insights. *Journal of Animal and Poultry Sciences*, 2(4), 91-97.
- National Research Council (2007). Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*.
- Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J., & Gill, D. R. (1998). Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76(1), 275-286.
- Rashid, M. A., Khan, M. J., Khandoker, M. A. M. Y., & Monir, M. M. (2016). Feeding different forms of ration including compound pellet and performance of growing black bengal goat. *IOSR Journal of Agricultural and Veterinary Science*, 9(5), 1-8.
- Samanta, A. K., Singh, K. K., Das, M. M., Maity, S. B., & Kundu, S. S. (2003). Effect of complete feed block on nutrient utilisation and rumen fermentation in Barbari goats. *Small Ruminant Research*, 48(2), 95-102.
- Sofi Siavash, R., & Jan Mohammadi, H. (2009). Animal nutrition. 14th Ed. *Amidi pub, Amidi, Tabriz*. P. 908. [In Persian]
- Solanas, E., Castrillo, C., Serrano, X., Janacua, H., Fondevila, M., & Guada, J. A. (2005). Effect of concentrate extrusion and castration on diet digestion and performance of intensively reared male calves. *Livestock Production Science*, 94(3), 225-236.
- Stone, W. C. (2004). Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 87, E13-E26.
- Strusińska, D., Minakowski, D., Bomba, G., Otrocka-Domagała, I., Wiśniewska, M., & Tywończuk, J. (2009). Effect of whole cereal grains contained in the ration on calf performance and selected morphometric parameters of the rumen and small intestine. *Czech Journal of Animal Science*, 54(12), 540-551.
- Tabatabaei, S. M. M. (2003). Aspects physiological of animal nutrition. *Bu-Ali Sina University Publications*, P. 758. [In Persian]
- Terefe, G., Kitaw, G., Walelegne, M., Fekadu, D., Kehaliew, A., Dejene, M., ... & Yadesssa, E. (2021). Growth performance of jersey calves fed maize stover silage based total mixed ration compared to calves fed hay and concentrate separately. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, 31(1), 93-100.
- Theurer, C. B. (1986). Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*, 63(5), 1649-1662.

- Theurer, C. B., Huber, J. T., Delgado-Elorduy, A., & Wanderley, R. (1999). Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(9), 1950-1959.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, USA.
- Yang, W. Z., Beauchemin, K. A., & Rode, L. M. (2001). Barley processing, forage: concentrate, and forage length effects on chewing and digesta passage in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 84(12), 2709-2720.
- Yavuz, E., Todorov, N. A., Ganchev, G., & Nedelkov, K. (2015). Effect of physical form of starter feed on intake, growth rate, behavior and health status of female dairy calves. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(4), 893-900.
- Zhang, C., Li, M. M., Al-Marashdeh, O., Gan, L. P., Zhang, C. Y., & Zhang, G. G. (2019). Performance, rumen fermentation, and gastrointestinal microflora of lambs fed pelleted or unpelleted total mixed ration. *Animal Feed Science and Technology*, 253, 22-31.
- Zhong, R. Z., Fang, Y., Zhou, D. W., Sun, X. Z., Zhou, C. S., & He, Y. Q. (2018). Pelleted total mixed ration improves growth performance of fattening lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 242, 127-134.