



## Influence of particle size of barley and wheat grain on performance, feeding behavior, nutrient digestibility, and blood parameters in Dalagh fattening lambs

S. M. Hosseini<sup>1\*</sup>, T. Ghoorchi<sup>2</sup>, A. Toghdory<sup>3</sup>

1. Ph.D. Student, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

2. Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

3. Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

(Received: 07-11-2023 – Revised: 12-05-2024 – Accepted: 13-05-2024)

**Introduction:** Wheat grain is normally used for animal feed in some regions, but is seldom used in others. Its nutritional composition is very similar to that of the barley grain commonly used, but there are concerns about its effects on the performance and health of the animals. Wheat seed is one of the grain varieties with the highest amount of protein available for animal feed, exceeding corn. Furthermore, it has a high energy value of 3.0 to 3.5 Mcal of ME (metabolizable energy), which is an important source of energy for animal feed. The most abundant carbohydrate in wheat is starch, a digestible polysaccharide. On the other hand, it is recommended that wheat has a moisture content of less than 14% to avoid problems with digestibility and contamination by mycotoxigenic fungi. Barley is an important grain which is widely used as a source of feed for ruminants. Feed deliveries during the fattening period are the physical processing of the feed. It has been demonstrated that barley starch ferments rapidly in the rumen. The high digestibility of barley has raised concerns regarding acidosis, lameness, liver abscesses, and gastrointestinal abnormalities in ruminants. It is generally considered that the processing of barley grain may be used in the feed industry to adjust the rate of digestion of its nutrients to avoid acidosis. Consequently, the distribution of particle sizes after processing is one of the main factors influencing the rate and extent of digestion of barley (feeding of livestock accounts for 65-70% of the cost of raising livestock). Wheat and barley are used as the predominant source of energy for animal nutrition in most parts of the world. Wheat seed has been used for a long time because of the extensive cultivation and livestock rearing in Iran. The most common way of processing barley and wheat grain in the country is by grinding. Farmers prefer to use whole grains in the production of concentrates, as the concentrate involves the use of crushed grains, but the farmer's wish to use whole grains in the concentrate requires a study and field investigation. The purpose of this study is therefore to examine the effects of the grain size of barley and wheat on the diet of lambs fattening and to compare their effects on growth performance, digestibility, rumination and blood parameters.

**Materials and methods:** This experiment was carried out in the form of a completely randomized design with a factorial arrangement of 3×2 with six treatments including 1. Finely milled barley grain with sieve number two, 2. Coarsely milled barley grain with sieve number eight, 3. Unmilled barley grain, 4. Finely milled wheat grain with sieve number two, 5. Coarsely milled wheat grain with sieve number eight, and 6. Unmilled wheat grain. Five fattening lambs aged 4-5 months with almost the same starting weight were allocated to each treatment and a total of 30 male lambs were individually tested for 98 days, including two weeks for acclimatization and 84 days for the remainder of the main test period. The performance of lambs was assessed in this experiment, including average daily feed consumption, daily weight gain, final weight, and feed conversion ratio. Nutrient digestibility

\* Corresponding author: hosseini.1984@yahoo.com



was measured by the acid-insoluble ash (AIA) method from day 80 for four days. The digestibility of dry matter organic matter, crude protein, ether extract, and neutral detergent fiber was evaluated. Blood parameters were measured including blood glucose, blood cholesterol (LDL-c, HDL-c), and blood urea nitrogen (BUN).

**Results and discussion:** The results showed that daily weight gain was significant throughout the treatment period and daily weight gain was greater in the treatment group that consumed barley than in the treatment group that consumed wheat ( $P<0.05$ ). The impact of the grain, the type of processing, and their interaction on feed consumption in all three experimental periods was not significant. Total feed consumption was not significant, but it was significant during the last month of fattening ( $P<0.05$ ). Lambs consuming barley and wheat milled with sieve number eight had the highest feed consumption compared with the treatment of wheat and barley with sieve number two and whole grains ( $P<0.05$ ). The feed conversion ratio in treatments receiving wheat was higher than that in those receiving barley ( $P<0.05$ ). The type of processing had no significant impact on the feed conversion rate ( $P>0.05$ ). In the study of nutritional behavior, the results showed that the parameters of eating and rumination were higher in the treatments receiving wheat compared to barley ( $P<0.05$ ). Also, the treatments receiving unmilled barley and wheat (whole grain) showed the highest levels of eating and rumination ( $P<0.05$ ). The treatments receiving barley and wheat grains with sieve number two also showed the lowest levels of eating and rumination. There were no significant differences in nutrient digestibility, rumination parameters, and blood parameters ( $P>0.05$ ). Contrary to the view of the farmers that whole grains are better than milled grains, the results showed that overall the use of ground or whole grains did not show a significant difference.

**Conclusions:** Overall, the results showed that there was no significant difference between whole grain and milled grain, and even from the point of view of palatability, milled grain with a sieve number 8 had a higher consumption rate than the other treatments. These findings indicate that milled barley grain with a sieve number 8 may be used as a substitute for whole barley grain in the feeding of lambs.

**Keywords:** Fattening lamb, Barley grain, Wheat grain, Blood parameters, Digestibility

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

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

**Acknowledgments:** The authors would like to thank the Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources for providing the sheep breeding research station for this research. We are grateful to Mr. Yahya Ebrahimi, CEO of Minusabah Animal Feed Company, for his great efforts in implementing this project as well as possible.

#### How to cite this article:

Hosseini, S. M., Ghoorchi, T., & Toghdory, A. (2024). Influence of particle size of barley and wheat grain on performance, feeding behavior, nutrient digestibility, and blood parameters in Dalagh fattening lambs. *Animal Production Research*, 13(4), 51-66. doi: 10.22124/ar.2024.25970.1799



## تأثیر اندازه ذرات دانه جو و گندم بر عملکرد رشد، رفتار تغذیه‌ای، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی در بره‌های پرواری دالاق

سید مسعود حسینی<sup>۱\*</sup>، تقی قورچی<sup>۲</sup>، عبدالحکیم توغدری<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استاد، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استادیار، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۶ - تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴)

### چکیده

در تولید کنسانتره از دانه خرد شده غلات استفاده می‌شود، با این حال، دامدار به استفاده از دانه کامل در تولید کنسانتره رغبت دارد که این امر، مستلزم انجام مطالعات میدانی و تحقیقات بیشتر در جهت افزایش آگاهی دامداران است. بر همین اساس، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۲ با شش تیمار شامل دانه جو آسیاب شده با الک شماره دو، دانه جو آسیاب شده با الک شماره هشت، دانه جو آسیاب نشده (دانه کامل)، دانه گندم آسیاب شده با الک شماره دو، دانه گندم آسیاب شده با الک شماره هشت و دانه گندم آسیاب نشده (دانه کامل) با پنج تکرار طراحی شد. بره‌های پرواری با سن چهار تا پنج ماه با وزن اولیه یکسان (۲۷/۶±۲/۵ کیلوگرم) به صورت انفرادی به مدت ۹۸ روز مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان داد افزایش وزن روزانه در بره‌های دریافت‌کننده جو بیشتر از بره‌های دریافت‌کننده گندم بود ( $P<0/05$ ). مصرف خوراک در دانه آسیاب شده با الک شماره هشت نسبت به دانه آسیاب شده با الک شماره دو و دانه بدون آسیاب معنی‌دار شد ( $P<0/05$ ). ضریب تبدیل خوراک در تیمارهای دریافت‌کننده جو معنی‌دار شد ( $P<0/05$ ). قابلیت هضم مواد مغذی به روش خاکستر نامحلول در اسید، رفتار تغذیه‌ای و فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، کلسترول و نیتروژن اوره‌ای خون، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تیماری نشان ندادند. به‌طور کلی نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری بین دانه کامل و آسیاب شده وجود ندارد و حتی به لحاظ خوش‌خوراکی، دانه آسیاب شده با الک هشت، مقدار مصرف خوراک بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشت.

**واژه‌های کلیدی:** بره پرواری، دانه جو، دانه گندم، فراسنجه‌های خونی، قابلیت هضم

\* نویسنده مسئول: hosseini.1984@yahoo.com

## مقدمه

فرآوری غلات، بهبود قابلیت دسترسی شکمبه‌ای انرژی و نشاسته از راه افزایش مقدار هضم کربوهیدرات‌ها است تا سرعت هضم آن‌ها کنترل شود. فرآوری دانه غلات راهکاری است که می‌توان با استفاده از آن نسبت پروتئین قابل دسترس در شکمبه به کربوهیدرات‌های قابل تخمیر را تنظیم نمود و راندمان استفاده از نیتروژن را تا حدودی افزایش داد. بدیهی است استفاده از دانه کامل غلات در تغذیه دام منجر به هدررفت انرژی خواهد شد. فرآوری غلات در کشور غالباً به صورت آسیاب نرم انجام می‌شود، در حالی که نتایج نامطلوب آسیاب نرم بر عملکرد، رشد و توسعه شکمبه گزارش شده است (Porter *et al.*, 2007).

افزایش مقدار مواد متراکم در خوراک و به تبع آن، کاهش pH شکمبه ممکن است پروتئولیز در شکمبه را کاهش دهد (Ghoorchi *et al.*, 2013). تاثیر اصلی خرد و آردی شدن خوراک، افزایش مصرف اختیاری خوراک است که غالباً منجر به کاهش قابلیت هضم مواد الیافی می‌شود. کاهش قابلیت هضم خوراک‌های خرد شده به علت افزایش نرخ عبور از شکمبه است. تقریباً تنها فرآیند مکانیکی مرسوم در کشور در مورد فرآوری غلات، روش آسیاب کردن است (Shams-Shargh and Parizadian-Kavan, 2012). این پژوهش بر فرضیه تاثیر دانه آسیاب شده نسبت به دانه کامل بر عملکرد رشد، رفتار تغذیه‌ای، قابلیت هضم و فراسنجه‌های خونی پایه‌ریزی شده است و هدف از اجرای آن، یافتن پاسخ علمی در برابر تصور برخی دامداران بود که به ارجح بودن دانه کامل به دانه خرد شده در کنسانتره معتقد هستند.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل  $2 \times 3$  با دو عامل نوع غله (گندم و جو) و اندازه ذرات (آسیاب ریز، درشت و بدون آسیاب) انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- دانه جو آسیاب شده با الک شماره دو، ۲- دانه جو آسیاب شده با الک شماره هشت، ۳- دانه جو آسیاب نشده، ۴- دانه گندم آسیاب شده با الک شماره دو، ۵- دانه گندم آسیاب شده با الک شماره هشت، و ۶- دانه گندم آسیاب نشده، بودند.

در این آزمایش از ۳۰ راس بره پرواری دالاق تقریباً چهار تا پنج ماهه و وزن اولیه تقریباً یکسان ( $27/6 \pm 2/5$  کیلوگرم) در قالب شش تیمار آزمایشی و با پنج تکرار استفاده شد.

پرورش گوسفند در سیستم بسته نسبت به سیستم چرا، به دلیل امکان بهبود و مصرف خوراک و عملکرد رشد در حیوانات و کاهش طول دوره پرورش، بازده بیشتری دارد (Zhang *et al.*, 2009). شرایط آب و هوای خشک و نیمه-خشک و کمبود منابع آبی در ایران منجر به کاهش کمی و کیفی خوراک دامی و افزایش هزینه‌های تولید دام در کشور شده است. فرآوری دانه جو به منظور دسترسی جمعیت میکروبی شکمبه به آندوسپرم احاطه شده به وسیله پریکارپ و پوسته غیر قابل هضم ضروری است (Wang and McAllister, 2019). گندم نسبت به جو و ذرت، پروتئین بیشتر و انرژی تقریباً مشابه دارد. گندم بیش از ذرت و جو سبب اسیدوز می‌شود. اگر گندم به میزان زیادی زیاد خرد یا آرد شود، سبب تشکیل توده‌های چسبنده و خمیری در دهان (عدم خوش خوراکی) و شکمبه (عدم گوارش پذیری) می‌شود (Castejon and Leaver, 1994).

در یک پژوهش، جیره حاوی دانه کامل گندم، بیشترین مقدار افزایش وزن در کل دوره را نسبت به دانه آسیاب شده ایجاد کرد (Shiasi *et al.*, 2013). در پژوهشی دیگر، عمل-آوری گندم به شکل معنی‌داری منجر به افزایش وزن روزانه نسبت به تیمار بدون عمل‌آوری فیزیکی شد. در آن پژوهش، عمل‌آوری فیزیکی گندم بر متوسط مصرف خوراک روزانه تاثیری نداشت و در نتیجه، ضریب تبدیل را در بره‌های دریافت‌کننده گندم خرد شده بهبود بخشید (Vlizadeh *et al.*, 2017).

استفاده از دانه‌های گندم و ذرت کامل در جیره در مقایسه با دانه‌های آسیاب شده، فعالیت جویدن را افزایش داده و سبب افزایش ترشح بزاق می‌شود. بزاق حاوی مواد بافری است و مانع از کاهش pH در شکمبه می‌شود (Lesmeister and Heinriche, 2004). دانه جو می‌تواند نیاز به پروتئین محافظت شده را کاهش دهد. به هر حال، این نتایج زمانی به دست می‌آید که اسیدیته شکمبه در دامنه بهینه  $5/8$  تا  $6$  حفظ شود (Nikkhah *et al.*, 2013).

آسیاب نمودن، مرسوم‌ترین روش فرآوری غلات در کشور است. آسیاب کردن جو به دلیل خرد کردن آن و تولید ذرات بسیار ریز می‌تواند مشکلات متابولیکی (نفخ، اسیدوز و آبسسه کبدی) ناشی از مصرف دانه جو در سطوح بالا را تشدید نماید (Beauchemin *et al.*, 2001). در کل، هدف از

آلی، چربی خام و پروتئین خام مورد تجزیه قرار گرفت و لیاف خام نامحلول در شوینده خنثی نیز با روش مورد تایید (Van Soest, 1994) و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:  $100 - 100 =$  قابلیت هضم ظاهری ماده خشک (درصد)  $\times$  (درصد AIA در خوراک  $\div$  درصد AIA در مدفوع) رفتار تغذیه‌ای: برای بررسی رفتار تغذیه‌ای در روز ۶۰ پرواربندی، فعالیت جویدن دام‌ها با روش دیداری با فاصله پنج دقیقه به مدت ۲۴ ساعت ثبت شد و رفتار تغذیه‌ای برآورد شد (Yosefian et al., 2015).

خون‌گیری و ارزیابی فراسنجه‌های خونی: نمونه‌گیری از خون قبل از خوراک‌دهی صبح در هفته آخر دوره انجام شد. نمونه‌های خون در لوله‌های هپارینه ریخته شدند و تا رسیدن به آزمایشگاه در یخ نگهداری شدند. نمونه‌ها به منظور جداسازی پلاسما در آزمایشگاه به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۵۰۰۰ در دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شدند. سرم جدا شده تا تجزیه فراسنجه‌های لازم در دمای ۲۰- درجه سلسیوس منجمد شد. فراسنجه‌های خونی شامل: گلوکز، کلسترول خون (LDL-c, HDL-c, VLDL-c) و نیترژن اوره‌ای خون (BUN) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از رویه GLM نرم افزار SAS استفاده شد. در اجرای این پژوهش، وزن اولیه بره‌ها به عنوان متغیر همبسته در مدل آماری تجزیه داده‌ها قرار گرفت. میانگین آثار اصلی و متقابل با آزمون توکی و در سطح معنی‌دار پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

### نتایج و بحث

افزایش وزن روزانه: نتایج حاصل از بررسی آثار نوع و اندازه ذرات دانه جو و گندم در جیره غذایی بره‌های پرواری و مقایسه آثار آن‌ها بر عملکرد رشد و افزایش وزن روزانه به صورت ماهانه و کل دوره در جدول ۲ ارائه شده است. جیره‌های حاوی جو نسبت به جیره‌های حاوی گندم، افزایش وزن روزانه بیشتری داشتند ( $P < 0.05$ ). نوع فرآوری جو و گندم، اثر معنی‌داری بر افزایش وزن بره‌ها در طول دوره آزمایش نداشت. نتایج یک پژوهش که روی گوساله پرواری برای مقایسه تیمارهای استفاده کننده از دانه کامل

طول دوره آزمایش برابر با ۹۸ روز واحد بود که طی آن، دام‌ها بعد از گذراندن یک دوره عادت‌پذیری دو هفته‌ای، به صورت انفرادی در قفس‌های متابولیکی جهت شروع دوره پرواربندی به مدت ۸۴ روز نگهداری شدند. جیره‌ها در حد اشتها در دو نوبت ۹ صبح و ۴ عصر به صورت کاملاً مخلوط (TMR) به نسبت ۳۰٪ علوفه و کاه خرد شده و ۷۰٪ کنسانتره در اختیار بره‌ها قرار گرفت. بره‌ها در طول دوره آزمایش به صورت آزاد به آب آشامیدنی تمیز دسترسی داشتند.

باقیمانده خوراک برای هر دام در هر روز توزین و ثبت شد. خوراک مصرفی روزانه از میانگین اختلاف خوراک ارائه شده برای هر دام و باقیمانده خوراک در روز بعد همان دام به دست آمد. همچنین، افزایش مقدار خوراک ارائه شده به دام‌ها بر اساس پس‌آخور هر دام در روز بعد مشخص شد، به طوری که اگر پس‌آخور در سه روز متوالی، کمتر از ۲۰۰ گرم بود، خوراک دام افزایش می‌یافت و این روال تا پایان دوره حفظ شد.

وزن‌کشی دام‌ها هر دو هفته یکبار به صورت ناشتا (پس از ۱۶ ساعت گرسنگی) با استفاده از باسکول دیجیتال (مدل WI شرکت اعتماد) با دقت  $\pm 50$  گرم صورت گرفت. ضریب تبدیل خوراک نیز از تقسیم میانگین ماده خشک مصرفی بر میانگین افزایش وزن روزانه هر دام به دست آمد. صفات عملکردی مورد ارزیابی: شامل میانگین مصرف خوراک روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه، وزن نهایی و ضریب تبدیل خوراک برای دوره‌های ۳۰ روزه و کل دوره بود.

اندازه‌گیری قابلیت هضم مواد مغذی به روش خاکستر نامحلول در اسید (AIA): برای تعیین قابلیت هضم خوراک در چهار روز متوالی از هفته آخر پرواربندی، هر روز یک نمونه ۱۰۰ گرمی از باقی‌مانده خوراک جمع‌آوری شد. برای جمع‌آوری مدفوع نیز به جهت جلوگیری از آلودگی احتمالی در کف قفس، مدفوع هر دام حتی‌الامکان قبل از تماس با زمین به کمک نایلون و دستکش جمع‌آوری شد و تا زمان آزمایش در دمای ۲۰- درجه سلسیوس در کیسه‌های پلاستیکی نگهداری شد. نمونه‌های جداگانه‌ای از خوراک، پس‌مانده‌های خوراک و مدفوع طی چهار روز با هم مخلوط شدند و یک نمونه ۱۰۰ گرمی از هر کدام جهت ادامه آزمایش در آون خشک شد. سپس، مقدار ماده خشک، ماده

جدول ۱ - اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد ماده خشک)

Table 1. Ingredients and chemical compositions of experimental diets (% of DM)

Ingredients (%DM)	Wheat			Barley		
	Sieve No.2	Sieve No.8	No Sieve	Sieve No.2	Sieve No.8	No Sieve
Barley grain	0.0	0.0	0.0	52.0	52.0	52.0
Wheat grain	52.0	52.0	52.0	0.0	0.0	0.0
Beet pulp	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
Soybean meal	14.5	14.5	14.5	15.5	15.5	15.5
Wheat bran	14.0	14.0	14.0	13.0	13.0	13.0
Calcium carbonate	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sodium bicarbonate	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Mineral vitamin supplement*	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
<b>Final ration percentage</b>						
Concentrate	70	70	70	70	70	
Chopped Straw	15	15	15	15	15	15
Alfalfa	15	15	15	15	15	15
<b>Chemical composition</b>						
Metabolizable energy (Mcal/kgDM)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Crude protein (%)	14.14	14.14	14.14	14.14	14.14	14.14
Neutral detergent fiber (%)	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
Acid detergent fiber (%)	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Calcium (%)	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
Phosphorus (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

\* Each kg contained: Vit A, 250000 IU; Vit D<sub>3</sub>, 250000 IU; Vit E, 500 IU; Mg, 50000 mg; Mn, 2500 mg; Zn, 10000 mg; Cu, 300 mg; Se, 25 mg; Co, 60 mg.

تیمارهای دریافت‌کننده جو پولکی به‌طور معنی‌داری بالاتر از جو آسیاب شده بود (Babaei *et al.*, 2016). همچنین، با بررسی فرآوری فیزیکی دانه جو در جیره گاوهای شیری گزارش شد که تیمارهای فرآوری شده به‌صورت پلت به‌طور معنی‌داری منجر به وزن نهایی بالاتر نسبت به تیمار بدون فرآوری غله شده بود. همچنین، نشان داده شد که مصرف ماده خشک در تیمارهای دریافت‌کننده جو پلت شده نسبت به تیمار دریافت‌کننده جو بدون فرآوری (کامل)، بالاتر بود، اگرچه تاثیری بر راندمان خوراک گزارش نشد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (Hamidi-Maralani *et al.*, 2014).

در دو پژوهش مشابه که روی بره‌های پرواری صورت پذیرفت، میزان رشد و افزایش وزن در کل دوره در گروه‌های دریافت‌کننده جو پولکی و آردی بیشتر از دانه جو کامل بود و اختلاف معنی‌داری را بیان کردند و در مقایسه بین جو پولکی و جو کامل، نتایج نشان داد که وزن نهایی در جو پولکی بیشتر از تیمار دریافت‌کننده جو کامل بود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشته و مصرف دانه کامل، کمترین مقدار افزایش وزن روزانه و همچنین، کمترین مقدار مصرف خوراک را به‌همراه داشته است (Babaei *et al.*, 2016; Rajabi-Aliabadi *et al.*, 2021). در آزمایشی مشابه، گندم

در مقابل دانه آسیاب شده انجام شد نشان داد که تیمارهای دریافت‌کننده دانه کامل، افزایش وزن بیشتری را تجربه کرده‌اند. در توجیه این نتایج بیان شد که استفاده از غلات به‌صورت دانه کامل همانند علوفه‌ها، اثر سایشی و نقش فیزیکی بر پرزهای شکمبه ایفا می‌کند که از آثار آن می‌توان به نقش اسیدهای چرب فرار در رشد و توسعه فیزیکی دستگاه گوارش اشاره کرد (Brownlee, 1956; Khan *et al.*, 2009). با نتایج پژوهش حاضر مطابقت نداشت که دلیل آن می‌تواند ناشی از نوع گونه جانوری در پژوهش باشد. بدیهی است مدت زمان درگیری دستگاه گوارش با نوع خوراک در گوساله‌ها که می‌تواند آثار بیشتری را در توسعه شکمبه باقی بگذارد، به‌مراستب بیشتر از دوره رشد و حتی پرورش بره است که زمان اثرگذاری کمتری بر شکمبه دارد.

در بررسی تاثیر سطوح مختلف و شکل فیزیکی دانه گندم و جو در گوساله‌ها بیان شد که ماده خشک مصرفی در دانه کامل گندم، بیشترین و در گندم آسیاب شده، کمترین مقدار را داشت. با این حال، افزایش وزن روزانه در بین تیمارها، تفاوت معنی‌داری نداشت (Shiasi *et al.*, 2013). در بررسی اثر فرآوری دانه جو به‌روش آسیاب کردن در جیره بره‌های پرواری نشان داده شد که وزن نهایی در

در پژوهشی روی آثار استفاده از گندم عمل‌آوری شده به-روش فیزیکی بر عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی در بره‌های پرواری بیان شد که فرآوری فیزیکی دانه گندم باعث افزایش مصرف خوراک نسبت به دانه کامل شد (Vlizabeth *et al.*, 2017). در بررسی فرآوری فیزیکی گندم و جو بیان شد که افزایش معنی‌داری در مصرف خوراک روزانه بره‌های دریافت‌کننده جو و گندم فرآوری شده مشاهده شد. نتایج دو تحقیق ذکر شده با نتایج پژوهش حاضر موافق بود و فرآوری باعث افزایش مصرف خوراک شد (Hamidi-Maralani *et al.*, 2014). روش‌های مختلف فرآوری فیزیکی می‌تواند به‌طور قابل توجهی روی تجزیه نشاسته موثر باشند که منجر به عبور مقادیر بیشتر نشاسته از شکمبه و فراهم‌آوری مقادیر بالای نشاسته در روده باریک شود که نتیجه آن، بهبود عملکرد رشد دام خواهد بود (Methison *et al.*, 1989; Larsen *et al.*, 2009) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت و فرآوری بر افزایش وزن بره‌ها تاثیرگذار بود.

فرآوری شده و آسیاب شده مقایسه شده و نشان داده شد که بره‌های دریافت‌کننده گندم آسیاب شده نسبت به بره‌های دریافت‌کننده گندم بدون فرآوری، وزن بالاتری داشتند (Valizadeh-Ghalebeigh *et al.*, 2018). در مقایسه تیمارهای دریافت‌کننده جو کامل با جو پولکی شده بیان شد که افزایش وزن روزانه معنی‌دار در تیمارهای دریافت‌کننده جو پولکی نسبت به جو کامل مشاهده شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (Helene *et al.*, 2000). مقدار مصرف خوراک روزانه: اثر جیره‌های آزمایشی بر مصرف ماده خشک بره‌های پرواری در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که مصرف ماده خشک در هر دو گروه جو و گندم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، اما در هفته‌های پایانی و کل دوره، گندم و جو بدون آسیاب (دانه کامل)، کمترین مقدار مصرف خوراک و آسیاب درشت با الگ هشت، بیشترین مقدار مصرف خوراک را داشت ( $P < 0.05$ ) که نشان از مصرف بیشتر دانه غلات با آسیاب درشت‌تر نسبت به دانه غلات آردی شده داشت. آثار متقابل در کلیه سطوح، معنی‌دار نبودند.

جدول ۲- اثر اندازه ذرات گندم و جو بر افزایش وزن روزانه بره‌های پرواری

Table 2. Effect of wheat and barley grain particle size on daily weight gain of fattening lambs

	Initial weight (kg)	Average daily gain in 1-28 days (g)	Average daily gain in 29-56 days (g)	Average daily gain in 57-84 days (g)	Average daily gain in 1-84 days (g)	Final weight (kg)
<b>Grain effect</b>						
Barley	28.30 <sup>a</sup>	215	367 <sup>a</sup>	402	328 <sup>a</sup>	55.89 <sup>a</sup>
Wheat	26.91 <sup>b</sup>	200	314 <sup>b</sup>	385	300 <sup>b</sup>	52.11 <sup>b</sup>
SEM	0.38	8.30	7.65	7.74	6.98	0.786
<i>P</i> -value						
Grain type (G)	0.0173	0.2022	0.0001	0.1211	0.0084	0.0024
Processing type (P)	0.4820	0.9345	0.3107	0.6594	0.6048	0.4160
G×P	0.1370	0.1409	0.2855	0.5460	0.4249	0.1208
<b>Type of processing</b>						
Mill with a sieve No.2	27.89	210	350	395	319	54.69
Mill with a sieve No.8	27.79	207	342	398	316	54.36
No sieve	27.14	205	330	386	307	52.96
SEM	0.47	10.17	9.38	9.48	8.54	0.962
<b>Interaction</b>						
Barley × sieve No.2	28.80	229	387	407	341	57.46
Barley × sieve No.8	27.48	198	369	399	322	54.36
Barley × No sieve	28.62	219	345	401	321	55.66
Wheat × sieve No.2	26.98	192	314	384	297	51.92
Wheat × sieve No.8	28.10	217	315	398	310	54.16
Wheat × No sieve	25.66	191	315	372	293	50.26
SEM	0.66	14.38	13.26	13.41	12.09	1.36

<sup>a-b</sup> Means within the same column with different superscript letters had a significant difference ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳- اثر اندازه ذرات گندم و جو بر مصرف خوراک روزانه بره‌های پرواری (گرم در روز)

Table 3. Effect of wheat and barley grain particle size on daily feed consumption of fattening lambs (g/day)

	Average daily feed consumption in 1-28 days	Average daily feed consumption in 29-56 days	Average daily feed consumption in 57-84 days	Average daily feed consumption in 1-84 days
<b>Grain effect</b>				
Barley	921.74	1193.1	1530.6 <sup>b</sup>	1215.4
Wheat	925.41	1193.1	1555.8 <sup>a</sup>	1222
SEM	8.89	8.18	6.47	5.08
<i>P</i> -value				
Grain type (G)	0.761	0.447	0.011	0.3681
Processing type (P)	0.108	0.0009	0.0001	0.0001
G×P	0.307	0.341	0.5839	0.5624
<b>Type of processing</b>				
Mill with a sieve No.2	919.25	1177.1 <sup>b</sup>	1509.3 <sup>b</sup>	1201.9 <sup>b</sup>
Mill with a sieve No.8	942.26	1224.4 <sup>a</sup>	1595.1 <sup>a</sup>	1253.9 <sup>a</sup>
No sieve	909.19	1166.5 <sup>b</sup>	1525.1 <sup>b</sup>	1200.3 <sup>b</sup>
SEM	10.86	10.04	7.95	6.23
<b>Interaction</b>				
Barley × sieve No.2	922.67	1191.6	1498.2	1204.1
Barley × sieve No.8	926.58	1230.5	1587.4	1248.1
Barley × No sieve	915.83	1159.5	1506.1	1193.9
Wheat × sieve No.2	915.83	1162.6	1520.4	1199.6
Wheat × sieve No.8	957.94	1218.4	1602.9	1259.7
Wheat × No sieve	902.47	1173.5	1544.2	1206.7
SEM	15.356	14.195	11.247	8.775

<sup>a-b</sup> Means within the same column with different superscript letters had a significant difference ( $P < 0.05$ ).

موجب کاهش فعالیت متابولیکی شکمبه و کاهش جذب اسیدهای چرب فرار از دیواره شکمبه می‌شوند و در نتیجه، کاهش میزان مصرف خوراک را به همراه خواهد داشت (Strasinska *et al.*, 2009). علاوه بر این، زبرتر بودن خوراک، اثر سایشی بر دیواره شکمبه داشته و می‌تواند سرعت جذب اسیدهای چرب فرار را افزایش دهد. اسیدهای حاصل از تخمیر آسیاب شده همراه با فشار اسمزی، کاهش ظرفیت بافری و pH شکمبه سبب کاهش مصرف خوراک می‌شود (Knowlton, 1998).

در پژوهش حاضر، مقدار مصرف خوراک در تیمارهای دریافت کننده دانه کامل و دانه آسیاب شده با الک شماره دو (بسیار ریز) نسبت به تیمارهای دریافت کننده دانه آسیاب شده با الک شماره هشت (درشت) کمتر بود که نشان از عدم تمایل بره‌ها به دانه کامل و همچنین، مخلوط آردی (الک شماره دو) دارد. مصرف دانه کامل مدت زمان بیشتری را برای نشخوار و زمان کمتری را برای استراحت دام باقی می‌گذارد که در نتیجه باعث کاهش تمایل دام به مصرف اختیاری دانه کامل می‌شود. از سوی دیگر، دانه جو و گندم آسیاب شده با الک شماره دو، محصولی نزدیک به کنسانتره آردی تولید می‌کند که احتمالاً به علت ایجاد

اگر شکل فیزیکی خوراک بتواند میل و رغبت را در دام افزایش دهد، مصرف خوراک افزایش می‌یابد که می‌تواند باعث بهبود عملکرد رشد شود (Fokkink *et al.*, 2011). در پژوهش حاضر، مصرف خوراک تیمار شده با الک شماره هشت، که محصول تقریباً دانه شکسته تولید می‌کرد، بیشترین مطلوبیت را نسبت به خوراک تیمار شده با الک شماره دو، که محصول آردی تولید می‌کرد، و همچنین، تیمار دانه کامل داشت.

خوش‌خوراکی مواد خوراکی سبب افزایش مصرف خوراک در دام و در نتیجه، بهبود رشد خواهد شد. مصرف خوراک با پروتئین و انرژی بالاتر برای دام مطلوبیت بیشتری را در مقدار مصرف، هضم و جذب مواد مغذی ایجاد می‌کند (Hosseini *et al.*, 2019)، استفاده درصدی مشابه از دانه جو و گندم در جیره از این حیث، تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک ایجاد نکرد.

برخی محققین معتقد هستند خوراک آسیاب شده یا ریزتر در ابتدای دوره پرورش در مقایسه با خوراکی‌های زبرتر باعث کراتینه شدن سلول‌های اپیتلیال شکمبه و شاخه شاخه شدن پرزهای شکمبه می‌شوند (Beharka *et al.*, 1998). اجزای ریز خوراک در لابه‌لای این شاخه‌ها به دام افتاده و



بهبود داشته‌اند، در حالی که مصرف دانه گندم سبب مصرف خوراک بیشتری شده است. استفاده از گندم و جو به صورت دانه کامل و آسیاب شده در تغذیه بره‌های پرواری نشان داد افزایش وزن روزانه در کل دوره در تیمارهای دریافت‌کننده جو نسبت به گندم به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. در بخش خوراک، تمایل بره‌ها به مصرف دانه گندم نسبت به دانه جو هرچند به‌لحاظ عددی بالاتر بود، اما تفاوت معنی‌داری را به‌لحاظ آماری بیان نکرد. نوع فرآوری با آسیاب الک شماره هشت (دانه شکسته)، مصرف خوراک بیشتری را نسبت به دو تیمار کامل و آسیاب با الک شماره دو (آردی) نشان داد. در نتیجه، ضریب تبدیل تیمارهای دریافت‌کننده جو به-مراتب بهتر از ضریب تبدیل تیمارهای دریافت‌کننده گندم بود.

از آنجا که افزایش وزن روزانه و کل دوره در بین تیمارها معنی‌دار شد و همچنین، مقدار مصرف خوراک در کل دوره در تیمارهای مختلف دریافت‌کننده گندم و جو معنی‌دار نشد، همان‌طور که پیش‌تر بیان شد ضریب تبدیل خوراک نیز معنی‌دار شد که طی آن، ضریب تبدیل تیمارهای دریافت‌کننده جو، عملکرد بهتری نسبت به تیمارهای دریافت‌کننده گندم در ماه‌های دوم و سوم و همچنین، کل دوره بیان کردند. در بررسی قابلیت هضم نشاسته دانه‌های فرآوری شده به‌روش نایلون‌بگ نتیجه گرفته شده است که فرآوری گندم همراه با عمل‌آوری فیزیکی خرد کردن و آسیاب کردن منجر به کاهش تجزیه‌پذیری در شکمبه و افزایش قابلیت هضم در بخش‌های پایینی دستگاه گوارش می‌شود. علت بهبود ضریب تبدیل خوراک تحت تاثیر فرآوری فیزیکی را می‌توان چنین توضیح داد که روش‌های مختلف فرآوری دانه غلات سبب محافظت از تجزیه شکمبه‌ای نشاسته خواهند شد که موجب کاهش تخمیر در شکمبه می‌شود (Ghoorchi et al., 2013).

با کاهش اندازه ذرات، نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه افزایش می‌یابد، اما ممکن است مقدار مصرف خوراک در نرخ عبور متفاوت، یکسان باقی بماند. بیان شده است که در نشخوارکنندگان، ارتباط ثابتی بین اندازه ذرات مصرف خوراک وجود ندارد (Yang and Beauchemin, 2006).

چسبندگی در دهان باعث کاهش مطلوبیت خوراک می‌شود. به نظر می‌رسد دانه‌های شکسته شده و خرد شده در این پژوهش، بیشترین مقبولیت را برای حیوانات آزمایشی به‌همراه داشته است.

پروتئین‌های موجود در گندم دارای خاصیت چسبندگی هستند و توده چسبنده‌ای را در دهان ایجاد می‌کنند که احتمالاً منجر به ناراحتی گوارشی حیوان و کاهش هضم مواد مغذی می‌شوند (Van Saun et al., 1989). همچنین، گزارش شده است که اولین مرحله محدودکننده سرعت تخمیر میکروبی، هضم فیزیکی ذرات است (Stobo et al., 1966). آسیاب کردن می‌تواند سطح قابل دسترسی خوراک برای اتصال میکروبی و هضم آنزیمی را افزایش دهد و در عین حال باعث افزایش سرعت عبور مواد خوراکی از شکمبه شود. احتمالاً در نتیجه اختلاط و شکل فیزیکی دانه‌ها، برآیند اثر مجموعه‌ای از عوامل مثبت و منفی ذکر شده بر هضم، سبب عدم ایجاد اختلاف در ضریب تبدیل خوراک می‌شود و افزایش وزن روزانه بیشتر در گروه‌های با جیره حاوی مخلوط دانه کامل و آسیاب شده تنها مربوط به افزایش مصرف خوراک در آن تیمارها است (Shiasi et al., 2014).

در بررسی اثر فرآوری دانه جو آسیاب شده و پولکی در بره‌های پرواری، گروه جو پولکی در مقایسه با گروه جو آردی، ماده خشک مصرفی بالاتری داشت و همچنین، راندمان بهتری را نشان داد که با نتایج پژوهش حاضر در توافق بود (Babker et al., 2009).

ضریب تبدیل خوراک: نتایج حاصل از بررسی آثار اندازه ذرات دانه جو و گندم در جیره غذایی بره‌های پرواری و مقایسه آثار آن بر ضریب تبدیل خوراک در جدول ۴ ارائه شده است. تیمارهای دریافت‌کننده جو، پایین‌ترین و تیمارهای دریافت‌کننده گندم، بالاترین ضریب تبدیل را داشتند. در بخش اثر دانه غله، نتایج معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). اثر نوع فرآوری و آثار متقابل بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نشد.

به‌نظر می‌رسد مصرف دانه جو نسبت به دانه گندم برای دام منجر به ضریب تبدیل بهتر شده است و در آن، تیمارهای دریافت‌کننده دانه جو در شاخص ضریب تبدیل خوراک

جدول ۴- اثر اندازه ذرات گندم و جو بر ضریب تبدیل خوراک بره‌های پرواری

Table 4. Effect of wheat and barley grain particle size on feed conversion ratio of fattening lambs

	Feed conversion ratio in days 1-28	Feed conversion ratio in 29-56 days	Feed conversion ratio in 57-84 days	Total feed conversion ratio in 1-84 days
<b>Grain effect</b>				
Barley	7.38	6.28 <sup>b</sup>	6.82 <sup>b</sup>	6.73 <sup>b</sup>
Wheat	7.68	6.77 <sup>a</sup>	7.06 <sup>a</sup>	7.09 <sup>a</sup>
SEM	0.165	0.071	0.079	0.081
<i>P</i> -value				
Grain type (G)	0.204	0.0001	0.046	0.0047
Processing type (P)	0.810	0.1909	0.360	0.3401
G×P	0.220	0.508	0.418	0.4712
<b>Type of processing</b>				
Mill with a sieve No.2	7.43	6.40	6.83	6.79
Mill with a sieve No.8	7.62	6.63	7.01	6.99
No sieve	7.56	6.56	6.99	6.95
SEM	0.202	0.088	0.098	0.099
<b>Interaction</b>				
Barley × sieve No.2	7.08	6.08	6.69	6.53
Barley × sieve No.8	7.08	6.08	6.69	6.53
Barley × No sieve	7.75	6.37	6.99	6.91
Barley × No sieve	7.31	6.39	6.78	6.75
Wheat × sieve No.2	7.79	6.71	6.96	7.05
Wheat × sieve No.8	7.48	6.88	7.03	7.07
Wheat × No sieve	7.80	6.73	7.18	7.15
SEM	0.286	0.124	0.138	0.141

<sup>a-b</sup> Means within the same column with different superscript letters had a significant difference ( $P < 0.05$ ).

و در حال استراحت هستند که در نتیجه آن، انرژی صرف شده برای نشخوار کردن به مراتب کمتر از انرژی مصرفی برای خوردن خوراک است. از طرفی، مدت زمان جویدن خوراک با کاهش اندازه ذرات خوراک، کاهش می‌یابد (Toghdory *et al.*, 2017)، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

جیره‌های حاوی iNDF کم، فعالیت جویدن و نشخوار کمتری دارند. بیان شده است که زمان سپری شده برای مصرف خوراک، جویدن و نشخوار به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک یا NDF به‌عنوان شاخص الیافی علوفه‌ها در نظر گرفته می‌شود که با توجه به نژاد حیوان، اندازه بدن، سطح مصرف خوراک، ماهیت و محتوای الیاف، اندازه ذرات، سطح مصرف ماده خشک و peNDF و غیره تغییر می‌کند (Mertens, 1997; Yousefian *et al.*, 2015; Zali *et al.*, 2015).

در نظر گرفتن اندازه ذرات و محتوای NDF در مقایسه با محتوای NDF علوفه‌ها، شاخص دقیق‌تری برای فعالیت جویدن است که در پژوهش حاضر به‌علت شباهت ساختاری گندم و جو، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما نوع فرآوری باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در تیمارها شد. در این پژوهش،

در مقایسه بین تیمارهای دریافت‌کننده جو کامل با جو پولکی شده بیان شد که ضریب تبدیل خوراک کمتری در گروه دریافت‌کننده جو پولکی نسبت به جو کامل مشاهده شد. در این تحقیق، هیچ اثر متقابل معنی‌داری در بین اعمال فیزیکی کنسانتره و نوع فرآوری در بین تیمارها مشاهده نشد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (Helene *et al.*, 2000).

رفتار تغذیه‌ای: نتایج حاصل از بررسی آثار نوع و اندازه ذرات دانه جو و گندم در جیره غذایی بره‌های پرواری و مقایسه آثار آن بر رفتار تغذیه‌ای شامل جویدن، خوردن، نشخوار و استراحت در جدول ۵ ارائه شده است. اگرچه نوع خوراک در رفتار تغذیه‌ای تأثیری نداشت، اما اثر نوع فرآوری خوراک معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). فرآوری با الک ریز، کمترین زمان را برای جویدن، خوردن و نشخوار کردن صرف نمود، در حالی که در تیمار فرآوری با الک شماره هشت و تیمار بدون فرآوری (دانه کامل)، بیشترین زمان برای سه فراسنجه مورد نظر سپری شده است. متعاقب آن، کمترین زمان استراحت برای تیمار دانه کامل و بیشترین زمان استراحت برای آسیاب ریز با الک شماره دو بوده است.

بره‌ها در زمان خوراک خوردن به‌صورت ایستاده و آماده‌باش هستند، ولی در زمان نشخوار معمولاً به‌صورت درازکشیده

جدول ۵- اثر اندازه ذرات گندم و جو بر رفتار تغذیه‌ای بره‌های پرواری

	Chewing	Eating	Rumination	Resting
<b>Grain effect</b>				
Barley	486.67	255.27 <sup>b</sup>	231.4 <sup>b</sup>	953.33
Wheat	519.27	270.8 <sup>a</sup>	248.47 <sup>a</sup>	920.73
SEM	5.279	3.017	2.972	5.530
<i>P</i> -value				
Grain type (G)	0.1421	0.0013	0.0005	0.1233
Processing type (P)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
G×P	0.5664	0.3716	0.1096	0.5961
<b>Type of processing</b>				
Mill with a sieve No.2	463.7 <sup>c</sup>	242.5 <sup>c</sup>	221.2 <sup>c</sup>	976.3 <sup>a</sup>
Mill with a sieve No.8	499.3 <sup>b</sup>	260.7 <sup>b</sup>	238.6 <sup>b</sup>	940.7 <sup>b</sup>
No sieve	545.9 <sup>a</sup>	285.9 <sup>a</sup>	260.0 <sup>a</sup>	894.1 <sup>c</sup>
SEM	6.465	3.695	3.64	11.67
<b>Interaction</b>				
Barley × sieve No.2	540.2	238.8	219.2	981.3
Barley × sieve No.8	564.4	249.6	226.4	964.0
Barley × No sieve	599.2	277.4	248.6	914.0
Wheat × sieve No.2	558.2	246.2	223.2	970.3
Wheat × sieve No.8	580.4	271.8	250.8	917.4
Wheat × No sieve	599.2	294.4	271.4	874.2
SEM	9.144	5.226	5.147	16.51

<sup>a-b</sup> Means within the same column with different superscript letters had a significant difference ( $P < 0.05$ ).

و مقایسه آثار آن بر قابلیت هضم با سنجش مقدار ماده خشک، ماده آلی، پروتئین، چربی و NDF در جدول ۶ ارائه شده است. بر اساس نتایج، اثر نوع خوراک، نوع فرآوری و آثار متقابل بر قابلیت هضم معنی‌دار نبود. استفاده از گندم و جو به صورت دانه کامل و آسیاب شده در تغذیه بره‌های پرواری نشان داد قابلیت هضم مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین، چربی و NDF در سطوح نوع غله و نوع فرآوری، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. به نظر می‌رسد به دلیل استفاده از جیره یکسان با درصد مشابه در تیمارها، تفاوتی در فراسنجه‌های مورد سنجش مشاهده نشد. واضح است در مواردی که درصد استفاده از غلات (یا هر ماده خوراکی دیگری) در بین تیمارها متفاوت باشد، نتایج حاصله در قابلیت هضم نیز می‌تواند اثر معنی‌داری بر عملکرد رشد تیمارها و سایر فراسنجه‌ها داشته باشد. استفاده از سطوح مختلف و اشکال فیزیکی متفاوت در تغذیه دام، قابلیت هضم را تحت تاثیر قرار داد (Shiasi *et al.*, 2014). تغذیه مخلوطی از غلات که از نرخ تخمیرپذیری مقاوم‌تر برخوردار هستند می‌تواند موجب تعادل بین تخمیر شکمبه‌ای نشاسته به اسیدهای چرب فرار و هضم روده‌ای آن به گلوکز و بهیود گوارش‌پذیری شود (Stock *et al.*, 1987).

تیمار آسیاب ریز (استفاده از الک شماره دو) کمترین فعالیت جویدن را ایجاد کرد که با نتایج پژوهش Yousefian *et al.* (2015) و Mertens (1997) مطابقت داشت. در مقابل، بیشترین فعالیت جویدن در تیمار بدون آسیاب (دانه کامل) مشاهده شد. استفاده از جو و ذرت ورقه شده بر نشخوار و عملکرد نشان داد که نشخوارکنندگان (بره پرواری، گوساله پرواری و گاو شیری) با فعالیت جویدن می‌توانند تولید بزاق کرده و این بزاق با محتوای بی‌کربنات می‌تواند تا حدی اسید تولیدی در شکمبه را تعدیل نماید. مطالعات معدودی در بررسی پراکنش روزانه فعالیت جویدن انجام شده است که دام تمایل به فعالیت خوردن بیشتر در روز دارد، اما در رابطه با خوردن و میزان pH شکمبه، تفاوتی در ساعات شبانه روز مشاهده نشده است (Nasrollahi *et al.*, 2017; Ahmadi-jou *et al.*, 2019). از آنجایی که هر چه فعالیت جویدن و نشخوار بیشتر باشد، زمان استراحت کمتری برای دام باقی می‌ماند، به نظر می‌رسد سطح آسایش در تیمارهای مصرف‌کننده غلات آسیاب شده بیشتر بوده است. هر چند، برای بررسی آثار مستقیم و غیرمستقیم آن، نیاز به مطالعات تخصصی‌تر و بیشتر است. قابلیت هضم مواد مغذی: نتایج حاصل از بررسی آثار نوع و اندازه ذرات دانه جو و گندم در جیره غذایی بره‌های پرواری

جدول ۶- اثر اندازه ذرات گندم و جو بر قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و NDF (درصد) بره‌های پرواری  
Table 6. Effect of wheat and barley grain particle size on the digestibility of dry matter organic matter, crude protein, ether extract, and neutral detergent fiber (percentage) of fattening lambs

	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fat	NDF
<b>Grain effect</b>					
Barley	71.51	73.56	61.46	67.12	51.44
Wheat	71.40	73.45	61.44	67.36	51.46
SEM	0.208	0.191	0.175	0.197	0.173
<i>P</i> -value					
Grain type (G)	0.7278	0.6716	0.9489	0.4128	0.9227
Processing type (P)	0.9858	0.8714	0.8171	0.9456	0.8879
G×P	0.514	0.9901	0.7867	0.8523	0.6319
<b>Type of processing</b>					
Mill with a sieve No.2	71.46	73.6	61.36	67.27	51.51
Mill with a sieve No.8	71.48	73.48	61.43	67.17	51.48
No sieve	71.42	73.43	61.55	67.28	51.37
SEM	0.255	0.234	0.213	0.242	0.212
<i>P</i> -value	0.9858	0.8714	0.8171	0.9456	0.8879
<b>Interaction</b>					
Barley × sieve No.2	71.3	73.69	61.47	67.08	51.54
Barley × sieve No.8	71.74	73.53	61.33	67.17	51.3
Barley × No sieve	71.49	73.47	61.58	67.12	51.47
Wheat × sieve No.2	71.63	73.52	61.26	67.45	51.47
Wheat × sieve No.8	71.23	73.43	61.53	67.18	51.65
Wheat × No sieve	71.35	73.39	61.54	67.43	51.26
SEM	0.361	0.331	0.302	0.341	0.299

بین عامل شکل فیزیکی علوفه و نوع فرآوری غله در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (Rajabi-Aliabadi *et al.*, 2021) که این نتایج در توافق با نتایج پژوهش حاضر است.

فراسنجه‌های خونی؛ نتایج حاصل از بررسی آثار اندازه ذرات دانه جو و گندم در جیره غذایی بره‌های پرواری و مقایسه آثار آن‌ها بر فراسنجه‌های خونی با اندازه‌گیری گلوکز، تری-گلیسرید، کلسترول (همراه با HDL و LDL) و همچنین نیتروژن اوره‌ای در جدول ۷ ارائه شده است. مطابق نتایج به‌دست آمده، فراسنجه‌های خونی تحت تاثیر نوع خوراک یا نوع فرآوری قرار نگرفتند.

غلظت نیتروژن اوره‌ای موجود در خون، ارتباط بالایی با غلظت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه دارد (Davidson *et al.*, 2003) و از آنجایی که نوع و سطح استفاده از گندم و جو در جیره هر شش تیمار یکسان بوده است، عدم تغییر در غلظت آمونیاکی شکمبه به عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت نیتروژن اوره‌ای خون منجر شده است.

طی پژوهشی، بین تیمارهای مختلف فرآوری جو، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و قابلیت هضم ماده خشک بیشتری در تیمارهای دریافت‌کننده جو آردی و دانه جو کامل مشاهده شد. همچنین، قابلیت هضم پروتئین خام نیز در تیمارها متفاوت بود که به‌صورت جو پولکی بیشتر از جو آردی و جو آردی بیشتر از جو کامل گزارش شد. جو آسیاب شده آردی و دانه کامل نسبت به جو پولکی شده، تفاوت معنی‌داری داشتند که ناشی از نوع فرآوری خاص (پولکی کردن با دستگاه) است (Rajabi-Aliabadi *et al.*, 2021). استفاده از دانه کامل و آردی (فرآوری بر مبنای آسیاب نسبت به فرآوری پولکی کردن با دستگاه)، تفاوت معنی‌داری را در بین این دو تیمار بیان نکرد که مشابه نتایج پژوهش حاضر است و در آن، استفاده از دانه کامل و دانه آسیاب شده با الک شماره دو و هشت، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. هرچند، تحقیق دیگری نشان داد فرآوری جو به‌صورت پولکی در مقایسه با جو آسیاب شده آردی باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام شد (Babaei *et al.*, 2016) در مجموع، هیچ‌گونه اثر متقابلی

جدول ۷- اثر اندازه ذرات گندم و جو بر فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری

Table 7. Effect of wheat and barley grain particle size on blood parameters of fattening lambs

	Glucose	Triglyceride	Cholesterol	Urea nitrogen	High density lipoprotein	Low density lipoprotein
<b>Grain effect</b>						
Barley	73.11	18.06	71.29	18.69	35.17	27.1
Wheat	72.96	18.14	71.41	18.53	35.53	26.81
SEM	0.481	0.081	0.253	0.199	0.285	0.348
<i>P</i> -value						
Grain type (G)	0.8252	0.529	0.7293	0.5794	0.3817	0.5669
Processing type (P)	0.1902	0.4961	0.8496	0.9588	0.6728	0.4986
G×P	0.9087	0.6906	0.7982	0.6657	0.8078	0.5722
<b>Type of processing</b>						
Mill with a sieve No.2	73.63	18.05	71.44	18.62	35.096	27.32
Mill with a sieve No.8	73.34	18.06	71.41	18.56	35.45	26.95
No sieve	72.15	18.2	71.21	18.65	35.5	26.6
SEM	0.589	0.1	0.31	0.244	0.349	0.426
<b>Interaction</b>						
Barley × sieve No.2	73.8	18.05	71.34	18.84	34.9	27.41
Barley × sieve No.8	73.53	18.06	71.22	18.66	35.44	26.81
Barley × No sieve	72.01	18.09	71.31	18.56	35.17	27.09
Wheat × sieve No.2	73.45	18.05	71.54	18.4	35.29	27.23
Wheat × sieve No.8	73.15	18.06	71.6	18.45	35.46	27.1
Wheat × No sieve	72.28	18.31	71.11	18.75	35.84	26.11
SEM	0.833	0.142	0.438	0.345	0.494	0.603

اما تفاوت در رشد بره‌ها مشاهده شد. این تفاوت به وزن اولیه متفاوت دام‌ها مرتبط شد که در مدل آماری در نظر گرفته نشده بود (Salami *et al.*, 2023).

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد استفاده از دانه کامل یا دانه آسیاب شده جو یا گندم، تفاوت معنی‌داری در افزایش وزن روزانه ایجاد نکردند. مصرف خوراک در تیمارهای دریافت‌کننده جو و گندم آسیاب شده با الک شماره هشت (دانه شکسته) به سبب خوش‌خوراکی، بیشتر بود. با توجه به نگاه دامدار سنتی در خصوص استفاده از دانه کامل غلات در جیره دام، نتایج نشان داد به دلیل عدم تفاوت معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک بین الک شماره دو، الک شماره هشت و دانه کامل که یکی از بهترین نوع مصرف دانه جو و گندم به جهت رفتار تغذیه‌ای و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای است، استفاده از الک شماره دو (دانه شکسته) توصیه می‌شود.

### تشکر و قدردانی

از دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به جهت در اختیار قرار دادن ایستگاه تحقیقاتی پرورش گوسفند برای اجرای این پژوهش تشکر

نیتروژن اوره خون با پروتئین مصرفی در جیره، همبستگی مثبت دارد. تغییرات در نیتروژن اوره‌ای خون در دو ساعت بعد از تغییرات در نیتروژن آمونیاکی شکمبه منعکس می‌شود (Ikuta *et al.*, 2005). قابل ذکر است سطح نیتروژن اوره‌ای خون در دامنه طبیعی ۸ تا ۲۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر قرار دارد (NRC, 2007).

در جیره‌های با انرژی و پروتئین یکسان (مشابه پژوهش حاضر)، تغییرات در سطح گلوکز خون مشاهده نمی‌شود که نشان‌دهنده ساز و کار تنظیم‌کننده غلظت گلوکز در شرایط فیزیولوژیک است (Zhang *et al.*, 2009). از آنجایی که سطح منابع چربی در جیره و همچنین، سطح استات در همه تیمارها یکسان بود، غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی پایین، تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (Abbasi *et al.*, 2008). عدم تفاوت در گلوکز و نیتروژن اوره‌ای خون در پاسخ به منابع متفاوت پروتئین در جیره به‌وسیله برخی پژوهشگران گزارش شده است (Davies *et al.*, 2007). با افزایش سطح اسید چرب آزاد خون، غلظت گلوکز خون کاهش می‌یابد. همچنین، غلظت انسولین و گلوکز با افزایش غلظت اسیدهای چرب غیراستریفیه کاهش می‌یابد (AfzalZadeh *et al.*, 2011). در تحقیقی که روی بره‌های پرواری صورت گرفت نتایج مربوط به فراسنجه‌های خونی معنی‌دار نشد،

می‌شود. از همت بلند جناب آقای یحیی ابراهیمی،  
مدیرعامل شرکت خوراک دام مینو‌صباح، در اجرای هر چه  
بہتر این طرح کمال سپاسگزاری را داریم.

### فہرست منابع

- Abbasi, H., Rezaei, K., & Rashidi, L. (2008). Extraction of essential oils from the seeds of pomegranate using organic solvents and supercritical CO<sub>2</sub>. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85, 83-89. doi: 10.1007/s11746-007-1158-x [In Persian]
- Afzalzadeh, A., Absalan, M., Sharifi, S. D., Khadem, A., & Qandi, D. (2011). The effect of different levels of cottonseed in the diet on fattening performance and blood parameters of fattening male lambs of the Zandi breed. *Journal of Livestock Products of Tehran University*, 13(11), 41-48. [In Persian]
- Ahmadijoui, N., Mansouri Yarahmadi, H., Fakhraei, J., & Chengizi, M. (2019). Effect of use of barley and steam-flaked corn on ruminant activity, productive performance and reproductive indices of postpartum Holstein dairy cows. *Journal of Research in Ruminants*, 7(3), 93-104. 10.22069/EJRR.2019.16971.1701 [In Persian]
- AOAC. (2005). Official Method of Analysis, 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, SA.
- Babaei, M., Chashnidei, Y., & Dirandeh, E. (2016). Effect of cobalt and barley grain processing on performane, digestibility of nutrients and rumen and blood parameters in fattening lambs. *Animal Production Research*, 5(1), 1-13. [In Persian]
- Babker, I.A., Mukhtar, A.M.S., & EL Khidir, O.A. (2009). Feedlot performance of Baggara Bulls fed Pelleted and Unpelleted baggase Based Diets. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8, 384-387. doi: 10.3923/pjn.2009.384.387
- Beauchemin, K. A., Yang, W. Z., & Rode, L. M. (2001). Effects of barley grain processing on the site and extent of digestion of beef feedlot finishing diets. *Journal of Animal Science*, 79, 1925-1936. doi: 10.2527/2001.7971925x
- Beharka, A. A., Nagaraja, T. G., Morrill, J. L., Kennedy, G. A., & Klemm, R. D. (1998). Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, 81, 1946-1955. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75768-6
- Brownlee, A. (1956). The development of rumen papillae in cattle fed on different diets. *British Veterinary Journal*, 112, 369. doi: 10.1016/S0007-1935(17)46456-6
- Castejon, M., & Leaver, J. D. (1994). Intake and digestibility of urea-treated whole-crop wheat and live-weight gain by dairy heifers. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 46, 119-130. doi: 10.1016/0377-8401(94)90070-1
- Davidson, S., Hopkins, B. A., Diaz, D. E., Bolt, S. M., Brownie, C., Fellner, V., & Whitlow, L. W. (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. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73754-0
- Davies, H. L., Robinson, T. F., Roeder, B. L., Sharp, M. E., Johnston, N. P., Christensen, A. C., & Schaalje, G. B. (2007). Digestibility, nitrogen balance, and blood metabolites in L. lama (*Lama glama*) and alpaca (lama pacos) fed barley or barley alfalfa diets. *Small Ruminant Research*, 73, 1-7. doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.10.006.
- Fokkink, W. B., Hill, T. M., Bateman, H. G., Aldrich, J. M., Schlotterbeck, R. L. & Kertz, A. F. (2011). Case study: Effect of high- and low-cereal-grain starters on straw intake and rumen development of neonatal Holstein calves. *Professional Animal Scientist*, 27, 357-364. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30500-3
- Ghoorchi, T., Lund, P., Larsen, M., Hvelplund, T., Hansen-Møller, J., & Weisbjerg, M. R. (2013). Assessment of the mobile bag method for estimation of *in vivo* starch digestibility. *Journal of Animal Science*, 7, 265-271. doi: 10.1017/S1751731112001504
- Hamed-Maralani, S., Taginedjad-Roudbaneh, M., & Moghaddaszadeh-Ahrabi, S. (2014). Feeding of steam flaked wheat and barley on starter consumption and performance of milking calves. *European Journal of Experimental Biology*, 4(1), 591-594.
- Helene, P. (2000). Effect of whole and rolled corn or barley on growth and carcass quality of lambs. *Small Ruminant Research*, 37, 293-297. doi: 10.1016/S0921-4488(99)00118-2
- Hosseini, S. M., Ghoorchi, T., Torbatinejad, N. M., & Sameie, R. (2019). Effect of replacing different levels of full fat soybean with soybean meal on carcass characteristics, lipid oxidation and meat quality of Zel

- fattening lambs. *Animal Production Research*, 8(4), 19-28. doi: 10.22124/AR.2019.11519.1351 [In Persian]
- Ikuta, K., Sasakura, K., Nishimori, K., Hankanga, C., Okada, K., & Yasuda, J. (2005). Effects of supplement feeding order on lactation, diurnal variation of ruminal ammonia and urea in the blood and milk of dairy cows. *Journal of Animal Science*, 76, 29-36.
- Khan, M. A., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Kim, S. B., Park, S. B., Beak, K. S., Ha, J. K., & Choi, Y. J. (2008). Starch source evaluation in calf starter: II. Ruminal parameters, rumen development, nutrient digestibilities, and nitrogen utilization in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 91, 1140-1149. doi: 10.3168/jds.2007-0337
- Knowlton, K. F., Glenn, B. P., & Erdman, R. A. (1998). Performance, ruminal fermentation, and site of starch digestion in early lactation cows fed corn grain harvested and processed differently. *Journal of Dairy Science*, 81, 1972-1984. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75771-6
- Larsen, M., Lund, P., Weisbjerg, M. R., & Hvelplund, T. (2009). Digestion site of starch from cereals and legumes in lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 153, 236-248. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2009.06.017
- Lesmeister, K. E., & Heinrichs, A. J. (2004). Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 87, 3439-3450. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73479-7
- Mathison, G. W., Engstrom, D. F., Kennelly, J. J., Roth, L., & Beck, B. E. (1989). Efficacy of anhydrous ammonia and sulfur dioxide as preservatives for high moisture grain and their effect on the nutritive value of barley for growing-finishing cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 69, 1007-1020. doi: 10.4141/cjas89-115
- Mertens, D. R. (1997). Creating a system of meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Animal Science*, 80, 1463-1481. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2
- Nasrollahi, S. M., Zali, A., & Ghorbani, G. R. (2017). Relationships between blood metabolites and acidosis induced by feeding pelleted barley and wheat grains in dairy cows. *Journal of Ruminant Research*, 5(1), 131-150. doi: 10.22069/EJRR.2017.12577.1513 [In Persian]
- National Research Council (NRC). (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminants. National Academy Press, Washington, DC.
- Nikkhah, A., Alikhani, M., & Amanlou, H. (2013). Effects of feeding ground or steam-flaked broom sorghum and ground barley on performance of dairy cows in midlactation. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 122-130. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73149-5
- Porter, J.C., Warner, R.G. & Kertz, A.F. (2007). Effect of fiber level and physical form of starter on growth and development of dairy calves fed no forage. *Profes. Journal of Animal Science*, 23, 395-400. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30994-3
- Rajabi Aliabadi, R., Ghoorchi, T., Torbatinejad, N. M., Toghdory, A. H., Mohajeri, M., & Tahmasabi, R. (2021). Investigating the effects of alfalfa physical form and barley grain processing on performance and digestibility of nutrients in Dalagh breed lambs. *Journal of Ruminant Research*, 9(1), 37-54. doi: 10.22069/EJRR.2020.18412.1760 [In Persian]
- Salami, A., Mirrahbibi, S., Haqiqat, M., & Khodayi, H. (2023). Comparison of performance and blood parameters of female chickens at different levels of replacing cottonseed meal with slow release urea. *Livestock Production Magazine of Tehran University*, 25(11), 51-58. [In Persian]
- SAS Institute Inc. (2013). Statistical Analysis System (SAS) User's Guide (Version 9.4), SAS Institute, Cary, NC, US.
- Shams Sharq, M., & Parizadian Kavan, B. (2012). Livestock and Poultry Feed and Feeding (author). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. P. 316. [In Persian]
- Shiasi, H., Daver Foruzandeh, A., & Shakeri, P. (2013). The effect of different levels and physical form of corn and wheat seed in the starter diet on the growth of dairy calves. *Journal of Ruminant Research*, 2(4), 69-86. [In Persian]
- Stobo, I. J. F., Roy, J. H. B., & Gaston, H. J. (1966). Rumen development in calf. I. The effect of diets containing different proportion of concentrates to hay on rumen development. *British Journal of Nutrition*, 20, 171-188. doi: 10.1079/bjn19660021
- Stock, R. A., Brink, D. R., Brandt, R. T., Merrill, J. K., & Smith, K. K. (1987). Feeding combinations of high moisture corn and dry corn to finishing cattle. *Journal of Animal Science*, 65, 282-289. doi: 10.2527/jas1987.651282x
- Toghdory, A. H., Ghoorchi, T., Asadi, M., & Kamali, R. (2017). Effect of different levels of corn bran in diet on performance, digestibility of nutrients and rumination behavior in Dalagh ewes. *Journal of Ruminant Research*, 6(3), 71-82. doi: 10.22069/EJRR.2018.15810.1660 [In Persian]

- Valizadeh-Ghalebeigh, A., Ghoorchi, T., & Hasani, S. (2018). Effects of using wheat processed by physical and chemical methods on growth performance and digestibility of nutrients in fattening lambs. *Journal of Ruminant Research*, 5(4), 1-20. doi: 10.22069/ejrr.2018.14249.1601 [In Persian]
- Van Saun, R. J., Herdt, T. H., & Stowe, H. D. (1989). Maternal and fetal vitamin E concentration and selenium-vitamin E interrelationships in dairy cattle. *Journal of Nutrition*, 119, 1156-1164.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press.
- Wang, Y., & McAllister, T. 2000. Grain processing for ruminants: Latest technologies, Proc. 21<sup>st</sup> West. Nutr. Conf., Winnipeg, MB, Canada. Pp. 39-55. doi: 10.1093/jn/119.8.1156
- Yang, W. Z., & Beauchemin, K. A. (2006). Increasing the physically effective fiber content of dairy cow diets may lower efficiency of feed use. *Journal of Dairy Science*, 89, 2694-2704. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72345-1
- Yousefian, S., Timuri Yansari, A., & Chasni Del, A. (2015). The effect of the size of particles and insoluble fibers in the indigestible neutral detergent of the diet on the performance of fattening lambs. *Journal of Ruminant Research*, 4(3), 135-156. [In Persian]
- Zali, S. M., Teimouri Yansari, A., & Jafari Sayyadi, A. (2015). Effect of particle size and fragility of corn silage and alfalfa hay on intake, digestibility, performance, and chewing activity of fattening male lambs. *Journal of Veterinary Science*, 1, 47-57.
- Zhang, X. D., Chen, W. J., Li, C. Y., & Liu, J. X. (2009). Effects of protein free energy supplementation on blood metabolites, insulin and hepatic PEPCK gene expression in growing lambs offered rice straw based diet. *Czech Journal of Animal Science*, 54, 481-489. doi: 10.17221/1763-CJAS