Vol 26, No. 3, Autumn 2024

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

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

The effect of feeding processed cottonseed on performance, blood parameters, nutrients digestibility of and feeding behavior in fattening lambs

Mahboobeh Shahi[1]✉ | Taghi Ghoorchi[2] | Abdolhakim Toghdory[3] | Seyed Hadi Ebrahimi[4]

1. Corresponding Author, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: ma.shahi@gau.ac.ir
2. Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: ghoorchi@gau.ac.ir
3. Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: toghdory@gau.ac.ir
4. Department of Animal Science, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: shebrahimi@um.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 10 January 2024
Received in revised form
24 August 2024
Accepted 25 August 2024
Published online 30 September 2024

Keywords:
Cottonseed
Lambs
Micronization
Sodium hydroxide

ABSTRACT

Introduction: Cottonseed is a valuable feed ingredient due to its high fiber and energy content, which can enhance the energy and protein levels in animal diets. In the irradiation or micronization method, using infrared rays and without damaging the fat cells, while maintaining the profile of fatty acids, the seed is heated, and its anti-nutritional factors are destroyed. Sodium hydroxide treatment can affect ruminal degradability and nutrient digestibility, ultimately influencing performance. This study aimed to assess the impact of feeding processed cottonseed on the performance, blood parameters, nutrient digestibility, and feeding behavior of fattening male lambs.

Material and Methods: The study was conducted at the animal husbandry facility in Ghala Khan village, North Khorasan province. For this purpose, 40 *Afshari* male lambs (4-6 months old) with an average weight of 27.6±4 kg were randomly allocated to four treatments with ten replications for 84 days. The experimental treatments included: 1) diet containing whole cottonseed, 2) diet containing ground cottonseed, 3) diet containing micronized cottonseed, and 4) diet containing sodium hydroxide-treated cottonseed. For irradiation, 5% of drinking water was added to the cottonseed and it was rotated inside a cylinder for 10 minutes at a speed of 20 revolutions per minute until the water was completely absorbed by the seed. Then, the seeds were exposed to infrared radiation with an irradiation distance of 12 cm for 60 seconds in a gas flicker micronizer and immediately after leaving the micronizer, they were placed between two metal rollers. They were pressed and filled at a distance of 1 mm. The chemical processing of the foam samples was done in such a way that first a 4% solution of sodium hydroxide (40 grams of sodium hydroxide in 100 milliliters of distilled water) was prepared. This solution was mixed with cottonseed samples to obtain four grams of sodium hydroxide per 100 grams of dry matter of cotton seeds, and then it was kept and dried in open air for 48 hours. Lambs were kept in individual stalls during the experiment and had free access to water during the period. Fecal and feed samples were collected during the last week of the experimental period for determining digestibility. Insoluble fiber levels were determined using Van Soest's method, and nutrient digestibility was assessed using acid-insoluble ash as an internal marker. Blood samples were collected on the last day and before morning feeding. Feeding behavior (resting, rumination, chewing, eating) of the lambs was measured continuously for 24 hours on the last two days of experiment.

Results and Discussion: The micronized cottonseed increased final weight as well as dry matter digestibility ($P<0.05$), and improved feed conversion ratio. There was no significant difference in feeding behavior in lambs fed with different treatments of cottonseed. Blood cholesterol, triglyceride and urea levels were highest in lambs fed micronized cottonseed and lowest in those fed whole or ground cottonseed ($P<0.05$).

Conclusions: Our findings indicated that micronized cottonseed and processing of cottonseed by sodium hydroxide could increase daily weight gain and improved the feed conversion ratio in fattening lambs, suggesting their potential inclusion in feedlot diets.

Cite this article: Shahi, M., Ghoorchi, T., Toghdory, A., & Ebrahimi, S. H. (2024). The effect of feeding processed cottonseed on performance, blood parameters, nutrients digestibility of and feeding behavior in fattening lambs. *Journal of Animal Production*, 26 (3), 291-301. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.370938.623776

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.370938.623776

دوره بیست و ششم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

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

اثر تغذیه پنبه‌دانه فرآوری‌شده بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی، قابلیت هضم موادمغذی و رفتار تغذیه‌ای در بره‌های پرواری

محبوبه شاهی[۱]✉ | تقی قورچی[۲] | عبدالحکیم توغدری[۳] | سیدهادی ابراهیمی[۴]

۱. نویسنده مسئول، گروه تغذیه دام وطیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه:ma.shahi@gau.ac.ir

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

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

۴. گروه علوم دامی،دانشکده کشاورزی،دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: shebrahimi@um.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۰۹

کلیدواژه‌ها:

بره‌پرواری

پنبه‌دانه

میکرونیزه

هیدروکسیدسدیم

چکیده

اثر تغذیه پنبه‌دانه فرآوری‌شده بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی، قابلیت هضم موادمغذی و رفتار تغذیه‌ای در بره‌های پرواری با استفاده از ۴۰ رأس بره نر افشاری ۱±۴/۵ ماهه با میانگین وزن ۴±۲۷/۶ کیلوگرم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به چهار تیمار با ۱۰ تکرار به‌مدت ۸۴ روز بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی پنبه‌دانه کامل، ۲- جیره حاوی پنبه‌دانه آسیاب‌شده، ۳- جیره حاوی پنبه‌دانه میکرونیزه‌شده و ۴- جیره حاوی پنبه‌دانه شسته‌شده با هیدروکسیدسدیم بود. نمونه‌های مدفوع و خوراک به‌مدت سه روز در هفته آخر دوره آزمایشی از هر تیمار به‌منظور تعیین قابلیت‌هضم جمع‌آوری شد. خون‌گیری در روز آخر و قبل از تغذیه صبحگاهی انجام‌شد. رفتار تغذیه بره‌ها به‌صورت ۲۴ ساعته در دو روز آخر اندازه‌گیری شد. تغذیه بره‌ها با جیره حاوی پنبه‌دانه میکرونیزه شده موجب بهبود افزایش‌وزن روزانه، افزایش وزن نهایی، ضریب‌تبدیل خوراک و قابلیت هضم ماده خشک شد (P<۰/۰۵). تفاوتی در رفتار تغذیه در بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های مختلف مشاهده نشد. غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید و اوره خون در بره‌های دریافت‌کننده پنبه‌دانه میکرونیزه‌شده تفاوت معنی‌داری نسبت به بره‌هایی که پنبه‌دانه کامل، پنبه‌دانه شسته‌شده با هیدروکسیدسدیم و پنبه‌دانه‌آسیاب‌شده تغذیه کردند، نشان دادند (P<۰/۰۵). براساس نتایج حاصل فرآوری پنبه‌دانه به‌صورت میکرونیزه ویا افزودن هیدروکسید سدیم موجب افزایش رشد روزانه و کاهش ضریب‌تبدیل‌خوراک می‌شود و استفاده از آن در جیره بره‌های پرواری پیشنهاد می‌شود.

استناد: شاهی، محبوبه؛ قورچی، تقی؛ توغدری، عبدالحکیم و ابراهیمی، سیدهادی (۱۴۰۳). اثر تغذیه پنبه‌دانه فرآوری‌شده بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی، قابلیت هضم موادمغذی و رفتار تغذیه‌ای در بره‌های پرواری. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۶ (۳)، ۲۹۱-۳۰۱.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.370938.623776

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

پنبه‌دانه کامل (*Gossypium hirsutum*) یک خوراک دام منحصربه‌فرد است، زیرا می‌تواند به‌عنوان یک منبع پروتئین، انرژی و فیبرخام برای نشخوارکنندگان استفاده‌گردد (اسدی و همکاران،۱۴۰۰). پروتئین پنبه‌دانه ارزش بیولوژیکی زیادی دارد. بازده پروتئین پنبه‌دانه در فرایندهای تولیدی حیوان از بسیاری پروتئین‌های گیاهی دیگر بیش‌تر است. در عین‌حال درصد تجزیه‌پذیری پروتئین آن در شکمبه (با میانگین حدود ۷۵ درصد) نسبت به سایر مکمل‌های پروتئینی زیادتر است (فروغی و همکاران،۱۳۸۳).

شکل فیزیکی یکی از عوامل مهم مؤثر در مقدار مصرف خوراک و قابلیت هضم خوراک در دام است. عمل‌آوری می‌تواند روی برخی صفات عملکردی دام تأثیر بگذارد. می‌توان با فرایندهای فیزیکی و شیمیایی ارزش تغذیه‌ای خوراک را افزایش و بازدهی تولید را بهبود بخشید (ولی‌زاده قلعه بیگ و همکاران، ۱۳۹۸). فرآوری خوراک می‌تواند در کاهش سرعت عبور از شکمبه و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین‌خام و کاهش اسیدوز شکمبه‌ای مؤثر باشد (دهقان‌بنادکی و همکاران،۱۳۸۶).

تغییر در شکل خوراک به‌وسیله انواع روش‌های فرآوری ایجاد می‌شود. این روش‌ها به‌صورت عمل‌آوری‌های شیمیایی (استفاده از الکل، زایلوز، اسیدهای آلی و معدنی، لیگنوسولفات و فرمالدئید، هیدروکسیدسدیم)، فیزیکی (آسیاب‌کردن، استفاده از حرارت خشک،حرارت مرطوب و پرتوتابی) و یا ترکیب آن‌ها اعمال شده است (Tuncer & Sacakly, 2003). آزمایش‌های اندکی در زمینه فرآوری شیمیایی و فیزیکی پنبه‌دانه کامل در تغذیه بره‌های پرواری انجام شده است. هدف از این آزمایش، بررسی اثر تغذیه پنبه‌دانه کامل، آسیاب‌شده، شسته‌شده با هیدروکسیدسدیم و پرتوتابی‌شده بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی، قابلیت هضم موادمغذی و رفتار نشخوار در بره‌های پرواری افشاری صورت‌گرفت. فرضیه ما بر این اساس بود که ایا فرآوری پنبه‌دانه بر روی پارامترهای اندازه‌گیری‌شده مذکور تأثیردارد؟

۲. پیشینه پژوهش

پنبه‌دانه به‌طور گسترده در جهان به‌عنوان مکمل خوراک گوسفند استفاده‌شده‌است. منبع خوبی از انرژی قابل‌سوخت و ساز (۱۲–۱۴ ME/kg) و پروتئین‌خام (۱۹–۲۴ درصد) است، اما همیشه باید همراه با مقادیر کافی علوفه تغذیه شود (شاهی و قورچی، ۱۳۹۵). حدود ۹۵ درصد نیتروژن موجود در دانه‌های روغنی،پروتئین حقیقی است که قابلیت هضم ظاهری آن‌ها ۷۵ تا ۹۰ درصد و ارزش بیولوژیکی آن‌ها بیش‌تر از پروتئین غلات است (شاهی و قورچی، ۱۳۹۵). جهت رسیدن به توان بالقوه دام‌های با تولید زیاد (گوشت و پشم) پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه جوابگوی تامین نیاز پروتئینی آن‌ها نمی‌باشد (سفلائی شهربابک و همکاران،۱۳۸۵). لذا محافظت پروتئین دانه‌های روغنی از تجزیه شکمبه‌ای، اثرات مثبتی برعملکرد دام بر جای خواهد گذاشت (قنبری و همکاران، ۱۳۹۹).

پرتوتابی یک فرایند حرارتی است که در آن خوراک در معرض نور مادون قرمز با طول موج بیش‌تر از ۲/۵ میکرومتر به‌مدت خیلی‌کم (۳۰–۹۰ ثانیه) قرار می‌گیرد (Zarnegar *et al.*, 2023). و با نفوذ مادون‌قرمز دمای‌داخلی خوراک افزایش می‌یابد (Sajjadi *et al.*, 2022) که منجر به دناتوره‌شدن پروتئین می‌گردد (Tuncer & Sacakly, 2003). دناتوره‌شدن با تشکیل مجموعه‌های به هم چسبیده پروتئینی (ژل) و ایجاد اتصالات عرضی بین پروتئین‌ها و افزایش آب‌گریزی در سطح پروتئین (Flavio & Apenden, 1997)،. سبب کاهش انحلال پروتئین و دسترسی آنزیم‌های پروتئولیتیک میکروبی و در نهایت تجزیه‌میکروبی پروتئین‌ها در شکمبه می‌شود (Clayton & Broderick, 1997). بنابراین، عمل‌آوری حرارتی تأثیری بر ترکیب شیمیایی خوراک ندارد و بخش سریع تجزیه،

ثابت‌نرخ‌تجزیه و تجزیه‌پذیری مؤثر ماده‌خشک و پروتئین خوراک کاهش می‌یابد (قنبری و همکاران،۱۳۹۹). محافظت پروتئین جیره از تجزیه شکمبه‌ای در نهایت منجر به افزایش فراهمی روده‌ای اسیدهای آمینه محدودکننده (متیونین، لیزین) برای تولید شیر،گوشت و پشم می‌شود و عدم تأثیرگذاری فرایندحرارتی ممکن است به‌دلیل عدم محافظت بهینه پروتئین، کاهش قابلیت ساخت پروتئین میکروبی، پایین‌بودن قابلیت هضم پس‌شکمبه‌ای، پروتئین غیرقابل‌تجزیه در شکمبه و کافی نبودن الگوی اسیدآمینه‌ای پروتئین عبوری برای تامین نیازهای دام باشد (قنبری و همکاران، ۱۳۹۹). یکی از فرآوری‌هایی که در منابع پروتئینی موردتوجه است، پرتوتابی مایکروویو است. به‌کارگیری پرتوتابی باعث افزایش بازدهی خوراک و وزن‌گیری در دوره پروار می‌شود (قربانی و همکاران،۱۳۹۶). این روش حرارت‌دهی، در مقایسه با روش‌های معمول مثل حرارت‌دهی با آب داغ، به‌دلیل آسیب حرارتی کم‌تر به ماده‌خوراکی و عدم ایجاد واکنش میلارد در خوراک، افزایش قابلیت دسترسی پروتئین و موادمعدنی، به‌دلیل کاهش عوامل ضدتغذیه‌ای و صرفه‌جویی در وقت و بازده انرژی اشاره نمود (کمالی و همکاران، ۱۴۰۰). گوسیپول که در پنبه‌دانه حضور دارد، باعث بروز مشکلاتی از جمله کاهش مصرف خوراک، کاهش باروری و کاهش تولید می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که فرآوری پنبه‌دانه با استفاده از میکرونیزاسیون فعالیت آن را کاهش و تا حد زیادی آن را غیرفعال می‌کند (Samsami *et al.*, 2021).

در روش آسیاب‌کردن،لایه‌های خارجی شکسته می‌شود تا آندوسپرم بیش‌تر تحت‌تجزیه قرارگیرد. آسیاب‌کردن به مقدار زیادی افزاینده سطح‌موجود برای اتصال‌میکروبی است و نرخ تجزیه‌نشاسته در شکمبه با اندازه ذرات‌دانه ارتباط معکوسی دارد (Porter *et al.*, 2007). تیمار خوراک با هیدروکسیدسدیم می‌تواند با هیدرولیز پیونداستری بین لیگنین و پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی (سلولز و همی‌سلولز) سبب دسترسی آسان‌تر میکروارگانیسم‌های شکمبه به کربوهیدرات‌ها می‌شود و با فراهم‌کردن کربوهیدرات‌های محلول بیش‌تر، موجب افزایش اتصال میکروب‌ها شده و تجزیه‌پذیری پلی-ساکاریدهای دیواره‌سلولی بیش‌تر و به این ترتیب قابلیت هضم دیواره سلولی را بهبود می‌بخشد. به نحوی بر کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم مواد مغذی در کل مجرای گوارشی مؤثر باشد که این عمل در نهایت بر عملکرد تأثیرگذار است (Ghoorchi *et al.*, 2013).

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در یک واحد گوسفندداری صنعتی واقع در شهرستان مانه وسملقان در استان خراسان شمالی و در زمستان ۱۴۰۱ انجام گرفت. تعداد ۴۰ رأس بره نر افشاری با میانگین سن ۱±۴/۵ ماهه با میانگین وزن ۴±۲۷/۶ در قالب طرح کاملاً تصادفی به چهار تیمار آزمایشی و ۱۰ تکرار در هر تیمار اختصاص یافتند. تیمارهای آزمایشی شامل جیرهٔ پایه حاوی پنبه‌دانه بدون فراوری (شاهد)، جیرهٔ حاوی پنبه‌دانه آسیاب‌شده، جیرهٔ حاوی پنبه‌دانه پرتوتابی (میکرونیزه‌شده) و جیره حاوی پنبه‌دانه شست‌وشوشده با هیدروکسید سدیم بودند. جهت آسیاب‌کردن، پنبه‌دانه‌ها توسط آسیاب سنگی تراکتوری (سازنده محلی) خرد و با اندازه مش چهار آسیاب شدند. فرآوری شیمیایی نمونه‌های پنبه‌دانه بدین‌صورت انجام شد که ابتدا محلول چهار درصد هیدروکسیدسدیم (۴۰ گرم هیدروکسیدسدیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) تهیه شد. این محلول به گونه‌ای با نمونه‌های پنبه‌دانه آغشته شد تا غلظت چهار گرم هیدروکسید سدیم به‌ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک پنبه‌دانه به‌دست آید و سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در شرایط هوای آزاد نگهداری و خشک شد (ولی‌زاده قلعه‌بیگ و همکاران، ۱۳۹۸).

جهت پرتوتابی ابتدا به پنبه‌دانه ۵ درصد وزنی آب آشامیدنی افزوده شد و داخل یک استوانه به‌مدت ۱۰ دقیقه با

سرعت ۲۰ دور در دقیقه چرخانده شد تا آب کاملاً جذب دانه شود. سپس دانه‌ها با فاصله تابش ۱۲ سانتی‌متری به‌مدت ۶۰ ثانیه در میکروناویزر فلیکرگازی (شرکت دانش‌بنیان فرآوردانه فردوسی مشهد) تحت پرتو مادون‌قرمز قرار گرفتند و بلافاصله پس از خروج از میکروناویزر، بین دو غلطک فلزی با فاصله یک میلی‌متر پرس و پرک شدند.

تمام جیره‌ها براساس احتیاجات مواد مغذی توصیه‌شده در جداول انجمن ملی تحقیقات گوسفند (NRC, 2007) تنظیم شد (جدول ۱). بره‌ها در طول مدت آزمایش در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شده و در طول دوره دسترسی آزاد به آب داشتند. طول دوره آزمایش ۸۴ روز بود قبل از این مدت هفت روز عادت‌پذیری داشتند. به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد بره‌ها وزن‌کشی هر ۲۸ روز به‌صورت ناشتا پس از ۱۶ ساعت گرسنگی با استفاده از باسکول دیجیتال با دقت ۵۰± گرم صورت گرفت. افزایش وزن روزانه از تقسیم‌نمودن تفاوت وزن درابتدا و انتهای دوره بر تعداد روزهای آزمایش محاسبه‌گردید. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم نمودن میانگین ماده خشک مصرفی بر میانگین افزایش وزن روزانه هر دام در کل دوره به‌دست آمد.

به‌منظور تعیین قابلیت هضم به‌مدت سه روز متوالی در هفته آخر دوره‌آزمایشی یک نمونه ۱۰۰ گرمی از باقی‌مانده‌خ وراک روزانه دام برداشته و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرارداده شد و جهت جمع‌آوری مدفوع، نمونه‌گیری از رکتوم انجام شد. ابتدا نمونه‌های خوراک، پس‌مانده خوراک و مدفوع جمع‌آوری‌شده هر دام در سه روز متوالی با یکدیگر مخلوط و یک نمونه ۱۰۰ گرمی از هر کدام برای هردام برداشته شد و در آون خشک گردید. نمونه‌های جامد به‌وسیله آسیاب دارای غربال یک میلی‌متری آسیاب شدند. سپس مطابق روش‌های توصیه‌شده استاندارد آزمایشگاهی (AOAC, 2005) مقادیر ماده خشک، ماده آلی، چربی خام و پروتئین خام مورد تجزیه قرارگرفتند. هم‌چنین فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی با روش ون‌سوست و همکاران (VanSoest *et al*, 1990) تعیین شد. قابلیت‌هضم موادمغذی بااستفاده ازروش خاکسترنامحلول در اسید[1] (AIA) به‌عنوان معرف‌داخلی تعیین شدند (Van Keulen & Young, 1977).

اندازه‌گیری متابولیت‌های خونی در روز ۸۴ و قبل از خوراک‌دهی صبح با خون‌گیری از ورید وداجی انجام شد. نمونه‌های خون در لوله‌های خلأ ونوجکت ریخته شد و به‌منظور جداسازی سرم در آزمایشگاه به‌مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، گلوکز، اوره،کراتینین، پروتئین‌کل، آلبومین، گلوبولین در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. در دو روز آخر دوره آزمایش رفتار تغذیه‌ای به‌صورت ثبت فعالیت برای طول مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد. در روز ۸۲ به‌مدت ۲۴ ساعت بره‌ها تحت‌نظر قرار گرفتند و فراسنجه‌های خوردن، نشخوار و جویدن در فاصله زمانی هر پنج دقیقه به‌صورت چشمی و با فرض اینکه در پنج دقیقه گذشته نیز ادامه داشته‌است برای تمام دام‌ها در طی ساعات شبانه‌روز مشاهده و ثبت‌گردید (Arauji *et al.*,2008).

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (SAS, 2003) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند.

$$Yij= \mu+Ti+eij \quad \text{رابطه ۱)}$$

که در این رابطه، Yij، مقدار مشاهده تیمار iام در تکرار jام؛ μ، اثر میانگین؛ Ti، اثر تیمار iام؛ eij، اثر خطای‌آزمایشی است.

ترکیبات شیمیایی پنبه دانه کامل، شامل پروتئین خام (۲۳/۹۰ درصد)، چربی‌خام (۲۱/۰۰ درصد)، فیبر نامحلول در شوینده خنثی (۴۴ درصد) و فیبر نامحلول در شـوینده اسیدی (۳۴ درصد) و خاکستر (۴/۸۰ درصد) بود.

1. Acid Insoluble Ash

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره برههای پرواری

اجزای تشکیل جیره (درصد ماده خشک)	
یونجه	۲۰/۰
کاه گندم	۱۰/۰
دانه ذرت	۲۰/۰
دانه جو	۲۵/۰
کنجاله سویا	۵/۰
پنبهدانه	۱۵/۰
کربناتکلسیم	۱/۵
زئولیت	۱/۰
بیکربنات سدیم	۱/۰
نمک	۰/۵
مکمل معدنی–ویتامینی[۱]	۱/۰
ترکیب شیمیایی جیره محاسبه شد	
مواد مغذی جیره	
انرژی قابلمتابولیسم (مگاکالری/کیلوگرم)	۲/۶۰
پروتئین خام (درصد)	۱۴/۲۰
چربی خام (درصد)	۴/۱۰
کربوهیدراتهای غیر فیبری (درصد)	۲۹/۶۲
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۴۴/۲۰
نشاسته (درصد)	۲۱/۶۰
خاکستر (درصد)	۷/۸۸
کلسیم (درصد)	۱/۴۲
فسفر (درصد)	۰/۷۱

۱. مکمل ویتامین و مواد معدنی ارائهشده بهازای هر کیلوگرم جیره غذایی: ویتامین A: ۵۰۰۰۰۰U، ویتامین ۱۰۰۰۰۰U:D3، ویتامین U:E ۱۰۰۰، منیزیم ۳۲۰۰۰ میلیگرم، منگنز: ۳۰۰۰ میلیگرم؛ روی: ۲۰۰۰ میلیگرم؛ مس: ۸۰۰ میلیگرم؛ سلنیوم ۴۲ میلیگرم؛ کلسیم: ۲۰۰۰۰۰ میلیگرم؛ آهن: ۶۰۰۰ میلگرم؛ کبالت ۱۰ میلیگرم؛ فسفر۵۰۰۰ میلیگرم؛ ید: ۱۱۰ میلیگرم؛ آنتیاکسیدان ۴۰۰ میلیگرم.

۴. یافتههای پژوهش

نتایج مربوط به عملکرد برهها در جدول (۲) ارائه شده است. وزن نهایی برهپرواری که پنبهدانه میکرونیزه دریافت کردند بالاتر و در برههایی که پنبهدانه کامل و آسیابشده تغذیه نمودند،کمتر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). افزایش وزن کل دوره و افزایش وزن روزانه در تیمارهای دریافتکننده پنبهدانه میکرونیزهشده و پنبهدانه شستوشو با هیدروکسیدسدیم بالاتر و ضریب تبدیل در این دو تیمار دارای کمتر و معنیدار بود (P<۰/۰۵). ماده خشک مصرفی در تیمارها تفاوت معنیداری را نشان نداد. دهقان بنادکی و همکاران (۱۳۸۶) گزارشکردند افزایش عملکرد با پنبهدانه فرآوریشده را میتوان به کاهش تجزیهپذیری شکمبهای و افزایش قابلیت هضم پس از شکمبهای پروتئین مربوط دانست. به سبب پرتوتابی، افزایش میزان پروتئین عبوری باعث بهبود الگوی اسید آمینه جیره شده است و این عامل منجر به افزایشوزن بیشتر دام و بهبود عملکرد شده است (سفلائی شهر بابک و همکاران، ۱۳۸۵). در مطالعه قنبری و همکاران (۱۳۹۹) فرآوری حرارتی تأثیری بر عملکرد دامها نداشت هرچند که افزایش وزن روزانه در تیمارهای فرآوریشده بهطور قابلتوجهی بیشتر از گروه شاهد بود. در مطالعه کمالی و همکاران (۱۴۰۰) استفاده از سطوح مختلف کنجاله پنبهدانه پرتوتابیشده در جیره تأثیر معنیداری بر ضریب تبدیل خوراک نشد، اما بهصورت عددی کاهش یافت.

جدول ۲. تأثیر عمل‌آوری پنبه‌دانه بر عملکرد بره‌های پرواری

تیمارها	وزن اولیه (کیلوگرم)	وزن نهایی (کیلوگرم)	افزایش وزن دوره (کیلوگرم)	افزایش وزن روزانه (گرم در روز)	ماده خشک مصرفی (گرم در روز)	ضریب تبدیل غذایی
پنبه‌دانه کامل	۲۶/۷۴	۴۲/۰۲^{c}	۱۵/۲۷^{b}	۱۸۱/۹۰^{b}	۱۲۵۸/۶۰	۶/۹۲^{a}
پنبه‌دانه آسیاب‌شده	۲۷/۴۰	۴۳/۱۲^{c}	۱۵/۷۲^{b}	۱۸۷/۴۴^{b}	۱۳۳۷/۴۰	۷/۱۴^{a}
پنبه‌دانه میکرونیزه‌شده	۲۷/۳۰	۴۷/۳۰^{a}	۲۰/۰۰^{a}	۲۳۸/۰۹^{a}	۱۳۴۸/۰۰	۵/۶۹^{b}
پنبه‌دانه+ هیدروکسیدسدیم	۲۶/۹۶	۴۵/۵۶^{b}	۱۸/۶۰^{a}	۲۲۱/۴۲^{a}	۱۳۱۴/۴۰	۵/۹۵^{b}
خطای استاندارد	۰/۶۳۶	۰/۲۸۹	۰/۶۳۷	۷/۵۸۳	۵۸/۸۵۱	۰/۲۵۹
سطح احتمال	۰/۸۷۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۷۱۲	۰/۰۰۲

a-c: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

تأثیر استفاده از پنبه‌دانه فرآوری‌شده بر رفتار نشخوار بره‌های پرواری در جدول (۳) آمده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر مدت زمان استراحت، جویدن، خوردن و نشخوار معنی‌دار نبود. اندازه‌ذرات، ماده‌خشک‌مصرفی و دیواره‌سلولی علوفه‌ای از فاکتورهایی هستند که بر روی تعداد جویدن و زمان صرف‌شده خوردن تأثیر می‌گذارد (Arauji *et al.*, 2013). به‌نظر می‌رسد عدم اختلاف معنی‌داری به‌علت یکسان‌بودن مواد مغذی و ترکیب جیره‌های آزمایشی باشد.

جدول ۳. تأثیر استفاده از پنبه‌دانه عمل‌آوری‌شده بر رفتار نشخوار (دقیقه در روز)

تیمارها	خوردن	نشخوار	جویدن	استراحت
پنبه‌دانه‌کامل	۳۸۳/۰۰	۲۳۵/۴۰	۶۱۸/۲۰	۸۲۱/۸۰
پنبه‌دانه آسیاب‌شده	۳۵۴/۰۰	۲۱۹/۶۰	۵۷۳/۶۰	۸۶۶/۴۰
پنبه‌دانه میکرونیزه‌شده	۳۷۱/۸۰	۲۲۹/۹۰	۶۰۱/۲۰	۸۳۸/۸۰
پنبه‌دانه+ هیدروکسیدسدیم	۳۷۵/۶۰	۲۳۱/۰۰	۶۰۶/۴۰	۸۳۳/۶۰
خطای استاندارد	۹/۹۴۰	۵/۴۲۰	۱۵/۳۲۸	۱۵/۳۲۸
سطح احتمال	۰/۲۴۴	۰/۲۴۹	۰/۲۴۸	۰/۲۴۸

اثر تغذیه پنبه‌دانه فرآوری‌شده بر قابلیت‌هضم موادمغذی در جدول (۴) آورده شده است. قابلیت هضم ماده‌خشک و پروتئین خام در بره‌های پرواری که پنبه‌دانه میکرونیزه و پنبه‌دانه شسته‌شده با هیدروکسیدسدیم دریافت کردند بالاتر و در بره‌هایی که پنبه‌دانه‌کامل و پنبه‌دانه‌آسیاب‌شده تغذیه نمودند، کم‌تر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). قابلیت هضم NDF و ADF، عصاره اتری، ماده آلی تحت‌تأثیر فرآوری پنبه‌دانه قرار نگرفت، اما به‌صورت عددی افزایش یافت. واسرشتی پروتئین در طی میکرونیزاسیون، گروه‌های فعال شیمیایی را افزایش داده و سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین می‌شود (تقی‌نژاد رودبنه و ابراهیمی، ۱۳۸۹). نتایج فرامرزی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان داد که فرآوری با هیدروکسیدسدیم سبب بهبود قابلیت هضم پنبه‌دانه و هم‌چنین عملکرد بره‌های پرواری شد. در مطالعهٔ قنبری و همکاران (۱۳۹۹) نیز قابلیت هضم خوراک حاوی پنبه‌دانه به‌علت فرآوری با هیدروکسید سدیم افزایش یافت. فرآوری پنبه‌دانه با هیدروکسیدسدیم، منجر به دفع لیگنین و همی‌سلولز، کاهش بلورینگی سلولز و افزایش تخلخل سطح ماده و در نتیجه تسهیل تجزیه میکروبی سلولز می‌شود. نتیجه تمام تغییرات حاصل از فرآوری مواد لیگنوسلولزی، افزایش قابلیت حل ترکیبات دیواره سلولی است. در پژوهش حاضر فراوری شیمیایی با هیدروکسید سدیم نیز بر قابلیت هضم دیوار سلولی تأثیرگذار بود. تجزیه‌پذیری نشاسته پنبه‌دانه فرآوری شده با هیدروکسیدسدیم نسبت به گندم آسیاب‌شده هم در روش *in Situ* و *in Vivo* به‌ترتیب ۱۷۰در مقابل ۳۸۰ و ۵۹۱ در مقابل ۸۷۷ در کاهش

معنی‌داری داشت (Ghoorchi *et al.*,2013). شاهی و قورچی (۱۳۹۵) کاهش مصرف ماده‌خشک و قابلیت هضم ماده خشک را با افزایش مقدار پنبه‌دانه کامل گزارش کردند و افزایش مقدار پنبه‌دانه‌کامل در جیره منجر به کاهش قابلیت هضم ظاهری شد.

جدول ٤. تأثیرعمل‌آوری پنبه‌دانه بردرصد قابلیت هضم مواد مغذی (گرم در کیلوگرم)

تیمارها	ماده خشک	NDF	ADF	پروتئین خام	ماده آلی	عصاره اتری
پنبه‌دانه کامل	۶۷۰/۸۰ ^{b}	۶۱۸/۸۰	۵۲۳/۴۰	۶۸۸/۶۰ ^{b}	۶۶۷/۴۰	۶۳۶/۴۰
پنبه‌دانه آسیاب‌شده	۶۷۳/۰۰ ^{b}	۶۱۴/۴۰	۵۳۷/۸۰	۶۷۹/۰۰ ^{b}	۶۹۱/۸۰	۶۳۸/۲۰
پنبه‌دانه میکرونیزه شده	۷۰۱/۸۰ ^{a}	۶۳۲/۰۰	۵۴۴/۴۰	۷۰۱/۲۰ ^{a}	۶۶۱/۸۰	۶۴۲/۸۰
پنبه‌دانه+ هیدروکسیدسدیم	۷۰۵/۰۰ ^{a}	۶۲۱/۸۰	۵۴۳/۲۰	۷۰۲/۸۰ ^{a}	۶۸۰/۰۰	۶۴۰/۰۰
خطای استاندارد	۱۵/۳۲۰	۱۶/۷۹۰	۱۱/۵۳۶	۱۷/۳۱۹	۲۸/۱۵۳	۳/۲۳۰
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۴۱۲۱	۰/۲۲۰۸	۰/۰۰۹۹	۰/۳۴۲۱	۰/۵۵۷۹

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

نتایج مربوط به اثر تغذیه پنبه‌دانه فرآوری‌شده بر فراسنجه‌های خونی در جدول (۵) نشان داده شده است. مقدار کلسترول، تری‌گلیسرید و اوره خون تحت‌تأثیر نوع فرآوری پنبه‌دانه قرارگرفت به‌طوریکه بره‌های دریافت‌کننده پنبه‌دانه میکرونیزه کلسترول و اوره خون را بالاتر نشان‌دادند و بره‌هایی که پنبه‌دانه کامل و پنبه‌دانه آسیاب‌شده تغذیه نمودند، مقدار کلسترول و اوره کم‌تر مشاهده شد (P<۰/۰۵). هم‌چنین در رابطه با غلظت تری‌گلیسرید تیمارهای دریافت‌کننده پنبه‌دانه‌کامل و پنبه‌دانه آسیاب‌شده بیش‌ترین میزان و تیمار دریافت‌کننده پنبه‌دانه میکرونیزه‌شده کم‌ترین میزان را نشان دادند (P<۰/۰۵). اما غلظت گلوکز،کراتینین، پروتئین‌کل، آلبومین، گلوبولین و نسبت پروتئین به گلوبولین تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرارنگرفت. در آزمایش قنبری و همکاران (۱۳۹۹)، پرتوتابی تأثیر معنی‌داری بر روی پارامترهای خونی نداشت و با نتایج ما در مقدار کلسترول و تری‌گلیسرید و اوره مغایرت داشت. فروغی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند که آسیاب‌کردن سبب افزایش غلظت اوره و گلوکز پلاسما و حرارت‌دادن پنبه‌دانه باعث کاهش غلظت آن‌ها در گاوشیری می‌شود. ولی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) در فرآوری گندم با هیدروکسیدسدیم تأثیر معنی‌داری در فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری مشاهده نکردند. آلبومین از جمله پروتئین‌های اصلی خون می‌باشد که سنتز آن بر عهده کبد است لذا میزان آن در خون می‌تواند شاخصی از سلامت این اندام حیاتی باشد. در نتایج شاهی و قورچی (۱۳۹۵) با افزایش سطح پنبه‌دانه کامل در جیره مقدار گلوکز پلاسما کاهش و مقدار کلسترول و ازت‌اوره‌ای خون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. قنبری و همکاران (۱۳۹۹) با فرآوری حرارتی پنبه‌دانه تأثیری بر متابولیت‌های خونی مشاهده نکردند.

جدول ۵. تأثیر فر آوری پنبه‌دانه بر فراسنجه‌های خونی بره‌پرواری

تیمارها	کلسترول	تری گلیسرید	گلوگز	اوره	کراتینین	پروتئین کل	آلبومین	گلوبولین	نسبت آلبومین به گلوبولین
واحد	(میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)					(گرم بر دسی‌لیتر)			
پنبه‌دانه کامل	۳۶/۷۰^{c}	۲۰/۰۰^{a}	۸۲/۰۰	۲۰/۲۰^{c}	۵۹/۵۴	۶/۸۴	۳/۴۴	۳/۴۰	۱/۰۱
پنبه‌دانه آسیاب‌شده	۳۷/۷۰^{c}	۱۹/۶۰^{a}	۸۳/۲۰	۲۰/۴۰^{c}	۵۳/۷۸	۷/۱۴	۳/۲۴	۳/۸۹	۰/۸۳۶
پنبه‌دانه میکرونیزه‌شده	۴۹/۲۰^{a}	۱۳/۴۰^{c}	۷۷/۰۰	۲۸/۴۰^{a}	۵۹/۹۴	۶/۹۴	۳/۵۰	۳/۴۳	۱/۰۲۸
پنبه‌دانه+ هیدروکسیدسدیم	۴۲/۰۰^{b}	۱۶/۰۰^{b}	۸۱/۴۰	۲۴/۶۰^{b}	۵۲/۷۲	۷/۰۰	۳/۴۰	۳/۵۹	۰/۹۵۲
خطای استاندارد	۲/۳۷۵	۱/۰۳۹	۳/۷۹۸	۱/۵۲۶	۳/۲۰۲	۰/۱۴۹	۰/۰۷۳	۰/۱۱۲	۰/۰۳۰
سطح احتمال	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۶۸۳	۰/۰۱۵	۰/۴۱۹	۰/۵۶۵	۰/۱۰۵	۰/۱۲۴	۰/۰۷۵

a-c: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۵. نتیجه‌گیری

قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام در بره‌های پرواری که پنبه‌دانه میکرونیزه و پنبه‌دانه شسته‌شده با هیدروکسیدسدیم دریافت‌کردند بالاتر و در بره‌هایی که پنبه‌دانه‌کامل و پنبه‌دانه آسیاب‌شده تغذیه نمودند، کم‌تر از سایر تیمارها بود. تفاوتی در رفتار تغذیه در بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های مختلف مشاهده نشد. فراسنجه‌های خون شامل کلسترول، تری‌گلیسیرید و اوره معنی‌دار و تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. به‌طورکلی این یافته‌ها نشان می‌دهد که فرآوری پنبه‌دانه به‌صورت میکرونیزه و هیدروکسید سدیم موجب بهبود افزایش‌وزن روزانه و کاهش ضریب تبدیل خوراک شد و می‌توان مصرف آن را در جیره بره‌های پرواری پیشنهاد داد.

۶. تشکر و قدردانی

از آقای مهدی نجف‌زاده مدیریت گوسفندداری صنعتی واقع در شهرستان مانه وسملقان در استان خراسان شمالی و گروه تغذیه دام‌وطیور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. منابع

اسدی، محمد؛ قورچی، تقی؛ توغدری، عبدالحکیم. شاهی، محبوبه (۱۴۰۰). اثر جایگزینی سطوح مختلف کاه گندم با گیاه پنبه بر عملکرد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های خونی و رفتار نشخوار در میش‌های دالاق. تحقیقات تولیدات دامی، ۱۰(۲)، ۷۲-۶۳.

تقی‌نژاد رودبنه، مهدی و ابراهیمی، سید روح‌اله (۱۳۸۹). اثرات تفت دادن پنبه‌دانه بر محتوی گوسیپول، روند تجزیه‌پذیری و قابلیت هضم پروتئین آن. *مجله علمی ـ پژوهشی علوم‌کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز*، ۱۳(۴)، ۹۵-۱۰۶.

دهقان بنادکی، مهدی؛ نیکخواه، علی؛ امانلو، حمید؛ دانش مسگران، محسن و منصوری، هرمز (۱۳۸۶). اثر فرآوری شیمیایی دانه جو با اوره، هیدروکسیدسدیم یا فرمالدئید بر عملکرد تولیدی و فراسنجه‌های خونی گاوهای هلشتاین شیری. *پژوهش‌های کاربردی زارعی*، ۷۴(۱) :۱۸۹-۱۹۴.

سفلائی شهربابک، محمد؛ روزبهان، یوسف ومرادی شهربابک، محمد (۱۳۸۵). تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره بر توان پرواری و صفات لاشه بره‌های نر کرمانی.*مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۳(۱)، ۹۸-۱۰۵.

شاهی، محبوبه و قورچی، تقی. (۱۳۹۵).اثر سطوح مختلف پنبه‌دانه کامل بر تولید، ترکیبات شیر، قابلیت هضم و فراسنجه‌های خونی در گاو شیری نژاد مونت‌بیلیارد. *نشریه پژوهش های علوم دامی ایران*، ۸ (۴)، ۶۲۵-۶۳۵.

کمالی، رضا؛ چاشنی‌دل، یدا...؛ تیموری یانسری، اسدا.. و مهاجر، مختار (۱۴۰۰). تأثیر پودر ضایعات کشتارگاهی طیور مایکروویو شده بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های شکمبه، تولید پروتئین‌میکروبی و ابقاء نیتروژن در بره‌های پرواری دالاق. *نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۹ (۳)،۱۲۲-۱۰۷.

فرامرزی گرمرودی، علی؛ دانش مسگران، محسن و وکیلی، سید علیرضا (۱۳۹۰). تخمین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و دیواره سلولی وتولیدگاز پوسته الیاف‌دار دانه پنبه (شولوخه) عمل‌آوری‌شده با هیدروکسیدسدیم. *نشریه پژوهش‌های علوم دامی*، ۲۱ (۲)،۲۳-۳۶.

فروغی، علیرضا ؛ ولی‌زاده، رضا؛ ناصریان، عباسعلی و دانش مسگران، محسن (۱۳۸۳). تأثیر آسیاب‌کردن و حرارت دان پنبه‌دانه بر تولید و ترکیب شیر گاوهای شیری هلشتاین. *مجله علوم و صنایع کشاورزی*، ۲(۱۸)، ۱۹۵-۱۸۱.

قنبری، فرزاد؛کریم کشته، انیس؛ مصطفی لو،یوسف و قره باش، آشورمحمد (۱۳۹۹). تعیین ترکیبات شیمیایی و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پنبه‌دانه عمل‌آوری‌شده با حرارت و تأثیر آن برفراسنجه‌های خونی و عملکرد رشد بره‌های دالاق. *نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۸ (۲)، ۱۴۴-۱۲۵.

ولی‌زاده قلعه بیگ، امین؛ قورچی، تقی و حسنی، سعید (۱۳۹۹). اثرات عمل‌آوری فیزیکوشیمیایی دانه گندم بر جمعیت میکروبی شکمبه، فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ایمنی خون بره‌های نر پرواری افشاری. *فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری*، ۱۲(۳)،۵۱-۴۲.

References

Asadi, M., Ghoorchi, T., Toghdory, A., & Shahi, M. (2021) Effect of replacing different levels of wheat straw with cottonseed plant on performance, digestibility, blood parameters, and rumination behavior in Dalagh ewes. *Journal Production Research*, 10 (2), 63-72. (In Persian)

AOAC. (2005). Association of Official Analytical Chemistery Official Methods of Analysis, AOAC, Washington, DC. 14th Edition .

Araujo, R. C., Pires, A.V., Susin, I., Mendes, C. Q., Rodrigues, G. H., Packer, I. U., & Eastridge, M. L. (2008). Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (*Cynodon species*) hay. *Journal of Animal Science*, 86, 3511-3521.

Dehghan Banadaki, M., Nikkhah, A., Amanlu, H., Daneshmesgaran, M., & Mansory, H. (2000). Effects of chemical treatment of barley with sodium hydroxide, ammonia or formaldehyde on blood metabolites and productive performance of lactating Holstein dairy cow. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi*), (74), 189-194. (In Persian)

Faramarzi Garmroodi,A., Danesh Mesgaran, M., & Vakili, A. R. (2011). *In situ* ruminal degradation of dry matter and NDF and gas production parameters of cottonseed hulls treated with sodium hydroxide, *Animal Science Research Journal*, 21(2), 23-36. (In Persian)

Folawiyo, Y. L., & Apenden, R. K. O. (1997). The effect of heat and acid treatment on the structure of rapeseed albumin (napin). *Food Chemistry*, 58, 237-243

Ghanbari, F., Karim Koshte, A., Mostafaloo, Y., & Gharehbash, A.M. (2020). Determination of chemical composition and ruminal degradability parameters of heat treated cottonseed and its effect on blood parameters and growth performance of Dalagh lambs. *Journal of Ruminant Research*, 8(2), 135-143.(In Persian)

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, *Animal*, 7, 265-71.

Kamali, R., Chashnidel, Y., Teymouri yansari, A., & Mohajer, M., (2021). Effect of microwave-treated poultry byproduct meal on growth performance, rumen parameters, microbial protein, and nitrogen retention in Dalagh fattening lambs. *Journal of Ruminant Research*, 9(3), 107-122. (In Persian)

McAllister, T. A., & Sultana, H. (2011). Effects of micronization on the *in situ* and *in vitro* digestion of cereal grains. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24, 929-939. doi:10.5713/ajas.2011.10387.

NRC.(2007). Nutrient Requirements of Small Ruminant; Sheep, Goat; Cervids and New World Press.

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. *Journal of Animal Science*, 23, 395-400.

Samsami, R., Rohani, A., Heidarian Miri, V & Ebrahimi, S. H. (2021). Operational conditions of micronized maize grains assessed by modeling ruminal *in vitro* gas production data and three steps method. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 11(4), 655-668.

Shahi, M., & Ghoorchi., T. (2015). Effect of different levels of whole cottonseed on production, milk composition, digestibility and blood parameters of Montebeliard breed lactating cows. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 8(4), 625-635. (In Persian).

Sajjadi, H., Ebrahimi, S. H., Vakili, S. A., Rohani, A., Golzarian, M. R., & Heidarian Miri, V. (2022). Operational conditions and potential benefits of grains micronization for ruminant: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 287, 115285. doi:10.1016/j.anifeedsci. 2022.115285.

SAS Institute. (2004). SAS®/STAT Software, Release 9.4. SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA

Soflei shahrbabak, M., Rouzbehan,Y., & Moradi Shahrbabk, M. (2006).The effect of different levels of digestible undegradable protein on the performance and carcass characteristics of Kermani male lamb. *Journal of Agricultural Science Nature Resource*, 13(1), 98-105. (In Persian)

Taghinejad Roudbaneh, M., & Ebrahimi, S. R. (2010). Effects of roasting cotton seed on its gossypol content, ruminal degradability and *in vitro* protein digestibility. *Journal of Agricultural Sciences*, Islamic Azad University, Tabriz Branch, 4(13), 95-106. (In Persian)

Tuncer, S. D., & Sacakli, P. (2003). Rumen degradability characteristics of xylose treated canola and soybean meals. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 107, 211-218.

Valizadeh Ghalebeyg, V., Ghoorchi, T., & Hasani, S. (2018). Effects of using chemical and physical processed wheat on the performance, chemical composition and nutrients digestibility in fattening lambs. *Journal of Ruminant Research*, 5(4), 1-20. (In Persian)

Van Keulen, J. B., & Young, A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Dairy Science*, 44, 282-287

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

Zarnegar, Z., Lashkari, S., Ebrahimi, S.H. Valizadeh, R., Naserian, A.A., & Jensen,S. K. (2024). Effect of micronization and vitamin E supplementation on ruminal biohydrogenation kinetic of whole flaked rapeseed. *Journal of Applied Animal Research*,52(1), 2290124. doi: 10.1080/09712119.2023.2290124