University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

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

Replacement of soybean meal with *Camelina sativa* meal in diet of fattening lambs: effect on performance, some blood and rumen fermentation parameters

Zahra Shirnegar[1] | Fardin Hozhabri[2]✉ | Mohammad Ebrahim Nooriyan Soroor[3]

1. Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: shirnegarzahra@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: hozhabri@razi.ac.ir
3. Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: menooriyan@razi.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 19 January 2023
Received in revised
21 August 2023
Accepted 22 August 2023
Published online 12 October 2023

Keywords:
Ammonia nitrogen
Camelina
Feed conversion ratio
Triglyceride
Volatile fatty acids

ABSTRACT

Introduction: Considering that soybean is mainly used in human nutrition and its meal is mostly used in poultry feed, and also due to the high price of soybean meal and its impact on the cost of each kilogram of feed, using of other protein sources such as camellia meal in the diet of fattening lambs can reduce the need of soybean meal for ruminant animals. Previous studies have shown that camelina meal with a suitable percentage of omega-3, crude protein, crude fat and poly unsaturated fatty acids (alpha-linolenic acid) makes it a suitable feedstuff for livestock, poultry and fish. However, due to the presence of anti-nutritional compounds such as trypsin inhibitor and glucosinolate, the limitations of camellia meal should be taken into consideration when used in the diet of animals. In many experiments, it has been determined that camelina is a plant resistant to harsh weather conditions compared to other oil plants, has a high yield potential, and it has been reported that it is possible to plant it in crop rotation with cereals. In this study, the possibility of using camelina meal (CM) instead of soybean meal (SBM) in the diet of fattening lambs was investigated.

Material and Methods: Twenty-four male lambs aged four to six months with an average weight of 34.21±2.18 kg in a completely randomized design with four treatments and six replications were used. Animals were placed in the individual cages. Treatments included: 1) control (basal diet containing SBM), 2) basal diet with 33% replacement of SBM with CM, 3) basal diet with 67% replacement of SBM with CM, and 4) basal diet with 100% replacement of SBM with CM. Ruminal fluid was taken by esophageal tube and blood samples were taken from the jugular vein on days 0, 45 and the end of the experiment.

Results and Discussion: The final weight and daily weight gain were not affected by the replacement of oil meals, but it caused a decrease in dry matter intake ($P<0.05$). Ruminal ammonia nitrogen concentration increased in a way that was significant in 33 and 67% replacement ($P<0.05$). Volatile fatty acids concentration and pH were not affected by treatments. The total population of protozoa and genus Entodinium decreased with the increase in replacement percentage, and according to the interaction effect of time and treatment, the population increased with the increase in the duration of the experiment ($P<0.05$). The concentration of blood urea increased with the replacement of meals ($P<0.05$), although this process was influenced by the interaction of treatment and time. With the complete replacement of meals, the concentrations of blood cholesterol and triglycerides increased ($P<0.05$). Malondialdehyde in the blood of lambs was not affected by replacing SBM with CM.

Conclusion: According to the results, camelina meal can be used instead of soybean meal at a maximum level of 67% in diet of fattening lambs.

Cite this article: Shirnegar, Z., Hozhabri, F., & Nooriyan Soroor, M. E. (2023). Replacement of soybean meal with *Camelina sativa* meal in diet of fattening lambs: effect on performance, some blood and rumen fermentation parameters. *Journal of Animal Production*, 25 (3), 255-266. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.354050.623726

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.354050.623726

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

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

جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کاملینا در جیره بره‌های پرواری: اثر بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های خونی و تخمیر شکمبه

زهرا شیرنگار[۱] | فردین هژبری[۲]✉ | محمد ابراهیم نوریان سرور[۳]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران، رایانامه: shirnegarzahra@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران، رایانامه: hozhabri@razi.ac.ir

۳. گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران، رایانامه: menooriyan@razi.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰

کلیدواژه‌ها:

اسیدهای چرب فرّار

تری‌گلیسرید

ضریب تبدیل خوراک

کاملینا

نیتروژن آمونیاکی

چکیده

امکان استفاده از کنجاله کاملینا به‌جای کنجاله سویا در جیره بره‌های پرواری با استفاده از بیست‌وچهار راس بره نر چهار- شش ماهه با میانگین وزن ۲/۱۸±۳۴/۲۱ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تیمار و شش تکرار در قفس‌های انفرادی بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره پایه حاوی کنجاله سویا (شاهد)، ۲- جیره پایه با ۳۳ درصد جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کاملینا، ۳- جیره پایه محتوی ۶۷ درصد جایگزینی کنجاله سویا و ۴- جیره پایه حاوی کنجاله کاملینا بود. مایع شکمبه توسط لوله مری و نمونه‌های خون از سیاهرگ وداج گردن در روزهای صفر، ۴۵ و پایان دوره از بره‌ها گرفته شد. وزن نهایی و افزایش وزن روزانه تحت تأثیر جایگزینی کنجاله‌ها قرار نگرفت اما سبب کاهش مصرف ماده خشک شد ($P<0/05$). غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه افزایش یافت به‌نحوی‌که در ۳۳ و ۶۷ درصد جایگزینی معنی‌دار بود. غلظت اسیدهای چرب فرّار و pH تحت تأثیر جایگزینی قرار نگرفت. جمعیت کل پروتوزوآ و جنس انتودینیوم با افزایش درصد جایگزینی روند کاهشی داشت و با توجه به اثر متقابل زمان و تیمار، با افزایش طول دوره روند جمعیت افزایشی بود. غلظت اوره خون با جایگزینی کنجاله‌ها روند افزایشی داشت، هرچند این روند تحت تأثیر اثر متقابل تیمار و زمان بود. با جایگزینی کامل کنجاله‌ها، غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید خون افزایش یافت ($P<0/05$). با توجه نتایج حاصل، می‌توان در جیره پروار کنجاله کاملینا به‌جای کنجاله سویا در سطح حداکثر ۶۷ درصد جایگزینی استفاده کرد.

استناد: شیرنگار، زهرا؛ هژبری، فردین؛ و نوریان سرور، محمد ابراهیم (۱۴۰۲). جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کاملینا در جیره بره‌های پرواری: اثر بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های خونی و تخمیر شکمبه. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۵ (۳)، ۲۵۵-۲۶۶.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.354050.623726

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱- مقدمه

با افزایش جمعیت جهان و افزایش تقاضا برای غذا، نیاز به راه‌کار اساسی برای تأمین مواد خوراکی و پروتئینی احساس می‌شود. ازطرفی در سیستم‌های پرواربندی بره برای رسیدن به حداکثر رشد روزانه و راندمان مطلوب، تأمین احتیاجات دام به‌ویژه به لحاظ پروتئینی اهمیت قابل‌توجهی دارد. عدم تعادل بین پروتئین موردنیاز دام و میزان تأمین شده در جیره، سبب کاهش رشد دام، افزایش قیمت جیره و دفع گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه متان می‌شود (Atkinson *et al*., 2007). دانه سویا یکی از فراوان‌ترین و مرغوب‌ترین مکمل پروتئین گیاهی است که حاوی انرژی و پروتئین بالایی بوده و الگوی اسید آمینه‌ای نسبتاً مناسبی هم دارد، اما به‌دلیل رقابتی که بین صنعت طیور و دام برای این محصول وجود دارد و هم‌چنین، قیمت نسبتاً بالای این محصول، استفاده از آن در جیره دام از لحاظ اقتصادی چالش‌برانگیز است. بنابراین، امروزه متخصصین تغذیه به‌دنبال جایگزینی منابع پروتئینی با ارزش و با قیمتی نسبتاً پایین‌تر و کاهش رقابت یاد شده می‌باشند. امروزه از کنجاله دانه‌های روغنی به‌عنوان جایگزین مناسبی برای سویا استفاده می‌شود. یکی از منابع مناسب در این زمینه، گیاه روغنی- دارویی کاملینا است. کاملینا با نام علمی، *کاملینا ساتیوا*[1] گیاهی یکساله، متعلق به خانواده براسیکاسه است. پتانسیل عملکرد بالا (حدود ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بذر و میانگین ۳۷ درصد روغن) در گیاه کاملینا در شرایط ایران به اثبات رسیده و امکان قرارگرفتن آن به‌عنوان گزینه مناسب در تناوب با غلات، گزارش شده است (Kahrizi *et al*., 2015).

۲- پیشینه پژوهش

کیفیت بالای کنجاله کاملینا با پنج درصد امگا-۳، ۴۰ درصد پروتئین خام، ۱۰ تا ۱۲ درصد چربی خام و ۳۵۰۰ کالری به‌ازای هر کیلوگرم، آن را تبدیل به یک جیره غذایی مناسب در تغذیه دام، طیور و ماهی کرده است (McVay & Lamb, 2008). کنجاله این گیاه که از استخراج روغن دانه‌های آن حاصل می‌شود، منبع خوبی از پروتئین و اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند مضاعف می‌باشد (Hurtaud & Peyraud, 2007). این کنجاله دارای چندین اسید آمینه ضروری مانند ترئونین، متیونین، والین، لوسین، لیزین و فنیل آلانین است. درصد بالایی از چربی‌های غیر اشباع آن را اسید آلفا لینولنیک تشکیل می‌دهد که برای سلامت مصرف‌کنندگان بسیار مفید و با ارزش است از مهم‌ترین عناصر معدنی آن می‌توان به پتاسیم، کلسیم و فسفر اشاره کرد (Cherian *et al*., 2009). کنجاله سویا و کنجاله کاملینا دارای ترکیبات ضدمغذی می‌باشند که مهم‌ترین ترکیبات ضدمغذی موجود در کنجاله سویا مهارکننده تریپسین و در کنجاله کاملینا مهارکننده تریپسین (۱۲ تا ۲۸ واحد بر میلی‌گرم) و گلوکوزینولات (۳۴/۴ تا ۳۶/۳ میکرومول بر گرم) گزارش شده است (Woyengo *et al*., 2017). با توجه به خصوصیات گیاه کاملینا و فواید ارزشمند آن و نظر به این‌که کشور ما نیازمند محصولات روغنی بیش‌تر و با کیفیت‌تر است، استفاده از آن به‌عنوان کنجاله و دانه روغنی در جیره دام و طیور به‌جای گیاهان روغنی پرهزینه نظیر سویا سودمند خواهد بود (Kahrizi *et al*., 2015). هم‌چنین، به‌علت استفاده از دانه سویا در تغذیه انسان و کنجاله آن در تغذیه طیور و به‌دلیل گران‌بودن آن و تأثیرگذاری بر قیمت تمام‌شده هر کیلوگرم خوراک، امکان استفاده از منابع پروتئینی دیگر نظیر کنجاله کاملینا در جیره بره‌های پرواری می‌تواند نیاز دام‌های نشخوارکننده به سویا را کاهش دهد و به‌دلیل پروفیل اسیدهای آمینه و سطح اسیدهای چرب امگا-۳ مناسب در کنجاله کاملینا، برای تأمین نیاز پروتئینی و انرژی دام مناسب به‌نظر می‌رسد. علاوه بر این در پژوهشی استفاده از کنجاله کاملینا به‌جای کنجاله سویا تا سطح ۱۰ درصد ماده خشک جیره بره‌های پرواری توصیه شده است (Nazari *et al*., 2022). به

1. *Camelina sativa*

همین منظور در این پژوهش امکان‌سنجی جایگزینی تدریجی و کامل کنجاله سویا با کنجاله کاملینا و تأثیر آن بر عملکرد و برخی متابولیت‌های خون و فراسنجه‌های شکمبه‌ای موردبررسی قرار گرفت.

۳- روش‌شناسی پژوهش

مطالعه حاضر در گوسفندداری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی و مراقبت از حیوانات طبق دستورالعمل کمیته اخلاق کار با حیوانات دانشگاه رازی (کد شماره ۳۱-۱-۳۹۶) انجام شد. تعداد ۲۴ راس بره نر چهار- شش ماهه مهربان با میانگین وزن ۲/۱۸±۳۴/۲۱ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی به چهار گروه شش رأسی تقسیم و در قفس انفرادی نگهداری شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره پایه محتوی ۱۰۰ درصد کنجاله سویا به‌عنوان منبع پروتئینی (شاهد)؛ ۲- جیره پایه حاوی ۶۷ درصد کنجاله سویا و ۳۳ درصد کنجاله کاملینا (۳۳ درصد)؛ ۳- جیره پایه حاوی ۳۳ درصد کنجاله سویا و ۶۷ درصد کنجاله کاملینا (۶۷ درصد) و ۴- جیره پایه محتوی ۱۰۰ درصد کنجاله کاملینا (۱۰۰ درصد) بود. جیره مصرفی بره‌ها شامل ۳۰ درصد علوفه و ۷۰ درصد کنسانتره (جدول ۱) بود. ترکیب شیمیایی کنجاله‌های مورد استفاده نیز در جدول (۲) ارائه شده است. نیاز خوراکی بره‌ها براساس جداول استاندارد (NRC, 2007) و با هدف افزایش وزن روزانه ۲۰۰ گرم در روز تنظیم شد. خوراک روزانه موردنیاز گوسفندان در سه نوبت توزیع و آب سالم و تازه به‌صورت آزاد در طول دوره پرورش در اختیار دام‌ها قرار گرفت. کنجاله دانه روغنی کاملینا (جدول ۲) از شرکت دانش‌بنیان شفا بیستون، کرمانشاه تهیه شد.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایش

اجزای جیره	تیمارهای آزمایشی[1]			
	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
کاه	۲۹/۲۴	۲۹/۲۳	۲۹/۲۴	۲۹/۲۳
جو	۱۷/۳۰	۱۷/۱۸	۱۷/۱۳	۱۷/۱۱
ذرت	۱۸/۳۹	۱۸/۴۳	۱۸/۳۸	۱۸/۳۷
سبوس	۴/۱۳	۳/۶۹	۳/۶۸	۳/۶۷
کنجاله سویا	۱۹/۵۶	۱۳/۲۲	۵/۹۲	-
کنجاله کاملینا	-	۶/۵۶	۱۳/۸۱	۱۹/۷۱
پساب ملاس	۸/۰۷	۸/۰۹	۸/۰۷	۸/۰۶
بی کربنات سدیم	۱/۳۴	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۴
مکمل معدنی-ویتامینی	۱/۷۹	۱/۸۰	۱/۸۰	۱/۷۹
اوره	--	۰/۲۷	۰/۴۴	۰/۵۴
نمک	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
ترکیبات شیمیایی (درصد ماده خشک)				
ماده خشک	۹۵/۸۵	۹۴/۶۷	۹۴/۱۲	۹۳/۴۵
خاکستر	۹/۰۴	۸/۹۵	۷/۶۶	۶/۵۷
پروتئین خام	۱۵/۹۵	۱۴/۹۴	۱۴/۶۷	۱۴/۱۲
عصاره اتری	۴/۷۵	۵/۴۰	۶/۱۱	۶/۴۲
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۳۴/۰۰	۳۲/۷۰	۳۱/۰۰	۲۹/۷۰
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۲۲/۸۰	۲۱/۶۸	۲۱/۳۱	۲۰/۹۸
انرژی قابل‌متابولیسم[2] (مگاکالری در کیلوگرم)	۲/۷۳	۲/۷۳	۲/۶۹	۲/۷۱

۱. شاهد: جیره پایه محتوی کنجاله سویا؛ تیمار۱: جیره پایه با ۳۳ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ تیمار۲: جیره پایه با ۶۷ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ تیمار۳: جیره پایه با ۱۰۰ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا.

۲. محاسبه‌شده براساس جداول NRC (2007)

*: مکمل معدنی- ویتامینی شامل ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۳۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۸۰ گرم کلسیم، ۳۰ گرم فسفر، ۱۹ گرم منیزیم، ۶۰ گرم سدیم، ۳۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۳۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۲۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۲ میلی‌گرم سلنیم، ۱۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان و ۱۰۰۰ گرم کلرایت می‌باشد.

جدول ۲ . ترکیب شیمیایی کنجاله‌های پروتئینی مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)

	ماده خشک	خاکستر	پروتئین خام	چربی خام	NDF	ADF
کنجاله سویا	۹۰/۲۱	۵/۹۴	۴۱/۴۳	۱۴/۸۹	۲۴/۲۳	۱۲/۴۳
کنجاله کاملینا	۹۴/۵۳	۵/۶۲	۳۱/۱	۲۵/۱۵	۲۵/۶۸	۱۴/۲۶

NDF = الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ ADF = الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

تجزیه تقریبی شامل ماده خشک (روش شماره ۹۳۰/۱۵)، ، خاکستر (روش شماره ۹۲۴/۰۵)، عصاره اتری (روش شماره ۹۲۰/۳۹) و پروتئین خام (روش شماره ۹۸۴/۱۳) براساس روش پیشنهادی (AOAC, 1995)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و شوینده خنثی طبق روش Van Soest *et al*. (1991) انجام و انرژی قابل متابولیسم براساس جداول NRC (2007) برآورد شد. وزن اولیه، وزن نهایی، مقدار خوراک مصرفی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۵± گرم در سالن پژوهشی دام سبک اندازه‌گیری و ثبت شد. توزین دام در هر مرحله قبل از خوراک‌دهی وعده صبح انجام شد و میانگین وزن اندازه‌گیری‌شده در دو روز متوالی به‌عنوان وزن آن مرحله ثبت شد. جهت تعیین افزایش وزن روزانه، وزن بره‌ها هر ۱۴ روز یک‌بار اندازه‌گیری شد. سپس افزایش وزن روزانه براساس روش رگرسیون برای هر بره در کل دوره پرورش محاسبه شد.

نمونه‌های خون در سه مرحله (روزهای صفر، ۴۵ و پایان دوره پرورش) و توسط سرنگ با نیدل نمره ۱۸ از سیاهرگ وداج گردن گرفته شد. نمونه‌های خون سریعاً به داخل لوله‌ها (یک سری حاوی ماده ضدانعقاد هپارین و یک سری بدون ماده ضدانعقاد جهت جداسازی سرم) منتقل شد. از نمونه‌های خون حاوی ماده ضدانعقاد برای تعیین درصد هماتوکریت، شمارش گلوبول‌های قرمز و سفید با میکروسکوپ نوری استفاده شد. نمونه‌های بدون ماده ضدانعقاد با دور g × ۱۵۰۰۰ و ۱۵ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و سپس پلاسمای جدا شده به داخل میکروتیوب‌های دو میلی‌لیتری منتقل و تا زمان اندازه‌گیری هر یک از فراسنجه‌های بیوشیمیایی در دمای ۲۰- نگهداری شدند. فراسنجه‌های گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، اوره، آلبومین، پروتئین کل، لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا و پایین[1] با استفاده از کیت‌های شرکت پارس‌آزمون و براساس روش توصیه‌شده شرکت با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر[2] و شاخص مالون‌دی‌آلدهید جهت سنجش میزان پراکسیداسیون لیپیدها در نمونه سرم خون با استفاده از کیت تجاری شرکت طب پژوهان رازی و براساس روش توصیه شده شرکت، با استفاده از دستگاه الیزا ریدر[3] اندازه‌گیری شدند.

بره‌ها چهار ساعت بعد از خوراک وعده صبح در روزهای صفر، ۴۵ و پایان دوره پرورش با استفاده از سوند مری از بره‌های موردآزمایش مایع شکمبه گرفته شد. برای اطمینان از عدم آلودگی محتویات مایع شکمبه با بزاق، مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر اولیه مایع شکمبه دور ریخته و دومین نمونه مورداستفاده قرار گرفت (Rahmatizadeh *et al*., 2023). سپس نمونه از پارچه پنیر چهار لایه عبور داده شد. pH شکمبه بلافاصله پس از جمع‌آوری مایع شکمبه از دام توسط دستگاه pH متر پرتابل[4] قرائت و ثبت شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مقدار پنج میلی‌لیتر از مایع شکمبه صاف‌شده با یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک دو درصد مخلوط و تا زمان تجزیه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه به روش توصیه‌شده Broderick & Kang (1980) انجام شد. در این روش مقدار نیتروژن آمونیاکی با استفاده از معرف‌های فنل، هیپوکلریک، استاندارد آمونیاک و با دستگاه اسپکتروفتومتر[5] در طول موج ۶۳۰ نانومتر قرائت شد.

1. High Density Lipoprotein (HDL) and Low Density Lipoprotein (LDL)
2. Hitachi 912, Japan.
3. Bio-Te, USA.
4. Metrohm 744, Switzerland.
5. Scan UV Visible, CARY100, VARIAN

به مایع شکمبه صاف‌شده دو میلی‌لیتر اسید متافسفریک (۲۰ درصد) اضافه و زمان تعیین کل اسیدهای چرب فرّار در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. نمونه‌های مایع شکمبه از فریزر خارج و پس از یخ‌گشایی میزان کل اسید چرب فرّار به‌کمک بافر اگزالات (مقادیر برابر از محلول اگزالات پتاسیم ۱۰ درصد و محلول اگزالیک‌اسید پنج درصد) با دستگاه مارخام و از روش توصیه‌شده Barnett & Rei (1957) اندازه‌گیری شد. شمارش جمعیت پروتوزوآیی با رقیق‌سازی نمونه‌های مایع شکمبه با فرمال‌سالین و شمارش توسط میکروسکوپ نوری به‌روش Dehority (2003) انجام شد. نمونه‌های مایع شکمبه با نسبت یک به پنج (یک مایع شکمبه: پنج فرمال سالین) با فرمال سالین در لوله‌های فالکون ۵۰ میلی لیتری مخلوط شدند. در این روش به کمک نرم افزار دینوکپچر[1] نصب شده روی رایانه، میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی X۱۰ و لام نئوبار، پروتوزوآی انتودینیوم، دیپلودینیوم، اپی‌دینیوم، افریواسکالس، ایزو تریشیدا و داسی تریشیدا شناسایی و شمارش شدند.

نتایج مربوط به عملکرد، وزن اولیه به‌عنوان متغیر کمکی (کوواریت) در نظر گرفته و در مدل آماری لحاظ شد (رابطه ۱) و با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۳/۱ در سطح (α=۰/۰۵) تجزیه شدند. صفاتی که در زمان‌های مختلف موردبررسی قرار گرفتند و در مورد آن‌ها اثر گروه آزمایشی و دوره مطرح بود، در قالب اندازه‌گیری‌های تکرارشده در واحد زمان و با استفاده از رویه Mixed نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۳/۱ در سطح (α=۰/۰۵) تجزیه شدند (رابطه ۲). میانگین‌ها با استفاده از آزمون کم‌ترین تفاوت معنی‌دار (LSD) مقایسه شدند.

$$Y_{ij}=\mu + A_i + \beta\,(X_{ij} - \bar{X}) + Eb_{ij}$$ رابطه ۱)

$$Y_{ij}=\mu + A_i + B_j + A\times B_{ij} + S_k + Eb_{ijk}$$ رابطه ۲)

که در این روابط، Y_{ij}، مشاهده مربوط به تیمار i و زمان اندازه‌گیری j؛ μ، میانگین کلی مشاهده‌ها؛ A_i، اثر تیمار؛ β، ضریب رگرسیون؛ X_{ij}، وزن اولیه با میانگین$\bar{X}$؛ Eb_{ijk}، خطای آزمایش؛ B_j، اثر دوره؛ $A\times B_{ij}$، اثرمتقابل تیمارi در دوره j؛ S_k، حیوان به‌عنوان عامل تصادفی است.

۴- یافته‌های پژوهش و بحث

اثر جایگزینی سطوح مختلف کنجاله سویا با کنجاله کاملینا بر عملکرد رشد بره‌ها در جدول (۳) نشان داده شده است. وزن نهایی و افزایش وزن روزانه بره‌ها تحت تأثیر جایگزینی کنجاله قرار نگرفت. مطالعات محدودی در استفاده از کنجاله کاملینا گزارش شده است. در توافق با نتایج مطالعه حاضر گزارش شده است استفاده از پسماندهای فیبری کاملینا به‌جای سویا (۵۰ درصد جایگزینی) اثری بر وزن بدن و افزایش وزن روزانه بره‌های اسپانیایی نداشت (Avilés Ramírez *et al*., 2018). در مطالعه دیگری افزایش وزن کل و اضافه وزن روزانه تلیسه‌هایی که کنجاله کاملینا به‌جای کنجاله سویا دریافت کردند، تغییری مشاهده نشد (Moriel *et al*., 2015). هم‌چنین در پژوهشی مشابه، گزارش شده است که جایگزینی تدریجی کنجاله سویا با کنجاله کاملینا تأثیری بر وزن نهایی و افزایش وزن روزانه بره‌های لری- بختیاری نداشت (Nazari *et al*., 2022).

با افزودن کنجاله کاملینا به‌جای کنجاله سویا در جیره در سطوح ۶۷ و ۱۰۰ درصد جایگزینی مصرف ماده‌خشک نسبت به گروه شاهد کاهش یافت (P<۰/۰۵، جدول ۳). برخی گزارش‌ها نشان‌دهنده کاهش مصرف ماده‌خشک به‌دنبال مصرف کنجاله کاملینا است (Cooke *et al*., 2011). برخی پژوهش‌گران کاهش مصرف خوراک گاوهای تیمارشده با

1. Dino capture

کنجاله کاملینا را به این مسأله ارتباط دادند که اکسیداسیون تدریجی اسیدهای چرب غیراشباع در کنجاله کاملینا باعث ایجاد طعم و بوی نامطبوع شده و گاو از مصرف آن اجتناب می‌کند هرچند پوسته دانه کاملینا سبب حفاظت دانه از اثرات مستقیم اکسیژن روی اسیدهای چرب می‌شود (Hurtaud & Peyraud, 2007). هرچند بالابودن درصد چربی خام کنجاله کاملینا در مقایسه با کنجاله سویا ممکن است در کاهش مصرف خوراک مؤثر بوده باشد. با این‌حال، پژوهش‌گران دیگر، محتوای متابولیت‌های ثانویه آن یعنی گلوکوزینولات را دلیل کاهش مصرف خوراک به‌واسطه مصرف کنجاله کاملینا معرفی کردند (Tripathi & Mishra, 2007). همسو با نتایج مطالعه حاضر، برخی پژوهش‌گران (Cooke *et al*., 2011) گزارش کردند اگرچه مکمل اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه در جیره سبب کاهش مصرف ماده خشک شد اما بازده خوراک تغییرمعنی‌داری نداشت. با این‌حال، کنجاله کاملینا محتوی ترکیبات ضدمغذی دیگری مانند ساپونین، تانن و سیناپین می‌باشد که مصرف ماده خشک توسط دام را می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد (Ahlin *et al*., 1994). برخلاف آزمایش حاضر، برخی پژوهش‌گران گزارش کردند که جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کاملینا در جیره بره‌های پرواری تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک نداشت (Nazari *et al*., 2022).

ضریب تبدیل خوراک در این مطالعه تحت تأثیر جایگزینی کنجاله‌ها قرار نگرفت. گزارش شده است که در مقایسه اثر کنجاله کاملینا با محصولات تقطیری دانه‌ها بر ضریب تبدیل خوراک در گوساله، تفاوتی مشاهده نشد (Grings *et al*., 2014). از طرفی نشان داده شده است که کاملینا می‌تواند جایگزین ذرت و سویا در جیره تلیسه‌ها شود، به‌طوری‌که هزینه به‌ازای هر آبستنی برای دام‌هایی که از کاملینا استفاده کردند، حداقل بوده است (Moriel *et al*., 2011).

جدول ۳. اثر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کاملینا بر عملکرد رشد بره‌ها

فراسنجه	تیمار[1] (درصد جایگزینی سویا با کاملینا)				SEM[2]	معنی‌داری
	شاهد	۳۳	٦٧	۱۰۰		
وزن اولیه (کیلوگرم)	۳۴/۹۲	۳۳/۹۷	۳۴/۱۷	۳۳/۷۷	۰/۷۲۶	۰/۹۵۵
وزن نهایی (کیلوگرم)	۵۴/۶۱	۵۲/۲۶	۵۱/۳۵	۵۲/۰۳	۰/۹۱۵	۰/۶۴۱
افزایش‌وزن کل (کیلوگرم)	۱۹/۶۹	۱۸/۲۹	۱۷/۱۸	۱۸/۲۶	۰/۴۸۰	۰/۳۴۶
افزایش‌وزن روزانه (گرم)	۳۳۳/۲۷	۳۰۶/۱۷	۲۸۷/۶۰	۳۰۲/۷۵	۹/۰۹۰	۰/۳۶۹
ماده خشک مصرفی (گرم در روز)	۱۸۳۰^{a}	۱۸۱۰^{ab}	۱۷۶۰^{bc}	۱۷۵۰^{c}	۰/۰۱۱	۰/۰۲۲
ضریب تبدیل خوراک	۵/۴۹	۵/۹۱	۶/۱۲	۵/۷۸	۰/۱۴۹	۰/۵۰۱

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

۱. شاهد: جیره پایه محتوی کنجاله سویا؛ ۳۳: جیره پایه با ۳۳ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ ۶۷: جیره پایه با ۶۷ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ ۱۰۰: جیره پایه با ۱۰۰ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا.

۲. خطای استاندارد میانگین‌ها.

تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان pH مایع شکمبه بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد (جدول ۴). در مقایسه میزان pH مایع شکمبه سه دوره نمونه‌برداری در هر گروه، در روز ۶۰ آزمایش بیش‌ترین مقدار ثبت شد (P<۰/۰۵). گزارش شده است که مکمل روغن کاملینا در جیره گاوهای شیری اثری بر pH شکمبه نداشت (Halmemies-Beauchet-Filleau *et al*., 2017). مشابه آزمایش حاضر، در مطالعه‌ای که روی بره‌های پرواری انجام شد جایگزینی درصدهای مختلف کنجاله سویا با کنجاله کاملینا در جیره، تأثیری بر pH مایع شکمبه نداشت (Nazari *et al*., 2022). غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در گروه آزمایشی با ۳۳ درصد جایگزینی بیش‌تر از سایر گروه‌ها بود (P<۰/۰۵). هرچند یک روند مشخصی در تغییرات این فراسنجه در گروه‌های مختلف و هم‌چنین در روزهای نمونه‌برداری مشاهده نشد تا بتوان آن را ناشی از اثرات تغییر در نوع کنجاله ارتباط داد.

جدول ٤. اثر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کاملینا و زمان نمونه‌برداری بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه بره‌ها

فراسنجه تخمیر	تیمار[1] (درصد جایگزینی سویا با کاملینا)				زمان نمونه‌گیری (روز)			SEM[2]	معنی‌داری		
	شاهد	۳۳	٦٧	۱۰۰	۰	٤٥	٦۰		تیمار	زمان	اثر متقابل
pH	۶/۳۹	۶/۳۰	۶/۳۹	۶/۳۷	۶/۲۱[a]	۶/۳۰[a]	۶/۵۸[a]	۲/۱۴۳	۰/۴۱۴	۰/۰۰۱	۰/۱۶۲
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم‌درلیتر)	۸۰/۷۰[c]	۹۸/۷۱[a]	۸۸/۵۳[b]	۸۱/۰۴[c]	۸۷/۵۶	۸۷/۹۵	۸۸/۲۳	۰/۰۲۷	۰/۰۰۴	۰/۹۲۸	۰/۱۳۲
اسیدهای چرب فرّار (میلی‌مول‌درلیتر)	۹۰/۶۷	۹۷/۳۳	۸۸/۶۷	۱۰۰/۰۰	۸۵/۰۰[b]	۱۰۵/۰۰[a]	۹۲/۵۰[b]	۲/۲۴۰	۰/۱۰۵	۰/۰۰۱	۰/۷۸۵

a-c و A-B: تفاوت میانگین‌ها به ترتیب برای تیمارها و زمان‌های مختلف نمونه‌گیری با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۱. شاهد: جیره پایه محتوی کنجاله سویا؛ ۳۳: جیره پایه با ۳۳ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ ۶۷ جیره پایه با ۶۷ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ ۱۰۰: جیره پایه با ۱۰۰ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا.

۲. خطای استاندارد میانگین‌ها.

از طرفی، گزارش شده است که با افزایش تدریجی کنجاله کاملینا در جیره غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه به‌صورت خطی افزایش یافت (Nazari *et al*., 2022). غلظت نیتروژن آمونیاکی تحت تأثیر میزان و نوع پروتئین در جیره قرار می‌گیرد و به این ترتیب با افزایش محتوای پروتئین‌خام جیره و تغییر نوع پروتئین جیره به پروتئین‌های با تجزیه‌پذیری بالا، میزان نیتروژن آمونیاکی افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که کاملینا دارای محتوای پروتئین تجزیه‌پذیر در شکمبه بیش‌تر و هم‌چنین کل پروتئین قابل‌هضم بالاتری نسبت به کنجاله سویا می‌باشد (Lawrence *et al*., 2016)، بنابراین می‌تواند نیتروژن آمونیاکی تولیدی در شکمبه را افزایش دهد. گزارش شده است که با افزایش میزان پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه نسبت به پتانسیل استفاده آن توسط جمعیت میکروبی، آمونیاک در شکمبه تجمع می‌یابد (NRC, 2007).

همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر کل اسیدهای چرب فرّار شکمبه وجود نداشت. در بین زمان‌های نمونه‌برداری روز ۴۵ آزمایش بیش‌ترین میزان اسیدچرب نسبت به سایر دوره‌ها ثبت شد. تولید اسیدهای چرب فرّار نشان‌دهنده میزان ماده آلی تخمیر شده در شکمبه است و این ترکیبات بخش عمده انرژی موردنیاز دام نشخوارکننده را فراهم می‌کنند. هرچند گزارش شده است که مکمل روغن کاملینا اثر قابل‌توجهی بر مولاریته اسیدهای چرب در شکمبه داشت (Halmemies-Beauchet-Filleau *et al*., 2017). به‌نظر می‌رسد که اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه سبب تغییر در روند تولید اسیدهای چرب در شکمبه می‌شوند به‌نحوی‌که باعث افزایش تولید پروپیونات می‌شوند (Hurtaud & Peyraud, 2007). هرچند گزارش شده است که نسبت استات به پروپیونات در گوساله‌های مصرف‌کننده کنجاله کاملینا مشابه با گروه دریافت‌کننده کنجاله سویا و ذرت بود (Lawrence *et al*., 2016).

بین گروه‌های آزمایشی از لحاظ شمار جمعیت کل پروتوزوآ و جنس انتودینیوم اثر متقابل بین زمان نمونه‌برداری و تیمار معنی‌دار بود (P<۰/۰۵؛ جدول ۵)؛ به‌نحوی‌که شمار جمعیت با افزایش میزان جایگزینی کنجاله‌ها کاهش یافت هرچند در طول با افزایش دوره پرورش روند افزایشی بود (P<۰/۰۵). افزایش جمعیت کل پروتوزوآیی با افزایش دوره آزمایش احتمالا به سبب سازگاری فون میکروبی شکمبه به رژیم غذایی در طول دوره بوده باشد. شمار جمعیت جنس اپی‌دینیوم با جایگزینی کامل کنجاله سویا با کنجاله کاملینا تمایل به کاهش نشان داد و جمعیت این جنس با افزایش روزهای پروار روند افزایشی داشت (P=۰/۰۵). شمار جنس‌های دیپلودینیوم، اُفریواسکالکس و ایزوتریشا و داسی‌تریشا تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در هیچ‌کدام از دوره‌های نمونه‌برداری قرار نگرفت هرچند روند کاهشی بود و اثر متقابل زمان در تیمار نیز معنی‌دار نشد. مطالعات چندانی درمورد اثر کنجاله کاملینا روی جمعیت پروتوزآیی شکمبه گزارش نشده است، با این‌حال گزارش شده است که حضور اسیدهای چرب ۱۸:۲ و ۱۸:۳ در روغن کاملینا اثرات سمی بر روی پروتوزوآی مژکدار و هم‌چنین اثرات ضدباکتریایی بر باکتری‌های سلولایتیک دارد (Jenkins *et al*., 2008). چنین اثر کاهشی در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد. ترکیب اسیدهای چرب کاملینا بیش‌تر مشابه با اسیدهای چرب موجود در گیاه کتان است (Halmemies-Beauchet-Filleau *et al*., 2017). بنابراین

احتمال می‌رود اثرات کتان و کاملینا از لحاظ نوع اثر بر اکولوژی میکروبی شکمبه شبیه به هم باشد. بیان شده است جمعیت پروتوزوآ و باکتری‌ها با هضم فیبر و تولید هیدروژن در شکمبه مرتبط می‌باشند و از این رو وجود اسیدهای چرب اشباع‌نشده چندگانه در جیره (نظیر گیاه روغنی کاملینا) می‌تواند بر جمعیت پروتوزوآیی و باکتریایی شکمبه اثر گذاشته و تولید متان در شکمبه را مهار کند (Martin *et al*., 2010).

جدول ۵. اثر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کاملینا و زمان نمونه‌برداری بر جمعیت پروتوزوآی ($N\times10^5$) شکمبه بره‌ها

پروتوزوآ	تیمار[1] (درصد جایگزینی سویا با کاملینا)				زمان نمونه‌گیری (روز)			SEM[2]	معنی‌داری		
	شاهد	۳۳	۶۷	۱۰۰	۰	۴۵	۸۳/۲۹		تیمار	زمان	اثر متقابل
پروتوزوآی کل	۸۷/۵۰^{a}	۶۲/۹۵^{b}	۵۸/۷۰^{b}	۵۰/۳۹^{c}	۴۳/۹۶^{C}	۶۴/۴۸^{B}	۸۶/۲۹^{A}	۳/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
انتودینیوم	۸۴/۸۹^{a}	۶۰/۶۷^{b}	۵۶/۷۸^{c}	۴۸/۶۱^{d}	۴۲/۶۰^{C}	۶۲/۳۱^{B}	۸۳/۲۹^{A}	۲/۹۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
اپی‌دینیوم	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۶۴	۰/۵۳	۰/۵۸^{B}	۰/۶۲^{B}	۱/۰۲^{A}	۰/۰۶	۰/۰۶۶	۰/۰۰۷	۰/۹۸۰
دیپلودینوم	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۲۱۱	۰/۵۹۵	۰/۹۷۱
أفریواسکالکس	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۴۴۷	۰/۴۷۵	۰/۹۹۹
ایزوتریشا	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۹۲	۰/۳۷^{B}	۰/۹۴^{A}	۱/۲۳^{A}	۰/۰۷	۰/۹۱۴	۰/۰۰۱	۰/۹۵۵
داسی‌تریشا	۰/۳۳	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۰۳	۰/۱۹۶	۰/۱۴۴	۰/۹۴۵

a-d و A-C: تفاوت میانگین‌ها به ترتیب برای تیمارها و زمان‌های مختلف نمونه‌گیری با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۱. شاهد: جیره پایه محتوی کنجاله سویا؛ ۳۳: جیره پایه با ۳۳ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ ۶۷: جیره پایه با ۶۷ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ ۱۰۰: جیره پایه با ۱۰۰ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا.

۲. خطای استاندارد میانگین‌ها.

میزان گلوکز خون بره‌ها تحت تأثیر جایگزینی کنجاله‌ها قرار نگرفت (جدول ۶). در همین راستا، گزارش شده است که گاوهای شیری دریافت‌کننده جیره حاوی روغن یا کنجاله کاملینا تفاوتی با گروه شاهد از لحاظ گلوکز خون نداشتند (Halmemies-Beauchet-Filleau *et al*., 2017). در حالی که در گوساله‌های مصرف‌کننده کنجاله کاملینا میزان گلوکز خون نسبت به گروه شاهد (ذرت و کنجاله سویا) بالاتر بود (Moriel *et al*., 2011). هرچند غلظت اوره خون در گروه شاهد کم‌تر از گروه‌های دریافت‌کننده کنجاله کاملینا بود ولی با توجه به معنی‌دارشدن اثرات متقابل تیمار و زمان، این تفاوت را نمی‌توان به تفاوت در تیمارهای آزمایشی مرتبط دانست. از آنجایی‌که بین غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه و غلظت نیتروژن اوره‌ای خون همبستگی مثبتی وجود دارد، بنابراین نوع پروتئین جیره و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای آن می‌تواند بر نیتروژن آمونیاکی شکمبه و درنهایت نیتروژن اوره‌ای خون تأثیر داشته باشد. در این مطالعه، هرچند بین زمان نمونه‌برداری و تیمارهای آزمایشی اثر متقابل وجود داشت، نیتروژن آمونیاکی در گروه‌های دریافت‌کننده کاملینا بیش‌تر از گروه شاهد بود. غلظت اوره خون نیز در گروه‌های مصرف‌کننده کاملینا بالاتر بود هر چند در این مورد نیز اثر متقابل بین تیمار و زمان نمونه‌گیری مشاهده شد. در مطالعه Lawrence *et al*. (2016) اگرچه غلظت نیتروزن آمونیاکی در دام‌های دریافت‌کننده کنجاله کاملینا بالاتر از بقیه گروه‌ها بود، اما تفاوتی بین تیمارها از لحاظ غلظت اوره خون وجود نداشت.

میزان پروتئین کل با جایگزینی ۶۷ درصد نسبت به گروه‌های دیگر و تیمار شاهد از نظر عددی کم‌تر بود هرچند با افزایش طول دوره آزمایش غلظت این فراسنجه کاهش یافت (P<۰/۰۵). میزان آلبومین خون تحت تأثیر قرار گرفت به‌نحوی‌که با جایگزین کنجاله سویا در سطح ۶۷ و ۱۰۰ درصد با کنجاله کاملینا میزان آن در خون نسبت به گروه شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵). اما میزان آلبومین با افزایش طول دوره آزمایش کاهش نشان داد (P<۰/۰۵). در تیمارهای آزمایشی افزایش سطح جایگزینی به ۶۷ و ۱۰۰ درصد باعث افزایش کلسترول و تری‌گلیسرید خون شد (P<۰/۰۵). اثر متقابل تیمار و زمان برای HDL و LDL در خون معنی‌دار شد به‌عبارتی تفاوت بین تیمارها در مورد HDL و LDL یا

تفاوت بین زمان‌های مختلف خون‌گیری در طول دوره پرورش نمی‌تواند به‌دلیل تفاوت بین تیمارهای آزمایشی باشد. گزارش شده است غلظت کلسترول خون بزهای تغذیه‌شده با جیره حاوی روغن کلزا سبب افزایش کلسترول و HDL خون شد ولی غلظت تری‌گلیسرید و LDL تغییری نکرد (Adeyemi *et al*., 2016).

جدول ٦. مقایسه اثرجایگزینی کاملینا در جیره بر فراسنجه‌های خونی بره‌های مهربان بین تیمارها در کل دوره آزمایش و سه زمان خون‌گیری

فراسنجه‌های خونی	تیمار[1] (درصد جایگزینی سویا با کاملینا)				زمان نمونه‌گیری (روز)			SEM[2]	معنی‌داری		
	شاهد	۳۳	٦۷	۱۰۰	۰	٤٥	٦۰		تیمار	زمان	اثر متقابل
گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۹۴/۱۹	۹۹/۵۲	۱۰۳/۳۲	۱۰۲/۶۶	۹۸/۱۷	۱۰۵/۵۶	۹۶/۰۴	۲/۳۶۰	۰/۵۲۱	۰/۲۴۱	۰/۶۶۹
اوره (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۳۰/۸۴^{c}	۳۲/۲۳^{b}	۳۳/۰۳^{a}	۳۳/۱۴^{a}	۳۱/۱۸^{B}	۳۱/۹۸^{AB}	۳۳/۸۴^{A}	۰/۳۶۰	۰/۰۴۱	۰/۰۰۳	۰/۰۴۰
پروتئین کل (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۳/۹۵	۳/۷۹	۳/۶۴	۴/۱۲	۴/۱۳^{A}	۳/۷۹^{AB}	۳/۶۹^{B}	۰/۰۷۵	۰/۰۹۰	۰/۰۳۲	۰/۱۵۴
آلبومین (گرم در دسی‌لیتر)	۲/۱۰^{b}	۲/۲۸^{ab}	۲/۴۵^{a}	۲/۵۷^{a}	۲/۵۸^{A}	۲/۲۱^{B}	۲/۲۶^{B}	۰/۰۶۱	۰/۰۲۸	۰/۰۱۶	۰/۷۹۶
کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۵۶/۴۰^{c}	۵۸/۴۶^{bc}	۶۴/۰۲^{ab}	۶۶/۹۱^{a}	۶۳/۹۲	۶۰/۶۹	۵۹/۷۳	۱/۱۵۳	۰/۰۰۲	۰/۲۳۹	۰/۳۴۲
تری گلیسیرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۹۶/۲۶^{b}	۹۵/۱۶^{b}	۹۹/۵۵^{ab}	۱۰۲/۴۶^{a}	۹۶/۶۶	۹۸/۹۲	۹۹/۴۹	۰/۹۴۷	۰/۰۱۷	۰/۳۷۶	۰/۰۷۹
MDA	۱/۹۹	۲/۳۶	۲/۳۴	۲/۰۸	۲/۱۴	۲/۱۷	۲/۲۶	۰/۰۹۰	۰/۶۷۵	۰/۶۴۴	۰/۹۱۱
HDL	۲۲/۹۹	۲۲/۵۸	۲۰/۸۸	۲۱/۵۸	۲۰/۲۹^{B}	۲۴/۲۷^{A}	۲۱/۴۶^{B}	۰/۴۳۷	۰/۱۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
LDL	۱۵/۵۶	۱۵/۱۰	۱۴/۱۰	۱۴/۷۴	۱۴/۰۹^{B}	۱۶/۷۲^{A}	۱۳/۸۲^{B}	۰/۴۷۰	۰/۶۶۷	۰/۰۱۲	۰/۰۲۶

a-c و A-B: تفاوت میانگین‌ها به ترتیب برای تیمارها و زمان‌های مختلف نمونه‌گیری با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۱. شاهد: جیره پایه محتوی کنجاله سویا؛ ۳۳: جیره پایه با ۳۳ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ ۶۷: جیره پایه با ۶۷ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا؛ ۱۰۰: جیره پایه با ۱۰۰ درصد جایگزینی سویا با کنجاله کاملینا.

SEM= خطای استاندارد میانگین‌ها؛ MDA= مالون‌دی‌آلدهید؛ HDL= لیپوپروتئین با چگالی بالا؛ LDL= لیپوپروتئین با چگالی پایین

گزارش‌های متناقضی در این خصوص در مطالعات پژوهش‌گران مشاهده می‌شود. بنابر گزارش برخی پژوهش‌گران مصرف کنجاله کاملینا که محتوی مقادیر بالای لینولئیک‌اسید و آلفا لینولنیک‌اسید است احتمالاً سبب افزایش کلسترول خون می‌شود (Waraich *et al*., 2013). اما برخلاف نتایج این پژوهش‌گران، بیان شده است در گوساله‌های مصرف‌کننده کنجاله کاملینا میزان کلسترول و تری‌گلیسیرید خون نسبت به گروه شاهد (ذرت و کنجاله سویا) تحت تأثیر قرار نگرفت (Moriel *et al*., 2011). با بررسی این مطالعات احتمالاً افزایش در فراسنجه‌های خون نظیر کلسترول و تری‌گلیسیرید می‌تواند ناشی بالاتربودن چربی خام در کنجاله کاملینا در مقایسه با کنجاله سویا باشد.

میزان مالون‌دی‌آلدهید خون بره‌ها تحت تأثیر جایگزینی کنجاله‌ها قرار نگرفت (جدول ۶). مالون‌دی‌آلدهید پلاسما برای تعیین شدت نسبی لیپوپراکسیداسیون پلاسما در بره‌ها موردبررسی قرار گرفت. برخی پژوهش‌گران گزارش کردند که افزودن دانه‌های روغنی غنی از اسیدهای چرب امگا-۳ نظیر کتان با یا بدون ویتامین E تغییری در غلظت مالون‌دی‌آلدهید خون گاوهای شیری ایجاد نکرد (Gobert *et al*., 2009). هرچند پژوهش‌گران دیگر نشان دادند که افزودن کتان به جیره گاوهای شیری سبب افزایش معنی‌دار غلظت مالون‌دی‌آلدهید شد (Didara *et al*., 2015). نشخوارکنندگانی که از منابع غنی از اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه به‌ویژه امگا-۳ تغذیه می‌کنند به جهت وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی زیاد در آن‌ها، از پراکسیداسیون چربی پلاسما جلوگیری می‌شود (Gobert *et al*., 2009).

۵- نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه به‌نظر می‌رسد که کنجاله کاملینا با داشتن اثرات ضدپروتوزوایی و کاهش مصرف خوراک بره‌ها بدون اثر منفی بر افزایش وزن روزانه بره‌ها می‌تواند جایگزین خوبی برای سویا در جیره باشد، اما استفاده بیش‌تر از ۶۷ درصد توصیه نمی‌شود. زیرا در سطوح بالا ممکن است موجب بروز اثرات منفی بر خوش‌خوراکی جیره و افزایش غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید خون شود.

۶- تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر دانیال کهریزی به جهت تهیه کنجاله کاملینا، نهایت تشکر و قدردانی می‌گردد.

۷- تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸- منابع

Adeyemi, K. D., Sabow, A. B., Aghwan, Z. A., Ebrahimi, M., Samsudin, A. A., Alimon, A. R., & Sazilic, A. Q. (2016). Serum fatty acids, biochemical indices and antioxidant status in goats fed canola oil and palm oil blend. *Journal of Animal Science and Technology, 58*, 2-11. https://doi.org/10.1186/s40781-016-0088-2.

Ahlin, K. A., Emanuelson, M., & Wiktorsson, H. (1994). Rapeseed products from double-low cultivars as feed for dairy cows: Effects of long-term feeding on thyroid function, fertility and animal health. *Acta Veterinaria Scandinavica, 35*, 37-53. https://doi.org/10.1186/BF03548354.

AOAC. (1995). Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Atkinson, R. L., Toone, C. D., Robinson, T. J., Harmon, D. L., & Ludden, P. A. (2007). Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on nitrogen retention, apparent digestibility, and nutrient flux across visceral tissues in lambs fed low-quality forage. *Journal of Animal Science*, *85*, 3331-3339. https://doi.org/10.2527/jas.2006-418.

Avilés Ramírez, C., Peña Blanco, F., Horcada Ibáñez, A., Núñez Sánchez, N., Requena Domenech, F., Guzmán Medina, P., & Martínez Marín, A. L. (2018). Effects of concentrates rich in by-products on growth performance, carcass characteristics and meat quality traits of light lambs. *Animal Production Science*, 59(3), 593-599. https://doi.org/10.1071/AN17798.

Barnett, A. J. G., & Reid, R. L. (1957). Studies on production of volatile fatty acids from grass by rumen liquid in an artificial rumen. *Journal of Agricultural Science, 48*: 315-321. https://doi.org/10.1017/S0021859600031671.

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*, 64-75. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8.

Cherian, G., Campbell, A., & Parker, T. (2009). Egg quality and lipid composition of eggs from hens fed *camelina sativa*. *Journal of Applied Poultry Research, 18* (2), 143-150. https://doi.org/10.3382/japr.2008-00070.

Cooke, R. F., Bohnert, D. W., Moriel, P., Hess, B.W., & Mills, R. R. (2011). Effects of polyunsaturated fatty acid supplementation on ruminal in situ forage degradability, performance, and physiological responses of feeder cattle. *Journal of Animal Science, 89*, 3677-3689. https://doi.org/10.2527/jas.2010-3515.

Dehority, B. A. (2003). *Rumen microbiology*. Nottingham University Press, Nottingham. UK.

Didara, M., Poljicak-Milas, N., Milinkovic-Tur, S., Masek, T., Suran, J., Pavic, M., Kardum, M., & Speranda, M. (2015). Immune and oxidative response to linseed in the diet of periparturient Holstein cows. *Animal*, *9*, 1349-1354. https://doi.org/10.1017/S1751731115000439.

Gobert, M., Martin, B., Ferlay, A., Chilliard, Y., Graulet, B., Pradel, P., Bauchart, D., & Durand, D. (2009). Plant polyphenols associated with vitamin E can reduce plasma lipoperoxidation in dairy cows given n-3 polyunsaturated fatty acids. *Journal of Dairy Science, 92*, 6095-6104. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2087

Grings, E. E., Sackey, A., & Perry, G.A. (2014). Comparison of camelina meal and DDGS in the diet of replacement beef heifers. *Journal of Dairy Science, 97* (E-Suppl.), 725.

Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Shingfield, K. J., Simpura, I., Kokkonen, T., Jaakkola, S., Toivonen, V., & Vanhatalo, A. (2017). Effect of incremental amounts of camelina oil on milk fatty acid composition in lactating cows fed diets based on a mixture of grass and red clover silage and concentrates containing camelina expeller. *Journal of Dairy Science, 100* (1), 305-324. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11438

Hurtaud, C., & Peyraud, J. L. (2007). Effects of feeding camelina (seeds or meal) on milk fatty acid composition and butter spreadability. *Journal of Dairy Science, 90*, 5134-5145. https://doi.org/10.3168/jds.2007-0031,

Jenkins, T. C., Wallace, R. J., Moate, P. J., & Mosley, E.E. (2008). Resent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *Journal of Animal Science*, 86, 397-412. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0588.

Kahrizi, D., Rostami, H., & Akbarabadi, A. (2015). Feasibility cultivation of camelina (*Camelina sativa*) as medicinal-oil plant in rain fed condition in Kermanshah-Iran's first report. *Journal of Medicinal Plant and By-Products*, *2*, 215-218. https://doi.org/10.22092/JMPB.2015.108911.

Lawrence, R. D., Anderson, J. L., & Clapper, J. A. (2016). Evaluation of camelina meal as a feedstuff for growing dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, *99*, 1-14. https://doi.org/10.3168/jds.2016-10876.

Martin, C., Morgavi, D. P., & Doreau, M. (2010). Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal, 4*, 351-365. https://doi.org/10.1017/S1751731109990620.

McVay, K. A., & Lamb, P. E. (2008). *Camelina Production in Montana*. Montana State University Extension Publication. Bozeman, Montana, USA.

Moriel, P., Nayigihugu, V., Cappellozza, B. I., Goncalves, E. P., Krall, J. M., Foulke, T., Cammack, K. M., & Hess, B. W. (2011). Camelina meal and crude glycerin as feed supplements for developing replacement beef heifers. *Journal of Animal Science*, *89*, 4314-4324. https://doi.org/10.2527/jas.2010-3630.

Nazari, S., Azizi, A., Kiani, A., & Sharifi, A. (2022). Effect of substituting different levels of Camellina sativa meal instead of soybean meal on performance, rumen fermentation parameters, blood metabolites, and feeding behavior of fattening lambs. *Animal Production Research*, 11(2), 17-30. (In Persian). http://doi: 10.22124/AR.2022.21052.1661.

NRC (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervide, and New World Camelids*. National Academy of Science, Washington, DC. USA.

Rahmatizadeh, M., Hozhabri, F., & Kafilzadeh, F. (2023) The effect of adding a mixture of peppermint, thyme and rosemary essential oils to diet on growth performance, rumen fermentation parameters and blood metabolites of fattening lambs. *Iranian Journal of Animal Science*, 53(4), 273-285. (In Persian). http://doi: 10.22059/ijas.2022.340407.653879.

Tripathi, M. K., & Mishra, A. S. (2007). Glucosinolates in animal nutrition: a review. *Animal Feed Science and Technology, 132* (1-2), 1-27. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.03.003.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, *74*, 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

Waraich, E. A., Ahmed, Z., Ahmad, R., Ashraf, M. Y., Naeem, S. M. S., & Rengel, Z. (2013). *Camelina sativa*, a climate proof crop, has high nutritive value and multiple-uses: A review. *Australian Journal of Crop Science*, *7* (10), 1551-1559. http://www.cropj.com/waraich_7_10_2013_1551_1559.pdf

Woyengo, T. A., Beltranena, E., & Zijlstra, R. T. (2017). Effect of anti-nutritional factors of oilseed co-products on feed intake of pigs and poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 233, 76-86. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.006.