Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

Effects of different levels of Lysophospholipid on the growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, some blood parameters, and hepatic enzymes in crossbred Zell - Afshari fattening male lambs

Maryam Farahmandpour[1], Yadollah Chashnidel[2*], Asadollah Teimouri Yansari[3], Mohammad Kazemi Fard[4]

[1] PhD student in Animal Nutrition, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
[2] Associate Professor, Department of Animal Science, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
Email: ychashnidel2002@yahoo.com
[3] Professor, Department of Animal Science, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
[4] Asistant Professor, Department of Animal Science, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 05/30/2022
Revised: 07/04/2022
Accepted: 07/09/2022

Keywords:
Blood parameters
Growth yield
Liver enzymes
Lysophospholipid
Quantitative and qualitative traits of carcass

ABSTRACT

Objective: Mixed or high-yielding breeds of livestock need lipid resources in the diet to provide energy requirements. In order to increase fat consumption and improve its digestibility, the use of lysophospholipids is believed to have advantages. Moreover, the dietary inclusion of fat helps reduces the consumption of grains and prevents metabolic disorders such as acidosis while maintaining other conditions of gastrointestinal physiology. The current study was performed to investigate the effects of consumption of different levels of lysophospholipids on the performance, quantitative and qualitative traits of carcass, apparent digestibility, some blood parameters and liver enzymes in Afshari × Zell male fattening lambs.

Materials and methods: In this study, 24 Afshari × Zell male lambs with an average weight of 29.85± 9.1 kg and age of 4 months were used. In this study, 24 Afshari × Zell male lambs with an average weight of 29.85± 9.1 kg and age of 4 months were used. The experiment was conducted in 4 treatments and six replications over 90 days. Experimental treatments were included: 1) control group without adding lysophospholipid in the diet and with diets containing lipid source, 2) treatment containing lipid source plus 0.25% lysophospholipid in the diet, 3) treatment containing lipid source plus 0.50% Lysophospholipid in the diet, 4) The treatment contained a lipid source plus the addition of 0.75% lysophospholipid in the diet. the diets were fed individually to animals.

Results: The results showed that the addition of lysophospholipid supplement to the diet of fattening lambs had a significant effect on daily feed intake. The use of 0.75% lysophospholipid supplement increased feed intake (1590g / day). In the present study, the use of 0.75% of lysophospholipid supplement in the diet reduced the numerical value of feed conversion ratio, but this reduction was not significant. The final live weight was higher in the treatments of lysophospholipid supplementation than in the control group. Also, the group that received 0.75% of the lysophospholipid supplement had a higher final weight (54.20 kg) than the control group as well as other groups. Dry matter and crude protein digestibility were not significantly different in the experimental groups. However, the apparent digestibility of crude fat in all groups receiving lysophospholipid supplementation increased compared to the control (74, 73.72 and 75.12%).

The digestibility of neutral detergent fiber (NDF) had increased in all groups that received lysophospholipid supplementation (68, 68.24 and 69.22%). However, the digestibility of acid detergent fiber (ADF) increased significantly (30.32%) only in the group that received 0.75% of lysophospholipid supplement. Experimental treatments did not affect the concentrations of serum glucose and crude protein in experimental animals. Also, serum urea, cholesterol, triglyceride, LDL and VLDL concentrations increased with lysophospholipid supplementation. However, the serum HDL concentration decreased. Moreover, experimental treatments had no effect on the concentration of liver enzymes in blood serum. Although the concentrations of alkaline phosphatase, alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase were numerically higher than the control group on day 90 in the groups receiving lysophospholipid supplementation, but this increase was not statistically significant.

Conclusion: The overall result of the present study showed that growth performance as well as valuable carcass parts was improved by dietary inclusion of 0.75% lysophospholipid. The apparent digestibility of ether extract and NDF were the highest in treatment containing 0.75% lysophospholipid. Decreased blood cholesterol and urea nitrogen were observed in the group received 0.25% lysophospholipid supplement.

Cite this article: Farahamandpour, M., Chashnidel, Y., Teimouri Yansari, E., Kazemi Fard, M. (2022). Effects of different levels of Lysophospholipid on the growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, some blood parameters, and hepatic enzymes in crossbred Zell - Afshari fattening male lambs. *Journal of Ruminant Research*, 10 (3), 1-18.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJRR.2022.19851.1831
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

اثرات مصرف سطوح مختلف لیزوفسفولیپید بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی، صفات کمی و کیفی لاشه، فراسنجه‌های خونی و آنزیم‌های کبدی در بره‌های پرواری نر آمیخته‌های زل و افشاری

مریم فرهمندپور[۱]، یدالله چاشنی دل[۲*]، اسدالله تیموری یانسری[۳]، محمد کاظمی‌فرد[۴]

[۱] دانشجوی دکتری تغذیه دام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[۲] دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران رایانامه: ychashnidel2002@yahoo.com
[۳] استاد گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[۴] استادیار گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۹
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۴/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۱۸

واژه‌های کلیدی:
آنزیم‌های کبدی
صفات کمی و کیفی لاشه
عملکرد رشد
فرا سنجه‌های خونی
لیزوفسفولیپید

چکیده

سابقه و هدف: در نژادهای آمیخته و یا نژادهای پربازده که لزوم استفاده از منابع لیپیدی در جیره برای تأمین سطح انرژی مورد نیاز دام است، به‌منظور افزایش بهره‌وری مصرف چربی و بهبود قابلیت هضم آن، استفاده از لیزوفسفولیپید دارای مزایایی می‌باشد. همچنین امکان استفاده از چربی در جیره با حفظ سایر شرایط فیزیولوژی گوارشی، سبب کاهش مصرف غلات و جلوگیری از ناهنجاری‌های متابولیکی نظیر اسیدوز می‌شود. این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات مصرف سطوح مختلف لیزو فسفولیپید بر عملکرد رشد، صفات کمی و کیفی لاشه، قابلیت هضم ظاهری، فراسنجه‌های خونی و آنزیم‌های کبدی در بره‌های پرواری نر آمیخته‌های افشاری و زل انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از تعداد ۲۴ رأس بره نر آمیخته نژاد زل با افشاری با میانگین وزن ۱/۹ ± ۲۹/۸۵ کیلوگرم و میانگین سن ٤ ماه استفاده شد. بره‌های آزمایشی در ٤ تیمار و ٦ تکرار به مدت ۹۰ روز مورد آزمایش قرار گرفتند. تیمارهای آزمایش شامل: ۱) گروه شاهد بدون افزودن لیزوفسفولیپید در جیره و با جیره حاوی منبع لیپید، ۲) تیمار حاوی منبع لیپید به اضافه افزودن ۰/۲۵ درصد لیزوفسفولیپید در جیره، ۳) تیمار حاوی منبع لیپید به اضافه افزودن ۰/۵۰ درصد لیزوفسفولیپید در جیره، ٤) تیمار حاوی منبع لیپید به اضافه افزودن ۰/۷۵ درصد لیزوفسفولیپید در جیره بود. خوراک‌دهی به‌صورت انفرادی بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزودن مکمل لیزوفسفولیپید به جیره بره‌های پرواری تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک روزانه داشت. استفاده از ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید سبب افزایش مصرف خوراک شد (۱۵۹۰ گرم در روز). در پژوهش حاضر استفاده از مقدار ۰/۷۵ درصد جیره مکمل لیزوفسفولیپید سبب کاهش مقدار عددی ضریب تبدیل خوراک شد، اما این کاهش به لحاظ عددی معنی‌دار نبود. وزن زنده نهایی در تیمارهایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، نسبت به گروه شاهد بیشتر بود. همچنین گروهی که مقدار ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده، نسبت به گروه شاهد و سایر گروه‌ها، وزن نهایی بیشتری داشت (٥٤/۲۰ کیلوگرم). قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام، در گروه‌های آزمایشی با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت؛ اما قابلیت هضم ظاهری چربی خام در همه گروه‌هایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، نسبت به گروه شاهد افزایش یافت (۷٤، ۷۳/۷۲،

۱۲/ ۷۵ درصد)، (به دلیل افزایش امولسیون سازی چربی‌ها توسط لیزوفسفولیپیدها)، قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی، در همه گروه‌هایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، به دلیل افزایش فعالیت باکتری‌های سلولتیک، افزایش یافت (٦٨، ٦٨/٢٤، ٦٩/٢٢ درصد). این درحالی است که قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، تنها در گروهی که مقدار ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بود، افزایش معنی‌داری یافت (۳۰/۳۲ درصد). تیمارهای آزمایشی بر غلظت گلوکز و پروتئین خام سرم خون دام‌های آزمایشی، تأثیری نداشت. همچنین غلظت اوره، کلسترول، تری گلیسیرید، LDL و VLDL سرم خون با مصرف مکمل لیزوفسفولیپید افزایش یافت؛ اما غلظت HDL سرم خون کاهش یافت. همچنین تیمارهای آزمایشی بر غلظت آنزیم‌های کبدی در سرم خون تأثیر نداشت. اگرچه غلظت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز، آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینو ترانسفراز، در روز ۹۰ آزمایش در گروه‌هایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، از لحاظ عددی از گروه شاهد بیشتر بود، اما این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: نتیجه کلی تحقیق حاضر نشان داد، عملکرد رشد و نیز قطعات با ارزش لاشه با مصرف ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید بهبود یافت. در قابلیت هضم ظاهری عصاره اتری و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تیمار ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دارای بالاترین مقدار بود. کاهش کلسترول و نیتروژن اوره خون با مصرف ۰/۲۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید مشاهده شد.

استناد: فرهمندپور، م.، چاشنی دل، ی.، تیموری یانسری، ا.، کاظمی‌فرد، م. (١٤٠١). اثرات مصرف سطوح مختلف لیزوفسفولیپید بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی، صفات کمی و کیفی لاشه، فراسنجه‌های خونی و آنزیم‌های کبدی در بره‌های پرواری نر آمیخته‌های زل و افشاری. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۰ (۳)، ۱۸-۱.

DOI: 10.22069/EJRR.2022.19851.1831

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

در سال‌های اخیر به طور فزاینده‌ای از خوراک کنسانتره در جیره‌های غذایی دام‌ها استفاده می‌شود. پرورش گوسفند در روش بسته نسبت به روش چرا به دلیل امکان دست‌کاری بهتر شکمبه، افزایش مصرف خوراک و عملکرد رشد حیوانات کارایی بیشتری دارد (Zhong و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از مشکلات مصرف زیاد کنسانتره‌ها در نشخوارکنندگان، احتمال بروز ناهنجاری گوارشی اسیدوز می‌باشد که موجب خسارات اقتصادی زیادی به علت افزایش بیماری و مرگ‌ومیر می‌شود (Toteda و همکاران، ۲۰۱۵). مکمل چربی می‌تواند تعادل منفی انرژی در دام‌های پر تولید را کاهش دهد. اثرات مفید مکمل‌های چربی به نوع و مقدار آن در جیره بستگی دارد. برای کاهش اثرات مخرب چربی‌ها در شکمبه (مثل کاهش نسبت استات به پروپیونات، ـاهش هضم الیاف و کاهش تولید متان)، باید به‌صورت محافظت‌شده استفاده شوند (Abel و همکاران،۲۰۰۰). استفاده از چربی‌های حیوانی در جیره دام‌ها، به دلیل اینکه اسیدهای چرب اشباع نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع تأثیر منفی کمتری بر عملکرد میکروب‌های شکمبه دارند. اگرچه اسیدهای چرب اشباع نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع در روده باریک قابلیت هضم کمتری دارند، مناسب‌تر است (Lee و همکاران،۲۰۰۰). لیزوفسفولیپیدها، لیپیدهایی بر پایه گلیسرول هستند که گروه فسفات آن‌ها به یک الکل یا آمینو الکل مثل کولین، اتانول آمین، اینوزیتول و یا سرین، استری شده و لیزوفسفولیپیدهایی مثل لیزوفسفاتیدیل‌کولین و اتانول‌آمین را تشکیل می‌دهد (Lee و Hristov، ۲۰۱۳). لیزوفسفولیپیدها از هیدرولیز آنزیمی فسفولیپید تولید می‌شوند، عمدتاً حاوی لیزوفسفاتیدیل‌کولین، اسید لیزوفسفاتیدیک، لیزوفسفاتیدیل‌اتانول‌آمین و لیزوفسفاتیدیل‌اینوزیتول هستند. لیزوفسفولیپید می‌تواند به طور انتخابی از رشد باکتری‌های گرم مثبت جلوگیری کند. آن‌ها همچنین می‌توانند چربی‌های جیره غذایی را امولسیفه کنند و باعث افزایش جذب چربی‌ها در اپیتلیوم روده شوند (Jenkins، ۲۰۰۰؛ Lee و همکاران، ۲۰۱۹). لیزوفسفولیپیدها بیشتر به علت داشتن خاصیت امولسیون‌کنندگی، باعث افزایش قابلیت هضم چربی‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی می‌شوند (Jenkins، ۲۰۰۰؛ Salem، ۲۰۱۳). استفاده از مقدار ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپیدها در جیره بره‌های نر پرواری سبب افزایش وزن زنده نهایی، بهبود قابلیت هضم چربی می‌شود اما بر قابلیت هضم الیاف تأثیری ندارد (Huo و همکاران، ۲۰۱۹). استفاده از ۰/۵ درصد مکمل لیزو فسفولیپید در جیره بره‌های نر پرواری، قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و مواد آلی را افزایش ولی قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی را کاهش می‌دهد (Jenkins، ۲۰۰۰). هدف از این آزمایش بررسی امکان استفاده از لیزوفسفولیپید و اثر آن بر بره‌های نر پرواری برای تعیین مناسب‌ترین سطح استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره بره‌های نر پرواری، بررسی اثرات مصرف لیزوفسفولیپید بر عملکرد پروار و تأثیر آن بر صفات کمی و کیفی لاشه و تغییرات آنزیم‌های کبدی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک مزرعه پرورش گوسفند داشتی واقع در استان مازندران، شهرستان بابل، به ظرفیت ۳۰۰ رأس مولد بود و بره‌های مورد نیاز برای پرواربندی نیز از میش‌های همان مزرعه با در نظر گرفتن سن و وزن بدن نزدیک به هم انتخاب شدند. پژوهش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و ٦ تکرار، روی ٢٤ رأس بره نر آمیخته زل با نژاد افشاری، با میانگین وزن ۱/۹ ± ۲۹/۸۵ کیلوگرم به‌مدت ۱۰۵ روز (۱۵ روز عادت‌پذیری و ۹۰ روز آزمایش)، در بهار و تابستان ۱٤۰۰ انجام شد. داده‌ها

توسط دانشکده علوم دامی و شیلات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ساری مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت. برهها در قفس‌های انفرادی قرار گرفت. پس از اتمام دوره عادت‌پذیری برهها به‌طور تصادفی در ٤ تیمار آزمایشی قرار داده شد. تیمارهای آزمایشی در این تحقیق شامل، ۱) گروه شاهد بدون افزودن لیزوفسفولیپید در جیره و با جیره حاوی منبع لیپید،۲) تیمار حاوی منبع لیپید به‌اضافه افزودن ۰/۲۵ درصد لیزوفسفولیپید در جیره،۳) تیمار حاوی منبع لیپید به اضافه افزودن ۰/۵۰ درصد لیزوفسفولیپید در جیره و ٤) تیمار حاوی منبع لیپید به‌اضافه افزودن ۰/۷۵ درصد لیزوفسفولیپید در جیره بود. جیره‌های آزمایشی (جدول ۱)، با استفاده از نرم‌افزار سیستم تغذیه‌ای نشخوارکنندگان کوچک (نسخه ۱/۹/۵۱۰۵)، تنظیم شد. جیره پایه حاوی ۳۰ درصد علوفه و ۷۰ درصد کنسانتره و به‌صورت جیره کاملاً مخلوط در اختیار برهها قرار گرفت (National Research Council، ۲۰۰۷). خوراک‌دهی به‌صورت انفرادی روزی دو بار (۸ صبح و ۱۷ عصر) انجام شد.

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده (درصد ماده خشک)

Table 1- Ingredients and chemical composition of the experimental diets (% DM)

اقلام خوراکی Ingredients	تیمارهای آزمایشی Experimental diets			
	شاهد (بدون مکمل لیزوفسفولیپید) Non LPL	۰/۲۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید 0.25%LPL	۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید 0.5% LPL	۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید 0.75% LPL
یونجه (Alfalfa)	12.63	12.63	12.63	12.63
کاه گندم (Wheat straw)	6.30	6.30	6.30	6.30
دانه ذرت (Barley grain)	16.00	16.00	16.00	16.00
دانه جو (Corn grain)	28.68	28.68	28.68	28.68
سبوس گندم (Wheat bran)	15.88	15.88	15.88	15.88
کنجاله سویا (Soybean meal)	5.80	5.80	5.80	5.80
سیلاژ ذرت (Corn silage)	5.80	5.80	5.80	5.80
مکمل معدنی+ویتامینی ۱(Mineral + Vitamin premix)	0.73	0.73	0.73	0.73
تفاله چغندر (Beet pulp)	3.49	3.49	3.49	3.49
نمک (Salt)	0.50	0.50	0.50	0.50
مکمل لیزوفسفولیپید (LPL)	0	0.25	0.50	0.75
پودر چربی (Fat powder)	4.19	3.94	3.69	3.44
ترکیب شیمیایی (Chemical composition)				
انرژی قابل سوخت‌وساز (ME (Mcal/kg	2.28	2.28	2.28	2.96
پروتئین خام (Crude protein (%	12.00	12.00	12.00	12.00
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF (%	42.87	42.87	42.87	42.87
کلسیم (Calcium (%	0.60	0.60	0.60	0.60
فسفر (Phosphorus (%	0.43	0.43	0.43	0.43

[1] هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل ۵۰۰۰۰۰: واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3 و ۱/۰ گرم ویتامین E. هر کیلوگرم از مکمل معدنی شامل ۱۸۰: گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۲۰ گرم منیزیم، ٦۰ گرم سدیم، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم آهن، ۰/۳ گرم مس، ۳ گرم روی، ۱/۰ گرم کبالت، ۱/۰ گرم سلنیم، ۱/۰ گرم ید، ۳ گرم آنتی‌اکسیدانت.

[1]Mineral vitamin mix composition: 500,000 IU/kg of vitamin A; 100,000 IU/kg of vitamin D_3; 1.0 g/kg of vitamin E; Mineral mineral mix composition: Mg; 180 g/kg of Ca; 90 g/kg of P; 20 g/kg of Mn; 60 g/kg of Na; 2.0 g/kg of Mn; 3.0 g/kg of Zn; 1.0 g/kg of Co; 1.0 g/kg of Se; 1.0 g/kg of I; 3.0 g/kg of Antioxidants.
LPL= Lysophospholipid

خوراک مصرفی با کم کردن مقدار خوراک باقی‌مانده در سطل از مقدار خوراک ریخته شده در سطل به دست آمد. وزن‌کشی به‌وسیله ترازو فلزی دیجیتالی هر ١٤ روز یک‌بار قبل از مصرف خوراک (با اعمال ساعت ١٢ محرومیت از مصرف خوراک) انجام شد. مقادیر افزایش وزن روزانه هر یک از بره‌های آزمایشی در هر مرحله از آزمایش مشخص شد. همچنین ضریب تبدیل غذایی در روزهای مختلف آزمایش از تقسیم میانگین ماده خشک مصرفی روزانه به میانگین افزایش وزن زنده روزانه بره‌های هر تیمار محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری صفات لاشه، در پایان آزمایش بعد از ١٢ ساعت محرومیت از خوراک، از هر تیمار ٣ بره انتخاب، توزین و کشتار شد. پس از ذبح هر بره وزن لاشه گرم تعیین شد. پس از آن لاشه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در سردخانه نگهداری سپس از سردخانه خارج و دوباره وزن‌کشی و به‌عنوان وزن لاشه سرد ثبت شد. برای تعیین وزن نیم لاشه، لاشه‌ها به‌صورت طولی در امتداد محور مرکزی بدن به دو قسمت کاملاً مساوی تقسیم و قسمت‌های ران، سردست و گردن تفکیک و توزین شد. به‌منظور اندازه‌گیری pH، ٢٤ ساعت پس از کشتار بره‌های آزمایشی حدود ١٠٠ گرم از نمونه گوشت چرخ شده که از ماهیچه راسته ناحیه بین دنده ١٢ و ١٣ گرفته در ٤٠ گرم آب دیونیزه هموژن شد. سپس مخلوط آماده شده از کاغذ صافی مخصوص زبر(واتمن متوسط با قطر ١ میلی‌متر) عبور داده شد. درنهایت با استفاده از pH متر دیجیتال در دمای ٢٤ درجه سانتی‌گراد با ٣ بار تکرار اندازه‌گیری انجام شد (Redding و همکاران، ٢٠١٤). برای ارزیابی برخی از ترکیبات شیمیایی ماهیچه راسته شامل محتوای ماده خشک، پروتئین، چربی و خاکستر از روش‌های استاندارد استفاده شد (AOAC، ٢٠٠٥). برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون در ماهیچه راسته، از آزمون استاندارد TBARS[1] که در این آزمون با اندازه‌گیری میزان مالون دی‌آلدهید در گوشت میزان اکسیداسیون مشخص شد. برای این منظور نمونه راسته از بین دنده ١١ و ١٢ هموژن و سپس میزان اکسیداسیون بافتی در زمان ٢٤ و ٤٨ ساعت بعد از کشتار اندازه‌گیری شد (Folch و همکاران، ١٩٥٧).

برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام نمونه‌های مدفوع بره‌های آزمایشی بر اساس روش‌های (AOAC، ٢٠٠٥) و مقادیر الیاف محلول در شوینده خنثی و اسیدی با روش SoestVan و همکاران (١٩٩١) انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی، از خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان یک نشانگر داخلی استفاده شد (Tufani، ٢٠١٦). جمع‌آوری مدفوع به روش رکتومی در روزهای ٨٥ الی ٩٠ آزمایش، ٢ نوبت در روز با فاصله ٣ ساعت انجام شد.

در پایان آزمایش (پایان ٩٠ روز دوره پروار)، پنج رأس بره از هر تیمار، به‌طور تصادفی انتخاب شد و پس از ١٢ ساعت محرومیت از خوراک، خون‌گیری از بره‌ها به‌وسیله لوله ونوجکت ٥ میلی‌لیتری حاوی ماده ضد انعقاد EDTA[2] (اتیلن دی اتیل ترا استیک اسید) از سیاهرگ گردن انجام و نمونه‌ها به‌سرعت به آزمایشگاه جهت تهیه سرم ارسال شد. مقادیر گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، LDL[2] و HDL[3] و نیتروژن اوره خون با استفاده از کیت‌های پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر مدل

1. Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS)
2. Low Density Lipoprotein (LDL)
3. High Density Lipoprotein (HDL)

(RA1000) اندازه‌گیری شد (Lough و همکاران، ۲۰۱۸). میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی آلانین فسفاتاز، آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز، با روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (Healy، ۱۹۷٤).

این آزمایش بر اساس طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و ٦ تکرار با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۳ و بر اساس مدل $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ تجزیه‌وتحلیل شدند. در این مدل Y_{ij}: متغیر وابسته، μ: میانگین کل، T_i: اثر تیمار و e_{ij}: اثرات اشتباه آزمایشی است. مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد رشد: نتایج مربوط به مصرف خوراک و عملکرد رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که افزودن مکمل لیزوفسفولیپید به جیره بره‌های پرواری تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک روزانه دارد (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که گروهی که ۰/۷۵ درصد ماده خشک جیره مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بود، به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد مصرف خوراک بیشتری داشت. اگرچه گروه‌های دیگر ۰/۵ و ۰/۲۵ درصد ماده خشک مکمل لیزوفسفولیپید دریافت می‌کردند، نسبت به گروه شاهد مصرف خوراک بیشتری داشت، ولی این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). وزن نهایی تمامی تیمارهای دریافت‌کننده مکمل لیزوفسفولیپید به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بیشتر بود (P<۰/۰۵). همچنین افزایش وزن روزانه در تیماری که ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بود، به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر گروه‌ها بیشتر بود. نتایج این پژوهش نشان داد گروه‌هایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، ضریب تبدیل کمتری نسبت به گروه شاهد داشت، اما این کاهش به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

در پژوهش حاضر استفاده از ۰/۷۵ درصد جیره مکمل لیزوفسفولیپید سبب افزایش مصرف خوراک شد. موافق با نتایج این پژوهش افزودن ۰/۵ درصد جیره در بره‌های نر پرواری سبب افزایش مصرف خوراک شد (Huo و همکاران، ۲۰۱۹). باوجود این در برخی از پژوهش‌ها مصرف خوراک در بره‌های نر پرواری (Marchesini و همکاران، ۲۰۱۲) و مصرف ماده خشک در گاوهای شیری (Ngidi و همکاران، ۲۰۰۰) درنتیجه تغذیه با مکمل لیزوفسفولیپید تغییری نکرده است. در برخی پژوهش‌ها مقدار ۰/۲۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید در گاوهای شیری (Huo و همکاران، ۲۰۱۹) و مصرف مقدار ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید در بره‌های نر پرواری سبب کاهش مصرف خوراک گردید (Fadden، ۲۰۱۹). در این پژوهش، استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید سبب افزایش مصرف ماده خشک گردید، این افزایش احتمالاً به دلیل کاهش صفت پری شکمبه ناشی از افزایش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی جیره باشد (Behan و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۲- اثر سطوح مختلف لیزوفسفولیپید بر عملکرد رشد بره‌های پرواری

Table 2- The effects of different levels of Lysophospholipid on the growth performance of fattening lambs

صفات Traits	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)				اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-value)
	شاهد (صفر درصدلیزوفسفولیپید) (Control)	۰/۲۵ درصد لیزوفسفولیپید (0.25% Lysophospholipid)	۰/۵ درصد لیزوفسفولیپید (0.5% Lysophospholipid)	۰/۷۵ درصد لیزوفسفولیپید (0.75% Lysophospholipid)		
وزن اولیه پروار (کیلوگرم) Initial weight of fattening (kg)	30.91	31.88	32.08	32.76	1.6	0.33
وزن نهایی پروار (کیلوگرم) Final weight of fattening (kg)	48.25[c]	50[b]	50.62[b]	54.20[a]	0.26	0.03
ماده خشک مصرفی (گرم) Dry matter intake (g)	1460[b]	1490[b]	1500[b]	1590[a]	11.31	0.003
افزایش وزن روزانه (گرم) Daily weight gain (g)	190[b]	200[b]	210[b]	230[a]	31.5	0.004
ضریب تبدیل خوراک FCR	7.50	7.39	7.23	6.81	0.4	1.88

[a-c]میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای اختلاف آماری معنی‌داری هستند.

[a-c]The mean of each row with different letters have significant difference (P<0.05).

افزایش وزن روزانه در همه گروه‌هایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کردند، نسبت به گروه شاهد بیشتر بود، اما این افزایش در تیماری که از ۰/۷۵ درصد جیره مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، نسبت به گروه شاهد و بقیه گروه‌ها بیشتر بود (P<۰/۰۵) که شاید به دلیل بهبود سطح انرژی گروه دریافت‌کننده مقدار ۰/۷۵ درصد جیره مکمل لیزوفسفولیپید باشد (Behan و همکاران، ۲۰۱۹).

وزن زنده نهایی در تیمارهایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، نسبت به گروه شاهد بیشتر بود. موافق با نتایج پژوهش حاضر استفاده از ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید در جیره پس از ٦٨ روز آزمایش باعث افزایش وزن زنده نهایی در بره‌های نر پرواری شد (He و همکاران، ۲۰۲۰). در پژوهشی دیگر استفاده از ٤/٨ درصد لیسیتین سویا در بره‌های نر پرواری سبب افزایش وزن نهایی گردید

(Marchesini و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهش حاضر مقدار عددی ضریب تبدیل خوراک در تمامی گروه‌های دریافت‌کننده مکمل لیزوفسفولیپید کاهش یافت، که این امر به دلیل بهبود استفاده از مواد مغذی جیره برای رشد است، اما این افزایش ازلحاظ آماری معنی‌دار نبود (P<۰/۰۵). موافق با نتایج حاضر استفاده از ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید در بره‌های نر پرواری سبب بهبود بازده استفاده از مواد مغذی شده همچنین در پژوهشی دیگر مکمل لیسیتین در گوساله‌های پرواری سبب بهبود ضریب تبدیل شد. بهبود ضریب تبدیل می‌تواند به علت بهبود مصرف انرژی متابولیسمی جیره‌های حاوی مکمل لیزوفسفولیپید باشد (Nagpal و همکاران، ۲۰۱۵). البته در این پژوهش بهبود ضریب تبدیل ازلحاظ آماری معنی‌دار نشد (P<۰/۰۵). وزن زنده نهایی در تیمارهایی که مقادیر ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، نسبت به گروه شاهد بیشتر بود. موافق با نتایج پژوهش حاضر استفاده از ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید در جیره پس از ٦٨ روز آزمایش باعث افزایش وزن زنده نهایی در بره‌های نر پرواری شد که این امر به علت بهبود ضریب تبدیل در بره‌های آزمایشی می‌باشد (He و همکاران، ۲۰۲۰). در پژوهشی دیگر استفاده از ٤/٨ درصد لیسیتین سویا در بره‌های نر پرواری سبب افزایش وزن نهایی گردید (Marchesini و همکاران، ۲۰۱۲).

صفات کمی و کیفی لاشه: نتایج مربوط به برخی ویژگی‌های کمی و کیفی لاشه در جدول ۳ آمده است. در این پژوهش وزن لاشه پر، وزن لاشه گرم و وزن لاشه سرد در تیمارهایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، افزایش یافت، به طوریکه وزن لاشه پر در همه تیمارهای دریافت‌کننده مکمل لیزوفسفولیپید، نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) و وزن لاشه گرم در تیمارهایی که مقدار ۰/۷۵ و ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کردند، بیشتر از تیمار شاهد بود. وزن لاشه سرد، درصد ران و سردست در تیماری که ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرد، بیشتر از تیمارهای دیگر و معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). سایر ویژگی‌های کمی لاشه بین تیمارهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نداشت (P>۰/۰۵). همچنین درصد لاشه گرم و سرد در تیماری که ۰/۷۵ درصد جیره مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرد، نسبت به گروه شاهد و دیگر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت (P>۰/۰۵). این امر می‌تواند به دلیل مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه بیشتر در این تیمارها باشد (Wettstein و همکاران، ۲۰۰۱).

موافق با این یافته‌ها، در آزمایشی استفاده از ٤/٩ درصد لیسیتین سویا در بره‌های نر پرواری باعث افزایش درصد بازده لاشه گرم شد (Lough و همکاران، ۲۰۱۸). از طرفی در پژوهشی استفاده از لیسیتین سویا تأثیری بر بازده لاشه گرم و سرد نداشت (Rahmani و همکاران، ۲۰۱۲). در این آزمایش مصرف سطوح مختلف مکمل لیزوفسفولیپید تأثیری بر چربی محوطه شکمی نداشت، اما در پژوهشی استفاده از ٤ درصد لیسیتین سویا در جیره گاوهای گوشتی باعث کاهش چربی محوطه شکمی شد، که این امر می‌تواند به دلیل خاصیت امولسیفه‌سازی لیزوفسفولیپیدها باشد. لیزوفسفولیپیدها بر تخمیر در شکمبه تأثیر مثبت دارند، بنابراین انتظار می‌رود که استفاده از آن در جیره‌های غذایی سبب افزایش امولسیون سازی اسیدهای چرب و قابلیت هضم بیشتر آن‌ها شود (Rico و Ying، ۲۰۱۷).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف لیزوفسفولیپید بر برخی صفات کمی و کیفی لاشه و ترکیبات شیمیایی گوشت راسته بره‌های پرواری در پایان آزمایش

Table 3- The effects of different levels of Lysophospholipid on some quantitative and qualitative traits of carcasses and chemical composition of meat straight of fattening lambs at the end of experiment

صفات Traits	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)				اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری P-) (value
	شاهد (صفر درصدلیزوفسفولیپید) (Control)	۰/۲۵ درصد لیزوفسفولیپید (0.25% Lysophospholipid)	۰/۵ درصد لیزوفسفولیپید (0/5% Lysophospholipid)	۰/۷۵ درصد لیزوفسفولیپید (0.75% Lysophospholipid)		
وزن لاشه گرم (کیلوگرم) Hot carcass weight (kg)	32.79[b]	34.05[a]	35.02[a]	38.59[a]	1.6	0.05
درصد لاشه گرم Hot carcasses (%)	47.97[b]	45.93[b]	47.44[b]	50.75[a]	0.9	0.041
وزن لاشه سرد (کیلوگرم) Cold carcass weight (kg)	21.15[b]	22.78[ab]	22.96[ab]	23.73[a]	0.61	0.024
درصد لاشه سرد Cold carcass (%)	43.83[b]	42.87[b]	43.44[b]	48.45[a]	0.3	0.023
وزن نیم لاشه سرد (کیلوگرم) Cold half carcass (kg)	10.51[b]	10.70[b]	10.44[b]	11.82	0.03	0.415
درصد ران Thighs (%)	8.01[b]	9.23[ab]	9.42[ab]	10 [a]	0.23	0.014
درصد سردست Shoulder (%)	8.45[b]	9.16[ab]	10.28[a]	10.05[a]	0.16	0.026
درصد گردن Neck (%)	5.29	5.31	5.86	5.56	0.21	0.32
چربی محوطه شکمی abdominal fat(%)	0.76	0.78	0.74	0.71	0.03	0.41
		ترکیبات شیمیایی	Chemical composition			

ماده خشک (درصد) Dry matter (%)	27.05	27.19	27.25	27.13	0.9	0.495
پروتئین (درصد) Protein (%)	20.21	20.91	20.25	20.36	1.34	0.865
چربی (درصد) Fat (%)	2.91	3.1	3.21	2.98	0.67	0.239
خاکستر (درصد) Ash (%)	2.93	2.21	2.80	2.85	0.89	0.922
pH گوشت pH of meat	6.65	6.35	6.47	6.48	0.4	0.582
ا	اکسیداسیون چربی عضله راسته	(میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید در کیلوگرم گوشت)				
۲٤ ساعت بعد از کشتار 24 hours after slaughter	0.24	0.24	0.22	0.23	0.03	0.758
٤۸ ساعت بعد از کشتار 48 hours after slaughter	0.32	0.33	0.32	0.33	0.03	0.763

[a-b]میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای اختلاف آماری معنی‌داری هستند.

[a-b]The mean of each row with different letters have significant difference (P<0.05).

امولسیفایرها، توانایی مخلوط کردن چربی و آب را دارند. نشان داده‌شده است که گنجاندن یک امولسیون کننده در جیره غذایی، فعالیت آنزیمی و قابلیت هضم الیاف و دیگر مواد مغذی را افزایش می‌دهد (Engle و همکاران، ۲۰۰۰). ترکیبات شیمیایی گوشت شامل رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر و pH در تیمارهای مختلف نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵). پژوهشگران بر این باورند که بهبود دریافت و نگهداری نیتروژن از طریق تغییر تخمیر در شکمبه می‌تواند یکی از مکانیسم‌های مؤثر در کاهش رطوبت گوشت باشد (Huo و همکاران، ۲۰۱۹)، موافق با نتایج پژوهش حاضر استفاده از ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید در جیره و بر ترکیبات شیمیایی و pH گوشت تأثیر معنی‌داری نداشته، این امر نشان می‌دهد که افزودن مکمل لیزوفسفولیپید نتوانسته سبب تثبیت pH حتی در سطوح بالاتر شود (Toteda و همکاران، ۲۰۱۵).

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی: نتایج تأثیر مکمل لیزوفسفولیپید بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در جدول ٤ نشان داده‌شده است. قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام، در تیمارهای آزمایشی با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵)؛ اما قابلیت هضم ظاهری چربی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در همه تیمارهایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده

بودند، نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی، در تیمارهایی که مقادیر ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد جیره مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، افزایش یافت. این در حالی است که قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در تیماری که مقدار ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بود، افزایش یافت.

جدول ٤- اثر سطوح مختلف لیزوفسفولیپید بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی (درصد)

Table 4- The effects of different levels of Lysophospholipid on apparent digestibility nutrients of experimental diets (%)

موارد (Items)	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)				اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-value)
	شاهد (صفر درصد لیزوفسفولیپید) (Control)	۰/۲۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید (0.25% Lysophospholipid)	۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید (0.5% Lysophospholipid)	۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید (0.75% Lysophospholipid)		
ماده خشک (Dry matter)	70.17	70.57	70.87	70.72	0.20	0.012
ماده آلی (Organic matter)	71.22	72.45	71.87	73.94	0.68	0.149
پروتئین خام (Crude protein)	70.65	70.57	70.28	71.17	0.60	0.022
چربی خام (Ether extract)	68.75[b]	74[a]	73.72[a]	75.12[a]	1.21	0.012
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	66.14[b]	68[a]	68.24[a]	69.32[a]	0.45	0.041
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	28.50[b]	29.00[ab]	29.24[ab]	30.32[a]	0.58	0.432

[a-b]میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای اختلاف آماری معنی‌داری هستند.

[a-b]The mean of each row with different letters have significant difference (P<0.05).

طبق یافته‌های این پژوهش، قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین در تیمارهای آزمایشی با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). موافق با نتایج این آزمایش در پژوهشی افزودن مکمل لیسیتین با درصدهای ۰/۵ و ۰/۷۵ به جیره گاوهای شیری بر قابلیت هضم مواد مغذی، تأثیر معنی‌داری نداشت؛ اما در پژوهش‌های دیگر افزودن ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفوگلیسرید در بره‌های نر پرواری (Lough و همکاران، ۲۰۱۸) و ۰/۲۵ درصد مکمل لیزوفسفوگلیسرید در بره‌های نر پرواری (Fadden، ۲۰۱۹)، قابلیت هضم پروتئین و ماده خشک را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. قابلیت هضم ظاهری چربی در همه تیمارهایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. موافق با نتایج این آزمایش در پژوهش‌های افزودن مکمل دیگر افزودن ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفوگلیسرید در بره‌های نر پرواری (Huo و همکاران، ۲۰۱۹) و ۰/۲۵ درصد مکمل لیزوفسفوگلیسرید در بره‌های نر پرواری (Fadden، ۲۰۱۹)، قابلیت هضم چربی افزایش یافت. این امر ممکن است به دلیل افزایش امولسیون سازی چربی‌ها توسط لیزوفسفولیپیدها و درنتیجه افزایش قابلیت هضم آن‌ها باشد (He و همکاران، ۲۰۲۰). در این آزمایش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل لیزوفسفولیپید افزایش یافت که این امر می‌تواند به علت تخریب الیاف ناشی از افزایش فعالیت آنزیم

سلولولیتیک در شکمبه باشد (Lough و همکاران، ۲۰۱۸)؛ اما در پژوهش‌های دیگر افزودن ۰/۵ درصد مکمل لیسیتین در جیره غذایی گوسفند (Rico و Ying، ۲۰۱۷)، افزودن ۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفوگلیسرید در برههای نر پرواری (Redding و همکاران، ۲۰۱٤) و ۰/۱۵ و ۰/۲۵ درصد مکمل لیزوفسفوگلیسرید در برههای نر پرواری (Engle و همکاران، ۲۰۰۰)، افزودن ۱/۲ درصد لیستین سویا و ۱/۵ درصد لیسیتین هیدرولیز شده به جیره‌غذایی برههای نر پرواری (Wettstein و همکاران، ۲۰۰۱) قابلیت هضم و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را کاهش داد.

فرا سنجه‌های خونی: نتایج مربوط به تأثیر مکمل لیزوفسفولیپید بر غلظت فرا سنجه‌های خون در جدول شماره ۵ ارائه شده است. طبق این یافته‌ها، مصرف تیمارهای آزمایشی با وجود روند افزایشی بر غلظت پروتئین تام سرم خون در پاسخ به مصرف مکمل لیزوفسفولیپید بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت (P>۰/۰۵). همچنین غلظت کلسترول خون با مصرف مکمل لیزوفسفولیپید تغییری نداشت (P>۰/۰۵)، اما غلظت اوره، LDL و VLDL سرم خون با مصرف مکمل لیزوفسفولیپید افزایش یافت. افزایش لیپیدهای سرم شاید به دلیل جذب اسیدهای چرب جیره در حضور لیزوفسفولیپید باشد (Lough و همکاران، ۲۰۱۸)؛ اما غلظت HDL در همه گروه‌های دریافت‌کننده مکمل لیزوفسفولیپید کاهش یافت. موافق با یافته‌های این آزمایش، در پژوهشی مصرف ٤/۹ درصد لیسیتین سویا به جیره برههای نر پرواری سبب افزایش غلظت لیپیدهای سرم گردید (Lee و Hristov، ۲۰۱۳).

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی فراسنجه‌های خونی برههای **پرواری (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)**

Table 5- The effect of experimental treatments on some blood parameters of fattening lambs (mg/dl)

صفات مورد مطالعه (Traits studied)	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)				اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-value)
	شاهد (صفر درصدلیزوفسفولیپید) (Control)	۰/۲۵ درصد لیزوفسفولیپید (0.25% Lysophospholipid)	۰/۵ درصد لیزوفسفولیپید (0.5% Lysophospholipid)	۰/۷۵ درصد لیزوفسفولیپید (0.75% Lysophospholipid)		
گلوکز Glucose	48.12	49.14	48.39	48.24	0.8	0.1
کلسترول Cholesterol	62.71[a]	62.35[a]	68.71[b]	69.27[b]	0.21	0.32
تری‌گلیسرید Triglyceride	39.50	40.00	40.20	40.50	0.41	0.225
لیپوپروتئین با دانسیته بالا High density lipoprotein	23.14[a]	22.31[b]	22.5[b]	22.14[b]	0.21	0.031
لیپوپروتئین با دانسیته پایین Low density lipoprotein	38.14[b]	38.00[b]	38.11[b]	39.44[a]	0.32	0.02
لیپوپروتئین با دانسیته خیلی پایین very Low density lipoprotein	7.99[b]	7.14[b]	7.44[b]	8.95[a]	0.35	0.01
پروتئین Total protein	6.10	6.25	6.6	6.32	0.22	0.336
نیتروژن اوره خون Blood urea nitrogen	39.14[b]	38.24[b]	38.54[b]	42[a]	0.78	0.051

[a-b]میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای اختلاف آماری معنی‌داری هستند.

[a-b]The mean of each row with different letters have significant difference (P<0.05).

آنزیم‌های کبدی: نتایج مربوط به تأثیر مکمل لیزوفسفولیپید بر غلظت آنزیم‌های کبدی در سرم خون، در جدول ٦، ارائه شده است. طبق این یافته‌ها تیمارهای آزمایشی بر غلظت آنزیم‌های کبدی در سرم خون تأثیر نداشت. اگرچه غلظت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز، آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز، در روز ۹۰ آزمایش در تیمارهایی که مکمل لیزوفسفولیپید دریافت کرده بودند، از لحاظ عددی از گروه شاهد بیشتر بود، اما این افزایش ازلحاظ آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). موافق با یافته‌های این آزمایش در پژوهشی میزان غلظت آنزیم‌های کبدی آلکالین فسفاتاز، آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات‌آمینوترانسفراز، با افزودن ۵ درصد مکمل لیسیتین سویا به جیره تغییری نکردند (Carlson، ۱۹۹٦). از سویی دیگر در پژوهشی غلظت آنزیم‌های کبدی آلکالین فسفاتاز، آلانین‌آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز، با افزودن روغن کانولا و سویا افزایش یافت (Parvar و همکاران، ۲۰۱۷). در پژوهشی دیگر با افزودن ٦ درصد مکمل لیسیتین به جیره بره‌های نر پرواری فعالیت آنزیم آسپارتات‌آمینوترانسفراز، افزایش یافت (Rahmani و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین در پژوهشی افزودن لیزوفسفولیپید به جیره گاوهای شیری سبب افزایش غلظت آلکالین فسفاتاز گردید. گزارش‌شده است که افزایش سطح آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز در حیوانات با افزودن مکمل چربی به جیره، ممکن است نشان‌دهنده آسیب کبدی باشد که این امر سبب کاهش وزن کبد می‌شود (Bianchi و همکاران، ۲۰۱٤.، Carlson، ۱۹۹٦). فعالیت آلکالین‌فسفاتاز، در نشخوارکنندگان پس از زایمان و مواقع ابتلا به بیماری هپاتیت و بیماری‌های کیسه صفرا و یا تغذیه نامناسب افزایش می‌یابد (Healy، ۱۹۷٤). تعیین فعالیت آنزیم‌های کبدی در سرم خون در شناسایی عملکرد کبد مفید خواهد بود، زیرا این آنزیم‌ها شاخص‌های حساس آسیب کبدی هستند، بنابراین افزایش آن‌ها می‌تواند وجود اختلال عملکرد کبدی را نشان دهد (Healy، ۱۹۷٤).

جدول ٦- اثر سطوح مختلف لیزوفسفولیپید بر آنزیم‌های کبدی بره‌های پرواری(واحد در لیتر)

Table 6- The effects of different levels of Lysophospholipid on concentration hepatic enzymes of fattening lambs (unit per Liter)

موارد (Items)	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)				اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-value)
	شاهد (۰ درصد مکمل لیزوفسفولیپید) (Control)	۰/۲۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید 0.25% Lysophosphol(id)	۰/۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید 0.5% Lysophospholipid)	۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید 0.75% Lysophosphol(id)		
آلانین آمینو ترانسفراز Alanine amino transferase(ALT)	33	24	20	31	6.1	0.16
آلکالین فسفاتاز Alkaline phosphatase(ALP)	255	250	260	300	19.2	0.7
آسپارتات آمینو ترانسفراز Aspartate amino transferase(AST)	150	145	155	160	4.2	0.55

از نظر آماری، غلظت آنزیم‌های کبدی در همه تیمارها یکسان بود و با مکمل لیزوفسفولیپید تغییر پیدا نکرد که این امر می‌تواند به دلیل تأثیر مثبت مکمل لیزوفسفولیپید بر متابولیسم مواد مغذی و در نتیجه عملکرد طبیعی کبد باشد (Behan و همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعه حاضر، مقادیر آلانین آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز و آسپارتات آمینوترانسفراز به ترتیب ۲۲ الی ۳۸، ۷۰ الی ۳۹۰ و ۶۰ الی ۲۸۰ واحد در لیتر بود که در محدوده طبیعی برای گوسفند است (Jackson و Cockcroft، ۲۰۰۸)؛ بنابراین، احتمالاً مکمل لیزوفسفولیپید در غلظت‌های فعلی (۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵) درصد هیچ اثر نامطلوبی بر کبد ایجاد نمی‌کند.

نتیجه‌گیری

نتیجه کلی تحقیق حاضر نشان داد، عملکرد رشد و نیز قطعات با ارزش لاشه با مصرف ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید بهبود یافت. در قابلیت هضم ظاهری عصاره اتری و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تیمار ۰/۷۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دارای بالاترین مقدار بود. کاهش کلسترول و نیتروژن اوره خون با مصرف ۰/۲۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید مشاهده شد. به‌طور کل مصرف مکمل لیزوفسفولیپید تا سطح ۰/۷۵ درصد در جیره در بهبود شاخص‌های عملکردی، لاشه و قابلیت هضم و عدم ایجاد شرایط نامطلوب بر آنزیم‌های کبدی در بره‌های پرواری قابل توصیه است.

سپاسگزاری

از گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌واسطه کمک در اجرای آزمایش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abel, S.F., Grant, R.F. and Morrison, M. 2000. Effect of soybean hulls, soy l and soapstock mixtures on ruminal fermentation on milk and compositionin dairy cows. Department of Animal Science and Science and School of Biological Sciences and Center for Biotechnology, University of Nebraska, Lincoln, 68583-0908.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis, 18th ed. AOAC international, Gaithersburg, Maryland, USA.

Behan, A., Loh, T.C., Fakurazi, S.U., Kala, A. and Samsudin, A.A. 2019. Effects of supplementation of rumen protected fats on rumen ecology and digestibility of nutrients in sheep. Animals, 9:400.

Bianchi, A.E., Macedo, V.P., França, R.T., Lopes, S.T., Lopes, L.S., Stefani, L.M. and Silva, A.S. 2014. Effect of adding palm oil to the diet of dairy sheep on milk production and composition, function of liver and milk production and composition function of liver and kidney, and the concentration of cholesterol triglycerides and progesterone in blood serum. Small Ruminant Research, 117(1): 78-83.

Carlson, G.L. 1996. Large Animal Internal Medicine. In: Mosby-Year book, St. Louis, 441-469.

Engle, T.E., Spears, J.W., Fellner, V. and Odle, J. 2000. Effects of soybean oil and dietary copper on ruminal and tissue lipid metabolism in finishing steers. Journal of Animal Science, 78: 2721-2713.

Fadden, J. W. 2019. Dietary Lecithin Supplementation in Dairy Cattle. Department of Animal Science Cornell University.

Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G.A. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biology Chemistry, 26: 497-509.

Healy, P.J. 1974. Serum alkaline phosphatase activity in phosphatase activity in sheep. Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science, 52: 375-385.

He, Y., Zhong, R., Cheng, L., You, P., Li, Y. and Sun., X. 2020. Effects of the Supplementation of Lysophospholipids through Pelleted Total Mixed Rations on Blood Biochemical Parameters and Milk Production and Composition of Mid-Lactation Dairy Cows. Animals, 10:215.

Huo, G., Li, B., Cheng, L., Wu, T., You, P., Shen, S., Li, Y., He, Y., Tain, W., Li, C., Li, J., Song, C., Wang, B. and Sun, X. 2019. Dietary Supplementation of Lysophospholipids effects Feed Digestion in Lambs. Animals, 9:805.

Jackson, P. and Cockcroft, P. 2008. Clinical Examination of Farm Animals. Appendix 3 Laboratory Reference Values: Biochemistry, 303-305.

Jenkins, T. 2000. Nutrient digestion, ruminal fermentation, and plasma lipids in steers fed combinations of hydrogenated fat and lechithin. Journal of Animal Science, Clemson University, Ciemson, SC 29634.

Lee, C., Morris, D.L., Copelin, J.E., Hettick, J.M. and Kwon, I.H. 2019. Effects of lysophospholipids on short-term, production, nitrogen utilization and rumen fermentation and bacterial population in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 102:3110–3120.

Lee, C. and Hristov, A.N. 2013. Evaluation of acid-insoluble ash and indigestible neutral detergent fiber as total-tract digestibility markers in dairy cows fed corn silage- based diets. Journal of Dairy Science, 96:5295–5299.

Lough, D.S., Solomon, M. B., Rumsey, S., Eisasser, T. H., Slyter, L. L., Kahl, S, and Lynch, G. P. 2018. Effects of dietrary canola seed and soy lecithin and carcass characteristics of growing ram lambs in high forage diets on performance, serum lipids. Journal of Animal Science, 69:3290-3298.

Marchesini, G., Segato, S.A., Stetani, N. Tenti, S. Dorigo, M. Gerardi, G., Bernardini, D. and Andrighetto, I. 2012. Lecithin: a by-product of biodiesel production and a source of choline for dairy cows. Italian Journal of Animal Science, 11: e37.

Nagpal, R., Shrivastava, B., Kumar, N., Dhewa, T. and Sahay, H. 2015. Microbial Feed Additives in Rumen Microbiology: From Evolution to Revolution, Springer: Berlin, Berlin, Germany, 161-175.

Ngidi, M. E., Loerch, S.C., Fluharty, F.L. and Palmquist, D.L. 2000. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, Carcass Characteristics and ruminal metabolism of steers. Journal of Animal Science, 68: 2555-2565.

National Research Council. 2007. Mineral Tolerance of Animals, second revised ed. National Academic Science, Washington, DC, 384.

Parvar, R., Ghoorchi, T. and Shargh, M.S. 2017. Influence of dietary oils on performance, blood metabolites, purine derivatives, cellulase activity and muscle fatty acid composition in fattening lambs. Small Ruminant Research, 150**:** 22-29.

Rahmani, M.G., Kamalyan, R.G., Dehghan- Banadaky, M.J. and Marmaryan, G.Y. 2012. The effect of oral administration of choline on some liver function characterized blood plasma enzymes of early lactating dairy cows. Biological Journal of Armenia, 64(3): 83-86.

Redding, P.L., Held, J.E., Wright, C.L. and Clapper, J.A. 2014. Effect of Fat Source on Growth Performance and carcass characteristics of growing lambs. Journal of Research Sheep and Goat, 29:22-36.

Rico, D.E, and Ying, Y. 2017. Effects of lysolecithin on milk fat synthesis and milk fatty acid profile of cows fed diets differing in fiber and unsaturated fatty acid concentration. Journal of Dairy Science, 100:1–6.

Salem, A.F.Z.M. 2013. Nutritional Strategies of Animal Feed Additives. Nova Science Publishers, Inc.: Hauppauge NY, USA, 1-221.

Sontakke, U.B, Kaur, H., Tyagi, A.K., and Hossain, S.A. 2014. Effect of feeding rice bran lyso-phospholipids and rumen protected fat on feed intake, nutrient utilization and milk yield in crossbred cows. Indian Journal of Animal Science, 84: 998–1003.

Toteda, F., Facciolongo, A. M. and Ragni, A. 2015. Effect of suckling type and PUFA use on productive performances, quantiqualitative characteristics of meat and fatty acid profile in lamb. Journal of Progress in Nutrition, 13(2): 125-134.

Tufani, N. A., Makhdoomi, D. M. and Hafiz, A. 2016. Rumen Acidosis in Small Ruminants and Its Therapeutic Management. Iranian Journal of Applied Animal Science, 3(1): 19-24.

Van Soest, P. Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharide in relation to animal soybean meal on nitrogen utilization by ruminants. Journal of Animal Science, 63: 879-886.

Wettstein, H. R., Sutter, F. and Kreuzer, M. 2001. Effect of lecithins partly replacing rumen protected fat on fatty acid digestion and composition of cow milk. Journal of Lipid Science Technology, 103: 12–22.

Zhong, R., Xiang, L., Cheng, C., Zhao, F. and Fang, Y. 2019. Effects of feeding garlic powder on growth performance, rumen fermentation, and the health status of lambs infected by gastrointestinal nematodes. Animals, 9: 102-112.