Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 16, Issue 3, 2025 p: 118-129

OPEN ACCESS

Research Paper

The Effects of Lysophospholipid and Carnitine in Rations Containing Saturated Fatty Acids on the Performance and Health Status of Nursing Holstein Calves

Movahed Poormirza[1], Farzad Mirzaei Aghjehgheshlagh[2], Ali Asadi Alamouti[3], and Bahman Navidshad[4]

1- Ph.D Student in Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Mohghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Mohghegh Ardabili, Ardabil, Iran, (Corresponding author: f_mirzaei@uma.ac.ir)

3-Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Technology (Aborihan), University of Tehran, Tehran, Iran

4-Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Mohghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Received: 07 February, 2025 Revised: 09 April, 2025 Accepted: 30 May, 2025

Extended Abstract

Background: Achieving proper growth and health during the pre-weaning period is the main goal in raising calves. However, high mortality can reduce the profit-loss ratio. The health and growth of a calf, as well as its functional characteristics and economic life in the future, are affected by milk feeding in the pre-weaning period. Due to the high price of milk and milk substitutes, the commercial calf management program focuses on limiting the consumption of milk and milk substitutes. Calves are encouraged to consume more pellets and wean earlier, which reduces the potential for diarrhea and other illnesses. Any strategy that reduces the consumption of liquid feed and increases the consumption of starter will reduce each of these cases. The feeding procedure of calves before and after weaning is one of the most important stages of livestock breeding to have a regular and forward-looking program. Early feeding or intensive feeding programs, where more milk or milk substitutes are used, probably have the potential to improve growth rates and reduce age at first calving. Consumption of calf starter improves rumen development and causes weight gain in days before weaning and decreases weight loss in days after weaning. In general, management of replacement heifers focuses on factors that increase physiological processes and subsequently maturity and production potential. Considering the role and importance of lysophospholipid in fat metabolism and limited studies regarding the mutual effects of these two additives, this experiment aims to investigate the possibility of increasing the digestibility of fats in the intestines of Holstein calves using the addition of lysophospholipid.

Methods: The present study was conducted on 48 calves with an average birth weight of 39.9 ± 4 kg and an average age of 3 ± 1 days in a completely randomized design with four treatments and 12 replications for 85 days. Experimental treatments were 1) control treatment, 2) control treatment with 3% fat rich in saturated fatty acids, 3) control treatment with 2 g of lysophospholipid daily, and 4) control treatment with 2 g of lysophospholipid + 3% fat rich in saturated fatty acids. Lysophospholipid was added to milk from 6 to 40 days and to the starter from 41 to 85 days. Calves had free access to feed and water throughout the experiment. The starter was mixed with 7% and 10% dry alfalfa before and after milking, respectively, and offered to the calves. Feed consumption was measured for each calf once every 10 days. Calves were weighed at the beginning of the experiment and once every 10 days until the end of the project using a digital scale. All parameters in the whole design were measured at 14:00. Skeletal growth parameters, including breast circumference, hip width, hip height, withers height, and calf body length, were measured at the moment of entering the project and once every 10 days. To measure the apparent digestibility of feed nutrients by collecting all feces (9,10) in the last week before weaning and one week before the end of the project, a special bag for collecting feces was connected to the male calf, and the amount of feces excretion corresponding to 24 hours (for 3 days of feces collection) was measured for each animal. Data were analyzed statistically using mixed models and considering the effect of treatment as a fixed effect and initial weight as an auxiliary variable.

Copyright ©2025 Poormirza et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial ۴.۰ Unported License, which allows users to read, copy, distribute, and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

Results: The results showed no significant differences between the experimental treatments in terms of starter consumption, mean daily weight gain, feed efficiency, solids consumption, and dry matter consumption. The experimental treatments were significantly different in body weight on day 85, and the treatment containing 3% saturated fat with the highest weight (109.2) was statistically different from the treatment containing 2 g of lysophospholipid with the lowest weight (105.3). Differences between the experimental treatments in the digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, and crude fat, as well as biometric scores including wrist circumference, hip width, body length, chest circumference, height from the joint, and height from the hip, were not significant.

Conclusion: It can be concluded that the use of saturated fatty acids, along with lysophospholipid, did not significantly affect the growth performance of Holstein calves until the age of 85 days. The different results in different tests can be related to the amount, age of the calf, and spatiotemporal conditions, which can be attributed to the type of saturated fatty acids and phospholipids, as well as the simultaneous use of fatty acids with lysophospholipid and the amounts used in the experiment. Therefore, it is recommended to consider different amounts and origins of these materials. Overall, the results of the present experiment show that the simultaneous daily use of 2 g of lysophospholipid and 3 g of saturated fatty acids has no significant effect on the performance of Holstein calves.

Keywords: Body weight, Dry matter, Feed, Performance, Treatment

How to Cite This Article: Poormirza, M., Mirzaei Aghjehgheshlagh, F., Asadi Alamout, A & Navidshad, B. (2025). The Effects of Lysophospholipid and Carnitine in Rations Containing Saturated Fatty Acids on the Performance and Health Status of Nursing Holstein Calves. *Res Anim Prod,* 16(3), 118-129. DOI: 10.61882/rap.2025.1495

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات لیزوفسفولیپید در جیره‌های حاوی اسیدهای چرب اشباع بر عملکرد و وضعیت سلامت گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

موحد پورمیرزا[۱]، فرزاد میرزائی آقجه قشلاق[۲]، علی اسدی الموتی[۳] و بهمن نویدشاد[۴]

۱- دانشجوی دکتری تغذیه نشخوارکنندگان، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، (نویسنده مسوول: f_mirzaei@uma.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۹ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۹
صفحه ۱۱۸ تا ۱۲۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: دستیابی به رشد و سلامتی مناسب در طی دوره پیش از شیرگیری هدف اصلی در پرورش گوساله است، درحالی‌که مرگ‌ومیر زیاد می‌تواند نسبت سود به زیان را کاهش دهد. سلامتی و رشد گوساله و همچنین ویژگی‌های عملکردی و عمر اقتصادی آن در آینده تحت تأثیر تغذیه شیر در دوره قبل از شیرگیری قرار می‌گیرد. به علت بالا بودن قیمت شیر و جایگزین آن، برنامه مدیریت تجاری گوساله بر محدودکردن مصرف شیر و جایگزین آن تمرکز کرده است. گوساله‌ها برای مصرف مواد گرانوله زیاد و قطع شیر زودتر تشویق می‌شوند، که پتانسیل ایجاد اسهال و سایر بیماری‌ها را کاهش می‌دهد. هر راهبردی که سبب کاهش مصرف خوراک مایع و افزایش مصرف استارتر شود، سبب کاهش هر یک از این موارد خواهد شد. چگونگی تغذیه گوساله‌ها قبل و بعد از شیرگیری یکی از مراحل بسیار مهم پرورش دام برای داشتن یک برنامه منظم و آینده‌نگر است. برنامه‌های تغذیه زودهنگام یا تغذیه فشرده که در آن بیشتر از شیر یا جایگزین شیر استفاده می‌شود، احتمالاً پتانسیل بهبود نرخ رشد و کاهش سن در اولین گوساله‌زایی را دارند. مصرف استارتر گوساله توسعه شکمبه را بهبود می‌دهد و سبب افزایش وزن در روزهای قبل از شیرگیری و همچنین کاهش افت وزن در روزهای بعد از شیرگیری می‌شود. با توجه به نقش و اهمیت لیزوفسفولیپید در متابولیسم چربی و مطالعات محدود در رابطه با اثرات متقابل این دو افزودنی، هدف از این آزمایش بررسی امکان افزایش قابلیت هضم چربی‌ها در روده گوساله‌های هلشتاین با استفاده از افزودن لیزوفسفولیپید است.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر با تعداد ۴۸ رأس گوساله با میانگین وزن تولد ۴ ± ۳۹/۹ کیلوگرم و میانگین سن ۱ ± ۳ روز در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و ۱۲ تکرار به‌مدت ۸۵ روز انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) تیمار شاهد، ۲) تیمار شاهد به‌همراه ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع، ۳) تیمار شاهد به‌همراه روزانه ۲ گرم لیزوفسفولیپید و ۴) تیمار شاهد به‌همراه روزانه ۲ گرم لیزوفسفولیپید + ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع بودند. لیزوفسفولیپید از ۶ تا ۴۰ روزگی در شیر و از ۴۱ تا ۸۵ روزگی در استارتر اضافه شد. گوساله‌ها درتمام طول آزمایش دسترسی آزاد به خوراک و آب داشتند. استارتر تا قبل از شیرگیری با ۷ درصد یونجه خشک خردشده و پس از شیرگیری با ۱۰ درصد یونجه خشک مخلوط و به گوساله‌ها عرضه شد. مصرف خوراک هر ۱۰ روز یک‌بار برای هر گوساله اندازه‌گیری شد. گوساله‌ها در ابتدای آزمایش و هر ۱۰ روز یک‌بار تا پایان طرح با استفاده از یک باسکول دیجیتالی وزن‌کشی شدند. اندازه‌گیری تمام پارامترها در کل طرح راس ساعت ۱۴:۰۰ انجام گرفت. متغیرهای رشد اسکلتی شامل دور سینه، عرض هیپ، ارتفاع هیپ، ارتفاع جدوگاه، و طول بدن گوساله‌ها در لحظه ورود به طرح و هر ۱۰ روز یک‌بار انجام شد. جهت اندازه‌گیری قابلیت‌هضم ظاهری مواد مغذی خوراک به روش جمع‌آوری کل مدفوع در هفته آخر قبل از شیرگیری و یک هفته مانده به اتمام طرح از طریق اتصال کیسه مخصوص جمع‌آوری مدفوع به گوساله نر، مقدار مدفوع دفعی مربوط به ۲۴ ساعت (به‌مدت ۳ روز جمع‌آوری مدفوع)، برای هر حیوان اندازه‌گیری شد. آنالیز آماری دادها با استفاده از مدل‌های مختلط و با لحاظ کردن اثر تیمار به‌عنوان اثر ثابت و وزن اولیه به‌عنوان متغیر کمکی (از وزن اولیه به‌عنوان متغیر کمکی برای آنالیز افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی استفاد شد) انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ استارتر مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده خوراک، مواد جامد مصرفی و همچنین ماده خشک مصرفی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تیمارهای آزمایشی از لحاظ وزن بدن در روز ۸۵ دارای تفاوت معنی‌دار بودند به‌طوری که بین تیمار حاوی ۳ درصد چربی اشباع دارای بالاترین وزن (۱۰۹/۲) و تیمار حاوی ۲ گرم لیزو فسفولیپید با کمترین وزن (۱۰۵/۳) به‌لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ قابلیت‌هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام و همچنین اسکورهای بیومتری شامل دور مچ، عرض هیپ، طول بدن، دور سینه، قد از جدوگاه و قد از کپل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: استفاده از اسید چرب اشباع به‌همراه لیزوفسفولیپید هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری روی عملکرد رشدی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تا سن ۸۵ روزگی نداشت. در کل نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهند که استفاده همزمان روزانه ۲ گرم لیزوفسفولیپید و ۳ درصد اسید چرب اشباع هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری روی عملکرد گوساله‌های شیرخوار هلشتاین ندارد.

واژه‌های کلیدی: تیمار، خوراک، وزن بدن، ماده خشک، عملکرد

مقدمه

مدیریت تغذیه در طول دوره قبل از شیرگیری می‌تواند اثرات کوتاه‌مدتی بر سلامت، میزان مرگ و میر، راندمان رشد و اقتصاد مزرعه و همچنین اثرات بلندمدت بر تولید شیر داشته باشد. بنا بر این، نشان داده شده است که بهبود نرخ رشد قبل از شیرگیری از طریق تغذیه شیر بیشتر یا تشویق به مصرف بیشتر کنسانتره استارتر می‌تواند اثرات بلندمدتی بر بهره‌وری تلیسه‌های جایگزین مزرعه داشته باشد (Gelsinger *et al.*, 2016). برعکس، اجرای برنامه‌های پرورشی تشدید یا تسریع‌شده برای گوساله‌های شیری می‌تواند هزینه‌های پرورش را به‌دلیل مصرف بالای شیر افزایش دهد که ممکن است بر سودآوری کلی مزرعه تأثیر منفی بگذارد. با این‌حال، گوساله‌ها تشویق شده‌اند که به‌جای خوراک مایع، خوراک جامد بیشتری را برای تحریک رشد دستگاه گوارش و کاهش احتمال ابتلا به اسهال و سایر بیماری‌ها مصرف کنند (Bach, 2012).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

رشد و توسعه ناکافی شکمبه در گوساله پیش‌نشخوارکننده مصرف خوراک و هضم اولیه را محدود می‌کند (Hill *et al*., 2015). بنابراین، استفاده از اقلام مواد مغذی همچون چربی در جیره‌های جامد یا مایع می‌تواند یک راهکار تغذیه‌ای موثر برای تأمین انرژی مورد نیاز گوساله در دماهای زیر تعادل حرارتی که در آن نیازهای انرژی گوساله افزایش می‌یابد باشد (Hill *et al*., 2015; Jaster *et al*., 1992). ویژگی‌های جیره استارتر و اقلام مواد مغذی هم‌چون چربی و پروتئین ارتباط زیادی با رشد مناسب شکمبه و از شیرگیری موفق دارد که در نهایت می‌تواند بر آینده تلیسه جایگزین و تولید شیر تأثیر داشته باشد (Gelsinger, 2016). از زمانی‌که مصرف خوراک خشک آغاز می‌شود رشد شکمبه نیز آغاز خواهد شد، در نتیجه، فراهم بودن و مصرف جیره آغازین پیش از شیرگیری اهمیت ویژه‌ای دارد. به‌طور کلی، افزایش مصرف چربی توسط گوساله سطوح انرژی بیشتری را برای مبارزه با عفونت‌ها فراهم می‌کند، استرس سرمایی را کاهش می‌دهد و در نتیجه از میزان مرگ و میر در طول دوره قبل از شیرگیری می‌کاهد (Urie *et al*., 2018). لیزوفسفولیپیدها باعث افزایش قدرت امولسیفه شدن چربی‌های موجود در جیره و همچنین باعث تسهیل در تشکیل شیلومیکرون‌ها و در نتیجه باعث افزایش قدرت هضم و جذب لیپیدها از قبیل اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی در روده کوچک می‌شوند (Zhang *et al*., 2011). استفاده از لیزوفسفولیپیدها می‌تواند استفاده از چربی در جیره را کاهش و قابلیت هضم و انرژی متابولیسمی چربی را افزایش دهد و جذب و انتقال مواد مغذی و چربی ها در بدن را تسریع بخشد (Zampiga *et al*., 2016).

استفاده از منابع چربی در خوراک جامد احتمالاً یک راهکار مناسب برای جلوگیری از کاهش در عملکرد رشدی و بهبود سلامت گوساله است. چربی‌ها جهت افزایش قابلیت هضم خوراک برای حیوانات با نیازهای تغذیه‌ای بالا ارائه می‌شوند. همچنین، چربی از اسیدوز شکمبه جلوگیری و جذب مواد مغذی محلول در چربی را تسهیل می‌کند و همچنین گرد و غبار را در طول اختلاط و جابجایی خوراک به حداقل می‌رساند (Perez *et al*., 2002; Manso *et al*., 2006). با این‌حال، در سطوح بالا، به‌دلیل سرکوب عملکرد شکمبه، چربی غیراشباع ممکن است قابلیت هضم فیبر (تا ۵۰ درصد) و مصرف خوراک در نشخوارکنندگان را کاهش دهد. همچنین نشان داده شده است که اسیدچرب اشباع روغن پالم از اثرات منفی بر قابلیت هضم فیبر جلوگیری می‌کند. محققین جهت جلوگیری از کاهش قابلیت هضم مواد مغذی در هنگام استفاده از روغن‌ها، امولسفایرهایی همچون لیزوفسفولیپیدها را پیشنهاد داده‌اند (Manso *et al*., 2006). لیزوفسفولیپیدها سورفاکتانت‌های طبیعی هستند که از هیدرولیز فسفولیپید توسط فسفولیپاز A_2 بدست می‌آیند (Jones, 1992). گزارش شده است که با استفاده از لیزوفسفولیپید در خوراک جوجه‌های گوشتی انرژی قابل سوخت و ساز افزایش می‌یابد (Melegy *et al*., 2010).

در مطالعه‌ی ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2022)، افزایش خطی در قابلیت هضم ماده خشک، چربی خام و پروتئین خام در گاوهای گوشتی با افزایش مکمل لیزوفسفولیپید در جیره مشاهده شد که با یافته‌های سانگ و همکاران (Song *et al*., 2015) مطابقت دارد که دریافتند مکمل لیزوفسفولیپید جیره (۰/۳ یا ۰/۵ درصد) قابلیت هضم ماده خشک را در گاوهای گوشتی افزایش داد. در مطالعه ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2022)، این فرضیه مطرح شد که قابلیت هضم چربی خام به‌دلیل اینکه لیزوفسفولیپید قادر به کاهش موثر اندازه گلبول‌های چربی و تشکیل میسل‌های کوچک‌تر در روده حیوانات است، بهبود یافته است، در نتیجه سطح بزرگ قطرات چربی را افزایش می‌دهد. لیپازهای لوزالمعده اثر برهم‌کنشی دارند تا اسیدهای چرب بیشتری ترکیب شوند (Haetinger *et al*., 2021). علاوه بر این، بهبود قابلیت هضم پروتئین خام را می‌توان به تغییر لیزوفسفولیپید در دو لایه لیپیدی غشاء و افزایش تعداد و اندازه منافذ غشایی نسبت داد، در نتیجه سیالیت غشاء و نفوذپذیری غشایی مواد مغذی را تغییر داد (Huo *et al*., 2019). با این‌حال، لیزوفسفولیپید در نشخوارکنندگان همیشه اثر یکسانی بر قابلیت هضم مواد مغذی ندارد. ۰/۰۵ درصد لیزوفسفولیپید (بر اساس ماده خشک) در جیره بره‌ها قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و ماده آلی را افزایش داد. آزمایش اخیری که توسط رییس و همکاران (Reis *et al*., 2021) انجام شد نشان داد که مکمل با لیزوفسفولیپیدها عملکرد رشد و راندمان خوراک را بدون تأثیر بر ماده خشک مصرفی گاوهای شیری بهبود بخشید. علاوه بر این، چن و همکاران (Chen *et al*., 2020) دریافتند که گاوهای تغذیه‌شده با جیره‌های خوراکی حاوی ۰/۱ درصد لسیتین، میانگین افزایش وزن بالاتری را در مقایسه با گروه شاهد نشان دادند. علاوه بر این، مکمل لیزوفسفولیپیدها در جیره بره بدون تأثیر بر مصرف خوراک، میانگین افزایش وزن روزانه را افزایش داد، که با یافته‌های گالو و همکاران (Gallo *et al*., 2019) مطابقت دارد. کیو و همکاران (Qiu *et al*., 2021) گزارش کردند که کولین، به‌عنوان یکی از اجزای اصلی لیزوفسفولیپیدها، غلظت بوتیرات را در کولون خوک‌های از شیر گرفته‌شده افزایش داد که با وزن بدن حیوانات همبستگی مثبت داشت. در مطالعه‌ای که توسط سانگ و همکاران (Song *et al*., 2015) انجام شد تلیسه‌های Hanwoo که با جیره‌ای با لیزوفسفولیپیدها (۰/۳ یا ۰/۵ درصد) تغذیه می‌شدند، عملکرد رشدی تغییری نشان نداد. این اختلاف را می‌توان تا حدی به محصولات مختلف لیزوفسفولیپیدها، منابع فسفولیپیدها، فرآیندهای هیدرولیز آنزیمی (فسفولیپاز) برای تولید لیزوفسفولیپیدها و نسبت لیزوفسفولیپیدها در محصول نسبت داد.

با توجه به نقش و اهمیت لیزوفسفولیپید در متابولیسم چربی و مطالعات محدود در رابطه با اثرات متقابل این دو افزودنی، هدف از این آزمایش بررسی امکان افزایش قابلیت هضم چربی‌ها در روده گوساله‌های هلشتاین با استفاده از افزودن لیزوفسفولیپید است. فرضیه این است که هضم چربی در نوزاد نشخوارکنندگان با افزودن امولسیفایرها به استارتر یا شیر بهبود می‌یابد.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شرکت کشاورزی و دامپروری تلیسه اصیل جهان ورامین و با استفاده از ۴۸ راس گوساله (۲۴ راس گوساله نر و ۲۴ راس گوساله ماده) در دامنه سنی ۱ ± ۳ و با میانگین وزن تولد ۴ ± ۳۹/۹ کیلوگرم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و ۱۲ تکرار به‌مدت ۸۵ روز در زمستان ۱۴۰۲ انجام شد. گوساله‌ها به‌صورت انفرادی نگهداری شدند. به‌نحوی که هر حیوان علاوه بر دریافت شیر، دسترسی آزاد به آب و جیره آغازین داشت. گوساله‌ها از بدو تولد تا ۳ روزگی به‌میزان ۱۰ درصد وزن بدن‌شان آغوز دریافت کردند. گوساله‌ها به‌مدت دو هفته بعد از ورود به طرح روزانه ۵/۵ لیتر شیر (روزانه دو بار)، به‌مدت ۴۰ روز به مقدار ۷/۵ لیتر شیر (روزانه دو بار)، و در یک هفته انتهایی نیز به‌مقدار ۳/۷۵ لیتر شیر (روزانه یک بار) دریافت کردند. گوساله‌ها در سن ۶۵ روزگی شیرگیری شدند (ملاک سن از شیرگیری رسیدن به دوبرابر وزن تولد بود). گوساله‌ها در آزمایش حاضر به‌صورت تصادفی در چهار تیمار تقسیم‌بندی شدند. تیمارهای آزمایشی در این آزمایش عبارت بودند از ۱) گروه شاهد، ۲) گروه شاهد به‌همراه ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع، ۳) گروه شاهد به‌همراه روزانه ۲ گرم لیزوفسفولیپید، و ۴) گروه شاهد به‌همراه روزانه ۲ گرم لیزوفسفولیپید + ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع.

لیزوفسفولیپید (شرکت آکوآلایزو) از ۶ تا ۴۰ روزگی در شیر و از ۴۱ تا ۸۰ روزگی به استارتر اضافه شد. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار NRC گاو شیری (NRC, 2001) و براساس احتیاجات غذایی یک گوساله ۴۱ کیلوگرمی و با توجه به ترکیب شیمیایی مواد خوراکی موجود تنظیم شدند. ترکیب شیمیایی مواد خوراکی (پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، خاکسترخام، کلسیم و فسفر) مورد استفاده در تنظیم جیره‌های آزمایشی در آزمایشگاه واحد توسعه و تحقیق شرکت کشاورزی و دامپروری چالتاسیان تعیین گردید. استارتر تا قبل از شیرگیری با ۷ درصد کاه ریز خردشده و پس از شیرگیری با ۱۰ درصد کاه ریزخردشده به گوساله عرضه شد.

جدول ۱- درصد خوراک تشکیل دهنده استارتر گوساله در تیمارهای ۱ و ۳

Table 1. ingredients compositions of calf starter diets in experimental treatments 1,3

استارتر به‌همراه چربی (Starter with fat)	استارتر شاهد (Starter- Control)	اجزای جیره (Ingredients)
41.00	44.00	ذرت (درصد) Corn (%)
18.00	18.00	جو (درصد) Barley (%)
28.00	28.00	کنجاله سویا (درصد) Soybean meal (%)
4.00	4.00	فول فت سویا (درصد) Full fat soy (%)
3.00	0.00	چربی خالص اشباع (درصد) Saturated fatty acid (%)
1.00	1.00	جوش شیرین (درصد) Sodium bicarbonate (%)
1.00	1.00	کربنات کلسیم (درصد) Calcium carbonate (%)
1.00	1.00	دی کلسیم فسفات (درصد) Dicalcium phosphate (%)
0.50	0.50	نمک (درصد) (Salt)
2.00	2.00	مکمل معدنی-ویتامینی[1] (درصد) Vitamins and minerals premix (%)
0.50	0.50	توکسی گارد (درصد) Toxy guard (%)
	Chemical Composition) ترکیب شیمیایی	
89.9	90.2	ماده خشک (درصد) Dry matter (%)
20.6	20.8	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)
4.6	1.9	عصاره اتری (درصد) Ether extract (%)
6.6	6.4	الیاف محلول در شوینده اسیدی (درصد) Acid Detergent Fiber (%)
20.9	22.1	الیاف محلول در شوینده خنثی (درصد) Nutral Detergent Fiber (%)
45.6	47.7	کربوهیدرات غیرالیافی (درصد) Non fiber carbohydrate (%)
8.30	7.50	خاکستر (درصد) Ash (%)
0.57	0.57	کلسیم (درصد) Calcium (%)
0.45	0.44	فسفر (درصد) Phosphorus (%)
3.15	3.15	انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) Metabolizable energy (Mcal/kgDM)

[1] مکمل ویتامینه و معدنی شامل: ۳۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱.۵ واحد بین‌المللی آنتی‌اکسیدانت، ۶۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منگنز، ۶۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن، ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس، ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ید، ۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کبالت، ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم

[1]Supplied 300000 IU vitamin A, 100000 IU vitamin D3, 3000 IU vitamin E, 1.5 IU antioxidant, 6000 mg/kg Zn, 5000 mg/kg Mn, 6000 mg/kg Fe, 2000 mg/kg Cu, 40 mg/kg I, 60 mg/kg Co and 30 mg/kg Se.

جهت اندازه‌گیری مصرف خوراک هر ۱۰ روز یک‌بار برای هر گوساله، یک سطل خوراک تازه به‌همراه یک نایلون برای جمع‌آوری پسماند تعبیه شد. هر روز صبح، یک ساعت پس از تغذیه شیر وعده صبح، ابتدا خوراک روز قبل جمع‌آوری و خوراک تازه در اختیار گوساله قرار گرفت و در کل دوره‌ی آزمایش ۸ بار برای هر گوساله انجام شد. خوراک مصرفی از طریق تفاضل میزان خوراک باقیمانده از خوراک ریخته‌شده (براساس ماده خشک) برای هر گوساله در طی ۲۴ ساعت تعیین شد (Hill *et al*., 2009). گوساله‌ها در ابتدای آزمایش و هر ۱۰ روز یک‌بار تا پایان طرح با استفاده از یک باسکول دیجیتالی

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

وزن‌کشی شدند. اندازه‌گیری تمام متغیرها در کل طرح راس ساعت ۱۴:۰۰ انجام گرفت.

اندازه‌گیری وزن بدن و شاخص‌های رشد اسکلتی یا بیومتری دام‌ها بر اساس روش خان و همکاران (Khan *et al*., 2016) انجام شد. پارامترهای رشد اسکلتی شامل دور سینه، عرض هیپ، ارتفاع هیپ، ارتفاع جدوگاه، و طول بدن گوساله‌ها لحظه ورود به طرح و هر ۱۰ روز یک‌بار انجام شد. جهت اندازه‌گیری قابلیت‌هضم ظاهری مواد مغذی خوراک به‌روش جمع‌آوری کل مدفوع (Gallo *et al*.,2019; Gelsinger *et al.,* 2016)، در هفته آخر قبل از شیرگیری و یک هفته مانده به اتمام طرح از طریق اتصال کیسه مخصوص جمع‌آوری مدفوع به گوساله نر، مقدار مدفوع دفعی مربوط به ۲۴ ساعت (به‌مدت ۳ روز جمع‌آوری مدفوع) برای هر حیوان اندازه‌گیری شد. مدفوع هر روز در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در پایان آزمایش قابلیت هضم مواد مغذی، مدفوع هر حیوان با هم مخلوط و یک نمونه از مدفوع هر دام برای تعیین میزان ماده خشک، خاکستر خام، پروتئین خام، چربی خام و ماده آلی به آزمایشگاه تحقیق و توسعه شرکت چالتاسیان ارسال شد.

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از مدل‌های مختلط (Mixed) نرم‌افزار آماری SAS (نسخه۹.۱، ۲۰۰۳) و با لحاظکردن اثر تیمار به‌عنوان اثر ثابت و وزن اولیه به‌عنوان متغیر کمکی (از وزن اولیه به‌عنوان متغیر کمکی برای آنالیز افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی استفاد شد) انجام شد. در پژوهش حاضر، اثر متغیر کمکی از نظر آماری معنی‌دار نبود و از مدل تجزیه آماری حذف گردید. سطح معنی‌داری نتایج ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. نتایج به‌صورت میانگین هر فراسنجه همراه با خطای استاندارد میانگین‌ها گزارش شده است.

مدل آماری طرح پایه به‌صورت ذیل بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

j: متغیر اندازه‌گیری‌شده (هر مشاهده)؛ μ: میانگین کل مشاهدات؛ Ti: اثر تیمار؛ eij: خطای آزمایش

نتایج و بحث

مصرف استارتر گوساله، ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک مصرفی در جدول ۲ گزارش شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که استارتر مصرفی گوساله تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی طی تمام دوره‌های آزمایشی قرار نگرفت. مصرف جیره‌های آزمایشی روی کل ماده خشک مصرفی و مواد جامد شیر مصرفی در همه دوره‌های آزمایشی تأثیر معنی‌داری نداشت. از نظر میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک نیز در کل دوره آزمایشی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. رییس و همکاران (Reis *et al*., 2021) دریافتند که گنجاندن لیزوفسفولیپیدها به‌عنوان افزودنی خوراکی در جایگزین شیر با دوز ۴ گرم در روز، میانگین افزایش روزانه و بازده خوراک را بهبود داد که مغایر با نتایج آزمایش حاضر است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش رییس و همکاران (Reis *et al*., 2021) بر روی گاو شیری و گالو و همکاران (Gallo *et al*., 2019) روی بره، مصرف لیزوفسفولیپید باعث بهبود بازده خوراک و عملکرد رشد گردید. همچنین محققین نشان دادند که استفاده از مکمل چربی سبب افزایش مصرف استارتر نسبت به گروه شاهد گردید (Mohtashami *et al*., 2021).

براتیگان و همکاران (Brautigan *et al*., 2017) دریافتند که لیزوفسفولیپیدها به‌دلیل خاصیت امولسیون‌کنندگی و تنظیم مثبت بیان ژن‌های مختلف مانند GAS_6 و $RAMP_2$ در اپیتلیوم روده، جذب چربی در جیره غذایی را افزایش دادند. با این حال، تحقیقات در مورد اثرات لیزوفسفولیپیدها در نشخوارکنندگان محدود است. به‌عنوان افزودنی‌های خوراک برای گاوهای شیری (Reis *et al*., 2021) و بره (Gallo *et al*., 2019)، لیزوفسفولیپیدها بازده خوراک و عملکرد رشد را بهبود بخشیدند.

آزادشهرکی و همکاران (Azad-Shahraki *et al*., 2019) اثر مکمل اسیدپالمتیک را روی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بررسی کردند و نشان دادند که مصرف استارتر گوساله و نرخ رشد تحت تأثیر مصرف چربی قرار نگرفت. این محققین گزارش کردند که مصرف پالمتیک اسید در استارتر اثر مفیدی روی عملکرد گوساله‌های قبل از شیرگیری نداشت. در آزمایش دیگری، اثر چربی روی عملکرد رشد، قابیلت هضم و متابولیت‌های خونی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بررسی شد و نتایج نشان داد که هیچ تفاوتی در مصرف استارتر و وزن بدن در بین تیمارهای آزمایشی تا ۴۷ روزگی وجود نداشت.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایشی روی مصرف استارتر، ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

Table 2. Effects of experimental treatments on starter intake, dry matter intake, average daily gain, and feed efficiency of holstein calves

P-value	SEM	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments				متغیر Variable
		LFCO	LCO	FCO	CO	
						مصرف استارتر بر حسب ماده خشک Calf starter intake, g/d
0.18	24.07	258.7	269.1	294.6	328.5	۵-۶۵ روزگی، (گرم) 5-65 days, (gr)
0.44	99.68	2346	2290	2259	2474	۶۵-۸۵ روزگی، (گرم) 65-85 days, (gr)
0.27	36.95	780.6	774.4	785.8	864.9	۵-۸۵ روزگی، (گرم) 5-85 days, (gr)
						افزایش وزن روزانه، گرم در روز Daily weight gain, g/d
0.25	27.33	646.1	634.1	692.0	616.7	۵-۶۵ روزگی، (گرم) 5-65 days, (gr)
0.54	22.77	817.8	806.7	846.8	804.7	۶۵-۸۵ روزگی، (گرم) 65-85 days, (gr)
0.24	24.29	689.0	677.2	730.7	663.7	۵-۸۵ روزگی، (گرم) 5-85 days, (gr)
						بازده خوراک Feed efficiency
0.24	0.02	0.532	0.516	0.564	0.488	۵-۶۵ روزگی، (گرم) 5-65 days, (gr)
0.15	0.01	0.367	0.367	0.382	0.31	۶۵-۸۵ روزگی، (گرم) 65-85 days, (gr)
0.15	0.02	0.491	0.478	0.518	0.449	۵-۸۵ روزگی، (گرم) 5-85 days, (gr)
						مواد جامد شیر مصرفی Milk solids
0.07	6.92	981.7	976.7	972.7	956.6	۵-۶۵ روزگی، (گرم) 5-65 days, (gr)
						ماده خشک مصرفی کل Total dry matter intake
0.47	289	2040	1519	1976	1582	۵-۶۵ روزگی، (گرم) 5-65 days, (gr)
0.45	264	1028	614.6	1043	594.8	۶۵-۸۵ روزگی، (گرم) 65-85 days, (gr)
0.47	282	1787	1293	1743	1336	۵-۸۵ روزگی، (گرم) 5-85 days, (gr)

حروف غیرمشترک در هر ردیف معنی‌داری را نشان می‌دهند.

[1]تیمارها شامل ۱) شاهد: استارتر گوساله بدون مکمل، ۲) تیمار شاهد به‌همراه ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع، ۳) تیمار شاهد به‌همراه روزانه دو گرم لیزوفسفولیپید و ۴) تیمار شاهد به‌همراه روزانه ۲ گرم لیزوفسفولیپید + ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع.

Means with different superscripts within a row differ significantly ($P < 0.05$).

1Treatments included 1) control: calf starter without supplementation, 2) control treatment plus 3% fat rich in saturated fatty acids, 3) control treatment plus 2 g of lysophospholipids daily, and 4) control treatment plus 2 g of lysophospholipids daily + 3% fat rich in saturated fatty acids.

نتایج وزن بدن و نمره‌های وضعیت رشد بدنی گوساله‌های آزمایشی (جدول ۳) نشان دادند که وزن بدن در روز ۸۵ آزمایش برای تیمار حاوی اسید چرب اشباع نسبت به تیمار حاوی لیزوفسفولیپید بیشتر بود و بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ دور مچ، عرض هیپ، طول بدن، دور سینه و قد از جدوگاه و کپل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که همراستا با مطالعه محتشمی و همکاران (Mohtashami *et al*., 2023) است.

کیو و همکاران (Qiu *et al*., 2021) گزارش کردند که کولین، به‌عنوان یکی از اجزای اصلی لیزوفسفولیپیدها، غلظت بوتیرات را در کولون خوک‌های از شیر گرفته‌شده افزایش داد که با وزن بدن حیوانات همبستگی مثبت داشت. با بررسی اثرات مکمل چربی در گوساله‌های شیرخوار بیان گردید که افزودن چربی به جیره سبب افزایش طول بدن و عرض سینه شد (Ahmadian *et al*., 2018). همچنین، عرض کپل گوساله‌های تغذیه‌شده با جایگزین شیر مکمل‌شده با چربی نسبت به گوساله‌های تغذیه‌شده با جایگزین شیر بدون مکمل چربی تمایل به افزایش داشت (Hill *et al*., 2011a). با بررسی اثرات مکمل‌های چربی متفاوت در گوساله‌های شیرخوار گزارش کردند که طول بدن، عرض و ارتفاع کپل و ارتفاع جدوگاه تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت (Ghasemi *et al*., 2016). مطالعات نشان دادند که مکمل چربی دارای اثرات مثبت (Hill *et al*., 2007 a,b) و بدون اثر معنی‌دار (Ballou & DePeters. 2008) و حتی اثرات منفی (Fokkink *et al*., 2009) روی رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

جدول ۳- اثر تیمارهای آزمایشی روی وزن بدن و نمره وضعیت رشد بدنی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

Table 3. Effects of experimental treatments on body weight and biometry scores of Holstein calves

P-value	SEM	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments				متغیر Variable
		LFCO	LCO	FCO	CO	
						وزن بدن، کیلوگرم Body weight, kg
0.25	0.90	39.10	40.63	38.31	40.26	۵ روزگی، (کیلوگرم) Day 5, (cm)
0.09	1.22	85.75	86.74	87.71	84.79	۶۵ روزگی، (کیلوگرم) Day 65, (cm)
0.02	1.74	106.1[ab]	105.3[b]	109.2[a]	106.1[ab]	۸۵ روزگی، (کیلوگرم) Day 85, (cm)
						دور مچ، سانتی‌متر Around the wrist, cm
0.823	0.32	16.40	16.21	16.40	16.32	۵-۶۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-65 days, (cm)
0.861	0.41	18.03	18.33	1825	18.41	۶۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 65-85 days, (cm)
0.950	0.34	17.00	16.90	17.00	16.91	۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-85 days, (cm)
						عرض هیپ، سانتی متر hip width, cm
0.522	0.50	20.00	20.40	20.11	20.31	۵-۶۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-65 days, (cm)
0.195	0.530	24.40	24.50	24.30	23.90	۶۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 65-85 days, (cm)
0.568	0.46	21.40	21.80	21.41	21.50	۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-85 days, (cm)
						طول بدن، سانتی متر Body length, cm
0.950	5.52	88.50	88.90	88.31	88.61	۵-۶۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-65 days, (cm)
0.722	11.94	106.10	105.00	104.70	104.70	۶۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 65-85 days, (cm)
0.976	6.43	94.00	93.90	93.50	93.80	۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-85 days, (cm)
						دور سینه، سانتی‌متر Chest, cm
0.090	3.17	65.90	67.20	65.40	66.50	۵-۶۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-65 days, (cm)
0.081	4.91	78.80	79.10	76.50	78.50	۶۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 65-85 days, (cm)
0.071	3.35	69.60	70.90	69.80	70.40	۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-85 days, (cm)
						قد از جدوگاه، سانتی‌متر Height from the junction, cm
0.954	4.36	82.54	8260	82.51	82.90	۵-۶۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-65 days
0.286	6.29	92.47	98.90	91.74	90.50	۶۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 65-85 days, (cm)
0.958	4.69	85.60	85.61	85.30	85.34	۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-85 days, (cm)
						قد از کپل Rump height, cm
0.853	4.41	84.40	84.60	84.51	85.10	۵-۶۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-65 days, (cm)
0.440	6.46	94.50	94.30	93.90	92.91	۶۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 65-85 days, (cm)
0.986	4.83	87.50	87.60	87.36	87.51	۵-۸۵ روزگی، (سانتی‌متر) 5-85 days, (cm)

حروف غیرمشترک در هر ردیف معنی‌داری را نشان می‌دهند.

[۱]تیمارها شامل ۱) شاهد: استارتر گوساله بدون مکمل، ۲) تیمار شاهد به‌همراه ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع، ۳) تیمار شاهد به‌همراه روزانه دو گرم لیزوفسفولیپید و ۴) تیمار شاهد به‌همراه روزانه ۲ گرم لیزوفسفولیپید + ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع.

Means with different superscripts within a row differ significantly ($P < 0.05$).

1Treatments included 1) control: calf starter without supplementation, 2) control treatment plus 3% fat rich in saturated fatty acids, 3) control treatment plus 2 g of lysophospholipids daily, and 4) control treatment plus 2 g of lysophospholipids daily + 3% fat rich in saturated fatty acids.

نتایج مربوط به قابلیت هضم مواد مغذی در جدول ۴ گزارش شده‌اند. قابلیت هضم مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

در تحقیقی، راجو و همکاران (Raju *et al*., 2011) نشان دادند که با استفاده از لیزولستین موجود در سبوس برنج، قابلیت هضم چربی جیره جوجه‌های گوشتی افزایش یافت. همچنین، با استفاده از لیزولستین سویا موجود در روغن سویا، چربی گوسفند و چربی طیور، قابلیت هضم اسیدهای چرب در جوجه‌های گوشتی افزایش یافت (Zhang *et al*., 2011). در مطالعه‌ای (Qin Huo *et al*., 2019) که بر روی بره‌های پرواری انجام شد، مصرف ۰/۵ گرم در کیلوگرم جیره بره‌ها

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

باعث افزایش جزئی رشد شد. همچنین قابلیت هضم خوراک، پارامترهای تخمیر شکمبه و جمعیت باکتریایی شکمبه تغییر یافت که ممکن است با کاهش هضم فیبر همراه باشد. در مقایسه با گروه شاهد مصرف ۰/۰۵ درصد لیپوفسفولیپید بر اساس ماده خشک موجب افزایش قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و مواد آلی و کاهش قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی شد. در مطالعه ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2022)، افزایش خطی در قابلیت هضم ماده خشک، چربی خام و پروتئین خام در گاوهای گوشتی با افزایش مکمل لیزوفسفولیپید در جیره مشاهده شد که با یافته‌های سانگ و همکاران (Song *et al*., 2015) مطابقت دارد. این محققین دریافتند که مکمل لیزوفسفولیپید جیره (۰/۳ یا ۰/۵ درصد) قابلیت هضم ماده خشک را در گاوهای گوشتی افزایش داد. در مطالعه ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2022)، این فرض مطرح شد که قابلیت هضم چربی خام به‌دلیل اینکه لیزوفسفولیپید قادر به کاهش موثر اندازه گلبول‌های چربی و تشکیل میسل‌های کوچک‌تر در روده حیوانات است، بهبود یافت، در نتیجه سطح بزرگ قطرات چربی را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، مطالعات گزارش کرده‌اند که فسفولیپیدها (منبع لیزوفسفولیپیدها) در شکمبه می‌توانند از تخریب میکروبی فرار کنند و امولسیون‌شدن را در روده کوچک افزایش دهند (Lee *et al*., 2019). لیزولسیتین یک امولسیفایر ضد التهابی است که با بهبود هضم ظاهری چربی کل جیره و بهبود کارایی خوراک در گاوهای شیری مرتبط است. با این حال، این که آیا لیزولسیتین عملکرد را در گوساله ها بهبود می‌بخشد یا خیر مشخص نیست. علاوه بر این، از آنجایی که بسیاری از جایگزین‌های شیر معمولی از چربی‌های گیاهی (مانند روغن پالم) استفاده می‌کنند، جذب مواد مغذی و امتیاز مدفوع ممکن است در گوساله‌های نوزادی تحت‌تاثیر قرار گیرد. در مقایسه با گروه شاهد، مصرف ۰/۰۵ درصد لیپوفسفولیپید بر اساس ماده خشک موجب افزایش قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و مواد آلی و کاهش قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، و همچنین منجر به کاهش غلظت لیپاز در سرم شد که ممکن است باعث افزایش رسوب چربی در ماهیچه‌ها و در نتیجه افزایش کیفیت گوشت شود. لیزوفسفولیپیدها به‌دلیل خاصیت آمفی‌پاتیک و توانایی تشکیل میسل به هضم چربی کمک می‌کنند. لیزوفسفولیپیدهایی که دارای خاصیت آبدوست و لیپوفیل هستند وقتی با آب و چربی مخلوط می‌شوند به‌عنوان بیوسورفکتانت عمل می‌کنند، گلبول‌های چربی را پراکنده می‌کنند، تعامل با لیپاز را آسان می‌کنند و لیزوفسفولیپیدها به‌طور خودبه‌خود میسل‌ها و لیپوزوم‌ها را تشکیل می‌دهند که بعد از ترکیب میسل و لیپوزوم‌ها در غشای روده، می‌توانند محتویات آنها را در خون آزاد کنند و جذب مواد مغذی محلول در چربی و مواد مغذی محلول در آب را افزایش دهند (Melegy *et al*., 2010). در مطالعه‌ای که توسط فروزنده و همکاران (Foroozandeh *et al*., 2014) روی اثر مکمل چربی بر عملکرد رشدی و قابلیت هضم خوراک بره افشاری انجام گرفت مشاهده گردید که نوع چربی مصرف خوراک را تحت تأثیر قرار نداد اما گوساله‌هایی که چربی غیراشباع سویا را دریافت کردند قابلیت هضم بالاتری را برای ماده خشک و چربی داشتند.

جدول ۴- اثر تیمارهای آزمایشی روی قابلیت هضم مواد مغذی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

Table 4. Effects of experimental treatments on nutrient digestability of Holstein calves

P-value	SEM	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments				متغیر Variable
		LFCO	LCO	FCO	CO	
						قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility
0.362	1.22	85.00	85.90	85.90	83.20	یک هفته پیش از شیرگیری (درصد) A week before weaning (%)
0.613	0.60	86.50	87.20	86.62	87.00	یک هفته پس از شیرگیری A week after weaning (%)
						قابلیت هضم ماده آلی Organic matter digestibility
0.389	1.14	85.30	86.10	86.20	83.70	یک هفته پیش از شیرگیری (درصد) A week before weaning (%)
0.577	0.55	86.50	87.40	87.80	87.20	یک هفته پس از شیرگیری (درصد) A week after weaning (%)
						قابلیت هضم پروتئین خام Crude protein digestibility
0.30	2.57	81.84	81.70	87.92	81.79	یک هفته پیش از شیرگیری (درصد) A week before weaning (%)
0.25	2.36	87.94	90.48	83.16	86.86	یک هفته پس از شیرگیری (درصد) A week after weaning (%)
						قابلیت هضم چربی خام Crude fat digestibility
0.07	1.60	53.70	54.80	52.60	52.00	یک هفته پیش از شیرگیری (درصد) A week before weaning (%)
0.227	1.41	55.80	57.20	57.80	53.80	یک هفته پس از شیرگیری (درصد) A week after weaning (%)

حروف غیرمشترک در هر ردیف معنی‌داری را نشان می‌دهند.

[1]تیمارها شامل ۱) شاهد: استارتر گوساله بدون مکمل، ۲) تیمار شاهد به‌همراه ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع، ۳) تیمار شاهد به‌همراه روزانه ۲ گرم لیزوفسفولیپید و ۴) تیمار شاهد به‌همراه روزانه ۲ گرم لیزوفسفولیپید + ۳ درصد چربی غنی از اسیدهای چرب اشباع.

Means with different superscripts within a row differ significantly ($P < 0.05$).

1Treatments included 1) control: calf starter without supplementation, 2) control treatment plus 3% fat rich in saturated fatty acids, 3) control treatment plus 2 g of lysophospholipids daily, and 4) control treatment plus 2 g of lysophospholipids daily + 3% fat rich in saturated fatty acids.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

نتیجه‌گیری کلی

در کل، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از اسیدهای چرب اشباع و لیزوفسفولیپید در جیره گوساله های شیرخوار هلشتاین اثرات معنی‌دار و مثبتی روی عملکرد رشدی آنها تا سن ۸۵ روزگی نداشت. یافته‌های متفاوت ارائه‌شده توسط محققین می‌تواند نتیجه شرایط متفاوت پژوهش از قبیل میزان استفاده‌شده از ماده مکمل مورد نظر، سن گوساله‌ها و همچنین مکان و شرایط اجرا باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، پیشنهاد می‌شود که در صورت استفاده همزمان از چربی و لیزوفسفولیپید، سطوح و منابع متفاوتی در نظر گرفته شوند زیرا در مطالعه حاضر استفاده همزمان از ۲ گرم لیزوفسفولیپید و ۳ درصد اسیدچرب اشباع تاثیر معنی‌داری روی عملکرد گوساله‌های شیرخوار هلشتاین ندارد.

References

Ahmadiyan, A., Fatahnia, F., Taasoli, G., Akbari Graee, M., & Kazemi Bonchenari, M. (2018). Effect of fat supplementation (Ca-salts) in starter diets differed in rumen undegradable protein levels on performance, growth and blood metabolites of Holstein calves. *Iranian Journal of Animal Science,* 49(1), 133-143. Doi: 10.22059/IJAS.2018.252471.653617. [In Persian]

Azad-Shahraki, M., Khani, M., Ahmadi, F., Ariana, M., & Beiranvand, H. (2019). Palmitic acid supplementation does not improve performance of pre-ruminant calves. *Animal Feed Science and Technology,* 255, 114220. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2019.114220.

Bach, A. (2012). Ruminant Nutrition Symposium: Optimizing Performance of the Offspring: nourishing and managing the dam and postnatal calf for optimal lactation, reproduction, and immunity. *Journal of Animal Science,* 90(6), 1835-1845. Doi: 10.2527/jas.2011-4516. Epub 2011 Sep 16.

Ballou, M. A., & DePeters, E. J. (2008). Supplementing milk replacer with omega-3 fatty acids from fish oil on immunocompetence and health of Jersey calves. *Journal of Dairy Science,* 91(9), 3488-3500. Doi.org/10.3168/jds.2008-1017.

Brautigan, D. L., Li, R., Kubicka, E., Turner, S. D., Garcia, J. S., Weintraut, M. L., & Wong, E. A. (2017). Lysolecithin as feed additive enhances collagen expression and villus length in the jejunum of broiler chickens. *Poultry Science,* 96(8), 2889-2898. Doi.org/10.3382/ps/pex078.

Chen, G. J., Zhang, R., Wu, J. H., Shang, Y. S., Li, X. D., Qiong, M. & Xiong, X. Q. (2020). Effects of soybean lecithin supplementation on growth performance, serum metabolites, ruminal fermentation and microbial flora of beef steers. *Livestock Science,* 240, 104121. Doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104121.

Fokkink, W. B., Hill, T. M., Bateman II, H. G., Aldrich, J. M., & Schlotterbeck, R. L. (2009). Selenium yeast for dairy calf feeds. *Animal Feed Science and Technology,* 153(3-4), 228-235. Doi:10.1016/j.anifeedsci.2009.06.015.

Foroozandeh, A. D., Amini, H. R., Ghalamkari, G. R., Shahzeydi, M., & Nasrollahi, S. M. (2014). The effect of fat type and L-carnitine administration on growth, feed digestibility and blood metabolites of growing Afshari lambs. *Livestock Science,* 164, 67-71. Doi: 10.1016/j.livsci.2014.03.019.

Gallo, S. B., Brochado, T., Brochine, L., Passareli, D., Costa, S. F., Bueno, I. D. S. & Tedeschi, L. O. (2019). Effect of biosurfactant added in two different oil source diets on lamb performance and ruminal and blood parameters. *Livestock Science,* 226, 66-72. Doi:10.1016/j.livsci.2019.06.006.

Gelsinger, S. L., Heinrichs, A. J., & Jones, C. M. (2016). A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science,* 99(8), 6206-6214. Doi: 10.3168/jds.2015-10744. Epub 2016 May 18.

Ghasemi, E., Azad-Shahraki, M., & Khorvash, M. (2017). Effect of different fat supplements on performance of dairy calves during cold season. *Journal of Dairy Science,* 100(7), 5319-5328. Doi: 10.3168/jds.2016-11827. Epub 2017 May 10.

Haetinger, V. S., Dalmoro, Y. K., Godoy, G. L., Lang, M. B., De Souza, O. F., Aristimunha, P., & Stefanello, C. (2021). Optimizing cost, growth performance, and nutrient absorption with a bio-emulsifier based on lysophospholipids for broiler chickens. *Poultry Science,* 100(4), 101025. Doi: 10.1016/j.psj.2021.101025

Hill, T. M., Aldrich, J. M., Schlotterbeck, R. L., & Bateman Ii, H. G. (2007a). Amino acids, fatty acids, and fat sources for calf milk replacers. *The Professional Animal Scientist,* 23(4), 401-408. Doi: 10.15232/S1080-7446(15)30995-5.

Hill, T. M., Aldrich, J. M., Schlotterbeck, R. L., & Bateman II, H. G. (2007b). Effects of changing the fat and fatty acid composition of milk replacers fed to neonatal calves. *The Professional Animal Scientist,* 23(2), 135-143. Doi:10.15232/S1080-7446(15)30953-0.

Hill, T. M., Bateman Ii, H. G., Aldrich, J. M., & Schlotterbeck, R. L. (2009). Effects of fat concentration of a high-protein milk replacer on calf performance. *Journal of Dairy Science,* 92(10), 5147-5153. Doi.org/10.3168/jds.2009-2245.

Hill, T. M., Bateman II, H. G., Aldrich, J. M., & Schlotterbeck, R. L. (2011). Effect of various fatty acids on dairy calf performance. *The Professional Animal Scientist,* 27(3), 167-175. Doi: 10.15232/S1080-7446(15)30470-8.

Hill, T. M., Bateman II, H. G., Aldrich, J. M., Quigley, J. D., & Schlotterbeck, R. L. (2015). Inclusion of tallow and soybean oil to calf starters fed to dairy calves from birth to four months of age on calf performance and digestion. *Journal of Dairy Science,* 98(7), 4882-4888. Doi.org/10.3168/jds.2015-

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

9376.
Huang, J., Yang, D. D. & Wang, T. (2007). Effects of replac-ing soy-oil with soy-lecithin on growth performance, nutrient utilization and serum parameters of broilers fed corn-based diets. *Asian-Australasian Journal Animal Science,* 20, 1880–1886. doi: 10.5713/AJAS.2007.1880.
Huo, Q., Li, B., Cheng, L., Wu, T., You, P., Shen, S., & Sun, X. (2019). Dietary supplementation of lysophospholipids affects feed digestion in lambs. *Animals,* 9(10), 805. Doi: 10.3390/ani9100805.
Jaster, E. H., McCoy, G. C., Spanski, N., & Tomkins, T. (1992). Effect of extra energy as fat or milk replacer solids in diets of young dairy calves on growth during cold weather. *Journal of dairy science,* 75(9), 2524-2531. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302 (92)78014-X.
Jones, D. B., Hancock, J. D., Harmon, D. L., & Walker, C. E. (1992). Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids, and growth performance in weanling pigs. *Journal of Animal Science,* 70(11), 3473-3482. Doi: 10.2527/1992.70113473x.
Kadkhoday, A., Riasi, A., Alikhani, M., Dehghan-Banadaky, M., & Kowsar, R. (2017). Effects of fat sources and dietary C18: 2 to C18: 3 fatty acids ratio on growth performance, ruminal fermentation and some blood components of Holstein calves. *Livestock Science,* 204, 71-77. Doi: 10.1016/j.livsci.2017.08.012.
Khan, M. A., Bach, A., Weary, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2016). Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science,* 99(2), 885-902. Doi: 10.3168/jds.2015-9975.
Lee, C., Morris, D. L., Copelin, J. E., Hettick, J. M., & 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(4), 3110-3120. Doi: 10.3168/jds.2018-15777.
Manso, T., Castro, T., Mantecón, A. R., & Jimeno, V. (2006). Effects of palm oil and calcium soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility, performance and chemical body composition of lambs. *Animal Feed Science and Technology,* 127(3-4), 175-186. Doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.08.013.
Melegy, T., Khaled, N. F., El-Bana, R., & Abdellatif, H. (2010). Dietary fortification of a natural biosurfactant, lysolecithin in broiler. *African Journal of Agricultural Research,* 5(21), 2886-2892. Doi: 10.5897/AJAR.9000172.
Mohtashami, B., & Behrouzyar, H. K. (2023). Effect of omega-3 and omega-6 fatty acid on growth performance, blood metabolites and health indicators of weaning Holstein calves. *Research on Animal Production,* 14(39), 56-6. Doi: 10.61186/rap.14.39.56. [In Persian]
Mohtashami, B., khalilvandi-behroozyar, H., Pirmohammadi, R., Dehgan Bonadaki, M., Dirandeh, E., & kazemi bonchenari, M. (2021). Effect of Bioactive Fatty Acids on Growth Performance of Milk-Fed Holstein Dairy Calves Under Cold Stress. *Research on Animal Production,* 12(33), 65-73. Doi:10.52547/rap.12.33.65 [In Persian]
National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. National Academies Press.
Qiu, Y., Liu, S., Hou, L., Li, K., Wang, L., Gao, K., & Jiang, Z. (2021). Supplemental choline modulates growth performance and gut inflammation by altering the gut microbiota and lipid metabolism in weaned piglets. *The Journal of Nutrition,* 151(1), 20-29. Doi: 10.1093/jn/nxaa331.
Raju, M. V. L. N., Rao, S. R., Chakrabarti, P. P., Rao, B. V. S. K., Panda, A. K., Devi, B. P., & Prasad, R. B. N. (2011). Rice bran lysolecithin as a source of energy in broiler chicken diet. *British Poultry Science,* 52(6), 769-774. Doi: 10.1080/00071668.2011.640929.
Reis, M. E., Toledo, A. F. D., da Silva, A. P., Poczynek, M., Fioruci, E. A., Cantor, M. C., & Bittar, C. M. M. (2021). Supplementation of lysolecithin in milk replacer for Holstein dairy calves: Effects on growth performance, health, and metabolites. *Journal of Dairy Science,* 104(5), 5457-5466. Doi: 10.3168/jds.2020-19406.
Song, W. S., Yang, J., Hwang, I. H., Cho, S., & Choi, N. J. (2015). Effect of Dietary Lysophospholipid (LIPIDOL™) Supplementation on the Improvement of Forage Usage and Growth Performance in Hanwoo Heifer. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science,* 35(3), 232-237. Doi: 10.5333/KGFS.2015.35.3.232.
Urie, N., Lombard, J., Shivley, C., Kopral, C., Adams, A., Earleywine, T., Olson, J., & Garry, F. (2018). Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science,* 101(10), 9229-9244. Doi: 10.3168/jds.2017-14019.
Zampiga, M., Meluzzi, A., & Sirri, F. (2016). Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science,* 15(3), 521-528. Doi: 10.1080/1828051X.2016.1192965
Zhang, B., Haitao, L., Zhao, D., Guo, Y., & Barri, A. (2011). Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. *Animal Feed Science and Technology,* 163(2-4), 177-184. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2010.10.004.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]

Zhang, M., Bai, H., Zhao, Y., Wang, R., Li, G., Zhang, Y., & Jiao, P. (2022). Effects of supplementation with lysophospholipids on performance, nutrient digestibility, and bacterial communities of beef cattle. *Frontiers in Veterinary Science,* 9, 927369. Doi: 10.3389/fvets.2022.927369.

Zhao, P. Y., Li, H. L., Hossain, M. M., & Kim, I. H. (2015). Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology,* 207, 190-195. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.06.007.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1495]