Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

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

The effect of different levels of whey powder on growth performances traits, apparent digestibility of nutrients, carcass quality, and serum parameters of fattening male crossed Zell lambs

Mohammad Hasanpour[1], Yadollah Chshnidel[2*], Asadolah Teymouri Yanesari[2], Zarbakht Ansari Pirsarei[2]

[1]PhD student in Animal Nutrition, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

[2]Faculty member of Department of Animal Sciences, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Email: ychashnidel2002@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 02/20/2022
Revised: 03/01/2023
Accepted: 03/02/2023

Keywords:
Fattening lambs
Whey powder
Nutrient digestibility
Growth performance
Blood parameters

ABSTRACT

Background and Objectives: The use of dairy by-products as alternative feed sources is very important in order to reduce the costs of raising livestock. Whey powder is the cheese residual or casein, which is one of the animal proteins used in the human food chain. Whey is one of the main sources of energy, because it contains high amounts of lactose. Therefore, it is a source of energy as well as protein. Moreover, it contains number of useful minerals. Whey can be used in the diet of fattening animals due to its proper nutrient balance. Whey powder can reduce concentrate consumption without negatively affecting daily weight gain and FCR. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of different levels of whey powder on growth performances traits, apparent digestibility of nutrients, carcass quality, and serum parameters in fattening male crossed Zell lambs.

Materials and Methods: To perform this study, 24 mixed fattening Zell lambs were examined with a means age of 4.5 months and a means initial weight of 24±2 kg in a completely randomized design for 90 days. Experimental treatments included control group (without whey powder) and treatments containing 1.5, 3, and 4.5% whey powder based on dry matter in the diet. Chemical analysis of whey powder used included pH level of 6.8 to 5.8, protein content of 12.5%, lactose content of 64%, fat content of 1.5%, and moisture level of 4.5%. Whey powder used in the study was given to the experimental animals at different levels after mixing with the diet. The daily diet was given as a TMR to the animal twice daily (8 am and 5 pm), and the amount consumed was recorded. Live weight measurement was performed every 14 days with 12 hours of feed and water deprivation. Measurement of the apparent digestibility of nutrients in the last days of the experiment as well as the study of carcass traits and blood parameters were performed on day 90 of the experiment.

Results: The growth performance results of experimental animals showed that there was a significant difference in end weight, DMI, and daily weight gain between experimental treatments ($P<0.05$); So that the highest final weight and daily weight gain was observed in the treatment containing 4.5% whey and the highest dry matter intake was observed in the treatment containing 3% whey. The results of apparent digestibility of nutrients showed that there was a significant difference in apparent digestibility of dry matter, crude protein, and NDF between experimental treatments ($P<0.05$). The highest apparent digestibility of dry matter and

crude protein was observed in the treatment containing 4.5% whey and the highest apparent digestibility of NDF was observed in the treatment containing 3% whey. The results of some serum metabolites showed that there was a significant difference in the concentration of glucose, triglyceride, HDL, and BUN between experimental treatments ($P<0.05$). The highest glucose and HDL concentrations, as well as the lowest triglyceride concentration were observed in the treatment containing 4.5% whey powder. The lowest blood urea nitrogen concentration was observed in the treatment containing 3% whey powder. The results of quantitative traits of carcasses showed that there were significant differences in hot carcass weight, hot carcass percentage, cold carcass weight, cold carcass percentage, thigh percentage, and shoulder percentage between experimental treatments ($P<0.05$). The highest hot carcass weight, hot carcass percentage, cold carcass weight, and head percentage were observed in the treatment containing 3% whey powder, while the highest thigh percentage was observed in the treatment containing 4.5% whey powder. The results of qualitative traits of carcasses of fattening lambs showed that there was a significant difference in the level of TBARS in straight muscle 48 hours after slaughter between experimental treatments ($P<0.05$). The highest and lowest levels of TBARS of *Longissimus dorsi* (LD) muscle were observed in the control treatment and the treatment containing 4.5% whey powder, respectively.

Conclusion: The overall result of the present study showed that the use of whey powder, up to 4.5% of the diet in fattening lambs improved growth performance indices, apparent nutrient digestibility, and carcass quantitative and qualitative traits without any negative effects on animal performance.

Cite this article: Hasanpour, M., Chshnidel, Y., Teymouri Yanesari, A., Ansari Pirsarei, Z. (2023). The effect of different levels of whey powder on growth performances traits, apparent digestibility of nutrients, carcass quality and serum parameters in fattening male crossed Zell lambs. *Journal of Ruminant Research*, 11(3), 1-18.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejrr.2022.19975.1841
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

اثر مصرف سطوح مختلف پودر آب پنیر در جیره بر عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، کیفیت لاشه و فراسنجه‌های خونی در بره‌های نر پرواری آمیخته زل

محمدحسن پور[۱]، یداله چاشنی‌دل[۲*]، اسداله تیموری یانسری[۲]، زربخت انصاری پیرسرایی[۲]

[۱] دانشجوی دوره دکتری تغذیه دام، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۲] عضو هیات‌علمی گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، رایانامه: ychashnidel2002@yahii.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۲/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۱

واژه‌های کلیدی:
بره‌پرواری
پودر آب پنیر
قابلیت هضم مواد مغذی
عملکرد رشد
فراسنجه‌های خونی

چکیده

سابقه و هدف: بهره‌گیری از فرآورده‌های جانبی صنایع لبنی به‌عنوان منابع خوراکی جدید در راستای کاهش هزینه‌های پرورش دام اهمیت فراوانی دارد. پودر آب پنیر باقی‌مانده پنیر یا پروتئین کازئین شیر است که از پروتئین‌های حیوانی مورداستفاده در زنجیره غذائی انسانی محسوب می‌شود. آب پنیر حاوی مقدار لاکتوز بالایی است، لذا به‌عنوان یک منبع انرژی بوده و همچنین این ماده خوراکی به‌عنوان منبع پروتئین و حاوی برخی مواد معدنی مفید نیز می‌باشد. آب پنیر به دلیل دارای بودن تعادل مناسب مواد مغذی، قابلیت استفاده در جیره دام‌های پرواری را دارد. پودر آب پنیر می‌تواند بدون تأثیر منفی بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک، باعث کاهش مصرف کنسانتره شود، لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر سطوح مختلف پودر آب پنیر در جیره بر عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، کیفیت لاشه و فراسنجه‌های خونی بره‌های نر پرواری آمیخته زل بود.

مواد و روش‌ها: برای انجام این پژوهش از تعداد ۲۴ رأس بره پرواری آمیخته زل با متوسط سن ۴/۵ ماه و میانگین وزن اولیه ۲±۲۴ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی به مدت ۹۰ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل گروه شاهد (بدون پودر آب پنیر) و تیمارهای حاوی ۱/۵، ۳ و ۴/۵ درصد پودر آب پنیر بر اساس ماده خشک در جیره بودند. تجزیه شیمیایی پودر آب‌پنیر مورداستفاده شامل pH، ۵/۸ الی ۶/۸، پروتئین خام ۱۲/۵ درصد، لاکتوز ۶۴ درصد، چربی کل ۱/۵ درصد، رطوبت ۴/۵ درصد بود. پودر آب پنیر مورد استفاده در تحقیق در سطوح مختلف پس از مخلوط شدن با جیره مصرفی در اختیار دام‌های آزمایشی قرار گرفت. خوراک روزانه به‌صورت جیره کاملاً مخلوط در دو نوبت (۸ صبح و ۱۷ عصر) در اختیار دام‌ها قرار گرفت و مقدار مصرف روزانه آن ثبت شد. وزن‌کشی دام‌های آزمایشی هر ۱۴ روز با رعایت ۱۲ ساعت محرومیت از خوراک انجام شد. اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی، در روزهای پایانی آزمایش و نیز بررسی صفات لاشه، با کشتار دام‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش انجام شد.

یافته‌ها: نتایج عملکرد رشد دام‌های آزمایشی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در وزن پایان دوره پروار، ماده خشک مصرفی و افزایش وزن روزانه بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵)، به طوری‌که بالاترین وزن پایانی و افزایش وزن روزانه در تیمار حاوی ۴/۵ درصد پودر آب پنیر و بیشترین ماده خشک مصرفی در تیمار حاوی ۳ درصد پودر آب پنیر مشاهده شد. نتایج قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی نشان داد که تفاوت معنی داری در قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). بالاترین قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و پروتئین خام در تیمار حاوی ۴/۵ درصد پودر آب پنیر و بالاترین قابلیت هضم ظاهری الیاف نامحلول در شوینده خنثی در تیمار حاوی ۳ درصد آب پنیر مشاهده شد. نتایج برخی فراسنجه های خونی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید، HDL و نیتروژن اوره‌ای خون بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). بیشترین غلظت گلوکز، بیشترین غلظت HDL و کمترین غلظت تری‌گلیسرید در تیمار حاوی ۴/۵ درصد پودر آب پنیر و همچنین کمترین غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در تیمار حاوی ۳ درصد پودر آب پنیر مشاهده شد. نتایج صفات کمی لاشه بره‌های پرواری نشان داد که تفاوت معنی‌داری در وزن لاشه گرم، درصد لاشه گرم، وزن لاشه سرد، درصد لاشه سرد، درصد ران و درصد سردست بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). بیشترین وزن لاشه گرم، درصد لاشه گرم، وزن لاشه سرد و درصد سردست در تیمار حاوی ۳ درصد پودر آب پنیر و بیشترین درصد ران در تیمار حاوی ۴/۵ درصد پودر آب پنیر مشاهده شد. نتایج صفات کیفی لاشه بره‌های پرواری نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان اکسیداسیون چربی ماهیچه راسته در ۴۸ ساعت بعد از کشتار بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). بیشترین و کمترین میزان اکسیداسیون چربی ماهیچه راسته به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار حاوی ۴/۵ درصد پودر آب پنیر مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتیجه کلی تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از پودر آب پنیر در تغذیه بره‌های پرواری تا سطح ۴/۵ درصد در جیره بدون اثرات منفی روی عملکرد دام، سبب بهبود شاخص‌های عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و صفات کمی و کیفی لاشه شد.

استناد: حسن‌پور، م.، چاشنی‌دل، ی.، تیموری یانسری، ا.، انصاری پیرسرایی، ز. (۱۴۰۲). اثر مصرف سطوح مختلف پودر آب پنیر در جیره بر عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، کیفیت لاشه و فراسنجه‌های خونی در بره‌های نر پرواری آمیخته زل. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۱(۳)، ۱۸-۱

DOI: 10.22069/ejrr.2022.19975.1841

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

کمبود مواد خوراکی متعارف و افزایش قیمت آن ها در کشور موجب شده، تا عمده بقایای صنایع مختلف کشاورزی در سطح وسیع در تغذیه دام مورداستفاده قرار گیرد. در این میان یکی از مواد خوراکی غیرمتعارف با ارزش، پودر آب پنیر بوده که فرآورده فرعی حاصل از تولید پنیر است. پروار حیوانات با پودر آب پنیر به‌عنوان یک روش ارزان‌قیمت که هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن از سایر روش‌ها کمتر می‌باشد، معروف گردیده است (Biggs و همکاران، ۲۰۰۷). لذا با توجه به تولید زیاد آب پنیر در کشور و قابلیت مصرف آن توسط نشخوارکنندگان، تغذیه آن در جیره این حیوانات یک ضرورت قابل توجیه است (Kheyrkhah، ۲۰۱۰). پودر آب پنیر باقی‌مانده پنیر یا کازئین است که از پروتئین‌های حیوانی مورداستفاده زنجیره غذایی انسانی می‌باشد. این ماده خوراکی دارای تعادل مناسبی از مواد مغذی است و می‌تواند در جیره دام استفاده شود (DePeters و همکاران، ۱۹۸۶). پودر آب پنیر به دلیل وجود بقایای مواد مغذی شیر (مانند لاکتوز، پروتئین ها، لیپیدها و ویتامین‌ها) به عنوان یک منبع بالقوه برای به دست آوردن محصولات مختلف باارزش افزوده بالا و همچنین خوراک دام معرفی می‌شود (Yadav و همکاران، ۲۰۱۵). لاکتوز موجود در آب پنیر به آسانی تخمیر شده و منبع عالی کربوهیدرات سهل الهضم (انرژی) برای میکروب‌های شکمبه می‌باشد. همچنین پودر آب پنیر دارای ۱۴ درصد پروتئین (بر اساس مادهٔ خشک) می‌باشد که این پروتئین‌ها محلول و دارای کیفیت عالی می‌باشند که منبع نیتروژن مناسب برای میکروب‌های شکمبه هستند (Taherpour و همکاران، ۲۰۰۹). افزودن بر این، پودر آب پنیر احتمالاً از طریق تغییر سیستم‌های آنزیمی، کاهش اختلالات گوارشی و تحریک میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش و در نتیجه با ساخت بهتر مواد مغذی موردنیاز و بهتر نمودن جذب مواد مغذی از دستگاه گوارش، باعث بهبود و افزایش وزن دام‌ها می‌شود (Cotanch و همکاران، ۲۰۰۶).

نتایج برخی مطالعات نشان داد که مصرف پودر آب پنیر در جیره سبب بهبود عملکرد رشد در بره‌های پرواری (Bavand Vanchali و همکاران، ۲۰۱۲.، Lupo و همکاران، ۲۰۱۹)، بهبود ماده خشک مصرفی در گاوهای شیری (DeFrain و همکاران، ۲۰۰۴)، بهبود میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در گوساله‌ها (Lammers و همکاران، ۱۹۹۸) شد. همچنین بهبود قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در بره‌های پرواری (Poliquit و Sanchez، ۲۰۱۳)، بهبود صفات کیفی لاشه بره‌ها (Silva و همکاران، ۲۰۱۸) و تغییرات برخی فراسنجه‌های خونی شامل افزایش غلظت گلوکز و کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در گوساله‌ها (Lammers و همکاران، ۱۹۹۸) در اثر مصرف آب پنیر مشاهده شد. با توجه به افزایش روز افزون تولید آب پنیر در کشور، لازم است به مصرف آب پنیر به صورت‌های مختلف مانند پودر توجه خاصی شود. استفاده از پودر آب پنیر در تغذیه دام، علاوه بر جلوگیری از بروز مشکلات زیست‌محیطی، باعث کاهش هزینه خوراک می‌شود. لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر سطوح مختلف پودر آب پنیر در جیره بر عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، کیفیت لاشه و فراسنجه‌های خونی بره‌های نر پرواری آمیخته زل بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در یک مزرعه ۲۰۰ رأسی پرورش گوسفند در استان مازندران، شهرستان ساری در تابستان ۱۴۰۰ انجام شد. تعداد ۲۴ رأس بره نر

پرواری آمیخته زل، با متوسط سن ۴/۵ ماه و میانگین وزن اولیه ۲±۲۴ کیلوگرم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در ۴ تیمار و ۶ تکرار قرار گرفتند. بره‌ها در طول دوره آزمایش به‌مدت ۹۰ روز در قفس‌های انفرادی قرار داشتند. جیره دام‌ها با نرم‌افزار سیستم تغذیه نشخوارکنندگان کوچک[1] (SRNS) تنظیم شد (Tedeschi و همکاران، ۲۰۱۰). تیمارهای آزمایشی شامل گروه شاهد (بدون پودر آب پنیر) و تیمارهای حاوی ۱/۵، ۳ و ۴/۵ درصد پودر آب پنیر در جیره بودند. مواد خوراکی مورداستفاده در جیره، مقدار و ترکیبات شیمیایی آن‌ها در جدول ۱ نشان داده‌شده است. خوراک روزانه به‌صورت جیره کاملاً مخلوط[2] (TMR) در ساعات ۸ صبح و ۱۷ عصر در اختیار دام‌های آزمایشی قرار گرفت. مصرف خوراک به‌صورت اختیاری بود و دام‌ها دسترسی آزاد به آب داشتند. دام‌ها دو بار در دوره عادت‌پذیری (ابتدا و انتهای دوره) و در طول دوره پرواربندی به‌طور مرتب هر ۱۴ روز با رعایت ۱۲ ساعت محرومیت از خوراک وزن‌کشی شدند و مقدار افزایش وزن روزانه آن‌ها به‌منظور تجزیه آماری ثبت شد. بره‌ها در جایگاه‌های مربوطه به‌طور تصادفی تقسیم شدند. سپس دام‌ها مدت ۱۴ روز عادت‌پذیری به جیره و جایگاه را سپری کردند. در طول دوره عادت‌پذیری، ماده خشک مصرفی اندازه‌گیری شد، طوری که مقدار خوراک تخصیص داده‌شده ۱۰ درصد بیشتر از مصرف روز قبل بود. در ابتدای هر روز قبل از خوراک دادن، باقی‌مانده خوراک روز قبل جمع‌آوری و توزین و بر اساس آن مقدار خوراک مصرفی روز بعد تعیین شد. همچنین ضریب تبدیل خوراک از تقسیم میانگین مقدار خوراک مصرفی به میانگین افزایش وزن زنده بره‌های هر تیمار محاسبه شد. پودر آب پنیر مورداستفاده از شرکت زرین البرز ایرانیان تهیه شد. آنالیز شیمیایی پودر آب پنیر مورداستفاده شامل pH، ۵/۸ الی ۶/۸، پروتئین ۱۲/۵ درصد، لاکتوز ۶۴ درصد، چربی ۱/۵ درصد، رطوبت ۴/۵ درصد بود. همچنین پودر آب پنیر مورداستفاده طبق آنالیز شرکت تولیدکننده فاقد باکتری‌های ای کولای، سالمونلا، استافیلوکوکوس و کلی‌فرم بود. پودر آب پنیر مورداستفاده در تحقیق در سطوح مختلف پس از مخلوط شدن با جیره مصرفی در اختیار دام‌های آزمایشی قرار گرفت.

اندازه‌گیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام نمونه‌های مدفوع بره‌های آزمایشی بر اساس روش‌های استاندارد (AOAC، ۲۰۰۵) و مقادیر الیاف محلول در شوینده خنثی و الیاف محلول در شوینده اسیدی با روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی، از خاکستر نامحلول در اسید به عنوان یک نشانگر داخلی استفاده شد (Van Keulen و Young، ۱۹۹۷). در پایان آزمایش (پایان ۹۰ روز دوره پروار)، سه رأس بره از هر تیمار، به‌طور تصادفی انتخاب شد و پس از ۱۲ ساعت محرومیت از خوراک، خون‌گیری از بره‌ها به‌وسیله لوله ونوجکت ۵ میلی‌لیتری حاوی ماده ضدانعقاد EDTA[3] (اتیلن دی اتیل ترا استیک اسید) از سیاهرگ گردن انجام شد. سرم‌ها تا زمان آنالیز نمونه‌ها در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. مقادیر گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، LDL[4] و HDL[5] و نیتروژن اوره خون با استفاده از کیت‌های پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر مدل (RA1000، ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد.

1- Small Ruminant Nutrition System (SRNS)
2- Total mixed ration (TMR)

1- Ethylene-diamine-tetra-acetic acid (EDTA)
2- Low density lipoprotein (LDL)
3- High density lipoprotein (HDL)

جدول ۱: اقلام خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورداستفاده (درصد ماده خشک)

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

اقلام خوراکی Ingredients	تیمارهای آزمایشی Experimental diets			
	شاهد (بدون پودر آب پنیر) Non whey powder	۱/۵ درصد پودر آب پنیر 1.5% whey powder	۳ درصد پودر آب پنیر 3% whey powder	۴/۵ درصد پودر آب پنیر 4.5% whey powder
یونجه (Alfalfa)	25.0	25.0	25.0	25.0
کاه گندم (Wheat straw)	5.0	5.0	5.0	5.0
دانه ذرت (Barley grain)	22.3	22.3	22.3	22.3
دانه جو (Corn grain)	26.0	26.0	26.0	26.0
سبوس گندم (Wheat bran)	10.4	8.9	7.4	5.9
کنجاله سویا (Soybean meal)	10.0	10.0	10.0	10.0
پودر آب پنیر (Whey powder)	0.0	1.5	3.0	4.5
مکمل معدنی + ویتامینی [1] (Mineral + Vitamin premix)	0.5	0.5	0.5	0.5
پودر صدف (Oyster powder)	0.5	0.5	0.5	0.5
نمک (Salt)	0.3	0.3	0.3	0.3
ترکیب شیمیایی (Chemical composition)				
انرژی قابل سوخت‌وساز (ME (Mcal/kg))	2.78	2.89	2.92	2.96
پروتئین خام (Crude protein (%))	14.25	14.28	14.31	14.40
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF (%))	34.45	33.28	34.19	33.30
کلسیم (Calcium (%))	0.69	0.68	0.66	0.67
فسفر (Phosphorus (%))	0.32	0.31	0.33	0.32

[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، ۶۰ 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.

برای اندازه‌گیری صفات لاشه، در پایان آزمایش بعد از ۱۲ ساعت محرومیت از خوراک، از هر تیمار ۳ بره انتخاب، توزین و کشتار و پس از ذبح هر بره بلافاصله وزن لاشه گرم تعیین شد. پس از آن لاشه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در سردخانه نگهداری شد. 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 (Nik-khah، ۱۹۸۴). به‌منظور اندازه‌گیری pH، ۲۴ ساعت پس از کشتار بره‌های آزمایشی حدود ۱۰۰ گرم از نمونه گوشت چرخ شده که از ماهیچه راسته ناحیه بین دنده ۱۲ و ۱۳ گرفته در ۴۰ گرم آب دیونیزه هموژن شد. سپس مخلوط آماده شده از کاغذ صافی مخصوص زبر (واتمن متوسط با قطر ۱ میلی متر) عبور داده شد. در نهایت با استفاده از pH متر دیجیتال در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد با ۳ بار تکرار اندازه‌گیری انجام شد (Jeacoce، ۱۹۷۷). برای ارزیابی برخی از ترکیبات

شیمیایی ماهیچه راسته شامل محتوای ماده خشک، پروتئین، چربی و خاکستر از روش‌های استاندارد استفاده شد (AOAC، ۲۰۰۵). برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون در ماهیچه راسته، از تست استاندارد TBARS[1] که در این تست با اندازه‌گیری میزان مالون دی آلدهید در گوشت میزان اکسیداسیون مشخص شد. برای این منظور نمونه راسته از بین دنده ۱۱ و ۱۲ هموژن و سپس میزان اکسیداسیون بافتی در زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از کشتار اندازه‌گیری شد.

این آزمایش بر اساس طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۶ تکرار با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (SAS، ۲۰۰۱) و بر اساس مدل $Y_{ij}= \mu+T+e_{ij}$ 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 صفات عملکردی بره‌های پرواری در جدول ۲ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در صفات وزن پایان پروار، ماده خشک مصرفی و افزایش وزن روزانه بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). بالاترین و کمترین وزن پایان دوره پروار به‌ترتیب در تیمار حاوی ۴/۵ درصد آب پنیر و تیمار شاهد، بیشترین و کمترین ماده خشک مصرفی به‌ترتیب در تیمار حاوی ۳ درصد آب پنیر و تیمار شاهد و همچنین بیشترین و کمترین افزایش وزن روزانه به ترتیب در تیمار حاوی ۴/۵ درصد آب پنیر و تیمار شاهد مشاهده شد.

همسو با این نتایج، برخی مطالعات نشان دادند که مصرف آب پنیر سبب افزایش ماده خشک مصرفی (DeFrain و همکاران، ۲۰۰۴.، Galloway و همکاران، ۱۹۹۲) و بهبود روند افزایش وزن (Eseceli و همکاران، ۲۰۲۱، Lammers و همکاران، ۱۹۹۸.، Poliquit و Sanchez، ۲۰۱۳) در دام‌های نشخوارکننده شد. همچنین نتایج چندین مطالعه نشان داد که مصرف آب پنیر در جیره اثر معنی داری بر ضریب تبدیل خوراک بره‌های پرواری (Bavand Vanchali و همکاران، ۲۰۱۲.، Silva و همکاران، ۲۰۱۸) و گوساله‌های پرواری (Huuskonen و همکاران، ۲۰۱۷) نداشت که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. افزودن پودر آب پنیر احتمالاً از طریق تغییر سیستم های آنزیمی، کاهش اختلالات گوارشی و تحریک میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش و در نتیجه با ساخت بهتر مواد مغذی موردنیاز و بهتر نمودن جذب مواد مغذی از دستگاه گوارش باعث بهبود و افزایش وزن دام‌های تغذیه‌شده با آب‌پنیر می‌شود (Cotanch، ۲۰۰۶) که می‌تواند از دلایل احتمالی بهبود عملکرد رشد در بره‌های مصرف‌کننده پودر آب پنیر در تحقیق حاضر باشد. استفاده از پودر آب پنیر در جیره دام‌های پرواری به‌دلیل وجود بقایای مواد مغذی شیر مانند لاکتوز، پروتئین ها، لیپیدها، ویتامین‌ها (Yadav و همکاران، ۲۰۱۵) و برخی مواد معدنی (El-Tanboly و El-Hofi Khoeshid، ۲۰۱۷) به عنوان یک منبع بالقوه مواد مغذی برای رشد حیوان و نیز نقش پروبیوتیکی آب پنیر (Mirshahi، ۲۰۱۲)، می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل بهبود عملکرد رشد معرفی شود.

از دلایل احتمالی بهبود وزن نهایی و ماده خشک مصرفی بره‌های پرواری در اثر مصرف پودر آب پنیر در تحقیق حاضر، می‌تواند به دلیل پروتئین و انرژی (لاکتوز) بالای پودر آب پنیر (Rogério و همکاران،

1- Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS)

۲۰۱۹)، وجود اسیدهای آمینه شاخه‌دار مانند لوسین، ایزولوسین و والین و اسیدهای آمینه گوگرددار سیستئین و متیونین (بازده پروتئینی بالاتر) و نیز خاصیت بهبود دهنده طعم خوراک (Serafim و همکاران، ۲۰۱۷) باشد. گزارش شد که هضم مؤثر و بیشتر پروتئین پودر آب پنیر در روده باریک (قابلیت هضم حدود ۶۵ درصد در نشخوارکنندگان) با توجه به سهل‌الهضم بودن محتوی پروتئینی آب پنیر نسبت به سایر محتویات پروتئینی جیره (Grobler، ۲۰۰۸.، Walzem و همکاران، ۲۰۰۲) احتمالاً می‌توانند سبب جذب بالاتر مواد مغذی و در پی آن بهبود عملکرد رشد در حیوان میزبان شود (Grinstead و همکاران ۲۰۰۰.، Kloek و همکاران، ۲۰۱۱). نتیجه یک تحقیق روی بره های پرواری بیان کرد که وزن پایانی بدن با مصرف پودر آب پنیر نسبت به تیمار شاهد بهبود یافت (Poliquit و Sanchez، ۲۰۱۳). همچنین گزارش شد که دام‌های نشخوارکننده توانایی مصرف پودر آب پنیر در جیره را بدون کمترین عوارض جانبی بر عملکرد رشد را دارند (Schingoethe، ۱۹۷۶). Sedaghat و همکاران (۲۰۱۹) بیان داشتند که سطح ۵ و ۷/۵ درصد آب پنیر در جیره مصرفی بره های پرواری سبب بهبود عملکرد رشد حیوان در شاخص‌های ضریب تبدیل خوراک، ماده خشک مصرفی و افزایش وزن نسبت به تیمار شاهد شد. گزارش‌شده است که استفاده از آب پنیر به‌عنوان جایگزین بخش پروتئینی جیره مصرفی دام‌های نشخوارکننده می تواند در برخی از شاخص های رشد مانند ماده خشک بهبود ایجاد کند (Lupo و همکاران، ۲۰۱۹.، Zamani و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۲: اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد بره‌های پرواری

Table 2. The effect of experimental treatments on the growth performance of fattening lambs

صفات موردمطالعه (Traits)	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)				اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-value)
	شاهد (صفر درصد پودرآب پنیر) (Control)	۱/۵ درصد پودر آب پنیر (1.5% Whey powder)	۳ درصد پودر آب پنیر (3% Whey powder)	۴/۵ درصد پودر آب پنیر (4.5% Whey powder)		
وزن اولیه پروار (کیلوگرم) Initial weight of fattening (kg)	25.60	26.13	25.38	24.66	2.01	0.64
وزن نهایی پروار (کیلوگرم) Final weight of fattening (kg)	43.13^{b}	47.88^{ab}	46.33^{ab}	49.50^{a}	1.03	0.02
ماده خشک مصرفی (گرم) Dry matter intake (g)	1454^{b}	1623^{ab}	1797^{a}	1713^{a}	40.22	0.001
افزایش وزن روزانه (گرم) Daily weight gain (g)	227.1^{b}	245.4^{ab}	262.8^{a}	275.3^{a}	4.61	0.002
ضریب تبدیل غذایی FCR	6.42	6.75	6.87	6.33	0.26	0.19

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

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

آب پنیر با ایجاد و تکثیر کلونی‌های باکتریایی مفید به‌طور مؤثری از رشد برخی از باکتری‌های مضر مانند سالمونلا و سویه‌های بیماری‌زای کلی‌باسیل در روده باریک جلوگیری نموده و بنابراین یک

پروبیوتیک طبیعی مؤثر می‌باشد (Mirshahi، ۲۰۱۲). لاکتوز موجود در پودر آب پنیر یک پری‌بیوتیک است که در روده میزبان هضم و جذب نشده و تقریباً دست‌نخورده به قسمت‌های انتهایی دستگاه گوارش می‌رسد و در آنجا توسط باکتری‌های مفید (لاکتوباسیل‌ها) تخمیر شده و با تبدیل به اسیدلاکتیک و اسیدهای چرب فرار باعث ایجاد بسیاری اثرات سودمند (کاهش pH دستگاه گوارش و کاهش رشد باکتری‌های بیماری‌زا) برای حیوان میزبان می‌شود (Cotanch و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از آب پنیر احتمالاً باعث تغییر در نسبت اسیدهای چرب فرار و تولید اسید پروپیونیک می‌شود (Anderson، ۱۹۷۵) و در نتیجه افزایش وزن مطلوب‌تری را ایجاد خواهد کرد (Cotanch و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین نشان داده‌شده است که آب پنیر با افزایش سطح کربوهیدرات‌های سهل‌الهضم سبب افزایش جمعیت پروتوزوآهای مایع شکمبه و در نتیجه بهبود هضم الیاف و درنهایت افزایش ماده خشک مصرفی را به همراه دارد (Salem و Fraj، ۲۰۰۷).

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی: نتایج قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های بره‌های پرواری در جدول ۳ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). بالاترین و پایین ترین قابلیت هضم ظاهری ماده خشک به ترتیب در تیمار حاوی ۴/۵ درصد آب پنیر و تیمار شاهد، بالاترین و پایین‌ترین قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام به ترتیب در تیمار حاوی ۴/۵ درصد آب پنیر و تیمار شاهد و همچنین بالاترین و پایین‌ترین قابلیت هضم ظاهری الیاف نامحلول در شوینده خنثی به ترتیب در تیمار حاوی ۳ درصد آب پنیر و تیمار شاهد مشاهده شد.

جدول ۳: اثر تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی (درصد)

Table 3. The effect of experimental treatments on apparent digestibility of nutrients in experimental diets (%)

ماده مغذی (Nutrient)	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)				اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-value)
	شاهد (صفر درصدپودراً ب پنیر) (Control)	۱/۵ درصد پودر آب پنیر (1.5% Whey powder)	۳ درصد پودر آب پنیر (3% Whey powder)	۴/۵ درصد پودر آب پنیر (4.5% Whey powder)		
ماده خشک (Dry matter)	64.68^{b}	70.50^{ab}	72.13^{ab}	74.66^{a}	0.72	0.04
ماده آلی (Organic matter)	71.22	72.45	71.87	73.94	0.68	0.14
پروتئین خام (Crude protein)	63.33^{b}	67.48^{ab}	65.24^{ab}	68.21^{a}	0.94	0.02
چربی خام (Ether extract)	50.53	52.47	53.65	53.38	1.31	0.76
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	52.45^{b}	57.86^{a}	58.14^{a}	55.22^{a}	1.64	0.03
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	50.36	53.62	55.40	54.77	1.98	0.63

$^{a-b}$میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای اختلاف آماری معنی‌داری هستند.

$^{a-b}$The means of each row with different letters have significant difference (P<0.05).

همسو با این نتایج، گزارش شد که مصرف پودر آب پنیر در جیره به‌طور معنی‌داری سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در بره‌های پرواری شد (Mirshahi، ۲۰۱۲). همچنین در برخی از مطالعات گزارش شد که استفاده از آب پنیر در جیره سبب بهبود قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گاوهای شیری (Zamani و همکاران، ۲۰۱۹) و بره‌های پرواری (Poliquit و Sanchez، ۲۰۱۳) شد. لاکتوز پودر آب پنیر نمی‌تواند به‌طور کامل توسط میکروب های دستگاه گوارش حیوان میزبان هضم یا جذب شود، بنابراین به وسیله باکتری‌های اسید لاکتیک تخمیر می‌شوند و با پایین آوردن pH روده باریک فعالیت ارگانیسم‌های مضر را کاهش و رشد میکروارگانیسم‌های مفید را همچون لاکتوباسیلوس‌ها، افزایش می‌دهد (Chung و Day، ۲۰۰۴) که می‌تواند یکی از دلایل بهبود قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در تحقیق حاضر باشد. بیان شد که تغذیه گاوهای شیری با آب پنیر، اثر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده آلی خوراک نداشت (Salem و Fraj، ۲۰۰۷). همچنین نشان داده شد که افزودن پودر آب پنیر با افزایش غلظت پروتئین خام و افزایش درصد قابلیت هضم بخش علوفه‌ای جیره می‌تواند باعث بهبود ارزش غذایی جیره مصرفی دام نشخوارکننده شود (Alaei Baher و همکاران، ۲۰۱۹).

یکی از دلایل احتمالی بهبود قابلیت هضم ظاهری برخی مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در تحقیق حاضر می‌تواند به نقش پری‌بیوتیکی پودر آب پنیر در دستگاه گوارش حیوان میزبان مربوط باشد. در همین راستا، بیان شده است که ترکیبات پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی موجود در ترکیبات غذایی باعث هضم پروتئین خام و ماده آلی شده و تعداد باکتری پروتئولیتیک را در شکمبه افزایش می دهد که این ناشی از فعالیت جمعیت باکتریایی می باشد که نهایتاً باعث جذب اکسیژن از مایع شکمبه می‌شود (Mwenya و همکاران، ۲۰۰۵). افزایش قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام در تحقیق حاضر در اثر مصرف پودر آب پنیر می‌تواند به دلیل افزایش قابلیت هضم ظاهری اسیدهای آمینه در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم های هضمی روده باریک حیوان میزبان باشد (Biggs و همکاران، ۲۰۰۷). نشان داده‌شده است که سطح ۴ درصد پودر آب پنیر نیز باعث افزایش قابلیت هضم چربی و پروتئین خام حیوان میزبان می‌شود که این ویژگی پودر آب پنیر نیز به‌عنوان نقش پری‌بیوتیکی آن شناخته‌شده است (Kermanshahi و Rostami، ۲۰۰۶). لاکتوز پودر آب پنیر نمی‌تواند به‌طور کامل هضم یا جذب شود؛ بنابراین به‌وسیله باکتری‌های اسیدلاکتیک تخمیر و رشد میکروارگانیسم های مفید مانند لاکتوباسیلوس ها را افزایش می دهد که به نظر می رسد احتمالاً این باکتری ها بتوانند تغییرات مفیدی را در پرزهای روده باریک ایجاد نماید و سبب افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی شوند (Chung و Day، ۲۰۰۴).

صفات کمی و کیفی لاشه: نتایج صفات کمی و کیفی لاشه بره‌های پرواری در جدول ۴ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در وزن لاشه گرم، درصد لاشه گرم، وزن لاشه سرد، درصد لاشه سرد، درصد ران و درصد سردست بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($P<۰/۰۵$). بیشترین وزن لاشه گرم، درصد لاشه گرم، وزن لاشه سرد و درصد سردست در تیمار حاوی ۳ درصد پودر آب پنیر و بیشترین درصد ران در تیمار حاوی ۴/۵ درصد آب پنیر مشاهده شد. نتایج صفات کیفی لاشه بره های پرواری (pH، ترکیبات شیمیایی گوشت و اکسیداسیون چربی ماهیچه راسته) در جدول ۴ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان

اکسیداسیون چربی عضله راسته ۴۸ ساعت بعد از کشتار بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). بیشترین و کمترین میزان اکسیداسیون چربی ماهیچه راسته به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار حاوی ۴/۵ درصد آب پنیر مشاهده شد. در سایر صفات کیفی لاشه تفاوت معنی داری بین تیمارهای گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد.

Lupo و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند که افزودن پودر آب پنیر بر محتوای عصاره اتری گوشت اثر معنی‌داری داشت. استفاده از آب پنیر احتمالاً باعث تغییر در نسبت اسیدهای چرب فرار و تولید اسید پروپیونیک می شود و در نتیجه افزایش وزن مطلوب تر و وزن لاشه بالاتری را ایجاد خواهد کرد (Chung و Day، ۲۰۰۴). مصرف پودر آب پنیر به‌عنوان یک محصول فرعی کارخانجات لبنی در تغذیه دام‌های پرواری به دلیل افزایش خوش خوراکی جیره، منبع الیگوساکارید (نقش پری‌بیوتیکی به سبب لاکتوز) (Bavand Vanchali و همکاران، ۲۰۱۲) ارتقاء سطح پروتئین جیره مصرفی و به دنبال آن افزایش مقدار ماده خشک مصرفی و افزایش وزن بدن و لاشه نهایی، می‌تواند در ارتقاء صفات کمی لاشه دام ها مفید باشد (El-Tanboly و El-Hofi Khoeshid، ۲۰۱۷.، Mollea و همکاران، ۲۰۱۳). آب پنیر یک منبع غنی از اسیدآمینه‌های شاخه‌ای- زنجیره‌ای است که برای تحریک ساخت پروتئین استفاده می‌شود (Krissansen، ۲۰۰۷). شواهد علمی نشان داد که پروتئین در اسیدآمینه‌های ضروری، اسیدهای آمینه شاخه‌ای- زنجیره‌ای و به‌ویژه لوسین با افزایش ساخت پروتئین ماهیچه و کاهش تری گلیسیرید خون همراه است (Hulmi و همکاران، ۲۰۰۹) که این موارد می تواند از دلایل احتمالی بهبود قطعات با ارزش لاشه در بره‌های دریافت‌کننده پودر آب پنیر در جیره باشد.

جدول ۴: اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی صفات کمی و کیفی لاشه و ترکیبات شیمیایی ماهیچه راسته بره‌های پرواری در پایان آزمایش

Table 4. The effect of experimental treatments on carcasses traits and chemical composition of *Longissimus dorsi* (LD) muscle

صفات مورد مطالعه (Traits)	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)				اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-value)
	شاهد (صفر درصدپودرآب پنیر) (Control)	۱/۵ درصد پودر آب پنیر (1.5% Whey powder)	۳ درصد پودر آب پنیر (3% Whey powder)	۴/۵ درصد پودر آب پنیر (4.5% Whey powder)		
وزن لاشه گرم (کیلوگرم) Hot carcass weight (kg)	23.77^{b}	24.21^{b}	26.50^{a}	26.32^{a}	0.47	0.01
درصد لاشه گرم Hot carcasses (%)	48.35^{b}	49.24^{b}	53.33^{a}	51.11^{ab}	0.69	0.01
وزن لاشه درصد (کیلوگرم) Cold carcass weight (kg)	22.65^{b}	23.33^{b}	25.85^{a}	25.10^{a}	0.51	0.02
درصد لاشه سرد Cold carcass (%)	46.44^{b}	47.77^{b}	51.21^{a}	50.65^{a}	0.62	0.02
درصد ران Thighs (%)	10.21^{b}	11.33^{ab}	11.42^{ab}	12.11^{a}	0.23	0.01
درصد سردست Shoulder (%)	7.50^{b}	8.21^{ab}	9.33^{a}	9.10^{a}	0.16	0.02
درصد گردن Neck (%)	4.88	5.33	5.10	5.75	0.21	0.31
ترکیبات شیمیایی Chemical composition						

ماده خشک (درصد) Dry matter (%)	30.66	28.50	31.21	29.30	1.31	0.62
پروتئین (درصد) Protein (%)	21.35	22.21	23.66	22.55	0.98	0.78
چربی (درصد) Fat (%)	2.45	2.33	2.66	2.75	0.15	0.24
خاکستر (درصد) Ash (%)	1.32	1.22	1.47	1.50	0.09	0.93
pH گوشت pH of meat	6.11	6.07	6.20	6.13	0.12	0.54
اکسیداسیون چربی ماهیچه راسته (میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید در کیلوگرم گوشت) TBARS (mg MDA / kg of meat)						
۲۴ ساعت بعد از کشتار 24 hours after slaughter	0.26	0.22	0.21	0.23	0.03	0.85
۴۸ ساعت بعد از کشتار 48 hours after slaughter	0.42^{a}	0.35^{b}	0.31^{b}	0.30^{b}	0.02	0.04

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

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

احتمالاً تخمیر لاکتوز حاصل از پودر آب پنیر در روده باریک حیوان میزبان و ایجاد شرایط اسیدی می تواند سبب جذب بهتر مواد معدنی در ترکیبات لاشه و بهبود شاخص‌های کیفی گوشت بره‌های آزمایشی دریافت‌کننده پودر آب پنیر شود (Schingoethe، ۱۹۷۶). بیان شده است که در اثر مصرف پودر آب پنیر و تخمیر آن توسط باکتری ها در بخش انتهای دستگاه گوارش با کاهش اندک pH، جمعیت باکتری های مضر کم شده و مانع ترشح گلیکوپروتئین از دیواره روده شده و جذب مواد مغذی بیشتر می شود و در نتیجه بهبود در نرخ افزایش وزن بدن و به دنبال آن افزایش وزن لاشه نیز قابل پیش‌بینی است (Gülşen و همکاران، ۲۰۰۲).

فراسنجه های خونی: نتایج برخی فراسنجه‌های سرم خون بره های پرواری در جدول ۵ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید، HDL و نیتروژن اوره‌ای خون بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). بیشترین غلظت گلوکز، بیشترین غلظت HDL و کمترین غلظت تری‌گلیسرید در تیمار حاوی ۴/۵ درصد پودر آب پنیر و همچنین کمترین غلظت نیتروژن اوره ای خون در تیمار حاوی ۳ درصد پودر آب پنیر مشاهده شد. همسو با این نتایج، چندین مطالعه بیان داشتند که مصرف پودر آب پنیر سبب افزایش غلظت گلوکز خون در گوساله‌ها (Lammers و همکاران، ۱۹۹۸)، کاهش غلظت اوره خون در خوک (Formigoni و همکاران، ۲۰۰۶)، عدم تأثیر بر آلبومین خون در گاوهای شیری (Yadav و همکاران، ۲۰۱۵) شد. یکی از دلایل احتمالی کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در تیمار حاوی ۳ درصد پودر آب پنیر در تحقیق حاضر، کاهش پروتئولیز روده‌ای و کاتابولیسم پروتئین با منشأ داخلی است (Formigoni و همکاران، ۲۰۰۶). نیتروژن اوره‌ای خون می‌تواند به عنوان شاخص جذب نیتروژن شکمبه و مرتبط با غلظت آمونیاک شکمبه استفاده شود (DePeters و Ferguson، ۱۹۹۲). غلظت کمتر نیتروژن اوره‌ای خون مشاهده‌شده در بره‌های تغذیه‌شده با ۳ درصد پودر آب پنیر، جذب نیتروژن بیشتر و در نتیجه کارایی آن را در این جیره نشان داد. لاکتوباسیل‌های حاصل از

تخمیر لاکتوز پودر آب پنیر در دستگاه گوارش حیوان میزبان که دارای فعالیت هیدرولیکی بالای نمک‌های صفراوی هستند به کونژوگه کردن نمک‌های صفراوی پاسخ می‌دهند. به‌طورکلی میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش می‌توانند تولید کلسترول را مهار کند و یکی از دلایل احتمالی کاهش غلظت چربی های سرم خون در دام‌های مصرف‌کننده آب پنیر می‌باشد (Taherpour و همکاران، ۲۰۰۹).

یکی از مهم‌ترین باکتری‌های موجود در دستگاه گوارش حیوان میزبان، باکتری‌های اسیدلاکتیکی میله‌ای شکل از جنس لاکتوباسیلوس هستند؛ بنابراین، به نظر می‌رسد که پودر آب پنیر به‌عنوان یک پروبیوتیک طبیعی در حیوان میزبان عمل می‌کند که موجب تحریک رشد باکتری‌های مفید روده می‌شود (Shahsavani و همکاران، ۲۰۱۸). گزارش شد که غلظت گلوکز سرم خون به دلیل اینکه لاکتوز از شکمبه عبور کرده و تبدیل گلوکز و گالاکتوز در قسمت‌های فوقانی می‌شود، افزایش یافت که می‌تواند یکی از دلایل احتمالی افزایش غلظت گلوکز خون در بره‌های مصرف‌کننده آب پنیر در تحقیق حاضر باشد (Shapiro و Volcani، ۱۹۷۷). تغذیه با آب پنیر باعث عبور مقداری لاکتوز به روده فراخ می‌شود. در روده فراخ، لاکتوز ممکن است با تأمین منبع انرژی انتخابی برای سویه‌های باکتریایی خاص، بر فعالیت جمعیت میکروبی دستگاه گوارش حیوان میزبان تأثیر بگذارد و نقش پری‌بیوتیکی آب پنیر را ارائه دهد (Mirshahi، ۲۰۱۲).

جدول ۵: اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های سرم بره‌های پرواری (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)

Table 5. The effect of experimental treatments on serum parameters of fattening lambs (mg/dl)

احتمال معنی‌داری (P-value)	اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments) ۴/۵ درصد پودر آب پنیر (4.5% Whey powder)	۳ درصد پودر آب پنیر (3% Whey powder)	۱/۵ درصد پودر آب پنیر (1.5% Whey powder)	شاهد (صفر درصدپودرآب پنیر) (Control)	فراسنجه‌ها (Serum parameters)
0.02	3.64	75.46[a]	72.98[a]	74.36[a]	63.22[b]	گلوکز Glucose
0.32	3.23	57.53	52.66	59.75	61.31	کلسترول Cholesterol
0.001	2.07	17.54[c]	23.84[b]	18.00[b]	24.44[a]	تری‌گلیسرید Triglyceride
0.01	0.77	24.62[a]	21.90[ab]	23.63[ab]	19.80[b]	لیپوپروتئین با دانسیته بالا High density lipoprotein
0.47	2.89	30.26	29.53	31.26	33.31	لیپوپروتئین با دانسیته پایین Low density lipoprotein
0.59	0.19	7.75	7.44	7.61	7.24	پروتئین تام Total protein
0.02	1.37	22.61[b]	20.84[b]	21.33[b]	25.54[a]	نیتروژن اوره خون Blood urea nitrogen

میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای اختلاف آماری معنی‌داری هستند.

The means of each row with different letters have significant difference (P<0.05).

نتیجه‌گیری

نتیجه کلی تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از پودر آب پنیر تا سطح ۴/۵ درصد در جیره روی بهبود شاخص‌های عملکرد رشد بره‌های پرواری اثرات مثبتی داشت و در تغذیه بره‌های پرواری جهت بهبود وزن‌گیری و نیز شاخص‌های کمی و کیفی لاشه مؤثر بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه افزودن پودر آب پنیر در تغذیه بره‌های پرواری قابل توصیه است.

منابع

Alaei Baher, S., Mohammadzadeh, H., Taghizadeh, A. and Hoseinkhani, A. 2019. The effect of bacterial and prebiotic additives on chemical composition, gas production and aerobic stability of corn silage. Iranian Journal of Animal Science Research, 2: 193-179. (In Persian).

Anderson, M.J. 1975. Metabolism of liquid whey fed to sheep. Journal of Dairy Science, 12: 1856-1859.

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

Barile, D., Tao, N., Lebrilla, C.B., Coisson, J.D., Arlorio, M. and German, J.B. 2009. Permeate from cheese whey ultrafiltration is a source of milk oligosaccharides. International Dairy Journal, 9: 524-530.

Bavand Vanchali, A., Jafari Khorshidi, K. and Shabani, F. 2012. Evaluation of the effects of using dairy waste in the diet on blood parameters of male lambs of Mazandaran Zell

breeding, Third National Conference on Food Security, Islamic Azad University, Savadkuh Branch, Iran. (In Persian).

Bayat, A. 2002. The use of whey instead of water and its effect on the performance of Holstein fattening calves. Master Thesis, Department of Animal Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).

Biggs, P., Parsons, C.M. and Fahey, A.G. 2007. The effects of several oligosaccharides on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. Poultry Science, 11: 2327-2336.

Chung, C.H. and Day, D.F. 2004. Efficacy of *Leuconostoc mesenteroides* (ATCC 13146) isomaltooligosaccharides as poultry prebiotic. Poultry Science, 8: 1302-1306.

Cotanch, K.W., Darrah, J.W., Miller Webster, T.K. and Hoover, W.H. 2006. The effect of feeding lactose in the form of whey permeates on the productivity of lactating dairy cattle. Research Institute Chazy, 8: 2015.

DePeters, E.J., Fisher, L.J. and Stone, J.L. 1986. Effect of adding dried whey to starter diet of early and late weaned calves. Journal of Dairy Science, 1: 181-186.

DePeters, E.J. and Ferguson, J.D. 1992. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. Journal of Dairy Science, 11: 3192-3209.

DeFrain, J.M., Hippen, A.R., Kalscheur, K.F. and Schingoethe, D.J. 2004. Feeding lactose increases ruminal butyrate and plasma β-hydroxybutyrate in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 8: 2486-2494.

Formigoni, A., Piva, A., Pezzi, P., Castellani, G. and Biagi, G. 2006. The influence of feeding fresh liquid whey on some blood metabolites, insulin, and cecal fermentations of growing pigs. Animal Feed Science and Technology, 1: 53-66.

Eseceli, H., Esen, S., Keten, M., Altıner, A. and Bilal, T. 2021. Effect of Whey Protein-Enriched Water on Performance and *in vivo* Carcass Measurements in Fattening Merino Lambs. Alinteri Journal of Agricalture Science, 1: 61-65.

El-Tanboly, E. and El-Hofi Khoeshid, M. 2017. Recovery of cheese whey, a by-product from the dairy industry for use as an animal feed. Journal of Nutritional Health and Food Engineering, 5: 148-154.

Galloway, D.L., Goetsch, A.L., Sun, W., Forster Jr, L.A., Murphy, G.E., Grant, E.W. and Johnson, Z.B. 1992. Digestion, feed intake, and live weight gain by cattle consuming bermudagrass hay supplemented with whey. Journal of Animal Science, 8: 2533-2541.

Grinstead, G.S., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., Tokach, M.D. and Dritz, S.S. 2000. A review of whey processing, products and components: Effects on weanling pig performance. Journal of Applied Animal Research, 1: 133-150.

Gülşen, N., Coşkun, B., Umucalilar, H. D., Inal, F. and Boydak, M. 2002. Effect of lactose and dried whey supplementation on growth performance and histology of the immune system in broilers. Archives of Animal Nutrition, 2: 131-139.

Grobler, S.M. 2008. Growth performance of Holstein calves fed milk or milk replacer with or without calf starter (Doctoral dissertation, University of Pretoria).

Huuskonen, A. 2017. Effects of skim milk and whey-based milk replacers on feed intake and growth of dairy calves. Journal of Applied Animal Research, 1: 480-484.

Hulmi, J.J., Kovanen, V., Selänne, H., Kraemer, W.J., Häkkinen, K. and Mero, A.A. 2009. Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. Amino Acids, 2: 297-308.

Jeacoce, R.E. 1977. Continuous measurements of the pH of beef muscle in intact beef carcasses. International Journal of Food Science and Technology, 4: 375-386.

Kheyrkhah, H. 2010. The effect of different levels of fermented and concentrated whey in the starting diet on the function and blood metabolites of Holstein dairy calves, M.Sc. Thesis, Islamic Azad University of Ghaemshahr, Iran. (In Persian).

Kermanshahi, H. and Rostami, H. 2006. Influence of supplemental dried whey on broiler performance and cecal flora. International Journal Poultry Science, 6: 538-543.

Krissansen, G.W. 2007. Emerging health properties of whey proteins and their clinical implications. Journal of the American College of Nutrition, 6: 713-723.

Kloek, J., Mortaz, E., Van Ark, I., Bloksma, N., Garssen, J., Nijkamp, F.P. and Folkerts, G. 2011. A whey-based glutathione-enhancing diet decreases allergen-induced airway contraction in a guinea-pig model of asthma. British Journal of Nutrition, 10: 1465-1470.

Lammers, B.P., Heinrichs, A.J. and Aydin, A. 1998. The effects of whey protein concentrate or dried skim milk in milk replacer on calf performance and blood metabolites. Journal of Dairy Science, 7: 1940-1945.

Lupo, C.R, Grecco, F.C.D.A.R., Eleodoro, J.I., Filho, L.F.C.C., Serafim, C.C., dos Santos, J.S. and Hernandes, C. 2019. Viability of the use of bovine milk whey at lamb finishing: performance, carcass, and meat parameters. Journal of Applied Animal Research, 1: 449-453.

Mirshahi, S. 2012. Whey is a source of probiotics. Veterinary Journal, 47: 77. (In Persian).

Mollea, C., Marmo, L. and Bosco, F. 2013. Valorisation of cheese whey, a by-product from the dairy industry. In Food industry, IntechOpen.

Morishita, Y. and Shiromizu, K. 1987. Effects of dietary lactose and purified diet on intestinal microflora of rats. Japanese Journal of Medical Science and Biology, 1: 15-26.

Mwenya, B., Santoso, B., Sar, C., Pen, B., Morikawa, R., Takaura, K. and Takahashi, J. 2005. Effects of yeast culture and galacto-oligosaccharides on ruminal fermentation in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 4: 1404-1412.

Nik-khah, A. 1984. The growth and carcass quality of Afshari Turkey and Mehraban lambs on different diets. Australian Society of Animal Production, 15: 498–499.

Poliquit, A.R. and Sanchez, S.L. 2013. Performance of growing lambs as influenced by liquid acid whey supplementation. Annals of Tropical Research, 1: 61-73.

Rogério, M.C.P., Martins, E.C., Shiotsuki, L., Pompeu, R.C.F.F., Muir, J.P., Araújo, A.R. and Alves, A.A. 2019. Economic viability of finishing lambs in the feedlot using bovine cheese whey as a dietary ingredient. Small Ruminant Research, 170: 131-136.

SAS. 2001. Statistical Analysis System User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Salem, M.B. and Fraj, M. 2007. The effects of feeding liquid acid whey in the diet of lactating dairy cows on milk production and composition. Journal of Cell and Animal Biology, 1: 007-010.

Sedaghat, A. 2019. The effect of using different levels of whey powder on performance, digestibility and blood parameters in fattening periods, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Faculty of Animal Sciences, Master Thesis, Animal Science Engineering, Animal Nutrition, (In Persian).

Serafim, C.C., de Almeida Rego, F.C., Fabris, J.T., Molina, J.F., Lupo, C.R., Gasparini, M.J. and dos Santos, J.S. 2017. Consumo de Nutrientes e Perfil Metabólico de Cordeiros Confinados com Diferentes Teores de Soro de Leite em Pó na Dieta. Uniciências, 1: 7-11.

Schingoethe, D.J. 1976. Whey utilization in animal feeding: a summary and evaluation. Journal of Dairy Science, 3: 556-570.

Schingoethe, D.J., Skyberg, E.W. and Bailey, R.W. 1980. Digestibility, mineral balance, and rumen fermentation by steers of rations containing large amounts of lactose or dried whey. Journal of Dairy Science, 5: 762-774.

Shapiro, D. and Volcani, R. 1977. Liquid acid whey to growing heifers. 2nd ed. Min. Agric., Cattle Div., Ext. Serv. (Hebrew).

Shahsavani, F., Afzali, N. and Hoseyni Vashan, J. 2018. Comparative study of the effects of whey and commercial probiotics on performance, blood parameters and microbial population of broiler intestines, thesis for obtaining a master's degree in poultry breeding and production management, Faculty of Agriculture, Department of Animal Sciences, Birjand University. Iran. (In Persian).

Silva, F.V., Borges, I., Sá, H.C.M.D., Martins, T.L. T., Lana, Â.M.Q., Borges, A.L.C.C. and Costa, H.H.A. 2018. Performance and carcass characteristics of lambs fed a solution of cheese whey during feedlot and pre-slaughter lairage. Revista Brasileira de Zootecnia, 47.

Stock, R., Klopfenstein, T. and Brink, D. 1986. Whey as a source of rumen-degradable protein. II. for growing ruminants. Journal of Animal Science, 5: 1574-1580.

Taherpour, K., Moravej, H., Shivazad, M., Adibmoradi, M. and Yakhchali, B. 2009. Effect of dietary probiotic, prebiotic and butyric acid glycerides on performance and serum composition in broiler chickens. African Journal of Biotechnology, 8: 2329-2334.

Tedeschi, L.O., Cannas, A. and Fox, D.G. 2010. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: the development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. Small Ruminant Research, 89: 174–184.

Van Keulen, J. and Young, B.A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44: 282–287.

Van Soest, P., Jvan, 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.

Walzem, R.L., Dillard, C.J. and German, J.B. 2002. Whey components: millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. Critical Reviews in Food Science and Nnutrition, 4: 353-375.

Yadav, J.S.S., Yan, S., Pilli, S., Kumar, L., Tyagi, R.D. and Surampalli, R.Y. 2015. Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. Biotechnology Advances, 6: 756-774.

Zamani, J., Azizi, A. and Jahani Azizabadi, H. 2019. The effect of alfalfa replacement with straw processed with sodium hydroxide and whey on yield, characteristics of rumen fermentation, milk production and chemical metabolites of Holstein dairy cows, Master Thesis in Animal Nutrition, University of Kurdistan, and Faculty of Agriculture, Iran. (In Persian).