

Effects of Different Fat Sources on Performance, Nutrient Digestibility, and Liver Enzymes in Transition Ewes and Blood Metabolites of Their Lambs

Babak Kiarash¹, Amirdavar Forouzandeh Shahraki^{2*}, Seyed Ali Tabeidian³,
Gholamreza Ghalamkari⁴, Mahshid Defaei⁵

¹ Department of Animal Sciences, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran. Email: kiyarashbabak@gmail.com

² (Corresponding Author) Department of Animal Sciences, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
Email: ad_forouzandeh@iau.ac.ir

³ Department of Animal Sciences, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran. Email: tabeidian@iau.ac.ir

⁴ Department of Animal Sciences, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran. Email: ghalamkari@khuisf.ac.ir

⁵ Department of Biochemistry, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran. Email: mdefaei84@iau.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Full Paper	Background and Objective: The transition period in ewes (3 weeks prepartum to 3 weeks postpartum) is characterized by profound metabolic changes and reduced feed intake, leading to negative energy balance, increased non-esterified fatty acids (NEFA), ketone bodies, and oxidative stress. This condition elevates the risk of ketosis, fatty liver, and impaired immunity. Dietary fat supplementation, as a nutritional strategy, can improve metabolic status by providing a dense energy source and reducing body reserve mobilization; however, its effects on digestion, rumen fermentation, and oxidative stress depend on the type of fat (protected saturated vs. unsaturated). Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects of different fat sources on nutrient digestibility, liver enzymes in transition ewes, and selected blood parameters of newborn lambs.
Article history: Received: 08/11/2025 Revised: 25/02/2026 Accepted: 23/04/2026	Materials and Methods: The experiment was conducted on 60 pregnant ewes (one month before lambing) at the research farm of Islamic Azad University, Khorasgan Branch. Ewes were randomly assigned, based on body weight and expected lambing date, to five treatments (12 replicates) in a completely randomized design: (1) control (no added fat), (2) 3% calcium salts of omega-9 fatty acids, (3) 3% tallow, (4) 3% canola oil, and (5) 3% rumen-protected saturated fatty acid powder. Diets were formulated according to NRC (2007) and offered as TMR from 21 days prepartum to 21 days postpartum.
Keywords: Fat sources Lambs Liver enzymes Nutrient digestibility Transitional ewes	Results: Supplementation with different fat sources had no significant effect on body weight, dry matter intake, or body condition score of the ewes. Feeding rumen-protected saturated fatty acid powder significantly increased ether extract digestibility compared with canola oil and the control group in both pre- and postpartum periods, and showed higher values than animal fat postpartum ($P<0.05$). This treatment also improved acid detergent

fiber digestibility compared with animal fat and canola oil before lambing and compared with canola oil after lambing. Neutral detergent fiber digestibility was affected by treatments only postpartum, with higher values in the protected saturated fat group than in the canola oil and omega-9 treatments ($P<0.05$), while dry matter and crude protein digestibility did not differ among treatments. Liver enzyme activities were influenced by dietary fat source. ALT and AST levels in ewes fed canola oil and animal fat increased significantly postpartum ($P<0.05$), whereas values in ewes receiving calcium salts of omega-9 and protected saturated fat remained within the normal range. ALP activity was also affected in both sampling periods, with the highest values observed in the omega-9 and animal fat groups. The type of dietary fat significantly affected blood parameters of newborn lambs ($P<0.05$). Lambs born to ewes fed protected saturated fat and omega-9 fatty acids had higher concentrations of glucose, cholesterol, total protein, and immunoglobulin G compared with the control group. Cholesterol, total protein, and IgG concentrations in these treatments were also higher than in the animal fat group, while albumin concentration did not differ significantly among treatments.

Conclusion: Overall, supplementation of transition ewe diets with rumen-protected saturated fatty acid powder improved ether extract digestibility compared with canola oil and the control group and maintained more stable liver enzyme activity postpartum compared with canola oil and animal fat. Although not all traits differed significantly among treatments, these findings suggest that protected saturated fat may contribute to improved digestibility and metabolic status during the transition period compared with some other fat sources.

Cite this article: Kiarash, B., Forouzandeh Shahraki, A., Tabeidian, S.A., Ghalamkari, Gh.R., Defaei, M. (2026). Effects of Different Fat Sources on Performance, Nutrient Digestibility, and Liver Enzymes in Transition Ewes and Blood Metabolites of Their Lambs. *Journal of Ruminant Research*, 14(2), 71-88.



© The Author(s)



10.22069/ejrr.2026.24264.2029

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

اثرات منابع مختلف چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی و آنزیم های کبدی در میش های دوره انتقال و فراسنجه های خونی بره های متولد شده از آنها

بابک کیارش^۱، امیردور فروزنده شهرکی^{۲*}، سیدعلی تبعیدیان^۳، غلامرضا قلمکاری^۴، مهشید دفاعی^۵

^۱ گروه علوم دامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. رایانامه: kiyarashbabak@gmail.com

^۲ (نویسنده مسئول) گروه علوم دامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. رایانامه: ad_foroozandeh@iau.ac.ir

^۳ گروه علوم دامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. رایانامه: tabeidian@iau.ac.ir

^۴ گروه علوم دامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. رایانامه: ghalamkari@khuisf.ac.ir

^۵ گروه بیوشیمی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. رایانامه: mdefaei84@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	سابقه و هدف: دوره انتقالی میش ها (۳ هفته پیش تا ۳ هفته پس از زایش) با تغییرات شدید
مقاله کامل علمی- پژوهشی	متابولیسم و کاهش مصرف خوراک همراه است که منجر به تعادل منفی انرژی، افزایش اسیدهای چرب غیراسترئوفیه، اجسام کتون و تنش اکسیداتیو می شود. این وضعیت خطر کتوز، کبد چرب و ضعف ایمنی را افزایش می دهد. استفاده از منابع چربی به عنوان استراتژی تغذیه ای، با تأمین انرژی متراکم و کاهش بسیج ذخایر بدن، می تواند وضعیت متابولیسم را بهبود بخشد؛ اما اثرات آن بر هضم، تخمیر شکمبه و تنش اکسیداتیو به نوع چربی (اشباع محافظت شده یا غیراشباع) بستگی دارد. لذا هدف مطالعه بررسی اثر منابع مختلف چربی بر گوارش پذیری مواد مغذی، آنزیم های کبدی در میش های انتقالی و تأثیر بر فراسنجه های خونی بره های متولد شده بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۸/۱۸	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۱۲/۶	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۲/۲	
واژه های کلیدی:	مواد و روش ها: آزمایش روی ۶۰ رأس میش آبستن (یک ماه قبل از زایش) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان انجام شد. میش ها بر اساس وزن و تاریخ زایش به صورت تصادفی به ۵ تیمار (۱۲ تکرار) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی تخصیص یافتند: (۱) شاهد (بدون چربی)، (۲) ۳ درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب آمگا-۹، (۳) ۳ درصد پیه، (۴) ۳ درصد روغن کلزا، (۵) ۳ درصد پودر اسید چرب اشباع محافظت شده در شکمبه. جیره ها بر اساس NRC (۲۰۰۷) از ۲۱ روز قبل تا ۲۱ روز پس از زایش به صورت TMR ارائه شدند.
آنزیم های کبدی	نتایج: نتایج نشان داد که افزودن منابع مختلف چربی تأثیر معنی داری بر وزن بدن، مصرف ماده خشک یا امتیاز وضعیت بدنی میش ها نداشت. استفاده از پودر اسید چرب اشباع محافظت شده موجب افزایش معنی دار گوارش پذیری عصاره اتری نسبت به تیمارهای روغن کلزا و گروه شاهد در هر دو دوره قبل و بعد از زایش شد و پس از زایش نسبت به چربی حیوانی نیز مقادیر بالاتری نشان داد ($P < 0.05$). این تیمار همچنین گوارش پذیری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بیشتری نسبت به چربی حیوانی و روغن کلزا قبل از زایش و نسبت به روغن کلزا

پس از زایش داشت. گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی تنها پس از زایش تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت به طوریکه تیمار چربی اشباع محافظت‌شده نسبت به روغن کلزا و منبع اُمگا-۹ مقادیر بالاتری نشان داد ($P < 0/05$)، در حالی‌که گوارش‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. سطوح ALT و AST در میش‌های تغذیه‌شده با روغن کلزا و چربی حیوانی پس از زایش به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$). در حالی‌که مقادیر در میش‌های تغذیه‌شده با نمک کلسیمی اُمگا-۹ و چربی اشباع محافظت‌شده در محدوده طبیعی باقی ماند. فعالیت ALP نیز در هر دو دوره نمونه‌برداری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت و بالاترین مقادیر در گروه‌های اُمگا-۹ و چربی حیوانی مشاهده شد. نتایج نشان داد که نوع منبع چربی در جیره میش‌های دوره انتقال اثر معنی‌داری بر فراسنجه‌های خونی بره‌های متولدشده داشت ($P < 0/05$). بره‌های حاصل از میش‌های دریافت‌کننده چربی اشباع محافظت‌شده و اسیدهای چرب اُمگا-۹ غلظت بالاتری از گلوکز، کلسترول، پروتئین کل و ایمونوگلوبولین G نسبت به گروه شاهد نشان دادند ($P < 0/05$). همچنین غلظت کلسترول، پروتئین کل و ایمونوگلوبولین G در این تیمارها نسبت به تیمار چربی حیوانی بیشتر بود، در حالی‌که بین تیمارها از نظر غلظت آلبومین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، استفاده از پودر اسید چرب اشباع محافظت‌شده در جیره میش‌های دوره انتقال موجب افزایش گوارش‌پذیری عصاره اتری نسبت به روغن کلزا و گروه شاهد و پایداری بیشتر فعالیت آنزیم‌های کبدی پس از زایش در مقایسه با روغن کلزا و چربی حیوانی شد. با توجه به اینکه همه صفات بین تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشتند، این نتایج نشان می‌دهد که چربی اشباع محافظت‌شده می‌تواند در مقایسه با برخی منابع چربی به بهبود نسبی گوارش-پذیری و وضعیت متابولیکی در دوره انتقال کمک کند.

استناد: کیارش، بابک؛ فروزنده شهرکی، امیرداور؛ تبعیدیان، سیدعلی؛ قلمکاری، غلامرضا؛ دفاعی، مهشید. (۱۴۰۵). اثرات منابع مختلف چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی و آنزیم‌های کبدی در میش‌های دوره انتقال و فراسنجه‌های خونی بره‌های متولد شده از آنها. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۴ (۲)، ۷۱-۸۸.



10.22069/ejrr.2026.24264.2029

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



مقدمه

در دوره‌ی انتقالی که معمولاً سه هفته پیش از زایش تا سه هفته پس‌از آن را شامل می‌شود، میش‌های شیرینی با تغییرات شدید متابولیکی، هورمونی و فیزیولوژیکی مواجه‌اند؛ در این مرحله، نیاز به انرژی و مواد مغذی به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌یابد، درحالی‌که مصرف خوراک به‌دلیل کاهش ظرفیت شکمبه، تغییرات هورمونی و استرس زایمان کاهش می‌یابد (Lisuzzo و همکاران، ۲۰۲۲). این ناهماهنگی میان دریافت انرژی و نیاز متابولیکی منجر به بروز تعادل منفی انرژی، افزایش غلظت اسیدهای چرب غیر استریفیه و کتون‌ها می‌شود که زمینه‌ساز بروز اختلالات متابولیکی نظیر کتوز، کبد چرب و تضعیف عملکرد ایمنی است (Bouvier-Müller و همکاران، ۲۰۱۶). علاوه بر این، مطالعات اخیر نشان داده‌اند که در طول دوره‌ی انتقال، سطح تنش اکسیداتیو در بدن میش‌ها افزایش یافته و تولید گونه‌های فعال اکسیژن شدت می‌یابد که این امر موجب آسیب به غشاهای سلولی، پروتئین‌ها و DNA می‌شود و در نهایت کارایی تولیدی و باروری حیوان را کاهش می‌دهد (Gregorin و Beck، ۲۰۲۱). یکی از مؤثرترین راهکارهای تغذیه‌ای برای کاهش فشار متابولیکی در دوره انتقال، استفاده از منابع مختلف چربی در جیره است (Ghahramani و همکاران، ۲۰۱۹). چربی‌ها به‌عنوان پرنرژی‌ترین ترکیب غذایی، علاوه بر تأمین سریع انرژی، قادرند بخشی از کسری انرژی ایجادشده در این دوره را جبران کنند و از تجزیه‌ی بیش‌ازحد بافت چربی بدن جلوگیری نمایند. بااین‌حال، اثر چربی بر عملکرد فیزیولوژیکی و متابولیکی حیوان به نوع منبع آن بستگی دارد؛ به‌طوری‌که تفاوت در ساختار شیمیایی و درجه‌ی اشباع، اثرات متفاوتی بر تخمیر شکمبه، گوارش‌پذیری و وضعیت اکسیداتیو بدن دارد (Hervás و همکاران، ۲۰۲۱؛ Behan و

همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعاتی گزارش کرده‌اند که استفاده از چربی‌های محافظت‌شده می‌تواند با کاهش تخریب چربی در شکمبه و جذب مستقیم در روده، موجب افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی و انرژی خالص شود (Behan و همکاران، ۲۰۱۹). در مقابل، استفاده از چربی‌های آزاد و غیراشباع، مانند روغن‌های گیاهی، ممکن است با مهار فعالیت میکروبی شکمبه و کاهش تخمیر فیبر، تأثیر منفی بر گوارش‌پذیری داشته باشد (Ibrahim و همکاران، ۲۰۲۱). تحقیقات نشان داده است که جیره‌های غذایی پرچرب منجر به افزایش سطح آنزیم‌های کبدی مانند AST و ALT شده‌اند که نشان‌دهنده آسیب کبدی است (Zhao و همکاران، ۲۰۱۳؛ Uluisik و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین، تغییرات در غلظت‌های پلاسمایی پروتئین کل، گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسیرید و لیپیدهای کل در میش‌های مکمل‌سازی شده با اسیدهای چرب محافظت‌شده مشاهده‌شده است (Ghoniem و همکاران، ۲۰۲۰)

تغذیه‌ی مادری در دوره‌ی انتقال نقش حیاتی در تعیین وضعیت متابولیکی و ایمنی بره‌های تازه متولدشده دارد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که نوع و میزان چربی موجود در جیره‌ی مادر در اواخر آبستنی می‌تواند بر رشد داخل رحمی، متابولیسم گلوکز، سطح آنتی‌اکسیدان‌های خونی و حتی ترکیب بدن بره‌ها تأثیرگذار باشد (Rosa-Velázquez و همکاران، ۲۰۲۱). با وجود شواهد موجود، هنوز اطلاعات جامعی درباره‌ی اثر منابع مختلف چربی در جیره‌ی میش‌های دوره‌ی انتقال بر گوارش‌پذیری، شاخص‌های تنش اکسیداتیو و فراسنجه‌های خونی بره‌های متولدشده وجود ندارد. ازاین‌رو، نیاز به بررسی دقیق‌تر اثر منابع مختلف چربی از جمله چربی‌های حیوانی، روغن‌های گیاهی، چربی‌های محافظت‌شده و نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بر

عملکرد متابولیکی و اکسیداتیو میش‌ها در دوره‌ی انتقال و همچنین بر سلامت و متابولیسم بره‌های تازه متولدشده احساس می‌شود؛ بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی اثرات منابع مختلف چربی بر قابلیت گوارش‌پذیری و آنزیم‌های کبدی در میش‌های دوره انتقال و فراسنجه‌های خونی بره‌های متولدشده از آن‌ها است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در پاییز و زمستان سال ۱۴۰۳ در واحد پرورش گوسفند واقع در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، واقع در خاتون‌آباد، اصفهان انجام شد. بدین منظور، ۶۰ میش نژاد افشاری با وزن متوسط اولیه ۷۸ کیلوگرم و متوسط تعداد زایش ۲/۵، سه هفته مانده به زایمان انتخاب شدند. میش‌ها به‌صورت انفرادی در جایگاه‌هایی به ابعاد ۸۳×۱۷۱ سانتی‌متر با کف بتنی و آب‌خوری‌های جداگانه نگهداری شدند و به‌صورت تصادفی به پنج گروه آزمایشی در یک طرح کاملاً تصادفی اختصاص یافتند. میش‌ها از ۲۱ روز قبل تا ۲۱ روز بعد از زایمان با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) گروه کنترل بدون روغن، ۲) جیره غذایی حاوی ۳ درصد نمک کلسیم اسیدهای چرب امگا-۹ (غنی از اسید اولئیک)، ۳) جیره غذایی حاوی ۳ درصد چربی حیوانی، ۴) جیره غذایی حاوی ۳ درصد روغن گیاهی (روغن کانولا) و ۵) جیره غذایی حاوی ۳ درصد پودر اسید چرب اشباع محافظت‌شده بودند. سطح ۳ درصد چربی افزوده‌شده به جیره بر اساس توصیه‌های (NRC 2007) انتخاب شد. مطابق این مرجع، در جیره میش‌های

آبستن و شیرده، استفاده از چربی افزوده‌شده در محدوده ۲ تا ۴ درصد ماده خشک به‌عنوان یک راهکار ایمن برای افزایش چگالی انرژی جیره، بدون ایجاد اثرات منفی بر مصرف خوراک، تخمیر شکمبه‌ای و هضم فیبر، توصیه می‌شود. انتخاب سطح ۳ درصد در مطالعه حاضر که در میانه این بازه پیشنهادی قرار دارد، امکان مقایسه منابع مختلف چربی را بدون عبور از آستانه تحمل فیزیولوژیک شکمبه فراهم می‌کند. جیره پایه بر اساس نیازهای تغذیه‌ای توصیه‌شده NRC (۲۰۰۷) فرموله شد. اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره پایه در جدول ۱ ارائه شده است. جیره‌های آزمایشی به‌گونه‌ای فرموله شدند که نیازهای انرژی و پروتئین میش‌ها به‌طور یکنواخت تأمین شود. سطوح مواد معدنی و ویتامین‌ها نیز در تمامی تیمارها مشابه بود و تنها عامل متغیر در جیره‌ها، نوع منبع چربی افزوده‌شده بود. جیره‌ها به‌صورت خوراک مخلوط کامل در دو وعده در ساعت ۰۸:۰۰ و ۱۶:۰۰ توزیع شدند. میش‌ها در طول روز دسترسی آزاد به آب داشتند و به‌صورت آزاد با باقیمانده ۵-۱۰ درصد تغذیه شدند.

جمع‌آوری داده‌های آزمایشی: مانده خوراک روزانه از آخورها پیش از تغذیه صبحگاهی جمع‌آوری و وزن شد و بر این اساس، مصرف خوراک روزانه محاسبه گردید. وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی (BCS) میش‌ها در ۲۱ روز قبل از زایش و روز زایش با استفاده از یک سیستم امتیازدهی پنج‌درجه‌ای تعیین شد. پس از زایش، این شاخص‌ها به‌صورت هفتگی تا پایان دوره آزمایش (۲۱ روز پس از زایش) ثبت گردیدند.

اثرات منابع مختلف چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی و آنزیم های... / بابک کیارش و همکاران

جدول ۱ - ترکیبات مواد خوراکی و مواد مغذی و انرژی جیره غذایی میش ها در دوره انتقال

Table 1 - Composition of feed ingredients and nutrients and energy of ewes' diets during the transition period

قبل از زایش Pre-partum (%)	پس از زایش Post-partum (%)	اقلام خوراکی
29.50	28.00	یونجه Alfalfa
35.20	28.70	سیلاژ ذرت Corn silage
26.50	31.00	دانه جو Barley
6.50	9.00	کنجاله سویا Soybean meal
0.80	1.10	کلسیم کربنات Calcium carbonate
0.40	0.60	نمک Salt
1.10	1.60	مواد معدنی و ویتامینه Vitamin and mineral supplement
ترکیب شیمیایی مواد مغذی Chemical composition of nutrients		
46.10	50.60	ماده خشک Dry matter (%)
14.36	15.27	پروتئین خام Crude protein (%)
2.43	2.45	انرژی متابولیسمی Metabolizable energy (Mcal/kg)
42.29	39.6	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber (NDF, %)
2.26	2.20	عصاره اتری Crude fat (%)
0.77	0.95	کلسیم Calcium (%)
0.28	0.29	فسفر Phosphorus (%)

ترکیب مکمل به ازای هر کیلوگرم جیره شامل ۲۱۰ گرم کلسیم، ۱۰۰ گرم فسفر، ۷۰ گرم منیزیم، ۴۵ میلی گرم کبالت، ۳۶۰ میلی گرم مس، ۱۶۰ میلی گرم ید، ۳۱۰۰ میلی گرم آهن، ۲۱۰۰ میلی گرم منگنز، ۱۰۰ میلی گرم سلنیوم، ۳۱۰۰ میلی گرم روی، ۵۱۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۱۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D و ۷۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E می باشد.

Supplement Composition (per kg of diet): 210 g calcium, 100 g phosphorus, 70 g magnesium, 45 mg cobalt, 360 mg copper, 160 mg iodine, 3100 mg iron, 2100 mg manganese, 100 mg selenium, 3100 mg zinc, 510000 IU vitamin A, 110000 IU vitamin D, 7000 IU vitamin E.

زایش و ۷ روز پس از تولد، جمع آوری گردید. نمونه ها قبل از وعده صبحگاهی از طریق ورید و داج با استفاده از لوله های وکیوم گرفته شدند. بلافاصله پس از نمونه گیری، نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و پلاسما با سانتریفیوژ کردن در $3000 \times g$ به مدت ۱۵

جهت ارزیابی پارامترهای خونی و فعالیت آنزیمی، نمونه های خون از میش ها یک هفته قبل و سه هفته پس از زایمان جمع آوری شد (Seifzadeh و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این، برای بررسی فراسنجه های خونی بره ها، نمونه های خون آن ها در دو زمان، روز

زمان (رویه MIXED) با اثرات ثابت تیمار، زمان (روز)، اثر متقابل تیمار در زمان، اثر تصادفی میش داخل تیمار و باقی مانده ها استفاده شد. سطح معنی داری ۵ درصد در نظر گرفته شد. معادله مورد استفاده از این طرح به صورت زیر بود:

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

Y = مشاهده، μ = میانگین مشاهدات، T_i = اثر i امین تیمار، BW_j = وزن اولیه (عامل کوواریت)، e_{ij} = اثر اشتباه آزمایشی

نتایج

وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی: نتایج جدول ۲ نشان داد که افزودن منابع مختلف چربی به جیره غذایی میش های دوره انتقال، هیچ اثر معنی داری بر وزن بدن وضعیت بدنی در دوره های قبل و بعد از زایش نداشت ($P > 0.05$). وزن بدن در گروه های مختلف قبل از زایش ($P > 0.987$) و بعد از زایش ($P > 0.703$) تغییراتی نشان داد، اما این تغییرات از نظر آماری معنی دار نبودند. امتیاز وضعیت بدنی پیش و پس از زایش در گروه ها نزدیک به یکدیگر بود و هیچ اختلاف آماری مشاهده نشد.

دوره انتقال که شامل اواخر آبستنی و اوایل شیردهی است، با تقاضای شدید انرژی و در نتیجه، تعادل انرژی منفی مشخص می شود (Bouvier-Muller و همکاران، ۲۰۱۶). میش ها برای تأمین انرژی مورد نیاز شیردهی، ذخایر چربی بدن خود را بسیج می کنند. در این شرایط، وزن بدن و وضعیت بدنی معیارهای هستند که تغییرات متابولیکی را به خوبی منعکس نمی کنند (McHugh و همکاران، ۲۰۱۹). حتی زمانی که اسیدهای چرب خاص، مانند اسیدهای چرب غیراشباع چندانگانه، بر تنظیم ژن های مرتبط با متابولیسم چربی در بافت چربی تأثیر می گذارند (Nickles و همکاران، ۲۰۱۹)، این تغییرات

دقیقه جدا شد. فراسنجه های اندازه گیری شده در میش ها شامل آنزیم های آلانین آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز و برای بره های متولد شده از آن ها شامل گلوکز، کلسترول، تری گلیسیرید، پروتئین کل، آلبومین و ایمونوگلوبولین G بود؛ که با استفاده از کیت های تجاری Delta Darman Part (تهران، ایران) انجام شد. تمامی آنالیزها با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر BT 1500 (Biotechnica Instruments, Rome, Italy) اندازه گیری شد.

گوارش پذیری مواد مغذی خوراک با استفاده از خاکستر نامحلول در اسید (AIA) طبق روش ون کولن و یانگ (۱۹۷۷) تعیین شد (Van Keulen و Young، ۱۹۹۷). نمونه های خوراک و مدفوع در پایان هر یک از دوره های قبل و بعد از زایش، به مدت ۵ روز متوالی از تمامی میش ها جمع آوری گردید و پس از خشک شدن در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد و آسیاب شدن، برای تعیین AIA مورد استفاده قرار گرفتند. با استفاده از این نشانگر داخلی، درصد قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی و سایر اجزای جیره غذایی ترکیبات مواد خوراکی محاسبه گردید. برای تعیین ترکیب شیمیایی نمونه های مدفوع، ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام و چربی از روش AOAC (۲۰۰۵) استفاده شد. علاوه بر این، مقادیر فیبر دیواره سلولی و فیبر دیواره سلولی بدون همی سلولز با استفاده از روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) اندازه گیری شد.

داده های به دست آمده از آزمایش پس از جمع آوری در نرم افزار اکسل وارد و تنظیم شدند. سپس تحلیل آماری داده ها برای وزن بدن، وضعیت بدنی و فراسنجه های خونی با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) و رویه GLM استفاده شد. همچنین برای آنالیز مشاهدات تکرار شده از روش تکرار شده در

اثرات منابع مختلف چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی و آنزیم های... / بابک کیارش و همکاران

تنظیمی ممکن است به اندازه ای نباشد که تغییرات قابل اندازه گیری در وضعیت بدنی یا وزن بدن زنده ایجاد کند (Coleman و همکاران، ۲۰۱۸). Nazary و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی اثرات دانه های روغنی سویا و کلزا در میش های دوره انتقال نشان دادند که تغییرات روزانه ی وزن میش ها در دوره ی قبل و بعد از زایش تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. گزارش شده است که حتی با افزودن چربی به جیره نشخوارکنندگان، اگر جیره ها از نظر انرژی متابولسمی همسان باشند، وزن بدن و وضعیت بدنی تحت تأثیر قرار نمی گیرند (Anderson و همکاران، ۲۰۱۵). این موضوع در مورد میش هایی که در وضعیت بدنی مناسبی قرار دارند و به خوبی تغذیه می شوند مطابقت دارد (Oqla و همکاران، ۲۰۰۴). درواقع، اثرات منابع مختلف اسیدهای چرب، مانند اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه در مقایسه با اسیدهای چرب اشباع بیشتر بر تنظیم ژن های مرتبط با متابولیسم چربی و توزیع چربی در بافت های خاص است و تا بر تغییرات قابل اندازه گیری در توده کلی بدن چندان تأثیرگذار نیست (Emamat و همکاران، ۲۰۲۰).

جدول ۲- اثرات منابع مختلف چربی در جیره غذایی میش های دوره انتقال بر وزن بدن و وضعیت بدنی

Table 2. Effects of different fat sources in the diet of transition ewes on body weight, feed intake and body condition

P value	SEM	PSAT	OMGA9	TAL	CAN	CON	
							وزن بدن (کیلوگرم) Body weight (kg)
0.987	2.98	71.30	71.98	72.41	69.45	70.50	قبل از زایش Pre-lambing
0.703	1.07	65.87	64.37	64.73	63.63	63.93	بعد از زایش Post-lambing
0.685	20.28	258.57	362.38	365.71	277.14	312.85	تغییرات وزن بدن (گرم در روز) Body weight change (g/day)
							وضعیت بدنی Body condition score
0.788	0.06	3.08	3.09	3.03	3.31	3.12	قبل از زایش Pre-lambing
0.813	0.05	3.00	2.94	2.96	2.89	2.93	بعد از زایش Post-lambing

Con = گروه شاهد بدون افزودن چربی، CAN = جیره حاوی ۳ درصد روغن گیاهی (روغن کلزا)، TAL = جیره حاوی ۳ درصد چربی حیوانی (پیه)،

OMGA9 = جیره حاوی ۳ درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب اُمگا-۹، PSAT = جیره حاوی ۳ درصد پودر اسید چرب اشباع محافظت شده

Con = control group without added fat, CAN = diet containing 3% vegetable oil (canola oil), TAL = diet containing 3% animal fat (tallow), OMGA9 = diet containing 3% calcium salt of omega-9 fatty acids, and PSAT = diet containing 3% protected saturated fatty acid powder.

افزایش بیش از حد چربی در جیره نشخوارکنندگان می تواند به دلیل اثرات منفی بر تخمیر شکمبه ای یا مکانیسم های سیری، منجر به کاهش مصرف ماده خشک شود (Peixoto و همکاران، ۲۰۱۶). یافته های مطالعه حاضر مبنی بر عدم تأثیر معنی دار منابع چربی بر مصرف خوراک در دوره های قبل و بعد از زایش، با نتایج برخی تحقیقات دیگر در میش ها و گاوهای شیری همخوانی دارد (Sinclair و همکاران، ۲۰۱۰؛

مصرف خوراک: اثر منابع مختلف چربی بر مصرف خوراک میش های دوره انتقال بررسی شد (جدول ۳). مصرف خوراک پیش از زایش و پس از زایش در تیمارهای آزمایشی (گروه شاهد، پودر اسید چرب اشباع محافظت شده، اسیدهای چرب اُمگا-۹، پیه و روغن کلزا) تحت تأثیر معنی دار منبع چربی، زمان یا تعامل منبع چربی × زمان بر مصرف خوراک قرار نگرفت.

کمتر از آستانه تحمل شکمبه) به اندازه‌ای نبوده که خوش‌خوراکی را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد و تقاضای بالای انرژی در میش‌های شیرده، یک عامل قوی برای حفظ مصرف خوراک در سطح بالا است (Alves و همکاران، ۲۰۱۳).

Oqla و همکاران، ۲۰۰۴). افزودن چربی به جیره نشخوارکنندگان می‌تواند مصرف ماده خشک را کاهش دهد، به‌ویژه اگر سطح چربی بالا باشد یا بر تخمیر شکمبه‌ای تأثیر منفی بگذارد (Relling و همکاران، ۲۰۰۷). با این حال، عدم کاهش مصرف خوراک نشان می‌دهد که سطح چربی افزوده‌شده در جیره‌ها (احتمالاً

جدول ۳: اثرات منابع مختلف چربی در جیره غذایی میش‌های دوره انتقال بر مصرف خوراک

Table 3. Effects of different fat sources in the diet of transition ewes on feed intake

سطح معنی‌داری			SEM	تیمارهای آزمایشی					مصرف خوراک (کیلوگرم در روز)
P-value				Experimental treatments					
Fat × Time	Time	Fat		PSAT	OMGA9	TAL	CAN	CON	
Feed intake (kg/day)									
0.547	0.654	0.785	0.28	2.19	1.95	2.00	1.87	2.32	قبل از زایش
0.452	0.254	0.309	0.22	2.99	2.40	2.71	2.83	2.46	بعد از زایش

Con=گروه شاهد بدون افزودن چربی، CAN=جیره حاوی ۳ درصد روغن گیاهی (روغن کلزا)، TAL=جیره حاوی ۳ درصد چربی حیوانی (پیه)،

OMGA9=جیره حاوی ۳ درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-۹، PSAT=جیره حاوی ۳ درصد پودر اسید چرب اشباع محافظت‌شده

Con = control group without added fat, CAN = diet containing 3% vegetable oil (canola oil), TAL = diet containing 3% animal fat (tallow), OMGA9 = diet containing 3% calcium salt of omega-9 fatty acids, and PSAT = diet containing 3% protected saturated fatty acid powder.

بیشترین و تیمار حاوی چربی حیوانی کمترین میزان هضم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را نشان داد. در مورد گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی، اختلاف بین تیمارها قبل از زایش معنی‌دار نبود، اما پس از زایش این اختلاف به سطح معنی‌داری رسید ($P<0/05$)، به‌طوری‌که که پودر اسید چرب اشباع محافظت‌شده بالاترین و جیره‌های حاوی چربی حیوانی و روغن کلزا مقادیر پایین‌تری از هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی را داشتند.

به‌طورکلی در مطالعه حاضر، استفاده از پودر اسید چرب اشباع محافظت‌شده سبب بهبود معنی‌دار در گوارش‌پذیری عصاره اتری و نیز بهبود نسبی در گوارش‌پذیری ماده خشک و الیاف گردید. این نتایج با یافته‌های مطالعات قبلی در خصوص تأثیر منابع مختلف چربی بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در نشخوارکنندگان هم‌خوانی دارد (Bahramkhani، Zaringoli و همکاران، ۲۰۲۲؛ Hussein و همکاران،

گوارش‌پذیری مواد مغذی: نتایج مربوط به اثر منابع مختلف چربی در جیره غذایی میش‌های دوره انتقال بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در جدول ۴ نشان داده‌شده است همان‌طور که مشاهده می‌شود گوارش‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. با این حال، تأثیر منابع چربی بر گوارش‌پذیری عصاره اتری معنی‌دار بود ($P<0/05$). در دوره قبل و بعد از زایش، تیمار پودر اسید چرب اشباع محافظت‌شده بیشترین میزان هضم را نشان داد و بعد از آن تیمارهای حاوی نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-۹ و چربی حیوانی در مراحل دیگر قرار گرفتند، درحالی‌که کمترین میزان هضم مربوط به گروه شاهد بود. گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نیز تحت تأثیر منابع مختلف چربی قرار گرفت، به‌طوری‌که اختلاف بین تیمارها در هر دو دوره معنی‌دار بود ($P<0/05$). در این میان، پودر اسید چرب اشباع محافظت‌شده

اثرات منابع مختلف چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی و آنزیم های... / بابک کیارش و همکاران

منابع چربی را می توان به ترکیب اسیدهای چرب، میزان اشباع و نیز فرم فیزیکی یا فرآیند تهیه چربی نسبت داد. در این زمینه، Gao و همکاران (۲۰۲۵) نشان دادند که فرآوری روغن ذرت به شکل نانوامولسیون موجب بهبود گوارش پذیری ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام نسبت به فرم خام آن شد. Gallardo و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که جیره های غذایی غنی از اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه موجب افزایش گوارش پذیری پروتئین خام می شوند. همچنین در مطالعه دیگری Alipour و همکاران، ۲۰۲۱ با بررسی منابع چربی محافظت شده در بره های طالشی و زل گزارش دادند که بیشترین گوارش پذیری پروتئین خام در تیمار چربی غیراشباع محافظت شده نژاد طالشی و کمترین مقدار در تیمار چربی غیراشباع محافظت شده زل مشاهده شد.

۲۰۲۴). مطالعات متعدد نشان داده اند که چربی های گیاهی آزاد مانند روغن سویا و روغن پالم به دلیل تأثیر منفی بر فعالیت میکروارگانیسم های شکمبه، می توانند منجر به کاهش هضم ماده خشک و الیاف شوند. در این راستا Bahramkhani-Zaringoli و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که افزودن روغن پالم و روغن سویا به جیره، موجب کاهش هضم ماده خشک و ماده آلی نسبت به گروه شاهد گردید. این موضوع احتمالاً ناشی از اثر مهارى اسیدهای چرب غیراشباع آزاد بر جمعیت باکتری های فیبرولیتیک شکمبه است. در مقابل، نتایج حاصل از Hussein و همکاران (۲۰۲۴) نشان داد که استفاده از روغن ذرت، به ویژه در مقایسه با منابع چربی دیگر، موجب افزایش هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی گردید. تفاوت بین

جدول ۴: اثرات منابع مختلف چربی در جیره غذایی میش های دوره انتقال بر گوارش پذیری مواد مغذی

Table 4. Effects of different fat sources in the diet of transition ewes on digestibility

P value	SEM	PSAT	OMGA9	TAL	CAN	CON	
							گوارش پذیری ماده خشک Dry matter digestibility
0.061	1.48	68.50	67.92	66.50	67.00	64.80	قبل از زایش Pre-lambing
0.080	2.32	69.89	69.14	67.00	68.54	65.52	بعد از زایش Post-lambing
							گوارش پذیری پروتئین Protein digestibility
0.230	1.20	65.14	64.00	63.20	63.50	61.92	قبل از زایش Pre-lambing
0.450	1.63	66.87	66.50	64.52	65.00	63.12	بعد از زایش Post-lambing
							گوارش پذیری عصاره اتری Ether extract digestibility
0.010	1.23	73.52 ^a	70.31 ^{ab}	72.00 ^{ab}	68.10 ^b	57.20 ^c	قبل از زایش Pre-lambing
0.032	1.87	74.00 ^a	73.80 ^{ab}	71.29 ^b	69.20 ^b	59.60 ^c	بعد از زایش Post-lambing
							گوارش پذیری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber digestibility
0.043	1.65	54.00 ^a	50.00 ^{ab}	48.50 ^b	49.00 ^b	53.50 ^{ab}	قبل از زایش Pre-lambing
0.050	2.01	55.80 ^a	50.50 ^{ab}	51.50 ^{ab}	47.50 ^b	55.70 ^a	بعد از زایش Post-lambing
							گوارش پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber digestibility
0.06	1.87	55.00	52.00	55.50	53.00	55.00	قبل از زایش Pre-lambing
0.041	1.39	57.87 ^a	53.00 ^b	55.80 ^{ab}	52.50 ^b	56.50 ^{ab}	بعد از زایش Post-lambing

Con = گروه شاهد بدون افزودن چربی، CAN = جیره حاوی ۳ درصد روغن گیاهی (روغن کلزا)، TAL = جیره حاوی ۳ درصد چربی حیوانی (پیه)، OMGA9 = جیره حاوی ۳ درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-۹، PSAT = جیره حاوی ۳ درصد پودر اسید چرب اشباع محافظت شده

^{a-b} حروف متفاوت در ردیف ها نشان از معنی داری در سطح ۵ درصد می باشد

Con = control group without added fat, CAN = diet containing 3% vegetable oil (canola oil), TAL = diet containing 3% animal fat (tallow), OMGA9 = diet containing 3% calcium salt of omega-9 fatty acids, and PSAT = diet containing 3% protected saturated fatty acid powder.

^{a-b} Different letters in the rows indicate significance at the 5% level.

آنزیم‌های کبدی: نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایشی بر آنزیم‌های کبدی میش‌ها در قبل و بعد زایش در جدول ۵ نشان داده شده است همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان آنزیم آلانین آمینوترانسفراز بین تیمارهای آزمایشی معنی‌دار نبود؛ اما پس از زایش فعالیت این آنزیم بین تیمارها معنی‌دار مشاهده شد به طوریکه میش‌های دریافت‌کننده جیره حاوی نمک کلسیمی اسیدهای چرب اُمگا-۹ و پیه بیشترین میزان را نسبت به گروه شاهد داشتند ($P < 0.05$). آسپاراتات آمینو ترانسفراز در دوره قبل از زایش تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت؛ اما بعد از زایش مکمل کردن جیره میش‌ها با روغن کلزا بیشترین میزان را نسبت به گروه شاهد و اسیدهای چرب اشباع محافظت‌شده داشت ($P < 0.05$). فعالیت آلکالین فسفاتاز نیز تحت تأثیر منابع مختلف چربی قرار گرفت، به‌طوری‌که در هر دو دوره قبل و بعد از زایش اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود ($P < 0.05$). پیش از زایش، بالاترین فعالیت آلکالین فسفاتاز در تیمارهای حاوی اُمگا-۹ و روغن کلزا و پایین‌ترین مقدار در گروه شاهد مشاهده شد. پس از زایش نیز روند مشابهی ادامه یافت، با این تفاوت که تیمار چربی حیوانی بیشترین فعالیت آنزیمی را نشان داد.

به‌طورکلی، پیش از زایش، منابع مختلف چربی تأثیر معنی‌داری بر آنزیم‌های کبدی نداشتند؛ اما پس از زایش، نوع چربی جیره موجب تغییر معنی‌دار در فعالیت آلانین آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز شد. گزارش شده است که افزودن چربی به جیره گوسفندان تأثیر معنی‌داری در فعالیت آنزیم‌های کبدی ازجمله آنزیم‌های آلانین- آمینوترانسفراز و آسپاراتات آمینوترانسفراز ایجاد نکرده

است (Motlagh, ۲۰۱۶). بااین‌حال، در مطالعه‌ای نشان دادند که ترکیب خاصی از چربی‌ها، به‌ویژه جیره‌های با چربی اشباع بالا و کربوهیدرات پایین، می‌تواند سبب افزایش قابل توجه در فعالیت آنزیم‌های کبدی شود (Aljahdali و همکاران، ۲۰۲۳).

تغذیه غذایی پرچرب به‌ویژه غنی از اسیدهای چرب اشباع و ترانس با افزایش معنی‌دار آنزیم‌های کبدی سرم از جمله آلانین آمینوترانسفراز و آسپاراتات آمینوترانسفراز همراه است که نشان‌دهنده آسیب سلول‌های کبدی می‌باشد (Machado و همکاران، ۲۰۱۰؛ Rosqvist و همکاران، ۲۰۱۹). این افزایش آنزیم‌ها اغلب با تجمع تری‌گلیسیرید در هپاتوسیت‌ها، تنش اکسیداتیو، التهاب و پیشرفت از استئاتوز ساده به استئاتوهپاتیت غیرالکلی (NASH) مرتبط است (Mercado-López و همکاران، ۲۰۲۵). علاوه بر این، مطالعات نشان داده‌اند که تداوم مصرف چربی‌های اشباع می‌تواند حساسیت به انسولین را کاهش داده، لیپولیز بافت چربی را افزایش دهد و ورود اسیدهای چرب آزاد به کبد را تشدید کند که در نهایت چرخه معیوب تجمع چربی و آسیب کبدی را تقویت می‌کند (Raubenheimer و همکاران، ۲۰۰۶؛ Rosqvist و همکاران، ۲۰۱۹). در مقابل افزودن چربی غیراشباع به جیره می‌تواند منجر به کاهش فعالیت آنزیم‌های لیپوژنز در بافت‌های کبدی و چربی شود، زیرا در این حالت کبد به‌جای سنتز داخلی اسیدهای چرب، به پردازش چربی‌های دریافتی از جیره می‌پردازد (El-Nour و همکاران، ۲۰۱۲).

اثرات منابع مختلف چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی و آنزیم های... / بابک کیارش و همکاران

جدول ۵: اثرات منابع مختلف چربی در جیره غذایی میش های دوره انتقال بر آنزیم های کبدی

Table 5. Effects of different fat sources in the diet of transition ewes on liver enzymes

P value	SEM	PSAT	OMGA9	TAL	CAN	CON
آلانین آمینوترانسفراز						
Alanine Aminotransferase						
0.061	1.98	18.78	22.50	20.80	23.01	19.10
قبل از زایش						
Pre-lambing						
0.011	2.65	30.80 ^{ab}	34.00 ^a	35.20 ^a	32.50 ^{ab}	27.30 ^b
بعد از زایش						
Post-lambing						
آسپاراتات آمینو ترانسفراز						
Aspartate Aminotransferase						
0.123	3.89	80.20	85.00	83.00	84.50	79.00
قبل از زایش						
Pre-lambing						
0.048	3.45	99.84 ^b	106.65 ^{ab}	103.10 ^{ab}	111.52 ^a	98.47 ^b
بعد از زایش						
Post-lambing						
آلکالین فسفاتاز						
Alkaline Phosphatase						
0.050	1.89	72.51 ^b	79.21 ^a	75.12 ^{ab}	78.00 ^a	68.60 ^b
قبل از زایش						
Pre-lambing						
0.045	2.45	85.50 ^{ab}	88.12 ^{ab}	98.00 ^a	86.0 ^{ab}	79.50 ^b
بعد از زایش						
Post-lambing						

Con=گروه شاهد بدون افزودن چربی، CAN=جیره حاوی ۳ درصد روغن گیاهی (روغن کلزا)، TAL =جیره حاوی ۳ درصد چربی حیوانی (بیه)،

OMGA9 =جیره حاوی ۳ درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-۹، و PSAT =جیره حاوی ۳ درصد پودر اسید چرب اشباع محافظت شده

^{a-b}حروف متفاوت در ردیف ها نشان از معنی داری در سطح ۵ درصد می باشد

Con = control group without added fat, CAN = diet containing 3% vegetable oil (canola oil), TAL = diet containing 3% animal fat (tallow), OMGA9 = diet containing 3% calcium salt of omega-9 fatty acids, and PSAT = diet containing 3% protected saturated fatty acid powder.

^{a-b}Different letters in the rows indicate significance at the 5% level.

تأثیر منابع چربی قرار گرفت ($P < 0.05$). بیشترین مقادیر مربوط به تیمارهای حاوی امگا-۹ و کمترین مقدار در گروه شاهد مشاهده شد. بره های حاصل از میش های دریافت کننده چربی های غیراشباع تمایل به مقادیر بالاتر تری گلیسرید داشتند. غلظت پروتئین کل پلاسما در بره ها به طور معنی داری تحت تأثیر نوع چربی قرار گرفت ($P < 0.05$)، به طوری که تیمارهای حاوی امگا-۹ و چربی اشباع محافظت شده موجب افزایش این شاخص نسبت به گروه شاهد شدند. با این حال، غلظت آلبومین پلاسما بین تیمارها اختلاف آماری معنی داری نشان نداد ($P < 0.05$)، هرچند تمایل به افزایش در تیمارهای حاوی اسیدهای چرب غیراشباع مشاهده گردید. از نظر شاخص های ایمنی،

فراسنجه های خونی بره های متولد شده: نتایج ارزیابی اثر منابع مختلف چربی در جیره غذایی میش های دوره انتقال بر فراسنجه های خونی بره های متولد شده از آن ها نشان داد که نوع چربی مصرفی در دوره آبستنی تأثیر قابل توجهی بر برخی فراسنجه های بره ها دارد (جدول ۶). نتایج نشان داد غلظت گلوکز خون بره ها در هر دو زمان نمونه گیری (روز زایش و ۷ روز پس از تولد) تحت تأثیر تیمارهای تغذیه ای قرار گرفت ($P < 0.05$). به طوریکه بره های متولد شده از میش هایی که جیره آن ها حاوی اسیدهای چرب امگا-۹ یا چربی اشباع محافظت شده بود، دارای غلظت بالاتری از گلوکز پلاسما نسبت به گروه شاهد بودند. غلظت کلسترول پلاسما نیز به طور معنی داری تحت

غلظت ایمونوگلوبولین G در پلاسما به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای قرار گرفت به طوریکه بره‌های متولدشده از میش‌هایی که در جیره خود منابع امگا-۹ یا چربی اشباع محافظت شده دریافت کرده بودند، بالاترین مقادیر ایمونوگلوبولین G را نشان دادند، درحالی که کمترین مقدار مربوط به گروه شاهد بود ($P < 0.05$).

منابع مختلف چربی بر مسیرهای متابولیسم کلسترول در کبد اثرگذار هستند. افزایش کلسترول سرمی مشاهده شده در برخی تیمارهای حاوی چربی احتمالاً ناشی از افزایش ترشح کلسترول به شکل لیپوپروتئین از روده و متعاقباً افزایش بار متابولیکی بر سیستم‌های آنزیمی کبد درگیر در انتقال و تبدیل کلسترول است (El-Nour و همکاران، ۲۰۱۲). چربی‌های مکمل، به ویژه منابعی مانند امگا-۹ و گروه‌های اسیدهای اشباع محافظت شده، ممکن است دسترسی به انرژی را برای میش در دوره انتقال افزایش دهند. این شرایط می‌تواند منجر به انتقال بهتر مواد مغذی به جنین و در نتیجه ذخایر انرژی بالاتر در بره هنگام تولد شود. Nickles و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که ارتباط مثبتی میان غلظت گلوکز پلاسما در بره‌های متولدشده از میش‌های دریافت کننده اسیدهای چرب غیراشباع وجود دارد. باین حال، تغییرات گزارش شده در غلظت گلوکز پلاسما با افزایش در مصرف خوراک همراه نبود. از سوی دیگر، Carranza-Martin و همکاران (۲۰۱۸) اختلاف معنی داری در غلظت گلوکز پلاسما در نتاج گزارش نکردند؛ زیرا در آن مطالعه مقدار PUFA مصرفی در جیره مادر (۰/۳۹ درصد از ماده خشک) کمتر از مقدار مطالعه مقایسه‌ای بود.

در مطالعه حاضر افزایش غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید در بره‌های گروه‌های امگا-۹ و چربی اشباع محافظت شده نسبت به گروه کنترل، نشان دهنده بهبود وضعیت انرژی و متابولیکی بره‌های متولدشده

است. گزارش شده است که مکمل کردن اسیدهای چرب در اواخر آبستنی می‌تواند بر رشد، حساسیت به انسولین و متابولیسم انرژی در بره‌ها تأثیر بگذارد (Rosa-Velázquez و همکاران، ۲۰۲۱). گزارش شده است که بره‌های حاصل از مادران تیمار شده با چربی دارای غلظت بالاتری از کلسترول سرم، تری‌گلیسرید، LDL و HDL نسبت به گروه شاهد بودند (Younis و همکاران، ۲۰۱۲). غلظت بالاتر کلسترول و تری‌گلیسرید در گروه امگا-۹ ممکن است ناشی از تغییر در پروفایل اسیدهای چرب کلسترول و شیر باشد که بر جذب و متابولیسم لیپیدها در بره تأثیر می‌گذارد (Bokharaeian و همکاران، ۲۰۲۵). از آنجایی که بره‌ها برای تأمین انرژی اولیه خود به شدت به لیپیدها وابسته هستند، افزایش این پارامترها می‌تواند نشان دهنده آمادگی متابولیکی بهتر برای بقا باشد.

در مطالعه حاضر، افزایش معنی دار غلظت ایمونوگلوبولین G و پروتئین کل در بره‌های گروه‌های اسیدهای اشباع محافظت شده و امگا-۹ مشاهده شد. ایمونوگلوبولین G جزء اصلی ایمنی غیرفعال است که از طریق کلسترول مادر به بره منتقل می‌شود و برای بقای نوزاد حیاتی است. مطالعات تأیید می‌کنند که تغذیه مادر در اواخر آبستنی می‌تواند ترکیب کلسترول، به ویژه غلظت ایمونوگلوبولین G را تغییر دهد (Wang و همکاران، ۲۰۲۰؛ Viola و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین گزارش شده است استفاده از مکمل چربی، از جمله اسیدهای چرب، می‌تواند کیفیت کلسترول را بهبود بخشد و در نتیجه انتقال ایمنی غیرفعال به بره را تقویت کند (Asadi و همکاران، ۲۰۲۴). برخی مطالعات نشان دادند که تغذیه میش‌ها با EPA و DHA تأثیر معنی داری بر غلظت ایمونوگلوبولین G پلاسما در بره‌ها نداشت (Nurlatifah و همکاران، ۲۰۲۳؛ Moreno-Indias و همکاران، ۲۰۲۰).

اثرات منابع مختلف چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی و آنزیم های... / بابک کیارش و همکاران

جدول ۶. اثرات منابع مختلف چربی در جیره غذایی میش های دوره انتقال اثراتش بر فراسنجه های خونی بره های متولد شده

Table 6. Effects of different fat sources in the diet of transition ewes on their effects on blood parameters of born lambs

P value	SEM	PSAT	OMGA9	TAL	CAN	CON	
							گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)
							Glucose (mg/dL)
0.042	1.8	70 ^{ab}	72 ^a	68 ^b	70 ^{ab}	65 ^b	روز زایش
0.030	2.1	76 ^a	78 ^a	74 ^{ab}	75 ^{ab}	70 ^b	۷ روز بعد از تولد
							کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)
							Cholesterol (mg/dL)
0.014	3.2	90 ^{ab}	95 ^a	85 ^b	90 ^{ab}	75 ^c	روز زایش
0.025	3.6	95 ^{ab}	110 ^a	88 ^b	95 ^{ab}	80 ^c	۷ روز بعد از تولد
							تری گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)
							Triglyceride (mg/dL)
0.050	1.5	41 ^a	40 ^{ab}	38 ^b	39 ^b	35 ^b	روز زایش
0.042	1.6	44 ^a	45 ^a	42 ^{ab}	43 ^{ab}	40 ^b	۷ روز بعد از تولد
							پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)
							Total Protein (g/dL)
0.021	0.12	5.70 ^{ab}	5.80 ^a	5.30 ^{bc}	5.50 ^b	5.20 ^c	روز زایش
0.010	0.13	6.10 ^a	6.00 ^a	5.60 ^{bc}	5.90 ^{ab}	5.50 ^c	۷ روز بعد از تولد
							آلبومین (گرم در دسی لیتر)
							Albumin (g/dL)
0.092	0.07	3.01	3.20	2.90	3.15	3.12	روز زایش
0.127	0.08	3.40	3.50	3.00	3.30	3.20	۷ روز بعد از تولد
							ایمونوگلوبولین G (میلی گرم در میلی لیتر)
							Immunoglobulin G (mg/mL)
0.011	0.99	23.46 ^a	22.85 ^a	19.65 ^{bc}	20.23 ^b	18.12 ^c	روز زایش
0.010	0.88	21.78 ^a	20.58 ^a	17.45 ^b	18.65 ^{bc}	15.36 ^c	۷ روز بعد از تولد

Con=گروه شاهد بدون افزودن چربی، CAN=جیره حاوی ۳ درصد روغن گیاهی (روغن کلزا)، TAL =جیره حاوی ۳ درصد چربی حیوانی (پیه)، OMGA9 =جیره حاوی ۳ درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-۹، و PSAT =جیره حاوی ۳ درصد پودر اسید چرب اشباع محافظت شده

^{a-b}حروف متفاوت در ردیف ها نشان از معنی داری در سطح ۵ درصد می باشد

Con = control group without added fat, CAN = diet containing 3% vegetable oil (canola oil), TAL = diet containing 3% animal fat (tallow), OMGA9 = diet containing 3% calcium salt of omega-9 fatty acids, and PSAT = diet containing 3% protected saturated fatty acid powder.

^{a-b}Different letters in the rows indicate significance at the 5% level.

نتیجه گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد پودر چربی اشباع محافظت شده گوارش پذیری عصاره اتری، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی را نسبت به روغن کلزا و گروه شاهد افزایش داد و فعالیت آنزیم های کبدی در میش های دریافت کننده روغن کلزا و چربی حیوانی پس از

زیایش افزایش یافت، درحالی که در گروه های دریافت کننده چربی اشباع محافظت شده و اسیدهای چرب امگا-۹ در محدوده طبیعی باقی ماند. بره های حاصل از میش های دریافت کننده چربی اشباع محافظت شده و امگا-۹ غلظت بالاتری از گلوکز، کلسترول، پروتئین کل و ایمونوگلوبولین G نسبت به گروه شاهد نشان دادند، در حالی که تفاوت معنی داری

با سایر منابع چربی مشاهده نشد. بر اساس این نتایج،
استفاده از چربی اشباع محافظت‌شده و اسیدهای
چرب امگا-۹ در جیره میش‌های دوره انتقالی می‌تواند
به بهبود گوارش‌پذیری مواد مغذی و وضعیت
متابولیکی کمک کند.

منابع

- Alipour, H., Pirmohammadi, R., Khalilvandi Behrouzfar, H., & Ghorbani, A. (2022). The effect of high-energy diets rich in carbohydrates or protected fat sources on performance, digestibility, expression of TNF- α gene and some blood metabolite in male lambs of Taleshi and Zel breeds, *Journal of Ruminant Research*, 10(1): 83-102 (In Persian).
- Aljahdali, B., Bajaber, A., Al-Nouri, D., Al-Khalifah, A., Arzoo, S., & Alasmari, A. (2023). The development of nonalcoholic fatty liver disease and metabolic syndromes in diet-induced rodent models. *Life (Basel)*, 13(2): 557.
- Alves, N. G., Ascari, I. J., Alves, A. C., Lima, R. R., Garcia, I. F. F., Pérez, J., Junqueira, F. B., Fernandes, V. P., Vieira, J. A., Maciel, L., Fonseca, J., Aziani, W. L. B., Castro, T., & Neppe, L. M. (2013). 21 different suckling regimens and return to postpartum cyclic ovarian activity in Santa Inês ewes. *Reproduction, Fertility and Development*, 25(1): 157-158.
- Anderson, J. L., Kalscheur, K. F., García, A. D., & Schingoethe, D. J. (2015). Feeding fat from distillers dried grains with solubles to dairy heifers: I. Effects on growth performance and total-tract digestibility of nutrients. *Journal of Dairy Science*, 98(1): 569-577.
- Asadi, M., Toghdory, A., Ghoorchi, T., & Hatami, M. (2024). The effect of maternal organic manganese supplementation on performance, immunological status, blood biochemical and antioxidant status of Afshari ewes and their newborn lambs in transition period. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 108(2): 493-499.
- Bahramkhani-Zaringoli, L., Mirzaei-Alamouti, H., Aschenbach, J., Vazirigohar, M., Patra, A., Jafari-Anarkooli, I., & et al. (2022). Effects of oil supplements on growth performance, eating behavior, ruminal fermentation, and ruminal morphology in lambs during transition from a low- to a high-grain diet. *Animals*, 12(15): 1906.
- Beck, M. R., & Gregorini, P. (2021). Negative effects of energy supplementation at peak lactation: Oxidative stress of lactating ewes. *Journal of Dairy Science*, 104(3): 3100-3110.
- Behan, A. A., Loh, T. C., Fakurazi, S., Kaka, U., Kaka, A., & Samsudin, A. A. (2019). Effects of supplementation of rumen protected fats on rumen ecology and digestibility of nutrients in sheep. *Animals*, 9(7): 400.
- Bokharaeian, M., Kaki, B., Najafi, M., Toghdory, A., & Ghoorchi, T. (2025). Effects of maternal curcumin nano-micelle supplementation on transitioning ewes and their offspring: Performance, health biomarkers, and environmental impacts during heat stress. *Journal of Thermal Biology*, 127: 104047.
- Bouvier-Muller, J., Allain, C., Enjalbert, F., Tabouret, G., Porteš, D., Caubet, C., Tasca, C., Foucras, G., & Rupp, R. (2016). Response to dietary-induced energy restriction in dairy sheep divergently selected for resistance or susceptibility to mastitis. *Journal of Dairy Science*, 99(12): 10086-10097.
- Carranza-Martin, A. C., Coleman, D. N., Garcia, L. G., Furnus, C. C., & Relling, A. E. (2018). Prepartum fatty acid supplementation in sheep. III. Effect of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid during finishing on performance, hypothalamus gene expression, and muscle fatty acids composition in lambs. *Journal of Animal Science*, 96: 5300-5310.
- Coleman, D. N., Rivera-Acevedo, K. C., & Relling, A. E. (2018). Prepartum fatty acid supplementation in sheep I. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid supplementation do not modify ewe and lamb metabolic status and performance through weaning. *Journal of Animal Science*, 96(6): 2225-2237.

- El-Nour, H., Nasr, S., & Hassan, W. R. (2012). Effect of calcium soap of fatty acids supplementation on serum biochemical parameters and ovarian activity during out-of-the-breeding season in crossbred ewes. *The Scientific World Journal*, 2012: 519015.
- Emamat, H., Yari, Z., Farhadnejad, H., & Mirmiran, P. (2020). Differential effects of dietary fatty acids on body composition and adiposity. *Current Nutrition & Food Science*, 16(2): 125-135.
- Gallardo, W. B., & Teixeira, I. (2023). Associations between dietary fatty acid profile and milk fat production and fatty acid composition in dairy cows: A meta-analysis. *Animals*, 13(4): 583.
- Gao, M., Li, R., Khattab, M., Abd El Tawab, A. M., Liu, Y., & El-Sherbiny, M. (2025). Nanoemulsified corn oil in lactating Barki nutrition: Effect on intake, nutrient digestibility, rumen fermentation characteristics, and microbial population. *Animals*, 15(4): 512.
- Ghahramani, M., Taghizadeh, A., Hossein khani, A., Mirzaei alamouti, H., moghaddam, G., paya, H. (2019). The effects of different fat sources during late pregnancy and early lactation on apparent digestibility, rumen parameters, and milk fatty acid pattern of Afshari ewes. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 11(4): 437-449 (In Persian).
- Ghoniem, A., & Atia, S. E. S. (2020). Effect of addition protected fatty acids in ruminant rations on productive performance of Suffolk x Ossimi crossbred ewes during different production stages. *Egyptian Journal of Nutrition and Feed*, 23: 369-383
- Hervás, G., Toral, P. G., Fernández-Díez, C., Della Badia, A., & Frutos, P. (2021). Effect of dietary supplementation with lipids of different unsaturation degree on feed efficiency and milk fatty acid profile in dairy sheep. *Animals*, 11(8): 2476.
- Hussein, S. M., Aguerre, M. J., Jenkins, T. C., Bridges, W. C., & Lascano, G. (2024). Screening dietary fat sources and concentrations included in low- and high-forage diets using an *in vitro* gas production system. *Fermentation*, 10(3): 172.
- Ibrahim, N. A., Alimon, A. R., Yaakub, H., Samsudin, A. A., Wan Mohamed, W. N., Md Noh, A., & Mookiah, S. (2021). Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: A review. *Tropical Animal Health and Production*, 53(4), 422.
- Lisuzzo, A., Laghi, L., Fiore, F. (2022). Evaluation of the metabolomic profile through ¹H-NMR spectroscopy in ewes affected by postpartum hyperketonemia. *Scientific Reports*, 12: 16463.
- Mercado-López, L., Muñoz, Y., Farías, C., Beyer, M. P., Carrasco-Gutiérrez, R., Caicedo-Paz, A. V., Dagnino-Subiabre, A., Espinosa, A., & Valenzuela, R. (2025). High-fat diet in perinatal period promotes liver steatosis and low desaturation capacity of polyunsaturated fatty acids in dams: A link with anxiety-like behavior in rats. *Nutrients*, 17(7):1180.
- Moreno-Indias, I., Hernández-Castellano, L. E., Morales-delaNuez, A., Sánchez-Macías, D., Argüello, A., & Castro, N. (2020). Milk replacer supplementation with docosahexaenoic acid from microalgae does not affect growth and immune status in goat kids. *Animals*, 10(7): 1233.
- Motlagh, M. K. (2016). The effect of different sources of omega-3 and omega-6 fatty acids and L-carnitine on reproductive parameters and some blood metabolites in Farahani ewe during flushing period. *Journal of Livestock Science and Technologies*, 4(2): 35-42.
- Nazary, M., Alijoo, Y. A., Khalilvandi behroozyar, H., & Asadnejad, B. (2021) Nutritional effects of ground cannula and soybean as a fat supplement on performance of Ghezel ewes during the transition period. *Journal of Ruminant Research*, 9(2): 137-152 (In Persian).
- Nickles, K. R., Hamer, L., Coleman, D. N., & Relling, A. E. (2019). Supplementation with eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in late gestation in ewes changes adipose tissue gene expression in the ewe and growth and plasma concentration of ghrelin in the offspring. *Journal of Animal Science*, 97:2631-2643.
- Nurlatifah, A., Khotijah, L., Arifiantini, R. I., Maidin, M. S., Astuti, D. A., & Herdis, H. (2023). Immunity and behaviour of lambs born from ewes fed a flushing diet containing EPA and DHA. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 28(3): 161-172.

- Oqla, H. M., Kridli, R., & Haddad, S. G. (2004). The effect of dietary fat inclusion on nutrient intake and reproductive performance in postpartum Awassi ewes. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(10):1395-1400.
- Peixoto, E. L. T., Mizubuti, I. Y., Ribeiro, E. L. D. A., Moura, E. dos S., Pereira, E., Prado, O. P. P. do, Carvalho, L. N. de, & Pires, K. A. (2016). Residual frying oil in the diets of sheep: Intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal parameters. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(6): 821-829.
- Raubenheimer, P. J., Nyirenda, M. J., & Walker, B. R. (2006). A choline-deficient diet exacerbates fatty liver but attenuates insulin resistance and glucose intolerance in mice fed a high-fat diet. *Diabetes*, 55(7): 2015–2020.
- Relling, A. E., & Reynolds, C. K. (2007). Feeding rumen-inert fats differing in their degree of saturation decreases intake and increases plasma concentrations of gut peptides in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(3):1506-1515.
- Rosa-Velazquez, M., Jaborek, J. R., Pinos-Rodriguez, J. M., & Relling, A. E. (2021). Maternal supply of fatty acids during late gestation on offspring's growth, metabolism, and carcass characteristics in sheep. *Animals*, 11: 719.
- Rosqvist, F., Kullberg, J., Ståhlman, M., Cedernaes, J., Heurling, K., Johansson, H.-E., Iggman, D., Wilking, H., Larsson, A., Eriksson, O., Johansson, L., Straniero, S., Rudling, M., Antoni, G., Lubberink, M., Orho-Melander, M., Borén, J., Ahlström, H., & Risérus, U. (2019). Overeating saturated fat promotes fatty liver and ceramides compared with polyunsaturated fat: A randomized trial. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 104(12): 6207–6219.
- Seifzadeh, S., Seifdavati, J., Abdi-Benemar, H., Salem, A. Z. M., Seyed Sharifi, R., & Elghandour, M. M. M. Y. (2022). Dietary vitamin C in pre-parturient dairy cows and their calves: Blood metabolites, copper, zinc, iron, and vitamin C concentrations, and calves growth performance. *Tropical Animal Health and Production*, 54(1): 54.
- Sinclair, L. A., Weerasinghe, P. B., Wilkinson, R. G., de Veth, M. J., & Bauman, D. E. (2010). A supplement containing trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid reduces milk fat yield but does not alter organ weight or body fat deposition in lactating ewes. *The Journal of Nutrition*, 140(11): 1934-1940.
- Sudarman, A., Ananda, A., Pangestu, R., & Khotijah, L. (2023). The effect of different energy sources on the performance and blood metabolites of sheep. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1183(1): 012027.
- Ulusik, D., & Keskin, E. (2018). Hepatoprotective effects of ginseng in rats fed cholesterol rich diet. *Acta Scientiae Veterinariae*, 46: 80887.
- Van Keulen, J., & 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.J., Robertson, J.B., & Lewis, B.A. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:3583–3592.
- Zhao, J., Zheng, H., Liu, Y., Lin, J., Zhong, X.-Y., Xu, W., Hong, Z., & Peng, J. (2013). [Erratum] Anti-inflammatory effects of total alkaloids from *Rubus aleaefolius* Poir. on non-alcoholic fatty liver disease through regulation of the NF-κB pathway. *International Journal of Molecular Medicine*, 31(4): 931.