



The effect of physical form of diet in late pregnancy and early lactation on blood biochemical parameters and antioxidant status of mehraban ewes and performance of suckling lambs

Amirhosein Mehranforooz¹ | Hassan Aliarabi² | Daryoush Alipour³ |
Abbas Farahavar⁴

1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: a.mehranforooz@agr.basu.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: aliarabi@basu.ac.ir
3. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: alipourd@basu.ac.ir
4. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: a.farahavar@basu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received 9 December 2024
Received in revised form
10 March 2025
Accepted 4 April 2025
Published online 4 May 2025

Keywords:

Antioxidant capacity
Ewe
Pellet
Performance
Physical form of feed

ABSTRACT

Objective: The physical characteristics and nutrient balance of feed are among the most critical factors influencing animal health, performance, and feeding behavior of livestock. These factors not only have a direct impact on meeting the nutritional requirements of livestock but also play a key role in enhancing production efficiency, improving product quality, and mitigating nutrition-related diseases. This study aimed to evaluate the effects of feed physical form during late gestation and early lactation in ewes on blood metabolites, antioxidant status, and lamb performance after birth.

Materials and methods: This study was conducted using 36 Mehraban breed ewes with an average body weight of 50.17 ± 2.09 kg and an average age of three to four years in a completely randomized experimental design. The experimental treatments included: 1- mash concentrate, 2- pelleted concentrate, and 3- pelleted total mixed ration (TMR). Experimental treatments were provided to ewes during the last two months of pregnancy and the first month of lactation. To evaluate blood biochemical parameters and antioxidant status, blood samples were collected from the ewes at three times (30 days before lambing, day of lambing, and 30 days after lambing) before the morning feeding. Milk yield and milk fat content were also assessed on day 21 postpartum. Also, the performance of the lambs was evaluated by weighing them on the day of birth and weekly until the end of the trial.

Results: The results indicated that feed intake during the pre- and post-partum periods, as well as milk production, was higher in ewes fed with pelleted TMR and pelleted concentrate compared to those fed with mash concentrate ($P < 0.05$), while the milk fat percentage was not affected by the experimental treatments. Feeding pelleted TMR and pelleted concentrate significantly increased serum glucose and urea concentrations ($P < 0.05$), while other blood parameters, such as cholesterol, triglycerides, total protein, and liver enzymes, were not influenced by the experimental treatments. Also, feeding ewes with pelleted feed led to a significant reduction in malondialdehyde concentration and an increase in total antioxidant capacity at certain time points ($P < 0.05$), indicating a reduction in oxidative stress in animals fed this type of feed. In addition, body weight and daily weight gain of lambs were affected by the physical form of the feed consumed by the ewes at certain time points. Lambs born to ewes fed with pelleted TMR and pelleted concentrate had higher weight and daily weight gain between days seven and 30 of age than those born to ewes fed with mash concentrate ($P < 0.05$). However, no significant difference was observed in lamb birth weight between different treatments.

Conclusions: Overall, the results of this study indicated that feeding ewes with pelleted TMR and pelleted concentrate during late pregnancy and early lactation can improve ewe performance, improve lamb performance, increase certain biochemical parameters, and enhance the antioxidant status of the ewes' blood. These findings emphasize the effective role of the physical form of feed as an effective tool in optimizing animal health, production performance, and welfare.

Cite this article: Mehranforooz, A., Aliarabi, H., Alipour, D., & Farahavar, A. (2025). The effect of physical form of diet in late pregnancy and early lactation on blood biochemical parameters and antioxidant status of mehraban ewes and performance of suckling lambs. *Journal of Animal Production*, 27 (1), 43-55.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.386748.623822>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.386748.623822>

Publisher: University of Tehran Press.



تأثیر شکل فیزیکی خوراک در اواخر دوره آبستنی و اوایل شیردهی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی خون میش‌های مهربان و عملکرد بره‌های شیر خوار

امیرحسین مهران‌فروزی^۱ | حسن علی‌عربی^۲ | داریوش علیپور^۳ | عباس فرح‌آور^۴

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: a.mehranfirooz@agr.basu.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: aliarabi@basu.ac.ir
۳. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: alipour@basu.ac.ir
۴. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: a.farahavar@basu.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۲/۱۴

هدف: ویژگی‌های فیزیکی و توازن مواد مغذی خوراک از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر سلامت، عملکرد و رفتارهای تغذیه‌ای دام به‌شمار می‌روند. این عوامل نه تنها بر تأمین نیازهای تغذیه‌ای دام تأثیر مستقیم دارند، بلکه می‌توانند در ارتقای کارایی تولید، بهبود کیفیت محصولات دامی و کاهش بیماری‌های مرتبط با تغذیه نقش کلیدی ایفا کنند. این پژوهش با هدف بررسی اثر شکل فیزیکی خوراک در مراحل پایانی آبستنی و اوایل شیردهی میش‌ها بر متابولیتهای بیوشیمیایی خون، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد بره‌ها پس از تولد انجام شد.

روش پژوهش: این پژوهش با استفاده از ۳۶ رأس میش نژاد مهربان با میانگین وزنی 50.17 ± 2.09 کیلوگرم و میانگین سنی سه تا چهار سال در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- کنسانتره آردی، ۲- کنسانتره پلت و ۳- خوراک کاملاً مخلوط پلت بودند. تیمارهای آزمایشی در دو ماه پایانی آبستنی و ماه اول شیردهی در اختیار میش‌ها قرار گرفت. برای بررسی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون و وضعیت آنتی‌اکسیدانی، نمونه‌گیری خون از میش‌ها در سه مقطع (۳۰ روز پیش از زایش، روز زایش، و ۳۰ روز پس از زایش) و پیش از تغذیه وعده صبح انجام شد. میزان تولید شیر و چربی شیر نیز در روز ۲۱ پس از زایش موردبررسی و ارزیابی قرار گرفت. همچنین، عملکرد بره‌ها از طریق وزن‌کشی آن‌ها در روز تولد و به‌صورت هفتگی تا پایان دوره موردارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که مقدار خوراک مصرفی در دوره پیش و پس از زایش و همچنین تولید شیر در تیمارهای مصرف‌کننده خوراک کاملاً مخلوط پلت و کنسانتره پلت در مقایسه با میش‌های مصرف‌کننده کنسانتره بیش‌تر بود ($P < 0.05$)، درحالی‌که درصد چربی شیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مصرف خوراک کاملاً مخلوط پلت و کنسانتره پلت به‌طور معنی‌داری غلظت گلوکز و اوره سرم میش‌ها را افزایش داد ($P < 0.05$)، درحالی‌که سایر فراسنجه‌های خونی مانند کلسترول، تری‌گلیسرید، پروتئین کل و آنزیم‌های کبدی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. همچنین، تغذیه میش‌ها با خوراک پلت موجب کاهش غلظت مالون‌دی‌الدهید و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در برخی بازه‌های زمانی شد ($P < 0.05$) که نشان‌دهنده کاهش استرس اکسیداتیو در دام‌های تغذیه‌شده با این خوراک بود. علاوه بر این، وزن بدن و افزایش وزن روزانه بره‌ها در برخی بازه‌های زمانی تحت تأثیر شکل فیزیکی خوراک میش‌ها قرار گرفت. بره‌های متولدشده از میش‌هایی که با خوراک کاملاً مخلوط پلت و کنسانتره پلت تغذیه‌شده بودند، در بازه زمانی هفت تا ۳۰ روزگی وزن بیش‌تر و افزایش وزن روزانه بالاتری نسبت به تیمار کنسانتره آردی داشتند ($P < 0.05$). با این حال، تفاوت معنی‌داری در وزن تولد بره‌ها بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که تغذیه میش‌ها با خوراک کاملاً مخلوط پلت و کنسانتره پلت در اواخر آبستنی و اوایل شیردهی می‌تواند به ارتقای عملکرد میش‌ها، بهبود عملکرد بره‌ها، افزایش برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی، و تقویت شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی خون میش‌ها منجر شود. این یافته‌ها بر نقش مؤثر شکل فیزیکی خوراک به‌عنوان ابزاری کارآمد در بهینه‌سازی سلامت، عملکرد تولیدی و رفاه دام تأکید دارند.

کلیدواژه‌ها:

پلت
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی
شکل فیزیکی خوراک
عملکرد
میش

استناد: مهران‌فروزی، امیرحسین؛ علی‌عربی، حسن؛ علیپور، داریوش و فرح‌آور، عباس (۱۴۰۴). تأثیر شکل فیزیکی خوراک در اواخر دوره آبستنی و اوایل شیردهی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی خون میش‌های مهربان و عملکرد بره‌های شیرخوار. *تشریه تولیدات دامی*، ۲۷ (۱)، ۳۳-۵۵.
DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.386748.623822>



۱. مقدمه

موفقیت واحدهای پرورش دام تحت تأثیر عوامل بسیار زیادی از جمله مدیریت تغذیه قرار دارد. بخش عمده‌ای از هزینه‌های تولید و پرورش حیوانات اهلی به تغذیه اختصاص دارد. به‌طوری‌که در برخی از شاخه‌های دامپروری تا ۸۰ درصد از کل هزینه‌های پرورش دام را هزینه تغذیه شامل می‌شود. در نتیجه هرگونه بهبود در مدیریت تغذیه و بالابردن راندمان در این بخش باعث افزایش بهره‌وری در واحدهای دامپروری خواهد شد. صنعت فرآوری خوراک دام یکی از روش‌های بهینه‌کردن بازده خوراک می‌باشد که سال‌هاست در بسیاری از کشورهای پیشرو و صاحب این فن‌آوری مورد استفاده قرار گرفته است. ویژگی‌های فیزیکی و توازن مواد مغذی خوراک از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر سلامت، عملکرد و رفتارهای تغذیه‌ای در دام می‌باشد. آزمایش‌های انجام‌شده حاکی از آن است که فرآوری خوراک (تغییر شکل فیزیکی) می‌تواند موجب مصرف بهینه خوراک، کاهش اتلاف خوراک و همچنین عرضه خوراکی متعادل‌تر به دام شود (Munasik et al., 2013). در نتیجه به‌منظور استفاده بهینه از جیره می‌توان از روش‌های فرآوری خوراک همانند پلت‌کردن اشاره کرد. بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده در رابطه با اثرات شکل فیزیکی خوراک گزارش کرده‌اند که پلت‌کردن خوراک می‌تواند موجب بهبود مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و راندمان شود (Zhong et al., 2018).

مصرف خوراک و وضعیت متابولیکی در طول دوره آبستنی و شیردهی می‌تواند بر برخی فراسنجه‌های تولید مثلی و عملکرد مادر و نتاج تأثیرگذار باشد (Meikle et al., 2018). بنابراین مصرف خوراک ناکافی و عدم تأمین مواد مغذی و معدنی موردنیاز میش‌ها در اواخر آبستنی و اوایل شیردهی به‌عنوان یک مشکل جدی تلقی می‌شود، علاوه بر این، کاهش خوراک مصرفی در دوران شیردهی می‌تواند منجر به کاهش وزن شدید، کاهش تولید شیر، بروز برخی مشکلات تولید مثلی و حتی موجب حذف مادر شود (Redifer et al., 2024). مطالعات محدودی در مورد شکل فیزیکی خوراک میش‌های آبستن و شیرده و تأثیر آن بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی، وضعیت آنتی‌اکسیدانی میش‌ها و عملکرد بره‌های شیرخوار آن‌ها انجام شده است. بیش‌تر مطالعات انجام‌شده درباره اثر شکل فیزیکی خوراک دام‌های پرواری و تأثیر آن بر فراسنجه‌های عملکردی و خصوصیات رفتاری آن‌ها می‌باشد. نتایج گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که استفاده از اشکال فیزیکی گوناگون جیره در تغذیه نشخوارکنندگان، تأثیر مثبتی بر عملکرد آن‌ها دارد. پلت‌کردن خوراک باعث بهبود عملکرد تولیدی در نشخوارکنندگان (Li et al., 2021)، بهبود مصرف خوراک و افزایش وزن زنده دام‌ها شده است (Karimizadeh et al., 2017).

براساس نظر برخی از پژوهش‌گران، فرآوری خوراک به شکل پلت در مقایسه با سایر روش‌های فرآوری از نظر سهولت در استفاده و بهبود عملکرد برتری دارد (Okewole & Igbeka, 2016). با توجه به این‌که در روش عرضه خوراک به‌صورت پلت، رفتار جداسازی اقلام خوراکی (سورت‌کردن) از دام صلب می‌شود و همچنین قبل از پلت‌کردن، همه اجزای تشکیل‌دهنده خوراک به‌خوبی با یکدیگر مخلوط می‌شوند، دریافت مواد مغذی توسط دام‌ها به‌طور یکنواخت‌تری انجام می‌شود (Malik et al., 2021). فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون اغلب به‌عنوان شاخص‌هایی از وضعیت تغذیه، وضعیت فیزیولوژیکی و عملکرد سیستم ایمنی حیوانات در نظر گرفته می‌شوند. شکل فیزیکی خوراک بزهای پرواری تأثیری بر غلظت آنزیم‌های آسپارات آمینو ترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز نداشت (Malik et al., 2020). مصرف خوراک پلت در گاوهای شیری در مقایسه با خوراک آردی باعث افزایش معنی‌دار در غلظت گلوکز خون شد (Naderolasli et al., 2016). مصرف خوراک پلت توسط بره‌های پرواری باعث افزایش معنی‌دار غلظت گلوکز و اوره خون شد (Singer, 2024). از طرفی، افزایش قابلیت هضم خوراک می‌تواند موجب کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود برخی شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی خون همانند مالون‌دی‌آلدهید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل شود (Nasrollahi et al., 2019).

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، مطالعات موجود در خصوص تأثیر شکل فیزیکی خوراک بر عملکرد حیوانات آبستن و

نتایج حاصل از آن‌ها محدود است. به‌عنوان مثال، گزارش شده است که شکل فیزیکی خوراک خوک‌های آبستن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد خوک‌ها و نتاج آن‌ها نداشت (Kim et al., 2015). در مطالعات انجام‌شده، به‌طور عمده تأثیر شکل فیزیکی خوراک بر عملکرد تولیدی دام‌های پرواری و تأثیر شکل فیزیکی خوراک آغازین بر عملکرد حیوانات شیرخوار مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعه حاضر هدف اصلی بررسی اثرات شکل فیزیکی خوراک میش‌های اواخر دوره آبستنی و اوایل شیردهی روی برخی شاخص‌های متابولیکی، وضعیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها و عملکرد بره‌ها پس از تولد بود.

۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر از خردادماه تا آذرماه ۱۴۰۲ در مزرعه کشت و صنعت توداک وابسته به مؤسسه دارالایتام همدان واقع در شهرستان فامنین با استفاده از تعداد ۳۶ راس میش آبستن همزمان‌سازی‌شده فحلی با میانگین سن سه تا چهار سال، میانگین وزنی $50/17 \pm 2/09$ کیلوگرم و $2/35 \pm 0/26$ در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار آزمایشی (هر تیمار ۱۲ راس) و چهار تکرار و سه رأس در هر تکرار بررسی شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره متشکل از کنسانتره آردی، ۲- جیره متشکل از کنسانتره پلت ۳- جیره کاملاً مخلوط پلت بودند که در دو ماه پایانی آبستنی و ماه اول شیردهی در اختیار میش‌ها قرار گرفتند. جیره‌های آزمایشی مطابق با جدول احتیاجات مواد مغذی (NRC, 2007) تنظیم و تهیه شدند. جیره‌ها به‌صورت کاملاً مخلوط در دو وعده صبح (ساعت هشت) و عصر (ساعت ۱۷) در اختیار میش‌ها قرار داده شدند و هر روز بقایای خوراک قبل از عرضه وعده صبح از آخور جمع‌آوری و توزین شدند. میزان خوراک‌دهی به‌صورتی بود که روزانه حدود ۱۰ درصد آن (براساس As-fed) در آخور باقی بماند. در طول دوره آزمایش گوسفندان به آب آشامیدنی سالم دسترسی داشتند. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی میش‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است. بره‌های متولدشده فقط با شیر مادر و جیره آغازین (هفته دوم تولد) ثابت تغذیه شدند. اجزا و ترکیب شیمیایی خوراک آغازین بره‌ها در جدول (۲) گزارش شده است. چرخه فحلی میش‌های مورد استفاده در این آزمایش به‌کمک اسفنج‌گذاری (دام گستر پیشگام، ایران؛ Animal Health، استرالیا) به‌مدت ۱۴ روز و تزریق ۴۰۰ واحد بین‌المللی هورمون eCG (دام گستر پیشگام، ایران؛ نینگبو سکند هورمون، چین) در زمان برداشت اسفنج به‌صورت درون عضلانی همزمان سازی شد و از طریق جفت‌گیری طبیعی با قوچ‌های نژاد مهربان (با نسبت یک به پنج) در بازه زمانی نزدیک به هم آبستن شدند. در روز ۶۰ بعد از جفت‌گیری به‌روش سونوگرافی، آبستنی میش‌ها تأیید شد.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

تیمارهای آزمایشی						مواد خوراکی
خوراک کاملاً مخلوط پلت		کنسانتره پلت		کنسانتره آردی		
اوایل شیردهی	اواخر آبستنی	اوایل شیردهی	اواخر آبستنی	اوایل شیردهی	اواخر آبستنی	
-	-	-	-	۵۰	۵۰	کنسانتره آردی
-	-	۵۰	۵۰	-	-	کنسانتره پلت
۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-	خوراک کاملاً مخلوط پلت
-	-	۳۳/۵	۳۳/۵	۳۳/۵	۳۳/۵	یونجه
-	-	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	کاه گندم
						ترکیب شیمیایی (محاسبه‌شده)
۹۱/۴۲	۹۱/۵۰	۹۱/۰۵	۹۱/۱۷	۹۱/۰۹	۹۱/۱۱	ماده خشک (درصد)
۲/۲۸	۱/۹۸	۲/۳	۱/۹۸	۲/۲۸	۱/۹۶	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم)
۱۳/۸۳	۱۱/۹۹	۱۲/۴۲	۱۱/۵۹	۱۲/۵۰	۱۱/۸۱	پروتئین خام (درصد)
۳۸/۳۳	۴۱/۱۰	۳۶/۷۷	۳۶/۳۳	۳۵/۶۱	۳۵/۶۵	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
۲۳/۵۵	۲۰/۵۰	۲۰/۳۱	۲۱/۱۶	۲۰/۳۸	۲۲/۶۹	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
۵/۷۸	۷/۲۸	۶/۹۶	۶/۳۹	۶/۷۱	۵/۶۳	خاکستر (درصد)

جدول ۲. مواد خوراکی و مواد مغذی تشکیل‌دهنده خوراک آغازین بره‌های شیرخوار

مقدار	مواد مغذی	مقدار (درصد)	مواد خوراکی
۹۱/۲	ماده خشک (درصد)	۲۷/۵	ذرت
۱۹/۲	پروتئین خام (درصد)	۴۰	جو
۱۵/۸	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۲۰/۴	کنجاله سویا
۶/۲	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۱۰	سبوس گندم
۷/۲	خاکستر (درصد)	۰/۵	مکمل مواد معدنی و ویتامینی ^۱
۲/۱	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم)	۱/۳	کربنات کلسیم
		۰/۳	نمک

۱. مکمل ویتامین و مواد معدنی ارائه شده به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: ویتامین A: ۵۰۰۰۰ U، ویتامین D: ۷۵۰۰۰ U، ویتامین E: ۱۵۰۰ U، آنتی‌اکسیدان: ۱۰۰۰ میلی‌گرم، کلسیم: ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم، منیزیم: ۷۵۰۰ میلی‌گرم، سدیم: ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم، منگنز: ۳۳۰۰ میلی‌گرم، آهن: ۱۵۰۰ میلی‌گرم، پد: ۲۰ میلی‌گرم، روی: ۲۸۰۰ میلی‌گرم، مس: ۷۵۰ میلی‌گرم، سلنیوم: ۴۰ میلی‌گرم، کبالت: ۲۰ میلی‌گرم.

برای تعیین میزان تولید شیر در روز ۲۱ شیردهی، بره‌ها به‌مدت ۱۲ ساعت از مادر جدا نگهداری شدند، سپس بره‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین شدند و بلافاصله به‌مدت ۱۰ دقیقه اجازه داده شد تا هر بره از شیر مادر استفاده کند. بلافاصله پس از جداکردن بره‌ها از مادران، مجدد وزن‌کشی انجام شد و اختلاف وزن قبل و بعد از دوشش ثبت شد. همچنین به میزان سه میلی‌لیتر اکسی‌توسین به‌صورت عضلانی تزریق شد و باقیمانده شیر در پستان میش‌ها دوشیده و مقدار آن‌ها ثبت شد. مجموع کل شیر تولیدشده در ۱۲ ساعت، از حاصل جمع شیر مصرف‌شده توسط بره‌ها و شیر دوشیده شده به‌صورت دستی محاسبه شد و برای تبدیل آن به ۲۴ ساعت در عدد دو ضرب شد (Ayar et al., 2009). همچنین در روز ۲۱ شیردهی، به‌ازای هر رأس میش یک نمونه شیر با دست دوشیده و جهت تعیین درصد چربی شیر به آزمایشگاه ارسال و با استفاده از روش ژربر اندازه‌گیری شد (British Standard, 1989). جهت بررسی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون و وضعیت آنتی‌اکسیدانی، از میش‌ها از طریق سیاهرگ وداچ قبل از عرضه خوراک وعده صبح، در ۳۰ روز پیش از زایش، روز زایش و ۳۰ روز پس از زایش خون‌گیری انجام شد. نمونه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شدند و سرم آن‌ها در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمدشده و تا زمان ارسال به آزمایشگاه در فریزر نگهداری شدند. غلظت متابولیت‌های بیوشیمیایی خون و آنزیم‌های کبدی در پلاسما با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی (شرکت پارس‌آزمون، ایران) و بوسیله دستگاه اتوآنالایزر (مدل Alpha Classic-AT++) و مطابق دستورالعمل مربوطه در آزمایشگاه دانشکده دامپزشکی دانشگاه بوعلی سینا اندازه‌گیری شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل براساس روش ارائه‌شده توصیه‌شده Benzie & Strain (1996) و به‌کمک توان پلاسما در احیا آهن فریک (فراپ) اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۵۰ میکرولیتر پلاسما به ۱/۵ میلی‌لیتر محلول فراپ (بافر استات ۳۰ میلی‌مولار، ترکیب رنگزای ۲،۴،۶-تری پیریدیل-S-تریازین ۱۰ میلی‌مولار و فریک کلراید ۲۰ میلی‌مولار که به نسبت ۱:۱:۱۰ باهم مخلوط شدند) افزوده شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون شد. سپس میزان جذب نوری در طول موج ۵۹۳ نانومتر با استفاده از دستگاه میکروپلیت ریدر (مدل CLARIOstar ساخت کشور آلمان) قرائت شد. غلظت مالون‌دی‌آلدهید پلاسما با استفاده از روش اصلاح‌شده Buege & Aust (1978) اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا یک میلی‌لیتر پلاسما با یک میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید (۲۰ W/V) درصد در ۰/۶ مولار هیدروکلریک اسید) ترکیب و پس از مخلوط‌نمودن، در ۲۰۰۰g به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۱/۵ میلی‌لیتر از محلول رویی با ۰/۳ میلی‌لیتر محلول اسید تیوباریتوریک ۰/۱۲ مولار (تهیه‌شده با تریس ۰/۲۶ مولار با pH=۷) ترکیب و به‌مدت ۱۵ دقیقه در آب در حال جوش قرار داده شد. پس از خنک‌شدن جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۳۲ نانومتر با استفاده از دستگاه میکروپلیت ریدر (مدل CLARIOstar ساخت کشور آلمان) قرائت شد. داده‌های حاصل با استفاده از

رویه Mixed نرم‌افزار آماری SAS ۲۰۰۴، (ورژن ۹/۴) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + W_j + TW_{ij} + Ea_{ijk} + Eb_{ijk} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن، Y_{ijk} ، مقدار مشاهده مربوط به تیمار i ام و تکرار j ام در هفته k ام؛ μ ، اثر میانگین؛ T_i ، اثر تیمار i ام؛ W_j ، اثر هفته j ام؛ $T_i \times W_j$ ، برهم‌کنش تیمار i و هفته j ؛ Ea_{ijk} ، اشتباه اصلی و Eb_{ijk} ، اشتباه فرعی است.

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

نتایج مرتبط با مقدار ماده خشک مصرفی در دوره قبل و بعد از زایش میش‌ها، هم‌چنین میانگین تولید شیر روزانه و چربی شیر میش‌ها در جدول (۳) گزارش شده است. برهم‌کنش تیمار در زمان در طول دوره آزمایش بر مقدار ماده خشک مصرفی قبل و بعد از زایمان معنی‌دار نبود و تنها اثر تیمارها موردبررسی قرار گرفت. میانگین ماده خشک مصرفی میش‌ها در دوره قبل و بعد از زایش تحت تأثیر شکل فیزیکی خوراک میش‌ها قرار گرفت ($P < 0.05$). میانگین ماده خشک مصرفی میش‌ها در دوره قبل و بعد از زایش در تیمارهای تغذیه‌شده با کنسانتره پلت و خوراک پلت کامل بیش‌تر از میش‌های تغذیه‌شده با کنسانتره آردی بود ($P < 0.05$). مطابق با نتایج این پژوهش، میزان ماده خشک مصرفی در بره‌های نر پرواری که با خوراک پلت تغذیه شدند، در مقایسه با بره‌های تغذیه‌شده با کنسانتره آردی بیش‌تر بود (Karimizadeh et al., 2017). هم‌چنین نتایج پژوهش Gipson et al. (2007) نیز نشان داد که ماده خشک مصرفی توسط بزهای تغذیه‌شده با خوراک کامل پلت‌شده در مقایسه با بزهایی که خوراک کامل غیرپلت مصرف کردند، بیش‌تر بود. همسو با نتایج پژوهش حاضر Coverdale et al. (2004) گزارش کردند مصرف استارتر و ماده خشک در گوساله‌های تغذیه‌شده با استارتر پلت در مقایسه با گوساله‌های تغذیه‌شده با کنسانتره آردی تمایل به افزایش نشان داد. برخلاف نتایج این پژوهش، گزارشی بیان کرده است تفاوت معنی‌داری در ماده خشک مصرفی بزهای تغذیه‌شده با خوراک پلت و خوراک آردی مشاهده نشد (Khabbazan et al., 2022).

پلت‌سازی خوراک با افزایش چگالی و کاهش اندازه ذرات فیبر، یکی از عوامل مؤثر بر افزایش مصرف ماده خشک در جیره‌های پلت شده است. کاهش اندازه ذرات فیبر در جیره‌های پلت‌شده موجب کاهش اثر محدودکننده پرشدگی شکمبه-نگاری و افزایش ظرفیت مصرف خوراک می‌شود. علاوه بر این، در مقایسه با جیره کاملاً مخلوط غیرپلت (حاوی کنسانتره آردی)، خوراک پلت‌شده فضای کم‌تری در شکمبه اشغال کرده و امکان مصرف خوراک بیش‌تر را تا رسیدن به سیری فراهم می‌کند. مقدار تولید شیر بین تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد، به‌طوری‌که میش‌های تغذیه‌شده با کنسانتره پلت و خوراک کامل پلت درمقایسه با میش‌های تغذیه‌شده با کنسانتره آردی، شیر بیش‌تری تولید کردند. نتایج پژوهش Khabbazan et al. (2022) نشان داد مصرف خوراک پلت توسط بزهای شیری در مقایسه با خوراک آردی، باعث افزایش معنی‌دار تولید شیر شد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی داشت. برخلاف نتایج این پژوهش، Santos et al. (2011) گزارش کردند مصرف خوراک پلت‌شده در گاوهای شیری تأثیر معنی‌داری بر تولید شیر نداشت. افزایش ماده خشک مصرفی و بهبود قابلیت هضم خوراک در پی مصرف خوراک پلت می‌تواند با افزایش دسترسی به انرژی و سایر مواد مغذی، موجب بهبود تولید شیر شود (Waje et al., 2010; Johnston & DeVries, 2018; Bonfante et al., 2016). تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی به لحاظ درصد چربی شیر میش‌ها مورد مطالعه حاضر مشاهده نشد. برخی از پژوهش‌گران گزارش کرده‌اند که تغذیه گاوهای شیری با خوراک پلت، در مقایسه با خوراک کاملاً مخلوط غیر پلت، تأثیر معنی‌داری بر درصد چربی شیر ندارد که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت (Ye et al., 2010).

برخلاف نتایج پژوهش حاضر، Zhong et al. (2020) گزارش کردند که استفاده از خوراک پلت در تغذیه گاوهای شیری باعث کاهش معنی‌دار درصد چربی شیر شد. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از خوراک پلت در تغذیه میش‌های آبستن و شیرده می‌تواند به‌طور معنی‌داری سطح تولید شیر را افزایش دهد، بدون این که تأثیر قابل توجهی بر درصد چربی شیر داشته باشد.

جدول ۳. اثر شکل فیزیکی خوراک بر ماده خشک مصرفی، تولید شیر و درصد چربی شیر میش‌های نژاد مهربان

فراسنجه	تیمارها			سطح معنی‌داری		
	کنسانتره آردی	کنسانتره پلت	پلت کامل	SEM	تیمار	تیمار×زمان
ماده خشک مصرفی قبل از زایمان (کیلوگرم در روز)	۲/۲۹۳ ^b	۲/۴۵۴ ^a	۲/۴۸۱ ^a	۰/۰۱۱۵	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
ماده خشک مصرفی قبل از زایمان (کیلوگرم در روز)	۲/۴۰۳ ^b	۲/۵۳۲ ^a	۲/۵۵۳ ^a	۰/۰۰۸۷	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
تولید شیر (کیلوگرم در روز)	۰/۴۲۳ ^b	۰/۵۲۴ ^a	۰/۵۲۴ ^a	۰/۰۱۶۳	۰/۰۰۲۲	-
چربی شیر (درصد)	۸/۲۱	۸/۴۶	۸/۴۹	۰/۶۰۶۴	۰/۹۳۷۳	-

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

نتایج مرتبط با فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون میش‌ها در جدول (۴) گزارش شده است. در پژوهش حاضر برهم‌کنش تیمار در زمان در طول دوره آزمایش بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم در طول دوره آزمایش معنی‌دار نبود و تنها اثر تیمارها مورد بررسی قرار گرفت. غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، آلبومین، پروتئین کل و آنزیم‌های کبدی خون میش‌ها تحت تأثیر شکل فیزیکی خوراک میش‌ها قرار نگرفت. با این حال، سطح گلوکز و اوره خون میش‌های مصرف‌کننده خوراک کامل پلت و کنسانتره پلت بیش‌تر از میش‌های مصرف‌کننده کنسانتره آردی بود ($P < 0.05$). مطابق با نتایج این آزمایش گزارش شده است که مصرف خوراک پلت در بره‌های پروراری تأثیری بر غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید و آلبومین نداشت (Zhong et al., 2018). نتایج پژوهشی دیگر نیز نشان داده است که مصرف خوراک پلت در بره‌های پروراری تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، آلبومین، پروتئین کل و آنزیم‌های کبدی نداشت که با نتایج این آزمایش همخوانی داشت (Li et al., 2021). با این حال، برخی پژوهش‌گران گزارش کردند غلظت تری‌گلیسرید، پروتئین کل و آلبومین سرم خون گوساله‌های شیرخوار مصرف‌کننده خوراک آغازین آسیاب شده به‌طور معنی‌داری از گوساله‌های تغذیه‌شده با پلت بالاتر بود که با نتایج این پژوهش همخوانی نداشت (Moeini et al., 2017). همسو با نتایج پژوهش حاضر Singer (2024) گزارش کرد که مصرف خوراک به‌صورت پلت در مقایسه با خوراک آردی باعث افزایش معنی‌داری در غلظت گلوکز و اوره سرم خون بره‌های پروراری می‌شود.

مطالعات اخیر نشان می‌دهند که پلت کردن خوراک می‌تواند موجب بهبود فرایند تخمیر و قابلیت هضم در نشخوارکنندگان شود (Mirzaei et al., 2016). نتیجه این فرایند می‌تواند افزایش سطح گلوکز خون در نشخوارکنندگان باشد، زیرا تخمیر بهینه و هضم بهتر باعث افزایش سوبستراهای (اسید پروپیونیک) سنتز گلوکز در کبد می‌شود. Zhang et al. (2019) گزارش کردند که پلت کردن خوراک باعث بهبود قابلیت تخمیر جیره توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌شود که این امر با افزایش غلظت پروپیونات و کاهش نسبت استات به پروپیونات همراه بود. افزایش غلظت پروپیونات در شکمبه می‌تواند به افزایش تولید گلوکز در کبد و در پی آن افزایش غلظت گلوکز خون منجر شود. فرایند پلت کردن خوراک نه تنها از طریق تغییر در ساختار خوراک (ژلاتینه‌شدن نشاسته و هیدرولیز بخش فیبری) می‌تواند باعث بهبود تخمیر خوراک توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه شود، بلکه استفاده از خوراک پلت شده با تغییر جمعیت میکروبی شکمبه، در افزایش تولید پروپیونات و کاهش نسبت استات به پروپیونات نیز تأثیرگذار است (Zhang et al., 2019). نیتروژن اوره سرم خون یک شاخص مهم برای ارزیابی وضعیت نیتروژن

در بدن نشخوارکنندگان است که تحت تأثیر رژیم غذایی و تجزیه پروتئین خام قرار می‌گیرد (Martin et al., 2005). برخی مطالعات نشان دادند سطح نیتروژن اوره خون ارتباط مثبت و معنی‌داری با غلظت‌های آمونیاک در شکمبه دارد (Mahmoudi et al., 2020). بخشی از آمونیاک تولیدشده در شکمبه وارد جریان خون می‌شود و در کبد به نیتروژن اوره خون تبدیل می‌گردد. بنابراین، با افزایش غلظت آمونیاک شکمبه، سطح نیتروژن اوره‌ای خون نیز معمولاً افزایش می‌یابد. نتایج برخی از پژوهش‌های انجام‌شده نشان داده است که مصرف خوراک پلت در مقایسه با خوراک غیرپلت باعث افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه و نیتروژن اوره پلاسما شد (Zhong et al., 2018). افزایش مصرف ماده خشک در حیوانات تغذیه‌شده با خوراک پلت می‌تواند یکی از دلایل اصلی افزایش غلظت آمونیاک شکمبه باشد (Karimizadeh et al., 2017). در نتیجه دلیل افزایش غلظت آمونیاکی شکمبه و به‌دنبال آن نیتروژن اوره پلاسما در پی مصرف خوراک پلت می‌تواند مرتبط با افزایش ماده خشک مصرفی باشد. همان‌طور که اشاره شد در طول فرایند تولید پلت، مواد خوراکی تحت تأثیر فشار مکانیکی و حرارت بالا قرار می‌گیرند که این موضوع می‌تواند باعث تغییر ساختار پروتئین‌های موجود در خوراک شود و در نتیجه احتمالاً دسترسی میکروارگانیسم‌ها به نیتروژن را افزایش دهد. این امر باعث افزایش تولید آمونیاک در شکمبه و در پی آن افزایش سطح نیتروژن اوره در خون می‌شود.

جدول ۴. اثر شکل فیزیکی خوراک بر فراسنجه‌های خونی میش‌های نژاد مهربان

فراسنجه	کنسانتره آردی	کنسانتره پلت	تیمارهای آزمایشی		SEM	سطح معنی‌داری	
			خوراک کاملاً مخلوط پلت	خوراک کاملاً مخلوط پلت		تیمار	تیمار × زمان
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	۴۳/۳۴ ^a	۴۹/۱۰ ^a	۴۹/۹۰ ^a	۴۹/۹۰ ^a	۰/۹۵۹۹	۰/۰۰۱۸	<۰/۰۰۰۱
کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)	۶۹/۳۶	۶۹/۵۱	۶۹/۴۱	۶۹/۴۱	۰/۲۷۶۵	۰/۹۲۴۸	۰/۸۹۸۸
تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر)	۲۱/۵۶	۲۲/۳۱	۲۲/۰۸	۲۲/۰۸	۱/۳۱۷۸	۰/۹۲۰۲	۰/۰۲۸۸
اوره (میلی گرم در دسی لیتر)	۱۵/۹۱ ^b	۱۸/۲۹ ^a	۱۸/۲۷ ^a	۱۸/۲۷ ^a	۰/۱۷۰۹	<۰/۰۰۰۱	۰/۶۷۰۲
پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)	۷/۶۴	۷/۸۵	۷/۸۵	۷/۸۵	۰/۲۵۰۵	۰/۸۱۳۰	۰/۰۰۰۴
آلکالین فسفاتاز (واحد در لیتر)	۱۴۶/۵۲	۱۴۵/۱۰	۱۴۵/۰۴	۱۴۵/۰۴	۵/۴۲۰۵	۰/۹۷۷۸	<۰/۰۰۰۱
آسپاراتات آمینوترانسفراز (واحد در لیتر)	۹۴/۰۶	۹۵/۰۶	۹۰/۲۰	۹۰/۲۰	۲/۴۲۱۱	۰/۳۶۶۶	۰/۰۰۱۷
آلاتین آمینوترانسفراز (واحد در لیتر)	۲۵/۵۲	۲۴/۶۴	۲۵/۴۱	۲۵/۴۱	۱/۱۷۶۷	۰/۸۴۸۸	۰/۰۲۰۴

a-b تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

نتایج مربوط به شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی پلاسما در جدول (۵) نشان داده شده است. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و شاخص مالون‌دی‌آلدهید پلاسما تحت تأثیر شکل فیزیکی خوراک قرار گرفت. مصرف خوراک کاملاً مخلوط پلت در طول دوره آزمایش توسط میش‌ها باعث بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و کاهش شاخص مالون‌دی‌آلدهید پلاسما شد. شاخص مالون‌دی‌آلدهید پلاسما خون میش‌های مصرف‌کننده خوراک کاملاً مخلوط پلت کمتر از میش‌های مصرف‌کننده کنسانتره پلت و کنسانتره آردی بود ($P < 0.05$). همچنین مصرف‌کننده خوراک کاملاً مخلوط پلت باعث افزایش در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل پلاسما نسبت به گروه‌های مصرف‌کننده کنسانتره پلت و کنسانتره آردی شد ($P < 0.05$). شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی ابزار مهمی جهت ارزیابی وضعیت استرس اکسیداتیو و ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی در بدن هستند. در نتیجه هدف از ارزیابی این شاخص‌ها درک بهتر از سلامت عمومی و وضعیت متابولیک دام می‌باشد. مطالعات درخصوص اثر شکل فیزیکی خوراک دام‌ها بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی خون بسیار محدود بوده و در برخی گزارش‌ها نشان داده شده اثر شکل فیزیکی خوراک جوجه‌های گوشتی تأثیری بر مالون‌دی‌آلدهید و آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نداشت که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی نداشت (EL-Gogary et al., 2016).

شکل فیزیکی خوراک از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قابلیت هضم و جذب مواد مغذی خوراک می‌باشد. هرچند برخی مطالعات انجام شده گزارش کرده‌اند پلت کردن خوراک کاملاً مخلوط می‌تواند باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک در بره‌های پرواری شود (Karimizadeh et al., 2017) و افزایش قابلیت هضم خوراک می‌تواند موجب کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود برخی شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی خون، نظیر مالون‌دی‌آلدهید و توان آنتی‌اکسیدانی کل شود (Nasrollahi et al., 2019). افزایش غلظت آمونیاک در شکمبه، منبعی از نیتروژن قابل‌دسترس را برای میکروارگانیسم‌های شکمبه فراهم می‌کند که این امر موجب افزایش سنتز پروتئین میکروبی می‌شود. پروتئین میکروبی پس از هضم و جذب در روده، منبعی غنی از اسیدهای آمینه ضروری از جمله متیونین و سیستئین محسوب می‌شود که این اسیدهای آمینه در سنتز گلوتاتیون (GSH) نقش حیاتی دارند که به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان کلیدی در بهبود شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی عمل می‌کند. در پژوهش حاضر با توجه به یکسان‌بودن ترکیب شیمیایی خوراک‌ها کاهش غلظت مالون‌دی‌آلدهید و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل پلاسما در تیمارهای مصرف‌کننده خوراک کاملاً مخلوط پلت می‌تواند احتمالاً به‌دلیل افزایش مصرف خوراک، افزایش سنتز پروتئین میکروبی و همچنین افزایش قابلیت دسترسی به برخی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی همانند ویتامین‌ها و مواد معدنی در تیمارهای مصرف‌کننده خوراک کاملاً مخلوط پلت باشد.

جدول ۵. اثر شکل فیزیکی خوراک بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی خون میش‌های نژاد مهربان

سطح معنی‌داری			تیمارهای آزمایشی			فراسنجه
تیمار × زمان	زمان	تیمار	SEM	خوراک کاملاً مخلوط پلت	کنسانتره پلت	کنسانتره آردی
۰/۳۴۷۵	۰/۶۴۳۳	<۰/۰۰۰۱	۱۲/۵۵۷۷	۵۵۸/۸۶ ^a	۴۳۹/۵۰ ^b	۴۲۴/۴۸ ^b
۰/۵۶۲۳	۰/۷۰۸۲	۰/۰۰۵۷	۰/۲۵۴۵	۲/۸۶ ^b	۴/۳۸ ^b	۴/۰۲ ^a

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

نتایج مربوط به عملکرد بره‌های شیرخوار در جدول‌های (۶) و (۷) گزارش شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که شکل فیزیکی خوراک مصرفی میش‌ها در اواخر دوره آبستنی و اوایل دوره شیردهی تأثیر معنی‌داری بر وزن تولد و وزن از شیرگیری بره‌ها نداشت. درحالی‌که شکل فیزیکی خوراک مصرفی میش‌ها اثر معنی‌داری بر وزن بره‌ها در سنین هفت، ۱۴، ۲۱ و ۳۰ روزگی داشت. وزن بره‌های متولدشده از میش‌هایی که با خوراک کاملاً مخلوط پلت و همچنین کنسانتره پلت تغذیه‌شده بودند، در سنین ۷، ۲۱ و ۳۰ روزگی بیش‌تر از وزن بره‌های متولدشده از میش‌هایی بود که با کنسانتره آردی تغذیه‌شده بودند ($P < 0.05$). با این‌حال، در سن ۱۴ روزگی، تفاوت معنی‌داری بین وزن بره‌های متولدشده از میش‌های تغذیه‌شده با کنسانتره پلت و کنسانتره آردی مشاهده نشد. همچنین شکل فیزیکی خوراک مصرفی میش‌ها تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن روزانه بره‌ها در دوره‌های روزهای یک-هفت، هفت-۱۴، ۱۴-۲۱ و ۲۱-۳۰ داشت، به‌طوری‌که افزایش وزن روزانه بره‌های متولدشده در تیمارهای کنسانتره پلت و خوراک کاملاً مخلوط پلت بیش‌تر از تیمار کنسانتره آردی بود ($P < 0.05$). با این‌حال، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در افزایش وزن روزانه بره‌ها بین روزهای ۳۰ تا ۹۰ و یا از تولد تا روز ۹۰ مشاهده نشد.

مطابق با نتایج پژوهش حاضر Kim et al. (2015) گزارش کردند که شکل فیزیکی خوراک مصرفی توسط خوک‌ها هیچ تأثیر معناداری بر وزن تولد و وزن از شیرگیری نوزادان خوک‌ها نداشت. مطالعات اندکی در رابطه با تأثیر شکل فیزیکی خوراک در حیوانات آبستن و شیرده بر عملکرد نوزادان شیرخوار وجود دارد. با این‌حال، تغذیه مادر در دوران آبستنی و شیردهی و تأثیر آن بر رشد جنین و عملکرد نوزاد پس از تولد به‌طور گسترده‌ای

مورد مطالعه قرار گرفته است. برخی از مطالعات انجام شده نشان داده اند که فرآوری خوراک در بهبود ارزش تغذیه ای آن نقش دارد (Reddy *et al.*, 2012). ویژگی های فیزیکی و تعادل مواد مغذی خوراک از جمله عوامل اساسی هستند که تأثیر زیادی بر سلامت، عملکرد و رفتار تغذیه ای دام ها دارند. همچنین، نتایج بسیاری از پژوهش ها نشان می دهند که پلت کردن خوراک می تواند عملکرد دام ها را بهبود بخشد و موجب افزایش ضریب تبدیل خوراک شود (Islam *et al.*, 2017). علاوه بر این، شکل فیزیکی خوراک می تواند تأثیر معنی داری بر تولید و ترکیب شیر داشته باشد. براساس گزارش Khabbaza *et al.* (2022) تولید شیر در بزهایی که با کنسانتره پلت تغذیه شده اند، در مقایسه با بزهایی که با کنسانتره آردی تغذیه شده اند، افزایش یافت. با توجه به این که مصرف خوراک جامد در بره ها تا حدود ۳۰ روزگی به طور قابل توجهی پایین است و با نزدیک شدن به زمان از شیرگیری، مصرف خوراک جامد افزایش می یابد، تفاوت های مشاهده شده در عملکرد بره ها معمولاً به میزان مصرف شیر نسبت داده می شود (Herath *et al.*, 2021).

جدول ۶. اثر شکل فیزیکی خوراک میش ها در اواخر آبستنی و اوایل شیردهی بر وزن بره های شیرخوار از تولد تا از شیرگیری

فراسنجه (کیلوگرم)	کنسانتره آردی	کنسانتره پلت	تیمارهای آزمایشی		SEM	سطح معنی داری
			خوراک کاملاً مخلوط پلت	خوراک کاملاً مخلوط پلت		
وزن تولد	۳/۹۰۰	۴/۰۰	۴/۲۰۰	۰/۱۲۴۱	۰/۴۵۷۰	
وزن بدن ۷ روزگی	^b ۵/۱۱	^a ۵/۵۶	^a ۵/۶۸	۰/۱۳۶۱	۰/۰۳۷۱	
وزن بدن ۱۴ روزگی	^b ۶/۱۷	^a ۷/۰۴	^a ۷/۲۶	۰/۲۹۰۴	۰/۰۵۹۷	
وزن بدن ۲۱ روزگی	^b ۷/۳۵	^a ۸/۷۷	^a ۹/۱۱	۰/۱۱۲۰	<۰/۰۰۰۱	
وزن بدن ۳۰ روزگی	^c ۸/۵۰	^b ۱۰/۴۷	^a ۱۰/۹۱	۰/۱۳۶۹	<۰/۰۰۰۱	
وزن از شیرگیری ۹۰ روزگی	۱۸/۸۵	۲۰/۲۶	۲۰/۴۱	۰/۶۲۲۰	۰/۲۰۲۰	

a-b: تفاوت میانگین ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها.

جدول ۷. اثر شکل فیزیکی خوراک میش ها در اواخر آبستنی و اوایل شیردهی بر افزایش وزن روزانه بره های شیرخوار از تولد تا از شیرگیری

فراسنجه (کیلوگرم)	کنسانتره آردی	کنسانتره پلت	تیمارهای آزمایشی		SEM	سطح معنی داری
			خوراک کاملاً مخلوط پلت	خوراک کاملاً مخلوط پلت		
افزایش وزن روزانه از ۱ تا ۷ روزگی	۰/۱۷۳ ^b	۰/۲۲۲ ^a	۰/۲۲۱ ^a	۰/۰۰۷۳	۰/۰۰۱۵	
افزایش وزن روزانه از ۸ تا ۱۴ روزگی	۰/۱۸۳ ^b	۰/۲۲۶ ^a	۰/۲۵۶ ^a	۰/۰۱۲۹	۰/۰۰۹۲	
افزایش وزن روزانه از ۱۵ تا ۲۱ روزگی	۰/۱۳۸ ^b	۰/۲۳۳ ^a	۰/۲۳۳ ^a	۰/۰۱۲۵	۰/۰۰۰۶	
افزایش وزن روزانه از ۲۲ تا ۳۰ روزگی	۰/۱۲۷ ^b	۰/۱۸۸ ^a	۰/۲۰۰ ^a	۰/۰۱۲۶	۰/۰۰۵۸	
افزایش وزن روزانه از ۳۱ تا ۹۰ روزگی	۰/۱۷۲	۰/۱۶۳	۰/۱۵۸	۰/۰۰۹۸	۰/۶۰۰۹	
افزایش وزن روزانه از تولد تا ۹۰ روزگی	۰/۱۶۶	۰/۱۸۰	۰/۱۸۱	۰/۰۰۶۸	۰/۲۶۹۶	

a-b: تفاوت میانگین ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها.

۴. نتیجه گیری

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد مصرف خوراک پلت توسط میش ها در اواخر آبستنی و اوایل شیردهی، سبب بهبود برخی فراسنجه های خون، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و کاهش شاخص مالون دی آلدید در میش ها می شود. علاوه بر این، شکل فیزیکی خوراک میش ها بر بهبود عملکرد بره های شیرخوار در ۳۰ روز نخست تولد مؤثر است.

۵. ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

۶. مشارکت نویسندگان

امیرحسین مهران‌فروز: انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش نویس مقاله؛

حسن علی‌عربی: استاد راهنمای پایان نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله؛

داریوش علیپور: استاد مشاور پایان نامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله؛

عباس فرح‌آور: استاد مشاور پایان نامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله.

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. حامی مالی

پژوهش حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد.

۹. تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از گروه علوم دامی دانشگاه بوعلی سینا و مدیر عامل محترم مجموعه کشت و صنعت توداک به‌منظور فراهم‌نمودن امکانات و حمایت‌های لازم جهت انجام این پژوهش، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

۱۰. منابع

- Ayar, A. (2009). The trace metal levels in milk and dairy products consumed in middle Anatolia? Turkey *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 1-12.
- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239 (1), 70-76.
- Bonfante, E., Palmonari, A., Mammi, L. U. D. O. V. I. C. A., Canestrari, G., Fustini, M., & Formigoni, A. (2016). Effects of a completely pelleted diet on growth performance in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 99(12), 9724-9731.
- BS, B. S. (1989). Determination of fat content of milk and milk products (Gerber method). Methods for chemical analysis of liquid milk and cream. *BSI bulletin no 1741*.
- Buege, J. A., & Aust, S. D. (1978). [30] Microsomal lipid peroxidation. In *Methods in enzymology* (Vol. 52, pp. 302-310). Academic press.
- Coverdale, J. A., Tyler, H. D., Quigley III, J. D., & Brumm, J. A. (2004). Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *Journal of Dairy Science*, 87(8), 2554-2562.
- Dos Santos, W. B. R., Santos, G. T. D., da Silva-Kazama, D. C., Cecato, U., De Marchi, F. E., Visentainer, J. V., & Petit, H. V. (2011). Production performance and milk composition of grazing dairy cows fed pelleted or non-pelleted concentrates treated with or without lignosulfonate and containing ground sunflower seeds. *Animal feed science and technology*, 169 (3-4), 167-175.

- EL-Gogary, M. R., Ismail, F. S. A., Sherif, K. E., & Tuama, S. A. (2016). Effect of nutritional density and physical form on performance, hormone function, antioxidant enzyme and fatty acids profile of broiler chickens. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11 (9), 524-530.
- Gipson, T. A., Goetsch, A. L., Detweiler, G., & Sahl, T. (2007). Effects of feeding method, diet nutritive value and physical form and genotype on feed intake, feeding behavior and growth performance by meat goats. *Small Ruminant Research*, 71(1-3), 170-178.
- Herath, H. M., Pain, S. J., Kenyon, P. R., Blair, H. T., & Morel, P. C. (2021). Growth and body composition of artificially-reared lambs exposed to three different rearing regimens. *Animals*, 11(12), 3370.
- Islam, R., Redoy, M. R. A., Shuvo, A. A. S., Sarker, M. A. H., Akbar, M. A., & Al-Mamun, M. (2017). Effect of pellet from total mixed ration on growth performance, blood metabolomics, carcass and meat characteristics of Bangladeshi garole sheep. *Progressive Agriculture*, 28(3), 222-229.
- Johnston, C., & DeVries, T. J. (2018). Associations of feeding behavior and milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 3367-3373.
- Karimizadeh, E., Chaji, M., & Mohammadabadi, T. (2017). Effects of physical form of diet on nutrient digestibility, rumen fermentation, rumination, growth performance and protozoa population of finishing lambs. *Animal Nutrition*, 3(2), 139-44.
- Khabbazan, M. H., Amanloo, H., Zahmatkesh, D., & Mahjoubi, E. (2022). Effects of different physical forms of concentrate in diet on feeding behavior, milk production and blood parameters of Murciano-Granadina dairy goats. *Animal Science Research*, 32(2), 107-117.
- Kim, S. C., Li, H. L., Park, J. H., & Kim, I. H. (2015). Crumbled or mashed feed had no significant effect on the performance of lactating sows or their offspring. *Journal of Animal Science and Technology*, 57, 1-5.
- Li, B., Sun, X., Huo, Q., Zhang, G., Wu, T., You, P., et al. (2021) Pelleting of a total mixed ration affects growth performance of fattening lambs. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 629016.
- C Imam, S., Syaiful, A., & Caribu, H. P. (2013). Physical characteristics of pressed complete feed for dairy cattle. *International Journal of Science and Engineering*, 4(2), 61-65.
- Mahmoudi-Abyane, M., Alipour, D., & Moghimi, H. R. (2020). Effects of different sources of nitrogen on performance, relative population of rumen microorganisms, ruminal fermentation and blood parameters in male feedlot lambs. *Animal*, 14(7), 1438-1446.
- Malik, M. I., Rashid, M. A., Yousaf, M. S., Naveed, S., Javed, K., Nauman, K., & Rehman, H. U. (2021). Rumen morphometry and sorting behavior of fattening male goat fed pelleted and unpelleted TMR with two levels of wheat straw. *Small Ruminant Research*, 196, 106316.
- Malik, M. I., Rashid, M. A., Yousaf, M. S., Naveed, S., Javed, K., & Rehman, H. (2020). Effect of physical form and level of wheat straw inclusion on growth performance and blood metabolites of fattening goat. *Animals*, 10(10), 1861.
- Martin, W. F., Armstrong, L. E., & Rodriguez, N. R. (2005). Dietary protein intake and renal function. *Nutrition & metabolism*, 2, 1-9.
- Meikle, A., de Brun, V., Carriquiry, M., Soca, P., Sosa, C., de Lourdes Adrien, M., ... & Abecia, J. A. (2018). Influences of nutrition and metabolism on reproduction of the female ruminant. *Animal Reproduction*, 15(Suppl 1), 899.
- Mirzaei, M., Khorvash, M., Ghorbani, G. R., Kazemi-Bonchenari, M., Riasi, A., Soltani, A., ... & Ghaffari, M. H. (2016). Interactions between the physical form of starter (mashed versus textured) and corn silage provision on performance, rumen fermentation, and structural growth of Holstein calves. *Journal of Animal Science*, 94(2), 678-686.
- Moeini, H., Mahdavi, A. H., Riasi, A., Ghorbani, G. R., Oskoueian, E., Khan, M. A., & Ghaffari, M. H. (2017). Effects of physical form of starter and forage provision to young calves on blood metabolites, liver composition and intestinal morphology. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(4), 755-766.
- Naderolasli, M., Forozande, A. D., & Pirestani, A. (2016). Comparing mashed and pellet concentrate effects on reproductive performance and blood parameters of dairy cows. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(2), 393-396.
- Nasrollahi, S. M., Zali, A., Ghorbani, G. R., Khani, M., Maktabi, H., & Beauchemin, K. A. (2019). Effects of increasing diet fermentability on intake, digestion, rumen fermentation, blood metabolites and milk production of heat-stressed dairy cows. *Animal*, 13(11), 2527-2535.

- Okewole, O. T., & Igbeka, J. (2016). Effect of some operating parameters on the performance of a pelleting press. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 18(1), 326-338.
- Reddy, P. B., Reddy, T. J., & Reddy, Y. R. (2012). Growth and nutrient utilization in kids fed expander-extruded complete feed pellets containing red gram (*Cajanus cajan*) straw. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(12), 1721.
- Redifer, C. A., Wichman, L. G., Davies-Jenkins, S. L., Rathert-Williams, A. R., Freetly, H. C., & Meyer, A. M. (2024). Late gestational nutrient restriction in primiparous beef females: Performance and metabolic status of lactating dams and pre-weaning calves. *Journal of Animal Science*, 102, skae015.
- Singer, A. M. (2024). Effect of feeding mash or pelletized sugarcane bagasse based diet on nutrients digestibility, some blood constituents and growth performance of growing crossbred goats. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 27(1), 1-10.
- Waje, S. H., Singh, S. K., & Mudgal, V. (2010). Effect of using forest grass based complete rations on growth and nutrient utilization in growing crossbred calves. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 10(2), 229-234.
- Ye, J. A., Wang, C., Wang, H. F., Liu, H. Y., Wang, Y. M., Chen, B., & Liu, J. X. (2010). Effects of pelletizing and supplementary methionine, lysine, and choline on the performance of periparturient dairy cows. *Acta Agriculturae Scand Section A*, 60 (4), 230-238.
- Zhang, C., Li, M. M., Al-Marashdeh, O., Gan, L. P., Zhang, C. Y., & Zhang, G. G. (2019). Performance, rumen fermentation, and gastrointestinal microflora of lambs fed pelleted or unpelleted total mixed ration. *Animal Feed Science and Technology*, 253, 22-31.
- Zhong, R., Fang, Y., Zhou, D., Sun, X., Zhou, C., & He, Y. (2018) Pelleted total mixed ration improves growth performance of fattening lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 242, 127-34.
- Zhong, R., Zhao, C., Feng, P., Wang, Y., Zhao, X., Luo, D., ... & Fang, Y. (2020). Effects of feeding ground versus pelleted total mixed ration on digestion, rumen function and milk production performance of dairy cows. *International Journal of Dairy Technology*, 73(1), 22-30.