Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

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

The effect of vitamin and mineral supplementation injection in late pregnancy on performance and inflammatory indices of *Dalagh* ewes

Hossein Emrani[1], Mohammad Asadi[2]*, Gholamali Halako [3] and Ayda Teymouri [4]

[1] Assistant professor, Biotechnology Research Department , Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E mail: h.emrani@areeo.ac.ir

[2] (Corresponding Author)PhD., Dept. of Animal Sciences Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Gorgan, Gorgan, Iran. Email: Mohammad.asadi_s97@gau.ac.ir

[3] Animal Science Research Department, Golestan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran Email: flowermino@gmail.com

4Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Email: teymouriayda2000@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received:
Revised:
Accepted:

Keywords:
Dalagh ewe
Inflammation
Transition period
Minerals
Vitamins

ABSTRACT

Background and Objective: The transition period in ewes, which usually lasts three weeks before and three weeks after parturition, is one of the most critical physiological stages during the reproductive cycle. During this period, the ewe undergoes extensive metabolic and hormonal changes that are necessary to prepare the body for parturition and the onset of lactation. Late gestation is associated with reduced feed intake and increased energy requirements due to rapid fetal growth and mammary gland development. This imbalance predisposes to ketosis, fatty liver, and gestational toxemia in ewes. Negative energy balance also increases the production of reactive oxygen species (ROS) and oxidative stress, which weakens the immune system and increases the risk of inflammation and metabolic and infectious diseases. As a result, colostrum quality, foremilk production, and lamb growth are affected. In these conditions, vitamins and minerals, especially those with antioxidant properties, play an important role in reducing oxidative stress and maintaining immune health. Adequate and balanced supply of these micronutrients during the transition period improves immune response, reduces the incidence of metabolic disorders and increases production performance. Therefore, targeted nutrition rich in antioxidants during the transition period is vital for the health and productivity of ewes.

Materials and Methods: The present study was conducted to investigate the effect of vitamin and mineral supplementation injection in late pregnancy on performance, digestibility, milk production, and inflammatory indices of Dalagh ewes in Soleimani livestock farm located in Bandargaz city using 40 Dalagh breed ewes with an average age of twice giving birth and an average weight of 42 ± 3.7 kg, which were divided into four treatments and ten replications in a completely randomized design at the end of pregnancy. The experimental treatments included: 1) control group (no vitamin and mineral supplementation injection), 2) ewes receiving injectable vitamin supplementation, 3) ewes receiving

injectable mineral supplementation, and 4) ewes receiving simultaneously injectable vitamin and mineral supplementation. The study period was from 28 days before calving to 28 days after calving, and the acclimatization period of the ewes was from 28 days before calving to the day of injection. Supplements were injected subcutaneously in the flank 21 days before calving. Vitamin supplements included vitamins A, D3, E, B1, B2, B3, B6, B12, and C, and mineral supplements included calcium, copper, magnesium, and phosphorus. The dose of mineral supplements was 20 mL and the dose of vitamin supplements was 5 mL. To calculate weight changes, ewes were weighed before calving, on the day of calving, and after calving using a digital scale (SV 9000, Sanadvazin, Iran). To determine the amount of dry matter consumed daily, the after-feed was collected and weighed before the new feed was fed. The amount of milk production and composition were measured and recorded. To measure digestibility, fecal and feed samples were collected in the final five days of the experiment to determine the digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, and neutral detergent insoluble fiber. To measure inflammatory indices and antioxidant status, blood samples were taken from 6 replicates of each treatment on days 7 before parturition, on the day of parturition, and 7 days after parturition before morning feeding.

Results: The results of the effect of mineral and vitamin injection in late pregnancy showed that minerals and vitamins improved the final weight and feed consumption of ewes after calving, and the highest feed consumption was for ewes injected with minerals and vitamins simultaneously ($P<0.05$). Also, minerals and vitamins improved the digestibility of dry matter and neutral detergent insoluble fiber ($P<0.05$). Also, minerals and vitamins had no effect on the amount of production, protein, fat and lactose in ewes' milk. On the other hand, mineral and vitamin injection reduced beta-hydroxybutyric acid, non-esterified fatty acids, reactive oxygen species and oxidative stress index and increased the antioxidant capacity of ewes' serum at all three times ($P<0.05$). The greatest improvement in non-esterified fatty acids at all times, reactive oxygen species before calving and on the day of calving, serum antioxidant capacity, and oxidative stress index before calving was observed in ewes receiving minerals and vitamins simultaneously.

Conclusion: Considering the improvement in weight performance, digestibility, and inflammatory markers of ewes, simultaneous injection of minerals and vitamins is recommended for ewes in late pregnancy.

Cite this article: Emrani, H., Asadi, M., Halako, Gh., Teymouri, A. (2026). The effect of vitamin and mineral supplementation injection in late pregnancy on performance and inflammatory indices of *Dalagh* ewes. *Journal of Ruminant Research*, 14(2),

© The Author(s)

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

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

اثر تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در اواخر دوره آبستنی بر عملکرد و شاخص‌های التهابی میش‌های دالاق

حسین عمرانی[۱] ، محمداسدی[۲]*، غلامعلی هلاکو[۳]، آیدا تیموری[٤]

[۱] استادیار بخش پژوهش های بیوتکنولوژی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج ، ایران.
رایانامه :h.emrani@areeo.ac.ir

[۲] (نویسنده مسئول)، گروه تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: Mohammadasadiseyed1994@yahoo.com

[۳] گروه تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: flowermino@gmail.com

[٤] دانشجو دوره دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: teymouriayda2000@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت:
تاریخ ویرایش:
تاریخ پذیرش:

چکیده

سابقه و هدف: دوره انتقال در میش‌ها که معمولاً سه هفته پیش و سه هفته پس از زایش را در بر می‌گیرد، یکی از بحرانی‌ترین مراحل فیزیولوژیکی در طول چرخه تولیدمثل است. در این دوره، میش با تغییرات گسترده متابولیکی و هورمونی مواجه می‌شود که برای آماده‌سازی بدن جهت زایش و آغاز شیردهی ضروری است. اواخر آبستنی با کاهش مصرف خوراک و افزایش نیاز انرژی به‌دلیل رشد سریع جنین و توسعه غده پستانی همراه است. این ناهماهنگی زمینه‌ساز بروز کتوز، کبد چرب و مسمومیت بارداری در میش‌ها می‌گردد، تعادل منفی انرژی همچنین سبب افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و استرس اکسیداتیو می‌شود که با تضعیف سیستم ایمنی، خطر بروز التهاب و بیماری‌های متابولیک و عفونی را افزایش می‌دهد. در نتیجه، کیفیت آغوز، تولید شیر اولیه و رشد بره‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در این شرایط، ویتامین‌ها و مواد معدنی به‌ویژه آن‌هایی که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند، نقش مهمی در کاهش استرس اکسیداتیو و حفظ سلامت ایمنی ایفا می‌کنند. تأمین کافی و متعادل این ریزمغذی‌ها در دوره انتقال، موجب بهبود پاسخ ایمنی، کاهش بروز اختلالات متابولیکی و افزایش عملکرد تولیدی می‌شود. بنابراین، تغذیه هدفمند و غنی از آنتی‌اکسیدان‌ها در دوره انتقال برای سلامت و بهره‌وری میش‌ها حیاتی است.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در اواخر دوره آبستنی بر عملکرد، قابلیت هضم، تولید شیر و شاخص‌های التهابی میش‌های دالاق در دامداری سلیمانی واقع در شهرستان بندرگز با استفاده از ٤٠ رأس میش نژاد دالاق با میانگین سن دو شکم زایش و میانگین وزن ۳/۷ ± ٤۲، انجام شد که در اواخر دوره آبستنی به چهار تیمار و ده تکرار در قالب طرح کامل تصادفی تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) گروه شاهد (عدم تزریق مکمل ویتامینی و معدنی)، ۲) میش‌های دریافت‌کننده مکمل ویتامینی تزریقی، ۳) میش‌های دریافت‌کننده مکمل معدنی تزریقی و ٤) میش‌های دریافت‌کننده همزمان مکمل ویتامینی و معدنی تزریقی بود.

واژه‌های کلیدی:
التهاب
دوره انتقال
میش دالاق
مواد معدنی
ویتامین

مدت پژوهش از ۲۸ روز پیش از زایش تا ۲۸ روز پس از زایش بود و دوره عادت‌پذیری میش‌ها از ۲۸ روز پیش از زایش تا روز تزریق بود. تزریق مکمل‌ها در ۲۱ روز قبل زایش از ناحیه پهلو و به‌صورت زیرجلدی انجام شد. مکمل ویتامینی شامل ویتامین‌های A, D3, E, B1, B2, B3, B6, B12, C و مکمل معدنی شامل کلسیم، مس، منیزیم و فسفر بود. دز تزریق مکمل مواد معدنی ۲۰ میلی‌لیتر و دز تزریق مکمل ویتامینی ۵ میلی‌لیتر بود. برای محاسبه تغییرات وزن، وزن‌کشی میش‌ها پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش با استفاده از باسکول دیجیتال (SV 9000، سند وزین، ایران) صورت گرفت. جهت تعیین مقدار ماده خشک مصرفی روزانه پیش از وعده خوراک جدید پس‌آخور جمع‌آوری و توزین می‌شد. مقدار تولید و ترکیبات شیر اندازه‌گیری و ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری قابلیت هضم، نمونه‌های مدفوع و خوراک در پنج روز پایانی آزمایش جمع‌آوری شد تا قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، عصاره اتری و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تعیین گردد. جهت اندازه‌گیری شاخص‌های التهابی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی از ٦ تکرار هر تیمار در روزهای ۷ پیش از زایش، روز زایش و ۷ روز پس از زایش پیش از تغذیه صبح خونگیری انجام شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین در اواخر بارداری نشان داد که مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب بهبود وزن نهایی و مصرف خوراک پس از زایش میش‌ها شد و بیشترین مصرف خوراک برای میش‌های تزریق شده با مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌صورت همزمان بود (P<۰/۰۵). همچنین، مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب بهبود قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد (P<۰/۰۵). همچنین، مواد معدنی و ویتامین‌ها تأثیری بر مقدار تولید، پروتئین، چربی و لاکتوز شیر میش‌ها نداشتند. از طرفی، تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب کاهش بتا هیدروکسی بوتیریک اسید، اسیدهای چرب غیر استریفه، گونه‌های فعال اکسیژن و شاخص تنش اکسیداتیو و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم میش‌ها در هر سه زمان شد (P<۰/۰۵). بیشترین بهبود اسیدهای چرب غیر استریفه در همه زمان‌ها، گونه‌های فعال اکسیژن در پیش از زایش و روز زایش و ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم و شاخص تنش اکسیداتیو در پیش از زایش، مربوط به میش‌های دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌صورت همزمان بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به بهبود عملکرد وزنی، قابلیت‌هضم و شاخص‌های التهابی میش‌ها، تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌صورت همزمان در اواخر دوره آبستنی به میش‌ها توصیه می‌گردد.

استناد: عمرانی، حسین؛ اسدی، محمد؛ هلاکو، غلامعلی، تیموری، آیدا. (۱٤۰۵). اثر تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در اواخر دوره آبستنی بر عملکرد و شاخص‌های التهابی میش‌های دالاق. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱٤(۲)،

© نویسندگان
ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

بر اساس تعریف، ۳ هفته آخر قبل از زایش تا ۳ هفته اول بعد از زایش، دوره انتقال نامیده می‌شود که حیاتی‌ترین و بحرانی‌ترین دوره زندگی میش‌ها است (Lotfollahzadeh و همکاران، ۲۰۱۱). علیرغم افزایش نیاز به مواد مغذی برای رشد جنین و رشد غده پستانی، در اواخر آبستنی مصرف خوراک در نشخوارکنندگان کاهش پیدا می‌کند (Asadi و همکاران، ۲۰۲۵b). این کاهش اشتها، احتمالاً به‌دلیل افزایش غلظت هورمون‌های جنسی، بسیج اولیه چربی از ذخایر بدن و همچنین کاهش ظرفیت شکمبه به‌علت رشد جنین می‌باشد (Ingvartsen و Andersen، ۲۰۰۰). دوره انتقال با کاهش مصرف خوراک پیش از زایش و شروع تولید شیر پس از زایش با کمبود و عدم توازن انرژی همراه است، سبب افزایش لیپولیز و به‌دنبال آن افزایش غلظت کتون بادی‌ها و اسیدهای چرب غیر استریفه (NEFA) می‌گردد (Nemati Mazrae و همکاران، ۲۰۲۳). لذا، افزایش التهاب، استرس اکسیداتیو، تحرک بافت چربی و اختلالات متابولیک نظیر ورم پستان در دوره انتقال رخ می‌دهند که تأثیر منفی بر تولید آغوز، شیر و ترکیبات آنها از بافت پستان دارد (Coleman و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین این تعادل منفی انرژی سبب افزایش استرس اکسیداتیو و گونه‌های فعال اکسیژن شده که ایمنی را کاهش داده و دام را به سمت بیماری‌های پس از زایش، کاهش تولید شیر و خطر حذف سوق می‌دهد (Pereira و همکاران، ۲۰۱۳). استراتژی‌های گوناگونی در رابطه با مدیریت بهتر دوره انتقال و عبور موفق دام‌ها از مرحله آبستنی و ورود به شیردهی همراه با کاهش التهاب، بهبود تنش اکسیداتیو و سیستم ایمنی وجود دارد که یکی از آنها استفاده از مواد معدنی و ویتامین‌ها در دوره انتقال می‌باشد.

مکمل‌های آنتی اکسیدانی مانند مواد معدنی و ویتامین‌ها از ریزمغذی‌های ضروری هستند که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Toghdory و همکاران، ۲۰۲۳). عنصر مس که نقش مهمی در سیستم ایمنی دارد، به مبارزه با عفونت‌ها و بیماری‌ها کمک کرده و به شکلی موجب تعدیل فرآیند التهابی شده و از طریق حضور در پروتئین‌های متعدد در سیستم آنتی اکسیدانی نقش دارد (Asadi و همکاران، ۲۰۲۵c). در آبستنی، غده پستان و جفت و جنین و حفظ و هموستاز، کلسیم و فسفر اهمیت دارند و تعادل مثبت کلسیم سبب کاهش اختلالات متابولیک و التهاب می‌گردد (Afsharfarnia و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین، تزریق ویتامین D بر تعدیل پاسخ‌های ایمنی و وضعیت اکسیداتیو/آنتی اکسیداتیو در طول دوره گذار دام‌های شیری کمک می‌کند (Hassanabadi و همکاران، ۲۰۲۱). علاوه‌براین، ویتامین E، توانایی خنثی کردن گونه‌های فعال اکسیژن را دارد و در نتیجه از پیشرفت به سمت التهاب جلوگیری می‌کند (Asadi و همکاران، ۲۰۲۱a). ازآنجایی‌که غلظت پلاسمایی ویتامین E در طول دوره گذار گاوهای شیری کاهش می‌یابد، مکمل ویتامین E قبل از زایمان وضعیت آنتی اکسیدانی را بهبود می‌بخشد (Bertoni و همکاران، ۲۰۱۵). از سویی دیگر، ویتامین A به کمک C علاوه بر کاهش عفونت‌های پستانی و بیماری‌های متابولیکی، به‌صورت غیر مستقیم بر حفظ سطوح مناسب ویتامین E تأثیر گذاشته و باعث بهبود پاسخ سلول‌های ایمنی می‌شوند (Erb و همکاران، ۲۰۰٤). محدودیت‌هایی نظیر کاهش مصرف خوراک، برهمکنش منفی بین مواد معدنی و ویتامین‌ها در جیره، تنش و بروز بیماری‌های متابولیک و عفونی می‌تواند میزان مواد مغذی دریافتی و فراهمی زیستی آنها را کاهش دهد (Asadi و همکاران، ۲۰۲٤b). علاوه‌براین، گنجاندن مواد معدنی و ویتامین‌ها در رژیم غذایی، مصرف یا

جذب آنها را تضمین نمی کند (Machado و همکاران، ۲۰۱۳) و آنتاگونیست‌های موجود در آب آشامیدنی نیز می‌توانند تأثیر منفی بر جذب مواد معدنی از دستگاه گوارش داشته باشند (Spears، ۲۰۰۳). بنابراین، تجویز مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌صورت تزریقی می‌تواند به‌طور بالقوه یک راه جایگزین برای تغذیه مواد معدنی و ویتامین‌ها در طول دوره انتقال ارائه دهد (Asadi و همکاران، ۲۰۲۵d). با توجه به اهمیت تغذیه ریزمغذی‌ها در دوره انتقال میش‌ها و با فرض اینکه تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در اواخر آبستنی، با کاهش شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو، موجب بهبود معنادار عملکرد میش‌های دالاق می‌شود و بیشترین اثر در گروه دریافت‌کننده ترکیب هر دو نوع مکمل مشاهده خواهد شد، پژوهشی به منظور بررسی تأثیر تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در اواخر دوره آبستنی بر عملکرد، قابلیت هضم، تولید شیر و شاخص‌های التهابی میش‌های دالاق صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در تابستان ۱٤۰٤ در دامداری سلیمانی واقع در شهرستان بندرگز انجام شد. بدین منظور ٤۰ رأس میش نژاد دالاق با میانگین سن دو شکم زایش و میانگین وزن ۳/۷ ± ٤۲، در اواخر دوره آبستنی به چهار تیمار و ده تکرار در قالب طرح کامل تصادفی تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) گروه شاهد (عدم تزریق مکمل ویتامینی و معدنی)، ۲) میش‌های دریافت‌کننده مکمل ویتامینی تزریقی، ۳) میش‌های دریافت‌کننده مکمل معدنی تزریقی و ٤) میش‌های دریافت‌کننده همزمان مکمل ویتامینی و معدنی تزریقی بود. مدت پژوهش از ۲۸ روز پیش از زایش تا ۲۸ روز پس از زایش بود و دوره عادت‌پذیری میش‌ها از ۲۸ روز پیش از زایش تا روز تزریق بود. تزریق مکمل‌ها در ۲۱ روز قبل زایش از ناحیه پهلو و به‌صورت زیرجلدی انجام شد. مکمل ویتامینی حاوی ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A (پالمیتات)، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۲۱ میلی‌گرم ویتامین E (استات)، شش میلی‌گرم ویتامین B_1، دو میلی‌گرم ویتامین B_2، پنج میلی‌گرم ویتامین B_6، ۱۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B_3 (نیکوتین امید)، سه میکروگرم ویتامین B_{12}، شش میلی‌گرم دی پانتنول و دو میلی‌گرم ویتامین C و دُز تزریق آن طبق توصیه شرکت سازنده 5 میلی‌گرم به ازای هر رأس میش بود و مکمل معدنی که هر میلی‌لیتر آن حاوی ٤۰۰ میلی‌گرم کلسیم بروگلوکونات، ۲۲ میلی‌گرم منیزیم هیپوفسفیت و دو میلی‌گرم مس بوده و دُز تزریق آن طبق توصیه شرکت سازنده 20 میلی‌گرم به ازای هر رأس میش بود. جیره پایه بر اساس جداول انجمن ملی تحقیقات گوسفند (۲۰۰۷) تنظیم شد که در جدول ۱ آمده‌است.

میش‌ها همگی از نظر سن، تعداد جنین، وزن و تاریخ زایش مورد انتظار بودند. صحت آبستنی و زمان احتمالی زایش از طریق همزمان سازی آبستنی و سونوگرافی میش‌ها قبل از آزمایش به تأیید رسید.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره میش‌ها

Table 1. Feed ingredients and chemical composition of ewes' diets

جیره میش‌ها قبل از زایش (درصد ماده خشک)		جیره میش‌ها پس از زایش (درصد ماده خشک)	
کاه گندم Wheat straw	5.70	کاه گندم Wheat straw	34.00
یونجه Alfalfa	32.00	یونجه Alfalfa	30.00
سیلوی ذرت Corn silage	30.00	دانه ذرت Corn grain	19.75
دانه ذرت Corn Grain	18.50	کنجاله سویا Soybean meal	7.75
کنجاله سویا Soybean meal	7.20	تفاله چغندر قند Sugar beet pulp	2.00
تفاله چغندر قند Sugar beet pulp	1.00	سبوس گندم Wheat bran	2.70
سبوس گندم Wheat bran	2.90	پودر چربی Fat powder	2.80
پودر چربی Fat powder	1.50	کربنات کلسیم Calcium carbonate	0.42
کربنات کلسیم Calcium carbonate	0.70	نمک Salt	0.33
نمک Salt	0.30	مکمل معدنی–ویتامینی Mineral-vitamin supplement	0.25
مکمل معدنی–ویتامینی Mineral-vitamin supplement	0.20		
مواد مغذی (محاسبه شده جیره)			
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری/کیلوگرم مادهٔ خشک) Metabolizable energy (Mcal/kg DM)	2.44	انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری/کیلوگرم مادهٔ خشک) Metabolizable energy (Mcal/kg DM)	2.54
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	14.40	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	14.40
چربی خام (درصد) Ethereal extract (%)	4.10	چربی خام (درصد) Ethereal extract (%)	5.20
کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد) NFC (%)	32.80	کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد) NFC (%)	32.10
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF (%)	44.20	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF (%)	40.90
نشاسته (درصد) Starch (%)	21.60	نشاسته (درصد) Starch (%)	25.00
خاکستر (درصد) Ash (%)	7.88	خاکستر (درصد) Ash (%)	8.40
کلسیم (درصد) Calcium (%)	1.42	کلسیم (درصد) Calcium (%)	0.89
فسفر (درصد) Phosphorus (%)	0.71	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	0.52

خوراک روزانه به‌صورت کاملاً مخلوط به دام‌ها عرضه شده و باقی‌مانده خوراک هر دام در هر روز توزین و ثبت گردید. خوراک مصرفی هر دام نیز از تفاوت جیره داده شده و پس آخور باقی‌مانده محاسبه گردید. همچنین افزایش مقدار خوراک داده شده به دام‌ها براساس پس‌آخور هر دام در روز بعد مشخص می‌شد، به‌طوری‌که اگر دام در سه روز متوالی پس‌آخور کمتر از ۱۰ درصد باقی می‌گذاشت خوراک دام افزایش می‌یافت (Asadi و همکاران، ۲۰۲۱b). برای محاسبه تغییرات وزن، وزن‌کشی میش‌ها پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش با استفاده از باسکول دیجیتال (SV 9000، سند وزین، ایران) صورت گرفت.

جهت اندازه‌گیری قابلیت هضم میش‌ها، نمونه‌های مدفوع و خوراک در پنج روز پایانی آزمایش جمع‌آوری شد تا آزمایشات مربوط به قابلیت هضم انجام شود. نمونه‌های جمع‌آوری شده هر دام در پنج روز با یکدیگر مخلوط و یک نمونه ۱۰۰ گرمی از هر دام برداشته و در آون خشک گردیدند. نمونه‌های جامد به وسیله آسیاب دارای غربال یک میلی‌متری آسیاب شدند. سپس مطابق استاندارد انجمن شیمی‌دانان تجزیه آمریکا (AOAC، ۲۰۰۵) مقادیر ماده خشک، ماده آلی، چربی خام، الیاف خام و پروتئین خام مورد تجزیه قرار گرفتند.

جهت تعیین ترکیبات شیر، هفته‌ای یکبار شیر، میش‌ها به میزان ۲۰-۱۵ میلی‌لیتر برای اندازه‌گیری محتویات آن به آزمایشگاه ارسال شد. غلظت‌های چربی، پروتئین و لاکتوز شیر با دستگاه میلکواسکن (MilcoscanTMS50-۰) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شیر تولیدی، مقدار تولید در هفته‌های مختلف جمع شد (Kitchalong و همکاران، ۱۹۹۵).

جهت اندازه‌گیری متابولیت‌های بیوشیمیایی خون، شاخص‌های التهابی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی، از ٦ تکرار هر تیمار در روزهای ۷ پیش از زایش، روز زایش و ۷ روز پس از زایش پیش از تغذیه صبح خونگیری انجام شد. نمونه‌های خون به داخل لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد (EDTA) منتقل شدند. برای تهیه پلاسما، نمونه‌های خون به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ rpm سانتریفوژ شد و در نهایت، نمونه‌های پلاسما تا زمان آنالیز به ۲۰- درجه سانتیگراد منتقل شدند. بتا هیدروکسی بوتیرات و اسیدهای چرب غیر استریفیه با استفاده از کیت الایزا به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (Spect AA220, Variant) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری وضعیت آنتی‌اکسیدانی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سرم (SAC) نیز با استفاده از سنجش تجاری (برای اکسید کردن مجموعه کامل آنتی اکسیدان‌ها در سرم اندازه‌گیری شد. همچنین گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) به‌عنوان نشانگرهای پراکسیدان اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری این فاکتور پس از جدا سازی سرم، مقدار هیدروپراکسیدها با روش D-ROM (Derivatives of reactive oxygen metabolites) و بر اساس طیف‌سنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر جنوی ساخت انگلستان (Jenway 6305,UK) تعیین شد. در نهایت شاخص تنش اکسیداتیو (OSI) از رابطه گونه‌های فعال اکسیژن بر ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم محاسبه شد.

در نهایت اطلاعات حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و ۱۰ تکرار می‌باشد. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SASنسخه ۹/۱ و رویه GLM صورت می‌گیرد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد.

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از مدل آماری زیر استفاده شد:

$$Yijk = \mu + Ai + Eaik + Bj + ABij + Ebijk$$

Yijk= مشاهده مربوط به تیمار i و زمان اندازه‌گیری j در تکرار k

μ = میانگین کلی مشاهده‌ها

Ai= اثر تیمار i ام

Eaik= خطای اصلی

Bj= اثر زمان اندازه‌گیری j ام

ABij= برهم‌کنش تیمار i و زمان اندازه‌گیری j

Ebijk = خطای فرعی

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر عملکرد میش‌های دوره انتقال در جدول ۲ گزارش شده است. مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب بهبود وزن نهایی و مصرف خوراک پس از زایش میش‌ها شد و بیشترین مصرف خوراک برای میش‌های تزریق شده با مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌صورت همزمان بود ($P<0/05$). مواد معدنی و ویتامین‌ها تأثیری بر وزن روز زایش و مصرف خوراک پیش از زایش نداشت.

در اواخر آبستنی، بدن میش دچار استرس متابولیکی شدید و بالانس منفی انرژی می‌شود. رشد سریع جنین، کاهش فضای شکمبه، و افزایش نیاز به انرژی و مواد مغذی باعث می‌شود ذخایر بدن به‌شدت مصرف شود (Asadi و همکاران، ۲۰۲٤a). استفاده از مواد معدنی و ویتامین‌ها نظیر ویتامین‌های گروه B که در مسیرهای متابولیسم انرژی نظیر چرخه کربس و بتا اکسیداسیون چربی‌ها نقش کلیدی دارند (Asadi و همکاران، ۲۰۲۳) و مس، ویتامین C و E نیز سبب بهبود عملکرد کبد، کاهش استرس اکسیداتیو، کاهش تجمع چربی و افزایش توان بازسازی بافتی می‌شود؛ در نتیجه، تبدیل مواد مغذی به انرژی افزایش یافته و میش پس از زایش سریع‌تر به تعادل مثبت انرژی می‌رسد، اشتها بهتر شده و وزن سریع‌تر برمی‌گردد (McDowell، ۲۰۰۳؛ Sordillo و Aitken، ۲۰۰۹). Asadi و همکاران (۲۰۲٤c) گزارش کردند که تزریق B کمپلکس به بزهای آبستن سانن سبب افزایش وزن پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش شد؛ همچنین میزان ماده خشک مصرفی بزهای تزریق شده با ویتامین‌های B افزایش معنی‌داری داشت. تغذیه مواد معدنی حاوی مس پیش از زایش تا پس از زایش تأثیری بر وزن و مصرف ماده خشک میش‌های افشاری نداشت (Amanlou و همکاران، ۲۰۲۰). تزریق مس و ویتامین C تأثیری مصرف ماده خشک پس از زایش گاوها نداشت (Khodamoradi و همکاران، ۲۰۱۹). Ganda و همکاران (۲۰۱٦) تغییری در رابطه با مصرف ماده خشک گاوهای دریافت‌کننده کمپلکس معدنی نسبت به تیمار شاهد گزارش نکردند. با تزریق مواد آنتی‌اکسیدانی نظیر مس و ویتامین E به گاوهای دوره انتقال، تغییری در مصرف ماده خشک آنها مشاهده نشد (Daugherty و همکاران، ۲۰۰۲). تزریق ویتامین E و سلنیوم پس از زایش به میش‌های آواسی تأثیری بر وزن پس از زایش آنها نداشت (Awawdeh و همکاران، ۲۰۱٤). در پژوهشی، تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای اواخر آبستنی تأثیری بر مصرف خوراک پیش از زایش و پس از زایش گاوها نداشت (Asadi و همکاران، ۲۰۲۵b). دلیل عدم تغییر می‌تواند به مقدار دز تزریق، شرایط محیطی، یکسان بودن جیره و یا تحرک کمتر ذخایر چربی برای میش‌ها در گروه‌های دریافت‌کننده باشد.

جدول ۲. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر عملکرد میش‌های دوره انتقال

Table 2. The effect of mineral and vitamins injection on the performance of ewes during the transition period

سطح احتمال *P*-Value	خطای استاندارد SEM	تیمارهای آزمایشی				
		مواد معدنی+ ویتامین‌ها Minerals+Vitamins	ویتامین‌ها Vitamins	مواد معدنی Minerals	شاهد Control	
0.7951	1.496	50.50	50.00	49.57	49.12	وزن ابتدایی (کیلوگرم) Initial weight (kg)
0.1135	1.776	45.47	45.30	45.12	44.00	وزن روز زایش (کیلوگرم) Weight on the day of birth (kg)
0.0001	1.007	44.25[a]	43.55[a]	43.17[a]	41.90[b]	وزن نهایی (کیلوگرم) Final weight (kg)
0.1280	23.965	1307.55	1301.12	1295.00	1287.00	مصرف خوراک پیش از زایش (گرم) DMI (gr)
0.0033	39.177	1419.59[a]	1401.11[b]	1398.00[b]	1361.61[c]	مصرف خوراک پس از زایش (گرم) DMI (gr)

تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه، معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).

نتایج مربوط به تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر قابلیت هضم میش‌های دوره انتقال در جدول ۳ گزارش شده است. مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب بهبود قابلیت هضم ماده خشک و فیبر نامحلول در شوینده خنثی شد ($P<۰/۰۵$). تزریق ریزمغذی‌ها به میش‌های اواخر آبستنی تغییری در قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام و عصاره اتری نداشت.

بهبود قابلیت هضم ماده خشک و فیبر نامحلول در شوینده خنثی می‌تواند به نقش ریزمغذی‌ها نظیر گروه ویتامین‌های B در بهبود مورفولوژی روده مربوط باشد (Asadi و همکاران، ۲۰۲۳)، زیرا قابلیت هضم مواد مغذی ارتباط نزدیکی با ارتفاع و عرض پرزها و همچنین عمق کریپت دارد که می‌تواند تحت تأثیر ویتامین‌های B افزایش یابد (Pond و همکاران، ۲۰۰۴). ویتامین‌های گروه B به‌عنوان کوآنزیم‌های ضروری در چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون عمل می‌کنند و تولید انرژی (ATP) را در سلول‌های پرزهای روده (انتروسیت‌ها) که نرخ تقسیم بسیار بالایی دارند، تسهیل می‌کنند و برای سنتز DNA و تقسیم سلولی حیاتی هستند؛ بنابراین، سطح کافی این ویتامین‌ها برای حفظ ارتفاع پرز، یکپارچگی سد روده و در نتیجه کارایی هضم و جذب ضروری است (Pond و همکاران، ۲۰۰۴). علاوه بر این، مس نقش اصلی را در کاتالیز بسیاری از واکنش‌های آنزیمی متمایز ایفا می‌کنند و دستگاه گوارش یکی از مکان‌های اصلی این واکنش‌ها است (McDowell، ۲۰۰۳). بنابراین، در این مطالعه، احتمالاً ریزمغذی‌ها با بهبود تقسیم و تمایز سلول‌های روده و همچنین شرکت در تولید آنزیم به عنوان کوآنزیم، به حفظ عملکرد و ساختار دستگاه گوارش کمک می‌کنند و در نتیجه هضم ماده خشک و فیبر نامحلول در شوینده خنثی را بهبود می‌بخشند (Ren و همکاران، ۲۰۲۲). در رابطه با تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر قابلیت هضم میش‌های دوره انتقال اطلاعاتی در دسترس نیست. Asadi و همکاران (۲۰۲۵a) گزارش کردند که تزریق B کمپلکس به بزهای سانن در اواخر آبستنی موجب افزایش قابلیت هضم ماده خشک و فیبر نامحلول در شوینده خنثی آنها پیش از زایش و

پس از زایش شد. در پژوهشی، مکمل مس آلی سبب بهبود قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی گوسفندهای زندی شد (Hoseinpour و همکاران، ۲۰۱٤). در بره‌های پرواری، مکمل معدنی حاوی مس موجب افزایش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی گردید (Feizdar barabadi و همکاران، ۲۰۲۵). در پژوهشی، کمپلکس ویتامینی AD_3E محافظت شده تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین، چربی، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی بره‌ها نداشت (Nooriyan soroor و همکاران، ۲۰۲۵).

جدول ۳. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر قابلیت هضم میش‌های دوره انتقال

Table 2. The effect of mineral and vitamins injection on the digestibility of ewes during the transition period

سطح احتمال *P*-Value	خطای استاندارد SEM	تیمارهای آزمایشی				(گرم/کیلوگرم ماده خشک) (gr/kg DMI)
		مواد معدنی+ ویتامین‌ها Minerals+Vitamins	ویتامین‌ها Vitamins	مواد معدنی Minerals	شاهد Control	
0.0031	19.768	684.88[a]	679.12[a]	674.00[a]	656.28[b]	ماده خشک Dry matter
0.6178	16.547	699.30	700.51	702.10	696.00	ماده آلی Organic matter
0.5759	20.005	625.15	629.57	630.11	627.93	پروتئین خام Crude protein
0.0001	13.077	562.17[a]	560.00[a]	550.87[a]	511.87[b]	فیبر نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber
0.4142	20.715	618.85	621.07	612.00	617.50	عصاره اتری Ethereal extract

تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه، معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).

نتایج مربوط به تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر تولید و ترکیب شیر میش‌های دوره انتقال در جدول ٤ گزارش شده است. مواد معدنی و ویتامین‌ها تأثیری بر مقدار تولید، پروتئین، چربی و لاکتوز شیر میش‌ها نداشتند.

تزریق کمپلکس ویتامین‌های B به بزهای سانن دوره انتقال سبب افزایش تولید شیر شد، اما بر پروتئین، چربی و لاکتوز شیر آنها تأثیری نداشت (Asadi و همکاران، ۲۰۲۵a). Asadi و همکاران (۲۰۲۵b) در پژوهشی با موضوع اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر تولید و ترکیبات شیر یافتند که تزریق مواد معدنی، ویتامینی و مواد معدنی و ویتامینی به‌صورت همزمان سبب افزایش مقدار لاکتوز و پروتئین شد. در پژوهشی، کمپلکس معدنی سبب افزایش مقدار چربی، پروتئین و مواد جامد شیر گروه دریافت‌کننده شد و بر درصد چربی و پروتئین شیر تأثیری نداشت (Rabiee و همکاران، ۲۰۱۰). Yadav و همکاران (۲۰۲۳) با تقسیم‌بندی گاوهای دوره انتقال به تیمارهای شاهد، تزریق مواد معدنی، تزریق ویتامین‌ها و تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌طور همزمان به این نتیجه رسیدند که مقدار تولید شیر در گروه‌های دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها و مواد معدنی به‌صورت همزمان با افزایش معنی‌دار همراه بود. از طرفی، تزریق ویتامین C و مس به گاوهای دوره انتقال تغییری در مقدار تولید شیر و درصد چربی، پروتئین و لاکتوز

شیر آنها ایجاد نکرد (Khodamoradi و همکاران، ۲۰۱۹). Ganda و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند که تزریق مواد معدنی به گاوها تأثیری بر مقدار شیر تولیدی، پروتئین و لاکتوز شیر نداشت. همچنین، همسو با پژوهش حاضر، تزریق کمپلکس مواد معدنی–ویتامینی تأثیری بر تولید شیر و مقدار و درصد چربی، پروتئین و لاکتوز گاوهای دریافت‌کننده کمپلکس نداشت (Mousavi و همکاران، ۲۰۲۲). از سویی دیگر، مکمل معدنی در جیره گاوهای خشک، تغییری در مقدار تولید شیر و درصد چربی، پروتئین و لاکتوز ایجاد نکرد (Righi و همکاران، ۲۰۱٦). علاوه بر این، تغذیه با مواد معدنی با منابع مختلف تغییری در مقدار تولید شیر و مقدار و درصد پروتئین و چربی شیر در میش‌های دریافت‌کننده مواد معدنی نسبت به گروه شاهد گزارش نشد (Amanlou و همکاران، ۲۰۲۰). دلیل عدم تغییر می‌تواند به مقدار دز تزریق، شرایط محیطی، یکسان بودن جیره و یا تحرک کمتر ذخایر چربی برای میش‌ها در گروه‌های دریافت‌کننده باشد.

جدول ٤. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر تولید و ترکیب شیر میش‌های دوره انتقال

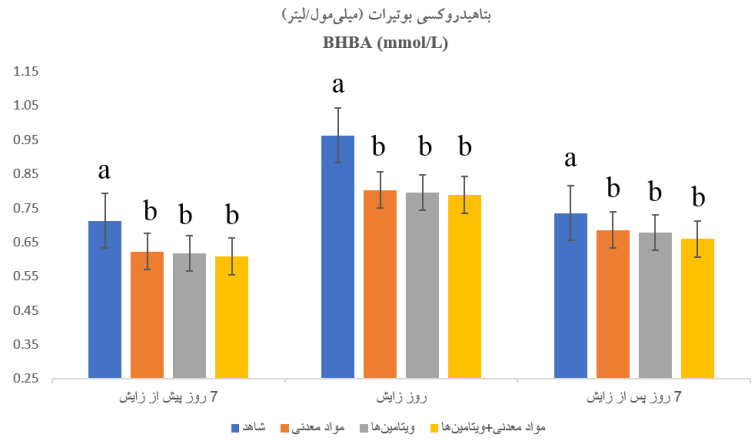
Table 4. The effect of mineral and vitamin injections on milk production and composition in transition ewes

سطح احتمال *P*-Value	خطای استاندارد SEM	تیمارهای آزمایشی				تولید و ترکیب شیر Milk production and composition
		مواد معدنی+ ویتامین‌ها Minerals+Vitamins	ویتامین‌ها Vitamins	مواد معدنی Minerals	شاهد Control	
0.0613	0.066	1.99	1.93	1.91	1.80	تولید شیر (لیتر) Milk yield (L)
0.7611	0.017	3.19	3.21	3.16	3.17	پروتئین (درصد) Protein (%)
0.4133	0.103	5.30	5.27	5.23	5.21	چربی (درصد) Fat (%)
0.3211	0.096	4.95	4.99	4.91	4.88	لاکتوز (درصد) Lactose (%)

نتایج مربوط به تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به میش‌های اواخر آبستنی بر غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات، اسیدهای چرب غیر استریفه، گونه‌های اکسیژن فعال، ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم و شاخص تنش اکسیداتیو در ۷ روز پیش از زایش، روز زایش و ۷ روز پس از زایش آنها در نمودارهای ۱ تا ۵ گزارش شده است. تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب کاهش بتا هیدروکسی بوتیریک اسید، اسیدهای چرب غیر استریفه، گونه‌های فعال اکسیژن و شاخص تنش اکسیداتیو و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم میش‌ها در هر سه زمان شد ($P<۰/۰۵$). بیشترین بهبود اسیدهای چرب غیر استریفه در همه زمان‌ها، گونه‌های فعال اکسیژن در پیش از زایش و روز زایش و ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم و شاخص تنش اکسیداتیو در پیش از زایش، مربوط به میش‌های دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌صورت همزمان بود.

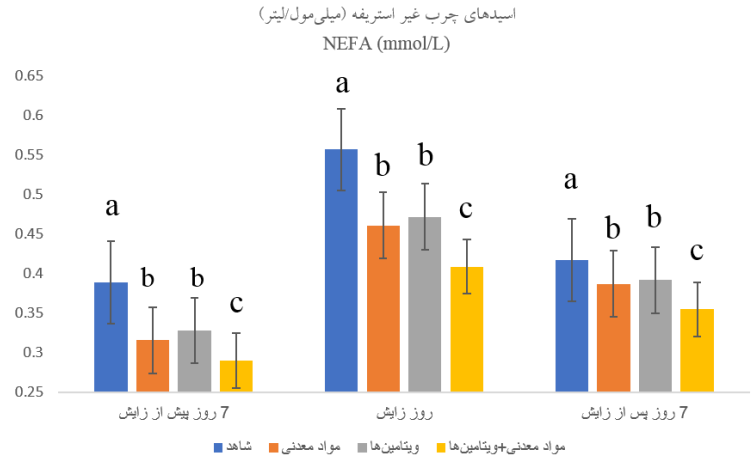
ویتامین E، برای توانایی سلول‌ها در خنثی کردن گونه‌های فعال اکسیژن مهم هستند و در نتیجه از پیشرفت به سمت التهاب جلوگیری می‌کنند (Bernabucci و همکاران، ۲۰۰۲). عنصر مس نیز برای تعدادی از آنزیم‌های درگیر در متابولیسم انرژی یا آنتی‌اکسیدانی و برای پروتئین‌های انتقال الکترون مورد نیاز است (Grzybowska و همکاران، ۲۰۱۸).

غلظت ویتامین D سرم در دوره انتقال کاهش می‌یابد که ممکن است واکنش التهابی و استرس اکسیداتیو را افزایش دهد. از طرفی، ویتامین D می‌تواند با تأثیر بر افزایش گلوتاتیون پراکسیداز درون سلولی، شرایط مناسبی در برابر استرس اکسیداتیو مهیا کند (Sordillo و Aitken، ۲۰۰۹). تزریق ویتامین‌های B کمپلکس به بزها در طول دوره گذار، با افزایش اشتها و کاهش استرس اکسیداتیو، منجر به کاهش تعادل انرژی منفی در بزها شد (Asadi و همکاران، ۲۰۲٤c). احتمالاً تأمین مواد معدنی و ویتامین‌ها، توازن انرژی پیش از زایش و مصرف خوراک را بهبود بخشیده و لیپولیز بافت و تولید اسیدهای چرب غیر استریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات را کاهش می‌دهد (Abuelo و همکاران،۲۰۱٦). مواد معدنی و ویتامین‌ها، سبب تعادل نسبی بین آنتی‌اکسیدان‌ها و متابولیت‌های اکسیژن فعال ممکن است شده و موجب بهبود یکپارچگی ساختاری و عملکردی سلول‌ها می‌شوند (Asadi و همکاران، ۲۰۲٤b)؛ از طرفی با کاهش پراکسیداسیون اسیدهای چرب در غشاهای سلولی، سیالیت غشاهای سلولی را نیز حفظ می‌کنند (Ghassemi و همکاران، ۲۰۱۹). بهبود فعالیت آنزیمی آنتی اکسیدانی و افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها در خون سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سرم گشت و با کاهش اکسیژن‌های فعال و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، شاخص تنش اکسیداتیو نیز بهبود یافت (Asadi و همکاران، ۲۰۲۳). مکمل حاوی ویتامین A و E سبب کاهش استرس اکسیداتیو و پاسخ ایمنی بالاتر در گاو شیری پس از زایمان شد (Alhussien و همکاران، ۲۰۲۱). تزریق کمپلکس ویتامینی (AD_3E) به میش‌های اواخر آبستنی سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میش‌ها شد (Shahbazi و همکاران، ۲۰۲٤). در پژوهشی، با افزایش کلسیم در جیره گاوهای دوره انتظار زایمان، تغییری در بتا هیدروکسی بوتیریک اسید و اسیدهای چرب غیر استریفه گاوها در پیش از زایمان و پس از زایمان گزارش نشد (Sharifi و همکاران، ۲۰۲۲). گزارش شده است که با استفاده از بولوس کلسیم، در غلظت اسیدهای چرب غیر استری و بتاهیدروکسی بوتیرات تغییری حاصل نشد (Jahani-Moghadam و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه‌براین، استفاده از ویتامین E خوراکی در جیره گاوها سبب کاهش اسیدهای چرب غیر استریفه خون شد (Chandra و همکاران، ۲۰۱٤). همچنین، تزریق کمپلکس حاوی ویتامین E تأثیری بر اسیدهای چرب غیر استریفه و بتا هیدروکسی بوتیریک اسید گاوها نداشت (Abdolmaleki و همکاران، ۲۰۱۸). در پژوهشی، تزریق کمپلکس ویتامین‌های B_8، B_9، B_{12} تأثیری بر بتا هیدروکسی بوتیریک اسید و اسیدهای چرب غیر استریفه دام‌ها در پیش از زایش نداشت اما گزارش شد که در کل بازه پیش از زایمان تا پس از زایمان، اسیدهای چرب غیر استریفه گاوهای دریافت‌کننده کمپلکس ویتامینی کمتر از تیمار شاهد بود (Duplessis و همکاران، ۲۰۲۲). در پژوهشی، تزریق کمپلکس موادمعدنی تغییری در شاخص تنش اکسیداتیو، رادیکال‌های آزاد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سرم گاوهای پس از زایش ایجاد نکرد (Bates و همکاران، ۲۰۲۵).



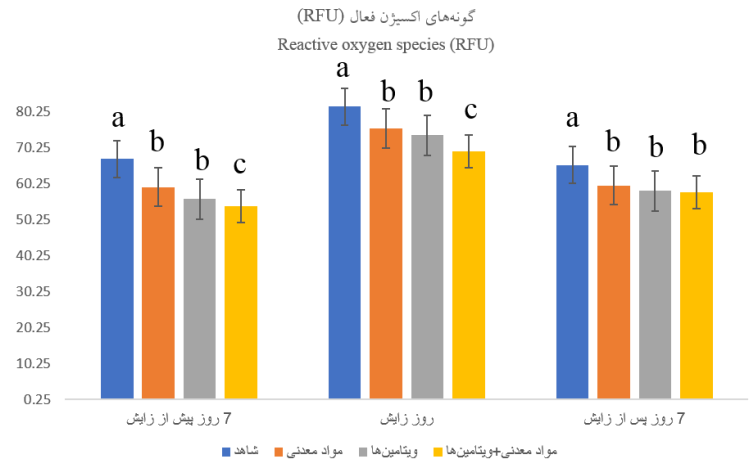
نمودار ۱. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات میش‌ها

Figure 1. Effect of mineral and vitamin injections on beta-hydroxybutyrate in ewes



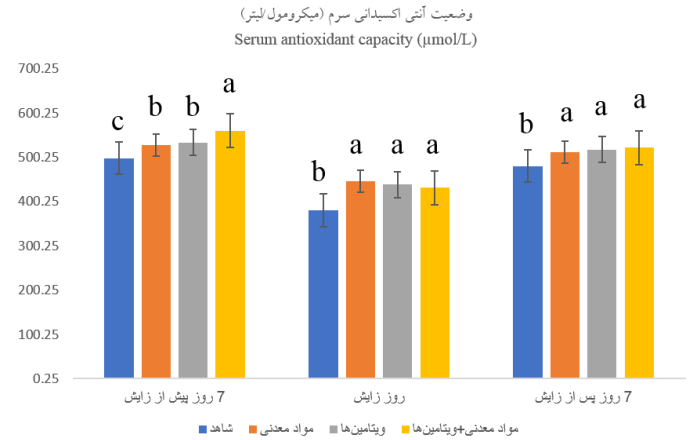
نمودار ۲. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه میش‌ها

Figure 2. Effect of mineral and vitamin injections on non-esterified fatty acids in ewes



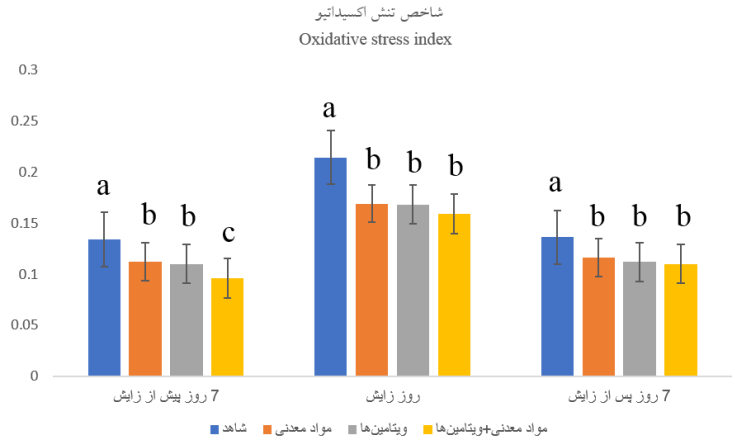
نمودار ۳. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر غلظت گونه‌های اکسیژن فعال میش‌ها

Figure 3. Effect of mineral and vitamin injections on Reactive oxygen species in ewes



نمودار ٤. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر غلظت ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم میش‌ها

Figure 4. Effect of mineral and vitamin injections on Serum antioxidant capacity in ewes



نمودار ٥. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر غلظت شاخص تنش اکسیداتیو سرم میش‌ها

Figure 5. Effect of mineral and vitamin injections on Oxidative stress index in ewes

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر، تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب بهبود وزن نهایی و مصرف خوراک پس از زایش و قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی میش‌ها شد. از طرفی، تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب کاهش بتا هیدروکسی بوتیریک اسید، اسیدهای چرب غیر استریفه، گونه‌های فعال اکسیژن و شاخص تنش اکسیداتیو و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم میش‌ها در هر سه زمان شد. بیشترین مصرف خوراک برای میش‌های تزریق شده با مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌صورت همزمان بود و بیشترین بهبود اسیدهای چرب غیر استریفه در همه زمان‌ها، گونه‌های فعال اکسیژن در پیش از زایش و روز زایش و ظرفیت آنتی اکسیدانی سرم و شاخص تنش اکسیداتیو در پیش از زایش، مربوط به میش‌های دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌صورت همزمان بود. لذا، با توجه به بهبود عملکرد وزنی، قابلیت هضم و شاخص‌های التهابی و آنتی‌اکسیدانی میش‌ها، تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌صورت همزمان در اواخر دوره آبستنی به میش‌ها توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان به‌واسطه فراهم نمودن امکانات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abdolmaleki, Z., Souri, M., Moeni, M., Tohidi, A. & Chashnidel, Y. (2018). Effect of dietary conjugated linoleic Acid (CLA) Supplementation with injectable Se and VE supplement on productive performance and blood parameters of Holstein dairy cows. *Journal of Ruminant Research*, (4): 101-118 (In Persian)

Abuelo, A., Hernandez, J., Benedito, J.L. & Castillo, C. (2016). Association of oxidative status and insulin sensitivity in periparturient dairy cattle: An observational study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100: 279-286.

Afsharfarnia, S., Rasooli, A., Nouri, M. & Shahriyari, A. (2018). Effect of Oral Calcium Chloride Supplementation on Serum Calcium, Phosphorus and Magnesium of Holstein Dairy Cows in Transition Period. *Journal of Veterinary Research*, 73(3): 319-325. (In Persian)

Alhussien, M.N., Tiwari, S., Panda, B.S.K., Pandey, Y., Lathwal, S.S. & Dang, A.K. (2021). Supplementation of antioxidant micronutrients reduces stress and improves immune function/response in periparturient dairy cows and their calves. *The Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 65: 126718.

Amanlou, H., Khebri, M., Rostami, B., Eslamian Farsuni, N., Amirabadi Farahani, T. & Khalili, M. (2020). Effects of feeding different trace mineral sources on performance and health of Afshari ewes and lambs. *Iranian Journal of Animal Science*, *51*(3): 183-192. (In Persian)

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of official analytical chemists, Arlington, VA.

Asadi, M., Ghoorchi, T., Toghdory, A., Rajabi Aliabadi, R. & Iri Tomaj, R. (2021a). Comparison of selenium and vitamin E recommended NRC and ARC by diet and injection methods on performance, digestibility, some blood metabolites and skeletal growth indices of calves. *Animal Science Research*, 31(2): 57-69. (In Persian)

Asadi, M., Ghoorchi, T., Toghdory, A. & Shahi, M. (2021b). Effect of replacing different levels of wheat straw with cottonseed plant on performance, digestibility, blood parameters, and rumination behavior in Dalagh ewes. *Animal Production Research*, *10*(2): 63-72. (In Persian)

Asadi, M., Fard, H.M., Araee, K.A. & Hatami, M. (2023). Studying the impacts of maternal B complex vitamin injection on performance, metabolic diseases, hematological parameters, and antioxidant status in pregnant Sannen goats and their newborn kids during the transition period. *Science of the Total Environment*, 907: 167860.

Asadi, M., Ghoorchi, T. & Toghdory A. (2024a). The effect of using different forms of chromium on hematological parameters and antioxidant status of Afshar ewes in the transition period and their lambs under the influence of heat stress. *Iranian Journal of Animal Sciences*, 55(3): 547-563. (In Persian)

Asadi, M., Ghoorchi, T. & Toghdory, A. (2024b). The effect of injection of different levels of selenium and vitamin E in late pregnancy of cows on performance, thyroid hormones, some blood metabolites and skeletal growth indices of their calves. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 3(14): 371-379.

Asadi, M., Hatami, M. & Fard, H.M. (2024c). The injection of maternal B complex vitamin during the transition period: The impact on performance, thyroid hormones levels and immunological parameters in the Sannen goats and their kids, as well as the faeces status of newborn kids. *Veterinary Medicine and Science*, 10(5): e1561.

Asadi, M., Hatami, M. & Mohammadi Fard, H. (2025a). The Impacts of Maternal B Complex Vitamin Injection on Goats and Their Offspring during the Transition Period. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 1(15): 87-95.

Asadi, M., Kamali, R. & Asadzadeh, N. (2025b). The effect of mineral and vitamin injections in late pregnancy on feed intake, milk production and composition, colostrum quality and metabolic abnormalities. *Journal of Ruminant Research*, (), -. (In Persian)

Asadi, M., Kamali, R. & Asadzadeh, N. (2025c). The effect of vitamin and mineral supplementation during the late pregnancy of Holstein dairy cows on performance, skeletal growth index, diarrhea status, blood and antioxidant parameters of their newborn calves. *Journal of Animal Production*, 27(1): 27-41. (In Persian)

AwawdehM. S., TalafhaA. Q. & Obeidat B.S. (2015). Postpartum injection with vitamin E and selenium failed to improve the performance of Awassi ewes and their lambs. *Canadian Journal of Animal Science*. 95(1): 111-115.

Bates, A.J., Wells, M., Fitzpatrick, C. & Laven, R.A. (2025). Effect of a pre-calving injectable trace mineral supplement on white blood cell function in seasonally calving pastoral dairy cows. *New Zealand Veterinary Journal*, 73(2): 87-99.

Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N. & Nardone, A. (2002). Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season. *Journal of Dairy Science*, 85: 2173-2179.

Bertoni, G., Minuti, A. & Trevisi, E. (2015). Immune system, inflammation and nutrition in dairy cattle. *Animal Production Science*, 55: 943–948.

Chandra, G., Aggarwal, A., Singh, A. & Kumar, M. (2014). Effect of vitamin E and zinc supplementation on liver enzymatic profile of pre-and post-partum Sahiwal cows. *Indian Journal of Animal Science*, 84(5): 507-510.

Coleman, D.N., Alharthi, A.S., Liang, Y., Lopes, M.G., Lopreiato, V., Vailati-Riboni, M. & Loor, J.J. (2021). Multifaceted role of one-carbon metabolism on immunometabolic control and growth during pregnancy, lactation and the neonatal period in dairy cattle. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1): 1–28.

Daugherty, S.R., Carstens, G.E., Herd, D.B., Barling, K.S. & Randel, R.D. (2002). Effects of prenatal and prebreeding trace mineral/ vitamin E injections on calf health and reproductive performance of beef cows. Beef Cattle Research in Texas Report. Department of Animal Science, Texas A&M University. Online. Available: http://animalscience.tamu.edu/ansc. Accessed March 15, 2004.

Duplessis, M., Lapierre, H., Sauerwein, H. & Girard, C.L. (2022). Combined biotin, folic acid, and vitamin B_{12} supplementation given during the transition period to dairy cows: Part I. Effects on lactation performance, energy and protein metabolism, and hormones. *Journal of Dairy Science*, 105(8): 7079-7096.

Erb, C., Staudt, N., Flammer, J. & Nau, W. (2004). Ascorbic acid as a free radical scavenger in porcine and bovine aqueous humour. *Ophthalmic Research*, 36: 38-42.

Feizdar barabadi, Y., Ghiasi, S.E., Kadkhodaee, R. & Mojtahedi, M. (2025). Effect of Organic Supplementation of Zinc and Copper Stabilized in the Rumen on Gas Production, Performance, Nutrient Digestibility, and Antioxidant Enzyme Activities in Fattening Lambs. *Iranian Journal of animal Science*, 56(2): 255-275.

Ganda, E.K., Bisinotto, R.S., Vasquez, A.K., Teixeira, A.G.V., Machado, V.S., Foditsch, C., Bicalho, M., Lima, F.S., Stephens, L., Gomes, M.S., Dias, J.M. & Bicalho, R.C. (2016). Effects of injectable trace mineral supplementation in lactating dairy cows with elevated somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*, 99(9): 7319-7329.

Ghasemi, E., Safari Foroshani, M.H., Alikhani, M. & Shirani-Shamsabadi, J. (2019). Metabolic profile and antioxidative status, body weight, and performance of dairy cows in the periparturient period. *Iranian Journal of Animal Science*, 50(3): 171-184. (In Persian)

Giuliodori, M., Magnasco, R.P., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I.M., Risco, C.A. & de la Sota, R.L. (2013). Clinical endometritis in an Argentinean herd of dairy cows: Risk factors and reproductive efficiency. *Journal of Dairy Science*, 96: 210-218.

Grzybowska, D., Sobiech, P. & Snarska, A. (2018). Copper – An essential micronutrient for calves and adult cattle. *Journal of Elementology*, 24.

Hassanabadi, M., Mohri, M. & Seifi, H.A. (2021). Effects of single injection of vitamin D_3 on some immune and oxidative stress characteristics in transition dairy cows. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology,* 12(2): 25-35.

Hoseinpour, N., Norouzian, M.A. & Afzalzadeh, A. (2014). Effect of different sources of copper on performance, gas production parameters and nutrients digestibility in Zandi lamb. *Journal of Animal Production, 16*(2): 93-101.

Ingvartsen, K.L. & Andersen, J.B. (2000). Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. *Journal of Dairy Science*. 83: 1573-1597.

Jahani-Moghadam, M., Teimouri Yansari, A., Chashnidel, Y., Dirandeh, E. & Mahjoubi, E. (2020). Short- and long-term effects of postpartum oral bolus v. subcutaneous Ca supplements on blood metabolites and productivity of Holstein cows fed a prepartum anionic diet. *Animal*, 14: 983-990.

Khodamoradi, S., Fatahnia, F., Jafari, H. & Taasoli, G. (2019). Effect of injection of vitamin C and copper on milk production and composition, and body condition score of transition dairy cows under heat stress. *Journal of Ruminant Research*, *7*(3): 77-92. (In Persian)

Kitchalong, L., Fernandez, J.M., Bunting, L.D., Southern, L.L. & Bidner, T.D. (1995). Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs. *Journal of Dairy Science*. 73: 2694–2705.

Lotfollahzadeh, S., Abil, M., Alavi, S.M., Mokhber Dezfouli, M.R. & Moosakhani, F. (2011). The Effects of Oraladministration of Solution Containing Minerals and Organic Substances in Parturient Dairy Cow and The Prevention of Mineral Deficiency and Negative Energy Balance. *Journal of Veterinary Research*, 66(4): 229-304. (In Persian)

Machado, V.S., Oikonomou, G., Lima, S.F., Bicalhoa, M.L.S., Kacar, C., Foditsch, C., Felippeb, M.J., Gilbert, R.O. & Bicalho, R.C. (2014). The effect of injectable trace minerals (selenium, cop-per, zinc, and manganese) on peripheral blood leukocyte activity and serum superoxide dismutase activity of lactating Holstein cows. *Veterinary,* 200: 299-304.

McDowell, L.R. (2003). Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press.

Mousavi, S.R., Fatahnia, F., Taasoli, G. & Mohammadi, Y. (2022). Peripartum Injection of Vitamins (E and B_{12}) and Trace Minerals (Selenium and Iron) in Holstein Dairy Cows: Effect on Milk Production and Composition, Body Condition Score and Serum Metabolites. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 12(2): 255-269.

Nemati Mazrae, M., Anassori, E. & Ramin, A. (2023). Energy Status, Body Condition, and level of Inflammatory Markers in Pregnant Ewes in the Transition Period. Journal of Veterinary Research, 78(4): 273-287. (In Persian)

Pereira, P.A.S., Silveira, P., Montagner, A., Schneider, E., Schmitt, V.R., Rabassa, L.F.M., Pfeifer, F.A.B., Del Pino, M., Pulga, M.E. & Correa, M.N. (2013). Effect of butaphosphan and cyanocobalamin on postpartum metabolism and milk production in dairy cows. *Animal*, 7(7): 1143-1147.

Pond, W.G., Church, D.B., Pond, K.R. & Schoknecht, P.A. (2004). Basic Animal Nutrition and Feeding. John Wiley and Sons, New York.

Rabiee, A.R., Lean, I.J., Stevenson, M.A. & Socha, M.T. (2010). Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 93(9): 4239-4251.

Ren, N., Zhang, X., Hao, X., Dong, Y., Wang, X. & Zhang, J. (2022). Effect of dietary inclusion of riboflavin on growth, nutrient digestibility and ruminal fermentation in hu lambs. *Animals*, 13(1): 26.

Righi, F., Simoni, M., Malacarne, M. & Summer, E. (2016). Feeding a free choice energetic mineral-vitamin supplement to dry and transition cows: effects on health and early lactation performance. *Large Animal Review*, 22: 161-170.

Shahbazi, F., Fatahnia, F., Shamsollahi, M., Jafari, H. & Mohammadi, Y. (2024). Effect of time and amount of vitamin AD3E injection in late pregnancy on colostrum quality, concentration

of plasma parameters, and antioxidant status of Afshari ewes and their lambs. *Animal Production Research*, 13(1): 49-67. (In Persian)

Sharifi, S., Dirandeh, E., Deldar, H. & Mollaei, A. (2022). Effect of Anionic diets withdraw on metabolic response, milk production and reproductive performance of Holstein cows during transition period. *Journal of Ruminant Research*, 10(4): 89-104. (In Persian)

Sordillo, L.M. & Aitken, S.L. (2009). Impact of oxidative stress on the health and immune function of dairy cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 128(1-3): 104–109.

Toghdory, A., Asadi, M., Ghoorchi, T. & Hatami, M. (2023). Impacts of organic manganese supplementation on blood mineral, biochemical, and hematology in Afshari Ewes and their newborn lambs in the transition period. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 79, 127-215.

Nooriyan Soroor, M.A., Zarrin Kelk, D., Hozhabri, F., Cheraghi, H. & Rashidi, Kh. (2025). Physiological Benefits of Protected AD3E on Nutrient Digestibility, Hematology and Small Intestinal Morphology and Carcass Characteristics in Fattening Lambs. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=5615688

Spears, J.W. (2003). Trace mineral bioavailability in ruminants. *Nutrition*, 133: 506-1509.

Weiss, W.P. (2010). Antioxidant nutrients and milk quality. Extension Americas Research based learning network. July, 19.

Wu, H.M., Zhang, J., Wang, C., Liu, Q., Gu, G., Huo, W. J. & Zhang S.L. (2021). Effects of riboflavin supplementation on performance, nutrient digestion, rumen microbiota composition and activities of Holstein bulls. *British Journal of Nutrition*, 126, 1288-1295.

Yadav, D.K., Somagond, Y.M. & Lathwal, S.S. (2023). Injection of antioxidant trace minerals/vitamins into peripartum crossbred cows improves the nutritional and immunological properties of colostrum/milk and the health of their calves under heat stress conditions, 29 September 2023, PREPRINT (Version 1) *available at Research Square*.