



Effect of injectable vitamin and mineral supplementation during the transition period on biochemical, antioxidant, and hormonal indices in *Dalagh* ewes and the performance of their lambs

Mohammad Asadi¹ | Hossein Emrani^{2✉} | Kazem Yussefi Kellarikolaei³ |
Sholeh Ghorbani⁴ | Ayda Teymouri⁵

1. Department of Animal Sciences Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Gorgan, Gorgan, Iran. E-mail: Mohammad.asadi_s97@gau.ac.ir
2. Corresponding Author, 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
3. Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. E-mail: K.yussefi@areeo.ac.ir
4. Biotechnology Research Department, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: S.ghorbani@areeo.ac.ir
5. Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: ayda.teymouri@modares.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 30 October 2025
Received in revised form
29 July 2026
Accepted 1 August 2026
Published online 22 September 2026

Keywords:
Antioxidants
Dalagh Ewes
Minerals
Transition period
Vitamins

ABSTRACT

Objective: In addition to potentially impacting ewe health, increased inflammation and oxidative stress during the transition period may also negatively impact fetal health and development. Anti-inflammatory and vitamins and minerals are needed for cellular antioxidant action and immune modulation, and thus are vital for the health and production of ewes. Therefore, the objective of the present study was to evaluate the effect of vitamin and mineral supplementation in late pregnancy on blood biochemical parameters, antioxidant and hormonal indices of the *Dalagh* ewes, and the performance of their lambs.

Method: At the end of pregnancy, 40 *Dalagh* ewes were randomly assigned to four treatments with ten replicates in a completely randomized design as follows; Control (no vitamin or mineral supplement injection), Vitamin (injection of vitamin supplement), mineral (injection of mineral supplement), and Vitamin+mineral (simultaneous injection of vitamin and mineral supplements). All injections were given 21 days before lambing and the amounts for mineral and vitamin supplements per ewe were 20 and 5 mg, respectively. The vitamin supplement contained vitamins A, D₃, E, B₁, B₂, B₃, B₆, B₁₂, and C, and the mineral supplement contained calcium, copper, magnesium, and phosphorus.

Results: The concentration of albumin and albumin:globulin ratio in the blood of ewes injected with minerals and vitamins were lower than in the control group, their concentration and the albumin and albumin:globulin ratio in ewes that were injected with minerals and vitamins at the same time were lower than in other treatments ($P < 0.05$). The globulin and ceruloplasmin concentration was higher than in the control ewes, and their concentration was higher than in other treatments in the serum of ewes that received minerals and vitamins simultaneously ($P < 0.05$). Cortisol, catalase, glutathione peroxidase, malondialdehyde, superoxide dismutase, total antioxidant status, and alkaline phosphatase were lower than in the control group ($P < 0.05$). Total antioxidant status and alkaline phosphatase were lower than in other treatments ($P < 0.05$). Hemoglobin concentration in the serum of ewes that were injected with minerals and vitamins was higher than in the control ewes ($P < 0.05$). Micronutrient injection adjusted placental expulsion time, and the lowest placental expulsion time was for ewes receiving minerals and vitamins simultaneously ($P < 0.05$). On the other hand, birth weight of lambs increased in ewes that were injected with minerals and vitamins, and the highest lamb birth weight was in the treatment injected with minerals and vitamins simultaneously ($P > 0.05$). Maternal injection of minerals and vitamins increased 45-day weight, lamb weight gain during the period, daily weight gain, and apparent dry matter digestibility. In addition, the number of lambs with diarrhea and days of diarrhea decreased in treatments where the mother received minerals and vitamins, and the lowest number of lambs with diarrhea was in the group receiving vitamins and minerals and vitamins simultaneously ($P < 0.05$).

Conclusion: It is generally advised that minerals and vitamins be administered simultaneously in prepartum injections to ewes during the transition period, which enhances their antioxidant capacity, improves their immune function, and results in healthier and more robust lambs.

Cite this article: Asadi, M., Emrani, H., Yussefi Kellarikolaei, K., Ghorbani, S., & Teymouri, A. (2026). Effect of injectable vitamin and mineral supplementation during the transition period on biochemical, antioxidant, and hormonal indices in *Dalagh* ewes and the performance of their lambs. *Journal of Animal Production*, 28 (3), 319-334. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2026.405323.623875>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2026.405323.623875>

Publisher: University of Tehran Press.



اثر تزریق مکمل های ویتامینی و معدنی در اواخر دوره آبستنی بر فراسنجه های بیوشیمیایی خون و شاخص های آنتی اکسیدانی و هورمونی میش های دالاق و عملکرد براه های آنها

محمد اسدی^۱ | حسین عمرانی^۲ | کاظم یوسفی کلاریکلانی^۳ | شعله قربانی^۴ | آیدا تیموری^۵

۱. گروه تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: Mohammad.asadi_s97@gau.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، بخش پژوهش های بیوتکنولوژی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: H.emrani@areeo.ac.ir
۳. بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: K.yusefi@areeo.ac.ir
۴. بخش پژوهش های بیوتکنولوژی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: S.ghorbani@areeo.ac.ir
۵. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: ayda.teymouri@modares.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۵/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۱۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱

هدف: افزایش التهاب و استرس اکسیداتیو پیش آمده در دوره انتقال ممکن است علاوه بر تأثیرات منفی بر سلامت میش، منجر به تأثیر منفی بر سلامت و رشد جنین شود. ویتامین ها و مواد معدنی به دلیل خواص ضدالتهابی و ضد اکسیداتیو خود شناخته شده اند. ویتامین ها و مواد معدنی برای سلامت و تولید میش ها ضروری هستند، زیرا به عنوان آنتی اکسیدان های سلولی و تعدیل کننده سیستم ایمنی عمل می کنند. با توجه به اهمیت تغذیه ریزمغذی ها در دوره انتقال میش ها، پژوهشی به منظور بررسی تأثیر تزریق مکمل های ویتامینی و معدنی در اواخر دوره آبستنی بر فراسنجه های بیوشیمیایی خون و شاخص های آنتی اکسیدانی و هورمونی دالاق و عملکرد براه های آنها صورت گرفت.

روش پژوهش: تعداد ۴۰ رأس میش نژاد دالاق در اواخر دوره آبستنی به چهار تیمار و ده تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- گروه شاهد (عدم تزریق مکمل ویتامینی و معدنی)، ۲- میش های دریافت کننده مکمل ویتامینی تزریقی، ۳- میش های دریافت کننده مکمل معدنی تزریقی و ۴- میش های دریافت کننده همزمان مکمل ویتامینی و معدنی تزریقی بود. تزریق مکمل ها در ۲۱ روز قبل زایش انجام شد و مقدار آنها برای مکمل معدنی و ویتامینی به ازای هر رأس ۲۰ و پنج میلی گرم بود. مکمل ویتامینی شامل ویتامین های A, D3, E, B1, B2, B3, B6, B12, C و مکمل معدنی شامل کلسیم، مس، منیزیم و فسفر بود.

یافته ها: غلظت آلبومین و نسبت آلبومین:گلوبولین در خون میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها را به شکل تزریقی دریافت کردند کمتر از گروه شاهد بود و میزان آلبومین و نسبت آلبومین:گلوبولین در میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها را به طور همزمان دریافت کردند کمتر از سایر تیمارها بود ($P \leq 0.05$). در سرم خون میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها دریافت کردند غلظت گلوبولین و سرولوپلاسمین بالاتر از میش های شاهد بود و غلظت آنها در سرم میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها را به طور همزمان دریافت کردند بیش تر از سایر تیمارها بود ($P \leq 0.05$). کورتیزول، کاتالاز، گلوکاتیون پراکسیداز، مالون دی آلدید، سوپراکسید دیسموتاز، وضعیت آنتی اکسیدانی کل و آکالین فسفاتاز در خون میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها را به شکل تزریقی دریافت کردند کمتر از گروه شاهد بود ($P \leq 0.05$). وضعیت آنتی اکسیدانی کل و آکالین فسفاتاز در میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها را به طور همزمان دریافت کردند کمتر از سایر تیمارها بود ($P \leq 0.05$). در سرم خون میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها دریافت کردند غلظت هموگلوبین بالاتر از میش های شاهد بود ($P \leq 0.05$). زمان دفع جفت با تزریق ریزمغذی ها تعدیل یافت و کمترین زمان دفع جفت متعلق به میش های دریافت کننده همزمان مواد معدنی و ویتامین ها بود ($P \leq 0.05$). از طرفی، وزن تولد بچه در میش های تزریق شده با مواد معدنی و ویتامین ها بهبود یافت و بیشترین وزن تولد بچه برای تیمار تزریق شده با مواد معدنی و ویتامین های همزمان بود ($P \leq 0.05$). وزن ۴۵ روزگی، افزایش وزن براه ها در طول دوره، افزایش وزن روزانه و قابلیت هضم ظاهری ماده خشک آنها با تزریق مادری مواد معدنی و ویتامین ها بهبود یافت. همچنین، تعداد براه های مبتلا به اسهال و روزهای اسهال در تیمارهای دریافت کننده مادری مواد معدنی و ویتامین ها کاهش یافت و کمترین تعداد براه های مبتلا به اسهال در گروه دریافت کننده ویتامین ها و مواد معدنی و ویتامین ها به طور همزمان بود ($P \leq 0.05$).

نتیجه گیری: به طور کلی، تزریق همزمان مواد معدنی و ویتامین ها به میش های دوره انتقال پیش از زایش، به سبب بهبود وضعیت آنتی اکسیدانی و ایمنی آنها و عملکرد بهتر براه های آنها توصیه می شود.

کلیدواژه ها:

دوره انتقال
آنتی اکسیدان ها
مواد معدنی
میش دالاق
ویتامین

استناد: اسدی، محمد؛ عمرانی، حسین؛ یوسفی کلاریکلانی، کاظم؛ کاظم قربانی، شعله و تیموری، آیدا (۱۴۰۵). اثر تزریق مکمل های ویتامینی و معدنی در اواخر دوره آبستنی بر فراسنجه های بیوشیمیایی خون و شاخص های آنتی اکسیدانی و هورمونی میش های دالاق و عملکرد براه های آنها. نشریه توليدات دامی، ۲۸ (۳)، ۳۳۴-۳۱۹. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2026.405323.623875>



۱. مقدمه

سه هفته قبل تا سه هفته بعد از زایمان، از مهم‌ترین بخش‌های زندگی میش‌ها می‌باشد که به دوره انتقال معروف است (Somagond *et al.*, 2023). انتقال فیزیولوژیکی میش‌ها از اواخر بارداری به اوایل شیردهی با تغییرات عمده در استفاده از کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه و لیپیدها توسط بافت چربی، کبد و عضله اسکلتی همراه است که این تغییرات در پاسخ به کمبود انرژی اوایل شیردهی، ناشی از تولید شیر فراوان با عدم جبران مناسب در مصرف خوراک ایجاد می‌شود (Asadi *et al.*, 2025c). با افزایش احتیاجات متابولیکی، تولید رادیکال‌های آزاد افزایش یافته که سبب اکسیدکردن لیپیدها و استرس اکسیداتیو شده و در نهایت باعث آسیب به سلول‌ها به‌ویژه سلول‌های سیستم ایمنی بدن می‌شود (Weiss, 2010). استرس اکسیداتیو، عامل آسیب‌رسان به بیش‌تر پاسخ‌های التهابی بوده، پتانسیل سیستم ایمنی را برای مبارزه با عفونت کاهش می‌دهد و حساسیت حیوانات را به اختلالات مختلف سلامتی افزایش می‌دهد. در این هنگام، چندین مؤلفه سیستم دفاعی میزبان، از جمله رشد نوتروفیل‌ها، مهاجرت و عملکرد، تکثیر لنفوسیت‌ها، پاسخ‌های آنتی‌بادی و تولید سیتوکین‌ها توسط سلول‌های ایمنی تغییر می‌کند (Batistel *et al.*, 2015).

از طرفی، افزایش التهاب، تنش اکسیداتیو، تحرک بافت چربی و اختلالات متابولیک پیش‌آمده در دوره انتقال ممکن است علاوه بر تأثیرات منفی بر سلامت میش، باعث کاهش تولید آغوز و شیر شود و بر سلامت و رشد جنین تأثیر گذارد (Asadi *et al.*, 2024a). بیش‌تر تغییرات و چالش‌های به‌وجودآمده، با پاسخ التهابی ناشی از مکانیسم‌های مختلف حاکم بر تولید ایکوزانوئیدها و سیتوکین‌های پیش‌التهابی مرتبط هستند. افزایش تقاضای اکسیژن جهت سوخت‌وساز و سیتوکین‌های التهابی در پیرامون زایمان موجب به تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژنی می‌شود (Bradford *et al.*, 2015). عدم توازن گونه‌های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Species: ROS) با توان یا ظرفیت ضداکسیداتیو، تنش اکسیداتیو را به‌دنبال دارد که عامل آسیب‌رسان اغلب ناهنجاری‌های متابولیک و پاسخ‌های التهابی میش‌هاست (Weiss, 2010). یک پاسخ ثانویه کلیدی به التهاب، پاسخ مرحله حاد است. پروتئین‌های فاز حاد که در بیش‌ترین مقدار توسط کبد تولید می‌شوند عبارتند از هاپتوگلوبین، سرولوپلاسمین، آمیلوئید A سرم و پروتئین واکنش گر c (Bradford *et al.*, 2015). پروتئین‌های دخیل در پاسخ فاز حاد به‌طور کلی به مقدار بسیار کم در جریان خون یافت می‌شوند، اما غلظت آن‌ها در طول التهاب سیستمیک به میزان زیادی افزایش می‌یابد. در همان زمان، غلظت سایر پروتئین‌ها نظیر آلبومین که معمولاً از کبد ترشح می‌شوند، کاهش می‌یابد، بنابراین گاهی اوقات به‌عنوان واکنش‌دهنده فاز حاد منفی شناخته می‌شوند (Ceciliani *et al.*, 2012). شناسایی و بهینه‌سازی تأثیر مواد مغذی خاص می‌تواند یک استراتژی مدیریتی کارآمد برای کاهش تنش اکسیداتیو مرتبط با دوره انتقال، اختلالات ایمنی و سلامت باشد که در این رابطه، ویتامین‌ها و مواد معدنی به‌دلیل خواص ضدالتهابی و ضداکسیداتیو خود شناخته شده‌اند (Asadi *et al.*, 2025c; Somagond *et al.*, 2023).

این ریزمغذی‌ها برای سلامت و تولید میش‌ها ضروری هستند، زیرا به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های سلولی و تعدیل‌کننده سیستم ایمنی عمل می‌کنند. کاهش غلظت ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در خون در طول دوره پس از زایمان می‌تواند موجب مختل شدن بسیاری از عملکردهای و سبب بیماری‌های التهابی مختلف و حتی تشدید بیماری‌های متابولیکی در دام‌ها شود (Kegley *et al.*, 2016). تجویز ریزمغذی‌های مختلف به میش‌های پیش از زایش، به‌طور قابل‌توجهی بروز بیماری‌های مختلف مرتبط با زایمان را کاهش، اثرات مضر تولید بیش از حد اکسیژن‌های فعال را کاهش می‌دهد (Asadi *et al.*, 2025b)، پاسخ ایمنی حیوانات را تقویت و بازگشت سریع به هموستاز را ترویج می‌کند (Khan *et al.*, 2024). از بین ریزمغذی‌ها ضروری مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر مواد معدنی و ویتامین‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Asadi *et al.*, 2025d).

برای مثال، عنصر مس که نقش مهمی در سیستم ایمنی داشته، به مبارزه با عفونت‌ها و بیماری‌ها کمک می‌کند و به نوعی تعدیل‌کننده فرایند التهابی می‌باشد، از طریق حضور در چندین پروتئین قابل توجه در سیستم آنتی‌اکسیدانی نقش دارد. مس بیش‌تر در پروتئین سرولوپلاسمین و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) وجود دارد (Weiss, 2010). علاوه بر این، در میش‌ها غلظت ویتامین D در دوره بحرانی پس از زایمان کاهش می‌یابد؛ کاهش غلظت ویتامین D ممکن است واکنش التهابی و تنش اکسیداتیو را افزایش دهد؛ در دوره انتقال که میش‌ها در برابر این تنش آسیب‌پذیر هستند، کاهش ویتامین D سرم می‌تواند در این وضعیت نقش داشته باشد. تزریق ویتامین D₃ بر تعدیل پاسخ‌های ایمنی و وضعیت اکسیداتیو/آنتی‌اکسیداتیو در طول دوره انتقال دام‌ها کمک می‌کند (HassanAbadi et al., 2021). تکمیل ویتامین E پیش از زایمان احتمال وقوع التهاب سیستمیک را از طریق مهار پراکسیداسیون لیپیدی کاهش می‌دهد (Bernabucci et al., 2005). از آنجایی که غلظت پلاسمایی ویتامین E در طول دوره انتقال کاهش می‌یابد، مکمل ویتامین E قبل از زایمان وضعیت آنتی‌اکسیدانی را بهبود می‌بخشد. همچنین، 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 et al., 2004).

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که تزریق ریزمغذی‌ها منبع بهتری برای فراهمی زیستی است، زیرا این روش مصرف باعث دسترسی مستقیم به ریزمغذی‌ها، بهبود راندمان مصرفی از آن‌ها و کاهش بروز بیماری‌ها می‌شود (Asadi et al., 2025a). مضرات دادن ریزمغذی‌های خوراکی به دام‌های نشخوارکننده این است که جذب آن‌ها به دلیل برهم‌کنش با مواد مغذی مختلف موجود در شکمبه به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. از این‌رو، به‌منظور بررسی اثر تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در اواخر آبستنی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی، هورمونی و تولیدمثلی میش‌های دالاق، پژوهش حاضر طراحی و اجرا شد.

۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر در تابستان ۱۴۰۴ در ایستگاه تحقیقاتی چالکی وابسته مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان انجام شد. بدین منظور ۴۰ رأس میش نژاد دالاق با میانگین وزن $42 \pm 3/7$ ، در اواخر دوره آبستنی به چهار تیمار و ۱۰ تکرار در قالب طرح کاملاً 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 ۴- میش‌های دریافت‌کننده هم‌زمان مکمل ویتامینی و معدنی تزریقی 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 D₃، ۲۱ میلی‌گرم ویتامین E (استات)، شش میلی‌گرم ویتامین B₁، دو میلی‌گرم ویتامین B₂، پنج میلی‌گرم ویتامین B₆، ۱۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B₃ (نیکوتینامید)، سه میکروگرم ویتامین B₁₂، شش میلی‌گرم دی پانتنول و دو میلی‌گرم ویتامین C و مکمل معدنی که هر میلی‌لیتر آن حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم کلسیم بروگلوکونات، ۲۲ میلی‌گرم منیزیم هیپوفسفیت و دو میلی‌گرم مس بود. دُر تزریق آن‌ها طبق توصیه شرکت سازنده پنج و ۲۰ میلی‌گرم به ازای هر رأس میش به‌ترتیب برای مکمل ویتامینی و معدنی بود. جیره پایه براساس جداول انجمن ملی تحقیقات گوسفند (۲۰۰۷) تنظیم شد که در جدول (۱) آمده است.

میش‌ها همگی از نظر سن، تعداد جنین، وزن، تاریخ زایش مورد انتظار و رنگ متعادل 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 قبل و پس از زایش و استارتر برهه

جیره گاوها قبل از زایش (درصد ماده خشک)	جیره میش‌ها قبل از زایش (درصد ماده خشک)	جیره بره‌ها (درصد ماده خشک)
کاه گندم ۵/۷۰	کاه گندم ۳۴/۰۰	یونجه خشک ۳۰
یونجه ۳۲/۰۰	یونجه ۳۰/۰۰	دانه ذرت ۲۰
سیلوی ذرت ۳۰/۰۰	دانه ذرت ۱۹/۷۵	دانه جو ۲۵
دانه ذرت ۱۸/۵۰	کنجاله سویا ۷/۷۵	سبوس گندم ۱۴
کنجاله سویا ۷/۲۰	تفاله چغندر قند ۲/۰۰	کنجاله سویا ۹/۷
تفاله چغندر قند ۱/۰۰	سبوس گندم ۲/۷۰	نمک ۰/۵
سبوس گندم ۲/۹۰	پودر چربی ۲/۸۰	پودر صدف ۰/۵
پودر چربی ۱/۵۰	کربنات کلسیم ۰/۴۲	دی کلسیم فسفات ۰/۳
کربنات کلسیم ۰/۷۰	نمک ۰/۳۳	
نمک ۰/۳۰	مکمل معدنی-ویتامینی ۰/۲۵	
مکمل معدنی-ویتامینی ۰/۲۰		
مواد مغذی (محاسبه شده)		
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری/کیلوگرم ماده خشک) ۲/۴۴	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری/کیلوگرم ماده خشک) ۲/۵۴	ماده خشک (درصد) ۸۹
پروتئین خام (درصد) ۱۴/۴۰	پروتئین خام (درصد) ۱۴/۴۰	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری/کیلوگرم ماده خشک) ۲/۸۵
چربی خام (درصد) ۴/۱۰	چربی خام (درصد) ۵/۲۰	پروتئین خام (درصد) ۱۷
کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد) ۳۲/۸۰	کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد) ۳۲/۱۰	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (درصد) ۱۸/۶
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد) ۴۰/۹۰	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد) ۴۴/۲۰	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد) ۳۲/۵
نشاسته (درصد) ۲۱/۶۰	نشاسته (درصد) ۲۵/۰۰	چربی خام (درصد) ۲/۷۴
خاکستر (درصد) ۷/۸۸	خاکستر (درصد) ۸/۴۰	خاکستر (درصد) ۳/۳۱
کلسیم (درصد) ۱/۴۲	کلسیم (درصد) ۰/۸۹	کلسیم (درصد) ۰/۶۳
فسفر (درصد) ۰/۷۱	فسفر (درصد) ۰/۵۲	فسفر (درصد) ۰/۳۳

بره‌ها پس از زایش ابتدا خشک گردیده و پس از انجام عملیات بهداشتی لازم توزین شدند و سپس اولین وعده آغوز را دریافت کردند. بره‌ها به صورت تغذیه خزشی با شیر مادران و استارتر تغذیه می‌شدند (جدول ۱). جهت بررسی عملکرد رشد و مقایسه میزان افزایش وزن، در روز تولد و روز ۴۵ پس از تولد توزین شدند. وضعیت اسهال و مدت ابتلا به اسهال و اسکور مدفوع به صورت روزانه ثبت شد. نمره‌های مدفوع براساس ۱- سفت و با قوام، ۲- نرم و شل، ۳- شل و آبکی، ۴- آبکی همراه با مقداری خون و موکوس تعیین شد (Slanzon et al., 2019).

در هفته پایانی، جمع‌آوری مدفوع جهت تعیین قابلیت هضم مواد مغذی از طریق نمونه‌گیری مدفوع از مقعد انجام شد و نمونه‌های هر دام در پنج روز ادغام شده و جهت انجام آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. جهت تعیین ترکیب شیمیایی نمونه‌های خوراک و مدفوع از روش‌های انجمن رسمی شیمی‌دانان تجزیه (AOAC, 2005) استفاده شد. در نهایت با استفاده از رابطه (۱)، قابلیت هضم فرمول‌های مربوط به ماده خشک جیره محاسبه شد.

$$\text{رابطه ۱)} \quad \left(\frac{\text{درصد ماده مغذی در مدفوع}}{\text{درصد ماده مغذی در خوراک}} \times \frac{\text{درصد AIA در خوراک}}{\text{درصد AIA در مدفوع}} \right) \times 100 - 100 = \text{درصد قابلیت هضم ظاهری}$$

جهت اندازه‌گیری متابولیت‌های بیوشیمیایی خون، شاخص‌های التهابی و هورمونی، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و هماتولوژی، از شش تکرار هر تیمار در یک هفته پیش از زایش، روز زایش و یک هفته پس از زایش خون‌گیری شد. نمونه خون سه ساعت پیش از مصرف خوراک صبح و از سیاهرگ گردنی (وداج)، با استفاده از لوله‌های خون‌گیری (ونوجکت) حاوی ماده ضد انعقاد هپارین گرفته شد. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شدند و پلاسمای آن‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شده و تا زمان ارسال به آزمایشگاه در فریزر نگهداری شدند.

وضعیت آنتی اکسیدانی کل، سوپراکسید دیسموتاز، مالون دی آلدئید، کاتالاز و فعالیت آنزیم های آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز و آلانین آمینوترانسفراز، سرولوپلاسمین، گلوکز، کلسترول، اوره، تری گلیسرید، پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین با استفاده از کیت های شرکت پارس آزمون و به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر (Spectrophotometer AA220, Variant) اندازه گیری شد. غلظت کورتیزول با کیت کورتیزول (مونوبایند، آمریکا) اندازه گیری شد.

همچنین، نمونه های خون برای شمارش هماتولوژی، به لوله های حاوی محلول EDTA انتقال داده شد؛ لوله های حاوی نمونه بلافاصله در داخل یخ به آزمایشگاه انتقال یافت. پارامترهای هماتولوژی از جمله گلبول های سفید خون، نوتروفیل، ائوزینوفیل، لنفوسیت، منوسیت و بازوفیل اندازه گیری شد و گلبول های قرمز خون، هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط گلبول های قرمز، میانگین هموگلوبین های سلولی و میانگین غلظت هموگلوبین های سلولی نیز با روش شمارش سلولی خودکار (NKX model Syfmex A-۲۱) تعیین گردید.

داده های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) برای مدل (۲) تجزیه و میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح معنی داری پنج درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_{aik} + B_j + AB_{ij} + E_{bijk} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این رابطه، Y_{ijk} ، مشاهده مربوط به تیمار i و زمان اندازه گیری j در تکرار k ؛ μ ، میانگین کلی مشاهده ها؛ A_i ، اثر تیمار i ؛ E_{aik} ، خطای اصلی؛ B_j ، اثر زمان اندازه گیری j ؛ AB_{ij} ، برهم کنش تیمار i و زمان اندازه گیری j و E_{bijk} ، خطای آزمایش است.

۳. یافته های پژوهش

تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین ها در دوره انتقال بر فراسنجه های خونی میش ها در جدول (۲) آورده شده است. غلظت آلبومین و نسبت آلبومین:گلوبولین در خون میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها را به شکل تزریقی دریافت کردند کمتر از گروه شاهد بود ($P \leq 0.05$). در این رابطه، میزان آلبومین و نسبت آلبومین:گلوبولین در میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها را به طور همزمان دریافت کردند کمتر از سایر تیمارها بود ($P \leq 0.05$). در سرم خون میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها دریافت کردند غلظت گلوبولین و سرولوپلاسمین بالاتر از میش های شاهد بود ($P \leq 0.05$). غلظت این متابولیت ها در سرم میش هایی که مواد معدنی و ویتامین ها را به طور همزمان دریافت کردند بیش تر از سایر تیمارها بود ($P \leq 0.05$). تزریق مواد معدنی و ویتامین ها در دوره انتقال میش ها، تأثیری بر غلظت گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید، اوره و پروتئین کل سرم آن ها نداشت.

جدول ۲. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین ها به میش های آبستن بر فراسنجه های خونی آن ها

سطح احتمال		خطای		تیمارهای آزمایشی			
تیمار × زمان	زمان	تیمار	استاندارد	مواد معدنی + ویتامین ها	ویتامین ها	مواد معدنی	شاهد
۰/۱۶۵۱	۰/۰۰۰۱	۰/۴۱۱۱	۳/۱۵۶۱	۶۶/۰۰	۶۵/۰۷	۶۶/۵۱	۶۷/۱۲
۰/۷۴۵۱	۰/۰۰۰۱	۰/۳۱۳۷	۲/۰۱۷۱	۴۵/۹۲	۴۵/۰۰	۴۶/۵۵	۴۷/۱۲
۰/۴۱۴۲	۰/۰۰۰۱	۰/۲۸۳۷	۱/۰۷۶۶	۲۵/۹۷	۲۵/۱۷	۲۶/۱۲	۲۴/۳۳
۰/۳۸۱۲	۰/۰۰۰۱	۰/۴۵۹۳	۰/۹۸۵۲	۲۵/۹۶	۲۶/۰۵	۲۷/۱۲	۲۶/۸۴
۰/۳۳۳۱	۰/۲۳۰۲	۰/۶۱۰۷	۰/۴۱۴۶	۷/۵۵	۷/۶۰	۷/۵۱	۷/۵۹
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۷۹۳	۴/۲۵ ^c	۴/۴۸ ^b	۴/۴۵ ^b	۴/۶۷ ^a
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲۰۶۷	۳/۲۰ ^a	۳/۱۲ ^b	۳/۰۶ ^b	۲/۹۲ ^c
۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۲۶	۱/۲۹ ^c	۱/۴۳ ^b	۱/۴۵ ^b	۱/۶۰ ^a
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲۱۷۶	۴/۹۷ ^a	۴/۳۱ ^b	۴/۴۲ ^b	۴/۰۷ ^c

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

تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی و هورمونی میش‌های اواخر آبستنی در جدول (۳) گزارش شده است. کورتیزول، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز، مالون‌دی‌آلدهید، سوپراکسیددیسموتاز، وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل و آلکالین فسفاتاز در خون میش‌هایی که مواد معدنی و ویتامین‌ها را به شکل تزریقی دریافت کردند کمتر از گروه شاهد بود ($P \leq 0.05$). در این رابطه، میزان وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل و آلکالین فسفاتاز در میش‌هایی که مواد معدنی و ویتامین‌ها را به‌طور هم‌زمان دریافت کردند کمتر از سایر تیمارها بود ($P \leq 0.05$). تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها در دوره انتقال میش‌ها، تأثیری بر مقدار آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز آن‌ها نداشت.

جدول ۳. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به میش‌های آبستن بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی و هورمونی آن‌ها

سطح احتمال		خطای		تیمارهای آزمایشی			شاهد	
تیمار × زمان	زمان	تیمار	استاندارد	مواد معدنی + ویتامین‌ها	ویتامین‌ها	مواد معدنی		
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۸۶۱	۷/۰۰ ^b	۷/۲۰ ^b	۷/۱۳ ^b	۸/۵۷ ^a	کورتیزول (میکروگرم/دسی‌لیتر)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۱/۰۰۶۶	۱۵/۵۳ ^b	۱۵/۸۸ ^b	۱۶/۰۱ ^b	۱۹/۱۳ ^a	کاتالاز (واحد/میلی‌گرم)
۰/۰۱۳۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۲/۳۳۶۴	۳۶/۱۷ ^b	۳۵/۶۱ ^b	۳۶/۰۰ ^b	۴۰/۸۵ ^a	گلوتاتیون پراکسیداز (واحد/میلی‌گرم)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۱۷۵	۵/۴۳ ^b	۵/۶۵ ^b	۵/۷۶ ^b	۶/۱۳ ^a	مالون‌دی‌آلدهید (نانومول/میلی‌لیتر)
۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳۳	۱/۴۶۵۵	۲۵/۱۱ ^b	۲۷/۰۷ ^b	۲۶/۲۰ ^b	۳۱/۱۳ ^a	سوپراکسیددیسموتاز (واحد/میلی‌گرم)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۹۰	۰/۷۶ ^c	۰/۸۰ ^b	۰/۸۳ ^b	۰/۹۳ ^a	وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل (میلی‌مول/لیتر)
۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۵۲	۱۱۵/۷۵ ^c	۱۱۹/۰۰ ^b	۱۲۰/۷۱ ^b	۱۳۴/۱۱ ^a	آلکالین فسفاتاز (واحد/لیتر)
۰/۱۳۵۷	۰/۰۴۷۸	۰/۰۲۴۷	۳/۰۱۱۶	۳۶/۵۵	۳۹/۱۷	۳۹/۰۲	۳۷/۱۱	آسپاراتات آمینو ترانسفراز (واحد/لیتر)
۰/۱۱۴۸	۰/۲۱۲۷	۰/۱۹۹۵	۰/۵۱۵۲	۱۲/۲۵	۱۲/۱۶	۱۲/۰۷	۱۱/۴۳	آلانین آمینوترانسفراز (واحد/لیتر)

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

تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها بر هماتولوژی میش‌های دوره انتقال در جدول (۴) گزارش شده است. در سرم خون میش‌هایی که مواد معدنی و ویتامین‌ها دریافت کردند غلظت هموگلوبین بالاتر از میش‌های شاهد بود ($P \leq 0.05$). تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها در دوره انتقال میش‌ها، تأثیری بر سایر صفات خون‌شناسی آن‌ها نداشت.

جدول ۴. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به میش‌های آبستن بر صفات خون‌شناسی آن‌ها

سطح احتمال		خطای		تیمارهای آزمایشی			شاهد	
تیمار × زمان	زمان	تیمار	استاندارد	مواد معدنی + ویتامین‌ها	ویتامین‌ها	مواد معدنی		
۰/۳۷۲۵	۰/۰۱۲۹	۰/۴۱۶۵	۰/۲۱۳۶	۷/۲۲	۷/۱۵	۷/۱۱	۷/۰۸	گلبول قرمز (10^{12} در لیتر ×)
۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۳۷	۰/۶۱۵۷	۹/۱۶ ^a	۹/۱۳ ^a	۹/۰۰ ^a	۸/۰۵ ^b	هموگلوبین (میلی‌مول/لیتر)
۰/۴۱۵۳	۰/۶۸۶۹	۰/۲۹۸۳	۲/۰۶۱۵	۲۸/۶۳	۲۹/۰۰	۲۸/۵۵	۲۹/۶۲	هماتوکریت (درصد)
۰/۲۱۲۳	۰/۶۹۵۰	۰/۷۱۶۳	۱۸/۲۷۳	۵۳۷/۱۸	۵۲۹/۵۵	۵۳۳/۰۰	۵۲۱/۱۷	پلاکت (10^9 در لیتر ×)
۰/۳۳۶۹	۰/۴۱۴۷	۰/۲۱۹۶	۱/۵۷۲۴	۲۷/۸۳	۲۷/۵۳	۲۶/۹۶	۲۷/۱۲	حجم متوسط گلبول قرمز (فمتولیت)
۰/۶۰۷۲	۰/۴۵۹۱	۰/۳۱۲۸	۰/۰۱۹۰	۰/۷۷	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۹	میانگین هموگلوبین سلولی (فمتومول)
۰/۶۱۳۵	۰/۵۹۶۳	۰/۴۲۴۹	۰/۹۸۶۶	۱۷/۱۰	۱۷/۰۹	۱۶/۹۹	۱۷/۱۵	میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز (میلی‌مول/لیتر)
۰/۴۴۶۳	۰/۵۵۱۵	۰/۷۶۱۱	۰/۸۵۷۱	۱۲/۹۹	۱۳/۱۱	۱۳/۰۳	۱۲/۸۵	گلبول سفید (10^9 در لیتر)
۰/۳۵۳۸	۰/۰۳۷۹	۰/۴۱۴۶	۱/۰۶۵۷	۳۱/۰۰	۳۰/۹۹	۳۰/۸۶	۳۰/۵۷	نوتروفیل (درصد)
۰/۴۱۴۶	۰/۰۴۱۴	۰/۵۵۸۹	۲/۲۸۲۶	۶۱/۰۸	۶۰/۹۳	۶۱/۲۸	۶۱/۷۹	لنفوسیت (درصد)
۰/۳۵۳۸	۰/۰۹۷۱	۰/۱۱۲۸	۰/۱۰۷۱	۶/۴۱	۶/۳۰	۶/۱۲	۵/۸۹	مونوسیت (درصد)
۰/۲۱۲۹	۰/۴۱۱۲	۰/۳۰۱۱	۰/۲۱۲۸	۰/۵۱	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۶۱	اُتوزونوفیل (درصد)
۰/۴۶۶۱	۰/۲۱۸۸	۰/۱۰۲۷	۰/۰۱۹۳	۱/۰۱	۱/۲۱	۱/۱۴	۱/۱۴	بازوفیل (درصد)

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

تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی بر وضعیت تولیدمثلی میش‌ها و عملکرد و سلامت بره‌های آن‌ها در جدول (۵) آمده است. زمان دفع جفت در میش‌هایی که مواد معدنی و ویتامین‌ها را به شکل تزریقی دریافت کردند کمتر از گروه شاهد بود؛ در این رابطه، زمان دفع جفت در میش‌هایی که مواد معدنی و ویتامین‌ها را به‌طور هم‌زمان دریافت کردند کمتر از سایر تیمارها بود ($P \leq 0/05$). از طرفی، وزن تولد بره در میش‌های تزریق‌شده با مواد معدنی و ویتامین‌ها افزایش یافت و بیش‌ترین وزن تولد بره برای تیمار تزریق‌شده با مواد معدنی و ویتامین‌های هم‌زمان بود ($P \leq 0/05$). وزن ۴۵ روزگی، افزایش وزن بره‌ها در طول دوره، افزایش وزن روزانه و قابلیت هضم ظاهری ماده خشک آن‌ها با تزریق مادری مواد معدنی و ویتامین‌ها بهبود یافت. هم‌چنین، تعداد بره‌های مبتلا به اسهال و روزهای اسهال در تیمارهای دریافت‌کننده مادری مواد معدنی و ویتامین‌ها کاهش یافت و کم‌ترین تعداد بره‌های مبتلا به اسهال در گروه دریافت‌کننده ویتامین‌ها و مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌طور هم‌زمان بود ($P \leq 0/05$).

جدول ۵. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به میش‌های آبستن بر وضعیت تولیدمثلی میش‌ها و عملکرد و سلامت بره‌های آن‌ها

سطح احتمال	خطای استاندارد	تیمارهای آزمایشی			
		مواد معدنی + ویتامین‌ها	ویتامین‌ها	مواد معدنی	شاهد
۰/۰۱۲۱	۱۲/۶۸۵۲	۲۴۰/۰ ^{ab}	۲۵۵/۱۰ ^{ab}	۲۶۰/۲۰ ^{ab}	۲۷۶/۴۰ ^a
۰/۰۰۰۱	۰/۲۳۵۵	۳/۶۹ ^a	۳/۶۰ ^{ab}	۳/۵۵ ^{ab}	۳/۴۶ ^b
۰/۰۰۰۱	۱/۰۶۷۱	۱۲/۰۷ ^a	۱۱/۹۱ ^a	۱۱/۹۹ ^a	۱۰/۶۸ ^b
۰/۰۰۱۱	۰/۶۱۶۱	۸/۳۸ ^a	۸/۲۶ ^a	۸/۴۴ ^a	۷/۲۲ ^b
۰/۰۰۰۱	۱۲/۰۰۱۲	۱۸۶/۲۳ ^a	۱۸۳/۵۵ ^a	۱۸۷/۵۵ ^a	۱۶۰/۴۴ ^b
۰/۰۲۱۲	۲/۳۶۵۱	۷۰/۶۱ ^a	۷۰/۰۱ ^a	۶۹/۲۲ ^a	۶۱/۵۷ ^b
۰/۰۶۱۵	۰/۱۱۲۰	۲/۷۵	۳	۳	۳/۵
۰/۰۰۰۱	۰/۳۳۳۳	۳ ^c	۳ ^c	۳ ^b	۴ ^a
–	۰/۲۵۰۰	۲/۵ ^b	۳ ^b	۳ ^b	۳/۵ ^a

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ردیف، معنی‌دار است ($P < 0/05$).

۴. بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب کاهش آلبومین و نسبت آلبومین:گلوبولین شد و افزایش گلوبولین و سرولوپلاسمین شد و بهترین پاسخ مربوط به تیمار دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌طور هم‌زمان بود. در پژوهشی، استفاده از کمپلکس مواد معدنی حاوی مس سبب کاهش پروتئین کل و تری‌گلیسیرید میش‌های قزل‌دوره فلاشینگ شد (Vatankhah et al., 2025). موافق با نتایج مطالعه انجام‌شده، Asadi و همکاران (۲۰۲۵b) بیان کردند که تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای اواخر آبستنی سبب کاهش آلبومین و نسبت آلبومین:گلوبولین و افزایش مقدار گلوبولین و سرولوپلاسمین بود و بهترین پاسخ متعلق به گاوهای تزریق‌شده هم‌زمان مواد معدنی و ویتامین‌ها بود. از طرفی، تزریق کمپلکس ویتامینی (AD_3E) به میش‌های اواخر آبستنی تأثیری بر کلسترول و تری‌گلیسیرید آن‌ها نداشت اما سبب افزایش گلوکز و پروتئین کل خون میش‌ها گردید (Shahbazi et al., 2024). Asadi و همکاران (۲۰۲۵a) گزارش کردند که تزریق کمپلکس ویتامین B تأثیری بر آلبومین، گلوبولین و نسبت آلبومین:گلوبولین بزهای دریافت‌کننده نداشت اما سبب افزایش گلوکز خون آن‌ها شد.

موافق با یافته‌های مطالعه حاضر، استفاده از قرص آهسته رهش مس در دوره انتقال میش‌ها سبب افزایش سرولوپلاسمین آن‌ها نسبت به گروه شاهد شد (Nasr Chaleshtori et al., 2021). علاوه بر این، استفاده از مکمل مس در جیره بره‌های پرواری سبب افزایش غلظت سرولوپلاسمین آن‌ها گردید (Senthilkumar et al., 2009). متضاد با

یافته‌های این مطالعه، تزریق کمپلکس ویتامینی (AD₃E) تأثیری بر کلسترول، پروتئین و آلبومین گوساله‌ها نداشت (Movahednasab *et al.*, 2022). از طرفی، تزریق ویتامین D₃ به گاوهای دوره انتقال تأثیری بر گلوبولین خون آن‌ها نداشت (Hassanabadi *et al.*, 2021). تزریق کمپلکس معدنی-ویتامینی به گاوهای اواخر آبستنی تغییری در فراسنجه‌های بیوشیمیایی پیش از زایش آن‌ها ایجاد نکرد اما سبب افزایش گلوکز و تری‌گلیسیرید گاوها پس از زایش شد (Asadi *et al.*, 2021). تفاوت در نتایج پژوهش‌های مختلف می‌تواند به عواملی مانند گونه مورد مطالعه، نوع مکمل، مقدار مکمل و شرایط استرس محیطی مرتبط باشد.

در دوره انتقال، پروتئین‌هایی نظیر آلبومین که معمولاً از کبد ترشح می‌شوند به‌عنوان نشانگرهای التهابی و پروتئین‌های فاز حاد منفی پذیرفته شده‌اند (Ceciliani *et al.*, 2012). همچنین کاهش نسبت آلبومین:گلوبولین نشان‌دهنده کاهش اثر تنش‌ها و التهاب می‌باشد که می‌توان نتیجه گرفت با کاهش آلبومین خون باعث کاهش استرس و بهبود پاسخ سیستم ایمنی می‌شوند (Movahednasab *et al.*, 2022). یک پاسخ ثانویه کلیدی به التهاب، پاسخ مرحله حاد است. پروتئین‌های فاز حاد نظیر سرولوپلاسمین که توسط کبد در بیش‌ترین مقدار تولید می‌شود، پروتئین‌های دخیل در پاسخ فاز حاد به‌طور کلی به مقدار بسیار کم در جریان خون یافت می‌شوند، اما غلظت آن‌ها در طول التهاب سیستمیک به میزان زیادی افزایش می‌یابد (Asadi *et al.*, 2025b). با عبور از دوره انتقال و بروز تنش و التهاب، مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب افزایش فراهمی مواد اولیه برای تولید پروتئین‌های فاز حاد می‌گردند و بدین ترتیب مقدار بیش‌تری از سرولوپلاسمین در خون گاوها مشاهده می‌شود (Bradford *et al.*, 2015). مس در خون‌سازی از طریق سرولوپلاسمین نقش داشته و فعالیت ضدالتهابی دارد (Kegley *et al.*, 2016). از طرفی، سرولوپلاسمین باعث تسهیل اتصال آهن به پروتئین ذخیره‌ای فریتین می‌شود و می‌تواند از راه جمع‌آوری آهن آزاد و حذف رادیکال‌های آزاد در دفاع آنتی‌اکسیدانی نقش ایفا کند (Weiss., 2010).

نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش انجام‌شده نشان داد که مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب کاهش کورتیزول، کاتالاز، گلوکاتایون پراکسیداز، مالون‌دی‌آلدهید، سوپراکسیددیسموتاز، وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل و آلکالین فسفاتاز تیمارهای دریافت‌کننده شد به‌صورتی که وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل و آلکالین فسفاتاز در تیمار دریافت‌کننده هم‌زمان مواد معدنی و ویتامین‌ها در کم‌ترین مقدار خود بود. هم‌سو با مطالعه انجام‌شده، در پژوهشی در رابطه با تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای دوره انتقال گزارش شد که در تیمار دریافت‌کننده ریزمغذی‌های نامبرده، کاهش کورتیزول، کاتالاز، گلوکاتایون پراکسیداز، مالون‌دی‌آلدهید، سوپراکسیددیسموتاز و وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل مشاهده شد (Asadi *et al.*, 2025b). همچنین، ترکیب مواد معدنی و ویتامین‌ها موجب کاهش کورتیزول پلاسما در گاوهای شیری گردید (Khan *et al.*, 2024). تزریق ویتامین B کمپلکس به بزهای اواخر آبستنی موجب افزایش سوپراکسیددیسموتاز، گلوکاتایون پراکسیداز و کاتالاز و همچنین کاهش وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل و کورتیزول در هنگام زایش و پس از زایش نسبت به گروه شاهد گردید (Asadi *et al.*, 2023). با تزریق ویتامین D₃ به گاوهای دوره انتقال تأثیری بر سوپراکسیددیسموتاز و گلوکاتایون پراکسیداز خون آن‌ها مشاهده نشد (Hassanabadi *et al.*, 2021).

ناهم‌سو با پژوهش انجام‌شده، با تزریق مواد معدنی، ویتامین‌ها و هر دوی آن‌ها با هم به گاوهای اواخر آبستنی، افزایش سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز نسبت به گروه شاهد مشاهده شد (Somagond *et al.*, 2023). استفاده از مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب بهبود کورتیزول میش‌های تحت تنش گرمایی شد (Sejian *et al.*, 2014). کاهش مالون‌دی‌آلدهید و افزایش وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل، کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و گلوکاتایون پراکسیداز در گاوهای اواخر آبستنی دریافت‌کننده ویتامین‌ها اتفاق افتاد (Khan *et al.*, 2024). مکمل حاوی ویتامین A و E سبب کاهش

استرس اکسیداتیو و سطوح کورتیزول در گاوهای شیری پس از زایمان شد (Alhussien *et al.*, 2021). مخالف با پژوهش حاضر، تزریق کمپلکس ویتامینی (AD_3E) به میش‌های اواخر آبستنی سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاهش مالون‌دی‌آلدهید میش‌ها شد (Shahbazi *et al.*, 2024). تزریق کمپلکس مواد معدنی به میش‌های قزل دوره فلاشینگ سبب کاهش مالون‌دی‌آلدهید و افزایش گلوتاتیون پراکسیداز آن‌ها شد (Vatankhah *et al.*, 2025).

هم‌چنین، تزریق ترکیب معدنی-ویتامین به گاوها سبب افزایش گلوتاتیون پراکسیداز آن‌ها در قبل و بعد از زایش نسبت به گروه شاهد شد (Asadi *et al.*, 2021). تزریق کمپلکس ویتامینی (AD_3E) تأثیری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام گوساله‌ها نداشت (Movahednasab *et al.*, 2022). با افزایش تنش اکسیداتیو در دوره انتقال، مکانیسم‌های آنزیمی آنتی‌اکسیدانی با حذف رادیکال‌های آزاد، گونه‌های فعال اکسیژن و محصولات تخریبی حاصل از آن‌ها موجب جلوگیری از آسیب بافتی و بهبود پاسخ ایمنی در مقابل التهاب و تنش‌ها می‌شوند (Emrani *et al.*, 2026). از کورتیزول به‌عنوان سرکوب‌کننده‌های سیستم ایمنی نام‌برده می‌شود (Abdelnour *et al.*, 2019). غلظت بالای کورتیزول با مهار عملکرد و تولید آنتی‌بادی‌ها و هم‌چنین کاهش تعداد و فعالیت لنفوسیت‌ها، سرکوب‌کننده سیستم ایمنی است و ریزمغذی‌ها می‌توانند سبب کاهش کورتیزول و بهبود پاسخ ایمنی به هنگام تنش و التهاب گردند (Kafilzadeh *et al.*, 2012). کورتیزول و انسولین به‌طور متضاد بر متابولیسم عمل کرده و ریزمغذی‌ها پتانسیل کاهش سطح کورتیزول را دارند پس این آنتاگونیست و تغییر متابولیسم عمومی بدن توسط مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب بهبود فرایندهای تولید، تکثیر و فعال‌سازی سلول‌های ایمنی و هم‌چنین مقاومت بدن در برابر بیماری‌ها شود (Asadi *et al.*, 2024c). El-Sherif و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که اگرچه افزایش ALP در اواخر آبستنی طبیعی است اما با بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی کاهش فعالیت آنزیم‌ها از جمله آلکالین فسفاتاز مشاهده می‌شود. هم‌چنین، استفاده از مکمل معدنی و ویتامینی سبب بهبود عملکرد کبد و کاهش آنزیم آلکالین فسفات میش‌ها شد (Hefnawy & Thomy, 2010).

از مهم‌ترین مواد مغذی بهبوددهنده‌های فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌توان به مواد معدنی و ویتامین‌ها اشاره کرد (Asadi *et al.*, 2024b). ویتامین E، برای توانایی سلول‌ها در خنثی کردن ROS مهم بوده و از پیشرفت به سمت التهاب جلوگیری می‌کند (Bernabucci *et al.*, 2005). عنصر مس نیز برای تعدادی از آنزیم‌های درگیر در متابولیسم انرژی یا آنتی‌اکسیدانی و هم‌چنین برای پروتئین‌های انتقال الکترون موردنیاز است (Grzybowska *et al.*, 2018). سوپر اکسید دیسموتاز از آنزیم‌های حاوی مس است که فعالیت ضدالتهابی داشته و کاهش و تضعیف پاسخ ایمنی فعالیت متالوآنزیم مس، سوپراکسید دیسموتاز را کاهش می‌دهد (Kegley *et al.*, 2016). سوپراکسید دیسموتاز سبب جلوگیری از آسیب بافت اکسیداتیو ناشی از رادیکال‌های سوپراکسید می‌شد. اختلال در فعالیت میکروبوکس نیز ممکن است نتیجه مستقیم کاهش غلظت رادیکال‌های پراکسید هیدروژن تولیدشده توسط کاهش رادیکال‌های سوپراکسید با واسطه سوپراکسید دیسموتاز باشد. غلظت ویتامین D سرم در دوره انتقال، به‌ویژه در اوایل شیردهی که گاوهای شیری بیش‌تر مستعد ابتلا به بیماری و استرس متابولیک هستند، کاهش می‌یابد (Holcombe *et al.*, 2018). کاهش غلظت ویتامین D می‌تواند باعث افزایش واکنش التهابی و استرس اکسیداتیو شود. از طرفی، ویتامین D می‌تواند با تأثیر بر گلوتاتیون پراکسیداز درون سلولی، شرایط مناسبی در برابر استرس اکسیداتیو مهیا کند (Sordillo & Aitken., 2009). آلکالین فسفاتاز یک متالوآنزیم است که سطوح سرمی آن به‌دنبال ترشح از کبد، نشان‌دهنده مقدار تغییر نفوذپذیری غشا و فعالیت‌های مخرب در اندام‌ها به هنگام تنش و التهاب می‌باشد (Nanev *et al.*, 2020). کاهش فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در میش‌های دریافت‌کننده مواد مغذی احتمالاً ناشی از بهبود استرس و به‌دنبال آن وضعیت متابولیک و کبد

آن‌هاست (Gaal et al., 1997). ویتامین‌ها و مواد معدنی با بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی از آسیب غشای هیپاتوسیت‌ها جلوگیری کرده و نشت آلكالین فسفاتاز به خون را کاهش داده است (Ali et al., 2018). کاهش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند ناشی از کاهش نیاز سیستم به این آنزیم‌ها باشد، زیرا التهاب تنش کلی با تزریق ریزمغذی‌ها کاهش یافته است (Asadi et al., 2025b). همچنین، این کاهش در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ممکن است به دلیل تنظیم پایین‌دستی تحت تأثیر کورتیزول پایین، یا مصرف کمتر سوبسترا باشد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب افزایش هموگلوبین میش‌های دریافت‌کننده شد. در پژوهش Asadi و همکاران (۲۰۲۵c) مشاهده شد که تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای اواخر آبستنی سبب افزایش غلظت هموگلوبین در پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش شد و منوسیت آن‌ها نیز در پیش از زایش و روز زایش بیش‌تر از گروه شاهد بود. تغذیه گاوهای شیری پیش از زایش با کمپلکس مواد معدنی موجب افزایش هموگلوبین خون آن‌ها نسبت به گروه شاهد در پیش از زایش و پس از زایش گردید (Kabu et al., 2014). استفاده از مکمل معدنی در اواخر آبستنی گاوها، سبب افزایش هموگلوبین و گلبول‌های سفید پیش از زایش و کاهش هموگلوبین پس از زایش شد (Soldá et al., 2017).

در مطالعه‌ای، تزریق هم‌زمان مس و ویتامین C تغییری در تعداد گلبول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین گاوهای دریافت‌کننده در مقایسه با گروه شاهد در هنگام پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش ایجاد نکرد و تزریق مس در دوره انتقال سبب افزایش گلبول‌های قرمز گاوهای دریافت‌کننده مس در روز زایش و پس از زایش شد؛ علاوه بر این، تزریق ویتامین C به گاوهای انتظار زایمان سبب افزایش تعداد نوتروفیل آن‌ها در پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش شد (Khodamoradi et al., 2020). کاهش نوتروفیل و افزایش لنفوسیت در گاوهای دریافت‌کننده ویتامین A در طی دوره انتقال آن‌ها گزارش شد و در سایر پارامترهای هماتولوژی تغییری مشاهده نشد (Rodriguez et al., 2023). در دوره انتقال، تغییرات فیزیولوژیک، افزایش بار متابولیکی و احتیاجات گسترده به مواد مغذی سبب تنش اکسیداتیو می‌شوند (Kegley et al., 2016). کاهش ویتامین‌ها و مواد معدنی خون در حول زایمان می‌تواند موجب اختلال بسیاری از عملکردهای ایمنی و منجر به بیماری‌های التهابی در میش‌ها شوند (Kegley et al., 2016).

اطمینان از دسترسی بهینه ریزمغذی‌های آنتی‌اکسیدانی ضروری، یک رویکرد کلیدی و امیدوارکننده برای بهبود سلامت و تولید میش‌های دوره انتقال و به حداقل‌رساندن بروز اختلالات مرتبط با استرس اکسیداتیو است (Somagond et al., 2023). درواقع، استفاده از عناصر معدنی نظیر مس و ویتامین‌ها نظیر A، E و C در گاوهای اواخر آبستنی، بهبود عملکرد سلول‌های ایمنی خون و کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو را در دام‌های دوره انتقال و نوزادان آن‌ها سبب می‌شود (Asadi et al., 2024a). هموگلوبین متالوپروتئینی است که وظیفه انتقال اکسیژن در بافت‌های بدن را عهده‌دار می‌باشد. تنش‌ها باعث اختلال در عملکرد واسطه‌های متابولیکی خون و کاهش غلظت هموگلوبین گردیده و تأثیر منفی بر ظرفیت اکسیژن‌رسانی بافت می‌گذارند (Asadi et al., 2025c). مواد معدنی مانند مس در ساختار سروپلاسمین و کارکرد آن نقش دارند و بدین‌صورت سبب بهبود متابولیسم آهن موردنیاز برای نقش ساختاری و کوفاکتوری آن در هموگلوبین می‌شوند (Weiss, 2010). بدین‌ترتیب با افزایش سطوح هموگلوبین اکسیژن‌رسانی و فعالیت بافت‌ها بهبود می‌یابد (Asadi et al., 2025c).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، زمان دفع جفت با تزریق ریزمغذی‌ها کاهش یافت؛ وزن تولد بره، وزن ۴۵ روزگی، افزایش وزن بره‌ها در طول دوره، افزایش وزن روزانه و قابلیت هضم ظاهری ماده خشک آن‌ها با تزریق مادری مواد معدنی و ویتامین‌ها و تعداد بره‌های مبتلا به اسهال و روزهای اسهال در تیمارهای دریافت‌کننده مادری مواد معدنی و ویتامین‌ها کاهش یافت؛ بهترین نتایج مربوط به تیمار تزریق‌شده با مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌طور هم‌زمان بود. Asadi و همکاران (۲۰۲۵d) گزارش کردند که تزریق مادری مواد معدنی و ویتامین‌ها موجب افزایش وزن تولد، وزن ۳۵

روزی و افزایش وزن روزانه و بهبود اسکور مدفوع و تعداد ابتلا به اسهال گوساله‌های به‌دنیاآمده از این تیمارها نسبت به گروه شاهد شد. در پژوهشی، تزریق موادمعدنی، ویتامین‌ها و مخلوط ویتامینی-معدنی به گاو در دوره انتقال، موجب افزایش وزن تولد و افزایش وزن کل در گوساله‌ها نسبت به گروه شاهد شد و بیش‌ترین افزایش وزن مربوط به گروه دریافت‌کننده مادری موادمعدنی و ویتامین‌ها با هم بود (Yadav et al., 2023). از طرفی، افزایش وزن گوساله‌ها پس از مصرف ویتامین‌ها و مواد معدنی نیز گزارش شده است (Bordingnon et al., 2019). تزریق ویتامین گروه B مادری، سبب افزایش وزن تولد و افزایش وزن کل ۳۰ روز اول زندگی، بهبود نمره قوام مدفوع، کاهش روزهای ابتلا به اسهال و تعداد ابتلا به اسهال بزغاله‌ها شد (Asadi et al., 2024b).

در پژوهشی تزریق ویتامین A سبب بهبود عملکرد بزها و افزایش وزن تولد بزغاله‌ها شد (Abd Eldaim et al., 2015). برخلاف یافته‌های به‌دست‌آمده، مصرف ویتامین‌ها و مواد معدنی مادری بر وزن تولد، افزایش وزن روزانه و وزن هفته نهم گوساله‌ها تأثیری نداشت هم‌چنین، با تزریق مادری مواد معدنی و ویتامین، بهبودی در نمره مدفوع و روزهای ابتلا به اسهال گوساله‌ها نسبت به گروه شاهد مشاهده نشد (Miqueo et al., 2024). Movahednasab و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که استفاده از کمپلکس ویتامین‌های A، D₃ و E در تغذیه گوساله‌های شیرخوار تغییری در افزایش وزن روزانه و نمره مدفوع آن‌ها ایجاد نکرد. در پژوهشی، سطوح مختلف ویتامین E و سلنیوم مادری، تغییری در نمره مدفوع، روزهای ابتلا به اسهال و تعداد گوساله‌های مبتلا به اسهال ایجاد نکرد (Asadi et al., 2024a). تفاوت در نتایج پژوهش‌های مختلف می‌تواند به عواملی مانند گونه مورد مطالعه، نوع مکمل، مقدار مکمل و شرایط استرس محیطی مرتبط باشد.

مکمل‌های معدنی در جیره دام، مسبب تغییراتی در بیان ژن نوزاد آن می‌شود که می‌تواند پاسخ ایمنی نوزاد را تغییر دهد (Miqueo et al., 2024). معمولاً آسیب‌پذیری بره‌ها در این دوره با کاهش انتقال ایمنی غیرفعال و سیستم ایمنی نابالغ تشدید می‌شود؛ از سوی دیگر به‌دلیل انتقال موفق ریزمغذی‌ها از طریق خون مادر به جنین، سرعت رشد جنین افزایش یافته و سبب تفاوت در وزن هنگام تولد بره‌ها می‌شود (Abd Eldaim et al., 2015). بره‌های به‌دنیاآمده از تیمارهای دریافت‌کننده، احتمالاً به‌دلیل تأثیر آنتی‌اکسیدانی بر سیستم ایمنی، توانستند با چالش‌های متابولیک دوره اول زندگی بهتر کنار بیایند و به‌دنبال آن با کاهش تنش‌ها و بیماری‌ها در آن‌ها و رشد و توسعه بهتر، افزایش وزن و بهبود قابلیت هضم مشاهده شد (Asadi et al., 2025d). گروه ویتامین B، برای سنتز نوکلئوتید و رشد سلولی، تأثیر بر سیستم ایمنی و کاهش اسهال ضروری است (Asadi et al., 2024b). مواد معدنی و ویتامین‌ها ریزمغذی‌های مرتبط با سلامت و ایمنی هستند و ارتباط تنگاتنگی بین وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن و سلامت دام وجود دارد (Yadav et al., 2023).

استرس متحمل‌شده هنگام تولد، موجب کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی حیوان شده و همان‌طور که توسط Miqueo و همکاران (2024) بیان شده است، تقویت مخزن آنتی‌اکسیدانی در نوزادان حیوانات، می‌تواند به بهبود این متغیرها کمک کند. مواد معدنی و ویتامین‌های مرتبط با سیستم آنتی‌اکسیدانی، که به‌صورت تزریقی در دوره انتقال پیش از زایش مصرف می‌شود، سیستم آنتی‌اکسیدانی بره نوزاد را تقویت و محصولات پراکسیداسیون لیپیدی را در نتیجه کاهش اکسیداتیو کاهش می‌دهد (Asadi et al., 2024c). بنابراین این افزایش در سیستم آنتی‌اکسیدانی، باعث بروز موارد کم‌تری از اسهال و به‌دنبال آن شروع دیرتر این اختلال متابولیک و میانگین نمره مدفوع بهتر در بره‌ها می‌شود. از سویی دیگر، تغییر جمعیت میکروبی شکمبه، باعث افزایش فعالیت سوخت‌وساز میکروارگانیسم‌ها، افزایش قابلیت هضم و سپس جذب مواد مغذی می‌شود (Weiss, 2010). در پژوهش حاضر، می‌توان بهبود امتیاز مدفوع را به بهبود قابلیت هضم ظاهری و به سبب آن، به‌ضرورت ریزمغذی‌ها برای میکروارگانیسم‌های شکمبه و افزایش جمعیت آن‌ها به‌دنبال افزایش غلظت آن‌ها در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد نسبت داد (Asadi et al., 2025a).

۵. نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که تزریق هم‌زمان مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی، با تعدیل پاسخ‌های فیزیولوژیک و متابولیکی میش‌های دوره انتقال، زمینه بهبود عملکرد رشد و وضعیت سلامت بره‌ها را فراهم می‌کند. از این‌رو، استفاده هم‌زمان از مواد معدنی و ویتامین‌ها در برنامه‌های تغذیه‌ای و مدیریتی میش‌های آبستن قابل توصیه است.

۶. ملاحظات اخلاقی

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

۷. مشارکت نویسندگان

محمد اسدی: استاد راهنمای پایان‌نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله؛

حسین عمرانی: انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش نویس مقاله؛

کاظم یوسفی کلاریکلانی: استاد مشاور پایان‌نامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله؛

شعله قربانی: مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله؛

آیدا تیموری: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. حامی مالی

حمایت مالی از این پژوهش از طرف مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان انجام شده است.

۱۰. تشکر و قدردانی

از بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان به‌واسطه فراهم‌نمودن امکانات مرزعه‌ای و آزمایشگاهی این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۱. منابع

- اسدی، محمد؛ کمالی، رضا؛ و اسدزاده، نادر (۱۴۰۴). تأثیر تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در دوره انتقال بر شاخص‌های التهابی و آنتی-اکسیدانی گاوهای شیری. *پژوهش‌های علوم دامی/ایران*، ۱۷(۲)، ۱۴۱-۱۵۴.
- اسدی، محمد؛ کمالی، رضا؛ و اسدزاده، نادر (۱۴۰۴). اثر تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در شروع دوره انتقال گاوهای شیری هلشتاین بر تغییرات هماتولوژی گاوها و هماتولوژی و انتقال ایمنی گوساله‌های تازه متولدشده. *علوم دامی/ایران*، ۵۶(۳)، ۵۹۷-۶۱۵.
- اسدی، محمد؛ کمالی، رضا؛ و اسدزاده، نادر (۱۴۰۴). اثر تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در اواخر دوره آبستنی گاوهای شیری هلشتاین بر عملکرد، شاخص رشد اسکلتی، وضعیت اسهال، فراسنجه‌های خونی و آنتی‌اکسیدانی گوساله‌های آن‌ها. *تولیدات دامی*، ۲۷(۱)، ۲۷-۴۱.

- اسدی، محمد؛ قورچی، تقی؛ توغدری، عبدالحکیم؛ و حسینی سابقی، حسین (۱۴۰۰). اثر تزریق سطوح مختلف سلنیوم و ویتامین E بر متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی، فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در اواخر آبستنی گاوهای هلشتاین و عملکرد گوساله‌های آن‌ها. *علوم دامی/ایران*، ۵۲(۳)، ۱۸۹-۲۰۱.
- خدامرادی، شریف؛ فتاح‌نیا، فرشید؛ جعفری، هوشنگ؛ تأسلی، گلناز و محمدی، یحیی (۱۳۹۹). اثر تزریق ویتامین C و مس در گاوهای دوره انتقال بر ترکیب آغوز و متابولیت‌های سرم گوساله‌های تازه متولدشده. *علوم دامی (پژوهش و سازندگی)*، ۳۳(۱۲۷)، ۱۸۹-۱۹۸.
- شهبازی، فردین؛ فتاح‌نیا، فرشید؛ شمس‌الهی، محمد؛ جعفری، هوشنگ و محمدی، یحیی (۱۴۰۳). اثر زمان و مقدار تزریق ویتامین AD₃E در اواخر آبستنی بر کیفیت آغوز، غلظت فراسنجه‌های پلاسما و وضعیت آنتی‌اکسیدانی میش‌های افشاری و بره‌های آن‌ها. *تحقیقات تولیدات دامی*، ۱۱۳(۱)، ۴۹-۶۷.
- عمرانی، حسین؛ اسدی، محمد؛ کمالی، رضا؛ حاتمی، مریم؛ میرحبیبی، سهیل؛ و تیموری، آیدا (۱۴۰۵). اثر تزریق ویتامین B کمپلکس بر فراسنجه‌های خونی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی گوساله‌های پرواری در شرایط تنش حمل و نقل. *تحقیقات تولیدات دامی*، ۱۱۵(۱)، ۱۰۵-۱۱۴.
- موحد نسب، مهرداد؛ طهماسبی، عبدالمنصور؛ وکیلی، سیدعلیرضا و ناصریان، عباسعلی (۱۴۰۱). اثر مکمل روغن کتان و تزریق ویتامین‌های (A, D₃, E) بر عملکرد و متابولیت‌های سرم گوساله‌های ماده شیرخوار. *پژوهش‌های علوم دامی/ایران*، ۱۴(۳)، ۳۱۵-۳۰۵.
- نصر چالشتی، پروین؛ فدایی فر، امیر؛ عزیزی، ایوب؛ و آذرفر، آرش (۱۴۰۰). اثر سطوح مختلف مس به‌صورت بلوس آهسته‌رهش بر تولید و ترکیب شیر و برخی فراسنجه‌های خونی میش‌های لری بختباری. *تحقیقات تولیدات دامی*، ۱۰(۴)، ۳۵-۴۷.

References

- Abd Eldaim, M. A. A., Gaafar, K. M., Darwish, R. A., Mahboub, D., & Helal, M. A. (2015). Prepartum vitamin A supplementation enhances goat doe health status and kid viability and performance. *Small Ruminant Research*, 129, 6-10.
- Abdelnour, S. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Arif, M., Taha, A. E., & Noreldin, A. E. (2019). Stress biomarkers and proteomics alteration to thermal stress in ruminants: A review. *Journal of Thermal Biology*, 79, 120-134.
- 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. *Journal of Trace Element and Medicine Biology*, 65, 126718.
- Ali, A., Abdel-Rahman, M. M., & Mohamed, M. I. (2018). Changes in bone metabolism markers during late pregnancy and early lactation in ewes. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 204-211.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist, 17th edition, Arlington, USA.
- 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. (2024). 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*, 14(3), 371-379.
- Asadi, M., Hatami, M., & Fard, H. M. (2024). 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, 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*, 15(1), 87-95.

- Asadi, M., Kamali, R., & Asadzadeh, N. (2025b). The effect of vitamin and mineral supplement injection during the transition period on inflammatory and antioxidant indices of dairy cows. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 17(2), 141-154. (In Persian)
- Asadi, M., Kamali, R., & Asadzadeh, N. (2025c). The effect of vitamin and mineral injection at the start of transition period of Holstein dairy cows on changes in the hematology of cows and the hematology and immune transmission to newborn calves. *Iranian Journal of Animal Science*, 56(3), 597-615. (In Persian)
- Asadi, M., Kamali, R., & Asadzadeh, N. (2025d). 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)
- Asadi, M., Toghdory, A., Ghoorchi, T., & Hatami, M. (2024). The effect of maternal organic manganese supplementation on performance, immunological status, blood biochemical and antioxidant status of Afshari ewes and their newborn lambs in transition period. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 108, 493-499.
- Asadi, M., Ghoorchi, T., Toghdory, A. & Hoseini Sabeghi, H. (2021). Effect of different levels of selenium and vitamin E injection on thyroid hormones metabolism and biochemical parameters in late pregnancy of Holstein cows and their calf performance. *Iranian Journal of animal Science*, 52(3), 189-201. (In Persian)
- Batistel, F., Osorio, J. S., Tariq, M. R., Li, C., Caputo, J., & Socha, M. T. (2017). Peripheral leukocyte and endometrium molecular biomarkers of inflammation and oxidative stress are altered in periparturient dairy cows supplemented with Zn, Mn, and Cu from amino acid complexes and Co from Co glucoheptonate. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(1), 1-2.
- Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N., & Nardone, A. (2005). Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, 2017-2026.
- Bradford, B. J., Yuan, K., Farney, J. K., Mamedova, L. K., & Carpenter, A. J. (2015). Invited review: Inflammation during the transition to lactation: New adventures with an old flame. *Journal of Dairy Science*, 98, 6631-6650.
- Ceciliani, F., Ceron, J. J., Eckersall, P. D., & Sauerwein, H. (2012). Acute phase proteins in ruminants. *Journal of Proteomics*, 75, 4207-4231.
- El-Sherif, M. M. A., & Assad, F. (2001). Changes in some blood constituents of Barki ewes during pregnancy and lactation under semi-arid conditions. *Small Ruminant Research*, 40(3), 269-277.
- Emrani, H., Asadi, M., Kamali, R., Hatami, M., Mirhabibi, S., & Teymouri, A. (2026). Effect of vitamin B complex injection on blood parameters and antioxidant status in fattening calves under transportation stress. *Animal Production Research*, 15(1), 105-114. (In Persian)
- 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.
- Gaal, T., Mézes, M., Noble, R. C., Dixon, J., & Speake, B. K. (1997). Lipid peroxidation and antioxidant status in blood of pregnant ewes. *Acta Veterinaria Hungarica*, 45(3), 387-396.
- 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 D3 on some immune and oxidative stress characteristics in transition dairy cows. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 12(2), 25-35.
- Hefnawy, A. E., & Tohamy, A. (2010). Influence of mineral and vitamin supplementation on pregnancy performance in sheep. *Veterinary Research Communications*, 34(6), 519-530.
- Holcombe, S. J., Wisnieski, L., Gandy, J., Norby, B., & Sordillo, L. M. (2018). Reduced serum vitamin D concentrations in healthy early-lactation dairy cattle. *International Journal of Dairy Science*, 3, 1-7.
- Kabu, M., Civelek, T., & Birdane, F. M. (2014). Effects of boron, propylene glycol and methionine administration on some hematological parameters in dairy cattle during periparturient period. *Veterinary Archives*, 84(1), 19-29.
- Kafilzadeh, F., Shabankareh, H. K., & Targhibi, M. R. (2012). Effect of chromium supplementation on productive and reproductive performances and some metabolic parameters in late gestation and early lactation of dairy cows. *Biological Trace Element Research*, 149, 42-49.

- Kegley, E. B., Ball, J. J., & Beck, P. (2016). Impact of mineral and vitamin status on beef cattle immune function and health. *Journal of Animal Science*, 94, 59-69.
- Khan, M. Z., Huang, B., Kou, X., Chen, Y., Liang, H., Ullah, Q., Khan, I. M., Khan, A., Chai, W., & Wang, C. (2024). Enhancing bovine immune, antioxidant and anti-inflammatory responses with vitamins, rumen-protected amino acids, and trace minerals to prevent periparturient mastitis. *Frontiers in Immunology*, 14, 1290044.
- Khodamoradi, S., Fatahnia, F., Jafari, H., Taasoli, G., & Mohammadi, Y. (2020). Effect of injection of vitamin C and copper to transition dairy cows on colostrum composition and serum metabolites of neonatal calves. *Research Journal of Livestock Science*, 33(127), 189-198. (In Persian)
- Miqueo, E., Mattioli, G. A., Moore, D. P., Bilbao, M. G., Moran, K. D., & Relling, A. E. (2024). Impact of parenteral maternal supplementation with trace minerals and vitamins on neonatal calf antioxidant system and growth in a dairy herd. *Animals*, 14, 1868.
- Movahednasab, M., Tahmasebi, A., Vakili, S. A., & Naserian, A. (2022). The Effect of Flaxseed Oil Supplementation and Injection of Vitamins (A, D₃, E) on the Performance and Blood Metabolites of Suckling Calves. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 14(3), 305-315. (In Persian)
- Nanev, V., Vladov, I., & Kirazov, L. (2020). Serum trace elements and enzymes in lambs with introduced haemonchosis. *Acta Morphologica et Anthropologica*, 27(3-4), 43-48.
- Nasr Chaleshtori, P., Fadayifar, A., Azizi, A., & Azarfar, A. (2021). The effect of slow-release bolus of copper on performance and some blood metabolites of Lori-Bakhtiari pregnant ewes and their lambs. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 13(2), 193-205. (In Persian)
- Rodriguez, M., Enger, B. D., Weiss, W. P., Lee, K., & Lee, C. (2023). Effects of different vitamin A supplies on performance and the risk of ketosis in transition cows. *Journal of Dairy Science*, 106(4), 2361-2373.
- 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)
- Sejian, V., Singh, A. K., Sahoo, A., & Naqvi, S. M. K. (2014). Effect of mineral mixture and antioxidant supplementation on growth, reproductive performance and adaptive capability of Malpura ewes subjected to heat stress. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98, 72-83.
- Senthilkumar, P., Nagalakshmi, D., Reddy, Y. R., & Sudhakar, K. (2009). Effect of different level and source of copper supplementation on immune response and copper dependent enzyme activity in lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 645-653.
- Slanzon, G. S., Toledo, A. F., Silva, A. P., Coelho, M. G., da Silva, M. D., Cezar, A. M., & Bittar, C. M. (2019). Red propolis as an additive for preweaned dairy calves: Effect on growth performance, health, and selected blood parameters. *Journal of Dairy Science*, 102(10), 8952-8962.
- Soldá, N. M., Glombowsky, P., Campigotto, G., Bottari, N. B., Schetinger, M. R. C., Morsch, V. M., Favero, J. F., Baldissera, M. D., Schogor, A. L. B., Barreta, D., Machado, G., & da Silva, A. S. (2017). Injectable mineral supplementation to transition period dairy cows and its effects on animal health. *Comparative Clinical Pathology*, 26(2), 335-342.
- Somagond, Y. M., Alhussien, M. N., & Dang, A. K. (2023). Repeated injection of multivitamins and multiminerals during the transition period enhances immune response by suppressing inflammation and oxidative stress in cows and their calves. *Frontiers in Immunology*, 14, 1059956.
- 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.
- Vatankhah, S., Ebrahimi, M., Taghizadeh, A., & Asadpour, R. (2025). Impacts of trace minerals supplementation on reproductive performance and blood parameters of Ghezel ewes. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 15(1), 49-60.
- Weiss, W. P. (2010). Antioxidant nutrients and milk quality. Extension Americas Research Based Learning Network, July, 19.
- 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. PREPRINT, Research Square, 29 September 2023.