



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

Mohammad Asadi^{1✉} , Reza Kamali² , Nader Asadzadeh³ 

1. Corresponding Author 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. Department of Animal Sciences Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Gorgan, Gorgan, Iran. E-mail: R.kamali@areeo.ac.ir
3. Scientific board member of animal science research institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO) Iran. E-mail: n.asadzadeh@areeo.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	The present study was conducted to investigate the effect of mineral and vitamin injection in late pregnancy on hematological changes in cows and hematology and immune transfer to their calves using 32 transition cows in a completely randomized contrasted design with 4 treatments and 8 replications. Experimental treatments included: 1) control (no vitamin and mineral supplement injection), 2) treatment receiving injectable vitamin supplement, 3) treatment receiving injectable mineral supplement and 4) treatment receiving vitamin and mineral supplement injection together. The supplements were injected 28 days before calving. Vitamin supplements included vitamins A, D3, E, B1, B2, B3, B6, B12, C, and mineral supplements included calcium, copper, magnesium, and phosphorus. The injection dose of mineral supplement was 100 ml and the injection dose of vitamin supplement was 20 ml. To examine hematological parameters, blood samples were taken from cows 21 days before calving, on the day of calving, and 21 days after calving. Also, the immunoglobulin status of the calves was measured on birthday, 24 hours after birth, and 30 days after birth, and samples were taken on the 30th day to examine their hematological parameters. The results showed that the injection of minerals, vitamins, and minerals and vitamins increased the concentration of hemoglobin and monocytes in cows before calving and on the day of calving ($P<0.05$). On the other hand, IgG and IgM were associated with an increase in calves born to mothers receiving supplements ($P<0.05$). As a result, simultaneous injection of minerals and vitamins can improve the function of the immune system of cows and the immune status and health of calves.
Article history: Received: 30 November 2024 Received in revised form: 24 December 2024 Accepted: 25 December 2024 Published online: Autumn 2025	
Keywords: <i>Transition period, minerals, vitamins, hematology, immunoglobulin.</i>	

Cite this article: Asadi, M., Kamali, R. & Asadzadeh, N. (2025). 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. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2024.386110.654043>



© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2024.386110.654043>

Extended Abstract Introduction

The various challenges that cows face in late pregnancy have lasting effects on their health and affect the calf's immune system at birth and throughout life. On the other hand, increased oxidative stress and excessive production of free radicals during the transition period affect the developing fetus. This effect can alter the ability of the livestock to cope with metabolic diseases and also the calves to defend themselves against pathogens and cope with stressors. Identifying and optimizing the effect of specific nutrients in the animal health program can be an effective management strategy to reduce oxidative stress and inflammation associated with the transition period and the subsequent immune disorders and impaired health of cows and their calves. In this regard, vitamins and minerals are known for their anti-inflammatory and anti-oxidative properties. Providing essential micronutrients to the mother during pregnancy is an effective way to meet the needs of the baby.

Material and Methods

The present study was conducted to investigate the effect of mineral and vitamin injection in late pregnancy on hematological changes in cows and hematology and immune transfer to their calves using 32 transition cows in a completely randomized contrasted design with 4 treatments and 8 replications. Experimental treatments included: 1) control (no vitamin and mineral supplement injection), 2) treatment receiving injectable vitamin supplement, 3) treatment receiving injectable mineral supplement and 4) treatment receiving vitamin and mineral supplement injection together. The supplements were injected 28 days before calving. Vitamin supplements included vitamins A, D3, E, B1, B2, B3, B6, B12, C, and mineral supplements included calcium, copper, magnesium, and phosphorus. The injection dose of mineral supplement was 100 ml and the injection dose of vitamin supplement was 20 ml. To examine hematological parameters, blood samples were taken from cows 21 days before calving, on the day of calving, and 21 days after calving. Also, the immunoglobulin status of the calves was measured on birthday, 24 hours after birth, and 30 days after birth, and samples were taken on the 30th day to examine their hematological parameters.

Results

The results showed that simultaneous Injection of minerals, vitamins, and simultaneous mineral and vitamin injections increased hemoglobin and monocyte concentrations in cows before calving ($P < 0.05$). No differences were observed between the concentration of red blood cells, hematocrit, platelets, mean red blood cell volume, mean cellular hemoglobin, mean red blood cell hemoglobin concentration, white blood cells, neutrophils, lymphocytes, neutrophil to lymphocyte ratio, eosinophils, and basophils of the experimental treatments. Injection of minerals and vitamins in late pregnancy of cows had no effect on red blood cell concentration, hematocrit, platelets, mean red blood cell volume, mean cellular hemoglobin, mean red blood cell hemoglobin concentration, white blood cell, neutrophil, lymphocyte, neutrophil to lymphocyte ratio, eosinophil and basophil of experimental treatments. In the treatments receiving minerals and vitamins in late pregnancy, an increase in hemoglobin concentration was observed compared to the control group in the postpartum period of cows ($P < 0.05$). Injection of minerals and vitamins before parturition had no effect on red blood cell concentration, hematocrit, platelets, mean red blood cell volume, mean cellular hemoglobin, mean red blood cell hemoglobin concentration, white blood cells, neutrophils, lymphocytes, neutrophil to lymphocyte ratio, monocytes, eosinophils, and basophils of the experimental treatments. Injection of minerals and vitamins to late-pregnant cows had no effect on the concentration of red blood cells, hemoglobin, hematocrit, platelets, mean red blood cell volume, mean cellular hemoglobin, mean red blood cell hemoglobin concentration, white blood cells, neutrophils, lymphocytes, neutrophil to lymphocyte ratio, monocytes, eosinophils, and basophils of calves born to the experimental treatments. IgG and IgM in calves born from mothers receiving vitamins, minerals, and vitamins and minerals simultaneously were associated with an increase on the day of birth, 24 hours after birth, and 30 days after birth ($P < 0.05$), and none of the treatments caused a significant change in IgA of calves at any time.

Conclusion

Injection of minerals and vitamins to pregnant cows during the transition period increased hemoglobin and monocytes in cows before and after calving. Also, maternal injection of minerals and vitamins increased immunoglobulin G and M in calves born from these groups. Therefore, according to the results obtained, simultaneous injection of minerals and vitamins to cows during the transition period leads to better functioning of blood cells and coping with stress and inflammation in cows and improves the immune system in cows and their calves.

Author Contributions

Mahdi Zhandi: Conceptualization, Validation, Supervision, Writing - Review & Editing, Project administration,

Omid Bouzari: Methodology, Software, Formal analysis, Investigation, Writing - Original Draft

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Data Availability Statement

The data supporting reported results are collected and used from published articles, to them we have referred in the manuscript.

Acknowledgements

The authors would like to thank all participants of the present study.

Ethical considerations

The study was approved by the Ethics Committee of the University of ABCD (Ethical code: IR.UT.RES.2024.500). The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

اثر تزریق مکمل‌های ویتامینی و معدنی در شروع دوره انتقال گاوهای شیری هلشتاین بر تغییرات هماتولوژی گاوها و هماتولوژی و انتقال ایمنی گوساله‌های تازه متولد شده

محمد اسدی^۱ | رضا کمالی^۲ | نادر اسدزاده^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه:

hammad.asadi_s97@gau.ac.ir

۲. گروه تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: R.kamali@areeo.ac.ir

۳. بخش تحقیقات مدیریت پرورش دام و طیور، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران. رایانامه: n.asadzadeh@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر تزریق برخی عناصر معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی گاوها بر تغییرات هماتولوژی گاوها و هماتولوژی و انتقال ایمنی گوساله‌های آنها با استفاده از ۳۲ گاو آبستنی دوره انتقال در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۸ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) گروه شاهد (عدم تزریق مکمل ویتامینی و معدنی)، (۲) تیمار دریافت‌کننده مکمل ویتامینی تزریقی، (۳) تیمار دریافت‌کننده مکمل معدنی تزریقی و (۴) تیمار دریافت‌کننده مکمل ویتامینی و معدنی تزریقی بود. تزریق مکمل‌ها در ۲۸ روز قبل زایش 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 ۱۰۰ میلی‌لیتر و دز تزریق مکمل ویتامینی ۲۰ میلی‌لیتر بود. جهت بررسی پارامترهای هماتولوژی، خونگیری از گاوها در روزهای ۲۱ پیش از زایش، روز زایش و ۲۱ روز پس از زایش انجام شد. همچنین وضعیت ایمنوگلوبین خون گوساله‌ها در روز تولد، ۲۴ ساعت پس از تولد و سی روز پس از تولد اندازه‌گیری شد و در روز سی‌ام نمونه جهت بررسی پارامترهای هماتولوژی آنها نیز اخذ شد. نتایج نشان داد که تزریق مواد معدنی، ویتامین‌ها و مواد معدنی و ویتامین‌ها به صورت همزمان سبب افزایش غلظت هموگلوبین و مونوسیت در خون گاوها پیش از زایش شد ($P < 0.05$). همچنین در روز زایش افزایش غلظت هموگلوبین و مونوسیت در تیمارهای دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ($P < 0.05$). از طرفی، IgG و IgM در گوساله‌های بدنیا آمده از مادران دریافت‌کننده ویتامین‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها و مواد معدنی به طور همزمان، در روزهای تولد، ۲۴ ساعت پس از تولد و ۳۰ روز پس از تولد با افزایش همراه بود ($P < 0.05$). در نتیجه، تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به صورت همزمان می‌تواند سبب بهبود عملکرد سیستم ایمنی گاوها و وضعیت انتقال ایمنی و سلامت گوساله‌ها شود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۰۴	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۵	
تاریخ انتشار: پاییز ۱۴۰۴	
کلیدواژه‌ها:	
دوره انتقال، مواد معدنی، ویتامین، هماتولوژی، ایمنوگلوبین.	

استاد: 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 متولد شده. نشریه علوم دامی ایران، ۵۶ (۳)، ۶۱۵-۵۹۷. DOI:

<https://doi.org/10.22059/ijas.2024.386110.654043>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2024.386110.654043>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

در زندگی گاو شیری، مرحله‌ای مهم‌تر و بحرانی‌تر از دوره انتقال که شامل سه هفته پیش تا سه هفته پس از زایش می‌شود وجود ندارد (Manidari et al., 2010؛ Amanlou et al., 2012). گاوهای دوره انتقال علاوه بر کاهش مصرف خوراک، با چالش‌هایی نظیر اختلال در متابولیسم انرژی، تداخل در استفاده از منابع مواد معدنی، تضعیف عملکرد سیستم ایمنی و التهاب مواجه هستند که در مجموع، سلامت گاو، سلامت گوساله، تولید آغوز، شیر و در نهایت سودآوری گله را تحت تأثیر قرار می‌دهند (موسوی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Miqueo et al., 2024). با افزایش احتیاجات متابولیکی، تولید رادیکال‌های آزاد افزایش یافته که سبب اکسید کردن لیپیدها و استرس اکسیداتیو شده و در نهایت باعث آسیب به سلول‌ها به خصوص سلول‌های سیستم ایمنی بدن می‌شود (Sordillo, 2005؛ Spears and weiss, 2008). استرس اکسیداتیو، عامل آسیب رسان 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 (Aboelu et al., 2019). در این هنگام، چندین مؤلفه سیستم دفاعی میزبان، از جمله رشد نوتروفیل‌ها، مهاجرت و عملکرد، تکثیر لنفوسیت‌ها، پاسخ‌های آنتی بادی و تولید سیتوکین‌ها توسط سلول‌های ایمنی تغییر می‌کند (Bradford et al., 2017؛ Batistel et al., 2015). گوساله تازه متولد شده، سیستم ایمنی توسعه نیافته دارد و از نظر ایمنی متکی به انتقال غیر فعال ایمونوگلوبولین‌های مادری از آغوز می‌باشد (Alhussien et al., 2021). از طرفی، گوساله‌های به دنیا آمده از گاوهای تحت تنش اکسیداتیو، در ماه‌های اولیه زندگی خود تحت تنش قرار گرفته و دچار مشکلاتی از قبیل کاهش سرعت رشد، افزایش ابتلا به بیماری، تضعیف سیستم ایمنی آنها می‌شود (Coleman et al., 2021؛ Yadav et al., 2023). لذا مدیریت دوره انتقال باید در جهت کاهش توازن انرژی، تقویت سامانه ایمنی دام و به دنبال آن حفظ سلامت گوساله‌ها باشد. شناسایی و بهینه‌سازی تأثیر مواد مغذی خاص می‌تواند یک استراتژی مدیریتی کارآمد برای کاهش استرس اکسیداتیو مرتبط با دوره انتقال، اختلالات ایمنی و سلامت باشد که در این رابطه، ویتامین‌ها و مواد معدنی به دلیل خواص ضدالتهابی و ضداکسیداتیو خود شناخته شده‌اند (Allahyari et al., 2019؛ Somagond et al., 2023). ویتامین‌ها و مواد معدنی برای سلامت و تولید گاوهای شیری ضروری هستند، زیرا به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های سلولی و تعدیل‌کننده سیستم ایمنی عمل می‌کنند (Smith et al., 2018). کاهش غلظت مواد معدنی و ویتامین‌ها در خون در طول دوره پس از زایمان می‌تواند منجر به مختل شدن بسیاری از عملکردهای و سبب بیماری‌های التهابی مختلف و حتی تشدید بیماری‌های متابولیکی در گاو شود (Meglia et al., 2001؛ Kegley et al., 2016). تجویز عناصر و ویتامین‌های مختلف به گاوهای پیش از زایش، به طور قابل توجهی بروز بیماری‌های مختلف مرتبط با زایمان را کاهش، اثرات مضر تولید بیش از حد اکسیژن‌های فعال را کاهش می‌دهد، پاسخ ایمنی حیوانات را تقویت و بازگشت سریع به هموستاز را ترویج می‌کند (Dang et al., 2013؛ Khan et al., 2020). با توجه به با توجه به اهمیت تغذیه مواد معدنی و ویتامین‌ها در دوره انتقال و اثرات آن بر سیستم ایمنی مادر و نوزاد، پژوهشی به منظور بررسی تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر بارداری گاوها بر تغییرات هماتولوژی گاوها و هماتولوژی و انتقال ایمنی گوساله‌های آنها انجام شد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر در پاییز ۱۴۰۳ در مزرعه دامپروری دام نمونه زروان واقع در شهرستان گرگان صورت گرفت. بدین منظور ۳۲ رأس گاو با میانگین تولید $2/7 \pm 1/7$ ، با دو نوبت زایش و اسکور بدنی $3/5 \pm 0/25$ در اواخر دوره آبستنی به ۴ تیمار و ۸ تکرار در قالب طرح کامل تصادفی تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) گروه شاهد (عدم تزریق مکمل ویتامینی و معدنی)، ۲) تیمار دریافت‌کننده مکمل ویتامینی تزریقی، ۳) تیمار دریافت‌کننده مکمل معدنی تزریقی و ۴) تیمار دریافت‌کننده مکمل ویتامینی و معدنی تزریقی باهم بود. تزریق مکمل‌ها در ۲۸ روز قبل زایش انجام شد. مکمل ویتامینی حاوی ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A (پالمیتات)، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۲۱ میلی‌گرم ویتامین E (استات)، ۶ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۲ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۵ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۱۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B₃ (نیکوتینامید)، ۳ میکروگرم ویتامین B₁₂، ۶ میلی‌گرم دی پانتنول و ۲ میلی‌گرم ویتامین C و در تزریق آن طبق توصیه شرکت سازنده ۲۰ میلی‌گرم به ازای هر رأس

گاو بود و مکمل معدنی که هر میلی لیتر آن حاوی ۴۰۰ میلی گرم کلسیم بروگلوکونات، ۲۲ میلی گرم منیزیم هیپوفسفیت و دو میلی گرم مس بوده و دُر تزریق آن طبق توصیه شرکت سازنده ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر رأس گاو بود.

گاوها پیش از گروه بندی از نظر سلامت و سوابق چندقلو زایی بررسی شدند؛ کلیه دامها سالم و تکقلو زا بودند. جیره مورد استفاده پیش از زایش و پس از زایش گاوها و جیره آغازین گوساله ها و مواد مغذی آنها در جدول ۱ آمده است. گاوهای گروه های آزمایشی در طول پژوهش بطور گروهی نگهداری شده و دو وعده در روز از خوراک مصرفی به شکل TMR تغذیه می شدند و در طول آزمایش به طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند. پس از تولد، گوساله های متولد شده از هر گروه به مدت ۳۰ روز مورد بررسی قرار گرفتند. در ۲۴ ساعت اول پس از تولد، گوساله ها از مادر جدا شده و ناف با محلول تنتور ضد عفونی و پس از توزین به جایگاه های انفرادی منتقل شدند. سپس ۴ لیتر آغوز در دو نوبت و در ۸ ساعت اول تولد تغذیه شد و تغذیه با آغوز تا ۲ روز دیگر بر اساس ۱۰ درصد وزن بدن ادامه یافت. گوساله های دو بار در روز (۸:۳۰ صبح و ۴:۳۰ بعد از ظهر) با شیر تغذیه شدند. گوساله ها، از روز پنجم تولد به طور آزادانه به آب آشامیدنی دسترسی داشتند و تنها یک ساعت قبل تا یک ساعت پس از شیردوشی، از دسترسی گوساله ها به آب جلوگیری می شد.

جدول ۱. جیره و ترکیبات شیمیایی

اجزای جیره گاوها قبل از زایش (درصد ماده خشک)		اجزای جیره گاوها بعد از زایش (درصد ماده خشک)		اجزای جیره آغازین گوساله ها (درصد ماده خشک)	
سیلاژ ذرت	۴۷/۵۰	سیلاژ ذرت	۲۱/۳۱	یونجه	۱۰/۰۰
یونجه	۱۲/۵۰	یونجه	۱۷/۰۴	کنجاله سویا	۳۰/۶۰
دانه جو	۱۰/۰۸	تقاله چغندر قند	۹/۷۴	دانه ذرت	۳۲/۹۰
دانه ذرت	۱۱/۴۹	پنبه دانه کامل	۸/۸۶	دانه جو	۱۸/۰۰
کنجاله سویا	۳/۰۴	دانه جو	۱۱/۷۶	فول فت سویا	۲/۷۰
پودر ماهی	۱/۵۵	دانه ذرت	۱۴/۳۴	مکمل معدنی-ویتامینی	۲/۲۰
کنجاله کلزا	۵/۴۲	کنجاله گلو تن ذرت	۱/۵۵	جوش شیرین	۱/۳۰
کنجاله گلو تن ذرت	۱/۵۵	کنجاله سویا	۸/۱۷	اکسید منیزیم	۰/۴۰
پنبه دانه کامل	۲/۳۹	پودر ماهی	۱/۷۳	کربنات کلسیم	۱/۴۰
سولفات منیزیم	۰/۷۱	کنجاله گلو تن ذرت	۱/۵۸	توکسین بایندر	۰/۵۰
کربنات کلسیم	۱/۳۶	بتونیت	۰/۵۲		
کلرید کلسیم	۰/۶۱	کربنات کلسیم	۰/۷۶		
موننسن	۰/۲۵	نمک	۰/۵۰		
مخمر	۰/۲۵	موننسن	۰/۲۵		
مکمل معدنی-ویتامینی	۱/۲۱	مخمر	۰/۲۵		
		مکمل معدنی-ویتامینی	۱/۶۴		
ترکیب شیمیایی		ترکیب شیمیایی		ترکیب شیمیایی	
مقدار	مواد مغذی جیره	مقدار	مواد مغذی جیره	مقدار	مواد مغذی جیره
	انرژی شیردهی (Mcal/kg DM)		انرژی شیردهی (Mcal/kg DM)		انرژی شیردهی (Mcal/kg DM)
۱/۶۱	پروتئین خام (%)	۱/۷۲	پروتئین خام (%)	۲/۶۲	متابولیسمی
۱۳/۶۷	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (%)	۱۶/۱۰	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (%)	۲۱/۶۹	پروتئین خام (%)
۳۴/۶۰	خاکستر (%)	۳۲/۲۰	خاکستر (%)	۲۷/۱۵	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (%)
۷/۹۲	کلسیم (%)	۸/۰۸	کلسیم (%)	۲۰/۰۹	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (%)
۱/۳۴	فسفر (%)	۰/۹۴	فسفر (%)	۰/۹۴	عصاره اتری (%)
۰/۳۹	DCAD (meq kg ⁻¹)	۰/۴۴	DCAD (meq kg ⁻¹)	۶/۵۵	خاکستر (%)
-۵۷		۲۸۸		۰/۸۱	کلسیم (%)
				۰/۵۱	فسفر (%)

جهت بررسی پارامترهای هماتولوژی در روزهای ۲۱ روز قبل از زایش، روز زایش و ۲۱ روز پس از زایش گاوها و روز ۳۰ گوساله‌ها حدود ۳ میلی لیتر خون از ۶ تکرار از هر تیمار اخذ شد و به لوله‌های حاوی محلول EDTA انتقال داده شد؛ لوله‌های حاوی نمونه بلافاصله در داخل یخ به آزمایشگاه انتقال یافت. پارامترهای هماتولوژی از جمله گلبول‌های سفید خون، نوتروفیل، آنوزینوفیل، لنفوسیت، مونوسیت و بازوفیل اندازه‌گیری شد و گلبول‌های قرمز خون، هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط گلبول‌های قرمز، میانگین هموگلوبین‌های سلولی و میانگین غلظت هموگلوبین‌های سلولی نیز با روش شمارش سلولی خودکار (21-NKX model Syfmex A) تعیین گردید.

بعد از زایش، ۵۰ میلی لیتر آغوز از هر دام جمع‌آوری و غلظت ایمینوگلوبین G، M و A آن با استفاده از روش الایزا و کیت شرکت بيو ایکس بلژیک اندازه‌گیری شد.

جهت بررسی انتقال ایمنی، ایمینوگلوبین G، M و A خون گوساله‌ها در بدو تولد، ۲۴ ساعت پس از تولد و ۳۰ روز پس از تولد آنها با روش الایزا (الایزا ریدر مدل MPANM96 با محدوده طیفی ۳۴۰-۹۰۰ و تفکیک طول موجی ۱ نانومتر) و کیت شرکت بيو ایکس بلژیک اندازه‌گیری شد.

در نهایت اطلاعات حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۸ تکرار آنالیز شد. تجزیه تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و رویه GLM صورت گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۱ درصد استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از مدل آماری زیر استفاده شود:

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

Y_{ij} = مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام، μ = اثر میانگین، T_i = اثر تیمار i ام، e_{ij} = اثر خطای آزمایشی مربوط به

تیمار i ام در تکرار j ام

نتایج

نتایج بدست آمده از تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی گاوها بر ایمینوگلوبین آغوز گاوها در جدول ۲ آمده است. در تیمارهای دریافت‌کننده مواد معدنی، ویتامین‌ها و مواد معدنی و ویتامین‌ها، افزایش IgG آغوز، IgM آغوز و IGA آغوز نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ($P < 0.05$).

جدول ۲. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای آبستن بر ایمینوگلوبین آغوز

ایمینوگلوبین آغوز	شاهد	مواد معدنی	ویتامین‌ها	تیمارهای آزمایشی	
				مواد معدنی + ویتامین‌ها	خطای استاندارد سطح احتمال
IgG آغوز (گرم/لیتر)	۶۷/۲۶ ^b	۷۴/۱۹ ^a	۷۳/۹۰ ^a	۷۶/۰۳ ^a	۳/۰۴
IgM آغوز (گرم/لیتر)	۶/۲۱ ^b	۶/۹۳ ^a	۶/۸۹ ^a	۶/۹۰ ^a	۰/۱۸
IGA آغوز (گرم/لیتر)	۳/۸۷ ^b	۴/۲۳ ^a	۴/۲۴ ^a	۴/۲۸ ^a	۰/۱۲

a-b: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).

* مکمل ویتامینی حاوی ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A (پالمیتات)، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۲۱ میلی گرم ویتامین E (استات)، ۶ میلی گرم ویتامین B₁، ۲ میلی گرم

ویتامین B₂، ۵ میلی گرم ویتامین B₆، ۱۲/۵ میلی گرم ویتامین B₃ (نیکوتینامید)، ۳ میکروگرم ویتامین B₁₂، ۶ میلی گرم دی پانتنول و ۲ میلی گرم ویتامین C

** مکمل معدنی که هر میلی لیتر آن حاوی ۴۰۰ میلی گرم کلسیم پروگلوکونات، ۲۲ میلی گرم منیزیم هیپوفسفیت و دو میلی گرم مس

*** دز تزریق محلول ویتامینی: ۲۰ میلی لیتر

**** دز تزریق محلول مواد معدنی: ۱۰۰ میلی لیتر

نتایج بدست آمده از تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی گاوها بر هماتولوژی پیش از زایش گاوها در جدول ۳ آمده است. تزریق مواد معدنی، ویتامین‌ها و مواد معدنی و ویتامین‌ها به صورت همزمان سبب افزایش غلظت هموگلوبین و مونوسیت در خون گاوها در مرحله پیش از زایش شد ($P < 0.05$). تفاوتی بین غلظت گلبول قرمز، هماتوکریت، پلاکت، حجم متوسط گلبول قرمز، میانگین هموگلوبین سلولی، میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز، گلبول سفید، نوتروفیل، لنفوسیت، نسبت نوتروفیل به لنفوسیت، اتوزونوفیل و بازوفیل تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۳. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای آبستن بر هماتولوژی پیش از زایش

هماتولوژی	شاهد	مواد معدنی	ویتامین‌ها	تیمارهای آزمایشی		خطای استاندارد	سطح احتمال
				مواد معدنی + ویتامین‌ها	مواد معدنی + ویتامین‌ها		
گلبول قرمز (T/L)	۷/۶۸	۷/۵۵	۷/۷۲	۷/۶۹	۷/۶۹	۱/۱۰	۰/۶۹
هموگلوبین (میلی‌مول/لیتر)	۹/۰۱ ^b	۱۲/۷۶ ^a	۱۳/۰۱ ^a	۱۳/۴۴ ^a	۱۳/۴۴ ^a	۱/۰۱	<۰/۰۱
هماتوکریت (L/L)	۳۰/۱۷	۳۲/۰۲	۳۱/۳۲	۳۰/۹۸	۳۰/۹۸	۳/۰۶	۰/۶۱
پلاکت (G/L)	۶۱۶/۵۲	۶۳۴/۱۷	۶۴۱/۵۵	۶۲۹/۹۶	۶۲۹/۹۶	۴۴/۱۹	۰/۵۱
حجم متوسط گلبول قرمز (فمتولیت)	۳۳/۶۹	۲۹/۱۷	۳۱/۴۲	۳۱/۸۷	۳۱/۸۷	۲/۱۳	۰/۲۲
میانگین هموگلوبین سلولی (فمتومول)	۰/۷۳	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۰۸	۰/۱۲
میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز (میلی‌مول/لیتر)	۱۴/۹۲	۱۵/۰۱	۱۴/۶۷	۱۴/۹۴	۱۴/۹۴	۱/۰۰	۰/۶۶
گلبول سفید (G/L)	۹/۲۷	۹/۳۱	۹/۳۴	۹/۳۶	۹/۳۶	۰/۸۷	۰/۶۱
نوتروفیل (درصد)	۲۲/۱۷	۲۱/۴۱	۲۲/۸۷	۲۰/۹۹	۲۰/۹۹	۲/۰۳	۰/۴۳
لنفوسیت (درصد)	۶۹/۴۲	۶۷/۰۴	۶۴/۳۵	۶۷/۴۵	۶۷/۴۵	۷/۸۳	۰/۲۲
نوتروفیل: لنفوسیت	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۰۸	۰/۸۱
مونوسیت (درصد)	۶/۸۷ ^b	۹/۸۳ ^a	۱۰/۹۶ ^a	۹/۹۳ ^a	۹/۹۳ ^a	۰/۹۱	<۰/۰۱
اتوزونوفیل (درصد)	۱/۲۲	۱/۳۶	۱/۴۱	۱/۳۰	۱/۳۰	۰/۰۸	۰/۶۵
بازوفیل (درصد)	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۰۱	۰/۲۱

^{a-b}: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).

* مکمل ویتامینی حاوی ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A (پالمیتات)، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۲۱ میلی‌گرم ویتامین E (استات)، ۶ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۲ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۵ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۱۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B₃ (نیکوتینامید)، ۳ میکروگرم ویتامین B₁₂، ۶ میلی‌گرم دی پانتنول و ۲ میلی‌گرم ویتامین C

** مکمل معدنی که هر میلی‌لیتر آن حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم کلسیم پروگلوکونات، ۲۲ میلی‌گرم منیزیم هیپوفسفیت و دو میلی‌گرم مس

*** دز تزریق محلول ویتامینی: ۲۰ میلی‌لیتر

**** دز تزریق محلول مواد معدنی: ۱۰۰ میلی‌لیتر

نتایج بدست آمده از تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی گاوها بر هماتولوژی روز زایش گاوها در جدول ۴ آمده است. افزایش غلظت هموگلوبین و مونوسیت در تیمارهای دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ($P < 0.05$). مواد معدنی و ویتامین‌ها پیش از زایش تأثیری بر غلظت گلبول قرمز، هماتوکریت، پلاکت، حجم متوسط گلبول قرمز، میانگین هموگلوبین سلولی، میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز، گلبول سفید، نوتروفیل، لنفوسیت، نسبت نوتروفیل به لنفوسیت، اتوزونوفیل و بازوفیل تیمارهای آزمایشی نداشت ($P > 0.05$).

جدول ۴. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای آبستن بر هماتولوژی روز زایش

هماتولوژی	شاهد	تیمارهای آزمایشی			خطای استاندارد	سطح احتمال
		مواد معدنی	ویتامین‌ها	مواد معدنی + ویتامین‌ها		
گلبول قرمز (T/L)	۶/۶۹	۶/۱۱	۶/۷۲	۷/۰۱	۰/۱۳	۰/۲۶
هموگلوبین (میلی مول/لیتر)	۷/۹۳ ^b	۹/۰۱ ^a	۸/۹۳ ^a	۹/۱۱ ^a	۰/۰۹	<۰/۰۱
هماتوکریت (L/L)	۳۱/۶۷	۳۲/۵۷	۳۰/۹۴	۳۱/۷۳	۲/۷۷	۰/۷۱
پلاکت (G/L)	۵۲۳/۱۹	۵۰۸/۵۶	۵۳۱/۷۰	۵۱۴/۶۹	۲۹/۸۱	۰/۵۴
حجم متوسط گلبول قرمز (فمتولیت)	۲۸/۸۲	۲۹/۱۶	۳۰/۰۱	۲۹/۱۷	۲/۸۴	۰/۳۳
میانگین هموگلوبین سلولی (فمتومول)	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۰۹	۰/۴۱
میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز (میلی مول/لیتر)	۱۶/۱۶	۱۶/۷۱	۱۷/۰۱	۱۶/۳۰	۱/۸۲	۰/۳۹
گلبول سفید (G/L)	۱۳/۸۳	۱۴/۶۱	۱۳/۹۹	۱۴/۰۴	۱/۰۲	۰/۶۷
نوتروفیل (درصد)	۳۰/۷۶	۳۰/۱۷	۲۸/۵۹	۲۹/۱۶	۳/۱۱	۰/۵۷
لنفوسیت (درصد)	۶۳/۱۴	۶۵/۲۵	۶۰/۸۸	۶۱/۰۹	۴/۹۹	۰/۷۸
نوتروفیل: لنفوسیت	۰/۴۸	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۰۱	۰/۷۹
مونوسیت (درصد)	۴/۳۲ ^b	۷/۴۹ ^a	۸/۳۳ ^a	۷/۷۵ ^a	۰/۱۰	<۰/۰۱
ائوزونوفیل (درصد)	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۱۹	۰/۰۶
بازوفیل (درصد)	۱/۲۷	۱/۶۰	۱/۷۸	۱/۵۶	۰/۲۷	۰/۰۹

a-b: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).* مکمل ویتامینی حاوی ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A (پالمیتات)، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۲۱ میلی‌گرم ویتامین E (استات)، ۶ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۲ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۵ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۱۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B₃ (نیکوتینامید)، ۳ میکروگرم ویتامین B₁₂، ۶ میلی‌گرم دی پانتنول و ۲ میلی‌گرم ویتامین C

** مکمل معدنی که هر میلی‌لیتر آن حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم کلسیم پروگلوکونات، ۲۲ میلی‌گرم منیزیم هیپوفسفات و دو میلی‌گرم مس

*** در تزریق محلول ویتامینی: ۲۰ میلی‌لیتر

**** در تزریق محلول مواد معدنی: ۱۰۰ میلی‌لیتر

نتایج بدست آمده از تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی گاوها بر هماتولوژی پس از زایش گاوها در جدول ۵ آمده است. در تیمارهای دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی، افزایش غلظت هموگلوبین نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ($P < 0.05$). تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها پیش از زایش تأثیری بر غلظت گلبول قرمز، هماتوکریت، پلاکت، حجم متوسط گلبول قرمز، میانگین هموگلوبین سلولی، میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز، گلبول سفید، نوتروفیل، لنفوسیت، نسبت نوتروفیل به لنفوسیت، مونوسیت، ائوزونوفیل و بازوفیل تیمارهای آزمایشی نداشت ($P > 0.05$).

جدول ۵. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای آبستن بر هماتولوژی پس از زایش

هماتولوژی	شاهد	تیمارهای آزمایشی			خطای استاندارد	سطح احتمال
		مواد معدنی	ویتامین‌ها	مواد معدنی + ویتامین‌ها		
گلبول قرمز (T/L)	۵/۴۹	۵/۷۶	۵/۸۱	۵/۶۶	۰/۲۳	۰/۴۱
هموگلوبین (میلی‌مول/لیتر)	۶/۵۲ ^b	۷/۹۵ ^a	۸/۱۴ ^a	۸/۲۳ ^a	۰/۱۵	۰/۰۱
هماتوکریت (L/L)	۲۷/۱۲	۲۶/۵۳	۲۶/۶۹	۲۸/۰۱	۱/۸۸	۰/۵۵
پلاکت (G/L)	۵۷۸/۱۳	۵۹۲/۶۱	۵۸۸/۰۳	۵۶۹/۰۰	۳۲/۰۳	۰/۴۶
حجم متوسط گلبول قرمز (فمتولیت)	۳۴/۰۱	۳۳/۹۲	۳۵/۷۶	۳۴/۸۸	۳/۹۲	۰/۷۳
میانگین هموگلوبین سلولی (فمتومول)	۰/۸۲	۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۸۳	۰/۰۹	۰/۶۰
میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز (میلی‌مول/لیتر)	۱۶/۸۱	۱۶/۹۸	۱۶/۷۹	۱۷/۱۰	۱/۰۳	۰/۵۵
گلبول سفید (G/L)	۷/۹۱	۸/۲۲	۸/۰۹	۸/۱۶	۰/۶۱	۰/۴۵
نوتروفیل (درصد)	۳۵/۱۱	۳۶/۰۱	۳۵/۷۸	۳۶/۱۲	۴/۱۳	۰/۷۲
لنفوسیت (درصد)	۵۴/۱۷	۵۴/۱۲	۵۴/۰۱	۵۴/۲۸	۶/۶۱	۰/۲۱
نوتروفیل: لنفوسیت	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۰۱	۰/۸۱
مونوسیت (درصد)	۹/۶۹	۸/۶۵	۸/۹۶	۸/۲۸	۰/۷۱	۰/۲۷
ائوزونوفیل (درصد)	۰/۳۸	۰/۴۱	۰/۳۷	۰/۴۰	۰/۲۰	۰/۵۵
بازوفیل (درصد)	۰/۶۵	۰/۸۱	۰/۸۸	۰/۹۲	۰/۱۱	۰/۱۰

^{a-b}: حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).

* مکمل ویتامینی حاوی ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A (پالمیتات)، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۲۱ میلی‌گرم ویتامین E (استات)، ۶ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۲ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۵ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۱۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B₃ (نیکوتینامید)، ۳ میکروگرم ویتامین B₁₂، ۶ میلی‌گرم دی پانتنول و ۲ میلی‌گرم ویتامین C

** مکمل معدنی که هر میلی‌لیتر آن حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم کلسیم بروگلونوات، ۲۲ میلی‌گرم منیزیم هیپوفسیت و دو میلی‌گرم مس

*** دز تزریق محلول ویتامینی: ۲۰ میلی‌لیتر

**** دز تزریق محلول مواد معدنی: ۱۰۰ میلی‌لیتر

نتایج بدست آمده از تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی گاوها بر هماتولوژی گوساله‌های آنها در جدول ۶ آمده است. تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای اواخر آبستنی تأثیری بر غلظت گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، پلاکت، حجم متوسط گلبول قرمز، میانگین هموگلوبین سلولی، میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز، گلبول سفید، نوتروفیل، لنفوسیت، نسبت نوتروفیل به لنفوسیت، مونوسیت، ائوزونوفیل و بازوفیل گوساله‌های دنیا آمده تیمارهای آزمایشی نداشت ($P > 0.05$).

جدول ۶. تأثیر تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای آبستن بر هماتولوژی گوساله‌های آنها

سطح احتمال	خطای استاندارد	تیمارهای آزمایشی				هماتولوژی
		مواد معدنی + ویتامین‌ها	ویتامین‌ها	مواد معدنی	شاهد	
۰/۱۷	۰/۴۱	۱۰/۳۷	۱۰/۱۷	۹/۸۹	۹/۷۶	گلبول قرمز (T/L)
۰/۵۶	۰/۳۳	۱۲/۰۶	۱۲/۳۰	۱۱/۸۷	۱۲/۱۱	هموگلوبین (میلی‌مول/لیتر)
۰/۳۹	۲/۴۰	۳۷/۸۶	۳۷/۱۶	۳۶/۰۷	۳۴/۱۲	هماتوکریت (L/L)
۰/۳۴	۳۱/۸۷	۷۶۲/۸۹	۷۴۶/۶۷	۷۵۱/۵۷	۷۶۰/۱۶	پلاکت (G/L)
۰/۷۴	۱/۷۱	۳۳/۵۶	۳۳/۱۷	۳۴/۰۶	۳۲/۲۶	حجم متوسط گلبول قرمز (فمتولیتر)
۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۷۹	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۶	میانگین هموگلوبین سلولی (فمتومول)
۰/۵۱	۱/۲۹	۱۸/۰۲	۱۷/۹۹	۱۸/۵۶	۱۸/۱۳	میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز (میلی‌مول/لیتر)
۰/۵۵	۰/۶۶	۸/۹۷	۹/۱۱	۹/۲۶	۹/۷۸	گلبول سفید (G/L)
۰/۶۷	۱/۰۰	۳۷/۵۶	۳۷/۶۹	۳۸/۱۲	۳۷/۲۶	نوتروفیل (درصد)
۰/۳۱	۲/۱۱	۵۶/۱۴	۵۵/۸۱	۵۵/۵۰	۵۶/۱۰	لنفوسیت (درصد)
۰/۷۵	۰/۰۹	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۶۷	نوتروفیل: لنفوسیت
۰/۵۶	۰/۱۸	۵/۱۱	۵/۶۲	۵/۲۱	۵/۵۲	مونوسیت (درصد)
۰/۴۴	۰/۰۱	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۳۱	ائوزونوفیل (درصد)
۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۸۸	۰/۹۵	۰/۸۴	۰/۸۱	بازوفیل (درصد)

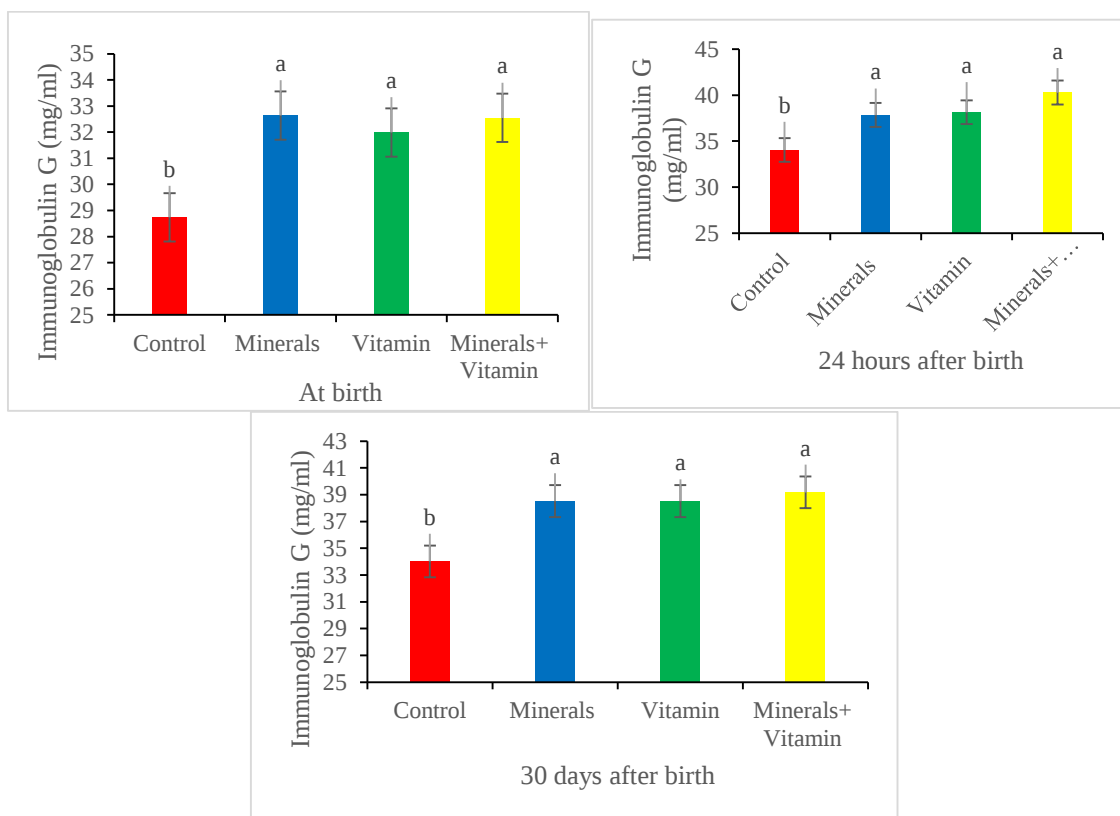
a-b: حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).* مکمل ویتامینی حاوی ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A (پالمیتات)، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۲۱ میلی‌گرم ویتامین E (استات)، ۶ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۲ میلی‌گرم ویتامین B₂،۵ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۱۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B₃ (نیکوتینامید)، ۳ میکروگرم ویتامین B₁₂، ۶ میلی‌گرم دی پانتنول و ۲ میلی‌گرم ویتامین C

** مکمل معدنی که هر میلی‌لیتر آن حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم کلسیم بروگلوکونات، ۲۲ میلی‌گرم منیزیم هیپوفسفات و دو میلی‌گرم مس

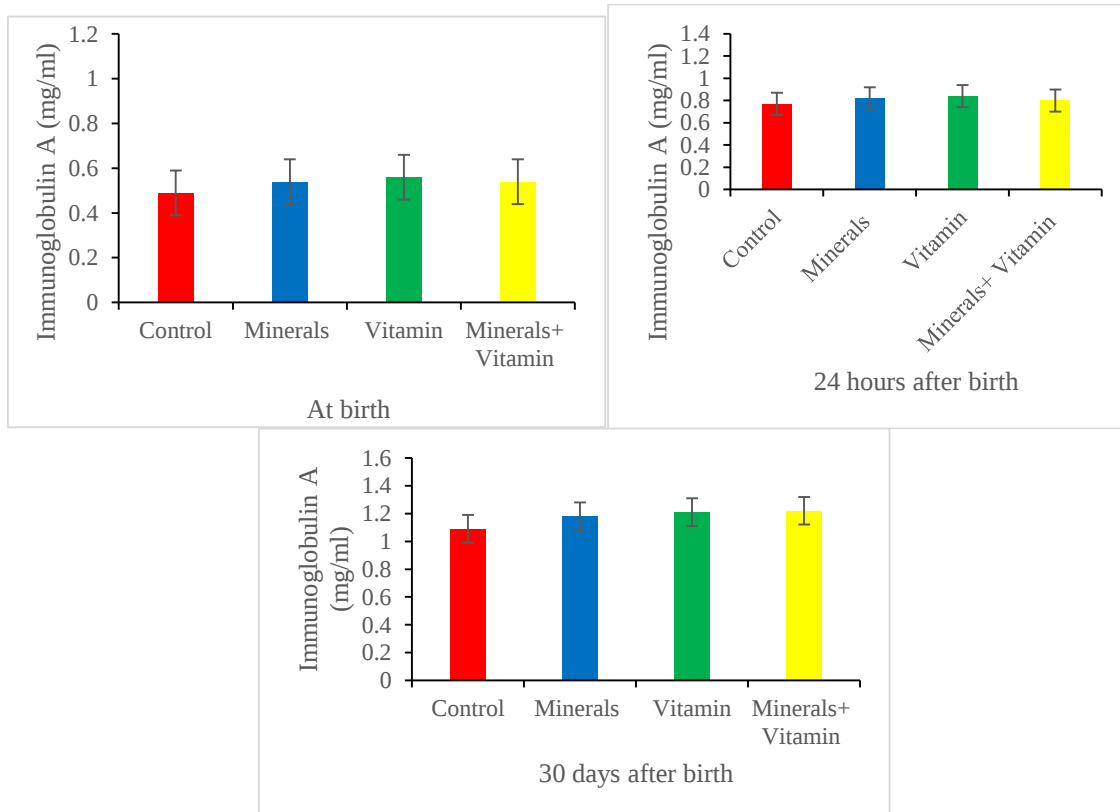
*** دز تزریق محلول ویتامینی: ۲۰ میلی‌لیتر

**** دز تزریق محلول مواد معدنی: ۱۰۰ میلی‌لیتر

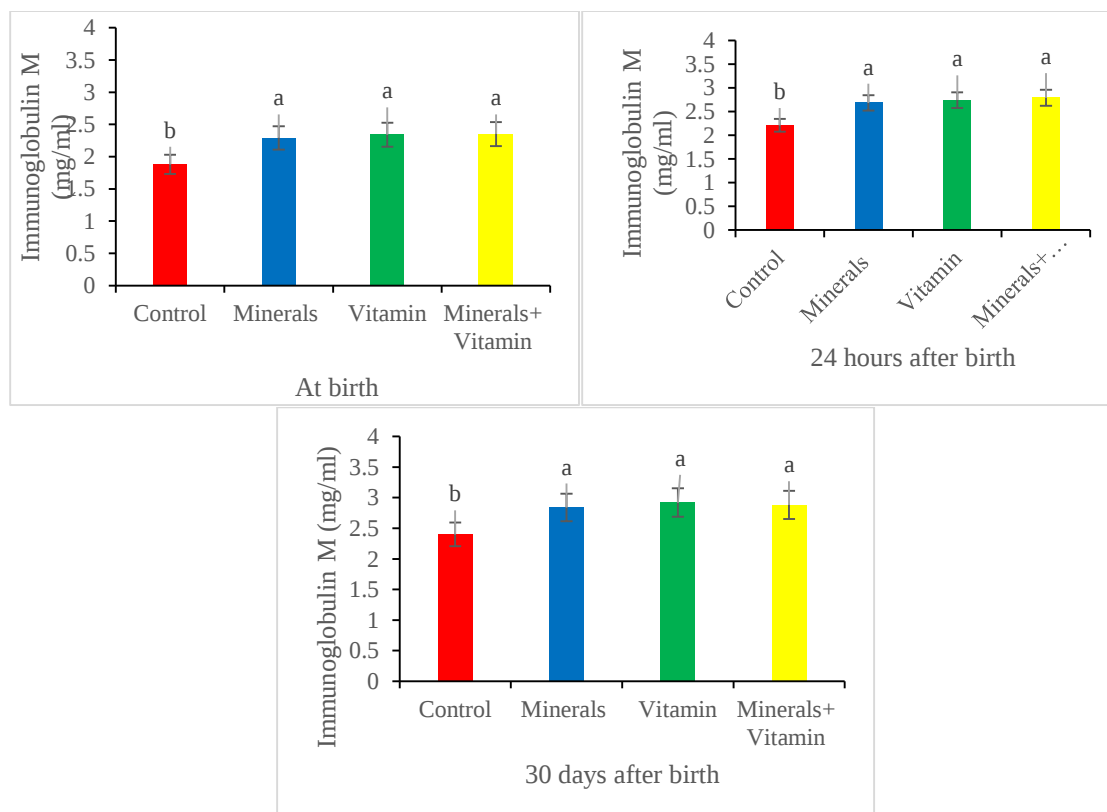
تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای شیری اواخر آبستنی بر ایمنوگلوبین گوساله‌های متولد شده از آنها در روزهای تولد، ۲۴ ساعت پس از تولد و ۳۰ روز پس از تولد در نمودارهای ۱ تا ۳ نشان داده شده است. IgM و IgG در گوساله‌های بدنی آمده از مادران دریافت‌کننده ویتامین‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها و مواد معدنی به‌طور همزمان، در روزهای تولد، ۲۴ ساعت پس از تولد و ۳۰ روز پس از تولد با افزایش همراه بود ($P < 0.05$) و هیچ‌کدام از تیمارها در هیچ زمانی باعث تغییر معنی‌دار IgA گوساله‌ها نشد ($P > 0.05$).



نمودار سری ۱. تأثیر مواد معدنی و ویتامین مادری بر ایمنوگلوبین G گوساله‌ها



نمودار سری ۲. تأثیر مواد معدنی و ویتامین‌های مادر بر ایمنوگلوبین A گوساله‌ها



نمودار سری ۳. تأثیر مواد معدنی و ویتامین‌های مادری بر ایمینوگلوبلین M گوساله‌ها

بحث

مطابق با پژوهش حاضر، استفاده از مواد معدنی پیش از زایش سبب افزایش مونوسیت خون گاوهای مصرف‌کننده مواد معدنی نسبت به تیمار شاهد شد اما بر سایر پارامترهای هماتولوژی پیش از زایش و پس از زایش تأثیری نداشت (Khalili et al., 2011). در پژوهشی مشابه با تیمارهای پژوهش حاضر، مونوسیت در گروه‌های دریافت‌کننده مواد معدنی، و مواد معدنی و ویتامین‌ها در پیش از زایش و روز زایش افزایش داشت و پس از زایش شروع به کاهش کرد (Somagond et al., 2023). در پژوهشی، تغذیه گاوهای شیری پیش از زایش با کمپلکس مواد معدنی سبب افزایش هموگلوبین خون آنها نسبت به گروه شاهد در پیش از زایش و پس از زایش شد (Kabu et al., 2014). تزریق کمپلکس معدنی-ویتامینی سبب افزایش گلبول‌های سفید، نوتروفیل و مونوسیت گاوهای دریافت‌کننده در زمان پس از زایش شد (Bordignon et al., 2019). استفاده از مکمل معدنی در اواخر آبستنی گاوها، سبب افزایش هموگلوبین و گلبول‌های سفید پیش از زایش و کاهش هموگلوبین پس از زایش شد؛ همچنین مونوسیت در پیش و پس از زایش نسبت به تیمار شاهد تمایل به افزایش معنی‌داری داشت (p=0.06) (Soldá et al., 2017). در پژوهشی، استفاده از مکمل معدنی-ویتامینی در دوره انتقال گاوهای شیری تفاوتی در گلبول‌های قرمز، سفید، لنفوسیت، و نوتروفیل‌ها در زمان‌های پیش و پس از زایش گاوها ایجاد نکرد و تنها سبب افزایش معنی‌داری مونوسیت در پس از زایش نسبت به تیمار شاهد شد (Chen et al., 2023). مصرف کمپلکس معدنی-ویتامینی پیش از زایش، سبب تغییری در تعداد گلبول سفید، نوتروفیل، لنفوسیت و مونوسیت پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش گاوها نسبت به گاوهای گروه شاهد نشد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۷). تعداد گلبول‌های سفید، لنفوسیت، مونوسیت و نوتروفیل گاوهای دریافت‌کننده مواد معدنی پیش از زایش، نسبت به گروه شاهد در زمان‌های پیش و پس از زایش با اختلاف معنی‌داری همراه نبود اما تزریق مواد معدنی سبب

افزایش نسبت نوتروفیل به لنفوسیت شد (Silva et al., 2022). تزریق همزمان مس و ویتامین C تغییری در تعداد گلبول‌های قرمز، درصد همتوکریت و غلظت هموگلوبین گاوهای دریافت‌کننده در مقایسه با گروه شاهد در هنگام پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش ایجاد نکرد؛ تزریق مس در دوره انتقال سبب افزایش گلبول‌های قرمز گاوهای دریافت‌کننده مس در روز زایش و پس از زایش شد؛ همچنین تزریق ویتامین C به گاوهای انتظار زایمان سبب افزایش تعداد نوتروفیل آنها در پیش از زایش، روززایش و پس از زایش شد (خدامرادی و همکاران، ۱۳۹۸). تزریق ویتامین E در دوره انتقال تغییری در وضعیت گلبول قرمز، هموگلوبین، همتوکریت، گلبول سفید، لنفوسیت و نوتروفیل گاوهای دریافت‌کننده در پیش و پس از زایش نداشت و تنها مونوسیت گاوهای دریافت‌کننده در روز زایش با کاهش همراه بود (Schäfers et al., 2018). در پژوهشی، کاهش نوتروفیل و افزایش لنفوسیت در گاوهای دریافت‌کننده ویتامین A در طی دوره انتقال آنها مشاهده شد و در سایر پارامترهای همتولوژی تغییری مشاهده نشد (Rodriguez et al., 2023). تفاوت در نتایج پژوهش‌های مختلف می‌تواند به تفاوت در نوع، نژاد، سن و شکم زایش دام و مقدار مصرف و طریقه مصرف مکمل‌ها و زمان انجام طرح مرتبط باشد.

هموگلوبین متالوپروتئینی می‌باشد که وظیفه انتقال اکسیژن در بافت‌های بدن را عهده‌دار است (Broucek et al., 2009). تنش‌ها سبب اختلال در کار واسطه‌های متابولیکی خون و کاهش غلظت هموگلوبین شده و تأثیر منفی بر ظرفیت اکسیژن‌رسانی بافت می‌گذارند (اسدی و همکاران، ۱۴۰۳). مواد معدنی نظیر مس در ساختار سرولوپلاسمین و کارکرد آن نقش دارند؛ بدین ترتیب سبب بهبود متابولیسم آهن موردنیاز برای نقش ساختاری و کوفاکتوری آن در هموگلوبین می‌شوند (بهراری و همکاران، ۱۳۹۱). بدین ترتیب با افزایش سطوح هموگلوبین اکسیژن‌رسانی و فعالیت بافت‌ها بهبود می‌یابد. به خوبی اثبات شده است که کاهش ویتامین‌ها و مواد معدنی خون در حول زایمان می‌تواند بسیاری از عملکردهای ایمنی را مختل کرده و منجر به بیماری‌های التهابی در گاو شوند (Meglia et al., 2004). در دوره انتقال، تغییرات فیزیولوژیک، افزایش بار متابولیکی و احتیاجات گسترده به مواد مغذی سبب تنش اکسیداتیو می‌شوند (Kegley et al., 2016). استرس اکسیداتیو زمانی اتفاق می‌افتد که تولید ROS از مکانیسم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی موجود در بدن فراتر رود. گونه‌های فعال اکسیژن می‌توانند پراکسیداسیون لیپیدی را آغاز کرده و باعث آسیب سلولی به بافت‌ها شوند. سلول‌های ایمنی به استرس اکسیداتیو حساس هستند، زیرا (۱) غشاهای آن‌ها حاوی غلظت بالایی از اسیدهای چرب چندگانه غیراشباع هستند که بسیار مستعد پراکسیداسیون هستند و (۲) هنگام تحریک مقادیر زیادی ROS تولید می‌کنند (Sordillo., 2005). بنابراین، اطمینان از دسترسی بهینه ریز مغذی‌های آنتی‌اکسیدانی ضروری، یک رویکرد کلیدی و امیدوارکننده برای بهبود سلامت و تولید گاوهای شیری در حال انتقال و به حداقل رساندن بروز اختلالات سلامت مرتبط با استرس اکسیداتیو و متابولیک است (Somagond et al., 2023). در واقع، استفاده از عناصر معدنی و ویتامین‌ها نظیر A، E و C در گاوهای اواخر آبستنی، بهبود عملکرد سلول‌های ایمنی خون و کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو را در گاوهای شیری دوره انتقال و گوساله‌های آنها سبب می‌شود (Asadi et al., 2024a). مونوسیت‌ها، فاگوسیت‌های تک هسته‌ای در گردش خون هستند که با عملکردهایی در دفاع ایمنی، به ویژه در التهاب و بازسازی بافت، به ایمنی ذاتی و تطبیقی مربوط می‌شوند؛ در طول التهاب و تنش اکسیداتیو مونوسیت‌ها به ماکروفاژهای بافتی و پیش‌سازهای سلول‌های دندریتیک تمایز می‌یابند و عملکردهای کلیدی آنها، هنگام دفاع در برابر عفونت توسط پاتوژن‌ها، فاگوسیتوز و ترشح کموکاین‌ها و سیتوکین‌ها است (Hussen et al., 2016). بر اساس یافته‌ها، کمبود مواد معدنی باعث کاهش تولید آنتی‌بادی‌ها، تأثیر بر عملکرد سیستم ایمنی ذاتی، کاهش تولید سیتوکین‌ها توسط مونوسیت‌ها و همچنین باعث کموتاکسی و انفجار اکسیداتیو گرانولوسیت‌های نوتروفیل می‌شود (Rezaei Ahvanooei et al., 2022). مواد معدنی نظیر مس سبب فعالیت بیشتر سامانه ایمنی و موجب تحریک پاسخ نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها می‌شوند (Maggini et al., 2007; Molosse et al., 2019). پس به هنگام تأمین ریزمغذی‌ها در زمان مواجهه با التهاب و تنش، تولید و فعالیت مونوسیت‌ها بیشتر شده و بهبود در پاسخدهی سامانه ایمنی رخ می‌دهد.

در گوساله‌های بدنیا آمده از مادران مصرف‌کننده مواد معدنی، و ویتامین‌ها و مواد معدنی بیشترین درصد مونوسیت و در گروه مواد معدنی و ویتامین‌ها بیشترین درصد لنفوسیت و کمترین درصد نوتروفیل گزارش شد (Somagond et al., 2023). تزریق مس به گاوهای دوره انتقال سبب افزایش گلبول‌های قرمز گوساله‌های آنها شد و تزریق همزمان مس و ویتامین C موجب تمایل به افزایش درصد نوتروفیل خون گوساله‌ها شد (خدامرادی و همکاران، ۱۳۹۹). تزریق ویتامین‌های گروه B به بزهای آبستن سبب افزایش سطوح گلبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت در بزغاله‌ها شد (Asadi et al., 2023). همچنین مصرف مکمل معدنی میش‌های دوره انتقال سبب افزایش گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، MCH و MCHC در بره‌ها شد و بر گلبول‌های سفید آنها تأثیری نداشت (Toghdory et al., 2023). تزریق کمپلکس معدنی-ویتامینی به گاوهای دوره انتقال باعث تغییری فراسنجه‌های هماتولوژی گوساله‌های آنها نشد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۸). کمپلکس مواد معدنی حاوی مس در جیره‌های میش‌های آبستن سبب افزایش هموگلوبین و گلبول‌های قرمز در خون بره‌ها شد (چراغی معشوف و همکاران، ۱۳۹۷).

همسو با پژوهش حاضر، تزریق کمپلکس گروه ویتامین B به بزهای اواخر آبستنی، سبب افزایش IgG و IgM بزغاله‌های متولد شده از آنها شد (Asadi et al., 2024b). در پژوهشی مشابه با پژوهش حاضر، گوساله‌های بدنیا آمده از گاوهای دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها بطور همزمان بیشترین مقدار IgG را نشان داد (Yadav et al., 2023). همچنین، تغذیه میش‌های آبستن در دوره انتقال با مواد معدنی سبب افزایش IgG بره‌های آنها شد و بر IgM بره‌ها تأثیری نداشت (Asadi et al., 2024c). از طرفی کمپلکس معدنی-ویتامینی مادری، سبب افزایش IgG بره‌ها شد (Boland et al., 2005). مخالف با پژوهش حاضر، در پژوهشی کمپلکس مواد معدنی در گاوهای شیری، تأثیری بر IgG گوساله‌های متولد شده از آنها نسبت به گوساله‌های بدنیا آمده از مادران گروه شاهد نداشت (روشن‌ضمیر و همکاران، ۱۳۹۸). تزریق کمپلکس ویتامینی-معدنی به گاوهای دوره انتقال تأثیری بر IgG آغوز و گوساله‌ها نداشت (موسوی و همکاران، ۱۳۹۸). در طی روزهای اولیه زندگی، گوساله‌های تازه متولد شده با استرس اکسیداتیو قابل توجهی مواجه هستند که با افزایش پاسخ‌های التهابی و عملکردهای ایمنی، به خصوص زمانی که آغوز با کیفیت هم ارائه نمی‌شود، به خطر می‌افتند (Abuelo et al., 2019). مواد معدنی و ویتامین‌ها برای عملکرد مناسب آنزیم‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های مختلف ضروری هستند که اثرات منفی رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون لیپیدی را از بین ببرند (Somagond et al., 2023; Formigoni et al., 2011). گوساله‌های تازه متولد شده، که از سیستم ایمنی توسعه نیافته برخوردارند، پس از تولد، از نظر ایمنی به انتقال غیرفعال موفقیت‌آمیز ایمونوگلوبولین‌های مادری (Ig) از آغوز متکی هستند (Alhussien et al., 2021; Parreño et al., 2004). استفاده از مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌طور همزمان علاوه بر اینکه سبب بهبود انتقال ریز مغذی‌ها از طریق جفت به جنین می‌شوند، سبب بهبود کیفیت آغوز نیز شده لذا در دوره انتقال و پس از تولد، انتقال ایمنی غیرفعال بهتر انجام می‌گیرد و سیستم ایمنی را تقویت می‌کند (Batistel et al., 2017). از طرفی با وجود مقدار کافی مواد معدنی و ویتامین‌ها در بدن دام، بافت و غدد پستانی سالم و تولید شیر و آغوز با تعداد سلول‌های سوماتیک کمتری انجام شده و ایمینوگلوبین انتقال بیشتر و موفق‌تری دارد (Yadav et al., 2023).

نتیجه‌گیری

تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای آبستن دوره انتقال، سبب افزایش هموگلوبین و مونوسیت گاوها در پیش از زایش و پس از زایش شد. همچنین تزریق مادری مواد معدنی و ویتامین‌ها باعث افزایش ایمینوگلوبین G و M گوساله‌های متولد از این گروه‌ها گردید. لذا، با توجه به نتایج بدست آمده، تزریق همزمان مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای دوره انتقال سبب عملکرد بهتر سلول‌های خونی و مقابله با تنش‌ها و التهاب‌ها در گاوها و بهبود سیستم ایمنی در گاوها و گوساله‌های آنها می‌شود.

تعارض منافع

"هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد".

منابع

- اسدی، م.، قورچی، ت.، و توغدری، ع. (۱۴۰۳). تاثیر استفاده از شکل‌های مختلف کروم بر فراسنجه‌های هماتولوژی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی میش‌های افشار در دوره‌ی انتقال و بره‌های آن‌ها تحت تاثیر تنش گرمایی. *علوم دامی ایران*، (۳)۵۵، ۵۴۷-۵۶۳.
- اسدی، م.، قورچی، ت.، و توغدری، ع. (۱۴۰۳). تاثیر استفاده از شکل‌های مختلف کروم بر تغییرات وزنی و تست تحمل گلوکز و انسولین میش‌های افشار در دوره‌ی انتقال تحت تاثیر تنش گرمایی. *نشریه تولیدات دامی*، (۱)۲۶، ۳۳-۴۴.
- بهاری، ع. الف.، علی عربی، ح.، ط. م.، دزفولیان، الف. ح.، رشیدی، ج.، زمانی، پ.، علیپور، د.، صادقی نسب، ع.، بختیاری، زهرا، و فدایی فر، الف. (۱۳۹۱). اثر سطح و نوع مکمل مس بر فراسنجه‌های هماتولوژی، سرولوپلاسمین و غلظت پلاسمایی مس، روی و آهن در بره‌های نر مهربان. *علوم دامی ایران*، (۲)۴۳، ۱۶۱-۱۷۱.
- چراغی مشعوف، ل.، علی عربی، ح.، فرح آور، ع.، زمانی، پ.، و علیمحمدی، ر. (۱۳۹۷). تأثیر افزودن روی و مس به جیره میش‌های آبستن در اواخر دوره آبستنی بر پروفیل مواد کانی خون و شیر، عملکرد رشد بره‌ها و برخی فراسنجه‌های خونی. *علوم دامی ایران*، (۲)۴۹، ۲۸۴-۲۶۷.
- خدامرادی، ش.، فتاح نیا، ف.، جعفری، ه.، تأسلی، گ.، و محمدی، ی. (۱۳۹۹). اثر تزریق ویتامین C و مس در گاوهای دوره انتقال بر ترکیب آغوز و متابولیت‌های سرم گوساله‌های تازه متولد شده. *علوم دامی*، (۱۲۷)۳۳، ۱۸۹-۱۹۸.
- روشن ضمیر، ح.، رضائی، ج.، و فضایی، ح. (۱۳۹۸). اثر مصرف کمپلکس‌های آلی منگنز، روی و مس (پیوند شده با گالیسین- یا متیونین-) به جای شکل‌های سولفات (برابر یا دو برابر توصیه NRC) بر سلامت، باروری و متابولیت‌های خون گاو شیری و گوساله. *تحقیقات تولیدات دامی*، (۱)۸، ۱-۱۵.
- موسوی، س. ر.، فتاح نیا، ف.، تأسلی، گ.، و محمدی، ی. (۱۳۹۷). اثر برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی قابل تزریق بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی خون و بروز ناهنجاری‌های متابولیکی در گاوهای شیری دوره انتقال. *علوم دامی*، (۱۲۱)۳۱، ۱۷۳-۱۹۲.
- موسوی، س. ر.، فتاح نیا، ف.، تأسلی، گ.، محمدی، ی.، میرزایی، م.، و آرمیون، ف. (۱۳۹۸). اثر تزریق محلول ویتامین E و سلنیوم و محلول ویتامین B12 و آهن در گاوهای شیری دوره انتقال بر کیفیت آغوز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فراسنجه‌های سرم گوساله‌ها. *علوم دامی ایران*، (۴)۵۰، ۳۰۷-۳۱۷.

References

- Abuelo, A., Hernandez, J., Benedito, J. L., & Castillo, C. (2019). Redox biology in transition periods of dairy cattle: Role in the health of periparturient and neonatal animals. *Antioxidants*, 8(1), 20.
- Ahvanooei, M. R. R., Norouzian, M. A., & Vahmani, P. (2022). Beneficial Effects of Vitamins, Minerals, and Bioactive Peptides on Strengthening the Immune System Against COVID-19 and the Role of Cow's Milk in the Supply of These Nutrients. *Biology Trace Elements Research*, 200(11), 4664-4677.
- Allahyari, S., Chaji, M., & Mamui, M. (2019). Investigation changes in production, some blood hormones, and metabolites, serum and colostrum IgG of calves of Holstein cows fed with two levels of zinc supplement in transitional period: zinc on production, blood hormones and metabolites, serum and colostrum IgG of calves. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 440-448.
- Alhussien, M. N., Tiwari, S., Panda, B. S., 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 Elements in Medicine and Biology*, 65, 126718.
- Asadi, M., Ghoorchi, T., & Toghdory, A. (2024a). 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. (2024b). 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., Toghdory, A., Ghoorchi, T., & Hatami, M. (2024c). 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. (2024d). 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 Science*, 55(3), 547-563. (In Persian)
- Asadi, M., Fard, H. M., Araee, K. A., & Hatami, M. (2023a). 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.
- Bahari, A. A., Ali arabi, H., Tabatabayi, M. M., Dezfoolian, A. H., Rashidi, J., Zamani, P., Alipor, D., Sadeghi nasab, A., Bakhtiari, Z., & Fadayifar, A. (2012). The influence of different levels and sources of supplemental copper on hematological values, ceruloplasmin and plasma concentrations of copper, zinc and iron in Mehraban male lambs. *Iranian Journal of animal Science*, 43(2), 161-171. (In Persian)
- 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(10), 6631–6650.
- 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.
- Boland, T. M., Brophy, P. O., Callan, J. J., Quinn, P. J., Nowakowski, P., & Crosby, T. F. (2005). The effects of mineral supplementation to ewes in late pregnancy on colostrum yield and immunoglobulin G absorption in their lambs. *Livestock Production Science*, 97, 141–150.
- Bordignon, R., Volpato, A., & Glombowsky, P. (2019). Nutraceutical effect of vitamins and minerals on performance and immune and antioxidant systems in dairy calves during the nutritional transition period in summer. *Journal of Thermal Biology*, 84, 451–459.
- Broucek, J., Kisac, P., & Uhrincat, M. (2009). Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. *International Journal of Biometeorology*, 53, 201-208.
- Chen, Y. H., Chen, Y. M., Tu, P. A., Lee, K. H., Chen, J. Y., & Hsu, J. T. (2023). Effect of Supplementing Vitamin E, Selenium, Copper, Zinc, and Manganese during the Transition Period on Dairy Cow Reproductive Performance and Immune Function. *Veterinary Sciences*, 10(3), 225.
- Cheraghi Mashoof, L., Aliarabi, H., Farahavar, A., Zamani, P., & Alimohamady, R. (2018). The effect of adding zinc and copper to diet of late-pregnant ewes on blood and milk minerals profile, lambs growth performance and some blood parameters. *Iranian Journal of animal Science*, 49(2), 267-284. (In Persian)
- Coleman, D. N., Alharthi, A. S., Liang, Y., Lopes, M. G., Lopreiato, V., Vailati-Riboni, M., & Looor, 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.
- Dang, A. K., Prasad, S., De, K., Pal, S., Mukherjee, J., & Sandeep, I. V. (2013). Effect of supplementation of vitamin e, copper and zinc on the in vitro phagocytic activity and lymphocyte proliferation index of periparturient sahiwal (*Bos indicus*) cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(2), 315–21.
- Formigoni, A., Fustini, M., & Archetti, L. (2011). Effects of an organic source of copper, manganese and zinc on dairy cattle productive performance, health status and fertility. *Animal and Feed*

- Science Technology*, 164(3-4), 191-198.
- Hussen, J., Koy, M., Petzl, W., & Schuberth, H. J. (2016). Neutrophil degranulation differentially modulates phenotype and function of bovine monocyte subsets. *Journal of Innate Immunity*, 22(2), 124-37.
- 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.
- 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.
- Khalili, M., Foroozandeh, A. D., & Toghyani, M. (2011). Lactation performance and serum biochemistry of dairy cows fed supplemental chromium in the transition period. *African Journal of Biotechnology*, 10(50), 10304-10310.
- Khan, M. Z., Zhang, Z., Liu, L., Wang, D., Mi, S., & Liu, X. (2020). Folic acid supplementation regulates key immunity-associated genes and pathways during the periparturient period in dairy cows. *Asian-australas Jorنال of Animal Science*, 33(9), 1507.
- 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.
- Maggini, S., Wintergerst, E. S., Beveridge, S., & Hornig, D. H. (2007). Selected vitamins and trace elements support immune function by strengthening epithelial barriers and cellular and humoral immune responses. *British Journal of Nutrition*, 1, S29-35.
- Meglia GE, Holtenius K, Petersson L, Öhagen P, Waller KP. (2004). Prediction of vitamin a, vitamin e, selenium and zinc status of periparturient dairy cows using blood sampling during the mid dry period. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 45(1-2), 119-128.
- Meglia, G. E., Johannisson, A., Petersson, L., & Waller, K. P. (2001). Changes in some blood micronutrients, leukocytes and neutrophil expression of adhesion molecules in periparturient dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 42(1), 1-2.
- 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.
- Molosse, V., Souza, C. F., Baldissera, M. D., Glombowsky, P., Campigotto, G., Cazaratto, C. J., Stefani, L. M., & da Silva, A. S. (2019). Diet supplemented with curcumin for nursing lambs improves animal growth, energetic metabolism, and performance of the antioxidant and immune systems. *Small Ruminant Research*, 170, 74-81.
- Mousavi, R., Fatahnia, F., Taasoli, G., Mohammadi, Y., Mirzaee, M., & Armioon, F. (2020). Effect of injection of vitamin E and selenium solution and vitamin B12 and iron solution to transition dairy cows on colostrum quality, and antioxidant capacity and serum metabolites in calves. *Iranian Journal of animal Science*, 50(4), 307-317. (In Persian)
- Mousavi, S., Fatahnia, F., taasoli, G., & mohammadi, Y. (2019). Effect of some injectable vitamins and trace minerals on blood antioxidant capacity and incidence of metabolic disorders in transition dairy cows. *Research Journal of Livestock Science*, 31(121), 173-192. (In Persian).
- Parreño, V., Bejar, C., Vagnozzi, A., Barrandeguy, M., Costantini, V., Craig, M. I., Yuan, L., Hodgins, D., Saif, L., & Fernandez, F. (2004). Modulation by colostrum-acquired maternal antibodies of systemic and mucosal antibody responses to rotavirus in calves experimentally challenged with bovine rotavirus. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 100, 7-24.
- 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.
- Roshanzamir, H., Rezaei, J., & Fazaeli, H. (2020). Effect of using organic complexes of Mn, Zn and Cu (compound with glycine- or methionine-) instead of sulphate forms (equal to or twice NRC recommendation) on health, fertility and blood metabolites of dairy cows and calves. *Animal Production Research*, 8(1), 1-15. (In Persian)

- SAS Institute. (2004). SAS®/STAT Software, Release 9.1. SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA.
- Schäfers, S., von Soosten, D., Meyer, U., Drong, C., Frahm, J., Tröscher, A., Pelletier, W., Sauerwein, H., Dänicke, S. (2018). Influence of conjugated linoleic acids and vitamin E on biochemical, hematological, and immunological variables of dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1585-1600.
- Silva, T. H., Guimaraes, I., Menta, P. R., Fernandes, L., Paiva, D., Ribeiro, T. L., Celestino, M. L., Netto, A. S., Ballou, M. A., & Machado, V. S. (2022). Effect of injectable trace mineral supplementation on peripheral polymorphonuclear leukocyte function, antioxidant enzymes, health, and performance in dairy cows in semi-arid conditions. *Journal of Dairy Science*, 05(2):1649-1660.
- Smith, A. D., Panickar, K. S., Urban, J. F. Jr., & Dawson, H. D. (2018). Impact of micronutrients on the immune response of animals. *Annual Review of Animal Biosciences*, 15(6), 227-254.
- 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 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.
- Sordillo, L. M. (2005). Factors affecting mammary gland immunity and mastitis susceptibility. *Livestock Science*, 98, 89-99.
- Spears, J. W. & Weiss, W. P. (2008). Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *Veterinary Journal*, 176, 70-76.
- 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, 127215.
- 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.