

## The interaction effect of injection of a solution containing minerals and vitamins in late pregnancy on dry matter intake, production and composition of colostrum and milk, and the occurrence of metabolic abnormalities

Mohammad Asadi<sup>1\*</sup>, Reza Kamali<sup>2</sup>, Nader Asadzadeh<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PhD, Department of Animal Sciences Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Gorgan, Gorgan, Iran, Email: [Mohammad.asadi\\_s97@gau.ac.ir](mailto:Mohammad.asadi_s97@gau.ac.ir)

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Animal Sciences Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Gorgan, Gorgan, Iran

<sup>3</sup> Scientific board member of Animal Science Research institute of IRAN, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO) Iran

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 25/12/2024  
Revised: 16/1/2025  
Accepted: 25/1/2025

### Keywords:

Dairy cow  
Metabolic disease  
Minerals  
Transition period  
Vitamins

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** One of the most important challenges in the life of dairy cows is their passage through the stressful physiological phase of transition. Stress increases the incidence of numerous changes and disorders in reproduction, endocrine, animal performance, and especially milk production and composition. On the other hand, late pregnancy is associated with a decrease in dry matter intake and an increase in energy requirements, which in turn causes a negative energy balance in the animal. Negative energy balance in cows during transition weakens the immune system and, as a result, increases the likelihood of inflammation, metabolic abnormalities, and infectious diseases such as mastitis, which in turn has a negative impact on the production of colostrum, milk, and their compounds. This negative energy balance also increases oxidative stress and reactive oxygen species, which weakens the immune system and predispose the animal to postpartum diseases, decreased milk production and the risk of culling. Minerals and vitamins are essential as antioxidants to improve the immune system in dairy cows, and consuming of minerals and vitamins above the predicted requirements, especially during stressful and sensitive conditions, can positively affect the productivity of dairy cows. Therefore, an adequate supply of vitamins and minerals is important to ensure an optimal transition from pregnancy to lactation.

**Material and Methods:** The present study was conducted to investigate the effect of injecting some mineral elements and vitamins in late pregnancy of cows on feed intake, milk production and composition, colostrum quality and metabolic abnormalities using 32 pregnant cows in the transition period in a completely randomized design with 4 treatments and 8 replications. The experimental treatments included: 1) control group (no vitamin and mineral supplement injection), 2) cows receiving injectable vitamin supplement, 3) cows receiving injectable mineral supplement and 4) cows receiving injectable vitamin and mineral supplement. Supplement injections were performed subcutaneously 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 supplements was 100 ml and the injection dose of vitamin supplements was 20 ml. The duration of the course was 56 days. The cows were kept in groups. To determine the amount of dry matter consumed daily before the new feed was fed, the after feed was collected and weighed. The date of calving was recorded to determine the length of the gestation period. Calves were weighed after birth and the time of placental expulsion was recorded. The amount of milk and colostrum production and composition were measured and recorded. The body condition of the cows was recorded 21 days before calving, on the day of calving, and 21 days after calving on a scale of 1 to 5. The occurrence of metabolic abnormalities including clinical mastitis, retained placenta, dystocia, and lameness in different treatments was recorded and the number of affected animals was expressed.

**Results:** Mineral and vitamin injections had no effect on body condition score 21 days before calving, day of calving, and postpartum, changes in body score 21 days before calving to day of calving, changes in body score from day of calving to 21 days after calving, and dry matter intake before calving, day of calving, and postpartum of cows ( $P>0.05$ ). Mineral and vitamin injections had no effect on colostrum production, composition, and Brix index ( $P>0.05$ ). Mineral and vitamin injections alone or simultaneously increased the percentage of non-fat solids and the production of lactose, protein, total solids, and non-fat solids, and decreased urea nitrogen and somatic cell count compared to no injections ( $P<0.05$ ). There was no difference in milk production, percentage of fat, lactose, protein, total solids, the amount of fat and lactose, and somatic cell score between the treatments receiving minerals and vitamins and the control group ( $P>0.05$ ). Mineral and vitamin injection increased the birth weight of calves and reduced the time of placental expulsion in cows ( $P<0.05$ ), but did not affect the length of gestation and rectal temperature of cows ( $P>0.05$ ). Mineral and vitamin injection reduced the number of animals with mastitis, dystocia, lameness, and retained placenta; so that dystocia was reported in the mineral and mineral supplement + vitamins groups, mastitis in the vitamins group, and retained placenta was reported to be zero in the vitamins, minerals, and vitamins + minerals groups.

**Conclusion:** Therefore, considering the improvement of productive and reproductive performance of cows, Simultaneous injection of minerals and vitamins is recommended for cows in the late pregnancy period.

---

**Cite this article:** Asadi, M., Kamali, R., Asadzadeh, N. (2025). The interaction effect of injection of a solution containing minerals and vitamins in late pregnancy on dry matter intake, production and composition of colostrum and milk, and the occurrence of metabolic abnormalities. *Journal of Ruminant Research*, 13(3), 203-221.

---



© The Author(s)



[10.22069/EJRR.2025.23111.1993](https://doi.org/10.22069/EJRR.2025.23111.1993)

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---

## اثر متقابل تزریق محلول حاوی مواد معدنی و ویتامین در اواخر آبستنی بر مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب آغوز و شیر و بروز ناهنجاری‌های متابولیکی

محمد اسدی<sup>۱\*</sup>، رضا کمالی<sup>۲</sup>، نادر اسدزاده<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دکتری تغذیه دام، گروه تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران  
رایانامه: mohammad.asadi\_s97@gu.ac.ir

<sup>۲</sup> استادیار، گروه تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

<sup>۳</sup> دانشیار، بخش تحقیقات مدیریت پرورش دام و طیور، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران

| اطلاعات مقاله                                                                           | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نوع مقاله:<br>مقاله کامل علمی - پژوهشی                                                  | <b>سابقه و هدف:</b> یکی از مهم‌ترین چالش‌های زندگی گاوهای شیری، عبور آن‌ها از مرحله تنش زای فیزیولوژیکی انتقال است. استرس باعث افزایش بروز تغییرات و اختلالات متعدد در تولیدمثل، غدد درون‌ریز، عملکرد حیوانات و به‌ویژه تولید و ترکیب شیر آن‌ها می‌شود. از طرفی اواخر بارداری با کاهش مصرف ماده خشک و افزایش نیاز به انرژی همراه است که به نوبه خود باعث تعادل منفی انرژی در حیوان می‌شود. تعادل منفی انرژی در گاوها در دوران انتقال باعث تضعیف سیستم ایمنی و در نتیجه افزایش احتمال التهاب، ناهنجاری‌های متابولیکی و بیماری‌های عفونی مانند ورم پستان می‌شود که به نوبه خود بر تولید آغوز، شیر و ترکیب آن‌ها تأثیر منفی می‌گذارد. این تعادل منفی انرژی همچنین استرس اکسیداتیو و گونه‌های فعال اکسیژن را افزایش می‌دهد که سیستم ایمنی را تضعیف می‌کند و حیوان را مستعد ابتلا به بیماری‌های پس از زایمان، کاهش تولید شیر و خطر حذف می‌کند. مواد معدنی و ویتامین‌ها به عنوان آنتی‌اکسیدان برای بهبود سیستم ایمنی در گاوهای شیری ضروری هستند و مصرف مواد معدنی و ویتامین‌های بالاتر از حد نیاز پیش‌بینی شده، به‌ویژه در شرایط استرس‌زا و حساس، می‌تواند بر بهره‌وری گاوهای شیری تأثیر مثبت بگذارد. بنابراین، تأمین کافی ویتامین‌ها و مواد معدنی برای اطمینان از انتقال بهینه از بارداری به شیردهی مهم است. |
| واژه‌های کلیدی:<br>بیماری متابولیکی<br>دوره انتقال<br>گاو شیری<br>مواد معدنی<br>ویتامین | <b>مواد و روش‌ها:</b> پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر تزریق برخی عناصر معدنی و ویتامین‌ها در اواخر آبستنی گاوها بر مصرف خوراک، تولید و ترکیبات شیر، کیفیت آغوز و ناهنجاری‌های متابولیکی با استفاده از ۳۲ رأس گاو آبستن 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) گاوهای دریافت‌کننده مکمل ویتامینی تزریقی، (۳) گاوهای دریافت‌کننده مکمل معدنی تزریقی و (۴) گاوهای دریافت‌کننده مکمل ویتامینی و معدنی تزریقی بود. تزریق مکمل‌ها در ۲۸ روز قبل زایش به صورت زیرجلدی انجام شد. مکمل ویتامینی شامل                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

ویتامین‌های A, D3, E, B1, B2, B3, B6, B12, C و مکمل معدنی شامل کلسیم، مس، منیزیم و فسفر بود. دز تزریق مکمل مواد معدنی ۱۰۰ میلی‌لیتر و دز تزریق مکمل ویتامینی ۲۰ میلی‌لیتر بود. طول دوره ۵۶ روز بود. گاوها به‌صورت گروهی نگهداری می‌شدند. جهت تعیین مقدار ماده خشک مصرفی روزانه پیش از وعده خوراک جدید پس‌آخور جمع‌آوری و توزین می‌شد. تاریخ روز زایمان جهت بررسی طول دوره آبستنی ثبت گردید. گوساله‌ها بعد از تولد وزن شده و زمان دفع جفت نیز ثبت شد. مقدار تولید و ترکیبات شیر و آغوز اندازه‌گیری و ثبت گردید. وضعیت بدنی گاوها ۲۱ روز پیش از زایش، روز زایش و ۲۱ روز پس از زایش براساس مقیاس ۱ تا ۵ ثبت شد. وقوع ناهنجاری‌های متابولیکی شامل ورم پستان بالینی، جفت ماندگی، سخت‌زایی و لنگش در تیمارهای مختلف ثبت تعداد دام‌های مبتلا بیان شد.

**یافته‌ها:** تزریق مواد معدنی و ویتامین بر نمره وضعیت بدن ۲۱ روز قبل از زایمان، روز زایمان و پس از زایمان تأثیری نداشت ( $P<0.05$ ). تزریق مواد معدنی و ویتامین بر تولید و ترکیب و شاخص بریکس آغوز تأثیری نداشت. تزریق مواد معدنی و ویتامین به‌تنهایی یا به‌طور هم‌زمان در مقایسه با عدم تزریق آن‌ها باعث افزایش درصد جامدات غیر چرب و تولید لاکتوز، پروتئین، کل جامدات، جامدات غیر چرب و کاهش نیتروژن اوره و تعداد سلول‌های سوماتیک شد ( $P<0.05$ ). تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها باعث افزایش وزن تولد گوساله‌ها و کاهش زمان دفع جفت در گاوها شد ( $P<0.05$ ), اما تأثیری بر طول مدت آبستنی و دمای رکتوم گاوها نداشت. تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها تعداد حیوانات مبتلا به ورم پستان، لنگش و جفت ماندگی را کاهش داد. به‌طوری‌که ورم پستان در گروه ویتامین‌ها و جفت ماندگی در گروه ویتامین‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها + مواد معدنی صفر گزارش شد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به بهبود عملکرد تولیدی و تولیدمثلی گاوها، تزریق هم‌زمان مواد معدنی و ویتامین‌ها در اواخر دوره آبستنی به گاوها توصیه می‌گردد.

**استناد:** اسدی، محمد؛ کمالی، رضا؛ اسدزاده، نادر. (۱۴۰۴). اثر متقابل تزریق محلول حاوی مواد معدنی و ویتامین در اواخر آبستنی بر مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب آغوز و شیر و بروز ناهنجاری‌های متابولیکی. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۳(۳)، ۲۲۱-۲۰۳.



10.22069/EJRR.2025.23111.1993

© نویسندگان



ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## مقدمه

از مهم‌ترین چالش‌های زندگی گاوهای شیری گذر آن‌ها از مرحله فیزیولوژیکی پرتنش انتقال است (Van Saun, ۲۰۱۶). تنش‌ها سبب افزایش بروز تغییرات و اختلالات متعددی در تولیدمثل، غدد درون‌ریز، عملکرد دام‌ها، و به‌خصوص تولید و ترکیب شیر آن‌ها می‌شود (Tao و همکاران، ۲۰۱۱). یکی از مسائل اصلی در طول هفته‌های قبل از زایمان، کاهش مصرف ماده خشک (DMI) است که به‌شدت تحت تأثیر ترکیب جیره، مدیریت تغذیه و پارامترهای متابولیکی قرار می‌گیرد، که امکان برآوردن نیازهای لازم برای رشد و رشد جنین و لاکتوزن را برای گاو کاهش می‌دهد (Asadi و همکاران، ۲۰۲۳b). از طرفی، اواخر آبستنی با کاهش مصرف ماده خشک و افزایش نیاز به انرژی همراه است که خود سبب توازن منفی انرژی در دام می‌شود (Abdolmaleki و همکاران، ۲۰۱۸). موازنه منفی انرژی در گاوهای دوره انتقال سبب تضعیف سیستم ایمنی و به دنبال آن افزایش احتمال التهاب، بیماری‌های متابولیکی، و عفونی مانند ورم پستان می‌شود که خود تأثیر منفی بر تولید آغوز، شیر و ترکیبات سنتز شده آن‌ها از بافت پستان دارد (Wankhade و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین این تعادل منفی انرژی سبب افزایش استرس اکسیداتیو و گونه‌های فعال اکسیژن شده که مقاومت ایمنی را کاهش داده (Sordillo و Aitken، ۲۰۰۹) و دام را به سمت بیماری‌های پس از زایش، کاهش تولید شیر و خطر حذف سوق می‌دهد (Pereira و همکاران، ۲۰۱۳). استراتژی‌های گوناگونی در رابطه با مدیریت بهتر دوره انتقال و عبور موفق دام‌ها از مرحله آبستنی و ورود به شیردهی وجود دارد که یکی از آن‌ها استفاده از مواد معدنی و ویتامین‌ها در دوره انتقال می‌باشد. مواد معدنی و ویتامین‌ها به‌عنوان آنتی‌اکسیدان برای بهبود سیستم ایمنی در گاوهای شیری ضروری هستند (Sordillo، ۲۰۰۵) و مصرف مواد معدنی و ویتامین‌ها بالاتر از نیازهای

پیش‌بینی شده به‌ویژه در طول استرس‌ها و شرایط حساس می‌تواند بر بهره‌وری گاو شیری تأثیر مثبت بگذارد (Khorsandi و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین، تأمین کافی ویتامین‌ها و مواد معدنی برای اطمینان از انتقال بهینه از بارداری به شیردهی مهم است.

اگرچه NRC (۲۰۲۱) نیازهای مواد معدنی و ویتامین‌ها را از طریق جیره برای گاوهای شیری دوره انتقال برآورده می‌کند، اما محدودیت‌هایی مانند کاهش مصرف خوراک، برهمکنش منفی بین مواد معدنی و ویتامین‌ها در جیره، استرس و بروز بیماری‌های متابولیک و عفونی ممکن است میزان مواد مغذی دریافتی و فراهمی زیستی آن‌ها را کاهش دهد (Asadi و همکاران، ۲۰۲۴c). از سوی دیگر، گنجاندن مواد معدنی و ویتامین‌ها در رژیم غذایی، مصرف یا جذب آن‌ها را تضمین نمی‌کند (Machado و همکاران، ۲۰۱۳). از طرفی آنتاگونیست‌های موجود در آب آشامیدنی می‌توانند تأثیر منفی بر جذب مواد معدنی از دستگاه گوارش داشته باشند (Spears، ۲۰۰۳). بنابراین، تجویز مواد معدنی و ویتامین‌ها به صورت تزریقی می‌تواند به طور بالقوه یک راه جایگزین برای تغذیه مواد معدنی و ویتامین‌ها در طول دوره انتقال ارائه دهد.

کمپلکس معدنی-ویتامینی در طول دوره انتقال در گاوهای شیری به‌طور قابل‌توجهی استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش داد و هم‌زمان ایمنی و سلامت پستان را بهبود بخشید (Koujalagi و همکاران، ۲۰۲۰). استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها در گاوهای آبستن موجب کاهش بیماری‌های حین زایش، افزایش پروتئین و چربی شیر بهبود عملکرد وزنی گوساله‌های آن‌ها شد (Zhang و همکاران، ۲۰۲۴) در پژوهشی، تولید شیر با تزریق B<sub>12</sub> یا رژیم غذایی در طول دوره انتقال افزایش یافت (Preynat و همکاران، ۲۰۰۹؛ Pereira و همکاران، ۲۰۱۳) و چربی شیر کمتر و محتوای پروتئین شیر بالاتر در پاسخ به تزریق B<sub>12</sub> در طول دوره انتقال گزارش شده است. در

تلیسه‌های تغذیه‌شده با مکمل حاوی مس ابتلای کمتری به ورم پستان گزارش شد و مقدار سلول‌های سوماتیک کمتری در شیر آن‌ها وجود داشت (Scaletti و همکاران، ۲۰۰۳). تزریق مکمل مواد معدنی در دوره انتقال سبب بهبود نمره بدنی، سلامت پستان و کاهش سلول‌های سوماتیک شیر شد (Machado و همکاران، ۲۰۱۴).

با توجه به اهمیت تغذیه مواد معدنی و ویتامین‌ها در دوره انتقال و اثرات آن بر سلامت و عملکرد تولیدی دام، پژوهشی به منظور بررسی اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر مصرف خوراک، تولید و ترکیبات شیر، کیفیت آغوز و ناهنجاری‌های متابولیکی صورت گرفت.

### مواد و روش‌ها

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 شیر  $2/7 \pm 17$  کیلوگرم، چند شکم‌زا (شکم دوم) و نمره وضعیت بدنی  $0/25 \pm 3/5$  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 به صورت زیرجلدی انجام شد. مکمل ویتامینی حاوی ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A (پالمیتات)، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D<sub>3</sub>، ۲۱ میلی‌گرم ویتامین E (استات)، ۶ میلی‌گرم ویتامین B<sub>1</sub>، ۲ میلی‌گرم ویتامین B<sub>2</sub>، ۵ میلی‌گرم ویتامین B<sub>6</sub>، ۱۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B<sub>3</sub> (نیکوتینامید)، ۳ میکروگرم ویتامین B<sub>12</sub>، ۶ میلی‌گرم دی پانتنول و ۲ میلی‌گرم ویتامین C و دژ تزریق آن طبق توصیه شرکت سازنده ۲۰ میلی‌لیتر به ازای هر

رأس گاو بود و مکمل معدنی که هر میلی‌لیتر آن حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم کلسیم پروگلوکونات، ۲۲ میلی‌گرم منیزیم هیپوفسفیت و دو میلی‌گرم مس بوده و دژ تزریق آن طبق توصیه شرکت سازنده ۱۰۰ میلی‌لیتر به ازای هر رأس گاو بود. گاوها پیش از گروه‌بندی از نظر سلامت و چندقلوزایی بررسی شدند؛ کلیه دام‌ها سالم و تک‌قلو‌زا بودند. جیره مورد استفاده پیش از زایش و پس از زایش گاوها و مواد مغذی آن‌ها در جدول ۱ آمده است. گاوهای گروه‌های آزمایشی در طول پژوهش به‌طور گروهی نگهداری شده و دو وعده در روز از خوراک مصرفی به شکل TMR تغذیه می‌شدند و در طول آزمایش به‌طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند.

جیره مصرفی در تیمارها پس از زایش مشابه بوده و در حد اشتها دو بار در روز به‌صورت گروهی تغذیه می‌شدند. جهت تعیین مقدار ماده خشک مصرفی روزانه پیش از وعده خوراک جدید پس‌آخور جمع‌آوری و توزین می‌شد. تاریخ روز زایمان جهت بررسی طول دوره آبستنی ثبت گردید. گوساله‌ها بعد از تولد وزن شده و زمان دفع جفت نیز ثبت شد. نمونه‌گیری و میزان تولید آغوز دو ساعت پس از زایمان انجام شد. پس از زایش، شیردوشی روزی سه بار و در ساعت‌های ۸ صبح، ۲ بعدازظهر و ۱۰ شب انجام می‌گرفت و مقدار تولید شیر هر دام روزانه ثبت گردید. در شیر و آغوز، درصد چربی، پروتئین، لاکتوز، کل مواد جامد، مواد جامد بدون چربی اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری چربی، پروتئین، لاکتوز، نیتروژن اوره‌ای و شمار سلول‌های سوماتیک شیر از دستگاه آنالیز شیر (Delta Instrument, Combiscope, 600HP) استفاده شد. نمره وضعیت بدنی گاوها ۲۱ روز پیش از زایش، روز زایش و ۲۱ روز پس از زایش برای هر گاو توسط ارزیاب ماهر و بدون اطلاع از نحوه تیمار بندی‌ها بر اساس مقیاس ۱ تا ۵ ثبت شد. وضعیت سلامت دام‌ها روزانه رصد شده و دمای رکتوم روز زایش تعیین می‌گردید. وقوع

ناهنجاری‌های متابولیکی شامل ورم پستان بالینی، جفت ماندگی، سخت‌زایی و لنگش در تیمارهای مختلف با تأیید دامپزشک ثبت شد و تعداد دام‌های مبتلا بیان 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  
 $\mu$  = اثر میانگین  
 $T_i$  = اثر تیمار  $i$  ام  
 $e_{ij}$  = اثر خطای آزمایشی مربوط به تیمار  $i$  ام در تکرار  $j$  ام

جدول ۱- اجزای جیره و ترکیب شیمیایی

Table 1- Diet components and chemical composition

| اجزای جیره گاوها قبل از زایش<br>(درصد ماده خشک) |                                           | اجزای جیره گاوها بعد از زایش<br>(درصد ماده خشک) |                                           |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| سیلاژ ذرت (Corn silage)                         | 47.50                                     | سیلاژ ذرت (Corn silage)                         | 21.31                                     |
| یونجه (Alfalfa)                                 | 12.75                                     | یونجه (Alfalfa)                                 | 17.04                                     |
| دانه جو (Barley grain)                          | 10.08                                     | تفاله چغندر قند (Sugar beet pulp)               | 10.74                                     |
| دانه ذرت (Corn grain)                           | 11.49                                     | پنبه‌دانه کامل (Whole cottonseed)               | 8.86                                      |
| کنجاله سویا (Soybean meal)                      | 3.04                                      | دانه جو (Barley grain)                          | 11.76                                     |
| پودر ماهی (Fish powder)                         | 1.55                                      | دانه ذرت (Corn grain)                           | 14.34                                     |
| کنجاله کلزا (Canola meal)                       | 5.42                                      | کنجاله گلوتن ذرت (Corn gluten meal)             | 1.72                                      |
| کنجاله گلوتن ذرت (Corn gluten meal)             | 1.55                                      | کنجاله سویا (Soybean meal)                      | 8.28                                      |
| پنبه‌دانه کامل (Whole cottonseed)               | 2.39                                      | پودر ماهی (Fish powder)                         | 1.73                                      |
| سولفات منیزیم (Magnesium sulphate)              | 0.71                                      | بتونیت (Bentonite)                              | 0.52                                      |
| کربنات کلسیم (Calcium carbonate)                | 1.36                                      | کربنات کلسیم (Calcium carbonate)                | 0.76                                      |
| کلرید کلسیم (Calcium chloride)                  | 0.61                                      | نمک (Salt)                                      | 0.80                                      |
| موننسن (Monensin)                               | 0.25                                      | موننسن (Monensin)                               | 0.25                                      |
| مخمر (Yeast)                                    | 0.25                                      | مخمر (Yeast)                                    | 0.25                                      |
| مکمل معدنی-ویتامینی                             | 1.05                                      | مکمل معدنی-ویتامینی                             | 1.64                                      |
| (Mineral-vitamin supplement)                    |                                           | (Mineral-vitamin supplement)                    |                                           |
| ترکیب شیمیایی                                   |                                           | ترکیب شیمیایی                                   |                                           |
| مقدار                                           | مواد مغذی جیره                            | مقدار                                           | مواد مغذی جیره                            |
| 1.72                                            | انرژی شیردهی (مگا کالری/کیلوگرم ماده خشک) | 1.61                                            | انرژی شیردهی (مگا کالری/کیلوگرم ماده خشک) |
| 16.10                                           | Cow lactation energy (Mcal/kg DM)         | 13.67                                           | Net energy for lactation (Mcal/kg DM)     |
| 32.20                                           | Crude protein (%)                         | 34.60                                           | Crude protein (%)                         |
| 8.08                                            | فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)        | 7.92                                            | فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)        |
| 0.94                                            | Neutral detergent fiber (%)               | 1.34                                            | Neutral detergent fiber (%)               |
| 0.44                                            | Ash (%)                                   | 0.39                                            | Ash (%)                                   |
| 0.72                                            | Calcium (%)                               | 0.68                                            | Calcium (%)                               |
| 288                                             | Phosphorus (%)                            | -57                                             | Phosphorus (%)                            |
|                                                 | Magnesium (%)                             |                                                 | Magnesium (%)                             |
|                                                 | DCAD (meq kg <sup>-1</sup> )              |                                                 | DCAD (meq kg <sup>-1</sup> )              |

### نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی نمره وضعیت بدنی و مصرف ماده خشک گاوها در جدول ۲ گزارش شده است. تزریق مواد معدنی و ویتامین ها بر نمره وضعیت بدنی ۲۱ روز پیش از زایش، روز زایش، ۲۱ روز پس از زایش، تغییرات نمره وضعیت بدنی ۲۱ روز پیش از زایش تا روز زایش، تغییرات نمره وضعیت بدنی ۲۱ روز پس از زایش و ماده خشک مصرفی پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش گاوها تأثیری نداشت ( $P>0.05$ ).

همسو با پژوهش حاضر، تزریق مکمل ویتامینی، مکمل معدنی و هر دو باهم به گاوهای دوره خشکی تأثیری بر نمره وضعیت بدنی ۲۱ روز پیش از زایش، روز زایش، ۲۱ روز پس از زایش و تغییرات آنها نداشت (Mousavi و همکاران، ۲۰۲۲). تزریق مس و ویتامین C تأثیری بر نمره وضعیت بدنی پیش از زایش، روز زایش و پس از زایش و تغییرات نمره وضعیت بدنی ۲۱ روز پیش از زایش تا روز زایش و روز زایش تا ۳۰ روز پس از زایش و مصرف ماده خشک پس از زایش گاوها نداشت (Khodamoradi و همکاران، ۲۰۱۹). Ganda و همکاران (۲۰۱۶) تغییری در رابطه با نمره وضعیت بدنی و مصرف ماده خشک گاوهای دریافت کننده کمپلکس معدنی نسبت به تیمار شاهد گزارش نکردند. همچنین مصرف مکمل کمپلکس معدنی حاوی مس تغییری در نمره وضعیت بدنی گاوها ایجاد نکرد (Muehlenbein و همکاران، ۲۰۰۱). مکمل معدنی سبب بهبود نمره وضعیت بدنی میش ها در روز زایش و پس از زایش شد و تأثیری بر نمره وضعیت بدنی میش ها در زمان پیش از زایش نداشت (Asadi و همکاران، ۲۰۲۴d). با تزریق مواد آنتی اکسیدانی نظیر مس و ویتامین E به گاوهای دوره انتقال، تغییری در نمره وضعیت بدنی و مصرف ماده خشک آنها مشاهده نشد (Daugherty و همکاران،

۲۰۰۲). وضعیت بدن به عنوان نسبت چربی بدن به اجزای بدون چربی در بدن یک حیوان زنده تعریف می شود؛ نمره وضعیت بدنی یک گاو شیری یک ارزیابی از بسیج چربی بدن و تعادل انرژی است، بنابراین یک عامل مهم در مدیریت گاوهای شیری است (Mousavi و همکاران، ۲۰۲۲). نمره وضعیت بدنی بالا ( $<4$ ) در اوایل شیردهی باعث کاهش ماده خشک مصرفی و به هم خوردن تعادل انرژی دام می شود (Hayirli و همکاران، ۲۰۰۲). دلیل عدم تأثیر تیمارها بر نمره وضعیت بدنی و مصرف ماده خشک، می تواند به مقدار دز تزریق، شرایط محیطی، یکسان بودن جیره و یا تحرک کمتر ذخایر چربی برای گاوها در گروه های دریافت کننده مواد مغذی باشد.

نتایج به دست آمده از اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر کمیت و کیفیت آغوز گاوهای شیری در جدول ۳ گزارش شده است. تزریق مواد معدنی و ویتامینی تأثیری بر مقدار اولین دوشش آغوز، درصد چربی، پروتئین، لاکتوز، کل مواد جامد، مواد جامد بدون چربی و شاخص بریکس آغوز گاوهای دریافت کننده نداشت ( $P>0.05$ ). موافق با پژوهش حاضر، تزریق مواد معدنی و ویتامین ها به گاوهای شیری باعث تغییری در کیفیت آغوز نشد (Collet و همکاران، ۲۰۱۷). در پژوهشی، استفاده از کمپلکس ریزمغذی های معدنی و ویتامینی در دوره انتقال در جیره گاوهای شیری، سبب افزایش مقدار آغوز شد و تأثیری بر چربی، پروتئین و لاکتوز آغوز آنها نداشت (Hosseini و همکاران، ۲۰۲۳). گزارش شده است که با تزریق ویتامین C و مس به گاوهای دوره انتقال تغییری در چربی، پروتئین، لاکتوز و مواد بدون چربی آغوز مشاهده نشد (Khodamoradi و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین، تزریق ویتامین B<sub>12</sub> پیش از زایش سبب تغییر درصد پروتئین آغوز گاوها نشد (Akini و همکاران، ۲۰۱۳).

جدول ۲- اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر نمره وضعیت بدنی و مصرف ماده خشک

Table 2. The effect of mineral and vitamin injections in late pregnancy on body condition score and dry matter intake

| تیمارهای آزمایشی      |                       |                                                   |                        |                        |                                                                                                                                      |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سطح احتمال<br>P-Value | خطای استاندارد<br>SEM | مواد معدنی + ویتامین ها<br>Minerals +<br>vitamins | ویتامین ها<br>Vitamins | مواد معدنی<br>Minerals | شاهد<br>Control                                                                                                                      |
|                       |                       |                                                   |                        |                        | نمره وضعیت بدنی ۲۱ روز<br>پیش از زایش<br>Body condition score at<br>d 21 prepartum                                                   |
| 0.7521                | 0.182                 | 3.57                                              | 3.52                   | 3.55                   | 3.47                                                                                                                                 |
|                       |                       |                                                   |                        |                        | نمره وضعیت بدنی روز زایش<br>Body condition score at<br>parturition                                                                   |
| 0.7876                | 0.216                 | 3.28                                              | 3.22                   | 3.26                   | 3.25                                                                                                                                 |
|                       |                       |                                                   |                        |                        | نمره وضعیت بدنی ۲۱ روز پس<br>از زایش<br>Body condition score at<br>d 21 postpartum                                                   |
| 0.8181                | 0.278                 | 2.95                                              | 2.85                   | 2.90                   | 2.84                                                                                                                                 |
|                       |                       |                                                   |                        |                        | تغییرات نمره بدنی ۲۱ روز پیش<br>از زایش تا روز زایش<br>Body condition score<br>changes (from d 21<br>prepartum to<br>parturition)    |
| 0.4635                | 0.023                 | -0.29                                             | -0.30                  | -0.29                  | -0.22                                                                                                                                |
|                       |                       |                                                   |                        |                        | تغییرات نمره بدنی از روز زایش<br>تا ۲۱ روز پس از زایش<br>Body condition score<br>changes (from<br>parturition to d 21<br>postpartum) |
| 0.3316                | 0.031                 | -0.33                                             | -0.37                  | -0.36                  | -0.41                                                                                                                                |
|                       |                       |                                                   |                        |                        | ماده خشک مصرفی پیش از<br>زایش <sup>۱</sup> (کیلوگرم در روز)<br>prepartum Dry matter<br>intake (kg/d)                                 |
| -                     | -                     | 12.15                                             | 12.40                  | 12.19                  | 11.76                                                                                                                                |
|                       |                       |                                                   |                        |                        | ماده خشک مصرفی پس از<br>زایش <sup>۱</sup> (کیلوگرم در روز)<br>postpartum Dry matter<br>intake (kg/d)                                 |
| -                     | -                     | 15.68                                             | 15.33                  | 14.97                  | 14.22                                                                                                                                |

<sup>۱</sup> ماده خشک مصرفی به دلیل تغذیه گروهی بطور میانگین و بدون تجزیه و تحلیل آماری گزارش شده است.

زمان‌های مختلف پیش از زایش به می‌ش‌ها تأثیری بر پروتئین، چربی و لاکتوز آغوز گروه دریافت‌کننده نداشت و تنها باعث افزایش شاخص بریکس آغوز گردید (Shahbazi و همکاران، ۲۰۲۴). تغذیه با جیره مقادیر متفاوت کلسیم پیش از زایش، تأثیری بر مقدار آغوز، درصد چربی، پروتئین، لاکتوز و مواد بدون چربی و شاخص بریکس آغوز تولیدی گاوها نداشت (Rajaeerad و همکاران، ۲۰۲۰). از آنجایی‌که آغوز

از طرفی، مکمل معدنی-ویتامینی در دوره خشکی و انتقال سبب افزایش مقدار آغوز شد و بر ترکیبات آغوز تأثیری نداشت (Righi و همکاران، ۲۰۱۶). همسو با نتایج پژوهش حاضر، تزریق کمپلکس مواد معدنی-ویتامینی به گاوهای شیری دوره انتقال، موجب تغییری در درصد لاکتوز، چربی، پروتئین و مواد جامد بدون چربی آغوز نشد (Mousavi و همکاران، ۲۰۲۰). تزریق کمپلکس ویتامینی AD<sub>3</sub>E در

به عنوان اولین وعده غذایی به مصرف گوساله‌ها می‌رسد و برای سلامت و زنده‌مانی آن‌ها ضروری است، پس کیفیت آن رابطه مستقیمی با مقاومت گوساله‌ها نسبت به تنش و بیماری‌ها دارد (Yang و همکاران، ۲۰۱۵). آغوز در نشخوارکنندگان شامل ترکیبی از مواد حاضر در گردش خون که اکثراً محصولات ساخته شده در سلول‌های بافت پستان (چربی، پروتئین و لاکتوز)، ایمونوگلوبولین‌ها، پروتئین‌های پلاسما هستند که به نوعی فاکتورهای رشد و ایمنی محسوب شده و جهت انتقال غیرفعال و رشد سلول‌های اپیتلیال روده گوساله‌ها لازم می‌باشند (USDA، ۲۰۰۸؛ Puppel و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به رابطه مستقیم ترکیب آغوز و جیره، ممکن است دلیل عدم تأثیر تیمارهای متفاوت در پژوهش حاضر، به جیره‌های یکسان تیمارهای آزمایشی مربوط باشد.

جدول ۳- اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر کیفیت آغوز

Table 3. The effect of mineral and vitamin injections in late pregnancy on colostrum quality

| تیمارهای آزمایشی      |                       |                                                   |                        |                        |                 |                                                       |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|
| سطح احتمال<br>P-Value | خطای استاندارد<br>SEM | مواد معدنی + ویتامین‌ها<br>Minerals +<br>vitamins | ویتامین‌ها<br>Vitamins | مواد معدنی<br>Minerals | شاهد<br>Control |                                                       |
| 0.0899                | 1.011                 | 6.03                                              | 6.17                   | 6.19                   | 5.45            | اولین دوشش آغوز (لیتر)<br>First milking colostrum (L) |
| 0.5103                | 0.967                 | 5.77                                              | 5.72                   | 5.80                   | 5.69            | چربی (درصد)<br>Fat (%)                                |
| 0.7117                | 0.905                 | 13.94                                             | 13.87                  | 13.89                  | 13.63           | پروتئین (درصد)<br>Protein (%)                         |
| 0.3891                | 0.133                 | 3.78                                              | 3.80                   | 3.74                   | 3.61            | لاکتوز (درصد)<br>Lactose (%)                          |
| 0.6917                | 1.377                 | 26.12                                             | 26.09                  | 26.11                  | 25.81           | کل مواد جامد (درصد)<br>Total solids (%)               |
| 0.8913                | 1.004                 | 20.60                                             | 20.51                  | 20.49                  | 20.37           | مواد جامد بدون چربی (درصد)<br>Solids-not-fat (%)      |
| 0.8227                | 1.576                 | 22.89                                             | 22.96                  | 23.01                  | 22.78           | شاخص بریکس آغوز (درصد)<br>Brix value colostrum (%)    |

لاکتوز، پروتئین، کل مواد جامد و مقدار چربی و لاکتوز و امتیاز سلول‌های سوماتیک مابین تیمارهای دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها و گروه شاهد تفاوتی مشاهده نشد ( $P>0.05$ ).

کمپلکس معدنی سبب افزایش مقدار چربی، پروتئین و مواد جامد شیر گروه دریافت‌کننده شد و بر درصد چربی و پروتئین و تعداد سلول‌های سوماتیک شیر تأثیری نداشت (Rabiee و همکاران، ۲۰۱۰). Yadav و همکاران (۲۰۲۳) با تقسیم‌بندی گاوهای

نتایج به دست آمده از اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر تولید و ترکیبات شیر در جدول ۴ گزارش شده است. تزریق مواد معدنی، ویتامینی و مواد معدنی و ویتامینی به صورت هم‌زمان سبب افزایش درصد مواد جامد بدون چربی و مقدار لاکتوز، پروتئین، کل مواد جامد، مواد جامد بدون چربی، و کاهش نیتروژن اوره‌ای و تعداد سلول‌های سوماتیک شد ( $P<0.05$ ). در تولید شیر، درصد چربی،

پستان در تیمارهای دریافت کننده مواد معدنی، ویتامین ها و مواد معدنی و ویتامین ها می باشد. تعداد سلول های سوماتیک شیر به عنوان شاخص اقتصادی و بهداشتی شیر در نظر گرفته می شود و به خاطر تأثیر آن بر قیمت محصول خام و بهداشت عمومی همواره مورد توجه تولیدکنندگان، مراکز جمع آوری شیر و کارخانه های فرآورده های لبنی هستند (Khosravi Al Hosseini و همکاران، ۲۰۲۴). کاهش نیتروژن شیر می تواند به دلیل تأثیر مواد معدنی و ویتامین ها بر سنتز پروتئین های میکروبی باشد که سبب کاهش غلظت نیتروژن اورهای در شیر شد (Yalcin و همکاران، ۲۰۱۱).

نتایج به دست آمده از اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر شرایط زایمان در جدول ۵ گزارش شده است. تزریق مواد معدنی و ویتامین ها سبب افزایش وزن تولد گوساله ها و کاهش زمان دفع جفت در گاو ها شد ( $P < 0.05$ ) اما تأثیری بر طول دوره آبستنی و دمای رکتوم گاو ها نداشت ( $P > 0.05$ ).

در پژوهشی، وزن تولد گوساله های به دنیا آمده از مادران دریافت کننده مکمل تزریقی معدنی-ویتامینی نسبت به گوساله های گروه شاهد با افزایش همراه بود و تزریق این مکمل سبب افزایش تعداد روزهای آبستنی شد اما تأثیری بر دمای رکتوم و زمان دفع جفت گاو ها نداشت (Hosseini و همکاران، ۲۰۲۳). همسو با پژوهش حاضر، تزریق گروه ویتامین B مادری، سبب افزایش وزن تولد بزغاله ها شد (Asadi و همکاران ۲۰۲۴a). برخلاف نتایج حاضر، در پژوهش های متعددی تزریق کمپلکس معدنی-ویتامینی به گاو های شیری دوره انتقال تأثیری بر وزن تولد گوساله ها نداشت (Mousavi و همکاران، ۲۰۲۰؛ Khodamoradi و همکاران، ۲۰۲۰؛ Miqueo و همکاران، ۲۰۲۴) و تزریق مواد معدنی در دوره پیش از زایش نیز تأثیری بر وزن تولد گوساله ها نداشت (Willmore و همکاران، ۲۰۲۱).

دوره انتقال به تیمارهای شاهد، تزریق مواد معدنی، تزریق ویتامین ها و تزریق مواد معدنی و ویتامین ها به طور هم زمان به این نتیجه رسیدند که مقدار تولید شیر در گروه های دریافت کننده مواد معدنی و ویتامین ها و مواد معدنی به صورت هم زمان با افزایش معنی دار همراه بوده و بیشترین تعداد سلول های سوماتیک در شیر تولیدی گروه شاهد یافت شد. در مطالعات متعددی گزارش شده است که مواد معدنی و ویتامین ها سبب کاهش تعداد سلول های سوماتیک شیر می شوند (Machado و همکاران، ۲۰۱۳؛ Puppel و همکاران، ۲۰۱۹). با این حال، تزریق ویتامین C و مس به گاو های دوره انتقال تغییری در مقدار تولید شیر و درصد چربی، پروتئین، لاکتوز و کل مواد جامد بدون چربی شیر آن ها ایجاد نکرد (Khodamoradi و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین تزریق مواد معدنی به گاو ها تأثیری بر مقدار شیر تولیدی، پروتئین، لاکتوز و تعداد سلول های سوماتیک شیر نداشت (Ganda و همکاران، ۲۰۱۶). تزریق کمپلکس مواد معدنی-ویتامینی تأثیری بر تولید شیر و مقدار و درصد چربی، پروتئین و لاکتوز گاو های دریافت کننده کمپلکس نداشت (Mousavi و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین در پژوهشی، استفاده از مکمل معدنی در جیره گاو های خشک، تغییری در مقدار تولید شیر و درصد چربی، پروتئین، لاکتوز، ازت شیر و تعداد سلول های سوماتیک ایجاد نکرد (Righi و همکاران، ۲۰۱۶). در پژوهشی، خوراندن مواد معدنی با منابع مختلف تغییری در مقدار تولید شیر و مقدار و درصد پروتئین و چربی شیر در میش های دریافت کننده مواد معدنی نسبت به گروه شاهد گزارش نشد (Amanlou و همکاران، ۲۰۲۰). تغییرات کل مواد جامد شیر و کل مواد جامد بدون چربی با تغییرات پروتئین و چربی شیر رابطه مستقیم دارد لذا با افزایش مقدار پروتئین شیر مقدار آن ها نیز افزایش یافت (JamshidyRoodbari و همکاران، ۲۰۰۸؛ Asadi و همکاران، ۲۰۲۳a). کاهش تعداد سلول های سوماتیک نشان دهنده کاهش ورم

جدول ۴- اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر تولید و ترکیبات شیر

Table 4. The effect of mineral and vitamin injections in late pregnancy on milk production and composition

| سطح احتمال | خطای استاندارد | تیمارهای آزمایشی        |                    |                    |                     | شاهد                                                               |
|------------|----------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
|            |                | مواد معدنی + ویتامین ها | ویتامین ها         | مواد معدنی         | Control             |                                                                    |
| P-Value    | SEM            | Minerals + vitamins     | Vitamins           | Minerals           | Control             |                                                                    |
| 0.1966     | 2.023          | 41.07                   | 40.87              | 41.12              | 39.17               | تولید شیر (کیلوگرم)<br>Milk production (kg)                        |
| 0.4664     | 0.689          | 3.66                    | 3.58               | 3.62               | 3.59                | چربی (درصد)<br>Fat (%)                                             |
| 0.7401     | 0.121          | 1.50                    | 1.46               | 1.49               | 1.41                | چربی (کیلوگرم در روز)<br>Fat (kg/d)                                |
| 0.4622     | 0.325          | 3.32                    | 3.29               | 3.20               | 3.13                | لاکتوز (درصد)<br>Lactose (%)                                       |
| 0.0336     | 0.195          | 1.36 <sup>a</sup>       | 1.34 <sup>a</sup>  | 1.36 <sup>a</sup>  | 1.22 <sup>b</sup>   | لاکتوز (کیلوگرم)<br>Lactose (kg)                                   |
| 0.4511     | 0.247          | 3.40                    | 3.36               | 3.42               | 3.23                | پروتئین (درصد)<br>Protein (%)                                      |
| 0.432      | 0.095          | 1.40 <sup>a</sup>       | 1.38 <sup>a</sup>  | 1.41 <sup>a</sup>  | 1.27 <sup>b</sup>   | پروتئین (کیلوگرم)<br>Protein (kg)                                  |
| 0.0685     | 0.897          | 11.35                   | 11.28              | 11.31              | 10.67               | کل مواد جامد (درصد)<br>Total solids (%)                            |
| 0.0111     | 0.412          | 4.67 <sup>a</sup>       | 4.61 <sup>a</sup>  | 4.65 <sup>a</sup>  | 4.19 <sup>b</sup>   | کل مواد جامد (کیلوگرم)<br>Total solids (kg)                        |
| 0.0416     | 0.317          | 7.94 <sup>a</sup>       | 7.91 <sup>a</sup>  | 7.81 <sup>a</sup>  | 7.41 <sup>b</sup>   | مواد جامد بدون چربی (درصد)<br>SNF (%)                              |
| 0.0021     | 0.226          | 3.27 <sup>a</sup>       | 3.25 <sup>a</sup>  | 3.21 <sup>a</sup>  | 2.92 <sup>b</sup>   | مواد جامد بدون چربی (کیلوگرم)<br>SNF (kg)                          |
| 0.0001     | 0.511          | 13.88 <sup>a</sup>      | 13.95 <sup>a</sup> | 14.01 <sup>b</sup> | 15.89 <sup>a</sup>  | نیتروژن اوره ای (میلی گرم بر دسی لیتر)<br>Nitrogen urea (ml/dl)    |
| 0.0001     | 15.417         | 83.54 <sup>b</sup>      | 79.46 <sup>b</sup> | 81.55 <sup>b</sup> | 103.17 <sup>a</sup> | تعداد سلول های سوماتیک (۱۰۰۰x بر میلی لیتر)<br>Somatic cells count |
| 0.1056     | 0.151          | 1.87                    | 1.85               | 1.86               | 1.92                | امتیاز سول های سوماتیک<br>Somatic cells score                      |

(۲۰۱۷) گزارش کردند که دریافت مواد معدنی در گاوهای شیری در زمان آبستنی تأثیری بر زمان دفع جفت ندارد. همچنین پژوهشگران متعددی بیان داشتند که مصرف مواد معدنی به تنهایی تأثیری بر عارضه جفت ماندگی (Nikkhah و همکاران، ۲۰۱۱) و سایر بیماری های متابولیکی و عوارض بالینی پس از زایش ندارد (Petrie و Watson، ۱۹۹۹؛ Toghdory و همکاران، ۲۰۲۳). علت جفت ماندگی به طور کامل

به دلیل انتقال موفق ریزمغذی ها از طریق خون مادر به جنین، سرعت رشد جنین افزایش یافته و سبب تفاوت در وزن هنگام تولد گوساله ها می شود (Abd Eldaim و همکاران، ۲۰۱۵). همسو با نتایج حاضر، در مطالعه ای نشان داده است که استفاده از مواد معدنی می تواند جفت ماندگی در گاوهای شیری را تا ۴۰ درصد کاهش دهد (Spears، ۲۰۱۹). در تضاد با ما، Ghandehari و همکاران

شناخته شده نیست؛ بااین حال ممکن است اختلال در عملکرد ایمنی نقش مهمی در جفت ماندگی داشته باشد (Goff و Horst، ۱۹۹۷؛ Asadi و همکاران، ۲۰۲۴e). کاهش نوتروفیل‌ها در بافت جنینی گاوهای دارای جفت ماندگی مشاهده شده است (Cai و همکاران، ۱۹۹۴)؛ همچنین ناتوانی لوکوسیت‌ها در حمله به مواد کوتیلدون موجود قبل از زایمان در گاوها، جفت ماندگی را افزایش می‌دهد (Gunnink، ۱۹۸۴). با توجه به نتایج حاضر مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب بهبود عملکرد ایمنی و توانایی لوکوسیت‌ها شده و بر زمان دفع جفت اثر مثبت گذاشته‌اند.

جدول ۵- اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر شرایط زایمان

Table 5. The effect of mineral and vitamin injections in late pregnancy on the conditions of calving

| سطح احتمال<br>P-Value | خطای استاندارد<br>SEM | تیمارهای آزمایشی                               |                        |                        |                     |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
|                       |                       | مواد معدنی + ویتامین‌ها<br>Minerals + vitamins | ویتامین‌ها<br>Vitamins | مواد معدنی<br>Minerals | شاهد<br>Control     |
| 0.6899                | 2.250                 | 273.00                                         | 274.50                 | 275.25                 | 273.75              |
| 0.0331                | 1.026                 | 36.78 <sup>a</sup>                             | 36.06 <sup>a</sup>     | 36.58 <sup>a</sup>     | 32.11 <sup>b</sup>  |
| 0.0001                | 26.983                | 388.00 <sup>b</sup>                            | 372.00 <sup>b</sup>    | 368.00 <sup>b</sup>    | 414.00 <sup>a</sup> |
| 0.8711                | 1.033                 | 38.97                                          | 38.83                  | 38.91                  | 39.12               |

طول دوره آبستنی (روز)

Length of gestation (d)

وزن تولد گوساله (کیلوگرم)

Calf birth weight (Kg)

زمان دفع جفت (دقیقه)

Placental expulsion time (m)

دمای رکتوم (درجه سانتی‌گراد)

Rectal temperature (°C)

گاوهای دریافت‌کننده مکمل مشاهده نشد (Molefe و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین در پژوهشی، تزریق ویتامین C، تزریق مس و تزریق ویتامین C و مس با هم به گاوهای دوره انتقال سبب کاهش جفت ماندگی، لنگش و ورم پستان نسبت به گروه شاهد شد و در تیمارهای مس به‌تنهایی و ویتامین C به‌تنهایی هیچ لنگش و ورم پستانی مشاهده نشد (Jafari و همکاران، ۲۰۲۴). از طرفی، استفاده از سطوح مختلف مس در جیره گاوهای شیری طی دوره انتقال در وضعیت ابتلا به جفت ماندگی، سخت‌زایی و ورم پستان بالینی تغییری ایجاد نکرد و سبب کاهش ورم پستان تحت بالینی شد (Azad و همکاران، ۲۰۲۳). گزارش شده است که در گاوهای مبتلا به جفت ماندگی غلظت ویتامین C و مس از گروه شاهد کمتر بوده است (Ahmed و همکاران، ۲۰۰۹). بااین حال تزریق

نتایج به‌دست‌آمده از اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر بیماری‌های متابولیکی در جدول ۶ گزارش شده است. تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب کاهش تعداد دام‌های مبتلا به ورم پستان، سخت‌زایی، لنگش و جفت ماندگی شد؛ به‌طوری‌که سخت‌زایی در گروه‌های مواد معدنی و مواد معدنی + ویتامین‌ها، ورم پستان در گروه ویتامین‌ها و جفت ماندگی در گروه‌های ویتامین‌ها، مواد معدنی، ویتامین‌ها + مواد معدنی صفر گزارش شد.

با تزریق کمپلکس معدنی-ویتامین حاوی ویتامین‌های E و B<sub>12</sub>، ابتلا به ورم پستان و جفت ماندگی در گاوهای دریافت‌کننده دیده نشد (Mousavi و همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعه‌ای در رابطه با تأثیر مکمل معدنی بر عملکرد تولیدمثلی گاوهای آبستن، هیچ‌گونه سخت‌زایی و جفت ماندگی در

گلوکوتایون پراکسیداز، نقش مهمی در مقاومت سلول‌های دام به رادیکال‌های آزاد دارند (McKenzie و همکاران، ۲۰۰۲؛ Asadi و همکاران، ۲۰۲۴b)؛ به‌طوری‌که سبب جلوگیری از صدمه به نوتروفیل‌ها، حفاظت از اسیدهای چرب غیراشباع دیواره سلولی (Salman و همکاران، ۲۰۰۹)، تقویت پاسخ‌های التهابی به دنبال حمله پاتوژن‌ها و درنهایت حفظ بهبود سیستم ایمنی در شرایط حساس نظیر دوره انتقال شده و از بروز و ابتلای دام‌ها به بیماری‌های متابولیکی نظیر جفت ماندگی و ورم پستان جلوگیری می‌کنند (Pirestani و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین، با توجه به اینکه تعداد سلول‌های سوماتیک در شیر گاوهای دریافت‌کننده مواد معدنی و ویتامین‌ها نسبت به تیمار شاهد با کاهش همراه بود، و اینکه شمار سلول‌های سوماتیک نشان‌دهنده حساسیت دام به ورم پستان می‌باشد، می‌توان به این نتیجه نیز دست‌یافت که مواد معدنی و ویتامین‌ها سبب مقاومت بیشتر دام‌ها به ورم پستان گردید.

مواد معدنی تغییری در ابتلای دام‌ها به بیماری‌های متابولیکی ایجاد نکرد (Silva و همکاران، ۲۰۲۲). در حالت کلی، بیماری‌های متابولیکی می‌توانند سبب افزایش هزینه، ضرر اقتصادی، کاهش تولید، کاهش نرخ آبستنی، افزایش فاصله گوساله‌زایی، التهاب رحم و حتی نازایی، زمین‌گیر شدن و در انتها مرگ شوند که پیشگیری از آن‌ها از نگرانی‌های همیشگی صنعت گاو شیری می‌باشد (NRC، ۲۰۰۵). مقابله با التهاب، حذف عوامل عفونی و از بین بردن رادیکال‌های آزاد از وظایف اصلی سلول‌های دفاعی می‌باشند (Radostits و همکاران، ۱۹۹۴). طبق مطالعات انجام‌شده، افزایش تنش اکسیداتیو در نزدیکی زایمان با افزایش ناهنجاری‌های متابولیکی همراه می‌باشد (Bouwstra و همکاران، ۲۰۱۰) و با بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی، وضعیت ایمنی گاو بهبودیافته و بیماری‌های نظیر جفت ماندگی و ورم پستان کاهش می‌یابد (Pontes و همکاران، ۲۰۱۵). ویتامین‌هایی نظیر ویتامین E و C و مواد معدنی نظیر مس با تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی و بهبود فعالیت آنزیم‌هایی نظیر

جدول ۶- اثر تزریق مواد معدنی و ویتامینی در اواخر آبستنی بر بیماری‌های متابولیکی

Table 6. The effect of mineral and vitamin injections in late pregnancy on metabolic diseases

| تیمارهای آزمایشی                               |                        |                        |                   |                  |
|------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| مواد معدنی + ویتامین‌ها<br>Minerals + vitamins | ویتامین‌ها<br>Vitamins | مواد معدنی<br>Minerals | شاهد<br>Control   |                  |
| 1                                              | 0                      | 1                      | 3                 | ورم پستان (رأس)  |
|                                                |                        |                        | Mastitis          |                  |
| 1                                              | 1                      | 2                      | 2                 | لنگش (رأس)       |
|                                                |                        |                        | Lameness          |                  |
| 0                                              | 0                      | 0                      | 1                 | جفت ماندگی (رأس) |
|                                                |                        |                        | Retained placenta |                  |
| 0                                              | 1                      | 0                      | 2                 | سخت زایی (رأس)   |
|                                                |                        |                        | Dystocia          |                  |

جامد و مواد جامد بدون چربی و کاهش نیتروژن اوره‌ای و تعداد سلول‌های سوماتیک شیر گردید. همچنین تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوها

### نتیجه‌گیری

تزریق مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای آبستن دوره انتقال، سبب افزایش لاکتوز، پروتئین، کل مواد

سبب افزایش وزن تولد گوساله‌های آن‌ها، کاهش زمان دفع جفت و کاهش بیماری‌های متابولیکی دام‌ها شد. لذا، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، تزریق هم‌زمان مواد معدنی و ویتامین‌ها به گاوهای دوره انتقال سبب بهبود در ترکیبات شیر، کاهش ناهنجاری‌های متابولیکی و بهبود شرایط حین زایمان دام‌ها می‌گردد.

به این وسیله از بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان به‌واسطه فراهم نمودن امکانات آزمایشگاهی این پژوهش و مزرعه دام نمونه زروان به‌واسطه در اختیار گذاشتن امکانات مزرعه‌ای تشکر و قدردانی می‌گردد.

### سپاسگزاری

### 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.
- Abdolmaleki, Z., Souri, M., Moeni, M., Tohidi, A. & Chashnidel, Y. (2018). Effect of dietary conjugated linoleic Acid (CLA) supplementation with injectable Se and VE supplement on productive performance and blood parameters of Holstein dairy cows. *Journal of Ruminant Research*, (4):101-118 (In Persian).
- Ahmed, W.M., Abd El Hameed, A.R., El Khadrawy, H.H., & Hanafi, E.M. (2009). Investigations on retained placenta in Egyptian buffaloes. *Global Veterinaria*, 3: 120-124.
- Akins, M.S., Bertics, S.J., Socha, M.T., & Shaver, R.D. (2013). Effects of cobalt supplementation and vitamin B12 injections on lactation performance and metabolism of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96: 1755-1768
- Amanlou, H., Khebri, M., Rostami, B., Eslamian Farsuni, N., Amirabadi Farahani, T., & Khalili, M. (2020). Effects of feeding different trace mineral sources on performance and health of Afshari ewes and lambs. *Iranian Journal of Animal Science*, 51(3): 183-192. (In Persian)
- Asadi, M., Fard, H.M., Araee, K.A., & Hatami, M. (2023b). 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. (2024c). 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., Ghoorchi, T., & Toghdory, A. (2024d). Effect of different forms of chromium on feed intake, rumen parameters, and blood metabolites of Afshari ewes during transition period and their lambs under the influence of heat stress. *Animal Production Research*, 13(1):29-47. (In Persian).
- Asadi, M., Ghoorchi, T., & Toghdory, A. (2024e). 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., 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. (2023a). Influence of organic manganese supplementation on performance, digestibility, milk yield and composition of Afshari ewes

- in the transition period, and the health of their lambs. *Animal Production Research*, 12(1): 1-12. (In Persian).
- Asadi, M., Toghdory, A., Ghoorchi, T., & Hatami, M. (2024a). 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.
- Azad, S., Amanlou, H., Eslamian Farsuni, N., Amirabadi Farahani, T., & Khabbazzan, M.H. (2023). The effect of source and level of copper in the diet on production and health of Holstein cows during transition period. *Journal of Animal Production*, 25(1): 37-50.
- Bouwstra, R.J., Nielen, M., Newbold, J.R., Jansen, E.H.J.M., Jelinek, H.F., & Werven, T. (2010). Vitamin E supplementation during the dry period in dairy cattle. Part II: Oxidative stress following vitamin E supplementation may increase clinical mastitis incidence postpartum. *Journal of Dairy Science*, 93(12): 5696-5706.
- Cai, T.Q., Weston, P.G., Lund, L.A., Brodie, B., McKenna, D.J., & Wagner, W.C. (1994). Association between neutrophil functions and periparturient disorders in cows. *American Journal of Veterinary Research*. 55(7): 934-943.
- Collet, S.G., Demeda, M.A., Taffarel, G.V., Taffarel, L., Girardini, L.K., NESI, C.N., HOFF, M.C., & LEAL, M.L.R. (2017). Effect of injectable trace mineral supplement and vitamins A and E on production and milk composition of Holstein cows. *Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages*, 16(4): 463-472.
- Daugherty, S.R., Carstens, G.E., Herd, D.B., Barling, K.S., & Randel, R.D. (2002). Effects of prenatal and prebreeding trace mineral/ vitamin E injections on calf health and reproductive performance of beef cows. Beef Cattle Research in Texas Report. Department of Animal Science, Texas A&M University. Online. Available: <http://animalscience.tamu.edu/ansc>. Accessed March 15, 2004.
- Ganda, E.K., Bisinotto, R.S., Vasquez, A.K., Teixeira, A.G.V., Machado, V.S., Foditsch, C., Bicalho, M., Lima, F.S., Stephens, L., Gomes, M.S., Dias, J.M., & Bicalho, R.C. (2016). Effects of injectable trace mineral supplementation in lactating dairy cows with elevated somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*, 99(9): 7319-7329.
- Ghandehari, M., Khodaei Motlagh, M., & Kazemi-Bonchenari, M. (2017). Effect of supplementation of monensin and chromium in close-up diets on some production and reproduction parameters in Holstein dairy cows. *Journal of Animal Production*. 19(2): 361-370.
- Goff, J.P., & Horst, R.L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*. 80(7): 1260-1268.
- Gunnink, J.W. (1984). Pre-partum leucocytic activity and retained placenta. *Veterinary Quarterly*, 6(2): 52-54.
- Hayirli, A., Grummer, R.R., Nordheim, E.V., & Crump, P.M. (2002). Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 85: 3430-3443.
- Hosseini, E., Tahmasbi, A., Naserian, A.A., & Danesh Mesgharan, M. (2023). Impact of some micronutrients on the quantity and quality of colostrum and milk produced during the transition period of dairy cows under heat stress conditions. *Journal of Ruminant Research*, 11(3): 63-80. (In Persian)
- Jafari, H., Fatahnia, F., Khodamoradi, S., & Taasoli, G. (2024). Effect of ascorbic acid and copper injection on serum parameters concentration and the incidence of metabolic disorders in transition dairy cows under heat stress. *Animal Science Research*, 34(1): 45-61. (In Persian).
- JamshidyRoodbari, A., Ghoorchi, T., Torbatinejad, N., & Hassani, S. (2008). Effects of replacing cottonseed meal with canola meal and Ca-LCFA on nutritional digestibility and blood metabolites of Holeystein dairy cows. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 15(1): 54-61.

- Khodamoradi, S., Fatahnia, F., Jafari, H., & Taasoli, G. (2019). Effect of injection of vitamin C and copper on milk production and composition, and body condition score of transition dairy cows under heat stress. *Journal of Ruminant Research*, 7(3): 77-92. (In Persian).
- 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).
- Khorsandi, S., Riasi, A., Khorvash, M., Mahyari, S.A., Mohammad-panah, F., & Ahmadi, F. (2016). Lactation and reproductive performance of high producing dairy cows given sustained-release multi-trace element/vitamin ruminal bolus under heat stress condition. *Livesock. Science*, 187: 146-150.
- Khosravi Al Hosseini, N., Towhidi, A., & Zeinoaldini, S. (2024). Studying the effect of Multi-Act on milk production, milk composition, some parameters of blood health and reproduction of Holstein cows.. *Journal of Ruminant Research*, 12(2): 1-18.(In Persian)
- Koujalagi, S., Chhabra, S., Randhawa, S.S., Singh, R., & Gupta, D. (2020). Effect of herbal vitamin E and organic selenium complex supplementation on oxidative stress, milk quality and somatic cell count in transition dairy cows. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8: 660–665.
- Machado, V.S., Bicalho, M.L.S., Pereira, R.V., Caixeta, L.S., Knauer, W.A., Oikonomou, G., Gilbert, M.R.O., & Bicalho, R.C. (2013). Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows. *Veterinary*, 197, 451-456.
- Machado, V.S., Oikonomou, G., Lima, S.F., Bicalhoa, M.L.S., Kacar, C., Foditsch, C., Felipeb, M.J., Gilbert, R.O., & Bicalho, R.C. (2014). The effect of injectable trace minerals (selenium, cop-per, zinc, and manganese) on peripheral blood leukocyte activ-ity and serum superoxide dismutase activity of lactating Hol-stein cows. *Veterinary*, 200: 299-304.
- McKenzie, R.C., Arthur, J.R., & Beckett, G.J. (2002). Selenium and the regulation of cell signaling, growth, and survival: Molecular and mechanistic aspects. *Antioxidants and Redox Signaling*, 4:339-351.
- 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.
- Molefe, K., & Mwanza, M. (2020). Effects of mineral supplementation on reproductive performance of pregnant cross-breed Bonsmara cows: An experimental study. *Reproduction Domestic Animals*, 55(3): 301-308.
- 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).
- Mousavi. S.R., Fatahnia, F., Taasoli, G., & Mohammadi. Y. (2022). Peripartum Injection of Vitamins (E and B12) and Trace Minerals (Selenium and Iron) in Holstein Dairy Cows: Effect on Milk Production and Composition, Body Condition Score and Serum Metabolites. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 12(2): 255-269.
- Muehlenbein, E.L., Brink D.R., Deutscher G.H., Carlson M.P., & Johnson A.B. (2001). Effects of inorganic and organic copper supplemented to first-calf cows on cow reproduction and calf health and performance. *Journal of Animal Science*, 79:1650–1659.
- National Research Council (NRC), (2021). Nutrient requirements of dairy cattle, 8th revised edition, National Academies, Washington, DC.

- Nikkhah, A., Mirzaei, M., Khorvash, M., Rahmani, H.R., & Ghorbani, G.R. (2011). Chromium improves production and alters metabolism of early lactation cows in summer. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95: 81–89.
- Pereira, P.A.S., Silveira, P., Montagner, A., Schneider, E., Schmitt, V.R., Rabassa, L.F.M., Pfeifer, F.A.B., Del Pino, M., Pulga, M.E., & Correa, M.N. (2013). Effect of butaphosphan and cyanocobalamin on postpartum metabolism and milk production in dairy cows. *Animal*, 7(7): 1143-1147.
- Petrie, A., & Watson, P. (1999). Statistics for veterinary and animal science. Balckwell Science Ltd. Malden, USA.
- Pirestani, A., Aghakhani, M., Tabatabaei, S.N., Ghalamkari, G., & Baharlo, F. (2011). Effects of dietary L-carnitine and choline chloride compound on reproduction indices and udder immune system in Holstein dairy cattle. In *Proceedings of International Conference on Life Science and Technology, (ICLST 2011)*.
- Pontes, G.C., Monteiro, P.L., Prata, A.B., Guardieiro, M.M., Pinto, D.A., Fernandes, G.O., Wiltbank, M.C., Santos, J.E., & Sartori, R. (2015). Effect of injectable vitamin E on incidence of retained fetal membranes and reproductive performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(4): 2437-2449.
- Preynat, A., Lapierre, H., Thivierge, M.C., Palin, M.F., Matte, J.J., Desrochers, A., & Girard, C.L. (2009). Effects of supplements of folic acid, vitamin B12, and rumen-protected methionine on whole body metabolism of methionine and glucose in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92: 677-689.
- Puppel, K., Golebiewski, M., Grodkowski, G., Slószarz, J., Kunowska-Slósarz, M., Solarczyk, P., Łukasiewicz, M., Balcerak, M., & Przysucha, T. (2019). Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: A Review. *Animals*, 9: 1070.
- Rabiee, A.R., Lean, I.J., Stevenson, M.A., & Socha, M.T. (2010). Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 93(9), 4239-4251.
- Radostits, O.M., Blood, D.C., & Gay, C.C. (1994). Veterinary Medicine. Bailliere Tindall, London, UK.
- Rajaerad, A., Ghorbani, G.R., Khorvash, M., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Mahdavi, A.H., Rashidi, S., Wilkens, M.R., & Hünnerberg, M. (2020). Impact of a ration negative in dietary cation–anion difference and varying calcium supply fed before calving on colostrum quality of the dams and health status and growth performance of the calves. *Animals*, 10(9): 1465.
- Righi, F., Simoni, M., Malacarne, M., & Summer, E. (2016). Feeding a free choice energetic mineral-vitamin supplement to dry and transition cows: effects on health and early lactation performance. *Large Animal Review*, 22: 161-170.
- Salman, S., Khol-parisini, A., Schafft, H., Lahrssen-Wiederholt, M., Hulan, H.W., Dinse, D., & Zentek, J. (2009). The role of dietary selenium in bovine mammary gland health and immune function. *Animal Health Research Review*, 10: 21-34.
- Scaletti, R.W., Trammell, D.S., Smith, B.A., & Harmon, R.J. (2003). Role of dietary copper in enhancing resistance to *Escherichia coli* mastitis. *Journal of Dairy Science*, 86: 1240–1249.
- 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).
- Sordillo, L.M. (2005). Factors affecting mammary gland immunity and mastitis susceptibility. *Livestock Science*, 98: 89-99.
- 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: 104-109.
- Spears, J.W. (2019). Boron, chromium, manganese, and nickel in agricultural animal production. *Biological Trace Element Research*, 188(1), 35-44.
- Spears, J.W. (2003). Trace mineral bioavailability in ruminants. *Nutrition*, 133: 506-1509.

- Tao, S., Thompson, I.M., Monteiro, A.P.A., Hayen, M.J., Young L.J. & Dahl, G.E. (2012). Effect of cooling heat-stressed dairy cows during the dry period on insulin response. *Journal of Dairy Science*, 95:5035–5046.
- 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.
- Van Saun, R.J. (2016). Indicators of dairy cow transition risks: Metabolic profiling revisited. *Tierarztl Prax Ausg G: Grosstiere Nutztiere*. 44,118- 126.
- Wankhade, P.R., Manimaran, A., Kumaresan, A., Jeyakumar, S., Ramesha, K.P., Sejian, V., Rajendran, D., & Varghese, M.R. (2017). Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review : *Veterinary World*, 10: 1367-1377.
- Willmore, C.J., Hall, J.B., & Drewnoski, M.E. (2021). Effect of a Trace Mineral Injection on Performance and Trace Mineral Status of Beef Cows and Calves. *Animals*, 11: 2331.
- 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*.
- Yalcin, S., Yalcin, S., Can, P., Gurdal, A.O., Bagci, C., & Eltan, O. (2011). The nutritive value of live yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and its effect on milk yield, milk composition and some blood parameters of dairy cows. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 24: 1377-1385.
- Yang, M., Zou, Y., Wu, Z.H., Li, S.L., & Cao, Z.J. (2015). Colostrum quality affects immune system establishment and intestinal development of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, 98: 1-11.
- Zhang, H., Nuermaiti, Y., Hao, K., Qi, Y., Xu, Y., Zhuang, Y., Wang, F., Hou, G., Chen, T., & Xiao, J. (2024). Supplementation with Combined Additive Improved the Production of Dairy Cows and Their Offspring with Maintenance of Antioxidative Stability. *Antioxidants*, 13:650.

