

تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز به شکل های آلی و معدنی بر عملکرد، قابلیت هضم، شاخص های رشد اسکلتی، قوام مدفوع و هماتولوژی گوساله های شیرخوار

آیدا تیموری^۱، عبدالحکیم توغدوری^{۲*}، تقی قورچی^۳ و محمد اسدی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، ۲- استادیار ۳- استاد و ۴- دانش آموخته دکتری گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نویسنده مسئول: عبدالحکیم توغدوری

toghdory@yahoo.com

The effect of milk enrichment with manganese supplement in organic and inorganic forms on performance, digestibility, skeletal growth indices, fecal consistency and hematology of suckling calves

Ayda Teymouri¹, *Abdolhakim Toghdory², Taghi Ghoorchi³ and Mohammad Asadi⁴

1: MS.c. Student, 2: Assistant Prof, 3: Professor, and 4: Ph.D. Graduated, Dept. of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources

Corresponding Author: Abdolhakim Toghdory

toghdory@yahoo.com

تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز به شکل های آلی و معدنی بر عملکرد، قابلیت هضم، شاخص های رشد اسکلتی، قوام مدفوع و هماتولوژی گوساله های شیرخوار هلشتاین

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز به شکل های آلی و معدنی بر عملکرد، قابلیت هضم، شاخص های رشد اسکلتی، قوام مدفوع و هماتولوژی گوساله های شیرخوار هلشتاین صورت گرفت. ۲۴ رأس گوساله تازه متولد شده به طور تصادفی به ۳ گروه با ۸ تکرار تقسیم شدند. تیمارها شامل: ۱) شاهد (بدون افزودن مکمل منگنز به شیر مصرفی)، ۲) افزودن مکمل منگنز معدنی به شیر مصرفی (۳) افزودن مکمل منگنز آلی به شیر مصرفی بود. میزان استفاده از منگنز در شیر هر رأس گوساله در روز ۳۰ میلی گرم بود. گوساله ها هر ۲۱ روز جهت تعیین عملکرد و شاخص های رشد اسکلتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مصرف خوراک و مقدار پس آخور روزانه اندازه گیری شد و در تمام طول دوره، سه روز در هفته به صورت تصادفی مدفوع همه ی گوساله ها در دو نوبت صبح و عصر مورد ارزیابی گرفت. نتایج نشان داد که غنی سازی شیر با مکمل منگنز به شکل های آلی و معدنی سبب افزایش وزن در کل دوره، افزایش وزن روزانه و مصرف ماده خشک شد. گوساله های دریافت کننده شیر با مکمل های منگنز آلی و معدنی قابلیت هضم ماده خشک بهتری داشتند. غنی سازی شیر با مکمل به شکل های آلی و معدنی تأثیری بر شاخص های رشد اسکلتی نداشت. بیشترین بهبود در قوام مدفوع مربوط به گروه دریافت کننده منگنز آلی و سپس منگنز معدنی بود. افزایش هموگلوبین، هماتوکریت و گلبول سفید در تیمارهای دریافت کننده منگنز آلی و معدنی مشاهده شد و بیشترین مقدار گلبول قرمز مربوط به تیمار دریافت کننده شیر با مکمل منگنز آلی بود. به طور کلی می توان نتیجه گرفت افزودن ۳۰ میلی گرم مکمل منگنز به شیر، عملکرد بهتر و سلامت گوساله ها را به همراه دارد.

کلیدواژه: گوساله شیرخوار، منگنز، قابلیت هضم، هماتولوژی، قوام مدفوع

The impact of milk enrichment with manganese supplement in organic and inorganic forms on performance, digestibility, skeletal growth indices, fecal consistency and hematology of Holstein suckling calves

abstract

this study was conducted to investigate impact of milk enrichment with manganese supplement in organic and inorganic forms on performance, digestibility, skeletal growth indices, fecal consistency and hematology of Holstein suckling calves. 24 newborn calves were randomly divided into 3 groups with 8 replications. Experimental treatments include: 1) control group (Without adding manganese supplements to milk consumption), 2) Adding mineral manganese supplement to milk consumption and 3) Adding organic manganese supplements to milk consumption. The amount of manganese used in the milk of each calf was 30 mg per day. Calves were evaluated every 21 days to determine performance and skeletal growth indices. Daily feed

intake and post-feeding amount were measured and three days a week, the feces of the calves were randomly evaluated. The results showed that the enrichment of milk with manganese supplements in organic and inorganic forms caused weight gain in the whole period, daily weight gain and dry matter consumption. Calves that receiving milk with organic and inorganic manganese supplements had better digestibility of dry matter. Enrichment of milk with supplements in organic and inorganic forms had no effect on skeletal growth indices. The greatest improvement in fecal consistency was related to the group receiving organic manganese and then mineral manganese. An increase in hemoglobin, hematocrit and white blood cells was observed in the treatments receiving organic and inorganic manganese, and the highest amount of red blood cells was related to the treatment receiving milk with organic manganese supplement. In general, it can be concluded that adding 30 mg of manganese supplement to milk results in better performance and health of calves.

Keywords: Suckling calve, manganese, digestibility, hematology, fecal consistency

مقدمه

با توجه به اینکه گوساله‌های متولد شده اصلی‌ترین منبع سوددهی مزارع گاو شیری در سال‌های آتی به‌شمار می‌روند، استفاده از راهکارهای تغذیه‌ای مناسب جهت رشد و سلامت بهتر آنها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (دلیر و همکاران، ۱۳۹۹). به‌دلیل عدم رشد و توسعه کافی شکمبه در هفته‌های اول زندگی گوساله، شیر مهم‌ترین منبع تأمین انرژی، پروتئین، ویتامین‌ها و موادمعدنی برای رشد آنهاست (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷). معمولاً شیر از نظر برخی ویتامین‌ها و موادمعدنی کمبود دارد. از جمله موادمغذی موردنیاز دام موادمعدنی هستند که در حفظ سلامت، رشد و ایمنی دام حائز اهمیت هستند (علی‌عربی و همکاران، ۱۳۹۳). در بین عناصر مختلف، منگنز (Mn) می‌تواند به‌عنوان یک ریزمغذی ضروری برای بدن حیوان و بهبوددهنده متابولیسم استفاده شود (Toghdory و همکاران، ۲۰۲۳). نقش عنصر منگنز در ساخت غضروف برای تشکیل صفحات رشد است که به‌طور مستقیم بر رشد استخوان‌های بلند تأثیر می‌گذارد (مؤذنی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۲). عناصر معدنی از جمله منگنز بر ایمنی، عملکرد سلامت و رشد در گوساله به‌ویژه دام‌های در معرض تنش تأثیر مثبت دارند (Suttle و Underwood، ۱۹۹۹). همچنین گزارش شده است که مکمل‌سازی منگنز بر ضریب تبدیل خوراک، کاهش هزینه‌های درمان و بهبود پاسخ ایمنی گوساله‌ها مؤثر بوده است (Arthington و Havenga، ۲۰۱۲). از طرفی منگنز با وجود در آنزیم سوپراکسیددیسموتاز که در ماتریکس میتوکندری وجود داشته و رادیکال‌های سوپراکسید را به هیدروژن‌های پراکسید تبدیل می‌کند، از عناصر ضروری به‌شمار رفته و کمبود آن نیز سبب اختلال در رشد اسکلتی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی دام می‌شود (Asadi و همکاران، ۲۰۲۴).

در حال حاضر، منابع منگنز که معمولاً در جیره دام‌ها استفاده می‌شود، شامل منگنز معدنی (مانند سولفات منگنز، کربنات منگنز و اکسید منگنز) و منگنز آلی (مانند منگنز کلات شده با اسید آمینه و پروتئین) است. در حیوانات، منابع آلی و غیرآلی عناصر کمیاب، مقادیر مختلفی را در جذب از دستگاه گوارش نشان دادند (Huerta و

همکاران، ۲۰۰۲). بار الکتریکی در شکل غیرآلی مواد معدنی منجر به رقابت در جذب این عناصر در دستگاه گوارش شده و دسترسی به آن منابع را کاهش می‌دهد؛ منگنز آلی مانند کمپلکس منگنز-متیونین و کلات منگنز متیونین، جذب روده‌ای و فراهمی زیستی منگنز را بهبود می‌بخشد (Siciliano-Jones و همکاران، ۲۰۰۸). منابع غیر آلی منگنز قابلیت هضم نسبتاً پایینی دارند، اگرچه ارزان‌تر هستند (Tufarelli و Laudadio، ۲۰۱۷). منابع آلی منگنز پایداری شیمیایی مناسب و راندمان جذب بالایی از خود نشان داده‌اند، اما به دلیل کیفیت‌های مختلف محصولات تولیدی، اثرات غیر قابل پیش بینی و گران‌قیمت بودن، به‌طور گسترده در تغذیه دام استفاده نشده‌اند (Patra و Lalhriatpuii، ۲۰۲۰). بنابراین، ارزیابی منابع مختلف منگنز جهت مشخص شدن کارایی مکمل‌های آلی و معدنی نیازمند بررسی‌های بیشتر می‌باشد. از آنجایی که، اطلاعات محدودی در رابطه با استفاده از شکل‌های مختلف مکمل‌های حاوی منگنز در گوساله‌های شیرخوار وجود دارد و اینکه مقدار منگنز موجود در شیر گاو بسیار ناچیز (۰/۰۳ میلی گرم در هر کیلوگرم) می‌باشد (Huber و Lyford، ۱۹۸۸)، از این‌رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز به شکل‌های آلی و معدنی بر قابلیت هضم، عملکرد، شاخص‌های رشد اسکلتی، قوام مدفوع و هماتولوژی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در دامپروری صنعتی دام نمونه زروان واقع در شهر گرگان به مدت ۶۳ روز انجام گردید. در این پژوهش از تعداد ۲۴ رأس گوساله تازه متولد شده نژاد هلشتاین، در سه تیمار با هشت تکرار بر پایه طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. گوساله‌ها پس از تولد به مدت پنج روز تحت مراقبت‌های ویژه بهداشتی و دریافت آغوز قرار گرفتند و سپس وارد طرح آزمایشی شدند. تیمارها شامل: ۱) شاهد (بدون افزودن مکمل منگنز به شیر مصرفی)، ۲) افزودن مکمل منگنز معدنی به شیر مصرفی ۳) افزودن مکمل منگنز آلی به شیر مصرفی بود. میزان استفاده از منگنز در شیر هر رأس گوساله در روز ۳۰ میلی گرم بود (NRC، ۲۰۰۱). مکمل معدنی منگنز به شکل سولفات منگنز با خلوص ۳۲ درصد از شرکت کیمیا رشد گلستان تهیه شد و مکمل آلی منگنز به شکل منگنز کبالت شده با مولکول‌های آلی (پپتیدها و اسیدهای آمینه)، از شرکت توسعه مکمل فناور آریانا تهیه شد. برای اندازه‌گیری غلظت منگنز شیر ۱۰ نمونه ۱۵-۲۰ میلی‌لیتری تهیه گردید و از دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی شعله‌ای مدل (Shimadzu-AA-670) با طول موج ۲۷۹/۵ نانومتر استفاده شد. غلظت منگنز شیر گاو ۰/۴-۰/۳ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. گوساله‌ها در طول دوره به‌صورت روزانه به مقدار ۱۰ درصد وزن بدن، در دو نوبت ۷ صبح و ۷ عصر شیر دریافت کردند؛ پیش از هر وعده تغذیه شیر، مکمل‌های منگنز مربوط به هر تیمار در شیر کاملاً حل شد و به مصرف گوساله‌ها رسید. خوراک آغازین مورد استفاده و ترکیب شیمیایی آن در جدول ۱ آمده است. گوساله‌ها از بدو تولد در باکس‌های انفرادی قرار داشته و در طول آزمایش به‌طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند.

جدول ۱- اجزا جیره آغارین و ترکیب شیمیایی آن

ترکیب مواد خوراکی (درصد)

۴۰/۰۰	ذرت
۱۲/۵۰	جو
۳۵/۰۰	کنجاله سویا
۵/۰۰	تفاله چغندر قند
۵/۰۰	سبوس گندم
۰/۳۰	مکمل ویتامینی
۰/۳۰	مکمل معدنی
۰/۸۰	صدف
۰/۵۰	نمک
۰/۵۰	جوش شیرین
۰/۵۰	مخمّر
۰/۵۰	پودر چربی

مواد مغذی و ترکیب شیمیایی

۹۰/۰۰	ماده خشک (درصد)
۲/۵۱	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلو گرم)
۳/۰۷	انرژی قابل هضم (مگا کالری در کیلو گرم)
۱۸/۳۲	پروتئین خام (درصد)
۳/۵۴	چربی خام (درصد)
۲۰/۷۴	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
۹/۸۰	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
۷/۳۰	خاکستر (درصد)
۱/۴۲	کلسیم (درصد)
۰/۷۱	فسفر (درصد)
۰/۷۳	منگنز (میلی گرم/کیلو گرم)

مکمل معدنی ویتامین: ۱۹۵ گرم کلسیم. ۹۰ گرم فسفر؛ ۲۰ گرم منیزیم؛ ۳ گرم روی؛ ۳ گرم آهن؛ ۲۸۰ میلی گرم مس؛ ۲۰۰ میلی گرم منگنز؛ ۱۰۰ میلی گرم کبالت؛ ۱۰۰ میلی گرم ید؛ ۴۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان؛ ۱۰ میلی گرم مکمل سدیم سلنیت در کیلو گرم * به جز انرژی قابل متابولیسم و انرژی قابل هضم سایر مواد مغذی به صورت آزمایشگاهی اندازه گیری شد.

به منظور بررسی فاکتورهای عملکردی و بررسی تغییرات وزنی روزانه و کل، گوساله‌ها هر ۲۱ روز وزن‌کشی شدند؛ خوراک آغازین به صورت روزانه به گوساله‌ها عرضه شده و باقی‌مانده خوراک برای هر دام در هر روز توزین و ثبت می‌شد. خوراک مصرفی هر دام نیز از تفاوت جیره داده شده و پس‌آخور باقی‌مانده هر دام محاسبه گردید. همچنین افزایش مقدار خوراک داده شده به دام‌ها براساس پس‌آخور هر دام در روز بعد مشخص می‌شد. به طوری که اگر دام در سه روز متوالی پس‌آخور کمتر از ۱۰ درصد باقی می‌گذاشت، خوراک دام افزایش می‌یافت (Asadi و همکاران، ۲۰۲۲).

$$\text{مصرف ماده خشک} = \frac{\text{میانگین افزایش وزن روزانه}}{\text{ضریب تبدیل غذایی}}$$

برای محاسبه تغییرات وزن، وزن‌کشی دام‌ها به صورت هفتگی، پس از ۱۶ ساعت گرسنگی با استفاده از ترازوی دیجیتال صورت گرفت. شاخص‌های بدنی شامل وزن، عرض لگن، ارتفاع از جدوگاه، طول بدن و اندازه دورسینه، عمق سینه، فاصله دو شاخ، فاصله دو چشم و عرض پوزه هر ۲۱ روز به وسیله متر و کولیس طبق روش Khan و همکاران، (۲۰۰۷) اندازه‌گیری شد. مصرف ماده خشک از فرمول زیر بدست آورده شد:

$$۸۸\% \times \text{خوراک آغازین مصرفی} + ۱۲\% \times \text{مصرف شیر} = \text{مصرف ماده خشک}$$

در کل دوره هر هفته یک بار از خوراک داده شده برای هر تیمار نمونه‌گیری به عمل آمد. باقی‌مانده خوراک دام‌های هر تیمار به صورت روزانه ذخیره شد و هر هفته یک بار نیز از آن نمونه‌گیری صورت گرفت. از نمونه‌های جمع‌آوری شده خوراک داده شده در کل دوره و باقی‌مانده خوراک کل دوره برای هر تیمار یک نمونه ۱۰۰ گرمی تهیه و در ظروف سر بسته نگهداری شد.

برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و فیبر نامحلول در شوینده خنثی از روش خاکستر غیر محلول در اسید (AIA) به عنوان مارکر داخلی استفاده شد (Van Keulen و Young، ۱۹۷۷). برای این منظور نمونه‌برداری از مدفوع در شش روز آخر آزمایش از تمامی گوساله‌ها که در قفس‌های متابولیکی قرار داده شده بودند، با استفاده از دستکش تلقیح مصنوعی از مدفوع موجود در رکتوم گوساله‌ها نمونه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها با یکدیگر مخلوط و یک نمونه ۱۰۰ گرمی از هر کدام برای هر دام برداشته و در آون خشک در دمای ۶۴ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۴۸ ساعت گردیدند. نمونه‌ها به وسیله آسیاب دارای غربال یک میلی‌متری آسیاب شدند. ترکیب شیمیایی خوراک و مدفوع (ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر، ماده آلی) مورد بررسی قرار گرفت. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام طبق روش AOAC (۲۰۰۰) و فیبر نامحلول در شوینده خنثی با روش Van Soest (۱۹۹۴) صورت گرفت.

درصد AIA در خوراک

$$(\text{درصد AIA در مدفوع} = 100 - (100 \times \frac{\text{درصد AIA در خوراک}}{\text{قابلیت هضم ظاهری ماده خشک (در صد)}})$$

درصد AIA در مدفوع

سه روز در هفته به صورت تصادفی مدفوع گوساله‌ها مورد ارزیابی گرفت. نمره‌های مدفوع بر اساس ۱- نرمال و سفت، ۲- شل اما با جنبه کلی سالم، ۳- بسیار شل، بدون جدایی آبکی و ۴- آبکی خواهد بود و اگر برای دو روز متوالی یا بیشتر نمره‌های ۳ و ۴ دیده شد، اسهال در نظر گرفته می‌شد (Slanzon و همکاران، ۲۰۱۹).

در روز پایانی پژوهش، ۳ ساعت پیش از تغذیه صبح، از رگ و داج ۵ رأس گوساله از هر تیمار خونگیری انجام شد. حدود ۳ میلی‌لیتر خون نیز به لوله‌های حاوی محلول EDTA انتقال داده شد و برای آزمایش هماتولوژی منظور شد و بلافاصله در داخل یخ به آزمایشگاه انتقال یافت. پارامترهای هماتولوژی از جمله گلبول‌های سفید خون، نوتروفیل، ائوزینوفیل، لنفوسیت و مونوسیت اندازه‌گیری شد و گلبول‌های قرمز خون، هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط گلبول‌های قرمز، میانگین هموگلوبین‌های سلولی و میانگین غلظت هموگلوبین‌های سلولی نیز شمارش و محاسبه گردید.

در نهایت اطلاعات حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۸ تکرار می‌باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (۲۰۰۱) صورت گرفت. مدل آماری و فرضیات آزمایش به صورت زیر بود و مقایسات میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از مدل آماری زیر و رویه GLM استفاده شد:

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

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 و بحث

نتایج مربوط به تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز آلی و معدنی بر عملکرد گوساله‌های شیرخوار در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به مطالعه حاضر افزایش وزن کل دوره، میانگین افزایش وزن روزانه، مصرف ماده خشک کل دوره در تیمارهای مصرف‌کننده شیر غنی شده با مکمل‌های منگنز به فرم‌های آلی و معدنی نسبت به گروه شاهد افزایش یافت ($P < 0.05$). در پژوهشی، جایگزینی منابع آلی با منابع غیرآلی مواد معدنی ترکیبی حاوی منگنز تأثیر معنی‌داری بر کل ماده خشک مصرفی، وزن در هنگام شیرگیری، میانگین افزایش وزن روزانه و بازدهی خوراک داشت (کسیانی و همکاران، ۱۴۰۰). در پژوهش دیگری، در گروه مصرف‌کننده منگنز آلی، افزایش میانگین

افزایش وزن روزانه نسبت به گروه مصرف کننده منگنز معدنی و گروه شاهد گزارش شد (Ji و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین در پژوهش دیگری، افزایش وزن کل، میانگین افزایش وزن روزانه در میش های مصرف کننده منگنز آلی و بره های آنها مشاهده شد، اما معنی دار نبود (اسدی و همکاران، ۱۴۰۲). Hidiroglou و Ivan (۱۹۸۰) یافتند که سطوح مختلف منگنز بر افزایش وزن گوسفندان تأثیری نداشت. در پژوهشی، افزودن انواع مکمل های معدنی با سطوح متفاوت حاوی منگنز به جیره گوساله ها، باعث تغییر در میانگین افزایش وزن روزانه آنها نشد (George و همکاران، ۱۹۹۷). در پژوهشی، وزن نهایی، افزایش وزن روزانه، میانگین مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک گوساله های دریافت کننده شکل معدنی گروهی از عناصر حاوی منگنز تأثیر معنی داری نسبت به عملکرد گروه شاهد نداشت (مؤذنی زاده و همکاران، ۱۴۰۲). گاوهای شیری تغذیه شده با کمپلکس مکمل منگنز، روی، مس و کبالت مقدار خوراک مصرفی بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشتند (Yamamoto و همکاران، ۲۰۱۴). در پژوهش دیگری گزارش شده است که تغذیه مکمل معدنی ترکیبی از عناصر حاوی منگنز در گوساله ها تأثیر معنی داری بر وزن بدن، افزایش وزن روزانه و مصرف ماده خشک روزانه نداشت (Ryan و همکاران، ۲۰۱۵). در پژوهشی، با استفاده از سطوح کم، متوسط و زیاد مکمل منگنز، ید و مس در جیره گاو میش ها، بیشترین افزایش وزن در گروه دریافت کننده سطح متوسط کمپلکس نسبت به گروه شاهد مشاهده شد (Lu و همکاران، ۲۰۲۳). با در نظر گرفتن نقش منگنز در متابولیسم کربوهیدرات ها و لیپیدها در سلول های بدن و عملکرد پانکراس و ترشح انسولین و تأثیر مثبت آن بر رشد و سرعت رشد (Weiss و Socha، ۲۰۰۵)، می توان به این نتیجه رسید که احتمالاً استفاده از منگنز در تغذیه گوساله ها افزایش اشتها، مصرف خوراک و به دنبال آن بهبود در عملکرد گوساله ها را به همراه داشته است. نتایج مختلف می تواند به دلیل نوع گونه، شکل و سطح مکمل منگنز، سن حیوان و توسعه دستگاه گوارش حیوان باشد.

جدول ۲- تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز بر عملکرد گوساله های شیرخوار

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی			عملکرد
		منگنز آلی	منگنز معدنی	شاهد	
۰/۴۷۶۶	۲/۰۰۱	۳۴/۸۹	۳۵/۰۸	۳۴/۱۲	وزن تولد (کیلوگرم)
۰/۰۰۰۱	۰/۳۱۷	۹/۶۷ ^a	۹/۰۱ ^a	۷/۲۴ ^b	افزایش وزن ۱-۲۱ (کیلوگرم)
۰/۰۰۰۱	۵۳/۸۹۵	۴۶۰/۴۷ ^a	۴۲۹/۰۴ ^a	۳۴۴/۷۶ ^b	افزایش وزن روزانه ۱-۲۱ (گرم)
۰/۰۰۰۱	۲۹/۳۷۲	۶۲۲/۰۸ ^a	۶۱۰/۴۴ ^a	۵۷۰/۱۲ ^b	مصرف ماده خشک ۱-۲۱ (گرم)
۰/۰۰۰۱	۰/۱۲۵	۱/۳۵ ^b	۱/۴۲ ^b	۱/۶۵ ^a	ضریب تبدیل غذایی ۱-۲۱
۰/۰۳۱۳	۱/۳۸۷	۴۴/۵۶ ^a	۴۴/۰۹ ^a	۴۱/۳۶ ^b	وزن روز ۲۱ (کیلوگرم)
۰/۱۶۷۹	۰/۴۴۶	۱۰/۵۲	۱۰/۸۶	۹/۵۳	افزایش وزن ۲۲-۴۲ (کیلوگرم)
۰/۰۰۰۱	۲۷/۶۹۱	۵۰۰/۹۵ ^a	۵۱۷/۱۴ ^a	۴۵۳/۸۱ ^b	افزایش وزن روزانه ۲۲-۴۲ (گرم)

۰/۰۰۰۱	۱۱۳/۸۷۲	۱۴۴۱/۵۳ ^a	۱۴۲۶/۵۷ ^a	۱۳۲۷/۷۹ ^b	مصرف ماده خشک ۲۲-۴۲ (گرم)
۰/۴۶۱۳	۰/۳۲۲	۲/۸۷	۲/۷۶	۲/۹۲	ضریب تبدیل غذایی ۲۲-۴۲
۰/۰۰۲۱	۲/۱۱۷	۵۵/۰۸ ^a	۵۴/۹۵ ^a	۵۰/۸۹ ^b	وزن روز ۴۲ (کیلوگرم)
۰/۱۳۱۳	۰/۵۱۱	۱۲/۴۱	۱۱/۷۸	۱۱/۹۰	افزایش وزن ۴۳-۶۳ (کیلوگرم)
۰/۲۷۵۹	۴۲/۶۱۵	۵۹۰/۹۵	۵۶۰/۹۵	۵۶۶/۶۶	افزایش وزن روزانه ۴۳-۶۳ (گرم)
۰/۰۰۰۱	۱۳۰/۶۷	۱۹۶۴/۰۴ ^a	۱۸۹۶/۷۱ ^a	۱۷۶۳/۶۵ ^b	مصرف ماده خشک ۶۳-۴۳ (گرم)
۰/۲۷۲۷	۰/۲۲۹	۳/۳۲	۳/۳۸	۳/۱۱	ضریب تبدیل غذایی ۶۳-۴۳
۰/۰۰۱۱	۲/۶۹۲	۶۷/۴۹ ^a	۶۶/۷۳ ^a	۶۲/۷۹ ^b	وزن نهایی ۶۳ (کیلوگرم)
۰/۰۴۶۹	۱/۸۷۷	۳۲/۶۰ ^a	۳۱/۶۵ ^a	۲۸/۶۷ ^b	افزایش وزن کل دوره ۱-۶۳ (کیلوگرم)
۰/۰۲۱۸	۲۹/۸۴۴	۵۱۷/۴۶ ^a	۵۰۲/۳۸ ^a	۴۵۵/۰۷ ^b	افزایش وزن روزانه ۱-۶۳ (گرم)
۰/۰۰۰۱	۹۱/۳۶۷	۱۳۴۲/۵۵ ^a	۱۳۱۱/۲۴ ^a	۱۲۲۰/۵۲ ^b	مصرف ماده خشک ۱-۶۳ (گرم)
۰/۱۵۰۱	۰/۴۶۴	۲/۵۹	۲/۶۱	۲/۶۸	ضریب تبدیل غذایی ۱-۶۳

^{a-b}: حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها

نتایج مربوط به تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز بر قابلیت هضم گوساله های شیرخوار در جدول ۳ آمده است. مصرف شیر غنی سازی شده با منگنز به فرم های مختلف تأثیری بر قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و NDF گوساله ها نداشت ($P > 0.05$). در قابلیت هضم ماده خشک تیمارهای دریافت کننده منگنز معدنی و آلی نسبت به گروه شاهد، افزایش مشاهده شد ($P < 0.05$). در پژوهشی، افزودن سطوح مختلف منگنز آلی به جیره میش ها تأثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشت (اسدی و همکاران، ۱۴۰۲). در پژوهشی دیگر، استفاده از فرم های مختلف عناصر معدنی به شکل های غیر آلی و هیدروکسی منگنز، مس و آهن، باعث کاهش قابلیت هضم ماده خشک شد اما شکل های سولفات منگنز، مس و آهن، تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک گوساله ها نداشت (Hansen و Genter، ۲۰۱۵). در پژوهشی، قابلیت هضم ماده خشک گاومیش های مصرف کننده منگنز-متیونین نسبت به تیمارهای مصرف کننده منگنز سولفات و منگنز کلراید با افزایش معنی داری همراه بود (Lu و همکاران، ۲۰۲۳). در پژوهشی دیگر، مکمل منگنز آلی سبب بهبود قابلیت هضم ماده خشک در بره ها شد (Gresakova و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین El Ashry و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بالاترین سطح قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، NDF و ADF مربوط به گاوهای شیری مصرف کننده کمپلکس مواد معدنی حاوی منگنز با متیونین بود. در پژوهش های متعدد گزارش شده است اگرچه که سطوح بالای منگنز هضم سلولز را کاهش می دهد، افزودن منگنز به سوپانسیون میکروارگانیزم های شکمبه، هضم سلولز را تحریک می کند و همچنین گزارش شد منگنز اثر تحریکی

خفیفی بر میکروب‌های شکمبه داشته و سبب افزایش قابلیت هضم ماده خشک در شرایط آزمایشگاهی (IVDMD) شده است؛ پس احتمالاً افزایش قابلیت هضم مواد مغذی مربوط به مکمل منگنز می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت سوخت و ساز میکروارگانیسم‌های شکمبه یا تغییر در جمعیت میکروبی شکمبه باشد (Tiwari و همکاران، ۲۰۰۰).

جدول ۳- تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز بر قابلیت هضم گوساله‌های شیرخوار

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی			قابلیت هضم
		منگنز آلی	منگنز معدنی	شاهد	
۰/۰۰۰۱	۲/۳۶۴	۷۹/۳۳ ^a	۷۰/۷۹ ^a	۶۴/۵۳ ^b	ماده خشک
۰/۱۵۴۷	۴/۴۶۱	۶۴/۵۷	۶۲/۸۰	۶۱/۷۲	ماده آلی
۰/۱۹۹۸	۶/۷۱۸	۶۴/۰۰	۶۴/۱۲	۶۳/۵۷	پروتئین خام
۰/۲۳۷۴	۲/۸۹۶	۵۳/۷۵	۵۴/۱۱	۵۱/۵۷	NDF
۰/۴۶۵۵	۳/۵۶۸	۸۰/۹۶	۸۱/۲۲	۸۰/۱۷	چربی خام

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

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

نتایج مربوط به تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز به شکل‌های آلی و معدنی بر شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار در جدول ۴ نشان داده شده است. افزودن مکمل منگنز به شیر تأثیری بر شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌های دریافت‌کننده منگنز نداشت ($P > 0.05$). در پژوهشی، افزودن منگنز آلی به جیره گوساله‌ها باعث افزایش محیط قفسه سینه نسبت به گوساله‌های دریافت‌کننده منگنز معدنی و گروه شاهد شد (Ji و همکاران، ۲۰۲۳). Marcondesand و Silva (۲۰۲۱) بیان کردند که در طول دوره شیرخواری، اندازه بدن عمدتاً تحت تأثیر پتانسیل ژنتیکی، تغذیه و سیاست مدیریتی است. نتایج به دست آمده از این پژوهش با گزارش برخی پژوهشگران همخوانی دارد (Santos و همکاران، ۲۰۱۵؛ Ferreira و همکاران، ۲۰۱۳). عدم تأثیر منگنز بر شاخص‌های اسکلتی می‌تواند به دلیل مقدار و مدت زمان مصرف منگنز و نوع گونه و سن دام باشد.

جدول ۴- تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز بر شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله شیرخوار

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی			شاخص اسکلتی (سانتی متر)
		منگنز آلی	منگنز معدنی	شاهد	
روز اول					
۰/۵۵۳۳	۱/۰۰۶	۸۱/۰۰	۷۹/۸۲	۸۰/۲۱	طول بدن
۰/۷۱۸۹	۲/۰۳۱	۷۲/۸۹	۷۳/۰۱	۷۲/۴۲	ارتفاع جدوگاه
۰/۵۶۹۵	۰/۹۸۸	۸۲/۰۴	۸۱/۹۷	۸۲/۴۴	محیط شکم

۰/۴۳۱۶	۲/۳۳۱	۷۸/۰۹	۷۸/۱۱	۷۷/۶۱	محیط قفسه سینه
۰/۲۱۳۹	۰/۰۹۵	۸/۸۹	۹/۰۱	۸/۶۳	فاصله دو شاخ
۰/۲۴۴۵	۰/۱۲۹	۹/۹۶	۹/۸۹	۹/۷۱	فاصله چشم‌ها
۰/۲۱۸۶	۰/۰۵۴	۵/۲۸	۵/۲۳	۵/۱۱	عرض پوزه
روز ۲۱					
۰/۴۶۳۳	۱/۰۷۸	۹۰/۸۷	۹۰/۱۲	۸۹/۳۳	طول بدن
۰/۲۶۷۴	۲/۵۵۱	۸۰/۷۳	۷۹/۱۹	۸۰/۰۱	ارتفاع جدوگاه
۰/۶۷۶۸	۱/۰۹۳	۸۷/۱۶	۸۹/۱۱	۸۸/۶۳	محیط شکم
۰/۳۳۱۱	۲/۰۰۱	۹۰/۲۵	۹۰/۵۲	۸۹/۱۴	محیط قفسه سینه
۰/۸۸۱۵	۰/۸۷۱	۱۰/۹۲	۱۰/۸۶	۱۰/۴۴	فاصله دو شاخ
۰/۵۷۱۵	۰/۷۶۳	۱۲/۰۰	۱۱/۸۹	۱۱/۵۷	فاصله چشم‌ها
۰/۴۳۳۶	۰/۳۵۶	۵/۳۹	۵/۴۴	۵/۲۱	عرض پوزه
روز ۴۲					
۰/۸۷۳۱	۰/۹۷۶	۱۰۲/۰۳	۱۰۰/۹۷	۱۰۱/۱۲	طول بدن
۰/۷۶۲	۰/۵۶۷	۹۳/۳۹	۹۳/۱۱	۹۲/۷۷	ارتفاع جدوگاه
۰/۴۱۱۴	۱/۸۰۱	۱۰۵/۰۲	۱۰۴/۸۹	۱۰۳/۱۱	محیط شکم
۰/۵۹۲۵	۱/۷۷۲	۱۰۳/۹۲	۱۰۳/۶۸	۱۰۲/۱۲	محیط قفسه سینه
۰/۶۶۶۷	۰/۱۸۲	۱۱/۸۶	۱۱/۸۲	۱۱/۰۶	فاصله دو شاخ
۰/۵۰۲۱	۰/۱۷۳	۱۳/۹۲	۱۳/۸۹	۱۳/۶۱	فاصله چشم‌ها
۰/۳۷۶۶	۰/۱۰۲	۶/۲۲	۶/۱۴	۵/۹۷	عرض پوزه
روز ۶۳					
۰/۷۶۱۲	۲/۱۱۲	۱۰۹/۸۷	۱۱۰/۵۲	۱۰۷/۴۴	طول بدن
۰/۸۸۱۵	۱/۷۸۱	۹۸/۰۸	۹۹/۳۳	۹۷/۶۱	ارتفاع جدوگاه
۰/۶۴۶۴	۲/۳۳۷	۱۰۷/۷۹	۱۰۷/۷۲	۱۰۶/۸۱	محیط شکم
۰/۱۲۳۶	۶/۷۱۰	۱۱۰/۸۹	۱۱۱/۱۵	۱۰۷/۱۴	محیط قفسه سینه
۰/۴۳۳۳	۰/۸۱۳	۱۳/۲۲	۱۳/۱۲	۱۲/۰۸	فاصله دو شاخ
۰/۸۱۹۶	۰/۱۲۹	۱۵/۳۵	۱۵/۰۱	۱۴/۸۹	فاصله چشم‌ها
۰/۵۱۵۶	۰/۰۹۲	۶/۵۹	۶/۷۱	۶/۳۳	عرض پوزه

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

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

نتایج مربوط به تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز به شکل های آلی و معدنی بر قوام مدفوع گوساله های شیرخوار در جدول ۵ نشان داده شده است. تیمارهای دریافت کننده شیر غنی شده با مکمل های منگنز آلی بهبود قوام مدفوع معنی داری داشتند ($P < 0.05$). علارغم کاهش تعداد دام مبتلا به اسهال و تعداد روزهای اسهال در گروه های دریافت کننده شیر با منگنز آلی و معدنی، این کاهش معنی دار نبود ($P > 0.05$). در پژوهشی، استفاده از سطوح مختلف منگنز آلی در جیره میش ها، سبب بهبود قوام مدفوع و کاهش تعداد روزهای ابتلا و تعداد مبتلایان اسهال در بره های آنها شد (اسدی و همکاران، ۱۴۰۲). یکی از مهمترین بیماری ها در گوساله های شیرخوار اسهال است که باعث مرگ و میر گوساله ها شده و بر سلامت و اقتصاد گله تأثیر می گذارد (Ghosh و همکاران، ۲۰۱۱). در هفته های اول زندگی که مصرف خوراک آغازین بسیار کم است اسکور مدفوع و اسهال گوساله ها به عوامل فیزیولوژیکی، محیطی، بهداشتی و مدیریتی بستگی دارد و کمتر تحت تأثیر نوع و ترکیب خوراک آغازین قرار می گیرد (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰). منگنز یک ماده معدنی مرتبط با سلامت و ایمنی است؛ از طرفی، ارتباط تنگاتنگی بین وضعیت آنتی اکسیدانی بدن و سلامت دام وجود دارد (Hansen و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به اینکه منگنز در ساختار آنتی اکسیدان های آنزیمی نظیر سوپراکسید دیسموتاز (SOD) وجود دارد (Matés و همکاران، ۱۹۹۹)، در پژوهش حاضر، می توان بهبود امتیاز مدفوع را به ضرورت منگنز برای میکروارگانیسم های شکمبه و افزایش جمعیت آنها به دنبال افزایش غلظت منگنز آلی و معدنی در شیر مصرفی تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد نسبت داد؛ تغییر جمعیت میکروبی شکمبه، باعث افزایش فعالیت سوخت و ساز میکروارگانیسم ها، افزایش قابلیت هضم و سپس جذب مواد مغذی می شود (Tiwari و همکاران، ۲۰۰۰). از طرفی منگنز آلی به علت عدم بار الکتریکی و نداشتن اختلال با سایر کاتیون ها، نسبت به منگنز معدنی قابلیت دسترسی و هضم بهتری داشته که به این سبب می تواند بیشتر در اختیار میکروارگانیسم ها قرار گرفته و سبب بهبود بیشتر در امتیاز مدفوع گردد (Lu و همکاران، ۲۰۲۳).

جدول ۵- تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز بر امتیاز مدفوع گوساله های شیرخوار

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی			
		منگنز آلی	منگنز معدنی	شاهد	
۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۳	۱/۴۲ ^c	۱/۶۸ ^b	۲/۰۸ ^a	قوام مدفوع
۰/۳۴۲۲	۰/۲۵۱	۳	۳	۴	تعداد دام مبتلا به اسهال
۰/۴۸۱۱	۰/۲۰۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۲/۲۵	روزهای ابتلا به اسهال

^{a-b}: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها

نتایج مربوط به تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز به شکل‌های آلی و معدنی بر هماتولوژی گوساله‌های شیرخوار در جدول ۶ نشان داده شده است. منگنزهای آلی و معدنی بر پلاکت، حجم متوسط هموگلوبین، میانگین هموگلوبین سلولی، میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز، نوتروفیل، ائوزینوفیل، لنفوسیت و مونوسیت خون گوساله‌ها تأثیری نداشتند ($P > 0.05$). استفاده از منگنز به فرم‌های آلی و معدنی باعث افزایش در غلظت‌های گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و گلبول‌های سفید شد؛ به‌طوری که بیشترین تغییر در تیمار دریافت‌کننده منگنز آلی مشاهده شد ($P < 0.05$). در پژوهشی، گوساله‌های شیرخوار دریافت‌کننده مکمل معدنی آهن، روی، منگنز و مس افزایش معنی‌داری در گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین، هماتوکریت، نوتروفیل و بازوفیل نشان دادند (مؤذنی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۲). علاوه بر این، مکمل عناصر معدنی مس، منگنز و روی باعث افزایش مقدار هموگلوبین در تلیسه‌ها و گاوهای شیری شده است (Biswas, ۲۰۰۴). همچنین، در گزارشی مکمل معدنی حاوی منگنز به‌طور قابل توجهی غلظت هموگلوبین را در خون گوساله‌های افزایش داده است (Yadav و همکاران، ۲۰۱۷). در پژوهشی Teixeira و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که تزریق مکمل معدنی دارای عناصر روی، منگنز، مس و سلنیوم بعد از تولد گوساله‌ها، باعث افزایش نوتروفیل‌ها و کاهش بیماری شد. پژوهش‌های متعددی انجام شد که نشان می‌دهد مکمل مواد معدنی کم‌مصرف شامل مس، روی، منگنز و سلنیوم به شکل تزریقی سامانه ایمنی را تحریک می‌کند (Vedovatto و همکاران، ۲۰۱۹؛ Teixeira و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین، با استفاده از منگنز آلی در جیره میش‌ها، غلظت گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، میانگین هموگلوبین سلولی و میانگین غلظت هموگلوبین گلبول‌های قرمز در پلاسمای خون میش‌ها و بره‌های آنها افزایش معنی‌داری پیدا کرد (Toghdory و همکاران، ۲۰۲۳). برخلاف این نتایج، تجویز خوراکی مکمل‌های منگنز آلی و معدنی تأثیری بر گلبول قرمز، هموگلوبین، پلاکت، هماتوکریت، میانگین هموگلوبین سلولی و گلبول‌های سفید در گوسفند نداشت (Makov'a و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، در پژوهشی استفاده از فرم آلی و معدنی عناصر منگنز، روی، مس و سلنیوم در تغذیه گوساله شیرخوار تأثیری بر هماتولوژی گوساله‌ها نداشت (کسیانی و همکاران، ۱۴۰۰). بالاترین سطح منگنز در گلبول قرمز ذخیره می‌شود؛ بنابراین تغییرات در این گروه از سلول‌های خونی می‌تواند به‌عنوان یک شاخص خوب در مطالعه کارایی منگنز استفاده شود (Baruthio و همکاران، ۱۹۸۸). گلبول‌های قرمز مجهز به یک سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی بسیار موثر هستند و در مقایسه با سایر انواع سلول، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بسیار فعال مانند سوپراکسیددیسموتاز دارند. افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی باعث کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش گلبول قرمز می‌شود (Isler و همکاران، ۲۰۰۲). سوپراکسیددیسموتاز سطوح حالت پایدار سوپراکسید در ماتریکس میتوکندری را کنترل می‌کند (Case و همکاران، ۲۰۱۳). از آنجایی که منگنز در ساختار سوپراکسیددیسموتاز وجود دارد، بنابراین در مطالعه حاضر افزایش سوپراکسیددیسموتاز باعث افزایش سطوح گلبول قرمز و هموگلوبین شد و

به دنبال آن هماتوکریت افزایش یافت. اثرات متقابل منگنز با نوتروفیل ها و ماکروفاژها اثبات شده است، که احتمالاً اثرات متقابل غشای پلاسما در پاسخ ایمنی به کار می رود و سبب افزایش سطح گلبول های سفید می شود (McDowell, ۲۰۰۳).

جدول ۶- تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز بر هماتولوژی خون گوساله های شیرخوار

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی			
		منگنز آلی	منگنز معدنی	شاهد	
۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۸۷	۱۲/۹۶ ^a	۱۱/۰۷ ^b	۹/۲۰ ^c	گلبول قرمز (T/L)
۰/۰۰۴۱	۰/۵۹۵۶	۱۰/۳۳ ^a	۹/۱۲ ^{ab}	۸/۰۶ ^b	هموگلوبین (mmol/L)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸۹	۰/۴۲ ^a	۰/۳۶ ^{ab}	۰/۲۹ ^b	هماتوکریت (L/L)
۰/۵۱۶۶	۳۰/۲۷۸	۷۸۸/۰۹	۷۹۲/۱۴	۷۸۶/۱۲	پلاکت (G/L)
۰/۴۱۳۳	۲/۱۹۳	۳۷/۳۱	۳۴/۹۷	۳۶/۷۵	حجم متوسط هموگلوبین (fl)
۰/۸۰۹۱	۰/۰۱۹	۰/۶۸	۰/۶۹	۰/۶۶	میانگین هموگلوبین سلولی (fmol)
۰/۵۴۳۶	۱/۰۹۲	۲۵/۵۳	۲۴/۹۷	۲۶/۷۱	میانگین غلظت هموگلوبین
۰/۰۰۱۱	۰/۳۷۶۶	۱۲/۶۳ ^a	۱۱/۷۸ ^a	۱۰/۱۲ ^b	گلبول سفید (G/L)
۰/۴۳۱۶	۰/۱۱۷	۹/۹۷	۱۰/۰۶	۹/۷۸	نوتروفیل (%)
۰/۵۷۸۹	۰/۹۸۸	۲۷/۲۷	۲۸/۰۹	۲۶/۹۳	ائوزینوفیل (%)
۰/۳۱۱۱	۰/۰۱۷	۲/۹۹	۲/۹۶	۳/۰۷	مونوسیت (%)
۰/۴۶۴۱	۲/۶۹۵	۵۹/۷۷	۵۸/۸۹	۶۰/۲۲	لنفوسیت (%)

^{a-b}: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد ($P < 0.05$).

SEM : خطای استاندارد میانگین ها

نتیجه گیری

غنی سازی شیر با مکمل منگنز به شکل های آلی و معدنی باعث بهبود عملکرد، قابلیت هضم ماده خشک و هماتولوژی و قوام مدفوع در گروه های مصرف کننده شیر حاوی منگنز شد. با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه، افزودن ۳۰ میلی گرم مکمل منگنز به شیر مصرفی گوساله های تازه بدنیآ آمده جهت بهبود سلامت و عملکرد گوساله ها، توصیه می شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به واسطه فراهم نمودن امکانات آزمایشگاهی و مزرعه دام نمونه زروان به واسطه در اختیار گذاشتن امکانات مزرعه‌ای پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

- اسدی، م.، توغدری، ع.، قورچی، ت. و حاتمی، م. (۱۴۰۲). تأثیر مکمل منگنز آلی بر تغییرات وزن، قابلیت هضم، تولید و ترکیبات شیر میش‌های افشاری در دوره انتقال و وضعیت سلامت بره‌های آنها. *تحقیقات تولیدات دامی*، ۱۲(۱): ۱-۱۲. <https://doi.org/10.22124/ar.2023.23808.1752>
- اسدی، م.، توغدری، ع. و قورچی، ت. (۱۳۹۷). تأثیر سلنیوم و ویتامین E خوراکی و تزریقی بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و قابلیت هضم مواد مغذی در بره‌های شیرخوار نژاد دالاق. *پژوهش‌های تولیدات دامی*، ۹ (۲۰): ۷۹-۸۷. <http://dx.doi.org/10.29252/rap.9.20.79>
- اسدی، م.، قورچی، ت.، توغدری، ع.، رجبی علی آبادی، ر.، ایری توماج، ر. و صحنه، م. (۱۴۰۰). مقایسه مقدار سلنیوم و ویتامین E توصیه شده در NRC و ARC به دوروش خوراکی و تزریقی بر عملکرد، قابلیت هضم، برخی از متابولیت‌های خونی و شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌های شیر خوار هلشتاین. *پژوهش‌های علوم دامی (دانش کشاورزی)*، ۳۱(۲): ۵۷-۶۹. <https://doi.org/10.22034/as.2021.36647.1526>
- دلیر، ش.، محمدزاده، ح.، تقی زاده، الف. و پایا، ح. (۱۳۹۹). تأثیر مکمل شیر روماک اکسترا بر عملکرد و رفتارهای تغذیه‌ای و غیر تغذیه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین. *نشریه پژوهش در نشخوار کنندگان*، ۸(۱): ۳۸-۴۵. <https://doi.org/10.22069/ejrr.2020.17310.1716>
- علی عربی، ح.، علیمحمدی، ر.، بهاری، ع. الف. و زمانی، پ. (۱۳۹۳). اثر منابع مختلف مکمل سلنیوم بر رشد، فراسنجه‌های هماتولوژی و شکمبه در بره‌های پرواری مهربان. *نشریه پژوهش در نشخوار کنندگان*، ۲(۳): ۵۱-۶۸.
- کسیانی، ع. ر.، رضا یزدی، ک. و ژندی، م. (۱۴۰۰). اثرات جایگزینی فرم غیرآلی منگنز، روی، مس و سلنیوم با منبع آلی آنها بر عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار نژاد هلشتاین. *نشریه پژوهش در نشخوار کنندگان*، ۹(۱): ۵۵-۶۸. <https://doi.org/10.22069/ejrr.2020.18424.1764>
- مؤذنی زاده، م. ح.، توحیدی، آ.، ژندی، م. و رضا یزدی، ک. (۱۴۰۲). تأثیر مکمل‌سازی برخی عناصر کم‌نیاز بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های بیوشیمیایی، آنزیمی، آنتی-اکسیدانی، هورمونی و خون‌شناسی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین. *نشریه پژوهش در نشخوار کنندگان*، ۱۱(۱): ۷۵-۹۲. <https://doi.org/10.22069/ejrr.2022.20590.1863>

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist, 17th edition, Arlington, USA.

Arthington, J.D. and Havenga, L.J. (2012). Effect of injectable trace minerals on the humoral immune response to multivalent vaccine administration in *Journal of Animal Science* beef calves., 90(6): 1966-1971 <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4024>

Asadi, M., Toghdory, A., Ghoorchi, T. and Hatami, M. (2024). The effect of maternal organic manganese supplementation on performance, immunological status, blood biochemical and antioxidant status of Afshari ewes and their newborn lambs in transition period. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 108: 493-499. <https://doi.org/10.1111/jpn.13909>

Asadi, M., Toghdory, A., Hatami, M. and Ghassemi Nejad, J. (2022). Milk Supplemented with Organic Iron Improves Performance, Blood Hematology, Iron Metabolism Parameters,

- Biochemical and Immunological Parameters in Suckling Dalagh Lambs. *Animals*. 12, 510. <https://doi.org/10.3390/ani12040510>
- Baruthio, F., Guillard, O., Arnaud, J., Pierre, F. and Zawislak, R. (1988). Determination of manganese in biological materials by electrothermal atomic absorption spectrometry: A review. *Clinical Chemistry*, 34: 227–234. <https://doi.org/10.1093/clinchem/34.2.227>
- Biswas, P.K. (2004). Studies on supplemental organic and inorganic trace minerals and exogenous phytase on reproductive and productive performances of anoestrous cattle (Doctoral dissertation, Kolkata).
- Case, A.J., Madsen, J.M., Motto, D.G., Meyerholz, D.K. and Domann, F.E. (2013). Manganese superoxide dismutase depletion in murine hematopoietic stem cells perturbs iron homeostasis, globin switching, and epigenetic control in erythrocyte precursor cells. *Free Radical and Biology Medicine*, 56: 17–27. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2012.11.018>
- El Ashry, G.M., Hassan, A.A. and Soliman, S.M. (2012). Effect of Feeding a Combination of Zinc, Manganese and Copper Methionine Chelates of Early Lactation High Producing Dairy Cow. *Food Nutrient Science*, 3: 1084–1091. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2012.38144>
- Ferreira, L.S., Bittar, C.M.M., Silva, J.T., Soares, M.C., Oltramari, C.E., Nápoles, G.G.O. and Paula, M.R. (2013). Performance and plasma metabolites of dairy calves fed a milk replacer or colostrum silage. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65: 1357-1366. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000500013>
- Genther, O.N. and Hansen, S.L. (2015). The effect of trace mineral source and concentration on ruminal digestion and mineral solubility. *Journal of Dairy Science*, 98(1): 566-573 <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8624>
- George, M.H., Nockels, C.F., Stanton, T.L., Johnson, B., Cole, N.A. and Brown, M.A. (1997). Effect of source and amount of zinc, copper, manganese, and cobalt fed to stressed heifers on feedlot performance and immune function. *The Professional Animal Scientist*, 13: 84–89. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31850-7](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31850-7)
- Ghosh, S., Mehla, R.K., Sirohi, S.K. and Tomar, S.K. (2011). Performance of crossbred calves with dietary supplementation of garlic extract. *Animal physiology and Animal Nutrition*, 95: 449-455. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01071.x>
- Gresakova, L., Venglovská, K. and Cobanova, K. (2018). Nutrient digestibility in lambs supplemented with different dietary manganese sources. *Livestock Science*, 214: 282-287. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.07.001>
- Hansen, S.L., Spears, J.W., Lloyd, K.E., and Whisnant, C.S. (2006). Growth, reproductive performance, and manganese status of heifers fed varying concentrations of manganese. *Journal of Animal Science*, 84(12): 3375-3380. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-667>
- Huerta, M., Kincaid, R.L., Cronrath, J.D., Busboom, J., Johnson, A.B. and Swenson, C.K. (2002). Interaction of dietary zinc and growth implants on weight gain, carcass traits and zinc in tissues of growing beef steers and heifers. *Animal Feed Science and Technology*, 95(1-2): 15-32. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00334-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00334-0)
- Isler, M., Delibas, N., Guclu, M., Gultekin, F., Sutcu, R., Bahceci, M. and Kosar, A. (2002). Superoxide dismutase and glutathione peroxidase in erythrocytes of patients with iron deficiency anemia: Effects of different treatment modalities. *Croatian Medical Journal*, 43: 16–19.
- Ivan, M. and Hidirolou, M. (1980). Effect of dietary manganese on growth and manganese metabolism in sheep. *Journal of Dairy Science*, 63: 385–390. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82944-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82944-4)

- Ji, H., Tan, D., Chen, Y., Cheng, Z., Zhao, J. and Lin, M. (2023). Effects of different manganese sources on nutrient digestibility, fecal bacterial community, and mineral excretion of weaning dairy calves. *Front. Microbiology*, 14:1163468. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1163468>
- Khan, M.A., Lee, H.J., Lee, W.S., Kim, H.S., Kim, S.B., Ki, K.S., Park, S.J., Ha, J.K., & Choi, Y.J. 2007. Starch source evaluation in calf starter: I. Feed consumption, body weight gain, structural growth, and blood metabolites in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*. 90(11): 5259-5268. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0338>
- Lu, H., Wu, W., Zhao, X., Abbas, MW., Liu, S., Hao, L. and Xue, Y. (2023). Effects of Diets Containing Different Levels of Copper, Manganese, and Iodine on Rumen Fermentation, Blood Parameters, and Growth Performance of Yaks. *Animals (Basel)*, 13(16):2651. <https://doi.org/10.3390/ani13162651>
- Lyford, S. J., & J. T. Huber. 1988. Digestion, Metabolism and nutrient needs in pre-ruminants. Pg. 416 in the Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition, D. C. Church, ed. Prospect Heights, IL: Waveland Press, Inc.
- Makov'a, Z., Faixov'a, Z., Tarabov'a, L., Pieřsov'a, E., Venglovsk'a, K., Āobanov'a, K., Greř'akov'a, L. and Faix, S. (2019). Effects of different dietary manganese sources on thickness of mucus layer and selected biochemical and haematological indicators in sheep. *Acta Veterinaria Brno*, 87: 351–356. <https://doi.org/10.2754/avb201887040351>
- Marcondes, M.I. and Silva, A.L. (2021). Determination of energy and protein requirements of preweaned dairy calves: A multistudy approach. *Journal of Dairy Science*, 104(11): 11553-11566. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20272>
- Matés, J.M., Pérez-Gómez, C. and De Castro, I.N. (1999). Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical Biochemistry*, 32: 595–603. [https://doi.org/10.1016/s0009-9120\(99\)00075-2](https://doi.org/10.1016/s0009-9120(99)00075-2)
- McDowell, L.R. (2003). Minerals in Animal and Human Nutrition (2nd Ed.). Netherlands: Elsevier Science B. V., Amsterdam.
- Patra, A. and Lalhriatpuii, M. (2020). Progress and prospect of essential mineral nanoparticles in poultry nutrition and feeding—a review. *Biological trace element research*, 197(1): 233-253. <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01959-1>
- Ryan, A.W., Kegley, E.B., Hawley, J., Powell, J.G., Hornsby, J.A., Reynolds, J.L. and Laudert, S.B. (2015). Supplemental trace minerals (zinc, copper, and manganese) as sulfates, organic amino acid complexes, or hydroxy trace-mineral sources for shipping-stressed calves. *The Professional Animal Scientist*, 31(4): 333-341. <https://doi.org/10.15232%2Fpas.2014-01383>
- Santos, F.H.R., De Paula, M.R., Lezier, D., Silva, J.T., Santos, G. and Bittar, C.M.M. (2015). Essential oils for dairy calves: effects on performance, scours, rumen fermentation and intestinal fauna. *Animal*, 9(6): 958-965. <https://doi.org/10.1017/S175173111500018X>
- Siciliano-Jones, J.L., Socha, M.T., Tomlinson, D.J. and DeFrain, J.M. (2008). Effect of trace mineral source on lactation performance, claw integrity, and fertility of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 91(5): 1985-1995. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0779>
- Slanzon, G.S., Toledo, A.F., Silva, A.P., Coelho, M.G., da Silva, M.D., Cezar, A.M. and Bittar, C.M.M. (2019). Red propolis as an additive for preweaned dairy calves: Effect on growth performance, health, and selected blood parameters. *Journal of Dairy Science*, 102(10): 8952-8962. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16646>
- Teixeira, A.G.V., Lima, F.S., Bicalho, M.L.S., Kussler, A., Lima, S.F., Felipe, M.J. and Bicalho, R.C. (2014). Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on immunity, health, and growth of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(7): 4216-4226. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7625>

- Tiwari, S.P., Jain, R.K., Mishra, U.K., Misra, O.P., Patel, J.R. and Rajagopal, S. (2000). Effect of trace mineral (mineral capsules) supplementation on nutrient utilization and rumen fermentation pattern in Sahiwal cow (*Bos indicus*). *Indian Journal of Animal Science*, 70: 504-507.
- Toghdory, A., Asadi, M., Ghoorchi, T. and 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. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2023.127215>
- Tufarelli, V., and Laudadio, V. (2017). Manganese and its role in poultry nutrition: an overview. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 5(6): 749-754. [http://dx.doi.org/10.18006/2017.5\(6\).749.754](http://dx.doi.org/10.18006/2017.5(6).749.754)
- Underwood, E.J. and Suttle, N.F. 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock* (3th ed).
- Van Keulen, V., and Young, B.H. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 26: 119-135.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminants*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Vedovatto, M., Moriel, P., Cooke, R.F., Costa, D.S., Faria, F.J.C., Neto, I.M.C. and Franco, G.L. (2019). Effects of a single trace mineral injection on body parameters, ovarian structures, pregnancy rate and components of the innate immune system of grazing Nellore cows synchronized to a fixed-time AI protocol. *Livestock Science*, 225: 123-128. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106234>
- Weiss, W.P. and Socha, M.T. (2005). Dietary manganese for dry and lactating holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 88: 2517–2523. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72929-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72929-5)
- Yadav, P., Choudhary, S., Kaushik, P.K., Choudhary, S.D., Yadav, M.K., Meel, S. and Godara, R.S. (2017). Effect of supplementation of trace minerals on hematological parameters and plasma mineral profile of Gir calves. *Veterinary Practitioner*, 18: 293–296.
- Yamamoto, S., Ito, K., Suzuki, K., Matsushima, Y., Watanabe, I., Watanabe, Y., Abiko, K., Kamada, T. and Sato, K. (2014). Kinematic gait analysis and lactation performance in dairy cows fed a diet supplemented with zinc, manganese, copper and cobalt. *Journal of Animal Science*, 85(3): 330-335. <https://doi.org/10.1111/asj.12141>