

تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز به شکل‌های آلی و معدنی بر عملکرد، قابلیت هضم، شاخص‌های رشد اسکلتی، قوام مدفوع و هماتولوژی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

• آیدا تیموری^۱، عبدالحکیم توغدری (نویسنده مسئول)^۲، تقی قورچی^۳ و محمد اسدی^۴

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

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۱۷۳۲۶۲۶۰۰۳

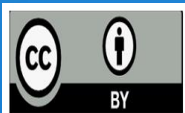
Email: toghdory@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2024.367135.2418

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز به شکل‌های آلی و معدنی بر عملکرد، قابلیت هضم، شاخص‌های رشد اسکلتی، قوام مدفوع و هماتولوژی گوساله‌های 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. گوساله‌ها هر ۲۱ روز جهت تعیین عملکرد و شاخص‌های رشد اسکلتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مصرف خوراک و مقدار پس‌آخور روزانه اندازه‌گیری شد و در تمام طول دوره، سه روز در هفته به صورت تصادفی مدفوع همه‌ی گوساله‌ها در دو نوبت صبح و عصر مورد ارزیابی گرفت. نتایج نشان داد که غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز به شکل‌های آلی و معدنی سبب افزایش وزن در کل دوره، افزایش وزن روزانه و مصرف ماده خشک شد. گوساله‌های دریافت‌کننده شیر با مکمل‌های منگنز آلی و معدنی قابلیت هضم ماده خشک بهتری داشتند. غنی‌سازی شیر با مکمل به شکل‌های آلی و معدنی تأثیری بر شاخص‌های رشد اسکلتی نداشت. بیشترین بهبود در قوام مدفوع مربوط به گروه دریافت‌کننده منگنز آلی و سپس منگنز معدنی بود. افزایش هموگلوبین، هماتوکریت و گلبول سفید در تیمارهای دریافت‌کننده منگنز آلی و معدنی مشاهده شد و بیشترین مقدار گلبول قرمز مربوط به تیمار دریافت‌کننده شیر با مکمل منگنز آلی بود. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت افزودن ۳۰ میلی گرم مکمل منگنز به شیر، عملکرد بهتر و سلامت گوساله‌ها را به همراه دارد.

واژه‌های کلیدی: گوساله شیرخوار، منگنز، قابلیت هضم، هماتولوژی، قوام مدفوع.



Research Journal of Livestock Science No 149 pp: 33-48

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 calvesBy: Ayda Teymouri¹, *Abdolhakim Toghdory², Taghi Ghoorchchi³ 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: toghdory@yahoo.com

Received: October 2024**Accepted: December 2024**

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.

Key words: Suckling calve, manganese, digestibility, hematology, fecal consistency**مقدمه**

عناصر مختلف، منگنز (Mn) می تواند به عنوان 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 به طور مستقیم بر رشد استخوان های بلند تأثیر می گذارد (مؤذنی زاده و همکاران، ۱۴۰۲). عناصر معدنی از جمله منگنز بر ایمنی، عملکرد سلامت و رشد در گوساله به ویژه دام های در معرض تنش تأثیر مثبت دارند (Underwood و Suttle، ۱۹۹۹). همچنین گزارش شده است که مکمل سازی منگنز بر ضریب تبدیل خوراک، کاهش هزینه های درمان و بهبود پاسخ ایمنی گوساله ها مؤثر بوده است

با توجه به اینکه گوساله های متولد شده اصلی ترین منبع سوددهی مزارع گاو شیری در سال های آتی به شمار می روند، استفاده از راهکارهای تغذیه ای مناسب جهت رشد و سلامت بهتر آنها از اهمیت به سزایی برخوردار است (دلیر و همکاران، ۱۳۹۹). به دلیل عدم رشد و توسعه کافی شکمبه در هفته های اول زندگی گوساله، شیر مهم ترین منبع تأمین انرژی، پروتئین، ویتامین ها و مواد معدنی برای رشد آنهاست (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷). معمولاً شیر از نظر برخی ویتامین ها و مواد معدنی کمبود دارد. از جمله مواد مغذی مورد نیاز دام مواد معدنی هستند که در حفظ سلامت، رشد و ایمنی دام حائز اهمیت هستند (علی عربی و همکاران، ۱۳۹۳). در بین

شکل های آلی و معدنی بر قابلیت هضم، عملکرد، شاخص های رشد اسکلتی، قوام مدفوع و هماتولوژی گوساله های شیرخوار هلشتاین می باشد.

مواد و روش ها

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. گوساله ها پس از تولد به مدت پنج روز تحت مراقبت های 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 کبلات شده با مولکول های آلی (پپتیدها و اسیدهای آمینه)، از شرکت توسعه مکمل فناوری آریانا تهیه شد. برای اندازه گیری غلظت منگنز شیر ۱۰ نمونه ۱۵-۲۰ میلی لیتری تهیه گردید و از دستگاه طیف سنج جذب اتمی شعله ای مدل (Shimadzu-AA-670) با طول موج ۲۷۹/۵ نانومتر استفاده شد. غلظت منگنز شیر گاو ۰/۳-۰/۴ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. گوساله ها در طول دوره به صورت روزانه به مقدار ۱۰ درصد وزن بدن، در دو نوبت ۷ صبح و ۷ عصر شیر دریافت کردند؛ پیش از هر وعده تغذیه شیر، مکمل های منگنز مربوط به هر تیمار در شیر کاملاً حل شد و به مصرف گوساله ها رسید. خوراک آغازین مورد استفاده و ترکیب شیمیایی آن در جدول ۱ آمده است. گوساله ها از بدو تولد در باکس های انفرادی قرار داشته و در طول آزمایش به طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند.

(Arthington و Havenga، ۲۰۱۲). از طرفی منگنز با وجود در آنزیم سوپراکسید دیسموتاز که در ماتریکس میتوکندری وجود داشته و رادیکال های سوپراکسید را به هیدروژن های پراکسید تبدیل می کند، از عناصر ضروری به شمار رفته و کمبود آن نیز سبب اختلال در رشد اسکلتی و وضعیت آنتی اکسیدانی دام می شود (Asadi و همکاران، ۲۰۲۴).

در حال حاضر، منابع منگنز که معمولاً در جیره دام ها استفاده می شود، 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 غیر آلی عناصر کمیاب، مقادیر مختلفی را در جذب از دستگاه گوارش نشان دادند (Huerta و همکاران، ۲۰۰۲). بار الکتریکی در شکل غیر آلی مواد معدنی منجر به رقابت در جذب این عناصر در دستگاه گوارش شده و دسترسی به آن منابع را کاهش می دهد؛ منگنز آلی مانند کمپلکس منگنز- متیونین و کلات منگنز متیونین، جذب روده ای و فراهمی زیستی منگنز را بهبود می بخشد (Siciliano Jones و همکاران، ۲۰۰۸). منابع غیر آلی منگنز قابلیت هضم نسبتاً پایینی دارند، اگرچه ارزان تر هستند (Tufarelli و Laudadio، ۲۰۱۷). منابع آلی منگنز پایداری شیمیایی مناسب و راندمان جذب بالایی از خود نشان داده اند، اما به دلیل کیفیت های مختلف محصولات تولیدی، اثرات غیر قابل پیش بینی و گران قیمت بودن، به طور گسترده در تغذیه دام استفاده نشده اند (Patra و Lalhriatpuii، ۲۰۲۰). بنابراین، ارزیابی منابع مختلف منگنز جهت مشخص شدن کارایی مکمل های آلی و معدنی نیازمند بررسی های بیشتر می باشد. از آنجایی که، اطلاعات محدودی در رابطه با استفاده از شکل های مختلف مکمل های حاوی منگنز در گوساله های شیرخوار وجود دارد و اینکه مقدار منگنز موجود در شیر گاو بسیار ناچیز (۰/۰۳ میلی گرم در هر کیلو گرم) می باشد (Lyford و Huber، ۱۹۸۸)، از این رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز به

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	مخمر
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.

خوراک برای هر دام در هر روز توزین و ثبت می شد. خوراک مصرفی هر دام نیز از تفاوت جیره داده شده و پس آخور باقی مانده هر دام محاسبه گردید. همچنین افزایش مقدار خوراک داده شده

به منظور بررسی فاکتورهای عملکردی و بررسی تغییرات وزنی روزانه و کل، گوساله ها هر ۲۱ روز وزن کشی شدند؛ خوراک آغازین به صورت روزانه به گوساله ها عرضه شده و باقی مانده

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.

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

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 هموگلوبین-های 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:

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).

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

برای محاسبه تغییرات وزن، وزن کشتی 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:

$$\text{مصرف ماده خشک} = \frac{X}{M} \times \text{خوراک آغازین مصرفی} + 12\% \times \text{مصرف شیر} = \text{مصرف ماده خشک}$$

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

حاوی منگنز به جیره گوساله‌ها، 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 گوساله‌های دریافت‌کننده شکل معدنی گروهی از عناصر حاوی منگنز تأثیر معنی‌داری نسبت به عملکرد گروه شاهد نداشت (مؤذنی‌زاده 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 گوساله‌ها تأثیر معنی‌داری 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، پد و مس در جیره گاومیش‌ها، بیشترین افزایش وزن در گروه دریافت‌کننده سطح متوسط کمپلکس نسبت به گروه شاهد مشاهده شد (Lu و همکاران، ۲۰۲۳). با در نظر گرفتن نقش منگنز در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و لیپیدها در سلول‌های بدن و عملکرد پانکراس و ترشح انسولین و تأثیر مثبت آن بر رشد و سرعت رشد (Weiss و Socha، ۲۰۰۵)، می‌توان به این نتیجه رسید که احتمالاً استفاده از منگنز در تغذیه گوساله‌ها افزایش اشتها، مصرف خوراک و به دنبال آن بهبود در عملکرد گوساله‌ها را به همراه داشته است. نتایج مختلف می‌تواند به دلیل نوع گونه، شکل و سطح مکمل منگنز، سن حیوان و توسعه دستگاه گوارش حیوان باشد.

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

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 مصرف‌کننده منگنز معدنی و گروه شاهد گزارش شد (Ji و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین در پژوهش دیگری، افزایش وزن کل، میانگین افزایش وزن روزانه در میش‌های مصرف‌کننده منگنز آلی و بره‌های آنها مشاهده شد، اما معنی‌دار نبود (اسدی و همکاران، ۱۴۰۲). Ivan و Hidiroglou (۱۹۸۰) یافتند که سطوح مختلف منگنز بر افزایش وزن گوسفندان تأثیری نداشت. در پژوهشی، افزودن انواع مکمل‌های معدنی با سطوح متفاوت

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 ۴۳-۶۳ (گرم)
۰/۲۷۲۷	۰/۲۲۹	۳/۳۲	۳/۳۸	۳/۱۱	ضریب تبدیل غذایی ۴۳-۶۳
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

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 (Genther و Hansen، 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،

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 میس ها تأثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشت (اسدی و همکاران، ۱۴۰۲). در پژوهشی دیگر، استفاده از فرم های مختلف

تحریکی خفیفی بر میکروبه‌های 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).

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 پژوهش‌های متعدد گزارش شده است اگرچه که سطوح بالای منگنز هضم سلولز را کاهش می‌دهد، افزودن منگنز به سوپانسیون میکروارگانیسم‌های شکمبه، هضم سلولز را تحریک می‌کند و همچنین گزارش شد منگنز اثر

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 نشان دهنده اختلاف معنی دار می‌باشد ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

۲۰۲۳). Silva و Marcondesand (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.

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 دریافت کننده منگنز نداشت ($P > 0.05$). در پژوهشی، افزودن منگنز آلی به جیره گوساله‌ها باعث افزایش محیط قفسه سینه نسبت به گوساله‌های دریافت کننده منگنز معدنی و گروه شاهد شد (Ji و همکاران،

جدول ۴- تأثیر غنی سازی شیر با مکمل منگنز بر شاخص های 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 غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها

مرتبط با سلامت و ایمنی است؛ از طرفی، ارتباط تنگاتنگی بین وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن و سلامت دام وجود دارد (Hansen و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به اینکه منگنز در ساختار آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی نظیر سوپراکسید دیسموتاز (SOD) وجود دارد (Matés و همکاران، ۱۹۹۹)، در پژوهش حاضر، می‌توان بهبود امتیاز مدفوع را به ضرورت منگنز برای میکروارگانیسم‌های 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 میکروارگانیسم‌ها، افزایش قابلیت هضم و سپس جذب مواد مغذی می‌شود (Tiwari و همکاران، ۲۰۰۰). از طرفی منگنز آلی به علت عدم بار الکتریکی و نداشتن اختلال با سایر کاتیون‌ها، نسبت به منگنز معدنی قابلیت دسترسی و هضم بهتری داشته که به این سبب می‌تواند بیشتر در اختیار میکروارگانیسم‌ها قرار گرفته و سبب بهبود بیشتر در امتیاز مدفوع گردد (Lu و همکاران، ۲۰۲۳).

نتایج مربوط به تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز به شکل‌های آلی و معدنی بر قوام مدفوع گوساله‌های شیرخوار در جدول ۵ نشان داده شده است. تیمارهای دریافت‌کننده شیر غنی شده با مکمل‌های منگنز آلی بهبود قوام مدفوع معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$). علارغم کاهش تعداد دام مبتلا به اسهال و تعداد روزهای اسهال در گروه‌های دریافت‌کننده شیر با منگنز آلی و معدنی، این کاهش معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). در پژوهشی، استفاده از سطوح مختلف منگنز آلی در جیره می‌ش‌ها، سبب بهبود قوام مدفوع و کاهش تعداد روزهای ابتلا و تعداد مبتلایان اسهال در بره‌های آنها شد (اسدی و همکاران، ۱۴۰۲). یکی از مهمترین بیماری‌ها در گوساله‌های شیرخوار اسهال است که باعث مرگ و میر گوساله‌ها شده و بر سلامت و اقتصاد گله تأثیر می‌گذارد (Ghosh و همکاران، ۲۰۱۱). در هفته‌های اول زندگی که مصرف خوراک آغازین بسیار کم است اسکور مدفوع و اسهال گوساله‌ها به عوامل فیزیولوژیکی، محیطی، بهداشتی و مدیریتی بستگی دارد و کمتر تحت تأثیر نوع و ترکیب خوراک آغازین قرار می‌گیرد (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰). منگنز یک ماده معدنی

جدول ۵- تأثیر غنی‌سازی شیر با مکمل منگنز بر امتیاز مدفوع گوساله‌های 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 نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

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

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، نوزینوفیل، لنفوسیت و مونوسیت خون گوساله‌ها تأثیری نداشتند ($P > 0.05$). استفاده از

روی، مس و سلیوم 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). سوپراکسید ديسموتاز 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 به‌دنبال آن هماتوکریت افزایش یافت. اثرات متقابل منگنز با نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها اثبات شده است، که احتمالاً اثرات متقابل غشای پلازما در پاسخ ایمنی به کار می‌رود و سبب افزایش سطح گلبول‌های سفید می‌شود (McDowell، ۲۰۰۳).

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 سلیوم 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 سلیوم 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،

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 گلبول های قرمز (mmol/L)
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 غیر مشابه 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 بدینا 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 مزرعه ای پژوهش تشکر و قدردانی می شود.

منابع

اسدی، م.، توغدری، ع.، قورچی، ت. و حاتمی، م. (۱۴۰۲). تأثیر مکمل منگنز آلی بر تغییرات وزن، قابلیت هضم، تولید و

ترکیبات شیر میس های افشاری در دوره انتقال و وضعیت سلامت بره های 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، فراسنجه های خونی و قابلیت هضم مواد مغذی در بره های شیرخوار نژاد دالاق. *پژوهش های 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 ARC و NRC به دو روش خوراکی و تزریقی بر عملکرد، قابلیت هضم، برخی از متابولیت های خونی و شاخص های رشد اسکلتی گوساله های شیر خوار هلشتاین. *پژوهش های علوم دامی (دانش کشاورزی)*، ۳۱(۲): ۵۷-۶۹.

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.2012.1.018>

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>

<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): ۶۸–۵۱.

کسیانی، ع.ر.، رضا یزدی، ک. و ژندی، م. (۱۴۰۰). اثرات جایگزینی فرم غیر آلی منگنز، روی، مس و سلنیوم با منبع آلی آنها بر عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار نژاد هلشتاین. *نشریه پژوهش در نشخوار کنندگان*، ۹(۱): ۶۸–۵۵.

<https://doi.org/10.22069/ejrr.2020.18424.1764>

مؤذنی‌زاده، 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>

- 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 Hidiroglou, 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.
- Maková, Z., Faixová, Z., Tarabová, L., Piešová, E., Venglovská, K., Cobanová, K., Grešáková, 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>