
Effect of a Galactagogue Herbal Supplement on Lactation Performance, Blood Parameters, and Antioxidant Status in Lactating Holstein Cows

Ali Moazzeni¹, Armin Towhidi^{2*}, Parisa Nadri³, Mahdi Zhandi², Abolfazl Zali²

¹ M.Sc. in Animal Physiology, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran.

² Professor in Animal Physiology, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran.

³ Postdoctoral Researcher in Animal Physiology, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran.

Corresponding Author: atowhidi@ut.ac.ir

Article Info

ABSTRACT

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received:

Revised:

Accepted:

Keywords:

Oxidative stress

Metabolic indicators

Large ruminants

Lactation performance

Background and Objective: Galactagogue herbal supplements containing licorice (*Glycyrrhiza glabra*), fennel (*Foeniculum vulgare*), and black seed (*Nigella sativa*) possess antioxidant, antimicrobial, and immune-modulating properties and are commonly used to enhance milk yield, improve milk quality, and alleviate heat stress in lactating cows. The present study was conducted to evaluate the effects of this herbal supplement on milk yield and composition, blood metabolites, and antioxidant status in Holstein dairy cows.

Materials and Methods: Sixteen multiparous lactating Holstein cows (third parity or higher) with an average body weight of 620 ± 15 kg were assigned to a completely randomized design and divided into two experimental groups: a control group fed a basal diet and a treatment group fed the basal diet supplemented with 150 g/day of the herbal supplement. The feeding trial lasted 49 days postpartum. Cows were milked at 08:00, 16:00, and 24:00 h, and milk yield was recorded daily. Milk samples were collected at the end of weeks 1 to 7 to determine milk composition. Blood samples were obtained before the morning feeding on days 0, 25, and 49 using EDTA-containing vacutainer tubes. Blood parameters including glucose, triglycerides, total protein, blood urea nitrogen, cholesterol, total bilirubin, direct bilirubin, albumin, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), and alkaline phosphatase (ALP) were analyzed. Data were analyzed using a repeated-measures statistical model.

Results: Milk yield was significantly higher in the treatment group (40.17 ± 0.403 kg/day) compared with the control group (38.57 ± 0.403 kg/day) ($P < 0.001$). During the experimental period, 4% fat-corrected milk ($P = 0.002$), lactose percentage ($P = 0.0001$), energy-corrected milk ($P = 0.007$), milk fat yield ($P = 0.022$), milk protein yield ($P < 0.001$), and total solids percentage ($P = 0.0007$) were significantly increased in the treatment group. At the end of the trial,

milk protein percentage was significantly higher in the treated cows ($2.92 \pm 0.157\%$) than in the control cows ($2.63 \pm 0.157\%$), whereas no significant differences were observed for other milk components. The interaction between treatment and time resulted in a significant increase in dry matter intake in the treatment group. Among blood parameters, only the treatment \times time interaction for alanine aminotransferase (ALT) was significant ($P < 0.01$), while other blood metabolites were not affected by the treatment. Furthermore, the herbal supplementation had no significant effect on antioxidant indices, including malondialdehyde, superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and total antioxidant capacity.

Conclusion :The findings suggest that supplementation with the herbal additive during early lactation, accompanied by increased dry matter intake, may improve milk yield as well as selected milk components, particularly protein yield and percentage, fat yield, lactose percentage, and total solids in Holstein dairy cows.

Cite this article: Moazzeni, A., Towhidi, A., Nadri, P., Zhandi, M., Zali, A. (2026). Effect of a Galactagogue Herbal Supplement on Lactation Performance, Blood Parameters, and Antioxidant Status in Lactating Holstein Cows. *Journal of Ruminant Research*, 14(2),



© The Author(s)



Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

اثر مکمل گیاهی شیرافزا بر عملکرد شیردهی، فراسنجه‌های خونی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی در گاوهای شیرده هلشتاین

علی مؤذنی^۱، آرمین توحیدی^{۲*}، پریسا ندیری^۳، مهدی ژندی^۲، ابوالفضل زالی^۲

^۱ کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۲ (نویسنده مسئول) استاد تمام، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران، رایانامه: atowhidi@ut.ac.ir

^۳ پسادکتری گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی	سابقه و هدف: مکمل گیاهی شیرافزا شامل گیاهان شیرین بیان، رازیانه، سیاه دانه دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد عفونی کننده و تقویت کننده سامانه ایمنی است که به منظور افزایش تولید شیر، بهبود کیفیت شیر، و کاهش تنش گرمایی در گاوهای شیرده استفاده می‌شود. این مطالعه در جهت ارزیابی اثر این مکمل گیاهی بر مقدار تولید و ترکیبات شیر، فراسنجه‌های خونی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی در گاوهای هلشتاین انجام شد.
تاریخ دریافت: تاریخ ویرایش: تاریخ پذیرش:	مواد و روش‌ها: تعداد ۱۶ رأس گاو هلشتاین شیرده با شکم سوم و بالاتر و میانگین وزن بدن 15 ± 620 کیلوگرم، در قالب یک طرح آماری کاملا تصادفی به دو گروه آزمایشی تقسیم شدند: گروه اول (شاهد) با جیره پایه و گروه دوم با جیره پایه به همراه ۱۵۰ گرم مکمل در نظر گرفته شد و به مدت ۴۹ روز از زمان زایش تغذیه شدند. به منظور ارزیابی مقدار شیر تولیدی و ترکیبات آن، دام‌ها در ساعات ۸:۰۰، ۱۶:۰۰ و ۲۴:۰۰ شیردوشی شدند. برای اندازه‌گیری ترکیبات شیر، نمونه‌گیری در پایان هفته‌های اول تا هفتم انجام شد. نمونه‌های خون قبل از تغذیه صبحگاهی در روزهای صفر، ۲۵ و ۴۹ به وسیله لوله‌های ونوجکت حاوی اتیلن دی آمین تتراستیک اسید ^۱ از گاوها گرفته شد و فراسنجه‌های خونی گلوکز، تری‌گلیسرید، پروتئین کل، اوره خون، کلسترول، بیلی‌روبین کل، بیلی‌روبین دایرکت خون، آلبومین، گلوتامیک اگزالواستیک ترانس آمیناز، گلوتامیک پیروویک ترانس آمیناز، آلکالین فسفاتاز بررسی شدند. داده‌ها در قالب طرح تکرار شونده در زمان، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.
واژه‌های کلیدی: استرس اکسیداتیو شاخص‌های متابولیک دام سنگین عملکرد شیردهی	یافته‌ها: نتایج نشان داد که تولید شیر در گروه تیمار ($0/403 \pm 0/17$) به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد ($0/403 \pm 0/57$) افزایش یافت ($P < 0/001$). همچنین در طول دوره آزمایشی، میزان شیر تصحیح شده بر اساس چهار درصد چربی ($P = 0/002$)، درصد لاکتوز ($P = 0/0001$)، شیر تصحیح شده بر اساس انرژی ($P = 0/007$)، مقدار چربی ($P = 0/022$)، مقدار پروتئین

¹ Ethylenediaminetetraacetic acid(EDTA)

($P < 0/001$) و درصد مواد جامد ($P = 0/0007$) در گروه تیمار در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی داری نشان داد. در پایان دوره، درصد پروتئین شیر در گروه تیماری ($2/92 \pm 0/157$) به طور معنی داری بیشتر از گروه شاهد ($2/63 \pm 0/157$) بود، در حالی که سایر ترکیبات شیر اختلاف معنی داری بین دو گروه نداشتند. اثر متقابل تیمار و زمان موجب افزایش معنی دار مصرف ماده خشک خوراک در گروه تیمار شد. بررسی فراسنجه‌های خونی نشان داد که تنها اثر متقابل تیمار و زمان بر سطح گلوتامیک پیروویک ترانس آمیناز معنی دار بود ($P < 0/01$) و بر فراسنجه‌های خونی گلوکز، تری گلیسرید، پروتئین کل، اوره خون، کلسترول، بیلی روبین کل، بیلی روبین دایرکت خون، آلبومین، گلوتامیک اگزالواسستیک ترانس آمیناز، آلکالین فسفاتاز اثر معنی داری نداشتند. همچنین تیمار اعمال شده تأثیر معنی داری بر شاخص‌های وضعیت آنتی اکسیدانی شامل مالون دی‌آلدهید، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل نشان نداد.

نتیجه گیری: به نظر می‌رسد که مصرف مکمل گیاهی در ابتدای دوره شیردهی با افزایش مصرف ماده خشک خوراک می‌تواند سبب افزایش تولید شیر و بهبود برخی ترکیبات آن، از جمله مقدار و درصد پروتئین، مقدار چربی، درصد لاکتوز و مواد جامد کل در گاوهای شیری هلشتاین شود.

استناد: مؤذنی، علی؛ توحیدی، آرمین؛ ندری، پریسا؛ ژندی، مهدی؛ زالی، ابوالفضل. (۱۴۰۵). اثر مکمل گیاهی شیرافزا بر عملکرد شیردهی، فراسنجه‌های خونی و وضعیت آنتی اکسیدانی در گاوهای شیرده هلشتاین. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۴(۲)،



© نویسندگان

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



مقدمه

امروزه با رشد جمعیت جهان و افزایش نیاز به مواد غذایی، به‌ویژه منابع پروتئینی، پرورش گاوهای شیری بیش از پیش در راستای افزایش مقدار شیر تولیدی مورد توجه قرار گرفته است (Leitch و همکاران، ۱۹۹۴). تولید شیر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع پروتئین حیوانی، نقش قابل‌توجهی در تأمین امنیت غذایی و ثبات اقتصادی، به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، ایفا می‌کند (Bednarski و همکاران، ۲۰۲۴). عملکرد تولید شیر در گاوهای شیری تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله ژنتیک، تغذیه، وضعیت هورمونی، سلامت حیوان، شرایط محیطی و مدیریت گله قرار دارد (Bednarski و همکاران، ۲۰۲۴). در گذشته، به‌منظور افزایش تولید شیر از هورمون‌های مصنوعی نظیر سوماتوتروپین گاو نوترکیب استفاده می‌شد؛ با این حال، به‌دلیل پیامدهای منفی این ترکیبات بر سلامت و رفاه دام، کاربرد آن‌ها با محدودیت‌ها و چالش‌هایی مواجه شده است (Raux و همکاران، ۲۰۲۲). از سوی دیگر، مصرف طولانی‌مدت آنتی‌بیوتیک‌ها در گاوهای شیری می‌تواند منجر به بروز مشکلاتی نظیر باقی‌ماندن دارو در شیر و تهدید سلامت انسان و حیوان شود (Ghimpețeanu و همکاران، ۲۰۲۲). در این راستا، استفاده از راهبردهای جایگزین و ایمن‌تر، به‌ویژه مکمل‌های گیاهی، به‌عنوان بخشی از جیره غذایی دام، مورد توجه پژوهشگران و صنعت دامداری قرار گرفته است. این رویکرد با توجه به افزایش تقاضا برای محصولات طبیعی و ارگانیک و شواهد علمی مرتبط با اثربخشی و ایمنی گیاهان دارویی، به‌سرعت در حال گسترش است (Frnakic و همکاران، ۲۰۰۹).

محققان در سال‌های اخیر تلاش کرده‌اند با بهره‌گیری از ترکیبات گیاهی مختلف، وضعیت تغذیه

دام را بهبود بخشیده و عملکرد تولیدمثلی و شیردهی را ارتقا دهند (Sriranga و همکاران، ۲۰۲۱، Abdollahzadeh و همکاران ۲۰۱۹). دیگر محققان از انواع «ترکیبات شیرافزا» شامل مکمل‌های گیاهی به‌منظور تحریک، حفظ و افزایش تولید شیر استفاده کردند (Mortel و همکاران، ۲۰۱۳)، Mohammadabadi و همکاران (۲۰۲۲). همچنین گزارش شده است که افزودن عصاره گیاهانی نظیر سیر و اکالیپتوس به جیره غذایی دام می‌تواند با تأثیرگذاری بر فرآیندهای هضم در شکمبه، موجب افزایش تولید شیر و بهبود کیفیت آن شود (Mehrabadi و همکاران، ۲۰۱۹). Harjanti و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که استفاده از عصاره آویشن در جیره گاوهای شیری، علاوه بر افزایش تولید شیر، می‌تواند به بهبود کیفیت شیر در گاوهای مبتلا به ورم پستان کمک کند. Cui و همکاران (۲۰۲۲) نیز با بررسی اثر داروی گیاهی چینی^۱ TCMF4 گزارش کردند که ترکیبات فعال این گیاه از طریق تعدیل جمعیت باکتری‌های مفید روده، سلامت کلی گاو و بهره‌وری آن را افزایش می‌دهند. Saleh و همکاران (۲۰۲۳) مشاهده کردند که افزودن ۱۰ درصد بتائین طبیعی و ۹۰ درصد ترکیبات گیاهی شامل بذر کتان، شنبلیله، کورکومین و نعنای فلفلی به جیره غذایی، می‌تواند با بهبود برخی شاخص‌های کیفی شیر نظیر افزایش لاکتوز و اسیدهای چرب غیراشباع، اثرات مثبتی بر کیفیت شیر داشته باشد؛ هرچند تأثیر معنی‌داری بر برخی فراسنجه‌های خونی مشاهده نشد. سایر مطالعات نیز نشان داده‌اند که افزودن گیاهان دارویی مختلف نظیر پونه کوهی، آویشن، گل مخروط بنفش و پوست دارچین به جیره گاوهای هلستاین، منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شیر و بهبود ترکیبات مغذی آن می‌شود (Stobiecka و همکاران،

¹ Traditional Chinese Medicine Formula 4(TCMF4)

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، واقع در محمد شهر کرج (استان البرز) انجام شد. سالن گاوها دارای جایگاه‌های انفرادی بود. در این مطالعه ۱۶ رأس گاو هلشتاین شیرده با شکم سوم و بالاتر با میانگین وزن بدن 15 ± 620 کیلوگرم، در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول به عنوان گروه شاهد با جیره پایه و گروه دوم به عنوان گروه تیمار از جیره پایه حاوی ۱۵۰ گرم مکمل گیاهی تغذیه شدند. اجزای جیره‌ی پایه مورد استفاده در این طرح با در نظر گرفتن مقدار ماده خشک مصرفی و ترکیب شیمیایی جیره تنظیم شد (جدول ۱).

افزودنی گیاهی مورد استفاده در این مطالعه یک محصول تجاری به نام بیوهربال شیرافزار بود که با مشورت نویسندگان و توسط شرکت طلای طبیعت کوهرنگ، ایران، طراحی و تولید شده است. محصول حاوی گیاهان شیرین بیان، رازیانه، و سیاه دانه بود. افزودنی گیاهی با مخلوط شدن با جیره پایه به گاوها تغذیه شد. گاوها پس از انتقال به جایگاه‌های انفرادی به مدت ۵۰ روز بعد از زایش یک هفته مورد عادت‌پذیری با جیره‌ی جدید قرار گرفتند. مکمل گیاهی افزودنی در سه وعده خوراک‌دهی در ساعات ۰۸:۰۰، ۱۳:۰۰ و ۱۸:۰۰ و به مقدار ۱۵۰ گرم به ازای هر رأس گاو و به صورت سرک به جیره‌ی پایه گروه آزمایشی اضافه شد.

۲۰۲۳). همچنین گزارش شده است که استفاده از گیاهان دارویی خشک‌شده در سایه، موجب بهبود متابولیت‌های سرمی، وضعیت آنتی‌اکسیدانی سرم و شیر و در نهایت کیفیت شیر می‌شود (Rahman و همکاران، ۲۰۲۴). با وجود مطالعات متعدد انجام‌شده بر روی گیاهان دارویی منفرد یا برخی ترکیبات گیاهی، شواهد علمی در خصوص اثر هم‌افزای ترکیب برخی گیاهان خاص بر عملکرد شیردهی و شاخص‌های فیزیولوژیک گاوهای شیری همچنان محدود است. عصاره گیاهی بیوهربال شامل شیرین بیان، رازیانه و سیاه‌دانه است؛ گیاهانی که هر یک به‌طور مستقل دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضد میکروبی و تقویت‌کننده سامانه ایمنی گزارش شده‌اند. از دیدگاه تئوریک، ترکیب این گیاهان می‌تواند از طریق اثرات مکمل و هم‌افزای آن‌ها بر متابولیسم، سلامت کبد، تعادل اکسیدان-آنتی‌اکسیدان و عملکرد غدد شیری، نتایج مطلوب‌تری نسبت به استفاده منفرد از هر یک ایجاد کند. با این حال، تاکنون اثر این ترکیب سه‌گانه به‌صورت یکپارچه در گاوهای شیری هلشتاین مورد بررسی قرار نگرفته است. انتخاب گاو شیری هلشتاین در این مطالعه، به دلیل سهم بالای این نژاد در تولید جهانی شیر، حساسیت بالای آن به تغییرات تغذیه‌ای و پاسخ‌پذیری مناسب به مداخلات مدیریتی و تغذیه‌ای صورت گرفته است. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی اثر مکمل گیاهی بیوهربال بر عملکرد شیردهی، فراسنجه‌های خونی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی در گاوهای شیرده هلشتاین بود.

جدول ۱- اجزای جیره پایه آن بر مبنای ماده خشک و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی

Table 1. Ingredients and chemical composition of the basal diet on a dry matter basis and Chemical composition of die

درصد (ماده خشک) (% of DM)	Ingredient composition	اجزای جیره
17.66	Corn silage	سیلوی ذرت
20.30	Alfalfa hay	یونجه
4.64	Wet beet pulp	تفاله تر
11.65	Corn grain	ذرت
18.75	Barley grain	جو
5.4	Soybean meal	کنجاله سویا
8.16	Canola meal	کلزا
6.61	Whole cottonseed	تخم پنبه دانه
4.76	Whole soybean	دانه سویا
0.21	Salt	نمک
0.11	Magnesium oxide	اکسید منیزیم
1	Sodium bicarbonate	جوش شیرین
0.51	Limestone	آهک
0.24	Vitamin–mineral premix	مکمل معدنی - ویتامینی
ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی		
Chemical composition of die		
51.83	Dry matter (%)	ماده خشک (درصد)
17.77	Crude protein (%)	پروتئین خام (درصد)
9.43	Fat(%)	چربی (درصد)
8.59	Ash(%)	خاکستر (درصد)
22.19	Neutral detergent fiber(%)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
18.23	Acid detergent fiber(%)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
1.79	Net energy for lactation (Mcal/kg)	انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم)
0.70	Calcium(%)	کلسیم (درصد)
0.27	Phosphorus(%)	فسفر (درصد)
1.34	Potassium(%)	پتاسیم (درصد)
0.26	Magnesium(%)	منیزیم (درصد)
0.24	Selenium (mg/kg)	سلنیم (میلی گرم در کیلوگرم)
41.77	Zinc (mg/kg)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)
8.38	Copper (mg/kg)	مس (میلی گرم در کیلوگرم)
23.52	Manganese (mg/kg)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)

به وسیله کیت‌های پارس آزمون و MAN (تهران، ایران) و همچنین به وسیله دستگاه پلت ریدر (Stat Fax 2100, Awareness Technology, USA) انجام شد. داده‌های به دست آمده با رویه Mixed و با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) در قالب طرح تکرار شونده در زمان مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون shaPiro-wolk و با سطح معنی داری $P < 0/05$ انجام شد. نتایج بر اساس میانگین خطای استاندارد (SEM) گزارش شد.

مدل آماری مورد استفاده در رویه Mixed در این طرح:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + (TP)_{ij} + A_i k(T_i) + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : میانگین مشاهده مربوط به صفت مورد بررسی، μ : میانگین جمعیت آزمایشی، T_i : اثر آمین تیمار، P_j : اثر آمین دوره آزمایشی، $A_{ijk}(T_i)$: اثر تصادفی حیوان در تیمار آزمایشی، ij (TP): اثر متقابل آمین تیمار در آمین دوره آزمایشی، E_{ijk} : اثر خطای باقیمانده).

نتایج و بحث

مقدار ماده خشک مصرفی و نمره وضعیت بدنی^۹: نتایج نشان داد که مقدار مصرف ماده خشک مصرفی در گروه تیمار نسبت به شاهد تفاوت معنی داری نداشت، اما اثر متقابل تیمار و زمان معنی دار بود و مقدار ماده خشک مصرفی در انتهای دوره افزایش یافت ($P < 0/0001$) (جدول ۲)، که می‌تواند به دلیل خوش طعم کردن یا افزایش قابلیت هضم خوراک باشد (Chaturvedi و همکاران، ۲۰۲۱). این نتایج را می‌توان به اجزای گیاهی تحریک کننده اشتها یا بهبود سلامت دستگاه گوارش نسبت داد که به نوبه خود

گاوها سه نوبت در روز در ساعات ۸:۰۰، ۱۶:۰۰ و ۲۴:۰۰ شیردوشی شدند و مقدار شیر تولیدی هر رأس گاو ثبت گردید. به منظور اندازه‌گیری ترکیبات شیر شامل مقدار چربی، پروتئین، لاکتوز، مواد جامد بدون چربی شیر، ازت اوره و تعداد سلول‌های سوماتیک، نمونه‌گیری در روزهای ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵، ۴۲ و ۴۹ انجام شد و با دستگاه میکواسکن (Foss-MilkoScan™ FT3, Denmark) اندازه‌گیری صورت گرفت (Saleh و همکاران، ۲۰۲۳).

نمونه‌گیری خون در روزهای صفر، ۲۵ و ۴۹ آزمایش از ورید دمی هر دام انجام شد. در هر نوبت، ۱۰ میلی لیتر خون با استفاده از لوله‌های تحت خلأ (ونوجکت) حاوی اتیلن دی آمین تتراسدیک اسید (EDTA) جمع‌آوری گردید. نمونه‌های خون بلافاصله پس از خون‌گیری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (در مجاورت یخ) نگهداری و حداکثر ظرف مدت ۳۰ دقیقه به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۰۰۰ g و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. پس از جداسازی پلاسما حاصل به میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی لیتری منتقل و تا زمان انجام آنالیز فراسنجه‌های خونی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. ارزیابی فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، تری‌گلیسرید، سدیم، پتاسیم، کلسترول تام، آلکالین فسفاتاز^۱، گلوتامیک اگزالواسدیک ترانس آمیناز^۲، گلوتامیک پیروویک ترانس آمیناز^۳، سطح نیترژن اوره^۴ و بیلی روبین، مالون دی‌دهید^۵، سوپراکسید دیسموتاز^۶، گلوکاتایون پراکسیداز^۷ و وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل^۸

¹ Alkaline Phosphatase (ALP)

² Glutamic Oxaloacetic Transaminase (GOT)

³ Glutamic Pyruvic Transaminase (GPT)

⁴ Blood Urea Nitrogen (BUN)

⁵ Malondialdehyde (MDA)

⁶ Superoxide dismutase (SOD)

⁷ Glutathione peroxidase (GPX)

⁸ Body Condition Score (BCS)

⁸ Total Antioxidant Capacity (TA-C)

⁹ Body Condition Score (BSC)

اثر مکمل گیاهی شیرافزا بر عملکرد شیردهی، فراسنجه‌های... / علی مؤذنی و همکاران

افزایش داده و فرایند هضم و جذب مواد مغذی را بهبود بخشند (Phesatcha و همکاران، ۲۰۲۱). این مکانیسم‌ها باعث افزایش مصرف خوراک و کارایی تغذیه‌ای می‌شوند و در نهایت می‌توانند منجر به بهبود تولید شیر و ترکیبات آن شوند، حتی اگر تغییرات تولید شیر در کوتاه‌مدت قابل توجه نباشد. چنین یافته‌هایی با مطالعات پیشین در زمینه استفاده از مکمل‌ها گیاهی برای ارتقای سلامت روده و کارایی خوراک در نشخوارکنندگان هم‌راستا است (Benchaar و همکاران، ۲۰۰۷).

ممکن است منجر به جذب و استفاده بهتر مواد مغذی گردد، حتی اگر سطوح تولید شیر این تغییر را منعکس نکند. مکمل‌های گیاهی می‌توانند تاثیر مثبتی بر کارایی خوراک و کیفیت شیرداشته باشند (Wanapat و همکاران، ۲۰۱۳)، افزایش مصرف ماده خشک در گروه تیمار می‌تواند به دلیل حضور ترکیبات گیاهی خاص در مکمل باشد که اثرات تحریک کننده اشتها یا بهبود عملکرد دستگاه گوارش را دارند. برخی از اجزای گیاهی مانند عصاره‌های رازیانه، شیرین بیان و سیاه دانه می‌توانند ترشح بزاق و آنزیم‌های گوارشی را

جدول ۲. اثر مکمل گیاهی شیرافزا بر مقدار ماده خشک مصرفی گاوهای شیری هلستاین در طول دوره آزمایش

Table 2. Effect of milk-enhancing herbal supplementation on dry matter intake of lactating Holstein cows throughout the experimental period

P value	SEM		گروه های آزمایشی Experimental groups		دوره (هفته) Period (week)				
						تیمار (میانگین) Treatment (mean)	شاهد (میانگین) Control (mean)		
تیمار*زمان Treatment * Time	زمان Time	تیمار Treatment	تیمار*زمان Treatment * Time	زمان Time	تیمار Treatment	اثر زمان Time effect	تیمار (میانگین) Treatment (mean)	شاهد (میانگین) Control (mean)	
						27.33	27.10 ^d	27.84 ^{bcd}	1
						27.51	27.34 ^{cd}	27.68 ^{bcd}	2
						27.20	27.15 ^d	27.25 ^{cd}	3
						27.61	27.61 ^{bcd}	27.61 ^{bcd}	4
0.0001	0.10 5	0.499	0.297	0.20 7	0.237	27.68	27.85 ^{abc}	27.50 ^{bcd}	5
						27.60	27.96 ^{ab}	27.23 ^{cd}	6
						27.62	28.33 ^a	26.90 ^e	7
							27.62	27.39	اثر تیمار Treatme nt effect

نشخوارکنندگان کوچک متمرکز بوده‌اند، شواهد مستقیم و قابل تعمیم در مورد گاوهای شیری، به ویژه در ارتباط با استفاده از ترکیبات تجاری حاوی شیرین بیان و سیاه‌دانه، همچنان محدود است. بنابراین، یافته‌های حاضر که نشان‌دهنده عدم معنی‌دار در نمره وضعیت بدنی است.

نتایج نشان داد که میانگین نمره وضعیت بدنی بین گروه تیمار و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). این نتیجه در حالی است که برخی مطالعات روی نشخوارکنندگان کوچک نشان داده‌اند که افزودن پودر رازیانه ممکن است باعث بهبود نمره وضعیت بدنی شود (Singh و همکاران، ۲۰۲۳). با توجه به اینکه اغلب مطالعاتی که به طور اختصاصی نمره وضعیت بدنی را بررسی کرده‌اند، عمدتاً بر روی

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر نمره وضعیت بدنی گاوهای شیری در طول دوره آزمایش

Table 3. Effects of experimental treatments on body condition score of lactating Holstein cows throughout the experimental period

P value		SEM				گروه های آزمایشی			زمان (روز) Time (Day)
تیمار* زمان Treatment * Time	زمان Time	تیمار treatment	تیمار* زمان Treatment * Time	زمان Time	تیمار Treatment	اثر زمان Time effect	تیمار (میانگین) Treatment (mean)	شاهد (میانگین) Control (mean)	
						3.677	3.628	3.725	روز صفر Day 0
						3.571	3.542	3.6	روز ۲۵ Day 25
0.85	0.049	0.619	0.105	0.072	0.099	3.599	3.571	3.625	روز ۴۹ Day 49
							3.581	3.650	اثر تیمار Treatment effect

در گروه تیمار نسبت به گروه شاهد تمایل به معنی داری داشت ($P=0/093$) (جدول ۴ و شکل ۱).

با این دیدگاه سازگار هستند. با این حال، برای قضاوت نهایی درباره‌ی اثربخشی عصاره گیاهی بر وضعیت تعادل انرژی و نمره وضعیت بدنی گاوهای شیری، انجام مطالعات بیشتر با اندازه نمونه بزرگ‌تر و اندازه‌گیری‌های مکمل اسید چرب غیراستریفیه^۱، بتا-هیدروکسی بوتیریک اسید^۲، شاخص‌های لیپیدی خون و زمان‌بندی در اوایل شیردهی ضروری به نظر می‌رسد.

مقدار تولید شیر و ترکیبات شیر: نتایج نشان داد تولید شیر در گروه تیمار، نسبت به گروه شاهد در کل و هم چنین در پایان دوره آزمایشی (بعد از ۴۹ روز) افزایش یافت ($P<0/001$). اما مقدار تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی، درصد چربی، درصد لاکتوز، و درصد مواد جامد بدون چربی صرفاً در پایان دوره در گروه تیمار نسبت به شاهد افزایش داشت. همچنین اثر متقابل تیمار در زمان در مقدار تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و انرژی، مقدار پروتئین (کیلوگرم در روز)، مقدار چربی (کیلوگرم در روز)، و مقدار مواد جامد (کیلوگرم در روز) بطور معنی داری افزایش یافت. درصد پروتئین

¹ Non-Esterified Fatty Acids (NEFA)

² Beta-Hydroxybutyric Acid (BHBA)

اثر مکمل گیاهی شیرافزا بر عملکرد شیردهی، فراسنجه‌های... / علی مؤذنی و همکاران

جدول ۴. اثر تیمارهای آزمایشی بر تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیری در کل دوره آزمایش (میانگین حداقل مربعات)

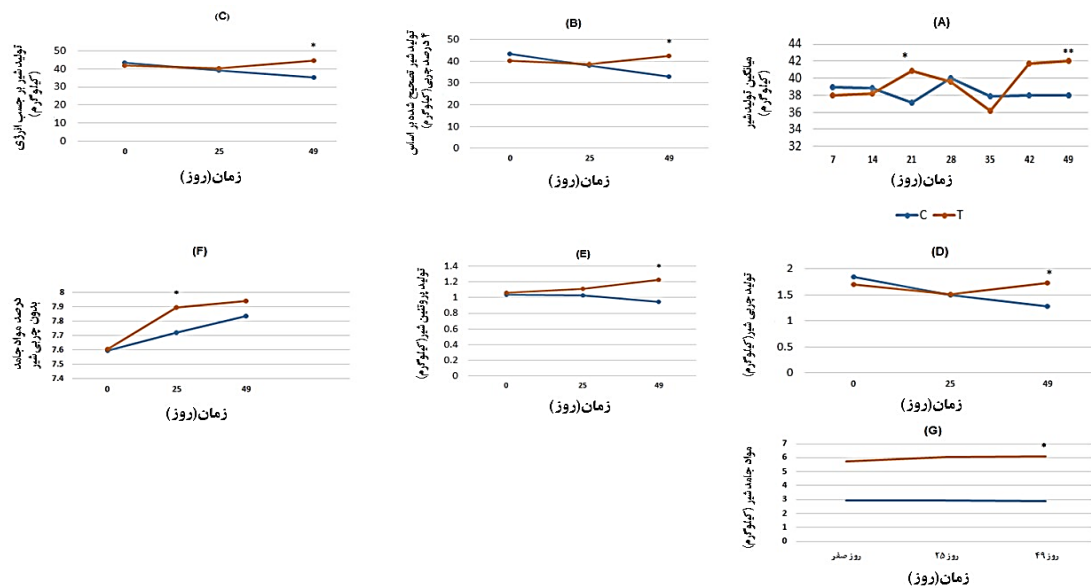
Table 4. Effects of experimental treatments on milk yield and milk composition of dairy cows (least squares means)

P: value			SEM	گروه های آزمایشی (میانگین)		تولید شیر و ترکیبات Milk Yield (kg) شیر and Milk Composition (kg)
تیمار * زمان	زمان	تیمار		تیمار	شاهد	
Treatment*Time	Time	Treatment	Treatment	Control		
0.66	0.89	0.0001	0.403	40.17 ^a	38.57 ^b	شیر تولیدی (کیلوگرم در روز)
0.002	0.041	0.44	2.10	40.47 ^a	38.12 ^b	شیر تصحیح شده بر اساس درصد چربی (کیلوگرم در روز) FCM ¹
0.007	0.131	0.332	2.83	42.13 ^a	39.28 ^b	شیر تصحیح شده بر اساس انرژی (ECM) ²
0.564	0.004	0.239	0.210	4.36 ^a	4.10 ^a	چربی شیر (درصد)
0.022	0.021	0.438	0.127	1.64 ^a	1.54 ^b	چربی شیر (کیلوگرم در روز)
0.162	0.908	0.093	0.157	2.92 ^a	2.63 ^a	پروتئین شیر (درصد)
0.001	0.487	0.181	0.093	1.13 ^a	1 ^b	پروتئین شیر (کیلوگرم در روز)
0.124	0.0001	0.336	0.089	4.68 ^a	4.77 ^a	لاکتوز (درصد)
0.541	0.001	0.540	0.152	7.81 ^a	7.71 ^a	مواد جامد بدون چربی شیر (درصد)
0.0007	0.012	0.628	0.203	3 ^a	2.92 ^b	مواد جامد شیر (کیلوگرم در روز)
0.129	0.760	0.183	0.231	16.98 ^a	17.31 ^a	ازت اوره ای شیر (درصد)
0.940	0.452	0.774	23.82	243.24 ^a	250.31 ^a	تعداد سلول های پیکری (SCC)
0.894	0.520	0.789	0.045	2.37 ^a	2.38 ^a	امتیاز سلول های پیکری (SCS)

1. FCM=0.4(kg milk)+15(kg milk * kg Fat)

2. ECM=(0.327*Kg milk)+(12.95*kg fat)+(7.2*kg Protein).

3. SCS= ((log₂(SCC/1000))+3



شکل ۱: تغییرات میانگین (A): تولید شیر، (B): تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی، (C): تولید شیر بر حسب انرژی، (D): تولید چربی شیر (کیلوگرم)، (E): تولید پروتئین شیر (کیلوگرم)، (F): درصد مواد جامد بدون چربی شیر، (G): مواد جامد شیر، در گروه‌های تیماری دریافت کننده مکمل گیاهی و شاهد. T: گروه دریافت کننده مکمل شیر افزا، C: گروه شاهد * تفاوت معنی داری ($P < 0.05$)، ** تفاوت معنی داری ($P < 0.01$)

Figure 1: Changes in the means of (A) milk yield, (B) 4%-fat corrected milk yield, (C) energy-corrected milk yield, (D) milk fat yield (kg/day), (E) milk protein yield (kg/day), (F) milk solids-not-fat (%), and (G) total milk solids (kg/day) in the treatment group receiving the herbal supplement and the control group. T: treatment group receiving the herbal supplement; C: control group. *: significant difference at $P < 0.05$; **: significant difference at $P < 0.01$.

شیردهی قرار دارند. بنابراین مکانیسم افزایش تولید شیر توسط این مکمل‌های گیاهی احتمالاً می‌تواند به دلیل اثرات ترکیبی آن‌ها بر هورمون پرولاکتین و تحریک شیردهی باشد (Barkhordari Ahmadi و همکاران، ۲۰۲۰؛ Moosavi-Zadeh و همکاران، ۲۰۲۳). بنابراین، استفاده از عصاره گیاهی در جیره غذایی دام می‌تواند به بهبود کیفیت شیر و فرآورده‌های لبنی، به ویژه از نظر ارزش تغذیه‌ای کمک کند (Bennato و همکاران، ۲۰۱۹)

فراسنجه‌های خونی در گاوهای هلشتاین: در این مطالعه، اثر مصرف مکمل گیاهی بر فراسنجه‌های خونی گاوهای نژاد هلشتاین مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از این ارزیابی در جدول ۵ نمایش داده شده است. در طول دوره آزمایش، فراسنجه‌ی خونی سطح آنزیم گلوتامیک پیروویک ترانس آمیناز از نظر آماری معنی‌دار بود، که در ادامه به طور مشروح مورد بحث قرار گرفته شد.

همسو با نتایج این مطالعه، عطاری و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که افزودن مکمل گیاهی حاوی رازیانه، سیاه دانه و زیره سیاه به جیره غذایی در دوره شیردهی، بدون اینکه تغییری در ترکیبات شیر ایجاد کنند می‌تواند منجر به افزایش تولید شیر در گاوهای شیرده هلشتاین شود. این نتایج حاکی از آن است ترکیباتی مانند آنتول و فنچون در رازیانه، تیموکینون و نیگلون در سیاه‌دانه و گلیسیریزین در زیره سیاه، ممکن است با تحریک هورمون پرولاکتین منجر به افزایش تولید شیر گردند (Attari و همکاران، ۲۰۱۸). اگرچه تحقیقات در این زمینه هنوز محدود است، اما استفاده سنتی از این گیاهان برای افزایش شیردهی و نتایج مطالعات اولیه، نشان‌دهنده پتانسیل آن‌ها در این زمینه است. مطالعات Barkhordari Ahmadi و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده‌اند که مکمل‌های گیاهی به طور مستقیم بر اجزای اصلی شیر مانند چربی، پروتئین و لاکتوز تاثیری ندارند. این اجزا بیشتر تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و مرحله

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های خونی گاوهای شیری در کل دوره آزمایش (میانگین حداقل مربعات)

Table 5. Effects of experimental treatments on blood parameters of dairy cows (least squares means)

P value	SEM				اثر زمان Time effect	Experimental groups		دوره Period	Blood parameters	فراسنجه‌های خونی
	Treatment*Time	Treatment	تیمار*زمان Treatment*Time	زمان Time		تیمار Treatment	شاهد Control			
0.35	0.85	0.97	1.76	1.24	1.23	4.73	48.52	50.27	روز ۰	گلوکز (میلی گرم / دسی لیتر)
						5.52	49.17	51.35	روز ۲۵	
						4.81	51.08	48.52	روز ۴۹	
							49.98	50.05	اثر تیمار	
0.87	0.10	0.72	0.61	0.43	0.40	4.83	40.90	40.76	روز ۰	تری گلیسرید (میلی گرم / دسی لیتر)
						3.72	39.54	39.88	روز ۲۵	
						3.77	39.55	39.97	روز ۴۹	
							39.99	40.21	اثر تیمار	
0.99	0.87	0.74	0.17	0.12	0.13	0.87	8.84	8.89	روز ۰	پروتئین کل (گرم / دسی لیتر)
						0.76	8.73	8.79	روز ۲۵	
						0.06	9.03	9.20	روز ۴۹	
							8.87	8.93	اثر تیمار	
0.18	0.05	0.86	0.15	0.10	0.13	0.91	16.85 ^c	1.98 ^{bc}	روز ۰	اوره خون (میلی گرم / دسی لیتر)
						0.08	17.23 ^{ab}	16.94 ^a	روز ۲۵	
						0.14	17.01 ^{abc}	17.27 ^a	روز ۴۹	
							17.03	17.06	اثر تیمار	
0.25	0.48	0.68	16.94	1.60	9.68	1.84	148.48	149.19	روز ۰	کلسترول (میلی گرم / دسی لیتر)
						1.61	146.79	182.41	روز ۲۵	
						1.71	155.61	135.8	روز ۴۹	
							150.29	188.80	اثر تیمار	

0.12	0.06	0.85	0.04	0.02	0.02	0.44	0.40	0.47	Day 0	روز ۰	Total bilirubin (mg/dL)	بیلی روبین کل (میلی گرم/دسی لیتر)		
							0.42	0.41	Day 25	روز ۲۵				
							0.50	0.46	Day 49	روز ۴۹				
اثر تیمار														
0.93	0.05	0.24	0.01	0.01	0.01	0.02	0.11	0.09	Day 0	روز ۰	Direct blood bilirubin (mg/dl)	بیلی روبین دایرکت خون (میلی گرم/دسی لیتر)		
									0.11	0.10			Day 25	روز ۲۵
									0.13	0.12			Day 49	روز ۴۹
اثر تیمار														
0.15	0.01	0.94	0.12	0.08	0.07	3.43	3.31	3.56	Day 0	روز ۰	Albumin (g/dL)	آلبومین (گرم/دسی لیتر)		
									3.68	3.59			Day 25	روز ۲۵
									3.43	3.93			Day 49	روز ۴۹
اثر تیمار														
0.07	0.11	0.18	0.30	0.20	0.20	22.24	2.23	22.25	Day 0	روز ۰	Glutamic pyruvic transaminase (International) (units/liter)	گلوتامیک پیروویک ترانس آمیناز (واحد بین المللی/ لیتر)		
									22.79	22.81			Day 25	روز ۲۵
									22.64	23.20			Day 49	روز ۴۹
اثر تیمار														
0.29	0.04	0.87	2	1.23	1.56	77.78	7.50	77.06	Day 0	روز ۰	Glutamic oxaloacetic transaminase (International Units/liter)	گلوتامیک اکزالوآسیک ترانس آمیناز (واحد بین المللی/ لیتر)		
									81.06	82.08			Day 25	روز ۲۵
									79.83	79.15			Day 49	روز ۴۹
اثر تیمار														
0.50	0.85	0.71	2	1.46	1	182.80	18.62	181.98	Day 0	روز ۰	Alkaline Phosphatase (International) (Units/Liter)	آلکالین فسفاتاز (واحد بین المللی/ لیتر)		
									182.44	181.87			Day 25	روز ۲۵
									181.98	182.79			Day 49	روز ۴۹
اثر تیمار														
Treatment effect														
18.60														
182.21														

زیرا کبد سالم نقش مهمی در متابولیسم هورمونی و حفظ توازن انرژی در دوره‌ی شیردهی ایفا می‌کند (Swelum و همکاران، ۲۰۲۱).

در سایر فراسنجه‌های خونی، تفاوت معنی‌دار بین تیمار و اثر تیمار در زمان مشاهده نشد. مطالعات نشان دادند که استفاده از مکمل‌های گیاهی با وجود اینکه می‌توانند تولید و کیفیت شیر، مقدار اشتها، فرایند هضم خوراک، متابولیسم، فرآیندهای گوارشی و مقاومت در برابر بیماری‌ها را بهبود بخشند، اما لزوماً بر همه فراسنجه‌های خون تأثیری ندارند، که احتمالاً می‌تواند به دلیل دوز پایین مکمل گیاهی استفاده شده در آزمایش باشد (Saleh و همکاران، ۲۰۲۳؛ Sriranga و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین، نوع مکمل گیاهی، سلامت دام، رژیم غذایی، ژنتیک دام، شرایط محیطی و تغییرات فیزیولوژیکی بدن گاو در طول دوره شیردهی ممکن است بر نحوه پاسخگویی حیوان به مکمل گیاهی تأثیر بگذارد (Ahmed و همکاران، ۲۰۲۴). بنابراین، در مطالعات آتی باید دوزها و ترکیبات گیاهی مختلف را ارزیابی کنند تا تأثیر آنها بر سایر فراسنجه‌های خونی مشخص شود و انتخاب بهترین نوع مکمل گیاهی و مقدار دوز آنها برای هر گاو مشخص شود. همچنین ارزیابی اثرات طولانی مدت مصرف مکمل‌های گیاهی در مراحل مختلف شیردهی و چگونگی تأثیر این مراحل بر سطوح فراسنجه‌های خونی، و تعامل آنها با سایر مواد غذایی موجود در جیره، می‌تواند راهکارهای بهتری برای تغذیه گاوهای شیری ارائه دهد.

وضعیت آنتی‌اکسیدانی در گاوها: برای بررسی وضعیت آنتی‌اکسیدان در گاو هلشتاین فراسنجه‌های مالون دی‌الدهید، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، و وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل ارزیابی شد.

در مطالعه حاضر نتایج نشان داد که سطح آنزیم گلوتامیک پیروویک ترانس آمیناز در گروه تیمار تفاوت معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نداشت ($P < 0/05$). اثر متقابل تیمار در زمان، سطح آنزیم گلوتامیک پیروویک ترانس آمیناز تمایل به معنی‌داری داشت و غلظت آن در روز ۴۹ (انتهای آزمایش) در گروه دریافت کننده مکمل کمتر از شاهد بود، که می‌تواند نشان‌دهنده‌ی اثر محافظتی مکمل گیاهی بر عملکرد کبد در طول زمان باشد (Wang و همکاران، ۲۰۲۴). آنزیم گلوتامیک پیروویک ترانس آمیناز یکی از شاخص‌های کلیدی سلامت سلول‌های کبدی است و افزایش آن معمولاً ناشی از تخریب غشای سلول‌های کبدی در اثر تنش‌اکسیداتیو، التهاب یا تجمع چربی در دوره پس از زایش است (Mohsin و همکاران، ۲۰۲۲). مطالعات نشان داده‌اند که عصاره‌ی شیرین بیان دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی است که از طریق مهار رادیکال‌های آزاد، افزایش سطح گلوتاتیون کبدی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی، می‌تواند بافت کبد را در برابر آسیب محافظت کند (Pandey و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین، دیگر مطالعات گزارش کرده‌اند که مکمل سیاه‌دانه می‌تواند اثر کاهشی روی آنزیم‌های کبدی و بهبود توابع کبدی داشته باشد (Azizi و همکاران، ۲۰۲۱). بر این اساس، می‌توان چنین استدلال کرد که ترکیب گیاهی مورد استفاده ممکن است با بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن، کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن و تعدیل تنش‌اکسیداتیو در بافت کبدی، موجب کاهش نسبی آنزیم گلوتامیک پیروویک ترانس آمیناز و بهبود سلامت کبد شده باشد (Nastoh و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین این مکمل گیاهی ممکن است اثر غیرمستقیمی بر عملکرد هورمون‌ها از جمله ترشح پرولاکتین و در نتیجه کارایی تولیدی دام داشته باشد،

جدول ۶. اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های وضعیت آنتی‌اکسیدانی گاوهای شیری (میانگین حداقل مربعات)

Table 6. Effects of experimental treatments on antioxidant status parameters of dairy cows (least squares means)

P value	SEM						Antioxidant capacity	دوره	ظرفیت آنتی‌اکسیدان	
	تیمار* زمان		تیمار		شاهد					
	Time	Treatment	Time	Treatment	Time	Control				
0.47	0.11	0.09	0.25	0.18	0.15	50.60	Day 0	50.98	روز ۰	Superoxide dismutase (units/ml)
							Day 25	50.91	روز ۲۵	
							Day 49	50.86	روز ۴۹	
							اثر تیمار	50.94		
0.82	0.72	0.61	0.26	0.19	10.86	Day 0	10.9	روز ۰	Glutathione peroxidase (micromol/ml)	
						Day 25	10.94	روز ۲۵		
						Day 49	10.89	روز ۴۹		
						اثر تیمار	10.91			
0.79	0.58	0.71	0.024	0.016	8.533	Day 0	8.514	روز ۰	Total Antioxidant Capacity (units/ml)	
						Day 25	8.546	روز ۲۵		
						Day 49	8.530	روز ۴۹		
						اثر تیمار	8.539			
0.67	0.18	0.79	0.02	0.01	1.49	Day 0	1.48	روز ۰	Malondialdehyde (ng.mol/ml)	
						Day 25	1.50	روز ۲۵		
						Day 49	1.48	روز ۴۹		
						اثر تیمار	1.48			
تیمار* زمان		تیمار		تیمار		تیمار		تیمار		
Time		Treatment		Time		Treatment		Treatment effect		
				1/49		1/49		1/49		

دوره تیمار طولانی تر بروز کند (Nastoh و همکاران، ۲۰۲۴). بنابراین، حتی بدون تغییر معنی‌دار در سایر شاخص‌ها، تمایل به افزایش آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نشان‌دهنده‌ی پتانسیل مکمل برای بهبود محافظت سلولی و کاهش تنش اکسیداتیو در گاوهای شیری است (Nastoh و همکاران، ۲۰۲۴). این یافته اهمیت انتخاب نوع گیاه، دوز بهینه و طول دوره تیمار را برای دستیابی به تعادل بین بهبود عملکرد تولیدی و سلامت متابولیکی دام برجسته می‌کند و می‌تواند پایه-ای برای مطالعات بعدی در ارزیابی اثرات بلندمدت مکمل‌های گیاهی بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی و تولید شیر باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن مکمل گیاهی حاوی شیرین‌بیان، رازیانه و سیاه‌دانه به جیره گاوهای شیری موجب بهبود نسبی تولید شیر و مصرف ماده خشک شد، در حالی که تغییر معنی‌داری در اغلب شاخص‌های خونی، وضعیت بدنی دام و پارامترهای آنتی‌اکسیدانی مشاهده نشد. با این حال، فعالیت سوپراکسید دیسموتاز تمایل به افزایش و غلظت گلوتامیک پیروویک ترانس‌آمیناز به عنوان شاخص سلامت کبد در گروه تیمار کاهش یافت. بر این اساس، مطالعات آینده توصیه می‌شود شامل بررسی دوزهای مختلف، اثرات جداگانه هر گیاه و ارزیابی بلندمدت بر سلامت و عملکرد هورمونی باشد تا امکان تعیین بهترین دوز و مکانیسم دقیق اثر مکمل فراهم گردد.

در بین این فراسنجه‌ها، فعالیت سوپراکسید دیسموتاز در گروه تیمار نسبت به شاهد تمایل به معنی‌داری نشان داد ($P=0/09$)، که ممکن است نشان‌دهنده اثر بالقوه مکمل گیاهی در تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی باشد (Wang و همکاران، ۲۰۲۴). اگرچه سایر شاخص‌ها مانند مالون دی‌الدهید، گلووتاتیون پراکسیداز، و وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل تغییر معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۶) سوپراکسید دیسموتاز یکی از آنزیم‌های کلیدی دفاعی در برابر رادیکال‌های سوپراکسید است و نقش مهمی در حفظ تعادل اکسیداتیو و محافظت از سلول‌ها در برابر تنش اکسیداتیو ایفا می‌کند. افزایش نسبی سوپراکسید دیسموتاز می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدان‌های موجود در گیاهان مکمل مورد استفاده حتی در دوز مصرفی توانسته‌اند مسیرهای آنزیمی اولیه دفاع آنتی‌اکسیدانی را فعال یا حمایت کنند (Oh و همکاران، ۲۰۱۷). در همین راستا، مطالعات نشان داده‌اند که مکمل شیرین‌بیان می‌تواند باعث افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل شود (Guo و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، گزارش شده است که مکمل شیرین‌بیان منجر به بهبود شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی و سلامت عمومی دام می‌شود (Liang و همکاران، ۲۰۲۴). این نتایج نشان می‌دهد که پاسخ سیستم آنتی‌اکسیدانی ممکن است مرحله‌ای یا حساس به دوز باشد. اثرات اولیه در سوپراکسید دیسموتاز دیده می‌شود و تغییرات ثانویه در سایر شاخص‌ها ممکن است با دوز بالاتر یا طول

منابع

- Abdollahzadeh, F., Hosseinkhani, A., Khorvash, M., Taghizadeh, A. & Mohammadzadeh, H. (2019). Effects of replacing soybean meal with canola meal at different levels on performance, ruminal and blood parameters in lactation Holstein cows. *Journal of Ruminant Research*, 7(3), 61-76.
- Ahmed, M. G., Elwakeel, E. A., El-Zarkouny, S. Z., & Al-Sagheer, A. A. (2024). Environmental impact of phytobiotic additives on greenhouse gas emission reduction, rumen fermentation

- manipulation, and performance in ruminants: an updated review. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(26), 37943-37962.
- Attari, V., Basiri, S., & Taheri, V. (2018). Effects of feeding fennel, black seed and black caraway plant on milk yield, growth hormone and prolactin in lactating Holstein cows. *Animal Science Research*, 28(3), 169-179.
- Azizi, N., Amini, M. R., Djafarian, K., & Shab-Bidar, S. (2021). The effects of *Nigella sativa* supplementation on liver enzymes levels: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical Nutrition Research*, 10(1), 72.
- Barkhordari Ahmadi, F., Pourghorban, A., Kharghani, S., Rezaei Shahmirzadi, A., Haghjoyan, S. M., Heydari, O., Babakhanian, F., & Ghahremani, S. (2020). The effect of fennel and black seed, on breast milk, prolactin levels and anthropometric index in human and animal samples: a review. *International Journal of Pediatrics*, 8(3), 11063-11069.
- Bednarski, M., & Kupczyński, R. (2024). Factors Affecting Milk Productivity, Milk Quality and Dairy Cow Health. *Animals*, 14(24), 3707.
- Benchaar, C., Petit, H., Berthiaume, R., Ouellet, D., Chiquette, J., & Chouinard, P. (2007). Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 886-897.
- Bennato, F., Ianni, A., Innosa, D., Martino, C., Grotta, L., Pomilio, F., Verna, M., & Martino, G. (2019). Influence of licorice root feeding on chemical-nutritional quality of cow milk and Stracciata cheese, an Italian traditional fresh dairy product. *Animals*, 9(12), 1153.
- Chaturvedi, I., Dutta, T., Singh, P., Chatterjee, A., Mandal, D., & Das, A. K. (2021). Effect of herbal feed additives on intake, rumen fermentation, availability of nutrients and energetic efficiency of feeds in Barbari kids reared under confined condition. *Indian Journal of Animal Sciences*, 91(8), 664-669.
- Cui, Y., Shan, Z., Hou, L., Wang, Q., Loo, J. J., & Xu, C. (2022). Effect of natural Chinese herbal supplements (TCMF[±]) on lactation performance and serum biomarkers in Periparturient dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 801418.
- FrAnKIČ, T., Voljč, M., Salobir, J., & Rezar, V. (2009). Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. *Acta Agriculturae Slovenica*, 94(2), 95-102.
- Ghimpețeanu, O. M., Pogurschi, E. N., Popa, D. C., Dragomir, N., Drăgoteiu, T., Mihai, O. D., & Petcu, C. D. (2022). Antibiotic use in livestock and residues in food—A public health threat: A review. *Foods*, 11(10), 1430.
- Guo, X., Cheng, L., Liu, J., Zhang, S., Sun, X., & Al-Marashdeh, O. (2019). Effects of licorice extract supplementation on feed intake, digestion, rumen function, blood indices and live weight gain of Karakul sheep. *Animals*, 9(5), 279.
- Harjanti, D. W., Wahyono, F., & Afifah, D. N. (2019). Milk production and milk quality of sub-clinical mastitis cows feed with different supplementation of herbal in the diet. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science ,
- Leitch, H., Smith, C., Burnside, E., & Quinton, M. (1994). Genetic response and inbreeding with different selection methods and mating designs for nucleus breeding programs of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 77(6), 1702-1718.
- Liang ,S., Meng, J., Tang, Z., Xie, X., Tian, M., Ma, X., Yang, X., Xiao, D., & Wang, S. (2024). Licorice extract supplementation benefits growth performance, blood biochemistry and hormones, immune antioxidant status, hindgut fecal microbial community, and metabolism in beef cattle. *Veterinary Sciences*, 11(8), 356.
- Mehrabadi, M., Vakili, A., Danesh Mesgaran, M., & Valizadeh, R. (2019). The effect of powdered medicinal plants and essential oils on the rumen fermentation, blood parameters, production and composition of milk in Holstein lactating cows. *Animal Sciences Journal*, 32(122), 187-202.
- Mohammad Abadi, T., Hoseini, S. (2022). Effect of *Malva sylvestris* plant on milk quality and production, liver enzymes and nutrients digestibility of Khuzestani Buffalo. *Journal of Ruminant Research*. 9(4):109-120

- Mohsin, M. A., Yu, H., He, R., Wang, P., Gan, L., Du, Y., Huang, Y., Abro, M. B., Sohaib, S., & Pierzchala, M. (2022). Differentiation of subclinical ketosis and liver function test indices in adipose tissues associated with hyperketonemia in postpartum dairy cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 796494.
- Moosavi-Zadeh, E., Rahimi, A., Rafiee, H., Saberipour, H., & Bahadoran, R. (2023). Effects of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed powder addition during early lactation on performance, milk fatty acid profile, and rumen fermentation parameters of Holstein cows. *Frontiers in Animal Science*, 4, 1097071.
- Mortel, M., & Mehta, S. D. (2013). Systematic review of the efficacy of herbal galactogogues. *Journal of Human Lactation*, 29(2), 154-162.
- Nastoh, N., Waqas, M., Çınar, A., & Salman, M. (2024). The impact of phytogenic feed additives on ruminant production: A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*.
- Oh, J., Wall, E., Bravo, D., & Hristov, A. (2017). Host-mediated effects of phytonutrients in ruminants: A review. *Journal of Dairy Science*, 100(7), 5974-5983.
- Pandey, D., Dubey, V., & Singh, A. (2024). Therapeutic potential of *Glycyrrhiza glabra* L. in managing oxidative stress-induced disorders. *Journal of Drug Research in Ayurvedic Sciences*, 9(2), 149-15
- Phesatcha, B., Phesatcha, K., Viennasay, B., Thao, N., & Wanapat, M. (2021). Feed intake and nutrient digestibility, rumen fermentation profiles, milk yield and compositions of lactating dairy cows supplemented by *Flemingia macrophylla* pellet. *Tropical Animal Science Journal*, 44(3), 288-296.
- Rahman, M. A., Redoy, M. R. A., Shuvo, A. A. S., Chowdhury, R., Hossain, E., Sayem, S. M., Rashid, M. H.-u.-., & Al-Mamun, M. (2024). Influence of herbal supplementation on nutrient digestibility, blood biomarkers, milk yield, and quality in tropical crossbred cows. *PLoS One*, 19(11), e.0313419. 19(11).
- Raux, A., Bichon, E., Benedetto, A., Pezzolato, M., Bozzetta, E., Le Bizec, B., & Dervilly, G. (2022). The promise and challenges of determining recombinant bovine growth hormone in milk. *Foods*, 11(3), 274.
- Saleh, A. A., Soliman, M. M., Yousef, M. F., Eweedah, N. M., El-Sawy, H. B., Shukry, M., Wadaan, M. A., Kim, I. H., Cho, S., & Eltahan, H. M. (2023). Effects of herbal supplements on milk production quality and specific blood parameters in heat-stressed early lactating cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1180539.
- Singh, A. K., Kumar, A., Kumar, S., & Kumar, S. (2023). Effect of supplementation of fennel seed powder on intake, growth performance, gut health and economics in goats. *Tropical Animal Health and Production*, 55(6), 359.
- Sriranga, K., Singh, A., Harini, K., Kumar, A., Mukherjee, I., Durge, A., & Mohanta, K. (2021). Insights of herbal supplements during transition period in dairy animals: An updated review. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 11(3), 419-429.
- Stobiecka, M., Król, J., Brodziak, A., Klebaniuk, R., & Kowalczyk-Vasilev, E. (2023). Effects of supplementation with an herbal mixture on the antioxidant capacity of milk. *Animals*, 13(12), 2013.
- Swelum, A. A., Hashem, N. M., Abdelnour, S. A., Taha, A. E., Ohran, H., Khafaga, A. F., El-Tarabily, K. A., & Abd El-Hack, M. E. (2021). Effects of phytogenic feed additives on the reproductive performance of animals. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10), 5816-5816.
- Wanapat, M., Kang, S., Khejornsart, P., & Wanapat, S. (2013). Effects of plant herb combination supplementation on rumen fermentation and nutrient digestibility in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 36(8), 1127.
- Wang, J., Deng, L., Chen, M., Che, Y., Li, L., Zhu, L., Chen, G., & Feng, T. (2024). Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. *Animal Nutrition*, 17, 244-264.