

ISSN: 3041-9638

<https://jrpsm.asnrkh.ac.ir/>

Open Access

Research Article

Identification of Secondary Metabolites in *Malva sylvestris* Extract Using LC/MS/MS and Its Impact on Milk Quality of Najdi Dairy Goats

H. Noori Noroozi¹, T. Mohammadabadi¹ and M. Chaji¹¹Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

Received: 12 Feb 2026

Accepted: 19 Jun 2026

Published: 19 Jun 2026

Corresponding**Author:**Tahereh
Mohammadabadi**Email:**

t.mohammadabadi.t@gmail.com.

Keywords:Mallow (*Malva sylvestris*); plant extract; LC/MS/MS; milk antioxidant capacity; microbial load**Citation:**Noori Noroozi, H., Mohammadabadi, T., Chaji, M. (2026). Identification of Secondary Metabolites in *Malva sylvestris* Extract Using LC/MS/MS and Its Impact on Milk Quality of Najdi Dairy Goats. *Journal of Research in Plant Metabolites*, 4(1), 1-10.**Doi:**10.22034/jrpsm.2026.553034.1097**Extended Abstract**

Background and Objective: In recent years, the use of natural plant additives in animal nutrition has attracted attention as a safe and sustainable alternative to chemical additives. This approach is particularly important in lactating ruminants. Because milk quality depends not only on the dietary ration of the animal but also on its antioxidant status and microbial load. The mallow plant (*Malva sylvestris*) is native to various regions of Iran and contains various bioactive components such as phenolic compounds, flavonoids, anthocyanins, and alkaloids. These compounds have antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial properties and can play an effective role in improving the animal health and quality of animal products.

There is limited information about the nutritional application of mallow extract on milk quality. Therefore, the objective of this study was to identify the secondary metabolites of the ethanolic extract of the mallow plant using the LC/MS/MS method and to investigate the effect of adding this extract to the diet of lactating Najdi goats on milk antioxidant capacity and microbial load.

Materials and Methods: The mallow plant was collected at the flowering stage. After drying the samples in the shade, extraction was performed using the maceration method with 70% ethanol at a ratio of 1:10 (weight/volume) for 24 hours at room temperature. Following filtration, the solvent was removed using a rotary evaporator, and the final extract was stored at 4 °C until further analysis. Identification of the bioactive compounds of the extract was carried out using an LC-MS/MS system (Waters, USA). For separation of the compounds, a C18 column and a mobile phase consisting of 1% formic acid in water and acetonitrile were used. The obtained data were analyzed using *MassLynx* software.

In the animal section of the experiment, twelve lactating Najdi goats with an average body weight of 26 ± 4 kg were divided into three treatments in a completely randomized design: control group: basal diet (without extract addition), treatment one: basal diet + extract at 0.2% of daily dry matter intake, and treatment two: basal diet + extract at 0.4% of daily dry matter intake. Milk antioxidant capacity was measured using the DPPH assay, and milk microbial load was measured using the culture method on Plate Count Agar medium and colony counting.

Results: The results obtained from LC/MS/MS analysis showed that the ethanolic extract of the mallow plant contained 11 phenolic compounds, 4 anthocyanins, and 7 alkaloids. The identified phenolic compounds included gallic acid, benzoic acid, syringic acid, 3,4-dimethoxycinnamic acid, *p*-coumaric acid, myristicin, caffeic acid, luteolin, chlorogenic acid, and apigenin. The highest concentrations were for *p*-coumaric acid and 3,4-dimethoxycinnamic acid. The identified anthocyanins included malvidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-glucoside, delphinidin-3-O-glucoside, and cyanidin-3-rutinoside. In addition, alkaloids such as tetrandrine and cocsuline were identified which have been reported in previous studies to exhibit antimicrobial and anti-inflammatory properties. Supplementation of mallow extract in the diet of lactating goats caused a significant increase in milk antioxidant capacity compared with the control group, such that the highest value was observed in the treatment receiving 0.4% extract. Moreover, the milk microbial load in the treatments containing mallow extract was significantly reduced.

Conclusion: Based on the results of this study, the ethanolic extract of the mallow plant is rich in phenolic, anthocyanin, and alkaloid compounds with antioxidant and antimicrobial properties. Adding this extract to the diet of lactating Najdi goats improved milk antioxidant capacity and reduced milk microbial load. Therefore, mallow extract may be used as an effective natural additive in the nutrition of lactating goats in order to improve the nutritional and hygienic quality of milk.





دسترسی رایگان

مقاله پژوهشی

شماره شاپا: ۳۰۴۱-۹۶۳۸

شناسایی متابولیت‌های ثانویه عصاره گیاه پنیرک به روش LC/MS/MS و تأثیر استفاده از آن بر کیفیت

شیر بزهای نجدی شیرده

حسین نوری نوروزی^۱، طاهره محمدآبادی^{۱*} و مرتضی چاجی

^۱ گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۳

نویسنده مسئول:

طاهره محمدآبادی

ایمیل:

t.mohammadabadi.t@gmail.com

چکیده

سابقه و هدف: در سال‌های اخیر، استفاده از افزودنی‌های طبیعی و گیاهی در تغذیه دام به‌عنوان جایگزینی ایمن و پایدار برای افزودنی‌های شیمیایی مورد توجه قرار گرفته است. این رویکرد به‌ویژه در نشخوارکنندگان شیرده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا کیفیت شیر علاوه بر ترکیب جیره غذایی، به وضعیت آنتی‌اکسیدانی و بار میکروبی آن نیز وابسته است. گیاه پنیرک (*Malva sylvestris*) بومی مناطق مختلف ایران است که حاوی ترکیبات زیست‌فعال متعددی از جمله ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و آلکالوئیدها می‌باشد. این ترکیبات دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ضد میکروبی بوده و می‌توانند نقش مؤثری در بهبود سلامت دام و کیفیت فرآورده‌های دامی ایفا کنند. اطلاعات محدودی درباره کاربرد تغذیه‌ای عصاره پنیرک بر کیفیت شیر وجود دارد. بنابراین، هدف از این پژوهش شناسایی متابولیت‌های ثانویه عصاره اتانولی گیاه پنیرک با استفاده از روش LC/MS/MS و بررسی اثر افزودن این عصاره به جیره بزهای نجدی شیرده بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و بار میکروبی شیر بود.

مواد و روش‌ها: گیاه پنیرک در مرحله گل‌دهی جمع‌آوری شد. پس از خشک‌کردن نمونه‌ها در سایه، عصاره‌گیری به روش خیساندن با استفاده از اتانول ۷۰ درصد و نسبت ۱۰:۱ (وزن/حجم) به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق انجام گرفت. پس از صاف‌سازی، حلال با استفاده از دستگاه روتاری اواپراتور تبخیر شد و عصاره نهایی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای آنالیز بعدی نگهداری گردید. شناسایی ترکیبات زیست‌فعال عصاره با استفاده از دستگاه LC/MS/MS (Waters، آمریکا) انجام شد. برای جداسازی ترکیبات، از ستون C18 و فاز متحرک شامل اسید فرمیک ۱ درصد در آب و استونیتریل استفاده گردید. داده‌ها با نرم‌افزار MassLynx تحلیل شدند.

در بخش دامی آزمایش، ۱۲ رأس بز نجدی شیرده با میانگین وزن 26 ± 4 کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی به سه تیمار تقسیم شدند: گروه کنترل: جیره پایه (بدون افزودن عصاره)، تیمار یک: جیره پایه + عصاره به میزان ۰/۲ درصد ماده خشک مصرفی روزانه و تیمار دو: جیره پایه + ۰/۴ درصد ماده خشک مصرفی روزانه. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شیر با آزمون DPPH و بار میکروبی شیر با روش کشت در محیط Plate Count Agar و شمارش کلنی‌ها اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از آنالیز LC/MS/MS نشان داد که عصاره اتانولی گیاه پنیرک حاوی ۱۱ ترکیب فنولی، ۴ آنتوسیانین و ۷ آلکالوئید است. ترکیبات فنولی شناسایی شده شامل اسید گالیک، اسید بنزوئیک، اسید سیرینجیک، اسید ۳،۴-دی‌متوکسی‌سینامیک، اسید p-کوماریک، میریستیسین، اسید کافئیک، لوتولین، اسید کلروزنیک و آپیزونین بودند. بیشترین غلظت مربوط به اسید p-کوماریک و اسید ۳،۴-دی‌متوکسی‌سینامیک بود. آنتوسیانین‌های شناسایی شده شامل مالویدین-۳-O-گلوکوزید، سیانیدین-۳-O-گلوکوزید، دلفینیدین-۳-O-گلوکوزید و سیانیدین-۳-روتینوزید بودند. همچنین، آلکالوئیدهایی نظیر تراندرین و کوکسولین شناسایی شدند که طبق مطالعات پیشین دارای اثرات ضد میکروبی و ضدالتهابی هستند. افزودن عصاره پنیرک به جیره بزهای شیرده موجب افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شیر نسبت به گروه کنترل شد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار در تیمار دریافت‌کننده ۰/۴ درصد عصاره مشاهده گردید. همچنین، بار میکروبی شیر در تیمارهای حاوی عصاره پنیرک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این مطالعه، عصاره اتانولی گیاه پنیرک غنی از ترکیبات فنولی، آنتوسیانینی و آلکالوئیدی با خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی است. افزودن این عصاره به جیره بزهای نجدی شیرده موجب بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش بار میکروبی شیر شد. بنابراین، عصاره پنیرک شاید بتواند به‌عنوان یک افزودنی طبیعی مؤثر در تغذیه بزهای شیرده به‌منظور ارتقای کیفیت تغذیه‌ای و بهداشتی شیر مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پنیرک (*Malva sylvestris*)؛ عصاره گیاهی؛ LC/MS/MS؛ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی؛ بار میکروبی شیر

نحوه استناد:

نوری نوروزی، ح.، محمدآبادی، ط.، چاجی، م. (۱۴۰۵) شناسایی متابولیت‌های ثانویه عصاره گیاه پنیرک به روش LC/MS/MS و تأثیر استفاده از آن بر کیفیت شیر بزهای نجدی شیرده. مجله پژوهش در متابولیت‌های گیاهی، دوره ۴، شماره ۱، صفحات: ۱-۱۰.
Doi:10.22034/jrpsm.2026.553034.1097

مقدمه

گیاه پنیرک (*Malva sylvestris*) از خانواده Malvaceae، گیاهی چندساله و بومی نواحی اروپا، شمال آفریقا و آسیا است. پنیرک به صورت خودرو در نواحی مختلف کشور از جمله استان های خوزستان، گیلان، مازندران، تهران، نواحی مرکزی ایران، خراسان، جزیره قشم، بندرعباس، کرمان و بلوچستان می روید. هرچند کشاورزان این گیاه را به عنوان علف هرز مزارع گندم، جو و سایر لگومها می شناسند (Al-Johani *et al.*, 2012) اما کشت همزمان آن با بقولات منجر به عملکرد و کیفیت بهتر هر دو گیاه می گردد (Kakabouki *et al.*, 2020). از این گیاه در طول تاریخ به عنوان غذا و دارو استفاده می شده است و در طب سنتی ایران و سایر نقاط جهان برای درمان انواع التهاب ها، زخم ها، مشکلات گوارشی و تنفسی استفاده می شود. همچنین پنیرک غنی از ترکیبات زیست فعال از جمله فلاونوئیدها، ساپونین ها، تانن ها، موسیلاژها و اسیدهای فنلی است که این ترکیبات مسئول خواص درمانی و تغذیه ای این گیاه می باشند (Demirtaş, 2021; Gasparetto *et al.*, 2012). استفاده از گیاهان دارویی و عصاره های گیاهی به عنوان افزودنی های فیتوتکنیک در تغذیه نشخوارکنندگان و سایر دام های اهلی مورد توجه قرار گرفته است. این افزودنی ها، که حاوی ترکیبات ثانویه گیاهی هستند، می توانند با تعدیل تخمیر شکمبه، افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و بهبود سلامت روده، عملکرد تولیدی دام ها را به طور قابل توجهی بهبود دهند (Jimo *et al.*, 2022; Mohan *et al.*, 2021). این ترکیبات می توانند به ویژه در بهبود کیفیت شیر و عملکرد غدد پستانی تأثیر بگذارند. پنیرک با دارا بودن متابولیت های فنلی، فلاونوئیدی و آنتوسیانینی متعدد، ظرفیت بالایی برای بهبود کیفیت و ترکیب شیر دارد. ترکیباتی چون کافئیک اسید و *p*-کوماریک اسید از جمله اسیدهای فنلی مهم در این گیاه هستند که خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی دارند و می توانند تولید شیر را افزایش دهند (Fathi *et al.*, 2021; Batiha *et al.*, 2023). همچنین، فلاونوئیدها و دیگر ترکیبات گیاهی موجود در پنیرک می توانند با اثرات مثبت خود بر سیستم ایمنی و سلامت عمومی دام، بر تولید شیر و ترکیبات آن تأثیرگذار باشند. با این حال، پژوهش های اندکی در مورد تأثیر مستقیم عصاره پنیرک بر کیفیت شیر بزهای نجدي انجام شده است. هدف از این آزمایش شناسایی ترکیبات عصاره پنیرک و اثر آن بر کیفیت، ظرفیت آنتی اکسیدانی و بار میکروبی شیر بز نجدي بود.

مواد و روش ها

تهیه عصاره گیاه پنیرک: گیاه پنیرک (*Malva sylvestris*) در مرحله گل دهی از مزارع کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع

طبیعی خوزستان جمع آوری شد. پس از جمع آوری، نمونه ها در سایه خشک شدند. سپس نمونه ها را با استفاده از آسیاب به صورت پودر درآورده و از الک با مش ۴۰ عبور داده شدند تا ذرات ریزتر جداسازی شوند. برای عصاره گیری، از روش خیساندن (Maceration) استفاده شد. در این روش، پودر گیاه در حلال اتانول ۷۰ درصد با نسبت ۱:۱۰ (وزن/حجم) قرار گرفت و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق در یک دستگاه شیکر مخلوط شد. پس از گذشت این مدت، محلول صاف شد و برای حذف حلال از دستگاه روتاری تبخیر (Rotary Evaporator) مدل RE-2000 شرکت Büchi کشور بلغارستان استفاده گردید. عصاره نهایی پس از تبخیر حلال، در دمای ۴ درجه سانتی گراد در ظروف دربسته نگهداری شد تا از اکسیداسیون و تخریب ترکیبات حساس به نور و گرما جلوگیری شود (Gasparetto *et al.*, 2012).

شناسایی ترکیبات پنیرک به روش LC/MS/MS: عصاره خشک شده گیاه در متانول حل شده و از فیلتر ۰/۲ میکرومتر عبور داده شد تا ذرات معلق از آن جدا گردد. سپس شناسایی ترکیبات زیست فعال موجود در عصاره با استفاده از دستگاه LC/MS/MS مدل (Waters USA) انجام شد. برای جداسازی ترکیبات، ستون C18 با ابعاد ۲۵۰ میلی متر × ۴/۶ میلی متر و اندازه ذرات ۵ میکرومتر استفاده گردید. فاز متحرک شامل ۱ درصد اسید فرمیک در آب (فاز A) و استونیتریل (فاز B) بود که با نرخ جریان ۰/۳ میلی لیتر بر دقیقه از طریق ستون عبور داده شد. شرایط دستگاه و تنظیمات طیف سنجی جرمی به طور دقیق تنظیم شدند و داده ها با استفاده از نرم افزار MassLynx تحلیل شدند (Shadid *et al.*, 2021).

تغذیه بزها با عصاره: در این مطالعه، ۱۲ رأس بز نجدي شیرده با میانگین وزن 4 ± 26 کیلوگرم در سه گروه مختلف قرار گرفتند. گروه ها به شرح زیر تغذیه شدند: گروه کنترل: جیره پایه (بدون افزودن عصاره)، تیمار یک: جیره پایه + عصاره به میزان ۰/۲ درصد ماده خشک مصرفی روزانه و تیمار دو: جیره پایه + ۰/۴ درصد ماده خشک مصرفی روزانه. ترکیب جیره پایه شامل کاه گندم، یونجه، سبوس گندم، دانه جو، دانه ذرت، کنجاله سویا، کربنات کلسیم، نمک و مکمل معدنی و ویتامینی بود که نسبت هر کدام در جیره بر اساس نیازهای بز شیرده کم تولید با استفاده از جداول احتیاجات غذایی (NRC, 2007) محاسبه و تنظیم گردید. مدت زمان آزمایش ۳۷ روز بود.

اندازه گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی شیر: ظرفیت آنتی اکسیدانی شیر با استفاده از DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) اندازه گیری شد (Çam *et al.*, 2009). در این روش، رادیکال های آزاد DPPH با نمونه های شیر واکنش داده و کاهش رنگ ناشی از آن

شامل اسید کافئیک، *p*-کوماریک اسید، فرولیک اسید و لوتئولین بودند (جدول ۱) که این ترکیبات با گزارش‌های Gasparetto *et al.* (2012) و Batiha *et al.* (2023) هم‌خوانی دارند و نشان‌دهنده خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی قوی عصاره هستند. آنتوسیانین‌های اصلی شناسایی شده در عصاره شامل سیانیدین-۳-گلوکوزید، دلفینیدین-۳-گلوکوزید، مالویدین-۳-گلوکوزید و سیانیدین-۳-روتینوزید بودند (جدول ۲) که سه ترکیب نخست با یافته‌های Fathi *et al.* (2021) و Shadid *et al.* (2021) هم‌خوانی دارند، در حالی که سیانیدین-۳-روتینوزید برای اولین بار در این مطالعه در عصاره اتانولی گیاه پنیرک گزارش شده است. همچنین، ۷ آلکالوئید شناسایی شده در عصاره پنیرک شامل تتراندین، کاکسولین و دیگر آلکالوئیدهای شناخته شده با خواص ضد میکروبی و ضد التهابی بودند (جدول ۳).

برای ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی استفاده شد. کاهش در رنگ DPPH به عنوان معیاری برای فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها محاسبه گردید.

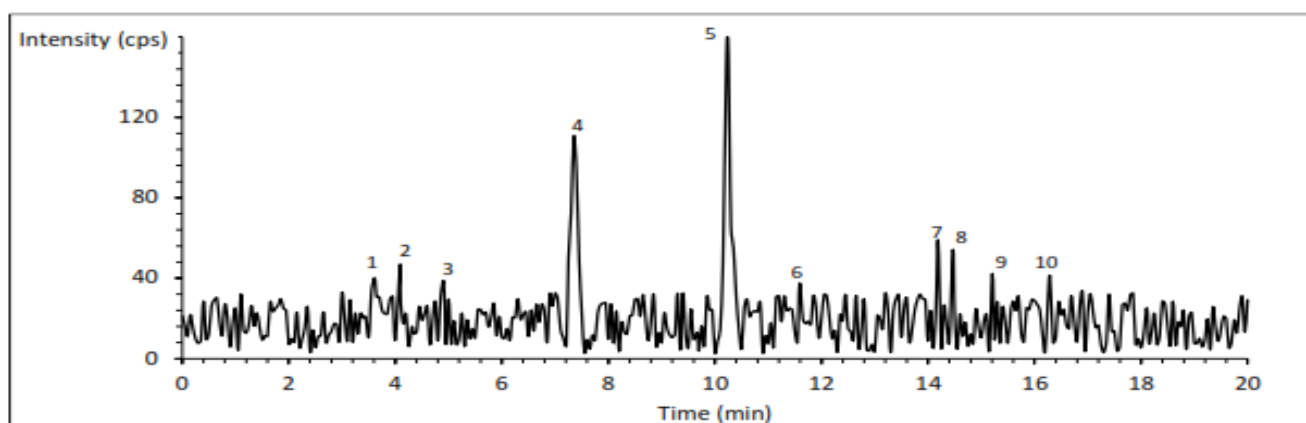
اندازه‌گیری بار میکروبی شیر: برای بررسی بار میکروبی شیر، نمونه‌های شیر در شرایط استریل جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. رقت‌های مناسب از نمونه شیر تهیه و در محیط کشت Plate Count Agar (PCA) کشت داده شدند. نمونه‌ها در دماهای ۳۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ روز انکوبه و تعداد کلونی‌ها شمارش شد (Khalaji *et al.*, 2011).

نتایج و بحث

نتایج تحلیل *LC/MS/MS* نشان داد که عصاره پنیرک حاوی ۲۱ متابولیت ثانویه است که شامل ۷ آلکالوئید، ۱۱ ترکیب فنلی و ۴ آنتوسیانین می‌باشد (شکل ۱، ۲ و ۳). ترکیبات فنلی شناسایی شده

جدول ۱- ترکیبات فنلی شناسایی شده موجود در عصاره پنیرک با روش *LC-MS/MS*
Table 1- Phenolic compounds identified in *Malva sylvestris* extract by *LC-MS/MS*

No.	نام ترکیب Compound Name	زمان بازداری RT (min)	منطقه پیک Peak area (%)	غلظت Concentration ($\mu\text{g/g}$)	بازیابی - درصد Recovery (%)
1	اسید گالیک Gallic acid	3.61	6.35	98.593	93
2	اسید بنزوئیک Benzoic acid	4.09	7.41	119.972	98
3	اسید سیرینژیک Syringic acid	4.91	6.01	91.654	98
4	اسید ۳ و ۴ دی متوکسی سینامیک 3,4-Dimethoxycinnamic acid	7.35	17.46	323.534	95
5	اسید <i>p</i> -کوماریک p-Coumaric acid	10.24	25.81	492.698	90
6	میریستین Myricetin	11.59	5.94	90.277	94
7	اسید کافئیک Caffeic acid	14.19	9.34	159.184	97
8	لوتئولین Luteolin	14.47	8.57	143.543	93
9	اسید کلروژنیک Chlorogenic acid	15.21	6.68	105.333	97
10	اپی ژنین Apigenin	16.29	6.44	100.431	95



Peak IDs	RT (min)	Peak area (%)	Recovery (%)	Concentration (µg/g)
1. Gallic acid	1. 3.61	1. 6.35	1. 93	1. 98.593
2. Benzoic Acid	2. 4.09	2. 7.41	2. 98	2. 119.972
3. Syringic acid	3. 4.91	3. 6.01	3. 98	3. 91.654
4. 3-4 dimethoxycinnamic acid	4. 7.35	4. 17.46	4. 95	4. 323.534
5. <i>p</i> -Coumaric acid	5. 10.24	5. 25.81	5. 90	5. 492.698
6. Myricetin	6. 11.59	6. 5.94	6. 94	6. 90.277
7. Caffeic acid	7. 14.19	7. 9.34	7. 97	7. 159.184
8. Luteolin	8. 14.47	8. 8.57	8. 93	8. 143.543
9. Chlorogenic acid	9. 15.21	9. 6.68	9. 97	9. 105.333
10. Apigenin	10. 16.29	10. 6.44	10. 95	10. 100.431

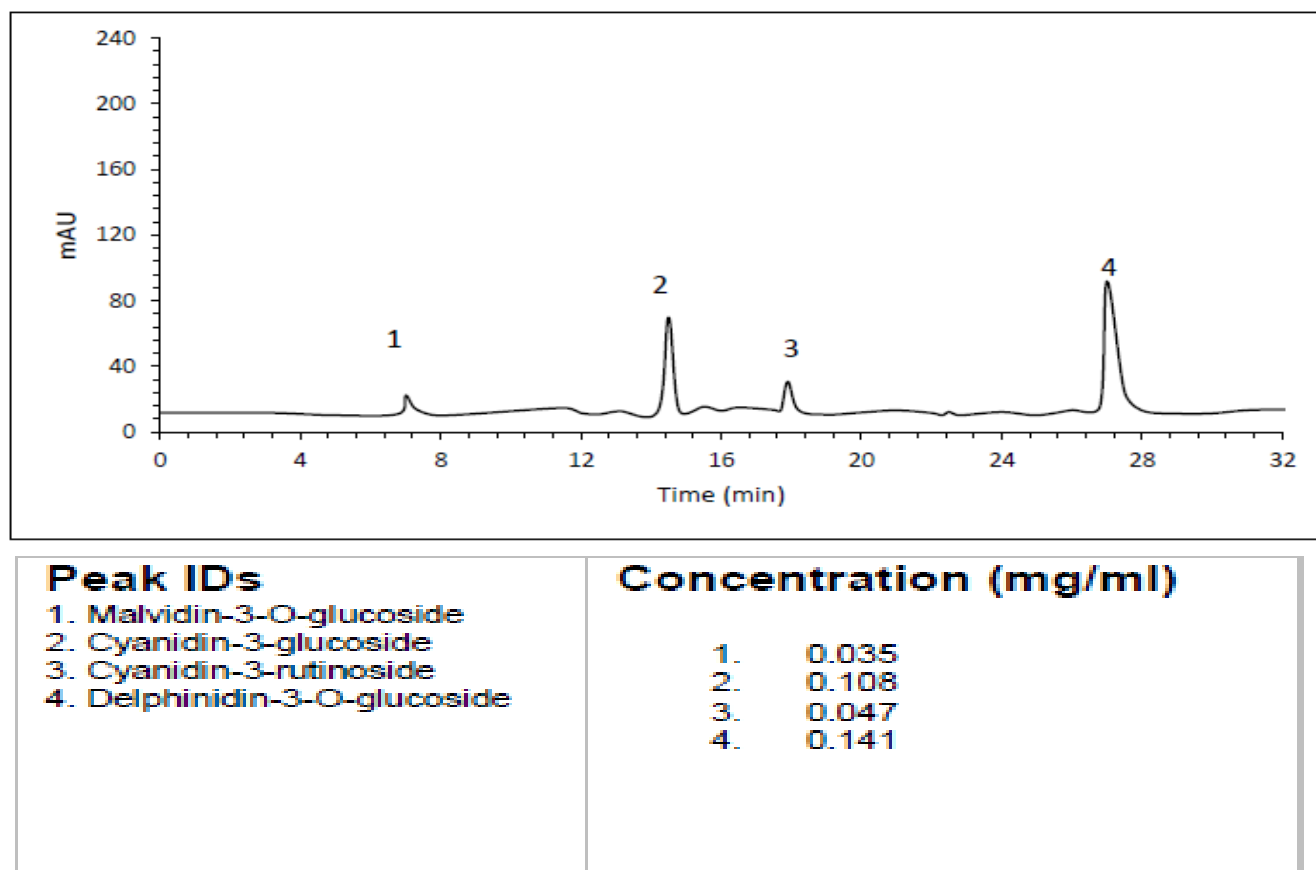
شکل ۱- کروماتوگرام LC/MS/MS ترکیبات فنلی شناسایی شده موجود در عصاره پنیرک

Figure 1- LC-MS/MS chromatogram of phenolic compounds identified in *Malva sylvestris* extract

جدول - ترکیبات آنتوسیانینی شناسایی شده موجود در عصاره پنیرک با روش LC-MS/MS

Table 2- Anthocyanins compounds identified in *Malva sylvestris* extract by LC-MS/MS

نام ترکیب Compound Name	غلظت Concentration (mg/g)	شناسه پیک Peak ID	زمان به دقیقه Time (min)
مالویدین ۳-۰ گلوکوزید Malvidin-3-O-glucoside	0.035	1	0
سیانیدین ۳- گلوکوزید Cyanidin-3-glucoside	0.108	2	4
سیانیدین ۳- روتینوزید Cyanidin-3-rutinoside	0.047	3	8
دلفینیدین ۳-۰ گلوکوزید Delphinidin-3-O-glucoside	0.141	4	12



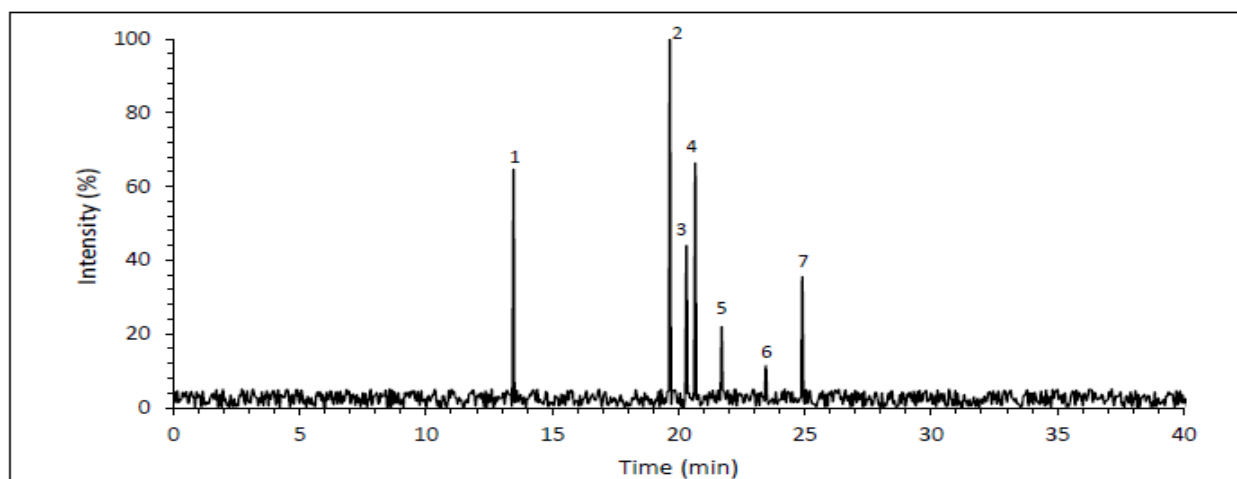
شکل ۲- کروماتوگرام LC/MS/MS ترکیبات آنتوسیانین شناسایی شده موجود در عصاره پنیرک

Figure 2- LC-MS/MS chromatogram of anthocyanins compounds identified in *Malva sylvestris* extract

جدول ۳- ترکیبات آلکالوئیدی شناسایی شده موجود در عصاره پنیرک با روش LC-MS/MS

Table 3- Alkaloids compounds identified in *Malva sylvestris* extract by LC-MS/MS

نام ترکیب Compound Name	غلظت اندازه گیری شده Measured Concentration (ng/ml)	غلظت اسمی Nominal Concentration (ng/ml)	بازیابی - درصد Recovery (%)	زمان بازداری RT (min)
کوکسولین Cocsuline	13.53838	14	97	13.46
تتراندترین Tetrandrine	19.31788	20	96	19.65
ایزوتتراندترین Isotetrandrine	10.23503	10	93	20.31
فیننتین Pheanthine	13.80927	14	100	20.66
دی متیل توبوکورارین Dimethyltubocurarine	6.701772	7	95	21.7
تالمیرابین- (+) (+)-thalmirabine	5.017967	5	99	23.45
تالیدازین Thalidasine	8.875657	9	95	24.89



Peak IDs	RT (min)	Recovery (%)	Nominal con. (ng/ml)	Measured con. (ng/ml)
1. Cocculine	1. 13.46	1. 97	1. 14	1. 13.53838
2. Tetrandrine	2. 19.65	2. 96	2. 20	2. 19.31788
3. Isotetrandrine	3. 20.31	3. 93	3. 10	3. 10.23503
4. Pheanthine	4. 20.66	4. 100	4. 14	4. 13.80927
5. Dimethyltubocurarine	5. 21.7	5. 95	5. 7	5. 6.701772
6. (+)-thalmirabine	6. 23.45	6. 99	6. 5	6. 5.017967
7. Thalidasine	7. 24.89	7. 95	7. 9	7. 8.875657

شکل ۲- کروماتوگرام LC/MS/MS ترکیبات آلکالوئیدی شناسایی شده موجود در عصاره پنیرک

Figure 3- LC-MS/MS chromatogram of alkaloids compounds identified in *Malva sylvestris* extract

و استرس اکسیداتیو را کاهش دهد، که به حفظ کیفیت و یکپارچگی چربی شیر کمک کرده است.

استفاده از عصاره پنیرک در جیره بزهای نجدي بار میکروبی شیر را کاهش داد، ($P < 0.05$) (جدول ۴). ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای موجود در عصاره پنیرک می‌توانند اثرات ضد میکروبی خود را با مهار مستقیم میکروارگانیسم‌ها و اتصال به آنزیم‌های خارج سلولی آن‌ها نشان دهند (Hervás *et al.*, 2003). در توافق با این نتیجه، کاهش بار میکروبی شیر در مطالعه‌ای مشابه نیز گزارش شده است (Mohammadabadi & Hoseini., 2022). فعالیت ضد میکروبی عصاره پنیرک می‌تواند به دلیل وجود طیف گسترده‌ای از ترکیبات آنتی‌بیوتیکی باشد که فنل‌ها و تانن‌ها به عنوان مهم‌ترین اجزای فعال در این زمینه شناسایی شده‌اند. این مواد با تشکیل کمپلکس با پروتئین‌های با وزن مولکولی بالا و واکنش با آنزیم‌های سلولی میکروارگانیسم‌ها می‌توانند از رشد باکتری‌های مضر جلوگیری کنند (Salahvarzi *et al.*, 2021). ترکیبات موجود در عصاره پنیرک که خواص ضد میکروبی دارند، به‌طور مؤثری باکتری‌های مضر را مهار کرده و در عین حال محیطی مطلوب برای رشد باکتری‌های مفید ایجاد می‌کنند. بنابراین، استفاده از عصاره پنیرک در جیره غذایی

نتایج مربوط به خاصیت آنتی‌اکسیدانی شیر بزهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره پنیرک در جدول ۴ نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی شیر در تیمارهای حاوی عصاره پنیرک به‌طور معنی‌دار نسبت به گروه شاهد افزایش یافت ($P < 0.05$).

ترکیبات موجود در عصاره پنیرک از جمله فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک به دلیل توانایی خود در از بین بردن رادیکال‌های آزاد و کاهش استرس اکسیداتیو شناخته شده‌اند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پنیرک در جیره بزهای شیرده می‌تواند از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، کاهش پراکسیداسیون لیپیدی، و اثرات هم‌افزایی با سایر مواد مغذی افزایش یابد (Burgos-Briones *et al.*, 2023). همچنین، این ترکیبات می‌توانند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی درون‌زا مانند سوپراکسید دسموتاز (SOD) و گلوکاتیون پراکسیداز (GPx) را تحریک کرده و از پراکسیداسیون لیپیدی جلوگیری کنند (Banakar *et al.*, 2021). بیشترین درصد افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار ۰/۴ درصد عصاره نسبت به شاهد مشاهده شد. این سطح از عصاره به دلیل غلظت مناسب ترکیبات فعال زیستی، به ویژه فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک، توانسته است به‌طور مؤثری رادیکال‌های آزاد را خنثی کرده

بزهای شیرده می‌تواند به کاهش بار میکروبی شیر و افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید کمک کند، که این امر به بهبود کیفیت شیر و افزایش ایمنی آن می‌انجامد.

جدول ۴- جمعیت میکروبی (Log CFU/ml) و فعالیت آنتی اکسیدانی (درصد) شیر بزهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

Table 4- Microbial population (Log CFU/ml) and antioxidant activity (%) of milk from goats fed the experimental diets

تیمار Treatment	کل بار میکروبی Microbial Load CFU/ml	فعالیت ضد رادیکالی (درصد) Antiradical activity (%)
شاهد Control	7.82 ^a	16.46 ^c
عصاره ۰/۲ درصد 0.2% Extract	6.77 ^b	50.99 ^b
عصاره ۰/۴ درصد 0.4% Extract	6.62 ^c	71.88 ^a
میانگین خطای استاندارد SEM	0.006	2.85
ارزش P P-value	<0.0001	<0.0001

در هر ستون اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند ($P < 0.05$).

بزهای شیرده شد. این تحقیق نشان داد که عصاره پنیرک به‌عنوان یک افزودنی طبیعی در تغذیه دام‌های شیرده، به‌طور مؤثر بر کیفیت شیر تأثیر گذاشت و شاید بتواند به بهبود سلامت دام‌ها کمک کند.

نتیجه‌گیری

عصاره پنیرک حاوی ترکیبات زیست‌فعال مانند آنتوسیانین‌ها و فنول‌ها بود که افزودن آن به جیره غذایی موجب افزایش معنی‌دار فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد رادیکالی و کاهش بار میکروبی شیر

منابع

- Al-Johani, N. S., Aytah, A. A., Boutraa, T., & Arabia, S. (2012). Allelopathic impact of two weeds, *Chenopodium murale* and *Malva parviflora* on growth and photosynthesis of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 44(6), 1865–1872.
- Banakar, P. S., Kumar, S., Vinay, V., Dixit, S., Tyagi, N., & Tyagi, A. K. (2021). Supplementation of Aloe vera extract in lactating goats' diet: effects on rumen fermentation efficiency, nutrient utilization, lactation performance, and antioxidant status. *Tropical animal health and production*, 53, 1-10 .
- Batiha, G. E.-S., Tene, S. T., Teibo, J. O., Shaheen, H. M., Oluwatoba, O. S., Teibo, T. K. A., . . . Papadakis, M. (2023). The phytochemical profiling, pharmacological activities, and safety of malva sylvestris: a review. *Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology*, 396(3), 421-440 .
- Burgos-Briones, G. A., Verano-Naranjo, L., Cejudo-Bastante, C., Dueñas-Rivadeneira, A. A., Mantell-Serrano, C., & Casas-Cardoso, L. (2023). Extraction of Bioactive Compounds from *Prestonia mollis* Leaves and Their Impregnation into Polylactic Acid Using High-Pressure Technologies: Potential for Biomedical Application. *Antioxidants*, 12(10), 1864 .
- Çam, M., Hışıl, Y., & Durmaz, G. (2009). Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food chemistry*, 112(3), 721-726.
- Demirtaş, A. (2021). Evaluation of the stimulatory and inhibitory effects of *Malva sylvestris* leaf extract on some beneficial and pathogenic bacteria from the colon. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 5(1), 13-18 .
- Fathi, M., Ghane, M., & Pishkar, L. (2022). Phytochemical composition, antibacterial, and antibiofilm activity of *Malva sylvestris* against human pathogenic bacteria. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 17(1) .
- Gasparetto, J. C., Martins, C. A. F., Hayashi, S. S., Otuky, M. F., & Pontarolo, R. (2012). Ethnobotanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L.: a millennial herbal medicine. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 64(2), 172-189 .
- Hervás, G., Frutos, P., Giráldez, F. J., Mantecón, Á. R., & Del Pino, M. a. C. Á. (2003). Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. *Animal Feed Science and Technology*, 109(1-4), 65-78 .
- Jimoh, O. A., Daramola, O. T., Okin-Aminu, H. O., & Ojo, O. A. (2022). Performance, hemato-biochemical indices and oxidative stress markers of broiler chicken fed

phytogenic during heat stress condition. *Journal of Animal Science and Technology*, 64(5), 970 .

Kakabouki, I., Karydogianni, S., Roussis, I., & Bilalis, D. (2020). Effect of organic and inorganic fertilization on weed flora and seed yield in black mustard [*Brassica nigra* (L.) Koch] crops. *Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura*, 47(2), 2.

Khalaji, S., Zaghari, M., & Nezafati, S. (2011). The effects of mannan-oligosaccharides on cecal microbial populations, blood parameters, immune response and performance of broiler chicks under controlled condition. *African Journal of Biochemistry Research*, 5(5), 160-164 .

Mohammadabadi, 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.

Mohan, E., Suriya, S., Shanmugam, S., Muthupandi, C., & Rajendran, K. (2021). Preliminary phytochemical appraisal of selected medicinal plants .

National Research Council (US). Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants. (2007). Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids. The National Academies Press.

Salahvarzi, M., Nasr Esfahani, M., Shirzadi, N., Burritt, D. J., & Tran, L. S. P. (2021). Genotype-and tissue-specific physiological and biochemical changes of two chickpea (*Cicer arietinum*) varieties following a rapid dehydration. *Physiologia plantarum*, 172(3), 1822-1834 .

Shadid, K. A., Shakya, A. K., Naik, R. R., Jaradat, N., Farah, H. S., Shalan, N., . . . Oriquat, G. A. (2021). Phenolic content and antioxidant and antimicrobial activities of *Malva sylvestris* L., *Malva oxyloba* Boiss., *Malva parviflora* L., and *Malva aegyptia* L. leaves extract. *Journal of Chemistry*, 2021(1), 8867400 .