Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol.14, No. 41, Autumn 2023 p: 45-58

"Research Paper"

Evaluation of the Effects of Digestibility and Gas Produced of Sainfoin and Alfalfa Hay in Laboratory Conditions by Adding Different Levels of Yarrow and Ginger Powder

Tannaz Talebi[1], Jamal Seifdavati[2], Farzad Mirzaei Aghjeh Qeshlagh[3], Hossein Abdi Benemar[3], Reza Seyed Sharifi[3], Sayyad Seifzadeh[1] and Mojtaba Alipour einaldin[1]

1- MSc, Ph.D., and Ph.D. student respectively, in animal nutrition of department of Animal Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
2- Professor, Department of Animal Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, (Corresponding Author: jseifdavati@uma.ac.ir)
3- Professor, Department of Animal Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
Received: 20 March, 2023 Accepted: 26 June, 2023

Extended Abstract

Introduction and Objective: Animal nutritionists are looking for alternative compounds with the ability to improve the fermentation process. Probiotics and medicinal plants can be mentioned among these alternative compounds. Yarrow and ginger can be mentioned among medicinal plants that have antimicrobial properties. The aim of this study was to investigate the effects of yarrow and ginger powder on the digestibility and gas production of sainfoin and alfalfa hay in laboratory conditions.

Material and Methods: For this purpose, the in vitro digestibility of sainfoin and alfalfa hay and a mixture of 50% alfalfa and 50% sainfoin were measured due to the use of yarrow and ginger powder by Tilley and Terry's modified Holden method. So that different levels of yarrow and ginger powder at three levels of zero, 1.5 and 3% were added to 100 ml syringes containing alfalfa, sainfoin, and a mixture of alfalfa and sainfoin, and the amount of gas produced by incubating the syringes at times 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72 and 96 hours of measurement and the resulting data were analyzed in a completely randomized design.

Results: The results showed that the addition of 3% of ginger and Yarrow powder in sainfoin hay increased the digestibility of dry matter from 55.71 to 68.76 and 74.65% (P=0.0458), the digestibility of organic matter in dry matter from 52.62 to 64.95 and 62.09 percent (p=0.0468) and metabolizable energy increased from 8.42 to 10.39 and 9.93 MJ kg^{-1} DM (p=0.0489) by Holden's method, respectively. While the use of ginger and yarrow powder did not have a significant effect on the digestibility of organic matter, the digestibility of organic matter in dry matter and metabolizable energy of alfalfa and alfalfa- sainfoin mixture. The results related to the digestibility according to the McNiven method showed that the addition of 1.5 and 3% of yarrow and ginger powder in sainfoin and alfalfa hay could reduce the amount of gas production at times 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 and 120 hours of incubation. However, the addition of yarrow and ginger powder to alfalfa- sainfoin mixture did not have a significant effect on the amount of gas produced. The results of the gas test method showed that the addition of 1.5% and 3% of yarrow and ginger in sainfoin and alfalfa hay reduced the digestibility of organic matter, total short chain fatty acids and metabolizable energy compared to the control group. Among these, 3% of ginger has the most significant reducing effect on the digestibility of organic matter from 67.80 to 50.14 and 45.99% (P=0.0092), total short chain fatty acids from 1.77 to 0.76 and 0.66 milli moles (p=0.0183) and metabolizable energy from 9.88 to 7.47 and 6.79 MJ kg^{-1} DM (p=0.0167) respectively in sainfoin hay. Also, this similar decreasing trend continued in alfalfa hay for the nutritional parameters of the gas test. A mixture of alfalfa and sainfoin was not affected by the addition of different levels of yarrow and ginger.

Conclusion: It is concluded that the addition of 1.5 and 3% levels of yarrow and ginger powder in sainfoin and alfalfa hay could not improve the amount of gas production.

Keywords: Alfalfa, Gas Production, Ginger, Sainfoin, Yarrow.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]

[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

"مقاله پژوهشی"

بررسی اثرات گوارش‌پذیری و میزان گاز تولیدی علوفه‌های اسپرس و یونجه در شرایط برون‌تنی با افزودن سطوح مختلف پودر بومادران و زنجبیل

طناز طالبی[۱]، جمال سیف دواتی[۲]، فرزاد میرزائی آقچه قشلاق[۳]، حسین عبدی بنمار[۳]، رضا سیدشریفی[۳]، صیاد سیفزاده[۱] و مجتبی علیپور عین‌الدین[۱]

۱- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دکتری و دانشجوی دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۲- استاد گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، (نویسنده مسوول: jseifdavati@uma.ac.ir)
۳- استاد گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۵
صفحه: ۴۵ تا ۵۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: متخصصین تغذیه دام به‌دنبال ترکیباتی جایگزین، با توانایی بهبود فرایند تخمیر می‌باشند. مانند این ترکیبات جایگزین می‌توان به پروبیوتیک‌ها و گیاهان دارویی اشاره کرد. از بین گیاهان دارویی که خاصیت ضدمیکروبی هم دارند می‌توان بومادران و زنجبیل را نام برد. هدف از این پژوهش بررسی اثرات پودر بومادران و زنجبیل بر گوارش‌پذیری و میزان گاز تولیدی علوفه‌های اسپرس و یونجه در شرایط برون‌تنی بود.

مواد و روش‌ها: بدین‌منظور اندازه‌گیری گوارش‌پذیری برون‌تنی علوفه یونجه، اسپرس و مخلوط ۵۰ درصد یونجه و ۵۰ درصد اسپرس در اثر استفاده از پودر بومادران و زنجبیل به‌روش تیلی و تری اصلاح‌شده هلدن انجام گرفت. سطوح مختلف پودر بومادران و زنجبیل در سه سطوح صفر، ۱/۵ و ۳ درصد به سرنگ‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری حاوی علوفه‌های یونجه، اسپرس و مخلوط یونجه و اسپرس اضافه گردید و میزان گاز تولیدی با انکوباسیون سرنگ‌ها در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه‌گیری و داده‌های حاصل در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که افزودن ۳ درصد زنجبیل و پودر بومادران در علوفه اسپرس گوارش‌پذیری ماده خشک از۵۵/۷۱ به ۶۸/۷۶ و ۷۴/۶۵ درصد (p=۰/۰۴۵۸)، گوارش‌پذیری ماده آلی در ماده خشک از۵۲/۶۲ به ۶۴/۹۵ و ۶۲/۰۹ درصد (p=۰/۰۴۶۸) و انرژی قابل متابولیسم از۸/۴۲ به ۱۰/۳۹ و ۹/۹۳ مگاژول برکیلوگرم ماده خشک (p=۰/۰۴۸۹) به روش هلدن را به‌ترتیب افزایش داد. درحالی‌که استفاده از زنجبیل و پودر بومادران تأثیر معنی‌داری بر گوارش‌پذیری ماده آلی، گوارش‌پذیری ماده آلی در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم یونجه و مخلوط یونجه- اسپرس ایجاد نکرد. نتایج مربوط به گوارش‌پذیری به‌روش مک نیون نشان داد که افزودن ۱/۵ و ۳ درصد پودر بومادران و زنجبیل در علوفه اسپرس و یونجه توانست سبب کاهش میزان گاز تولیدی در زمان‌های ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت انکوباسیون گردد. اما افزودن پودر بومادران و زنجبیل بر مخلوط یونجه- اسپرس تأثیر معنی‌داری بر میزان گاز تولیدی ایجاد نکرد. نتایج به‌روش آزمون گاز نشان داد افزودن ۱/۵ و ۳ درصد بومادران و زنجبیل در علوفه اسپرس و یونجه سبب کاهش میزان گوارش‌پذیری ماده آلی، کل اسیدهای چرب زنجیرکوتاه و انرژی قابل متابولیسم نسبت به گروه شاهد گشت. در این میان ۳ درصد زنجبیل بیشترین اثر کاهشی را بر میزان گوارش‌پذیری ماده آلی از۶۷/۸۰ به ۵۰/۱۴ و ۴۵/۹۹درصد (p=۰/۰۰۹۲)، کل اسید چرب‌های زنجیرکوتاه از۱/۷۷ به ۰/۷۶ و ۰/۶۶ میلی‌مول (p=۰/۰۱۸۳) و انرژی قابل متابولیسم از۹/۸۸ به ۷/۴۷ و ۶/۷۹ مگاژول برکیلوگرم ماده خشک (p=۰/۰۱۶۷) به‌ترتیب در علوفه اسپرس داشت. همچنین این روند کاهشی مشابهی در علوفه یونجه برای فراسنجه‌های تغذیه‌ای آزمون گاز نیز ادامه داشت. مخلوط یونجه و اسپرس با افزودن سطوح مختلف بومادران و زنجبیل تحت تأثیر قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش افزودن سطوح ۱/۵ و ۳ درصد پودر بومادران و زنجبیل در علوفه اسپرس و یونجه نتوانست میزان گاز تولیدی و فراسنجه‌های حاصل از آزمون گاز را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، بومادران، زنجبیل، گاز تولیدی، یونجه

مقدمه

نشخوارکنندگان با میکروارگانیسم‌های موجود در شکمبه ارتباط همزیستی برقرار می‌کنند. در این میان دام میزبان مواد مغذی و شرایط را برای تخمیر مناسب خوراک تهیه و میکروارگانیسم نیز الیاف را تجزیه و پروتئین میکروبی را می‌سازند که به‌ترتیب تحت عنوان انرژی و پروتئین مورداستفاده حیوان قرار می‌گیرند. ون نوول و همکاران (Van Nevel et al.,1974) و کاماک و همکاران (Cammack et al., 2018) بیان کردند که دراین ارتباط همزیستی، کارآمدی استفاده از انرژی و پروتئین خیلی بالا نبوده و این افت راندمان، سبب کاهش عملکرد تولیدی در حیوان می‌شود. برای مقابله با این موضوع، راهکارهای مختلفی مانند استفاده از افزودنی‌های خوراکی شامل اسیدهای آلی، یونفرها و آنتی‌بیوتیک‌ها پیشنهاد شده است. آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان محرک رشد با مقدار کم در رشد و بهبود سلامتی دام‌ها استفاده می‌شود (Barton, 2000). اما در سال‌های اخیر نگرانی‌ها در رابطه با مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در تولیدات دامی افزایش‌یافته است، چراکه امکان مقاومت باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها زیاد شده است. همچنین در رابطه با این موضوع اتحادیه اروپا استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان افزودنی خوراکی در خوراک دام‌ها به‌دلیل باقی ماندن اثر آن‌ها در شیر و گوشت دام را ممنوع اعلام کرده است (Benchaar et al., 2007). بنابراین متخصصین به‌دنبال ترکیباتی جایگزین، با توانایی بهبود فرایند تخمیر، محرک رشد و بهبود سلامتی دام‌ها می‌باشند. مانند این ترکیبات جایگزین می‌توان به پروبیوتیک‌ها و گیاهان دارویی اشاره کرد (Calsamiglia et al., 2007). متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی با اختلال در ساختار دیواره سلولی، انتقال الکترون، شیب یونی، انتقال پروتئین، مراحل فسفوریلاسیون و سایر واکنش‌های وابسته به آنزیم، فعالیت ضد میکروبی خود را اعمال می‌کنند (Dorman and Deans, 2000). در پژوهش‌های متفاوت، اثرات روغن‌های اسانسی استخراج‌شده از گیاهان دارویی بر تخمیر شکمبه (Patra and Saxena, 2009; Hart

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

(Calsamiglia et al., 2007 et al., 2008; Hart ; Patra and Saxena, 2009 et al.,2008) و گونه‌های جانوری و گیاهی شکمبه موردبررسی قرارگرفته است. مانند گیاهان دارویی که خاصیت ضدمیکروبی دارند می‌توان بومادران و زنجبیل را نام برد.

گیاه زنجبیل با نام Zingiber officinale تاریخچه طولانی دارد. ریزوم زنجبیل حاوی ۱ تا ۴ درصد روغن اسانسی و اولئورزین است (Kazemizadeh et al., 2022). با توجه به نواحی جغرافیایی مختلف کشت زنجبیل، تفاوت‌هایی در ترکیب روغن اسانسی وجود دارد. مهم‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس را هیدروکربن‌های سزکویی ترپن (مانند آلفا – زنجبیرون و آرکورکومن)، الکل – سزکویی ترپن‌ها عامل بوی زنجبیل (مانند زنجبیرول و زنجبیرونول)، هیدروکربن‌های مونوترپن (مانند د–کامفن، پاراسیمن و میرسن) و برخی ترکیب‌های دیگر مانند استالدئید و متیل استات است (Dalvand et al., 2018). آلدهیدها و الکل‌های مونوترپن نیز در ترکیب این گیاه وجود دارند. ترکیبات مربوط به طعم تند دارو و احتمالاً بخشی از ویژگی‌های ضد تهوع زنجبیل ماده ۱ و ۳ متوکسی–۴– هیدروکسی فنیلو ۵ هیدروکسی آلکانون‌ها است (Micklefield et al.,1999). زنجبیل دارای اثر ضدالتهابی که این عمل با مهار مسیرهای سیکلو اکسیژناز و لیپو اکسیژناز و تولید پروستاگلاندین‌ها و لکوترین‌ها صورت گیرد (Mustafa et al., 1993). نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که زنجبیل در طی ساعت‌ها تغییرات قابل‌توجهی در الگوی تخمیر در شکمبه و ترکیبات سرم خون گوسفند ایجاد می‌کند، و درعین‌حال در طی روزها باعث افزایش قابل‌توجه محتوی کلسیم و VFA شکمبه می‌شود. از طرف دیگر زنجبیل فعالیت تک‌یاخته‌ای شکمبه، pH، غلظت آمونیاک شکمبه، پروتئین کل سرم، کلسیم سرم و فسفر معدنی، BUN، و کراتینین را در محدوده نرمال حفظ کرد. با توجه به الگوی تخمیر در ساعات و تغییراتی که در ترکیبات شکمبه و سرم خون رخ‌داده است، ممکن است توصیه‌ای برای استفاده از مکمل زنجبیل به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن به‌صورت خوراکی برای ۳ تا ۵ روز در درمان اختلالات گوارشی و حفظ عملکرد طبیعی شکمبه پیشنهاد شود (Al-Azazi et al.,2018).

بومادران با نام علمی *Achillea millefolium* گیاهی است از خانواده Asteraceae، به ارتفاع ۲۰ تا ۹۰ سانتی‌متر می‌باشد. اسانس بومادران در حدود ۲۹/۵ درصد مامفور، ۵/۵ درصد میرسن، بتاکاریوفیلین و ۴/۹ درصد لینالول می‌باشد. اسانس این گیاه در برابر باکتری‌های گرم مثبت و ارگانیسم‌های قارچی مشخص‌تر از باکتری‌های گرم منفی بوده و در مقابل Pseudomonas Aeruginisa ،Klebsiella Pneumonia و همه ارگانیسم‌های قارچی فعالیت آنتی میکروبیال دارد (Taylor and Francis, 2001).

با توجه به ترکیبات متنوع و اثرات مؤثر بومادران و زنجبیل و نیاز به مطالعات بیشتر در رابطه با گیاهان دارویی، این پژوهش با هدف بررسی اثرات افزودن سطوح پودر بومادران و زنجبیل بر گوارش‌پذیری و فراسنجه‌های تخمیری علوفه‌های اسپرس و یونجه در شرایط برون‌تنی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه

ابتدا نمونه‌های خوراکی (اسپرس، یونجه و مخلوط یونجه– اسپرس) و پودر بومادران و زنجبیل را با الک ۱ میلی‌متر آسیاب کرده و ۶۰گرم (۱۰ گرم برای هر سطح و هر نوع پودر گیاه دارویی) نمونه علوفه اسپرس، یونجه و مخلوط یونجه– اسپرس که به هرکدام سطوح صفر (شاهد)، ۱/۵ و ۳ درصد پودر بومادران و زنجبیل اضافه‌شده بود، تهیه شدند.

ترکیب شیمیایی نمونه‌ها

ترکیب شیمیایی نمونه‌های خوراکی که شامل ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر بود به‌روش AOAC (2005) تعیین گردید (جدول ۱). همچنین برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه‌ها از روش ون سوست و همکاران (Van Soest et al.,1991) استفاده گردید و از نتایج ترکیب شیمیایی کربوهیدرات‌های غیر الیافی نیز از رابطه زیر محاسبه گردید (جدول ۱):

(خاکستر خام (درصد) + عصاره اتری (درصد)+ پروتئین خام (درصد) + الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) – ۱۰۰ = کربوهیدرات‌های غیر الیافی (درصد)

برآورد گوارش‌پذیری به‌روش هلدن (Holden, 2000)

برآورد گوارش‌پذیری برون‌تنی علوفه یونجه، اسپرس و مخلوط ۵۰ درصد یونجه و ۵۰ درصد اسپرس در اثر استفاده از پودر بومادران و زنجبیل به روش تیلی و تری اصلاح‌شده هلدن (Holden, 2000) انجام گرفت. در این روش از کیسه نایلونی به‌جای فیلتراسیون و انکوباتور Daisy (شبیه‌ساز شکمبه‌ای) به‌جای حمام آب گرم استفاده گردید. از نمونه مواد علوفه‌ای آسیاب شده ریخته و به‌وسیله دستگاه دوخت پلاست بسته شد و سپس گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی در ماده خشک طبق رابطه‌های زیر محاسبه شدند.

DMD (%) = [(Initial DM weight - Final DM weight)/Initial DM weight] × 100

ME = ۰/۰۱۵۷× DOMD

DOMD (%) = OMD × %OM

در این روابط، ME انرژی قابل متابولیسم برحسب مگاژول بر کیلوگرم، DOMD گوارش‌پذیری ماده آلی در ماده خشک با استفاده از روش تلی و تری اصلاح‌شده هلدن (Holden,2000)، OMD گوارش‌پذیری ماده آلی و OM ماده آلی است.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

جدول ۱- اثر افزودن پودر زنجبیل و بومادران بر ترکیب شیمیایی یونجه و اسپرس برحسب درصد
Table 1. Effect of adding ginger and yarrow powder on the chemical composition of alfalfa and sainfoin as %

تیمار آزمایشی Experimental treatment	ماده خشک DM	پروتئین خام CP	عصاره اتری EE	خاکستر خام Ash	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	کربوهیدرات غیر الیافی NFC
علوفه خشک اسپرس و بدون افزودنی Sainfoin hay without additives	85.25	11.61	1.92	5.55	42.50	23.46	38.39
اسپرس + ۱/۵ درصد بومادران علوفه خشک Sainfoin hay + 1.5% yarrow	84.78	10.16	1.95	5.72	40.53	21.86	41.62
علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد بومادران Sainfoin hay + 3% yarrow	85.95	11.88	2.00	5.92	40.10	24.06	40.15
علوفه خشک اسپرس + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 1.5% ginger	86.01	10.80	1.96	5.71	39.00	6۱23.	42.55
علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 3% ginger	87.85	9.70	2.12	4.20	33.66	21.80	50.39
علوفه خشک یونجه و بدون افزودنی Alfalfa hay without additives	84.75	16.34	1.35	8.72	40.05	28.20	33.52
علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Alfalfa hay + 1.5% yarrow	85.42	14.27	1.37	8.47	38.20	30.00	37.75
علوفه خشک یونجه + ۳ درصد بومادران Alfalfa hay + 3% yarrow	85.92	14.98	1.40	8.96	39.20	25.66	35.50
علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 1.5% ginger	85.10	11.96	1.39	8.15	38.85	6۹23.	39.55
علوفه خشک یونجه + ۳ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 3% ginger	84.22	11.46	1.44	9.35	39.85	22.13	37.95
علوفه خشک اسپرس و یونجه و بدون افزودنی Sainfoin and alfalfa hay without additives	84.98	11.61	1.30	6.90	38.423	20.46	41.78
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 1.5% yarrow	85.98	11.36	1.32	6.94	37.05	27.93	43.38
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 3% yarrow	85.91	12.38	1.38	7.60	36.02	27.13	42.68
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay +1.5% ginger	85.11	12.33	1.42	7.51	32.78	23.60	45.85
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay + 3% ginger	84.88	10.70	1.48	7.49	34.98	28.46	45.40

(خاکسترخام (درصد) + عصاره‌اتری (درصد)+ پروتئین‌خام (درصد) + الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی (درصد))- ۱۰۰ = کربوهیدرات‌های غیرالیافی (درصد)
NFC% = 100% - (NDF% +CP% + EE% + Ash %)

برآورد گوارش‌پذیری به‌روش مک نیون و همکاران (McNiven et al., 2002) برای تعیین گوارش‌پذیری با روش آنزیمی مک‌نیون، یک گرم نمونه‌های آزمایشی خشک و آسیاب شده با اندازه ذرات ۲ میلی‌لیتر به داخل کیسه‌های انکوم با چهار تکرار ریخته شده و دوخته شدند. در این مرحله کیسه‌ها در بطری‌های ۲ لیتری محتوی ۱/۶ لیتر بافر بورات (۰/۰۳۴۵ مول) فسفات (۰/۰۵۵۱ مول) با pH برابر ۸-۷/۵ قرار داده شدند. بطری‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس ضمن چرخش آهسته انکوباسیون شدند. سپس ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول پروتئاز (Sigma=5147) ۶۶ واحد آنزیم پروتئاز به‌ازای هر گرم خوراک به بافر بورات فسفات اضافه شد و به مدت ۴ ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس انکوبه شد. بعد از انکوباسیون تمام مایعات از بطری‌ها تخلیه و نصف کیسه‌ها شستشو و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس آون خشک شدند و به‌دقت توزین شدند. نصف دیگر کیسه‌ها در ۸۰۰ میلی‌لیتر محلول پپسین (۲میلی‌گرم پودر آنزیم پپسین در هر میلی‌لیتر HCL ۰/۱ نرمال) محتوی بطری‌ها قرار داده شد و یک ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس انکوباسیون شد. بعد درب بطری‌ها باز شده و ۴۰ میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال و یک لیتر محلول پانکراتین (۶ گرم در لیتر پودر آنزیم پانکراتین، ۶۷/۵ گرم در لیتر فسفات دی هیدروژن پتاسیم ۰/۵ نرمال و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر تیمول pH=۸/۷) اضافه شد. نمونه‌ها بعد به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس انکوباسیون و بعد بطری‌ها باز و کیسه‌ها ۶ بار با آب سرد کاملاً شسته شد و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در آون خشک و به‌دقت توزین شدند. مقدار هضم با پپسین و پانکراتین از مقدار نیتروژن نمونه‌ها (بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای) منهای نیتروژن باقیمانده بعد از انکوباسیون در پپسین- پانکراتین تقسیم‌بر مقدار نیتروژن نمونه‌ها محاسبه گردید. میانگین گوارش‌پذیری شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارش بر اساس درصد با روابط زیر محاسبه شد

$$\text{هضم شکمبه ای} = \frac{\text{وزن پس از هضم شکمبه ای} - \text{وزن نمونه قبل شکمبه ای}}{\text{وزن نمونه قبل هضم شکمبه ای}} \times 100$$

$$\text{هضم پس از شکمبه ای ی} = \frac{\text{وزن پس از هضم روده ای} - \text{وزن نمونه پس شکمبه ای}}{\text{وزن نمونه پس هضم شکمبه ای}} \times 100$$

$$\text{درصد هضم کل دستگاه گوارش} = \frac{\text{وزن پس از هضم روده ای} - \text{وزن نمونه هضم قبل شکمبه ای}}{\text{وزن نمونه قبل هضم شکمبه ای}} \times 100$$

اندازه‌گیری میزان گاز تولیدی

برای اندازه‌گیری میزان گاز تولیدی از روش منک و همکاران (Menke et al.,1979) استفاده گردید. نمونه‌های علوفه‌ای بعد از آسیاب کردن با غربال یک میلی‌متری، مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه در داخل سرنگ‌های شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری مدرج مخصوص ریخته شد. شیرابه شکمبه صاف‌شده و تازه و بافر تهیه‌شده مطابق روش منک و همکاران (Menke et al.,1979) و روش تصحیح‌شده منک و استینگس (Menke and Staingass, 1988) به نسبت‌های ۱ (مایع شکمبه) به ۲ (بافر) باهم مخلوط شد، مقدار ۳۰ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و محیط کشت در داخل هر سرنگ حاوی نمونه ریخته شده و سپس سرنگ‌ها در دمای ۳۹ درجه

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

سلسیوس که با سرعت یک دور در دقیقه برای مخلوط کردن مداوم محتویات سرنگ‌ها چرخانده می‌شد، قرار داده شدند. برای هر سه تکرار یک عدد سرنگ شاهد قرار داشته شد. در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از قرار دادن سرنگ‌ها در انکوباتور، موقعیت پیستون و میزان گاز تولیدی قرائت و ثبت گردید. حجم گاز تولیدی بر اساس وزن نمونه خوراک در هر زمان با استفاده از رابطه زیر تصحیح گردید.

$$V= (200 \times (V_t-V_b))/W$$

که در این رابطه، V حجم گاز تصحیح‌شده (میلی‌لیتر) به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه خوراک، V_t حجم گاز تولیدی در سرنگ‌های فاقد نمونه خوراک، V_b حجم گاز تولیدی در سرنگ‌های حاوی نمونه خوراک (میلی‌لیتر)، W وزن ماده خوراک (میلی‌گرم) است. مقدار اسیدهای چرب زنجیر کوتاه، گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم با استفاده از رابطه‌های مربوطه برآورد شد (Menke and Staingass, 1988)، که در آن ME: انرژی قابل متابولیسم (مگاژول / کیلوگرم ماده خشک)، GP: گاز تولیدی خالص ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر/ ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، CP: پروتئین خام (درصد ماده خشک) و EE عصاره اتری (درصد ماده خشک)، CA: خاکستر خام (در صد ماده خشک). همین‌طور DOM: گوارش‌پذیری ماده آلی (در صد ماده خشک)، SCFA: اسیدهای چرب زنجیر کوتاه (میلی‌مول).

$$SCFA\ (mmol) = -0.00425 + 0.0222\times GP$$
$$ME\ (MJ/kg\ DM) = 2.20+ 0.136\times GP+ 0.057\times CP$$
$$OMD\ (\%) =14.88+0.889\times GP+0.45\times CP+0.0651\times CA$$

تجزیه تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصل از روش تولید گاز در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌روش اندازه‌گیری مکرر و گوارش‌پذیری هلدن در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS (2003) با رویه Mixed موردبررسی قرار گرفت. مدل مورداستفاده در این رویه یک مدل مختلط شامل اثر تیمار (ماده خوراکی)، اثر زمان انکوباسیون و اثر متقابل بین تیمار و زمان به‌عنوان اثرات ثابت و اثر تکرار درون هر تیمار به‌عنوان اثر تصادفی بود. میانگین‌ها به‌صورت حداقل مربعات (SMEAN) به‌همراه خطای استاندارد نمایش داده شدند. مدل‌های آماری به‌صورت زیر:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{k(i)} + e_{ijk}$$
$$Y_i = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

است، که در آن μ برابر میانگین، α_i برابر اثر تیمار iام، β_j برابر اثر زمان jام، $\alpha\beta_{ij}$ برابر اثر متقابل تیمار و زمان، خطای تصادفی حاصل از تکرار در داخل تیمار، $e_{k(i)}$ و e_{ij} برابر خطای باقیمانده است.

نتایج و بحث

گوارش‌پذیری به‌روش هلدن

چنانچه در جدول ۲ نشان داده‌شده است استفاده از ۳ درصد زنجبیل و پودر بومادران گوارش‌پذیری ماده خشک، گوارش‌پذیری ماده آلی در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم اسپرس را در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد (P=۰/۰۵). درحالی‌که استفاده از پودر زنجبیل و بومادران تأثیر معنی‌داری بر گوارش‌پذیری ماده خشک، گوارش‌پذیری ماده آلی در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم یونجه و همچنین بر گوارش‌پذیری ماده آلی، گوارش‌پذیری ماده آلی در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم مخلوط یونجه- اسپرس ایجاد نکرد (Micklefield et al.,1999).

گوارش‌پذیری به‌روش مک نیون

نتایج مربوط به اثرات پودر بومادران و زنجبیل بر گوارش‌پذیری شکمبه و روده‌ای یونجه، اسپرس و مخلوط آن‌ها به‌روش مک نیون در جدول ۳ ارائه‌شده است. استفاده از افزودنی‌های گیاهی تأثیر معنی‌داری بر گوارش‌پذیری کل دستگاه گوارش اسپرس گذاشت (P=۰/۰۵). به‌طوری‌که با افزودن سطوح ۱/۵ و ۳ درصد بومادران گوارش‌پذیری روده‌ای و کل دستگاه گوارش اسپرس کاهش یافت.

گوارش‌پذیری شکمبه‌ای و روده‌ای یونجه با افزودن سطوح مختلف بومادران و زنجبیل تحت تأثیر معنی‌داری قرار نگرفت. استفاده از ۱/۵ درصد زنجبیل گوارش‌پذیری شکمبه‌ای مخلوط یونجه و اسپرس را افزایش داد همچنین افزودن ۳ درصد زنجبیل توانست گوارش‌پذیری روده‌ای و کل دستگاه گوارش را در مقایسه با گروه کنترل افزایش داد (p=۰/۰۵).

جدول ۱ نشان داد که بیشترین محتوای الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی در یونجه و کمترین مقدار آن مربوطه به تیمار اسپرس خالص بود. درواقع با اختلاط اسپرس با یونجه در تیمارها، از میزان الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی کاسته شد. محتوای الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی نشان‌دهنده سهم دیواره سلولی در علوفه است که شامل سلولز و لیگنین می‌باشد. ازآنجایی‌که این صفت نشانگر گوارش‌پذیری علوفه توسط دام می‌باشد، حائز اهمیت است و معمولاً با افزایش مقدار این شاخص از گوارش‌پذیری علوفه کاسته می‌شود (Majidi Dizaj et al., 2012). مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی نشان داد که ۸/۷۲ درصد بیشترین میزان خاکستر خام مربوط به علوفه یونجه و ۵/۵۵ درصد کمترین میزان خاکستر خام مربوط به علوفه اسپرس بود (جدول۱). مجیدی دیزج و همکاران (Majidi Dizaj et al., 2012) نیز به نقل از محققین که ارزش غذایی ۱۱ گونه مرتعی را مورد مطالعه قرار داده بودند گزارش کردند که میزان خاکستر علوفه یونجه به‌طور معنی‌داری نسبت به اسپرس بیشتر بود.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

جدول ۲- اثرات پودر زنجبیل و بومادران بر گوارش‌پذیری علوفه اسپرس و یونجه و مخلوط آن‌ها به‌روش هلدن

Table 2. Effects of ginger and yarrow powder on sainfoin and alfalfa hay digestibility and their mixture by Holden's method

	گوارش‌پذیری ماده خشک (٪) Dry matter digestibility (%)	گوارش‌پذیری ماده آلی در ماده خشک(٪) Digestible organic matter in dry matter(%)	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول برکیلوگرم ماده خشک) Metabolizable Energy (MJ/kg)
علوفه خشک اسپرس و بدون افزودن Sainfoin hay without additives	55.71^{b}	52.62^{b}	8.42^{b}
علوفه خشک اسپرس + ۱/۵ درصد بومادران Sainfoin hay + 1.5% yarrow	63.35^{ab}	59.83^{ab}	9.57^{ab}
علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد بومادران Sainfoin hay + 3% yarrow	68.76^{a}	64.95^{a}	10.39^{a}
علوفه خشک اسپرس + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 1.5% ginger	61.54^{b}	58.12^{b}	9.30^{ab}
علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 3% ginger	65.74^{a}	62.09^{a}	9.93^{a}
اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means	2.94	2.77	0.44
سطح معنی‌داری P-value	0.0458	0.0468	0.0489
علوفه خشک یونجه و بدون افزودنی Alfalfa hay without additives	68.60	64.80	10.68
علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Alfalfa hay + 1.5% yarrow	71.10	67.15	10.74
علوفه خشک یونجه + ۳ درصد بومادران Alfalfa hay + 3% yarrow	66.80	63.09	10.09
علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 1.5% ginger	64.80	62.28	9.80
علوفه خشک یونجه + ۳ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 3% ginger	72.16	68.16	10.90
اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means	3.05	2.88	0.46
سطح معنی‌داری P-value	0.4622	0.3535	0.4134
علوفه خشک اسپرس و یونجه و بدون افزودنی Sainfoin and alfalfa hay without additives	71.15	67.20	10.75
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 1.5% yarrow	73.28	69.21	11.07
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 3% yarrow	62.50	59.03	9.44
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay +1.5% ginger	64.30	60.73	9.71
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay + 3% ginger	70.57	66.65	10.66
اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means	4.62	4.36	0.69
سطح معنی‌داری P-value	0.4341	0.3836	0.2642

حروف متفاوت در ستون‌های معنی‌داری در سطح ۵ درصد است

Different letters in the columns are significant at the 5% level

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

جدول۳- اثرات پودر زنجبیل و بومادران بر گوارش‌پذیری علوفه اسپرس و یونجه و مخلوط آن‌ها به‌روش مک نیون

Table 3. Effects of ginger and yarrow powder on sainfoin and alfalfa hay digestibility and their mixture by McNiven's method

گوارش‌پذیری کل دستگاه گوارش (٪) Digestibility of total digestive tract (%)	گوارش‌پذیری روده‌ای (٪) Intestinal digestibility (%)	گوارش‌پذیری شکمبه‌ای (٪) Ruminal digestibility (%)	
75.08	22.26[a]	52.81	علوفه خشک اسپرس و بدون افزودنی Sainfoin hay without additives
60.51	11.75[b]	48.75	علوفه خشک اسپرس + ۱/۵ درصد بومادران Sainfoin hay + 1.5% yarrow
60.59	10.84[b]	49.75	علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد بومادران Sainfoin hay + 3% yarrow
63.16	10.43[b]	52.73	علوفه خشک اسپرس + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 1.5% ginger
68.12	8.52[b]	59.60	علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 3% ginger
2.41	1.57	2.66	اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means
0.0461	0.0467	0.1625	سطح معنی‌داری P-value
83.40	27.48	55.92	علوفه خشک یونجه و بدون افزودنی Alfalfa hay without additives
79.88	22.93	56.95	علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Alfalfa hay + 1.5% yarrow
86.58	30.04	56.53	علوفه خشک یونجه + ۳ درصد بومادران Alfalfa hay + 3% yarrow
79.88	24.25	55.62	علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 1.5% ginger
82.36	24.66	57.69	علوفه خشک یونجه + ۳ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 3% ginger
4.33	5.06	4.14	اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means
0.5011	0.2236	0.6034	سطح معنی‌داری P-value
68.12[b]	16.05[ab]	52.06[ab]	علوفه خشک اسپرس و یونجه و بدون افزودنی Sainfoin and alfalfa hay without additives
66.22[b]	18.70[ab]	47.51[b]	علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 1.5% yarrow
69.12[b]	21.10[a]	48.01[b]	علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 3% yarrow
70.86[ab]	11.75[b]	59.10[a]	علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay +1.5% ginger
77.73[a]	22.43[a]	55.29[ab]	علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay + 3% ginger
2.18	2.92	2.60	اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means
0.0498	0.0487	0.0468	سطح معنی‌داری P-value

حروف متفاوت در ستون‌های معنی‌داری در سطح ۵ درصد است

Different letters in the columns are significant at the 5% level

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

جدول۴- اثرات پودر زنجبیل و بومادران بر علوفه اسپرس و یونجه و مخلوط آن‌ها به‌روش آزمون گاز (ساعت)

Table 4. Effects of ginger and yarrow powder on sainfoin and alfalfa hay and their mixture by in vitro gas production method (hour)

	120	96	72	48	36	24	12	6	3
علوفه خشک اسپرس و بدون افزودنی Sainfoin hay without additives	72.08^{a}	70.41^{a}	66.83^{a}	66.83^{a}	64.83^{a}	53.25^{a}	37.00^{a}	23.33^{a}	13.00^{a}
علوفه خشک اسپرس + ۱/۵ درصد بومادران Sainfoin hay + 1.5% yarrow	49.75^{b}	49.41^{b}	45.83^{b}	45.83^{b}	44.83^{b}	37.58^{b}	24.33^{b}	9.66^{b}	4.66^{b}
علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد بومادران Sainfoin hay + 3% yarrow	46.75^{b}	46.76^{b}	43.80^{b}	43.80^{b}	46.36^{b}	43.58^{b}	20.66^{b}	7.66^{b}	4.00^{b}
علوفه خشک اسپرس + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 1.5% ginger	45.41^{b}	44.75^{b}	41.83^{b}	41.83^{b}	39.50^{b}	29.91^{b}	16.33^{b}	5.66^{b}	2.66^{b}
علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 3% ginger	47.08^{b}	47.08^{b}	42.36^{b}	42.36^{b}	43.83^{b}	36.25^{b}	22.66^{b}	9.33^{b}	4.66^{b}
اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means	4.99	4.96	4.96	4.96	4.36	4.12	3.59	1.89	0.93
سطح معنی‌داری P-value	0.0178	0.0179	0.0157	0.0198	0.0186	0.0153	0.0297	0.0058	0.0086
علوفه خشک یونجه و بدون افزودنی Alfalfa hay without additives	62.08^{a}	61.41^{a}	58.50^{a}	58.50^{a}	57.50^{a}	47.91^{a}	34.33^{a}	22.00^{a}	12.33^{a}
علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Alfalfa hay + 1.5% yarrow	52.75^{bc}	51.75^{bc}	48.83^{bc}	48.83^{bc}	45.16^{bc}	37.25^{bc}	24.33^{bc}	10.66^{b}	5.33^{b}
علوفه خشک یونجه + ۳ درصد بومادران Alfalfa hay + 3% yarrow	51.75^{bc}	50.75^{bc}	47.50^{bc}	47.50^{bc}	43.16^{bc}	37.25^{bc}	24.66^{bc}	10.66^{b}	5.00^{b}
علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 1.5% ginger	56.41^{ab}	55.75^{ab}	51.50^{ab}	51.50^{ab}	48.50^{b}	41.25^{b}	28.00^{b}	10.33^{b}	5.66^{b}
علوفه خشک یونجه + ۳ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 3% ginger	47.41^{c}	46.75^{c}	43.50^{c}	43.50^{c}	41.83^{c}	34.25^{c}	22.00^{c}	8.33^{b}	4.00^{b}
اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means	2.28	2.31	2.55	2.55	1.71	1.81	1.69	1.92	0.93
سطح معنی‌داری P-value	0.0276	0.0065	0.0069	0.0065	0.0068	0.0098	0.0058	0.0078	0.0075
علوفه خشک اسپرس و یونجه و بدون افزودنی Sainfoin and alfalfa hay without additives	52.08	54.41	48.50	48.50	42.83	34.25	20.00	9.66	7.00
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 1.5% yarrow	52.41	50.75	47.50	47.50	43.50	31.58	18.66	8.33	6.33
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 3% yarrow	51.75	51.08	47.83	47.83	45.83	37.91	25.66	15.00	10.33
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay +1.5% ginger	57.00	56.08	52.83	52.83	47.83	37.91	22.33	11.00	8.33
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay + 3% ginger	48.75	47.08	44.50	44.50	41.83	33.91	19.00	10.00	7.66
اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means	2.81	2.61	2.62	2.62	2.05	1.92	2.00	1.74	1.01
سطح معنی‌داری P-value	0.3187	0.2675	0.3278	0.3256	0.3375	0.1556	0.1489	0.1458	0.1156

حروف متفاوت در ستون‌های معنی‌داری در سطح ۵ درصد است

Different letters in the columns are significant at the 5% level

میزان گاز تولیدی

نتایج مربوط به اثرات پودر بومادران و زنجبیل بر میزان گاز تولیدی (میلی‌لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) یونجه و اسپرس و مخلوط آن‌ها به‌روش برون‌تنی در جدول ۴ نمایش داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود افزودن ۱/۵ درصد و ۳ درصد بومادران و زنجبیل در علوفه اسپرس توانست سبب کاهش میزان گاز تولیدی در زمان‌های ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت انکوباسیون در مقایسه با گروه شاهد به‌روش برون‌تنی گردد (p=۰/۰۲). همچنین مکمل کردن علوفه یونجه با ۱/۵ و ۳ درصد پودر بومادران و زنجبیل میزان گاز تولیدی را در زمان‌های، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت انکوباسیون کاهش داد که در این بین استفاده از ۳ درصد زنجبیل بیشترین اثر کاهشی را بر میزان گاز تولیدی نسبت به تیمارهای دیگر داشت (p=۰/۰۲). نتایج مربوط به اثر پودر بومادران و زنجبیل بر مخلوط یونجه–اسپرس نشان داد که مخلوط کردن ۱/۵ و ۳ درصد پودر بومادران و زنجبیل نتوانست تأثیر معنی‌داری بر میزان گاز تولیدی ایجاد کند.

فراسنجه‌های حاصل از آزمون گاز

نتایج مربوط به اثرات پودر بومادران و زنجبیل بر فراسنجه‌های حاصل از تولید گاز یونجه، اسپرس و مخلوط آن‌ها به‌روش برون‌تنی در جدول ۵ نمایش داده‌شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن ۱/۵ و ۳ درصد بومادران و زنجبیل در علوفه اسپرس سبب کاهش میزان گوارش‌پذیری ماده خشک، کل اسیدهای چرب زنجیرکوتاه و انرژی قابل متابولیسم را در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد در این میان ۳ درصد زنجبیل بیشترین اثر کاهشی را بر میزان گوارش‌پذیری ماده خشک، کل اسید چرب‌های زنجیرکوتاه و انرژی قابل متابولیسم داشت (p=۰/۰۵). همچنین این روند در علوفه یونجه نیز ادامه داشت به‌طوری‌که افزودن ۱/۵ و ۳ درصد بومادران و زنجبیل در علوفه یونجه سبب کاهش گوارش‌پذیری ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم داشت (p=۰/۰۵). مخلوط یونجه و اسپرس با افزودن سطوح مختلف بومادران و زنجبیل تحت تأثیر قرار نگرفت.

در راستای نتایج این پژوهش هژبری و همکاران (Hozhabri et al., 2015) با بررسی اثرات بومادران و اکالیپتوس بر گوارش‌پذیری یونجه به‌روش برون تنی گزارش

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]

[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

کردند که افزودن گل بومادران بر گوارش‌پذیری ماده الی، پروتئین خام و دیواره سلولی تأثیری نداشت. متضاد با نتایج این پژوهش سالم و همکاران (Sallam et al., 2009)، در ۲۴ ساعت انکوباسیون در شرایط برون‌تنی، اثر اسانس‌های ۴ گونه گیاهی مانند بومادران را موردبررسی قرار داده و بیان نمودند که گوارش‌پذیری حقیقی ماده خشک و ماده آلی کاهش می‌یابد. طالب‌زاده و همکاران (Talebzadeh et al., 2012) نشان دادند که استفاده از اسانس‌های آویشن در سطوح بالاتر از ۴۵۰ میکروگرم، گوارش‌پذیری ظاهری ماده الی کاهش می‌یابد این محققین وجود ترکیبات فنولیک را دلیل اصلی کاهش گوارش‌پذیری بیان نمودند. روغن‌های ضروری که حاوی ترکیبات مؤثر زیاد (Fraser et al., 2007) و یا حتی کم (Castillejos et al., 2006) می‌باشند، می‌توانند گوارش‌پذیری را تحت‌تأثیر قرار دهند علت آن حساسیت باکتری‌های فیبرولتیک به‌اجزای فعال تمام روغن‌های ضروری است (Benchaar et al., 2007). گیاهان دارویی حاوی متابولیت‌های ثانویه به‌خصوص ساپونین‌ها با افزایش جمعیت باکتریایی در اکوسیستم شکمبه و ممانعت از شکار شدن توسط پروتوزوئرها سبب افزایش نرخ تخمیر شده و گوارش‌پذیری ماده خشک را افزایش می‌دهند (Sallam et al., 2009 ; Cheeke, 1999; Wina et al., 2005). با توجه به اینکه قسمت اعظم دیواره سلولی موارد خوراکی در شکمبه توسط میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های میکروبی شکمبه مورد هضم قرار می‌گیرد درنتیجه تغییر در جمعیت میکروبی شکمبه اثرت مستقیمی بر گوارش‌پذیری دیواره سلولی خوراک خواهد داشت. متابولیت‌های ثانویه در افزودنی بومادران سبب افزایش تخمیر شد و علت این‌که نتایج با روش‌های مختلف انجام‌شده در این تحقیق باهم تضاد دارند مثلاً با روش هلدن سبب افزایش و با روش مک نیون سبب کاهش گوارش‌پذیری اسپرس شد می‌تواند به دلیل این باشد که در روش هلدن از شیرابه شکمبه برای گوارش‌پذیری شکمبه‌ای استفاده می‌شود لیکن در روش سه مرحله‌ای مک نیون صرفاً برون‌تنی و بدون استفاده از شیرابه شکمبه و فقط از آنزیم پروتئاز برای هضم شکمبه‌ای استفاده و اجرا می‌شود و این اختلاف متدولوژیکی می‌تواند تلقی شود.

استفاده از گیاهان دارویی حاوی متابولیت ثانویه از طریق تغییر در جمعیت میکروبی شکمبه و تحریک رشد میکروارگانیسم‌های مرتبط با هضم فیبر، پتانسیل هضم دیواره سلولی افزایش می‌یابد (Hozhabri et al., 2015). گاز تولیدی (عمدتاً متان و دی‌اکسید کربن)، اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و توده میکروبی، همگی محصولات نهایی هضم شکمبه‌ای هستند. مقدار هریک از محصولات نهایی اندازه‌گیری شده در پایان تخمیر با توده مواد هضم شده ارتباط مستقیمی دارد (Menke and Staingass, 1988). تولید گاز شاخصی از هضم سوبسترا بوده که عمدتاً شامل دی‌اکسید کربن و متان است (Blummel and Ørskov, 1993).

از طرفی، تولید گاز در شکمبه مستقیم از متابولیسم میکروبی و غیرمستقیم از واکنش بین اسیدهای چرب فرار با بیکربنات حاصل می‌شود (Makkar, 2003). لذا هرگونه تغییر در تعداد، گونه یا فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در شکمبه و نیز تغییر در نسبت اسیدهای چرب فرار می‌تواند حجم گاز را تحت تأثیر قرار دهد.

نوریان سرور و معینی (Nooriyan Soroor and Moeini, 2015) نشان دادند که استفاده از ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم زنجبیل در ۲۰۰ میلی‌گرم برحسب ماده خشک جیره گوسفند تأثیری بر میزان گاز تولیدی در ۷۲ ساعت ایجاد نکرد. این محققین بیان کردند که متابولیت‌های ثانویه زنجبیل با کاهش میزان نرخ تخمیر سبب افزایش میزان گاز تولیدی می‌شوند. بااین‌حال گزارش‌های متعددی وجود دارد که نشان‌دهنده برتری کشت و استفاده مخلوط یونجه و اسپرس نسبت به تک آن به دلیل اثر هم‌افزایی می‌باشد (Majidi Dizaj et al., 2012). درمجموع، با توجه به اینکه علوفه یونجه در مقایسه با اسپرس میزان پروتئین بیشتری دارد، در مخلوط نیز سهم یونجه، میزان پروتئین علوفه مخلوط را نیز افزایش خواهد داد. لیکن در سامانه آزمون گاز اثر پروتئین بر تولید گاز منفی بوده و تولید گاز به‌طور تجمعی در علوفه یونجه کمتر از علوفه اسپرس به دست آمد (Menke and Staingass, 1988). پاترا و همکاران (Patra et al., 2006) نشان دادند که افزودن روغنی‌های گیاهی زنجبیل در سطوح ۰/۰۵ و ۰/۲۵ میلی‌لیتر میزان گاز تولیدی را به مقدار کمتری افزایش می‌دهد. همچنین کیم و همکاران (Kim et al., 2012) گزارش کردند که افزودن اسانس‌های گیاهی مانند زنجبیل سبب افزایش میزان گاز تولیدی در ۲۴ ساعت انکوباسیون گردید. مدجکال و همکاران (Medjekal et al., 2017) با بررسی اثرات گیاهان دارویی مانند زنجبیل بر تخمیر میکروبی نشان دادند که افزودن زنجبیل سبب افزایش میزان گاز تولیدی در ۲۴ ساعت انکوباسیون می‌شود. در گزارش دیگری ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2011) بیان کردند که اسانس زنجبیل تخمیر میکروبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. سلام و همکاران (Sallam et al., 2009) گزارش کردند که استفاده از ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌لیتر در ۷۵ میلی‌لیتر مایع شکمبه عصاره بومادران سبب افزایش میزان کل گاز تولیدی و متان گردید. اما در پژوهشی طالب‌زاده و همکاران (Talebzadeh et al., 2012)، مچبوف و همکاران (Macheboeuf et al., 2008) و مارتینز و همکاران (Martinez et al., 2006) نشان دادند که استفاده از اسانس‌های دو گونه از گیاه آویشن (Thymus hyemalis; Thymus zygis) میزان گاز تولیدی کاهش می‌یابد. علت نتایج متناقض با پژوهش حاضر در میزان گاز تولیدی می‌تواند به میزان (نوع و شکل مصرف: عصاره، اسانس و یا پودر زنجبیل) و سطح زنجبیل، واریته و سطح اختلاط با علوفه و نوع علوفه ارتباط داشته باشد. هژبری و همکاران (Hozhabri et al., 2015) بیان کردند که گل بومادران حاوی ۶۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک ساپونین و ۱۵/۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک کل تانن می‌باشد. پن و همکاران (Pen et al., 2006) بیان کردند که تانن‌ها با تشکیل کمپلکس‌های پروتئینی با آنزیم‌ها موجود در دیواره سلولی باکتریایی مانع فعالیت آنزیم‌های میکروبی گردیده و لذا از این طریق سبب کاهش گوارش‌پذیری کربوهیدرات‌ها به‌ویژه کربوهیدرات‌های ساختمانی توسط میکروب‌های سلولولیتیک می‌گردند و از این

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

طریق می‌توانند اثرات خود را بر گوارش‌پذیری مواد خوراکی بگذارند. وانگ و همکاران (Wang et al., 1997) با بررسی ساپونین بر تخمیر میکروبی گزارش کردند که استفاده از ۷۵ میکروگرم در لیتر ساپونین سبب کاهش میزان گاز تولیدی و اسیدهای چرب فرار کل می‌گردد. این محققین همچنین بیان کردند قارچ‌ها حتی به میزان غلظت‌های پایین ساپونین حساس بوده و سبب مهار فعالیت آن‌ها می‌شود. وانگ و همکاران (Wang et al., 2000) در پژوهشی دیگری نشان دادند که باکتری‌های سلولولیتیک در مقایسه با باکتری‌های آمیلولتیک حساس بوده به‌طوری‌که استفاده از ۷۵ گرم در کیلوگرم ساپونین در علوفه یونجه سبب کاهش میزان باکتری‌های سلولولیتیک گردید. تفاوت‌های موجود در بین مطالعات تولید گاز ممکن است به‌دلیل عوامل همچون تفاوت در جیره پایه و نوع اسانس و عصاره یا گیاه مورد ارزیابی در سرنگ‌های مربوط باشد. کاهش تولید گاز می‌تواند به دلیل خاصیت ضدمیکروبی روغن‌های اسانسی گیاهان دارویی باشد که با محدود کردن فعالیت میکروارگانیسم‌ها از تولید گاز جلوگیری می‌کند. بیشتر حجم گاز تولیدشده در شکمبه شامل دی‌اکسید کربن و متان است (Dehority, 2003). متان هم می‌تواند توسط متابولیت‌های محتوی مواد افزودنی خوراکی (نظیر گیاهان دارویی) مهار و کاهش یابد. سازوکارهای متفاوتی برای مهار و کاهش تولید متان همچون کنترل رشد و تکثیر پروتوزوآ، تحریک تولید پروپیونات، مصرف هیدروژن تولیدی مازاد در شکمبه و مهار مستقیم آرکیاها (تولیدکننده‌های متان) وجود دارد (Castro-Montoyaa et al., 2012). دلایل و مکانیسم محتمل کاهش میزان گوارش‌پذیری ماده آلی، کل اسیدهای چرب زنجیرکوتاه و انرژی قابل متابولیسم با افزودن ۱/۵ و ۳ درصد بومادران و زنجبیل در علوفه اسپرس به روش آزمون گاز در این پژوهش می تواند ماده موثره محتوی بومادران و زنجبیل باشد. به طوری‌که مهم‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس را هیدروکربن‌های سزکویی ترپن (مانند آلفا – زنجبیرون و آرکورکومن)، الکل – سزکویی ترپن‌ها عامل بوی زنجبیل (مانند زنجبیرول و زنجبیرونول)، هیدروکربن‌های مونوترپن (مانند د–کامفن، پاراسیمن و میرسن) و برخی ترکیب‌های دیگر مانند استالدئید و متیل استات است که خاصیت ضدمیکروبی این ترکیبات در گیاهان دارویی با محدود کردن فعالیت میکروارگانیسم‌ها از تولید گاز جلوگیری می‌کند البته این مسئله در سامانه بسته و محبوس آزمون گاز در مقایسه با فضای قابل ترن و اور شکمبه بیشتر نمود پیدا می کند (Dalvand et al., 2018; Menke et al., 1979). گزارش‌شده است که همبستگی مثبتی بین میزان گاز تولیدی و تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر وجود دارد (Menke and Staingass, 1988) و از تولید گاز جهت تخمین میزان تولید اسید چرب‌های زنجیرکوتاه می‌توان استفاده کرد (Liu et al., 2002). ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2011) با بررسی اثرات زنجبیل بر تخمیر میکروبی نشان دادند که استفاده از میزان ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم در کیلوگرم زنجبیل در جیره‌های آزمایشی گوسفندان سبب کاهش میزان اسیدهای چرب زنجیرکوتاه از ۵ الی ۲۰ روز آزمایشی گردید. به‌طوری‌که پس‌ازاین اثر کاهش بعد از ۲۰ روز ناپدید شد. این محققین بیان کردند که بعد از گذشت ۲۰ روز میکروب‌های شکمبه با پودر زنجبیل سازگاری می‌یابند.

پاترا و همکاران (Patra et al., 2006) نشان دادند که افزودن روغنی‌های گیاهی زنجبیل در سطوح ۰/۰۵ و ۰/۲۵ میلی‌لیتر میزان گاز تولیدی را به مقدار کمتری افزایش می‌دهد. همچنین کیم و همکاران (Kim et al., 2012) گزارش کردند که افزودن اسانس‌های گیاهی مانند زنجبیل سبب افزایش میزان گاز تولیدی در ۲۴ ساعت انکوباسیون گردید. مدجکال و همکاران (Medjekal et al., 2017) با بررسی اثرات گیاهان دارویی مانند زنجبیل بر تخمیر میکروبی نشان دادند که افزودن زنجبیل سبب افزایش میزان گاز تولیدی در ۲۴ ساعت انکوباسیون می‌شود. در گزارش دیگری ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2011) بیان کردند که اسانس زنجبیل تخمیر میکروبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. سلام و همکاران (Sallam et al., 2009) گزارش کردند که استفاده از ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌لیتر در ۷۵ میلی‌لیتر مایع شکمبه عصاره بومادران سبب افزایش میزان کل گاز تولیدی و متان گردید. اما در پژوهشی طالب‌زاده و همکاران (Talebzadeh et al., 2012)، مچبوف و همکاران (Macheboeuf et al., 2008) و مارتینز و همکاران (Martinez et al., 2006) نشان دادند که استفاده از اسانس‌های دو گونه از گیاه آویشن (Thymus hyemalis; Thymus zygis) میزان گاز تولیدی کاهش می‌یابد. علت نتایج متناقض با پژوهش حاضر در میزان گاز تولیدی می‌تواند به میزان (نوع و شکل مصرف: عصاره، اسانس و یا پودر زنجبیل) و سطح زنجبیل، واریته و سطح اختلاط با علوفه و نوع علوفه ارتباط داشته باشد. هژبری و همکاران (Hozhabri et al., 2015) بیان کردند که گل بومادران حاوی ۶۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک ساپونین و ۱۵/۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک کل تانن می‌باشد. پن و همکاران (Pen et al., 2006) بیان کردند که تانن‌ها با تشکیل کمپلکس‌های پروتئینی با آنزیم‌ها موجود در دیواره سلولی باکتریایی مانع فعالیت آنزیم‌های میکروبی گردیده و لذا از این طریق سبب کاهش گوارش‌پذیری کربوهیدرات‌ها به‌ویژه کربوهیدرات‌های ساختمانی توسط میکروب‌های سلولولیتیک می‌گردند و از این طریق می‌توانند اثرات خود را بر گوارش‌پذیری مواد خوراکی بگذارند. وانگ و همکاران (Wang et al., 1997) با بررسی ساپونین بر تخمیر میکروبی گزارش کردند که استفاده از ۷۵ میکروگرم در لیتر ساپونین سبب کاهش میزان گاز تولیدی و اسیدهای چرب فرار کل می‌گردد. این محققین همچنین بیان کردند قارچ‌ها حتی به میزان غلظت‌های پایین ساپونین حساس بوده و سبب مهار فعالیت آن‌ها می‌شود. وانگ و همکاران (Wang et al., 2000) در پژوهشی دیگری نشان دادند که باکتری‌های سلولولیتیک در مقایسه با باکتری‌های آمیلولتیک حساس بوده به‌طوری‌که استفاده از ۷۵ گرم در کیلوگرم ساپونین در علوفه یونجه سبب کاهش میزان باکتری‌های سلولولیتیک گردید. تفاوت‌های موجود در بین مطالعات تولید گاز ممکن است به‌دلیل عوامل همچون تفاوت در جیره پایه و نوع اسانس و عصاره یا گیاه مورد ارزیابی در سرنگ‌های مربوط باشد. کاهش تولید گاز می‌تواند به‌دلیل خاصیت ضدمیکروبی روغن‌های

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

اسانسی گیاهان دارویی باشد که با محدود کردن فعالیت میکروارگانیسم‌ها از تولید گاز جلوگیری می‌کند. بیشتر حجم گاز تولیدشده در شکمبه شامل دی‌اکسید کربن و متان است (Dehority, 2003). متان هم می‌تواند توسط متابولیت‌های محتوی مواد افزودنی خوراکی (نظیر گیاهان دارویی) مهار و کاهش یابد. سازوکارهای متفاوتی برای مهار و کاهش تولید متان همچون کنترل رشد و تکثیر پروتوزوآ، تحریک تولید پروپیونات، مصرف هیدروژن تولیدی مازاد در شکمبه و مهار مستقیم آرکیاها (تولیدکننده‌های متان) وجود دارد (Castro-Montoyaa et al., 2012). دلایل و مکانیسم محتمل کاهش میزان گوارش‌پذیری ماده آلی، کل اسیدهای چرب زنجیرکوتاه و انرژی قابل متابولیسم با افزودن ۱/۵ و ۳ درصد بومادران و زنجبیل در علوفه اسپرس به‌روش آزمون گاز در این پژوهش می تواند ماده موثره محتوی بومادران و زنجبیل باشد. به طوری‌که مهم‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس را هیدروکربن‌های سزکویی ترپن (مانند آلفا –زنجبیرون و آرکورکومن)، الکل –سزکویی ترپن‌ها عامل بوی زنجبیل (مانند زنجبیرول و زنجبیرونول)، هیدروکربن‌های مونوترپن (مانند د–کامفن، پاراسیمن و میرسن) و برخی ترکیب‌های دیگر مانند استالدئید و متیل استات است که خاصیت ضدمیکروبی این ترکیبات در گیاهان دارویی با محدود کردن فعالیت میکروارگانیسم‌ها از تولید گاز جلوگیری می‌کند البته این مسئله در سامانه بسته و محبوس آزمون گاز در مقایسه با فضای قابل ترن و اور شکمبه بیشتر نمود پیدا می کند (Dalvand et al., 2018; Menke et al., 1979).

جدول ۵- اثرات پودر زنجبیل و بومادران بر فراسنجه‌های تولید گاز و تغذیه‌ای علوفه اسپرس و یونجه و مخلوط آن‌ها به‌روش آزمون گاز
Table 5. Effects of ginger and yarrow powder on sainfoin and alfalfa hay gas production and nutritional parameters and their mixture by in vitro gas production method

	ME	SCFA	OMD	c	b
علوفه خشک اسپرس و بدون افزودنی Sainfoin hay without additives	9.88^{a}	1.77^{a}	67.80^{a}	0.062^{ab}	384.32^{a}
علوفه خشک اسپرس + ۱/۵ درصد بومادران Sainfoin hay + 1.5% yarrow	8.09^{b}	0.83^{b}	54.90^{b}	0.065^{a}	242.65^{b}
علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد بومادران Sainfoin hay + 3% yarrow	7.47^{b}	0.76^{b}	50.14^{b}	0.067^{a}	231.16^{c}
علوفه خشک اسپرس + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 1.5% ginger	7.66^{b}	0.80^{b}	61.72^{b}	0.053^{c}	222.47^{c}
علوفه خشک اسپرس + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin hay + 3% ginger	6.79^{b}	0.66^{b}	45.99^{b}	0.068^{a}	231.06^{c}
اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means	0.56	0.09	3.66	0.015	4.26
سطح معنی‌داری P-value	0.0167	0.0183	0.0092	0.0013	0.0014
علوفه خشک یونجه و بدون افزودنی Alfalfa hay without additives	9.64^{a}	1.05	65.40^{a}	0.070^{a}	302.37^{a}
علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Alfalfa hay + 1.5% yarrow	8.02^{bc}	0.82	54.42^{bc}	0.054^{c}	256.49^{c}
علوفه خشک یونجه + ۳ درصد بومادران Alfalfa hay + 3% yarrow	8.05^{bc}	0.82	54.75^{bc}	0.057^{b}	249.04^{c}
علوفه خشک یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 1.5% ginger	8.61^{b}	0.91	58.42^{b}	0.060^{b}	272.32^{b}
علوفه خشک یونجه + ۳ درصد زنجبیل Alfalfa hay + 3% ginger	7.56^{c}	0.75	51.47^{c}	0.058^{b}	230.45^{c}
اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means	0.24	0.04	1.61	0.019	4.89
سطح معنی‌داری P-value	0.0067	0.0058	0.0086	0.0012	0.0022
علوفه خشک اسپرس و یونجه و بدون افزودنی Sainfoin and alfalfa hay without additives	7.52	0.76	51.00	0.041^{c}	259.13^{b}
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 1.5% yarrow	7.14	0.69	48.61	0.038^{c}	260.41^{b}
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد بومادران Sainfoin and alfalfa hay + 3% yarrow	7.77	0.83	52.46	0.062^{a}	252.64^{b}
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۱/۵ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay +1.5% ginger	8.12	0.83	55.46	0.041^{c}	284.61^{a}
علوفه خشک اسپرس و یونجه + ۳ درصد زنجبیل Sainfoin and alfalfa hay + 3% ginger	7.47	0.74	50.30	0.046^{b}	238.99^{c}
اشتباه معیار میانگین‌ها Standard error of means	0.26	0.04	1.70	0.016	5.04
سطح معنی‌داری P-value	0.1798	0.2058	0.1568	0.055	0.062

حروف متفاوت در ستون‌های معنی‌داری در سطح ۵ درصد است
b= درصد بخش قابل تخمیر، c= نرخ تولید گاز (درصد در ساعت)، OMD = درصد گوارش‌پذیری ماده آلی، ME= انرژی قابل متابولیسم (مگاژول درکیلوگرم ماده خشک)، SCFA = اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول).

Different letters in the columns are significant at the 5% level
b = percentage of fermentable part, c = rate of gas production (percent per hour), OMD = percentage of organic matter digestibility, ME = metabolizable energy (megajoules per kilogram of dry matter), SCFA = short chain fatty acids (mmol)

گزارش‌شده است که همبستگی مثبتی بین میزان گاز تولیدی و تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر وجود دارد (Menke and Staingass, 1988) و از تولید گاز جهت تخمین میزان تولید اسید چرب‌های زنجیرکوتاه می‌توان استفاده کرد

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

(Liu et al., 2002). ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2011) با بررسی اثرات زنجبیل بر تخمیر میکروبی نشان دادند که استفاده از میزان ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم در کیلوگرم زنجبیل در جیره‌های آزمایشی گوسفندان سبب کاهش میزان اسیدهای چرب زنجیرکوتاه از ۵ الی ۲۰ روز آزمایشی گردید. به‌طوری‌که پس‌ازاین اثر کاهش بعد از ۲۰ روز ناپدید شد. این محققین بیان کردند که بعد از گذشت ۲۰ روز میکروب‌های شکمبه با پودر زنجبیل سازگاری می‌یابند.

پاترا و همکاران (Patra et al., 2010 Patra et al., 2006;) بیان کردند که استفاده از عصاره آبی، متانولی و اتانولی زنجبیل تأثیر معنی‌داری را بر غلظت اسیدهای چرب زنجیرکوتاه ایجاد نکرد. کیم و همکاران (Kim et al., 2012) گزارش کردند که استفاده از زنجبیل در جیره‌های آزمایشی گوسفندان غلظت اسید چرب‌های فرار را تحت تأثیر قرار نداد. در پژوهشی بوریدسکو و همکاران (Broudiscou et al., 2000) با بررسی اثرات پودر بومادران بر تخمیر میکروبی شکمبه نشان دادند که استفاده از پودر بومادران سبب افزایش غلظت اسید چرب‌های فرار می‌شود. در پژوهشی بسکت و همکاران (Busquet et al., 2006) نشان دادند که استفاده از عصاره‌های گیاهی تأثیری بر کل اسیدهای چرب زنجیرکوتاه و قابلیت تخمیر جیره‌های حاوی علوفه و کنسانتره ندارد و برخلاف اکثر عصاره‌های دیگر، سبب کاهش کل اسیدهای چرب زنجیرکوتاه حتی در دوزهای بالاتر نمی‌شود. اولادشنبه و همکاران (Ouladshanbe et al., 2014) گزارش کردند که استفاده از سطوح بالای مروتلخ موجب کاهش پروتئین میکروبی و راندمان تولید پروتئین میکربی می‌شوند. در پژوهشی دیگری نشان دادند که استفاده از اسانس گیاه مورد سبب کاهش تولید گاز متان و به طبع آن سبب کاهش گوارش‌پذیری ماده آلی می‌شود (Önel1 et al., 2021). پاینده مهر و همکاران (Payandeh Mehr et al., 2014) نشان داند که استفاده از سطح بالای اکالیپتوس میزان ماده الی هضم شده کاهش می‌یابد. سلام و همکاران (Sallam et al., 2009) در آزمایشی با استفاده از تکنیک تولید گاز گزارش کردند، استفاده از سطوح ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرولیتر روغن اکالیپتوس تأثیری بر گوارش‌پذیری ماده آلی و ماده خشک نداشت. استفاده از سطوح پایین گیاهان دارویی اثرات مطلوبی بر فعالیت شکمبه می‌گذارد درحالی‌که استفاده از سطوح بالایی آن می‌تواند اثرات معکوسی بر الگوی تخمیر شکمبه گذاشته و گوارش‌پذیری را تحت تأثیر قرار دهد (Hess et al., 2003). بر اساس نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد استفاده از سطوح ۱/۵ درصد و بالاتر پودر بومادران و زنجبیل بر علوفه ممکن است اثرات منفی بر روند تخمیر میکروبی داشته باشد. این اثر ممکن است به دلیل وجود ترکیبات ضد تغذیه‌ای مختلف مانند تانن و ساپونین باشد.

نتیجه‌گیری کلی

اثر استفاده از سطوح مختلف پودر بومادران و زنجبیل بر ارزش تغذیه‌ای و گوارش‌پذیری علوفه و اسپرس و مخلوط آن‌ها نشان داد که افزودن ۳ درصد بومادران و زنجبیل سبب بهبود گوارش‌پذیری ماده خشک، گوارش‌پذیری ماده آلی در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم علوفه اسپرس به روش هلدن شد. اما در مقابل میزان گاز تولیدی علوفه یونجه و اسپرس در زمان‌های مختلف با افزودن سطوح مختلف پودر بومادران و زنجبیل کاهش یافت. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن سطوح مختلف بومادران و زنجبیل سبب کاهش فراسنجه‌های تخمیری حاصل از آزمون گاز (اسید چرب‌های زنجیرکوتاه کل، انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم) در علوفه اسپرس و یونجه شد. نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌کند که افزودن گیاهان دارویی بومادران و زنجبیل توانست فراسنجه‌های تخمیری و میزان گاز تولیدی را به طور منفی تحت تأثیر قرار دهد.

منابع

Al-Azazi, A. S. H., Tayeb, F. A., Baraka T. A., & Khalaf, A. M. (2018). Effect of ginger powder (Zingiber officinale) on selected rumen and blood serum constituents in sheep. Indian Journal of Applied Research, 8, 450-453. Doi: 10.36106/ijar

AOAC. (2005). International Official Methods of Analysis, XXI. Gaithersburg, M. D. AOAC International.

Barton, M. D. (2000). Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. Nutrition Research Review, 13, 279-99. DOI: 10.1079/095442200108729106

Benchaar, C., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Wang, Y, Beauchemin, K. A., & McAllister, T. A. (2007). Effects of essential oils and their components on in vitro rumen microbial fermentation. Canadian Journal of Animal Science, 87,413–419. https://doi.org/10.4141/CJAS07012

Benchaar, C., Petit, V., Berthiaume, R. H., Ouellet, D. R., Chiquette, J., & Chouinard, P.Y. (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, 886-897. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71572-2

Blummel, M., & Ørskov, E. R. (1993). Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Animal Feed Science and Technology, 40,109-119. https://doi.org/10.1016/0377-8401 (93)90150-I

Broudiscou, L. P., Papon, Y., & Broudiscou, A. F. (2000). Effects of dry plant 374 extracts on fermentation and methanogenesis in continuous culture of rumen microbes. 375, Animal Feed Science Technology, 87, 263-277. DOI: 10.1016/S0377-8401(00)00193-0

Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., & C. Kamel. 2006. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. Journal of Dairy Science, 89, 761-771. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302 (06)721 37-3

Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., & Ferret A. (2007). Invited Review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. Journal of Dairy Science, 90, 2580-2595. DOI: 10.3168/jds.2006-644

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

Cammack, K. M., Austin, K. J., Lamberson, W. R., Conant G. C., & Cunningham, H. C. (2018). Ruminant Nutrition Symposium: Tiny but mighty: the role of the rumen microbes in livestock production. Journal of Animal Science, 96,752–770. DOI: 10.1093/jas/skx053

Castillejos, L., Calsamiglia, S., & Ferret, A. (2006). Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in in vitro systems. Journal of Dairy Science, 89, 2649–2658. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302 (06)72341-4

Castro-Montoyaa, J., De Campeneere, S., Van Ranst, G., & Fievez V. (2012). Interactions between methane mitigation additives and basal substrates on in vitro methane and VFA production. Animal Feed Science and Technology, 176, 47– 60. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.007

Cheeke, P. R. (1999). Actual and potential application of Yucca schidigera and Quillaja saponaria saponins in human and animal nutrition, In: Proceedings of the American Society of Animal Science, USA, pp.1-9. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9339-7-25

Dalvand, M., Hedayati, M., & Manafi M. (2018). Effect of ginger, nettle and mixtures of both on performance, blood parameters and carass characteristics of broilers. Research on Animal Production, 9, 36-42. URL: http://rap.sanru.ac.ir/article-1-789-fa.html. (In Persian)

Dehority, B. A. (2003). Rumen Microbiology. Nottingham University Press, Nottingham, UK

Dorman, H. J. D., & Deans, S.G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of Applied Microbiology, 88, 308–316. https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x

Fraser, G. R., Chaves, A. V., Wang, Y., McAllister, T. A., Beauchemin, K. A., & Benchaar, C. (2007). Assessment of the effects of cinnamon leaf oil on rumen microbial fermentation using two continuous culture systems. Journal of Dairy Science, 90, 2315-2328. DOI: 10.3168/jds.2006-688

Hart, K. J., Yanez-Ruiz, D. R., Duval, S. M., McEwan, N. R., & Newbold C. J. (2008). Plant extracts to manipulate rumen fermentation. Animal Feed Science and Technology, 147, 8–35. https://doi.org /10. 1016/j .anifeedsci.2007.09.007

Hess, H. D., Monsalve, L. M., Lascano, C. E., Carulla, J. E., Diaz, T. E., & Kreuzer, M. (2003). Supplementation of a tropical grass diet with forage legumes and Sapindus saponaria fruits: effects on in vitro ruminal nitrogen turnover and methanogenesis. Australian Journal of Agricultural Research, 54, 703-713. https://doi.org/10.1071/AR02241

Holden, L.A. (2000). Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. Journal of Dairy Science, 82, 1791-1797. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302 (99)75409-3

Hozhabri, F., Shemshadi, A., & Kafilzadeh, F. (2015). Effect of Yarrow flower (Achillea millefolium) and Eucalyptus leaf (Eucalyptus globolus) on in vitro digestibility of alfalfa hay. Animal science research, 25 (3). (In Persian)

Kazemizadeh, A., Mirzadeh, K., Aghaei, A., & Ansari Pirsaraei, Z. (2022). The effect of flaxseed oil and ginger powder on fat metabolism, lipid profiles and liver enzymes of broilers. Research on Animal Production, 13 (37), 129-138. URL: http://rap.sanru.ac.ir/article-1-1289-fa.html

Kim, E., Kim, C., Min, K., & Lee, S. (2012). Effects of plant extract on microbial population, methane emission and ruminal fermentation characteristics in in vitro. Journal of Animal Science, 25, 806-811. DOI: 10.5713/ajas.2011.11447

Liu, J. X., Susenbeth, A., & Sudekum, K. H. (2002). In vitro gas production measurements to evaluate interactions between untreated and chemical treated rice straws, grass hay and mulberry. Journal of Animal Science, 80, 517-524. DOI: 10.2527/2002.802517x

Macheboeuf, D., Morgavi, D. P., Papon Y., Mousset, J. L., & Arturo-Schaan, M. (2008). Dose–response effects of essential oils on in vitro fermentation activity of the rumen microbial population. Animal Feed Science and Technology, 145, 335–350. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.044

Majidi Dizaj, H., Mazaheri, D., Sabahi, Q., & Mirabzadeh, M. (2012). Evaluation of yield and quality of fodder in mixed cultivation of alfalfa and sainfoin. Journal of Agricultural Sciences of Iran, 16, 51-61. URL: http://agrobreedjournal.ir/article-1-45-fa.html. (In Persian)

Makkar, H. P. S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. Small Ruminant Research, 49, 241-256. https://doi.org/10.1016/S0921-4488 (03)00142-1

Martinez, S., Madrid, J., Hernandez, F., Megias, M. D., Sotomayor, J. A., &. Jordan, M. J. (2006). Effect of thyme essential oils (Thymus hyemalis and Thymus zygis) and monensin on in vitro ruminal degradation and volatile fatty acid production, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(18), 6598-6602. https://doi.org/10.1021/jf060985p

McNiven, M. A., Prestløkken, E., Mydland, L. T., & Mitchell, A. W. (2002). Laboratory procedure to determine protein digestibility of heat-treated feedstuffs for dairy cattle. Journal of Animal Feed Science and Technology, 96(1), 1 -13. https://doi.org/10.1016/S0377-8401 (01)00340-6

Medjekal, S., Bodas, R., Bousseboua, H., & López S. (2017). Evaluation of three medicinal plants for methane production potential, fiber digestion and rumen fermentation in vitro. Energy Procedia, 119, 632-641. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.089

Menke, K., Raa, L., Steingass, H., Fritz, D., & Scheider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production technique when they are incubated with rumen liquor in vitro. Journal of Agricultural Science Cambridge, 93, 217-222. DOI: https://doi.org/10.1017/S0021859600086305

Menke, K. H., & Staingass, H. (1988). Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28, 7-55

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]

Micklefield, G. H., Redeker, Y., Meister, V., Jung, O., Greving, I., & May, B. (1999). Effects of ginger on gastroduodenal motility. International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics, 37, 341-346

Mustafa, T., Snvastava, K. C., & Jeusen, K. B. (1993). Drug development reports. Pharmacology of ginger, zingiber officinal. Journal Drug Development, 6, 25-39

Nooriyan Soroor, M. E., & Moeini, M. M. (2015). The Influence of Ginger (Zingiber Officinale) on In vitro Rumen Fermentation Patterns. Annual Research & Review in Biology, 5(1), 54-63. DOI: 10.9734/ARRB/2015/12495

Önel1, S. E., Aksu, T., Kalamak, A., Kaya, D. A., Aksu, D. S., Sakin, F., & Türkmen, M. (2021). Effect of some essential oils on in vitro ruminal fermentation of alfalfa hay. Progress in Nutrition, 23(2), e2021250. DOI 10.23751/pn.v23iS2.12136

Ouladshanbe, Y., Sari, M., Chaji, M., Mohammadabadi, T., & Bojarpour, M. (2014). Investigating the effects of Salvia mirzayanii essential oil on rumen microbial fermentation and nutrient digestibility using gas production and dual flow continuous culture system. Iranian Journal of Animal Science Research, 6 (1), 54-65. (In Persian). DOI: 10.22067/ijasr.v6i1.21016

Patra, A. K., & Saxena, J. (2009). Dietary phytochemicals as rumen modifiers: a review of the effects on microbial populations. Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology, 96, 363-375. https://doi.org/10.1007/s10482-009-9364-1

Patra, A. K., Kamra, D. N., & Agarwal, N. (2006). Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo, Animal Feed Science and Technology, 128(3), 276-291. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.11.001

Patra, A. K., Kamra, D. N., & Agarwal, N. (2010). Effects of extracts of spices on rumen methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feeds in vitro. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90,511-520. DOI: 10.1002/jsfa.3849

Payandeh Mehr, M., Bojarpour, M., Sari, M., Mohammadabadi, T., & Chaji, M. (2014). The study of effect of adding eucalyptus essential oil on fermentation parameters in diets containing high concentrate by using gas production test. 6th Animal Science Congress. Tabriz, Iran. (In Persian)

Pen, B., Sar, C., Mwenya, B., Kuwaki, K., Morikawa, R., & Takahashi, J. (2006). Effects of Yucca schidigera and Quillaja saponaria extracts on in vitro ruminal fermentation and methane emission. Animal Feed Science and Technology, 129,175–186. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.01.002

Sallam, S. M. A., Bueno, I. C. S., Brigide, P. B., Vittii, D. M. S. S., & Abdalla, A. L. (2009). Efficiency of eucalyptus oil on in vitro ruminal fermentation and methane production. Nutritional and Foraging Ecology of Sheep and Goats, 85, 267-272

SAS / STAT User's Guide. Version 9.1 Edition. 2003. SAS Inst. Cary, NC

Talebzadeh, R., Alipour, D., Saharkhiz, M. J., Azarfar, A., & Malecky, M. (2012). Effect of essential oils of Zataria multifloraon in vitro rumen fermentation, protozoal population, growth and enzyme activity of anaerobic fungus isolated from Mehraban sheep. Animal Feed Science and Technology, 172, 115-124. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.11.011

Taylor, A., & Francis M. (2001). Final report on the safety assessment of Yarrow (Achillea Millefolium) extract. International Journal Toxicology, 20 (Suppl 2), 79-84. https://doi.org/10.1080/ 10915810160233785

Thalib, A., Widiawatii, Y., Hamid, H., Suherman, D., & Sabrani, M. (1996). The effects of saponin from Sapindus rarak on ruminal flora and fermentation characteristics in vitro. Journal of Tropical Animal and Veterinary Science, 2, 17-20. DOI: 20.1001.1.2251628.2021.11.1.2.4

Van Nevel, C. J., Prins, R. A., & Demeyer, D.I. (1974). On the inverse relationship between methane and propionate in the rumen. Zeitschrift fur Tierphysiologie, Tierernahrung und Futtermittelkunde, 33, 117-125

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74, 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302 (91)78551-2

Wang, Y., McAllister, T. A., Newbold, C. J., Cheeke, P. R. & Cheng K. J. (1997). Effects of Yucca extract on fermentation and degradation of saponins in the Rusitec. Proc. Western Section, American Society of Animal Science, 48,149– 152. DOI: 10.1016/S0377-8401(98)00137-0

Wang, Y., McAllister, T. A., Yanke, L. J., Xu, Z. J., Cheeke, P. R., & Cheng K. J. (2000). In Vitro effects of steroidal saponins from Yucca schidigera extract on rumen microbial protein synthesis and rumen fermentation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80, 2214-2122. https://doi.org/ 10.1002/ 1097-0010 (200011)80:14<2114: AID-JSFA755>3.0.CO; 2-0

Weidmeier, R. D., Arambel, M. J., & Walters, J. L. (1987). Effect of yeast culture and Aspergillus oryzae fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestion. Journal of Dairy Science, 70, 2063-2071. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302 (87)80254-0. PMID: 3680724

Wina, E., Muetzel, S., & Becker, K. (2005). The impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant production, (a review). Journal of Agriculture Food Chemistry, 53, 8093–8105. DOI: 10.1021/jf048053d

Zhang, T. T., Yang, Z. B., Yang, W. R., Jiang, S. Z., & Zhang, G. G. (2011). Effects of dose and adaptation time of ginger root (Zingiber officinale) on rumen fermentation. Journal of Animal Feed Science, 20,461-471. DOI: https://doi.org/10.22358/jafs/66200/2011

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.5.0]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.45]