Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

Effect of *Cinnamomum verum* essential oil on performance, nutrient digestibility, and ruminal fermentation in feedlot male lambs

Bahman Talijari[1], Osman Azizi[2*], Hossein Jahani-Azizabadi[3]

[1] Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Kourdistan, Sanandaj, Iran.
[2] Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Kourdistan, Sanandaj, Iran, Email: o.zizi@uok.ac.ir
[3] Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Kourdistan, Sanandaj, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 07/05/2022
Revised: 08/26/2022
Accepted: 08/27/2022

Keywords:
Cinnamon essential oil
Fattening male lamb
Nutrient digestibility

ABSTRACT

Background and Objectives: In recent years, due to human concerns about the emergence of antibiotic-resistant bacterial strains, special attention has been paid to plant essential oils and extracts as an alternative to growth-promoter antibiotics. The results of *in vitro* studies have shown that essential oils and their constituents have the potential to alter ruminal fermentation and improve energy utilization in ruminants. Cinnamon essential oil, derived from *Cinnamomum verum*, is one of the plant extracts that has been recently considered. Therefore, this experiment was performed to investigate the effect of cinnamon essential oil on performance, nutrient digestibility and rumen fermentation in feedlot lambs.

Materials and Methods: This experiment was carried out in a repeated measurement design (three one-month periods) with four treatments in a completely randomized design, using 20 male Kurdish lambs (n=5, average weight of 26.15 ± 4.06 kg) at the research farm of the faculty of agriculture at the University of Kurdistan. Treatments were: 1) Basal diet without cinnamon essential oil (control), 2) Basal diet plus 0.5 ml of cinnamon essential oil per head per day, 3) Basal diet plus 1 ml of cinnamon essential oil per head per day, and 4) Basal diet plus 2 ml of cinnamon essential oil per head per day. Lambs were fed twice a day at 07:30 h and 18:00 h, with the daily essential oil dose provided during the 07:30 h feeding. Lambs' body weights (BW) were recorded before the morning feeding on day 0 and again on day 24 of each period using a digital scale. To determine the amount of dry matter intake, the amount of supplied feed and its residue was measured daily for each animal during the last week of every period. Nutrient digestibility was measured by acid-insoluble ash as internal marker. On the 24th day of each period, 4 hours after morning feeding, ruminal liquid samples were taken from lambs to measure NH_3-N, pH, and volatile fatty acids concentration.

Results: Dry matter intake, final body weight, and average daily gain were not affected by cinnamon essential oil supplementation. Apparent digestibility of dry matter, organic matter, and neutral detergent fiber (NDF) was not affected by the treatment ($P>0.05$). However, total tract apparent crude protein digestibility in lambs fed one ml/d of cinnamon essential oil increased compared to that of the lambs fed 0.5 and 2 ml of cinnamon essential oil ($P<0.05$). Adding cinnamon essential oil had no significant effect on the concentration of total volatile fatty acids and the molar proportions of acetate, propionate, butyrate, and iso-valerate. Rumen

ammonia nitrogen concentration in lambs fed diets containing 1 and 2 ml of cinnamon essential oil increased compared to those of the control group ($P<0.05$).

Conclusion: The results of this study showed that cinnamon essential oil at used amount and in the conditions of the present study, could not affect performance, nutrients apparent digestibility (except for crude protein), and rumen fermentation (except for ammonia nitrogen) in feedlot mal lambs.

Cite this article: Talijari, B., Azizi, O., Jahani-Azizabadi, H. (2023). Effect of *Cinnamomum verum* essential oil on performance, nutrient digestibility and ruminal fermentation in feedlot male lambs. *Journal of Ruminant Research*, 11(4), 1-14.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejrr.2022.20362.1854
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

تأثیر اسانس دارچین بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و تخمیر شکمبه‌ای در بره‌های نر پرواری

بهمن تالی جاری[۱]، عثمان عزیزی[۲*]، حسین جهانی عزیزآبادی[۳]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
[۲] دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران، رایانامه: o.azizi@uok.ac.ir
[۳] استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۱۴
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۶/۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۵

واژه‌های کلیدی:
اسانس دارچین
بره نر پرواری
قابلیت هضم مواد مغذی

چکیده

سابقه و هدف: در چند سال اخیر به دلیل نگرانی‌های بشر در مورد پدیدار شدن سویه‌های باکتریایی مقاوم، توجه ویژه‌ای به اسانس و عصاره‌های گیاهی به‌عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در جیره دام و طیور شده است. نتایج مطالعات برون‌تنی نشان داده‌اند که اسانس‌ها و اجزای تشکل‌دهنده آن‌ها دارای پتانسیل لازم برای تغییر تخمیر شکمبه و بهبود استفاده از انرژی در نشخوارکنندگان هستند. یکی از اسانس‌هایی که بسیار موردتوجه قرارگرفته است، اسانس دارچین می‌باشد، بنابراین، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر اسانس دارچین بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و تخمیر شکمبه‌ای در بره‌های نر پرواری انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در چارچوب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت اندازه‌های تکرار شده (سه دوره زمانی یک ماهه) با استفاده از ۲۰ رأس بره نر کردی ۸ ماهه با میانگین وزن ۴/۰۶±۲۶/۱۵ کیلوگرم با چهار تیمار و پنج تکرار در هر تیمار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان انجام گردید. بره‌ها در طول دوره آزمایش در داخل جایگاه‌های انفرادی نگهداری شدند و در دو نوبت صبح و عصر (۰۷:۳۰ و ۱۸:۰۰) تغذیه شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) جیره پایه بدون اسانس دارچین (شاهد)، ۲) جیره پایه حاوی ۰/۵ میلی‌لیتر اسانس دارچین به ازای هر رأس در روز، ۳) جیره پایه حاوی ۱ میلی‌لیتر اسانس دارچین به ازای هر رأس در روز و ۴) جیره پایه حاوی ۲ میلی‌لیتر اسانس دارچین به ازای هر رأس در روز بود. به‌منظور بررسی تغییرات وزن زنده، وزن‌کشی در ابتدای آزمایش و سپس روز ۲۴ام هر دوره انجام شد. جهت تعیین میزان ماده خشک مصرفی، تفاضل میزان خوراک داده‌شده و پسماند آن برای هر دام به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین قابلیت هضم مواد مغذی تیمارهای آزمایشی از مارکر داخلی خاکستر نامحلول در اسید[۲] استفاده گردید. جهت تعیین pH، غلظت نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار شکمبه، در روز ۲۶ام هر دوره، چهار ساعت پس از خوراک‌دهی صبحگاهی با استفاده از لوله مری از دام‌ها نمونه مایع شکمبه به کمک پمپ خلأ گرفته شد.

یافته‌ها: میزان ماده خشک مصرفی، وزن انتهای دوره و افزایش وزن روزانه تحت تأثیر اضافه کردن اسانس دارچین قرار نگرفت، همچنین قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵)، درحالی‌که قابلیت هضم پروتئین خام در بره‌های تغذیه‌شده با یک میلی‌لیتر اسانس دارچین در روز نسبت به تیمارهای ۰/۵ میلی‌لیتر و ۲ میلی‌لیتر افزایش یافت (P<۰/۰۵). اضافه کردن اسانس دارچین تأثیر معنی‌داری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار و نسبت مولی استات، پروپیونات، بوتیرات و ایزووالرات نداشت. غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۱ و ۲ میلی‌لیتر اسانس دارچین در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵). همچنین در این مطالعه میانگین pH شکمبه، کمینه و بیشینه آن تحت تأثیر اسانس دارچین قرارنگرفت، که عدم تأثیر معنی‌دار اسانس دارچین بر pH مایع شکمبه در مطالعه جاری به دلیل عدم تغییر در غلظت کل اسیدهای چرب فرار، قابل‌انتظار بود.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از اسانس دارچین در مقادیر استفاده‌شده و در شرایط این آزمایش نتوانست عملکرد رشد بره‌های نر پرواری، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و تخمیر شکمبه‌ای را تحت تأثیر قرار دهد.

استناد: تالی جاری، ب.، عزیزی، ع.، جهانی عزیزآبادی، ح. (۱۴۰۲). تأثیر اسانس دارچین بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و تخمیر شکمبه‌ای در بره‌های نر پرواری. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۱(۴)، ۱۴-۱

DOI: 10.22069/ejrr.2022.20362.1854

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

متخصصان تغذیه نشخوارکنندگان تلاش می‌کنند با تعدیل رقابت بین جمعیت‌های میکروبی مختلف، بازدهی استفاده از انرژی و پروتئین را در شکمبه بهبود ببخشند. یکی از راه‌کارهای افزایش تولیدات دامی استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد یا یونوفرها مانند مونسین و لازالوسید در جیره دام‌های نشخوارکننده است. از اثرات مهم این ترکیبات، تغییر جمعیت میکروبی شکمبه است که باعث می‌شود تا بازدهی استفاده از ترکیبات آلی در شکمبه افزایش یابد (Chashnidel و همکاران، ۲۰۱۷؛ Hobson و همکاران، ۱۹۹۷). اما در چند سال اخیر به دلیل نگرانی‌های بشر در مورد پدیدار شدن سویه‌های باکتریایی مقاوم به آنتی‌بیوتیک، استفاده از این ترکیبات در جیره دام و طیور در بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا ممنوع شده است (European Union، ۲۰۰۳). ازاین‌رو، متخصصین تغذیه نشخوارکنندگان به‌دنبال ترکیبات جایگزین مناسبی هستند، تا بتوانند تغییرات مطلوبی را در متابولیسم شکمبه ایجاد کرده و بازده غذایی و سودمندی حیوان را افزایش دهند. یکی از راه‌های جایگزین، استفاده از ترکیبات طبیعی و بی‌خطر مانند فرآورده‌های ثانویه گیاهان است. فرآورده‌های ثانویه شامل چهار دسته اسانس‌ها، ارگانوسولفورها، پلی‌فنل‌ها و ساپونین‌ها است. اسانس‌ها از برخی گیاهان طی فرآیند تقطیر جدا می‌شوند و مسئول بو و طعم گیاهان هستند. خصوصیات ضدمیکروبی اسانس‌ها علیه طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها شامل: باکتری‌ها، پروتوزوآ و قارچ‌ها به اثبات رسیده است و به‌عنوان افزودنی‌های طبیعی در خوراک حیوانات مورداستفاده قرار می‌گیرند (Cawan و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج مطالعات برون‌تنی نشان داده‌اند که اسانس‌های روغنی و اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها دارای پتانسیل لازم برای تغییر تخمیر شکمبه و بهبود استفاده از انرژی در نشخوارکنندگان هستند (Chashnidel و همکاران، ۲۰۱۷؛ Skidmore-Roth و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از گیاهانی که اخیراً موردتوجه قرارگرفته است، دارچین می‌باشد. از مهم‌ترین ترکیبات فعال دارچین می‌توان به سینامالدهید، اووجینول، سینامیک اسید، گاما ترپنین، کامفین و سیناکاسیول اشاره کرد. دارچین به دلیل داشتن ترکیبات فنولیک دارای خاصیت آنتی‌اکسیدان نیز می‌باشد. سینامالدهید ترکیب اصلی اسانس دارچین، یک فنیل پروپن غیر فنلی است که فعالیت ضد میکروبی دارد (Jahani Azizabadi و همکاران، ۲۰۱۱). بررسی‌ها نشان داده است که افزایش وزن روزانه بره‌های تغذیه‌شده با سینامالدهید در مقایسه با تیمار شاهد بالاتر بود. زمانی که بره‌ها با جیره حاوی سینامالدهید تغذیه‌شده بودند درمقایسه با بره‌هایی که با جیره شاهد تغذیه‌شده بودند، ضریب تبدیل خوراک بهبود یافت (Chaves و همکاران، ۲۰۰۸). استفاده از نسبت‌های متفاوت سینامالدهید در جیره گوساله‌های ، نشان داد که خوراک مصرفی، وزن نهایی، بازدهی خوراک و صفات لاشه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف سینامالدهید قرار نگرفت (Vakili و همکاران، ۲۰۱۳). علاوه بر این، در مطالعات سایر محققین نیز استفاده از نسبت‌های متفاوت اسانس دارچین، اثر معنی‌داری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار، نسبت مولی اسیدهای چرب فرار (استات، پروپیونات، والرات) و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه نسبت به تیمار شاهد نداشت (Chaves و همکاران، ۲۰۰۸؛ Vakili و همکاران، ۲۰۱۳). در خصوص تأثیر گیاه دارچین بر تخمیر میکروبی شکمبه و عملکرد بره‌های پرواری اطلاعات محدودی وجود دارد. بنابراین مطالعه حاضر باهدف بررسی اثر اسانس

دارچین بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و تخمیر شکمبه‌ای در بره‌های نر پرواری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در چارچوب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از ۲۰ رأس بره نر کردی ۸ ماهه با میانگین وزن ۴/۰۶±۲۶/۱۵ کیلوگرم با چهار تیمار و پنج تکرار در هر تیمار به‌صورت اندازه‌گیری‌های مکرر (سه دوره زمانی یک‌ماهه) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان انجام گردید. بره‌ها در طول دوره آزمایش در داخل جایگاه‌های انفرادی با دسترسی جداگانه به خوراک و همچنین دسترسی آزاد به آب و نمک نگهداری شدند. بره‌ها روزانه در نوبت صبح و عصر (۰۷:۳۰ و ۱۸:۰۰) با جیره غذایی پایه دارای ۲۰ درصد علوفه و ۸۰ درصد کنسانتره (جدول ۲) که بر اساس پیشنهادات انجمن تحقیقات ملی آمریکا (۲۰۰۷) تنظیم‌شده، در طول ۹۰ روز دوره آزمایش تغذیه شدند. تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از: ۱) جیره پایه بدون اسانس دارچین (شاهد)، ۲) جیره پایه حاوی ۰/۵ میلی‌لیتر اسانس دارچین به ازای هر رأس در روز، ۳) جیره پایه حاوی ۱ میلی‌لیتر اسانس دارچین به ازای هر رأس در روز و ۴) جیره پایه حاوی ۲ میلی‌لیتر اسانس دارچین به ازای هر رأس در روز. اسانس استفاده‌شده در این آزمایش از دفتر نمایندگی پخش اسانس‌های گیاهی از شرکت مونین فرانسه خریداری شد (جدول ۱).

جدول ۱ – آنالیز اسانس دارچین با استفاده از کروماتوگرافی گازی – توده‌ای (GC-Mass)

Table 1- Analysis of cinnamon essential oil using gas chromatography-mass spectrometry (GC-Mass)

ترکیب compound	درصد (%) percent (%)
سیناماَلدهید (Cinnamaldehyde)	93.82
لیمونین(Limonene)	2.60
اووجینول (Eugenol)	2.27
کاریوفیلن (Caryophyllene)	1.30

به‌منظور بررسی تغییرات وزن بدن، وزن‌کشی در ابتدای آزمایش و سپس در روز ۲۴ام هر دوره با اعمال محدودیت غذایی به مدت ۱۲ ساعت انجام گردید. جهت تعیین میزان ماده خشک مصرفی، تفاضل میزان خوراک داده‌شده و پسماند آن برای هر بره به‌صورت جداگانه روزانه اندازه‌گیری شد. قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی با استفاده از مارکر خاکستر نامحلول در اسید[1] و بر اساس روش پیشنهادی Van Keulen و Young (۱۹۷۷) اندازه‌گیری شد.

در روز ۲۶ام هر دوره، چهار ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح از مایع شکمبه به‌منظور تعیین pH، غلظت اسیدهای چرب فرار، میزان نیتروژن آمونیاکی و پپتیدی از طریق لوله مری با استفاده از پروب مخصوص نمونه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار ۱/۵ میلی‌لیتر مایع شکمبه با ۰/۳۷۵ میلی‌لیتر اسید ارتوفسفریک ۲۵ درصد مخلوط شد. به‌منظور اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی پنج میلی‌لیتر مایع شکمبه با پنج میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. به‌منظور اندازه‌گیری غلظت نیتروژن اسیدآمینه‌ای و پپتیدهای کوتاه زنجیر و نیتروژن پپتیدهای بلند زنجیر بر اساس روش Winter و همکاران (۱۹۶۴) اندازه‌گیری شد.

[1] Acid Insoluble Ash

به این منظور ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه را با ۲/۵ میلی‌لیتر از تنگستات سدیم ۱۰ درصد و ۲/۵ میلی‌لیتر از اسیدسولفوریک ۱/۰۷ نرمال در داخل ظرف‌های شماره‌گذاری شده مخلوط شد، سپس برای ۱۵ دقیقه در ۹۰۰۰ دور در دقیقه با استفاده از سانتریفیوژ یخچال‌دار، سانتریفیوژ شد. پنج میلی‌لیتر از مایع رویی را همراه کاتالیزور و ۱۵ میلی‌لیتر از اسیدسولفوریک تجاری در دمای ۴۰۰ درجه تا سه ساعت و نیم روی اجاق الکتریکی گذاشته شد، تا هضم گردد. در مرحله‌ی بعدی به‌منظور اندازه‌گیری نیتروژن محلول در تری‌کلریدریک اسید، ۱۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه را با ۲/۵ میلی‌لیتر از تری کلریدریک اسید ۵۰ درصد در درون ظرف‌های شماره‌گذاری شده ریخته و مخلوط شد، سپس مشابه با مرحله قبل سانتریفیوژ شد. غلظت نیتروژن نمونه‌های با استفاده از دستگاه کلدال اندازه‌گیری شد. غلظت نیتروژن محلول در تنگستات سدیم و تری کلریدریک اسید با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

(رابطه ۲) نیتروژن محلول در TA− نیتروژن محلول در TCA = نیتروژن پپتیدهای بلند زنجیر (میلی‌گرم\ دسی‌لیتر)

(رابطه ۳)

نیتروژن آمونیاکی − نیتروژن محلول در TA = نیتروژن اسیدآمینه‌ای و پپتیدهای کوتاه زنجیر (میلی‌گرم\ دسی‌لیتر).

داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از رویه GLM در نرم‌افزارSAS(ویرایش۹/۲، سال ۲۰۰۳) به‌صورت اندازه‌گیری‌های مکرر در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از مدل آماری زیر تجزیه گردید:

$Y_{ijk} = \mu+A_i+Ea_{ik}+B_j+AB_{ij}+Eb_{igk}$ در این مدل Y_{ijk} ، مشاهده مربوط به تیمار i و زمان اندازه‌گیری j در تکرار k، μ میانگین کلی مشاهده‌ها، A_i اثر تیمار i، Ea_{ik} اشتباه اصلی، Bj اثر زمان اندازه‌گیری j، AB_{ij}برهم‌کنش تیمار i و زمان اندازه‌گیری j و Eb_{ijk} اشتباه فرعی هستند. میانگین تیمارها توسط آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند.

جدول ۲- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیبات مواد مغذی در جیره پایه

Table 2 - Ingredient and nutrient composition of the basal diet

درصد از ماده خشک % of DM	Ingredient of diet	اجزای جیره
20.00	Alfalfa hay	یونجه
31.71	Barley grain	دانه جو
29.4	Corn grain	دانه ذرت
8.90	Wheat grain	دانه گندم
6.70	Soybean meal	کنجاله سویا
0.56	Calcium carbonate	کربنات کلسیم
0.40	Salt	نمک
0.80	Vitamin and mineral supplement	مکمل ویتامین و مواد معدنی*
1.05	Sodium bicarbonate	بی کربنات سدیم
0.48	Urea	اوره
	Nutrients composition	ترکیب مواد مغذی
90.45	Dry matter	ماده خشک (درصد از ماده خشک)
91.16	Organic matter	ماده آلی (درصد از ماده خشک)
16.27	Crude protein	پروتئین خام (درصد از ماده خشک)
22.00	NDF	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد از ماده خشک)
3.95	Ether extract	عصاره اتری (درصد از ماده خشک)

*هر کیلوگرم مکمل شامل: ۱۹۰ گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۵۰گرم سدیم، ۱۹ گرم منیزیم، ۳گرم مس، ۳ گرم آهن، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۱ میلی‌گرم سلینیم، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین آ، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین دی، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین ای و ۳ گرم آنتی‌اکسیدان.

*Each kg of supplement includes: 190 g calcium, 90 g phosphor, 50 g sodium, 19 g magnesium, 3 g copper, 3 g iron, 2 g manganese, 3 g zinc, 100 mg cobalt, 100 mg iodine, 1 mg selenium, 500000 IU vitamin A, 100000 vitamin D3, 100 mg vitamin E and 3 g antioxidant.

نتایج و بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن اسانس دارچین اثر معنی‌داری بر میانگین افزایش وزن روزانه، وزن انتهای دوره و ماده خشک مصرفی روزانه نداشت (جدول ۳)، که یافته‌های سایر محققین (Adham و همکاران، ۲۰۱۴؛ Chaves و همکاران، ۲۰۱۱؛ Winter و همکاران، ۱۹۶۴) را تأیید می‌کند. Chaves و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که افزودن ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم سینامالدهید (ترکیب فعال اسانس دارچین) نتوانست میزان ماده خشک مصرفی، تخمیر شکمبه‌ای، عملکرد و صفات رشد بره‌ها پرواری را تحت تأثیر قرار دهد. اما یافته‌های این مطالعه با نتایج Chaves و همکاران (۲۰۰۸) که گزارش کردند که افزودن سینامالدهید افزایش وزن روزانه بره‌های پرواری را به‌طور معنی‌داری افزایش داده است، مغایرت داشت. زمانی که بره‌ها با جیره حاوی سینامالدهید تغذیه‌شده بودند درمقایسه با بره‌هایی که با جیره شاهد تغذیه‌شده بودند، ضریب تبدیل خوراک بهبود یافت. احتمالاً دلیل اختلاف نتایج مطالعات مختلف به دلیل نوع و دز اسانس استفاده‌شده، جیره و میزان ترکیبات فعال در اسانس مورداستفاده باشد.

جدول ۳ – اثر افزودن اسانس دارچین بر عملکرد رشد بره‌های نر پرواری

Table 3 - Effect of cinnamon essential oil on performance of feedlot male lambs

P-value	SEM	اسانس دارچین (میلی‌لیتر به ازای هر رأس در روز) Cinnamon essential oil (ml/lamb/day)				فراسنجه‌ها Parameters
		2	1	0.5	0.00	
0.93	2.76	26.54	25.36	25.74	26.98	وزن اولیه (کیلوگرم) Initial body weight (kg)
0.88	2.13	41.42	39.92	40.88	41.36	وزن نهایی (کیلوگرم) Final body weight (kg)
0.68	13.26	178.38	191.84	188.70	191.82	افزایش وزن روزانه (گرم/ روز) Average daily gain (g/day)
0.54	0.028	1.500	1.484	1.519	1.521	ماده خشک مصرفی(کیلوگرم /روز) Dry matter intake (kg/day)
0.48	0.562	8.40	7.73	8.04	7.92	ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio

در این مطالعه قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر افزودن اسانس دارچین قرار نگرفت (جدول ۴). قابلیت هضم پروتئین خام در بره‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی یک میلی‌لیتر اسانس دارچین در مقایسه با تیمار ۰/۵ و ۲ میلی‌لیتر اسانس افزایش یافت ($P<0/05$)، اما در مقایسه با تیمار شاهد معنی‌دار نبود. مشابه با نتایج این مطالعه (به غیر از قابلیت هضم پروتئین خام)، Adham و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که قابلیت هضم مواد مغذی تحت تأثیر افزودن ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم مخلوط اسانسی حاوی تیمول و سینامآلدهید قرار نگرفت. در مطالعه حاضر قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر دوره آزمایش قرار گرفت ($P<0/05$). نتایج این مطالعه نشان داد که در بره‌های تغذیه‌شده با تیمار ۰/۵ گرم اسانس دارچین در دوره دوم و سوم بیشتر از دوره اول بود که احتمالاً به دلیل عادت‌پذیری فلور میکروبی شکمبه به اسانس می‌باشد.

همچنین نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه مغایر با نتایج به‌دست‌آمده سایر پژوهشگران (Benchaar و همکاران، ۲۰۰۷؛ Jahani Azizabadi و همکاران، ۲۰۱۱) است که گزارش کرده‌اند افزودن اسانس دارچین یا ترکیبات فعال آن‌ها در شرایط برون‌تنی موجب کاهش ناپدید شدن ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی می‌شود. در اکثر مطالعات درون تنی که در آن‌ها اثر اسانس‌ها بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی بررسی‌شده است، گزارش کرده‌اند که افزودن اسانس‌ها قابلیت هضم ظاهری اکثر مواد مغذی را در کل دستگاه گوارش تحت تأثیر قرار نداده است (Adham و همکاران، ۲۰۱۴؛ Vakili و همکاران، ۲۰۱۳). به نظر می‌رسد دلیل اختلاف نتایج اثر اسانس‌ها بر قابلیت هضم مواد مغذی در مطالعات برون‌تنی و کیسه‌های نایلونی با مطالعات درون‌تنی، دز مصرفی و جبران اثر منفی اسانس‌ها بر قابلیت هضم شکمبه‌ای در بخش‌های پایین‌تر دستگاه گوارش باشد. عدم تأثیر اسانس‌ها بر قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش در شرایط درون‌تنی در این مطالعه (به‌غیراز پروتئین خام) و مطالعات پیشین نشان‌دهنده این است که احتمالاً سطوح استفاده‌شده از اسانس‌ها در شرایط درون تنی نتوانسته اثرات سمی شدیدی بر فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه و هضم آنزیمی پس از شکمبه داشته باشد.

جدول ۴- اثر افزودن اسانس دارچین بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در بره‌های نر پروار

Table 4- Effect of cinnamon essential oil on nutrients apparent digestibility in feedlot male lambs

P value			SEM	اسانس دارچین (میلی‌لیتر به ازای هر رأس در روز) Cinnamon essential oil(ml/lamb/day)				قابلیت هضم (گرم/کیلوگرم) Digestibility(gr/kg)
دوره×تیمار Treatmen t×Period	دوره Period	تیمار Treatment		2	1	0.5	0.0	
0.377	0.197	0.299	12.9	730.63	759.59	726.72	742.36	ماده خشک Dry matter
0.38	0.10	0.31	13	751.45	780.38	747.78	765.21	ماده آلی Organic matter
0.49	0.04	0.035	14.8	673.66^{b}	737.62^{a}	690.13^{b}	708.7^{ab}	پروتئین خام Crude protein
0.486	0.02	0.899	30.8	595.21	621.38	594.03	593.72	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF

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

^{a,b} Different superscripts in each row indicate a significant different between treatments ($P<0.05$).

اثر نسبت‌های مختلف اسانس دارچین بر غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه بر بره‌های نر پرواری در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان داد که استفاده از سطوح مختلف اسانس دارچین تأثیر معنی‌داری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار و نسبت مولی استات، پروپیونات، بوتیرات و ایزووالرات (جدول ۵) نداشت. نتایج به‌دست‌آمده در خصوص غلظت اسیدهای چرب فرار با نتایج سایر محققین (Adham و همکاران، ۲۰۱۴؛ Benchaar و همکاران، ۲۰۰۸؛ Chaves و همکاران، ۲۰۱۱) مطابقت داشت. در مطالعه‌ای گزارش شد که افزودن یک گرم در روز سینامالدهید به جیره گاوهای شیرده، نتوانست غلظت کل اسیدهای چرب فرار و نسبت‌های مولی اسیدهای چرب فرار را تحت تأثیر قرار دهد (Benchaar و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین در پژوهشی دیگر گزارش شد که افزودن سینامالدهید به میزان ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره، اثر معنی‌داری بر غلظت کل و نسبت مولی اسیدهای چرب فرار در

بره‌های پرواری نداشت (Chaves و همکاران، ۲۰۱۱). برخلاف نتایج حاصل از این مطالعه، گزارش‌شده است که افزودن ۰/۲ گرم در کیلوگرم سینامالدهید و کارواکرول در بره‌های تغذیه‌شده با دو جیره بر اساس ذرت و جو منجر به افزایش معنی‌داری در تولید کل اسیدهای چرب فرار شد (Chaves و همکاران، ۲۰۰۸). در تحقیقی دیگر گزارش کردند که افزودن اسانس دارچین و سینامالدهید در سطح ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر محیط کشت منجر به کاهش معنی‌دار تولید کل اسیدهای چرب فرار و افزایش نسبت مولی استات (اسانس دارچین) و پروپیونات (در تیمار سینامالدهید) شد اما در سطوح کمتر از ۳۰۰۰ میلی‌گرم افزودن اسانس دارچین و سینامالدهید تأثیری بر تولید کل اسیدهای چرب فرار و نسبت مولی استات و پروپیونات نداشت (Busquet و همکاران، ۲۰۰۵). احتمالاً دلیل عدم تأثیر افزودن اسانس‌ها در مطالعات درون‌تنی نسبت به مطالعات برون تنی در تولید کل اسیدهای چرب فرار، می‌تواند تحت تأثیر غلظت مصرفی و مدت‌زمانی که میکروارگانیسم‌ها در معرض اسانس قرار می‌گیرند باشد. در شرایط درون-تنی به دلیل دینامیکی بودن فعالیت شکمبه، همواره مقداری از اسانس مصرف‌شده به‌واسطه دفع از شکمبه به قسمت‌های پایین‌تر شکمبه عبور می‌کند.

غلظت کل اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه در تیمارهای آزمایشی تحت تأثیر دوره آزمایش قرار گرفت ($P<۰/۰۵$) و در دوره سوم نسبت به دوره اول بالاتر بود. احتمالاً دلیل بالاتر بودن غلظت کل اسیدهای چرب فرار در دوره سوم نسبت به دوره اول بالاتر بودن میزان ماده خشک مصرفی در دوره سوم می‌باشد. این نتایج با میانگین pH در دوره اول و سوم همخوانی دارد که پایین‌تر بودن pH در دوره سوم احتمالاً به دلیل بالاتر بودن تولید اسیدهای چرب فرار باشد. افزودن اسانس دارچین در سه سطح ۰/۵، یک و دو میلی‌لیتر در روز بر بره‌های پرواری نتوانست میانگین pH شکمبه، کمینه و بیشینه آن را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دهد. عدم تأثیر معنی‌دار اسانس دارچین بر pH مایع شکمبه در مطالعه حاضر به دلیل عدم‌تغییر در غلظت کل اسیدهای چرب فرار، قابل‌انتظار بود. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج سایر محققین که در شرایط برون‌تنی اثر افزودن ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس دارچین را در سیستم کشت متداوم دوطرفه بررسی کرده بودند، همخوانی داشت (Benchaar و همکاران، ۲۰۰۷؛ Fraser و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج به‌دست‌آمده در سایر مطالعات درون‌تنی (Chaves و همکاران، ۲۰۱۱؛ Geraci و همکاران، ۲۰۱۲؛ Giannenas و همکاران، ۲۰۱۱) مطابقت داشت. در پژوهشی، کاهش در pH محیط کشت در شرایط برون‌تنی به واسطه افزودن اسانس دارچین (۲۸۰ میکرولیتر به ازای هر میلی‌لیتر محیط کشت) را گزارش کردند (Jahani Azizabadi و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه‌ای دیگر گزارش شد که افزودن یک گرم در روز سینامالدهید به جیره‌ی گاوهای شیرده، باعث افزایش pH شکمبه‌ای شد (Benchaar و همکاران، ۲۰۰۸). احتمالاً یکی از دلایل اصلی اختلاف بین نتایج این مطالعه و مطالعات برون‌تنی عدم ماندگاری طولانی‌مدت اسانس‌ها در شکمبه به‌واسطه دینامیک فعال شکمبه می‌باشد.

جدول ۵ – اثر افزودن اسانس دارچین بر اسیدهای چرب فرار شکمبه در برههای نر پرواری

Table 5 - Effect of cinnamon essential oil on volatile fatty acids in feedlot male lambs

(P-value)				اسانس دارچین (میلی‌لیتر به ازای هر رأس در روز) Cinnamon essential oil (ml/lamb/day)				فراسنجه‌ها Parameters
دوره×تیمار Treatment×Period	دوره Period	تیمار Treatment	SEM	2	1	0.5	0.0	
0.77	0.32	0.83	1.60	61.29	60.62	59.49	59.57	اسید استیک Acetic acid
0.387	0.316	0.49	1.32	21.56	22.78	23.62	24.36	اسید پروپیونیک Propionic Acid
0.898	0.522	0.31	1.94	15.72	17.33	12.29	13.22	اسید بوتیریک Butyric Acid
0.97	0.516	0.178	0.266	2.928	3.118	2.366	2.372	اسید استیک به اسید پروپیونیک A:P
0.807	0.722	0.687	0.036	0.373	0.376	0.410	0.426	اسید ایزو والریک Iso-valeric Acid

افزودن اسانس دارچین در سطح ۰/۵، یک و دو میلی‌لیتر به ازای هر رأس سبب کاهش معنی‌داری در pH مایع شکمبه در دوره دوم و سوم نسبت به دوره اول شد (P<۰/۰۱) (جدول ۶). که احتمالاً به دلیل بالاتر بودن تولید اسیدهای چرب فرار در دوره دوم و سوم می‌باشد که با نتایج مربوط به اثرتیمارهای آزمایش بر غلظت اسیدهای چرب فرار در دوره‌ها همخوانی دارد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در برههای تغذیه‌شده با جیره حاوی یک و دو میلی‌لیتر اسانس دارچین در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵). افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی در این پژوهش با نتایج سایر محققین (Busquet و همکاران، ۲۰۰۵؛ Cardozo و همکاران، ۲۰۰۶؛ Jahani Azizabadi و همکاران، ۲۰۱۱) که کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی در محیط کشت در اثر افزودن اسانس دارچین را گزارش کردند، مطابقت نداشت. اما با نتایج تحقیقی که افزایش در غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه گوسفندان تغذیه‌شده با جیره حاوی سینامالدهید را گزارش کردند مطابقت داشت (Chaves و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین تغییر معنی‌داری در غلظت نیتروژن پپتیدی و اسیدآمینه‌ای در اثر افزودن اسانس دارچین مشاهده نشد (جدول ۶). گزارش‌شده است که اضافه نمودن اسانس دارچین دارای (۰/۵۹ درصد سینامالدهید) به میزان ۰/۲۲ میلی‌گرم در لیتر محیط کشت در سیستم کشت مداوم دوطرفه، غلظت نیتروژن آمونیاکی را تحت تأثیر قرار نداد، اما غلظت نیتروژن پپتیدی را افزایش و به‌طور عددی غلظت نیتروژن اسیدآمینه‌ای را کاهش داد، محققین دلیل این نتایج را محدود شدن تجزیه‌ی پپتیدها دانسته‌اند (Cardozo و همکاران، ۲۰۰۴). محققین تغییر معنی‌داری در متابولیسم نیتروژن (مانند غلظت نیتروژن آمونیاکی، نیتروژن پپتیدهای بلند زنجیر و نیتروژن پپتیدهای کوتاه زنجیر به‌علاوه اسیدهای آمینه) در سطوح بالاتر سینامالدهید (۲/۲، ۳۱/۲ و ۳۱۲ میلی‌گرم در لیتر مایع کشت) مشاهده نکردند (Cardozo و همکاران، ۲۰۰۴). مطالعات کمی اثرات اسانس دارچین و سینامالدهید را بر تخمیر میکروبی شکمبه در شرایط درون‌تنی بررسی کرده‌اند. گزارش‌شده است که افزودن مخلوط اسانسی (۰/۱۸ گرم سینامآلدهید و ۰/۰۹ گرم در روز اووجینول) به جیره تلیسه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی

(۹۰:۱۰ علوفه به کنسانتره)، منجر به کاهش در غلظت نیتروژن آمونیاکی و افزایش در غلظت پپتیدهای کوتاه زنجیر در ساعات صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ پس از مصرف خوراک می‌شود که احتمالاً به واسطه مهار فرایند دِآمیناسیون شکمبه‌ای اسیدآمینه باشد (Cardozo و همکاران، ۲۰۰۶). افزایش در غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه و عدم افزایش معنی‌دار در غلظت نیتروژن پپتیدهای بلند زنجیر به‌واسطه افزودن اسانس دارچین در این مطالعه پیشنهاد می‌کند که احتمالاً فعالیت دِآمیناسیون اسیدهای آمینه توسط باکتری‌های تجزیه‌کننده اسیدهای آمینه افزایش‌یافته است. عدم تأثیر افزودن اسانس دارچین بر غلظت نیتروژن پپتیدی و اسیدآمینه‌ای در مطالعه حاضر نسبت به مطالعات پیشین احتمالاً به دلیل مقدار مصرف اسانس و یا ترکیبات فعال آن‌ها باشد.

جدول ۶ – اثر افزودن اسانس دارچین بر pH و متابولیسم نیتروژن در شکمبه بره‌های نر پرواری

Table 6 - Effect of cinnamon essential oil on pH and nitrogen metabolism in feedlot male lambs

P-value			اثرات	اسانس دارچین (میلی‌لیتر به ازای هر رأس در روز) Cinnamon essential oil (ml/lamb/day)				فراسنجه‌ها parameters
دوره × تیمار Treatment ×Period	دوره Period	تیمار Treatment	SEM	2	1	0.5	0.0	
0.84	< 0.01	0.55	0.096	5.98	6.12	6.07	6.17	pH
0.84	0.07	<0.05	1.45	23.54[b]	22.63a	20.32[ab]	16.17[a]	نیتروژن آمونیاکی Ammonia Nitrogen (میلی‌گرم / ۱۰۰ میلی‌لیتر)
0.57	0.30	0.58	121.34	98.32	99.68	310.26	173.94	S-Pep[1] (میلی‌گرم /۱۰۰ میلی‌لیتر)
0.84	0.07	0.94	0.93	2.86	2.44	3.13	2.46	L-Pep[2] (میلی‌گرم / ۱۰۰ میلی‌لیتر)

[a,b] حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد(P<۰/۰۵).

1-Short peptides
2-Long peptides
[a,b] Different superscripts in each row indicate a significant different between treatments(P<0.05).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از اسانس دارچین در سطوح مختلف استفاده‌شده در شرایط این آزمایش نتوانست عملکرد بره‌های نر پرواری، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و تخمیر شکمبه‌ای را تحت تأثیر قرار دهد ولی قابلیت هضم پروتئین در تیماری که ۱ میلی‌لیتر اسانس دریافت نمودند در مقایسه با تیمار ۰/۵ و ۲ میلی‌لیتر افزایش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). و هم‌چنین غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در ۴ ساعت پس از مصرف خوراک صبحگاهی در بره‌های که روزانه ۱ و ۲ میلی‌لیتر اسانس دریافت نمودند در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵).

منابع

Adham, A.A., Sabry M. B., Gamal A. A. & Sabry, A. S. (2014). Effect of *Cinnamaldehyde thymol* mixture on growth performance and some ruminal and blood constituents in growing lambs fed high concentrate diet. *Life Science Journal*, 11(3):240-248.

Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A.V., Fraser, G.R., Colombatto, D., McAllister, T.A. & Beauchemin, K.A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1): 209-228.

Benchaar, C., Chaves, A.V., Fraser, G.R., 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(3):413-419.

Benchaar, C., Petit, H.V., Berthiaume, R., Whyte, T.D. & Chouinard, P.Y. (2006). Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(11): 4352-4364.

Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A. & Kamel, C. (2005). Screening for the effect of natural plant extracts and secondary plant metabolites on rumen microbial fermentation in continuous culture. *Animal Feed Science and Technology*, 123(2):597-613.

Cardozo, P., Calsamiglia, S., Ferret, A. & Kamel, C. (2006). Effects of alfalfa extract, anise, capsicum, and a mixture of Cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high concentrate diet. *Journal of Animal Science*, 84(10): 2801–2808.

Cardozo, P.W., Calsamiglia, S., Ferret, A. & Kamel, C. (2004). Effects of natural plant extracts on ruminal protein degradation and fermentation profiles in continuous culture. *Journal of Animal Science*, 82(11): 3230-3236.

Cawan M. M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. Clinical Microbial Review, 12: 564-580.

Chaves, A.V., Dugan, M.E.R., Stanford, K., Gibson, L.L., Brystom, J.M., McAllister, T.A., Van Herk, F. & Benchaar, C. (2011). A dose–response of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 141(2): 213–220.

Chashnidel, Y., Rostamnezhad, Z. & Teymori, A. (2017). Effects of fish oil and thyme essence on performance, digestibility, and carcass characteristics of Dalagh male lambs. *Journal of Ruminant Research*. 5(3): 15-26.(In Persian).

Chaves, A.V., Stanford, K., Dugan, M.E.R., Gibson, L.L., McAllister, T.A., Van Herk, F., & Benchaar, C. (2008). Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 117: 215-224.

European Union. (2003). Regulation (EC) No. 1831/2003 of the European parliament of the council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Official Journal of European Union*, 268: 29-43

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(5): 2315–2328.

Geraci, J.I., Garciarena, A.D., Gagliostro, G.A., Beauchemin, K.A. & Colombatto, D. (2012). Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. *Animal Feed Science and Technology*, 176(1): 123-130.

Giannenas, I., Skoufos, J., Giannakopoulos, C., Wiemann, M., Gortzi, O., Lalas, S. & Kyriazakis, I. (2011). Effects of essential oils on milk production, milk composition, and rumen microbiota in Chios dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 94(11): 5569-5577.

Helander, I.M., Alakomi, H.L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E.J., Gorris, L.G.M. & Wright, V.A. (1998). Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9): 3590–3595.

Hobson P. N. & Stewart C.S. (1997). The Rumen Microbial Ecosystem. Blackie Academics and Professional, Suffolk. UK, pp: 140-195.

Jahani Azizabadi, H., Danesh Mesgaran, M. & Vakili, S.A. (2011). Effect of various medicinal plant essential oils obtained from semi-arid climate on rumen fermentation characteristics of a high forage diet using *in vitro* batch culture. *African Journal of Microbiology Research*, 5(27): 4812- 4819.

Jouany, J.P. 1982. Volatile fatty acids and alcohol determination in digestive contents, silage juice, bacterial cultures and anaerobic fermenter contents. *Sciences Des Aliments*. 2: 131–144.

Kung, J.R., Williams, L., Schmidt, P. & Hu, W. (2008). A blend of essential plant oils used as an additive to alter silage fermentation or used as a feed additive for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(12): 4793-4800.

Lin, B., Lu, Y., Salem, A.Z.M., Wang, J.H., Liang, Q. & Liu, J.X. (2013). Effects of essential oil combinations on sheep ruminal fermentation and digestibility of a diet with fumarate included. *Animal Feed Science and Technology*, 184(1): 2432.

SAS (2003) Statistical Analysis System User's Guide: Statistical Version. 8th Edition, SAS Institute, Cary.

Skidmore-Roth, L. (2010). Mosby's Handbook of Herbs and Natural Supplements. *Elsevier eBook on Vitalsource*, 4th edition.768p.

Tager, L.R. & Krause, K.M. (2011). Effect of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94(5): 2455-2464

Vakili, A.R., Khorrami, B., Mesgaran, M.D. & Parand, E. (2013). The effects of thyme and cinnamon essential oils on performance, rumen fermentation and blood metabolites in Holstein calves consuming high concentrate diet. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(7): 935-944.

Van Keulen, J. & Young, B. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*. 44: 282-287.

Winter, K.A., Johnson, R.R. & Dehority, B.A. (1964). Metabolism of urea nitrogen by mixed cultures of rumen bacteria grown on cellulose. *Journal of Dairy Science*, 47(7): 793-797.