نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

تأثیر سطوح مختلف پودر سیر بر عملکرد، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه، گوارش پذیری مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و بازده اقتصادی در بره‌های پرواری

Effect of different levels of garlic powder on performance, rumen fermentation parameters, nutrient digestibility, blood parameters and economic efficiency in fattening lambs

10.22092/ASJ.2025.369153.2484 شناسه دیجیتال (DOI)

نویسنده اول

علیرضا فرهادی؛ شرکت کشت و صنعت ایده بنیان آریا، همدان، ۶۲۰۶۰۵، ایران.

Alireza Farhadi: Agro-Industry Company, Ide Bonian Aria, Hamadan, 620605, Iran.

ایمیل: alirezafarhadi1106@gmail.com

شماره تماس: ۰۹۰۵۷۵۳۱۱۰۶

نویسنده دوم

محمد شریفی؛ نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری تخصصی تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

Mohamad Sharifi: Corresponding Author, PhD student in Animal Nutrition, Department of Animal Science, Tabriz University, Tabriz, Iran.

ایمیل: shryfym398@gmail.com

شماره تماس: ۰۹۰۵۸۱۲۳۷۰۰

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

تأثیر سطوح مختلف پودر سیر بر عملکرد، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه، گوارش پذیری مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و بازده اقتصادی در بره‌های پرواری

چکیده

مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف پودر سیر بر عملکرد، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه، گوارش‌پذیری مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و بازدهٔ اقتصادی در بره‌های پرواری انجام شد. بدین منظور از تعداد ۲۴ رأس برهٔ نر پرواری شال، با میانگین وزن اولیهٔ ۱/۶۷± ۲۶/۳۴ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۶ تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار بدون پودر سیر (شاهد) و تیمارهای حاوی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم بر اساس مادهٔ خشک پودر سیر در جیره بودند. نتایج نشان داد که استفاده از جیرهٔ حاوی ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم پودر سیر (به ترتیب ۲۲۰/۳۵ و ۲۲۲/۸۵ گرم در روز) باعث بهبود میانگین افزایش وزن روزانه نسبت به تیمار شاهد (۱۹۰/۰۰ گرم در روز) شد (P<۰/۰۵). گوارش‌پذیری مادهٔ خشک، مادهٔ آلی و پروتئین خام به‌طور معنی‌دار در بره‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۴۰ و ۶۰ گرم پودر سیر بیشتر از تیمار شاهد و ۲۰ گرم پودر سیر بود (P<۰/۰۵). در بره‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۴۰ و ۶۰ گرم پودر سیر غلظت کل اسیدهای چرب فرار و پروپیونات نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت، اما نسبت استات به پروپیونات به‌طور معنی‌دار کاهش یافت (P<۰/۰۵). اضافه کردن سطوح مختلف پودر سیر به جیره باعث افزایش غلظت ایمونوگلوبین‌های G و M سرم خون شدند. هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن بدن در تیمارهای ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم پودر سیر به ترتیب ۱/۷۵، ۶/۴۳ و ۷/۶۰ درصد کاهش یافت. بنابراین می‌توان توصیه نمود که استفاده از پودر سیر به‌عنوان افزودنی غذایی برای بهبود عملکرد و ارتقای سلامت بره‌های پرواری تا سطح ۶۰ گرم در کیلوگرم خوراک مفید خواهد بود.

کلمات کلیدی: بازدهٔ اقتصادی، برهٔ پرواری، پاسخ ایمنی، پودر سیر، عملکرد رشد

مقدمه

افزودن آنتی بیوتیک به خوراک دام به طور گسترده‌ای برای ارتقای عملکرد رشد، ضریب تبدیل خوراک، کیفیت محصول و سلامت حیوانات استفاده شده است (Wu و همکاران، ۲۰۲۰). اما در سال‌های اخیر استفاده از گیاهان دارویی به عنوان جایگزین‌های طبیعی برای آنتی بیوتیک‌های محرک رشد در تغذیه حیوانات به علت بهبود عملکرد آنها توجه بیشتری را به خود جلب کرده است. مصرف آنتی بیوتیک‌هایی مانند اکسی تتراسایکلین، ترامایسین و فلومکوئین در تغذیه حیوانات به عنوان محرک رشد، موجب ایجاد مقاومت میکروبی در دام می‌شود (Lan و همکاران، ۲۰۲۰). از طرف دیگر به دلیل وجود بقایای آنتی بیوتیکی در محصولات حیوانی و ایجاد خطر برای مصرف کننده، نیاز به جایگزینی این محصولات وجود دارد (Chen، ۲۰۲۱). بوم شناسی شکمبه و عملکرد رشد نشخوارکنندگان و کیفیت محصول همگی تحت تأثیر جیره غذایی هستند. بنابراین، مکمل‌های غذایی یک روش مؤثر و راحت برای دستکاری ترکیب غذایی جیره دام به منظور دستیابی به بوم شناسی شکمبه و عملکرد رشد بهتر است. گیاهان و فرآورده‌های آنها حاوی

انواع ترکیبات فعال زیستی هستند که وظیفه انواع عملکردهای بیولوژیکی را بر عهده دارند و به همین دلیل جایگزین مناسبی برای مکمل‌های آنتی بیوتیکی در خوراک دام می‌باشند. مطالعات نشان داده‌اند که مکمل با محصولات گیاهی می‌تواند عملکرد و سلامت حیوانات را بهبود بخشد (Tao و همکاران، ۲۰۲۰).

سیر (Allium sativum L.) گیاهی پیازدار یکساله از خانواده Alliaceae بومی آسیای مرکزی و جنوبی است (Rouf و همکاران، ۲۰۲۰). تقریباً ۲۷ میلیون تن سیر سالانه در سراسر جهان تولید می‌شود که چین، هند، کره جنوبی، مصر و ایالات متحده آمریکا پنج کشور برتر تولیدکننده سیر هستند (Lee و همکاران، ۲۰۲۰؛ Rouf و همکاران، ۲۰۲۰). سیر و فرآورده‌های آن سرشار از ترکیبات سولفور آلی فعال زیستی مانند آلیسین، آلیکسین و آلیل سولفید هستند که به محصولات سیر خاصیت ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی، تعدیل کننده سیستم ایمنی، ضد فشار خون، پیشگیری از سرطان، ضد چربی خون و سایر خواص فیزیولوژیکی می‌دهند (Qin و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین، سیر در سراسر جهان به عنوان یک "دارو- غذا" شناخته شده است که نسبت به داروهای سنتی و جایگزین برتری دارد (Liu و همکاران، ۲۰۱۵). پودر سیر با ۲۲/۹۰ درصد پروتئین خام برای استفاده به عنوان افزودنی خوراک دام مورد توجه قرار گرفته است (Kongmun و همکاران، ۲۰۱۱). مهم‌تر از آن، پروتئین موجود در پودر سیر تقریباً حاوی تمام اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز حیوانات است. فراوان‌ترین اسیدآمینه آرژنین و پس از آن آسپارتات و گلوتامات است (Kodera و همکاران، ۲۰۰۲). اثرات مکمل غذایی با محصولات سیر بر عملکرد رشد حیوانات تک معده‌ای (عمدتاً طیور و خوک) در مطالعات فراوانی مورد بررسی قرار گرفته است، که برخی از مطالعات اثرات مفید اولیه را مشاهده کرده‌اند (Ogbuewu و همکاران، ۲۰۱۹؛ Yan و همکاران، ۲۰۱۱). بر اساس آمار منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی (۱۴۰۲)، میزان تولید سیر در ایران حدود ۳۵۶ هزار تن در سال گزارش شده است. همچنین با توجه به این حجم تولید، و در نظر گرفتن سرانه مصرف انسانی، بخشی از این محصول به دلایل مختلف از جمله کاهش کیفیت ظاهری، عدم انطباق با استانداردهای بازار، و مازاد تولید فصلی، قابلیت عرضه به بازار مصرف انسانی را ندارد و به‌عنوان ضایعات یا محصول درجه ۲ و ۳ در دسترس قرار می‌گیرد. این مقادیر معمولاً در صنایع غذایی و دارویی مصرف نمی‌شوند و می‌توانند در جیره دام و طیور مورد استفاده قرار گیرند.

اخیراً محصولات سیر مانند پودر سیر، روغن، عصاره (آلیسین) و محصولات جانبی، به عنوان جایگزینی برای آنتی بیوتیک‌ها، برای دستکاری اکولوژی شکمبه و دستیابی به عملکرد رشد بهتر، کاهش انتشار متان و بهبود کیفیت محصولات نشخوارکنندگان و کنترل عفونت‌های انگلی استفاده شده است (Curry و Whitaker، ۲۰۱۰؛ Ogbuewu و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعات نشان داده‌اند که محصولات سیر دارای مزایای بیولوژیکی متنوعی برای نشخوارکنندگان هستند (Yang و همکاران، ۲۰۲۱؛ Zafarian و Manafi، ۲۰۱۳). تاکنون مطالعات درون آزمایشگاهی متعددی بر روی تأثیر سیر و محصولات فرعی آن در تخمیر شکمبه‌ای انجام شده است که شواهد دال بر تأثیر مثبت آن بر تخمیر در جهت بهبود انرژی و کاهش اتلاف متان وجود دارد (Cardozo و همکاران، ۲۰۰۴؛ Busquet و همکاران، ۲۰۰۵). در دورهٔ اولیه زندگی، الگوی رشد فلورهای میکروبی روده بسیار مهم است. با توجه به این که باکتری‌ها با تغییر بیان ژن در سلول‌های اپیتلیال روده، محیط را به محل مناسبی تبدیل می‌کنند. بنابراین اولین فلور میکروبی مستقر در دستگاه گوارش بسیار مهم است زیرا باور براین است که ترکیبات موجود در سیر با تثبیت فلور میکروبی روده نقش محافظت کننده‌ای در برابر بیماری-های مختلف از خود نشان می‌دهند (Kekana و همکاران، ۲۰۲۰). با این حال، اطلاعات محدودی در مورد اثرات استفاده از پودر سیر

بر گوارش‌پذیری، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه در بره‌های پرواری وجود دارد. بنابراین، هدف از این مطالعه، ارزیابی اثر سطوح مختلف پودر سیر بر عملکرد، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه، گوارش‌پذیری مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و بازده اقتصادی در بره‌های پرواری می‌باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در یک واحد دامپروری ۱۵۰ رأسی پرورش گوسفند انجام شد. تعداد ۲۴ رأس برۀ نر پرواری نژاد شال با متوسط سن ۹۰ روز و میانگین وزن اولیۀ ۱/۶۷± ۲۶/۳۴ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تیمار و ۶ تکرار قرار گرفتند. بره‌ها در طول دورۀ آزمایش به مدت ۷۰ روز (۱۴ روز عادت‌دهی، ۵۶ روز دورۀ آزمایش) در قفس‌های انفرادی قرار داشتند. جیرۀ دام‌ها با نرم افزار سیستم تغذیۀ نشخوارکنندگان کوچک (SRNS) تنظیم شد (Tedeschi و همکاران، ۲۰۱۰). تیمارهای آزمایشی شامل گروه شاهد (بدون پودر سیر) و تیمارهای حاوی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم بر اساس مادۀ خشک پودر سیر در جیره بودند. مواد خوراکی مورد استفاده در جیره، مقدار و ترکیبات شیمیایی آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. به‌منظور اطمینان از یکنواختی پودر سیر در جیره‌ها، ابتدا مقدار معین از پودر سیر با حدود ۵ کیلوگرم ذرت آسیاب‌شده به‌خوبی مخلوط شد. سپس این مخلوط (پرمیکس) به کل جیره تیمار مربوطه افزوده و در میکسر جیره مخلوط شد. به‌منظور تعیین ترکیب شیمیایی پودر سیر مورد استفاده در آزمایش، نمونه‌هایی از هر پارت تهیه و آنالیز شیمیایی بر اساس روش‌های AOAC (۲۰۰۶) انجام شد. دانه‌های جو و ذرت مورد استفاده در جیره‌ها به‌صورت خرد شده به جیره افزوده شد. این کار به‌منظور افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی و بهبود تخمیر در شکمبه انجام گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، پودر سیر دارای ۴۰۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک، ۹۵۰/۴ گرم در کیلوگرم ماده آلی، ۹۴/۳ گرم در کیلوگرم پروتئین خام، ۶/۴ گرم در کیلوگرم چربی خام، ۶۳/۸ گرم در کیلوگرم الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ۵۱/۶ گرم در کیلوگرم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، ۰/۳ گرم در کیلوگرم کلسیم و ۰/۲ گرم در کیلوگرم فسفر بود. خوراک روزانه به صورت جیره TMR در ساعات ۰۸:۰۰ و ۱۷:۰۰ در اختیار دام‌ها قرار گرفت. مصرف خوراک به صورت اختیاری بود و دام‌ها دسترسی آزاد به آب داشتند.

جدول ۱- مواد تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیرۀ پایه (درصد از مادۀ خشک)

اجزاء خوراک	درصد
یونجه	۲۵/۰
کاۀ گندم	۵/۰
دانه جو	۲۲/۳۰
دانه ذرت	۲۶/۰۰
سبوس گندم	۱۰/۴۰
کنجاله سویا	۱۰/۰۰
مکمل معدنی و ویتامینه	۰/۵۰
پودر صدف	۰/۵۰
نمک	۰/۳۰
ترکیبات شیمیایی	درصد از مادۀ خشک
مادۀ خشک	۹۰/۴۰

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

پروتئین خام	۱۴/۲۵
الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی	۳۴/۴۵
کلسیم	۰/۶۹
فسفر	۰/۳۲
انرژی قابل متابولیسم (Mcal/kg)	۲/۵۹

هر کیلوگرم پیش مخلوط شامل: ۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A ؛ ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3 ؛ ۱ گرم در کیلوگرم ویتامین E ؛ ۱۸۰ گرم بر کیلوگرم کلسیم؛ ۹۰ گرم بر کیلوگرم فسفر؛ ۲۰ گرم بر کیلوگرم منیزیم؛ ۶۰ گرم در کیلوگرم سدیم؛ ۲ گرم بر کیلوگرم منگنز؛ ۳ گرم بر کیلوگرم روی؛ ۱ گرم در کیلوگرم کبالت؛ ۱ گرم بر کیلوگرم سلنیوم؛ ۱ گرم بر کیلوگرم ید؛ ۳ گرم در کیلوگرم آنتی اکسیدان.

دام‌ها در ابتدای دوره و در طول دورهٔ پرواربندی هر هفته با رعایت ۱۲ ساعت محرومیت از خوراک وزن کشی شدند و مقدار افزایش وزن روزانهٔ آنها ثبت شد. بره‌ها در جایگاه‌های مربوطه به طور تصادفی تقسیم شدند. دام‌ها مدت ۱۴ روز عادت پذیری به جیره و جایگاه را سپری کردند. در طول دورهٔ عادت پذیری مادهٔ خشک مصرفی اندازه‌گیری شد به طوری که مقدار خوراک تخصیص داده شده ۱۰ درصد بیشتر از مصرف روز قبل بود. در ابتدای هر روز، باقی‌مانده خوراک روز قبل جمع‌آوری و توزین می‌شد و به‌منظور اطمینان از وجود خوراک کافی در آخور و جلوگیری از کمبود احتمالی، مقدار خوراک تخصیص‌یافته در روز بعد، ده درصد بیشتر از میزان مصرف‌شده در روز قبل در نظر گرفته می‌شد. همچنین ضریب تبدیل خوراک از تقسیم میانگین مقدار خوراک مصرفی بر میانگین افزایش وزن زندهٔ بره‌های هر تیمار محاسبه شد.

اندازه‌گیری گوارش‌پذیری ظاهری مادهٔ خشک، مادهٔ آلی و پروتئین خام نمونه‌های خوراک و فضولات بره‌های آزمایشی به روش‌های استاندارد (AOAC، ۲۰۰۳) و مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) به روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) در روزهای ۸۵ الی ۹۰ آزمایش تعیین شد. به منظور اندازه‌گیری گوارش‌پذیری ظاهری خوراک آزمایشی از خاکستر نامحلول در اسید به عنوان یک نشانگر داخلی استفاده شد. جمع‌آوری مدفوع در روزهای مورد نظر، ۲ نوبت در روز با فاصله ۳ ساعت انجام شد. اولین نوبت ۴ ساعت پس از مصرف خوراک انجام شد. نمونه‌های مدفوع جمع‌آوری شده روزانه هر برهٔ با هم مخلوط و به صورت مجزا و به تفکیک روز در داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته و بلافاصله در داخل فریزر و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. گوارش‌پذیری بر اساس نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید از فرمول زیر محاسبه شد (بهزاد و همکاران، ۱۴۰۳).

$$\text{درصد گوارش پذیری} = 100 - \left(\frac{\text{نشانگر در خوراک} \times \text{مواد مغذی در مدفوع}}{\text{نشانگر در مدفوع} \times \text{مواد مغذی در خوراک}}\right) \times 100$$

جهت تعیین فراسنجه‌های تخمیری مایع شکمبه شامل pH، غلظت آمونیاک و اسیدهای چرب فرار شکمبه، در روز ۴۵ آزمایش و سه ساعت پس از خوراک دهی وعدهٔ صبح، مایع شکمبه توسط لولهٔ مری از تمامی دام‌ها اخذ شد. میزان ۱۰ تا ۲۰ میلی‌لیتر اولیه جهت کاهش اثرات منفی بزاق بر pH دور ریخته شد. ابتدا pH محتویات شکمبه بلافاصله توسط دستگاه pH متر (مدل ۳۵۰، Jenway pH Meter) اندازه‌گیری شد. سپس محتویات شکمبه از ۴ لایه پارچه متقال عبور داده شد و به ازای هر ۱/۲ میلی لیتر مایع شکمبه ۰/۳ میلی لیتر متافسفریک اسید ۲۵ درصد به آن اضافه شد. نمونه‌ها جهت آنالیز اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گازکروماتوگرافی

(Chrompack cp, 9003) به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتیگراد تا روز آنالیز انتقال داده شدند. همچنین، برای بررسی غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه، ابتدا مقدار ۵ میلی لیتر دیگر مایع شکمبه با ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال کاملاً مخلوط شده و سریعاً به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتیگراد منتقل شد (Broderick و Kang، ۱۹۸۰). جهت اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، مایع شکمبه صاف شده ابتدا یخ گشایی شد و با دور ۵۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و پس از جداسازی سوپرناتانت نمونه‌ها به میزان ۵۰ میکرولیتر با ۵ میکرولیتر آب مقطر، ۲/۵ میکرولیتر فنول و ۲ میکرولیتر معرف هیپوکلریت اسید مخلوط و به مدت ۵ دقیقه در بن-ماری با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پس از سرد شدن، توسط دستگاه اسپکتوفتومتری (Spectronic 21D; Milton Roy Co., Rochester, NY, USA) با طول موج ۶۳۰ نانومتر میزان نیتروژن آمونیاکی اندازه‌گیری و توسط استانداردهای موجود تصحیح شد (Broderick و Kang، ۱۹۸۰).

جهت بررسی اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، پروتئین کل، آلبومین، کلسترول، تری‌گلیسیرید، نیتروژن اوره‌ای خون و ایمونوگلوبولین‌های G/M/A در پایان دورهٔ آزمایش خون‌گیری از بره‌ها انجام شد. خونگیری ۱۲ ساعت بعد از مصرف خوراک با استفاده از لوله‌های خلاءدار حاوی مادهٔ ضد انعقاد EDTA از ورید وداج بره‌ها انجام شد. نمونه‌های خون سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه) و سرم جدا شد و تا زمان اندازه‌گیری غلظت فراسنجه‌های خونی در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند (Relling و همکاران ۲۰۰۹). فراسنجه‌های خونی با استفاده از کیت‌های تجاری پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر (مدل RA1000, USA) اندازه‌گیری شدند. میزان فعالیت ایمونوگلوبولین‌ها از طریق کیت‌های الایزا IgG/M/A (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) مطابق با روش Caroprese و همکاران (۲۰۱۲) اندازه‌گیری شدند.

هزینه خوراک بر اساس نرخ فعلی بازار با جمع هزینهٔ همهٔ اقلام خوراک (کنسانتره و علوفه) و پودر سیر محاسبه شد. هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن بدن با ضرب قیمت هر کیلوگرم جیره در ضریب تبدیل خوراک محاسبه شد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماریSAS (نسخه ۹/۱) و رویهٔ GLM برای مدل زیر تجزیه و تحلیل شدند و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی در سطح آماری پنج درصد مقایسه شدند.

$$yij = \mu + Ti + eij$$

در این رابطه، yij صفت مورد اندازه‌گیری، μ میانگین کل، Ti اثر تیمار و eij خطای آزمایشی است. برای بررسی روند میانگین‌های بدست آمده از مقایسات اثرات خطی (L) و درجه دوم (Q) سطوح مختلف پودر سیر استفاده شد.

نتایج

نتایج مربوط به اثر سطوح مختلف پودر سیر بر عملکرد بره‌های پرواری در جدول ۲ گزارش شده است. استفاده از جیره حاوی ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم پودر سیر باعث افزایش در افزایش وزن کل و میانگین افزایش وزن روزانه نسبت به تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵).

ضریب تبدیل خوراک در بره‌های تغذیه شده با ۶۰ گرم در کیلوگرم پودر سیر به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود. مصرف خوراک و وزن نهایی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵).

جدول ۲- اثر سطوح مختلف پودر سیر بر عملکرد بره‌های پرواری

تیمار	شاهد	۲۰ گرم پودر سیر	۴۰ گرم پودر سیر	۶۰ گرم پودر سیر	خطای استاندارد	مقایسات متعامد	
						خطی	درجه دوم
وزن اولیهٔ بدن (کیلوگرم)	۲۶/۷۴	۲۶/۱۰	۲۶/۳۲	۲۶/۲۲	۱/۲۸	۰/۹۸	۰/۸۶
وزن نهایی بدن (کیلوگرم)	۳۷/۳۸	۳۷/۴۲	۳۸/۶۶	۳۸/۷۰	۱/۳۱	۰/۶۱	۰/۴۷
افزایش وزن کل (کیلوگرم)	۱۰/۶۴^{b}	۱۱/۳۲^{ab}	۱۲/۳۴^{a}	۱۲/۴۸^{a}	۰/۳۳	۰/۰۰۴	۰/۲۸
افزایش وزن روزانه (گرم)	۱۹۰/۰۰^{b}	۲۰۲/۱۴^{ab}	۲۲۰/۳۵^{a}	۲۲۲/۸۵^{a}	۶/۰۴	۰/۰۰۴	۰/۳۵
مصرف خوراک روزانه (گرم)	۱۱۴۸/۱۷	۱۱۷۵/۶۴	۱۲۱۳/۸۹	۱۱۹۴/۹۲	۳۸/۴۹	۰/۶۶	۰/۱۶
ضریب تبدیل خوراک	۶/۰۴^{a}	۵/۸۵^{ab}	۵/۴۹^{ab}	۵/۳۵^{b}	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۴۳

$^{a-b}$حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<۰/۰۵) است.

جدول ۳ اثر سطوح مختلف پودر سیر بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در جیره بره‌های پرواری را نشان می‌دهد. گوارش‌پذیری مادهٔ خشک، مادهٔ آلی و پروتئین خام به طور معنی‌دار در تیمارهای ۴۰ و ۶۰ گرم پودر سیر بیشتر از تیمار شاهد و ۲۰ گرم پودر سیر بود (P<۰/۰۵). گوارش‌پذیری NDF و ADF در بره‌های تغذیه شده با سطوح مختلف پودر سیر بیشتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف پودر سیر بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در جیره بره‌های پرواری

تیمار	شاهد	۲۰ گرم پودر سیر	۴۰ گرم پودر سیر	۶۰ گرم پودر سیر	خطای استاندارد	مقایسات متعامد	
						خطی	درجه دوم
مادهٔ خشک (درصد)	۷۳/۷۵^{b}	۷۴/۵۳^{b}	۷۷/۴۸^{a}	۷۸/۱۵^{a}	۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۱۸
مادهٔ آلی (درصد)	۷۸/۱۳^{b}	۸۰/۴۵^{b}	۸۲/۵۳^{a}	۸۲/۲۷^{a}	۰/۴۳	۰/۰۳	۰/۲۴
پروتئین خام (درصد)	۶۷/۰۶^{b}	۶۹/۷۲^{ab}	۷۱/۸۴^{a}	۷۲/۰۹^{a}	۰/۳۲	۰/۰۰۱	۰/۶۱
چربی خام (درصد)	۵۹/۱۸	۶۱/۲۷	۶۰/۷۲	۶۰/۴۵	۰/۲۴	۰/۷۶	۰/۸۹
NDF (درصد)	۶۳/۵۵^{b}	۶۶/۸۳^{a}	۶۷/۲۴^{a}	۶۷/۳۳^{a}	۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۱۵
ADF (درصد)	۴۳/۲۶^{b}	۴۷/۰۴^{a}	۴۷/۵۶^{a}	۴۷/۹۸^{a}	۰/۲۶	۰/۰۴	۰/۲۳

$^{a-b}$حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<۰/۰۵) است.

اثر سطوح مختلف پودر سیر بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه در جدول ۴ نشان داده شده است. pH تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت اما نیتروژن آمونیاکی در تیمارهای حاوی ۴۰ و ۶۰ گرم پودر سیر به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود. در بره‌های تغذیه

شده با ۴۰ و ۶۰ گرم پودر سیر غلظت کل اسیدهای چرب فرار و پروپیونات نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت اما نسبت استات به پروپیونات به طور معنی‌دار کاهش یافت (P<۰/۰۵).

جدول ۴- اثر سطوح مختلف پودر سیر بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه بره‌های پرواری

تیمار	شاهد	۲۰ گرم پودر سیر	۴۰ گرم پودر سیر	۶۰ گرم پودر سیر	خطای استاندارد	مقایسات متعامد	
						خطی	درجه دوم
pH	۶/۲۷	۶/۲۲	۶/۱۵	۶/۱۹	۰/۰۴	۰/۲۹	۰/۳۶
نیتروژن آمونیاکی (mg/dl)	۲۱/۹۷^{a}	۲۰/۵۶^{ab}	۲۰/۱۱^{b}	۱۹/۰۴^{b}	۰/۵۸	۰/۰۴	۰/۴۵
کل اسیدهای چرب فرار (mmol/l)	۹۰/۱۵^{b}	۹۳/۲۴^{ab}	۹۶/۴۸^{a}	۹۵/۷۵^{a}	۱/۳۸	۰/۰۲	۰/۱۲
استات (mmol/l)	۵۷/۴۳	۵۶/۹۱	۵۶/۸۴	۵۷/۳۵	۲/۱۳	۰/۴۱	۰/۵۷
پروپیونات (mmol/l)	۱۶/۲۷^{b}	۱۸/۶۷^{ab}	۲۰/۹۷^{a}	۲۰/۵۰^{a}	۰/۷۹	۰/۰۱	۰/۰۸
بوتیرات (mmol/l)	۱۱/۲۶	۱۱/۴۷	۱۲/۷۶	۱۲/۴۹	۰/۶۱	۰/۳۲	۰/۳۳
ایزوبوتیرات (mmol/l)	۲/۳۴	۲/۴۵	۲/۵۱	۲/۴۳	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۱۶
والرات (mmol/l)	۱/۳۵	۱/۳۸	۱/۵۸	۱/۲۶	۰/۰۴	۰/۶۳	۰/۲۸
ایزووالرات (mmol/l)	۱/۰۸	۱/۱۲	۱/۱۳	۱/۰۹	۰/۰۸	۰/۵۶	۰/۷۳
استات/پروپیونات	۳/۵۲^{a}	۳/۰۴^{ab}	۲/۷۱^{b}	۲/۷۹^{b}	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۱۱

$^{a-b}$حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<۰/۰۵) است.

جدول ۵ اثر سطوح مختلف پودر سیر بر فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری را نشان می‌دهد. غلظت گلوکز سرم در بره‌های تغذیه شده با جیرهٔ حاوی ۴۰ و ۶۰ گرم پودر سیر به طور معنی‌دار بیشتر از تیمار ۲۰ گرم پودر سیر بود (P<۰/۰۵). استفاده از ۴۰ و ۶۰ گرم پودر سیر در جیره باعث کاهش غلظت کلسترول نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین تغذیهٔ بره‌های با ۲۰ و ۶۰ گرم پودر سیر غلظت تری-گلیسرید و اورهٔ خون را به طور معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (P<۰/۰۵). همچنین اضافه کردن سطوح مختلف پودر سیر به جیره باعث افزایش غلظت ایمونوگلوبین‌های G و M سرم خون نسبت به تیمار شاهد شدند (P<۰/۰۵).

جدول ۵- اثر سطوح مختلف پودر سیر بر فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری

تیمار	شاهد	۲۰ گرم پودر سیر	۴۰ گرم پودر سیر	۶۰ گرم پودر سیر	خطای استاندارد	مقایسات متعامد	
						خطی	درجه دوم
گلوکز (mg/dl)	۶۵/۵۱^{ab}	۶۳/۷۵^{b}	۷۲/۱۸^{a}	۷۳/۴۱^{a}	۲/۱۳	۰/۰۰۱	۰/۱۶
پروتئین کل (g/dl)	۷/۲۸	۷/۴۶	۷/۵۸	۷/۷۵	۰/۳۴	۰/۶۸	۰/۳۴
آلبومین (g/dl)	۴/۳۸	۴/۴۵	۴/۶۷	۴/۳۵	۰/۲۷	۰/۷۱	۰/۸۶

کلسترول (mg/dl)	۵۱/۶۴[a]	۴۸/۳۴[ab]	۴۶/۸۲[b]	۴۵/۰۳[b]	۱/۰۹	۰/۰۲	۰/۴۵
تری گلیسرید (mg/dl)	۲۲/۸۱[a]	۱۷/۲۷[b]	۱۹/۳۶[b]	۱۷/۰۵[b]	۰/۴۵	۰/۰۰۴	۰/۱۹
نیتروژن اوره‌ای (mg/dl)	۱۵/۳۴[a]	۱۱/۷۲[b]	۱۴/۶۷[ab]	۱۲/۴۴[b]	۰/۳۸	۰/۰۳	۰/۲۷
ایمونوگلوبین A (IU/l)	۶/۱۲	۶/۷۴	۶/۶۱	۶/۹۱	۰/۶۳	۰/۲۵	۰/۵۶
ایمونوگلوبین G (IU/l)	۸/۵۲[b]	۱۳/۶۴[a]	۱۲/۹۵[a]	۱۲/۸۳[a]	۰/۷۸	۰/۰۰۲	۰/۱۶
ایمونوگلوبین M (IU/l)	۱/۷۴[b]	۲/۳۹[a]	۱/۸۳[a]	۲/۲۶[a]	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۷

[a-b]حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<۰/۰۵) است.

اثر سطوح مختلف پودر سیر بر هزینهٔ خوراک و هزینهٔ خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن بدن در جدول ۶ گزارش شده است. استفاده از پودر سیر در جیره باعث افزایش هزینهٔ خوراک شد اما هزینهٔ خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن بدن در تیمارهای ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم پودر سیر به ترتیب ۱/۷۵، ۶/۴۳ و ۷/۶۰ درصد کاهش یافت.

جدول ۶-اثر سطوح مختلف پودر سیر بر هزینهٔ خوراک و هزینهٔ خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن بدن

تیمار	شاهد	۲۰ گرم پودر سیر	۴۰ گرم پودر سیر	۶۰ گرم پودر سیر
قیمت جیره (تومان)	۱۶۶۰۰	۱۶۸۲۰	۱۷۰۴۰	۱۷۲۶۰
هزینهٔ خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن بدن (تومان)	۱۰۰۳۸۱/۳۳	۹۸۴۱۰/۵۹	۹۳۷۰۸/۲۳	۹۲۵۰۲/۸۲

بحث

پودر سیر به عنوان جایگزین آنتی بیوتیک‌ها برای ارتقای عملکرد رشد به جیرهٔ نشخوارکنندگان اضافه می‌شود. در مطالعهٔ حاضر افزودن پودر سیر در جیرهٔ غذایی احتمالاً از طریق اثرات مثبت بر گوارش‌پذیری خوراک، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک بره‌ها را بهبود بخشید. در مطالعات مختلف دوز موثر مثبت توصیه شده از ۲۰ تا ۵۰ گرم بر کیلوگرم با یک دورهٔ آزمایشی ۵۵ تا ۱۰۰ روزه در سن ۵ تا ۸ ماهگی متغیر گزارش شده است (EI-Naggar و Ibrahim، ۲۰۱۸؛ Zhong و همکاران، ۲۰۱۹؛ Kewan و همکاران، ۲۰۲۱). مطالعات نشان داده‌اند که میانگین افزایش وزن روزانه بره‌های آلوده به نماتدهای گوارشی پس از تغذیه پودر سیر به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (۵۰ گرم بر کیلوگرم، دوره آزمایشی ۸۴ روز). این به خاصیت ضد انگلی پودر سیر نسبت داده می-شود (Zhongو همکاران، ۲۰۱۹). علاوه بر این، مکمل غذایی با پودر سیر (۵ تا ۷/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک) می‌تواند افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک گوساله‌های ۲ تا ۳ ماهه را در یک دوره آزمایشی ۵۶ تا ۱۵۰ روزه افزایش دهد (Gholipour و همکاران، ۲۰۱۶). افزودن پودر سیر به جیره می‌تواند خوش طعمی غذا را افزایش دهد که به نوبه خود اشتهای حیوان و دریافت مواد مغذی را افزایش می‌دهد (EI-Naggar و Ibrahim، ۲۰۱۸). علاوه بر این، پودر سیر سرشار از ترکیبات حاوی گوگرد با

فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی است. بنابراین، افزودن پودر سیر به خوراک نشخوارکنندگان می‌تواند از مواد غذایی در برابر فساد ناشی از اکسیداسیون و آلودگی میکروبی در طول ذخیره‌سازی محافظت کند که این امر خوش‌مزه بودن خوراک را نیز بهبود می‌بخشد (Omidifar و همکاران، ۲۰۲۰؛ Samimi و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی دیگر Patra و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که افزودن پودر سیر در جیره غذایی (۱۰ گرم بر کیلوگرم برای ۲۷ روز) می‌تواند گوارش‌پذیری NDF و افزایش وزن روزانه را افزایش دهد، زیرا آلیسین موجود در پودر سیر می‌تواند جمعیت باکتری‌های سلولولیتیک (*Butyrivibrio fibrisolvens*، *Fibrobacter succinogenes* و *Ruminococcus flavefaciens*) را افزایش دهد (Ma و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین استفاده از پودر سیر در جیره بره-های پرواری احتمالاً با افزایش مصرف خوراک و گوارش‌پذیری مواد مغذی عملکرد (افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک) بره‌ها را بهبود می‌بخشد. محصولات جانبی سیر سرشار از پروتئین، کربوهیدرات و خاکستر هستند. پلی‌فنول‌ها ترکیبات فعال زیستی اصلی پوست سیر هستند و می‌توانند بر متابولیسم انرژی تأثیر مثبت بگذارند و در نتیجه از طریق کاهش انتشار متان در شکمبه، مصرف انرژی بالاتری داشته باشند که به نوبه خود باعث بهبود افزایش وزن روزانه در بره‌ها می‌شود (Zhu و همکاران، ۲۰۲۱). ترکیبات فعال و مؤثر موجود در پودر سیر با مهارکردن پروتئازهای باکتریایی موجب کاهش هضم پروتئین در شکمبه و نگاری و مورد استفاده قرارگرفتن آن‌ها در روده می‌شوند و پس از جذب در روده باریک به طور مؤثری در بدن حیوان نشخوارکننده مورد استفاده قرار می-گیرند و منجر به افزایش و بهبود راندمان تولیدی حیوان می‌شوند (Kekana و همکاران، ۲۰۲۰).

همسو با مطالعه حاضر محققین افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک (Patra و همکاران، ۲۰۱۰) و ماده آلی (Yang و همکاران، ۲۰۰۷) با استفاده از اسانس روغنی سیر در جیره گاوهای شیری گزارش کرده‌اند. همچنین استفاده از عصاره سیر، تجزیه پروتئین را کاهش و هضم آن را در کل دستگاه گوارش افزایش داده است (Castells و همکاران، ۲۰۱۳). مخالف با نتایج حاضر تغییری در گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام، NDF و ADF گوساله‌های دریافت کننده ۱ و ۲ درصد پودر سیر (Ismaili، ۲۰۰۸) و گوسفندانی که با ۲ درصد پودر سیر تغذیه شدند (Taherinia و همکاران، ۲۰۱۵) مشاهده نشد. تأثیر متفاوت پودر سیر بر گوارش‌پذیری مواد مغذی را می-توان به علت اثر متفاوت ترکیبات و اجزای فعال آنها تحت تأثیر غلظت و ترکیب جیره پایه مرتبط دانست (Benchaar و همکاران، ۲۰۰۸). بهبود گوارش‌پذیری مواد مغذی در این پژوهش احتمالاً به این دلیل است که سیر و اجزای فعال آن با از بین بردن میکروب‌ها، برخی ویروس‌ها، عفونت‌های قارچی و انگل‌های روده‌ای بر بهبود گوارش‌پذیری مواد مغذی تأثیر دارند (Kongmun و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر این بیان کرده‌اند که تغذیه با سیر منجر به کاهش عمق کریپت‌های ایلئوم می‌گردد و سبب بهبود جذب مواد مغذی در روده می‌شود (Demir و همکاران، ۲۰۰۳). در پژوهش حاضر گوارش‌پذیری NDF و ADF با افزودن ۲۰ گرم در کیلوگرم پودر سیر در جیره بره‌های پرواری افزایش یافت که با نتایج Ma و همکاران (۲۰۱۶) موافق می‌باشد. در بررسی روغن سیر و اجزای آن مکمل نمودن جیره با دی آلیل دی سولفاید موجود در سیر جزء فعال گوگرددار سیر منجر به افزایش گوارش‌پذیری NDF در مقایسه با گروه شاهد شد، در حالی که با استفاده از روغن سیر این نتیجه حاصل نشد (Klevenhusen و همکاران، ۲۰۱۱). آنها علت اثر مثبت دی آلیل دی سولفاید بر هضم NDF را بهبود تخمیر بوسیله ترکیبات گوگردار دانستند. علت این که روغن سیر هضم NDF را بهبود نبخشیده است را اثر دیگر ترکیبات گوگردار موجود در سیر در خنثی کردن و جلوگیری از اثر مثبت دی آلیل دی سولفاید دانستند. این محققین همچنین بیان نمودند که ممکن است دی الیل دی سولفاید به طور ویژه باعث رشد قارچ‌های بی‌هوازی شکمبه شده و از این طریق باعث

افزایش گوارش‌پذیری الیاف گردد. در مقابل گزارش شده است که سیر از طریق کاهش جمعیت پروتوزوایی شکمبه در اثر خاصیت آنتی پروتوزوایی باعث کاهش گوارش‌پذیری NDF می‌شود (Anassori و همکاران، ۲۰۱۱). به طور کلی عدم تشابه نتایج آزمایش-های گوناگون در رابطه با گوارش‌پذیری الیاف می‌تواند به علت تفاوت در جیره به عنوان مثال درصد علوفه به کنسانتره و سن دام باشد (Anassori و همکاران، ۲۰۱۱).

غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه گوسفندان تغذیه شده با جیره حاوی سطوح مختلف پودر سیر کاهش یافت. به طور مشابه تغذیه بره‌های ۵ ماهه با پودر سیر به میزان ۵۰ گرم بر کیلوگرم برای ۸۴ روز، منجر به کاهش نیتروژن آمونیاکی شکمبه شد که نشان‌دهنده افزایش سنتز پروتئین میکروبی شکمبه است (Zhong و همکاران، ۲۰۱۹). علت کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی می‌تواند تأثیر روغن-های فرار سیر بر متابولیسم پروتئین باشد. به طوری که بیان شده که سیر از طریق کاهش تولید متان باعث پائین آمدن فعالیت دهیدروژنازی شده و دآمیناسیون را که نیازمند فعالیت دهیدروژنازی بوده از این طریق محدود می‌کند و به دنبال آن تولید آمونیاک در شکمبه کاهش می‌یابد (Ferme و همکاران، ۲۰۰۴؛ Anassori و همکاران، ۲۰۱۱).

در مطالعه حاضر افزودن ۴۰ و ۶۰ گرم درکیلوگرم پودر سیر به جیره بره‌های پرواری باعث کاهش نسبت استات به پروپیونات و افزایش نسبت مولی پروپیونات و کل اسیدهای چرب فرار شکمبه شد. افزودن عصاره متانول و اتانولی سیر به محیط انکوباسیون آزمایشگاهی شکمبه گاومیش نشان داد که نسبت استات به پروپیونات را کاهش می‌دهد و منجر به افزایش نسبت مولی پروپیونات شد (Patra و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعه دیگری گزارش داد که مکمل غذایی با پودر سیر به میزان ۵۰ گرم در کیلوگرم به مدت ۸۴ روز به طور قابل توجهی باعث افزایش تولید پروپیونات و کل اسیدهای چرب فرار و کاهش نسبت استات به پروپیونات در بره‌های ۵ ماهه شد (Zhong و همکاران، ۲۰۱۹). در رابطه با فرآورده‌های فرعی سیر، تغذیه بره‌های ۳/۵ ماهه با پوست سیر به میزان ۸۰ گرم در کیلوگرم به مدت ۵۶ روز تخمیر کربوهیدرات را در شکمبه بهبود بخشید و مقدار بیشتری از اسیدهای چرب فرار کل را تولید کرد (Zhu و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین، محصولات سیر پتانسیل بهبود تامین انرژی نشخوارکنندگان را دارند، زیرا پروپیونات بستر اولیه برای گلوکونئوژنز کبدی است که ۲۴ تا ۶۱ درصد از کل انرژی مورد نیاز نشخوارکنندگان را تامین می‌کند (Vyas و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این، تولید پروپیونات بیشتر در شکمبه ممکن است منعکس کننده اثرات بازدارنده محصولات سیر بر انتشار متان باشد، زیرا مسیر پروپیونات مصرف کننده هیدروژن است. بنابراین، کاهش هیدروژن تولید شده در شکمبه ممکن است سنتز متان را کاهش دهد و کارایی استفاده از مواد مغذی خوراک را در نشخوارکنندگان بهبود بخشد. سایر محققان ذکر کرده‌اند که ترکیبات سولفوری سیر (مانند آلیسین) ممکن است جمعیت باکتری‌های سلولولیتیک را افزایش داده و تجزیه فیبر را بهبود بخشند (Cheang-Deis 2023).

افزایش گلوکز خون در نتیجه تغییر الگوی تخمیر شکمبه به جهت افزایش نسبت مولاری پروپیونات می‌باشد و پروپیونات تنها اسید چرب فرار گلوکز ساز شکمبه می‌باشد (Taghizadeh و همکاران، ۲۰۰۹). لذا افزایش گلوکز خون ممکن است به همین دلیل باشد. این نتایج با یافته‌های Chaves و همکاران (۲۰۰۸) که بیان نمودند غلظت گلوکز خون بره‌ها تحت تأثیر تغذیه با روغن فرار سیر بود مطابقت دارد. اوره خون در کبد از آمونیاک جذب شده از شکمبه سنتز می‌شود به‌طوری که غلظت نیتروژن اوره‌ای خون همبستگی مثبتی با غلظت آمونیاک شکمبه دارد. بنابراین تفاوت در غلظت نیتروژن خون می‌تواند به علت تفاوت در شرایط تخمیر شکمبه باشد (Hosoda و همکاران، ۲۰۰۵). تأثیر روغن‌های فرار سیر بر متابولیسم پروتئین و خاصیت ضد پروتوزوایی، کاهش تجزیه پروتئین باکتریایی و

کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی می‌تواند باعث کاهش نیتروژن اوره‌ای خون شود (Benchaar و همکاران، ۲۰۰۸). مکانیسمی که سیر کلسترول و لیپیدهای پلاسما را کاهش می‌دهد به طور کامل روشن نیست اما مطالعات حیوانی نشان می‌دهد مکمل‌های سیر از طریق کاهش فعالیت آنزیم های لیپوژنیک کبدی و آنزیم‌های کلستروژنیک مانند آنزیم گلوکز-۶-فسفاتاز دهیدروژناز و -۳- هیدروکسی - ۳- متیل - گلوتیل کوآنزیم A آن را کاهش می‌دهند (Qureshi و همکاران، ۱۹۸۳). در مطالعات انجام شده مشخص گردیده است که سیر خام دارای تأثیر معنی‌داری بر کاهش سطح کلسترول و تری گلیسیریدهای سرم است (Munchberg و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین معقول و منطقی است تا بیان شود که سیر باعث اختلال بنیادی در سنتز کلسترول می‌شود. عصاره سیر و خود سیر حاوی ترکیبات گوگردی هستند که به طور مؤثری بر کاهش غلظت پلاسمایی کلسترول اثر گذاشته و باعث مهار سنتز کلسترول کبدی می‌شوند (Yeh و Liu، ۲۰۰۱).

ایمونوگلوبولین‌هایی مانند A، G و M گلیکوپروتئین‌های متصل به غشاء یا ترشح شده توسط لنفوسیت‌های B هستند و محصولات ترشحی اصلی ایمنی هومورال هستند (Yang و همکاران، ۲۰۲۰). در مطالعه حاضر سطوح مختلف پودر سیر غلظت ایمونوگلوبولین‌های G و M را افزایش داد. گزارش شده است که محصولات سیر می‌توانند با افزایش سطح ایمونوگلوبولین‌ها پاسخ ایمنی نشخوارکنندگان را تحریک کنند (Kewan و همکاران، ۲۰۲۱؛ Redoy و همکاران، ۲۰۲۰). Kewan و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که ۲۷ گرم بر کیلوگرم پودر سیر برای ۵۵ روز باعث افزایش سطح ایمونوگلوبولین‌های A و G در خون بره‌های ۸ ماهه شد. در مطالعه دیگری، گوسفند یک ساله با ۳۱ گرم بر کیلوگرم برگ سیر به مدت ۷۵ روز، سطوح ایمونوگلوبولین A و M بالاتری را در سرم نشان داد (Redoy و همکاران، ۲۰۲۰). آجون یک ترکیب فعال زیستی در محصولات سیر است که ممکن است بر تحریک سلول‌های B تأثیر بگذارد و ایمونوگلوبولین تولید کند (Arreola و همکاران، ۲۰۱۵). با این حال، تا به امروز، اثرات گزارش شده از محصولات سیر بر سطوح ایمونوگلوبولین متناقض است. بنابراین، مطالعات بیشتری برای بررسی اثرات محصولات سیر بر سطوح ایمونوگلوبولین نشخوارکنندگان ضروری است تا مکانیسم‌های زیربنایی هر گونه اثرات بالقوه مکمل سیر بر روی ایمونوگلوبولین‌ها را روشن کند.

نتیجه گیری کلی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از سطوح ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم پودر سیر در جیره بره‌های پرواری می‌تواند با بهبود الگوی تخمیر شکمبه، کاهش تولید نیتروژن آمونیاکی، افزایش پاسخ ایمنی (افزایش غلظت ایمونوگلوبولین‌های G و M)، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و در نهایت ارتقاء عملکرد رشد بره‌ها همراه باشد. بر این اساس، استفاده از پودر سیر به‌ویژه در سطح ۶۰ گرم در کیلوگرم خوراک می‌تواند به‌عنوان یک افزودنی گیاهی مناسب و مقرون‌به‌صرفه در تغذیه بره‌های پرواری توصیه شود و در بهبود عملکرد و سلامت دام مؤثر واقع گردد.

منابع

بهزاد، ه.، قورچی، ت.، حسین آبادی، م. و باشتینی، ج . (۱۴۰۳). اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی کاه گندم و کاه گندم به‌همراه پوسته برنج با استفاده از سه روش خاکستر نامحلول در اسید، لیگنین نامحلول در اسید و جمع‌آوری کل مدفوع در شتر. پژوهش‌های علوم دامی ایران، ۱۶(۱)، ۱-۱۳.https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.81127.1129

Anassori, E., Dalir-Naghadeh, B., Pirmohammadi, R., Taghizadeh, A., Asri-Rezaei, S., Maham, M. and Farhoomand, P. (2011). Garlic: A potential alternative for monensin as a rumen modifier. *Livestock Science*, 142(1-3), 276-287. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.08.003

AOAC. (2003). Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th edition. 2nd revision. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.

Arreola, R., Quintero-Fabián, S., López-Roa, R. I., Flores-Gutiérrez, E. O., Reyes-Grajeda, J. P., Carrera-Quintanar, L. and Ortuño-Sahagún, D. (2015). Immunomodulation and anti-inflammatory effects of garlic compounds. *Journal of Immunology Research*, *15*(1), 401630. https://doi.org/10.1155/2015/401630

Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Colombatto, D., McAllister, T. A. and Beauchemin, K. A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technolgy*, 145, 209-228. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014

Broderick, G. and Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*, 63, 64-75. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8

Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., Carro, M. D. and Kamel, C. (2005). Effect of garlic oil and four of its compounds on rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 88(12), 4393-4404. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73126-X

Cardozo, P. W., Calsamiglia, S., Ferret, A. and 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. https://doi.org/10.2527/2004.82113230x

Caroprese, M., Albenzio, M., Marino, R. A., Santillo, A. and Sevi, A. (2012). Immune response and milk production of dairy cows fed graded levels of rumen-protected glutamine. *Research in Veterinary Science*, 93(1), 202-209. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.07.015

Castells, L., Bach, A., Aris, A. and Terré, M. (2013). Effects of forage provision to young calves on rumen fermentation and development of the gastrointestinal tract. *Dairy Science*, 96, 5226-5236. https://doi.org/10.3168/jds.2012-6419

Chaves, A. V., Stanford, K., Dugan, M. E. R., Gibson, L. L., McAllister, T. A., Van Herk, F. and 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(2-3), 215-224. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.12.013

Chen, J., Wang, F., Yin, Y. and Ma, X. (2021). The nutritional applications of garlic (Allium sativum) as natural feed additives in animals. *PeerJ*, 9, e11934. https://doi.org/10.7717/peerj.11934

Curry, A. amd Whitaker, B. D. (2010). Garlic as an Alternative Anthelmintic in Sheep. *Virginia Journal of Science*, 61(1), 2.

Demir, E., Sarica, S., Ozcan, M. A. and Suimez, M. (2003). The use of natural feed additives as alternatives for an antibiotic growth promoter in broiler diets. *British Poultry Science*, 44, 44-45. https://doi.org/10.1080/713655288

El-Naggar, S. and Ibrahim, E. M. (2018). Impact of incorporating garlic or cumin powder in lambs ration on nutrients digestibility, blood constituents and growth performance. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 21(2), 355-364. https://doi.org/10.21608/ejnf.2018.75530

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

Ferme, D., Banjac, M., Calsamiglia, S., Busquet, M., Kamel, C. and Avguštin, G. (2004). The effects of plant extracts on microbial community structure in a rumen-simulating continuous-culture system as revealed by molecular profiling. *Folia Microbiologica*, 49, 151-155. https://doi.org/10.1007/bf02931391

Gholipour, A., Foroozandeh Shahraki, A. D., Tabeidian, S. A., Nasrollahi, S. M. and Yang, W. Z. (2016). The effects of increasing garlic powder and monensin supplementation on feed intake, nutrient digestibility, growth performance and blood parameters of growing calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(4), 623-628. https://doi.org/10.1111/jpn.12402

Hosoda, K., Nishida, T., Park, W. Y. and Eruden, B. (2005). Influence of Mentha× piperita L.(peppermint) supplementation on nutrient digestibility and energy metabolism in lactating dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(12), 1721-1726. https://doi.org/10.5713/ajas.2005.1721

Kekana, T. W., Nherera-Chokuda, V. F., Baloyi, J. J. and Muya, C. M. (2020). Immunoglobulin G response and performance in Holstein calves supplemented with garlic powder and probiotics. *South African Journal of Animal Science*, 50, 2. https://doi.org/10.4314/sajas.v50i2.9

Kewan, K. Z., Ali, M. M., Ahmed, B. M., El-Kolty, S. A. and Nayel, U. A. (2021). The effect of yeast (saccharomyces cerevisae), garlic (allium sativum) and their combination as feed additives in finishing diets on the performance, ruminal fermentation, and immune status of lambs. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 24(1), 55-76. https://doi.org/10.21608/ejnf.2021.170304

Klevenhusen, F., Zeitz, J. O., Duval, S., Kreuzer, M. and Soliva, C. R. (2011). Garlic oil and its principal component diallyl disulfide fail to mitigate methane, but improve digestibility in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 166, 356-363. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.071

Kodera, Y., Suzuki, A., Imada, O., Kasuga, S., Sumioka, I., Kanezawa, A. and Ono, K. (2002). Physical, chemical, and biological properties of S-allylcysteine, an amino acid derived from garlic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3), 622-632. https://doi.org/10.1021/jf0106648

Kongmun, P., Wanapat, M., Pakdee, P., Navanukraw, C. and Yu, Z. (2011). Manipulation of rumen fermentation and ecology of swamp buffalo by coconut oil and garlic powder supplementation. *Livestock Science*, 135(1), 84-92. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.131

Kongmun, P., Wanapat, M., Pakdeeand, P. and Navanukraw, C. (2010). Effect of coconut oil and garlic powder on in vitro fermentation using gas production technique. *Livestock Science*, 127, 38-44. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.008

Lan, R., Zhao, Z., Li, S. and An, L. (2020). Sodium butyrate as an effective feed additive to improve performance, liver function, and meat quality in broilers under hot climatic conditions. *Poultry Science*, 99(11), 5491-5500. https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.042

Lee, J. S., Kang, S., Kim, M. J., Han, S. G. and Lee, H. G. (2020). Dietary supplementation with combined extracts from garlic (Allium sativum), brown seaweed (Undaria pinnatifida), and pinecone (Pinus koraiensis) improves milk production in Holstein cows under heat stress conditions. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(1), 111. https://doi.org/10.5713/ajas.19.0536

Liu, Y., Zhu, P., Wang, Y., Wei, Z., Tao, L., Zhu, Z. and Lu, Y. (2015). Antimetastatic therapies of the polysulfide diallyl trisulfide against triple-negative breast cancer (TNBC) via suppressing MMP2/9 by blocking NF-κB and ERK/MAPK signaling pathways. *PloS one*, 10(4), e0123781. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123781

Ma, T., Chen, D., Tu, Y., Zhang, N., Si, B., Deng, K. and Diao, Q. (2016). Effect of supplementation of allicin on methanogenesis and ruminal microbial flora in Dorper crossbred ewes. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7(1), 1-7. https://doi.org/10.1186/s40104-015-0057-5

Münchberg, U., Anwar, A., Mecklenburg, S. and Jacob, C. (2007). Polysulfides as biologically active ingredients of garlic. *Organic & Biomolecular Chemistry*, 5(10), 1505-1518. https://doi.org/10.1039/B703832A

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

Ogbuewu, I. P., Okoro, V. M., Mbajiorgu, E. F. and Mbajiorgu, C. A. (2019). Beneficial effects of garlic in livestock and poultry nutrition: A review. *Agricultural Research*, 8, 411-426. http://dx.doi.org/10.1007/s40003-018-0390-y

Omidifar, N., Nili-Ahmadabadi, A., Gholami, A., Dastan, D., Ahmadimoghaddam, D. and Nili-Ahmadabadi, H., 2020. Biochemical and histological evidence on the protective effects of Allium hirtifolium boiss (Persian Shallot) as an herbal supplement in cadmium-induced hepatotoxicity. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *20*(1), 7457504. https://doi.org/10.1155/2020/7457504

Patra, A. K., Kamra, D. N. and 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(3), 511-520. https://doi.org/10.1002/jsfa.3849

Qin, W., Huber, K., Popp, M., Bauer, P., Buettner, A., Sharapa, C. and Loos, H. M. (2020). Quantification of Allyl Methyl Sulfide, Allyl methyl sulfoxide, and Allyl methyl sulfone in human milk and urine after ingestion of cooked and roasted garlic. *Frontiers in Nutrition*, 7, 565496. https://doi.org/10.3389/fnut.2020.565496

Qureshi, A. A., Din, Z. Z., Abuirmeileh, N., Burger, W. C., Ahmad, Y. and Elson, C. E. (1983). Suppression of avian hepatic lipid metabolism by solvent extracts of garlic: impact on serum lipids. *The Journal of Nutrition*, 113(9), 1746-1755. https://doi.org/10.1093/jn/113.9.1746

Redoy, M. R. A., Shuvo, A. A. S., Cheng, L. and Al-Mamun, M. (2020). Effect of herbal supplementation on growth, immunity, rumen histology, serum antioxidants and meat quality of sheep. *Animal*, 14(11), 2433-2441. https://doi.org/10.1017/S1751731120001196

Relling, A. E., Crompton, L. A., Loerch, S. C. and Reynolds, C. K. (2014). Plasma concentration of glucose-dependent insulinotropic polypeptide is negatively correlated with respiratory quotient in lactating dairy cows. *Journal of Dairy science*, 92, 470-471. https://doi.org/10.3168/jds.2013-7574

Rouf, R., Uddin, S. J., Sarker, D. K., Islam, M. T., Ali, E. S., Shilpi, J. A. and Sarker, S. D. (2020). Antiviral potential of garlic (Allium sativum) and its organosulfur compounds: A systematic update of pre-clinical and clinical data. *Trends in Food Science & Technology*, 104, 219-234. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.006

Samimi, F., Baazm, M., Eftekhar, E., Rajabi, S., Goodarzi, M. T. and Mashayekhi, F. J. (2019). Possible antioxidant mechanism of coenzyme Q10 in diabetes: impact on Sirt1/Nrf2 signaling pathways. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 14(6), 524. https://doi.org/10.4103/1735-5362.272561

Taghizadeh, A., Alizadeh, S. and Fate, A. (2009). Investigating the effect of lazalucid on rumen parameters, blood metabolites and performance of male goat lambs. *Iran Journal of Animal Science Research*, 20(1): 13-21.

Taherinia, M.H., Chaji, M., Mohammadabadi, T., Eslami, M. and Sari M. (2015). The effect of using garlic powder in sheep diet on digestibility, fermentation and rumen protozoan population. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 6(4):324-332. https://doi.org/10.22067/ijasr.v6i4.28721

Tao, H., Si, B., Xu, W., Tu, Y. and Diao, Q. (2020). Effect of Broussonetia papyrifera L. silage on blood biochemical parameters, growth performance, meat amino acids and fatty acids compositions in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(5), 732. https://doi.org/10.5713/ajas.19.0150

Tedeschi, L. O., Cannas, A. and Fox, D. G. (2010). A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. *Small Ruminant Research*, 89(2-3), 174-184. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.041

Van Soest, P. V., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy science*, 74(10), 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

Vyas, D., Alemu, A. W., McGinn, S. M., Duval, S. M., Kindermann, M. and Beauchemin, K. A. (2018). The combined effects of supplementing monensin and 3-nitrooxypropanol on methane emissions, growth rate, and feed

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

conversion efficiency in beef cattle fed high-forage and high-grain diets. *Journal of Animal Science*, 96(7), 2923-2938. https://doi.org/10.1093/jas/sky174

Wu, C. F., Chen, C. H., Wu, C. Y., Lin, C. S., Su, Y. C., Wu, C. F. and Chang, G. R. (2020). Quinolone and organophosphorus insecticide residues in bivalves and their associated risks in Taiwan. *Molecules*, 25(16), 3636. https://doi.org/10.3390/molecules25163636

Yan, L., Meng, Q. W., Ao, X., Zhou, T. X., Yoo, J. S., Kim, H. J. and Kim, I. H. (2011). Effects of fermented garlic powder supplementation on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs fed low-nutrient-density diets. *Livestock Science*, 137(1-3), 255-259. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.09.024

Yang, W. Z., Benchaar, C., Ametaj, B. N., Chaves, A. V., He, M. L. and Mc Allister, T. A. (2007). Effects of garlic and juniper berry essential oils on ruminal fermentation and on the site and extent of digestion in lactating cow. *Dairy Science*, 90, 5671-5681. https://doi.org/10.3168/jds.2007-0369

Yang, Y., Wang, H. and Lv, S. J. (2021). Effects of different ratio of garlic skin on serum biochemistry, anti-oxidative status, and immunity of Yimeng black goats. *Feed Research*, 8, 1-5.http://dx.doi.org/10.23910/1.2023.3613

Yang, Y., Wu, L. N., Chen, J. F., Wu, X., Xia, J. H., Meng, Z. N. and Lin, H. R. (2020). Whole-genome sequencing of leopard coral grouper (Plectropomus leopardus) and exploration of regulation mechanism of skin color and adaptive evolution. *Zoological Research*, 41(3), 328. https://doi.org/10.24272/j.issn.2095-8137.2020.038

Yeh, Y. Y. and Liu, L. (2001). Cholesterol-lowering effect of garlic extracts and organosulfur compounds: human and animal studies. *The Journal of Nutrition*, 131(3), 989-993. https://doi.org/10.1093/jn/131.3.989S

Zafarian, R. and Manafi, M. (2013). Effect of garlic powder on methane production, rumen fermentation and milk production of buffaloes. *Annual Research & Review in Biology*, 1013-1019.

Zhong, R., Xiang, H., Cheng, L., Zhao, C., Wang, F., Zhao, X. and Fang, Y. (2019). Effects of feeding garlic powder on growth performance, rumen fermentation, and the health status of lambs infected by gastrointestinal nematodes. *Animals*, 9(3), 102. https://doi.org/10.3390/ani9030102

Zhu, W., Su, Z., Xu, W., Sun, H. X., Gao, J. F., Tu, D. F. and Cao, H. G. (2021). Garlic skin induces shifts in the rumen microbiome and metabolome of fattening lambs. *Animal*, 15(5), 100216. https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100216

Effect of different levels of garlic powder on performance, rumen fermentation parameters, nutrient digestibility, blood parameters and economic efficiency in fattening lambs

Abstract

The present study was conducted to investigate the effect of different levels of garlic powder on performance, rumen fermentation parameters, nutrient digestibility, blood parameters and economic yield in fattening lambs. For this purpose, 24 male Shaal fattening lambs with an average initial weight of 26.34±1.67 kg was used in a completely randomized design with 4 treatments and 6 replications. The experimental treatments included a treatment without garlic powder (control) and treatments containing 20, 40 and 60 g/kg based on dry matter of garlic powder in the diet. The results showed that the use of diets containing 40 and 60 g/kg of garlic powder (220.35 and 222.85 g/day, respectively) improved the average daily weight gain compared to the control treatment (190.00 g/day) ($P<0.05$). Digestibility of dry matter, organic matter and crude protein was significantly higher in lambs fed diets containing 40 and 60 g garlic powder than in the control and 20 g garlic powder treatments ($P<0.05$). In lambs fed diets

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

containing 40 and 60 g garlic powder, the concentration of total volatile fatty acids and propionate increased compared to the control treatment, but the ratio of acetate to propionate decreased significantly ($P<0.05$). Adding different levels of garlic powder to the diet increased the concentration of serum immunoglobulins G and M. Feed cost per kg body weight gain decreased by 1.75, 6.43 and 7.60% in the 20, 40 and 60 g garlic powder treatments, respectively. Therefore, it can be recommended that the use of garlic powder as a feed additive will be beneficial for improving the performance and promoting the health of fattening lambs up to the level of 60 g/kg feed.

Keywords: Economic profit, fattening lamb, immune response, garlic powder, growth performance

نسخه پیش از انتشار