

بررسی تجزیه پذیری و فراسنجه های تخمیری جیره های حاوی برگ درخت کنار هندی و روغن آفتابگردان در تغذیه نشخوارکنندگان

- محمود دشتی زاده: گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
- محسن ساری*: گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
- حسن فضائی: بخش تحقیقات تغذیه دام، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۸

چکیده

به منظور بررسی افزودن برگ کنار (*Ziziphus mauritiana*) حاوی تانن و روغن آفتابگردان به عنوان منبع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (غنی از اسیدلینولئیک) در جیره های پرکنسانتره بر گاز تولیدی و همچنین تجزیه پذیری آن ها این آزمایش انجام شد. در این آزمایش، فراسنجه های تجزیه پذیری و تخمیری با استفاده از روش های تولید گاز و کیسه نایلونی مقایسه شد. تولید گاز و نرخ تجزیه پذیری در زمان های صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه گیری شد. تیمارهای آزمایشی شاهد، جیره حاوی ۲۰ درصد برگ کنار، جیره حاوی ۲/۵ درصد روغن آفتابگردان و جیره حاوی ۲۰ درصد برگ کنار و ۲/۵ درصد روغن آفتابگردان (به ترتیب ۱ تا ۴) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چینش فاکتوریل ۲×۲ بود. نتایج نشان داد که مقدار بخش تند تجزیه، $37/72$ ($P=0/09$)، کند تجزیه، $49/41$ ($P=0/06$) و نرخ ثابت تجزیه پذیری، $0/0573$ ($P=0/08$) ماده خشک در بین تیمارهای مختلف تحت تاثیر افزودن برگ کنار، تمایل به کاهش نشان داد. تجزیه پذیری موثر ماده خشک در سرعت های عبور مختلف ($74/07$ ، $66/52$ و $61/60$ به ترتیب برای تجزیه پذیری موثر $0/02$ ، $0/04$ و $0/06$) در تیمار کنار نسبت به سایر تیمارها، کاهش یافت ($P=0/02$). تجزیه پذیری موثر پروتئین خام جیره ها برای نرخ های عبور $0/02$ ، $0/04$ و $0/06$ کاهش نشان داد (به ترتیب $93/80$ ، $90/32$ و $87/60$). افزایش معنی دار ($P<0/01$) بین تیمارها از نظر تولید گاز تجمعی در همه ساعات انکوباسیون (۲ تا ۹۶) در اثر افزودن روغن آفتابگردان مشاهده شد. فراسنجه های تولید گاز شامل پتانسیل تولید گاز، $105/04$ ($P<0/01$) و نرخ تولید گاز، $0/110$ ($P=0/06$) نیز تحت تاثیر افزودن روغن آفتابگردان، به طور معنی داری افزایش یافتند. انرژی متابولیسمی و ماده آلی قابل هضم در اثر افزودن روغن آفتابگردان افزایش یافت ($P<0/01$). مقدار ماده آلی حقیقی هضم شده (TOMD) و تولید توده میکروبی (MB) در اثر افزودن برگ کنار افزایش یافت ($P<0/01$). به طور کلی نتایج آزمایش حاضر نشان می دهند که افزودن برگ کنار و روغن آفتابگردان به جیره می تواند فراسنجه های تجزیه پذیری و الگوی تخمیر جیره ها را تحت تاثیر قرار دهد ولی برهم کنش قابل توجهی بین این دو عامل وجود ندارد، بدین معنی که اثر هر کدام از این عوامل در جیره مستقل از هم عمل می کنند. از سوی دیگر، مصرف جداگانه و یا مخلوط برگ کنار حاوی تانن و روغن آفتابگردان، اثر سوئی بر عملکرد شکمبه به روش آزمایشگاهی نداشت.

کلمات کلیدی: تولید گاز، تجزیه پذیری، برگ کنار، روغن آفتابگردان



مقدمه

نتایج بسیاری از مطالعات نشان می دهد که افزودن علوفه درختان (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Ziziphus mauritiana*, etc.) به جیره نشخوارکنندگان می تواند کاربرد علوفه خشبی با کیفیت پایین را عمدتاً از طریق تأمین پروتئین میکروبی شکمبه بهبود بخشد. فزون بر این، ارزش غذایی علوفه های خشبی کم کیفیت و گراس ها می تواند به طور عمده با کمک علوفه درختان بهبود یابد (FAO, 1997). درخت کُناَر، گیاهی مقاوم به خشکی و بومی مناطق رویشی جنوب ایران است. این گیاه پس از کاشت به مراقبت اندکی به لحاظ آبیاری و جلوگیری از چرای مفرط دام نیاز دارد و از لحاظ سازگاری اقلیمی، در شرایط آب و هوایی گرم و خشک رشد می کند. برگ درختان کُناَر در دوره های حساس سال که کیفیت و مقدار گیاهان مرتهی محدود است، منبع مهم علوفه برای نشخوارکنندگان در بیش تر قسمت های جنوب ایران است. وجود تانن ها و برخی ترکیبات فنلی در برگ های درختچه ها و درختان که از نظر مواد مغذی مهم هستند، استفاده از آن ها به عنوان خوراک حیوانات را مختل می کند (Tolera و همکاران، 1997). برگ کُناَر، پروتئین خام بیش تر و الیاف خام کمتری نسبت به گیاهان خانواده گندمیان دارد. استفاده از برگ کُناَر در تغذیه بزهای نگه داری شده در مناطق خشک اتیوپی نشان می دهد که مصرف ماده خشک، قابلیت هضم و وزن بدن، با مصرف برگ کُناَر به طور معنی داری افزایش یافت که نشان می دهد برگ کُناَر می تواند به عنوان مکمل خوراکی، در فصل خشک استفاده شود (Dawd و همکاران، 2003). ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی سلولز، انرژی خام و میزان تانن برای برگ کُناَر به ترتیب 94/61، 83/30، 14/56، 1/77، 33/90، 18/55 درصد، 4447/26 کالری در گرم و 3/95 درصد گزارش شده است (دشتی زاده و همکاران، 1398). چربی ها و روغن های گیاهی به طور معمول برای افزایش تراکم انرژی جیره غذایی با نیازهای انرژی بالا، مورد استفاده قرار می گیرند. از سایر مزایای افزودن آن ها می توان به افزایش جذب مواد مغذی محلول در چربی، افزایش راندمان تولید شیر به دلیل انتقال مستقیم برخی اسیدهای چرب چربی ها به آن، اثر بازدارندگی اسیدهای چرب بلند زنجیر بر تولید متان و افزایش اسیدهای چرب مفید برای سلامت انسان اشاره کرد. روغن آفتابگردان که اسیدهای چرب پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، اولئیک اسید و لینولئیک اسید به ترتیب 8/30، 7/20 و 51/2 درصد از اسیدهای چرب آن را تشکیل می دهند (Garcia و همکاران، 2019). یک منبع متراکم انرژی است که آن را به مواد خوراکی جذاب برای استفاده در جیره های پروراری و بهبود الگوی اسیدهای چرب لاشه مطرح می سازد. نشان داده شده است که استفاده از روغن آفتابگردان در جیره بره های پروراری، افزایش غلظت

اسید لینولئیک کونژوگه موجود در گوشت را در پی داشت (Karami و همکاران، 2013). نرخ و میزان تخمیر ماده خشک در شکمبه، عوامل بسیار مهمی در بهره وری تخمیر در نشخوارکنندگان می باشند. سال ها از روش کیسه نایلونی برای ارائه تخمین نرخ و میزان تجزیه پذیری ماده خشک علوفه استفاده شده است (Ørskov و Mehrez, 1977). از طرف دیگر Menke و همکاران (1979) و Menke و Steingass (1988) تکنیک آزمایشگاهی تولید گاز را برای ارزیابی ارزش غذایی علوفه ها و تخمین نرخ و میزان تجزیه پذیری ماده خشک به طور غیرمستقیم با استفاده از تولید گاز تولید شده در خلال تخمیر توسعه دادند. روش آزمایشگاهی تولید گاز به طور گسترده ای برای ارزیابی ارزش غذایی علوفه لگوم (Evitayani و همکاران، 2004) و برگ های درختان حاوی تانن استفاده شده است (Rubanza و همکاران، 2003). روش آزمایشگاهی تولید گاز و کیسه نایلونی با عملکرد حیوان (Ørskov, 1989)، مصرف خوراک (Ørskov و Blummel, 1993؛ Kamalak و همکاران، 2005)، تولید پروتئین میکروبی (Krishnamoorthy و همکاران، 1991) و قابلیت هضم در حیوان زنده (Khazaal و همکاران، 1993؛ Kamalak و همکاران، 2005) همبستگی خوبی دارد. بررسی اثر منفی ترکیبات فنلی بر تخمیر میکروبی با استفاده از روش *in situ* دشوار است. در این مورد، روش های آزمایشگاهی در تشخیص ترکیبات ضدتغذیه ای در خوراک ها قابل اطمینان تر است (Rubanza و همکاران، 2003؛ Osuga و همکاران، 2005). روش تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی، یک سیستم بسته با تأمین محدود مایع شکمبه است جایی که در صورت وجود هر ترکیب ضد مغذی، احتمالاً فعالیت میکروب های شکمبه را تحت تأثیر قرار خواهد داد. در مقابل، روش *in situ* با اثر رقت مرتبط است، که ناشی از یک سیستم باز با محیط گسترده تر شکمبه و عرضه فراوان مقدار مایع شکمبه به محتوای کیسه نایلونی است (Apori و همکاران، 1998). تانن های متراکم اگرچه در غلظت بالا (بیش از 6 درصد ماده خشک)، به عنوان ترکیبات ضد مغذی در نظر گرفته می شوند با این وجود، در مقادیر کم با جلوگیری از نفخ، افزایش بهره وری هضم پروتئین جیره و به عنوان ضدانگل و آنتی اکسیدان، اثرات مفیدی بر نشخوارکنندگان دارند (Makkar و همکاران، 2003). براساس بررسی های صورت گرفته، تاکنون پژوهشی که اثر برگ کُناَر با داشتن تانن و افزودن روغن آفتابگردان به عنوان منبع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (غنی از اسید لینولئیک) در جیره های پرکنسانتره بر گاز تولیدی و همچنین تجزیه پذیری آن ها را در شکمبه مورد بررسی قرار داده باشد، در دست نیست. بنابراین، این پژوهش جهت بررسی اثرات هم افزایی تانن برگ کنار هندی و روغن آفتابگردان با بهره گیری از توانایی تانن در اثرگذاری بر میکروارگانیسم های شکمبه و تغییر مسیر بیوهیدروژنه کردن اسیدهای چرب غیراشباع، انجام شد.



مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها و تعیین ترکیب شیمیایی: از یک قطعه

باغ ۴۰ هکتاری با پوششی از درختان کنار در شهرستان دشتی از استان بوشهر در خرداد ۱۳۹۷ براساس روش تصادفی منظم، از برگ‌ها نمونه‌برداری شد. نمونه‌های برداشت‌شده به محل ایستگاه تحقیقات علوم دامی تنگستان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر حمل و جهت خشک‌شدن در محوطه کف سیمانی در سایه پخش شدند. برگ‌ها پس از خشک‌شدن خرد شده و به‌صورت کوبه آماده شده و از قسمت‌های مختلف آن نمونه‌برداری به‌عمل آمد به‌نحوی که ۴ نمونه اصلی به‌دست آمد. برای تعیین ترکیب شیمیایی برگ کنار، به‌میزان نیم کیلوگرم نمونه تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد. میزان ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام و چربی خام نمونه‌های خوراک با استفاده از روش‌های استاندارد تجزیه تقریبی (AOAC، ۲۰۰۱)، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) به‌روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) و مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

(ADF) مطابق روش Goering و Van Soest (۱۹۷۰) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه مقدار تانن در ابتدا مقدار ۱۰ میلی‌متر از محلول اسید اگزالیک ۰/۱ نرمال با ۱۰ میلی‌متر اسیدسولفوریک رقیق شده (۱:۴) مخلوط شد و در دمای ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته و با پرمنگنات پتاسیم تهیه شده تیترا شد تا تغییر رنگ داد و میلی‌متر پرمنگنات پتاسیم مصرف شده یادداشت شد و در ادامه با انجام محاسبات، مقدار تانن تعیین شد (Makkar و همکاران، ۱۹۹۵).

تهیه جیره‌های مورد مطالعه: برای انجام آزمایش‌های تجزیه پذیری و تولید گاز، جیره‌های این پژوهش شامل: ۱- شاهد (جیره معمول بدون استفاده از برگ کنار و روغن آفتابگردان)، ۲- جیره حاوی ۲۰ درصد برگ کنار، ۳- جیره حاوی ۲/۵ درصد روغن آفتابگردان و ۴- جیره حاوی ۲۰ درصد برگ کنار و ۲/۵ درصد روغن آفتابگردان بود که با استفاده از جداول استاندارد (NRC، ۲۰۰۷) تنظیم شد که ترکیب شیمیایی جیره‌های استفاده شده در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: اقلام و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

جیره‌ها				ترکیبات
شاهد	برگ کنار	روغن آفتابگردان	برگ کنار و روغن آفتابگردان	
۵	۵	۵	۵	کاه
۲۵	۵	۲۵	۵	یونجه
۲۵	۲۵	۲۱	۲۱	ذرت
۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	جو
۱۳/۲	۱۳/۲	۱۳/۷	۱۳/۷	سبوس گندم
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	کنجاله سویا
۰	۲۰	۰	۲۰	برگ کنار
۰	۰	۲/۵	۲/۵	روغن آفتابگردان
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	نمک
۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	آهک
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	مکمل معدنی-ویتامینی ^۱
ترکیب شیمیایی ^۲				
۲/۶۱	۲/۵۸	۲/۷۶	۲/۷۳	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم)
۱۵/۱	۱۴/۷	۱۵/۱	۱۴/۷	پروتئین خام (درصد)
۲/۶	۲/۶	۵	۵	عصاره اتری (درصد)
۲۹/۵	۲۶/۱	۲۹/۵	۲۶/۱	NDF (درصد)
۱۸/۸	۱۳/۶	۱۸/۹	۱۳/۶	ADF (درصد)

۱- مکمل معدنی-ویتامینی (کیلوگرم مکمل ویتامینی دارای ۶۰۰ هزار واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰ هزار واحد بین‌المللی ویتامین D، ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۵۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، ۱۹۵ گرم کلسیم، ۸۰ گرم فسفر، ۲۱۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۲۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۲۰ میلی‌گرم ید و ۱/۱ میلی‌گرم سلنیوم). ۲- بر حسب درصد ماده خشک

اعمال شد. مایع شکمبه پیش از وعده غذایی نوبت صبح، جمع‌آوری شد و پس از آن با عبور از پارچه متقال ۴ لایه، صاف شد و بی‌درنگ به‌درون فلاسک آب گرم با دمای ۳۹ درجه، قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شد. آزمایش تولید گاز براساس روش اصلاح شده Menke و همکاران (۱۹۷۹) انجام شد و به‌جای استفاده از صفحات گردان برای

آزمایش تولید گاز: برای انجام آزمایش تولید گاز، از ۴ رأس

گوسفند نر بالغ (عربی) با وزن $45 \pm 1/5$ کیلوگرم و سن تقریبی ۱/۵ ساله که با جیره‌های بر پایه علوفه، خوراک‌دهی شده بودند، مایع شکمبه گرفته شد. پیش از آغاز آزمایش، عملیات بهداشتی شامل واکسیناسیون و استفاده از داروهای انگلی داخلی و خارجی برای دام‌ها



قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده آلی با استفاده از معادله پیشنهادی Menke و همکاران (۱۹۷۹) تعیین شد:

$$IVOMD = \text{In vitro organic matter digestibility (\%)} = 14.88 + 0.8893 (GP) + 0.448 (\% CP) + 0.651 (\% Ash)$$

که در این معادلات GP = گاز تولیدی در طی ۲۴ ساعت، CP = درصد پروتئین خام ماده انکوبه شده، Ash = درصد خاکستر ماده انکوبه شده برآورد انرژی قابل متابولیسم (ME) براساس مگاژول/کیلوگرم ماده خشک (DM)، با در دست داشتن گاز تولید شده (میلی لیتر) و پروتئین خام (CP) و عصاره اتری (EE) نمونه انکوباسیون شده براساس گرم بر کیلوگرم ماده خشک براساس (معادلات Menke و Steingass، ۱۹۸۸) برای خوراکها انجام شد:

$$ME (MJ/kg) = 1.06 + 0.157(GP) + 0.084 (CP) + 0.22 \times EE - 0.081 \times Ash$$

از معادلات پیشنهاد شده توسط Blummel و همکاران (۱۹۹۷)

برای محاسبه توده میکروبی تولید شده، استفاده شد:

$$(PF - 2/2) \times \text{حجم گاز خالص (میلی لیتر)} = (BM) \text{ تولید توده میکروبی (میلی گرم)}$$

اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (Short chain fatty acids) طبق رابطه گزارش شده توسط Getachew و همکاران (۲۰۰۲) به شکل زیر محاسبه شد:

$$SCFA (mmol/200 mg DM) = -0.0425 + 0.222 GP$$

در این معادلات GP گاز تولید شده از ۲۰۰ میلی گرم نمونه خوراک پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (حداکثر مقدار تولید گاز) بود.

تجزیه پذیری شکمبه ای: برای تعیین تجزیه پذیری، سه گوسفند فیستولاگذاری شده مورد استفاده قرار گرفت که به مدت ۱۴ روز با جیره ای که حاوی ۷۰ درصد کاه، ۳۰ درصد یونجه بود در حد نگهداری تغذیه شدند. نمونه تهیه شده از جیره های آزمایشی را با آسیاب مخصوص آسیاب کرده و سپس ۵ گرم از نمونه را، در هر کیسه نایلونی (به ابعاد ۱۰×۲۱ سانتی متر، با قطر منافذ بین ۴۵ تا ۵۰ میکرومتر) ریخته و دهانه کیسه ها به وسیله حلقه های پلاستیکی بسته شد. کیسه های نایلونی محتوی نمونه ها از طریق فیستوله شکمبه ای در داخل شکمبه، غوطه ور گردیدند. برای هر زمان در هر دام ۳ تکرار (کیسه) در نظر گرفته شد. کیسه های محتوی هر ماده خوراکی را در فواصل زمانی ۰، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون از شکمبه خارج کرده و جهت توقف سریع تر تخمیر میکروبی بر مواد خوراکی داخل کیسه، بلافاصله در آب سرد قرار داده شدند. سپس به مدت ۵۰ تا ۶۰ دقیقه، کیسه ها را در ماشین لباسشویی با آب سرد شستشو داده و با سرعت ۶۰۰ دور در دقیقه آبگیری نموده و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد نگهداری نموده تا خشک شوند. پس از توزین و تعیین میزان ماده خشک ناپدید شده در نمونه ها، مقدار پروتئین خام مطابق روش های استاندارد (۹۸۱، ۱۰) تعیین شد. درصد تجزیه پذیری مواد مغذی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شدند:

$$100 \times (\text{مقدار ماده اولیه در نمونه} / \text{مقدار ماده باقی مانده در کیسه}) - 1$$

قرار دادن شیشه ها، از حمام آب گرم استفاده می شود (Blummel و Ørskov، ۱۹۹۳) و میزان نمونه از ۲۰۰ به ۵۰۰ میلی گرم، میزان بافر به ۲ برابر و حجم محیط کشت از ۳۰ به ۴۰ میلی لیتر افزایش یافت (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷؛ Makar و همکاران، ۱۹۹۵). این روش مانند روش تولید گاز با استفاده از سرنگ می باشد، با این تفاوت که به جای حجم گاز تولید شده، فشار حاصل از تولید گاز اندازه گیری شده و با استفاده از یک رابطه رگرسیونی معادله بین فشار و حجم گاز تولیدی (منحنی استاندارد) به دست آمد (Theodorou و همکاران، ۱۹۹۴). در این روش، به جای سرنگ ۱۰۰ میلی لیتر، از ویال های ۱۰۰ میلی لیتری استفاده شد. در ادامه، گاز تولیدی در زمان های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون با استفاده از دستگاه فشارسنج اندازه گیری شد. پس از اتمام زمان های مورد نظر، ویال ها تخلیه شدند. داده های گاز تولیدی با استفاده از مدل نمایی Mc Donald و Ørskov (۱۹۷۹) تجزیه شده و فراسنجه های تولید گاز به دست آمد:

$$P = b(1 - e^{-ct})$$

در این معادله P = نشان دهنده پتانسیل تولید گاز، b، نشان دهنده تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)، c، بیانگر نرخ تولید گاز (میلی لیتر بر ساعت)، t = نشان دهنده زمان و e، عدد نپری می باشند.

عامل تفکیک (PF = Partitioning Factor) بیان کننده نسبت تجزیه واقعی سوبسترا به حجم گاز تولیدی در دوره های زمانی انکوباسیون یا به عبارتی، نسبت میلی گرم مواد حقیقی هضم شده بر میلی لیتر حجم گاز خالص تولیدی (GP) است (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷). برای برآورد این عامل، پس از پایان انکوباسیون در ساعت ۲۴، محتوای ویال ها به طور کامل در ارلن ریخته شد و با ۲۰ میلی لیتر محلول شوینده خنثی مخلوط و به مدت یک ساعت جوشانده شد. سپس نمونه ها صاف شده و باقی مانده درون بوته های چینی با وزن خالی مشخص، ریخته شدند. بوته های چینی به آون (دمای ۸۰ درجه سانتی گراد، ۲۴ ساعت) منتقل گردید تا نمونه ها خشک شود. سپس بوته های چینی از آون خارج و به دسیکاتور منتقل تا خنک شوند. بعد از سرد شدن، بوته های چینی وزن شدند. سپس بوته های حاوی باقی مانده به کوره الکتریکی (۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳/۵ ساعت) منتقل گردیده تا خاکستر به دست آید. بعد از این زمان، بوته ها به دسیکاتور منتقل و پس از سرد شدن به دقت وزن شدند. در نهایت برای محاسبه PF از روابط زیر استفاده شد:

خاکستر - باقی مانده - مقدار اولیه = ماده آلی حقیقی هضم شده (میلی گرم)
 میلی لیتر گاز تولید شده ÷ میلی گرم ماده آلی حقیقی هضم شده = عامل تفکیک
 برای تعیین قابلیت هضم حقیقی و ظاهری ماده آلی از معادلات زیر استفاده شد. قابلیت هضم ظاهری ماده آلی (OMD) با استفاده از معادلات Menke و Steingass (۱۹۸۸):

$$OMD = \text{Organic matter digestibility (\%)} = 16.49 + 0.9042 (GP) + 0.0492 (\% CP) + 0.0387 (\% Ash)$$



در جدول ۳ ارائه شده است. ناپدید شدن پروتئین خام از کیسه‌های انکوبه شده در شکمبه، با افزایش زمان انکوباسیون افزایش یافت. بالاترین مقدار ناپدید شدن پروتئین خام در زمان صفر مشاهده شد به طوری که در تمام تیمارها بیش از ۶۰ درصد پروتئین خام جیره‌ها در زمان صفر ناپدید شد. بخش سریع تجزیه تحت تاثیر برهم کنش روغن و برگ کُنار قرار گرفت ($P=0/05$). با استفاده از برگ کُنار در جیره، بخش سریع تجزیه افزایش یافت ($65/0$ در برابر $63/2$) در حالی که با استفاده از برگ کُنار در جیره حاوی روغن، کاهش در بخش سریع تجزیه مشاهده شد ($61/0$ در برابر $65/3$) که این رفتار متفاوت، معنی دار شدن برهم کنش دو عامل را در پی داشت. بخش کند تجزیه، بالقوه قابل تجزیه و نرخ ثابت تجزیه پذیری پروتئین خام در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری نداشت ($P>0/05$). نرخ ثابت تجزیه پذیری در جیره حاوی کُنار ($0/12$) تمایل به کاهش نشان داد ($P=0/07$). تجزیه پذیری موثر پروتئین خام جیره‌ها تحت تاثیر استفاده از برگ کُنار برای نرخ‌های عبور $0/02$ ، $0/04$ و $0/06$ کاهش یافت.

فراسنجه‌های تولید گاز: نتایج حاصل از تولید گاز تجمعی و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای تیمارهای مختلف با آزمون تولید گاز در جدول ۴ ارائه شده است. برهم کنش بین برگ کُنار و روغن آفتابگردان بر تولید گاز تجمعی در ساعات مختلف انکوباسیون معنی دار نبود. تولید گاز تجمعی در همه ساعات انکوباسیون (۲ تا ۹۶) بین تیمارهای آزمایشی تحت تاثیر روغن آفتابگردان افزایش یافت. جیره‌های مخلوط حاوی روغن و برگ کُنار و روغن به تنهایی، نسبت به جیره‌های کُنار و شاهد در همه ساعات‌های انکوباسیون تولید گاز تجمعی بیش‌تری داشتند. پتانسیل تولید گاز ($P<0/01$) و نرخ تولید گاز ($P=0/06$) نیز تحت تاثیر افزودن روغن آفتابگردان قرار گرفت. پتانسیل تولید گاز در جیره مخلوط حاوی روغن آفتابگردان و برگ کُنار بیش‌ترین ($112/81$) و در تیمار شاهد ($85/3$) کم‌ترین مقدار بود. نرخ تولید گاز در تیمار کُنار کم‌ترین مقدار در مقایسه با سایر تیمارها داشت ($0/081$) در برابر $0/098$. انرژی متابولیسمی (مگا کالری بر کیلوگرم)، ماده آلی قابل هضم (درصد) و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی مول بر لیتر) در اثر افزودن روغن آفتابگردان افزایش معنی داری ($P<0/01$) نشان داد (جدول ۵). ماده آلی حقیقی هضم شده (میلی گرم) و تولید توده میکروبی (میلی گرم) در اثر افزودن برگ کُنار افزایش معنی داری نشان داد ($P<0/01$) و نرخ تولید گاز در جیره کُنار تمایل به کاهش نشان داد ($P=0/06$). تفاوت معنی داری در اثرات متقابل بین برگ کُنار و روغن مشاهده نشد ($P>0/05$).

با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۹) و روش nline، میزان ناپدید شدن مواد مغذی در زمان t و همچنین پارامترهای a، b و c براساس مدل نمایی ($P=a+b(1-e^{-ct})$ ، McDonald و Orskov ۱۹۷۹) محاسبه شدند که در آن P نشان دهنده تجزیه پذیری ماده خشک (درصد)، a بخش سریع تجزیه (درصد)، b بخش کند تجزیه (درصد)، c سرعت تجزیه (درصد در ساعت) و $a+b$ بخش بالقوه قابل تجزیه (درصد) را نشان می‌دهد. از آن جاکه این رابطه فقط درصد تجزیه پذیری بالقوه (Potential degradability) یعنی $a+b$ را نشان می‌دهد و عوامل دیگر از جمله سرعت تجزیه و سرعت عبور مواد از شکمبه را در نظر نمی‌گیرد، به همین جهت رابطه زیر برای بیان دقیق‌تر تجزیه پذیری در شکمبه ارائه گردیده است. در رابطه زیر که توسط McDonald و Orskov (۱۹۷۹) و McDonald (۱۹۸۱) پیشنهاد شد، تجزیه پذیری موثر مواد خوراکی محاسبه شد:

$$P = a + [(b \times c) / (c + k)]$$

a = بخش سریع تجزیه، b = بخش آهسته تجزیه، c = سرعت تجزیه، k = سرعت عبور مواد از شکمبه

مقدار k براساس سطوح مصرف خوراک توسط دام برآورد می‌شود و مقدار آن در سه سطح برابر نگه‌داری، دو برابر نگه‌داری و بیش از دو برابر نگه‌داری، به ترتیب $0/02$ ، $0/04$ و $0/06$ می‌باشد (Orskov و همکاران، ۱۹۸۸). ضرایب a، b و c با استفاده از رابطه مدل نمایی محاسبه شدند.

تجزیه آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این آزمایش، در قالب طرح کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل با استفاده از رویه MIXED نرم افزار آماری SAS ۹/۲ (۲۰۰۹) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

نتایج

تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک: نتایج به دست آمده از تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. ناپدید شدن ماده خشک از کیسه‌های انکوباسیون شده در شکمبه، با افزایش زمان انکوباسیون افزایش یافت. بالاترین مقدار ناپدید شدن در زمان صفر، که نشان دهنده اجزای شیمیایی محلول در آب است، در جیره روغن مشاهده شد به طوری که $37/37$ درصد ماده خشک این جیره در زمان صفر ناپدید شد. کم‌ترین مقدار ناپدید شدن در زمان صفر نیز در جیره‌های کُنار ($34/12$ درصد) و مخلوط ($34/10$ درصد) مشاهده شد. در پایان دوره انکوباسیون، همه جیره‌ها نسبت به جیره شاهد، افزایش معنی داری نشان دادند ($P<0/05$).

تجزیه پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام: نتایج به دست آمده از تجزیه پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام تیمارهای مختلف آزمایشی



جدول ۲: تجزیه پذیری ماده خشک جیره ها

زمان انکوباسیون (ساعت)	شاهد (درصد)	برگ کُناَر (درصد)	روغن آفتابگردان (درصد)	برگ کُناَر و روغن آفتابگردان (درصد)	اشتباه معیار میانگین	سطح احتمال	
						اثر کُناَر	اثر روغن آفتابگردان
۰	۳۵/۹ ^b	۳۴/۱ ^c	۳۷/۳ ^a	۳۴/۱ ^c	۰/۴۳	۰/۰۳	۰/۰۴
۴	۵۷/۳	۵۲/۴	۵۸/۵	۵۳/۳	۱/۳۲	۰/۰۷	۰/۰۹۵
۸	۶۴/۴	۵۷/۰	۶۳/۰	۵۷/۹	۱/۳۶	۰/۰۲	۰/۰۶۳
۱۶	۶۷/۱	۶۴/۲	۷۱/۲	۶۴/۴	۱/۸۲	۰/۲۳	۰/۰۵۷
۲۴	۷۹/۷	۷۵/۷	۷۹/۴	۷۶/۳	۰/۸۰	۰/۰۳	۰/۰۹۳
۴۸	۸۵/۴ ^a	۷۹/۱ ^b	۸۴/۷ ^a	۸۵/۴ ^a	۱/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸
۷۲	۸۷/۰	۸۶/۴	۸۷/۰	۸۷/۲	۰/۴۳	۰/۸۸	۰/۰۶۹
۹۶	۸۷/۹ ^b	۸۹/۴ ^a	۸۹/۳ ^a	۸۹/۳ ^a	۰/۲۲	۰/۰۶	۰/۰۱۰
فراسنجه های تجزیه پذیری							
تند تجزیه (a)	۳۸/۵	۳۷/۷	۳۹/۸	۳۷/۳	۰/۴۶	۰/۰۹	۰/۰۶۰
کند تجزیه (b)	۴۷/۵	۴۹/۴	۴۷/۴	۵۱/۲	۰/۶۷	۰/۰۶	۰/۰۴۶
نرخ ثابت تجزیه پذیری (c)	۰/۱۰۳۶	۰/۰۵۷۳	۰/۰۸۹۶	۰/۰۶۰۳	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۷۸
پتانسیل قابل تجزیه (a+b)	۸۶/۰	۸۷/۱	۸۷/۲	۸۸/۶	۰/۵۸	۰/۳۴	۰/۰۳۱
تجزیه پذیری موثر (ED) (۰/۰۲)	۷۷/۳ ^{ab}	۷۴/۰ ^b	۷۷/۷ ^a	۷۵/۴ ^{ab}	۰/۶۱	۰/۰۲	۰/۰۳۶
تجزیه پذیری موثر (ED) (۰/۰۴)	۷۱/۴	۶۶/۵	۷۱/۶	۶۷/۸	۰/۹۷	۰/۰۲	۰/۰۶۶
تجزیه پذیری موثر (ED) (۰/۰۶)	۶۷/۲	۶۱/۶	۶۷/۲	۶۲/۷	۱/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۷۶

میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۳: تجزیه پذیری پروتئین خام جیره ها

زمان انکوباسیون	شاهد (درصد)	برگ کُناَر (درصد)	روغن آفتابگردان (درصد)	برگ کُناَر و روغن آفتابگردان (درصد)	اشتباه معیار میانگین	سطح احتمال	
						اثر کُناَر	اثر روغن آفتابگردان
۰	۶۲/۷	۶۳/۹	۶۴/۹	۶۰/۲	۰/۶۹	۰/۱۳	۰/۰۵۲
۴	۸۹/۸	۷۹/۷	۸۴/۰	۸۰/۵	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۰۸۶
۸	۸۹/۴	۸۸/۰	۹۰/۶	۸۸/۰	۰/۴۹	۰/۰۵	۰/۰۵۱
۱۶	۹۲/۵	۹۱/۲	۹۲/۷	۹۱/۲	۰/۴۸	۰/۲۰	۰/۰۹۴
۲۴	۹۴/۷	۹۴/۳	۹۵/۲	۹۴/۸	۰/۵۵	۰/۷۳	۰/۰۷۰
۴۸	۸۴/۱	۹۸/۰	۹۸/۲	۹۷/۸	۰/۲۶	۰/۷۱	۰/۰۹۱
۷۲	۹۹/۸	۹۹/۸	۹۹/۸	۹۹/۷	۰/۰۸	۰/۹۸	۰/۰۹۷
۹۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰/۰۰	.	.
فراسنجه های تجزیه پذیری							
تند تجزیه (a)	۶۳/۲	۶۵/۰	۶۵/۳	۶۱/۰	۰/۷۷	۰/۳۶	۰/۰۵۲
کند تجزیه (b)	۳۴/۳	۳۳/۳	۳۲/۴	۳۶/۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۷۲
نرخ ثابت تجزیه پذیری (c)	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۶۱
پتانسیل قابل تجزیه (a+b)	۹۷/۵	۹۸/۴	۹۷/۸	۹۷/۷	۰/۳۳	۰/۶۲	۰/۰۸۲
تجزیه پذیری موثر (ED) (۰/۰۲)	۹۴/۳	۹۳/۸	۹۴/۷	۹۳/۷	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۰۵۷
تجزیه پذیری موثر (ED) (۰/۰۴)	۹۱/۶	۹۰/۳	۹۲/۱	۹۰/۴	۰/۳۰	۰/۰۱	۰/۰۵۲
تجزیه پذیری موثر (ED) (۰/۰۶)	۸۹/۴	۸۷/۶	۸۹/۹	۸۷/۸	۰/۴۴	۰/۰۲	۰/۰۶۲

جدول ۴: مقایسه میانگین های اثرات ساده^۱ و متقابل جیره های حاوی برگ کُناَر و روغن آفتابگردان بر تولید گاز تجمعی^۲ و فراسنجه های تولید گاز

تیمار (جیره غذایی)	ساعات انکوباسیون										فراسنجه ها ^۲
	۲	۴	۶	۸	۱۲	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶	پتانسیل تولید گاز	نرخ تولید گاز
شاهد	۶/۷۲ ^b	۱۶/۶۹ ^b	۳۱/۱۷ ^b	۴۸/۱۴ ^b	۶۷/۲۷ ^b	۷۳/۰۹ ^b	۷۷/۸۶ ^b	۸۳/۸۷ ^c	۹۰/۲۸ ^c	۸۵/۳۸ ^c	۰/۰۹۰ ^{ab}
برگ کُناَر	۵/۵۲ ^b	۱۶/۶۳ ^b	۳۱/۳۷ ^b	۴۹/۷۸ ^b	۶۹/۲۱ ^{ab}	۷۴/۵۹ ^b	۸۰/۶۸ ^b	۸۹/۸۰ ^{bc}	۹۹/۰۰ ^{bc}	۹۱/۹۴ ^{bc}	۰/۰۸۱ ^b
روغن آفتابگردان	۱۱/۷۷ ^a	۲۸/۴۱ ^a	۴۸/۴۶ ^a	۶۹/۸۹ ^a	۸۷/۶۴ ^a	۸۹/۸۶ ^a	۹۶/۰۹ ^{ab}	۱۰۵/۱۰ ^{ab}	۱۱۴/۲۰ ^{ab}	۱۰۵/۰۴ ^{ab}	۰/۱۱۰ ^a
برگ کُناَر و روغن آفتابگردان	۱۱/۸۶ ^a	۲۷/۲۳ ^a	۴۶/۳۴ ^{ab}	۶۶/۹۶ ^a	۸۸/۳۳ ^a	۹۱/۷۱ ^a	۱۰۰/۷۷ ^a	۱۱۲/۸۴ ^b	۱۲۴/۲۰ ^a	۱۱۲/۸۱ ^a	۰/۰۹۴ ^{ab}
اشتباه معیار میانگین	۱/۱۶	۲/۱۷	۳/۰۰	۳/۵۲	۳/۷۶	۳/۵۴	۳/۹۶	۳/۹۷	۴/۲۹	۳/۷۲	۰/۰۰۴
اثر کُناَر	۰/۷۸	۰/۸۶	۰/۸۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۵۴	۰/۲۶	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۱۶
اثر روغن آفتابگردان	۰/۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	۰/۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	۰/۰۰۶
کُناَر×روغن آفتابگردان	۰/۷۵	۰/۸۷	۰/۸۱	۰/۶۸	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۹۱	۰/۰۶۷

۱: میانگین های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار است (P<۰/۰۵)، ۲: براساس میلی لیتر گاز تولیدی به ازای ۵۰۰ میلی گرم ماده خشک نمونه، ۳: پتانسیل تولید گاز براساس میلی لیتر و نرخ تولید گاز براساس میلی لیتر در ساعت



جدول ۵: مقایسه میانگین‌های اثرات ساده^۱ و متقابل جیره‌های غذایی حاوی برگ کنار و روغن آفتابگردان بر میانگین فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای

تیمار (جیره غذایی)	ME (مگا کالری بر کیلوگرم)	TOMD (میلی گرم)	OMD (درصد)	PF (میلی گرم بر لیتر)	MB (میلی گرم)	EMB (میلی مول)	SCFA (میلی مول)
شاهد	۱/۷۲ ^b	۲۱۷/۷ ^a	۴۴/۰۲ ^b	۷/۵۰ ^{ab}	۱۵۳/۴ ^{ab}	۷۰/۵۶ ^a	۰/۶۴ ^b
برگ کنار	۱/۷۵ ^b	۲۳۴/۲ ^a	۴۴/۰۶ ^b	۸/۳۰ ^a	۱۶۸/۵ ^a	۷۱/۹۷ ^a	۰/۶۵ ^b
روغن آفتابگردان	۲/۰۸ ^a	۱۸۷/۶ ^b	۵۰/۵۳ ^a	۵/۲۱ ^c	۱۰۸/۵ ^c	۵۷/۷۸ ^b	۰/۷۹ ^a
برگ کنار و روغن آفتابگردان	۲/۱۳ ^a	۲۲۰/۴ ^a	۵۰/۳۰ ^a	۶/۰۴ ^{bc}	۱۳۹/۶ ^b	۶۳/۲۵ ^b	۰/۸۱ ^a
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۶	۵/۴۴	۱/۲۷	۰/۴۱	۶/۵۵	۱/۷۹	۰/۰۳
اثر کنار	۰/۷۰	۰/۰۰	۰/۹۶	۰/۲۱	۰/۰۰	۰/۱۵	۰/۷۹
اثر روغن آفتابگردان	<۰۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	۰/۰۱
کنار+روغن آفتابگردان	۰/۹۳	۰/۲۸	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۲۸	۰/۳۹	۰/۹۷

۱: میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$)، ME: انرژی متابولیسمی، TOMD: ماده آلی قابل هضم واقعی، OMD: ماده آلی قابل هضم، PF: عامل تفکیک، MB: توده میکروبی تولید شده، EMB: بازده توده میکروبی تولید شده، SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر

بحث

نتایج جدول ۲، نشان داد که مقدار بخش تند تجزیه (a)، کند تجزیه (b)، پتانسیل قابل تجزیه (a+b)، نرخ ثابت تجزیه‌پذیری (c) و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک (ED) در بین تیمارهای مختلف از نظر اثرات ساده افزودن روغن آفتابگردان، تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$) که این یافته با نتایج چاشنی‌دل و همکاران (۱۳۹۸a) و Grummer (۱۹۸۸) هماهنگ است. آن‌ها از سه سطح روغن کتان در جیره بره‌های پرواری استفاده کردند و تفاوت معنی‌داری در این شاخص‌ها مشاهده نکردند. Vergass و همکاران (۲۰۱۷) نیز با افزودن ۲ درصد روغن آفتابگردان، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر ناپدید شدن ماده خشک و پروتئین خام مشاهده نکردند. مقدار بخش تند تجزیه ($P = 0.09$) و نرخ ثابت تجزیه‌پذیری ($P = 0.08$) ماده خشک در بین تیمارهای مختلف از نظر اثرات ساده افزودن برگ کنار، تمایل به کاهش نشان داد و مقدار بخش کند تجزیه تمایل به افزایش نشان داد ($P = 0.06$). تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک در سرعت‌های عبور مختلف در تیمار کنار نسبت به سایر تیمارها، کاهش معنی‌داری نشان داد ($P = 0.02$). Apdini و همکاران (۲۰۱۷)، بیان کردند که مکمل تانن متراکم، اثر کاهشی بر تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و NDF دارد. آن‌ها با استفاده از ۳ درصد تانن متراکم و ۵ درصد روغن سویا در جیره، تجزیه‌پذیری ماده خشک را در تیمارهای شاهد، حاوی تانن و حاوی تانن و روغن به ترتیب ۳۸/۴، ۳۱ و ۳۳/۸ درصد گزارش کردند که کاهش مشاهده شده با استفاده از تانن با یافته‌های مطالعه کنونی با استفاده از برگ کنار مطابقت دارد. هم‌چنین هماهنگی با یافته‌های حاضر، نتایج چاشنی‌دل و همکاران (۱۳۹۸b)، نشان داد که مقدار بخش تند تجزیه، کند تجزیه و بالقوه قابل تجزیه در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای حاوی سطوح مختلف پوست انار به عنوان منبع تانن، به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود و ثابت نرخ تجزیه‌پذیری ماده خشک تفاوتی نداشت. دلیل احتمالی کاهش مقدار تجزیه‌پذیری ماده خشک، می‌تواند به علت اتصال

تانن‌ها به مولکول‌های بزرگ مانند پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌های ساختمانی و نشاسته باشد که در نتیجه، آن‌ها را از دسترس میکروارگانیسم‌های میکروبی شکمبه خارج کرده و بنابراین، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای کاهش می‌یابد (Silanikove و همکاران، ۲۰۰۶). Kamel و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که افزودن تانن (۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) به جیره، نرخ تجزیه‌پذیری را در مقایسه به گروه شاهد کاهش داد. در دیگر مطالعات، تفاوت معنی‌داری در تجزیه‌پذیری پروتئین خام جیره‌ها در اثر افزودن ۱/۵، ۳ و ۴ درصد روغن کتان (چاشنی‌دل و همکاران، ۱۳۹۸a) و ۲ درصد روغن آفتابگردان (Kamel و همکاران، ۲۰۱۹) مشاهده نشد که با نتایج مطالعه حاضر (جدول ۳) مطابقت دارد. اما Fotouhi و Jenkins (۱۹۹۰)، کاهش معنی‌دار تجزیه‌پذیری نیتروژن در جیره‌های با روغن کتان گزارش کردند. هم‌سو با این نتایج، Ikweegbu و Sutton (۱۹۸۲)، اثر مشابهی با افزودن روغن کتان در جیره گوسفند مشاهده کردند و این نتیجه را به کاهش جمعیت پروتوزوای شکمبه مرتبط دانستند (Machmullar و همکاران، ۱۹۹۸). استفاده از روش کیسه‌های نایلونی برای بررسی اثر روغن‌های گیاهی، نتایج متغیری داشته‌است. اثرگذاری‌های متفاوت مقدار و نوع چربی‌ها و انواع اسیدهای چرب غیراشباع لینولنیک و لینولئیک بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری می‌تواند تحت تاثیر میزان غیراشباع بودن و اثرگذاری‌های بعدی آن‌ها بر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش باشد. فزون بر این، ممکن است سرعت و دامنه متفاوت زیست هیدروژنه شدن اسیدهای چرب در شکمبه نیز بتواند بخشی از این تفاوت‌های مشاهده شده را توجیه کند (Maia و همکاران، ۲۰۱۰). مشخص است که تغییرات شایان توجهی از یک حیوان به حیوان دیگر در پاسخ میکروب‌های شکمبه به روغن جیره وجود دارد (Belenguer و همکاران، ۲۰۱۰). Kamel و همکاران (۲۰۱۹)، گزارش کردند که افزودن مکمل تانن کوئائراکو (۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) به جیره، اثرات کاهشی بر مقدار بخش کند تجزیه، بالقوه قابل تجزیه و نرخ ثابت تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام دارد که در مطالعه حاضر نیز نرخ ثابت تجزیه‌پذیری تمایل به



و همکاران، ۲۰۰۱؛ Makkar، ۲۰۰۳، Getachew و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که تانیک و گالیک اسید، نرخ تخمیرپذیری آزمایشگاهی را کاهش می دهد. نشان داده شده است که تانن ها احتمالاً از طریق اختلال در میکروارگانیسم های شکمبه، باعث کاهش در تولید گاز می شوند (Tabacco و همکاران، ۲۰۰۶). Apdini و همکاران (۲۰۱۷)، بیان کردند که پتانسیل تولید گاز با افزودن تانن متراکم (۱۰۴ میلی لیتر) و روغن سویا (۱۱۱ میلی لیتر)، با اثر متقابل معنی دار بین دو مکمل (۹۹ میلی لیتر) در مقایسه با گروه شاهد (۱۲۸ میلی لیتر) کاهش یافت که با یافته های مطالعه کنونی مطابقت ندارد. آن ها ۳ درصد تانن متراکم و ۵ درصد روغن سویا به جیره ها افزوده بودند که احتمالاً باعث اثرات منفی بر تولید گاز شده است ولی در مطالعه حاضر، ۲ درصد تانن متراکم در برگ گُناَر موجود بوده که سطح تانن جیره را به حدود ۰/۴ درصد می رساند که احتمالاً برای اختلال در فعالیت های میکروبی کافی نبوده است. تمایل به کاهش در نرخ تولید گاز در جیره گُناَر نسبت به سایر تیمارها احتمالاً به علت اتصال تانن ها به کربوهیدرات هاست که به آسانی در دسترس فلور میکروبی قرار نمی گیرند (Mirzaei-Aghsaghalı و همکاران، ۲۰۱۱). تانن ها می توانند از طریق پیوند هیدروفوبی و هیدروژنی با پروتئین ها و کربوهیدرات ها و همچنین اثر بر میکروارگانیسم های شکمبه (McSweeney و همکاران، ۲۰۰۱)، میزان تولید گاز را کاهش دهد. تانن های متراکم، همبستگی معکوسی با گاز تولیدی دارد. پژوهشگران دیگر، یافته های مشابهی در ارتباط بین تانن متراکم و گاز تولیدی گزارش کردند (Getachew و همکاران، ۲۰۰۰). در پژوهش حاضر، عامل تفکیک از محدوده بیان شده به وسیله Blummel و همکاران (۱۹۹۷) بالاتر است. بالاترین عامل تفکیک، مربوط به جیره گُناَر (۸/۳۰ میلی گرم بر لیتر) بود که افزایش معنی دار نسبت به سایر تیمارها داشت. تانن، می تواند علت این تفاوت باشد زیرا از طریق پیوند با مواد مغذی، تولید گاز را کاهش داده و در نتیجه عامل تفکیک، بزرگ تر می شود. طبق نظر Blummel و همکاران (۱۹۹۷)، افزایش عامل تفکیک، نشان دهنده بهبود بازده تخمیر و تولید پروتئین میکروبی است. عامل تفکیک پایین تر، نشان دهنده این است که ماده آلی تجزیه شده، بیش تر در جهت تولید اسیدهای چرب فرار مصرف شده است تا تولید توده میکروبی (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷)، اصل پذیرفته شده در تغذیه نشخوارکنندگان، حداکثر کردن تولید پروتئین میکروبی از خوراک تخمیر شده در شکمبه است، به گونه ای که با افزایش بازدهی پروتئین میکروبی، پروتئین عبوری از شکمبه به روده باریک، افزایش یافته و در مقابل، اتلاف کربن خوراک در قالب گازهای تخمیری کاهش می یابد (Anele و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه حاضر، بازدهی تولید پروتئین میکروبی در محدوده ۵۷/۷ و ۷۱/۹ میلی گرم متغیر بود که بیش ترین مقدار متعلق به جیره گُناَر (۷۱/۹۷ میلی گرم) بود. میزان

کاهش نشان داد. وجود نتایج متناقض در مورد افزودن روغن به جیره نشخوارکنندگان ممکن است هم به علت نوع و مقدار استفاده شده روغن و هم به ترکیب جیره پایه باشد. افزودن روغن آفتابگردان (۱، ۲ و ۴ درصد) تولید گاز را افزایش داد هر چند که انتظار می رفت با افزودن روغن آفتابگردان، فعالیت تخمیر و هضم جیره مخلوط به علت اثر ضد میکروبی اسیدهای چرب غیراشباع روغن، مختل شود. فزون بر این، افزودن روغن آفتابگردان تا ۴ و ۵ درصد اثر منفی بر تخمیر شکمبه ای نداشت (Elghandour و همکاران، ۲۰۱۷). هماهنگ با نتایج پژوهش حاضر (جدول ۴ و ۵)، Narimani-Rad و همکاران (۲۰۱۱)، اثر مثبتی با افزودن ۲/۵ درصد روغن آفتابگردان به جیره بر پایه کنسانتره حاوی علوفه یونجه و دانه جو در نسبت ۴۰:۶۰ و اثر منفی بر تولید گاز با افزودن ۵ درصد روغن آفتابگردان مشاهده کردند. Narimani-Rad و همکاران (۲۰۱۲)، با افزودن روغن آفتابگردان با سطوح مشابه (۲/۵ و ۵ درصد) به جیره های بر پایه علوفه (نسبت ۶۰ به ۴۰ و ۵۰ به ۵۰ علوفه به کنسانتره)، اثری بر تولید و فراسنجه های تولید گاز مشاهده نکردند. جیره با نسبت ۵۰ به ۵۰ علوفه به کنسانتره در مقایسه با جیره با نسبت ۶۰ به ۴۰ علوفه به کنسانتره در دو سطح روغن آفتابگردان (۲/۵ و ۵ درصد)، دارای تولید گاز، مقدار بخش تند تجزیه (a)، کند تجزیه (b)، پتانسیل قابل تجزیه (a+b)، بیش تری بود که نشان می دهد افزایش محتوای کنسانتره جیره می تواند با عرضه پیش ماده قابل تخمیر بیش تر، تولید گاز را تحت تاثیر قرار دهد. Narimani-Rad و همکاران (۲۰۱۱)، نتیجه گرفتند که افزودن ۵ درصد روغن آفتابگردان به جیره های بر پایه کنسانتره (نسبت ۶۰ به ۴۰ کنسانتره به علوفه)، باعث کاهش معنی دار حجم گاز تولیدی، بخش تند تجزیه (a) و کند تجزیه (b) شد ولی افزودن ۲/۵ درصد روغن آفتابگردان تفاوت معنی داری با گروه شاهد ایجاد نکرد. Kubelkova و همکاران (۲۰۱۸)، با افزودن ۱۰ درصد روغن منداب، ۱۰ درصد روغن آفتابگردان و ۱۰ درصد روغن کتان به روش آزمایشگاهی، مشاهده کردند که به طور کلی روغن، به طور معنی داری کل گازهای تخمیری را کاهش داد که با نتایج پژوهش حاضر متناقض است. این تناقض ممکن است تنها به علت سطح بالای روغن مورد استفاده در این آزمایشات باشد. به نظر می رسد که ۱۰ درصد روغن موجب اختلال در هضم پذیری مواد فیبری در جیره پر علوفه شده باشد. مشخص شده است که پوشش روغن، می تواند مانعی برای اتصال میکروبی به ذرات خوراک باشد. اسیدهای چرب غیراشباع می توانند برای برخی میکروارگانیسم های شکمبه ای به ویژه باکتری های فیبرولیتیک سمی باشد (Maia و همکاران، ۲۰۱۰). گزارش شده است که تانن، تولید گاز تجمعی را احتمالاً با تشکیل کمپلکس ماکرومولکولی کاهش می دهد و از فعالیت آنزیمی میکروارگانیسم های غیر هوازی شکمبه ای جلوگیری می کند (McSweeney

- protein synthesis of some cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) haulm varieties. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 163, pp: 161-169.
۵. **Apdini, T.A.P.; Dijkstra, J.; Ribeiro Menezes, D.; da Silva Santana, A.; Rodrigues de Lima, P. and Fróes Garcez Neto, A., 2017.** Effect of Tannin and Soybean Oil Supplementation on Gas Production, Degradability and Ruminant Fermentation. Abstract from Tropentag, Bonn, Germany.
 ۶. **Apori, S.O.; Castro, F. B.; Shand W.J. and Orskov, E.R., 1998.** Chemical composition, in sacco degradation and in vitro gas production of some browse plants. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 76, pp: 129-137.
 ۷. **Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2001.** Official Methods of Analysis, 12th edn. AOAC, Washington, DC. pp: 129-136.
 ۸. **Belenguer, A.; Toral, P.G.; Frutos, P. and Hervás, G., 2010.** Changes in the rumen bacterial community in response to sunflower oil and fish oil supplements in the diet of dairy sheep. J. Dairy Sci. Vol. 93, pp: 3275-3286.
 ۹. **Blummel, M. and Bullerdieck, P., 1997.** The need to complement gas production measurements with residue determination from in sacco degradability to improve the prediction of voluntary intake of hays. Animal Sci. Vol. 64, pp: 71-75.
 ۱۰. **Blummel, M. and Orskov. E.R., 1993.** Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting of food intake in cattle. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 40, pp: 109-119.
 ۱۱. **Dawd, K.Y.; Musimba, N.K.R.; Ekaya, W.N. and Farah, K.O., 2003.** The nutritional value of *Ziziphus spina-christi* for goat production among the pastoralists of Kalu district, South Wello, Ethiopia. African J. Range and Forage Sci. Vol. 20, No. 3, pp: 265-270.
 ۱۲. **Elghandour, M.M.Y.; Vallejo, L.H.; Salem, A.Z.M.; Salem, M.Z.M.; Camacho, L.M.; Buendía R.G. and Odongo, N.E., 2017.** Effects of *Schizochytrium* microalgae and sunflower oil as sources of unsaturated fatty acids for the sustainable mitigation of ruminal biogases methane and carbon dioxide. J. Cleaner Prod. Vol. 168, pp: 1389-1397.
 ۱۳. **Evitayani, L.W.; Fariani, A.; Ichinohe, T.; Abdulrazak, S.A. and Fujihara, T., 2004.** Comparative rumen degradability of some legume forages between wet and dry season in west Sumatra, Indonesia. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 17, No. 8, pp: 1107-1111.
 ۱۴. **FAO. 1997.** Tree Foliage in Ruminant Nutrition. In: Animal Production and Health. Paper 139. ed. R.A. Leng.
 ۱۵. **García, E.M.; Agustín, L.A.; Zimmerman, M.; Hernández, O.; Ignacio, A.J. and Azucena, N.M., 2019.** Enhanced oxidative stability of meat by including tannin-rich leaves of woody plants in goat diet. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 32, No. 9, pp: 1439-1447.
 ۱۶. **Getachew, G.; Makkar, H.P.S. and Becker, K., 2002.** Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. The J. Agric. Sci. Vol. 139, pp: 341-352.
 ۱۷. **Getachew, G.; Makkar, H.P.S. and Becker, K., 2000.** Effect of polyethylene glycol on in vitro degradability and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. Brit. J. Nutr. Vol. 84, pp: 73-83.
 ۱۸. **Getachew, G.; Pittroff, W. and Putnama, D.H., 2008.** The influence of addition of gallic acid, tannic acid, or quebracho tannins to alfalfa hay on in vitro rumen fermentation and microbial protein synthesis. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 140, pp: 444-461.
 ۱۹. **Goering, H.K. and Van Soest, P.J., 1970.** Forage Fiber Analysis (Apparatus Reagents, Procedures and Some Applications). Agriculture Handbook. United States Department of Agriculture, Washington DC.
 ۲۰. **Grummer, R.R., 1988.** Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. J. Dairy Sci. Vol. 71, pp: 117-122.
 ۲۱. **Ikweegbu, O.A. and Sutton, J.D., 1982.** The effect of varying the amount of linseed supplementation on rumen metabolism in sheep. Brit. J. Nutr. Vol. 48, pp: 365-369.
 ۲۲. **Jenkins, T.C. and Fotouhi, N., 1990.** Effects of Lecithin and Corn oil on site of digestion, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in sheep. J. Animal Sci. Vol. 2, pp: 460-466.
 ۲۳. **Kamalak, A.; Canbolat, O.; Gurbuz, Y. and Ozay, O., 2005.** Prediction of dry matter intake and dry matter

اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در جیره‌های مورد مطالعه از ۰/۶۴ تا ۰/۸۱ میلی‌مول متغیر بود. Getachew و همکاران (۲۰۰۲)، نشان دادند که اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گازهای تولید شده (به‌طور عمده متان و دی‌اکسیدکربن) حاصل از تخمیر کربوهیدرات‌ها هستند و چربی‌ها و پروتئین‌ها نقش اندکی دارند. همبستگی خوبی بین اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و تولید گاز وجود دارد و تولید گاز، شاخص خوبی برای تولید اسیدهای چرب فرار است، که ارتباط مثبتی با تولید توده میکروبی دارد (Liu و همکاران، ۱۹۸۸؛ Steingass و Menke، ۲۰۰۲). افزایش تولید گاز به مفهوم تجزیه بیش‌تر مواد آلی و تولید اسیدهای چرب بیش‌تر است. در آزمایش حاضر به‌دلیل افزایش گاز تولیدی حاصل از تیمارهای روغن و مخلوط روغن و گنار، میزان اسیدهای چرب افزایش یافت. افزودن برگ گنار حاوی تانن، تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین و پتانسیل و نرخ تولید گاز را کاهش داد که این موضوع نشان می‌دهد جیره‌های دارای برگ گنار به‌علت دارا بودن تانن، کم‌تر تحت تاثیر فعالیت میکروبی موجود در شکمبه واقع شده و از شکمبه عبور می‌کنند. افزودن روغن آفتابگردان (۲/۵ درصد) به جیره مخلوط، اثری بر تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین نداشت ولی پتانسیل و نرخ تولید گاز را افزایش داد. افزودن هم‌زمان روغن و برگ گنار حاوی تانن تاثیر بر فعالیت تخمیری و هضمی شکمبه نداشت. بدین‌معنی که اثر هرکدام از این عوامل در جیره مستقل از هم عمل می‌کنند. از سوی دیگر، مصرف جداگانه و یا مخلوط برگ گنار حاوی تانن و روغن آفتابگردان، اثر سوئی بر عملکرد شکمبه به روش آزمایشگاهی نداشت.

منابع

۱. جاشنی‌دل، ی؛ کاظمی، س.م. و تیموری‌یانسری، ا. ۱۳۹۸. اثر سطوح مختلف روغن کتان بر عملکرد، تجزیه‌پذیری، برخی از فراسنجه‌های خونی و صفات کمی و کیفی گوشت در بره‌های پرواری. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. جلد ۱۱، شماره ۲، صفحات ۱۳۳ تا ۱۴۹.
۲. جاشنی‌دل، ی؛ قدیری‌پایین‌لموکی، م. و تیموری‌یانسری، ا. ۱۳۹۸. اثر سطوح مختلف پوست انار بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه، تجزیه‌پذیری، تولید گاز و جمعیت پروتوزوا در گوسفند زل. نشریه علوم دامی. شماره ۱۲۳، صفحات ۱۸۳ تا ۱۹۶.
۳. دشتی‌زاده، م؛ کبیری‌فرد، ع.م؛ خاج، ح. و کمالی، ا. ۱۳۹۸. تعیین ارزش غذایی سرشاخه دو گونه درخت کتار (*Ziziphus spina-christi*, *Ziziphus mauritiana*) در تغذیه گوسفند. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۱۱، شماره ۲، صفحات ۶۹ تا ۷۶.
۴. **Anele, U.Y.; Sudekum, K.H.; Hummel, J.; Arigbede, O.M.; Oni A.O.; Olanite, J.A. and Jolaoso, A.O., 2011.** Chemical characterization, in vitro dry matter and ruminal crude protein degradability and microbial



- based diets for ruminant. Bull. Env. Pharmacol. Life Scien. Vol. 1, No. 12, pp: 73-77.
۴۱. **National Research Council (NRC). 2007.** Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. National Academy Press, Washington, DC.
۴۲. **Ørskov, E.R. and McDonald, I., 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science. Vol. 92, No. 2, pp: 499-503.
۴۳. **Ørskov, E.R., 1989.** Recent advances in evaluation of roughages as feeds for ruminants. In: Advances in animal nutrition (Ed. Farrell, D.J.), pp: 102-108. University of New England Printery, Armidale.
۴۴. **Osuga, I.M.; Abdulrazak, S.A.; Ichinohe, T. and Fujihara, T., 2005.** Chemical composition, degradation characteristics and effects of tannin on digestibility of some brose species from Kenya harvested during wet season. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 18, No. 1, pp: 54-60.
۴۵. **Patra, A.K., 2014.** A meta-analysis of the effect of dietary fat on enteric methane production, digestibility and rumen fermentation in sheep, and a comparison of these responses between cattle and sheep. Livest. Sci. Vol. 162, pp: 97-103.
۴۶. **Roy, A.; Mandal, G.P. and Patra, A.K., 2017.** Effects of different vegetable oils on rumen fermentation and conjugated linoleic acid concentration in vitro, Veterinary World. Vol. 10, No. 1, pp: 11-16.
۴۷. **Rubanza, C.D.K.; Shem, M.N.; Otsyina, R.; Ichinohe, T.; and Fujihara, T., 2003.** Nutritive evaluation of some browse tree legume foliage native to semi arid areas in western Tanzania. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 16, No. 10, pp: 1429-1437.
۴۸. **SAS Institute Inc. 2009.** SAS/STAT User's Guide: Version 9.2. 2nd edn. SAS Institute Inc; Cary, NC, USA.
۴۹. **Silanikove, N.; Landau, S.; O, D.; Kababya, D.; Bruckental, I. and Nitsan, Z., 2006.** Analytical approach and effects of condensed tannins in carob pods (*Ceratonia siliqua*) on feed intake, digestive and metabolic responses of kids. Livest. Sci. Vol. 1, pp: 29-38.
۵۰. **Tabacco, E.; Borreani, G. and Crovetto, G.M., 2006.** Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis, and protein rumen degradability of alfalfa silage. J. Dairy Sci. Vol. 89, No. 12, pp: 4736-4746.
۵۱. **Theodorou, M.K.; Williams, B.A.; Dhanoa, M.S.; McAllan, A.B. and France, J., 1994.** A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feedstuffs. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 48, pp: 185-197.
۵۲. **Tolera, A.; Khazaal, K. and Ørskov, E.R., 1997.** Nutritive evaluation of some browse species. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 67, pp: 181-195.
۵۳. **Valentin, S.F.; Williams, P.E.V.; Forbes, J.M. and Sauvant, D., 1999.** Comparison of the in vitro gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short and long term processes of degradation of maize silage in dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 78, pp: 81-99.
۵۴. **Van Soest, P.J.; Robertson, J.D. and Lewis, B.A., 1991.** Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. Vol. 74, pp: 3583-3597.
۵۵. **Vargas, J.E.; Andrés, S.; Yáñez Ruiz, D.R. and López, S., 2011.** The effect of olive, sunflower or linseed oils on the fermentation pattern and methane production in the rumen simulating technique. Options Méditerranéennes. Vol. 99, pp: 163-168.
۵۶. **Vargas, J.E.; Andrés, S.; Snelling, T.J.; López-Ferreras, L.; Yáñez-Ruiz, D.R.; García-Estrada, C. and López, S., 2017.** Effect of sunflower and marine oils on ruminal microbiota, in vitro fermentation and digesta fatty acid profile. Frontiers in Microbiology. Vol. 8, pp: 1124.
۲۴. **Kamel, H.E.M.; Al-Dobaibb, S.N. and Salem, A.Z.M., 2019.** Dietary supplementation of sunflower oil and quebracho tannins in sheep feeding: In vivo nutrient digestibility, nitrogen utilization and in vitro ruminal degradation kinetics. doi: 10.1002/jsfa.9651.
۲۵. **Karami, M.; Ponnampalam, E.N. and Hopkins, D.L., 2013.** The effect of palm oil and canola oil (saturated versus polyunsaturated- fatty acids) on feedlot performance, plasma and tissue fatty acid profiles and meat quality in goats. Meat Sci. Vol. 94, pp: 165-169.
۲۶. **Khazaal, K.; Markantonatos, X.; Nastis, A. and Ørskov, E.R., 1993.** Changes with maturity in fibre composition and levels of extractable polyphenols in Greek browse: effect on in vitro gas production and in sacco dry matter degradation. J. Sci. Food Agric. Vol. 63, pp: 237-244.
۲۷. **Krishnamoorthy, H.; Steingass, H. and Menke, K.H., 1991.** Preliminary observations on the relationships between gas production and microbial protein synthesis in vitro. Arch. Fur Tier. Vol. 41, pp: 521-526.
۲۸. **Kubelková, P.; Jalč, D.; Jančík, F. and Homolka, P., 2018.** In vitro ruminal fermentation and fatty acid production by various oil seeds. South African J. Animal Sci. Vol. 48, No. 3, pp: 526-534.
۲۹. **Liu, J.X.; Susenbeth, A. and Südekum, K.H., 2002.** In vitro gas production measurements to evaluate interactions between untreated and chemically treated rice straws, grass hay, and mulberry leaves. J. Anim. Sci. Vol. 80, No. 2, pp: 517-524.
۳۰. **Machmullar, A.; Ossowski, D.A.; Wanner, A. and Kreuzer, M., 1998.** Potential of various fatty feeds to reduce methane release from rumen fermentation in vitro. Animal Feed Sci. Technol. Vol. 71, pp: 117-130.
۳۱. **Maia, M.R.; Chaudhary, L.C.; Bestwick, C.S.; Richardson, A.J.; McKain, N.; Larson, T.R.; Graham, I.A. and Wallace, R.J., 2010.** Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. BMC Microbiology. Vol. 18, No. 10, pp: 52-62.
۳۲. **Makkar, H.P.S.; Blümmel, M. and Becker, K., 1995.** Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and their implication in gas production and true digestibility in vitro techniques. Br. J. Nutr. Vol. 73, pp: 897-913.
۳۳. **Makkar, H., 2003.** Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. Small Rumin. Res. Vol. 49, pp: 241-256.
۳۴. **Mcsweeney, C.S.; Palmer, B.; McNeill, D.M. and Krause, D.O., 2001.** Microbial interaction with tannin: nutritional consequences for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 91, pp: 83-93.
۳۵. **Mehrez, A.Z. and Ørskov, E.R., 1977.** A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci. Vol. 88, pp: 645-650.
۳۶. **Menke K.H. and Steingass, H., 1988.** Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Develop. Vol. 28, pp: 7-55.
۳۷. **Menke, K.H.; Raab, L.; Salewski, A.; Steingass, H.; Fritz, D. and Schneider, W., 1979.** The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. J. Agric. Sci. Vol. 93, pp: 217-222.
۳۸. **Mirzaei-Aghsaghali, A.; Maheri-Sis, N.; Mansouri, H.; Razeghi, M.E.; Shayegh, J. and Aghajanzadeh-Golshani, A., 2011.** Evaluating nutritional value of apple pomace for ruminants using in vitro gas production technique. Annals of Biol. Res. Vol. 2, pp: 100-106.
۳۹. **Narimani-Rad, M.; Kiyani Nahand, M.; Aghdam Shahryar, H.; Maheri-Sis, N.; Salamatdoust nobar, R. and Lotfi, A., 2011.** Influence of sunflower oil supplementation on in vitro gas production of mixed ration for ruminants. European J. Experimental Biol. Vol. 1, No. 4, pp: 125-129.
۴۰. **Narimani-Rad, M.; Aghdam Shahryar, H.; Kiyani Nahand, M. and Lotfi, A., 2012.** Effect of sunflower oil supplementation on in vitro fermentation patterns of forage



Investigation of degradability and fermentation parameters of diets containing Konar (*Ziziphus mauritiana*) leaves and sunflower oil in ruminants

- **Mahmoud Dashtizadeh:** Department of Animal Sciences, Faculty of Animal Sciences and Food Industry, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Ahvaz, Iran
- **Mohsen Sari*:** Department of Animal Sciences, Faculty of Animal Sciences and Food Industry, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Ahvaz, Iran
- **Hasan Fazaeli:** Department of Animal Nutrition Research, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

Received: November 2019

Accepted: February 2020

Keyword: Gas production, Degradability, Konar leaves, Sunflower oil

Abstract

This experiment was conducted in order to investigate the inclusion of Konar (*Ziziphus mauritiana*) leaves containing tannins and sunflower oil as a source of poly unsaturated fatty acids (full of linoleic acid) in high concentrate diets on gas production and degradability. In this experiment the degradability and fermentation parameters were compared by using *in situ* and gas production techniques. Gas production and degradation rate were measured at 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 hours in a completely randomized design with factorial arrangement of treatments. Dietary treatments were control, 20% Konar leaves, 2.5 % sunflower oil and, 2.5 % sunflower oil +20% Konar leaves. The results showed that dry matter soluble fraction (a), 37.72 ($P<0.09$), potentially degradable insoluble fraction (b), 49.41 ($P<0.06$) and constant degradation rate (c), 0.0573 ($P<0.08$) tended to decrease using Konar leaf. Effective dry matter degradability at different passage rates (74.07, 66.52 and 61.60 for effective degradability of 0.02, 0.04 and 0.06, respectively) decreased in diets containing Konar leaf ($P<0.02$). Effective degradability of crude protein significantly decreased (93.80, 90.32 and 87.60, respectively) at the passage rates of 0.02 ($P<0.01$), 0.04 ($P<0.01$) and 0.06 ($P<0.02$). Significant differences ($P<0.01$) were observed between treatments in terms of cumulative gas production at all incubation hours (2 to 96) between treatments due to addition of sunflower oil. Gas production potential, 105.04 ($P<0.01$) and gas production rate, 0.110 ($P<0.06$) were significantly increased by addition of sunflower oil. An increase in true organic matter digestibility (TOMD) and microbial mass production (MB) ($P<0.01$) observed using Konar leaves in the diet. Totally, the results of this study showed that addition of Konar leaves and sunflower oil to the diet could affect fermentative and degradability parameters of diets with little interaction. This means that the effect of each of factors in the diet is independent. On the other hand, separate or mixed using of konar leaves containing tannins and sunflower oil had no adverse effect on ruminal function *in vitro*.

* Corresponding Author's email: mohsensari@gmail.com

