فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۷، شماره ۱، صفحه ۱۵۴-۱۳۷، (۱۴۰۰)
DOI: 10.30466/jfrd.2021.120898
DOR: 20.1001.1.24763551.1400.7.1.10.1

مقالهٔ پژوهشی

ارزش غذایی برگ‌های جمع‌آوری‌شده از برخی درختان جنگلی برای تأمین بخشی از نیاز غذایی دام

محسن کاظمی*

– استادیار، گروه علوم دامی، مجتمع آموزش عالی تربت‌جام، تربت‌جام، ایران. (phd1388@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۱۵

چکیده

این پژوهش با هدف مقایسه و تعیین ارزش غذایی برگ‌های جمع‌آوری‌شده از پنج گونه درخت جنگلی شامل زبان‌گنجشک (*Fraxinus excelsior*)، کاج تهران (*Pinus eldarica*)، زالزالک زرد (*Crataegus azarolus*)، توت سفید (*Morus alba*) و بید سفید (*Salix alba*) انجام شد. برخی ترکیبات شیمیایی–معدنی، فراسنجه‌های تولید گاز، ظرفیت بافری و نیز برخی فراسنجه‌های تخمیری بر اساس روش‌های استاندارد آزمایشگاهی تعیین شدند. داده‌های این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز آماری شدند. تفاوت آماری معنی‌داری در بین تمام فراسنجه‌های اندازه‌گیری‌شده، مشاهده شد (P<۰/۰۵). پروتئین خام برگ‌ها از ۸/۳۰ درصد برای کاج تا ۱۸/۵۰ درصد برای توت سفید متغیر بود. مقدار NDF (۵۳/۰۳ درصد)، ADF (۳۸/۴۸ درصد)، ADL (۱۶/۶۷ درصد) و CF (۳۵/۰۱ درصد) در کاج از بیشترین مقدار برخوردار بود (P<۰/۰۵). گونهٔ توت سفید از بیشترین مقدار خاکستر، نیتروژن، کلسیم، منیزیم و سدیم برخوردار بوده، در حالی‌که گونهٔ بید از بیشترین مقدار روی برخوردار بود (P<۰/۰۵). بالاترین فراسنجه‌های مربوط به تولید گاز (به‌جز ثابت نرخ تولید گاز)، قابلیت هضم حقیقی ماده‌خشک و ماده آلی، DMI، انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب فرار کوتاه‌زنجیر، اسیدیتهٔ قابل‌تیتر و pH مربوط به هر برگ، در توت سفید مشاهده شد (P<۰/۰۵). کاج نیز از بالاترین ظرفیت بافری اسید–باز (۲۰۶/۲۳ میلی‌اکی‌والان گرم×$^{-3}$۱۰) برخوردار بود (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد که هر یک از برگ‌های مورد پژوهش، حاوی مقادیر متناسبی از مواد مغذی بوده و در صورت گنجاندن آن‌ها در جیرهٔ نشخوارکنندگان کوچک، می‌توانند بخش قابل‌توجهی از نیاز روزانه به مواد مغذی مختلف را برآورده سازند.

واژه‌های کلیدی: برگ، جنگل، درخت، فراسنجه‌های تخمیری، مواد مغذی.

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰۵۱۵۲۵۴۷۰۴۱

مقدمه

بسیاری از برگ‌های درختان جنگلی در فصول خشک سال پس از برگ‌ریزی آن‌ها، قابلیت مصرف توسط دام‌ها به‌ویژه نشخوارکنندگان کوچک را دارد، از طرفی جنگل‌های کشور با وجود پذیرابودن ارقام مختلفی از درختان و درختچه‌ها، وسعت وسیعی از ایران (۱۲/۴ میلیون هکتار، معادل ۷/۵ درصد مساحت کل کشور) را نیز به‌خود اختصاص داده است (Hassanzad Navroodi et al., 2015). یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش تولید در دام‌های اهلی ایران، می‌تواند مربوط به تغذیهٔ نامتناسب، بی‌کیفیت و ناکافی خوراک با وجود فراهم بودن مقادیر بسیاری از خوراک‌های محلی در دسترس باشد. بسیاری از برگ‌های درختان موجود در ایران، جزو منابع گیاهی پروتئینی محسوب شده که با وجود ارزان بودن آن‌ها، براحتی در فصولی که دامداران با محدودیت علوفه مواجه هستند، می‌تواند مورد چرا و یا استفادهٔ دام‌های مختلف بویژه دام‌های کوچک قرار بگیرند. هر چند که مصرف برخی از این شاخ و برگ‌ها در تغذیهٔ دام، به‌دلیل داشتن ترکیبات ضدتغذیه‌ای همچون فنول‌ها و یا تانن باید با احتیاط لازم انجام شود (Salem, 2005)، اما با این وجود گزارش شده است که بسیاری از سرشاخه‌ها و یا برگ‌های درختان، پتانسیل بالقوه‌ای در تغذیهٔ دام داشته و بخشی و یا تمام جیره می‌تواند با این منابع جایگزین شود، به‌طوری که Ondiek et al. (2000) به این نتیجه رسیدند که مصرف شاخ و برگ دو گونه شامل *Leucaena leucocephala* و *Gliricidia sepium* به‌عنوان منابع پروتئین گیاهی، تأثیر منفی بر تولید و عملکرد بزهای شیری ندارد. همچنین Liu et al. (2001) گزارش کردند که از برگ توت (*Morus alba*) می‌توان به‌عنوان یک منبع پروتئینی در جیره‌های حاوی کاه برنج آمونیاکی شده استفاده کرد و نیز به‌طور کامل جایگزین کنجالهٔ کلزا کرد.

آنالیز شیمیایی، به‌ویژه آنالیزهای مرتبط با قابلیت هضم به‌روش آزمایشگاهی و یا *in situ* می‌تواند در ارزیابی اولیهٔ ارزش غذایی گونه‌های مختلف گیاهی و یا دیگر خوراک‌ها مفید باشد (Kassi et al., 2000). از آنجایی‌که بدون اطلاع از ارزش غذایی برگ‌های درختان مختلف، دامداران اقدام به مصرف آن‌ها در جیرهٔ دام‌ها می‌کنند، بنابراین آگاهی‌داشتن نسبت به برخی فراسنجه‌های تغذیه‌ای اینگونه برگ‌ها علاوه بر کمک در ارائهٔ برنامه‌های تغذیه‌ای، می‌تواند در آگاهی یافتن نسبت به برطرف کردن نیازهای دام‌های مختلف نیز مفید باشد. بنابراین این پژوهش با هدف تعیین و مقایسهٔ ارزش غذایی برگ‌های جمع‌آوری‌شده از پنج گونه درخت جنگلی شامل زبان گنجشک (*Fraxinus excelsior*)، کاج تهران (*Pinus eldarica*)، زالزالک زرد (*Crataegus azarolus*)، توت سفید (*Morus alba*) و بید سفید (*Salix alba*) بر اساس روش‌های آزمایشگاهی استاندارد انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیهٔ نمونه‌ها و روش‌های آزمایشگاهی به‌کار برده شده

در این پژوهش نمونه برگ حاصل از درختان جنگلی شامل زبان گنجشک (*Fraxinus excelsior*)، کاج تهران (*Pinus eldarica*)، زالزالک زرد (*Crataegus azarolus*)، توت سفید (*Morus alba*) و بید سفید (*Salix alba*) از پارک جنگلی شهید عظیمی شهرستان تربت‌جام در آبان سال ۱۳۹۷ جمع‌آوری و بلافاصله به آزمایشگاه مرکزی مجتمع آموزش عالی تربت جام انتقال داده شدند. پارک جنگلی فوق با مساحتی در حدود ۴۵ هکتار در چهار کیلومتری جنوب شهرستان تربت‌جام احداث شده است. همچنین این پارک در

ارتفاع ۹۲۸ متری از سطح دریا و در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه، ۱۳ دقیقه و ۱۶/۱ ثانیهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۶۰ درجه، ۳۶ دقیقه و ۳۹/۸ ثانیهٔ شرقی واقع شده و دارای منطقه‌ای با اقلیم خشک و نیمه‌خشک (بافت لومی-شنی) بوده و از میانگین دمای سالانه ۲۶ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ۲۵۴ میلی‌متر برخوردار است. درختان مورد پژوهش از بیشترین فراوانی در بین درختان جنگلیِ منطقه برخوردار بوده و به‌راحتی می‌توانند مورد چرای دام‌های کوچک نشخوارکننده در فصل پاییز قرار بگیرند. برای هر گونهٔ درختی دست کم ۱۰ تکرار در نظر گرفته شد و نمونه‌های مربوط به هر درخت با یکدیگر مخلوط و یک نمونهٔ نهایی (برگ) تهیه شد. برای تعیین ترکیبات شیمیایی و مواد معدنی موجود در هر برگ، چهار تکرار برای هر مشخصه در نظر گرفته شد. بخشی از نمونه‌ها برای تعیین درصد ماده‌خشک در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت انتقال داده شد (AOAC, 1990). چندین نمونهٔ برگی نیز به آرامی با آب مقطر به‌منظور زدودن گرد و غبار از آن‌ها شسته شده و در ادامه همراه با دیگر نمونه‌ها به آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت انتقال داده شدند. بخشی از نمونه‌ها پس از خشک شدن، با آسیاب مجهز به مش ۲ میلی‌متری خرد شدند.

مقدار پروتئین خام با استفاده از دستگاه کجلدال (نیمه اتوماتیک، بخشی، ایران) و تیتر نمونه‌ها، تعیین شد. مقدار خاکستر خام (Ash)، پس از گذاشتن نمونهٔ هر برگ (به تعداد چهار تکرار) در داخل کوره با دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ ساعت تعیین شد (AOAC, 1999; method no. 942.05). چربی خام (Ether extract, EE) نیز با استفاده از دستگاه سوکسله (بخشی، ایران) و مایع پترولیوم اتر (بخشی، ایران) استخراج شد (AOAC, 1999; method no. 963.15). مقدار کربوهیدرات‌های غیرفیبری (NFC) نیز از تفاضل حاصل جمع CP، EE، NDF و Ash از عدد ۱۰۰ محاسبه شد. مقدار فیبر خام (Crude fiber, CF)، لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی (Acid detergent lignin, ADL) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (Acid detergent fiber, ADF) و خنثی (Neutral detregnet fiber, ADF) به‌کمک دستگاه آنالیز فیبر خام (شرکت گل پونهٔ صفاهان اصفهان، ایران) و با کمک تکنولوژی انکوم و کیسه‌های داکرونی مخصوص (با قطر منافذ ۴۵ میکرون) تعیین شدند (ANKOM Technology, 2005, 2006[a,b]). تمامی فراسنجه‌های مربوط به ظرفیت بافری نمونه‌های گیاهی (جدول ۵) و نیز pH هر گیاه بر اساس روش Jasaitis و همکاران (1987)، تعیین شدند. عصاره عاری از نیتروژن (NFE) نیز از تفاضل مجموع CP، EE، Ash و CF از عدد ۱۰۰ محاسبه شد (Arshadullah et al., 2009).

مایع شکمبهٔ مورد نیاز برای این پژوهش از کشتار پنج رأس بز نر نژاد نجدی در کشتارگاه صنعتی تربت‌جام تهیه شد. پس از ذبح حیوانات، بلافاصله شکمبهٔ آن‌ها باز شده و اقدام به تخلیهٔ محتویات شکمبه و صاف‌کردن آن‌ها با پارچهٔ متقال چند لایه شد. نمونهٔ مایع شکمبهٔ صاف‌شده در فلاکس‌های مخصوص ریخته و بلافاصله به آزمایشگاه مرکزی مجتمع آموزش عالی تربت جام انتقال و در بن‌ماری با دمای ۳۹ درجهٔ سانتی‌گراد انتقال داده شد. بزاق مصنوعی بر اساس روش Menke and Steingass (1988) تهیه شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از برگ‌های خشک شده و آسیاب شده با مش یک میلی‌متری، به‌داخل شیشه‌های با حجم ۱۲۰ میلی‌لیتر ریخته شد و پس از افزودن مایع شکمبه و بزاق مصنوعی (با نسبت

یک به دو) بلافاصله درب آن‌ها با درپوش‌های لاستیکی بسته شد. در ادامه درب شیشه‌ها با کمک ابزار کریمپر، پلمپ شده و در بن‌ماری با دمای ۳۹ درجهٔ سانتی‌گراد برای زمان‌های ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوبه شدند. همچنین چهار شیشه فاقد نمونهٔ برگی به‌عنوان بلنک، در نظر گرفته شد. فشار گاز تولید شده در زمان‌های فوق به‌کمک فشارسنج دیجیتالی ثبت و بر اساس روش Theodorou et al. (1994) هم‌زمان مقدار حجم گاز تولید شده در هر زمان انکوباسیون، اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای هر تیمار چهار تکرار درنظر گرفته شد.

برای هر تیمار (نمونهٔ گیاهی)، تعداد چهار شیشه (محیط کشت مشابه با آزمون تولید گاز) نیز به‌طور همزمان به‌منظور تعیین نیتروژن آمونیاکی (NH_3-N)، قابلیت هضم حقیقی ماده‌خشک (TDMD) و ماده آلی (TOMD) و pH محیط کشت، در نظر گرفته شد. گاز تولید شده در هر یک از شیشه‌ها که در اثر فرآیند تخمیر درون شیشه‌ای ایجاد می‌شد، متناوباً توسط سوزن مخصوص خارج می‌شد تا این گاز تأثیر منفی بر تخمیر میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای نداشته باشد. پس از اتمام زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون، درب شیشه‌ها باز و محتویات هر شیشه با کمک قیف بوخنر مجهز به پارچهٔ پلی‌استری (قطر منافذ ۴۵ میکرون) صاف شده و بلافاصله pH هر یک از شیشه‌ها با دستگاه pH متر (Hana, Model HI 2210-01, USA) اندازه‌گیری شد. در ادامه مقدار پنج میلی‌لیتر از نمونهٔ محیط کشت صاف شده، با پنج میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و تا انجام آزمایشات بعدی در فریزر با دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری و در نهایت پس از یخ‌گشایی، مقدار نیتروژن آمونیاکی به‌روش کجلدال تعیین شد (Komolong *et al.*, 2001). توده میکروبی تولیدی (MMY)، ضریب تفکیک‌پذیری (Partitioning factor: PF)، TDMD و TOMD نیز بر اساس روش توصیه‌شدهٔ (2010) Makkar تعیین شدند. بازده تولید توده میکروبی (MMY) نیز از تقسیم توده میکروبی تولیدشده بر مقدار ماده آلی حقیقی هضم شده، محاسبه شد.

مقدار نیتروژن نمونه‌ها نیز با کمک دستگاه کجلدال (ساخت شرکت بخشی، ایران) تعیین شدند. کلیهٔ مواد معدنی (شامل کلسیم، پتاسیم، سدیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و کبالت) مربوط به برگ‌های درختان مختلف، بر اساس روش‌های توصیه‌شدهٔ AOAC (1990)، و با استفاده از دستگاه جذب اتمی مستقر در آزمایشگاه مرکزی مجتمع آموزش عالی تربت‌جام (SavantAA, GBC, Australia) تعیین شدند.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

از مدل آماری $Yij = \mu + Ti + eij$ در این پژوهش استفاده شد که در آن Yij= مقدار هر مشاهده، μ= میانگین کل، Ti= اثر تیمار و eij= خطای آزمایشی بود. داده‌های این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به‌کمک نرم‌افزار SAS (۹/۱) آنالیز آماری شدند. اختلاف آماری بین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد تعیین شد. همچنین داده‌های حاصل از آزمون گاز با استفاده از معادلهٔ $Y = b(1 - e^{-ct})$ آنالیز شدند که در آن، Y معادل حجم گاز تولید شده در زمان t، b معادل گاز تولیدی از بخش نامحلول ولی قابل تخمیر پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده‌خشک)، c معادل ثابت نرخ تولید گاز برای b (درصد در هر ساعت) و t معادل زمان انکوباسیون (ساعت) بود (Ørskov and McDonald, 1979). انرژی قابل متابولیسم و انرژی خالص برای شیردهی بر اساس معادلات Menke and Steingass (1988)

تعیین شدند. کل اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر (SCFA) نیز بر اساس معادلهٔ Makkar (2005) تعیین شد: $SCFA\ (mmol) = 0.0222 - 0.00425GP$ ، که در این معادله، GP معادل حجم تجمعی گاز تولید شده تا زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون برای ۲۰۰ میلی‌گرم نمونهٔ انکوبه شده بود. مقدار مصرف ماده خشک (درصدی از وزن زنده دام، Dry Matter Intake: DMI) بر اساس معادلهٔ $DMI = 120/\%NDF$ تعیین شد که در آن NDF معادل درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی بود (Sanson and Kercher, 1996).

نتایج

آنالیز شیمیایی-معدنی برگ‌ها

ترکیبات شیمیایی و ماده‌خشک مربوط به برگ‌های جمع‌آوری شده از درختان مختلف جنگلی (درصد) در جدول ۱ ارائه شده است. تفاوت آماری معنی‌داری برای درصد ماده‌خشک و ترکیبات شیمیایی در بین ۵ گونه برگ جمع‌آوری‌شده از درختان مختلف جنگلی مشاهده شد، به‌طوری که بیشترین مقدار کربوهیدرات‌های غیرفیبری (NFC، ۵۲/۴۶ درصد)، عصارهٔ عاری از نیتروژن (NFE، ۳۵/۲۲ درصد) و چربی خام (۶/۱۲ درصد) مربوط به برگ درخت *Salix alba* (بید) بود (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین مقدار CF (۳۵/۰۱ درصد)، ADL (۱۶/۶۷ درصد)، NDF (۵۳/۰۳ درصد)، ADF (۳۸/۴۸ درصد) و ماده‌خشک (۴۵/۲۱ درصد) مربوط به *Pinus eldarica* (کاج) بود (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار پروتئین خام (۱۸/۵۰ درصد) و خاکستر خام (۱۴/۷۹ درصد) در توت سفید (*Morus alba*) مشاهده شد (P<۰/۰۵).

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی و ماده‌خشک مربوط به برگ‌های جمع‌آوری‌شده از درختان مختلف جنگلی (درصد)

Table 1. Chemical composition and dry matter of leaves collected from different forest trees (%)

DM	CP	CF	EE	ADF	NDF	ADL	Ash	NFC	NFE	نمونه Sample
37.82^{c}	14.83^{b}	23.08^{b}	4.87^{b}	22.60^{c}	39.69^{c}	9.18^{c}	9.23^{c}	28.37^{bc}	44.98^{b}	زبان گنجشک *Fraxinus excelsior*
45.21^{a}	8.30^{d}	35.01^{a}	5.18^{ab}	38.48^{a}	53.03^{a}	16.67^{a}	4.57^{e}	25.92^{c}	43.94^{b}	کاج *Pinus eldarica*
41.52^{b}	11.25^{c}	20.54^{b}	4.35^{b}	31.78^{b}	42.64^{b}	12.75^{b}	10.62^{b}	27.14^{c}	50.24^{a}	زالزالک زرد *Crataegus azarolus*
34.88^{d}	18.50^{a}	20.71^{b}	4.42^{b}	20.65^{c}	28.45^{e}	4.20^{d}	14.79^{a}	30.84^{b}	38.57^{c}	توت سفید *Morus alba*
37.91^{c}	11.33^{c}	19.92^{b}	6.12^{a}	24.51^{c}	37.16^{d}	13.29^{b}	7.17^{d}	35.22^{a}	52.46^{a}	بید سفید *Salix alba*
0.62	0.10	0.94	0.33	1.33	0.70	0.66	0.36	0.85	1.21	SEM

حروف غیرمشابه در هر ستون (تعیین با آزمون دانکن) بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

Means in column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

NFE: عصاره عاری از نیتروژن، NFC: کربوهیدرات‌های غیرفیبری، Ash: خاکستر خام، ADL: لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی، NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ADF: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، EE: چربی خام، CF: فیبر خام، CP: پروتئین خام، DM: ماده‌خشک.

NFE: nitrogen-free extract, NFC: non-fiber carbohydrates, Ash: crude ash, ADL: acid detergent lignin, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber, EE: ether extract, CF: crude fiber, CP: crude protein, DM: dry matter (% of fresh weight.

مقدار مواد معدنی اندازه‌گیری‌شده برای برگ‌های مختلف درختان جنگلی در جدول ۲ نشان داده شده است. در بین برگ‌های مورد پژوهش، بیشترین مقدار نیتروژن (۲۹/۶ گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک)، کلسیم (۴۴/۰۸ گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک)، منیزیم (۷/۶۴ گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک) و سدیم (۲/۶۶ گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک) مربوط به توت سفید (*Morus alba*) بود (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار منگنز (۶۱/۱۳ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک)، روی (۶۴/۶۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک) و آهن (۳۸۸/۴۱ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک) به‌ترتیب در برگ درختان کاج، بید و زالزالک مشاهده شد (P<۰/۰۵).

جدول ۲-مواد معدنی شده برای برگ‌های مختلف درختان جنگلی

Table 2. The minerals content measured for different leaves of forest trees

Fe	Zn	Mn	Co	K	Na	Mg	Ca	N	نمونه Sample
212.29^{c}	10.40^{b}	38.93^{b}	2.87	13.95^{a}	2.0^{b}	3.88^{b}	16.94^{c}	23.70^{b}	زبان گنجشک *F. excelsior*
299.62^{b}	14.37^{b}	61.13^{a}	3.40	6.19^{b}	2.12^{ab}	2.42^{c}	15.55^{c}	13.30^{d}	کاج *P. eldarica*
388.41^{a}	31.33^{b}	57.17^{a}	2.97	12.59^{a}	1.34^{c}	4.09^{b}	32.07^{ab}	17.90^{c}	زالزالک زرد *C. azarolus*
332.16^{b}	30.03^{b}	55.30^{a}	2.50	11.87^{a}	2.66^{a}	7.64^{a}	44.08^{a}	29.6^{a}	توت سفید *M. alba*
160.83^{c}	64.60^{a}	46.20^{ab}	2.73	12.57^{a}	1.40^{c}	3.68^{b}	26.36^{bc}	18.1^{c}	بید سفید *S. alba*
12.66	6.98^{a}	4.90	0.40	0.80	0.19	0.33	4.10	0.24	SEM

حروف غیرمشابه در هر ستون (تعیین با آزمون دانکن) بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

Means in each column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

N: نیتروژن (گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، Ca: کلسیم (گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، Mg: منیزیم (گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، Na: سدیم (گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، K: پتاسیم (گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، Co: کبالت (میلی‌گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، Mn: منگنز (میلی‌گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، Zn: روی (میلی‌گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، Fe: آهن (میلی‌گرم/کیلوگرم ماده‌خشک).

N: nitrogen (g/kg DM), Ca: calcium (g/kg DM), Mg: magnesium (g/kg DM), Na: sodium (g/kg DM), K: potassium (g/kg DM), Co: cobalt, Mn: manganese (g/kg DM), Zn: zinc (g/kg DM), Fe: iron (g/kg DM).

برخی فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای و تولید گاز

قابلیت هضم حقیقی ماده‌خشک و ماده آلی و برخی فراسنجه‌های گاز ناشی از انکوباسیون برگ‌های مختلف درختان جنگلی در جدول ۳ ارائه شده است. بیشترین مقدار قابلیت هضم حقیقی ماده‌خشک (۸۵/۸۲ درصد) و ماده آلی (۸۸/۱۸ درصد) و نیز بیشترین مقدار تولید گاز در زمان‌های ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انکوباسیون (به‌ترتیب معادل ۳۱/۸۳، ۴۲/۴۰، ۴۸/۰ و ۵۰/۵۰ میلی‌لیتر)، همگی مربوط به گونهٔ توت سفید (*Morus alba*) بود (P<۰/۰۵). کمترین مقدار فراسنجه‌های ذکرشده در بالا نیز در برگ کاج (*Pinus eldarica*) مشاهده شد (P<۰/۰۵).

جدول ۳- قابلیت هضم حقیقی ماده‌خشک و ماده آلی و برخی فراسنجه‌های گاز ناشی از انکوباسیون برگ‌های مختلف درختان جنگلی

Table 3. True digestibility of dry matter and organic matter and some gas production parameters under incubation of different leaves collected from forest trees

TDMD (%)	TOMD (%)	Gas 72 h (ml)	Gas 48 h (ml)	Gas 24 h (ml)	Gas 12 h (ml)	cgas (%/h)	bgas (ml)	نمونه Sample
81.70^{ab}	83.18^{ab}	47.63^{b}	44.47^{b}	40.50^{ab}	31.86^{a}	0.098^{a}	46.71^{b}	زبان گنجشک *F. excelsior*
53.47^{d}	55.08^{d}	35.97^{c}	32.27^{c}	25.56^{d}	20.26^{c}	0.061^{c}	35.96^{c}	کاج *P. eldarica*
76.50^{bc}	79.28^{bc}	49.13^{ab}	44.47^{b}	35.0^{c}	25.56^{b}	0.049^{d}	50.13^{a}	زالزالک زرد *C. azarolus*
85.82^{a}	88.18^{a}	50.50^{a}	48.0^{a}	42.40^{a}	31.83^{a}	0.083^{b}	50.14^{a}	توت سفید *M. alba*
74.95^{c}	75.29^{c}	50.47^{a}	46.80^{ab}	38.36^{b}	30.23^{a}	0.073^{b}	50.03^{a}	بید سفید *S. alba*
2.04	1.87	0.57	0.85	0.97	1.38	0.003	0.59	SEM

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین آن‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

Means in each column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

bgas: پتانسیل تولید گاز، cgas: ثابت نرخ تولید گاز، Gas 12, 24, 48, 72 h: به‌ترتیب گاز تجمعی تولید شده در زمان‌های ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انکوباسیون، TOMD: قابلیت هضم حقیقی ماده آلی، TDMD: قابلیت هضم حقیقی ماده‌خشک.

bgas: potential gas production, cgas: fractional rate of gas production, gas 12, 24, 48, 72 h: cumulative gas production after 12, 24, 48, and 72 h incubation, respectively, TOMD: true organic matter digestibility, TDMD: true dry matter digestibility.

برخی فراسنجه‌های میکروبی، انرژی قابل متابولیسم، نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای چرب فرار کوتاه‌زنجیر و pH محیط کشت در جدول ۴ آورده شده است. بیشترین مقدار مصرف ماده‌خشک روزانه (۴/۲۲ درصد وزن بدن)، انرژی قابل متابولیسم (۸/۰۷ مگاژول در هر کیلوگرم ماده‌خشک)، انرژی خالص شیردهی (۴/۶۸ مگاژول در هر کیلوگرم ماده‌خشک) و کل اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر (۰/۹۴ میلی‌مول) مربوط به برگ حاصل از توت سفید بود (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار نیتروزن آمونیاکی (۱۷/۵۰ میلی‌گرم/دسی‌لیتر) و pH محیط کشت (۶/۷۴) نیز به‌ترتیب در اثر انکوباسیون برگ‌های کاج و زالزالک در محیط کشت مشاهده شد (P<۰/۰۵). بیشترین ضریب تفکیک‌پذیری (۴/۱۸) نیز در کاج مشاهده شد (P<۰/۰۵). بالاترین مقدار توده میکروبی تولیدی (۷۴/۰۷ میلی‌گرم) و بازده سنتز توده میکروبی (۵۴/۳۵ درصد) در برگ زالزالک مشاهده شد (P<۰/۰۵). ظرفیت بافری اندازه‌گیری‌شده برای برگ‌های چند درخت جنگلی در جدول ۵ ارائه شده است. در بین برگ‌های مورد پژوهش، بیشترین مقدار pH برگ (۷/۱۱) و اسیدیتهٔ قابل تیتر (۳۰۰/۲۵ میلی‌اکی والان گرم×$^{-3}$۱۰) مربوط به توت سفید بود (P<۰/۰۵). همچنین بالاترین مقدار آلکانیتهٔ قابل تیتر (۴۰۳/۰ میلی‌اکی والان گرم×$^{-3}$۱۰)، ظرفیت بافری بازی (۸۲/۲۱ میلی‌اکی والان گرم×$^{-3}$۱۰) و ظرفیت بافری اسید-باز (۲۰۶/۲۳ میلی‌اکی والان گرم×$^{-3}$۱۰)، همگی مربوط به *Pinus eldarica* بود (P<۰/۰۵). بالاترین ظرفیت بافری اسیدی (۱۲۶/۵۵ میلی‌اکی والان گرم×$^{-3}$۱۰) نیز در برگ زالزالک مشاهده شد (P<۰/۰۵).

جدول ۴- برخی فراسنجه‌های میکروبی، انرژی قابل متابولیسم، نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای چرب فرار کوتاه‌زنجیر و pH محیط کشت

Table 4. Some microbial parameters, metabolizable energy, ammonia nitrogen, short chain fatty acids and pH of the culture medium

pH	SCFA (mmol)	NH_3-N (mg/dL)	NEl (MJ/kgDM)	ME (MJ/kgDM)	EMMY (%)	MMY (mg)	PF	DMI (% of body weight)	نمونه Sample
6.58^{d}	0.89^{ab}	16.73^{b}	4.49^{ab}	7.80^{ab}	22.12^{d}	32.50^{d}	3.64^{b}	3.03^{c}	زبان گنجشک *F. excelsior*
6.70^{b}	0.56^{d}	15.83^{d}	3.03^{d}	5.73^{d}	37.97^{c}	40.40^{c}	4.18^{a}	2.26^{e}	کاج *P. eldarica*
6.74^{a}	0.77^{c}	16.46^{c}	3.95^{c}	7.03^{c}	54.35^{a}	74.07^{a}	3.90^{ab}	2.75^{d}	زالزالک زرد *C. azarolus*
6.64^{c}	0.94^{a}	17.50^{a}	4.68^{a}	8.07^{a}	17.23^{d}	26.60^{e}	3.49^{b}	4.22^{a}	توت سفید *M. alba*
6.66^{c}	0.85^{b}	16.28^{cd}	4.28^{b}	7.49^{b}	44.45^{b}	60.90^{b}	3.58^{b}	3.22^{b}	بید سفید *S. alba*
0.01	0.02	0.85	0.09	0.13	1.62	1.82	0.16	0.06	SEM

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین آن‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

Means in each column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

DMI: مقدار مصرف ماده‌خشک روزانه (درصدی از وزن زنده بدن)، PF: ضریب تفکیک‌پذیری، MMY: توده میکروبی تولیدی، EMMY: بازده سنتز توده میکروبی، ME: انرژی قابل متابولیسم، NEl: انرژی خالص برای شیردهی، NH_3-N: نیتروژن آمونیاکی، SCFA: اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر.

DMI: dry matter intake (% of live weight), PF: partitioning factor, MMY: microbial mass yield, EMMY: efficiency of microbial mass yield, ME: metabolizable energy, NEl: net energy for lactation, NH_3-N: ammonia nitrogen, SCFA: short chain fatty acids.

جدول ۵- ظرفیت بافری اندازه‌گیری‌شده برای برگ‌های چند درخت جنگلی

Table 5. Buffering capacity measured for several leaves of forest trees

Acid-Base buffering capacity (meq×10^{-3})	Base-buffering capacity (meq×10^{-3})	Titrable alkalinity (meq×10^{-3})	Acid-buffering capacity (meq×10^{-3})	Titrable acidity (meq×10^{-3})	pH برگ	نمونه Sample
169.68^{b}	53.88^{d}	171.75^{c}	115.80^{b}	220.0^{c}	5.90^{c}	زبان گنجشک *F. excelsior*
206.23^{a}	82.21^{a}	403.0^{a}	124.03^{a}	38.50^{e}	4.31^{e}	کاج *P. eldarica*
169.88^{b}	43.34^{e}	137.25^{d}	126.55^{a}	255.25^{b}	6.02^{b}	زالزالک زرد *C. azarolus*
155.71^{c}	59.32^{c}	121.0^{e}	96.39^{c}	300.25^{a}	7.11^{a}	توت سفید *M. alba*
166.67^{b}	65.31^{b}	229.25^{b}	101.36^{c}	169.25^{d}	5.67^{d}	بید سفید *S. alba*
2.84	0.97	3.28	2.56	6.59	0.03	SEM

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین آن‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

Means in each column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

Titratable acidity: اسیدیتهٔ قابل تیتر، Acid-buffering capacity: ظرفیت بافری اسیدی، Titratable alkalinity: آلکالینیتهٔ قابل تیتر، Base buffering capacity: ظرفیت بافری بازی، Acid-base buffering capacity: ظرفیت بافری اسید-باز.

بحث

از شاخ و برگ درختان و درختچه‌ها به‌دلیل داشتن پروتئین خام بالا و NDF و ADF پایین، می‌توان در جیره‌های که از کیفیت پایین تغذیه‌ای برخوردار هستند، استفاده کرد. در پژوهش فعلی دامنهٔ پروتئین‌خام برگ‌ها از ۱۱/۲۵ درصد برای زالزالک تا ۱۸/۵۰ درصد برای توت سفید متغیر بود. تفاوت در مقدار پروتئین در بین برگ‌ها، احتمالاً مربوط به تفاوت در مقدار تجمع نیتروژن در آن‌ها در طی فصل رشد است (Salem et al., 2006). همچنین این دامنهٔ پروتئینی نشان‌دهندهٔ قابل مقایسه بودن آن‌ها با دیگر منابع علوفه‌ای پرمصرفی همچون ذرت علوفه‌ای و یا یونجه است. مقدار پروتئین موجود در برگ توت (۱۸/۵۰ درصد، جدول ۱) بیشتر از آن مقداری است که برای حفظ تعادل نیتروژن آمونیاکی مورد نیاز است (Pamo et al., 2007) و با وجود درصد بالای پروتئین خام در برگ توت سفید، به‌راحتی می‌توان از آن در جیره‌هایی که از کیفیت پایین تغذیه‌ای برخوردار هستند، استفاده کرد. مقدار پروتئین برگ درخت توت سفید ۱۸ تا ۲۵ درصد بر اساس ماده‌خشک گزارش شد که منبع مناسبی برای تأمین پروتئین جیره است (Bashtani et al., 2013). وجود مقادیر بالایی از الیاف خام (مثل NDF و ADF)، می‌تواند منجر به کاهش مصرف خوراک در دام شود. در پژوهش فعلی، کمترین مقدار NDF و ADF مربوط به برگ توت سفید بود و حاکی از دارا بودن سطوح متناسبی از الیاف در مقایسه با بقایای زراعی غلاتی همچون کاه گندم و یا جو است. بالاتربودن درصد خاکستر (۱۴/۷۹) برای توت در مقایسه با دیگر برگ‌ها، نشان‌دهندهٔ بالاتربودن مواد معدنی موجود در آن بوده و بر خاکستر موجود در غده‌ها و غلات (۱۰-۲ درصد، FAO, 1988) ارجحیت داشته و می‌تواند به‌راحتی بخش زیادی از نیازهای غذایی دام‌ها را نیز برآورده سازد. اگرچه که لیپیدها یکی از مهم‌ترین منابع انرژی در غذای دام محسوب می‌شوند اما وجود آن‌ها در علوفه‌ها نمی‌تواند به‌عنوان مهم‌ترین منبع تأمین منبع انرژی در نشخوارکنندگان محسوب شود (Chesworth, 1996). در این پژوهش دامنهٔ چربی خام از ۴/۳۵ درصد برای زالزالک تا ۶/۱۲ درصد برای برگ بید متغیر بود که نشان از وضعیت مطلوب چربی در آن‌ها دارد. همچنین گزارش شده است که علوفه‌های با درصد چربی بالا می‌توانند در صورتی‌که دیگر منابع انرژی در جیره فراهم نباشد، به‌عنوان تأمین کنندهٔ مهمی در برآورده‌ساختن بخشی از احتیاجات انرژی دام مطرح باشند (Pamo et al., 2007). در پژوهشی دامنهٔ ماده‌خشک، پروتئین خام، خاکستر، NDF و چربی خام برای برگ‌های جمع‌آوری شده از گونه‌های مختلف درخت توت (*Morus alba*) به‌ترتیب معادل ۲۸/۸۷-۲۳/۳۲، ۹/۹۶-۴/۷۲، ۵/۳۲-۴/۳۶، ۱۵/۳۲-۸/۱۱ و ۱/۵۱-۰/۶۴ درصد گزارش شد (Srivastava et al., 2006) که با پژوهش ما در تناقض است. کمترین مقدار لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی به‌ترتیب مربوط به برگ توت (۴/۲۰ درصد) و زبان گنجشک (۹/۱۸ درصد) بود که در مقایسه با مقدار ADL (بیشتر از ۱۰ درصد) که برای یونجه گزارش شده است (Ammar et al., 2004)، کمتر است.

بخش زیادی از دسترسی به مواد معدنی در گیاهان، بستگی به خاک منطقه داشته و دام‌های چراکننده نیز اغلب احتیاجات مواد معدنی خود را از گیاهان رشدیافته در این خاک‌ها تأمین می‌کنند (Khan et al., 2006[a]). در واقع غلظت هر یک از عناصر موجود در گیاهان علوفه‌ای، بستگی به مشخصه‌های مختلفی از قبیل خاک، تنوع گیاهی، مرحله و بلوغ

گیاه، تولید، مدیریت مرتع و شرایط آب و هوایی منطقه دارد (McDowell et al., 1996). در پژوهش فعلی برگ حاصل از درختان مختلف جنگلی از ارزش مواد معدنی متناسبی در برابر علوفهٔ پرمصرفی همچون ذرت علوفه‌ای برخوردار بودند و به‌راحتی می‌توانند بخش‌های عمده‌ای از احتیاجات مواد معدنی دام‌های نشخوارکننده را برآورده سازند. مقدار توصیه‌شدهٔ عناصر کم‌مصرفی همچون کبالت، منگنز و روی در جیرهٔ بزها به‌ترتیب معادل ۰/۱، ۵۰–۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک جیره گزارش شده است (Meschy, 2000). بنابراین مصرف مقادیر پایینی از هر یک از برگ‌های این پژوهش، به‌راحتی می‌تواند تمام نیاز دام به این سه عنصر (کبالت، منگنز و روی) را برآورده سازد. به‌عنوان مثال مصرف تنها ۷۷۴ گرم برگ بید به‌راحتی می‌تواند نیازهای روزانهٔ بز به عنصر روی (۵۰ میلی‌گرم/کیلوگرم ماده‌خشک) را برآورده سازد. کمبود مواد معدنی می‌تواند بر تولید دام‌های چراکننده در نواحی مختلف دنیا، تأثیر منفی بگذارد که این اثرهای منفی بیشتر مربوط به کمبود عناصر پرمصرفی همچون کلسیم، فسفر، منیزیم، سدیم، گوگرد و عناصر کم مصرفی همچون کبالت، مس، ید، منگنز، سلنیوم و روی می‌شود (Khan et al., 2006[b]). دامنهٔ احتیاجات مواد معدنی گوسفندان شیری برای عناصری همچون سدیم، کلسیم، منیزیم و پتاسیم به‌ترتیب معادل ۰/۱۸–۰/۰۹، ۰/۸۲–۰/۲۰، ۰/۱۸–۰/۱۲ و ۰/۸۰–۰/۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک جیره گزارش شده است (Moniello et al., 2005). با وجود مقادیر فراوان این عناصر در هر یک از برگ‌های مورد پژوهش، به‌نظر می‌رسد که این برگ‌ها به‌راحتی می توانند احتیاجات مواد معدنی گوسفندان شیری را نیز در صورت مصرف آن‌ها، تأمین کنند. در بین گیاهان مورد پژوهش، توت از بیشترین مقدار کلسیم (۴۴/۰۸ گرم/کیلوگرم ماده‌خشک) برخوردار بوده که با احتساب نیاز روزانهٔ گوسفندان شیری به کلسیم با متوسط ۰/۵۱ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده‌خشک جیره، با مصرف مقادیر ناچیزی از برگ توت (۱۱/۵۷ میلی‌گرم)، نیاز کلسیمی این گوسفندان براحتی تأمین خواهد شد. در پژوهشی مقدار عناصر کلسیم، پتاسیم و نیتروژن در برگ‌های سالم درخت توت به‌ترتیب معادل ۱/۹۲، ۱/۸۲ و ۲/۰۷ درصد گزارش شد (Jahanbazi Goujani et al., 2016). دامنهٔ عناصر آهن، روی و کلسیم در گونه‌های مختلفی از توت به‌ترتیب معادل ۳۵/۷۲–۱۹، ۳/۶۵–۰/۷۲، ۲۲۲۶/۶۶–۷۸۶/۶۶ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم ماده‌خشک تعیین شد (Srivastava et al., 2006) که در مقایسه با پژوهش ما برای توت سفید، پایین‌تر است. در پژوهش دیگری دامنهٔ عناصر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ گونه‌ای از کاج با نام علمی *Pinus banksiana* به‌ترتیب معادل ۱/۰۲–۰/۸۸۴، ۰/۵۰۹–۰/۳۱۷، ۰۸/۴۹۷–۰/۰ و ۰/۰۷–۰/۰۴۷ درصد گزارش شد که در دامنهٔ گزارشات ما برای *Pinus eldarica* نیست. دامنهٔ عناصر نیتروژن، کلسیم، پتاسیم، منیزیم و سدیم برای برگ زبان گنجشک که از مناطق مختلف فرانسه جمع‌آوری‌شده بودند، به‌ترتیب برابر ۲۶/۲–۲۱، ۲۸/۸–۱۲/۸، ۹/۱۸–۲/۶، ۵/۸–۲/۳، ۹/۹–۰/۱ گرم/کیلوگرم ماده‌خشک گزارش شد (Mahieu et al., 2018)، همچنین دامنهٔ عناصری همچون آهن، منگنز و روی برای این گیاه به‌ترتیب معادل ۱۲۰/۶–۳۹/۳، ۸۹/۶–۱۸ و ۲۲/۸–۱۴/۲ میلی‌گرم/کیلوگرم ماده‌خشک گزارش شد (Mahieu et al., 2018). بنابراین مقادیر گزارش شده برای نیتروژن (۲۳/۷ گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، کلسیم (۱۶/۹۴ گرم/کیلوگرم ماده‌خشک)، پتاسیم (۱۳/۹۵ گرم/کیلوگرم ماده‌خشک) و منگنز (۳۸/۹۳ میلی‌گرم/کیلوگرم ماده‌خشک) در پژوهش حاضر

(برای زبان‌گنجشک، جدول ۲)، در دامنهٔ گزارشات Mahieu et al. (2018) است.

در این پژوهش بالاترین مقدار قابلیت هضم حقیقی ماده‌خشک (۸۵/۸۲ درصد) و ماده آلی (۸۸/۱۸ درصد) در برگ درخت توت مشاهده شد (جدول ۳). از روش تعیین قابلیت هضم، سال‌های متمادی است که به‌منظور ارزیابی اولیهٔ ارزش غذایی خوراک‌های دامی استفاده می‌شود و با وجود تکنیک‌های متفاوت در تعیین آن، ولی روش‌های اندازه‌گیری قابلیت هضم در شرایط *In vitro*، کم هزینه و سریع‌الاجرا هستند. همچنین حجم گاز تولید شده از تخمیر برخی خوراک‌ها در شرایط آزمایشگاهی، نشان‌دهندهٔ مقدار تخمیر و هضم آن‌ها در محیط کشت است (Getachew et al., 1998). در پژوهش حاضر، بیشترین مقدار تولید گاز در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون، مربوط به برگ توت (۴۲/۴۰ میلی‌لیتر) بود (جدول ۳). گزارش شده است که یک همبستگی مثبت قوی بین مقدار قابلیت هضم ماده‌خشک و پتانسیل تولید گاز وجود دارد (Getachew et al., 2004; Kazemi and Valizadeh, 2019) و احتمالاً افزایش پتانسیل تولید گاز در اثر انکوباسیون برگ توت در محیط کشت، مربوط به افزایش قابلیت هضم آن است. همچنین یک همبستگی منفی بین مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) در نمونهٔ خوراکی با مقدار گاز تولیدشده در شرایط آزمایشگاهی گزارش شده است (Getachew et al., 2004). در پژوهش حاضر، احتمالاً بخش عمده‌ای از کاهش در کلیهٔ فراسنجه‌های تولید گاز (جدول ۳) در ارتباط با برگ کاج (*Pinus eldarica*)، مربوط به بالاتر بودن مقدار NDF در این برگ نسبت به دیگر نمونه‌های برگی مورد پژوهش است.

یک رابطهٔ معکوس بین مقدار مصرف ماده‌خشک روزانه و مقدار NDF موجود در جیره گزارش شده است به‌طوری‌که بالاتر بودن سطح NDF جیره، به‌طور معنی‌داری می‌تواند منجر به کاهش مصرف خوراک در دام شود (Allen et al., 2019). در پژوهش ما به‌نظر می‌رسد که کاهش DMI (۲/۲۶ درصد وزن بدن) در برگ کاج تهران (جدول ۴)، مربوط به بالاتربودن مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی (۵۳/۰۳ درصد) آن در مقایسه با دیگر برگ‌ها است. سرعت تخمیر در شکمبه می‌تواند در حضور کربوهیدرات‌های غیرساختمانی (NFC) بیشتر در جیره، افزایش یافته و در نهایت منجر به تولید بیشتر اسیدهای چرب فرار به‌ویژه اسید پروپیونیک در شکمبه شود (Kim et al., 2018). در پژوهش حاضر، اگر چه که گونهٔ بید از درصد NFC بیشتری (۳۵/۲۲) برخوردار بود ولی در مقابل بالاترین مقدار اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر (۰/۹۴ میلی‌مول) در برگ توت مشاهده شد. تولید اسیدهای چرب فرار و اسید لاکتیک عمدتاً ناشی از تخمیر مواد خوراکی در محیط شکمبه بوده، که تجمع آن‌ها (به‌دلیل ماهیت اسیدی بودن آن‌ها) در صورت عدم کارکرد صحیح سیستم بافری بدن، می‌تواند منجر به کاهش pH شکمبه شود (Plaizier et al., 2001). در پژوهش فعلی چون انکوباسیون برگ‌ها در شرایط آزمایشگاهی و کشت ثابت انجام شده بود و در مجموع هیچ‌گونه تزریق بزاق بعد از انکوباسیون انجام نشد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش pH محیط کشت (جدول ۴) در اثر انکوباسیون برگ زبان گنجشک و یا توت سفید، افزایش تولید اسیدهای چرب فرار بوده که ماهیت اسیدی‌بودن آن‌ها، منجر به کاهش pH محیط کشت شده است (جدول ۴). همچنین در گزارشی، افزایش در غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه‌ای، کاهش pH شکمبه‌ای را به‌دنبال

داشته است (Dijkstra et al., 2012). غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه به‌دنبال افزایش مقدار پروتئین جیره، نیز افزایش پیدا کرد (Frank et al., 2002). در پژوهش فعلی نیز به‌نظر می‌رسد کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی محیط کشت (۱۵/۸۳ میلی‌گرم/دسی‌لیتر، جدول ۴) در اثر انکوباسیون کاج تهران، مربوط به وجود پروتئین خام کمتر در برگ کاج (جدول ۱) نسبت به دیگر برگ‌های مورد پژوهش است.

ضریب تفکیک‌پذیری (Partitioning factor) در حقیقت شامل نسبت ماده آلی تجزیه شده به حجم گاز تولید شده در شرایط آزمایشگاهی است (Vercoe et al., 2010). یک خوراک دارای PF بالاتر به معنای این‌است که بخش بیشتری از مواد هضم‌شده برای تولید توده میکروبی به‌کار گرفته شد و بدین مفهموم است که بازدهی سنتز پروتئین میکروبی، بالا است. همچنین گزارش شده است که افزایش ضریب PF، نشان‌دهندهٔ بهبود بازده تخمیر است (Vercoe et al., 2010). در این پژوهش بالاترین مقدار PF (۴/۱۸) مربوط به برگ کاج بود. وجود PF متفاوت در شرایط آزمایشگاهی، منعکس‌کنندهٔ مقدار سنتز پروتئین میکروبی در شرایط حیوان زنده بوده که از روی مشتقات پورینی ادرار تخمین زده می‌شود وPF بالاتر به‌منزلهٔ بالاتر بودن مقدار ترشح مشتقات پورین ادراری خواهد بود (Dong et al., 1997). همچنین در نشخوارکنندگان تولیدکنندهٔ متان، افزایش PF به‌منزلهٔ تولید متان کمتر خواهد بود (Dong *et* al., 1997) و در پیش‌بینی مصرف ماده‌خشک روزانه، بالاتربودن PF به‌منزلهٔ افزایش مقدار مصرف ماده‌خشک خواهد بود (Cheeke, 1998). بنابراین این مطلب مبین این مطلب است که PF محاسبه شده در شرایط آزمایشگاهی می‌تواند در پیش‌بینی مقدار مصرف ماده‌خشک، توده میکروبی تولیدی در شکمبه و متان تولیدی در دام‌های نشخوارکننده مؤثر باشد (Vercoe et al., 2010). روش تولید گاز یک ابزار مطمئنی در ارزیابی مواد خوراکی بوده، به این خاطر که ارتباط نزدیکی بین تولید گاز، سنتز توده میکروبی (Blummel et al., 1997) و قابلیت هضم به‌روش آزمایشگاهی و حیوان زنده (Khazaal et al., 1993) وجود دارد. در پژوهش فعلی بالاترین مقدار سنتز توده میکروبی (۷۴/۰۷ میلی‌گرم) و بازده سنتز توده میکروبی (۵۴/۳۵ درصد) هر دو مربوط به برگ زالزالک بود. در پژوهش‌های بسیاری از تکنیک تولید گاز، مقدار انرژی قابل متابولیسم (ME) و انرژی خالص برای شیردهی (NEl) تخمین زده شده است (Kazemi and Valizadeh, 2019) و هر چه مقدار این دو مشخصه در مورد مواد خوراکی بیشتر باشد، نشان از بالاتربودن ارزش تغذیه‌ای آن‌ها خواهد داشت. در پژوهش حاضر، بالاترین مقدار ME (۸/۰۷ مگاژول/کیلوگرم ماده‌خشک) و NEl (۴/۶۸ مگاژول/کیلوگرم ماده‌خشک) هر دو مربوط به برگ توت بود.

کاهش مصرف خوراک، متابولیسم میکروبی و قابلیت هضم مواد مغذی به‌دنبال کاهش pH شکمبه‌ای اتفاق می‌افتد و زمانی این کاهش pH رخ می‌دهد که حیوانات با یک جیرهٔ سریع‌التخمیر بدون عادت‌پذیری قبلی تغذیه شده باشند (Plaizier et al., 2009). اگر ظرفیت بافری شکمبه‌ای نتواند اسید تجمع یافته در شکمبه را خنثی کند، می‌تواند منجر به بروز اسیدوز شکمبه‌ای، التهاب، لنگش، اسهال و یا کاهش چربی شیر شود (Enemark, 2008). بر طبق یافته‌های Aikman et al. (2011)، تولید اسید لاکتیک بیشتر در نتیجهٔ تغییر ناگهانی جیره از علوفه به غلات زیاد، کاهش در pH شکمبه را به‌دنبال داشته و در نهایت اختلالات هضمی و کاهش در عملکرد دام‌ها را در پی خواهد داشت. استفاده از خوراک‌هایی که از ظرفیت

بافری متناسبی برخوردار باشند، می‌توانند مشکلات مربوط به تغییرات ناگهانی pH شکمبه را مرتفع سازند. در پژوهش فعلی بالاترین ظرفیت بافری اسید–باز (۲۰۶/۲۳ میلی اکی والان گرم×$^{-۳}$۱۰) مربوط به برگ کاج بود (جدول ۵). ظرفیت بافری علوفه‌ها، شاخصی است که ترکیبات موجود در علوفه، در برابر تغییرات ناگهانی pH، از خود مقاومت نشان می‌دهند (Bujnak et al., 2011). بافرها موادی هستند که اسید اضافی تولید شده در اثر هضم مواد خوراکی در محیط شکمبه را خنثی کرده و از تغییرات شدید pH که ممکن است در اثر مصرف زیاد غلات در جیره رخ دهد، جلوگیری می‌کنند (Bujnak et al., 2011). گزارش شده است که علوفه‌ها از ظرفیت بافری متفاوتی برخوردار هستند (Moharrery, 2007). عنوان شده است که pH اولیهٔ گیاه می‌تواند تحت تأثیر خاکستر موجود در آن قرار بگیرد (Levic et al., 2005). در این پژوهش، بیشترین مقدار خاکستر و نیز pH اولیهٔ برگی در توت سفید (۷/۱۱ درصد) مشاهده شد. گزارش شده است که محتوای مواد معدنی خوراک یک عامل اصلی و تأثیرگذار بر روی ظرفیت بافری آن است، به‌عبارتی غلظت یون‌های هر خوراک به منشأ آن (گیاهی یا حیوانی) و همچنین به اینکه خوراک چگونه فرآوری–شده باشد، بستگی دارد (Jasaitis et al., 1987). غلظت مواد معدنی موجود در گیاهان علوفه‌ای، بستگی به منطقهٔ جغرافیایی، فصل، حاصلخیزی خاک، نرخ باروری و مرحلهٔ بلوغ گیاه دارد (Jasaitis et al., 1987). برخی از منابع پروتئینی و علوفه‌های خانوادهٔ لگومینه دارای ظرفیت بافری بیشتر از ۸۵ میلی‌اکی والان گرم×$^{-۳}$۱۰ هستند (Montanez-Valdez et al., 2013) که در تطابق با گزارش ما است. اسیدیتهٔ قابل تیتر در واقع شامل میلی‌اکی‌والان از اسید مورد نیاز برای کاهش pH نمونهٔ گیاهی به عدد ۴ است (Jasaitis et al., 1987)، همچنین pH اولیه و اسیدیتهٔ قابل‌تیتر (Titrable acidity)، مهم‌ترین شاخص‌ها برای تأثیرگذاری بر pH مایع شکمبه هستند. در پژوهش فعلی، بالاترین مقدار اسیدیتهٔ قابل تیتر برای توت سفید (۳۰۰/۲۵ میلی اکی والان گرم×$^{-۳}$۱۰) مشاهده شد که به‌علت بالاتر بودن pH اولیهٔ گیاه (۷/۱۱)، نشان از مقاومت بالای این گیاه در برابر اسیدی‌شدن داشت. آلکانیتهٔ قابل تیتر (Titrable alkanity) نیز شامل میلی‌اکی‌والان از باز مورد نیاز برای افزایش pH نمونهٔ گیاهی به ۹ است (Jasaitis et al., 1987). در پژوهش ما، بالاترین مقدار آلکانیتهٔ قابل تیتر در برگ کاج (۴۰۳ میلی اکی والان گرم×$^{-۳}$۱۰) مشاهده شد. همچنین مقدار اسید مورد نیاز برای تغییر یک واحد pH در یک نمونهٔ خوراک (حل شده در آب)، در قالب ظرفیت بافری اسیدی خوراک مربوطه تعریف می‌شود (Jasaitis et al., 1987). بیشترین مقدار مربوط به ظرفیت بافری اسیدی در گونه‌های زالزالک و کاج (به‌ترتیب معادل ۱۲۶/۵۵ و ۱۲۴/۰۳ میلی اکی والان گرم×$^{-۳}$۱۰) مشاده شد، که مؤید این مطلب است که مقدار اسید بیشتری لازم بوده تا یک واحد تغییر در pH نمونهٔ گیاهی (محلول در آب) حاصل شود. همچنین مقدار باز مورد نیاز برای تغییرات یک واحد pH در یک نمونهٔ خوراک (حل شده در آب) معرف ظرفیت بافری بازی است، که در این پژوهش بالاترین مقدار، مربوط به برگ کاج (۸۲/۲۱ میلی اکی والان گرم×$^{-۳}$۱۰) بود (جدول ۵). در پژوهشی گزارش شده است که ظرفیت بافری خوراک رابطهٔ مستقیمی با پروتئین محلول، پروتئین کل، NDF، ADF، کربوهیدرات‌های غیرساختمانی و خاکستر کل دارد (Crawford et al., 1983). در پژوهش فعلی برگ کاج با وجود دارا بودن مقادیر بیشتر NDF و ADF، از ظرفیت بافری اسید–باز بیشتری نیز برخوردار بود.

در مجموع برگ‌های مورد بررسی در این پژوهش، از ظرفیت پروتئینی به‌نسبت متعادلی برخوردار بوده که در صورت مصرف آن‌ها توسط دام‌های مختلف، می‌تواند بخشی اعظمی از نیازهای پروتئینی آن‌ها را برآورده سازد. همچنین تغییرات متنوعی از نظر ترکیبات شیمیایی-معدنی، برخی فراسنجه‌های تخمیری و شکمبه‌ای و نیز ظرفیت بافری در بین برگ‌های جمع‌آوری شده از درختان جنگلی مختلف مشاهده شد. در بیشتر موارد اگرچه که همهٔ برگ‌ها شاخص‌های تغذیه‌ای متناسبی از خود نشان دادند ولی در مجموع بالاترین شاخص‌های تغذیه‌ای مربوط به توت بود. همچنین برگ‌های مورد پژوهش از ظرفیت بافری بالقوه‌ای برخوردار بودند. با بررسی اطلاعات موجود، به‌نظر می‌رسد که در فصول پاییز و اوایل زمستان، با جمع‌آوری برگ‌های این‌گونه درختان، می‌توان بخش قابل‌توجهی از نیاز دام به علوفه و حتی انرژی را تأمین کرد، هر چند که اثرهای احتمالی ضد تغذیه‌ای این برگ‌ها و یا قابلیت هضم آن‌ها و نیز تأثیر استفاده از آن‌ها بر عملکرد دام‌های مختلف نیز بایستی در آینده در شرایط حیوان زنده مورد پژوهش قرار بگیرد. ظرفیت بافری درونی خوراک، در واقع توانایی خوراک داده شده به حیوان برای مقاومت در برابر تغییرات pH بعد از افزودن یک محلول اسیدی یا بازی است. این پژوهش نشان داد که برگ‌های مورد پژوهش از ظرفیت بافری ویژه و متناسبی برخوردار هستند و به‌راحتی می‌توانند در برابر تغییرات pH شکمبه‌ای از خود مقاومت نشان دهند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مجتمع آموزش عالی تربت‌جام به‌دلیل تأمین منابع مالی این پژوهش، قدردانی می‌شود.

References

-Aikman, P.; Henning, P.; Humphries, D.; Horn, C., Rumen pH and fermentation characteristics in dairy cows supplemented with Megasphaera elsdenii NCIMB 41125 in early lactation. *Journal of dairy science* **2011,** *94* (6), 2840-2849.

-Allen, M.; Sousa, D.; VandeHaar, M., Equation to predict feed intake response by lactating cows to factors related to the filling effect of rations. *Journal of dairy science* **2019,** *102* (9), 7961-7969.

-Ammar, H.; López, S.; González, J.; Ranilla, M., Seasonal variations in the chemical composition and in vitro digestibility of some Spanish leguminous shrub species. *Animal Feed Science and Technology* **2004,** *115* (3-4), 327-340.

-ANKOM Technology, Acid detergent fibre in feeds-filter bag technique method 12. 2006[a].

-ANKOM Technology, Method for determining acid detergent lignin in Beakers method 8. 2005.

-ANKOM Technology, Neutral detergent fiber in feeds-filter bag technique method 6. 2006[b].

-AOAC, Official Methods of Analysis, Fifteenth Edtion. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, USA. 1990.

-AOAC, Official Methods of Analysis, Sixteenth Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 1999.

-Arshadullah, M.; Anwar, M.; Azim, A., Evaluation of various exotic grasses in semi-arid conditions of Pabbi Hills, Kharian Range. *Journal of Animal and Plant Sciences* **2009,** *19* (2), 85-89.

-Bashtani, M.; Tehrani, M.; Naserian, A. A.; Fathi, M. H.; Ganji, F., Determination of chemical composition and nutritional value of *Ziziphus jujube* mill foliage using *in vitro* methods. *Journal of Livestock Research* **2013**, *1* (3), 1-8.

-Blümmel, M.; Steingaβ, H.; Becker, K., The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition* **1997,** *77* (6), 911-921.

-Bujňák, L.; Maskaľová, I.; Vajda, V., Determination of buffering capacity of selected fermented feedstuffs and the effect of dietary acid-base status on ruminal fluid pH. *Acta Veterinaria Brno* **2011,** *80* (3), 269-273.

-Cheeke, P. R., *Natural toxicants in feeds, forages, and poisonous plants*. Interstate Publishers, Inc., PO Box 50.: 1998.

-Chesworth, J., *L'alimentation des ruminants*. Maisonneuve et Larose: 1996.

-Crawford Jr, R.; Shriver, B.; Varga, G.; Hoover, W., Buffer requirements for maintenance of pH during fermentation of individual feeds in continuous cultures. *Journal of Dairy Science* **1983,** *66* (9), 1881-1890.

-Dijkstra, J.; Ellis, J.; Kebreab, E.; Strathe, A.; Lopez, S.; France, J.; Bannink, A., Ruminal pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal Feed Science and Technology* **2012,** *172* (1-2), 22-33.

-Dong, Y.; Bae, H.; McAllister, T.; Mathison, G.; Cheng, K., Lipid-induced depression of methane production and digestibility in the artificial rumen system (RUSITEC). *Canadian Journal of Animal Science* **1997,** *77* (2), 269-278.

-Enemark, J. M., The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal* **2008,** *176* (1), 32-43.

-FAO, Organization, W. H., *Requirements of Vitamin A, Iron, Folate, and Vitamin B12: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation*. Food & Agriculture Org.: 1988.

-Frank, B.; Persson, M.; Gustafsson, G., Feeding dairy cows for decreased ammonia emission. *Livestock Production Science* **2002,** *76* (1-2), 171-179.

-Getachew, G.; Blümmel, M.; Makkar, H.; Becker, K., In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology* **1998,** *72* (3-4), 261-281.

-Getachew, G.; Robinson, P.; DePeters, E.; Taylor, S., Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* **2004,** *111* (1-4), 57-71.

-Hassanzad Navroodi, I.; Zarkami, R.; Basati, M.; Mohammadi Limaei, S., Quantitative and qualitative characteristics of Persian oak along altitudinal gradation and gradient (Case study: Ilam province, Iran). *Journal of Forest Science* **2015,** *61* (7), 297-305.

-Jahanbazi Goujani, H.; Iranmanesh, Y.; Mehnatkesh, A.; Haghighian, F., Comparing of elements absorption and amount of proline, plant pigments in healthy and dieback mulberry (*Morus alba* L.). *Forest Research and Development* **2016**, *2* (1), 33-47. (In Persian).

-Jasaitis, D.; Wohlt, J.; Evans, J., Influence of feed ion content on buffering capacity of ruminant feedstuffs in vitro. *Journal of Dairy Science* **1987,** *70* (7), 1391-1403.

-Kassi, A. L.; Newbold, C.; Wallace, R., Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. *Animal feed science and technology* **2000,** *86* (1-2), 27-37.

-Kazemi, M.; Valizadeh, R., Nutritive value of some rangeland plants compared to Medicago sativa. *Journal of Rangeland Science* **2019,** *9* (2), 136-150.

-Khan, Z. I.; Ashraf, M.; Valeem, E. E., Forage mineral status evaluation: the influence of pastures. *Pakistan Journal of Botany* **2006[b],** *38* (4), 1043.

-Khan, Z. I.; Hussain, A.; Ashraf, M.; McDowell, L., Mineral status of soils and forages in Southwestern Punjab-Pakistan: Micro-minerals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **2006[a],** *19* (8), 1139-1147.

-Khazaal, K.; Markantonatos, X.; Nastis, A.; Ørskov, E., Changes with maturity in fibre composition and levels of extractable polyphenols in Greek browse: effects on in vitro gas production and in sacco dry matter degradation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **1993,** *63* (2), 237-244.

-Kim, S.-H.; Mamuad, L. L.; Kim, E.-J.; Sung, H.-G.; Bae, G.-S.; Cho, K.-K.; Lee, C.; Lee, S.-S., Effect of different concentrate diet levels on rumen fluid inoculum used for determination of in vitro rumen fermentation, methane concentration, and methanogen abundance and diversity. *Italian Journal of Animal Science* **2018,** *17* (2), 359-367.

-Komolong, M.; Barber, D.; McNeill, D., Post-ruminal protein supply and N retention of weaner sheep fed on a basal diet of lucerne hay (Medicago sativa) with increasing levels

of quebracho tannins. *Animal Feed Science and Technology* **2001,** *92* (1-2), 59-72.
-Lević, J.; Prodanović, O.; Sredanović, S., Understanding the buffering capacity in feedstuffs. *Biotechnology in Animal Husbandry* **2005,** *21* (5-6), 309-313.
-Liu, J.; Yao, J.; Yan, B.; Yu, J.; Shi, Z., Effects of mulberry leaves to replace rapeseed meal on performance of sheep feeding on ammoniated rice straw diet. *Small Ruminant Research* **2001,** *39* (2), 131-136.
-Mahieu, S.; Emile, J. C.; Novak, S. In *Mineral composition of ash leaves (Fraxinus excelsior L.) used as fodder for the ruminants in summer*, 4. European Agroforestry Conference (EURAF 2018), University of Santiago de Compostela: 2018; p 567 p.
-Makkar, H. P., In vitro gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. *Animal Feed Science and Technology* **2005,** *123*, 291-302.
-Makkar, H. P., In vitro screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. In *In vitro screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies*, Springer: 2010; pp 107-144.
-McDowell, L. R., Feeding minerals to cattle on pasture. *Animal feed science and technology* **1996,** *60* (3-4), 247-271.
-Menke, K. H., Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal research and development* **1988,** *28*, 7-55.
-Meschy, F., Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. *Livestock Production Science* **2000,** *64* (1), 9-14.
-Moharrery, A., The determination of buffering capacity of some ruminant's feedstuffs and their cumulative effects on TMR ration. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* **2007,** *2* (4), 72-78.
-Moniello, G.; Infascelli, F.; Pinna, W.; Camboni, G., Mineral requirements of dairy sheep. *Italian Journal of Animal Science* **2005,** *4* (sup1), 63-74.
-Montañez-Valdez, O. D.; Solano-Gama, J. d. J.; Martínez-Tinajero, J. J.; Guerra-Medina, C. E.; Ley de Coss, A.; Orozco-Hernandez, R., Buffering capacity of common feedstuffs used in ruminant diets. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* **2013,** *26* (1), 37-41.
-Ondiek, J.; Tuitoek, J.; Abdulrazak, S.; Bareeba, F.; Fujihara, T., Use of Leucaena leucocephala and Gliricidia sepium as nitrogen sources in supplementary concentrates for dairy goats offered Rhodes grass hay. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **2000,** *13* (9), 1249-1254.
-Ørskov, E.; McDonald, I., The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science* **1979,** *92* (2), 499-503.
-Pamo, E. T.; Boukila, B.; Fonteh, F.; Tendonkeng, F.; Kana, J.; Nanda, A., Nutritive value of some grasses and leguminous tree leaves of the Central region of Africa. *Animal Feed Science and Technology* **2007,** *135* (3-4), 273-282.
-Plaizier, J.; Keunen, J.; Walton, J.; Duffield, T.; McBride, B., Effect of subacute ruminal acidosis on in situ digestion of mixed hay in lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* **2001,** *81* (3), 421-423.
-Plaizier, J.; Krause, D.; Gozho, G.; McBride, B., Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal* **2008,** *176* (1), 21-31.
-Salem, A.; Salem, M.; El-Adawy, M.; Robinson, P., Nutritive evaluations of some browse tree foliages during the dry season: secondary compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology* **2006,** *127* (3-4), 251-267.
-Salem, A.-F. Z., Impact of season of harvest on in vitro gas production and dry matter degradability of Acacia saligna leaves with inoculum from three ruminant species. *Animal Feed Science and Technology* **2005,** *123*, 67-79.
-Sanson, D.; Kercher, C., Validation of equations used to estimate relative feed value of alfalfa hay. *The Professional Animal Scientist* **1996,** *12* (3), 162-166.
-SAS Institute INC, SAS user's Guide: statistics. Statistical Analysis Systems Institute Inc. Cary NC. 2002.
-Srivastava, S.; Kapoor, R.; Thathola, A.; Srivastava, R. P., Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (Morus alba). *International journal of food sciences and nutrition* **2006,** *57* (5-6), 305-313.

-Vercoe, P. E.; Makkar, H. P.; Schlink, A. C., *In vitro screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies*. Springer: 2010.

-Theodorou, M. K.; Williams, B. A.; Dhanoa, M. S.; McAllan, A. B.; France, J., A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal feed science and technology* **1994,** *48* (3-4), 185-197.

Nutritional value of some forest tree leaves to meet partial nutritional requirements of livestock

M. Kazemi*

- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Animal Science, University of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, I. R. Iran. (phd1388@gmail.co)

Received: 29.02.2020 Accepted: 04.05.2020

Abstract

This study aimed to compare and determine the nutritional value of leaves collected from five forest tree species including *Fraxinus excelsior*, *Pinus eldarica*, *Crataegus azarolus*, *Morus alba*, and *Salix alba*. Some chemical-mineral compounds, gas production parameters, buffering capacity as well as some fermentation parameters were determined according to the standard laboratory methods. Data were analyzed using a completely randomized design. A significant difference was observed among all measured parameters ($P<0.05$). The crude protein contents of leaves ranged from 8.30% for *P. eldarica* to 18.50% for *M. alba*. The contents of NDF (53.03%), ADF (38.48%), ADL (16.67%), and CF (35.01%) were highest in *P. eldarica* ($P<0.05$). *M. alba* had the highest ash, nitrogen, calcium, magnesium, and sodium, while *S. alba* had the highest Zinc ($P<0.05$). The gas production parameters (exception constant rate of gas production), true organic matter and dry matter digestibility, DMI, metabolism energy, short-chain fatty acids, titrable acidity, and pH belonged to each leaf, were highest in *M. alba* ($P<0.05$). *P. eldarica* also had the highest ($P<0.05$) acid-base buffering capacity (206.23 meq$\times 10^{-3}$). The each of leaves has been revealed to contain an appreciable amount of nutrients which can be included in the diets of small ruminants to meet their daily nutrient requirements.

Keywords: Fermentation parameters, Forest, Leaf, Nutrient, Tree.

* Corresponding author Tel: +985152547041