نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۴۸۸-۴۷۷

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 477-488

تعیین خصوصیات آنتی‌اکسیدانی، ارزش غذایی و قابلیت هضم شکمبه‌ای- روده‌ای برگ بنه (*Pistacia atlantica*) به روش کیسه‌های نایلونی

فاطمه گنجی[۱]- مسلم باشتنی[۲*]- همایون فرهنگ‌فر[۳]- سیداحسان غیاثی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۰۲

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی ارزش غذایی، خصوصیات آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنولی برگ بنه در مراحل مختلف رشد و همچنین قابلیت هضم شکمبه‌ای - روده‌ای برگ بنه به روش کیسه‌های نایلونی انجام شد. برگ بنه طی سه مرحله از کوهپایه‌های اطراف شهرستان بیرجند جمع‌آوری و خشک گردید. ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری، مقدار کل ترکیبات فنولی، تانن و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌وسیله ۲،۲- دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) اندازه‌گیری شد. با پیشرفت مرحله رشد درصد ماده خشک، چربی خام، NDF و ADF افزایش یافت. در مراحل اولیه رشد بیشترین میزان ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد. مقدار کل ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدان کل برگ بنه در پایان مرحله رشد به‌ترتیب ۵/۳۶ و ۸۳/۲۷ درصد گزارش شد. بیشترین اسید چرب غیراشباع برگ بنه اسید لینولنیک به میزان ۲۶/۵۴ درصد گزارش شد. بخش سریع تجزیه ماده خشک برگ بنه ۲۸/۰۳ درصد و تجزیه‌پذیری مؤثر آن در نرخ عبور ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ به‌ترتیب ۴۸/۲۹، ۴۳/۳۹ و ۴۰/۴۰ درصد بود. کمترین نرخ تجزیه‌پذیری (c) در مورد پروتئین خام دیده شد (۰/۰۱۳۷). قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش بیشتر از قابلیت هضم پروتئین خام بود. برگ بنه به دلیل دارا بودن اسید لینولنیک به‌عنوان یک منبع امگا-۳ و نیز ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی بالا دارای ارزش غذایی بالایی است و می‌توان در جیره‌نویسی دام‌ها به منظور غنی‌سازی و افزایش پایداری اکسیداتیو محصولات دامی نظیر شیر و گوشت، از این اطلاعات بهره برد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، برگ بنه، تجزیه‌پذیری، کیسه‌های نایلونی، مرحله رشد

مقدمه

قیمت بالای خوراک در تغذیه دام، دامپروران را به سوی منابع ارزان قیمت خوراکی همچون سرشاخه‌ها و برگ‌های درختان سوق داده است. چوپانان و دامپروران در فصل خزان و در موقع کمبود علوفه در طبیعت با تکان دادن برگ‌های این درختان خوراک مورد نیاز دام‌های خود را فراهم می‌سازند (۲۰). برای استفاده بهتر و مطمئن‌تر از تولیدات زراعی بهتر است که آنها مورد ارزیابی تغذیه‌ای قرار گیرند. اگرچه عملکرد دام بهترین شاخص ارزیابی کیفیت خوراک است. اما انجام آزمایشات به روش درون‌تنی خیلی گران است و کار و زحمت زیادی می‌طلبد (۹). روش کیسه‌های نایلونی پیش‌بینی نسبتاً خوبی از مصرف و هضم خوراک را فراهم می‌سازد و اطلاعات خوبی در زمینه مورد استفاده قرار گرفتن نیتروژن برای نشخوارکنندگان و میکروارگانیسم‌های آن ارائه می‌دهد (۴۷). بنه درختی مرتفع با ارتفاع ۲ تا ۷ متر و عمری طولانی از جمله گونه‌های وحشی پسته با نام علمی *Pistacia atlantica* می‌باشد که انتشار آن از جزایر قناری و کشورهای ساحل دریای مدیترانه شروع می‌شود و تا آسیای صغیر، سوریه، قفقاز، ایران، افغانستان و پاکستان امتداد می‌یابد. بنه در ایران در حد فاصل استان‌های فارس و کردستان به‌صورت انبوه و در بقیه نقاط کشور به‌صورت پراکنده دیده می‌شود (۴۸). در مناطق کوهستانی ایران، به‌ویژه دامنه‌های زاگرس درخت بنه به وفور یافت می‌شود (۱۹). به‌طوری که حدود ۲/۵ میلیون هکتار از جنگل‌های ایران، جنگل‌های بنه هستند. این درخت به‌طور معمول مقاومت بالایی در شرایط نامناسب و سخت اقلیمی را داراست که ویژگی خاصی برای آن محسوب می‌گردد (۵۱). گیاه بنه بسته به شرایط محیطی و ژنتیکی غنی از ترکیبات فنلی می‌باشد (۱۶). عصاره بنه دارای خواص احیاءکنندگی بسیار بالایی می‌باشد (۸). سه واریته برای بنه شناسایی شده است که عبارتند از: موتیکا، کردیکا و کابولیکا. رایج‌ترین واریته بنه در ایران موتیکا می‌باشد که بیش از ۹۵ درصد درختان بنه را

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۴- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: (Email: mbashtani@birjand.ac.ir
DOI: 10.22067/ijasr.v10i4.66327

به‌خود اختصاص داده است (۱۹). اخیراً استفاده از ترکیبات فنلی موجود در گیاهان به دلیل ویژگی‌های بالقوه آنتی‌اکسیدانی و اثرات سلامتی‌بخش، به‌ویژه هنگامی که این ترکیبات در مقادیر بالا در مواد غذایی حضور دارند، افزایش یافته است (۳ و ۱۳). متابولیت‌های ثانویه مشتق از گیاهان مانند فنل و فلاونوئید تام مشتق از گیاهان دارای پتانسیل قوی برای پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد می‌باشند که در تمام قسمت‌های مختلف گیاهی مانند برگ، میوه، دانه، ریشه و پوست وجود دارند (۳۸). هدف از این پژوهش، تعیین ارزش غذایی، خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و قابلیت هضم شکمبه‌ای- روده‌ای برگ بنه (*Pistacia atlantica*) به روش برون‌تنی بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه تحقیقاتی دامپروری و آزمایشگاه تغذیه دام دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. در این آزمایش برگ بنه طی سه مرحله (ابتدای فصل رویش، اواسط و انتهای فصل رویش) از کوهپایه‌های اطراف شهرستان بیرجند جمع‌آوری و در درجه حرارت محیط و بدون تابش مستقیم نور خورشید خشک گردید. به منظور کم کردن اثرات جانبی محل، در هر یک از شیب‌های شمالی، جنوبی، شرقی و غربی چند اصله درخت انتخاب شد و پس از نشانه‌گذاری، برگ بنه طی سه مرحله (ابتدای فصل رویش، اواسط و انتهای فصل رویش) برداشت و خشک گردید. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: ۱- برگ بنه ابتدای فصل رویش، ۲- برگ بنه اواسط فصل رویش، و ۳- برگ بنه انتهای فصل رویش. سپس نمونه‌های هواخشک، آسیاب و با توری ۲ میلی‌متری الک شد و برای انجام مراحل بعدی از این نمونه‌ها استفاده شد. تجزیه تقریبی نمونه‌های حاصل از جمله ماده خشک، پروتیئن خام، چربی خام و خاکستر به روش AOAC (۲۰۰۵) تعیین شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی به روش ون سوست (۱۹۹۱) و با کمک دستگاه آنکوم اندازه‌گیری شد. برای تعیین انرژی خام برگ بنه از دستگاه بمب کالریمتر (مدل PARR 1266 کشور آمریکا) استفاده شد. مقدار کل ترکیبات فنولی توسط روش فولین سیوکالتو (۳۶) اندازه‌گیری شد. مقدار کل تانن از طریق محاسبه میزان اختلاف ترکیبات فنولی قبل و بعد از واکنش با پلی وینیل پلی پیرولیدون محاسبه شد (۳۳). تانن متراکم توسط روش پورتر و همکاران (۱۹۸۶) اندازه‌گیری شد. با کسر میزان تانن متراکم از تانن کل، تانن قابل هیدرولیز به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌وسیله ۲،۲- دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) از روش ترکمن و همکاران (۲۰۰۶) استفاده شد. DPPH ترکیبی است بنفش رنگ که به دلیل وجود گروه‌های فنیل در ساختارش به‌راحتی به‌صورت رادیکال درآمده و در واقع منبع رادیکال آزاد می‌باشد. این ترکیب با گرفتن یک الکترون از ترکیب آنتی‌اکسیدان، از رنگ بنفش به زرد تغییر رنگ می‌دهد. بنابراین هرچه بر ماده آنتی‌اکسیدانت افزوده شود و یا ماده دارای قدرت آنتی‌اکسیدانی بیشتری باشد DPPH بیشتری مصرف شده و رنگ بنفش بیشتر به رنگ زرد متمایل می‌شود.

میزان ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره استونی برگ بنه به ۱/۵ میلی‌لیتر محلول متانولی ۰/۱ میلی‌مولار DPPH اضافه گردید. نمونه‌ها برای ۶۰ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق نگهداری شدند. جذب محلول‌های حاصله و بلانک بعد از این مدت زمان در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکترفوتومتر قرائت شد و درصد بازدارندگی به‌وسیله فرمول زیر محاسبه گردید.

$$RSC = 100 * (Ablank - Asample / Ablank) \quad (۱)$$

که Ablank و Asample به‌ترتیب میزان جذب نوری شاهد و نمونه می‌باشد.

ترکیب اسید چرب برگ بنه با استفاده از روش گازکروماتوگرافی اندازه‌گیری شد (AOAC ۲۰۰۵).

تعیین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری برگ بنه حاصله از مرحله سوم (مرحله رسیدگی کامل) با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی (۴۶) و دو رأس گاو دارای فیستولای شکمبه‌ای که در سطح نگهداری تغذیه می‌شدند انجام شد. جیره گاوها حاوی ۷۰ درصد علوفه و ۳۰ درصد کنسانتره (شامل ۳۵ درصد دانه جو، ۱۸ درصد دانه درت، ۱۰ درصد کنجاله سویا، ۱۵ درصد کنجاله کلزا، ۱۱/۵ درصد سبوس گندم، ۷ درصد ملاس، ۱ درصد مکمل معدنی-ویتامینی، ۲ درصد پودر صدف و ۰/۵ درصد نمک (بر حسب ماده خشک) بود که در دو نوبت صبح و عصر در اختیار حیوانات قرار گرفت.

به منظور تعیین روند تجزیه‌پذیری، ابتدا مقدار ۵ گرم از نمونه آسیاب شده داخل کیسه‌های نایلونی از جنس الیاف پلی‌استر مصنوعی به ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی‌متر و قطر منافذ ۵۰ میکرومتر ریخته شد و کیسه‌ها (۶ تکرار) به مدت ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت در شکمبه انکوباسیون شدند. برای زمان صفر، کیسه‌ها تنها با آب سرد شسته شدند، به طوری که آب زلال از آن‌ها خارج گردید. کیسه‌های حاوی نمونه پس از خروج از شکمبه با آب شستشو داده شدند، سپس کیسه‌ها با استفاده از آون تحت خلا در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. میزان ناپدیدشدن ماده خشک با توجه به اختلاف مقدار ماده خشک نمونه‌ها قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه شد. همچنین میزان تجزیه‌پذیری پروتئین خام نمونه‌ها با توجه به میزان ماده خشک باقیمانده و تعیین میزان پروتئین خام قبل و بعد از انکوباسیون نمونه‌ها توسط دستگاه کجلدال، محاسبه گردید.

برای تخمین ضرایب a، b و c از معادله ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد.

$$P = a + b\,(1 - e^{-ct}) \quad (۲)$$

که در این معادله:

P= مقدار ناپدید شدن در زمان t، a= بخش سریع تجزیه

b= بخش کند تجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه و t= مدت زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت) می‌باشد.

جهت تعیین قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام با استفاده از روش in situ و دستگاه شبیه‌ساز هضم (in vitro)، مقدار ۵ گرم نمونه داخل کیسه‌های پلی‌استری با ابعاد ۱۰ × ۱۵ سانتی‌متر و با قطر منافذ ۵۰ میکرون ریخته شد و کیسه‌ها به مدت ۱۶ ساعت در شکمبه انکوباسیون شدند. پس از خروج کیسه‌ها از شکمبه با آب سرد شسته شدند تا آب زلال از آن‌ها خارج شد. سپس کیسه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون تحت خلا در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک برای هر نمونه از اختلاف وزن نمونه‌ها قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه شد. قابلیت هضم شکمبه‌ای پروتئین خام نمونه‌ها نیز با توجه به میزان ماده خشک باقیمانده و تعیین میزان پروتئین خام قبل و بعد از انکوباسیون نمونه‌ها توسط دستگاه کجلدال، محاسبه گردید. از باقیمانده نمونه‌ها جهت تعیین قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام استفاده شد. بر اساس روش گارگالو و همکاران (۲۰۰۶) و با کمک دستگاه شبیه‌ساز هضم[1]، قابلیت هضم روده‌ای تعیین شد.

قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک و پروتئین خام نمونه‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر تعیین شد:

(۳)

$$\text{قابلیت هضم شکمبه‌ای} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای} - \text{وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}}{\text{وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}}$$

(۴)

$$\text{قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون در دستگاه شبیه ساز هضم} - \text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای}}{\text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای}}$$

(۵)

$$\text{قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش} = (\text{قابلیت هضم شکمبه‌ای} - ۱) \times \text{قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای}$$

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه آماری داده‌های مربوط به ترکیبات شیمیایی و خصوصیات تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام تیمارهای آزمایشی با نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۲) نسخه ۹.۱ در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی‌کرامر در سطح ۵ درصد خطا انجام شد. مدل آماری طرح به‌صورت زیر می‌باشد.

$$Y_{ij}= \mu+T_i+e_{ij} \quad (۶)$$

Y_{ij}= مقدار هر مشاهده، μ= میانگین کل، T_i= اثر تیمار، e_{ij}= اثر خطای آزمایشی

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی برگ بنه

نتایج مربوط به ترکیب شیمیایی در سه مرحله رشد در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به اعداد موجود در جدول بیشترین مقدار ماده خشک مربوط به انتهای فصل رویش (۴۹/۴۱ درصد) و کمترین میزان مربوط به ابتدای فصل رویش (۱۹/۵۱ درصد) بود. بیشترین مقدار پروتئین خام مربوط به مرحله اول (اوایل رشد) (۱۶/۴۱ درصد) و کمترین میزان در انتهای فصل رشد (۱۲/۴۰ درصد) مشاهده شد ($P<۰/۰۵$).

در مرحله بلوغ علاوه بر اینکه نسبت برگ‌ها به ساقه کاهش می‌یابد نسبت دیواره سلولی، ساقه و لیگنینی شدن نیز افزایش می‌یابد و میزان پروتئین کاهش می‌یابد (۳۱ و ۳۵). مرحله رشد مهمترین عامل مؤثر بر ترکیب و ارزش غذایی گیاه است (۲، ۱۶، ۳۹ و ۴۳). مرحله رویش گیاه اثر مستقیم بر روی ارزش غذایی آن دارد به طوری که میزان پروتئین خام از حداکثر ۲۱۵ تا ۹۲ گرم در هر کیلوگرم ماده خشک با توجه به مرحله رویش متغیر است (۵۵). اکبریان و کوچکی (۱۹۹۲) بیان می‌کنند که با پیشرفت رشد درصد پروتئین خام کاهش می‌یابد. مشایخی و همکاران (۱۳۹۵) در آزمایشی که روی برگ بنه انجام دادند میزان پروتئین خام آن را ۱۴/۶۲۶ درصد گزارش کردند که به نتایج به‌دست آمده در آزمایش حاضر نزدیک می‌باشد. همچنین نخعی و همکاران (۱۳۹۳) میزان پروتئین خام برگ بنه را در بازه‌های زمانی اردیبهشت تا آبان‌ماه در محدوده ۱۳/۶۶ تا ۱۴/۴۷ درصد گزارش کردند. بهگر و همکاران (۲۰۰۹) میزان پروتئین خام پوسته پسته را ۰/۵۵± ۱۶/۲۱ درصد گزارش کردند. شجاعیان و کاظمی (۱۳۹۴) میزان پروتئین خام برگ بادام را در محدوده ۸/۷۱-۸/۱۳ درصد گزارش کردند که پایین‌تر از پروتئین خام برگ کهور ایرانی (۹/۲۶ درصد) می‌باشد. مقدار پروتئین خام گونه‌های بلوط از ۳۶/۲ تا ۸۶/۵ گرم بر کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است که مقدار پروتئین خام در تمام گونه‌های بلوط از مقدار پروتئین خام برگ بادام کمتر یا مساوی بوده است (۴۲) این اختلاف می‌تواند به‌واسطه شرایط آب و هوایی و خاک باشد (۱۴ و ۲۹). نتایج مربوط به میانگین الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در سه مرحله رشد آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. با پیشرفت مرحله رشد درصد NDF و ADF برگ بنه افزایش یافت. با این وجود اختلاف آماری معنی‌داری بین مراحل رشد مشاهده نشد.

1- Daisy

جدول ۱- ترکیب شیمیایی برگ بنه در مراحل مختلف رشد (درصد ماده خشک)

Table 1- Chemical composition of *Pistacia atlantica* leaf in different stages of growth (% DM)

مورد Case	تیمار* Treatment			P-value	SEM
	1	2	3		
ماده خشک DM	19.51^{c}	45.06 ^{b}	49.41 ^{a}	0.0001	0.257
پروتئین خام CP	16.41 ^{a}	12.51 ^{b}	12.40 ^{bc}	0.0001	0.112
چربی خام Fat	1.82 ^{c}	5.62 ^{a}	3.43 ^{b}	0.0001	0.139
خاکستر Ash	5.58 ^{b}	6.19 ^{ab}	7.27 ^{a}	0.052	0.380
فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF	33.65	33.82	38.04	0.163	2.09
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF	16.81	17.00	17.74	0.311	0.840
انرژی خام (کالری بر گرم) GE (cal/g)	4066.44 ^{ab}	4159.05 ^{b}	3881.96 ^{ac}	0.014	46.369

حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) است.

* ۱: برگ بنه ابتدای فصل رویش ۲: برگ بنه اواسط فصل رویش ۳: برگ بنه انتهای فصل رویش (رسیدگی کامل)

Different letters in each row indicates significant difference (P<0.05).

* 1. Early in the growing season 2. Middle of the growing season 3. End of the growing season

عرفان‌زاده و ارزانی (۲۰۰۳) گزارش دادند با توجه به اینکه گیاهان جوان معمولاً از سلول‌های جوان تشکیل یافته‌اند دارای دیواره سلولی نازک و ظریف می‌باشند. در نتیجه در مرحله رویشی و مراحل ابتدایی رشد مقدار لیگنین، ADF، فیبر خام و سلولز کم بوده ولی همزمان با افزایش سن گیاه دیواره سلولی ضخیم‌تر و خشبی‌تر می‌شود و بر میزان الیاف خام و لیگنین افزوده می‌گردد. به‌طور کلی با افزایش رشد گیاه بر میزان لیگنین و الیاف خام آن افزوده می‌شود. این تغییرات اصولاً حاصل توسعه مواد هیدرات کربنی ساختمانی است که عمدتاً از سلولز، همی‌سلولز و لیگنین تشکیل می‌شوند و با افزایش حجم گیاه برای دوام آن ضروری است (۴۰). نتایج به‌دست آمده در مورد NDF و ADF برگ بنه با نتایج مشایخی و همکاران (۱۳۹۵) همخوانی دارد. همچنین نخعی و همکاران (۱۳۹۳) میزان NDF و ADF برگ بنه را به‌ترتیب در محدوده ۳۲/۸ تا ۳۴ درصد و ۲۲/۸ تا ۲۴/۳۸ درصد گزارش کردند که به نتایج حاضر نزدیک می‌باشد. شجاعیان و کاظمی (۱۳۹۴) میزان NDF و ADF برگ بادام را به‌ترتیب در محدوده ۴۴/۴-۴۷/۳۳ درصد و ۱۹/۵-۲۰/۰۱ درصد ماده خشک گزارش کردند. اسماعیلی سیرچی و همکاران (۱۳۹۴) میزان NDF و ADF پوشش مغز پسته را به‌ترتیب ۴۵/۱۴ و ۴۰/۷۲ درصد گزارش کردند. در بررسی دیگری، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی پوسته پسته به‌ترتیب ۰/۰۱± ۲۵ و ۰/۳± ۲۰/۳۷ درصد گزارش شده است (۶). محتوی فیبر علوفه یکی از حیاتی‌ترین عوامل تعیین قابلیت هضم و مصرف آن است (۵۷). محتوی فیبرهای پایین‌تر احتمالاً مصرف داوطلبانه و هضم را توسط نشخوارکنندگان کوچک افزایش می‌دهد (۱۵).

بیشترین میانگین چربی خام مربوط به مرحله دوم رشد برگ بود (۵/۶۲ درصد) و کمترین میانگین هم در مرحله اول دیده شد (۱/۸۲ درصد) (P<۰/۰۵). نخعی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی فاکتورهای تغذیه‌ای برگ بنه در بازه‌های زمانی مختلف میزان چربی خام برگ بنه را در محدوده ۱ تا ۵ درصد گزارش دادند که به نتایج حاضر نزدیک می‌باشد. در مطالعه‌ای دیگر، میانگین چربی خام پوسته پسته ۰/۸۸± ۶/۳۲ درصد گزارش گردید (۶).

بیشترین میانگین خاکستر مربوط به مرحله سوم (۷/۲۷ درصد) و کمترین میانگین مربوط به مرحله اول (۵/۵۸ درصد) بود که دارای تفاوت معنی‌دار آماری بودند (P<۰/۰۵). شجاعیان و کاظمی (۱۳۹۴) میزان خاکستر برگ بادام را در محدوده ۱۸/۱۴ -۱۵/۲۰ درصد گزارش کردند که به‌طور متوسط دوبرابر میزان خاکستر برگ بنه در مطالعه حاضر بود. اسماعیلی سیرچی و همکاران (۱۳۹۴) میزان خاکستر پوشش مغز پسته را ۶/۲۲ درصد گزارش کردند که به نتایج مطالعه حاضر نزدیک می‌باشد.

بیشترین میانگین انرژی خام در مرحله اول (۴۰۶۶/۴۴) و کمترین میزان در مرحله سوم (۳۸۸۱/۹۶) مشاهده شد. میزان انرژی به‌دست آمده با میزان انرژی گزارش شده برای برگ بنه (۳۵۹۰/۲۴) توسط نخعی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد.

ترکیب فنولی و قدرت آنتی‌اکسیدانی برگ بنه

نتایج مربوط به ترکیبات فنولی و قدرت آنتی‌اکسیدانی برگ بنه در جدول ۲ آمده است. به لحاظ ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدان کل بین تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). در تمامی موارد در اولین مرحله از رشد بیشترین ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی وجود داشت، به‌طور کلی در مراحل اولیه رشد بیشترین میزان ترکیبات فنولی (فنول کل، کل تانن، PVP، تانن متراکم، تانن قابل هیدرولیز و آنتی‌اکسیدان کل) مشاهده شد که تا مرحله سوم این میزان کاهش یافت. اصولاً با افزایش کل ترکیبات فنلی خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌شود. در برگ انجیر کوهی حدود ۰/۶ درصد مواد تلخ مانندی مثل فیکوسین (Ficusin) و برگاپتن (Bergaptene) وجود دارد (۲۴). برگ درخت بلوط نیز حاوی مقادیر زیادی از ترکیبات فنولی از جمله تانن‌ها می‌باشد که به‌عنوان مواد ضد تغذیه‌ای عمل می‌کنند (۵۴). بهلولی و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند پوست پسته حاوی ۹/۵–۷/۵ درصد فنول و ۴/۵–۳/۵ درصد تانن است. در بررسی انجام شده توسط نخعی و همکاران (۱۳۹۳) مقدار کل ترکیبات فنولی و تانن به‌ترتیب ۳۶/۰۴ و ۲۲/۸۶ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک گزارش گردید. همچنین فعالیت آنتی‌کسیدانی برگ بنه ۵۸/۷۸ گزارش گردید. وجود برخی مغایرت‌ها در مقایسه نتایج حاضر با تحقیقات پیشین می‌تواند به‌دلیل فاکتورهای مهمی مانند واریته، شرایط آب و هوایی، منطقه جغرافیایی، ویژگی‌های خاک و رسیدگی محصول باشد (۱۲ و ۳۲). فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی از ترکیبات فنلی ناشی می‌شود. بنابراین باید ارتباط و همبستگی نزدیکی بین مقدار ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود داشته باشد (۴۵). به علت اینکه میزان تجمع ترکیبات فنلی در عصاره حاصل از مرحله اول بیشتر از دو مرحله دیگر بود لذا انتظار می‌رود که فعالیت آنتی‌اکسیدانی این مرحله نیز بیشتر از سایر مراحل باشد.

پروفایل اسیدهای چرب برگ بنه

نتایج مربوط به پروفایل اسیدهای چرب میوه بنه در جدول ۳ آمده است. روغن برگ بنه مورد استفاده در آزمایش حاضر حاوی ۴۴/۸۵ درصد اسید چرب اشباع، ۱۷/۸۳ درصد اسید چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه، ۱۰/۸۸ درصد اسید چرب غیر اشباع با دو پیوند دوگانه و ۲۶/۵۴ درصد اسید چرب غیر اشباع با سه پیوند دوگانه بود. نتایج تحقیقات پیشین نشان می‌دهد برگ بنه دارای اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع اسید لوریک (۱۲:۰)، اسید میریستیک (۱۴:۰)، اسید پالمیتیک (۱۶:۰)، اسید پالمیتولئیک (۱۶:۱)، اسید استئاریک (۱۸:۰)، اسید اولئیک (۱۸:۱)، اسید لینولئیک (۱۸:۲)، اسید لینولنیک (۱۸:۳) می‌باشد (۴۵). اسید لینولنیک (۱۸:۳) بیشترین درصد اسیدهای چرب غیراشباع را در روغن برگ بنه تشکیل می‌دهند. مهمترین اسید چرب اشباع موجود در برگ بنه اسید پالمیتیک است که حدود ۱۸ درصد کل روغن برگ بنه را شامل می‌شود. استئاریک اسید (۱۸:۰) و میریستیک اسید (۱۴:۰) در ردیف دوم قرار می‌گیرند. همچنین مقادیر ناچیزی لوریک اسید (حدود ۳/۰۱ درصد) و آراشیدونیک اسید (۱/۹۹ درصد) نیز در این روغن وجود دارد. نتایج حاضر با نتایج نخعی و همکاران (۱۳۹۳) در زمینه پروفایل اسیدهای چرب برگ بنه همخوانی دارد. آزمایش انجام شده توسط این محققین نیز نشان داد؛ مهمترین اسیدهای چرب اشباع برگ بنه به‌ترتیب اسید پالمیتیک (۱۷/۸ درصد)، استئاریک اسید (۱۰/۴ درصد) و میریستیک اسید (۹/۸ درصد) بوده و بیشترین اسید چرب غیراشباع، اسید لینولنیک (۲۷/۱ درصد) گزارش گردید که به نتایج مطالعه حاضر نزدیک می‌باشد.

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری برگ بنه

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک برگ بنه در جدول ۴ ارائه شده است. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری اغلب تحت تأثیر ویژگی‌هایی همچون ترکیب شیمیایی و ساختار دیواره سلولی مواد خوراکی قرار می‌گیرد (۲۵). با توجه به نتایج موجود در جدول ۴ بخش سریع تجزیه ماده خشک برگ بنه ۲۸/۰۳ درصد و تجزیه‌پذیری مؤثر آن در نرخ عبور ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ به‌ترتیب ۴۸/۲۹، ۴۳/۳۹ و ۴۰/۴۰ درصد بود. کمترین نرخ تجزیه‌پذیری (c) در مورد پروتئین خام دیده شد (۰/۰۱۳۷). در تمامی نرخ‌های عبور بیشترین تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور ۴ درصد ملاحظه شد. با افزایش نرخ عبور تجزیه‌پذیری مؤثر کاهش یافت. علاوه بر تجزیه‌پذیری، نرخ تجزیه‌پذیری به‌وسیله روش کیسه‌های نایلونی برای تخمین فراهمی مواد مغذی در نشخوارکنندگان مهم می‌باشد (۷). زیاد بودن نسبت تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک سبب فراهم نمودن انرژی مورد نیاز به شکل اسیدهای چرب فرار برای دام و میکروب‌های شکمبه می‌شود. در تجزیه‌پذیری مؤثر، سرعت‌های عبور پایین دارای تجزیه‌پذیری مؤثر بالا و سرعت‌های بالا دارای تجزیه‌پذیری مؤثر پایین هستند که با توجه به مدت ابقا بیشتر ماده خشک در سرعت‌های عبور پایین در شکمبه نتایج دور از انتظار نیست (۲۸). در مطالعه قوی پنجه و همکاران (۱۳۹۴) بخش سریع تجزیه ماده خشک برگ زرشک ۰/۳۳ و تجزیه‌پذیری مؤثر آن در نرخ عبور ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۰۸ به‌ترتیب ۶۴/۵، ۵۸/۵ و ۵۴/۸ درصد به‌دست آمد. مقدم و همکاران (۴۱) تجزیه‌پذیری مؤثر برگ مو در نرخ عبور ۰/۰۲، ۳۸/۱۷ درصد گزارش کردند. باشتنی و همکاران (۵) بخش سریع تجزیه، بخش نامحلول و ثابت نرخ تجزیه‌ی برگ عناب را به‌ترتیب ۰/۳۱، ۰/۳۵ و ۰/۰۴ گزارش نمودند، تجزیه‌پذیری مؤثر برگ عناب در نرخ عبور ۰/۰۴ نیز ۴۸ درصد گزارش شد. بهلولی و همکاران (۱۳۸۶) مقدار ناپدید شدن اجزای مختلف محصولات فرعی پسته را اندازه‌گیری کردند و گزارش

نمودند که بیشترین مقدار مواد محلول در آب به‌ترتیب مربوط به مغز، پوسته نرم رویی، خوشه، برگ و پوسته چوبی بود. این مقدار برای مجموعه بقایا ۵۱ درصد بود. در مطالعه‌ای که به منظور تعیین ارزش غذایی و تجزیه‌پذیری پوسته پسته خشک شده توسط مهدوی و همکاران (۱۳۸۷) انجام شد، نتایج نشان داد میزان بخش سریع تجزیه (a) و بخش کند تجزیه (b) ماده خشک پوسته پسته بیشتر از یونجه می‌باشد ولی ثابت نرخ تجزیه (c) پوسته پسته کمتر از یونجه به‌دست آمد (۰/۰۴ در مقابل ۰/۰۸). به هرحال مجموع ماده خشک قابل تجزیه پوسته پسته بیشتر از یونجه برآورد شد. تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک پوسته پسته بیشتر از یونجه بود (۷۶/۰۴ در مقایسه با ۶۴/۴۱). پروتئین پوسته پسته در مقایسه با یونجه بخش سریع تجزیه (a) بیشتر و بخش کند تجزیه (b) پایین‌تری داشت. به عبارتی میزان پروتئین محلول در آب پوسته پسته بالاتر از یونجه می‌باشد. بنابراین اگر بخواهیم مقادیر بیشتری پروتئین محلول در جیره داشته باشیم استفاده بیشتر از آن توصیه می‌شود. در مجموع پروتئین خام قابل تجزیه در شکمبه پوسته پسته خشک شده تقریباً با یونجه برابری می‌کند ولی تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین خام آن از یونجه کمتر می‌باشد. در تحقیقی که به منظور تعیین و مقایسه میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام دو رقم کنجاله پسته وحشی در شکمبه به‌وسیله کیسه‌های نایلونی انجام شد نتایج نشان داد که میزان بخش سریع تجزیه (a) کنجاله بنه ۲۳/۲۳ درصد و بخش کند تجزیه (b) ۴۳/۱ درصد می‌باشد. همچنین تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام در نرخ عبور ۸ درصد در ساعت ۵۳/۳۳ درصد گزارش شد. کاهش تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین خام می‌تواند موجب سنتز ناکارآمد پروتئین میکروبی در شکمبه شود (۲۸).

جدول ۲- ترکیبات فنولی و قدرت آنتی‌اکسیدانی برگ بنه (درصد)

Table 2- Phenolic compounds and antioxidant activity *Pistacia atlantica* leaf (%)

ترکیبات فنولی و قدرت آنتی‌اکسیدانی Phenolic compounds and antioxidant activity	تیمار* Treatment			P-value	SEM
	1	2	3		
کل فنول Total phenol	6.41 [a]	5.18 [c]	5.36 [b]	0.0001	0.006
کل تانن Total tannin	4.59 [a]	3.81 [b]	3.69 [c]	0.0001	0.004
فنول‌های غیر تاننی PVP	1.81 [a]	1.37 [c]	1.68 [b]	0.0001	0.004
تانن متراکم Condensed tannin	2.68 [a]	2.15 [c]	2.28 [b]	0.0001	0.004
تانن قابل هیدرولیز Hydrolysable tannin	1.91 [a]	1.66 [b]	1.42 [c]	0.0001	0.005
آنتی‌اکسیدان کل Total antioxidant	85.91 [a]	85.28 [ab]	83.27 [c]	0.0004	0.225

حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) است.

* ۱: برگ بنه ابتدای فصل رویش ۲: برگ بنه اواسط فصل رویش ۳: برگ بنه انتهای فصل رویش (رسیدگی کامل)

Different letters in each row indicates significant difference (P<0.05).

* 1. Early in the growing season 2. Middle of the growing season 3. End of the growing season

جدول ۳- پروفایل اسیدهای چرب برگ بنه

Table 3- Profile of fatty acids *Pistacia atlantica* leaf

اسید چرب (گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب متیله شده) Fatty acid (g/100 g of methylated fatty acid)	
C12:0	3.01
C12:1	1.68
C14:0	10.21
C14:1	1.5
C16:0	18.02
C16:1t	0.45
C16:1	1.7
C17:0	1.67
C18:0	9.95
C18:1	12.5
C18:2	10.88
C20:0	1.99
C18:3	26.54

جدول ٤- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای برگ بنه

Table 4- Degradability parameters and Effective degradability *Pistacia atlantica* leaf

مورد Case	فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری* Degradability parameters			تجزیه‌پذیری موثر (درصد) در سرعت عبور Effective degradability (%/KP)		
	a	b	c	0.04	0.06	0.08
ماده خشک DM	0.2803± 0.017	0.5598±0.027	0.0227±0.001	0.4829±0.01	0.4339±0.01	0.4040±0.01
پروتئین خام CP	0.1260±0.028	0.6755±0.143	0.0137±0.004	0.2910±0.023	0.2462±0.026	0.2201±0.027

*a= بخش سریع تجزیه b= بخش کند تجزیه c= ثابت نرخ تجزیه در ساعت

*a= Rapid part degradation b= Potentially degradable fraction c= Constant degradation rate

قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک و پروتئین خام برگ بنه

قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک و پروتئین خام برگ بنه در جدول ۵ نشان داده شده است. قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام بالاتر از قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک و پروتئین خام برگ بنه بود. در مجموع قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش بیشتر از قابلیت هضم پروتئین خام بود که علت آن بالا بودن قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای آن در مقایسه با قابلیت هضم پروتئین خام می‌باشد. در مطالعه‌ای دیگری که نویسندگان مقاله بر روی میوه بنه انجام دادند قابلیت هضم شکمبه‌ای پروتئین خام ۸۵/۱۴ درصد گزارش گردید و دلیل آن بالا بودن میزان پروتئین محلول میوه بنه عنوان شد (۲۱). با توجه به مطالعات معدود انجام شده در این زمینه، در بررسی منابع مختلف گزارشاتی مشابه جهت مقایسه نتایج به‌دست آمده با آن‌ها موجود نمی‌باشد و به نظر می‌رسد احتمالاً یکی از دلایل کاهش قابلیت هضم شکمبه‌ای برگ بنه در مقایسه با میوه بنه بیشتر بودن تانن کل می‌باشد (به‌ترتیب در برگ و میوه بنه ۳/۶۹ و ۱/۶۲ درصد). نتایج آزمایش‌های مختلف اثرات متفاوتی از تانن را روی هضم پروتئین نشان داده‌اند که آثار مثبت و منفی بسته به غلظت و ماهیت تانن و ترکیبات موجود در خوراک متغیر است (۲۷).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد هرچند برگ بنه در مقایسه با گیاهان مشابه و همچنین میوه بنه از قابلیت هضم پایین‌تری برخوردار است اما به دلیل دارا بودن حدود ۲۶/۵۴ درصد اسید چرب غیر اشباع لینولنیک به‌عنوان یک منبع امگا-۳ و نیز ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی بالاتر دارای ارزش غذایی بالایی است و می‌توان در جیره‌نویسی دام‌ها به منظور غنی‌سازی و افزایش پایداری اکسیداتیو محصولات دامی نظیر شیر و گوشت، از این اطلاعات بهره برد. با این وجود، تأیید پتانسیل استفاده از برگ بنه به صورت درون‌تنی در تغذیه دام مستلزم آزمایشات تکمیلی دیگری در این زمینه می‌باشد.

جدول ۵- قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی برگ بنه (درصد)

Table 5- Ruminal digestibility, Post-Ruminal and total tract of *Pistacia atlantica* leaf (%)

قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک Ruminal digestibility, Postruminal and total tract of dry matter	
قابلیت هضم شکمبه‌ای Ruminal digestibility	38.94±2
قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه Post-Ruminal digestibility	7.29±0.14
قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش Total tract	43.39±0.09
قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی پروتئین خام Ruminal digestibility, Postruminal and total tract of crude protein	
قابلیت هضم شکمبه‌ای Ruminal digestibility	18.93±2.21
قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه Post-Ruminal digestibility	9.19±0.94
قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش Total tract	26.38±0.76

* برای تعیین قابلیت هضم شکمبه‌ای نمونه‌ها به مدت ۱۶ ساعت در شکمبه انکوباسیون شدند.

To determine rumen digestibility, samples were incubated in rumen for 16 hours

منابع

1. Akbarinia, A., and A. Koochaki. 1992. Effect of harvesting stages on growth characteristics, yield and nutritional value of some barley cultivars. Journal of Pajouhesh and Sazandegi, 15.
2. Alavi, S. 2000. Assessing the nutritional value of animal feed resources in the country (Forage and fibrous). Master's thesis, Department of Jihad Ministry of Education and Research, the Center for Higher Education Imam Khomeini, Tehran, 105 pages. (In Persian).
3. Anagnostopoulou, M. A., P. Kefalas, V. P. Papageorgiou, A. N. Assimepoulou, and D. Boskou. 2006. Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (Citrus sinensis). Food Chemistry, 94: 19-25.
4. AOAC. 2005. Official Methods of Analysis (18th ed). USA: Association of Official Analytical Chemists.
5. Bashtani, M., M. R. Tehrani, A. A. Naserian, M. H. Fathi, and F. Ganji. 2012. Determination of chemical composition and nutritional value of Ziziphus jujube mill foliage using in vitro methods. Journal of Livestock Research, 1(3): 1-8. (In Persian).
6. Behgar M., R. Valizadeh, M. Mirzaee, A. A. Naserian, and M. R. Nasiri. 2009. Correlation between the physical and chemical properties of some forages and non-forage fiber source. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8 (11): 2280 2285. (In Persian)
7. Belachew, Z., K. Yisehak, T. Taye, and G. Janssens. 2013. Chemical composition and in sacco ruminal degradation of tropical trees rich in condensed tannins. Czech Journal of Animal Science, 58: 176-192.
8. Benhammou, N., A. B. Fawzia, and P. Tatjanak. 2008. Antioxidant and antimicrobial activities of the Pistacialentiscus and Pistaciaatlantica extracts. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2(2): 022-8.
9. Besharati, M., A. Taghizadeh, H. John Momhmadi, and G. H. Moghadam. 2008. Determination of the degradability of grape sub-products using gas production and nylon bags. Journal of Agricultural Sciences, University of Tabriz, 18(3): 173-185. (In Persian)
10. Bohluli, A., and A. Naserian. 2007. Chemical composition and the amount of disappearance of various components of pistachio. Proceedings of the 2nd Congress of Animal and Aquatic Sciences. (In Persian)

11. Daneshrad, A., and Y. Aynechi. 1980. Chemical studies of the oil from pistacia nuts growing wild in Iran. Journal of American Oil Chemistry Society, 57: 248-9.
12. Di bella G., R. Maisano, L. Lapera, V. Loturco, F. Salvo, and G. Dugo. 2007. Statis- tical Characterization of Sicilian Olive Oils from the Peloritana and Maghrebian Zones According to the fatty acid profile. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 6568-6574.
13. Dillard, C. G. and G. B. German. 2000. Phytochemicals: nutraceuticals and human health. Science of Food and Agriculture, 80: 1744-1756.
14. Duguma, B., J. Tonye, J. Kanmegne, T. Manga, and T. Enoch, 1994. Growth of 10 multipurpose tree species on acid solids in Sangmelima. Cameroon Agroforestry System, 27(2): 107-119.
15. El Hassan, S. M., A. Lahlou Kassi, C. J. Newbold, and R. J. Wallace. 2000. Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. Animal Feed Science & Technology. 86: 27-37.
16. Erfanzade, R., and H. Arzani. 2002. Study of quality changes in forage species of Trifolium repens in two phonological stages of flowering and seeding. The 2th National Conference of pasture and rangeland, Iran 405: 409-410. (In Persian)
17. Erfanzadeh, R., and H. Arzani. 2003. Study on effects of phonological stages and soil characteristics on forage quality of two range species of Trifolium pratense and Coronilla varia (Case study:Javaher deh,Ramsar). Journal of Pajouhesh and Sazandegi, 58: 24.
18. Esmaeili-Seirchi N., O. Diani, and R. Tahmasebi, 2015. Determination of chemical Compounds and nutritive value of seed coat Pistachios by using Gas production. First National Congress on Advanced Research in Animal Science, 27-28 May, Faculty of Agriculture, University of Birjand. pp. 739-742. (In Persian)
19. Farhoosh, R., J. Tavakoli, and M. H. Haddad Khodaparast. 2008. Chemical composition of kernel oils from two current subspecies of Pistacia atlantica in Iran. Journal of American Oil Chemistry Society, 85: 723-729.
20. Fazaeli, H. 2012. Optimum using of agricultural by-products in ruminants nutrition. 6th Congress of Animal Science. Isfahan University of Technology, pp: 9-16.
21. Ganji, F., M. Bashtani, H. Farhangfar, and S. E. Ghiasi. 2017. Effect of different growth stages on the chemical composition, antioxidant properties and rumen-intestinal digestion of Pistacia atlantica with nylon bags method. Animal Science Researches, accepted. (In Persian).
22. Gargallo, S., S. Calsamiglia, and A. Ferret. 2006. Technical note: A modified three-step *in vitro* procedure to determine intestinal digestion of proteins. Journal of Animal Science, 84: 2163-2167.
23. Ghavipanjeh, N., M. H. Fathi, H. Farhangfar, and J. Modaresi, 2016. In-situ and In-vitro nutritional evaluation of Barberry (Berberis Vulgaris) leaf. 7th Iranian Congress of Animal Sciences, 7-8 September, Karaj. (In Persian).
24. Giraldo, E., M. A. Viruel, M. Loepz-Corrales, J. I. Hormoza. 2005. Characterization and Cross- species Transferabil of Microsatelates in the Fig (*Ficus carica* L.). Journal of Horticultural Science and Biothenology, 80: 217-222.
25. Givens, D. I., E. Owen, R. F. E. Auford, and H. M. Omend. 2000. Forage evaluation in ruminant nutrition, CABI publishing.
26. Grasser, L. A., J. G. Fadel, L. Garnett, and E. J. Depeters. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. Journal of Dairy Science, 75: 962-971.
27. Hervas, G., F. Pilar Frutos, R. Javier Giraldez Angel, C. Mantecón Mar´ıa, and P. Alvarez Del. 2004. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. Animal Feed Science and Technology 109: 65-78.
28. Hor, S. A., F. ZamaniDehkordi, and A. D. FrouzandeShahraki. 2015. International conference on sustainable development, strategies and challenges with a focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, 42-42 Feb 4025, Tabriz, Iran.
29. Jackson, F. S., T. N. Barry, C. Lascano, and B. Palmer. 1996. The extractable and bound condensed tannin content of leaves from tropical tree, shrub and forage legumens. Journal of the Science of Food and Agriculture, 71: 103-110.
30. Lagouri, V., and D. Boskou. 1996. Nutrien antioxidants in oregano. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 47: 493-7.
31. Larry, W. V., A. Allentorell, R. R. Neil, and E. Tombartliett. 1997. Comparison of forage value on private and public grazing leases. Journal of Range Management, 50(3): 300-306.
32. Lopez-Feria, S., S. Cardenas, J. A. Garc-Mesa, and M. V. Alcarcel. 2008. Classification of extra virgin olive oils according to the protected designation of origin, olive Variety and geographical origin. Talanta, 75: 937-943.
33. Makkar, H. P. S., and B. Singh. 1993. Effect of storage and urea addition on detannification and in sacco dry matter digestibility of mature oak (*Quercus incana*) leaves. Animal Feed Science and Technology, 41: 247-259.
34. Mahdavi, A., M. Zaghari, M. Zahedifar, A. Nikkhah, and A. Aghashahi. 2008. Determination of nutritional value and the possibility of using different levels of dry pistachio shell on the performance of fattening Afshari lambs in Iran. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 15(5). (In Persian).
35. Marinas, A., R. Garcia-Gonzalez, and M. Fondevila. 2003. The nutritive value of five pasture species occurring in the summer grazing ranges of the Pyrenees. Journal of Animal Science, 76: 461-469.

36. Marino, M. A., A. Mazzanti, S. G. Assuero, F. Gastal, H. E. Echeverria, and F. Andrade. 2004. Nitrogen dilution curves and nitrogen use efficiency during winter-spring growth of annual ryegrass. Agronomy Journal, 96: 601-607.
37. Mashayekhi, M., T. S. Vafa, S. M. Qureshi, and H. Sepehri Moghaddam. 1395. Determination of the chemical composition and digestibility of mountain pistachio by gas production method. Seventh Iranian Congress of Animal Sciences. 17th and 18th of September. College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. (In Persian).
38. Mathew, S., and T. E. Abraham. 2006. *In vitro* antioxidant activity and scavenging effects of Cinnamomum verum leaf extract assayed by different methodologies. Food and Chemical Toxicology, 44:198-206.
39. McDonald, P. R., A. Edwards, and J. F. Greenhagh. 1990. Animal nutrition. 4th edition, John Willey and Sons, Inc, New York.
40. Modirshanechi, M. 2000. Forage production and plant management, Astan Qods Razavi publications P:448.
41. Moghadam, M., A. Taghizadeh, A. Nobakht, and A. Ahmadi. 2012. The nutritional value of grape pulp and raspberry leaves with the use of nylon bags and gas production method. Animal Science Researches, 3: 435-443. (In Persian).
42. Moslemi nia, M., M. Usefelahi, H. Mansouri, and Gh. Jalilvand. 2010. The nutritional value of Prosopis juliflora in different stages of growth by method of gas production. 4th Iranian Congress of Animal Sciences, Karaj. (In Persian).
43. Mousavi, M. A. 1995. Determination of Chemical Composition and Gross Energy of Livestock and Poultry Food in Kermanshah Province. Master's thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran, 134 pages. (In Persian).
44. Mowrey, A. and J. N. Spain. 1999. Results of a nationwide survey to determine feedstuffs fed to lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 82: 445-451.
45. Nakhaei, M., Gh. Bagherzadeh., Sh. Ghollasi, and R. Hossein Abadi. 1393. Study of physicochemical, phytochemical and antioxidant activity and Separating gum from the leaves of the Cordica subspecies. Master's Thesis. Chemistry College. University of Birjand. (In Persian).
46. Orskov, E. R., and I. Mcdonald. 1979. The estimation of protein degradation in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Agriculture Science, 92: 499-503.
47. Orskov, E. R. 2000. The in situ technique for the estimation of forage degradability. In: D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford and H.M. Omed (Editors), Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp.175-188.
48. Padulosi, S., and A. Hadj-Hassan. 1998. towards a comprehensive documentation of distribution and use of Pistacia: genetic diversity in central and west asia. North Africa and Mediterranean Europe. Report of the IPGRI Workshop, 4: 25-30.
49. Porter, L. J., L. N. Hrstich, and B. G. Chan. 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. Phytochemistry, 25:223-230.
50. Rajesh, M., A. Nagarajan, S. Perumal, and M. Sellamuthu. 2008. The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of Camellia sinensis, Ficus bengalensis and Ficus racemosa. Food Chemistry, 107:1000-1007.
51. Rezaeyan, S., M. Pourmajidian., H. Jalilvand, and A. Parsakhoo. 2009. Growth parameters of Pistaciaatlantica Desfundrer different soil conditions in Iran. African Journal of Plant Science, 3:184-9.
52. SAS Institute Inc., 2002. Statistical Analysis System (SAS) User's Guide, SAS Institute, Cary, NC, USA.
53. Shojaeian, K., and H. Kazemi, 2015. Determine the chemical composition and gas production parameters in almond leaves. First National Congress on Advanced Research in Animal Science, 27-28 May, Faculty of Agriculture, University of Birjand. pp. 657-661. (In Persian).
54. Singh, P., A. K. Verma, N. N. Pathak, and J. Biswas. 1998. Nutritive value of oak (Quercus semecarpifolia) leaves in Pashmina kids. Animal Feed Science and Technology, 72: 183-187.
55. Tabataba'I, M. 1993. Practical Feeding to the Cattle, First Edition, Bu-Ali Sina University Press, Hamadan, p. 209. (In Persian).
56. Taghizadeh, A., J. Shojaee., G. H. Moghaddam, H. Jomammadi, and P. Yasan. 2002. Determination of dry matter and crude protein degradability of some woody and dense food by in situ method in sheep. Journal of Agricultural Science, 11(3): 100-93. (In Persian).
57. Takeoka, T. G., T. L. Dao, R. Teranishi, R. Wong, S. Flessa, L. Harden, and R. Edwards. 2000. Identification of three triterpenoids in almond hulls. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 3437-3439.
58. Torkaman, J. and S. H. Seyam. 2009. Measurment of tannin in tree barks of Oak, Beech, Alder, Hornbeam and Black walnut. Journal of Medicinal Plant, 8(29): 58-63.
59. Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 477-488

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۴۸۸-۴۷۷

Determination of Antioxidant Properties, Nutritional Value and Rumen-Intestinal Digestion of *Pistacia Atlantica* Leaf with Nylon Bags Method

F. Ganji[1]- M. Bashtani[2*]- H. Farhangfar[3]- S. E. Ghiasi[4]

Received: 24-07-2017
Accepted: 23-12-2017

Introduction This study was carried out to investigate the chemical composition, antioxidant properties and phenolic compounds of *Pistacia atlantica* leaf at different stages of growth. Intestinal digestibility of determined by nylon bags method.

Materials and Methods In order to prepare experimental treatments, *Pistacia atlantica* leaf (PAL) were collected and dried in three stages (early growing season, mid and end of growing season) from foothills of the around the city of Birjand. The treatments were: 1. PAL in early growing season, 2. PAL in middle of growing season, and 3. PAL at the end of growing season. Neutral detergent fiber and acid detergent fiber was determined. The total amount of phenolic compounds was measured. The total amount of tannins was obtained by calculating the difference between before and after the reaction with polyvinyl pyrrolidone (PVP). Condensed tannin was measured. Antioxidant activity was measured by 2, 2 diphenyl-1-picaril hydrazil (DPPH). To investigate nutritional value of *Pistacia atlantica* leaf (PAL) by nylon bags method, two Holstein cows fitted with a flexible rumen fistula, fed forage and concentrate in total mixed ration (TMR) at maintenance level twice daily. To determine degradability coefficients, 5 g of DM of PAL sample (ground using 2 mm screen mill) were placed in individual polyester bags and feed samples were incubated for 0, 2, 4, 8, 12, 16, 24, 48, 72, 96 and 120 h. Also, ruminal and post ruminal digestibility were determined with the incubation of samples for 16 hours in the rumen by Daisy system.

Results and Discussion The results showed with the advance stage of growth increased, percentage of dry matter, Ash, NDF and ADF. The highest amount of dry matter belonged to the end of the growing season (49.41%) and the lowest was related to the beginning of the growing season (19.51%). The highest amount of crude protein observed at the first stage (early growth) (16.41%) and the lowest at the end of the growing season ($P<0.05$). With the advancement of the growth stage, the percentage of NDF and ADF was increased ($P <0.05$). The highest average crude fat was related to the second stage (5.62%) and the lowest average was observed in the first stage (1.82%). The highest average ash was related to the end of growing season (7.27%) and the lowest average was observed in the first stage (5.58%). The highest antioxidant and phenolic compounds was observed in the early stages of growth, this amount decreased in the third stage. The most unsaturated fatty acids of this oil were linolenic acid (26.54%), linoleic acid (10.88%) and oleic acid (12.5%).Also the most saturated fatty acid of this oil was palmitic acid (18.02%). *Pistacia* leaf oil used in the experiment was contain a 44.85 % saturated fatty acids, 17.83 % unsaturated fatty acid with one double bond, 10.88 % unsaturated fatty acid with two double bonds and 26.54 % unsaturated fatty acids with three double bonds. With increasing incubation time degradability of dry matter and crude protein increased. The rapid part degradation of the dry matter was 28.33% and its effective degradation at the passage rates of 0.04, 0.06 and 0.08 was 48.29, 43.39 and 40.40% respectively. The lowest constant degradation rate (c) was found for crude protein (0.0137). Most effective degradability was observed in 4% pass rate. The effective degradation rate was reduced by increasing the pass rate. Ruminal digestibility of dry matter and crude protein was higher than digestibility of post-ruminal. Overall, the digestibility of dry matter in the total digestive tract was higher than crude protein digestibility. This is due to the high rumen digestibility of dry matter compared with the digestibility of crude protein.

Conclusions Based upon the present research it is concluded that *Pistacia atlantica* leaf has good degradability. It has high nutritional value and compatible or even is a good alternative to conventional feed ingredients in livestock feed. Also, *Pistacia atlantica* leaf is rich in phenolic compounds and antioxidant, and it can be used as

1- PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
2- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
3- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
4- Assistant Prof., Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
(*- Corresponding author email: mbashtani@birjand.ac.ir)

an alternative to synthetic antioxidants. Due to having about 55.25 percent unsaturated fatty acids, it has a high nutritional value and could be used in livestock diets in order to enrich and enhance oxidative stability of animal products.

Keywords: Antioxidant, Degradability, Growth Stages, Nylon Bags, *Pistacia Atlantica* Leaf