



تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

صفحه‌های ۳۲۹-۳۳۹

DOI: 10.22059/jap.2022.336134.623665

مقاله پژوهشی

مقایسه ترکیبات شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش پذیری گیاه خارشتر و یونجه خشک به روش‌های درون کیسه‌ای و آزمایشگاهی

نوید قوی پنجه^{۱*}، سید احمد حسینی^۲، علیرضا آقاشاهی^۳، مجتبی افشین^۱

۱. دانشجوی دکتری، بخش علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۲. دانش‌آموخته دکتری، ایستگاه تحقیقات شتر و گونه‌های مرتعی خراسان جنوبی، بیرجند، ایران.

۳. دانشیار، بخش تحقیقات تغذیه دام، مؤسسه‌ی تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۲۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۰۸

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، تعیین ارزش غذایی گیاه خارشتر با استفاده از روش‌های درون کیسه‌ای و تولید گاز و مقایسه آن با علف خشک یونجه بود. نمونه‌های علوفه به صورت دستی برداشت و ترکیب شیمیایی و فنولی آن طبق روش‌های توصیه شده آزمایشگاهی تعیین شد. هم‌چنین از روش‌های تولید گاز، کیسه‌های نایلونی و هضم سه مرحله‌ای آنزیمی برای تعیین ارزش غذایی نمونه‌ها استفاده شد. میزان ماده آلی، پروتئین خام و کلسیم خارشتر پایین‌تر از علف خشک یونجه بود ($P < 0.05$). در حالی که الیاف نامحلول در شونده خشی، الیاف نامحلول در شونده اسیدی، لیگنین، خاکستر و فسفر گیاه خارشتر به طور معنی داری بیش‌تر بود ($P < 0.05$). میزان کل ترکیبات فنولی، تانن کل، تانن متراکم و تانن قابل هیدرولیز گیاه خارشتر نیز بالاتر از علف خشک یونجه بود ($P < 0.05$). بخش سریع تجزیه، گند تجزیه و نرخ ثابت تجزیه گیاه خارشتر و علف خشک یونجه اختلاف معنی داری نداشتند. اما، تجزیه پذیری مؤثر گیاه خارشتر از علف خشک یونجه کم‌تر بود ($P < 0.05$). نرخ ثابت تولید گاز (c) گیاه خارشتر و علف خشک یونجه با یکدیگر مشابه بودند، با این حال، پتانسیل تولید گاز (b) آن از علف خشک یونجه کم‌تر بود ($P < 0.05$). گوارش پذیری ماده آلی، انرژی قابل سوخت و ساز و انرژی خالص شیردهی نیز در گیاه خارشتر کم‌تر از علف خشک یونجه برآورد شد ($P < 0.05$). براساس نتایج این پژوهش، گیاه خارشتر با ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های گوارش پذیری مناسب و هزینه تولید کم‌تر در مقایسه با علف خشک یونجه، امکان جایگزینی با بخشی از علوفه جیره شتر را دارد.

کلیدواژه‌ها: خارشتر، روش درون کیسه‌ای، فراسنجه‌های تولید گاز، گوارش پذیری، یونجه.

Comparison of chemical composition, gas production parameters and digestibility of *Alhaji camelorum* plant and alfalfa hay using nylon bag and gas production techniques

Navid Ghavipanje^{1*}, Seyyed Ahmad Hosseini², Alireza Aghashahi³, Mojtaba Afshin¹

1. Ph.D. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.

2. Former Ph.D. Student, South Khorasan Camel and Range Species Research Station, Birjand, Iran.

3. Associate Professor of Animal Nutrition Research, Animal Science Research Institute, Agricultural Education and Extension Research Organization, Karaj, Iran.

Received: December 29, 2021

Accepted: April 18, 2022

Abstract

The aim of the present study was to determine the nutritive value of *Alhaji camelorum* plant using nylon bag and gas production techniques which compared with alfalfa hay. Fodder samples were hand harvested and its chemical and phenolic composition was determined according to standard laboratory methods. The methods of gas production, nylon bags and three-step enzymatic digestion were used to determine the nutritive value of the samples. The amount of organic matter, crude protein and Ca of *Alhaji camelorum* was lower than alfalfa hay ($P < 0.05$). Whereas, the neutral detergent fiber, acid detergent fiber, lignin, ash and phosphorus content of *Alhaji camelorum* were significantly higher than alfalfa hay ($P < 0.05$). The amount of total phenolic compounds, total tannin, condensed and hydrolyzable tannin of *Alhaji camelorum* was also higher than alfalfa hay ($P < 0.05$). There was no significant difference between the fast degradable, slow degradable and degradability rates of *Alhaji camelorum* and alfalfa hay. However, the effective degradability of *Alhaji camelorum* was lower than alfalfa hay ($P < 0.05$). Gas production rate (c) of *Alhaji camelorum* and alfalfa was similar, however, its gas production potential (b) was lower than alfalfa hay ($P < 0.05$). Organic matter digestibility, metabolizable energy, and net energy for lactation were also estimated to be lower in *Alhaji camelorum* than alfalfa hay ($P < 0.05$). According to the results of the present research, *Alhaji camelorum* plant with appropriate nutritional characteristics and digestibility parameters along with its lower production cost compare to alfalfa hay, can be replaced with a part of the forage of camel diet.

Keywords: Alfalfa, *Alhaji camelorum*, Digestibility, Gas production parameters, Nylon bag technique

مقدمه

امروزه، پرورش شتر در بسیاری از نقاط خشک و نیمه‌خشک جهان به‌عنوان گونه دامی پایدار، اهمیت زیادی دارد [۷]. اغلب سامانه‌های پرورش شتر، در کشورهای در حال توسعه به مراتب و چراگاه‌های طبیعی برای تأمین علوفه وابسته هستند [۲۰]. مراتع بیابانی ایران، به‌ویژه اراضی حاشیه کویرها، پوشیده از گیاهان شورپسند می‌باشد که دارای تولید علوفه بالا و ارزش غذایی به نسبت خوبی هستند که با مدیریت بهینه می‌توانند نقش مهمی در تأمین علوفه مورد نیاز دام ایفا نمایند [۷]. کیفیت علوفه و ارزش غذایی از مهم‌ترین عواملی است که بر خوش‌خوراکی علوفه تأثیر می‌گذارد. آگاهی از ارزش غذایی و گوارش‌پذیری گونه‌های مرتعی برای هر نوع دام می‌تواند مبنای مدیریت مرتع و هم‌چنین مدیریت صحیح تغذیه دام باشد. از طرفی، تعیین کیفیت علوفه مرتعی، یکی از چالش‌های موجود در مدیریت مراتع و پرورش دام در سامانه‌های مبتنی بر مراتع می‌باشد [۷، ۲۰، ۲۱]. از مهم‌ترین گیاهان مرتعی کشور نیز می‌توان به خارشتر، آرتیپلکس، تاغ، گز و کوشیا اشاره نمود [۱۱ و ۲۰].

جنس خارشتر متعلق به تیره باقلانیان و زیر تیره پروانه‌آساها است. این گیاه چندساله، دارای ساقه‌های منشعب خاردار و برگ‌های ساده و کامل می‌باشد. گیاه خارشتر در تمام نقاط ایران از جمله استان‌های سمنان، خراسان، سیستان و بلوچستان، آذربایجان، هرمزگان، کرمان، یزد و خوزستان پراکنده است [۶ و ۱۰]. خارشتر گیاهی است مقاوم به سرما و دارای ریشه عمیق که تا حدود پنج تا شش متر رسیده و در مقابل کم‌آبی مقاومت زیادی دارد. گزارش‌ها حاکی از آن است که ارزش غذایی مناسب خارشتر، موجب شده که این گیاه در برخی مناطق کشور جایگاه خاصی را به‌صورت برداشت علوفه دستی پیدا کند و بهترین زمان برداشت علوفه خارشتر نیز در

زمان گلدهی است [۶]. یافته‌های گذشته نشان داد که ارزش غذایی خارشتر بالاتر از حد متوسط بوده و ضرایب هضمی خوبی دارد، این علوفه با داشتن مواد مغذی و ترکیبات شیمیایی ارزشمند برای تغذیه نشخوارکنندگان، به‌ویژه شتر، گوسفند و بز در مناطق خشک و نیمه‌خشک قابل استفاده بوده و جایگزینی آن با بخشی از علوفه جیره برای تأمین احتیاجات نگهداری، آبستنی و شیرواری دام‌ها امکان‌پذیر است [۶، ۱۱، ۲۱ و ۲۳]. هم‌چنین، گزارش شده است [۷ و ۲۱] که برخی از ترکیبات مغذی خارشتر از جمله میزان پروتئین خام از بسیاری از علوفه‌های متداول مانند کاه غلات مناسب‌تر بوده و ضرایب هضمی آن برای تمام مواد مغذی در حد قابل قبولی قرار دارد. حتی ترکیب شیمیایی خارشتر با علوفه شبدر و یونجه نیز قابل مقایسه می‌باشد. نتایج یک پژوهش [۷] نشان داد میزان ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر و فیبر خام خارشتر، به‌ترتیب ۴۴ درصد، ۹/۴ درصد، ۲۵/۹ درصد و ۲۹/۵ درصد (بر مبنای ماده خشک) می‌باشد. مطالعه دیگری [۲۰] نیز با بررسی خوش‌خوراکی ۱۱ گونه گیاهی از گیاهان مقاوم به شوری، نشان دادند که خارشتر جزو خوش‌خوراک‌ترین گونه‌های گیاهی برای شتر است.

با توجه به این‌که بخش وسیعی از کشور در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده است که بارندگی کافی نداشته و بنا به گزارش‌های موجود حدود ۱۲/۵ درصد از عرصه کشور را اراضی شور و نیمه‌بیابانی تشکیل می‌دهد که این مقدار تقریباً معادل کل اراضی زراعی کشور می‌باشد [۵ و ۱۰]. تعیین ارزش غذایی گونه‌های مرتعی و شورزیستی که به‌طور طبیعی در این زیستگاه‌ها رویش دارند، ضروری بوده و از طرف دیگر با توجه به کمبود اطلاعات بررسی ترکیبات شیمیایی گونه‌های مرتعی نظیر خارشتر در تغذیه شتر از اهمیت بالایی برخوردار است. اگرچه ارزش غذایی خارشتر در برخی منابع گزارش شده

تولیدات دامی

مقایسه ترکیبات شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش پذیری گیاه خارشر و یونجه خشک به روش‌های درون‌کیسه‌ای و آزمایشگاهی

نیز از تفاوت میزان کل تانن و تانن متراکم محاسبه شد [۱۵]. تمام آزمایش‌ها با سه تکرار انجام شد.

گوارش‌پذیری شکمبه‌ای گیاه خارشر و علف خشک یونجه با انکوباسیون حدود پنج گرم از نمونه خشک‌شده در کیسه‌های نایلونی از جنس پلی‌استر به ابعاد ۱۵×۷ سانتی‌متر و قطر منافذ ۴۰ میکرومتر در شکمبه یک نفر شتر بلوچی دارای فیستولای دائمی شکمبه‌ای و در ساعات متوالی صفر، دو، چهار، هشت، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ تعیین شد. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری با استفاده از رابطه (۱) برآورد شد [۱۷].

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

که در این رابطه، P ، تجزیه‌پذیری در زمان t ؛ a ، بخش سریع تجزیه؛ b ، بخش کند تجزیه و c ، ثابت نرخ تجزیه در واحد زمان بود. برازش داده‌ها با استفاده از رویه NLIN نرم‌افزار آماری SAS (ویرایش ۹/۲) انجام شد. تجزیه‌پذیری مؤثر نمونه‌ها با استفاده از رابطه (۲) و با در نظر گرفتن ثابت نرخ عبور برابر با ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ در ساعت محاسبه شد [۱۷].

$$ED = a + \{(b \times c) / (c + k)\} \quad (2)$$

که در این معادله، ED ، تجزیه‌پذیری مؤثر؛ a ، بخش سریع تجزیه؛ b ، بخش کند تجزیه؛ c ، ثابت نرخ تجزیه و k ، ثابت نرخ عبور می‌باشد.

برای تعیین گوارش‌پذیری پس از شکمبه‌ای، ابتدا کیسه‌های حاوی نمونه‌های گیاه خارشر و علف خشک یونجه به مدت ۱۶ ساعت در شکمبه انکوباسیون شد. سپس یک گرم از باقیمانده ماده خوراک هضم‌نشده در شکمبه در کیسه‌های کوچک با قطر منافذ ۵۰ میکرومتر و اندازه ۳×۶ سانتی‌متر ریخته و کیسه‌ها در داخل دستگاه شیشه‌ساز هضم (دیزی II) (مدل MD100، پویافرازما، تهران، ایران) قرار گرفت. ابتدا نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه با محلول پپسین - اسیدکلریدریک و سپس به مدت ۲۴ ساعت با

است، اما با وجود ویژگی‌های تغذیه‌ای خوب این گیاه، هنوز اطلاعات جامعی در رابطه با ترکیب شیمیایی، ترکیبات فنولی و ارزش غذایی آن در تغذیه شتر در دسترس نیست. از این‌رو، پژوهش حاضر به منظور تعیین ارزش غذایی گیاه خارشر، با استفاده از روش‌های درون‌کیسه‌ای و آزمایشگاهی انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه خارشر استفاده شده در آزمایش حاضر، از مزرعه‌ی شرکت گسترش توسعه‌گری پردیس واقع در شهرستان نهبندان، روستای حیدرآباد، در مرحله‌ی گلدهی تهیه شد. برداشت گیاه به صورت دستی از پنج سانتی‌متری بالای یقه گیاه در قالب نمونه‌برداری تصادفی انجام و مقدار تقریبی یک کیلوگرم گیاه خارشر برداشت شده و در درجه حرارت محیط (۲۴ درجه سانتی‌گراد) و بدون تابش مستقیم نور خورشید خشک شد. پس از خشک‌شدن کامل، علوفه خارشر خرد شده و به آزمایشگاه منتقل شد. یونجه مورد استفاده در آزمایش نیز در چین دوم و مرحله گلدهی گیاه تهیه و مشابه نمونه‌های خارشر خشک شد.

مقدار ماده خشک، انرژی خام، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خارشر و یونجه طبق روش‌های توصیه‌شده آزمایشگاهی تعیین شد [۴]. الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین نامحلول در اسید با استفاده از روش متداول [۲۲] اندازه‌گیری شد. میزان کل ترکیبات فنولی و کل ترکیبات فنولی غیرتاننی با استفاده از معرف فولین-شیکالتو تعیین و از کسر آن‌ها میزان کل تانن به دست آمد. تانن متراکم با استفاده از روش دی‌پلمیریزاسیون اکسیداتیو بوتانول-اسیدکلریدریک در مجاورت آهن براساس معادل لکوسیانیدین‌ها تعیین شد. میزان تانن‌های قابل هیدرولیز

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

قابل سوخت‌وساز، انرژی خالص شیردهی و گوارش‌پذیری ماده آلی استفاده شد [۱۷].

$$ME \text{ (MJ/kg DM)} = 2.20 + (0.136 \times GP) + (0.0057 \times CP) \quad (۷)$$

$$NE_L \text{ (MJ/kg DM)} = (0.115 \times GP) + (0.0054 \times CP) + (0.014 \times EE) - (0.0054 \times CA) - 0.36 \quad (۸)$$

$$OMD \text{ (\%DM)} = 14.88 + (0.889 \times GP) + (0.0448 \times CP) + (0.0651 \times CA) \quad (۹)$$

که در این رابطه‌ها، GP، میلی‌لیتر گاز تولیدشده حاصل از انکوباسیون ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک نمونه پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، CP، EE و CA، به ترتیب گرم پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر موجود در ۱۰۰ گرم ماده خشک نمونه می‌باشد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) رویه‌ی GLM برای مدل (۱۰) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون t در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ijk} \quad (۱۰)$$

که در این رابطه، μ ، میانگین کل؛ T_i ، اثر تیمار و e_{ijk} ، اثر خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی گیاه خارشتر و علف خشک یونجه در جدول (۱) نشان داده شده است. میزان ماده خشک، انرژی خام و چربی خام علف خشک یونجه و گیاه خارشتر اختلاف معنی‌داری نداشت. میزان ماده آلی، پروتئین خام و کلسیم گیاه خارشتر پایین‌تر از یونجه خشک بود ($P < 0.05$). درحالی‌که الیاف نامحلول در شویند خشی، الیاف نامحلول در شویند اسیدی، لیگنین، خاکستر و فسفر گیاه خارشتر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود ($P < 0.05$).

مهم‌ترین شاخص‌های ترکیب شیمیایی جهت برآورد ارزش غذایی گیاهان مرتعی را مقدار پروتئین خام، الیاف

محلول پانکراتین انکوباسیون شده و گوارش‌پذیری شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک با استفاده از رابطه‌های (۳) تا (۵) محاسبه شد [۱].

$$\text{گوارش‌پذیری شکمبه‌ای} = \text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای} - \text{وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای} \quad (۳)$$

وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای

$$\text{گوارش‌پذیری پس از شکمبه‌ای} = \text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون در دستگاه شبیه‌ساز هضم} - \text{وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای} \quad (۴)$$

وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای

$$\text{گوارش‌پذیری در کل دستگاه گوارش} = \text{گوارش‌پذیری شکمبه‌ای} - \text{گوارش‌پذیری شکمبه‌ای} + \text{گوارش‌پذیری شکمبه‌ای} \quad (۵)$$

میزان تولید گاز با استفاده از روش [۱۶] اندازه‌گیری شد. انکوباسیون نمونه‌ها درون سرنگ‌های شیشه‌ای حاوی بزاق مصنوعی و مایع شکمبه صاف شده به نسبت ۲:۱ (حدود ۳۰ میلی‌لیتر) و ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از نمونه‌های آسیاب شده (سه تکرار) انجام شد. مایع شکمبه از یک نفر شتر بلوچی دارای فیستولای شکمبه‌ای و قبل از خوراک وعده صبح به‌دست آمد. هم‌چنین سه تکرار به‌عنوان شاهد (بدون نمونه خوراک و تنها دارای مایع شکمبه) در نظر گرفته شد. سرنگ‌ها در انکوباتور (39 ± 1 درجه سانتی‌گراد) قرار داده و مقدار گاز تولیدی در زمان‌های دو، چهار، هشت، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت ثبت شد. فراسنجه‌های تولید گاز با استفاده از رابطه (۶) محاسبه شد [۱۷].

$$P = b(1 - e^{-ct}) \quad (۶)$$

که در این رابطه، P، تولید گاز در زمان t؛ b، پتانسیل تولید گاز؛ c، نرخ تولید گاز و t، زمان تخمیر است. هم‌چنین از رابطه‌های (۷) تا (۹) برای برآورد انرژی

مقایسه ترکیبات شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش‌پذیری گیاه خارشتر و یونجه خشک به روش‌های درون‌کیسه‌ای و آزمایشگاهی

نامحلول در شوینده خنثی و انرژی خام معرفی شده است [۵]. یافته‌های پژوهش حاضر با گزارش‌های قبلی در خصوص تعیین ترکیب شیمیایی خارشتر تقریباً همخوانی دارد، در مطالعه‌ای [۱۱] میزان پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر خارشتر به ترتیب ۹/۳۸، ۳/۶۲، ۴۴/۶، و ۸/۰۷ درصد ماده خشک و مقدار انرژی خام آن نیز ۳/۱۸ کیلوکالری در کیلوگرم گزارش شده است. گزارش دیگری نیز میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی خارشتر را به ترتیب ۵۴/۵ و ۳۸/۰ درصد ماده خشک ذکر کرده است [۳]. دلیل اصلی تفاوت در ترکیب شیمیایی خارشتر در پژوهش‌های مختلف را می‌توان به شرایط مختلف محیطی، منطقه رویشی، فصل و روش‌های اندازه‌گیری نسبت داد [۵]. در پژوهش حاضر مقدار ماده

آلی خارشتر کم‌تر از یونجه بود. به نظر می‌رسد که با افزایش مقدار شوری محیط، به علت جذب و تجمع عناصر معدنی و افزایش میزان خاکستر، سهم ماده آلی گیاه کاهش می‌یابد [۲۳]. بنابراین، کاهش مقدار ماده آلی گیاه خارشتر در مقایسه با علف خشک یونجه، به بالا بودن میزان خاکستر در آن مرتبط بوده که به شوری خاک مراتع و زیستگاه‌های طبیعی آن و خاصیت این گیاه در جذب کاتیون‌ها نسبت دارد [۱۴، ۱۹ و ۲۳]. از طرف دیگر، گزارش شده مقدار خاکستر در گیاهان مرتعی معیار مناسبی از کل یون‌های معدنی را در گیاه نشان داده و مقادیر بالاتر از این یون‌ها در اندام‌های فتوسنتزی گیاه ممکن است منجر به افزایش حجم واکوئول‌ها شده و در نهایت به گیاه اجازه دهد که الکترولیت‌های زیادی را در خود ذخیره نماید [۷، ۸ و ۱۴].

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی گیاه خارشتر و علف خشک یونجه (بر مبنای ماده خشک)

عنوان	نوع علوفه		اشتباه معیار میانگین‌ها	سطح معنی داری
	خارشتر	یونجه		
ترکیب شیمیایی				
ماده خشک (درصد)	۹۳/۷۸	۹۲/۲۷	۰/۹۴	۰/۳۲
ماده آلی (درصد)	۸۹/۸۲۳	۹۱/۵۷	۰/۶۷	۰/۰۲
پروتئین خام (درصد)	۹/۵۵	۱۴/۳۳	۰/۴۵	۰/۰۱
انرژی خام (مگا کالری در کیلوگرم)	۳/۱۹	۳/۵۹	۰/۳۰	۰/۴۰
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۴۶/۲۵	۲۶/۲۹	۱/۵۸	۰/۰۱
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۳۷/۲۵	۱۷/۰۵	۱/۱۷	۰/۰۱
لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۶/۵۳	۴/۷۳	۰/۳۹	۰/۰۳
چربی خام (درصد)	۲/۳۷	۱/۶۷	۰/۲۱	۰/۰۸
خاکستر (درصد)	۱۰/۱۷	۸/۴۴	۰/۳۴	۰/۰۱
کلسیم (درصد)	۰/۶۵	۱/۹۱	۰/۰۶	۰/۰۱
فسفر (درصد)	۰/۵۱	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۱
ترکیبات فنولی				
کل ترکیبات فنولی (درصد)	۱۰/۶۶	۲/۱۷	۰/۳۷	۰/۰۱
تانن کل (درصد)	۷/۴۲	۰/۶۴	۰/۶۲	۰/۰۱
تانن متراکم (درصد)	۲/۰۷	۰/۴۳	۰/۲۱	۰/۰۱
تانن قابل هیدرولیز (درصد)	۵/۴۱	۰/۲۰	۰/۴۶	۰/۰۱

قابل هیدرولیز گیاه خارشتر بالاتر از علف خشک یونجه بود ($P < 0/05$). بالاتر بودن میزان ترکیبات فنولی و تانن در خارشتر به علت فیبری بودن بافت‌های گیاه است، چرا که میزان تانن کل و تانن متراکم در پی افزایش پلیمریزاسیون ترکیبات فنولی، افزایش می‌یابد [۹]. در همین راستا، به‌تازگی پژوهشی [۱۲] میزان کل ترکیبات فنولی و تانن کل خارشتر را به ترتیب ۱۱/۳۷ و ۶/۰۹ درصد ماده خشک ذکر کرده، که تقریباً با مقادیر مشاهده شده در پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. مقدار تانن در گیاه بسته به میزان حاصل‌خیزی خاک، مقدار تأمین آب، گونه گیاهی و تغییرات فیزیولوژیکی گیاه متغیر است [۲۳]. بنابراین، اختلاف مشاهده شده می‌تواند به دلیل تفاوت در شرایط اقلیمی و یا تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری باشد [۹ و ۲۳]. تانن‌ها با مهار آنزیم‌های هضمی و یا جلوگیری از اتصال میکروب‌های شکمبه به ذرات خوراک، علاوه بر کاهش تجزیه پروتئین‌ها در شکمبه می‌توانند فعالیت برخی از باکتری‌ها را مهار کرده و نرخ گوارش شکمبه‌ای و همین‌طور نرخ و مقدار تولید اسیدهای چرب فرار را کاهش دهند [۸ و ۱۳]. اگر میزان تانن متراکم موجود در علوفه بیش از ۱۰ درصد ماده خشک باشد مصرف خوراک و عملکرد رشد حیوان را کاهش می‌دهد، این در حالی است که سطوح پایین آن ممکن است اثرات سودمندی نیز داشته باشد [۱۳ و ۱۴]. بر این اساس، سطح تانن علوفه خارشتر در محدوده مناسب قرار داشته و انتظار می‌رود استفاده از آن در تغذیه دام اثر سوء بر گوارش‌پذیری نداشته باشد.

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک گیاه خارشتر و علف خشک یونجه در جدول (۲) ارائه شده است. بخش سریع تجزیه، گندتجزیه و ثابت نرخ تجزیه خارشتر و یونجه اختلاف معنی‌داری نشان نداد. با این حال، تجزیه‌پذیری مؤثر خارشتر در نرخ‌های عبور ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ پایین‌تر از یونجه بود ($P < 0/05$).

دامنه پروتئین خام گیاهان مرتعی و شورپسند از هشت تا ۲۰ درصد ماده خشک متغیر است، این گیاهان اغلب میزان پروتئین قابل قبول، انرژی کم‌تر و خاکستر بالایی دارند [۲، ۵ و ۷]. پژوهش‌های گذشته نشان داده است وقتی غلظت پروتئین خام در گیاه علوفه‌ای کم‌تر از شش الی هفت درصد ماده خشک باشد، غلظت نیتروژن آمونیاکی به کم‌تر از پنج میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه رسیده و نیتروژن لازم برای فعالیت‌فعالیت مناسب میکروب‌های دستگاه گوارش فراهم نمی‌شود. این موضوع منجر به کاهش تخمیر میکروبی، تولید پروتئین میکروبی و گوارش‌پذیری کم‌تر ماده خوراکی شده که به دنبال آن مصرف ماده خشک و عملکرد دام را تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۵ و ۲۳]. بر این اساس حد بحرانی مقدار پروتئین خام علوفه برای نیاز نگهداری روزانه یک واحد دامی چراکننده در مرتع را هفت درصد در نظر می‌گیرند [۵]. مقدار پروتئین خام خارشتر بیش‌تر از حد بحرانی مذکور بود و نشان‌دهنده ارزش مناسب این گیاه مرتعی برای مصرف در جیره نشخوارکنندگان است. همسو با نتایج حاضر، میزان پروتئین خام گیاه خارشتر ۹/۵۸ درصد ماده خشک گزارش شده است [۲]. در مطالعه حاضر مقدار پروتئین خام گیاه خارشتر پایین‌تر از یونجه خشک بود. پژوهش‌ها به‌خوبی نشان داده است که بین میزان پروتئین خام و اجزای دیواره سلولی گیاه رابطه معکوس وجود دارد و با افزایش میزان کربوهیدرات‌های ساختمانی (سلولز، همی‌سلولز و لیگنین) از میزان پروتئین گیاه کاسته می‌شود [۸ و ۱۷]. بنابراین، اگرچه میزان پروتئین خام گیاه خارشتر در سطح قابل‌قبولی برای جایگزینی آن به‌عنوان بخشی علوفه‌ای در جیره دام، به‌ویژه شتر قرار دارد، اما مقدار کم‌تر پروتئین گیاه خارشتر در مقایسه با علف خشک یونجه (۹/۵۵ در مقابل ۱۴/۳۳ درصد ماده خشک) احتمالاً به میزان بالاتر کربوهیدرات‌های ساختمانی در این گیاه مرتبط است. میزان کل ترکیبات فنولی، تانن کل، تانن متراکم و تانن

مقایسه ترکیبات شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش‌پذیری گیاه خارشتر و یونجه خشک به روش‌های درون‌کیسه‌ای و آزمایشگاهی

جدول ۲. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک گیاه خارشتر و علف خشک یونجه

عنوان	نوع علوفه		سطح معنی‌داری
	خارشتر	اشتباه معیار میانگین‌ها	
فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ^۱			
a	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۹۴
b	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۱۹۷
c (در ساعت)	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۸۸
تجزیه‌پذیری مؤثر ^۲			
۰/۰۴	۰/۴۹۰	۰/۵۳۴	۰/۰۰۱
۰/۰۶	۰/۴۵۰	۰/۴۹۱	۰/۰۰۷
۰/۰۸	۰/۴۱۰	۰/۴۵۱	۰/۰۰۴

۱. a بخش سریع تجزیه، b بخش کند تجزیه و c ثابت نرخ تجزیه می‌باشد.

۲. با در نظر گرفتن نرخ عبور برابر با ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ در ساعت

ضخامت دیواره سلولی، مزوفیل کم‌تر، دستجات آوندی بیش‌تر و نواحی عرضی بیش‌تری در بافت دیواره سلولی ارتباط دارد [۹، ۱۳ و ۱۴].

در پژوهش حاضر بالاتر بودن مقدار لیگنین نامحلول در اسید و الیاف نامحلول در شویند خشی گیاه خارشتر در مقایسه با علف خشک یونجه از مهم‌ترین عوامل کاهش گوارش‌پذیری شکمبه‌ای آن می‌باشد. هم‌چنین، پژوهشی [۱۹] نشان داد که کاهش سرعت تجزیه‌پذیری ماده خشک مواد خوراکی به خاکستر بالا و محتویات دیواره سلولی بالا مرتبط است که با نتایج پژوهش حاضر نیز مطابقت دارد. در همین راستا، گزارش شده [۱۴] فراسنجه‌های برآورد شده در روش کیسه‌های نایلونی (شامل بخش کند تجزیه، ثابت نرخ تجزیه و تجزیه‌پذیری مؤثر) با مقدار دیواره سلولی همبستگی معنی‌داری دارد. هم‌چنین، بررسی‌ها نشان داده است که مقدار الیاف نامحلول در شوینده خشی و لیگنین نیز اثرات منفی روی گوارش‌پذیری علوفه‌ها دارد [۵، ۱۴ و ۲۳]. در مطالعه‌ای [۱۲] بخش سریع‌تجزیه، کند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه گیاه خارشتر به ترتیب ۶/۰۶، ۴۵/۳۵ و ۰/۰۱۵ درصد و

گوارش‌پذیری علوفه، به نسبت محتویات داخل سلول و اجزای الیاف نامحلول در شوینده خشی بستگی دارد [۱۴]. بیش‌تر محتویات داخل سلول، از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول با گوارش‌پذیری بالا تشکیل شده است، اما الیاف نامحلول در شوینده خشی علوفه‌ها، اغلب از کربوهیدرات‌های ساختمانی تشکیل شده که گوارش‌پذیری آن‌ها براساس لیگنینی‌شدن تغییر می‌کند [۱۹ و ۲۳]. تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای پایین‌تر گیاه خارشتر نسبت به علف خشک یونجه، می‌تواند با سطح بالاتر الیاف نامحلول در شویند خشی و لیگنین آن در ارتباط باشد. در تأیید نتایج اخیر، گزارش شده است میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک با کربوهیدرات‌های دیواره‌ی سلولی همبستگی منفی و با غلظت پروتئین خام همبستگی مثبت دارد [۹ و ۱۳]. علاوه بر این، مشخص شده است که نرخ تجزیه دیواره سلولی بستگی به زمان لازم برای اتصال میکروب‌های شکمبه به الیاف نامحلول در شوینده خشی و هم‌چنین ماهیت دیواره سلولی گیاهی دارد، از این منظر، مقاومت الیاف گیاهی در برابر تجزیه‌شدن با ترکیب شیمیایی، آناتومی گیاه، مورفولوژی،

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

بستگی دارد [۵، ۱۳، ۱۴ و ۲۳]. گوارش پذیری ماده خشک تمام بخش‌های گیاهان نابالغ بالا بوده و با هم مشابه است. اما با بلوغ گیاه، گوارش پذیری ماده خشک بخش‌های فیبری کم‌تر از برگ می‌باشد [۵ و ۱۴]. لذا گوارش پذیری کم‌تر خارشتر در مقایسه با یونجه، با مقدار بالاتر کربوهیدرات‌های دیواره سلولی آن در ارتباط است.

فراسنجه‌های تولید گاز و حجم گاز تولیدی (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) گیاه خارشتر و علف خشک یونجه به ترتیب در جدول (۴) و شکل (۱) مقایسه شده است. پتانسیل تولید گاز (فراسنجه b) گیاه خارشتر کم‌تر از یونجه خشک بود ($P < 0/05$), اما ثابت نرخ تولید گاز (فراسنجه c) هر دو گیاه یکسان بود. هم‌چنین، انرژی قابل سوخت‌وساز، انرژی خالص شیردهی و گوارش پذیری ماده آلی گیاه خارشتر نیز به‌طور معنی‌داری کم‌تر از علف خشک یونجه برآورد شد ($P < 0/05$).

گوارش پذیری آن در نرخ‌های عبور دو، چهار و شش درصد به ترتیب ۴۱/۶۱، ۴۱/۲۱ و ۳۷/۷۵ درصد گزارش شد که با یافته‌های حاضر درخصوص فراسنجه‌های گوارش پذیری خارشتر مطابقت دارد. هم‌سو با این یافته‌ها، گوارش پذیری ماده خشک خارشتر ۴۳/۶ درصد ذکر شده است [۲۱].

گوارش پذیری شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارش گیاه خارشتر کم‌تر از علف خشک یونجه بود ($P < 0/05$), درحالی‌که گوارش پذیری پس‌از شکمبه‌ای هر دو یکسان بود (جدول ۳). در پژوهشی [۱۱] گوارش پذیری ماده خشک گیاه خارشتر به روش درون‌تنی ۶۲ درصد برآورد شد. مطالعه دیگر [۲۱] نیز گوارش پذیری ماده خشک و ماده آلی خارشتر را در شرایط برون‌تنی به ترتیب برابر با ۴۳ و ۳۹ درصد گزارش کرد. گوارش پذیری علوفه، به نسبت محتویات داخل سلول و اجزای دیواره سلولی آن

جدول ۳. گوارش پذیری شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک گیاه خارشتر و علف خشک یونجه

سطح معنی‌داری	اشتباه معیار میانگین‌ها	تیمارهای آزمایشی		گوارش پذیری ماده خشک
		یونجه خشک	خارشتر	
۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۵۵	۰/۴۷	شکمبه‌ای ^۱
۰/۱۳۳	۰/۰۰۵	۰/۱۱	۰/۱۰	پس از شکمبه‌ای
۰/۰۰۶	۰/۰۱۲	۰/۶۶	۰/۵۷	کل دستگاه گوارش

۱. برای تعیین گوارش پذیری شکمبه‌ای، نمونه‌ها به مدت ۱۶ ساعت در شکمبه انکوباسیون شدند. میانگین‌های هر ردیف با حرف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P < 0/05$).

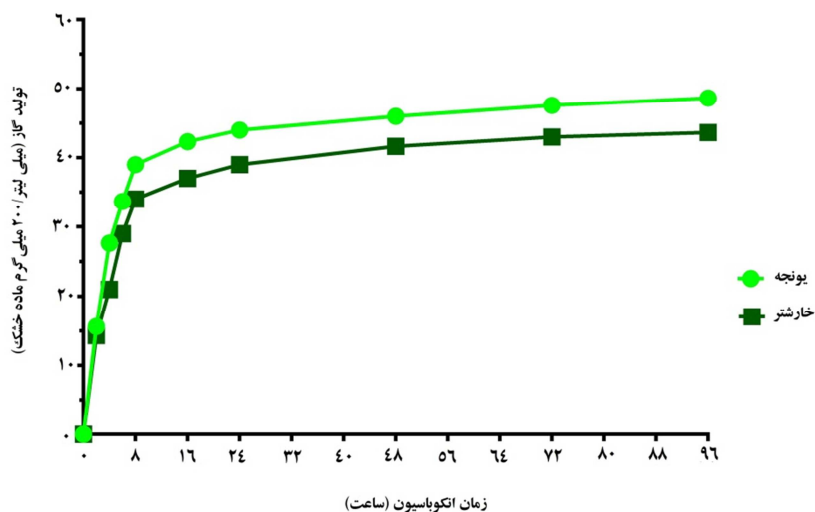
جدول ۴. فراسنجه‌های تولید گاز و حجم گاز تولیدی گیاه خارشتر و علف خشک یونجه در زمان‌های مختلف انکوباسیون

سطح معنی‌داری	اشتباه معیار میانگین‌ها	تیمارهای آزمایشی		فراسنجه
		یونجه خشک	خارشتر	
۰/۰۱	۰/۶۷	۴۶/۱۱	۴۲/۷۲	پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)
۰/۲۹	۰/۰۲	۰/۲۲	۰/۱۹	ثابت نرخ تولید گاز (درصد در ساعت)
۰/۰۳	۰/۰۴۳	۲/۰۲	۱/۸۰	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)
۰/۰۴	۰/۰۳۵	۱/۱۵	۰/۹۹	انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)
۰/۰۴	۱/۱۴	۵۴/۷۵	۵۰/۱۳	گوارش پذیری ماده آلی (درصد ماده خشک)

میانگین‌های هر ردیف با حرف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P < 0/05$).

تولیدات دامی

مقایسه ترکیبات شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش پذیری گیاه خارشتر و یونجه خشک به روش‌های درون‌کیسه‌ای و آزمایشگاهی



شکل ۱. مقایسه پتانسیل تولید گاز برون‌تنی گیاه خارشتر و علف خشک یونجه در ساعات مختلف انکوباسیون

همبستگی منفی دارد. از این‌رو، در پژوهش حاضر کاهش فراسنجه‌های تولید گاز گیاه خارشتر در مقایسه با علف خشک یونجه با توجه به تفاوت در ترکیب شیمیایی نمونه‌ها قابل توضیح می‌باشد که مقدار بالاتر لیگنین و ایاف نامحلول در شونده خنثی گیاه خارشتر از عوامل اصلی کاهش تولید گاز و گوارش‌پذیری ماده آلی آن است.

همسو با این نتایج، مشخص شده است افزایش دیواره سلولی گیاه با کاهش مقدار پروتئین و قندهای محلول همراه بوده که کاهش تخمیر و تولید گاز رابه دنبال داشته و در نتیجه منجر به کاهش گوارش‌پذیری ماده آلی و انرژی قابل سوخت‌وساز در شرایط برون‌تنی می‌شود [۱۵]. بنابراین، میزان ایاف نامحلول در شونده خنثی و اسیدی بیش‌تر و میزان پروتئین خام کم‌تر گیاه خارشتر در مقایسه با علف خشک یونجه احتمالاً موجب کاهش انرژی سهل‌الوصول برای میکروب‌های شکمبه شده و در نتیجه منجر به کاهش پتانسیل تولید گاز و فراسنجه‌های تولید گاز برون‌تنی شده است. محتویات سلولی به‌آسانی و به‌طور کامل هضم می‌شود، درحالی‌که دیواره سلولی به آرامی و تنها تا حد معینی که به درجه

در پژوهشی [۲۳] پتانسیل تولید گاز چند علفه مرتعی در دامنه‌ای بین ۲۱/۲۳ تا ۴۲/۱۱ (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) و ثابت نرخ تولید گاز آن ۰/۰۵ تا ۰/۱۳ (درصد در ساعت) گزارش شده است. نتایج حاضر نیز نشان داد پتانسیل تولید گاز خارشتر همسو با سایر گزارش‌های علفه مرتعی است [۳]. هم‌چنین، میزان گوارش‌پذیری ماده آلی گیاه خارشتر در شرایط برون‌تنی ۵۱/۹ درصد گزارش شده است که با نتایج حاضر هم‌خوانی دارد [۲۰]. وجود همبستگی منفی بین تولید گاز و میزان دیواره سلولی گیاه ممکن است سبب کاهش فعالیت میکروبی با پیشرفت زمان انکوباسیون شود که با یافته‌های پیشین [۱۸] مطابقت دارد. در همین راستا، گزارش شده [۱۳] با افزایش میزان ایاف نامحلول در شونده خنثی و اسیدی و میزان لیگنین گیاه، پتانسیل تولید و ثابت نرخ تولید گاز کاهش می‌یابد. هم‌چنین، مشخص شده است [۸، ۹ و ۱۳] حجم گاز تولیدی در زمان‌های مختلف انکوباسیون و فراسنجه‌های تولید گاز (از جمله گوارش‌پذیری ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم) با مقدار ایاف نامحلول در شونده خنثی و اسیدی ماده خوراکی

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

منابع مورد استفاده

1. Adesogan AT (2005) Effect of bag type on the apparent digestibility of feeds in Ankom DaisyII incubators. *Animal Feed Science and Technology* 119: 333-344.
2. Ahmadi A and Sandgol A (2010) Evaluation of nutritional value of saline species in the diet of grazing Zandi sheep in Abbasabad desert rangelands. *Rangeland and Watershed Management* 63 (3): 277-287. (In Persian)
3. Al-Masri MR (2003) An *in vitro* evaluation of some unconventional ruminant feeds in terms of the organic matter digestibility, energy and microbial biomass. *Tropical Animal Health and Production* 35(2): 155-167.
4. AOAC (2000) Official methods of analysis, 17th ed. Official methods of analysis of AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
5. Arzani H, Motamedi J, and Zare Chahoki MA (2010) Final report of national project "Forage quality in Iran rangeland". Forests, Range and Watershed Management Organization. (In Persian)
6. Bashtini J, Fazaeli H and Faizi R (2004) Possibility of silage of Harsher plant and compare its nutritional value with dried Harsh and dried alfalfa. Final report of the research project, Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Center. (In Persian)
7. El Shaer HM (2010) Halophytes and salt-tolerant plants as potential forage for ruminants in near east region. *Small Ruminant Research*, 91: 3-12.
8. Getachew G, Blümmel, M, Makkar HPS and Becker K (1998) *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology* 72(3-4): 261-281.
9. Getachew G, Ibáñez AM, Pittroff W, Dandekar AM, McCaslin M, Goyal S and Putnam DH (2011) A comparative study between lignin down regulated alfalfa lines and their respective unmodified controls on the nutritional characteristics of hay. *Animal Feed Science and Technology* 170(4): 192-200.
10. Gharaman A (2013) Color flora of Iran. University of Tehran, Campus of Basic Sciences 27: 125. (In Persian)
11. Ghasemi A, Gholami A, Askari F, Ghorbani A and Mir Mahdavi S (2017) Determining the nutritional value of food resources of Hozmozgan province (dandruft, terat, jar and kharshtar) in camel nutrition. *Journal of Applied Research in Animal Sciences* 23: 43-52. (In Persian)

لیگنینی شدن وابسته است، قابل گوارش می‌باشد [۸] و [۱۸]. افزایش لیگنین علوفه موجب کاهش تولید گاز برون تنی می‌شود، چرا که لیگنین با ایجاد پیوندهای کووالانسی، تجزیه‌ی یاف نامحلول در شویند خشی را محدود ساخته و با کاهش انرژی سهل‌الوصول برای میکروارگانیسم‌های شکمبه، کاهش تولید گاز را در پی دارد [۱۳]. نتایج مطالعه دیگری [۹] نشان داد افزایش لیگنین، علوفه را نسبت به تجزیه‌ی میکروبی مقاوم کرده و به‌طور مؤثری گوارش‌پذیری ماده آلی در شرایط برون‌تنی را کاهش می‌دهد. هم‌چنین، وجود ارتباط مثبت بین مقدار پروتئین خام و تولید گاز برون‌تنی تأیید شده است [۹، ۱۳] و [۱۴]. بنابراین، در پژوهش حاضر کاهش فراسنجه‌های تولید گاز علوفه خارشتر در مقایسه با یونجه با توجه به تفاوت در ترکیب شیمیایی نمونه‌ها قابل توضیح می‌باشد که مقدار بالاتر لیگنین خارشتر از عوامل اصلی کاهش تولید گاز و گوارش‌پذیری ماده آلی آن است.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد ترکیب شیمیایی و فنولی خارشتر در محدوده متعارف برای نشخوارکنندگان قرار دارد و بخش سریع تجزیه، کُند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه ماده خشک گیاه خارشتر مشابه علف خشک یونجه است، اما تجزیه‌پذیری مؤثر آن کم‌تر می‌باشد. بنابراین می‌توان از خارشتر به‌عنوان بخشی از علوفه جیره در تغذیه شتر استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

از حمایت مالی شرکت گسترش توسعه‌گری پردیس و مشارکت گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند در مراحل مختلف پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

12. Hosseini SA, Fathi Nasri MH, Farhangfar SH and Didarkhah M (2020) Evaluation of pasture plants grazed by camels in South Khorasan and the effect of alfalfa replacement with Ashnan on the performance of dairy camels. *Livestock Production* 22 (4): 560-569. (In Persian)
13. Jayanegara A, Goel G, Makkar HPS and Becker K (2015) Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population in vitro. *Animal Feed Science and Technology* 209: 60-68.
14. Gharaman A (2013) Color flora of Iran. University of Tehran, Campus of Basic Sciences 27: 125. (In Persian)
15. Larbi A, Smith JW, Kurdi IO, Adeknl IO, Rajj AM and Ladipo DO (1998) Chemical composition, rumen degradation and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. *Animal Feed Science and Technology* 72: 81-96.
16. Makkar HPS (2004) Recent advances in the in vitro gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. Assessing quality and safety of animal feeds. *FAO Animal Production and Health Series* 160: 55-88.
17. Menke KH and staingass H (1988) Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development* 28: 7-55.
18. Orskov ER and McDonald I (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science* 92: 499-503.
19. Parissi ZM, Papachristou TG and Nastis AS (2005) Effect of drying method on estimated nutritive value of browse species using an in vitro gas production technique. *Animal Feed Science and Technology* 123: 119-128.
20. Riasi A, Danesh Mesgaran M, Stern MD and Ruiz Moreno MJ (2008) Chemical composition, in situ ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants *Kochia scoparia*, *Atriplex dimorphostegia*, *Suaeda arcuata* and *Gamanthus gamacarpus*. *Animal Feed Science and Technology* 141: 209-219.
21. Towhidi A, Saberifar T and Dirandeh E (2011) Nutritive value of some herbage for dromedary camels in the central arid zone of Iran. *Tropical Animal Health and Production* 43: 617-622.
22. Towhidi A, and Zhandi M (2007) Chemical composition, in vitro digestibility and palatability of nine plant species for dromedary camels in the province of Semnan, Iran. *Egyptian Journal of Biology* 9: 43-51.
23. Van Soest PJ (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. United States. Comstock Publication, Ithaca.
24. Yousef Elahi Mm and Mirzaei A (2014) Determining the nutritional value of five species of saline plants in Sistan region using gas production technique (*In vitro*) and nylon bag (*In situ*). *Livestock Production Research* 5 (9): 50-68 (in Persian)