Archive of SID

تحقیقات تولیدات دامی

سال نهم/شماره دوم/تابستان ۱۳۹۹ (۹۰-۷۹)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

ارزش غذایی، ترکیبات فنلی و فراسنجه‌های هضم برون‌تنی ضایعات برداشت زرشک در مقایسه با یونجه

نوید قوی پنجه[1*]، محمد حسن فتحی نسری[2]

۱- دانشجوی دوره دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۰۷)

چکیده

رقابت خوراک دام با غذای انسان یکی از چالش‌های اصلی در پایداری سیستم‌های تولید دامی است و از این منظر، شناسایی و تعیین ارزش غذایی ضایعات کشاورزی به عنوان جایگزین در تغذیه دام، اهمیّت دارد. پژوهش حاضر به منظور تعیین ارزش غذایی، ترکیبات فنلی و فراسنجه‌های هضم برون‌تنی ضایعات مختلف گیاه زرشک انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) یونجه خشک، (۲) شاخه زرشک، (۳) برگ قبل از برداشت میوه، (۴) برگ پس از برداشت میوه و (۵) مخلوط شاخه و برگ (به نسبت ۶۰ به ۴۰) بود. نمونه‌های ضایعات حاصل از برداشت محصول زرشک، به صورت دستی تهیه شده و در معرض آفتاب خشک شد. ترکیب شیمیایی و ترکیبات فنلی نمونه‌ها پس از آسیاب شدن، بر اساس روش‌های استاندارد آزمایشگاهی تعیین شده و مقدار گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت ثبت شد. نتایج مشخص کرد میزان ماده خشک، ماده آلی و خاکستر در بین تیمارهای آزمایشی یکسان است. بالاترین میزان پروتئین خام ضایعات حاصل از برداشت زرشک در برگ مشاهده شد، همچنین بخش عمده تانن موجود در ضایعات زرشک از نوع قابل هیدرولیز بود. گرچه ثابت نرخ تولید گاز (c) در بین تیمارها یکسان بود، اما بیشترین پتانسیل تولید گاز (b) در برگ زرشک مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). بازدهی تخمیر خوراک، قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل سوخت و ساز و انرژی خالص شیردهی نیز در برگ زرشک بالاتر از یونجه خشک بود ($P<۰/۰۵$). به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد ضایعات حاصل از برداشت زرشک (به جز شاخه) ارزش غذایی قابل قبولی داشته و با توجه حجم زیاد آن در استان خراسان جنوبی، امکان تهیه در مقیاس صنعتی و هزینه کمتر از یونجه، می‌توان با تحقیقات بیشتر از آن به عنوان جایگزین بخشی از علوفه‌های مرسوم نظیر یونجه خشک در جیره نشخوارکنندگان استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تولید گاز، زرشک، فرآورده‌های فرعی کشاورزی، هضم برون‌تنی

* نویسندهٔ مسئول: navid.ghavipanje@birjand.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2020.13871.1431

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت جهان، نیاز بیشتر به تولیدات دامی می‌تواند منجر به افزایش فشار بر منابع آب، ازدیاد انتشار گازهای گلخانه‌ای، جنگل‌زدایی، کاهش تنوع زیستی و تخریب زمین شود (Mekonnen and Hoekstra, 2012). بر این اساس، استفاده از منابع خوراکی محلی، فرآورده‌های فرعی و ضایعات کشاورزی و همچنین، خوراک-های نامتعارف می‌تواند به عنوان یکی از رویکردهای مؤثّر برای بهبود تولید و بهره‌وری در واحدهای پرورش نشخوارکنندگان باشد (Makkar, 2018). برای مثال، امروزه ژاپن و کره جنوبی بیش از ۴۰ درصد از فرآورده‌های فرعی و ضایعات را به عنوان خوراک دام بازیافت می‌کنند (Zu Ermgassen *et al*., 2016)، اما بخش زیادی از ضایعات کشاورزی در ایران بدون هیچ‌گونه استفاده مفید باقی می-ماند (باشتنی و همکاران، ۱۳۹۱؛ مدرسی و همکاران، ۱۳۹۵).

زرشک گیاهی علفی، چند ساله با برگ‌های همیشه سبز یا زود افت، اغلب خاردار و گاهی به صورت درختچه یا حتی درخت‌های کوچک، متعلق به تیره زرشکیان (Berberidacea) و از راسته آلاله‌ها (Ranals) است (Mokhber-Dezfuli *et al*., 2014). زرشک بی‌دانه (*Berberis vulgaris*) مهم‌ترین جنس زرشکیان است که برخی گونه‌های آن از جمله زرشک زالزالکی، زرافشانی، خراسانی، راست خوشه، معمولی و ژاپنی در ایران وجود دارند. گونه‌های زرشک راست خوشه و خراسانی به طور انحصاری در ایران یافت می‌شوند (کافی و همکاران، ۱۳۸۱). استان خراسان جنوبی با تولید سالانه بیش از ۵۰۰۰ تن محصول خشک، به عنوان مهم‌ترین منطقه کشت این محصول در دنیا شناخته می‌شود. زرشک گیاهی مقاوم به خشک‌سالی است و به دلیل سازگاری خوب با شرایط اقلیمی و کم آبی، نقش مهمی در اقتصاد این استان دارد (Alemardan *et al*., 2013).

درخت زرشک به طور طبیعی قدرت شاخه‌ای و پاجوش‌دهی فراوان دارد و از این رو به منظور حفظ میزان تولید محصول، هرس شاخه‌ها و پاجوش‌ها در اتمام فصل رویشی (اواسط شهریور ماه) متداول است (کافی و بالندری، ۱۳۸۱؛ عمویی و همکاران، ۱۳۹۶). زرشک به سه روش شاخه بُر (بریدن شاخه‌ای حامل خوشه‌های میوه)، ضربه‌ای (ضربه زدن به شاخه‌های حامل میوه) و خوشه‌چینی (برداشت خوشه‌ها به وسیله دست) برداشت می‌شود. گرچه به تأیید منابع علمی، بهترین کیفیت میوه در روش خوشه‌چینی حاصل می‌شود (Rezvani Moghaddam *et al*., 2013)، اما به دلیل هزینه بالا و وقت‌گیر بودن روش، در حال حاضر شاخه بُری غالب-ترین روش مورد استفاده برای برداشت است (Alavi and Mazloumzadeh, 2012). گرچه ضایعات و شاخ و برگ حاصل از برداشت زرشک به صورت سنتی مورد تغذیه دام‌ها قرار می‌گیرد (کافی و بالندری، ۱۳۸۱؛ مدرسی و همکاران، ۱۳۹۳)، ولی تاکنون مطالعات اندکی در خصوص تعیین ترکیبات شیمیایی و برآورد فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری آن انجام گرفته است. نتایج پژوهشی نشان داد افزودن پلی-اتیلن‌گلیکول، هیدروکسید سدیم و هیدروکسید کلسیم به ضایعات شاخه و برگ زرشک موجب کاهش غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد و افزودن اوره به ضایعات حاصل از برداشت زرشک، مقدار پروتئین خام را در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی افزایش داد (مدرسی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین، مختارپور و همکاران (۱۳۹۰) میزان پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، کل ترکیبات فنلی و تانن کل برگ زرشک را به ترتیب ۳۴/۱۳۴۴/۹۴، ۱۴/۸۹ و ۶/۰۷ درصد گزارش کردند. بر اساس گزارش Kardan Moghaddam *et al*. (2019)، تغذیه سطوح مختلف تفاله زرشک (۰، ۷/۵ و ۱۵ درصد ماده خشک) اثر معنی-داری بر مصرف خوراک و عملکرد رشد بره‌های پرواری نداشت. همچنین این محققان، میزان پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و کل ترکیبات فنلی تفاله زرشک را به ترتیب ۹/۹۲، ۵۰/۹۶ و ۳/۰۵ درصد ذکر کردند. مقدار کل ترکیبات فنلی برگ واریته‌های مختلف زرشک بین ۲/۰۴ تا ۵/۲۵ درصد ماده خشک گزارش شده است (Zovko Končić *et al*., 2010). میزان کل ترکیبات فنلی، تانن کل، تانن متراکم و تانن قابل هیدرولیز شاخه و برگ زرشک نیز به ترتیب ۱۳/۱۴، ۷/۱۴، ۱/۲۳ و ۶/۹۱ درصد ماده خشک گزارش شده است (مدرسی و همکاران، ۱۳۹۳). Gulsoy *et al*. (2011) نیز مقدار کلسیم، پتاسیم و کل ترکیبات فنلی

www.SID.ir

Archive of SID

برگ زرشک را به ترتیب ۱/۱۱، ۰/۷۸ و ۸/۸۷ درصد ماده خشک گزارش کردند. نتایج پژوهشی نیز نشان داد که مقدار ترکیبات فنلی در شاخه زرشک بیشتر از برگ آن است (AchakzaI *et al*., 2009). میزان شاخه و برگ خشک که در زمان برداشت محصول از هر اصله درخت زرشک بدست می-آید، بین ۳ تا ۵ کیلوگرم در سال گزارش شده است (فلاحی و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به سطح زیر کشت بالغ بر ۱۴۷۰۰ هکتار در استان خراسان جنوبی (بی‌نام، ۱۳۹۶)، سالانه حجم عظیمی از ضایعات شاخ و برگ حاصل از برداشت میوه زرشک، بدون هیچ‌گونه استفاده مفید باقی می‌ماند. پیش از اینکه بکارگیری یک خوراک جایگزین یا محصول فرعی کشاورزی به دامدارن توصیه شود باید با مجموعه‌ای از تجزیه‌های آزمایشگاهی و مطالعات کنترل شده مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد (Ben Salem and Smith, 2008). گرچه ارزش غذایی بسیاری از فرآورده‌های فرعی موجود در کشور از قبیل برگ عناب (باشتنی و همکاران، ۱۳۹۱)، پوسته پسته (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳)، بقایای زعفران (کاردان مقدم و همکاران، ۱۳۹۳)، پوسته انواع مرکبات (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۵)، تفاله انار (خسروی و همکاران، ۱۳۹۳) و برگ مو (مقدم و همکاران، ۱۳۹۰) در تغذیه دام، روشن است، اما اطلاعات در خصوص ضایعات حاصل از برداشت زرشک بسیار اندک است. از این رو پژوهش حاضر به منظور تعیین برخی ترکیبات مغذّی، ترکیبات فنلی و فراسنجه‌های تخمیر بخش‌های مختلف گیاه زرشک در روش باغداری سنتی و مقایسه آن با یونجه خشک انجام شد.

مواد و روش‌ها

شاخه‌های درخت زرشک در اتمام فصل رویشی (اواسط شهریور ماه) قطع شده و هر ساله حجم قابل توجهی از برگ (قبل از برداشت میوه) بدون استفاده باقی می‌ماند. برداشت زرشک نیز به روش شاخه چینی متداول‌ترین روش برداشت محصول است، در این روش محصول همراه با شاخه و برگ در اواسط آذرماه برداشت شده و پس از خشک شدن طی دو مرحله بوجاری، محصول زرشک حاصل می‌شود. بنابراین ضایعات زرشک قابل دسترس در حجم زیاد شامل: برگ قبل از برداشت میوه، برگ پس از برداشت میوه و شاخه (تفکیک شده در نتیجه بوجاری) و مخلوط شاخه و برگ (پیش از بوجاری) است. نمونه‌های ضایعات زرشک استفاده شده در آزمایش حاضر نیز در قبل از برداشت محصول به صورت دستی و پس از برداشت محصول از کارگاه‌های بوجاری اطراف شهرستان‌های بیرجند و درمیان تهیه شد. بنابراین تیمارهای آزمایشی به منظور ارزیابی ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیر ضایعات زرشک شامل: (۱) یونجه خشک، (۲) شاخه زرشک، (۳) برگ قبل از برداشت میوه، (۴) برگ پس از برداشت میوه و (۵) مخلوط شاخه و برگ (به نسبت ۶۰ به ۴۰) بود. به منظور تعیین ترکیب شیمیایی، نمونه بخش‌های مختلف گیاه زرشک و نیز یونجه خشک با استفاده از آسیاب دارای الک یک میلی‌متری خرد و سپس محتوی ماده خشک، پروتئین خام (کجلدال، 8100 Distillation Unit Foss tecator، سوئیس)، عصاره اتری (سوکسله Gerhardt مدل SE460، آلمان) و خاکستر (کوره الکتریکی Lenton مدل EE11/88، انگلستان) طبق روش-های AOAC (2015) تعیین شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) به روش Van Soest *et al*. (1991) اندازه‌گیری شد. ترکیبات فنلی با استفاده از معرف فولین شیکاتو (Martinez *et al*., 2001) و بر حسب گرم بر کیلوگرم ماده خشک اسید تانیک بیان شد. مقدار تانن کل از اختلاف کل ترکیبات فنلی قبل و بعد از افزودن پلی وینیل پیرولیدین نامحلول (Makkar *et al*., 1996) تعیین شد. تانن متراکم با استفاده از روش دی-پلیمریزاسیون اکسیداتیو HCL-Butanol در مجاورت آهن اندازه‌گیری شد (Makkar, 2003). در این روش، تانن متراکم موجود در ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره استونی با استفاده از ۳ میلی‌لیتر بوتانول اسیدی (۹۵ درصد) در حضور سولفات آمونیوم فریک جداسازی و سپس در طول موج ۵۵۰ نانومتر با استفاده از اسپکتوفوتومتر خوانش شده و بر حسب معادل لوکوسیانیدین تعیین شد. میزان تانن‌های قابل هیدرولیز نیز از تفاوت میزان کل تانن و تانن متراکم محاسبه شد (Barman *et al*., 2010).

به منظور تعیین فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی، نمونه یونجه خشک و بخش‌های مختلف گیاه زرشک همراه با مایع بافری

www.SID.ir

Archive of SID

شده شکمبه در سرنگ‌های شیشه‌ای مدرج انکوباسیون شدند و میزان تولید گاز در زمان‌های مختلف انکوباسیون خوانش شد (Menke and Steingass, 1988). ابتدا مقدار ۱۰±۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک هر یک از نمونه‌ها پس از آسیاب (با اندازه ذرات یک میلی‌متر) در داخل سرنگ‌های مخصوص قرار داده شده و برای هر نمونه، سه تکرار (سرنگ) در نظر گرفته شد. مایع شکمبه حدود یک ساعت قبل از تغذیه صبح از دو رأس گاو هلشتاین فیستولا گذاری شده که در سطح نگهداری تغذیه می‌شدند، جمع‌آوری و صاف شد. مایع شکمبه به همراه بزاق مصنوعی تهیه شده مطابق روش Menke *et al*. (1979) به نسبت یک (مایع شکمبه) به دو (محیط کشت) در حالی‌که تزریق جریان گاز دی اکسید کربن به داخل مخلوط تداوم داشت با هم مخلوط شدند. مقدار ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط مایع شکمبه و محیط کشت در داخل سرنگ حاوی نمونه ریخته شده و سرنگ‌ها در انکوباتور (۱±۳۹ درجه سلسیوس) قرار داده شد و مقدار گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت ثبت شد. همچنین سرنگ‌های بلنک در سه تکرار (حاوی فقط ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی) استفاده شد. تولید گاز با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Ørskov and McDonald, 1979):

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

که در این معادله، P تولید گاز در زمان t و b گاز تولیدی از بخش قابل تخمیر و c نرخ تولید گاز و t زمان تخمیر است.

مقدار انرژی قابل سوخت و ساز (ME، مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) موجود در نمونه‌ها با استفاده از معادله زیر برآورد شد (Menke *et al*., 1979):

$$ME\ (MJ/kg\ DM) = 2.20 + (0.136 \times GP) + (0.0057 \times CP)$$

که در این معادله، GP میلی‌لیتر گاز تولید شده حاصل از انکوباسیون ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون و CP گرم پروتئین خام در ۱۰۰ گرم ماده خشک نمونه است.

انرژی خالص شیردهی (NEL، مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (Menke *et al*., 1979):

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

که در این معادله، GP میلی‌لیتر گاز تولید شده حاصل از انکوباسیون ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، CP گرم پروتئین خام در ۱۰۰ گرم ماده خشک نمونه، EE گرم عصاره اتری در ۱۰۰ گرم ماده خشک نمونه و CA گرم خاکستر موجود در ۱۰۰ گرم ماده خشک نمونه است.

قابلیت هضم ماده آلی (درصد ماده خشک) بر اساس معادله Menke *et al*. (1979) و به شرح زیر برآورد شد:

$$OMD\ (\%DM) = 14.88 + (0.889 \times GP) + (0.0448 \times CP) + (0.0651 \times CA)$$

که در این معادله، GP میلی‌لیتر گاز تولید شده حاصل از انکوباسیون ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، CP گرم پروتئین خام در ۱۰۰ گرم ماده خشک نمونه و CA گرم خاکستر موجود در ۱۰۰ گرم ماده خشک نمونه است.

به منظور قطع سریع عمل تخمیر پس از انکوباسیون، سرنگ‌ها در آب یخ قرار داده شدند و پس از صاف شدن با استفاده از پارچه با قطر منافذ ۵۰ میکرومتر، در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت برای تعیین ماده خشک قرار داده شدند. مقدار ناپدید شدن ماده خشک طی انکوباسیون از اختلاف بین ماده خشک نمونه قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه شد و بازدهی تخمیر خوراک با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Jahani-Azizabadi *et al*., 2011):

FFE = ۱۰۰/ (میلی‌لیتر گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون/ میلی‌گرم ماده خشک ناپدید شده طی انکوباسیون)

مقایسه بین تیمارهای آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (2002) انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی کرامر و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی بخش‌های مختلف زرشک و یونجه خشک در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان ماده خشک، ماده آلی و خاکستر نمونه‌های مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری

www.SID.ir

Archive of SID

نداشتند (P>۰/۰۵)، بالاترین میزان انرژی خام و عصاره اتری در برگ زرشک (قبل و بعد از برداشت میوه) مشاهده شد، که از یونجه خشک نیز بیشتر بود (P<۰/۰۵). یونجه خشک حاوی بالاترین میزان پروتئین خام بود (۱۶/۵۹٪) و در بین ضایعات مختلف زرشک نیز، برگ قبل (۱۰/۴۹٪) و بعد از برداشت میوه (۹/۹۸٪) بیشترین پروتئین خام را داشتند. کمترین پروتئین خام ماده خوراکی برای فعالیت هضمی مناسب میکروارگانیسم‌های شکمبه، ۸ درصد گزارش شده است و سطوح بالاتر پروتئین خام برای میکروارگانیسم‌ها مزیتی محسوب می‌شود چون برای رشد به نیتروژن وابسته هستند (Aderinboye *et al.*, 2016). یافته‌های پژوهش حاضر با معدود مطالعات موجود هم‌خوانی دارد. مختارپور و همکاران (۱۳۹۱) مقادیر پروتئین‌خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی برگ زرشک را به ترتیب ۱۳/۹۴، ۳۴/۴۴ و ۱۸/۱۳ درصد ذکر کردند که تا حدودی مشابه یافته‌های تحقیق حاضر است و اختلافات اندک در این دو تحقیق را می‌توان به تنوع اقلیمی یا تفاوت در مرحله برداشت مربوط دانست. میزان پروتئین خام، عصاره اتری، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر مخلوط شاخه و برگ زرشک نیز به ترتیب ۵/۹۸، ۱/۱۸، ۴۴/۷۰، ۳/۴۶ درصد ماده خشک گزارش شده که با نتایج حاصل از تعیین ترکیب شیمیایی مخلوط شاخه و برگ زرشک در پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد (مدرسی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین، میزان پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و عصاره اتری تفاله زرشک نیز به ترتیب ۹/۹۲، ۵۰/۹۶ و ۲/۳۶ درصد گزارش شده که نزدیک به مقادیر مربوط به برگ زرشک در پژوهش حاضر است (Kardan Moghaddam *et al.*, 2019).

نتایج حاصل از تعیین ترکیب شیمیایی ضایعات مختلف حاصل از برداشت میوه زرشک، مشخص نمود که برگ زرشک نسبت به سایر بخش‌های گیاه، ارزش غذایی بالاتری دارد. برگ به عنوان محل اصلی فتوسنتز، دارای فعالیت آنزیمی بیشتر بوده و محتوای پروتئین و کربوهیدرات‌های غیرساختمانی بالاتری نسبت به سایر بخش‌های گیاه دارد (Minson, 1990). شاخه زرشک با کم‌ترین مقدار پروتئین، عصاره اتری و انرژی خام، نامناسب‌ترین بخش از ضایعات گیاه زرشک محسوب می‌شود. در تمام گونه‌های گیاهی، با افزایش بخش‌های خشبی به دلیل افزایش سلول‌های نگه‌دارنده و محتوای سلولز، همی سلولز و لیگنین، از مقدار پروتئین خام، گوارش‌پذیری ماده خشک و انرژی قابل سوخت و ساز کاسته می‌شود (Minson, 1987). در میان ضایعات حاصل از برداشت، برگ زرشک ترکیب شیمیایی مطلوبی جهت جایگزینی به عنوان بخشی از علوفه جیره دام نشان می‌دهد.

مقدار ترکیبات فنلی و مقدار تانن موجود در ضایعات مختلف زرشک و یونجه در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین و کم‌ترین میزان کل ترکیبات فنلی، تانن کل و تانن متراکم به ترتیب در شاخه و برگ زرشک مشاهده شد (P<۰/۰۱).

جدول ۱- مقایسه ترکیب شیمیایی بخش‌های مختلف گیاه زرشک با یونجه خشک

Table 1. Comparison of chemical composition of different parts of the *Berberis vulgaris* with alfalfa hay

Parameters	Treatment[1]					SEM	*P*-value
	1	2	3	4	5		
Dry matter (%)	92.60	95.20	92.01	94.02	94.65	0.77	0.06
Organic matter (% DM)	90.63	89.46	90.60	90.48	90.23	0.28	0.08
Crude protein (% DM)	16.59^{a}	3.95^{d}	10.49^{b}	9.98^{b}	5.95^{c}	0.19	<0.0001
Grass energy (kcal/kg DM)	3.73^{b}	2.08^{d}	4.42^{a}	4.01^{ab}	3.06^{c}	0.12	<0.0001
Natural detergent fiber (% DM)	25.19^{d}	50.30^{a}	30.35^{c}	30.89^{c}	44.56^{b}	0.71	<0.0001
Acid detergent fiber (% DM)	16.71^{d}	31.84^{a}	19.66^{c}	20.03^{c}	28.58^{b}	0.48	<0.0001
Ether extract (% DM)	1.67^{b}	0.84^{c}	2.38^{a}	2.36^{a}	1.14^{c}	0.13	<0.0001
Ash (% DM)	9.28	10.21	9.37	9.52	9.73	0.37	0.46

[1] Treatments included: (1) Alfalfa, (2) Branches, (3) Leaves before barberry harvesting, (4) Leaves after barberry harvesting and (5) Branches and leaves (In the ratio of 60:40)

Values within a row with different superscripts differ significantly (*P*<0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه ترکیب شیمیایی و فنلی تیمارهای مختلف آزمایشی

Table 2. Comparison of chemical and phenolic composition of experimental treatments

Parameters (% dry matter)	Treatment[1]					SEM	*P*-value
	1	2	3	4	5		
Total phenolic compound (%)	2.09^{d}	14.92^{a}	6.17^{c}	6.36^{a}	11.99^{b}	0.28	<0.0001
Total tannins (%)	0.60^{d}	8.26^{a}	2.50^{c}	2.88^{c}	6.25^{b}	0.14	<0.0001
Condensed tannin (%)	0.46^{c}	3.02^{a}	0.13^{d}	0.12^{d}	1.20^{b}	0.03	<0.0001
Hydrolysable tannin (%)	0.14^{c}	5.23^{a}	2.38^{b}	2.76^{b}	5.01^{a}	0.11	<0.0001

[1] Treatments included: (1) Alfalfa, (2) Branches, (3) Leaves before barberry harvesting, (4) Leaves after barberry harvesting and (5) Branches and leaves (In the ratio of 60:40)

Values within a row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

افزایش میزان ترکیبات فنلی و تانن در شاخه زرشک به علت خشبی شدن بیشتر بافت‌های گیاه است، چرا که میزان تانن کل و تانن متراکم در پی افزایش پلی‌مریزاسیون ترکیبات فنلی، افزایش می‌یابد (Butler, 1982). مختارپور و همکاران (۱۳۹۱) میزان کل ترکیبات فنلی و تانن کل برگ زرشک را به ترتیب ۱۴/۸۹ و ۶/۰۷ درصد ماده خشک ذکر کردند، که از مقدار مشاهده شده در پژوهش حاضر بالاتر است. مقدار تانن در گیاه بسته به میزان حاصل‌خیزی خاک، مقدار تأمین آب، گونه گیاهی و تغییرات فیزیولوژیکی گیاه متغیر است (Martinez *et al.*, 2001). بنابراین، اختلاف مشاهده شده می‌تواند به دلیل تفاوت در شرایط اقلیمی و یا تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری باشد (Frutos *et al.*, 2002). همچنین، تحقیقات پیشین به منظور تعیین ترکیبات فنلی و تانن ضایعات زرشک مشخص نمود عمده تانن‌های موجود در شاخه و برگ زرشک از نوع تانن‌های قابل هیدرولیز هستند (مدرسی و همکاران، ۱۳۹۶)، همسو با این یافته‌ها، پژوهش حاضر نیز مشخص نمود عمده تانن‌های موجود در ضایعات مختلف حاصل از برداشت زرشک از نوع قابل هیدرولیز هستند. از آنجا که تانن‌ها با مهار آنزیم‌های هضمی و یا جلوگیری از اتصال میکروارگانیسم‌های شکمبه به ذرات مواد غذایی موجب کاهش تجزیه‌پذیری خوراک در شکمبه می‌شوند (Saminathan *et al.*, 2016)، اگر میزان تانن متراکم موجود در علوفه‌ها در محدوده شش تا ۱۰ درصد ماده خشک باشد مصرف خوراک و عملکرد رشد حیوان کاهش می‌یابد (Barry and Duncan, 1984). این در حالی است که سطوح پایین تانن (سه تا چهار درصد ماده خشک) آثار سودمندی از جمله ممانعت از تجزیه بیش از حد پروتئین‌های با کیفیت در شکمبه و افزایش جریان اسیدهای آمینه ضروری به روده دارند (Min *et al.*, 2003; Jayanegara *et al.*, 2015). در پژوهش حاضر، سطوح تانن کل و تانن متراکم برگ زرشک در هر دو مرحله قبل و بعد از برداشت میوه، کمتر از حدی بود که برای حیوانات نشخوارکننده مضر باشد و حتی می‌توانند در افزایش میزان پروتئین عبوری به روده کوچک و بهبود جریان اسیدهای آمینه به بعد از شکمبه اثر مثبت اعمال نمایند (Min *et al.*, 2003).

میزان تولید گاز بخش‌های مختلف زرشک و یونجه در شرایط برون‌تنی در شکل ۱ مورد مقایسه قرار گرفته است. بالاترین میزان تولید گاز پس از گذشت ۲۴ ساعت انکوباسیون مربوط به برگ زرشک بود (P<۰/۰۵). حجم گاز تولیدی مخلوط شاخه و برگ زرشک با یونجه (۴۱/۶۶ در مقابل ۴۶ میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) یکسان بود (P>۰/۰۵). مقدار پروتئین و الیاف نامحلول در شوینده خنثی مواد خوراکی، میزان ماده آلی قابل تخمیر و متعاقباً تولید گاز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Njidda and Nasiru, 2010). حجم گاز تولیدی یک گونه گیاهی با ترکیب شیمیایی، محتوای تانن و قابلیت گوارش‌پذیری آن در ارتباط است (Kazaal *et al.*, 1994). کاهش حجم گاز تولیدی شاخه و مخلوط شاخه و برگ زرشک در مقایسه با برگ آن ناشی از مقدار بیشتر تانن در شاخه است. از آنجا که آنزیم‌ها نیز دارای اجزای پروتئینی هستند، فعالیت زیستی تانن می‌تواند اثر منفی بر فعالیت آنزیم‌های مؤثّر در فرآیند هضم داشته باشد (Bueno *et al.*, 2015). کاهش میزان گاز تولیدی در شاخه زرشک تا حدودی به دلیل تداخل تانن‌ها در تجزیه‌پذیری دیواره سلولی از راه مهار آنزیم‌های میکروبی و چسبندگی جمعیت فیبرولایتیک است (Bodas *et al.*, 2012). از طرفی افزایش میزان الیاف نامحلول در شوینده

www.SID.ir

Archive of SID

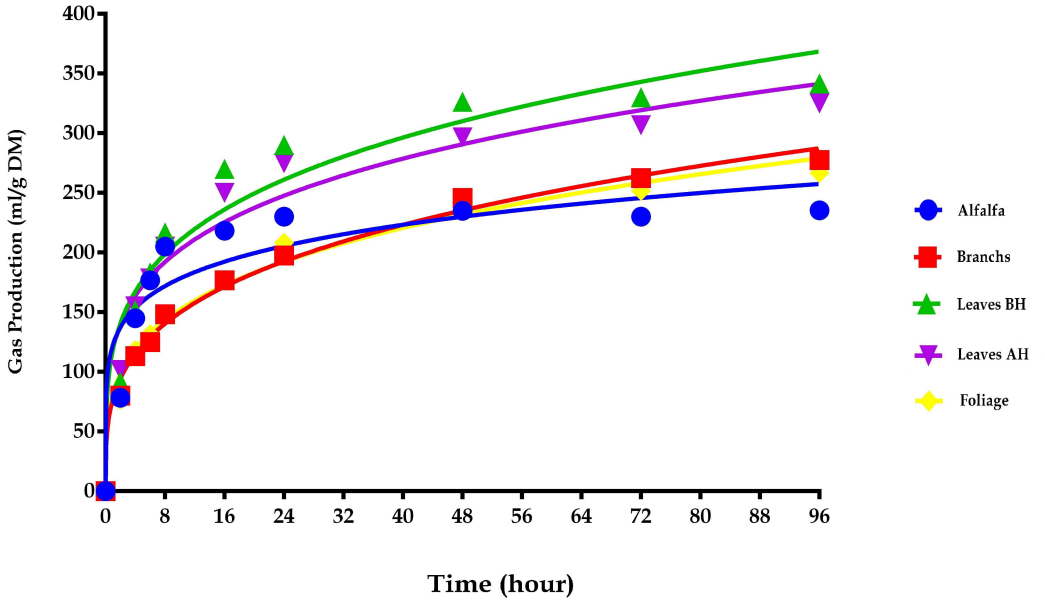

Fig. 1. Comparison of *in vitro* gas production of different parts of the *Berberis vulgaris* with alfalfa hay (mL/200 mg DM). Treatments included: (1) Alfalfa, (2) Branches, (3) Leaves before barberry harvesting (BH), (4) Leaves after barberry harvesting (AH), and (5) Branches and leaves (In the ratio of 60:40)

شکل ۱- مقایسه میزان تولید گاز بخش‌های مختلف گیاه زرشک با یونجه خشک در شرایط برون‌تنی (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)

اسیدی و کاهش میزان پروتئین خام شاخه زرشک، احتمالاً موجب کاهش انرژی سهل‌الوصول برای میکروارگانیسم‌های شکمبه شده و کاهش تولید گاز را در پی داشته است (Vázquez *et al.*, 2016). هرچند مطالعات انجام شده در خصوص ارزیابی فراسنجه‌های هضمی بخش‌های مختلف گیاه زرشک بسیار اندک است، ولی میزان گاز تولید شده مطالعه حاضر با نتایج مطالعه مختارپور و همکاران (۱۳۹۱) و مدرسی و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت دارد.

میزان گاز تولیدی از بخش نامحلول ولی قابل تجزیه در شکمبه (فراسنجه b)، ثابت نرخ تولید گاز طی انکوباسیون (فراسنجه c) و سایر فراسنجه‌های ارزیابی شده از قبیل میزان ماده خشک ناپدید شده طی انکوباسیون، انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم ماده آلی در جدول ۳ ارائه شده است. گرچه ثابت نرخ تولید گاز (فراسنجه c) در بین تیمارهای آزمایشی یکسان بود ($P>۰/۰۵$)، اما بیشترین پتانسیل تولید گاز (فراسنجه b) در برگ زرشک قبل و بعد از برداشت میوه مشاهده شد (به ترتیب ۶۴/۶۸ و ۵۹/۶۶ میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) که به طور معنی‌داری نیز بالاتر از یونجه خشک (۴۶/۴۳ میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) بود ($P<۰/۰۵$). کاهش میزان گاز تولیدی و قابلیت هضم ماده آلی در تیمارهای حاوی شاخه زرشک احتمالاً به دلیل افزایش مقدار تانن است. مطالعات قبلی نیز مؤیّد اثر منفی افزایش مقدار تانن بر تخمیر ماده خشک و حجم گاز تولیدی است (Getachew *et al.*, 2002; Tiemann *et al.*, 2008). Muela *et al.* (2005) گزارش کردند در روش تولید گاز برون تنی، همبستگی مثبتی بین تولید گاز و انرژی قابل سوخت و ساز و همچنین، بین تولید گاز و قابلیت هضم ماده آلی وجود داشته و از طرف دیگر، همبستگی منفی بین میزان تانن و فراسنجه‌های تولید گاز مشاهده می‌شود. در همین راستا، مدرسی و همکاران (۱۳۹۵) نیز گزارش کردند افزودن اوره، پلی‌اتیلن گلایکول و هیدروکسید سدیم به مخلوط شاخه و برگ زرشک سبب کاهش تانن و بهبود فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی می‌شود. از آنجا که تحقیقات مختلف بین تولید گاز و بیشتر فراسنجه‌های برآورده شده در این تحقیق (از قبیل بخش نامحلول قابل تخمیر، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل سوخت و

www.SID.ir

Archive of SID

ساز) با الیاف نامحلول در شویند خنثی اسیدی همبستگی منفی و با محتوای پروتئین خام، همبستگی مثبت گزارش کردند (Khazaal *et al*., 1994; Tolera *et al*., 1997)، لذا فراسنجه‌های برآوردی مناسب‌تر برگ زرشک (قبل و بعد از برداشت میوه) در مقایسه با شاخه و مخلوط شاخه و برگ را می‌توان به محتوای بالاتر پروتئین و انرژی خام و میزان پایین تانن، الیاف نامحلول در شویند خنثی و اسیدی آن نسبت داد. همچنین، نتایج این آزمایش با گزارش مدرسی و همکاران (۱۳۹۵) در خصوص تعیین فراسنجه‌های هضم برون‌تنی شاخه و برگ زرشک مطابقت دارد. این محققان مقدار گاز تولید شده از بخش نامحلول و قابل تخمیر شاخه و برگ زرشک را پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، ۴۴/۲۲ میلی-لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک و مقدار قابلیت هضم ماده آلی آن را ۶۴/۴۵ درصد ماده خشک گزارش کردند. اندک اختلافات موجود نیز می‌تواند به عواملی از قبیل روش کار، مواد و نوع حیوانات،تعداد تکرارها و مدل ریاضی مورد استفاده مربوط باشد (Valentin *et al.*, 1999).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد بالا بودن میزان ترکیبات فنلی و تانن در شاخه و مخلوط شاخه و برگ زرشک، که متعاقباً سبب کاهش قابلیت هضم ماده خشک و تولید گاز می‌شود، استفاده از آن را در تغذیه نشخوارکنندگان محدود می‌کند. در بین ضایعات زرشک، بالاترین میزان پروتئین خام و ماده آلی و کم‌ترین میزان ترکیبات فنلی و تانن در برگ مشاهده شد. همچنین میزان تولید گاز پس از گذشت ۲۴ ساعت انکوباسیون، قابلیت هضم ماده آلی و بازدهی تخمیر خوراک آن نیز از یونجه بالاتر بود. بنابراین می‌توان از برگ زرشک به عنوان یک فرآورده فرعی بومی در دسترس و ارزان قیمت، برای جایگزینی بخشی از علوفه در تغذیه عملی دام استفاده نمود.

جدول ۳- مقایسه فراسنجه‌های هضم برون تنی تیمارهای مختلف آزمایشی

Table 3. Comparison of *in vitro* digestion parameters of experimental treatments

Parameters	Treatment[1]					SEM	*P*-value
	1	2	3	4	5		
b (mL/200 mg DM)	64.23^{bc}	45.18^{c}	323.43^{ab}	64.68^{ab}	48.8^{bc}	3.02	0.0032
c (/h)	0.238	0.167	0.139	0.157	0.119	0.0314	0.156
DM disappearance (mg)	53.86^{b}	43.46^{b}	71.15^{a}	70.26^{a}	53.70^{b}	2.74	0.001
Feed fermentation efficiency	8.15^{b}	6.01^{c}	10.17^{a}	10.36^{a}	7.43^{bc}	0.40	<0.0001
ME (MJ/Kg DM)	8.59^{b}	7.16^{c}	9.85^{a}	9.74^{a}	8.04^{bc}	0.25	<0.0001
NEL (MJ/Kg DM)	4.99^{ab}	3.79^{b}	6.01^{a}	6.03^{a}	4.79^{ab}	0.28	0.001
Organic matter digestibility (% DM)	57.12^{bc}	48.02^{d}	67.52^{a}	64.84^{ab}	53.70^{cd}	1.68	<0.0001

[1] Treatments included: (1) Alfalfa, (2) Branches, (3) Leaves before barberry harvesting, (4) Leaves after barberry harvesting and (5) Branches and leaves (In the ratio of 60:40)

Values within a row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

فهرست منابع

باشتنی م.، تهرانی م. ر.، ناصریان ع .، فتحی م. ح.، و گنجی ف. ۱۳۹۱. ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی برگ درخت عناب با استفاده از روش‌های برون تنی. تحقیقات دام و طیور، ۱(۳): ۱-۸.

بی نام، ۱۳۹۶. آمارنامه‌های کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی. دفتر فناوری و اطلاعات، تهران، ایران.

خسروی ف.، فتحی نسری م. ح.، فرهنگ‌فر ه.، مدرسی ج. ۱۳۹۳. اثر پرتوتابی الکترونی بر غلظت ترکیبات فنلی و فراسنجه‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای تفاله دانه انار. پژوهش‌های علوم دامی، ۲۴(۲): ۳۳-۴۴.

رحیمی ع.، ناصریان ع.، ابراهیمی س. ه.، و زرنگار ش. ۱۳۹۵. تعیین ارزش غذایی اجزاء مختلف باقلا و پوسته مرکبات با استفاده از تکنیک تولید گاز در شرایط برون تنی. هفتمین کنگره علوم دامی ایران، تهران، شهریور ۱۳۹۶.

www.SID.ir

Archive of SID

عمویی ع.، مجاهد م.، و مجاهد م. ۱۳۹۶. بسته کارآفرینی کاشت زرشک به روش دیم در اراضی شیب‌دار. موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد کشاورزی. صص. ۵۸-۷۰.

فلاحی ج.، رضوانی مقدم پ.، و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۹. اثر تاریخ برداشت بر شاخص‌های کمی و کیفی میوه زرشک بی دانه. پژوهش‌های زراعی ایران، ۸(۲): ۲۲۵-۲۳۴.

کافی م.، بالندری ا.، راشد محصل م. ح.، کرباسی ع.، مرعشی ح.، و مسکوکی ع. ۱۳۸۱. زرشک: فناوری تولید و فرآوری. مؤسسه زبان و ادب.

مختار پور آ.، ناصریان ع.، و پور ملائی ف. ۱۳۹۱. تعیین ترکیب شیمیایی و فنلی و تولید گاز در شرایط آزمایشگاه برگ‌های برخی از گیاهان حاوی تانن. پنجمین کنگره علوم دامی ایران، صص. ۲۵۹-۲۶۴.

مدرسی ج.، ولی زاده ر.، دانش مسگران م.، فتحی نسری م. ح.، و خسروی ف. ۱۳۹۳. تعیین ارزش غذایی شاخ و برگ حاصل از برداشت زرشک و تأثیر ترکیبات ضد تانن بر ترکیبات فنلی آن. ششمین کنگره علوم دامی ایران، دانشگاه تبریز.

مدرسی ج.، ولی زاده ر.، فتحی نسری م.ح.، هروی موسوی ع.، دانش مسگران م.، و خسروی ف. ۱۳۹۵. تعیین ارزش غذایی، ترکیبات فنلی و فراسنجه های هضم برون تنی شاخ و برگ حاصل از برداشت زرشک. پژوهش‌های علوم دامی ایران، ۸(۲): ۲۲۷-۲۳۷.

مقدم م.، تقی زاده ا.، نوبخت ع.، و احمدی ا. ۱۳۹۰. ارزش غذایی تفاله انگور و برگ مو کشمشی با استفاده از روش‌های کیسه-های نایلونی و تولیدگاز. پژوهش های علوم دامی، ۳: ۴۳۵-۴۴۳.

Achakzai A. K. K., Achakzai P., Masood A., Kayani S. A. and Tareen R. B. 2009. Response of plant parts and age on the distribution of secondary metabolites on plants found in Quetta. Pakistan Journal of Botany, 41(5): 2129-2135.

Aderinboye R. Y., Akinlolu A. O., Adeleke M. A., Najeem G. O., Ojo V. O. A., Isah O. A. and Babayemi O. J. 2016. *In vitro* gas production and dry matter degradation of four browse leaves using cattle, sheep and goat inocula. Slovak Journal of Animal Science, 49(1): 32-43.

Alavi N. and Mazloumzadeh S. M. 2012. Effect of harvesting and drying methods ofseedless barberry on some fruit quality. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 11: 51-55.

Alemardan A., Asadi W., Rezaei M., Tabrizi L. and Mohammadi S. 2013. Cultivation of Iranian seedless barberry (Berberis integerrima 'Bidaneh'): A medicinal shrub. Industrial Crops and Products, 50: 276-287.

AOAC. 2015. *Official Methods of Analysis*, 18th edition. Official Methods of Analysis of AOAC International, Arington, Virginina, USA.

Barman K., Deepak K., Tandon D. M., Thirumeignanam D. and Rai S. N. 2008. Tannins estimation. Dairy Cattle Nutrition Division, N.D.R.I., Karnal, India.

Barry T. N. and Duncan S. J. 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus edunculatus* for sheep. 1. Voluntary intake. British Journal of Nutrition, 51: 485-491.

Ben Salem H. and Smith T. 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. Small Ruminant Research, 77: 174-194.

Bodas R., Prieto N., García-González R., Andrés S., Giráldez F. J. and López S. 2012. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. Animal Feed Science and Technology, 176: 78-93.

Bueno I. C., Brandi R. A., Franzolin R., Benetel G., Fagundes G. M., Abdalla A. L. and Muir J. P. 2015. *In vitro* methane production and tolerance to condensed tannins in five ruminant species. Animal Feed Science and Technology, 205: 1-9.

Butler L. G. 1982. Relative degree of polymerisation of sorghum tannin during seed development and maturation. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 30: 1090-1094.

Frutos P., Hervás G., Ramos G., Giráldez F. J. and Mantecón A. R. 2002. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. Animal Feed Science and Technology, 95: 215-226.

Getachew G., Makkar H. P. S. and Becker K. 2002. Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and *in vitro* gas production. Journal of Agricultural Science, 139: 341-352.

www.SID.ir

Archive of SID

Gulsoy S., Ozkan G. and Ozkan K. 2011. Mineral elements, phenolics and organic acids of leaves and fruits from *Berberis crataegina* DC. Asian Journal of Chemistry, 23(7): 30-71.

Jahani-Azizabadi H., Danesh Mesgaran M., Vakili A. R., Rezayazdi K. and Hashemi M. 2011. Effect of various medicinal plant essential oils obtained from semi-arid climate on rumen fermentation characteristics of a high forage diet using *in vitro* batch culture. African Journal of Microbiology Research, 5: 4812-4819.

Jayanegara A., Goel G., Makkar H. P. S. 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.

Kardan Moghaddam V., Yousef Elahi M., Fathi Nasri M. H., Elghandour M., Monroy J. C., Salem A. Z. M., Karimi M. and Mlambo V. 2019. Growth performance and carcass characteristics of finishing male lambs fed barberry pomace-containing diets. Animal Biotechnology, https://doi.org/10.1080/10495398.2019.1674861.

Khazaal K., Boza J. and Ørskov E. R. 1994. Assessment of phenolics-related anti-nutritive effects in Mediterranean browse: a comparison between the use of the in vitro gas production technique with or without insoluble polyvinylpolpyrrolidone. Animal Feed Science and Technology, 49: 133-149.

Makkar H. P. S. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. Small Ruminant Research, 49: 241-256.

Makkar H. P. S. 2018. Review: Feed demand landscape and implications of food-not feed strategy for food security and climate change. Animal, 12(8): 1744-1754.

Makkar H. P. S., Becker K., Vercauteren J., Cheze C., Dumon M. C. and Weber J. F. 1996. A bioassay for polyphenols (tannins). Proceedings of Polyphenols Communications, 18: 197-198.

Martinez C. J., Sanchez H. H., Manilla G. A., Quintos N. R., Herrera J. M. and Ortiz G. D. 2001. Effect of aqueous and alkaline thermal treatments on chemical composition and oligosaccharide, alkaloid and tannin contents of Lupinuscampestris seeds. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 421-428.

Mekonnen M. M. and Hoekstra A. Y. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. Ecosystems, 15(3): 401-415.

Menke K. H. and Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Journal of Animal Research and Development, 28: 7-55.

Menke K. H., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D. and Shneider W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. Journal of Agricultural Science, 97: 217-222.

Min B. R., Barry T. N., Attwood G. T. and McNabb W. C. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A review. Animal Feed Science and Technology, 106: 3-19.

Minson D. J. 1987. Estimation of the nutritive value of forage, in temperate pastures, their production, use and management. Australian Wool Corporation.

Minson D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, USA, 483 p.

Mokhber Dezfuli N., Saeidnia S., Gohari A. R. and Kurepaz Mahmoodabadi M. 2014. Phytochemistry and pharmacology of berberis species. Pharmacognosy Reviews, 8(15): 8-15.

Muela C. R., Cano E. A., Salvador F., Ortega J. A, Villalobos C. and Arzola C. 2005. Effect of the urea concentration in protein supplement added to dry grass on the in vitro production of gas, volatile fatty acids and ammonia. Proc. Western Section, American Society of Animal Science, 56: 365-368.

Njidda A. A. and Nasiru A. 2010. *In vitro* gas production and dry matter digestibility of tannin-containing forages of semiarid region of north-eastern Nigeria. Pakistan Journal of Nutrition, 9: 60-66.

Orskov E. R., and McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science, 92: 499-503.

Rezvani Moghaddam P., Fallahi J., Aghhavani Shajari M. and Nassiri Mahallati M. 2013.Effects of harvest date, harvest time, and post-harvest management on quantitative and qualitative traits in seedless barberry (*Berberis vulgaris L.*). Industrial Crops and Products, 42: 30-36.

Saminathan M., Sieo C. C., Gan H. M., Abdullah N., Wong C. M. V. L. and Ho Y. W. 2016. Effects of condensed tannin fractions of different molecular weights on population and diversity of bovine rumen methanogenic archaea in vitro, as determined by high-throughput sequencing. Animal Feed Science and Technology, 216: 146-160.

Statistical Analysis Systems Institute (SAS). 2002. SAS version 9.2. SAS Institute Inc., Cary. NC. USA.

www.SID.ir

Archive of SID

Tiemann T. T., Lascano C. E., Wettstein H. R., Mayer A. C., Kreuzer M. and Hess H. D. 2008. Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes Calliandra calothyrsus and Flemingia macrophylla on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs. Animal, 2: 790-799.

Tolera A., Khazaal K. and Orskov E. R. 1997. Nutritive evaluation of some browse species. Animal Feed Science and Technology, 67: 181-195.

Valentin S. F., Williams P. E. V., Forbes J. M. and Sauvant D. 1999. Comparison of the in vitro gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short and long term processes of degradation of maize silage in dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 78: 81-99.

Van Soest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

Vázquez E. G., Medina L. H., Benavides L. M., Caratachea A. J., Razo G. S., Burgos A. J. A. and Rodríguez R. O. 2016. Effect of fodder tree species with condensed tannin contents on *in vitro* methane production. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 29(1): 73-79.

Zokov Končić M. Z., Kremer D., Karlović K. and Kosalec I. 2010. Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of *Berberis vulgaris* L. and *Berberis croatica* Horvat. Food and Chemical Toxicology, 48: 2176-2180.

Zu Ermgassen E. K. H. J., Phalan B., Green R. E. and Balmford A. 2016. Reducing the land use of EU pork production: where there's s a will, there's a way. Food Policy, 58: 35-48.

www.SID.ir

Archive of SID

Animal Production Research

Vol. 9, No. 2, 2020 (79-90)

University of Guilan

Nutritive value, phenolic compounds and *in vitro* digestion parameters of barberry (*Berberis vulgaris*) harvest residues in comparison with alfalfa hay

N. Ghavipanjeh[1*], M. H. Fathi Nasri[2]

1. Ph.D Student of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
2. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

(Received: 16-07-2019 – Accepted: 28-11-2019)

Abstract

Food- feed competition is one of the main challenges in the sustainability of livestock production systems. From this point of view, it is important to identify the nutritional value of agricultural waste as an alternative for animal feeding. The current study was carried out to evaluate nutritive value, phenolic compounds and *in vitro* digestion characteristics of different parts of *Berberis Vulgaris* plant. The experimental treatments included: 1) alfalfa hay, 2) barberry branches, 3) leaves before barberry harvesting, 4) leaves after barberry harvesting and 5) a mixture of branches and leaves (in the ratio of 60:40). The samples of barberry harvest wastages were manually prepared and sun-dried. The chemical compositions and phenolic compounds of samples were determined according to standard laboratory methods after milling samples and gas production of samples was assessed at zero, 2, 4, 8, 12, 16, 24, 48, 72 and 96 hr. The results revealed that dry matter, organic matter and ash content were similar among treatments. The highest crude protein was observed in barberry leaf; also the main tannins in barberry wastes were hydrolysable. Gas production rate (c) was the same among treatments; however, the highest gas production potential (b) was observed in leaf (P<0.05). Feed fermentation efficiency, organic matter digestibility, metabolizable energy and net lactation energy were also higher in barberry leaf than alfalfa hay (P<0.05). In conclusion, barberry harvest residues (except branches) has acceptable nutritional value and due to its large volume in South Khorasan province, the possibility of industrial scale preparation and lower cost than alfalfa, can be used as a replacement for current forage like alfalfa in ruminant nutrition.

Keywords: Gas production, *Berberis vulgaris*, Agricultural by-products, *In vitro* digestion

[*]Corresponding author: navid.ghavipanje@birjand.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2020.13871.1431

www.SID.ir