

بررسی ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی سرشاخه‌های گل محمدی در مقایسه با علوفه

یونجه با استفاده از روش‌های *In situ* و *In vitro*

محمد رضا آذرزمزم^۱، امید دیانی^۲، رضا طهماسبی^{۳*} و امین خضری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- دانشیار بخش مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- استادیار بخش مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده

این مطالعه به منظور تعیین ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم، تجزیه پذیری و ارزش غذایی سرشاخه گل محمدی در مقایسه با علوفه یونجه با استفاده از دو روش *in situ* و *in vitro* انجام شد. داده‌های جمع‌آوری شده در قالب آزمون آماری t-test تجزیه آماری شدند. تفاوت معنی‌داری بین علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی از نظر ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و عصاره اتری مشاهده شد ($P < 0.05$). میانگین تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای علوفه یونجه با سرشاخه گل محمدی متفاوت نبود. قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی به ترتیب ۴۴/۲۹، ۴۸/۸۶ درصد و ۵۳/۳۰، ۵۲/۳۶ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. حجم گاز تولیدی علوفه یونجه در مقایسه با سرشاخه گل محمدی تا ۲۴ ساعت انکوباسیون، به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که سرشاخه گل محمدی با توجه به ترکیب شیمیایی و کینیتیک هضم و تجزیه پذیری شکمبه‌ای دارای ارزش غذایی مناسب برای جایگزینی با بخشی از علوفه یونجه در جیره نشخوارکنندگان می‌باشد.

کلمات کلیدی: یونجه، سرشاخه گل محمدی، تجزیه پذیری، قابلیت هضم، خصوصیات فیزیکی

مقدمه

جیره‌های حاوی تفاله گل محمدی نسبت به یونجه خشک کاهش معنی‌داری داشت و ارزش غذایی نسبی در جیره‌ها زمانی که تفاله گل محمدی به ۵۰ درصد رسید روند کاهشی نشان داد (فضائی و زاهدی فر، ۱۳۸۴). هدف از انجام این تحقیق تعیین ارزش غذایی سرشاخه‌های گل محمدی بود.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه و تعیین ترکیب شیمیایی

نمونه‌گیری از ۳۰ سانتی‌متری سرشاخه‌های گل محمدی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی شهر کرمان انجام شد و نمونه علوفه یونجه از چین‌های آخر مربوط به مرحله پایان گل دهی از مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان تهیه شد که میزان ساقه‌های آن بالا بود. نمونه‌های یونجه و سرشاخه‌های گل محمدی بر اساس روش‌های مرسوم آزمایشگاهی با ۳ تکرار مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند (AOAC، ۲۰۰۰). همچنین مقادیر لیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی بر اساس روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) تعیین گردید.

تعیین قابلیت هضم به روش آزمایشگاهی (*in vitro*)

قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک با ۵ تکرار برای هر نمونه طبق روش دو مرحله‌ای تیلی و تری (۱۹۶۳) انجام شد. در این روش پس از آسیاب نمونه‌ها، مقدار ۰/۵ گرم از هر نمونه در یک ارلن مایر ۱۰۰ میلی لیتری ریخته شد. شیرابه شکمبه مورد نیاز در کشتارگاه، بلافاصله پس از کشتار از ۳ راس گاو نر تهیه گردید. شیرابه شکمبه با پارچه صافی پنیر طی دو مرحله صاف شده و در یک بالن شیشه‌ای ریخته شد. پیش از بستن در ظرف به داخل آن مقداری گاز دی‌اکسیدکربن (۳-۲ دقیقه) تزریق گردید و تا شروع عملیات هضم به صورت بی‌هوازی نگهداری شد.

برای تهیه بزاق مصنوعی از فسفات هیدروژن سدیم آبدار ۴/۶۵ گرم در لیتر (Na₂HPO₄·2H₂O)، بی‌کربنات سدیم (۹/۸ گرم در لیتر)، کلرید سدیم (۰/۴۷ گرم در لیتر)، کلرید پتاسیم (۰/۵۷ گرم در لیتر) و سولفات منیزیم (۰/۱۲ گرم در لیتر MgSO₄·7H₂O)، استفاده گردید (مکدوگال، ۱۹۴۸). نیم ساعت پیش از مرحله هضم بی‌هوازی یک میلی‌لیتر محلول ۴ درصد کلرید کلسیم (۵/۳ گرم CaCl₂·2H₂O در

یکی از مشکلاتی که امروزه در جهان مطرح است تأمین غذا برای جمعیت رو به رشد آن است و در این راستا محصولات کشاورزی، که تأمین کننده منابع غذای انسان‌ها هستند، نقش قابل توجهی را دارا می‌باشند. این محصولات پس از برداشت و یا فرآوری دارای ضایعات بوده که برای انسان‌ها قابل استفاده نیست اما در تغذیه دام استفاده می‌شوند (آذرزمزم و همکاران، ۱۳۸۹). خوراک‌های متعددی مانند پوست پسته، بقایای گلاب‌گیری، سرشاخه‌های درختان، پوسته بادام، تفاله سیب و غیره منابع دیگری در تغذیه دام می‌باشند که اصطلاحاً به آن‌ها فرآورده‌های جانبی گفته می‌شود (سیدمؤمن و همکاران، ۱۳۸۳). از طرفی مقادیر قابل توجهی از فرآورده‌های فرعی تولیدی توسط انسان مصرف نمی‌شوند و فرآورده‌های جانبی قابل استحصال به عنوان خوراک دام با افزایش میزان محصول افزوده می‌گردد (فروغ عامری، ۱۳۷۶). با توجه به امکان استفاده از این فرآورده‌ها در تغذیه دام‌ها، جا دارد که سیستم‌های خوراک دهی دامداری‌ها جهت در بر گرفتن این گونه مواد توسعه یابند. در این صورت علاوه بر تأمین مقادیر زیادی خوراک، به دلیل قیمت نسبتاً ارزان این فرآورده‌ها هدف دیگری از تغذیه صحیح دام یعنی کاهش هزینه نیز محقق خواهد شد (شماغ و همکاران، ۱۳۷۱). فرآورده‌های فرعی کشاورزی که در روی زمین باقی مانده و استفاده نگردند اغلب در معرض تهاجمات باکتری‌ها، کپک‌ها و قارچ‌های مخرب قرار گرفته و می‌تواند آلودگی زیست محیطی بوجود آورد که در صورت مصرف آن‌ها این مشکل حل می‌گردد (خیام نکویی و همکاران، ۱۳۸۹).

شناسایی ارزش غذایی و قابلیت هضم محصولات فرعی کشاورزی که می‌توانند در تغذیه دام کاربرد داشته باشند از اهمیت بالایی برخوردار است و بدون اطلاع از نیازهای غذایی دام‌ها و همچنین ارزش غذایی خوراک‌ها هر گونه برنامه‌ریزی جهت افزایش تولیدات دامی امکان پذیر نمی‌باشد. در مطالعه‌ای با مقایسه بقایای گلاب‌گیری و یونجه مشخص شد که میزان ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام بقایای گلاب‌گیری کمتر از یونجه است در حالی که مقدار دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز و لیاف خام از یونجه بیشتر است و تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) بین آن‌ها وجود داشت (دیانی و ثابت پی، ۱۳۸۷). تغذیه تفاله خشک گل محمدی به عنوان یک فرآورده فرعی در تغذیه گوسفندان سبب کاهش میانگین مصرف ماده آلی قابل هضم گردید. همچنین میانگین قابلیت هضم پروتئین خام در تمام

جیره غذایی در سطح نگه داری تغذیه شدند. مایع شکمبه جمع آوری شده با چهار لایه صاف شد و در داخل فلاسک حاوی گاز دی‌اکسیدکربن سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردید. پیش از انتقال مایع شکمبه به داخل شیشه‌های سرم، مایع شکمبه با بافر تهیه شده به روش مکدوگال (۱۹۴۸) به نسبت ۲ به ۱ مخلوط شد. در مرحله انتقال بافر و مایع شکمبه از ارلن به شیشه‌های سرم جریان مداوم گاز دی‌اکسیدکربن به ارلن که بر روی هیتر ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داشت تزریق گردید و در هر شیشه حاوی تیمارهای آزمایشی مقدار ۲۰ میلی لیتر مخلوط مایع شکمبه و بافر افزوده شد. پس از بی‌هوازی نمودن داخل شیشه با تزریق گاز دی‌اکسیدکربن در شیشه‌ها توسط درپوش پلاستیکی و پرس فلزی به طور محکم بسته و به منظور تصحیح گاز تولیدی با منشاء مایع شکمبه تعداد ۳ شیشه بدون نمونه در نظر گرفته شد. کل شیشه‌ها جهت اندازه‌گیری گاز تولیدی به داخل دستگاه انکوباتور شیکردار با ۱۲۰ دور در دقیقه و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد منتقل شد و عمل قرائت و ثبت میزان گاز تولیدی ناشی از تخمیر نمونه‌ها در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون انجام گرفت. حجم گاز تولیدی بر اساس وزن نمونه‌ها در هر زمان با استفاده از رابطه زیر تصحیح گردید:

$$V = (V_t - V_b) \times 1000 / W$$

در این رابطه: $V =$ حجم گاز تصحیح شده بر حسب میلی‌لیتر به ازای هر گرم ماده خشک، $V_t =$ حجم گاز تولیدی در شیشه‌های حاوی نمونه ماده خوراکی بر حسب میلی‌لیتر، $V_b =$ حجم گاز تولید شده در شیشه‌های فاقد نمونه ماده خوراکی بر حسب میلی‌لیتر، $W =$ وزن نمونه ماده غذایی بر حسب میلی‌گرم ماده خشک بود.

برای تخمین فراسنجه‌های کنیتیک تولید گاز از معادله $P = b(1 - e^{-ct})$ استفاده شد (اورسکوف و مک‌دونالد، ۱۹۷۹). در این رابطه: P میزان گاز تولید شده در زمان t ، b تولید گاز از بخش نامحلول با پتانسیل تخمیر پس از ۹۶ ساعت، c ثابت نرخ تولید گاز برای بخش b (میلی‌لیتر در ساعت) و t زمان انکوباسیون (ساعت) می‌باشد، که با استفاده از نرم افزار $Fitcurve$ محاسبه شد. همچنین از روابط زیر برای برآورد انرژی متابولیسمی و قابلیت هضم ماده آلی استفاده شد (منک و همکاران، ۱۹۷۹).

$$CP + GP \times 0.057 + 0.136 \times CF^2 + 2/20 = \text{انرژی قابل متابولیسمی (MJ/kgDM)}$$

۱۰۰ میلی‌لیتر آب)، به هر لیتر بزاق مصنوعی (بافر) اضافه گردید و با وارد کردن گاز دی‌اکسید کربن به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه pH محلول به ۶/۹-۷ تقلیل یافت. سپس بافر و شیرابه شکمبه صاف شده به نسبت ۴ حجم بزاق و ۱ حجم شیرابه مخلوط و به محلول حاصل ۴-۵ دقیقه گاز CO_2 تزریق گردید. به هر یک از ارلن‌های حاوی نمونه‌ها ۵۰ میلی‌لیتر از محلول حاصل اضافه گردید و به مدت ۱۵ ثانیه گاز دی‌اکسیدکربن به محتویات هر ارلن تزریق شد. در ارلن‌ها گذاشته شده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد انکوباتور شد. روزانه ۳ بار ارلن‌های حاوی محتویات هضم بی‌هوازی با حرکات چرخشی کاملاً به هم زده شد. در هر مرحله از آزمایش ۳ ارلن به عنوان شاهد که فاقد نمونه بود مورد انکوباسیون قرار گرفت. در پایان مرحله هضم بی‌هوازی، به هر یک از ارلن‌ها ۶ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲۰ درصد در سه مرحله (به ترتیب ۱، ۱ و ۴ میلی لیتر) اضافه گردید. سپس ۲ میلی‌لیتر پپسین ۵ درصد نیز اضافه گردید، و به مدت ۴۸ ساعت دیگر در انکوباتور با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. در طول این مرحله نیز روزانه ۳ بار محتویات ارلن‌ها با حرکات چرخشی به هم زده شد.

در پایان دو مرحله هضم، مواد خوراکی هضم نشده بر روی کاغذ صافی واتمن بدون خاکستر تخلیه گردید. کاغذ صافی به همراه مواد خوراکی هضم نشده روی آن به مدت ۲۴ ساعت در آون با حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و با کم کردن وزن خشک کاغذ صافی از وزن مجموع کاغذ صافی و نمونه، مواد خوراکی هضم نشده محاسبه گردید. همچنین وزن خاکستر بقایای هضم با قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۸ ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، ماده آلی در ماده خشک و انرژی متابولیسمی هر یک از نمونه‌ها محاسبه گردید (تیلی و تری، ۱۹۶۳).

اندازه‌گیری تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی

در این روش ابتدا مواد خوراکی توسط آسیاب با قطر منافذ ۲ میلی‌متری به صورت یکنواخت آسیاب شدند. مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم از هر ماده خوراکی آسیاب شده با دقت توزین و به داخل شیشه‌های سرم استریل ۵۰ میلی‌لیتری منتقل گردید (فدوراک و هرودی، ۱۹۸۳). برای هر نمونه ماده غذایی ۳ تکرار در نظر گرفته شد و به منظور جمع‌آوری مایع شکمبه ۲ ساعت پس از وعده خوراک صبحگاهی از دو رأس گوساله دارای فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد و این حیوانات با یک

در این رابطه: NVI : شاخص ارزش غذایی، a = بخش سریع تجزیه شونده، b = بخش کند تجزیه شونده و c = ثابت نرخ تجزیه بود.

تجزیه آماری

این آزمایش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی انجام شد و اطلاعات به دست آمده با نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۳) مورد تجزیه آماری قرار گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون T-test مورد مقایسه قرار گرفتند. مدل آماری مورد استفاده برای فراسنجه‌های مورد بررسی $Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$ بود. در این معادله Y_{ij} : مقدار هر مشاهده، μ : میانگین کل، t_i : اثر تیمار و e_{ij} : خطای آزمایشی بود.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی در جدول ۱ آورده شده است. میزان پروتئین خام علوفه یونجه به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) بیشتر از سرشاخه گل محمدی بود. به جز گیاهانی که برگ آن‌ها بسیار فیبری است، گیاهانی که دارای تراکم زیاد برگ در سرشاخه‌ها می‌باشند، میزان پروتئین خام بالاتری دارند. برای مثال میانگین پروتئین سرشاخه تاغ (تکاسی، ۱۳۸۸) سرشاخه کهور، آکاسیا (عسکری، ۱۳۸۳) سرشاخه خرما باقری، گنتار و شیخالی (صلاحی و همکاران، ۱۳۹۰) به ترتیب ۷/۹۲، ۱۰/۱۶، ۱۶/۶، ۷/۰۱، ۷/۷۸ و ۷/۳۳ درصد بود.

میانگین الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی برای علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.01$). اختلافات مشاهده شده بین الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی گیاهان مختلف می‌تواند مربوط به خصوصیات گونه گیاه باشد.

$$GP = 14/88 + 0/889 GP + 0/45 \times CP + 0/0651 \times XA$$

(درصد) قابلیت هضم ماده آلی

در این روابط GP گاز تولید شده از ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، CP درصد پروتئین خام، CF درصد چربی خام و XA درصد خاکستر در نمونه‌ها می‌باشد.

تعیین تجزیه پذیری به روش *in situ*

میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و ماده آلی نمونه‌ها با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی تعیین گردید و برای هر خوراک پنج تکرار در نظر گرفته شد. به این منظور از سه رأس گوسفند نر کرمانی با میانگین وزنی $50 \pm 1/5$ کیلوگرم استفاده شد که این گوسفندان دارای فیستولای شکمبه‌ای بودند و روزانه ۷۵۰ گرم علوفه (شامل کاه گندم و علوفه یونجه) و ۲۵۰ گرم کنسانتره در دو وعده در ساعات ۸ و ۱۷ دریافت می‌کردند. این جیره آزمایشی به مدت دو هفته به منظور عادت‌پذیری به حیوان داده شد. حیوانات به صورت انفرادی نگهداری می‌شدند و آب در طول دوره آزمایش به صورت آزاد در اختیار آن‌ها قرار می‌گرفت. با استفاده از رابطه پیشنهادی اورسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) تجزیه‌پذیری بر حسب درصد در زمان‌های ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون نمونه در شکمبه محاسبه گردید.

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

در این رابطه: P = پتانسیل تجزیه‌پذیری، a = بخش سریع تجزیه شونده، b = بخش کند تجزیه شونده، c = ثابت نرخ تجزیه و t = زمان انکوباسیون نمونه‌ها در شکمبه (ساعت) بود.

به منظور برآورد مؤلفه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه‌ها از نرم افزار Fitcurve استفاده شد. تجزیه‌پذیری مؤثر نمونه‌ها با استفاده از معادله‌ی $ED = a + [(b \times c) / (c + k)]$ و با در نظر گرفتن نرخ خروجی ۰/۰۲، ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ در ساعت محاسبه شد (ون زانت و همکاران، ۱۹۹۸). اجزای این رابطه عبارتند از: ED = تجزیه‌پذیری مؤثر، a = بخش سریع تجزیه شونده، b = بخش کند تجزیه شونده، c = ثابت نرخ تجزیه و k = نرخ خروج بود.

شاخص ارزش غذایی علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی با استفاده از فرمول پیشنهادی اورسکوف و مک دونالد (۱۹۷۹) محاسبه شد.

$$NVI = a + 0.4b + 200c$$

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی (بر اساس ماده خشک) (n=۳)

ترکیب شیمیایی (درصد)	علوفه یونجه	سرشاخه گل محمدی	SEM	سطح معنی‌داری
ماده خشک	۹۴/۴۷	۹۴/۸۱	۰/۳۱	۰/۵۲
ماده آلی	۹۱/۵۸	۹۲/۶۶	۱/۱۱	۰/۰۴
پروتئین خام	۱۱/۴۰	۹/۷۰	۰/۲۲	۰/۰۰۶
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	۵۵/۸۰	۳۴/۲۸	۰/۹۰	۰/۰۰۰۱
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	۴۰/۶۹	۲۳/۱۴	۰/۳۴	۰/۰۰۰۱
چربی خام	۱/۶۲	۱/۷۱	۰/۰۶	۰/۰۳
خاکستر خام	۸/۴۲	۷/۳۴	۰/۱۴	۰/۰۳

قابلیت هضم

نتایج مربوط به میانگین قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، ماده آلی در ماده خشک و انرژی متابولیسمی علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی در جدول ۲ آورده شده است. اختلاف بین مقادیر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی معنی‌دار بود ($P < 0.05$). با توجه به میزان NDF و ADF سرشاخه گل محمدی که به ترتیب ۳۴/۲۸ و ۲۳/۱۴ درصد و میزان NDF و ADF یونجه که به ترتیب ۵۵/۸۰ و ۴۰/۶۹ درصد بود می‌توان بیان داشت که کمتر بودن NDF و ADF سرشاخه گل محمدی نسبت به یونجه سبب گردیده که میزان قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک سرشاخه گل محمدی نسبت به قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک یونجه بیشتر باشد. همچنین علوفه یونجه که برداشت آن در چین‌های آخر و در مرحله پایان گلدهی انجام گرفت می‌تواند با توجه به افزایش بخش‌های الیافی گیاه و کاهش در اجزا محلول سبب کاهش قابلیت هضم آن نسبت به سرشاخه گل محمدی گردد. قابلیت هضم بخش‌های مختلف گیاه با افزایش مرحله رشد کاهش می‌یابد، زیرا لیگنینی شدن دیواره سلولی مانع از عمل آنزیم‌ها بر محتویات داخل سلول گیاهی می‌شود (چرچ، ۱۹۸۸). مطابق با نتایج تحقیق حاضر پینکرتون (۱۹۹۶) پیشنهاد داد که قابلیت هضم علوفه رابطه مستقیمی با ویژگی‌های دیواره

سلولی دارد، زیرا محتویات درون سلول گیاهی را می‌توان تا ۱۰۰ درصد هضم پذیر دانست که حتی با بالا رفتن سن گیاه، تغییری در قابلیت هضم آن به وجود نمی‌آید، در حالی که با افزایش محتویات دیواره سلولی از میزان قابلیت هضم گیاهان کاسته می‌شود.

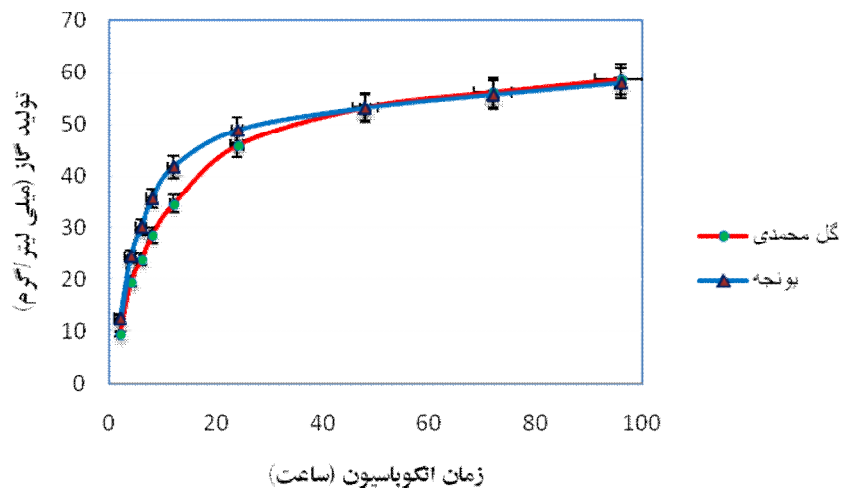
جدول ۲- قابلیت هضم و انرژی متابولیسمی (بر اساس ماده خشک) (n=۵)

فراسنجه ها	علوفه یونجه	سرشاخه گل محمدی	SEM	سطح معنی داری
قابلیت هضم ماده خشک (درصد)	۴۴/۲۹	۵۳/۳۰	۵/۶۸	۰/۰۳
قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	۴۸/۸۶	۵۲/۳۶	۴/۶۷	۰/۰۴
قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک (درصد)	۴۴/۵۷	۴۷/۹۵	۴/۲۷	۰/۰۳
انرژی متابولیسمی (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)	۱/۵۷	۱/۸۹	۰/۰۸	۰/۰۲

گاز تولید شده، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی به روش آزمایشگاهی

نمودار ۱ نشان می‌دهد که در زمان‌های انکوباسیون ۲ تا ۲۴ ساعت حجم گاز تولیدی علوفه یونجه نسبت به سرشاخه گل محمدی به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$). با توجه به بالا بودن گاز تولیدی علوفه یونجه نسبت به سرشاخه گل محمدی در شرایط آزمایشگاهی این مطلب بیانگر بالا بودن انرژی متابولیسمی و همچنین نیتروژن قابل تخمیر و سایر مواد مغذی لازم برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. همچنین بخشی از بالا بودن میزان گاز تولیدی در تخمیر علوفه یونجه نسبت به سرشاخه گل محمدی به واسطه بالا

بودن کمیت و کیفیت نسبی پروتئین خام آن است. همچنین لاری و همکاران (۱۹۹۸) تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام نمونه‌های درختچه‌های علفی را با روش کیسه‌های نایلونی و تولید گاز مورد بررسی قرار داده و همبستگی بالایی بین پروتئین خام نمونه‌ها و سرعت تولید گاز گزارش نمودند. دت و سینگ (۱۹۹۵) نیز گزارش کردند که بالا بودن تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی بیانگر بالا بودن انرژی متابولیسمی و همچنین نیتروژن قابل تخمیر و سایر مواد مغذی لازم برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشد.



نمودار ۱- میانگین گاز تولید شده در زمان‌های مختلف انکوباسیون

تجزیه پذیری ماده خشک

بیشترین میزان تجزیه‌پذیری سرشاخه گل محمدی و علوفه یونجه پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون انجام شد (جدول ۳). پس از این مدت، مقدار سوپسترای قابل دسترس برای میکروارگانیسم‌ها کاهش یافته و در نتیجه سرعت رشد باکتری‌های درون کیسه افت نموده و سرعت تجزیه‌پذیری

ماده خشک کاهش می‌یابد. منصور و همکاران (۱۳۸۲) با تعیین میزان تجزیه پذیری علوفه خشک یونجه، علف نی و کاه گندم به نتایج مشابه دست یافتند. بخش‌های a ، b و $a+b$ حاصل از تجزیه پذیری ماده خشک سرشاخه گل محمدی بیشتر از علوفه خشک یونجه می‌باشد. نرخ ثابت تجزیه (C) نیز برای علوفه یونجه و سر

بخش کربوهیدرات‌های ساختمانی در سرشاخه گل محمدی نسبت به علوفه خشک یونجه باشد. میزان بخش محلول در آب تحت تأثیر ساختمان فیزیکی گیاه، میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شونده اسیدی و ترکیبات دیگر است، به طوری که با افزایش بخش فیبری گیاه، میزان اجزای محلول آن کاهش می‌یابد (گریفین و همکاران، ۱۹۹۴).

شاخه گل محمدی به ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۰۳ بود. مقدار ثابت تجزیه C بیانگر این است که در هر ساعت تنها ۰/۰۷ و ۰/۰۳ درصد از قسمت b ماده خشک این خوراک‌ها در ساعت تجزیه شده است دلیل آن با توجه به میزان NDF و ADF علوفه خشک یونجه که به ترتیب ۵۵/۸ و ۴۰/۶۹ درصد و NDF و ADF سرشاخه گل محمدی که به ترتیب ۳۴/۲۸ و ۲۳/۱۴ درصد تعیین شد احتمالاً می‌تواند به خاطر پایین تر بودن

جدول ۳- تجزیه پذیری ماده خشک علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی (درصد)

زمان‌های انکوباسیون	علوفه یونجه	سرشاخه گل محمدی	SEM	سطح معنی داری
صفر	۱۲/۵۵	۱۱/۱۱	۱/۵۸	۰/۵۸
۳	۳۴/۱۳	۳۴/۵۸	۰/۷۹	۰/۷۲
۶	۳۸/۵۱	۳۷/۲۰	۰/۶۸	۰/۳۲
۱۲	۴۴/۲۹	۴۲/۰۴	۰/۵۵	۰/۰۵
۲۴	۴۹/۳۷	۴۷/۸۴	۱/۹۵	۰/۶۲
۳۶	۵۴/۵۱	۵۵/۰۴	۲/۶۷	۰/۹۰
۴۸	۶۲/۲۰	۷۲/۸۴	۱/۶۷	۰/۰۱
۷۲	۶۴/۴۲	۷۳/۹۸	۲/۰۹	۰/۰۲
۹۶	۶۶/۴۲	۷۴/۴۲	۱/۰۱	۰/۰۰۰۵
مؤلفه‌های تجزیه پذیری (درصد)				
a	۱۹/۵۵	۲۱/۹۷	۱/۱۰	۰/۲۵
b	۴۳/۹۷	۶۴/۲۹	۱/۰۷	۰/۰۰۰۳
a+b	۶۳/۵۲	۸۶/۲۶	۱/۱۸	۰/۰۰۰۲
C	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۲
تجزیه پذیری مؤثر (ED)				
K=۰/۰۲	۵۳/۲۳	۵۸/۴۱	۱/۲۰	۰/۵۱
K=۰/۰۴	۴۶/۹۵	۴۷/۴۲	۱/۲۰	۰/۸۱
K=۰/۰۶	۴۲/۶۸	۴۱/۵۲	۱/۱۱	۰/۵۳
K=۰/۰۸	۳۹/۵۷	۳۷/۸۵	۱/۰۰	۰/۳۲
NVI	۵۰/۸۵	۵۲/۹۴	۰/۹۹	۰/۲۱

a: بخش سریع تجزیه شونده، b: بخش کند تجزیه شونده، a+b: بخش تجزیه شونده، c: ثابت نرخ تجزیه، ED: تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک محاسبه شده با نرخ عبور ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد در ساعت و NVI: شاخص ارزش غذایی

$$NVI = a + 0.4b + 2.0c$$

از علوفه یونجه بود. و در ساعت‌های ۴۸، ۷۲ و ۹۶ بین آن‌ها اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0.05$). تجزیه‌پذیری مناسب الیاف نامحلول در شوینده خنثی در شکمبه به دلیل تأثیر بر جمعیت میکروارگانیسم‌های شکمبه و خوراک مصرفی حیوان بوده و از اهمیت بالایی برخوردار است (NRC، ۲۰۰۱).

تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی

نتایج مربوط به تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی سرشاخه گل محمدی در زمان‌های مختلف انکوباسیون در شکمبه بیشتر

سریع تجزیه شونده سرشاخه گل محمدی می‌توان بیان داشت که با افزایش میزان مواد محلول در آب انرژی بیشتری برای میکروارگانسیم‌های شکمبه فراهم شده و در نتیجه رشد و فعالیت این میکروارگانسیم‌ها بیشتر می‌شود و در نتیجه تجزیه پذیری بیشتر می‌گردد.

شاخص ارزش غذایی علوفه خشک یونجه و سرشاخه گل محمدی از لحاظ آماری متفاوت نبود چون مؤلفه‌های تجزیه پذیری a و c که در محاسبه شاخص ارزش غذایی استفاده می‌شوند در این دو نمونه خوراکی یکسان بودند.

همچنین وینتر هولر و همکاران (۲۰۰۹) میانگین بخش سریع تجزیه شونده (بخش a) الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی علوفه خشک یونجه، ۶/۷۷ درصد و برای سرشاخه گل محمدی ۸/۰۷ درصد تعیین شد که اختلاف معنی‌داری نداشتند. بخش کند تجزیه شونده (بخش b) علوفه یونجه با ۴۲/۵۰ درصد از سرشاخه گل محمدی با ۶۷/۰۲ درصد کمتر بود و اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار بود ($P < 0.05$). وینتر هولر و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که بین میزان تجزیه پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی و میزان بخش کند تجزیه شونده (b) رابطه مثبتی وجود دارد. با توجه به بالا بودن بخش

جدول ۴ - تجزیه پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه یونجه و سرشاخه گل محمدی (درصد)

زمان‌های انکوباسیون	علوفه یونجه	سرشاخه گل محمدی	SEM	سطح معنی‌داری
صفر	۰/۸۸	۱/۴۴	۰/۲۰	۰/۱۲
۳ ساعت	۱۴/۹۵	۱۶/۹۶	۱/۹۸	۰/۵۳
۶ ساعت	۱۹/۴۲	۱۹/۶۷	۱/۷۲	۰/۹۳
۱۲ ساعت	۲۳/۹۱	۲۳/۹۹	۱/۴۳	۰/۹۷
۲۴ ساعت	۲۸/۴۳	۳۰/۶۹	۱/۷۸	۰/۴۵
۳۶ ساعت	۳۲/۹۳	۳۹/۳۷	۲/۳۴	۰/۱۳
۴۸ ساعت	۴۳/۱۷	۵۳/۰۶	۲/۲۵	۰/۰۴
۷۲ ساعت	۴۵/۶۱	۶۰/۰۸	۲/۵۹	۰/۰۲
۹۶ ساعت	۴۸/۵۰	۶۴/۸۳	۲/۲۰	۰/۰۰۷
مؤلفه‌های تجزیه پذیری (درصد)				
a	۶/۷۷	۸/۰۷	۰/۹۴	۰/۳۹
b	۴۲/۵۰	۶۷/۰۲	۳/۵۸	۰/۰۱
a+b	۴۹/۲۷	۷۵/۱۰	۴/۰۶	۰/۰۱
c	۰/۰۳۹	۰/۰۲۱	۰/۰۰۶	۰/۱۴
تجزیه پذیری مؤثر (ED)				
K=۰/۰۲	۳۳/۸۸	۴۱/۸۲	۱/۴۹	۰/۰۳
K=۰/۰۴	۲۶/۸۷	۳۰/۶۸	۱/۳۴	۰/۱۳
K=۰/۰۶	۲۲/۷۸	۲۵/۰۸	۱/۲۵	۰/۲۸
K=۰/۰۸	۲۰/۱۰	۲۱/۷۰	۱/۱۶	۰/۴۱
NVI	۳۱/۵۷	۳۹/۰۸	۱/۰۵	۰/۲۱

a: بخش سریع تجزیه شونده، b: بخش کند تجزیه شونده، a+b: بخش تجزیه شونده، c: ثابت نرخ تجزیه، ED: تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک محاسبه شده با نرخ عبور ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد در ساعت و NVI: شاخص ارزش غذایی.

$$NVI = a + 0.4b + 20c$$

نتیجه‌گیری

دارای پتانسیل تغذیه‌ای مناسب برای جایگزینی بخشی از علوفه خشک یونجه به منظور تأمین قسمتی از نیازهای غذایی دام در بعضی از نقاط کشور مناسب می‌باشد. لذا، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر پیشنهاد می‌گردد که سطوح مختلف سرشاخه گل محمدی در جیره انواع نشخوارکنندگان و عملکرد آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته و ترکیبات ضد تغذیه‌ای احتمالی

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ترکیب شیمیایی سرشاخه‌های گل محمدی با بسیاری از خوراکی‌های رایج در جیره نشخوارکنندگان قابل مقایسه است. همچنین قابلیت هضم و کینتیک تجزیه‌پذیری سرشاخه‌های گل محمدی با یونجه برابری می‌کند بنابراین سرشاخه گل محمدی با توجه به ترکیب شیمیایی و کینتیک هضم و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی در دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشد که در غالب پایان نامه کارشناسی ارشد انجام شده است. بدین وسیله از همکاری و مساعدت بخش علوم دامی دانشگاه شهید باهنر کرمان در انجام این طرح، تشکر و قدردانی می‌شود.

آن شناسایی گردد. همچنین لازم است مطالعات زیادی در رابطه با عمل‌آوری و کاربردی کردن این محصول فرعی برای وارد کردن آن به چرخه خوراک دام صورت پذیرد و اثرات این منبع خوراکی بر سلامتی و توان تولیدی دام‌های مختلف کشور در سطوح مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد.

منابع

- آذرزمزم، م.، غلامی، ح.، فروغ عامری، ن.، ذبیح‌الله‌زاده سماکوش، ع. ۱۳۸۹. تعیین ارزش غذایی بقایای آفتابگردان در تغذیه دام. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان.
- تکاسی، م. و.، فروغ عامری، ن.، ذبیح‌الله زاده، ع. و غلامی، ح. تعیین ارزش غذایی سرشاخه‌های تاغ استان کرمان. ۱۳۸۸. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان.
- خیام نکویی، س. م.، بی‌آزار، ا. و صالحی جوزانی، غ. ۱۳۸۹. فناوری نانو در علوم کشاورزی. انتشارات پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی. ص. ۱۱۴.
- دیانی، ا. و ثابت پی، م. ۱۳۸۷. تعیین ارزش غذایی بقایای گلاب‌گیری. سومین کنگره علوم دامی. ص. ۶۷۵.
- سیدمومن، س. م.، زاهدی‌فر، م.، صالحی، م. و فروغ عامری، ن. ۱۳۸۳. مطالعه اثر سطوح مختلف بقایای پوست‌گیری پسته و تانن موجود در آن بر رشد بدن و تولید کرک بز راینی. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان.
- شماع، م.، ساعدی، ه.، نیکپور تهرانی، ک. و مروارید، ع. ۱۳۷۱. غذاهای دام و طیور و روش‌های نگه‌داری آن‌ها (اصول تغذیه دام و طیور) انتشارات دانشگاه تهران.
- صلاحی، ا.، ولی زاده، ر.، ناصریان، ع.، طهماسبی، ع. و ابیانه، م. م. ۱۳۸۹. مقایسه فراسنجه‌های حاصل از تولید گاز برگ تعدادی از واریته‌های خرمای ایران با علف خشک یونجه در شرایط برون‌تنی. چهارمین کنگره علوم دامی.
- عسکری، ف. ۱۳۸۳. ارزش غذایی سرشاخه و میوه دو گونه مرتعی کهور و آکاسیای چتری. اولین کنگره علوم دامی.
- فروغ عامری، ن. ۱۳۷۶. تعیین ارزش غذایی و قابلیت هضم پوسته نرم رویی پسته به صورت خشک و سیلو شده پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- فضائلی، ح. و زاهدی فر، م. ۱۳۸۴. ارزش غذایی بقایای گلاب‌گیری با نسبت‌های مختلف یونجه خشک در تغذیه گوسفند. دومین سمینار گوسفند و بز. ص. ۹۵.
- منصوری، ه.، نیکخواه، ع.، رضاییان، م.، مرادی، م. و میرهادی، س. ا. ۱۳۸۲. تعیین میزان تجزیه‌پذیری علوفه با استفاده از روش تولید گاز و کیسه‌های نایلونی. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۲. صفحات: ۴۹۶-۵۰۷.
- Association of Official Analytical Chemist. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Washington D. C. U.S.A.
- Church, D.C. 1988. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. 2ed. by prentice hall. U.S.A: 182-200.
- Fedorak, P. M. and D. E. Hurdy. 1983. A simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultures in serum bottles. Environmental Technology leu. 4: 425-432.
- Griffin, T. S. Cassida, K. A. Hesterman, O. B. and Rust, S. R. 1994. Alfalfa maturity and cultivar effects on chemical and in situ estimates of protein degradability. Crop Science. 34:1654-1661.
- Larbi, A. Smith, J. W. Adekunle, I. O. Raji, A. M. and Ladipo, D. O., 1998. Chemical composition, rumen degradation, and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in humid tropics. Animal. Feed Science and Technology. 72: 81-96.
- McDougall, E. I., 1948. Studies on ruminant saliva, 1. The composition and output of sheep's saliva. Biochemical Journal. 43: 99-109.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. & Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. Journal of Agricultural Science Cambridge, 93, 217-222.
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press., Washington DC. Neway Excel User Manual. 1995. International feed Resources Unit, MLURI, Aberdeen, UK.
- Orskov, E. R and McDonald, P., 1979. The estimation of protein digestibility in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. Journal of Agricultural Science Cambridge. 92: 499-503.

- Pinkerton, B., 1996. Forage Quality, Crop and Soil. Environment Science Collage of Agriculture. Forest & Life Science, Clemenson University.
- SAS Institute, Inc. 2005. SAS Procedure Guide. Version 8. SAS Institute, Inc, Cary, NC, 1643 pp.
- Singh, B., M. P. Narang. 1991. Some physico-chemical characteristics of forages and their relationships to digestibility. Indian Journal of Animal Nutrition. 8:179-186.
- Tilley, Y. M. A. and. Terry, R. A. A., 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of Britain Grassland Society. 18: 104-111.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., and Lewis, B. A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583-3597.
- Winterholler, S.J., Lalman, D.L., Dye, T.K., McMurphy, C. P. and Richards, C.J., 2009. Summing low-quality forage in situ ruminal degradation characteristics of by-product feedstuffs for beef cattle. Journal of Animal Science. 87(9): 2996-3002.