

تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر پروتئین قابل دسترس علوفه یونجه برای گاوهای شیری

صفورا یوسفی نژاد^۱، فرشید فتاح‌نیا^{۲*}، مهدی رشنواد^۳، سیدغلامرضا موسوی^۴ و گلناز ناسلی^۵

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار،

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱/۲۳)

چکیده

این آزمایش برای بررسی تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر ترکیب شیمیایی و محتوای پروتئین قابل دسترس علوفه یونجه برای گاوهای شیری انجام شد. علوفه یونجه در دو مرحله بلوغ (پیش از گلدهی و اوایل گلدهی) و در دو زمان (صبح و عصر) برداشت شد. پروتئین قابل دسترس با مدل NRC (2001) و مدل هلندی (DVE/OEB) پیش‌بینی شد. در مدل NRC (2001)، علوفه یونجه برداشت شده در پیش از گلدهی و عصر، تولید پروتئین میکروبی از انرژی و پروتئین میکروبی قابل جذب بالاتر و تعادل پروتئین قابل تجزیه در شکمبه پایین‌تر داشت ($P < 0/05$). اما محتوای پروتئین قابل سوخت‌وساز (متابولیسم) تحت تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت قرار نگرفت ($P > 0/05$). در مدل DVE/OEB، علوفه یونجه برداشت شده پیش از گلدهی و عصر، ماده آلی قابل تخمیر، تولید پروتئین میکروبی از ماده آلی و پروتئین میکروبی قابل جذب بیشتر و تعادل پروتئین قابل تجزیه در شکمبه کمتر داشت ($P < 0/05$). به‌طور کلی، یونجه برداشت شده در پیش از گلدهی و عصر پروتئین قابل دسترس بیشتری برای گاوهای شیری داشت.

واژه‌های کلیدی: پروتئین قابل دسترس، زمان برداشت، علوفه یونجه، گاوهای شیری، مرحله بلوغ.

مقدمه

علوفه جزء مهمی از جیره نشخوارکنندگان را تشکیل می‌دهد که در این میان خانواده لگومینه اهمیت ویژه‌ای دارد. به‌طور کلی گیاهان خانواده لگومینه ارزش غذایی بالایی دارند و برای دام خوشخوراک هستند (NRC, 2001). یونجه با نام علمی *Medicago sativa* گیاهی چندساله و از خانواده لگومینه است که مهم‌ترین گیاه علوفه‌ای در بسیاری از نقاط جهان است. یونجه منبع خوبی از پروتئین و لیاف در جیره گاوهای شیری است که بیشتر نیازهای تغذیه‌ای دام را تأمین می‌کند (Chen et al., 2009). این گیاه به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و امکان کاشت در اقلیم‌های مختلف به

ملکه گیاهان علوفه‌ای مشهور است. عامل‌های زیادی مانند رقم (واریته)، مرحله بلوغ (رشد)، زمان برداشت، میزان کود شیمیایی، شرایط آب‌وهوایی، نوع خاک، شدت نور، تنش، آبیاری و روش برداشت کیفیت علوفه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Van Soet, 1994). در این میان مرحله رشد گیاه در هنگام برداشت بیشتر از هر عامل دیگری بر کیفیت علوفه تأثیر دارد (NRC, 2001; Hoy et al., 2002). مرحله رشد به‌عنوان یکی از عامل‌های مهم مؤثر بر تولید برگ، ساقه و ارزش غذایی یونجه عنوان شده است. به‌طور معمول با افزایش مرحله رشد گیاه، محتوای برگ کاهش و محتوای ساقه افزایش می‌یابد، بنابراین نسبت برگ به ساقه

برای گاوهای شیرده را می‌توان به‌وسیله مدل‌های تغذیه‌ای مانند مدل DVE/OEB (Tamminga et al., 2007, 1994) و مؤسسه تحقیقات ملی (NRC, 2001) ارزیابی کرد. این دو مدل نقش توازن انرژی در تأمین میزان پروتئین حقیقی قابل جذب در روده کوچک گاوهای شیرده را بررسی می‌کنند. این مدل‌ها به‌وسیله تعیین ترکیب‌های شیمیایی مواد خوراکی و اطلاعات حاصل از تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد خوراکی توسط روش کیسه‌های نایلونی به دست آمده‌اند، اما بین اصول مدل‌ها تفاوت وجود دارد (Yu et al., 2003a). بعضی از این مدل‌ها ساخت پروتئین میکروبی در شکمبه را بر پایه ماده آلی تخمیرشده در شکمبه و توجه به هدررفت پروتئین اندوژنوس ارزیابی می‌کنند (Tamminga et al., 1994, 2007) در حالی که دیگر مدل‌ها ساخت پروتئین میکروبی شکمبه‌ای را بر پایه کل مواد مغذی قابل هضم و با توجه به پروتئین اندوژنوس قابل جذب ارزیابی می‌کنند (NRC, 1985, 2001). مدل ارزیابی پروتئین DVE/OEB در اصل با هدف جلوگیری از هدررفت نیتروژن با تغذیه درست بر پایه نیازهای تعریف شده برای گاوهای شیری گسترش یافته است. اطلاعاتی در رابطه با تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت علوفه یونجه کاشت شده در منطقه گرمسیری برای تأمین مواد مغذی در دسترس نیست. هدف این تحقیق بررسی تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت علوفه یونجه رشد یافته در شرایط آب‌وهوایی گرمسیری بر پویایی تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای با روش کیسه‌های نایلونی و ارزیابی تأمین پروتئین برای گاوهای شیرده با دو مدل متفاوت است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش زمینی به مساحت ۱۰۰ مترمربع باکیفیت نزدیک به یکسان در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام واقع در شهرستان مهران برای کاشت یونجه رقم یزدی در نظر گرفته شد. زمین مورد نظر به چهار قسمت یکسان تقسیم شد. بنا بر توصیه‌های رایج برای هر قسمت ۱۰۰ گرم بذر در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- یونجه برداشت شده در مرحله پیش از گلدهی و صبح، ۲- یونجه برداشت شده

کاهش می‌یابد. در علوفه‌های بالغ ارزش غذایی برگ نسبت به ساقه بیشتر است که این تغییرپذیری‌ها در همه گیاهان عمومیت ندارد. کاهش در کیفیت به‌طور معمول به واسطه افزایش در نسبت بافت‌های ساختاری لیگنینی شده است. در گیاه یونجه ساقه‌ها نقش ساختمانی و برگ‌ها نقش سوخت‌وسازی (متابولیکی) دارند (Van Soest, 1994). کاهش ارزش غذایی یونجه با پیشرفت مرحله رشد، به علت کاهش غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین خام و افزایش سهم کربوهیدرات‌های ساختمانی و همچنین لیگنین است و نیز کاهش نسبت برگ به ساقه باعث کاهش ارزش غذایی یونجه در مراحل مختلف رشد می‌شود (Aliarabi, 1997; NRC, 2001). یونجه نسبت به دیگر محصولات علوفه‌ای حاوی میزان بالایی پروتئین خام است که به سرعت به وسیله ریزجانداران (میکروارگانسیم‌ها) تجزیه می‌شود. پروتئین میکروبی ساخت (سنتز) شده به‌وسیله حیوان میزبان به‌عنوان منبع اصلی اسیدهای آمینه برای تولید پروتئین حیوانی استفاده می‌شود (Nugent & Mangan, 1981). در طول روز به‌خاطر فرآیند نورساخت (فتوسنتز) قندهای قابل حل شامل منوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و الیگوساکاریدها ساخته می‌شوند و میزان آن‌ها در بعدازظهر در گیاه به بیشینه می‌رسد و با چیدن یونجه پیش از غروب خورشید احتمال افزایش ارزش غذایی علوفه وجود دارد (Burns et al., 2009, 2008; Brito et al., 2007). در یونجه برداشت شده در بعدازظهر پروتئین حقیقی بیشتر و نیتروژن غیر پروتئینی کمتری وجود دارد. به واسطه تجمع ترکیب‌های حاصل از فرآیند نورساخت در طول روز، ممکن است غلظت اجزای دیواره یاخته‌ای مانند لیگنین، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی کاهش یابد (Van Soest, 1994). آگاهی از تجزیه پروتئین‌های خوراک در شکمبه از اصول پایه‌ای تنظیم جیره‌های خوراکی برای مقادیر مناسب پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برای ریزجانداران و مقادیر کافی پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه برای حیوان میزبان است (NRC, 2001). قابلیت (پتانسیل) یک خوراک در تأمین مواد مغذی

شد که دو کیسه از آن‌ها درون شکمبه هرکدام از قوچ‌ها قرار گرفت. پس از پایان نگهداری، کیسه‌ها از شکمبه خارج و بی‌درنگ درون آب سرد قرار گرفتند تا از فعالیت ریزجانداران جلوگیری شود. پس از شستن با آب شیر به روش دستی، کیسه‌ها به مدت بیست دقیقه (به‌طوری‌که آب دو بار جریان داشته باشد) با ماشین لباس‌شویی کوچک شسته شدند. شستشوی کیسه‌های مربوط به زمان صفر، همسان با کیسه‌های واردشده به شکمبه انجام شد. سپس همه کیسه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سلسیوس خشک شدند (Edmunds *et al.*, 2012). لازم به بیان است که مراحل بالا دو بار تکرار شد. به‌گونه‌ای که برای هر تیمار در هر زمان نگهداری در کل هشت کیسه (تکرار) وجود داشت. پس از خشک کردن در آون پروتئین خام باقیمانده آن‌ها اندازه‌گیری شد. ناپدید شدن شکمبه‌ای پروتئین خام نمونه‌ها در هر زمان نگهداری از راه اختلاف مقدار ماده مغذی پیش و پس از نگهداری کیسه‌ها تعیین شد. وزن کیسه‌ها پیش و پس از نگهداری و میزان پروتئین نمونه‌های خوراک در پیش و باقیمانده آن‌ها پس از نگهداری تعیین شد. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام شامل بخش سریع تجزیه (A)، بخش کند تجزیه (B)، بخش غیرقابل تجزیه (C) و ثابت نرخ تجزیه‌پذیری (K_d) محاسبه شد (Orskov & McDonald, 1979). میزان ماده آلی قابل تخمیر (FOM) نیز با استفاده از نگهداری شکمبه‌ای نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت به دست آمد (Yu *et al.*, 2003b). پیش‌بینی تأمین پروتئین قابل دسترس برای گاوهای شیری با استفاده از مدل DVE/OEB (Tamminga *et al.*, 1994) و مدل NRC (2001) انجام شد.

مدل آماری

تجزیه واریانس داده‌های به‌دست‌آمده بر پایه طرح فاکتوریل ۲×۲ و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (2000) انجام شد. تکرار آزمایش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای (هر ران آزمایش) به‌عنوان بلوک در نظر گرفته شد. مدل آماری طرح به‌صورت زیر بود:

در مرحله پیش از گلدهی و عصر، ۳- یونجه برداشت‌شده در مرحله اوایل گلدهی و صبح و ۴- یونجه برداشت‌شده در اوایل گلدهی و عصر بودند. در طول آزمایش از هیچ‌گونه کودی برای حاصل‌خیزی خاک استفاده نشد و آبیاری، سه بار در هفته به‌صورت بارانی انجام شد. این یونجه در تاریخ ۲۴ اسفند ۱۳۹۲ کاشت شد و در تاریخ ۱۶ خرداد سال ۱۳۹۳ در مرحله پیش از گلدهی و در تاریخ ۲۵ خرداد در مرحله اوایل گلدهی در دو نوبت صبح (ساعت ۶) و عصر (ساعت ۱۸) به روش دستی و با استفاده از داس از فاصله ۵ سانتی‌متری سطح زمین برداشت شد. نمونه‌های یونجه پس از برداشت در سایه و در معرض هوای آزاد خشک شدند و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها به قطعه‌های ۱ میلی‌متری آسیاب شدند. خاکستر، ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی با استفاده از روش‌های استاندارد (AOAC, 2000) و لیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیگنین با روش Van Soest *et al.* (1991) اندازه‌گیری شد. بخش‌های مختلف پروتئین و محتوای پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی و اسیدی با روش Licitra *et al.* (1996) اندازه‌گیری شد. محتوای کربوهیدرات‌های غیرالیافی نمونه‌های علوفه یونجه بر پایه فرمول پیشنهادشده (NRC, 2001) محاسبه شد.

برای تعیین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام علوفه خشک یونجه از دو رأس قوچ کردی فیستول‌گذاری شده با میانگین وزن ۶۰ کیلوگرم استفاده شد. دام‌ها در جایگاه‌های انفرادی با ابعاد ۲×۲ متر با آخور و آبخوری مجزا نگهداری و در ساعت‌های ۸ صبح و ۶ عصر با جیره حاوی ۴۰ درصد علوفه خشک یونجه، ۱۰ درصد کاه گندم، ۲۵ درصد دانه جو، ۱۲ درصد کنجاله سویا، ۱۰ درصد سبوس گندم و ۳ درصد مکمل مواد کانی و ویتامین به‌صورت کامل مخلوط‌شده در سطح نگهداری تغذیه شدند. ۳ گرم نمونه درون کیسه‌های نایلونی دارای منافذ ۵۰ میکرومتر با ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی‌متر ریخته شد و در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت درون شکمبه نگهداری (انکوباسیون) شدند. برای هر تیمار در هر زمان نگهداری چهار کیسه در نظر گرفته

در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی افزایش یافت. در این پژوهش محتوای پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر در یونجه برداشت شده در صبح در مقایسه با عصر بالاتر بود اما محتوای کربوهیدرات‌های غیر الیافی در علوفه یونجه برداشت شده در عصر بالاتر از صبح بود ($P < 0.05$). در طول روز به خاطر فرآیند نوساخت، قندهای قابل حل (مونوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و لیگوساکاریدها) ساخته می‌شوند و میزان آن‌ها در بعدازظهر در گیاه به بیشینه می‌رسد (Burns et al., 2007; Brito et al., 2008, 2009) بنابراین به واسطه تجمع ترکیب‌های حاصل از فرآیند نوساخت در طول روز ممکن است درصد اجزای دیواره یاخته‌ای مانند الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی کاهش یابد. در یونجه که برگ‌ها نقش سوخت‌وسازی دارند قند قابل حل حاصل از فرآیند نوساخت برای ساخت پروتئین و پپتیدها از نیترات مصرف می‌شود (Van Soest, 1994). پس به احتمال یونجه در بعدازظهر حاوی مقدار پروتئین حقیقی بیشتر و نیتروژن غیر پروتئینی کمتری است. همچنین به واسطه تجمع ترکیب‌های حاصل از فرآیند نوساخت در طول روز ممکن است مقدار اجزای دیواره یاخته‌ای مانند لیگنین نیز کاهش یابد (Van Soest, 1994). Yari et al. (2012a) با بررسی تأثیر زمان برداشت یونجه بر ترکیب شیمیایی نتیجه گرفتند که برداشت یونجه در زمان عصر موجب کاهش درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین شد اما درصد پروتئین خام، ماده آلی، چربی خام و خاکستر یونجه تحت تأثیر زمان برداشت قرار نگرفت. همسان با نتایج این پژوهش، Brito et al. (2008) با بررسی تأثیر زمان برداشت علوفه یونجه نشان دادند که برداشت عصر در مقایسه با برداشت صبح درصد کربوهیدرات‌های غیر الیافی بیشتر و درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، خاکستر، پروتئین خام و پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی و اسیدی کمتری داشت.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_j + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : متغیر وابسته، μ : میانگین کل جامعه برای صفت موردنظر، A_i : اثر مرحله بلوغ (پیش از گلدهی و اوایل گلدهی)، B_j : اثر زمان برداشت (صبح و عصر)، $(AB)_{ij}$: اثر متقابل مرحله بلوغ و زمان برداشت و R_j : اثر بلوک آزمایش (هر ران آزمایش تجزیه پذیری)، e_{ijk} : اثر خطای آزمایشی است. میانگین‌های مربوط به هر صفت در سطح آماری ۵ درصد با آزمون دانکن با هم مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر ترکیب شیمیایی علوفه خشک یونجه در جدول ۱ نشان داده شده است. محتوای عصاره اتری، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، لیگنین و خاکستر در یونجه برداشت شده در اوایل گل‌دهی بیشتر از یونجه برداشت شده در پیش از گل‌دهی بود ($P < 0.05$). اما پروتئین خام نمونه‌ها تحت تأثیر مرحله بلوغ قرار نگرفت ($P > 0.05$). با توجه به اینکه با افزایش مرحله رشد گیاه، محتوای برگ کاهش و محتوای ساقه افزایش می‌یابد، بنابراین نسبت برگ به ساقه کاهش می‌یابد و از آنجاکه برگ یونجه درصد پروتئین خام بیشتر و درصد الیاف کمتری در مقایسه با ساقه یونجه دارد این می‌تواند دلیلی برای کاهش میزان پروتئین خام و افزایش دیواره یاخته‌ای با افزایش مرحله بلوغ باشد (Van Soest, 1994). همسو با این نتایج، برخی محققان تأثیر مرحله بلوغ (اوایل جوانه‌زنی، اواخر جوانه‌زنی و اوایل گلدهی) را بر ترکیب شیمیایی علوفه خشک یونجه در شرایط آب و هوایی غرب کانادا بررسی کردند و نشان دادند مرحله بلوغ اثر زیادی بر ترکیب شیمیایی علوفه یونجه دارد به گونه‌ای که با پیشرفت بلوغ درصد پروتئین خام کاهش و درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین افزایش یافت (Yu et al., 2003a). Yari et al. (2012a) با بررسی تأثیر مرحله بلوغ بر ترکیب شیمیایی علوفه یونجه کاشت شده در شرایط آب و هوایی شمال شرق ایران نتیجه گرفتند که با پیشرفت بلوغ درصد پروتئین خام، الیاف نامحلول

جدول ۱. تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام علوفه خشک یونجه (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

Table 3. The effect of maturity stage and cutting time on chemical compositions and ruminal degradability parameters of alfalfa hay protein (g/kg DM)

	Maturity stage		SEM	P-Value	Cutting time		SEM	P-Value	Treatments ⁵				SEM	P-value
	PB ¹	EB ²			MO ³	AF ⁴			1	2	3	4		
Chemical compositions														
OM	901 ^a	855 ^b	2.40	<0.01	889.17	896.83	2.40	0.06	899 ^a	903 ^a	879.33 ^b	890.67 ^{ab}	3.40	<0.01
CP	174	174.5	1.65	0.83	189.5 ^a	159 ^b	1.65	<0.01	189.67 ^a	158.33 ^b	189.33 ^a	159.67 ^b	2.33	<0.01
EE	20.83 ^b	21.24 ^a	0.06	<0.01	21.09	20.98	0.07	0.25	20.91 ^{ab}	20.76 ^b	21.28 ^a	21.20 ^a	0.09	<0.01
NFC ⁶	241.17 ^a	183.17 ^b	8	<0.01	156.5 ^b	267.83 ^a	8	<0.01	204.33 ^b	278 ^a	108.67 ^c	257.67 ^a	11.3	<0.01
ADF	326.67 ^b	341.67 ^a	4.13	0.03	358.67 ^a	309.67 ^b	4.13	0.01	352 ^a	301.33 ^b	365.33 ^a	318 ^b	5.84	<0.01
NDF	465.33 ^b	506.33 ^a	6.49	<0.01	522.33 ^a	499.33 ^a	6.49	<0.01	484.33 ^b	446.33 ^b	560.33 ^b	452.33 ^b	9.18	<0.01
ADL	83.55 ^b	90.26 ^a	1.83	0.03	86.58	78.24	1.83	0.08	83.30	83.81	89.85	90.67	2.67	0.97
Ash	99 ^b	115 ^a	2.40	<0.01	110.83 ^a	103.17 ^b	2.40	0.05	101 ^{ab}	97 ^b	120.67 ^a	109.33 ^a	3.40	<0.01
ADICP	1.62 ^b	2.73 ^a	0.06	<0.01	2.96 ^a	1.39 ^b	0.06	<0.01	2.41 ^b	0.82 ^d	3.51 ^a	1.96 ^b	0.08	<0.01
NDICP	2.99 ^b	4.92 ^a	0.05	<0.01	4.97 ^a	2.93 ^b	0.05	<0.01	4.03 ^b	1.95 ^c	5.91 ^a	3.92 ^b	0.06	<0.01
TDN ⁷	513.38 ^a	497.22 ^b	3.18	<0.01	481.5 ^b	511.05 ^a	3.18	<0.01	505.7 ^{ab}	521.1 ^a	457.43 ^c	501 ^b	4.5	<0.01
Ruminal degradability parameters of crude protein														
A ⁸ (%)	42.73 ^a	40.49 ^b	0.68	0.03	43.02 ^a	40.20 ^b	0.68	<0.01	48.36 ^a	37.11 ^c	37.68 ^c	47.30 ^b	0.97	<0.01
B ⁹ (%)	47.15 ^b	50.20 ^a	0.72	<0.01	47.75	49.60	0.72	0.07	42.02 ^c	52.28 ^{ab}	53.48 ^a	49.92 ^b	1.02	<0.01
C ¹⁰ (%)	10.12	9.26	0.61	0.33	9.19	10.19	0.61	0.25	9.63	10.60	8.75	9.77	0.86	0.98
R ¹¹ (%/h)	0.18	0.14	0.02	0.19	0.15	0.17	0.02	0.31	0.18	0.17	0.11	0.17	0.03	0.26

۱- پیش از گل‌دهی، ۲- اوایل گل‌دهی، ۳- صبح، ۴- عصر، ۵- تیمار ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب علوفه یونجه برداشت‌شده پیش از گل‌دهی - صبح، پیش از گل‌دهی - عصر، اوایل گل‌دهی - صبح و اوایل گل‌دهی - عصر هستند. ۶- کربوهیدرات‌های غیر الیافی، ۷- کل مواد مغذی قابل هضم در ۳ برابر سطح نگهداری.

۸- پروتئین به‌سرعت قابل تجزیه، ۹- پروتئین کند تجزیه، ۱۰- پروتئین غیرقابل تجزیه، ۱۱- نرخ تجزیه‌پذیری.

1- Pre-bloom, 2- Early bloom, 3- Morning, 4- Afternoon, 5- Treatments 1, 2, 3 and 4 are alfalfa hay harvested pre-bloom-morning, pre-bloom-afternoon, early bloom-morning and early-bloom-afternoon, respectively, 6-Non-fibrous carbohydrates, 7- Total digestible nutrients at tree times of maintenance level, 8- Quickly degradable portion, 9- Slowly degradable portion, 10- Undegradable portion, 11- Rate of degradability.

تولید پروتئین میکروبی از انرژی، پروتئین اندوژنوس، پروتئین اندوژنوس قابل جذب و پروتئین میکروبی قابل جذب و کمترین مقدار پروتئین قابل تجزیه در شکمبه، تولید پروتئین میکروبی از پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و تعادل پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در علوفه یونجه پیش از گل‌دهی و عصر دیده شد ($P < 0.05$). بیشترین مقدار پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و پروتئین غیرقابل تجزیه قابل جذب در علوفه یونجه اوایل گل‌دهی و صبح وجود داشت ($P < 0.05$).

تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر تعادل پروتئین تجزیه‌شده در شکمبه و پروتئین قابل سوخت‌ساز علوفه خشک یونجه برای گاوهای شیرده با استفاده از مدل DVE/OEB (Tamminga et al., 1994) در جدول ۳ مشاهده می‌شود. علوفه یونجه برداشت‌شده در اوایل گل‌دهی در مقایسه با پیش از گل‌دهی ماده آلی قابل تخمیر، تولید پروتئین میکروبی از ماده آلی، پروتئین میکروبی قابل جذب و پروتئین اندوژنوس دفع شده و ماده خشک غیرقابل هضم کمتر و خاکستر غیرقابل هضم بیشتری داشت ($P < 0.05$).

تأمین مواد مغذی برای گاوهای شیرده بر پایه مدل مؤسسه تحقیقات ملی (NRC, 2001) و مدل DVE/OEB

جدول ۲ تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر تعادل پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و پروتئین قابل سوخت‌ساز علوفه خشک یونجه برای گاوهای شیرده با استفاده از مدل NRC (2001) نشان می‌دهد. علوفه یونجه برداشت‌شده در اوایل گل‌دهی در مقایسه با علوفه یونجه برداشت‌شده در پیش از گل‌دهی کل مواد مغذی قابل هضم، تولید پروتئین میکروبی از انرژی، پروتئین اندوژنوس و پروتئین میکروبی قابل جذب کمتر و پروتئین غیرقابل تجزیه قابل جذب بیشتری داشت ($P < 0.05$). برداشت علوفه یونجه در عصر در مقایسه با صبح سبب افزایش کل مواد مغذی قابل هضم، تولید پروتئین میکروبی از انرژی و پروتئین میکروبی قابل جذب و کاهش پروتئین قابل تجزیه در شکمبه، تولید پروتئین میکروبی از پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و تعادل پروتئین قابل تجزیه در شکمبه شد ($P < 0.05$). بیشترین میزان کل مواد مغذی قابل هضم،

برداشت علوفه یونجه در عصر در مقایسه با صبح سبب افزایش ماده آلی قابل تخمیر، تولید پروتئین میکروبی از ماده آلی و پروتئین میکروبی قابل جذب در علوفه یونجه پیش از گلدهی و عصر دیده شد ($P < 0.05$) و کمترین تعادل پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در علوفه یونجه پیش از گلدهی و عصر دیده شد ($P < 0.05$). بیشترین میزان خاکستر غیرقابل هضم و پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه در علوفه یونجه اوایل گلدهی و صبح وجود داشت ($P < 0.05$).

برداشت علوفه یونجه در عصر در مقایسه با صبح سبب افزایش ماده آلی قابل تخمیر، تولید پروتئین میکروبی از ماده آلی و پروتئین میکروبی قابل جذب و پروتئین اندوژنوس دفع شده و کاهش پروتئین قابل تجزیه در شکمبه، تولید پروتئین میکروبی از پروتئین، تعادل پروتئین قابل تجزیه در شکمبه، پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و خاکستر غیرقابل هضم شد ($P < 0.05$). بیشترین مقدار ماده آلی قابل هضم، تولید

جدول ۲. تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر برآورد تعادل پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و پروتئین قابل سوخت ساز علوفه خشک یونجه برای گاوهای شیرده با استفاده از مدل انجمن تحقیقات ملی (NRC, 2001) (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

Table 4. The effect of maturity stage and cutting time on predicted rumen degraded protein balance (OEB) and metabolizable protein in dairy cows of by NRC model (g/kg DM)

	Maturity stage		SEM	P- Value	Cutting time		SEM	P-Value	Treatments ⁵				SEM	P-value
	PB ¹	EB ²			MO ³	AF ⁴			1	2	3	4		
Ruminal stage														
TDN	513.38 ^a	479.22 ^b	3.18	<0.01	481.5 ^b	511.05 ^a	3.18	<0.01	505.67 ^{ab}	521.10 ^a	457.43 ^c	501 ^b	4.5	<0.01
RDP	138.62	133.20	2.03	0.07	147.82 ^a	124 ^b	2.03	<0.01	154.32 ^a	122.92 ^c	141.31 ^b	125.08 ^c	2.88	<0.01
MCP _E	66.74 ^a	62.30 ^b	0.41	<0.01	62.60 ^b	66.44 ^a	0.41	<0.01	65.74 ^{ab}	67.74 ^a	59.47 ^c	65.13 ^b	0.58	<0.01
MCP _{RDP}	117.83	113.22	1.73	0.07	125.65 ^a	105.40 ^b	1.73	<0.01	131.18 ^a	104.5 ^c	120.12 ^b	106.32 ^c	2.45	<0.01
DPB	51.09	50.92	1.74	0.94	63.04 ^a	38.96 ^b	1.74	<0.01	65.44 ^a	36.74 ^b	60.65 ^a	41.19 ^b	2.46	<0.01
Intestinal stage														
ECP	11.40 ^a	11.18 ^b	0.02	<0.01	11.26	11.32	0.02	0.10	11.36 ^a	11.44 ^a	11.16 ^b	11.20 ^b	0.03	<0.01
AECP	4.56	4.47	0.01	0.08	4.50	4.53	0.01	0.08	4.54 ^a	4.58 ^a	4.47 ^b	4.48 ^b	0.01	<0.01
AMCP _E	42.71 ^a	39.87 ^b	0.26	<0.01	40.06 ^b	42.52 ^a	0.26	<0.01	42.07 ^{ab}	43.35 ^a	38.06 ^c	41.68 ^b	0.37	<0.01
RUP	35.24	41.15	2.03	0.06	41.56 ^a	34.84 ^b	2.03	0.03	35.20 ^b	35.29 ^b	47.91 ^a	34.39 ^b	2.88	<0.01
ARUP	22.53 ^b	28.49 ^a	1.90	0.03	27.39	23.64	1.90	0.17	21.37 ^b	23.70 ^{ab}	33.41 ^a	23.58 ^a	2.69	<0.01
MP	69.81	72.85	1.90	0.27	71.95	70.70	1.90	0.64	67.98	71.63	75.93	69.77	2.69	0.07

۱- پیش از گل دهی، ۲- اوایل گل دهی، ۳- صبح، ۴- عصر، ۵- تیمار ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب علوفه یونجه برداشت شده پیش از گل دهی- صبح، پیش از گل دهی- عصر، اوایل گل دهی- صبح و اوایل گل دهی- عصر هستند.

1- Pre-bloom, 2- Early bloom, 3- Morning, 4- Afternoon, 5- Treatments 1, 2, 3 and 4 are alfalfa hay harvested pre-bloom-morning, pre-bloom-afternoon, early bloom-morning and early-bloom-afternoon. Respectively.

جدول ۵. تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت علوفه خشک یونجه بر برآورد تعادل پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و پروتئین وارد شده به روده کوچک گاوهای شیرده با استفاده از مدل DVE/OEB (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

Table 5. The effect of maturity stage and cutting time on predicted rumen degraded protein balance (OEB) and protein supply to the small intestine in dairy cows of by DVE/OEB model (g/kg DM)

	Maturity stage		SEM	P- Value	Cutting time		SEM	P-Value	Treatments ⁵				SEM	P-value
	PB ¹	EB ²			MO ³	AF ⁴			1	2	3	4		
Ruminal stage														
FOM	708.53 ^a	690.42 ^b	3.93	<0.01	692.68 ^b	706.27 ^a	3.93	0.02	699.18 ^{ab}	717.9 ^a	686.18 ^b	694.66 ^b	5.56	<0.01
MCP _{FOM}	106.28 ^a	103.56 ^b	0.59	<0.01	103.90 ^b	105.94 ^a	0.59	0.02	104.9 ^{ab}	107.7 ^a	102.93 ^b	104.2 ^b	0.89	<0.01
RDP	131.95	128.09	1.41	0.06	145.42 ^a	114.62 ^b	1.41	<0.01	151.67 ^a	112.24 ^c	139.18 ^b	117.01 ^c	2.00	<0.01
RUP	39.59	44.38	2.04	0.10	43.15	40.82	2.04	0.42	36.97 ^b	42.21 ^{ab}	49.32 ^a	39.44 ^{ab}	2.88	0.01
MCP _{RDP}	151.18	148.33	1.21	0.12	165.01 ^a	134.49 ^b	1.21	<0.01	168.91 ^a	133.45 ^c	161.12 ^b	135.53 ^c	1.79	<0.01
OEB	44.90	44.76	1.32	0.94	61.11 ^a	28.55 ^b	1.32	<0.01	64.03 ^a	25.77 ^b	58.19 ^a	31.33 ^b	1.87	<0.01
Intestinal stage														
AMCP	67.75 ^a	66.02 ^b	0.37	<0.01	66.24 ^b	67.54 ^a	0.37	0.02	66.86 ^{ab}	68.65 ^a	65.62 ^b	66.43 ^b	0.53	<0.01
ARUP	29.97	35.07	2.65	0.18	31.93	33.08	2.65	0.76	28.35	31.51	35.50	34.64	3.76	0.59
UDM	291.43 ^a	252.57 ^b	4.92	<0.01	257.10 ^b	286.90 ^a	4.92	<0.01	285.87 ^a	296.98 ^a	228.31 ^b	276.82 ^a	6.96	<0.01
U _{ash}	34.64 ^b	40.27 ^a	0.59	<0.01	38.78 ^a	36.12 ^b	0.59	<0.01	35.36 ^{bc}	33.91 ^c	42.20 ^a	38.33 ^b	0.84	<0.01
ENDP	21.48 ^a	18.61 ^b	0.31	<0.01	18.79 ^b	21.30 ^a	0.31	<0.01	20.79 ^{ab}	22.16 ^a	16.80 ^c	20.43 ^b	0.41	0.19
DVE	76.21	82.47	2.58	0.09	79.37	79.31	2.58	0.90	74.42	77.99	84.31	80.63	3.65	0.32

۱- پیش از گل دهی، ۲- اوایل گل دهی، ۳- صبح، ۴- عصر، ۵- تیمار ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب علوفه یونجه برداشت شده پیش از گل دهی- صبح، پیش از گل دهی- عصر، اوایل گل دهی- صبح و اوایل گل دهی- عصر هستند.

1- Pre-bloom, 2- Early bloom, 3- Morning, 4- Afternoon, 5- Treatments 1, 2, 3 and 4 are alfalfa hay harvested pre-bloom-morning, pre-bloom-afternoon, early bloom-morning and early-bloom-afternoon. Respectively.

بودن تولید پروتئین میکروبی از انرژی را در مرحله پیش از گلدهی به بالا بودن قابلیت هضم ارتباط داد. پروتئین قابل سوخت‌وساز، پروتئین اندوژنوس در مرحله پیش از شکوفه‌دهی نسبت به مرحله پس از شکوفه‌دهی و در مرحله پیش از شکوفه‌دهی نسبت به اوایل گلدهی تحت تأثیر مرحله بلوغ قرار نگرفت. از سوی دیگر با توجه به اینکه در هنگام استفاده از مدل‌های مؤسسه تحقیقات ملی (NRC, 2001) این فراسنجه‌ها با توجه به ترکیب شیمیایی مواد خوراکی محاسبه می‌شود، بنابراین سازگاری نداشتن بعضی از این فراسنجه‌ها در تحقیقات مختلف را می‌توان به متفاوت بودن ترکیب‌های شیمیایی که ناشی از عامل‌های مختلف (آب‌وهوا، رقم و ...) هستند، ارتباط داد. در طول روز به خاطر فرآیند نورساخت قندهای قابل‌حل (مونوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و لیگوساکاریدها) ساخته می‌شوند و میزان آن‌ها در بعدازظهر در گیاه به بیشینه می‌رسد به همین دلیل درصد اجزای دیواره یاخته‌ای کاهش می‌یابد (Brito 2009; *et al.*, 2008). با توجه به این نکته می‌توان بالاتر بودن قابلیت هضم ماده خشک علوفه یونجه برداشت‌شده در عصر در مقایسه با صبح در این آزمایش را توجیه کرد. افزایش غلظت این کربوهیدرات‌ها و تخمیر آن‌ها در شکمبه موجب افزایش ساخت پروتئین میکروبی می‌شود. با توجه به اینکه برآورد پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه تولید پروتئین میکروبی از پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه و تعادل پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه به مقدار بخش سریع و بالقوه قابل‌تجزیه پروتئین خام بستگی دارد. افزایش این فراسنجه‌ها را می‌توان به بالا بودن بخش سریع و بالقوه قابل‌تجزیه پروتئین (داده‌های مقاله دیگر همین نویسندگان که تحت داوری است) در علوفه خشک یونجه برداشت‌شده در صبح ارتباط داد. انرژی عامل محدودکننده تولید پروتئین میکروبی در شکمبه است که به‌طور عمده از تخمیر کربوهیدرات‌های غیر الیافی تأمین می‌شود. تأمین انرژی لازم منجر به افزایش تولید پروتئین میکروبی می‌شود (Bach *et al.*, 2005). علوفه‌های با سطح انرژی بالا تولید پروتئین میکروبی را تحریک می‌کنند (Gomes *et al.*, 1994; Horadagoda *et al.*, 2008; Karsli & Russell, 2001; Webster *et al.*, 2003). مهم‌ترین عامل‌های مؤثر بر ساخت پروتئین

پژوهشگران دیگر با بررسی تأمین مواد مغذی در علوفه یونجه برداشت‌شده در سه مرحله بلوغ برای گاوهای شیرده با استفاده از مدل مؤسسه تحقیقات ملی (NRC, 2001) و مدل DVE/OEB نشان دادند که با افزایش مرحله بلوغ، میزان پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه، تولید پروتئین میکروبی از پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه، تعادل پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه، پروتئین اندوژنوس، پروتئین اندوژنوس قابل‌جذب و پروتئین غیر قابل‌تجزیه در شکمبه کاهش یافت. میزان کل مواد مغذی قابل‌هضم، تولید پروتئین میکروبی از انرژی و پروتئین میکروبی قابل‌جذب در علوفه یونجه برداشت‌شده در عصر از صبح بیشتر بود (Yari *et al.*, 2012b). در آزمایش دیگری که تأمین مواد مغذی علوفه خشک یونجه برای گاوهای شیرده با استفاده از مدل‌های تغذیه‌ای DVE/OEB و مؤسسه تحقیقات ملی (NRC, 2001) بررسی شد، نتایج نشان داد که با افزایش مرحله بلوغ، توازن پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه کاهش یافت. برگ یونجه در مقایسه با ساقه آن قابلیت هضم بالاتری دارد (Yu *et al.*, 2003b). با پیشرفت بلوغ درصد کربوهیدرات‌های دیواره یاخته‌ای افزایش و در نتیجه قابلیت هضم و محتوای انرژی کاهش پیدا می‌کند (Van Soest, 1994). در مراحل اولیه رشد همه قسمت‌های گیاه قابلیت هضم بالا دارند اما با پیشرفت بلوغ کاهش خیلی سریعی در قابلیت هضم ساقه در مقایسه با برگ رخ می‌دهد. کاهش در قابلیت هضم به عامل‌هایی مانند افزایش درصد الیاف در بافت گیاه و افزایش لیگنینی شدن در طی رشد گیاه و تفاوت نسبت برگ به ساقه ارتباط دارد (Karabulut *et al.*, 2006). علوفه یونجه برداشت‌شده در پیش از گلدهی کربوهیدرات‌های دیواره یاخته‌ای کمتری در مقایسه با یونجه برداشت‌شده در اوایل گلدهی دارد (جدول ۱). بنابراین بالا بودن تولید پروتئین میکروبی از انرژی و پروتئین میکروبی قابل‌جذب در یونجه برداشت‌شده در پیش از گلدهی دور از انتظار نبود. افزایش تولید پروتئین میکروبی ناشی از افزایش کل مواد مغذی قابل‌هضم است (NRC, 2001) و با توجه به اینکه افزایش مرحله بلوغ موجب کاهش قابلیت هضم می‌شود می‌توان بالا

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این پژوهش با افزایش مرحله بلوغ محتوای ییاف، لیگنینی شدن دیواره یاخته‌ای، محتوای کربوهیدرات‌های غیر الیافی، ماده آلی، کل مواد مغذی قابل‌هضم، ماده آلی قابل تخمیر، تولید پروتئین میکروبی، پروتئین آندوژنوس و پروتئین میکروبی قابل جذب کاهش یافت. یونجه برداشت‌شده در عصر کربوهیدرات غیرالیافی، کل مواد مغذی قابل‌هضم، ماده آلی قابل تخمیر، تولید پروتئین میکروبی و پروتئین میکروبی قابل جذب بالاتری دارد. این نتایج نشان می‌دهد که یونجه مرحله پیش از گلدهی و برداشت عصر ارزش تغذیه‌ای بیشتری نسبت به یونجه مرحله اوایل گلدهی و برداشت صبح دارد.

میکروبی در شکمبه شامل میزان NFC و پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و همزمانی تجزیه آن‌ها در شکمبه، pH شکمبه، نسبت رقت مایع شکمبه و میزان ماده آلی تخمیرشده در شکمبه هستند (Bach *et al.*, 2005). Jonker *et al.* (2011) بالا بودن پروتئین و NDF غیرقابل تجزیه در شکمبه را دلیلی برای کاهش میزان توازن پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و پروتئین حقیقی هضم شده و قابل جذب می‌دانند و همچنین بالا بودن لیگنین دلیل کاهش پروتئین قابل تجزیه در شکمبه است. در این آزمایش، کاهش میزان ماده آلی قابل تخمیر، تولید پروتئین میکروبی از ماده آلی و پروتئین میکروبی قابل جذب در اوایل گلدهی را می‌توان به افزایش دیواره یاخته‌ای و کاهش تجزیه‌پذیری ماده آلی ارتباط داد.

REFERENCES

1. Aliarabi, H. (1997). *Evaluation of nutritional value of Vicia ervilia grain by in vitro and in vivo methods in Hamedan province*. Msc Thesis. Tehran University. (in Farsi)
2. AOAC. (2000). *Official Methods of Analyses*. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA.
3. Alomar, D., Fuchslocher, R. & Stockebrand, S. (1999). Effects of oven- or freeze-drying on chemical composition and NIR spectra of pasture silage. *Animal Feed Science and Technology*, 80, 309-319.
4. Balde, A. T., Vandersall, J. H., Erdman, R. A., Reeves, J. B. & Glenn, B. P. (1993). Effect of stage of maturity of alfalfa and orchard grass on *in situ* dry matter and crude protein degradability and amino acid composition. *Animal Feed Science and Technology*, 44, 29-43.
5. Bach, A., Calsamiglia, S. & Stern, M. D. (2005). Niterogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 88 (E. Suppl.), E9-E21.
6. Brito, F., Tremblay, G. F., Bertrand, A., Castonguay, Y., Belanger, G., Michaud, R., Lapierre, H., Benchaar, C., Petit, H. V., Ouellet, D. R. & Berthiaume, R. (2008). Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage improves milk yield of late-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 3968-3982.
7. Brito, F., Tremblay, G. F., Bertrand, A., Castonguay, Y., Belanger, G., Michaud, R., Lapierre, H., Benchaar, C., Petit, H. V., Ouellet, D. R. & Berthiaume, R. (2009). Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage increases bacterial protein synthesis in late-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92, 1092-1107.
8. Burns, J. C., Fisher, D. S. & Mayland, H. F. (2007). Diurnal shifts in nutritive value of alfalfa harvested as hay and evaluated by animal intake and digestion. *Crop Science*, 47, 2190-2197.
9. Chen, D., Peel, M. D., Olson, K. C., Weimer, B. C. & DeWald, D. B. (2009). Differential ruminal degradation of alfalfa proteins. *Canadian Journal of Plant Science*, 89, 1065-1074.
10. Edmunds, B., Sudekum, K. H., Spiekens, H. & Schwarz, F. J. (2012). Estimating ruminal crude protein degradation of forages using *in situ* and *in vitro* techniques. *Animal Feed Science and Technology*, 175, 95-105.
11. Elizalde, J. C., Merchen, N. R. & Faulkner, D. B. (1999). Fractionation of fiber and crude protein in fresh forages during the spring growth. *Journal of Animal Science*, 77, 476-484.
12. Eshghi, M.J., Mirzaei Aghjeh Qeshlagh, F., Seif Davati J. & Ghorbani. A. (2013). Determination of nutritional value and degradability of dry matter and cell wall of *Agropyrontauri* at different phenological stages in Neorregion (Ardabil province). *Journal of Ruminant Researches*, 1, 77-94. (in Farsi)
13. Gomes, M. J., Hovell, F. D. D., Chen, X. B., Nengomasha, E. M., & Fikremariam, D. (1994). The effect of starch supplementation of straw on microbial protein supplies in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 49, 277-286.
14. Hoffman, P.C., Sievent, S. J., Shaver, R. D., Welch, D. A. & Combs, D. K. (1993). *In situ* dry matter protein and fiber degradation of perennial forage. *Journal of Dairy Science*, 76, 2632-2642.

15. Horadagoda, A., Fulkerson, W. J., Barchia, I., Dobos, R. C. & Nandra, K. S. (2008). The effect of grain species, processing and time of feeding on the efficiency of feed utilization and microbial protein synthesis in sheep. *Livestock Science*, 114, 117-126.
16. Hoy, M. D., Kenneth, J. M., George, J. R., & Brummer, E. C. (2002). Alfalfa yield and quality as influenced by establishment method. *Agronomy Journal*, 94, 65-71.
17. Jonker, A., Gruber, M. Y., Wang, Y., Coulman, B., Azarfar, A., McKinnon, J. J., Christensen, D. A. & Yu, P. (2011). Modeling degradation ratios and nutrient availability of anthocyanidin-accumulating Lc-alfalfa populations in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94, 1430-1444.
18. Karabulut. A., Canbulat, O. & Kamalak, A. (2006). Effect of maturity stage on the nutritive value of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) hays. *Lotus Newsletter*, 36, 11-21.
19. Karsli, M. A. & Russell, J. R. (2001). Effects of some dietary factors on ruminal microbial protein synthesis. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 252, 681-686.
20. Licitra, C., Hernandez, T. N. & Van Soest, P. J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds *Animal Feed Science and Technology*, 57, 347-358
21. Mehrdad, N., Alikhani, M. & Ghorbani, G.R. (2002). The effect of cuttings and growth stage on chemical composition and degradability of alfalfa. *Agricultural and natural resource Science and technology Magazine*, 8(2), 159-168. (in Farsi)
22. NRC. (2001). *Nutrient requirement of dairy cattle*. 7th revised ed. National Academy press, Washington DC, USA.
23. Nugent, J. H. A. & Mangan, J. L. (1981). Characteristics of the rumen proteolysis of fraction 1 (18S) leaf protein in Lucerne (*Medicago sativa* L.). *British Journal of Nutrition*, 46, 39-58.
24. Orskov, E.R. & 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.
25. SAS. (2000). *User's Guide: Statistics*. 8th edn. Statistical Analysis System Institute SAS/STAT, Cary, NC.
26. Steacy, G. M., Christensen, D. A., Cochran, M. I. & Horton, G. M. J. (1983). An evaluation of three stages of maturity of hay fed with two concentrate levels for lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 63, 623-629.
27. Tamminga, S., Brandsma, G.G., Dijkstra, J., Duinkerken, G.V., Vuuren, A.M.V. & Blok, M.C. (2007). *Protein evaluation for ruminants: the DVE/OEB 2007 system*, CVB documentation report nr. 53. Centraal Veevoeder Bureau, Lelystad, The Netherlands.
28. Tamminga, S., Van Straalen, W. M., Subnel, A. P. J., Meijer, R. G. M., Steg, A., Wever, C. J. G. & Block, M. C. (1994). The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB system. *Livestock Production Science*, 40, 139-155.
29. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & 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.
30. Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*, 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
31. Webster, A.J.F., Kaya, S., Djouvinov, D.S., Kitcherside, M.A. & Glen, E.F. (2003). Purine excretion and estimated microbial protein yield in sheep fed diets differing in protein degradability. *Animal Feed Science Technology*, 105, 123-134.
32. Yari, M., Valizadeh, R., Naserian, A.A., Ghorbani, G.R., Rezvani Moghadam, P., Jonker, A. & Yu, P. (2012a). Botanical traits, protein and carbohydrate fractions, ruminal degradability and energy contents of alfalfa hay harvested at three stages of maturity and in the afternoon and morning. *Animal Feed Science and Technology*, 172, 162-170.
33. Yari, M., Valizadeh, R., Naserian, A. A., Jonker, A. & Yu, P. (2012b). Modeling nutrient availability of alfalfa hay cut at three stages of maturity and in the afternoon and morning. *Animal Feed Science and Technology*, 178, 12-19.
34. Yu, P., Christensen, D. A., Mckinnon, J. J. & Markert, J. D. (2003a). Effect of variety and maturity stage on chemical composition, carbohydrate and protein subfractions, *in vitro* rumen degradability and energy values of timothy and alfalfa. *Canadian Journal of Animal Science*, 83, 279-290.
35. Yu, P., Christensen, D. A. & McKinnon, J. J. (2003b). Comparison of the national research council-2001 model with the Dutch system (DVE/OEB) in the prediction of nutrient supply to dairy cows from forages. *Journal of Dairy Science*, 86, 2178-2192.

Effects of alfalfa maturity and cutting times on availability of alfalfa hay protein for dairy cows

Safora Yousefinezhad¹, Farshid Fatahnia^{2*}, Mehdi Rashnavadi³,
Seyyed Gholamreza Mousavi⁴ and Golnaz Taasoli⁵

1, 2, 3, 4, 5. Former M.Sc. Student, Associate Professor, Assistant Professor, Former M.Sc. Student
and Assistant Professor, Department of Animal Science, University of Ilam, Ilam, Iran

(Received: Jan. 11, 2016 - Accepted: Apr. 11, 2016)

ABSTRACT

This experiment was conducted to consider the effects of maturity and cutting time on chemical composition and available protein content of alfalfa hay for dairy cows.. Alfalfa hay harvested at two maturity stages (Pre-bloom and Early bloom) and two cutting times (Morning and Afternoon). Available protein was predicted using NRC (2001) and DVE/OEB (1994) models. In the NRC model (2001), alfalfa hay harvested pre-bloom and in the afternoon had higher microbial protein synthesized in the rumen from energy and absorbable microbial protein and lower ruminal degraded protein balance ($P<0.05$). But, metabolizable protein content was not affected by maturity stage and cutting time ($P>0.05$). In the DVE/OEB model, pre-bloom alfalfa harvested in the afternoon had higher fermentable organic matter, microbial protein synthesized from organic matter and absorbable microbial protein and lower ruminal degraded protein balance ($P<0.05$). In conclusion, pre-bloom alfalfa hay harvested in the afternoon had higher available protein for dairy cows.

Keywords: Alfalfa, degradability, microbial protein, protein evaluation.