

اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر ارزش تغذیه‌ای علوفه خشک یونجه برداشت شده از مناطق گرمسیر

صفورا یوسفی نژاد^۱، فرشید فتاح نیا^{۲*}، سید غلامرضا موسوی^۳ و مهدی رشنوادی^۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۲۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

^۲ دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه ایلام

^۳ دانشجوی دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

^۴ استادیار آموزشکده پیرادامپزشکی دانشگاه ایلام

*مسئول مکاتبه: Email: f.fatahnia@ilam.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: عوامل موثر بر ارزش تغذیه‌ای علوفه یونجه برای تغذیه نشخوارکنندگان. هدف: اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر ارزش تغذیه‌ای علوفه خشک یونجه برداشت شده از مناطق گرمسیری بررسی شد. روش کار: علوفه یونجه در دو مرحله بلوغ (قبل از گلدهی و اوایل گلدهی) و در دو زمان (صبح و عصر) برداشت شد. ترکیب شیمیایی، بخش‌های مختلف پروتئین خام، پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و لیاف شوینده خنثی تعیین شد. **نتایج:** علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گلدهی در مقایسه با قبل از گلدهی دارای لیاف، لیگنین، پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه، عصاره اتری و بخش B₃ و C پروتئین بیشتر و کربوهیدرات‌های غیر لیافی و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی کمتری بود ($P < 0.05$). محتوای بخش A پروتئین، پروتئین خام، کلسیم و منیزیم علوفه خشک یونجه تحت تاثیر مرحله بلوغ قرار نگرفت. برداشت یونجه در صبح در مقایسه با عصر محتوای پروتئین خام، لیاف، پروتئین غیر قابل حل در شوینده خنثی و اسیدی و پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه را افزایش و محتوای کربوهیدرات‌های غیرالیافی و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی را کاهش داد ($P < 0.05$). محتوای بخش B₃ پروتئین، ماده آلی، عصاره اتری، لیگنین و کلسیم تحت تاثیر زمان برداشت علوفه یونجه قرار نگرفت. **نتیجه‌گیری نهایی:** یونجه برداشت شده در قبل از گلدهی و نوبت عصر ارزش تغذیه‌ای بالاتری داشت.

واژگان کلیدی: علوفه یونجه، ترکیب شیمیایی، بخش‌های پروتئین خام، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای

مقدمه

یونجه به عنوان یکی از مهم‌ترین مواد خوراکی علوفه‌ای برای نشخوارکنندگان از نظر کمی و کیفی جایگاه ویژه‌ای دارد زیرا علوفه یونجه خوش‌خوراکی بالایی دارد و سرشار از پروتئین خام، انرژی، مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌باشد. این علوفه در جیره گاوهای شیری در ایران

گیاهان علوفه‌ای و مراتع از منابع اصلی تامین مواد مغذی برای نشخوارکنندگان به شمار می‌روند. اگر علوفه دارای کیفیت مناسب باشد می‌تواند بخش عمده نیاز این حیوانات به مواد مغذی را تامین نماید (یاراحمدی و قربانی ۱۳۸۷).

خالص در غلظت قندهای قابل حل برگ‌ها می‌گردد ولی در طول شب، این قندها تا حد زیادی توسط گیاه مصرف می‌شوند (یاری و همکاران ۲۰۱۲). پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که غلظت کل کربوهیدرات‌های غیرساختمانی در گراس‌ها (ارسکوف و مکدونالد، ۱۹۷۹ و ان آر سی ۲۰۰۱) و لگوم‌ها (یاری و همکاران ۲۰۱۲) برداشت‌شده در غروب در مقایسه با صبح بیشتر بوده است. برگ‌های یونجه، قند قابل حل حاصل از فرآیند فتوسنتز را برای ساخت پروتئین و پپتیدها از نیترات موجود در گیاه مصرف می‌کنند (ون سوست ۱۹۹۴). در یونجه برداشت‌شده در بعداز ظهر پروتئین حقیقی بیشتر و نیتروژن غیرپروتئینی کمتری وجود دارد. به واسطه تجمع ترکیبات حاصل از فرآیند فتوسنتز در طول روز، ممکن است غلظت اجزاء دیواره سلولی مانند لیگنین، الیاف شوینده اسیدی و الیاف شوینده خنثی کاهش یابد (ون سوست ۱۹۹۴). در طول روز به خاطر فرآیند فتوسنتز قندهای قابل حل شامل منوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و الیگوساکاریدها ساخته می‌شوند و مقدار آنها در بعد از ظهر در گیاه به حداکثر می‌رسد و با چیدن یونجه قبل از غروب خورشید احتمال افزایش ارزش غذایی علوفه وجود دارد (بورنر ۲۰۰۷؛ بریتو و همکاران ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹). تخمین صحیح تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین و ماده آلی خوراک از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه به مقدار پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و قابلیت تخمیر ماده آلی خوراک وابسته است (اردمن و کومارجی ۱۹۹۱). روش تجزیه-پذیری شکمبه‌ای با استفاده از کیسه‌های نایلونی متداول-ترین روش برای برآورد تجزیه‌پذیری مواد مغذی در شکمبه است، زیرا به محیط شکمبه بیشتر شبیه است (اردمن و کومارجی ۱۹۹۱). بیشتر کارهای تحقیقاتی برای بررسی اثر عوامل مختلف بر کیفیت یونجه در مناطق سردسیر و معتدل انجام شده‌اند و کارهای کمتری در ارتباط با واریته‌های کاشت شده در مناطق گرمسیری انجام شده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش

اهمیت زیادی دارد. به طوری که بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۰ حدود ۵/۵ میلیون تن علوفه یونجه در ایران برداشت شده است (یاری و همکاران ۲۰۱۲). ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی علوفه یونجه به وسیله واریته، مرحله بلوغ (کولبتز و همکاران ۲۰۰۸)، شرایط آب و هوایی (لمب و همکاران ۲۰۰۳) و زمان برداشت در طول روز (بریتو و همکاران ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹) تحت تاثیر قرار می‌گیرد. افزایش مرحله بلوغ علوفه یونجه با کاهش میزان نفع زایی و محتوای پروتئین خام و افزایش محتوای ماده خشک و الیاف همراه است (تامسون و همکاران ۲۰۰۰). در بین گیاهان میزان پروتئین متغیر می‌باشد که با افزایش سن گیاهان علوفه‌ای مقدار پروتئین و نسبت برگ به ساقه کاهش می‌یابد (ابات ۲۰۰۸). با افزایش سن علوفه یونجه، به دلیل کاهش غلظت کربوهیدرات‌های قابل حل و پروتئین خام و افزایش مقدار کربوهیدرات‌های ساختمانی ارزش تغذیه‌ای آن کاهش می‌یابد (هوی و همکاران ۲۰۰۲). یونجه نسبت به سایر محصولات علوفه‌ای حاوی مقدار بالایی پروتئین خام می‌باشد که به سرعت به وسیله میکروارگانیزم‌های شکمبه تجزیه می‌شود. پروتئین میکروبی سنتز شده متعاقباً به وسیله حیوان میزبان به عنوان منبع اسیدهای آمینه برای تولید پروتئین حیوانی استفاده می‌شود (نوگنت و منگان ۱۹۸۱). هوفمن و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که با افزایش سن گیاه قسمت قابل حل و تجزیه‌پذیر آن کاهش یافت. معمولاً در حالت تجاری، برداشت علوفه یونجه در مرحله اوایل دوره گلدهی (حدود ۱۰ درصد گلدهی) توصیه می‌شود. در صورتی که حدود یک هفته قبل از این مرحله (اواخر جوانه‌زنی) را به عنوان مرحله قبل از گلدهی در نظر می‌گیرند (یو و همکاران ۲۰۰۳ و یاری و همکاران ۲۰۱۲). از عوامل مؤثر دیگر بر ارزش تغذیه‌ای یونجه زمان چیدن آن در طول روز است (بورنر ۲۰۰۷؛ بریتو و همکاران ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹). کربوهیدرات‌های قابل حل مثل گلوکز، فروکتوز و ساکارز به وسیله فتوسنتز در گیاهان در طول روز تولید می‌شوند. در طول روز فتوسنتز سبب افزایش

بررسی اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت علوفه خشک یونجه کاشت شده در مناطق گرمسیر بر ترکیب شیمیایی، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و لیاف شوینده خنثی با روش کیسه‌های نایلونی و محتوای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش از ۲۵ اسفند ۱۳۹۲ تا ۲۵ خرداد ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام واقع در شهر مهران با طول جغرافیایی ۳۳ درجه و ۷ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی انجام شد. با توجه به آمار اداره هواشناسی، حداقل و حداکثر دمای هوا در زمان اجرای آزمایش به ترتیب ۲۲/۳ و ۳۸/۸ درجه سانتی‌گراد بود. برای این منظور زمینی به مساحت ۱۰۰ متر مربع و با کیفیت تقریباً یکسان در نظر گرفته شد. به منظور بررسی اثر مرحله بلوغ (قبل از گل‌دهی و اوایل گل‌دهی) و زمان برداشت (ساعت ۶ صبح و ۱۸ عصر) زمین مورد نظر به ۴ قسمت مساوی تقسیم شد. بر اساس توصیه رایج برای هر قسمت مقدار ۲۰۰ گرم بذر در نظر گرفته شد. در زمان کاشت و داشت جهت حاصلخیزی خاک از کود استفاده نشد. آبیاری به صورت بارانی و هر ۳ روز یک بار انجام شد. هر کدام از قسمت‌ها به یک تیمار آزمایشی اختصاص داده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- علوفه یونجه برداشت شده در قبل از گل‌دهی و ساعت ۶ صبح، ۲- علوفه یونجه برداشت شده در قبل از گل‌دهی و ساعت ۶ عصر، ۳- علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گل‌دهی و ساعت ۶ صبح و ۴- علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گل‌دهی و ساعت ۶ عصر بودند. حداقل دما، حداکثر دما، فاصله روزهای رشد و مجموع درجه روزهای رشد برای مرحله قبل از گل‌دهی به ترتیب ۲۲/۲۹ درجه سانتی‌گراد، ۳۶/۲۸ درجه سانتی‌گراد، ۲۳ روز و ۲۴/۲۸ درجه سانتی‌گراد و برای مرحله اوایل گل‌دهی به

ترتیب ۲۴/۱۶ درجه سانتی‌گراد، ۳۸/۸۳ درجه سانتی‌گراد، ۳۰ روز و ۲۶/۴۹ درجه سانتی‌گراد بود. مجموع درجه روزهای رشد به طور روزانه و با کم کردن ۵ درجه سانتی‌گراد از میانگین حداکثر و حداقل دما برای آن روز محاسبه شد (کابلینتز و همکاران ۲۰۰۸). در مرحله بلوغ و زمان مورد نظر برداشت به صورت دستی با داس از فاصله ۵ سانتی‌متری از سطح زمین همه علوفه هر کرت برداشت شد. علوفه یونجه بعد از برداشت در سایه و در معرض هوای آزاد خشک شد. سپس نمونه‌ها به قطعات یک میلی‌متری آسیاب شدند. خاکستر، ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، کلسیم و منیزیم با استفاده از روش‌های استاندارد (ای او ای سی ۲۰۰۰) و دیواره سلولی^۱ و لیگنین با روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد. محتوای کربوهیدرات‌های غیرالیافی نمونه‌ها بر اساس فرمول پیشنهاد شده (ان ار سی ۲۰۰۱) محاسبه شد. محتوای کربوهیدرات‌های غیرالیافی نمونه‌ها با کم کردن مجموع محتوای دیواره سلولی، خاکستر، عصاره اتری و پروتئین خام از عدد ۱۰۰ محاسبه شد. بخش‌های مختلف پروتئین و محتوای پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی (NDICP)^۲ و اسیدی (ADICP)^۳ با روش لیسیترا و همکاران (۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. برای این منظور از مواد شیمیایی شامل قرص کاتالیزور، اسید سولفوریک، هیدرواکسید سدیم، اسید بوریک، اسید کلریدریک، تنگستات سدیم، آزید، استیل تری‌متیل‌آمونیم بروماید، اتیلن‌دی‌آمین‌تترا-استیک اسید، سدیم تترابورات، سدیم لوریل سولفات، اتوکسی اتانول و سدیم هیدروژن فسفات و دستگاه‌های اتوماتیک اندازه‌گیری پروتئین خام و لیاف (ساخت کشور سوئد) استفاده شد. پس از اندازه‌گیری پروتئین خام، پروتئین قابل حل در بافر بورات قسفات، NDICP و ADICP، مقدار هر کدام از بخش‌های مختلف پروتئین خام محاسبه شد. ابتدا مقدار مشخصی از نمونه‌ها در

3- Acid Detergent Insoluble Crude Protein (ADICP)

1-Neutral Detergent Fiber (NDF)

2- Neutral Detergent Insoluble Crude Protein (NDICP)

$$RUP_{0.08} = 285.5459 + (1.2143 \times C) + (0.0005 \times (NDF \times B_2)) + (-110.1740 \times ((A+B_1) / NDF))$$

برآورد محتوای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه در سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (اسنیفن و همکاران ۱۹۹۲) با استفاده از روابط ۴ تا ۶ انجام شد: (رابطه ۴)

$$RUP_{0.02} = B_1 [k_p / (k_d B_1 + k_p)] + B_2 [k_p / (k_d B_2 + k_p)] + B_3 [k_p / (k_d B_3 + k_p)] + C$$

(رابطه ۵)

$$RUP_{0.05} = B_1 [k_p / (k_d B_1 + k_p)] + B_2 [k_p / (k_d B_2 + k_p)] + B_3 [k_p / (k_d B_3 + k_p)] + C$$

(رابطه ۶)

$$RUP_{0.08} = B_1 [k_p / (k_d B_1 + k_p)] + B_2 [k_p / (k_d B_2 + k_p)] + B_3 [k_p / (k_d B_3 + k_p)] + C$$

برآورد محتوای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه با روش کیسه‌های نایلونی و برای سطوح ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت عبور مواد هضمی از شکمبه با استفاده از رابطه ۷ انجام شد:

(رابطه ۷)

$$RUP = B (K_p / (K_p + K_d)) + C$$

در روابط بالا، $A, B_1, B_2, B_3, C, ADF, NDF, k_d B_1$ ، $k_d B_2$ ، $k_d B_3$ ، K_p و K_d به ترتیب شامل نیتروژن غیر پروتئینی، پروتئین حقیقی قابل حل در بافر، پروتئین قابل حل در شوینده خنثی، پروتئین غیر قابل حل در شوینده خنثی، پروتئین غیر قابل دسترس، الیاف شوینده اسیدی، الیاف شوینده خنثی، نرخ تجزیه بخش B_1 پروتئین خام (درصد در ساعت)، نرخ تجزیه بخش B_2 پروتئین خام (درصد در ساعت)، نرخ تجزیه بخش B_3 پروتئین خام (درصد در ساعت)، نرخ عبور مواد هضمی از شکمبه و نرخ تجزیه‌پذیری بخش b (درصد در ساعت) می‌باشد. لازم به ذکر است که نرخ تجزیه‌پذیری بخش‌های B_1, B_2 و B_3 پروتئین خام در سیستم کربوهیدرات و پروتئین

محلول بافر فسفات حل شد. پروتئین قابل حل در بافر با کم کردن مقدار پروتئین حل نشده در بافر از پروتئین خام نمونه اولیه محاسبه شد. سپس پروتئین حقیقی حل شده در بافر با افزودن تنگستات سدیم رسوب داده شد. بخش A پروتئین خام شامل بخشی از پروتئین خام خوراک بود که در بافر حل شد اما توسط تنگستات سدیم رسوب داده نشد اما بخش B_1 شامل بخشی از پروتئین خام نمونه اولیه بود که در بافر حل و توسط تنگستات سدیم رسوب داده شد. بخش B_3 پروتئین خام با کم کردن مقدار $ADICP$ از $NDICP$ محاسبه شد و بیانگر بخشی از پروتئین خام است که در شوینده خنثی حل نمی‌شود اما در شوینده اسیدی حل می‌شود. بخش C پروتئین خام معادل $ADICP$ در نظر گرفته می‌شود. مقدار بخش B_2 پروتئین خام با کم کردن مجموع مقدار بخش‌های A, B_1, B_3 و C از ۱۰۰ محاسبه شد. محتوای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه برای نرخ عبور ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت مواد هضمی از شکمبه با روش کیسه‌های نایلونی، سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (اسنیفن و همکاران ۱۹۹۲) و فرمول‌های کایرچهوف (۲۰۰۷) برآورد شد. برای برآورد محتوای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه با این روش‌ها از مقدار بخش‌های مختلف پروتئین، پروتئین خام و الیاف شوینده خنثی و اسیدی نمونه‌های علوفه یونجه و ضرایب تجزیه‌پذیری (k_d) و عبور مواد هضمی از شکمبه (k_p) استفاده شد. در روش کایرچهوف (۲۰۰۷) برای برآورد محتوای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه از روابط ۱ تا ۳ استفاده شد:

(رابطه ۱)

$$RUP_{0.02} = 204.3207 + (1.0753 \times C) + (-0.0014 \times (A + B_1))$$

(رابطه ۲)

$$RUP_{0.05} = 321.9023 + (0.1676 \times ADF) + (-0.0022 \times (CP \times (A + B_1))) + (0.0001 \times (CP \times C^2))$$

(رابطه ۳)

(ران) تکرار شد و فاصله ۲ ران از هم یک هفته بود. به گونه‌ای که برای هر تیمار در هر زمان انکوباسیون مجموعاً ۸ کیسه وجود داشت. پس از خشک کردن در آون، باقیمانده نمونه‌های درون کیسه‌های برداشت شده از شکمبه هر قوچ برای هر تیمار در هر زمان انکوباسیون با هم مخلوط شدند و ماده آلی، الیاف شوینده خنثی و پروتئین خام باقیمانده آنها اندازه‌گیری شد. در مجموع برای هر تیمار در هر زمان انکوباسیون ۴ تکرار وجود داشت. ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک، ماده آلی، الیاف شوینده خنثی و پروتئین خام نمونه‌های خوراک در هر زمان انکوباسیون از طریق اختلاف مقدار ماده مغذی قبل و پس از انکوباسیون کیسه‌ها در شکمبه تعیین شد. وزن کیسه‌ها قبل و پس از انکوباسیون و مقدار پروتئین نمونه‌های خوراک در قبل و باقیمانده آنها بعد از انکوباسیون تعیین شد. فرآسنگه‌های تجزیه‌پذیری شامل بخش سریع تجزیه (a)، بخش کند تجزیه (b) و ثابت نرخ تجزیه (c) و تجزیه‌پذیری موثر در نرخ عبور ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت مواد هضمی از شکمبه با استفاده از نرم افزار Naway و بر اساس روابط زیر محاسبه شد (ارسکوف و مکدونالد ۱۹۷۹):

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

$$ED = a + [(b \times c) / (c + kp)]$$

در روابط بالا، P: پتانسیل تجزیه‌پذیری یا ناپدید شدن در زمان t، ED: درصد تجزیه‌پذیری موثر، a: بخش سریع تجزیه، b: بخش کند تجزیه، c: ثابت نرخ تجزیه، kp: ثابت نرخ خروج مواد هضمی از شکمبه، t: زمان انکوباسیون نمونه در شکمبه (ساعت) و e: عدد نپر (۲/۷۱۸) می‌باشد. تجزیه واریانس داده‌های حاصل بر اساس طرح فاکتوریل ۲×۲ و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۰) انجام شد. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

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

Y_{ij}: متغیر وابسته، μ: میانگین کل جامعه برای صفت مورد نظر، A_i: اثر مرحله بلوغ (قبل از گلدهی و اوایل

خالص کرنل به ترتیب ۱۵۰، ۹ و ۱/۵ درصد در ساعت در نظر گرفته شد (اسنیفن و همکاران ۱۹۹۲).

برای تعیین فرآسنگه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، الیاف شوینده خنثی و پروتئین خام مواد خوراکی در شکمبه، از ۲ راس قوچ کردی دارای فیستولای شکمبه با متوسط وزن زنده ۶۰ کیلوگرم و سن ۳ سال استفاده شد. حیوانات در جایگاه‌های انفرادی با ابعاد ۲×۲ متر و دارای آخور و آبخوری مجزا نگهداری شدند و در ساعت ۸ صبح و ۶ عصر در سطح نگهداری 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 معدنی و ویتامین به صورت کاملاً مخلوط شده تغذیه شدند. سه گرم نمونه درون کیسه‌های نایلونی دارای منافذ ۵۰ میکرومتر با ابعاد ۱۵ × ۱۰ سانتی‌متر ریخته شد که تقریباً معادل ۱۰ میلی‌گرم نمونه به ازاء هر سانتی‌متر مربع از سطح کیسه بود. سپس در آنها با نخ محکم بسته و از راه فیستولا به شکمبه وارد شدند. زمان‌های انکوباسیون شامل ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بود. برای هر تیمار در هر زمان انکوباسیون ۴ کیسه در نظر گرفته شد که ۲ کیسه از آنها در درون شکمبه هر کدام از قوچ‌ها قرار گرفت. کیسه‌های مربوط به همه تیمارها در هر زمان انکوباسیون قبل از خوراک نوبت صبح درون شکمبه قوچ‌ها قرار گرفتند و پس از پایان زمان مورد نظر با هم از شکمبه خارج شدند. پس از پایان انکوباسیون، کیسه‌ها از شکمبه خارج و بلافاصله درون آب سرد قرار گرفتند تا از فعالیت میکروارگانیسم‌ها جلوگیری شود. پس از شستن با آب شیر به روش دستی، کیسه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه (به طوری که آب دو بار جریان داشته باشد) با ماشین لباس شویی کوچک شسته شدند. شستشوی کیسه‌های مربوط به زمان صفر، مشابه با کیسه‌های وارد شده به شکمبه انجام شد. کیسه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند (ادموند و همکاران ۲۰۱۲). لازم به ذکر است که مراحل بالا ۲ بار

شوینده خنثی، خاکستر، ADICP، NDICP و منیزیم 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 ($P < 0.05$). یاری و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر زمان برداشت علوفه یونجه بر ترکیب شیمیایی نتیجه گرفتند که برداشت یونجه در زمان عصر موجب کاهش درصد الیاف غیر شوینده خنثی، الیاف شوینده اسیدی و لیگنین شد اما درصد پروتئین خام، ماده آلی، چربی خام و خاکستر یونجه تحت تاثیر زمان برداشت قرار نگرفت.

گلدھی)، B_{ij} : اثر زمان برداشت (صبح و عصر)، $(AB)_{ij}$: اثر متقابل مرحله بلوغ و زمان برداشت و ϵ_{ijk} : اثر خطای آزمایشی می‌باشد. میانگین‌های مربوط به هر صفت در سطح آماری ۵ درصد با هم مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر ترکیب شیمیایی علوفه خشک یونجه در جدول ۱ نشان داده شده است. محتوای عصاره اتری، الیاف شوینده اسیدی، الیاف شوینده خنثی، لیگنین، خاکستر، NDICP و ADICP در یونجه برداشت شده در اوایل گل‌دهی بیشتر از یونجه برداشت شده در قبل از گل‌دهی بود ($P < 0.05$). اما پروتئین خام، کلسیم و منیزیم نمونه‌ها تحت تاثیر مرحله بلوغ قرار نگرفت ($P > 0.05$). یو و همکاران (۲۰۰۳) اثر مرحله بلوغ (اوایل جوانه‌زنی، اواخر جوانه‌زنی و اوایل گلدھی) 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 شوینده خنثی، الیاف شوینده اسیدی و لیگنین افزایش یافت. یاری و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر 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 شوینده خنثی و الیاف شوینده اسیدی افزایش یافت. 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 آنجا که برگ یونجه دارای درصد پروتئین خام بیشتر و درصد الیاف کمتری در مقایسه با ساقه یونجه می‌باشد این می‌تواند دلیلی برای کاهش مقدار پروتئین خام و افزایش دیواره سلولی با افزایش مرحله بلوغ باشد (ون سوست ۱۹۹۴). محتوای پروتئین خام، الیاف شوینده اسیدی، الیاف

جدول ۱- اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر ترکیب شیمیایی علوفه خشک یونجه (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

Table 1-Effect of maturity stage and cutting time on chemical composition of alfalfa hay (g/kg of DM)

ترکیب شیمیایی Chemical composition	مرحله بلوغ		SEM ¹	P-value	زمان برداشت		SEM	P-value	تیمار ^۲				SEM	P-value
	Maturity stage				Cutting time				Treatment ²					
	قبل گلدهی Pre-bloom	اوایل گلدهی Early bloom			صبح Morning	عصر Afternoon			1	2	3	4		
ماده آلی Organic matter	901.00 ^a	885.00 ^b	2.40	<0.01	889.17	896.83	2.40	0.06	899.00 ^a	903.00 ^a	879.33 ^b	890.67 ^{ab}	3.40	<0.01
پروتئین خام Crude protein	174.00	174.50	1.65	0.83	189.50 ^a	159.00 ^b	1.65	<0.01	189.67 ^a	158.33 ^b	189.33 ^a	159.67 ^b	2.33	<0.01
عصاره اتری Ether extract	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
الیاف شوینده اسیدی Acid detergent fiber	326.67 ^b	341.67 ^a	4.13	0.03	358.67 ^a	309.67 ^b	4.13	<0.01	352.00 ^a	301.33 ^b	365.33 ^a	318.00 ^b	5.84	<0.01
الیاف شوینده خنثی Neutral detergent fiber	465.33 ^b	506.33 ^a	6.49	<0.01	522.33 ^a	499.33 ^b	6.49	<0.01	484.33 ^b	446.33 ^b	560.33 ^a	452.33 ^b	9.18	<0.01
کربوهیدرات‌های غیرالیافی Non-fiber carbohydrates	241.17 ^a	183.17 ^b	8.00	<0.01	156.50 ^b	267.83 ^a	8.00	<0.01	204.33 ^b	278.00 ^a	108.67 ^c	257.67 ^a	11.32	<0.01
لیگنین Lignin	83.55 ^b	90.26 ^a	1.83	0.03	86.58	87.24	1.83	0.81	83.31	83.80	89.85	90.68	2.60	0.97
خاکستر Ash	99.00 ^b	115.00 ^a	2.40	<0.01	110.83 ^a	103.17 ^b	2.40	0.05	101.00 ^{ab}	97.00 ^b	120.67 ^a	109.33 ^a	3.40	<0.01
پروتئین غیرقابل حل در شوینده اسیدی Acid detergent insoluble protein	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 ^c	0.08	<0.01
پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی Neutral detergent insoluble protein	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
کلسیم Calcium	12.40	12.68	0.39	0.62	12.83	12.25	0.39	0.32	12.63	12.17	13.03	12.33	0.55	0.83
منیزیم Magnesium	3.04	3.09	0.07	0.57	3.19 ^a	2.94 ^b	0.07	0.03	3.14	2.93	3.24	2.95	0.10	0.72

ا.ب.ج.د: میانگین‌های با حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری دارند (P<0.05).

1-Standard error of means. 2- Treatment 1, 2,3 and 4 are alfalfa hay harvested pre-bloom in the morning, pre-bloom in the afternoon, early bloom in the morning and early bloom in the afternoon, respectively. a, b, c, d Means within the same line with different superscripts differ significantly (P<0.05).

C و آن افزایش یافت. کایرچه‌وف و همکاران (۲۰۱۰) اثر مرحله بلوغ علوفه یونجه و زمان برداشت را بر بخش‌های مختلف پروتئین خام بررسی کردند. نتایج نشان داد که با افزایش بلوغ علوفه یونجه مقدار بخش B₁ به طور خطی کاهش و مقدار بخش‌های B₂، B₃ و C به طور خطی افزایش یافت. احتمالاً یکی از دلایل تفاوت در بخش‌های مختلف پروتئین خام در آزمایش‌های مختلف را می‌توان به روش خشک کردن نمونه‌ها قبل از آنالیز شیمیایی ارتباط داد. نوع روش خشک کردن و شرایط آن بر ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای علوفه‌ها اثر دارد (پلیتر و همکاران ۲۰۰۹ و دینوم ۱۹۹۴). در پژوهش انجام شده توسط یو و همکاران (۲۰۰۳) نمونه‌های یونجه در آن با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند در صورتی که در پژوهش حاضر علوفه برداشت شده در سایه خشک شد. افزایش درجه حرارت برای خشک کردن نمونه‌های یونجه باعث کاهش بخش A و B₁ و افزایش بخش C پروتئین خام می‌شود (ون سوست ۱۹۹۴). همان گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گلدهی در مقایسه با قبل از گلدهی دارای درصد الیاف شوینده خنثی بالاتر می‌باشد. برگ‌ها محل اصلی فتوسنتز گیاه می‌باشند که بخش عمده پروتئین قابل حل در آنها وجود دارد و در مقایسه با ساقه دارای درصد الیاف شوینده خنثی کمتری هستند (ون سوست ۱۹۹۴)، بنابراین با افزایش بلوغ انتظار بر این است که درصد بخش A کاهش و درصد بخش C و پروتئین غیر قابل حل در شوینده خنثی در علوفه یونجه افزایش یابد. یاری و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند که علوفه یونجه برداشت شده در عصر در مقایسه با صبح دارای بخش A و C پایین‌تر و بخش‌های B بالاتر بود. در طول روز برگ‌های یونجه از فرآورده‌های نهایی فتوسنتز (کربوهیدرات‌های قابل دسترس) برای تبدیل بخش A به بخش B پروتئین استفاده می‌کنند که با کاهش بخش A و افزایش بخش B همراه است (ون سوست ۱۹۹۴).

در طول روز به خاطر فرآیند فتوسنتز، قندهای قابل حل (مونوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها) ساخته می‌شوند و مقدار آنها در بعد از ظهر در گیاه به حداکثر می‌رسد (بورنز ۲۰۰۷؛ بریتو و همکاران ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹)، بنابراین به واسطه تجمع ترکیبات حاصل از فرآیند فتوسنتز در طول روز ممکن است درصد اجزاء دیواره سلولی مانند الیاف شوینده اسیدی و الیاف شوینده خنثی کاهش یابد. در یونجه که برگ‌ها نقش متابولیکی دارند قند قابل حل حاصل از فرآیند فتوسنتز برای سنتز پروتئین و پپتیدها از نیتراژت مصرف می‌شود (ون سوست ۱۹۹۴). پس احتمالاً یونجه در بعد از ظهر حاوی مقدار پروتئین حقیقی بیشتر و نیتروژن غیر پروتئینی کمتری است. همچنین به واسطه تجمع ترکیبات حاصل از فرآیند فتوسنتز در طول روز ممکن است مقدار اجزاء دیواره سلولی مانند لیگنین نیز کاهش یابد (ون سوست ۱۹۹۴).

بخش‌های مختلف پروتئین خام

اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر بخش‌های مختلف پروتئین خام علوفه خشک یونجه در جدول ۲ نشان داده شده است. علوفه برداشت شده در قبل از گلدهی دارای بخش B₂ بالاتر و بخش‌های B₁، B₃ و C پایین‌تری در مقایسه با علوفه برداشت شده در اوایل گلدهی بود ($P < 0.05$). اما بخش A تحت تاثیر مرحله بلوغ قرار نگرفت ($P > 0.05$). علوفه برداشت شده در صبح در مقایسه با عصر دارای بخش‌های A و C بالاتر و بخش‌های B₁ و B₂ پایین‌تر بود ($P < 0.05$). اما بخش B₃ تحت تاثیر زمان برداشت قرار نگرفت. کمترین بخش B₁ و بیشترین بخش C پروتئین خام به ترتیب در علوفه یونجه برداشت شده در قبل از گلدهی و صبح و قبل از گلدهی و عصر مشاهده شد ($P < 0.05$). یاری و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر مرحله بلوغ بر بخش‌های مختلف پروتئین خام علوفه خشک یونجه نتیجه گرفتند که با پیشرفت بلوغ درصد بخش‌های A و B₂ پروتئین علوفه یونجه به طور معنی‌داری کاهش ولی بخش‌های B₁، B₃

جدول ۲- اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر بخش‌های مختلف پروتئین خام علوفه خشک یونجه (گرم بر کیلو گرم پروتئین خام)

Table 2- Effect of maturity stage and cutting time on different crude protein fractions of alfalfa hay (g/kg of crude protein)

بخش پروتئین خام Crude protein fraction	مرحله بلوغ		SEM ¹	P-value	زمان برداشت		SEM	P-value	تیمار ^۲				SEM	P-value
	Maturity stage				Cutting time				Treatment ²					
	قبل گلدهی Pre-bloom	اوایل گلدهی Early bloom			صبح Morning	عصر Afternoon			1	2	3	4		
نیتروژن غیرپروتئینی Non protein nitrogen (A)	371.83	364.17	2.83	0.09	376.83 ^a	359.17 ^b	2.83	<0.01	381.00 ^a	362.67 ^b	372.67 ^{ab}	355.67 ^b	4.01	<0.01
پروتئین قابل حل در بافر Buffer soluble protein (B ₁)	156.67 ^b	172.17 ^a	1.54	<0.01	161.17 ^b	167.17 ^a	1.54	0.02	149.33 ^b	164.00 ^a	173.00 ^a	171.33 ^b	2.17	<0.01
پروتئین قابل حل در شوینده خنثی Neutral detergent soluble protein (B ₂)	376.50 ^a	304.17 ^b	2.86	<0.01	323.50 ^b	357.17 ^a	2.86	<0.01	357.33 ^b	395.67 ^a	289.67 ^d	318.67 ^c	4.04	<0.01
پروتئین غیر قابل حل در شوینده اسیدی Acid detergent insoluble protein (B ₃)	45.00 ^b	72.17 ^a	2.17	<0.01	56.17	61.00	2.17	0.15	45.33 ^b	44.67 ^b	67.00 ^a	77.33 ^a	3.07	<0.01
پروتئین غیرقابل دسترس Unavailable protein (C)	50.17 ^b	87.83 ^a	1.96	<0.01	82.83 ^a	55.17 ^b	1.96	<0.01	67.33 ^b	33.00 ^c	98.33 ^a	77.33 ^b	2.77	0.05

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها. ۲- تیمار ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب علوفه یونجه برداشت شده قبل از گل‌دهی - صبح، قبل از گل‌دهی - عصر، اوایل گل‌دهی - صبح و اوایل گل‌دهی - عصر می باشند. ^{a, b, c, d}: میانگین‌های با حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری دارند (P<0.05).

1-Standard error of means. 2- Treatment 1, 2,3 and 4 are alfalfa hay harvested pre-bloom in the morning, pre-bloom in the afternoon, early bloom in the morning and early bloom in the afternoon, respectively. ^{a, b, c} Means within the same line with different superscripts differ significantly (P<0.05).

شکمبه که با استفاده از معادلات کایرچهوف (۲۰۰۷) و اسنیفن و همکاران (۱۹۹۲) محاسبه شده بود مربوط به یونجه برداشت شده در قبل از گل‌دهی و عصر بود ($P < 0.05$). اما در روش کیسه‌های نایلونی، کمترین مقدار آن در علوفه یونجه برداشت شده در قبل از گل‌دهی و صبح دیده شد ($P < 0.05$). با افزایش بخش B_3 یا C پروتئین، محتوای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه افزایش می‌یابد. بخش B_3 به کندی توسط میکروارگانیزم‌های شکمبه تجزیه می‌شود و بخش بیشتر آن در روده هضم می‌شود اما بخش C در هیچ‌کدام از بخش‌های شکمبه یا روده هضم نمی‌شود (ون سوست ۱۹۹۴). این بررسی‌ها نشان داد که با افزایش مرحله بلوغ به دلیل افزایش بخش C مقدار پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه افزایش یافته است. اختلاف در محتوای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه که با روش‌های متفاوت برآورد شده‌اند را می‌توان به استفاده از پارامترهای متفاوت برای محاسبه آن ارتباط داد.

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی

ماده خشک و ماده آلی

اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و ماده آلی علوفه خشک یونجه در جدول ۴ گزارش شده است. بخش سریع تجزیه ماده خشک و ماده آلی در علوفه خشک یونجه برداشت شده در قبل از گل‌دهی در مقایسه با اوایل گل‌دهی بالاتر بود ($P < 0.05$). بیشترین و کمترین مقدار بخش سریع تجزیه و بخش کند تجزیه ماده خشک و ماده آلی به ترتیب در علوفه یونجه برداشت شده در عصر و صبح دیده شد ($P < 0.05$).

بنابراین در آزمایش حاضر این موضوع می‌تواند یکی از دلایل کاهش بخش A و افزایش بخش B در علوفه برداشت شده در عصر در مقایسه با صبح باشد.

پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه

اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت علوفه خشک یونجه بر محتوای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه در جدول ۳ نشان داده شده است. مقدار پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه که با استفاده از بخش‌های مختلف پروتئین خام محاسبه شده بود (کایرچهوف ۲۰۰۷ و اسنیفن و همکاران ۱۹۹۲) در علوفه خشک یونجه برداشت شده در اوایل گل‌دهی در مقایسه با قبل از گل‌دهی بالاتر بود ($P < 0.05$). کایرچهوف و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تغییرات مقدار بخش‌های مختلف پروتئین خام علوفه‌های لگومینه مختلف در طول فصل رشد نشان دادند که با افزایش مرحله رشد مقدار پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه افزایش می‌یابد که این افزایش را به بالا بودن مقدار بخش‌های پروتئین متصل به دیواره سلولی و کاهش مقدار بخش‌های قابل حل پروتئین نسبت دادند. الیزاده و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با افزایش مرحله رشد مقدار پروتئین غیر قابل تجزیه افزایش می‌یابد. افزایش محتوای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه در علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گل‌دهی را می‌توان به افزایش بخش‌های B_1 و C در آن ارتباط داد (جدول ۲). در روش کیسه‌های نایلونی اگرچه محتوای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه برای علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گل‌دهی در مقایسه با قبل از گل‌دهی بالاتر بود اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). بالاتر بودن عددی آن را می‌توان به کمتر بودن بخش سریع تجزیه و بیشتر بودن بخش کند تجزیه در آن ارتباط داد (جدول ۶). محتوای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه که با استفاده از معادلات کایرچهوف (۲۰۰۷) و اسنیفن و همکاران (۱۹۹۲) محاسبه شده بود در علوفه یونجه برداشت شده در صبح در مقایسه با عصر بیشتر بود ($P < 0.05$). کمترین مقدار پروتئین غیر قابل تجزیه در

جدول ۳- اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت علوفه خشک یونجه بر محتوای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه (گرم در کیلوگرم پروتئین خام)
 Table 3- Effect of maturity stage and cutting time of alfalfa hay on rumen undegradable protein content (g/kg of crude protein)

پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه Rumen undegradable protein	مرحله بلوغ		SEM ¹	P-value	زمان برداشت		SEM	P-value	تیمار ^۲				SEM	P-value
	Maturity stage				Cutting time				Treatment ²					
	قبل گلدهی Pre-bloom	اوایل گلدهی Early bloom			صبح Morning	عصر Afternoon			1	2	3	4		
	Estimated by Kirchhof (2007) equation				برآورد شده با فرمول کایرچهوف (۲۰۰۷)									
سرعت عبور ۲ درصد در ساعت 0.02/h passage rate	129.17 ^b	167.50 ^a	3.43	<0.01	150.33	146.33	3.43	0.43	135.33 ^b	123.00 ^b	165.33 ^a	169.67 ^a	4.86	<0.01
سرعت عبور ۵ درصد در ساعت 0.05/h passage rate	225.83 ^b	311.67 ^a	5.66	<0.01	291.33 ^a	246.17 ^b	5.66	<0.01	245.00 ^c	206.67 ^d	337.67 ^a	285.67 ^b	8.00	<0.01
سرعت عبور ۸ درصد در ساعت 0.08/h passage rate	308.33 ^b	350.33 ^a	4.79	<0.01	355.50 ^a	303.17 ^b	4.79	<0.01	332.67 ^b	284.00 ^c	378.33 ^a	322.33 ^b	6.77	<0.01
	Estimated by Esniffen et al., (1992) equation				برآورد شده با فرمول اسنیفن و همکاران (۱۹۹۲)									
سرعت عبور ۲ درصد در ساعت 0.02/h passage rate	140.50 ^b	181.83 ^a	1.78	<0.01	170.67 ^a	151.67 ^b	1.78	<0.01	154.33 ^b	126.67 ^c	187.00 ^a	176.67 ^a	2.52	<0.01
سرعت عبور ۵ درصد در ساعت 0.05/h passage rate	215.00 ^b	250.00 ^a	2.13	<0.01	238.67 ^a	226.33 ^b	2.13	<0.01	225.67 ^b	204.33 ^c	251.67 ^a	248.33 ^a	3.02	<0.01
سرعت عبور ۸ درصد در ساعت 0.08/h passage rate	263.00 ^b	292.17 ^a	2.33	<0.01	281.67 ^a	273.50 ^b	2.33	<0.01	271.33 ^b	254.67 ^c	292.00 ^a	292.33 ^a	3.29	<0.01
	Estimated by <i>in situ</i> method				برآورد شده با روش کیسه‌های ناپلونی									
سرعت عبور ۲ درصد در ساعت 0.02/h passage rate	159.79	173.02	8.61	0.29	164.89	167.92	8.61	0.80	144.27	175.31	185.51	160.52	12.18	0.03
سرعت عبور ۵ درصد در ساعت 0.05/h passage rate	228.04	225.55	11.76	0.08	244.22	242.37	11.76	0.91	203.12 ^b	252.96 ^{ab}	285.31 ^a	231.79 ^{ab}	16.63	<0.01
سرعت عبور ۸ درصد در ساعت 0.08/h passage rate	278.69	316.07	13.22	0.06	299.16	295.59	13.22	0.85	249.16 ^b	308.21 ^{ab}	349.16 ^a	282.97 ^{ab}	18.70	<0.01

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها. ۲- تیمار ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب علوفه یونجه برداشت شده قبل از گل‌دهی - صبح، قبل از گل‌دهی - عصر، اوایل گل‌دهی - صبح و اوایل گل‌دهی - عصر می باشند. ^{a, b, c, d}: میانگین‌های با حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری دارند (P<0.05).

1-Standard error of means. 2- Treatment 1, 2,3 and 4 are alfalfa hay harvested pre-bloom in the morning, pre-bloom in the afternoon, early bloom in the morning and early bloom in the afternoon, respectively. ^{a, b, c} Means within the same line with different superscripts differ significantly (P<0.05).

پروتئین خام و الیاف شوینده خنثی

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام و الیاف شوینده خنثی در جدول ۵ گزارش شده است. بخش سریع تجزیه پروتئین خام در علوفه یونجه برداشت شده در مرحله قبل از گل‌دهی در مقایسه با اوایل گلدهی و در نوبت صبح در مقایسه با عصر بیشتر بود ($P < 0.05$). بنابراین کمترین مقدار بخش کند تجزیه پروتئین خام در علوفه یونجه برداشت شده در قبل از گلدهی و صبح مشاهده شد ($P < 0.05$). یاری و همکاران (۲۰۱۲) کاهش تجزیه-پذیری پروتئین خام علوفه یونجه پس از ۱۲، ۳۶ و ۷۲ ساعت انکوباسیون در شکمبه را با افزایش مرحله بلوغ گزارش کردند اما برداشت علوفه در صبح یا عصر در آزمایش آنها بر این صفت اثری نداشت. هوفمن و همکاران (۱۹۹۳) نیز کاهش تجزیه پروتئین خام علوفه یونجه در شکمبه را با افزایش مرحله بلوغ گزارش کردند. در آزمایش حاضر، کاهش بخش سریع تجزیه پروتئین خام در علوفه یونجه برداشت شده در قبل از گلدهی در مقایسه با اوایل گلدهی و در عصر در مقایسه با صبح را می‌توان به افزایش محتوای پروتئین غیرقابل حل در شوینده اسیدی و خنثی (جدول ۱)، بخش A پروتئین (جدول ۲) و افزایش محتوای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (جدول ۳) در آنها ارتباط داد. بخش A پروتئین خام به سرعت در شکمبه تجزیه می‌شود (ون سوست ۱۹۹۴). بیشترین مقدار بخش سریع تجزیه الیاف شوینده خنثی در علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گل‌دهی در مقایسه با قبل از گلدهی و در صبح در مقایسه با عصر مشاهده شد ($P < 0.05$).

یاری و همکاران (۲۰۱۲) کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گلدهی در مقایسه با اوایل جوانه‌زنی پس از ۱۲ و ۳۶ ساعت انکوباسیون در شکمبه را گزارش کردند که مشابه با نتایج آزمایش حاضر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک با افزایش مرحله بلوغ کاهش یافت. در آزمایش یاری و همکاران (۲۰۱۲) زمان برداشت (صبح یا عصر) علوفه یونجه بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی اثر و مرحله بلوغ بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده آلی اثر نداشت. مرحله بلوغ در آزمایش یو و همکاران (۲۰۰۳) بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک علوفه یونجه پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت انکوباسیون در شرایط آزمایشگاه اثری نداشت. الیزاده و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که بخش سریع تجزیه و بخش کند تجزیه ماده خشک در علوفه یونجه برداشت شده در اوایل غنچه‌دهی نسبت به اوایل گل‌دهی به ترتیب بیشتر و کمتر بود. هوفمن و همکاران (۱۹۹۳) اختلاف در بخش سریع تجزیه ماده خشک یک گیاه را به مرحله برداشت گیاه (مراحل مختلف رشد) و نحوه محاسبه زمان صفر نسبت دادند. آنها کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک با پیشرفت بلوغ را به افزایش دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز ارتباط دادند. در آزمایش حاضر نیز محتوی الیاف شوینده خنثی و اسیدی در علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گلدهی در مقایسه با قبل از گلدهی بالاتر بود (جدول ۱). افزایش بخش سریع تجزیه ماده خشک و ماده آلی در یونجه برداشت شده در عصر در مقایسه با یونجه برداشت شده در صبح در آزمایش حاضر را می‌توان به کاهش الیاف شوینده خنثی و اسیدی و افزایش محتوای کربوهیدرات‌های غیرالیافی در یونجه برداشت شده در عصر در مقایسه با یونجه برداشت شده در صبح ارتباط داد (جدول ۱). زیرا تجزیه‌پذیری کربوهیدرات‌های الیافی در شکمبه در مقایسه با کربوهیدرات‌های غیرالیافی کمتر است (ون سوست ۱۹۹۴).

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها. ۲- تیمار ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب علوفه یونجه برداشت شده قبل از گل‌دهی - صبح، قبل از گل‌دهی - عصر، اوایل گل‌دهی - صبح و اوایل گل‌دهی - عصر می باشند. ^{a, b, c, d}: میانگین‌های با حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری دارند (P<0.05).

1-Standard error of means. 2- Treatment 1, 2,3 and 4 are alfalfa hay harvested pre-bloom in the morning, pre-bloom in the afternoon, early bloom in the morning and early bloom in the afternoon, respectively. ^{a, b, c} Means within the same line with different superscripts differ significantly (P<0.05).

جدول ۵- اثر مرحله بلوغ و زمان برداشت بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه خشک یونجه

Table 5- Effect of maturity stage and cutting time on ruminal degradability crude protein and neutral detergent fiber of alfalfa hay

فراسنجه تجزیه‌پذیری Degradability parameters	مرحله بلوغ		SEM ¹	P-value	زمان برداشت		SEM	P-value	تیمار ^۲				SEM	P-value
	Maturity stage				Cutting time				Treatment ²					
	قبل گلدهی Pre-bloom	اوایل گلدهی Early bloom			صبح Morning	عصر Afternoon			1	2	3	4		
پروتئین خام Crude protein														
بخش سریع تجزیه (درصد) Quickly degradable fraction (a, %)	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	43.30 ^b	0.97	<0.01
بخش کند تجزیه (درصد) Slowly degradable fraction (b, %)	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
بخش بالقوه قابل تجزیه (درصد) Potentially degradable fraction (a+b, %)	89.88	90.69	0.61	0.36	90.76	89.81	0.61	0.28	90.37	89.39	91.16	90.22	0.86	0.97
بخش غیرقابل تجزیه (درصد) Undegradable fraction (c, %)	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
نرخ تجزیه‌پذیری بخش b (درصد در ساعت) Degradability rate of b fraction (%/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
زمان تاخیر (ساعت) Lag time (h)	1.22	1.02	0.17	0.43	1.20	1.04	0.17	0.52	1.05	1.39	1.35	0.70	0.24	0.06
الیاف شوینده خنثی Neutral detergent fiber														
بخش سریع تجزیه (درصد) Quickly degradable fraction (a, %)	26.62 ^b	32.00 ^a	0.75	<0.01	31.87 ^a	26.74 ^b	0.75	<0.01	27.53 ^b	25.70 ^b	36.21 ^a	27.78 ^b	1.07	<0.01
بخش کند تجزیه (درصد) Slowly degradable fraction (b, %)	34.57	33.71	1.79	0.74	35.62	32.66	1.79	0.25	34.91	34.23	36.32	31.09	2.54	0.38
بخش بالقوه قابل تجزیه (درصد)	61.19 ^b	65.70 ^a	1.50	0.04	67.49 ^a	59.40 ^b	1.50	<0.01	62.44 ^b	59.93 ^b	72.54 ^a	58.87 ^b	2.12	0.01

Potentially degradable fraction (a+b, %)														
بخش غیرقابل تجزیه (درصد)	38.81 ^a	34.29 ^b	1.50	0.04	32.51 ^b	40.60 ^a	1.50	<0.01	37.56 ^a	40.07 ^a	27.46 ^b	41.13 ^a	2.12	<0.01
Undegradable fraction (c, %)														
نرخ تجزیه پذیری بخش b (درصد در ساعت)	0.10	0.09	0.02	0.92	0.09	0.10	0.02	0.70	0.10	0.10	0.09	0.10	0.02	0.92
Degradability rate of b fraction (%/h)														
زمان تاخیر (ساعت)	2.16	2.33	0.49	0.80	2.02	2.47	0.49	0.52	1.57	2.74	2.46	2.20	0.70	0.32
Lag time (h)														

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها. ۲- تیمار ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب علوفه یونجه برداشت شده قبل از گل‌دهی - صبح، قبل از گل‌دهی - عصر، اوایل گل‌دهی - صبح و اوایل گل‌دهی - عصر می باشند. ^{a, b, c, d} : میانگین‌های با حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری دارند (P<0.05).

1-Standard error of means. 2- Treatment 1, 2,3 and 4 are alfalfa hay harvested pre-bloom in the morning, pre-bloom in the afternoon, early bloom in the morning and early bloom in the afternoon, respectively. ^{a, b, c} Means within the same line with different superscripts differ significantly (P<0.05).

نتیجه گیری کلی

با افزایش مرحله بلوغ محتوای الیاف، پروتئین خام غیرقابل حل در شوینده خنثی و اسیدی، پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و لیگنینی شدن دیواره سلولی علوفه یونجه افزایش و محتوای کربوهیدرات‌های غیر الیافی، ماده آلی و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام کاهش یافت. برداشت یونجه در عصر در مقایسه با صبح سبب افزایش کربوهیدرات‌های غیرالیافی و بخش سریع تجزیه ماده خشک و ماده آلی و کاهش محتوای پروتئین خام، الیاف، پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی و پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه شد. به طور کلی، یونجه برداشت شده در قبل از گلدهی و در نوبت عصر دارای ارزش تغذیه‌ای بالاتری بود. مقایسه نتایج آزمایش حاضر با سایر آزمایش‌هایی که در شرایط آب و هوایی مختلف و در نقاط متفاوت دنیا انجام شده‌اند، نشان می‌دهد که کیفیت علوفه یونجه در هر شرایطی عمدتاً به مرحله رشد و زمان برداشت بستگی دارد.

علوفه یونجه برداشت شده در قبل از گلدهی در مقایسه با اوایل گلدهی و عصر در مقایسه با صبح دارای بخش غیر قابل تجزیه بیشتری بود ($P < 0.05$). در آزمایش یاری و همکاران (۲۰۱۲) مرحله بلوغ و زمان برداشت علوفه یونجه بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای الیاف شوینده خنثی با روش کیسه‌های نایلونی آن اثری نداشت. مرحله بلوغ در آزمایش یو و همکاران (۲۰۰۳) نیز بر تجزیه-پذیری شکمبه‌ای الیاف شوینده خنثی در علوفه یونجه پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت انکوباسیون در شرایط آزمایشگاه اثر نداشت. با توجه به این که محتوای لیگنین علوفه یونجه برداشت شده در اوایل گلدهی در مقایسه با قبل از گلدهی بالاتر است (جدول ۱)، انتظار بر این بود که تجزیه‌پذیری الیاف شوینده خنثی آن در شکمبه کمتر باشد. احتمالاً پیوندهای بین سلولز و لیگنین در این نمونه کمتر بوده که سبب افزایش تجزیه‌پذیری آن شده است (ون سوست ۱۹۹۴).

منابع مورد استفاده

- Abate A, 2008. Effect of nitrogen fertilizer and harvesting stage on yield and quality of natural pasture in fogera district, nort western Ethiopia. MSc Thesis of Haramaya University.
- AOAC, 2000. Official methods of analysis. 17th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC.
- Brito F, Tremblay GF, Bertrand A, Castonguay Y, Belanger G, Michaud R, Lapierre H, Benchaar C, Petit HV, Ouellet DR and Berthiaume R, 2008. Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage improves milk yield of late-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91: 3968–3982.
- Brito F, Tremblay GF, Bertrand A, Castonguay Y, Belanger G, Michaud R, Lapierre H, Benchaar C, Petit HV, Ouellet DR and 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.
- Burns JC, Fisher DS and Mayland HF, 2007. Diurnal shifts in nutritive value of alfalfa harvested as hay and evaluated by animal intake and digestion. *Crop Science* 47: 2190–2197.
- Coblentz WK, Brink GE, Martin NP and Undersander DJ, 2008. Harvest timing effects on estimates of rumen degradable protein from alfalfa forages. *Crop Science* 48: 778–788.
- Deinum B and Maassen A, 1994. Effects of drying temperature on chemical composition and *in vitro* digestibility of forages. *Animal Feed Science and Technology* 46: 75–86.
- Edmunds B, Sudekum K-H, Spiekens H and Schwarz FJ, 2012. Estimating ruminal crude protein degradation of forages using *in situ* and *in vitro* techniques. *Animal Feed Science and Technology* 175: 95–105.
- Elizalde JC, Merchen NR and Faulkner DB, 1999. Fractionation of fiber and crude protein in fresh forages during the spring growth. *Journal of Animal Science* 77: 476-484.

- Erdman RA and Komaragiri M, 1991. An evaluation of portions of the 1989 NRC protein system for dairy cows. Proc. MD Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 21-22 March 1991, Baltimore, MD. MD Feed Ind. Council, College Park, pp. 49-60.
- Hoffman PC, Sievent SJ, Shaver RD, Welch DA and Combs DK, 1993. In situ dry matter, protein and fiber degradation of perennial forage. *Journal of Dairy Science* 76: 2632-2642.
- Hoy MD, Kenneth JM, George JR and Brummer EC, 2002. Alfalfa yield and quality as influenced by establishment method. *Agronomy Journal* 94: 65-71.
- Kirchhof S, 2007. Kinetik des ruminalen in situ-Nährstoffabbaus von Grünlandaufwüchsen des Alpenraumes unterschiedlicher Vegetationsstadien sowie von Maissilagen und Heu—ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Rationsgestaltung für Milchkühe. Dissertation, Agrar-und Ernährungswiss. Fak. Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Germany.
- Kirchhof S, Eisner I, Gierus M and Südekum KH, 2010. Variation in the contents of crude protein fractions of different forage legumes during the spring growth. *Grass and Forage Science* 65: 376-382.
- Lamb JFS, sheaffer CC and Debroah A, 2003. Population density and harvest maturity effects on leaf and stem yield in alfalfa. *Agronomy Journal* 95: 635-641.
- Licitra C, Hernandez TN and Van Soest PJ, 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 57: 347-358.
- NRC, 2001. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 7th revised ed. National Academy press, Washington DC, USA.
- Nugent JHA and Mangan JL, 1981. Characteristics of the rumen proteolysis of fraction 1 (18S) leaf protein in Lucerne (*Medicago sativa*L). *British Journal of Nutrition* 46: 39-58.
- Ørskov E and McDonald I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage *Journal of Agriculture Science* 92: 499-503.
- Pelletier S, Tremblay GF, Lafrenière C, Bertrand A, Belanger G, Castonguay Y and Rowsell J, 2009. Non-structural carbohydrate concentrations in timothy forage as affected by N fertilization, stage of development, and time of cutting. *Agronomy Journal* 101: 1372-1380.
- SAS, 2000: User's Guide: Statistics, 8 Edn. Statistical Analysis System Institute SAS/STAT, Cary, North Carolina.
- Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, Fox DG and Russell JB, 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science* 70: 3562-3577.
- Thompson DJ, Brooke BM, Garland GJ, Hall JW and Majak W, 2000. Effect of stage of growth of alfalfa on the incidence of bloat in cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 80: 725-727.
- Van Soest PJ, 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
- Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3598.
- Yarahmadi B and Ghorbani K, 2012. Determination of nutritive value and chemical composition of *Vicia ervilia*, *Vicia sativa* and *Lathyrus sativus* seed in Lorestan province. First regional seminar of forage plants (South west of Iran). Safiaband, Dezful (In Persian).
- Yari M, Valizadeh R, Naserian AA, Ghorbani GR, Rezvani Moghaddam P, Jonker A and Yu A, 2012b. 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.
- Yu P, Christensen DA, McKinnon JJ and Markert JD, 2003. 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.

Effect of maturity stage and cutting time on nutritional value of alfalfa hay harvested from tropical region

S Yousefinejad¹, F Fatahnia^{2*}, S Gh Mossavi³ and M Rashnavadi⁴

Received: July 23, 2015

Accepted: August 14, 2016

¹MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran

²Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran

³PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran

⁴Assistant Professor, Faculty of Veterinary Medicine, University of Ilam, Ilam, Iran

*Corresponding author: Email: f.fatahnia@ilam.ac.ir

Introduction: Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is commonly used as high-protein forage in diets of lactating cows. Cultivated alfalfa is the main forage ingredient for dairy rations in Iran with 5.5 million metric tonnes of hay harvested during season 2009–2010 (Yari et al., 2012). Alfalfa contains high nutrients levels, high digestibility, and unique proportion of structural to non-structural components (Yu et al., 2003). Chemical composition, nutritive value and crude protein (CP) fractions of alfalfa are influenced by cultivar, stage of maturity (SM; Coblenz et al., 2008; Yari et al., 2012), climate condition (Van Soest, 1994) and cutting time (CT; Brito et al., 2008, 2009; Yari et al., 2012) due to accumulation of non-structural carbohydrate during the day (Brilo et al., 2008, 2009). Various CP fractions present in feed differ in rate and extent of ruminal degradation. These fractions influence the amount of CP degraded in the rumen and escaping to the lower digestive tract (Van Soest, 1994). Furthermore, the knowledge of these CP fractions and degradation is used in modern diet formulation programs such as NRC (2001) to formulate ruminant diets. Therefore, information about CP fractions and degradability (NRC, 2001) should be taken in to consideration when formulating diets for ruminants.

Material and methods: This experiment was conducted in a field (10 m × 10 m) at Tropical Research Centre of Ilam University (Mehran, Iran; 33°07'N, 46°10'E). Total field was divided into 4 main plots (4 m × 5 m). Each main plot was then divided into 4 subplots (5 m²), so that the hay of each one harvested at different stage of maturity (pre-bloom vs. early bloom) and cutting time (06:00 am vs. 06:00 pm). No mineral-N fertilizer was applied on the plots during the growing period. The field was irrigated three times weekly during experiment. Stage of pre-bloom is approximately one week before the point at which the hay would be commercially harvested and the stage of early bloom is at the point of commercial cutting. Experimental treatments consisted of 1: alfalfa hay harvested pre-bloom in the morning, 2: alfalfa harvested pre-bloom in the afternoon, 3: alfalfa harvested early bloom in the morning and 4: alfalfa harvested early bloom in the afternoon. At the time of sample collection, a quadrat (250 cm²) was randomly thrown in each plot (one time) and all stems were harvested 5 cm above ground using a small scythe to calculate fresh yield. Immediately after cutting, the weight of fresh sample of each quadrat was recorded. Alfalfa samples dry matter (DM) was determined by oven drying for 48 h at 60° C. Before chemical analysis, samples were ground to pass through a 1-mm screen. The samples were analysed for DM, ash, ether extract (EE), CP, calcium and magnesium according to the standard methods (AOAC, 1990). The neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) and acid detergent lignin (ADL) were determined according to the procedures of Van Soest et al. (1991), without heat stable amylase and sodium sulphite. Non-fiber carbohydrate (NFC) was calculated according to NRC (2001). The CNCPS was used to divide CP into five fractions including A, B₁, B₂, B₃, C (Sniffen et al., 1992; Licitera et al., 1996). Ruminal degradability of DM, organic matter (OM), CP and NDF were measured by *in situ* method. Rumen undegradable protein (RUP) content of samples were estimated based on chemical composition and CP fractions according Kirchof (2007), Sniffen et al. (1992) and NRC (2001) equations.

Results and discussion: Alfalfa hay harvested at early bloom had higher fiber, lignin, RUP, EE and protein B₃ and C fractions and lower NFC and ruminal DM and OM degradability compared to alfalfa hay harvested at pre-bloom ($P < 0.05$). These results were in agreement to other studies (Yu et al., 2003; Yari et al., 2012). Alfalfa leaves have a higher CP, higher digestibility and lower fiber content compared with alfalfa stems (Van Soest, 1994). Therefore, the decreased leaf:stem ratio with advancing SM found in this study likely caused reduced CP, reduced *in situ* degradability and increased structural carbohydrates (e.g. NDF and ADF) similar to published results (Yari et al., 2012; Yu et al., 2003). Protein A fraction, crude protein (CP), calcium and magnesium of alfalfa hay not affected by MS. Harvesting alfalfa in the morning increased CP, neutral and acid detergent insoluble CP and RUP contents and decreased NFC content and ruminal DM and OM degradability compare to alfalfa harvested in the afternoon ($P < 0.05$). Content of protein B₃ fraction, OM, EE, lignin and calcium were not affected by alfalfa hay cutting time ($P > 0.05$). These results were consistent to findings of previous experiment (Yari et al., 2012; Kirchhof et al., 2010). During the day, alfalfa leaves did likely use of photosynthesis end-products to convert fraction A components into true protein (fraction B; Van Soest, 1994). The higher NFC content in alfalfa hay harvested in the afternoon compared to that harvested in the morning can be attributed to accumulation of photosynthetic sugars during the day (Van soest, 1994). Factors such as time of cutting, day length, temperature, sunshine intensity and mode of forage conversation can influence CHO fractionation during day (Van Soest, 1994; Brito et al., 2008, 2009) and might therefore be the cause of differences among studies.

Conclusion: Potential nutrient supply to the animal reduced with advancing alfalfa maturity. With advancing maturity, protein content and digestibility decreased, while fiber fractions increased. Cutting alfalfa in the afternoon increased NFC content compared with cutting alfalfa in the morning. Collectively, alfalfa harvested at pre-bloom and in the afternoon had higher nutritional value.

Keywords: Alfalfa hay, Chemical composition, Different protein fractions, Ruminal degradability