نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۹۰-۷۷

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 1, Spring 2021, p. 77-90

مقاله علمی - پژوهشی

تاثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم علوفه‌های آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو

سکینه شکری پور[۱]، جواد بیات کوهسار[۲*]، فرزاد قنبری[۲] و رضا راه چمنی [۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۷

چکیده

مطالعه‌ای به منظور بررسی تأثیر زمان برداشت (صبح در مقابل بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم علوفه‌های یونجه، شبدر و جو انجام شد. علوفه یونجه، شبدر و جو در دو نوبت صبح (۰۶:۰۰) و بعد از ظهر (۱۸:۰۰) تقریباً ۵ تا ۷ سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک برداشت شدند. بخشی از آن‌ها در سطح زمین برای خشک کردن در زیر آفتاب پخش شدند. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین شد. به‌منظور برآورد فراسنجه‌های تولید گاز، از آزمون تولید گاز استفاده شد. قابلیت هضم برون‌تنی نمونه‌ها با استفاده از روش کشت بسته تعیین شد. نتایج نشان داد که زمان برداشت تاثیر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی علوفه‌های یونجه و شبدر داشت ($P<0/05$)، هر چند در مورد علوفه جو این تاثیر معنی‌دار نبود. علوفه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با نمونه‌های برداشت شده در صبح، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی کمتر و مقدار نشاسته و کربوهیدرات محلول در آب بالاتری داشتند. از نظر فراسنجه‌های تولید گاز، علوفه برداشت بعد از ظهر به‌طور غیرمعنی‌داری دارای پتانسیل تولید گاز بالاتری بودند. نتایج نشان داد که زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک (۶۶ در مقابل ۵۹ درصد) و ماده آلی (۶۴ در مقابل ۵۸/۵ درصد) جو برداشت شده در بعد از ظهر یا صبح داشت ($P<0/05$). زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر تولید پروتئین میکروبی، بازده تولید پروتئین میکروبی و عامل تفکیک علوفه خشک یونجه، شبدر و جو نداشت ($P>0/05$). با این حال، مقدار عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی در علوفه بعد از ظهر برداشت بالاتر بود. با این حال، به نظر می‌رسد که در شرایط یکسان از نظر کلیه عوامل مؤثر بر کیفیت و ارزش غذایی علوفه، به تأخیر انداختن زمان برداشت از صبح به بعد از ظهر می‌تواند ارزش تغذیه‌ای علوفه را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: زمان برداشت، ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز، قابلیت هضم

مقدمه

در زراعت گیاهان علوفه‌ای، افزایش عملکرد علوفه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اما عملکرد به‌تنهایی تعیین کننده حد مطلوب علوفه نیست و کیفیت علوفه اهمیت بیشتری دارد (۳۵). سطح مراتع کشور در حدود ۹۰ میلیون هکتار برآورد شده است که تقریباً حدود ۱۰ میلیون تن علوفه در سال تولید می‌کنند. این مقدار علوفه تنها می‌تواند خوراک ۱۶ میلیون واحد دامی را تأمین کند. در حالی‌که ۵۶ میلیون واحد دامی به علوفه این مراتع متکی هستند. در این راستا مشکلات موجود در تأمین علوفه، از عوامل محدود کننده دامپروری محسوب می‌شوند.

خشک کردن یونجه در مزرعه باعث از دست رفتن مواد مغذی به‌خاطر آسیب فیزیکی برگ‌ها و اکسیداسیون کاروتن می‌گردد. از طرفی دیگر تهیه‌ی سیلاژ یونجه به واسطه وجود کربوهیدرات‌های نامناسب وخاصیت بافری بالای آن مشکل است. ایران دارای ۲۰ میلیون هکتار زمین زراعی است. از این میزان، ۲۸۴/۹ هزار هکتار سطح زیر کشت یونجه است که بیشترین سطح را در بین گیاهان علوفه‌ای به خود اختصاص داده است. در فصول مختلف رشد، شرایط آب وهوایی به‌ویژه درجه حرارت هوا، شدت و زاویه تابش نور خورشید تغییر می‌کند که این امر ممکن است بر میزان تولید کربوهیدرات‌ها (ساختمانی و غیرساختمانی) و ترکیبات نیتروژن‌دار اثر گذاشته و در نهایت ارزش تغذیه‌ای یونجه خشک را تحت تأثیر قرار دهد. برنز و همکاران (۹) گزارش کردند که چین‌های یونجه در آخر تابستان،

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.
۲-استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email:javad_bayat@yahoo.com
Doi:10.22067/ijasr.v13i1.84019

کربوهیدرات ساختمانی بیشتری نسبت به اوایل تابستان دارند. ویلسون و همکاران (۴۸) گزارش کردند که افزایش دما باعث تحریک تولید بیشتر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیگنین درساقه گراس برمودا شد. مکدونالد و همکاران (۳۱) بیان کردند که درصد ماده خشک گیاهان به عوامل زیادی مانند گونه، مراحل رشد قسمت‌های مختلف گیاه، رطوبت خاک و بارندگی بستگی دارد. ترکیب شیمیایی گیاهان علوفه‌ای در شرایط طبیعی تحت تأثیر عواملی همانند توپوگرافی، زمان برداشت و چین، و شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرند. مرحله رشد گیاه در زمان برداشت مهمترین عامل مؤثر برکیفیت علوفه است (۸). تاریخ برداشت یونجه عامل مهمی برای به‌دست آوردن علوفه بیشتر است و تعیین آن باید براساس زمان معینی از رشد گیاه باشد. با افزایش مرحله بلوغ مقدار ماده خشک در واحد سطح افزایش و مقدار پروتئین خام و قابلیت هضم گیاه کاهش می‌یابد (۲۶). کاهش ارزش غذایی یونجه با پیشرفت مرحله رشد، به‌دلیل کاهش غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین خام، افزایش سهم کربوهیدرات‌های ساختمانی و لیگنین در گیاه است (۴۶). ویلسون و همکاران (۴۸) گزارش کردند که با افزایش بلوغ، محتوای دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز افزایش می‌یابد. اثرات برداشت علوفه در صبح و بعد از ظهر متفاوت است. تفاوت روزانه گیاهان در کربوهیدرات‌های غیرساختاری است. به تأخیر انداختن برداشت علوفه به اواخر بعد از ظهر می‌تواند باعث افزایش کربوهیدرات‌های غیرساختاری، درعلوفه شود (۵، ۱۵، ۳۰). نشخوارکنندگان می‌توانند بین علوفه برداشت صبح و بعد از ظهر فرق بگذارند و آن‌ها علوفه برداشت بعد از ظهر را در مقایسه با برداشت صبح بیشتر می‌خورند (۱۴). کربوهیدرات‌های محلول مثل گلوکز، فروکتوز و ساکارز به وسیله فتوسنتز گیاهان در طول روز تولید می‌شوند. در طول روز، فتوسنتز سبب افزایش خالص در غلظت قندهای محلول برگ‌ها می‌شود. ولی در طول شب این قندها تا حد زیادی توسط گیاه مصرف می‌شوند. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که غلظت کربوهیدرات‌های غیرساختمانی در گراس‌ها و لگوم‌های برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با برداشت صبح به‌دلیل توانایی گیاه در تجمع کربوهیدرات‌های محلول در طول روز بیشتر است (۳۹). یاری و همکاران (۴۸) نتیجه گرفتند که برداشت یونجه در بعدازظهر در مقایسه با برداشت صبح باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای در نشخوارکنندگان می‌شود. گاو، گوسفند و بز یک اولویت قوی برای علوفه برداشت بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت صبح دارند. حیوانات دیگر نیز علوفه برداشت بعد از ظهر را به علوفه برداشت صبح ترجیح می‌دهند (۱۶). کیم (۲۵) گزارش کرد که افزودن یونجه چیده شده در بعد از ظهر به‌مقدار ۴۰ درصد جیره پایه در جیره کاملاً مخلوط باعث بهبود عملکرد گاوهای شیرده شد.

در علوفه برداشت بعدازظهر مجموع مواد مغذی قابل هضم بالاتر، پروتئین خام متفاوت، اما الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی کمتری نسبت به برداشت صبح دارد (۳۹). برداشت علوفه در بعد از ظهر باعث جمع شدن مقدار زیادی قند می‌شود و ارزش غذایی علوفه برداشت بعد از ظهر نسبت به علوفه برداشت صبح بیشتر است (۲۹). هدف از انجام این مطالعه، بررسی تاثیر زمان برداشت (صبح و بعدازظهر) بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی علوفه‌های آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو بود.

مواد و روش ها

جمع‌آوری و آماده‌سازی نمونه

علوفه‌های یونجه و شبدر در چین دوم و در اوایل گلدهی و جو در مرحله خمیری در دو نوبت صبح ساعت (۰۶:۰۰) و بعدازظهر ساعت (۱۸:۰۰) به‌وسیله داس و روش دستی (سنتی) تقریباً ۵ تا ۷ سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک از مزارع اطراف شهرستان گنبد با مختصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ متر ارتفاع از سطح دریا، متوسط بارندگی ده ساله درحدود ۴۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد، چیده شدند و علوفه‌های برداشت شده در هر نوبت در سطح زمین جهت خشک کردن در زیر آفتاب پخش شدند. علوفه پخش شده در مزرعه جهت خشک کردن و جلوگیری از فساد، زیر و رو می‌شدند. این عمل برای ۵-۳ روز طول کشید و در تمام این مراحل سعی بر این بود که عملی مشابه آنچه که در شرایط مزرعه توسط مزرعه‌داران انجام می‌شود، انجام گیرد. پس از خشک کردن، به طور تصادفی از قسمت‌های مختلف مزرعه، اقدام به جمع‌آوری نمونه شد. نمونه‌ها سپس با هم مخلوط و جهت انجام مطالعات به آزمایشگاه منتقل شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۵ درجه سلسیوس خشک و با استفاده از توری ۱ میلی‌متری (ترکیبات شیمیایی) و ۱/۵ میلی‌متری (آزمایش‌های تولید گاز و قابلیت هضم) آسیاب گردیدند.

مقدار ماده خشک، خاکستر خام (سوزاندن در کوره الکتریکی)، چربی خام (روش سوکسله) و پروتئین خام (کجلدال، شرکت Tecator – کشور سوئد) طبق روش‌های استاندارد AOAC (۱) تعیین شدند. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (بدون استفاده از آمیلاز) طبق روش ون‌سوست و همکاران (۴۷) تعیین گردید. مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب بر اساس روش هچ و هوفریتر (۲۱)، همی‌سلولز (HC)، مقدار کل مواد مغذی قابل‌هضم، انرژی خالص رشد، انرژی خالص شیردهی بر اساس معادله پیشنهادی انجمن تحقیقات ملی (۳۷) و مقدار نشاسته بر اساس روش تایوماناوان و سداسیوام (۴۴) انجام شد.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی

برای آزمون تولید گاز طبق پیشنهاد منک و استینگاس (۳۳)، مایع شکمبه از تعداد ۳ گوسفند دارای فیستولای شکمبه‌ای با میانگین وزن ۲±۴۵ کیلوگرم جمع‌آوری شد. حیوانات در سطح نگهداری با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه (یونجه و سیلاژ ذرت به نسبت مساوی) و ۳۰ درصد کنسانتره (جو، کنجاله تخم پنبه، سبوس و مکمل) تغذیه شدند و به آب آزادانه دسترسی داشتند. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از نمونه‌ها با ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط بافر و مایع شکمبه (نسبت ۲ به ۱) در بطری‌های شیشه‌ای ریخته شده و درب آنها با استفاده از درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی کاملاً بسته و در دمای ۳۹ درجه سلسیوس به مدت ۹۶ ساعت انکوباسیون شدند. به منظور تصحیح گاز تولید شده با منشأ مایع شکمبه، ۵ ویال شیشه‌ای بدون نمونه خوراکی و دارای ۳۰ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی، به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. برای ایجاد شرایط بی‌هوازی گاز دی اکسید کربن به داخل ویال‌ها تزریق و بعد از درپوش‌گذاری، در حمام آب گرم با دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار داده شدند. فشار گاز تولید شده در فواصل زمانی ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بعد از انکوباسیون ثبت شد. آزمایش سه بار تکرار شد. مقادیر قابلیت هضم ماده آلی طبق روش منک و استینگاس (۳۳)، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر طبق روش ماکار (۲۷) و انرژی قابل متابولیسم نیز طبق منک و همکاران (۳۴) محاسبه شد. حجم خالص گاز با کاستن میانگین گاز تولیدی ویال‌های بلانک از ویال‌های دارای نمونه حاصل شد. برآورد فراسنجه‌های تولید گاز تویط رابطه ارسکوف و مکدونالد (۳۸)

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

در این رابطه

P: حجم تولید گاز در زمان t به صورت تجمعی

c: ثابت نرخ تولید گاز

b: گاز تولید شده از بخش قابل تخمیر

t: مدت زمان انکوباسیون می‌باشد

داده‌های جمع‌آوری شده در قالب طرح کاملا تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۴۰) ویرایش ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

اندازه‌گیری قابلیت هضم در شرایط برون‌تنی

در مرحله بعد، قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ماده آلی در شرایط آزمایشگاهی (کشت بسته) انجام شد (۴۷). محلول‌های مورد نیاز بزاق مصنوعی مانند روش تولید گاز تهیه شد. شیرابه شکمبه با نسبت ۱ (مایع شکمبه) به ۲ (محلول بزاق) مخلوط شده و pH مخلوط توسط دستگاه pH سنج الکترونیکی کنترل و به ۶/۸ رسانده شد. مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از مخلوط را به ویال‌های شیشه‌ای که حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه‌ها بود ریخته و در حمام آب گرم در دمای ۳۹ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت جهت انکوباسیون قرار داده شد. در پایان مدت انکوباسیون، ویال‌های شیشه‌ای از حمام آب گرم خارج و جهت غیر فعال شدن فعالیت میکروبی در آب سرد قرار داده شدند و pH نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی، مقدار ۵ میلی‌لیتر از مایع شکمبه گرفته شد و با مقدار مساوی اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال، اسیدی و در فریزر با دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه با روش فنل – هیپوکلرایت اندازه‌گیری شد (۷). پس از صاف نمودن محتویات کشت، باقی‌مانده به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک و درصد قابلیت هضم ماده خشک آن‌ها محاسبه شد. برای محاسبه قابلیت هضم ماده آلی، ماده خشک حاصله در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار داده و خاکستر محاسبه شد. فشار گاز با استفاده از فشارسنج در ساعت‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۲۴ انکوباسیون ثبت و گاز تجمع یافته آزاد گردید. بازده تولید گاز (GP_{24}) به صورت حجم گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون تقسیم بر مقدار ماده تجزیه شده واقعی (گرم) محاسبه شد شد (۱۸). محاسبه توده میکروبی تولید شده با استفاده از رابطه پیشنهادی بلومل و همکاران (۴) انجام شد:

(۲/۲ – عامل تفکیک)- نسبت ماده تجزیه شده واقعی = توده میکروبی تولید شده (میلی‌گرم به ازاء گرم ماده خشک)

که عامل تفکیک (PF) بنا به تعریف برابر است با نسبت میلی‌گرم ماده آلی حقیقی هضم شده بر میلی‌لیتر حجم گاز خالص تولیدی می‌باشد. بازده مقدار توده میکروبی با تقسیم توده میکروب تولید شده بر مقدار ماده آلی حقیقی قابل تخمیر در پایان زمان انکوباسیون (۲۴ ساعت) محاسبه گردید. آنالیز داده‌های حاصل با رویه GLMنرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ (۴۰) و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه خشک یونجه، شبدر و جو

نتایج مربوط به تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو در جدول ۱ نشان داده شده است. طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، بین علوفه یونجه آفتاب خشک برداشت شده در صبح و علوفه برداشت شده در بعد از ظهر از نظر برخی از صفات مربوط به ترکیب شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$). علوفه یونجه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح به‌طور معنی‌داری ماده آلی، پروتئین خام، کل مواد مغذی قابل هضم، انرژی خالص شیردهی و انرژی خالص رشد بالاتری داشت ($P<۰/۰۵$). هر

چند بین دو علوفه برداشت شده در صبح و بعد از ظهر از نظر مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و همی‌سلولز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵)؛ اما از نظر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی برداشت یونجه در بعد از ظهر کاهش ۸/۵ درصدی را نشان داد. مقدار کربوهیدرات محلول در آب و نشاسته در علوفه یونجه برداشت بعد از ظهر به‌طور غیر معنی‌داری افزایش نشان داد (P>۰/۰۵).

تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه شبدر نیز معنی‌دار بود. برداشت علوفه شبدر در بعد از ظهر به‌طور معنی‌داری باعث کاهش خاکستر خام، مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و افزایش مقدار کل مواد مغذی قابل‌هضم، انرژی خالص رشد، انرژی خالص شیردهی و همی‌سلولز شد (P<۰/۰۵). بین علوفه شبدر برداشت شده در صبح و بعد از ظهر از نظر مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی، مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب و نشاسته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با این حال، مقدار نشاسته و کربوهیدرات‌های محلول در آب در علوفه برداشت شده در بعد از ظهر به‌طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به علوفه برداشت صبح بالاتر بود. ارزش انرژی‌زایی علوفه خشک یونجه و شبدر بر حسب کل مواد مغذی قابل هضم به طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان برداشت قرار گرفت و برای علوفه یونجه برداشت شده در صبح از ۵۵/۰۱ به ۶۲/۱۶ درصد در بعد از ظهر و برای علوفه شبدر برداشت شده در صبح از ۵۶/۷۱ به ۶۰/۹۲ درصد در بعد از ظهر رسید. زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه خشک جو کمترین تأثیر را داشت. از این نظر، علوفه برداشت شده در بعد از ظهر انرژی خالص شیردهی و انرژی خالص رشد بالاتری داشت. علوفه برداشت شده در بعد از ظهر به‌طور غیر معنی‌داری از الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی پایین‌تر و مقدار کربوهیدرات محلول در آب بالاتری برخوردار بود (P>۰/۰۵).

به‌طور کلی، نتایج حاصل از برداشت هر سه علوفه در صبح و بعد از ظهر نشان داد که زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی علوفه لگومینه یونجه و شبدر دارد. از این نظر ترکیب شیمیایی علوفه جو تحت تأثیر زمان برداشت قرار نگرفت. نتایج حاصل از این مطالعه همسو با نتایج فیشر و همکاران (۱۲، ۱۴ و ۱۵)؛ هانتیگتون و برنز (۲۳)؛ بریتو و همکاران (۵ و ۶) بود. آنچه در پژوهش حاضر قابل‌ملاحظه بود، کاهش سهم کربوهیدرات‌های ساختمانی و افزایش کربوهیدرات‌های محلول در آب و نشاسته در نتیجه برداشت علوفه در بعد از ظهر در مقایسه با برداشت علوفه در صبح بود. از این نظر، برداشت علوفه یونجه و شبدر در بعد از ظهر در مقایسه با صبح به‌طور معنی‌داری باعث کاهش به ترتیب ۸/۵ و ۵/۲۵ درصدی در مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شد و این کاهش در علوفه جو ۳/۲۵ درصد بود که معنی‌دار نبود. ترکیبات شیمیایی گیاهان علوفه‌ای در شرایط طبیعی تحت تأثیر عواملی همانند ویژگی‌های توپوگرافی (۴۳)، شرایط آب و هوایی (۴۶)، چین و زمان برداشت (۸ و ۵) قرار دارد. تأثیر زمان برداشت بر تغییرات ترکیب شیمیایی را می‌توان به فرآیند فتوسنتز در طول روز و شب نسبت داد. با طلوع خورشید، گیاه با استفاده از انرژی نورانی خورشید آب و دی‌اکسید کربن را برای تولید قندهای محلول و نشاسته استفاده خواهد کرد، و تولید این محصولات در قسمت‌های بالایی و برگ گیاه در مقایسه با ریشه‌ها و قسمت‌های پایینی ساقه در گیاهانی مانند یونجه و گیاهان مرتعی سریع‌تر می‌باشد. در نتیجه در طول مدت روز و در اواخر روز آفتابی مقدار قندها به‌خصوص در برگ‌ها به حداکثر خود می‌رسد. در طول شب، گیاه به انتقال قندها و کربوهیدرات‌ها از برگ‌ها به ریشه‌ها ادامه داده و برای انجام تنفس از بخشی از این کربوهیدرات‌ها استفاده می‌کند. نتیجه نهایی اینکه قندها در علوفه‌های برداشت شده (برگ‌ها و ساقه‌ها) در ابتدای صبح در حداقل مقدار خود قرار دارند و این می‌تواند دلیلی برای برخی از دامداران و مزرعه‌داران باشد که معتقدند برداشت علوفه در اواخر روز موجب حداکثر شدن قندهای به‌شدت قابل‌هضم و نیز خوش‌خوراکی آن‌ها می‌شود. هنگامی‌که یک گیاه علوفه‌ای برداشت می‌شود، هنوز از لحاظ فیزیولوژیکی زنده است و به متابولیسم خود و استفاده از قندهای محلول ادامه می‌دهد تا زمانی که رطوبت کم و موجب کاهش و توقف متابولیسم شود. تنفس در طول شب منجر به اتلاف بیشتر ترکیبات کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی (NSC) می‌شود که با به تأخیر انداختن زمان برداشت به اواخر روز می‌توان این اتلاف را جبران کرد (۳۸، ۴۲). در این مطالعه، در هر سه علوفه غلظت کربوهیدرات محلول در آب به‌طور غیر معنی‌داری در علوفه‌های برداشت‌شده در بعدازظهر در مقایسه با علوفه برداشت‌شده در صبح بالاتر بود.

ملوین (۳۲) گزارش کرد که برداشت یونجه در بعد از ظهر باعث افزایش قابل ملاحظه قند و نشاسته می‌شود. در مطالعات فیشر و همکاران ۱۴ و ۱۵)، هانتیگتون و برنز (۲۳) بالا بودن غلظت کل کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی در گراس‌ها و لگوم‌های برداشت شده در بعد از ظهر به دلیل تشکیل کربوهیدرات‌های محلول در طول روز مرتبط دانسته شد. در مطالعه‌ای نشان داده شد که برداشت یونجه در بعد از ظهر افزایش۵۰، ۱۹ و ۲۲ درصدی در غلظت‌های به ترتیب کربوهیدرات محلول در آب، نشاسته و کل مواد مغذی قابل هضم را به دنبال داشت (۵).

جدول ۱- تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعدازظهر) بر ترکیب شیمیایی علوفه آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو (درصد ماده خشک)

Table1-Effect of harvesting time (morning *vs.* afternoon) on the chemical composition of sun-drying alfalfa, clover and barley forages (% DM)

	Alfalfa				Clover				Barley			
	Morning	Afternoon	SEM	*p-value*	Morning	Afternoon	SEM	*p-value*	Morning	Afternoon	SEM	*p-value*
DM[1]	26.16[b]	28.60[a]	1.22	0.057	41.06[a]	36.55[b]	2.52	0.042	53.38	54.41	0.514	0.810
Ash	10.58[a]	9.29[b]	0.64	≤0.0001	10.24[a]	8.56[b]	0.84	≤0.0001	8.51	9.45	0.470	0.280
OM[2]	89.42[b]	90.71[a]	0.64	≤0.0001	88.36	92.56	2.10	0.099	91.48	90.54	0.470	0.280
ADF[3]	41.00[a]	32.50[b]	4.25	0.0009	37.25[a]	32.00[b]	2.62	0.025	34.50	31.75	1.375	0.061
NDF[4]	56.25	52.00	2.12	0.069	55.00	54.00	0.50	0.632	57.00	55.00	1	0.285
CP[5]	14.44[b]	16.15[a]	0.085	≤0.0001	11.16	11.61	0.22	0.176	10.08	10.37	0.142	0.485
TDN[6]	55.01[b]	62.16[a]	3.57	0.0005	56.71[b]	60.92[a]	2.10	0.023	56.28	58.50	1.110	0.050
NFC[7]	17.22	21.05	1.91	0.09	22.06	24.32	1.15	0.352	28.90	28.90	0.350	0.666
NEg[8]	0.585[b]	0.795[a]	0.10	0.0005	0.632[b]	0.75[a]	0.06	0.019	0.62[b]	0.68[a]	0.032	0.046
NE_L[9]	1.22[b]	1.40[a]	0.09	0.0004	1.27[b]	1.37[a]	0.05	0.024	2.26[a]	1.31[b]	0.475	0.046
HEMI[10]	15.25	19.50	2.12	0.061	17.75[b]	22.00[a]	2.12	0.025	22.50	23.25	0.375	0.767
WSC[11]	58.07	68.63	5.28	0.111	47.10	58.55	5.72	0.111	61.66	69.00	3.67	0.136
Starch (mg/kg DM)	324.95	350.32	12.68	0.311	248.43	312.36	31.9	0.055	383.54	387.04	1.74	0.727

در هر ردیف اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف آماری دارند (P <۰/۰۵).

Means in a row with different superscripts are significant at (P<0.05)

[1]Dry Matter, [2]Organic Matter, [3]Acid Detergent Fiber, [4]Neutral Detergent Fiber, [5]Crud Protein, [6]Total Digestible Nutrients, [7]Non-fiber carbohydrate, [8]Net Energy Gain (*Mcal kg*-[1]), [9]Net Energy of Lactation (*Mcal kg*-[1]), [10] Hemicellulose, [11]Water Soluble Carbohydrates.

به طور کلی، در این مطالعه غلظت اجزاء دیواره سلولی گیاهان مورد مطالعه در علوفه‌های برداشت شده در بعد از ظهر روند کاهشی داشت که همسو با نتایج فیشر و همکاران (۱۴ و ۱۵) بود. هر چند در برخی از مطالعات تأثیری مشاهده نشده است (۹ و ۱۲) که می‌توان کاهش غلظت اجزاء دیواره سلولی و سایر مواد مغذی در بعد از ظهر را نتیجه رقیق شدن به خاطر افزایش نسبت قندهای محلول در گیاه نسبت داد (۴۴). علوفه‌های برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه‌های برداشت شده در صبح از مقدار انرژی خالص رشد و انرژی خالص شیردهی (به جز شبدر)، بالاتری برخوردار بودند که مطابق با نتایج مایلند و همکاران (۲۹) بود که گزارش کردند برداشت علوفه در بعد از ظهر در مقایسه با برداشت صبح، باعث بهبود محتوای انرژی علوفه می‌شود. هر چند اشکال مختلف انرژی بیان شده در این مطالعه بر اساس معادلات انجمن تحقیقات ملی و با توجه به ترکیب شیمیایی تخمین زده شده است که به‌نظر می‌رسد با توجه به بالاتر بودن محتوای کربوهیدارت‌های غیر الیافی و کمتر بودن مقادیر دیواره سلولی و لیگنین افزایش در محتوای انرژی را می‌توان به این خاطر هم نسبت داد. همان‌طور که ذکر شد غلظت کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی گیاه در طول روز متغیر و در ساعت‌های نزدیک به غروب آفتاب بیشتر از ساعت‌های اولیه روز است. در حقیقت پتانسیل گیاه در ارتباط با جمع‌آوری منابع کربوهیدراتی قابل تخمیر تابع طول دوره روشنایی و شدت نوردهی قرار می‌گیرد. زمان برداشت بر مقدار مصرف خوراک جیره در گاوهای گوشتی تأثیر داشته است (۱۴). در یک آزمایش عملکردی، گاوهای شیری تغذیه شده از جیره حاوی ۴۰ درصد علوفه یونجه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه علوفه برداشت شده در صبح ۱۰ درصد مصرف خوراک بالاتری داشتند (۲۵). در این مطالعه، گاوها حدود ۱۰ درصد تولید شیر و افزایش وزن بالاتری داشتند.

گاوهای تغذیه شده با علوفه دارای کربوهیدرات محلول در آب بالا، مصرف نیتروژن جیره کمتری داشتند، با این‌حال، تبدیل نیتروژن جیره به پروتئین شیر مؤثرتر بوده است (۳۵). پیشنهاد شده است که افزایش بازدهی نیتروژن جیره، به دلیل بهبود نیتروژن شکمبه‌ای با افزایش تولید اسید پروپیونیک بوده است. تأثیر زمان برداشت از صبح به بعد از ظهر می‌تواند به عنوان یک روش کارآمد جهت افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب و قابل تخمیر در علوفه‌های لگومی و گرامینه باشد (۸، ۱۵ و ۳۰). بالاتر بودن غلظت کربوهیدرات محلول در آب در علوفه‌ها باعث افزایش ارزش غذایی و مقدار انرژی آنها شده و از این رو بازدهی مواد مغذی برای تولید شیر را افزایش می‌دهد (۳۵).

جدول۲- تأثیر زمان برداشت (صبح در مقابل بعدازظهر) بر فراسنجه‌های تولید گاز علوفه‌های آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو

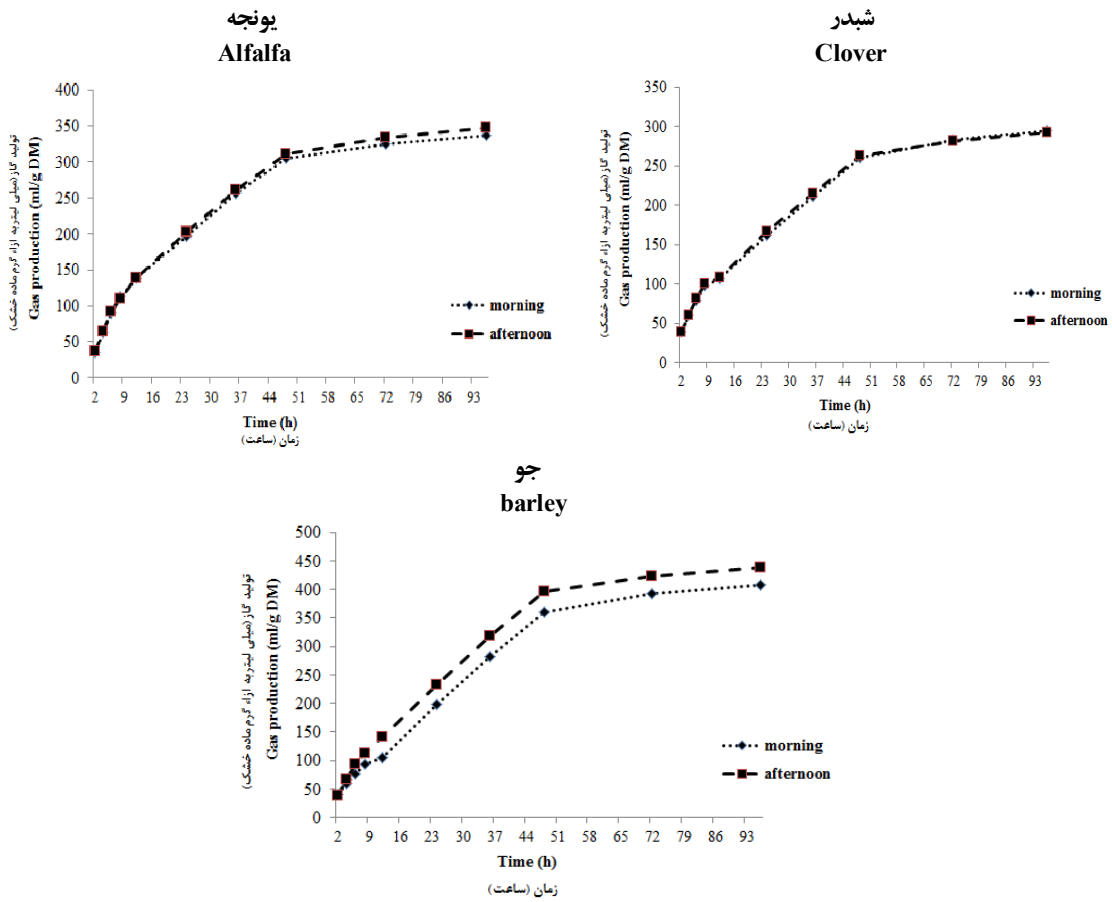
Table 2- Effect of harvest time (morning vs. afternoon) on gas production parameters of sun-drying alfalfa, clover and barley forages.

	Alfalfa				Clover				Barley			
	Morning	Afternoon	SEM	*p-value*	Morning	Afternoon	SEM	*p-value*	Morning	Afternoon	SEM	*p-value*
(a+b) (ml/gDM)[1]	339.4±5.79	340.3±4.9	-	-	296.3±8.31	293.8±6.83	-	-	452.6±12.08	467.6±8.23	-	-
C (ml/gDM)[2]	0.0429±0.0019	0.0416± 0.0015	-	-	0.039± 0.0028	0.041±0.0025	-	-	0.027±0.0016	0.032±0.0013	-	-
SCFA (mmol)[3]	0.87	0.88	0.005	0.963	0.69	0.73	0.02	0.255	0.88b	1.002[a]	0.061	0.001
ME (MJ/Kg)[4]	11.01[b]	11.91[a]	0.45	0.002	9.26	8.85	0.2	0.083	5.08	5.32	0.12	0.129
OMD (%DM)[5]	50.29	50.51	0.11	0.917	42.94	44.94	1	0.267	50.24b	55.13a	2.44	0.001

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$)

Means in a row with different superscripts are significant at ($P<0.05$)

[1]Gas production potential, [2]Gas production rate, [3]Short chain fatty acid, [4]Metabolizable energy, [5]Organic matter digestibility.



شکل ۱- روند تولید گاز علوفه‌های آفتاب خشک یونجه، شبدر و جو برداشت شده در صبح یا بعد از ظهر

Figure 1- Gas production curves of sun-drying alfalfa, clover and barley forages harvested at morning versus afternoon time

تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر فراسنجه‌های تولید گاز علوفه خشک یونجه، شبدر و جو

نتایج مربوط به تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر روند و فراسنجه‌های تولید گاز علوفه خشک یونجه، شبدر و جو در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر پتانسیل تولید گاز و نرخ تولید گاز علوفه یونجه نداشت. از نظر پارامترهای تخمینی، علوفه یونجه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح از انرژی قابل متابولیسم بالاتری برخوردار بود (P<۰/۰۵). برداشت علوفه شبدر در صبح یا بعد از ظهر هیچ تأثیری بر پتانسیل تولید گاز و پارامترهای تخمیری نداشت (P>۰/۰۵). علوفه جو برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح به‌طور معنی‌داری قابلیت هضم ماده آلی و غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر بالاتری داشت (P<۰/۰۵). از نظر روند تولید گاز در زمان‌های مختلف پس از انکوباسیون (شکل ۱) نیز بین علوفه یونجه، شبدر و جو برداشت شده در صبح و بعد از ظهر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵).

نتایج این مطالعه از نظر تأثیر زمان برداشت بر فراسنجه‌های تولید گاز در توافق با نتایج یاری و همکاران (۴۹) بود. بررسی کیتینک تخمیری به‌روش تولید گاز به یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای ارزیابی خوراک تبدیل‌شده است و می‌تواند بازتابی از الگوی تخمیر شکمبه باشد (۱۹، ۱۸ و ۲۴). تولید گاز عمدتاً به‌خاطر هضم کربوهیدرات‌های محلول و غیر محلول است (۳۳) و حضور پروتئین بالاتر از سطح نیاز میکروب‌ها موجود در مایع شکمبه به‌علت تبدیل شدن به آمونیاک می‌تواند اثر مهاری بر تخمیر و در نتیجه بر تولید گاز داشته باشد (۱۹ و ۲۴). جان و ون‌گلدر (۲۴) گزارش کردند که با افزایش سن علف گراس پتانسیل تولید گاز به خاطر کاهش مقدار پروتئین خام و افزایش کربوهیدرات‌های ساختاری افزایش یافت که به ازاء هر درصد افزایش در مقدار پروتئین تولید گاز به مقدار ۲/۵ میلی لیتر به ازاء هر گرم ماده

آلی کاهش یافت.

تولید گاز یک فراسنجه‌ی مهم برای شناسایی قابلیت هضم و تخمیر نهایی و ساخت پروتئین میکروبی از مواد اولیه به وسیله میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌باشد (۴۲). بالا بودن تولید گاز بیانگر بالا بودن انرژی قابل متابولیسم و همچنین نیتروژن قابل تخمیر و سایر مواد مغذی لازم برای فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌باشد. بلومل و ارسکوف (۳) نشان دادند که حجم گاز تولیدی منعکس‌کننده تخمیر مواد خوراکی به تولید اسیدهای چرب زنجیر کوتاه است. این بحث می‌تواند برآوردی از قابلیت هضم ظاهری باشد. به طور دقیق، میزان گاز تولیدی با مقدار و نسبت استات و بوتیرات نیز مرتبط می‌باشد؛ زیرا فقط تخمیر ماده خوراکی به استات و بوتیرات، تولید دی‌اکسید کربن و در نتیجه گاز متان می‌کند. حدود ۵۰ درصد حجم گازهای تولیدی را دی‌اکسید کربن و متان تشکیل داده که به طور مستقیم از تخمیر ناشی می‌شوند. تولید گاز در شرایط برون‌تنی، از دو منبع متابولیسم میکروبی (مستقیم) و واکنش اسید محصول نهایی با بی‌کربنات در محیط کشت (غیرمستقیم) حاصل می‌شود (۲). با افزایش گاز تولیدی، قابلیت هضم ماده خشک نیز افزایش می‌یابد. این موضوع نشان‌دهنده آن است که تولید گاز یک بخش لاینفک از تخمیر شدن مواد خوراکی است (۲۸). محصولات نهایی هضم شکمبه‌ای، گازها (عمدتاً دی‌اکسید کربن و گاز متان)، اسیدهای چرب فرار و توده‌ی میکروبی می‌باشند (۱۹). با توجه به این‌که میزان گاز تولیدی وابسته به ترکیب شیمیایی ماده‌ی خوراکی می‌باشد، عواملی از جمله گونه، زمان برداشت و مرحله‌ی بلوغ گیاه و نیز روش‌های مختلف عمل‌آوری بر ترکیب شیمیایی و میزان گاز تولیدی تأثیر می‌گذارند.

منابع خوراکی که میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی کمتری دارند، پتانسیل تولید گاز آن‌ها بالا است. همچنین با افزایش نسبت بخش محتوای دیواره سلولی لیگنینی شده، تخمیر کمتر صورت گرفته و منجر به کاهش در تولید گاز می‌شود (۱۲). به‌دلیل وجود همبستگی منفی بین الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با نرخ و حجم گاز تولیدی (۲۰)، کاهش در میزان الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی باعث افزایش گاز تولیدی شد. این ممکن است درنتیجه‌ی افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها به‌دلیل دریافت منابع کربوهیدرات محلول باشد (۴۲). همچنین بین منبع کربوهیدرات و منبع نیتروژن برای کینتیک تولید گاز اثر متقابل وجود دارد. هر چه هم زمانی بین تجزیه‌پذیری کربوهیدرات و نیتروژن بهتر باشد و نیز نسبت نیتروژن به کربوهیدرات متناسب‌تر با نیاز میکروب باشد، بهبود در فرآیند تخمیر در محیط و افزایش تولید گاز قابل انتظار است (۱۱). افزایش مقدار دیواره سلولی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی موجب کاهش کربوهیدرات‌های غیر الیافی و قندهای محلول گردیده و در نهایت باعث کاهش در سهولت هضم و تولید گاز می‌گردد (۱۹). از آنجائی که طول روز، شدت نور، درجه حرارت، زاویه تابش نور خورشید و رطوبت در تجمع مواد مغذی خصوصاً کربوهیدرات‌های ساختاری، کربوهیدرات‌های محلول و سنتز پروتئین‌ها در گیاه مؤثر است (۴۶)، لذا برداشت یونجه در بعد از ظهر در مقایسه با برداشت آن در صبح که منجر به افزایش قندهای محلول شد، توانسته است بر الگوی تخمیر و فعالیت میکروارگانیسم‌ها مؤثر باشد.

تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر قابلیت هضم و فراسنجه‌های تخمیری علوفه یونجه، شبدر و جو

تأثیر زمان برداشت بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی و فراسنجه‌های تخمیری علوفه خشک یونجه، شبدر و جو در جدول ۳ نشان داده شده است. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم، تولید پروتئین میکروبی، بازده تولید پروتئین میکروبی و عامل تفکیک علوفه خشک یونجه نداشت. با این‌حال، مقدار عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی در یونجه بعد از ظهر برداشت بالاتر بود. غلظت نیتروژن آمونیاکی در علوفه یونجه برداشت شده در بعد از ظهر به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ($P<۰/۰۵$).

زمان برداشت (صبح در مقابل بعد از ظهر) تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی و فراسنجه‌های تخمیری علوفه شبدر نداشت ($P>۰/۰۵$). علوفه جو برداشت شده در بعدازظهر به طور معنی‌داری در مقایسه با علوفه جو برداشت شده در صبح از قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم ماده آلی بالاتری برخوردار بود ($P<۰/۰۵$). هرچند فراسنجه‌های تخمیری مانند pH، عامل تفکیک و پروتئین تولید میکروبی تحت تأثیر زمان برداشت قرار نگرفتند ($P>۰/۰۵$). بازده تولید پروتئین میکروبی در علوفه جو برداشت شده در صبح به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P<۰/۰۵$).

در این مطالعه، قابلیت هضم ماده خشک علوفه شبدر و یونجه تحت تأثیر زمان برداشت قرار نگرفت، اما علوفه جو به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر زمان برداشت قرار گرفت. قابلیت هضم به‌عنوان قسمتی از خوراک که مورد استفاده حیوان قرار می‌گیرد، تعریف می‌شود. تفاوت در میزان تجزیه‌پذیری با قابلیت هضم بین گونه‌های مختلف گیاهی می‌تواند ناشی از تفاوت در ترکیب شیمیایی آن‌ها باشد. تجزیه‌پذیری علوفه در درجه اول توسط میزان محتویات سلول (مواد محلول) و در درجه دوم توسط ساختار و میزان دیواره سلولی تعیین می‌شود (۳۸).

جدول ۳- تأثیر زمان برداشت (صبح یا بعد از ظهر) بر قابلیت هضم، فراسنجه‌های تخمیری و تولید توده میکروبی علوفه خشک یونجه، شبدر و جو

Table 3- Effect of harvest time (morning vs. afternoon) on digestibility, fermentation characteristics and microbial biomass production of sun-drying alfalfa, clover and barley forages

	Alfalfa				Clover				Barley			
	Morning	Afternoon	SEM	*P*-value	Morning	Afternoon	SEM	*P*-value	Morning	Afternoon	SEM	*P*-value
IVDMD (%DM)[1]	51.5	52.00	0.25	0.779	57.5	57.00	0.25	0.797	59.00[b]	66.00[a]	3.50	0.014
IVOMD (%DM)[2]	50.75	50.80	0.02	0.125	5.55	56.25	0.35	0.669	58.75 [b]	64.00 [a]	2.62	0.032
N-NH_3 (mg/dl)	1.80[b]	2.22 [a]	0.21	0.001	1.88	1.78	0.05	0.318	2.57	2.55	0.01	0.945
pH	6.94	6.95	0.002	0.628	6.95	6.89	0.03	0.099	6.81	6.79	0.01	0.425
PF (mg/ml)[3]	6.58	7.05	0.23	0.111	5.96	6.20	0.12	0.538	5.62	5.26	0.18	0.467
Gas $yield_{24}$	132.39	125.03	3.68	0.225	147.60	144.83	1.38	0.822	161.99	167.34	2.67	0.682
MCP (mg)[5]	177.38	187.95	5.28	0.131	157.94	164.95	3.50	0.375	135.27	142.67	3.70	0.568
EMCP	0.665[b]	0.687[a]	0.011	0.077	0.630	0.645	0.007	0.652	0.61	0.58	0.01	0.418

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

Means in a row with different superscripts are significant at ($p<0.05$)

[1]*In vitro* Dry matter digestibility, [2]*In vitro* Organic matter digestibility, [3]partitioning factor, [4]Micobial crude protein, [5]efficiency microbial crude protein

در این مطالعه، علوفه یونجه، شبدر و جو برداشت شده در صبح در مقایسه با علوفه برداشت شده در بعد از ظهر از غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و ماده آلی پایین‌تری برخوردار بودند. بنابراین به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار می‌توان بالابودن قابلیت هضم در علوفه بعد از ظهر برداشت را به محتوای دیواره سلولی آن‌ها نسبت داد. آنچه در این مطالعه قابل ملاحظه است بالاتر بودن نسبی قابلیت هضم علوفه جو در مقایسه با علوفه شبدر و یونجه بود که دلیل آن را می‌توان به تفاوت در ساختار دیواره سلولی بین علوفه خانواده لگوم‌ها با دیگر علوفه دانست. اسمیت و باس (۴۱) گزارش کردند که لگوم‌ها مانند شبدر قرمز در مقایسه با دیگر علوفه از نظر ساختار دیواره سلولی تفاوت دارند و در اغلب گونه-ها بین میزان لیگنین و تجزیه‌پذیری دیواره سلولی همبستگی بالایی گزارش شده است. اما در مطالعه اسمیت و باس (۴۱) بین لیگنینی شدن شبدر قرمز و قابلیت هضم آزمایشگاهی آن کمترین همبستگی وجود داشت. معمولاً لگوم‌ها در مقایسه با گراس‌ها دیواره سلولی متراکم‌تری دارند. همانطور که در بخش ترکیب شیمیایی ذکر شد، برداشت علوفه در بعد از ظهر باعث جمع شدن مقادیر زیادی قند، مواد مغذی قابل هضم و کاهش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی نسبت به برداشت صبح می‌شود (۴۰).

عامل تفکیک که به‌عنوان شاخصی از راندمان سنتز توده میکروبی در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد (۴)، نسبتی از سوبسترای تجزیه شده به صورت حقیقی بر حسب میلی‌گرم به حجم گاز تولید شده در طول مدت انکوباسیون تعریف می‌شود. عامل تفکیک بالا به این معنی است که نسبت ماده آلی بیشتری از ماده تجزیه شده به داخل توده میکروبی وارد شده است. برای اکثر خوراک‌های متعارف دامنه عامل تفکیک بین ۲/۷۴ تا ۴/۶۵ میلی‌گرم گزارش شده است (۴). در این مطالعه، مقدار مقدار عامل تفکیک برای علوفه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح بالاتر بود. همانطور که گفته شد بالاتر بودن این عامل نشانگر تولید توده میکروبی بیشتر می‌باشد. در این مطالعه، مقدار تولید توده میکروبی یا تولید پروتئین میکروبی در علوفه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت شده در صبح بالاتر بود. بالاتر بودن این صفات را می‌توان به‌دلیل چند خصوصیت نسبت داد: اول اینکه جیره مستعد تولید نسبت مولی بالاتر از اسید چرب پروپیونات می‌باشد، دوم اینکه بیشترین بخش ماده تجزیه شده وارد ساختار میکروبی و تولید توده میکروبی گردیده است و به‌عبارتی دیگر بازده سنتز پروتئین میکروبی بالا بوده است که در این مطالعه چنین بود. سوم اینکه در علوفه با عامل تفکیک بالاتر به این معنی است که مصرف ماده خشک توسط دام بالاتر خواهد بود و چهارم، مقدار گاز تولیدی از جمله متان پایین‌تر بوده و در نتیجه اتلاف انرژی در آن‌ها نیز پایین خواهد بود (۱۹). به طور کلی، علوفه برداشت شده در بعد از ظهر در مقایسه با علوفه برداشت در صبح از قابلیت هضم و تولید پروتئین میکروبی بالاتر بودند که نشان از بالاتر بودن ارزش تغذیه‌ای آن‌ها می‌باشد. بالاتر بودن مقدار تولید پروتئین میکروبی می‌تواند بیانگر این باشد که فرآیندهای تخمیری به‌شکل مطلوبی صورت گرفته است و استفاده از مواد مغذی با کارایی بالاتری صورت گرفته است.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که برداشت علوفه در بعدازظهر در مقایسه با برداشت علوفه در صبح منجر به کاهش دیواره سلولی و افزایش قابل ملاحظه‌ای در مقادیر کربوهیدرات‌های محلول در آب و نشاسته و به دنبال آن انرژی خالص شیردهی و انرژی خالص رشد و نیز کل مواد مغذی قابل هضم می‌شود. بالا بودن مقادیر کربوهیدرات‌های محلول در آب و نشاسته می‌تواند به بهبود فرآیند تخمیر کمک کند. از نظر مقایسه تأثیر زمان برداشت بر علوفه خانواده لگوم‌ها (یونجه و شبدر) و گرامینه‌ها (جو) می‌توان چنین استنباط کرد که این تأثیر بر تغییرات ترکیب شیمیایی و سایر خصوصیات مرتبط با ارزیابی علوفه در یونجه و شبدر بیشتر بوده است. با این حال، اختلافات و تغییرات جزئی در ارزش تغذیه‌ای علوفه برداشت شده در صبح و بعد از ظهر به‌شکل آفتاب خشک از نظر فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم مشاهده شد. به‌هر حال، به‌نظر می‌رسد که در شرایط یکسان از نظر کلیه عوامل مؤثر بر کیفیت و ارزش غذایی علوفه، به تأخیر انداختن زمان برداشت از صبح به بعد از ظهر می‌تواند ارزش تغذیه‌ای علوفه را بهبود بخشد.

منابع

1- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official methods of analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

2- Beuvink, J. M. W., and S. F. Spoelstra. 1992. Interactions between substrate, fermentation end products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. Applied Microbiology and Biotechnology, 37: 505–509

3- Blummel, M., and E. R. Orskov. 1993. Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in

prediction feed intake in cattle. Animal Feed Science Technology, 40:109-119.
4- Blümmel, M., H. Steingass., and K. Becker. 1997. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. British Journal of Nutrition, 77: 911-921.
5- Brito, A. F., G. F. Tremblay., A. Bertrand., Y. Castonguay., G. Bélanger., R. Michaud., and R. Berthiaume. 2008. Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage improves milk yield of late-lactation dairy cows. Journal of Dairy Science, 91: 3968-3982.
6- Brito, A. F., G. F. Tremblay., H. Lapierre., A. Bertrand., Y. Castonguay., G. Bélanger., R. Michaud., C. Benchaar., D. R. Ouellet., and R. Berthiaume. 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.
7- Broderick, G. A., and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Animal Science, 63: 64–75.
8- Burns, J. C., D. S. Fisher, and H. F. Mayland. 2007. Diurnal shifts in nutritive value of alfalfa harvested as hay and evaluated by animal intake and digestion. Crop Science, 47: 2190-2197.
9- Burns, J. C., H. F. Mayland, and D. S. Fisher. 2005. Dry matter intake and digestion of alfalfa harvested at sunset and sunrise. Journal of Animal Science, 83: 262-270.
10- Dahmardeh, M., A. Ghanbari, B. A. Syahsar, and M. Ramrodi. 2010. The role of intercropping maize (Zea mays L.) and Cowpea (Vigna unguiculata L.) on yield and soil chemical properties. African Journal of Agricultural Research, 5: 631-636.
11- Dryhurst, N. and C. D. Wood. 1998. The effect of nitrogen source and concentration on *in vitro* gas production using rumen micro-organisms. Animal Feed Science Technology, 71: 131-143.
12- Fisher, D. S., H. F. Mayland, and J. C. Burns. 2002. Variation in ruminant preference for alfalfa hays cut at sunup and sundown. Crop Science, 42:231-237.
13- Fisher, D. S., H. F. Mayland and, J. C. Burns. 1999. Variation in ruminants' preference for tall fescue hays cut either at sundown or at sunup. Journal of Animal Science. 77: 762-768.
14- Fisher, D. S., J. C. Burns and H. F. Mayland. 2005. Ruminant selection among switch grass hays cut at either sundown or sunup. Crop Science, 45:1394-1402.
15- Fisher, D. S., J. C. Burns. K. R. Pond, R. D. Mochrie, and D. H. Timothy. 1991. Effects of grass species on grazing steers: I. Diet composition and ingestive mastication. Journal of animal science, 69: 1188-1198.
16- Fisher. D. S., J. C. Bums and H. F. Mayland. 1998. Ruminant preference for alfalfa hay harvested in the afternoon. Journal of Animal Science, 76:194 (Abstract).
17- Getachew, G., E. J. Depiters, and P. H. Robinson. 2002. *In vitro* gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. California Agriculture, 58: 54-58.
18- Getachew, G., M. Blu¨mmel, H. P. S. Makkar, and K. Becker. 1998. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Animal Feed Science Technology, 72: 261–281.
19- Haddi, M. L., S. Filacorda, K. Meniai, F. Rollin, and P. Susmel. 2003. *In vitro* fermentation kinetics of some halophyte shrubs sampled at three stage maturity. Animal Feed Science and Technology, 104: 215-225.
20- Hedge, J. E. and B. T. Hofreiter. 1962. In: Carbohydrate Chemistry 17 (Eds Whistel RL and Be Miller, JN) Acadmic Press, New York.
21- Huntingdon, J. A. and D. I. Givens. 1995. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. Nutrition Abstracts and Reviews. Series B, Livestock Feeds and Feeding (United Kingdom).
22- Huntington, G. B. and J. C. Burns. 2007. Afternoon harvest increases readily fermentable carbohydrate concentration and voluntary intake of gamagrass and switch grass baleage by beef steers. Journal of Animal Science, 85:276-284.
23- John, J. W. and A. H. van Gelder. 1999. Influence of protein fermentation on gas production profiles. Animal Feed Science and Technology, 76: 251-264.
24- Kim, D.1995. Effect of plant maturity, Cutting, growth stage and harvesting time on forage quality. Ph.D. Diss. USU, Logan, UT.
25- Lamb, J. F., C. C. Sheaffer, and D. A. Samac. 2003. Population density and harvest maturity effects on leaf and stem yield in alfalfa. Agronomy Journal, 95:635-641.
26- Liponi, G. B., L. Casini, S. De Vincenzi, and D. Gatta. 2009. Digestibility and nitrogen balance of diets based on faba bean, pea seeds and soybean meal in sheep. Italian Journal of Animal Science, 8(2): 353-360.
27- Makkar, H. P. S. 2005. *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. Animal Feed Science and Techmology, 123: 291-302.

28- Mansuri, H. A. Nikkhah, M. Rezaeian, M. Moradi Shahrbaback, and S. A. Mirhadi. 2003. Determination of roughages degradability through *in vitro* gas production and nylon bag techniques. Journal of Agricultural Science and Technology, 34: 495-507.
29- Mayland, H. F., G. E. Shewmaker, P. A. Harrison, and N. J. Chatterton. 2000. Nonstructural carbohydrates in tall fescue cultivars: Relationship to animal preference. Agronomy Journal, 92: 1203-1206.
30- Mayland, H. F., J. C. Burns, D. S. Fisher, and G. E. Shewmaker. 2001. Near infra-red measurement of nonstructural carbohydrates in alfalfa hay. International Grassland Congress, pp: 404-405.
31- McDonald, P., A. R. Henderson, and S. J. E. Heron. 1991. The Biochemistry of Silage 2nd ed. Chalcombe Publications. Marlow, UK.
32- Melvin, J. F. 1965. Variation in the carbohydrate content of Lucerne and the effect on ensilage. Australasian Journal of Agriculture, 16: 951-959.
33- Menke K. H. and H. H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Journal of Animal Research and Development, 28: 7-55.
34- Menke, K. H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schneider.1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. The Journal of Agricultural Science, 93: 217-222.
35- Miller, L. A., J. M. Moorby, D. R., Davies, M. O. Humphreys, N. D. Scollan, J. C. MacRae, and M. K. Theodorou. 2001. Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (Lolium perenne L.): milk production from late-lactation dairy cows. Grass and Forage Science, 56: 383-394.
36- Mirlohi, A., N. Bozorgvar, and M. Bassiri. 2000. Effect of nitrogen rate on growth, forage yield and silage quality of three sorghum hybrids. Journal of Water and Soil Science, 4: 105-116. (In Persian).
37- NRC. 2001. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 2001. Seventh revised edition; National Research Council;National Academy Press; Washington, D.C., USA.
38- Orr, R. J., P. D. Penning, A. Harvey, and R. A. Champion. 1997. Diurnal patterns of intake rate by sheep grazing monocultures of ryegrass or white clover. Applied Animal Behaviour Science, 52: 65-77.
39- Orskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements according to rate of passage. Journal of Agricultural Science, 92: 499-503.
40- Putnam, D. H., S. Mueller, D. Marcum, C. Frate, C. Lamb, M. Canevari, and F. Dension. 1998. Diurnal changes in alfalfa forage quality. In Proceedings, 28th California/ NV Alfalfa Symposium. December (pp. 3-4).
41- SAS. 2003. SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1 Edition. SAS Institute, Cary, NC, USA.
42- Shewmaker, G. E., H. F. Mayland, C. A. Roberts, P. A. Harrison, N. J. Chatterton, and D. A. Sleper. 2006. Daily carbohydrate accumulations in eight tall fescue cultivars. Grass and Forage Science, 61: 413–421
43- Smith, R. H. and M. H. Bass. 1972. Relationship of artificial pod removal to soybean yields. Journal of Economic Entomology, 65: 606-608.
44- Sommart, K., D. S. Parker, P. Rowlinson, and M. Wanapat. 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an *in vitro* system using cassava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 13: 1084-1093.
45- Tefera, S. 2008. Chemical composition and *in vitro* ruminal fermentation of common tree forages in the semi- arid rangelands of Swaziland. Animal Feed Science and Technology, 142: 99-110.
46- Thayumanavan, B. and S. Sadasivam, 1984. Physicohemical basis for the preferential uses of certain rice varieties. Plant Foods for Human Nutrition, 34: 253-259.
47- Theodore, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan, and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal of Feed Science Technology, 48: 185–197.
48- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press.
49- Van Soest, P. V., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
50- Wilson, J. R., H. Denium, and E. M. Engels. 1991 Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. Netherlands Journal of Agricultural Science, 39: 31-48.
51- Yari, M., R. Valizadeh, A. A. Naserian, G. R. Ghorbani, P. R. Moghaddam, A. Jonker, and P. Yu. 2012. 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.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 1, Spring 2021, p. 77-90

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۹۰-۷۷

The effect of harvesting time (morning vs. afternoon) on the chemical composition and nutritional value of sun-drying alfalfa, clover and barley forages

Sakineh shokripoor[1] Javad Bayatkouhsar[2*], Farzad Ghanbari[2], Reza rahchamani[2]
Submitted: 31-10-2019
Accepted: 15-04-2020

Introduction Forages are grown mainly for feeding livestock, especially in dairy cows, because adequate roughage is needed in diets to provide good rumen function. However, as more roughage is fed, the energy density of the diet is reduced. So, the production of high quality forage is very important for dairy producers. High quality forage has direct effects on animal production efficiency, including weight gain, milk production, and reproductive success. Producing and conserving of high quality forage is a challenge because several factors can be affected forage quality including plant species, soil fertility, maturity at harvest, and harvesting (mowing, field curing, baling or chopping) and storage methods and other factors (weeds, insects and diseases). Fiber and energy contents are the most important in forage quality measures. As the fiber level increases, the energy content generally decreases. Therefore, improving forage quality can be achieved by managing forage carbohydrate content. Carbohydrates are the primary source for ruminants and contribute 60 to 70% of the net energy used for milk production and are classified as structural and non-structural. As usual, structural carbohydrates defined as neutral detergent fiber (cellulose, hemicellulose, lignin and portion of the pectin) and non-structural carbohydrates consist of the sugars, starches and pectin. Non-structural carbohydrates are a highly digestible energy source and together with degraded protein, are needed by the rumen for microbial growth and digestion. Plants accumulate sugars during the day via photosynthesis, but incur a net loss at night via dark respiration. This diurnal cycling reflects the concentration of total nonstructural carbohydrates in forages. The aim of this study was to evaluate the effect of morning versus afternoon cutting time on chemical composition, gas production parameters and digestibility of sun-drying alfalfa, clover and barley forages.

Materials and Methods About 5-7 cm above the soil stage, alfalfa, clover and barley were harvested in two times, at 06:00 AM and 18:00 PM. Whole Alfalfa and clover plants were harvested at the first bud stage of development and whole barley plant at the medium dough stage of maturity used. Their nutritive value was evaluated through the determination of chemical compositions and *in vitro* gas production techniques. Samples were tested in an *in vitro* gas production method (96 h incubation) and batch rumen culture system (24 h incubation). Rumen fluid was collected before the morning feed from three fistulated Dalagh male sheep (45 ± 1.5 kg live weight fed on a forage diet at a concentration of 40:60). *In vitro* gas production was measured in triplicate and for each replicate; a sample of 200 mg DM was used. The bottles were then filled with 30 ml of incubation medium that consisted of 10 ml of rumen fluid plus 20 ml of buffer solution and placed in a water bath at 39 °C. Gas production was recorded at 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 h. Total gas values corrected for blank incubation and gas values expressed in ml g^{-1} of DM. The asymptotic gas production system (A) and rate of gas production (c), organic matter digestibility (OMD), metabolizable energy (ME) and short chain fatty acids (SCFA). A medium similar to one developed for gas production was used for batch rumen culture system to measure pH, and NH_3-N and *in vitro* digestibility. The pH of the media was measured after 24 h incubation. After 24 h incubation, the contents of each glass bottle were empty, strained through four layers of cheesecloth and then 10 ml of strained rumen fluid was acidified by 10 ml of 0.2 N HCl for determination of NH_3-N using the distillation method. Finally, all contents

1- Former MSc. Student of Animal Science Department, Fculty of Agriculture Science and Natural Resources, Ganbad Kavous Universty, Iran.
2- Assistant Professor of Animal Science Department, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous, University, Iran.
(*- Corresponding Author Email: javad_bayat@yahoo.com)

remaining in the bottles were filtered through nylon bags, oven dried at 60 °C for 48 h and analyzed for IVDMD and IVOMD.

Results and Discussion Results showed that cutting time affected chemical composition of alfalfa and clover forages significantly (P<0.05), but had not effect on barley forage. Afternoon cutting forages had lower content of NDF and ADF and higher levels of starch and WSC compared to morning cutting forages. There were no significant differences between afternoon and morning cutting forages on gas production parameters (P > 0.05). However, Afternoon cut forages had higher gas production potential than morning cutting forages. Results showed that harvest time had significant effect on DMD (66 vs 59) and OMD (64 vs 58.5) of barley forage. Although, time harvesting had no effect on MCP, EMCP and PF (P>0.05), but Afternoon cut forages had higher MCP, EMCP and PF than morning cutting forages.

Conclusion Generally, it was concluded that with considered all factors that affected quality and nutritive value of forages, delaying forage harvest until late afternoon could result in improve nutritive value of forage.

Keywords: Alfalfa, Chemical composition, Clover, Barley, Harvest time**,** Nutritional value.