تحقیقات تولیدات دامی

سال هفتم/شماره دوم/تابستان ۱۳۹۷ (۱۲-۱)

مقایسه ترکیب مواد مغذی، هزینه‌های تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید ذرت سیلو شده و یونجه در صنعت گاو شیری

داود زحمتکش[۱*]، حمید امانلو[۲]، قادر دشتی[۳]

۱- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

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

۳- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۶)

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی نهاده‌های مصرفی، هزینه‌های تولید، ترکیب مواد مغذی، عملکرد و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید ذرت سیلو شده و علف خشک یونجه در صنعت گاو شیری ایران بود. بدین منظور هزینه نهاده‌ها و کیفیت مواد مغذی در تولید علوفه در ۴۲ کشت و صنعت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. محصول در تولید علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده به ترتیب ۷۲۸۳/۴۹ و ۱۴۲۵۶/۰۰ کیلوگرم ماده خشک در هکتار محاسبه شد. نسبت تولید به هزینه در تولید علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده به ترتیب ۰/۲۲۷ و ۰/۳۲۷ کیلوگرم به ازای هزار ریال محاسبه شد. هزینه تولید یک کیلوگرم ماده خشک علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده به ترتیب ۴۴۱۳/۶۲ و ۳۰۶۰/۷۹ ریال محاسبه شد. قیمت تمام شده انواع انرژی (از جمله انرژی خالص شیردهی در سطح سه برابر نگهداری و انرژی خالص شیردهی در سطح چهار برابر نگهداری) حاصل از علف خشک یونجه از ذرت سیلو شده بالاتر بود. درآمد تولید ذرت سیلو شده، پروتئین خام و انواع انرژی تولیدی در هکتار در تولید ذرت سیلو شده نسبت به تولید علف خشک یونجه بالاتر بود. انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید هر کیلوگرم ماده خشک، هر مگاکالری انرژی خالص شیردهی در سطح سه برابر نگهداری و هر مگاکالری انرژی خالص شیردهی در سطح چهار برابر نگهداری ذرت سیلو شده کمتر از تولید علف خشک یونجه بود. نتایج نشان‌دهنده سودآوری بیشتر در تولید ذرت سیلو شده نسبت به تولید علف خشک یونجه بود.

واژه‌های کلیدی: انتشار گازهای گلخانه‌ای، علوفه، مواد مغذی، نهاده مصرفی، هزینه تولید

[*] نویسندهٔ مسئول: Zahmatkesh@znu.ac.ir

مقدمه

تولید اقتصادی فرآورده‌های دامی تا حد زیادی تابع نوع جیره و نحوه خورانیدن آن و شرایط مختلف آب و هوایی است. افزایش کیفیت مواد خوراکی و توان تولیدی دام بهترین راهکار برای افزایش نیاز جامعه به مواد غذایی متناسب با رشد جمعیت انسانی است. بدین منظور بایستی برآورد درست نیازهای دام‌ها و تهیه جیره غذایی متناسب با نیاز آن‌ها مدنظر قرار گیرد. هزینه‌های تولید علوفه، بخش مهمی از هزینه‌های تولید شیر در مزارع گاو شیری را تشکیل می‌دهد (Rotz and Harrigan, 1996). روش‌های بسیاری برای تولید علوفه وجود دارد، اما اغلب علوفه به صورت علف خشک، سیلو شده و یا چرای مستقیم دام استفاده می‌شود (Kellems and Church, 2009). تولید اقتصادی علوفه، به عنوان یکی از اجزای اصلی جیره غذایی، می‌تواند تأثیر زیادی بر سودآوری مزارع گاو شیری داشته باشد (Rotz and Harrigan, 1996). از آن‌جایی‌که عوامل بسیاری هزینه‌های تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهند، تجزیه و تحلیل نهاده‌ها و هزینه-ها در تولید علوفه بخشی از اقتصاد صنعت گاو شیری است که باید با توجه به مواد مغذی علوفه صورت پذیرد.

خشک کردن علوفه با اتلاف مقادیر زیاد در ماده خشک و مواد مغذی آن همراه است که تحت شرایط بد آب و هوایی، کل اتلاف در طول تهیه علف خشک می‌تواند قابل توجه باشد. بخشی از اتلاف مربوط به فرایند خشک کردن فیزیکی بوده (مثل برگ‌ریزی و بازیافت ناقص علوفه برداشت شده) و بخشی هم از فعالیت آنزیمی بافت‌های گیاه یا اتلاف ناشی از اکسیداسیون در زمان خشک شدن علوفه و یا تماس با آب باران ناشی می‌شود (Kellems and Church, 2009). در زمان خوراندن ذرت سیلو شده به گاوهای شیرده، متوازن کردن جیره از لحاظ مواد مغذی ضروری است. میزان پروتئین ذرت سیلو شده کم بوده، از لحاظ کلسیم فقیر است و به طور معمول گوگرد آن کافی نیست. سایر مواد معدنی ضروری نیز ممکن است از سطوح موردنیاز کمتر باشند (امانلو و همکاران، ۱۳۹۱).

ارزش غذایی علف خشک یونجه به رقم و مرحله بلوغ در زمان برداشت (Elizalde *et al.*, 1999; Coblentz *et al.*, 2008)، شرایط آب و هوایی (Van Soest, 1994) و تعداد چین برداشت شده (Burns *et al.*, 2007; Brito *et al.*, 2009) بستگی دارد. هم‌چنین کیفیت و ارزش تغذیه‌ای علوفه سیلو شده به وسیله عوامل زیستی و فنی زیادی تحت تأثیر قرار می‌گیرند که از آن جمله می‌توان به نوع و گونه گیاه، مرحله بلوغ و ماده خشک در زمان برداشت، طول قطعات در زمان خرد کردن، سرعت ذخیره‌سازی، شرایط آب و هوایی در زمان برداشت و ذخیره‌سازی، ماشین‌های مورد استفاده در عملیات برداشت و ذخیره‌سازی و مواد افزودنی اشاره نمود (امانلو و زحمتکش، ۱۳۸۷).

علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده علوفه اصلی مورد استفاده در صنعت گاو شیری ایران هستند. تولید یونجه در ایران طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ حدود ۵۹۵۰۲۲۵ تن (۵۷۸۸۴۶۳ تن از اراضی آبی و ۱۶۱۷۹۲ تن از اراضی دیم) بود و حدود ۶۶۰۴۸۳ هکتار زمین زراعی (۵۹۸۳۹۷ هکتار اراضی آبی و ۶۲۰۸۶ هکتار اراضی دیم) به کشت آن اختصاص داشت. همچنین در این سال حدود ۱۱۱۵۶۷۷۴ تن ذرت علوفه ای تولید شد که حدود ۲۴۳۳۷۸ هکتار زمین زراعی به کشت آن اختصاص داشت (بی‌نام، ۱۳۹۵).

در ایران پژوهش‌های بسیاری در مورد تعیین ارزش غذایی علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده انجام شده است. در پژوهشی، ترکیبات شیمیایی علف خشک یونجه را در استان همدان اندازه‌گیری نمودند (طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۴). در پژوهشی، اثر چین‌های مختلف علف خشک یونجه بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری با استفاده از روش کیسه نایلونی و تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد (Taghizadeh *et al.*, 2008). هم‌چنین، تأثیر مرحله بلوغ و زمان برداشت روی خصوصیات گیاه‌شناسی، اجزای پروتئین و کربوهیدرات‌ها، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و برآورد انرژی خالص شیردهی در سطح سه برابر نگهداری (NE_{L3X}) مورد ارزیابی قرار گرفته است (Yari *et al.*, 2012). ترکیبات شیمیایی، فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و برآورد NE_{L3X} در علف خشک یونجه چین دوم استان کردستان نیز بررسی شده است (شیخ احمدی و همکاران، ۱۳۹۲). هم‌چنین در پژوهشی، ترکیب مواد مغذی و هزینه‌های تولید یونجه به صورت علف خشک و علف سیلو شده مقایسه شده است (زحمتکش و همکاران، ۱۳۹۳).

در مورد ذرت سیلو شده، در پژوهشی تأثیر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمّی و ترکیب شیمیایی ذرت علوفه‌ای مورد بررسی قرار گرفت که برداشت ذرت علوفه‌ای در مرحله خمیری شدن دانه دارای بیشترین عملکرد ماده خشک در

هکتار در مقایسه با مراحل ظهور اندام‌های نر و شیری شدن دانه بود (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین در پژوهش دیگری، اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد و کیفیت ذرت علوفه‌ای در شرایط اقلیمی گرم و خشک (تربت جام) بررسی شد که رقم SC_{700} (دیر رس) و تاریخ کاشت ۳۱ خرداد (تأخیر در کاشت) دارای بهترین عملکرد ماده خشک در هکتار بود و با مشکلات دماهای بالا در اوایل مراحل رشد گیاه همراه نبود (بزرگمهر و نستری نصرآبادی، ۱۳۹۳). افزون بر آن، در پژوهش‌های مختلفی تأثیر افزودنی‌های متفاوت در زمان سیلو کردن بر ترکیب شیمیایی ذرت سیلو شده مورد ارزیابی قرار گرفته است (Mansoori *et al.*, 2009; Vakily *et al.*, 2011; Haghparvar *et al.*, 2012)، اما در مورد مقایسه تولید علف خشک یونجه با تولید ذرت سیلو شده و مواد مغذی حاصل از تولید این دو فرآورده اطلاعاتی در کشور منتشر نشده است. هدف از این پژوهش بررسی نهاده‌ها، هزینه‌های تولید، ترکیبات مواد مغذی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و برآورد انواع انرژی علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده بود.

مواد و روش‌ها

اطلاعات مورد استفاده از ۴۲ کشت و صنعت بزرگ کشور که در جوار واحد گاوداری اقدام به کشت محصولات علوفه‌ای (یونجه و ذرت علوفه‌ای) مورد نیاز خود می‌نمودند و از راه مصاحبه حضوری با کارشناسان بخش‌های زراعت، دامپروی و امور مالی مجموعه بدست آمد. با توجه به قرار گرفتن این کشت و صنعت‌ها در نقاط مختلف کشور، هرکدام دارای آب و هوا، عملکرد در واحد سطح و مدیریت خاص خود بودند (کل زمین زراعی کشت و صنعت‌های مورد مطالعه به طور میانگین ۱۱۸/۸۶±۴۴۵/۲۸ هکتار بود که به طور میانگین ۱۰۱/۴۹±۲۹۷/۴۶ هکتار به کشت یونجه و ۹۴/۳۲±۱۱۶/۴۷ هکتار به کشت ذرت علوفه‌ای اختصاص داشت).

اطلاعات مربوط به مقدار نهاده‌های مصرفی و هزینه آن‌ها جهت تولید علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده جمع-آوری شد. به دلیل این‌که یونجه یک گیاه چند ساله است و با یک مرتبه کاشت آن چندین سال برداشت می-شود، در این پژوهش عمر مفید گیاه یونجه در تولید علف خشک یونجه پنج سال در نظر گرفته شد و تمام نهاده‌های مصرفی در مرحله خاک‌ورزی و کاشت برای پنج سال منظور شد. هم‌چنین، با توجه به این‌که اطلاعات یک سال زراعی در محاسبات استفاده شد، مقدار ۲۰ درصد نهاده-های مصرفی در مرحله خاک‌ورزی و کاشت در تمامی محاسبات لحاظ شد. برداشت علف خشک یونجه بر اساس روش استفاده از مور، ریک، بیلر، حمل و نقل و ذخیره-سازی در چند چین و ذرت سیلو شده بر اساس برداشت مستقیم با چاپر، حمل و نقل و ذخیره‌سازی در سیلو انجام شد.

لازم به توضیح است که هزینه کلیه نهاده‌ها برای یک هکتار در نظر گرفته شد. برای محاسبه شاخص‌های اقتصادی از روابط زیر استفاده شد (Ozkan *et al.*, 2004; Mobtaker *et al.*, 2010; Pishgar Komleh *et al.*, 2011):

$$\text{درآمد خالص}\left(\text{هزار ریال در هکتار}\right) = \text{درآمد کل}\left(\text{هزار ریال در هکتار}\right) - \text{هزینه کل}\left(\text{هزار ریال در هکتار}\right)$$

$$\text{نسبت سود} - \text{هزینه} = \frac{\text{درآمد کل}\left(\text{هزار ریال در هکتار}\right)}{\text{هزینه کل}\left(\text{هزار ریال در هکتار}\right)}$$

$$\text{بهره‌وری}\left(\text{کیلوگرم به ازای هزار ریال}\right) = \frac{\text{عملکرد}\left(\text{کیلوگرم در هکتار}\right)}{\text{هزینه کل}\left(\text{هزار ریال در هکتار}\right)}$$

مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای از نهاده‌های مصرفی در تولید علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری در هر هکتار با استفاده از هم‌ارزهای انتشار کربن (CE) از نهاده‌های مصرفی محاسبه شد (جدول ۱).

در کشت و صنعت‌های مورد مطالعه از علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده نمونه‌گیری انجام شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از اتمام دوره جمع‌آوری اطلاعات، تمامی نمونه‌ها به وسیله آون در دمای ۶۰ درجه سانتی-گراد تا زمانی‌که وزن نمونه‌ها ثابت شود خشک شدند. نمونه‌ها به وسیله آسیاب آزمایشگاهی دارای غربال با منافذ یک میلی‌متر آسیاب شدند. برای تعیین ماده خشک، نمونه‌ها برای مدت سه ساعت در آون با ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (Method AOAC, 1995; 945.15). مقدار خاکستر نمونه‌ها با قرار دادن آن‌ها در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت دو ساعت تعیین شد (Method 942.05; AOAC, 1995). هم‌چنین، مقدار عصاره اتری نمونه‌ها با استفاده از روش سوکسوله تعیین شد (Method 920.29; AOAC, 1995). مقادیر پروتئین خام نمونه‌ها در آزمایشگاه با استفاده از روش کلدال اندازه‌گیری شد (Method 984.13; AOAC, 1995). هم‌چنین، مقادیر الیاف حاصل از شوینده خنثی، الیاف

حاصل از شوینده اسیدی و لیگنین حاصل از شوینده اسیدی نمونه‌ها از روش ون سوست با استفاده از آلفا-آمیلاز مقاوم به حرارت اندازه‌گیری شد (Van Soest *et al.*, 1991). پروتئین خام نامحلول در شوینده خنثی و پروتئین خام نامحلول در شوینده اسیدی اندازه‌گیری شد (Licitra *et al.*, 1996). مقادیر کربوهیدرات غیرالیافی نمونه‌ها از روش تفاوت تعیین شد.

مقادیر کربوهیدرات غیرالیافی قابل هضم حقیقی (tdNFC)، پروتئین خام قابل هضم حقیقی (tdCP)، الیاف حاصل از شوینده خنثی قابل هضم حقیقی (tdNDF) و اسید چرب قابل هضم حقیقی (tdFA)، کل مواد مغذی قابل هضم در سطح نگهداری (TDN_{1X})، انرژی قابل هضم در سطح نگهداری (DE_{1X})، انرژی قابل متابولیسم در سطح سه برابر نگهداری (ME_{3X})، انرژی خالص شیردهی در سطح سه برابر نگهداری (NE_{L3X}) و انرژی خالص شیردهی در سطح چهار برابر نگهداری (NE_{L4X}) بر اساس مدل‌های NRC (2001) برآورد شدند. انرژی خالص نگهداری (NE_m) و انرژی خالص افزایش وزن (NE_g) با استفاده از مقدار انرژی قابل متابولیسم (ME) از ضرب انرژی قابل هضم در سطح نگهداری (DE_{1X}) در ۰/۸۲ بدست آمد (NRC, 1996).

اطلاعات بدست آمده در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Excel مرتب شدند و مقایسه تفاوت حداقل مربعات میانگین‌ها با تصحیح *P* value بر اساس روش توکی -کرامر در رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (SAS, 2003). جهت تجزیه و تحلیل از مدل آماری زیر استفاده شد:

$$Y_{ij}= \mu+A_i+ e_{ij}$$

Y_{ij} مشاهدات مربوط به هر صفت، μ: میانگین کل، A_i: اثر iامین سطح عامل A (نوع علوفه)، e_{ij}: اشتباه تصادفی.

نتایج و بحث

میانگین نهاده‌ها و ستانده‌ها در تولید علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری در جدول ۲ نشان داده شده‌اند. این نتایج نشان می‌دهند در تولید ذرت سیلو شده نسبت به تولید علف خشک یونجه، نهاده‌های ماشین و نیروی انسانی کمتر و نهاده کودهای شیمیایی، کود دامی، الکتریسیته و بذر بیشتر مصرف شده است. همان طور که در جدول ۲ مشخص است عملکرد محصول در تولید ذرت سیلو شده در مقایسه با علف خشک یونجه بالاتر بود (۱۴۲۵۶/۰۰ در مقابل ۷۲۸۳/۴۹ کیلوگرم در هکتار، بر اساس ۱۰۰درصد ماده خشک). تفاوت مشاهده شده در تولید محصول، مرتبط با عملکرد بالاتر ذرت علوفه‌ای نسبت به یونجه بود. بر خلاف ذرت سیلو شده، علف خشک یونجه در زمان خورانیدن به دام‌ها نیاز به خرد کردن دارد که با مصرف سوخت و ماشین همراه است.

هزینه نهاده‌های مصرفی و درصد آن‌ها در تولید علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری در جدول ۳ نشان داده شده است. کل هزینه‌های تولید علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده به ترتیب ۳۲٫۱۴۶/۵۴ و ۴۳٫۶۳۴/۷۵ هزار ریال در هکتار محاسبه شد. در میان هزینه‌های تولیدی، اجاره زمین بالاترین سهم هزینه‌ای را در تولید علوفه به خود اختصاص داد. پس از اجاره زمین، هزینه ماشین‌ها بیشترین سهم از کل هزینه‌های تولید را دارا بود. سهم هزینه ماشین‌ها در تولید علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده به ترتیب ۲۴/۹۲ و ۲۳/۶۰ درصد محاسبه شد.

مدیریت کارآمد ماشین‌های مورد استفاده و سوخت مصرفی می‌تواند به طور قابل توجهی سبب بهبود بازده اقتصادی شود. کل هزینه‌های تولیدی علف خشک یونجه در استان همدان طی یک دوره هفت ساله ۱۴۱۷۴/۰۰ دلار در هکتار محاسبه شد. هزینه آبیاری و پس از آن، هزینه ماشین‌ها و نیروی انسانی بیشترین سهم از هزینه‌های تولید را به خود اختصاص دادند (Mobtaker *et al.*, 2010). در پژوهشی دیگر، کل هزینه‌های تولید علف خشک یونجه در استان کرمانشاه به میزان ۸۸۹/۳۲ دلار در هکتار در یک سال زراعی برآورد شد (Yousefi and Mohammadi, 2011). هم‌چنین کل هزینه‌های تولید علف خشک یونجه و یونجه سیلو شده در استان زنجان به ترتیب ۳۳۵۷۶/۳۸ و ۳۳۶۰۳/۸۹ هزار ریال در هکتار در یک سال محاسبه شد (زحمتکش و همکاران، ۱۳۹۳).

همان‌طور که در جدول ۳ مشخص است، نسبت تولید به هزینه (بهره‌وری) در تولید علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده به ترتیب ۰/۲۲۷ و ۰/۳۲۷ کیلوگرم به ازای هزار ریال محاسبه شد که نشان‌دهنده تولید بیشتر به ازای هزینه‌کرد ثابت در تولید ذرت سیلو شده بود. پژوهشگران دیگر نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند که از آن جمله می‌توان نسبت درآمد به هزینه ۱/۲۶۵ در تولید علف خشک یونجه (Mobtaker *et al.*, 2010)، ۱/۲۰ و ۱/۴۴ به ترتیب در تولید علف خشک یونجه و یونجه سیلو شده (زحمتکش و همکاران، ۱۳۹۳) و ۱/۵۷ در تولید ذرت علوفه‌ای

جدول ۱- هم‌ارز انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌ها در تولید علوفه

Table 1. Greenhouse gas (GHG) emission coefficient of inputs in forage production

Inputs	Unit	GHG coefficient Kg CE. unit $^{-1}$	Reference
Machinery	Mcal	0.017	(Dyer and Desjardins, 2006)
Diesel fuel	L	2.76	(Dyer and Desjardins, 2003)
Chemical fertilizers			
Nitrogen (N)	kg	1.3	(Lal, 2004)
Phosphorus (P_2O_5)	kg	0.2	(Lal, 2004)
Potassium (K_2O)	kg	0.2	(Lal, 2004)
Biocides			
Herbicide	kg	6.3	(Lal, 2004)
Insecticide	kg	5.1	(Lal, 2004)
Fungicide	kg	3.9	(Lal, 2004)
Electricity	kWh	0.608	(Khodi and Mousavi, 2009)

جدول ۲- مقادیر نهاده‌ها و ستانده‌ها در تولید علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری در یک سال زراعی (میانگین±انحراف معیار)

Table 2. The inputs and outputs of conventional forage production in dairy industry per agronomic year (Mean±SD)

	Quantity per unit area (ha)	Alfalfa hay	Corn silage
Inputs			
Machinery	hr	22.40^{a}±4.78	14.40^{b}±3.60
Human labor	hr	132.99^{a}±27.41	98.68^{b}±27.04
Diesel fuel	L	138.19^{b}±33.58	153.60^{a}±9.50
Chemical fertilizers	kg	49.27^{b}±46.35	220.28^{a}±110.50
Nitrogen (N)	kg	21.55^{b}±25.58	144.46^{a}±65.31
Phosphorus (P_2O_5)	kg	12.32^{b}±9.21	45.06^{a}±28.37
Potassium (K_2O)	kg	15.40±30.02	30.76±48.41
Farmyard manure	kg	7295.92^{b}±3403.86	39357.14^{a}±3639.07
Biocides	kg	15.26±20.99	8.40±4.23
Water for irrigation	m^3	7042.29^{b}±2321.08	9045.94^{a}±2978.32
Electricity	kWh	3078.95^{b}±1201.30	4061.76^{a}±1836.46
Seed	kg	7.62^{b}±1.90	39.93^{a}±4.06
Output			
Dry matter yield	kg	7283.49^{b}±1201.37	14256.00^{a}±2164.72

[a-b] Means within a row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

(Pishgar Komleh *et al.*, 2011) را اشاره نمود. میانگین ترکیب شیمیایی نمونه‌های جمع‌آوری شده بر اساس نوع علوفه در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات این جدول، مقادیر ماده خشک، پروتئین‌خام و خاکستر اندازه‌گیری شده برای علف خشک یونجه بالاتر از ذرت سیلو شده بود.

به‌طور کلی، میانگین ترکیب شیمیایی نمونه‌های اندازه‌گیری شده را می‌توان شبیه به مقادیر گزارش شده در جداول NRC (2001) در نظر گرفت. با این‌حال، تفاوت اصلی در مقدار پروتئین خام علف خشک یونجه بود که مقادیر اندازه‌گیری شده پایین‌تر از مقادیر NRC (2001) است. هم‌چنین، درصد ماده خشک ذرت سیلو شده در ایران به ذرت سیلو شده نابالغ گزارش شده به وسیله NRC (2001) نزدیک‌تر است.

عوامل مختلفی از جمله مرحله رشد، بلوغ، گونه یا رقم گیاه علوفه‌ای، میزان بارندگی، نوع و رطوبت خاک، نحوه خشک کردن، محیط رشد، طول و شدت نور خورشید، موقعیت جغرافیایی، مدیریت برداشت، قابلیت دسترسی مواد مختلف از خاک، شرایط کشت، نوع و مقدار مصرف کود و پتانسیل ژنتیکی گونه گیاهی، میزان پروتئین خام، الیاف حاصل از شوینده خنثی، الیاف حاصل از شوینده اسیدی و لیگنین حاصل از شوینده اسیدی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Zhang *et al.*, 2007).

تنفس سلولی و عملیات مکانیکی پس از برداشت، ترکیبات

جدول ۳- هزینه‌های تولید و شاخص‌های اقتصادی در تولید علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری

Table 3. The production costs and economic index of conventional forage production in dairy industry per agronomic year

Inputs	Unit	Alfalfa hay	Percent	Corn silage	Percent
yield (100% DM)	kg	7283.49[b]		14256.00[a]	
Production costs:					
Machinery	1000Rials.ha^{-1}	8009.89[b]	24.92	10298.24[a]	23.60
Human labor	1000Rials.ha^{-1}	4987.05[a]	15.51	3700.44[b]	8.48
Diesel fuel	1000Rials.ha^{-1}	483.67[b]	1.50	537.58[a]	1.23
Chemical fertilizers	1000Rials.ha^{-1}	491.67[b]	1.53	2356.90[a]	5.40
Farmyard manure	1000Rials.ha^{-1}	1066.33[b]	3.32	7680.95[a]	17.60
Biocides	1000Rials.ha^{-1}	1342.09	4.17	889.38	2.04
Irrigation	1000Rials.ha^{-1}	246.31[b]	0.77	324.94[a]	0.74
Land rent	1000Rials.ha^{-1}	14452.38	44.96	14452.38	33.12
Seed	1000Rials.ha^{-1}	1067.14[b]	3.32	3393.93[a]	17.60
Variable costs	1000Rials.ha^{-1}	17694.16[b]	50.04	29182.37[a]	66.88
Fixed costs	1000Rials.ha^{-1}	14452.38	44.96	14452.38	33.12
Total cost of production	1000Rials.ha^{-1}	32146.54[b]	-	43634.75[a]	-
Total cost of production per kg	Rials.kg^{-1}	4413.62[a]	-	3060.79[b]	-
Gross value of production	1000Rials.ha^{-1}	50555.98[b]	-	71280.00[a]	-
Net return	1000Rials.ha^{-1}	18409.44[b]	-	27645.25[a]	-
Benefit/Cost ratio	1000Rials.ha^{-1}	1.57	-	1.63	-
Yield/Cost ratio (productivity)	kg.1000Rials^{-1}	0.227[b]	-	0.327[a]	-

[a-b] Means within a row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

جدول ۴- درصد ماده خشک و ترکیب شیمیایی (درصد از ماده خشک) در علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری (میانگین±انحراف معیار)

Table 4. Dry matter and chemical composition (% of dry matter) of conventional forage in dairy industry (Mean±SD)

Chemical composition	Alfalfa hay	Corn silage	*P* value
Dry Matter	88.10±3.21	23.16±3.02	<0.0001
Crude Protein	14.47±2.49	8.59±0.63	<0.0001
Ether extract	1.59±0.48	2.67±0.40	<0.0001
Ash	10.23±1.58	6.79±1.59	<0.0001
NDF	47.34±3.84	55.88±7.18	<0.0001
ADF	38.53±3.95	36.03±5.05	0.319
ADL	6.73±0.68	3.65±1.17	<0.0001
NDICP	3.64±1.29	2.65±0.72	0.039
ADICP	2.01±0.80	1.05±0.18	<0.0001
NFC	29.66±2.76	28.72±7.19	0.413

NDF= Neutral Detergent Fiber, ADF= Acid Detergent Fiber, ADL = Acid Detergent Lignin, NDICP= Neutral Detergent Insoluble Crude Protein, ADICP= Acid Detergent Insoluble Crude Protein, NFC= Non Fiber Carbohydrate.

شیمیایی و ارزش غذایی علف خشک یونجه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Rotz, 2005). هر چه مدت زمان خشک شدن علوفه برداشت شده سریع‌تر باشد، میزان تنفس و فعالیت آنزیمی آن کم‌تر شده و در نتیجه اتلاف مواد مغذی آن کم‌تر خواهد بود. عملیات مکانیکی پس از برداشت مانند ریک زدن، ردیف کردن و بسته‌بندی و حمل علوفه از مزرعه تا انبار و پای آخور دام می‌تواند از عوامل مهم و اثرگذار بر تغییر ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی علوفه خشک شده باشد (Buckmaster *et al.*, 1990).

میانگین ارزش غذایی نمونه‌های جمع‌آوری شده بر اساس نوع علوفه در جدول ۵ نشان داده شده است. مقدار پروتئین خام قابل‌هضم حقیقی (tdCP) محاسبه شده بالاتر و مقدار الیاف حاصل از شوینده خنثی قابل هضم حقیقی (tdNDF) و اسید چرب قابل هضم حقیقی (tdFA) محاسبه شده پایین‌تر برای علف خشک یونجه نسبت به ذرت سیلو شده مرتبط با مقدار پروتئین خام بالاتر و مقدار عصاره اتری و NDF پایین‌تر در علف خشک یونجه است. مراحل بلوغ سبب کاهش قابلیت هضم ساختارهای گیاهی (به دلیل افزایش دیواره سلولی و لیگنین) و گسترش بخش دانه (دارای دیواره سلولی پایین) می‌شود.

کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین خام به طور عمده با افـزایش بخش‌های پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و هم‌چنـین بخش پروتئین خام نامحلول در شـوینده اسـیدی ADICP در علوفه مرتبط است (Ayed, 2001).

کل مواد مغذی قابل هضم (TDN) با غلظت الیـاف حاصـل از شـوینده اسـیدی (ADF) علوفـه مـرتبط مـی‌باشـد. بـا افزایش الیاف حاصل از شوینده اسیدی (ADF)، مقدار کل مـواد مغـذی قابـل هضـم (TDN) کـاهش مـی‌یابـد (Lithourgidis *et al.*, 2006). در تولید علف خشک یونجه ریزش برگ‌ها در مزرعه باعث افزایش بخش غیر قابل هضم می‌شود، در حالی‌که پروتئین خام و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پـروتئین بـه دلیـل افـزایش بخـش سـاقه، کـه دارای پروتئین خام کم‌تری نسبت به بخش بـرگ اسـت، کـاهش می‌یابد (Van Soest, 1994).

همان‌طور که در جـدول ۶ مشـخص اسـت، مقـدار انـرژی (DE_{1X}، ME_{3X}، NE_{L3X}، NE_{L4X}) بـرآورد شـده بـرای ذرت سیلو شده بالاتر بـود. مقـدار NE_{L3X} علـف خشـک یونجـه گزارش شده برای مناطق مختلف استان کردستان بالاتر از این پژوهش بود و می‌تواند به NDF پایین‌تر گـزارش شـده بـه وسـیله آن‌هـا ارتبـاط داشـته باشـد (شـیخ احمـدی و همکاران، ۱۳۹۲). هـم‌چنـین، در پژوهشـی (زحمـتکش و همکـاران، ۱۳۹۳) مقـادیر انـواع انـرژی (DE_{1X}، ME_{3X}، NE_{L3X}،NE_{L4X}) برای علف خشـک یونجـه و یونجـه سـیلو شده برآورد شد که مطابق با نتـایج ایـن پـژوهش بـود. در مجموع، انواع انرژی در علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری ایران کمتر از مقادیر گزارش شده به وسیله NRC (2001) بود. این تفاوت در مقادیر انرژی می‌تواند به دلیل پـروتئین خام (CP) پایین‌تر، افزایش الیاف حاصل از شوینده خنثـی (NDF) و افزایش الیاف حاصل از شوینده اسـیدی (ADF) بالاتر نمونه‌های اندازه‌گیری شده در این آزمایش باشد کـه منجر به مقادیر انرژی محاسبه شده کوچکتر شد.

اطلاعات مربوط به مواد مغذی تولیـدی (جـدول ۷) نشـان داد که مقدار پروتئین‌خام تولیدی در هـر هکتـار در علـف خشک یونجه در مقایسه با ذرت سیلو شده تفاوت نداشـت. در پژوهشی، مصرف انرژی در سیستم‌های مختلـف تولیـد علوفه تجزیه و تحلیل شد و عملکرد پروتئین خام تولیـدی در تولید علـف خشـک یونجـه ۱۵۸۰ کیلـوگرم در هکتـار محاسبه شد (Heichel, 1982). در پژوهشی دیگـر، مقـدار تولید و کیفیت مـواد مغـذی ارقـام مختلـف یونجـه مـورد مطالعه قرار گرفت. آن‌ها عملکرد پـروتئین خـام در تولیـد علف خشک یونجه را ۲۶۴۰/۳ کیلوگرم در هکتـار بدسـت آوردنـد (Bekovic and Stevovic, 2004). هـم‌چنـین، در ایران عملکرد پروتئین خام تولیدی در تولید علـف خشـک یونجه ۷۶۸/۷۲ کیلـوگرم در هکتـار محاسـبه شـده اسـت (زحمتکش و همکاران، ۱۳۹۳).

نتایج این پژوهش نشان داد که انواع انرژی تولیدی در هـر هکتار در تولید ذرت سیلو شده به طور معنی‌داری بیش از تولید علف خشک یونجه بود. ایـن تفـاوت بـه دلیـل مـاده خشک تولیدی بالاتر ذرت علوفه‌ای در هکتار و انواع انرژی بالاتر در هر کیلوگرم مـاده خشـک آن اسـت. هـم‌چنـین،

جدول ۵- ارزش غذایی نمونه‌های علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری (درصد از ماده خشک، میانگین± انحراف معیار)

Table 5. The nutritional value of conventional forage samples in dairy industry (% of dry matter, Mean±SD)

Variables	Alfalfa hay	Corn silage	*P* value
tdNFC	29.06±2.70	28.15±7.04	0.249
tdCP	12.28±2.84	7.43±0.67	<0.0001
tdFA	0.95±0.48	1.67±0.40	<0.0001
tdNDF	19.78±1.86	31.04±4.31	<0.0001
TDN_{1X}	56.25±2.54	63.36±4.46	<0.0001

tdNFC= True digestible NFC, tdCP= True digestible CP, tdFA= True digestible FA, tdNDF= True digestible NDF, TDN_{1X}= Total digestible nutrients at one times maintenance.

جدول ۶- انواع انرژی (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) نمونه‌های علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری

Table 6. Energy types (Mcal per kg DM) of conventional forage samples in dairy industry (Means±SD)

Variables	Alfalfa hay	Corn silage	*P* value
DE_{1X}	2.53±0.13	2.76±0.19	0.0016
ME_{3X}	1.90±0.12	2.11±0.17	0.0014
NE_{L3X}	1.15±0.08	1.34±0.15	0.0011
NE_{L4X}	1.08±0.08	1.27±0.15	0.0011
NE_m	1.22±0.10	1.39±0.14	0.0014
NE_g	0.65±0.09	0.81±0.13	0.0014

DE_{1X}= Digestible energy at one times maintenance, ME_{3X}= Metabolizable energy at three times maintenance, NE_{L3X}= Net energy at three times maintenance, NE_{L4X} = Net energy at four times maintenance, NE_m= Net energy for maintenance, NE_g= Net energy for gain.

جدول ۷- مواد مغذی تولید شده و ارزش مالی مواد مغذی در علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری

Table 7. Nutrients and nutrient financial value of conventional forage in dairy industry

Variables	Unit	Alfalfa hay	Corn silage
Nutrients:			
CP	kg ha^{-1}	1053.92	1224.59
TDN_{1X}	kg ha^{-1}	4096.96^{b}	9032.60^{a}
DE_{1X}	Mcal ha^{-1}	18427.23^{b}	39346.56^{a}
ME_{3X}	Mcal ha^{-1}	13838.63^{b}	30108.11^{a}
NE_{L3X}	Mcal ha^{-1}	8376.01^{b}	19103.04^{a}
NE_{L4X}	Mcal ha^{-1}	7866.17^{b}	18105.12^{a}
Financial value:			
CP	1000Rials kg^{-1}	30.50^{b}	35.63^{a}
TDN_{1X}	1000Rials kg^{-1}	7.85^{a}	4.83^{b}
NE_{L3X}	1000Rials Mcal^{-1}	3.84^{a}	2.28^{b}
NE_{L4X}	1000Rials Mcal^{-1}	4.09^{a}	2.41^{b}

[a-b] Means within a row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

CP= Crude protein, TDN_{1X}= Total digestible nutrients at one times maintenance, DE_{1X}= Digestible energy at one times maintenance, ME_{3X}= Metabolizable energy at three times maintenance, NE_{L3X}= Net energy at three times maintenance, NE_{L4X} = Net energy at four times maintenance.

قیمت تمام شده انواع انرژی حاصل از علف خشک یونجه نسبت به ذرت سیلو شده بالاتر بود که به دلیل انرژی کم‌تر در هر کیلوگرم علف خشک یونجه و عملکرد پایین‌تر این فرآورده در هر هکتار بود. قیمت هر مگاکالری انرژی خالص شیردهی حاصل از یونجه سیلو شده ۰/۱۵۷ دلار گزارش شده است (VandeHaar, 2008). هم‌چنین، قیمت هر مگاکالری انرژی خالص شیردهی حاصل از علف خشک یونجه ۰/۱۵۴ دلار گزارش شده است (St-Pierre and Weiss, 2011). علف خشک یونجه برای تأمین انرژی گرانترین ماده خوراکی محسوب می‌شود (VandeHaar, 1998).

نتایج حاصل از انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری در جدول ۸ نشان داده شده است. میانگین کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده به ترتیب ۲۵۲۶/۳۹ و ۳۳۰۵/۴۴ کیلوگرم معادل کربن در هکتار محاسبه شد (P <۰/۰۰۰۱). در پژوهشی، انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید ذرت علوفه‌ای به میزان ۲۸۸۲/۲ کیلوگرم معادل کربن در هکتار برای یک سال زراعی گزارش شده است (Mohammadi *et al.*, 2014).

نتایج حاصل از انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای هر کیلوگرم ماده خشک، هر مگاکالری NE_{L3X} و هر مگاکالری NE_{L4X} تولیدی در تولید علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری در جدول ۹ نشان داده شده است. مقادیر انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای هر مگاکالری NE_{L3X} و هر مگاکالری NE_{L4X} تولیدی به طور معنی‌داری در تولید ذرت سیلو شده پایین‌تر بود.

نتایج نشان دادند که انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید ذرت سیلو شده بر اساس هکتار به مراتب بیش از تولید

جدول ۸- مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های مصرفی در تولید علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری

Table 8. GHG emissions of inputs at conventional forage production in dairy industry

	Alfalfa hay		Corn silage	
Inputs	kg CE. ha^{-1}	Percent	kg CE. ha^{-1}	Percent
Machinery	143.27	5.67	156.06	4.72
Diesel fuel	381.41^{b}	15.10	423.92^{a}	12.83
Chemical fertilizers	33.56^{b}	1.33	202.96^{a}	6.14
Nitrogen (N)	28.02^{b}	1.11	187.80^{a}	5.68
Phosphorus (P_2O_5)	2.46^{b}	0.10	9.01a	0.27
Potassium (K_2O)	3.08	0.12	6.15	0.19
Biocides	96.15	3.80	52.95	1.60
Electricity for irrigation	1872.00^{b}	43.10	2469.55^{a}	74.71
Total GHG emission	2526.39^{b}	100	3305.44^{a}	100

[a-b] Means within a row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

جدول ۹- انتشار گازهای گلخانه‌ای و آب مصرفی به ازای مواد مغذی تولید شده در علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری
Table 9. GHG emissions and water used per produced nutrients in conventional forage production of dairy industry

Nutrients	Unit	Alfalfa hay	Corn silage
GHG emissions:			
kg DM	kg CE	346.86[a]	231.86[b]
Mcal NE_{L3X}	kg CE	301.62[a]	173.03[b]
Mcal NE_{L4X}	kg CE	321.17[a]	182.57[b]
Water use:			
kg DM	m^3	0.97[a]	0.63[b]
Mcal NE_{L3X}	m^3	0.85[a]	0.48[b]
Mcal NE_{L4X}	m^3	0.90[a]	0.51[b]

[a-b] Means within a row with different superscripts differ significantly (P<0.05)
DM= Dry matter, NE_{L3X}= Net energy at three times maintenance, NE_{L4X} = Net energy at four times maintenance.

علف خشک یونجه بود. اما، با در نظر گرفتن شاخص‌های تغذیه‌ای در تولید علوفه، ذرت سیلو شده مقادیر انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری در مقایسه با علف خشک یونجه داشت.

همان طور که در جدول ۲ مشخص است آب مصرفی در تولید علف خشک یونجه و ذرت سیلو شده به ترتیب ۷۰۴۲/۲۹ و ۹۰۴۵/۹۴ متر مکعب در هکتار محاسبه شد. در پژوهشی میزان آب مصرفی در تولید ذرت را ۸۶۵۶ مترمکعب در هکتار گزارش کرده‌اند (افراسیاب و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج نشان دادند زمانی که مواد مغذی تولیدی در هکتار در نظر گرفته می‌شود میزان مصرف آب به ازای هر کیلوگرم ماده خشک، هر مگاکالری NE_{L3X} و هر مگاکالری NE_{L4X} تولیدی در تولید ذرت سیلو شده نسبت به علف خشک یونجه کمتر بود.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، با توجه به مقادیر مواد مغذی تولیدی، انتشار گازهای کربن و آب مصرفی به ازای مواد مغذی تولیدی و هزینه‌های تولید علوفه مرسوم در صنعت گاو شیری ایران می‌توان نتیجه گرفت اگر هدف از تولید علوفه علاوه بر تأمین الیاف، تأمین بخشی از انرژی مورد نیاز گاوهای پرتولید و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد، اولویت با تولید ذرت سیلو شده خواهد بود.

فهرست منابع

افراسیاب پ.، دلبری م. و جعفری ح. ۱۳۹۵. بررسی اثرات مقادیر مختلف آبیاری، تراکم بوته و آرایش کاشت در روش آبیاری قطره‌ای- نواری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در اسلام آباد غرب. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۷: ۷۴۱-۷۳۱.

امانلو ح.، زحمتکش د. و آقازیارتی ن. ۱۳۹۱. ضرورت تغییر علف خشک یونجه به یونجه سیلو شده و کاهش درصد آن در تغذیه گاوهای شیری. شهریور ماه ۱۳۹۱. مجموعه مقالات پنجمین کنگره علوم دامی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.

امانلو ح. و زحمتکش د. ۱۳۸۷. درک مدیریت سیلاژ: از برداشت تا خورانیدن به دام. چاپ اول. ترجمه. انتشارات نارمک. زنجان.

بزرگمهر ج. و نستری نصرآبادی ح. ۱۳۹۳. بررسی اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد و کیفیت ذرت علوفه‌ای. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، ۱۰۴: ۱۶۴-۱۶۰.

بی‌نام. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: دفتر آمار و فناوری اطلاعات. وزارت جهاد کشاورزی. قابل دسترس در: http://amar.maj.ir.

زحمتکش د.، امانلو ح. و دشتی ق. ۱۳۹۳. مقایسه مواد مغذی و هزینه- درآمد حاصل از دو روش برداشت علف یونجه (علف خشک و علف سیلو شده). نشریه علوم دامی ایران، ۴۵: ۲۵-۱۷.

شیخ احمدی ه.، آذر فر آ. و محمد زاده س. ۱۳۹۲. خصوصیات شیمیایی، محتوای انرژی و فراسنجه های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و ماده آلی علوفه یونجه چین دوم مناطق مختلف استان کردستان. نشریه پژوهش‌های علوم دامی، ۲۳: ۹۹-۸۷.

طباطبایی م. م.، حجت ح.، زابلی خ.، علی عربی ح.، ساکی ع. ا. و هژبری ف. ۱۳۸۴. اثر مراحل مختلف رشد بر ارزش غذایی یونجه همدانی در چین دوم. پژوهش و سازندگی (امور دام و آبزیان)، ۱۸: ۶۷-۶۲.

قنبری ا.، احمدیان ا.، میر ب. و رزمجو ا. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه ذرت. فصلنامه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، ۱۵: ۴۵-۴۱.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis (16th ed.). Association Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Ayed M. H., Gonzalez J., Caballero R. and Alvir M. R. 2001. Effects of maturity on nutritive value of field-cured hays from common vetch and hairy vetch. Animal Research, 50: 31-42.

Bekovic D. and Stevovic V. 2004. Production potential and quality of lucerne feed. Acta Agriculturae Serbica, 17: 77-83.

Brito A. F., Tremblay G. F., Lapierre H., Bertrand A., Castonguay Y., Bélanger G., Michaud R., Benchaar C., Ouellet D. R. 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.

Buckmaster D. R., Rotz C. A. and Black J. R. 1990. Value of alfalfa losses on dairy farms. Transaction of the ASAE, 33: 351-360.

Burns J. C., Fisher D. S. and Mayland H. F. 2007. Diurnal shifts in nutritive value of alfalfa harvested as hay and evaluated by animal intake and digestion. Crop Science, 47: 2190-2197.

Coblentz W. K., Brink G. E., Martin N. P. and Undersander D. J. 2008. Harvest timing effects on estimates of rumen degradable protein from alfalfa forages. Crop Science, 48: 778-788.

Dyer J. A. and Desjardins R. L. 2003. Simulated farm fieldwork, energy consumption and related greenhouse gas emissions in canada. Biosystems Engineering, 85: 503-513.

Dyer J. A. and Desjardins R. L.2006. Carbon dioxide emissions associated with the manufacturing of tractors and farm machinery in canada. Biosystems Engineering, 93: 107-118.

Elizalde J. C., Merchen N. R. and Faulkner D. B. 1999. Fractionation of fiber and crude protein in fresh forages during the spring growth. Journal of animal Science, 77: 476-484.

Haghparvar R., Shojaian K., Rowghani E., Parsaei S. and Yousef Ellahi M. 2012. The effects of Lactobacillus plantarum on chemical composition, rumen degradability, *in vitro* gas production and energy content of whole-plant corn ensiled at different stages of maturity. Iranian Journal of Veterinary Research, 13: 8-15.

Heichel G. H. 1982. Energy Analyses of forage production systems. Journal of Animal Science, 54: 869-876.

Kellems R. O. and Church D. C. 2009. Livestock feeds and feeding (6th Ed.). Prentice Hall. Boston.

Lal R. 2004. Carbon emission from farm operations. Environment International, 30: 981-990.

Licitra G., Hernandez T. M. and Van Soest P. J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 57: 347-358.

Lithourgidis A. S., Vasilakoglou I. B., Dhima K. V., Dordas C. A. and Yiakoulaki M. D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research, 99: 106-113.

Mobtaker H. G., Akram A. and Keyhani A. 2010. Economic modeling and sensitivity analysis of the costs of inputs for alfalfa production In Iran: A case study from Hamedan province. Ozean Journal of Applied Sciences, 3: 313-319.

Mohammadi A., Rafiee S., Jafari A., Keyhani A., Mousavi-Avval S. H. and Nonhebel S. 2014 .Energy use efficiency and greenhouse gas emissions of farming systems in north Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 30: 724-733.

NRC. 1996. Nutrient requirement of beef cattle (7th revised Ed.). National academy press, Washington, DC, USA.

NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle (7th revised Ed.). National academypress, Washington, DC, USA.

Ozkan B., Akcaoz H. and Fert C. 2004. Energy input–output analysis in Turkish agriculture. Renewable Energy, 29: 39-51.

Pishgar Komleh S. H., Keyhani A., Rafiee S. and Sefeedpary P. 2011. Energy use and economic analysisof corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. Energy, 36: 3335-3341.

Rotz C. A. 2005. Postharvest changes in alfalfa quality. In: Proceeding of 35th california alfalfa and forage symposium. 12-14 December. USA, pp. 253-262.

Rotz C. A. and Harrigan T. M. 1996. Costs of Forage Production. US Dairy Forage Research Center. Research Summaries: 31-32.

SAS. 2003. SAS/SAT guide for personal computers, version 9.13. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

St-Pierre N. and Weiss W. P. 2011. How do forage quality measurements translate to value to the dairy farmer?, Western alfalfa and forage conference. USA.

Taghizadeh A., Palangi V. and Safamehr A. 2008. Determining nutritive values of alfalfa cuts using in situ and gas production techniques. American Journal of Animal and Veterinary Sciences, 3: 85-90.

Vakily H., Khadem A. A., Rezaeian M., Afzalzadeh A. and Chaudhry A. S. 2011. The impact of a bacterial inoculant on chemical composition, aerobic stability and *in sacco* degradability of corn silage and the

subsequent performance of dairy cows. International Journal of Veterinary Research, 5: 21-29.
Van Soest P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant (2^{nd} Ed.). Cornell university press, Ithaca, NY.
Van Soest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
Vandehaar M. J. 1998. Efficiency of nutrient use and relationship to profitability on dairy farms. Journal of Dairy Science, 81: 272-282.
Vandehaar M. J. 2008. Can you afford to cut feed costs?, Michigan Dairy Review, 13: 9-11.
Yari M., Valizadeh R., Naserian A. A., Ghorbani G. R., Rezvani Moghaddam P., Jonker A. and Yu P. 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.
Yousefi M. and Mohammadi A. 2011. Economical analysis and energy use efficiency in alfalfa production systems in Iran. Scientific Research and Essays, 6: 2332-2336.
Zhang X., Shikui D., Xujiang Y. and Zizhi H. 2007. Variation of productivity and nutritive values of oat (*Avena Sativa*) with geographical location in Gansu province of northwest china under irrigation and fertilization conditions. African Journal of Biotechnology, 21: 553-560.

Animal Production Research

Vol. 7, No. 2, 2018 (1-12)

University of Guilan

Comparison of nutrient composition, production costs and greenhouse gases emission in the production of corn silage and alfalfa hay in dairy industry

D. Zahmatkesh[1*], H. Amanlou[2], Gh. Dashti[3]

1. Asistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
3. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Received: 14-01-2017 – Accepted: 06-01-2018)

Abstract

The aim of the current study was to evaluate the consumption of inputs, the production costs, the nutrient composition, the performance, and the greenhouse gases emission during the corn silage and alfalfa hay production in the dairy industry of Iran. Hereupon, the input costs and the quality of the nutrients in the forage production were analyzed in 42 agri-industries. The harvested crops of alfalfa hay and corn silage were calculated as 7283.49 and 14256.00 kg of dry matter per hectare, respectively. The production: cost ratios in the alfalfa hay and corn silage productions were 0.227 and 0.327 kg per 1000 Rials, respectively. The calculated production costs per kg of dry matter for alfalfa hay and corn silage were 4413.62 and 3060.79 Rials, respectively. The cost-price of the energy types (*i.e.* net energy for lactation at three times maintenance, net energy for lactation at four times maintenance) for alfalfa hay was greater than corn silage. The production income of corn silage was greater than the alfalfa hay. The produced crude protein and the different energy types per hectare were greater for corn silage. The greenhouse gases emission per kg of dry matter, a mega calorie of net energy for lactation at three times maintenance, and a mega calorie of net energy for lactation at four times maintenance of the corn silage production were lower than alfalfa hay production. According to the results, the corn silage production was more profitable than alfalfa hay production.

Keywords: Greenhouse gases emission, Forage, Nutrients, Input consumption, Cost of production

[*]Corresponding author: zahmatkesh@znu.ac.ir