نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۳ شماره ۲/ سال ۱۳۹۲

تاثیر افزودن کود نیتروژن و پلی اتیلن گلیکول بر ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم علوفه و سیلاژ گلرنگ

افسانه احراری[۱]، محمد حسن فتحی نسری[۲]، مصطفی یوسف الهی[۳] و احمد ریاسی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۷

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

[۲] دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

[۳] استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

[٤] استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

*مسئول مکاتبه: E-mail: hfathi@birjand.ac.ir

چکیده

این آزمایش به منظور تعیین اثرات کوددهی علوفه گلرنگ با نیتروژن و افزودن پلی اتیلن گلیکول به سیلاژ گلرنگ بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و تولید گاز آن‌ها انجام شد. در خرداد ماه سال ۱۳۸۹ علوفه گلرنگ در مرحله تکمه دهی با میانگین ۳۰ درصد ماده خشک از ایستگاه تحقیقاتی مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند برداشت شد. از اوره بعنوان کود نیتروژن برای کوددهی علوفه (به میزان ۳۰۰ کیلو گرم نیتروژن در هکتار) و از محلول پلی اتیلن گلیکول (PEG 6000) با غلظت ۳۰ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر (محلول ۳۰ درصد وزنی/حجمی) به عنوان افزودنی سیلاژ استفاده شد. ترکیبات شیمیایی هم در علوفه و هم در سیلاژ تعیین شد ولی روند تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و تولید گاز فقط در سیلاژهای آزمایشی بررسی شد. لذا در بررسی ترکیبات شیمیایی علوفه ۲ تیمار بصورت: ۱- علوفه کوددهی شده با نیتروژن و ۲- علوفه کوددهی نشده و در بررسی ترکیبات شیمیایی و نیز روند تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای سیلاژهای آزمایشی ٤ تیمار بصورت: ۱- سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول، ۲- سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول، ۳- سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و ٤- سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول وجود داشت. کوددهی علوفه با نیتروژن سبب افزایش پروتئین خام آن و ایجاد تخمیر مناسب در سیلاژ تهیه شده گردید. همچنین سیلاژهای تهیه شده از علوفه‌های دارای افزودنی کود نیتروژن از قابلیت هضم شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی بالایی برخوردار بودند. افزودن پلی اتیلن گلیکول تاثیر مثبتی بر قابلیت هضم و دیگر فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده در سیلاژهای آزمایشی نداشت. نتایج این آزمایش نشان داد علوفه‌ی گلرنگ کوددهی شده با نیتروژن و سیلاژ حاصل از آن از پتانسیل خوبی برای استفاده در تغذیه نشخوارکنندگان بویژه در مناطق خشک و دارای خاک‌های شور که این گیاه بخوبی با آنها سازگار است برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: تولید گاز، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای، علوفه گلرنگ، کود نیتروژن

The effect of N fertilizer and polyethylene glycol on chemical composition and digestibility of safflower forage and silage

A Ahrari[1], M H Fathi[2], M Yousefelahi[3] and A Riasi[4]

Received: December 31, 2011 Accepted: January 26, 2013
[1]MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
[2]Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran
[4]Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Isfahan, Iran
[*]Corresponding author: E mail: hfathi@birjand.ac.ir

Abstract
This study was conducted to determine the effects of nitrogen fertilizer and polyethylene glycol (PEG 6000) application on safflower forage and silage on their chemical composition, ruminal degradability parameters and *in vitro* gas production. Safflower forage was harvested in June 2010 at budding growth stage with 30 percent dry matter content from research farm of Birjand university agricultural college. Urea was used as forage's N fertilizer (at rate of 300 kg N/ha) and PEG solution (with concentration of 30g/100 ml, solution 30% w/v) was used as silage's additive. Chemical composition was determined in both safflower forage and silage but DM ruminal degradability and gas production were determined just in safflower silage. So there was 2 treatments in evaluation of forage chemical composition as: 1- forage fertilized with N, and 2- unfertilized forage, while 4 treatments were available in evaluation of safflower silage as: 1- silage of unfertilized forage and without polyethylene glycol additive, 2- silage of unfertilized forage and with polyethylene glycol additive, 3- silage of fertilized forage and without polyethylene glycol additive and 4- silage of fertilized forage and with polyethylene glycol additive. Forage N fertilizing caused to increase its CP content and took place a suitable fermentation trend in its silage. Also, silages of fertilized forages had higher ruminal and post-ruminal digestibilities. Adding PEG had no effect on digestibility and other determined parameters of experimental silages. The results of this study showed safflower N fertilized forage and its silage was of high nutritional value in ruminant feeding, especially at arid areas with saline soils which this plant is well adapted.

Key words: Gas production, Ruminal degradability, Safflower forage, N fertilizer

مقدمه

علوفه‌ها از مهمترین منابع غذایی در تغذیه دام محسوب می‌شوند، اما هنوز ارزش غذایی بسیاری از آنها شناخته نشده است. در کشورهای در حال توسعه با افزایش نیاز به پروتئین حیوانی استفاده از علوفه‌های ارزان به عنوان خوراک دام مورد توجه است. حدود ۸۵ درصد مساحت ایران دارای آب و هوای نیمه خشک، خشک و بسیار خشک است. خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در کشور ما با محدودیت روبرو می‌سازد. به همین دلیل استفاده از گونه‌های گیاهی مناسب و ارقام اصلاح شده‌ای که دارای عملکرد مطلوب و همچنین، متحمل به شرایط تنش خشکی باشند، امکان استفاده بهتر از منابع آب موجود را میسر نموده و موجب توسعه سطح زیر کشت گیاهان علوفه‌ای و افزایش تولید دام‌ها می‌گردد.

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius.L* متعلق به خانواده مرکبان یا آستراسه از جمله گیاهان مقاوم به

خشکی و شوری است. سطح زیر کشت این گیاه در کشور ۸۰۰۰ هکتار، مقدار تولید سالیانه دانه ٦ هزار تن و عملکرد آن ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است و عملکرد آن در جهان حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (مستوفی ۱۳۸۷). این گیاه که از پتانسیل خوبی به عنوان علوفه جهت تغذیه دام‌ها برخوردار است (لشم ۲۰۰٤) دارای ریشه‌های بسیار قوی و عمیقی است که آن را قادر می‌سازد در شرایط آب و هوایی خشک به خوبی رشد نماید. البته به منظور افزایش رشد و عملکرد مناسب گیاه می‌باید برخی مواد مغذی به خاک افزوده شوند. بدین منظور از کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم استفاده می‌شود. نیتروژن عموماً محدود کننده‌ترین عنصر برای رشد علوفه گلرنگ به شمار می‌رود و گلرنگ این عنصر را بیشتر از هر عنصر دیگری جذب می‌کند. همچنین، مصرف نیتروژن گلدهی گیاه را تقویت و دوره آن را طولانی می‌کند و مصرف کود نیتروژن سبب افزایش کل نیتروژن در علوفه گلرنگ شده و ارزش غذایی آن را بهبود می‌بخشد (ناصری ۱۳۷۰).

با وجود ویژگی‌های فوق، علوفه گلرنگ حاوی تانن (حدود ۱ تا ۳ درصد ماده خشک) که یک ترکیب ضد تغذیه‌ای است می‌باشد که تا حدی سبب کاهش ارزش غذایی آن می‌شود. تانن‌ها ترکیبات فنولی با وزن مولکولی بالا هستند که قادرند با پروتئین، کربوهیدرات-های ساختمانی و نشاسته باند شده و بر تجزیه پذیری آن‌ها تاثیربگذارند (مک سوئینی و همکاران ۲۰۰۱ و سیلانیکو و همکاران ۲۰۰۱). روش‌های متفاوتی برای خنثی نمودن اثرات تانن موجود در خوراک دام وجود دارد که یکی از این روش‌ها سیلو کردن است (بن سالم و همکاران ۲۰۰۵). از افزودنی‌های مختلفی نیز می‌توان در سیلو به منظور کاهش تانن استفاده کرد که برخی از آنها عبارت از خاکستر چوب، زغال چوب فعال شده و پلی اتیلن گلایکول می‌باشند. پلی اتیلن گلایکول یک پلیمر سنتتیک است که کمپلکس پروتئین با تانن را از بین می-برد و قابلیت دسترسی پروتئین خوراک را برای میکروارگانیسم‌های شکمبه افزایش می‌دهد (بن سالم و همکاران ۲۰۰۵). با توجه به مطالب فوق، هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی اثر کوددهی گیاه گلرنگ با نیتروژن و نیز افزودن پلی اتیلن گلیکول به سیلاژ آن بر ارزش غذایی علوفه و سیلاژ گلرنگ بود.

مواد و روش‌ها

در خرداد ماه سال ۱۳۸۹ از دو کرت واقع در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند مقدار ۵۰ کیلوگرم علوفه گلرنگ در مرحله تکمه‌دهی برداشت شد. کرت اول حاوی علوفه کوددهی شده با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و کرت دوم حاوی علوفه کوددهی نشده بود. علوفه‌ها پس از برداشت به کمک چاپر به قطعات ۸-۵ سانتی‌متری خرد شدند و سپس در سطل‌های ۲ لیتری با تراکم ٦۰۰ تا ٦۵۰ کیلوگرم در متر مکعب سیلو شدند. سیلوها به گونه‌ای آماده شدند که ٤ تیمار آزمایشی شامل : تیمار۱: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار۲: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار ۳: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده با نیتروژن و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و تیمار ٤: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده با نیتروژن و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول، حاصل شود. برای افزودن پلی اتیلن گلیکول به سیلو مقدار ۳۰۰ گرم پلی اتیلن گلیکول (PEG 6000) در یک ظرف یک لیتری به حجم رسانده شد و محلول حاصله از طریق آبپاش بر روی علوفه‌ی سطل-های مورد نظر پاشیده شد. سپس درب سیلوها محکم بسته شد. سیلوهای آزمایشی در سالنی با دمای حدود ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ٦۰ روز نگهداری شد. برای هر تیمار ۹ سیلوی آزمایشی (سطل) در نظر گرفته شد.

آماده سازی نمونه‌ها و اندازه‌گیری فراسنجه‌های شیمیایی و تخمیری

نمونه‌های علوفه‌ی تازه و سیلاژ برای مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و درصد ماده خشک آنها تعیین گردید (میرون و همکاران ۲۰۰۵). پروتئین خام به روش AOAC (۲۰۰۲) و به وسیله دستگاه کجلدال (Kjeltic 2100 Distillation Unit, Foss tecator, Sweden) تعیین گردید و برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول در آب از روش دوبیس و همکاران (١٩٥٦) استفاده شد. به منظور تعیین درصد خاکستر، نمونه‌های آسیاب شده با غربال ۲ میلی‌متری به مدت ٥ ساعت در کوره‌ی الکتریکی (Electric stove, 808, Shimifan, Iran) با دمای ٥٥٠ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی از روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) و دستگاه آنکوم (ساخت ایران، به شماره ثبت اختراع ٤١٢٢٠) استفاده شد. جهت اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی از روش فیلا (۲۰۰۳) استفاده شد و ظرفیت بافری علوفه‌ها به روش پلاین و مکدونالد (١٩٦٦) اندازه‌گیری شد. عصاره سیلاژ استخراج شده به نسبت ۱ به ۹ (۲۰ گرم سیلاژ + ۱۸۰ میلی لیتر آب مقطر) برای اندازه‌گیری غلظت اسید لاکتیک و pH نمونه‌های سیلویی مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین غلظت اسید لاکتیک از پارا فنیل فنول به عنوان معرف و از لیتیم لاکتات برای تهیه محلول‌های استاندارد استفاده شد. سپس نمونه‌ها در طول موج ٥٦٥ نانومتر و بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتری (Spectophotometer, CL770, Shimadzu, Japan) قرائت شدند (بارکر و سامرسن ١٩٤١). مقدار کل ترکیبات فنولی به روش فولین شیکالتو اندازه‌گیری شد و مقدار کل تانن از طریق محاسبه اختلاف مقدار ترکیبات فنولی قبل و بعد از واکنش با پارا فنیل فنول محاسبه شد (ماکار و همکاران ۱۹۹۳). برای تعیین پایداری هوازی سیلوها (تولید گاز دی اکسید کربن) روش اشبل و همکاران (۱۹۹۱) بکار گرفته شد. تعیین ترکیبات شیمیایی هم برای علوفه و هم برای سیلاژ انجام شد اما تعیین روند تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک (به روش‌های درون کیسه‌ای و آزمایشگاهی) فقط برای سیلاژهای آزمایشی انجام گرفت.

تعیین روند تجزیه‌پذیری به روش تولید گاز

پس از اینکه نمونه‌های خوراکی با غربال یک میلی‌متری آسیاب شدند حدود ۱۵± ۲۰۰ میلی‌گرم از ماده خشک توزین شده و به داخل سرنگ انتقال داده شد. پیستون سرنگ با وازلین چرب شد تا حرکت آن درون سیلندر به راحتی صورت پذیرد. لوله سیلیکون لاستیکی که به انتهای سرنگ متصل بود، با گیره پلاستیکی بسته شد. حداکثر ۱۵ دقیقه قبل از انجام آزمایش از یک گاو فیستوله شده حدود یک لیتر مایع شکمبه جمع آوری گردید. پس از عبور از صافی، محلول صاف شده به درون فلاسک منتقل شده و سپس فلاسک در داخل بن ماری حاوی آب ۳۹ درجه سانتی‌گراد نگهداری و به آن گاز دی‌اکسیدکربن تزریق شد. برای انجام این آزمایش به پنج محلول مختلف نیاز بود تا با مایع شکمبه مخلوط شوند. محلول‌های مورد نیاز بر اساس روش منکه و استینگاس (۱۹۸۸) تهیه شد. یک ساعت قبل از انکوباسیون، سرنگ‌ها در حمام آب گرم با درجه حرارت ۳۹-۳۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. با استفاده از سرنگ، ۳۰ میلی لیتر از مخلوط مایع شکمبه و محلول ها (بزاق مصنوعی) برداشته (نسبت مخلوط مایع شکمبه و بافرها برابر با یک به دو) و به درون سرنگ شیشه‌ای که قبلا گرم شده بود انتقال داده شد و سطحی که مایع درون سرنگ قرار داشت (حجم اولیه محلول درون سرنگ) به عنوان زمان صفر ثبت شد. سرنگ‌ها در شانه‌های نگه دارنده سرنگ قرار داده شد و سپس به حمام آب گرم منتقل گردید. به منظور تصحیح گاز تولیدی ناشی از مایع شکمبه، در هر آزمایش تولید گاز ۳ سرنگ شاهد و فاقد نمونه که تنها حاوی ۳۰ میلی لیتر مایع شکمبه و محیط کشت بود در نظر گرفته شد تا

میزان گاز تولیدی آن‌ها از کل گاز تولیدی نمونه خوراک کم شده و مقدار گاز تولیدی ناشی از تخمیر نمونه‌ها بدست آمد. میزان گاز تولیدی در ساعات ۲، ٤، ۸، ١٦، ٢٤، ٤٨، ٧٢ و ٩٦ ساعت پس از قرار دادن سرنگ‌ها در انکوباتور خوانده و ثبت شد. برای توصیف روند تخمیر ماده خشک از معادله اصلاح شده‌ی ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد:

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

در این رابطه: P= حجم تولید گاز در زمان t، b= بخش دارای پتانسیل تولید گاز، c= نرخ تولید گاز (در ساعت) و t= مدت زمان انکوباسیون نمونه بود.

برای برآورد قابلیت هضم ماده آلی (OMD) و انرژی قابل متابولیسم (ME) از الگوهای منکه و استینگاس (۱۹۸۸) به شرح زیر استفاده شد:

$$OMD = ١٤/٨٨ + ٠/٨٨٩٣\ GP + ٠/٠٤٤٨\ CP + ٠/٠٦٥١\ ASH$$

$$ME = ٢/٢ + ٠/١٣٥٧\ GP + ٠/٠٠٥٧\ CP + ٠/٠٠٠٠٢٨٥٩\ CP^2$$

که در آن OMD قابلیت هضم ماده آلی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، GP حجم گاز تولیدی تصحیح شده برای ٢٤ ساعت (میلی لیتر در ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، CP پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، ASH خاکستر خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) و ME انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) می باشد.

تعیین تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک به روش درون کیسه‌ای

به منظور اندازه‌گیری تجزیه پذیری ماده خشک، ابتدا با استفاده از پارچه‌هایی از جنس پلی‌استر با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر، کیسه‌هایی به ابعاد ١٦×١٠ سانتیمتر دوخته شده و یک انتهای آن باز گذاشته شد. سپس کیسه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در آون با دمای ٦٠ درجه سانتیگراد قرار گرفته و پس از رسیدن به وزن ثابت، توزین و شماره‌گذاری گردید. سپس ۳ گرم نمونه آسیاب شده داخل کیسه‌ها ریخته شده (۳ کیسه به ازای هر نمونه در هر دام) و سر کیسه‌ها با نخ بسته شد و بر روی یک شیلنگ محکم شد. شیلنگ‌ها از طریق فیستولا وارد شکمبه دو راس تلیسه هلشتاین شد. به این ترتیب تمام کیسه ها در موقعیت یکسانی در داخل شکمبه قرارگرفتند. کیسه‌ها برای مدت زمان‌های ۲، ٤، ۸، ١٦، ٢٤، ٤٨، ٧٢ و ٩٦ ساعت در شکمبه قرار داده شدند. انکوباسیون کیسه‌ها قبل از خوراک‌دهی صبح و در یک ساعت معین انجام شد. کیسه‌های مربوط به زمان صفر، در شکمبه قرار داده نشدند و تنها با آب سرد شسته شدند، به طوری که آب زلال از آنها خارج گردید و کیسه‌های بقیه زمان‌ها به طور جداگانه انکوباسیون شدند. همچنین برای زمان های ۲ و ٤ ساعت، کیسه ها به مدت ١٥-١٠ دقیقه در آب ۳۷ درجه سانتی گراد غوطه ور شدند. این عمل تقلیدی از مخلوط شدن خوراک با بزاق است و اعتقاد بر این است که سبب افزایش سرعت دسترسی میکروارگانیزم ها به محتویات کیسه می‌گردد. تمام کیسه‌ها پس از خروج از شکمبه با آب سرد شستشوداده شدند تا آب زلال از آنها خارج شد. سپس تمام کیسه‌ها در آون (به مدت ٤٨ ساعت در دمای ٦٠ درجه سانتیگراد) خشک شدند و میزان ناپدید شدن ماده خشک نمونه‌ها در ساعات مختلف انکوباسیون شکمبه‌ای با توجه به اختلاف مقدار ماده خشک نمونه‌ها قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه گردید.

تعیین قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای ماده خشک با استفاده از روش توأم درون‌کیسه‌ای و دستگاه شبیه ساز هضم

بدین منظور ابتدا با استفاده از پارچه‌هایی از جنس پلی-استر با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر، کیسه‌هایی به ابعاد ١٥×١٠ سانتیمتر دوخته شده و یک انتهای آن باز گذاشته شد. سپس کیسه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته و پس از رسیدن

به وزن ثابت، توزین و شماره‌گذاری گردید. سپس ۳ گرم نمونه آسیاب شده داخل کیسه‌ها ریخته شده (۳ کیسه به ازای هر نمونه) و سر کیسه‌ها با نخ بسته شد. تمام کیسه‌ها به مدت ۱۶ ساعت در شکمبه انکوباسیون شدند. پس از خروج کیسه‌ها از شکمبه با آب سرد شسته شدند تا آب زلال از آنها خارج شد. سپس کیسه-ها به مدت ٤٨ ساعت در آون (٦٠ درجه سانتیگراد) خشک شدند و قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک برای هر نمونه از اختلاف وزن نمونه‌ها قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه گردید. محتویات کیسه‌ها جهت تعیین قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک استفاده شد. برای این کار از دستگاه شبیه ساز هضم (ساخت ایران، به شماره ثبت اختراع ٥١١٩٩) استفاده شد بدین ترتیب که حدود ۰/۵ گرم از باقیمانده مواد خوراکی که به مدت ۱۶ ساعت در شکمبه انکوباسیون شده بودند در داخل کیسه (به ابعاد ۱۰× ٥ سانتیمتر و با اندازه منافذ ٥٠ میکرومتر) ریخته شد (۳ کیسه به ازای هر نمونه) و سر کیسه‌ها دوخت زده شد. سپس کیسه‌ها داخل بطری‌های دستگاه که حاوی حدود یک لیتر محلول پپسین- اسیدکلریدریک (pH =۱/۹) بودند (۱۵ کیسه در هر بطری) قرار داده شده و به مدت یک ساعت داخل دستگاه با دمای ۳۹ درجه سانتیگراد گذاشته شد. سپس کیسه‌ها با آب شسته شدند تا آب زلال از آن خارج گردید. با محلول پانکراتین (pH = ۷/۷٥) نیز همین کار تکرار شد؛ با این تفاوت که مدت کار دستگاه ٢٤ ساعت بود. پس از شستشو، کیسه‌ها در آون (به مدت ٤٨ ساعت در دمای ٥٥ درجه سانتیگراد) خشک شده و مقدار ماده خشک آنها اندازه‌گیری شد.

محاسبات تجزیه پذیری ماده خشک شکمبه‌ای و قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای ماده خشک

- محاسبه تجزیه پذیری ماده خشک شکمبه‌ای

برای تعیین فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک در نمونه‌های مورد بررسی از معادله پیشنهادی ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد و برازش داده‌ها با مدل زیر و با استفاده از رویه NLIN نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۱) انجام شد:

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

که در این معادله P= مقدار ناپدید شدن در زمان t، a= بخش سریع تجزیه، b= بخش کند تجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه و t= زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت) می-باشد.

تجزیه پذیری موثر نمونه‌ها با استفاده از معادله $ED = a + \{(b \times c)/(c + k)\}$ و با در نظر گرفتن نرخ عبور ۰/۰٤، ۰/۰٦ و ۰/۰۸ در ساعت محاسبه شد. اجزای این معادله عبارتند از: ED= تجزیه پذیری موثر، a= بخش سریع تجزیه، b= بخش کند تجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه و k= نرخ عبور می‌باشد.

- محاسبه قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای

قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام نمونه‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر تعیین شد:

$$\text{قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای} - \text{وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}}{\text{وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}}$$

$$\text{قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون دردستگاه شبیه ساز هضم} - \text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای}}{\text{وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}}$$

تجزیه آماری داده‌های آزمایش

تجزیه آماری ترکیبات شیمیایی علوفه تازه از طریق آزمون T-test با ۲ تیمار و ۳ تکرار برای هر تیمار انجام شد و مدل آماری آن به صورت زیر بود:

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

در این مدل، μ بعنوان میانگین، Ai اثر تیمار و e_{ij} اثر تصادفی خطای باقیمانده در نظر گرفته شد.

برای تجزیه واریانس ترکیبات شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیری سیلاژهای آزمایشی از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل با ٤ تیمار و ۳ تکرار برای هر تیمار استفاده شد و مدل آماری آن به صورت زیر بود:

$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ikj}$

در این مدل، μ بعنوان میانگین، Ai اثر کوددهی علوفه با نیتروژن، B_j اثر افزودن پلی اتیلن گلیکول به سیلاژ، AB_{ij} اثر متقابل کوددهی علوفه و افزودنی پلی اتیلن گلیکول و e_{ij} اثر تصادفی خطای باقیمانده در نظر گرفته شد. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی مقایسه شدند. سطح معنی‌داری بصورت $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. برای برآورد فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از معادله $P=a+b(1-e)^{-ct}$ (ارسکوف و مکدونالد ۱۹۷۹) و برای تجزیه‌پذیری مؤثر (ED) در نرخ عبور (K) برابر با ۰/۰۲، ۰/۰٤ و ۰/۰۸ از معادله‌ی $ED= a + [b\times c/c+k]$ استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی علوفه تازه

از نظر ماده خشک بین علوفه کوددهی نشده و علوفه کوددهی شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. پروتئین خام علوفه کوددهی شده بیشتر از علوفه کوددهی نشده بود ($P<۰/۰۵$). میانگین فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی علوفه کوددهی شده بیشتر از علوفه کوددهی نشده بود ولی به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها دیده نشد. کوددهی علوفه با نیتروژن بر مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی علوفه اثر معنی‌دار آماری نداشت. اعداد بدست آمده برای اجزای الیافی مطابق با داده‌های بدست آمده از تحقیقات وینبرگ و همکاران (۲۰۰۷) و لاندائو و همکاران (۲۰۰٤ و ۲۰۰۵) بود ولی از مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی گزارش شده توسط استندفورد و همکاران (۲۰۰۱) بیشتر بود که احتمالا بدلیل اختلاف دما در طول دوره رشد و یا واریته گیاه مورد استفاده در آزمایشات فوق نسبت به آزمایش حاضر بوده است. بطور معمول دمای زیاد و بارندگی کم در طول دوره رشد گیاه منجر به افزایش پلی ساکاریدهای دیواره سلولی و کاهش کربوهیدرات‌های محلول می‌شود (پاسکوآل و همکاران ۲۰۰۰). البته میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی علوفه‌ها به مرحله برداشت هم بستگی دارد و مقایسه‌ی ترکیبات شیمیایی در آزمایش‌های مختلف عموما نتایج متناقضی به همراه دارد. میزان خاکستر علوفه کوددهی شده به طور معنی-داری ($P<۰/۰۵$) بیشتر از علوفه کوددهی نشده بود که با نتایج بارتال و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. این افزایش را می‌توان به جذب و تجمع مواد و عناصر معدنی بیشتر از خاک نسبت داد. غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب در بین تیمارها مشابه بود. اثر کوددهی علوفه با نیتروژن بر میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب علوفه گلرنگ معنی‌دار نبود. علوفه کوددهی شده با نیتروژن، ظرفیت بافری بیشتری نسبت به علوفه گلرنگ کوددهی نشده داشت. وینبرگ و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند افزودن کود نیتروژن بطور معنی داری سبب افزایش ظرفیت بافری علوفه گلرنگ شد. بین تیمارهای آزمایشی به لحاظ pH اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت. غلظت نیتروژن آمونیاکی علوفه کوددهی شده به لحاظ عددی بیشتر از علوفه کوددهی نشده بود که دلیل آن کوددهی علوفه با نیتروژن و متعاقب آن افزایش میزان پروتئین و نیتروژن موجود در گیاه بود. غلظت ترکیبات فنولی و تانن کل در علوفه کوددهی شده به طور معنی‌داری بیشتر از علوفه کوددهی نشده بود.

وینبرگ و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند سطوح بالای کود نیتروژن سبب افزایش کل ترکیبات فنولی و تانن کل در علوفه گلرنگ می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. گرچه افزودن کود نیتروژن در سطح مورد استفاده در آزمایش حاضر سبب افزایش میزان کل ترکیبات فنولی و تانن کل در علوفه گلرنگ شد ولی مقدار این ترکیبات به حدی نبود که اثرات مضر در تغذیه دام داشته باشد. سطحی از تانن در علوفه که سبب کاهش قابلیت هضم و کاهش تولید در حیوانات نشخوارکننده می‌شود، بیش از ۵ درصد ماده خشک گزارش شده است (واگهورن و همکاران ۱۹۹٤).

جدول ۱- میانگین ترکیبات شیمیایی علوفه گلرنگ در تیمارهای مورد مطالعه

تیمار*	DM[۱]	CP	NDF	ADF	Ash	WSC	BC	pH	$N\text{-}NH_3$	TP	TT
تیمار ۱	۲۵/۵	۱۰/٤^{b}	٤٤/۲	۲٦/۳	۹/۹^{b}	۸/۹	۰/۲^{b}	۵/٤۲	٤/٤	۰/۷^{b}	۰/٦^{b}
تیمار ۲	۲۷/۰	۱۱/٤^{a}	٤۸/۸	۳٤/۱	۱۲/۰^{a}	۸/٤	۰/۸^{a}	۵/٤۰	۵/۳	۱/۵^{a}	۱/٤^{a}
اشتباه معیار	۲/۳۷	۰/۰۷	۱/۵٦	۲/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۰۲	۰/۰٤	۰/۹۹	۰/۲۱	۰/۲
سطح معنی‌داری	۰/۲۳	۰/۰۰۰۵	۰/۱	۰/۰٦	۰/۰۰۸	۰/۲۲	۰/۰۰۰۵	۰/۷۲	۰/۵۷	۰/۰۱	۰/۰۱

*.تیمار ۱: علوفه گلرنگ کوددهی نشده با نیتروژن، تیمار ۲: علوفه گلرنگ کوددهی شده با نیتروژن

[۱]DM : ماده خشک (درصد)، CP: پروتئین خام (درصد ماده خشک)، NDF: فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک)، ADF: فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک)، Ash : خاکستر (درصد ماده خشک)، WSC: کربوهیدرات‌های محلول در آب (درصد ماده خشک)، BC: ظرفیت بافری (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم ماده خشک)، $N\text{-}NH_3$: نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم بر دسی لیتر)، TP: کل ترکیبات فنولی (درصد ماده خشک)، TT: کل تانن (درصد ماده خشک).

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.

ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیری سیلاژها

تفاوت معنی‌داری بین سیلاژهای آزمایشی به لحاظ مقدار ماده خشک وجود نداشت (جدول ۲). مقدار پروتئین خام سیلاژهای آزمایشی با پروتئین خام علوفه‌های تازه شباهت زیادی داشت، بطوریکه افزودن کود نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار پروتئین خام هم در علوفه و هم در سیلاژ علوفه کوددهی شده با نیتروژن شد. وینبرگ و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند کود نیتروژن محتوی پروتئین یا نیتروژن را در علوفه گلرنگ و همچنین، سیلاژ آن افزایش می‌دهد. اثر افزودن پلی اتیلن گلیکول بر پروتئین خام سیلاژهای آزمایشی معنی‌دار نبود. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی سیلاژها به مقدار زیادی به الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه‌ها شبیه بود و به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. اثر کوددهی علوفه و افزودنی پلی اتیلن گلیکول بر مقدار این ترکیبات معنی‌دار نبود.

بین سیلاژهای آزمایشی به لحاظ خاکستر اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت و اثر کوددهی و افزودن پلی اتیلن گلیکول هم بر آن معنی‌دار نبود. غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب در تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار آماری نداشت و کوددهی علوفه و افزودن پلی اتیلن گلیکول هم بر مقدار این ترکیبات تاثیر معنی‌داری نداشت، اما به لحاظ عددی سیلاژ علوفه کوددهی نشده نسبت به سیلاژ علوفه کوددهی شده، غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب کمتری داشت. روند تغییر pH تیمارهای مختلف با روند تغییر کربوهیدرات‌های محلول در آب و غلظت اسید لاکتیک تولیدی در سیلو همخوانی داشت. اثر کوددهی علوفه بر میانگین pH تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) بطوریکه کوددهی علوفه سبب کاهش pH سیلو و

افزایش غلظت اسید لاکتیک شد. این احتمالاً به دلیل تامین نیتروژن مورد نیاز باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک موجود در سیلاژ بوده که سبب رشد و توسعه این باکتری‌ها شده و در نتیجه تولید اسید لاکتیک افزایش و به دنبال آن pH کاهش یافته است (ولی زاده و همکاران ۱۳۸۳). افزودن پلی اتیلن گلیکول نیز بر میانگین pH تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری داشت و سبب کاهش pH و افزایش غلظت اسید لاکتیک شد (P<۰/۰۵). پلی اتیلن گلیکول سبب شکستن کمپلکس بین تانن و ماکرومولکول‌هایی از جمله کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها می‌شود و با جایگزینی با تانن سبب آزاد سازی این مواد و افزایش فراهمی آن‌ها برای باکتری-های موجود در سیلو می‌گردد، بطوریکه احتمالا باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک از کربوهیدرات-های موجود در سیلاژ استفاده کرده و در نتیجه غلظت اسید لاکتیک را در سیلو بالا برده‌اند. بطور کلی غلظت بالای اسید لاکتیک و غلظت کم کربوهیدرات‌های محلول در آب نشاندهنده کیفیت بالای سیلاژ است (آرشیبالد و همکاران ۱۹۶۰). مقدار نیتروژن آمونیاکی در تیمارهای آزمایشی به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵) بطوریکه درصد نیتروژن آمونیاکی سیلاژ علوفه‌های کوددهی شده بیشتر از سیلاژ علوفه‌های کوددهی نشده بود؛ افزایش نیتروژن آمونیاکی در مواد سیلو شده بدلیل شکستن ترکیبات نیتروژنی در اثر فعالیت آنزیم‌ها و باکتری‌هاست (اوشیما و مکدونالد ۱۹۸۷). همچنین، افزایش نیتروژن آمونیاکی نتیجه‌ی افزایش تجزیه‌ی پروتئین بیان شده است (حسن سالم ۲۰۱۰). افزودن پلی اتیلن گلیکول بر میزان نیتروژن آمونیاکی سیلاژهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین غلظت کل ترکیبات فنولی مربوط به سیلاژ علوفه کوددهی نشده و کمترین غلظت مربوط به سیلاژ علوفه کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول بود ولی این تفاوت به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. کوددهی علوفه و افزودن پلی اتیلن گلیکول اثر معنی-داری بر غلظت کل ترکیبات فنولی سیلاژ گلرنگ نداشت. با توجه به ماهیت و نقش پلی اتیلن گلیکول بعنوان عامل خنثی کننده تانن که کمپلکس پروتئین- تانن را می‌شکند و قابلیت دسترسی پروتئین را برای میکروفلور شکمبه و حیوان میزبان افزایش می‌دهد، انتظار می‌رفت تیمارهای حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول دارای فنول کل و تانن کمتری باشند، اما این نتیجه مشاهده نشد که دلیل آن را می‌توان احتمالا غلظت پایین ترکیبات فنولی درعلوفه گلرنگ بیان کرد زیرا مشخص شده است افزودن پلی اتیلن گلیکول به خوراک‌های حاوی تانن پایین مؤثر نیست. با توجه به غلظت کم کل ترکیبات فنولی در علوفه گلرنگ از اندازه‌گیری تانن کل و انواع تانن (قابل هیدرولیز و متراکم) در سیلاژ آن صرفنظر شد. بیشترین میانگین تولید گاز دی اکسید کربن مربوط به سیلاژ علوفه کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول بود. هرچند از لحاظ آماری تفاوتی بین تیمارها از این نظر وجود نداشت. اندازه‌گیری تولید گاز دی اکسید کربن بطور جداگانه یا همراه با دیگر فراسنجه‌ها مثل pH، دما، غلظت اسید لاکتیک، غلظت اسیدهای چرب فرار و غیره می‌تواند به عنوان یک روش قابل اعتماد برای تعیین فساد هوازی سیلاژ در آزمایشگاه استفاده شود (اشبل و همکاران ۱۹۹۱). پایداری سیلاژ در حضور اکسیژن یک عامل بسیار مهم جهت تعیین کیفیت و ارزش غذایی سیلاژ می‌باشد (جانسون و همکاران ۲۰۰۲). تحقیقات زیادی در رابطه با نقش پلی فنول‌ها در افزایش پایداری هوازی سیلاژ صورت گرفته است. وینبرگ و همکاران (۲۰۰۲) افزایش پایداری هوازی سیلاژ سورگوم را به محتوی نسبتا بالای غلظت پلی فنول‌ها در آن نسبت دادند. در تحقیق حاضر نیز سیلاژ علوفه کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول که دارای غلظت ترکیبات فنولی بالاتری بود پایداری هوازی بیشتری داشت. کوددهی علوفه با نیتروژن و افزودن پلی اتیلن گلیکول به سیلاژ تاثیر معنی‌داری بر میزان تولید گاز دی اکسید

کربن سیلاژها نداشت اما بطور کلی سیلاژ گیاهانی که کود نیتروژن دریافت کردند تحت شرایط هوازی پایدارتر بودند یعنی مقدار گاز تولیدی کمتری در مقایسه با سایر تیمارها داشتند. این نتایج با نتایج وینبرگ و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت.

جدول ۲- میانگین ترکیبات شیمیایی سیلاژ گلرنگ در تیمارهای مورد مطالعه

	$DM^{۱}$	CP	NDF	ADF	Ash	WSC	pH	LA	$N\text{-}NH_3$	TP	CO_2
تیمار*											
تیمار ۱	۹۶/۲	۱۳/۱^{b}	٤۷/٤	۳۸/۲	۱۳/۸	۱/۲	٤/۹^{a}	۱/۲^{c}	٦/٦	۰/٥	٤/۹
تیمار ۲	۹۷/٥	۱۳/۳^{b}	٤٦/۱	۳۳/۱	۱۲/۳	۱/۱	٤/٦^{b}	۳/۳^{b}	٦/۷	۰/۷	٥/۳
تیمار ۳	۹۷/٦	۱٥/۱^{a}	٤٤/۹	۳٥/۹	۱۲/٦	۰/۹	٤/۲^{b}	۳/۹^{b}	۹/۷	۰/٤	٥/۳
تیمار ٤	۹۷/٤	۱٤/۳^{ab}	٤٥/۷	۳٦/۳	۱۰/٦	۰/۸	٤/۱^{b}	٥/٤^{a}	۸/٦	۰/٦	٤/٦
اشتباه معیار	۰/۷۱	۰/۳۲	۷/۹۰	٥/٦۲	۱/٥٤	۰/۱٦	۰/۰۹	۰/٤۷	۰/۷۸	۰/۱۰	۰/٦۰
اثر کوددهی علوفه											
افزودن کود	۹۷/٥	۱٤/٦^{a}	٤٥/۳	۳٦/۹	۱۱/٥	۱/۱	٤/۱^{b}	٤/۷^{a}	۹/۲^{a}	۰/٥	٤/۹
عدم افزودن کود	۹٦/۸	۱۳/۱^{b}	٤٦/۷	۳٥/٦	۱۳/۷	۰/۹	٤/۷^{a}	۲/۲^{b}	٦/٦^{b}	۰/٦	٥/۱
اشتباه معیار	۰/٥۰	۰/۲۳	٥/٥۸	۳/۹۰	۱/۰۸	۰/۱۲	۰/۰٦	۰/۳۳	۰/٥٥	۰/۰۷	۰/٤۲
اثر پلی اتیلن گلیکول											
دارای افزودنی	۹۷/٥	۱۳/۸	٤٥/٤	۳٤/۷	۱۱/٤	۱/۱	٤/۳^{b}	٤/۳^{a}	۷/۷	۰/۷	٤/۹
فاقد افزودنی	۹٦/۹	۱٤/۷	٤٦/٦	۳۷	۱۳/۲	۱/۰	٤/٦^{a}	۲/٦^{b}	۸/۲	۰/٥	٥/۱
اشتباه معیار	۰/٥۰	۰/۲۳	۰/٥۸	۳/۹۰	۱/۰۸	۰/۱۲	۰/۰٦	۰/۳۳	۰/٥٥	۰/۰۷	۰/٤۲
منبع اختلاف											
کوددهی علوفه	۰/۳۷	۰/۰۰۱	۰/۱	۰/۹۳	۰/۳٦	۰/۱٥	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۱	۰/۳۸	۰/٤۲
افزودنی پلی اتیلن گلیکول	۰/٤٥	۰/٤٥	۰/۱٥	۰/٦۹	۰/۲۷	۰/٥۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/٥۳	۰/۱۳	۰/۷۸
کوددهی علوفه × افزودنی پلی اتیلن گلیکول	۰/۳۰	۰/۱٥	۰/۹۹	۰/٦٤	۰/۸۷	۰/٦۹	۰/۰۹	۰/٥٦	۰/٤۷	۰/۹۱	۰/۷۹

* تیمار۱: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار۲: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار۳: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و تیمار٤: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول.

۱ DM: ماده خشک (درصد)، CP: پروتئین خام (درصد ماده خشک)، NDF: فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک)، ADF: فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک)، Ash: خاکستر (درصد ماده خشک)، WSC: کربوهیدرات‌های محلول در آب (درصد ماده خشک)، LA: ااسید لاکتیک (درصد ماده خشک)، $N\text{-}NH_3$: نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم بر دسی لیتر)، TT : کل ترکیبات فنولی (درصد ماده خشک) و CO_2: تولید گاز دی اکسید کربن (گرم بر کیلو گرم ماده خشک).

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.

بررسی روند تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژهای آزمایشی به روش درون کیسه‌ای

- **فراسنجه های تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک**

فراسنجه های تجزیه پذیری شکمبه‌ای و تجزیه پذیری مؤثر شکمبه ای ماده خشک سیلاژهای آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. کمترین مقدار بخش سریع تجزیه‌ی ماده خشک (a) مربوط به سیلاژ علوفه

کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت (P<۰/۰۵). از آنجایی که تانن‌ها ترکیباتی محلول در آب بوده و قابلیت رسوب پروتئین‌ها را دارند (نورتون ۲۰۰۰) افزودن پلی اتیلن گلیکول سبب تشکیل کمپلکس بین پروتئین‌ها (و سایر اجزای محلول موجود) با تانن شده و در حین سیلو کردن از طریق شیرابه خارج شده است و همین امر احتمالا سبب کاهش بخش a و افزایش بخش b در این تیمار شده است (جدول ۲). بطور کلی بخش سریع تجزیه تحت تاثیر عواملی از قبیل حلالیت، ساختمان فیزیکی گیاه و میزان دیواره سلولی قرار دارد (کمالک و همکاران ۲۰۰۵). لاندائو و همکاران (۲۰۰٤) بخش سریع تجزیه (a)، بخش کند تجزیه (b) و ثابت نرخ تجزیه (c) ماده خشک گلرنگی که در مرحله تکمه‌دهی برداشت شده بود را به ترتیب برابر ۰/۵۱۸، ۰/۲۹۹ و ۰/۰۸ گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. اثر افزودن پلی اتیلن گلیکول بر بخش سریع تجزیه معنی‌دار بود و باعث کاهش این بخش شد. بیشترین مقدار بخش کند تجزیه‌ی ماده خشک مربوط به سیلاژ علوفه کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول بود ولی بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ آماری اختلاف معنی داری دیده نشد. کوددهی علوفه با نیتروژن و افزودن پلی اتیلن گلیکول تاثیر معنی‌داری بر این بخش نداشتند. کوددهی با نیتروژن اثر معنی‌داری بر ثابت نرخ تجزیه داشت و سبب افزایش آن شد. تولرا و همکاران (۱۹۹۷) گزارش نمودند ناپدید شدن ماده خشک طی زمان‌های انکوباسیون همبستگی مثبتی با پروتیئن خام دارد. از آنجاییکه مقدار پروتئین خام سیلاژ علوفه کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و سیلاژ علوفه کوددهی شده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول نسبت به بقیه تیمارها بالاتر بود و با توجه به همبستگی بالای پروتئین خام و تجزیه‌پذیری، می‌توان افزایش ثابت نرخ تجزیه‌پذیری را در اثر افزودن کود نیتروژن به افزایش پروتئین علوفه و سیلاژ علوفه کوددهی شده و این همبستگی نسبت داد. افزودن پلی اتیلن گلیکول بر ثابت نرخ تجزیه اثر معنی‌داری نداشت.

تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک سیلاژهای آزمایشی با در نظر گرفتن نرخ عبور ۰/۰٤، ۰/۰٦ و ۰/۰۸ در ساعت نیز در جدول ۳ گزارش شده است. به نظر می‌رسد که افزایش محتوای پروتئین خام گیاه سبب افزایش تجزیه-پذیری مؤثر ماده خشک در شکمبه می‌شود. بیشترین میزان تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک مربوط به سیلاژ علوفه کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول بود که با سیلاژ علوفه کوددهی نشده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و سیلاژ علوفه کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول اختلاف آماری معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). بالاتر بودن تجزیه‌پذیری مؤثر سیلاژ علوفه کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول می‌تواند تحت تاثیر مقدار پروتئین بالاتر و فیبر نامحلول در شوینده خنثی پایین‌تر آن باشد. اثر کوددهی و افزودن پلی اتیلن گلیکول بر تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک تیمارها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). افزودن کود نیتروژن سبب افزایش تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک شد که آن را می‌توان به افزایش بخش نیتروژنی گیاه در اثر افزودن کود نیتروژن و در نتیجه افزایش پروتئین و فراهم کردن مواد مغذی مورد نیاز برای باکتری‌های شکمبه نسبت داد، اما افزودن پلی اتیلن گلیکول باعث کاهش آن گردید. بطور کلی انتظار می‌رفت با افزودن پلی اتیلن گلیکول، میزان ناپدید شدن ماده خشک و همچنین، تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک در شکمبه افزایش یابد زیرا پلی اتیلن گلیکول بطور وسیعی برای خنثی سازی تانن ها و دیگر ترکیبات ثانویه در علوفه‌ها استفاده می شود و سبب بهبود تجزیه پذیری آنها می-گردد. تشکیل کمپلکس بین پلی اتیلن گلیکول و ترکیبات ثانویه، بویژه تانن‌ها توسط ماکار و همکاران (۱۹۹۵a) بررسی شده است ولی طبیعت و میزان اثر مثبت پلی اتیلن گلیکول بستگی به فاکتورهایی مانند ساختمان تانن، سطح تانن در علوفه، دوز پلی اتیلن گلیکول

استفاده شده و طریقه استفاده از آن دارد (بن سالم و همکاران ۲۰۰۵). در روش کیسه‌های نایلونی مشخص شده مقدار کم ماده خوراکی در کیسه‌ها و در محیط شکمبه می‌تواند سبب برآورد کمتر تانن شود و لذا اثر مثبت پلی اتیلن گلیکول بر گیاه به خوبی مشاهده نمی-شود. از طرفی در تحقیق حاضر مقدار ترکیبات فنولی موجود در علوفه به حدی نبوده که پلی اتیلن گلیکول بتواند اثر مثبت خود را اعمال کند و با توجه به میل ترکیبی بسیار بالای این ترکیب با دیگر ماکرومولکول‌ها (یوسف الهی و روزبهان ۲۰۰۸)، احتمالا رقابتی بین پلی اتیلن گلیکول و تانن برای ترکیب شدن با دیگر ماکرومولکول‌ها (مثل پروتئین) ایجاد شده و سبب از بین بردن اثر مثبت پلی اتیلن گلیکول در بهبود ارزش تغذیه‌ای شده است.

جدول ۳- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک سیلاژ گلرنگ در تیمارهای مورد مطالعه

	فراسنجه[1]			تجزیه‌پذیری موثر		
				نرخ عبور از شکمبه (در ساعت)		
	a	b	c (در ساعت)	۰/۰٤	۰/۰٦	۰/۰۸
تیمار*						
۱	۰/٤۸^{a}	۰/۲۳	۰/۰٤	۰/۵۹^{bc}	۰/۵۷^{b}	۰/۵٦^{b}
۲	۰/٤۱^{b}	۰/۳۲	۰/۰۳	۰/۵٦^{c}	۰/۵۳^{c}	۰/۵۱^{c}
۳	۰/٤۸^{a}	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/٦٤^{a}	۰/٦۱^{a}	۰/٦۰^{a}
٤	۰/٤٦^{a}	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/٦۳^{ab}	۰/٦۱^{a}	۰/۵۹^{ab}
اشتباه معیار	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹
اثر کوددهی علوفه						
افزودن کود	۰/٤۷	۰/۲٤	۰/۰۸^{a}	۰/٦٤^{a}	۰/٦۱^{a}	۰/٦۰^{a}
عدم افزودن کود	۰/٤۵	۰/۲۸	۰/۰۳^{b}	۰/۵۸^{b}	۰/۵۵^{b}	۰/۵۳^{b}
اشتباه معیار	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰٦	۰/۰۰٦	۰/۰۰٦
اثر افزودنی پلی اتیلن گلیکول						
دارای افزودنی	۰/٤٤^{b}	۰/۲۹	۰/۰۵	۰/٦۰	۰/۵۷^{b}	۰/۵۵^{b}
فاقد افزودنی	۰/٤۸^{a}	۰/۲۳	۰/۰٦	۰/٦۱	۰/۵۹^{a}	۰/۵۸^{a}
اشتباه معیار	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰٦	۰/۰۰٦	۰/۰۰٦
منبع اختلاف						
کوددهی علوفه	۰/۰٦۰	۰/۱۸۰	۰/٦٦۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲
افزودنی پلی اتیلن گلیکول	۰/۰۰٦	۰/۰۵۰	۰/٦٦۵	۰/۷٦۰	۰/۱۳۰	۰/۰٤۰
کوددهی علوفه × افزودنی پلی اتیلن گلیکول	۰/۰٦۰	۰/۱۵۰	۰/۵۷۸	۰/۸۸۰	۰/۱۷۰	۰/۰۸۰

* تیمار۱: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار۲: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار۳: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و تیمار٤: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول.

[1] a: بخش سریع تجزیه، b: بخش کند تجزیه، c: ثابت نرخ تجزیه.

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.

قابلیت هضم شکمبه‌ای و بعد از شکمبه‌ای ماده خشک

نتایج نشان داد قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک سیلاژ علوفه کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و سیلاژ علوفه کوددهی شده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول بطور معنی‌داری بیشتر از سیلاژ علوفه کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول بود (P<۰/۰۵). این موضوع می‌تواند ناشی از تفاوت در بخش سریع تجزیه ماده خشک این تیمارها و همچنین تجزیه‌پذیری مؤثر آن‌ها باشد. نتایج نشان می دهد که بین میزان پروتئین این تیمارها و قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک همبستگی مثبتی وجود دارد. کمالک و همکاران (۲۰۰٤) نشان دادند که میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی ارتباط منفی و میزان پروتئین ارتباط مثبتی با قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک دارد. در نتیجه، پروتئین خام می تواند به عنوان یک ملاک قابل اعتماد برای بیان کیفیت تغذیه‌ای یک علوفه بکار برده شود (گانسکوپ و بوهنرت ۲۰۰۱). همچنین همان طور که گفته شد تفاوت در قابلیت هضم شکمبه‌ای به مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی نیز ارتباط دارد (مور و چرنی ۱۹۸٦). به طوری که در جدول ۲ نشان داده شد، مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی این تیمارها کمتر از تیمارهای دیگر بود. اثر کوددهی علوفه بر قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک معنی‌دار بود و سبب افزایش معنی‌دار این بخش شد (P<۰/۰۵). احتمالا کود نیتروژن سبب بالا بردن مقدار نیتروژن و پروتئین گیاه شده و هضم شکمبه‌ای آن را تحت تاثیر قرار داده است. افزودن پلی اتیلن گلیکول بر قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک اثر معنی‌داری نداشت.

اثر کوددهی علوفه و افزودن پلی اتیلن گلیکول به سیلاژ نیز بر قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای معنی‌دار نبود.

قابلیت هضم ماده خشک سیلاژ علوفه کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و سیلاژ علوفه کوددهی شده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول در کل دستگاه گوارش بالاترین و برای سیلاژ علوفه کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول پایینترین بود که بطور معنی داری با هم اختلاف داشتند (P<۰/۰۵). این افزایش و کاهش عمدتاً ناشی از افزایش و کاهش قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک بوده است. کوددهی با نیتروژن بطور معنی‌داری سبب افزایش قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش و افزودن پلی اتیلن گلیکول سبب کاهش آن شد. علت این کاهش همانطور که در بخش فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ذکر شد احتمالا بدلیل تانن کم گیاه و اثر شیمیایی پلیمر پلی اتیلن گلیکول بر گیاه است.

بررسی روند تجزیه‌پذیری سیلاژهای آزمایشی به روش تولید گاز

نتایج مربوط به میانگین فراسنجه‌های تولید گاز، قابلیت هضم مادهٔ آلی، مادهٔ آلی قابل هضم در مادهٔ خشک و انرژی قابل متابولیسم سیلاژهای آزمایشی در جدول ٥ ارایه شده است. بیشترین میانگین گاز تولیدی از بخش نامحلول در آب ولی قابل تخمیر (b) مربوط به سیلاژ علوفه کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول بود ولی از این نظر اختلاف آماری معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد. این تیمار دارای بالاترین میزان پروتئین خام و پایینترین مقدار فیبر و همچنین کمترین غلظت ترکیبات فنولی بود که دلیلی برای افزایش تولید گاز می‌باشد. تولرا و همکاران (۱۹۹۷) و لاربی و همکاران (۱۹۹۸) همبستگی مثبت معنی‌داری بین میزان پروتئین خام و فراسنجه‌های تولید گاز درختان علوفه‌ای گرمسیر گزارش کردند. میانگین ثابت نرخ تولید گاز سیلاژهای آزمایشی به لحاظ آماری اختلاف معنی داری نداشتند. اثر کوددهی علوفه با نیتروژن و افزودن پلی اتیلن گلیکول بر فراسنجه‌های b و c معنی‌دار نبود.

سیلاژ علوفه کوددهی شده با نیتروژن و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول به لحاظ مقدار فراسنجه c، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم بیشترین مقادیر را نشان داد. این افزایش احتمالا بدلیل اثر توأم

کوددهی علوفه با نیتروژن و افزودن پلی اتیلن گلیکول به سیلاژ بود. یوسف الهی و روزبهان (۲۰۰۸) نشان دادند افزودن پلی اتیلن گلیکول، اثر معنی‌داری بر فراسنجه‌های تولید گاز برگ‌های بلوط داشت و با افزودن پلی اتیلن گلیکول به نمونه ها، مقدار این فراسنجه‌ها افزایش یافت. بهبود در فراسنجه‌های تولید گاز در اثر افزودن پلی اتیلن گلیکول تاکیدی بر اثر منفی تانن ها بر قابلیت هضم ماده خشک است (میرون و همکاران ۲۰۰۵). پلی اتیلن گلیکول یک پلیمر سنتتیک است که دارای میل ترکیبی بالایی با تانن ها است و با تشکیل کمپلکس تانن‌ها را خنثی می سازد (ماکار و همکاران ۱۹۹۵b). پلی اتیلن گلیکول تمایل زیادی به ترکیب شدن با فنول‌ها (تانن‌ها) دارد و قابلیت تشکیل کمپلکس قوی‌تری با آن‌ها نسبت به پروتئین‌ها دارد و بدین وسیله باعث افزایش فراهمی مواد مغذی بویژه پروتئین برای حیوان می‌شود.

جدول ۴- میانگین قابلیت هضم ماده خشک سیلاژ گلرنگ تیمارهای مورد مطالعه در شکمبه، روده باریک و کل دستگاه گوارش (درصد ماده خشک)

	قابلیت هضم شکمبه‌ای	قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای	قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش
تیمارها*			
۱	٦۱/٤^{ab}	۸/۰	٦٤/٤^{b}
۲	٥٦/۱^{b}	۱۰/۰	٦۰/٤^{c}
۳	٦٥/۷^{a}	٦/۷	٦۸/۰^{a}
٤	٦٤/۸^{a}	۸/۲	٦۷/۷ ^{a}
اشتباه معیار	۱/۳۳	۱/٤۰	۰/٥۷
اثر کوددهی علوفه			
افزودن کود	٦٥/۲^{a}	۷/٤۷	٦۷/۸^{a}
عدم افزودن کود	٥۸/۷^{b}	۹/۰	٦۲/٤^{b}
اشتباه معیار	۰/۹٤	۰/۹	۰/٤٤
اثر افزودنی پلی اتیلن گلیکول			
دارای افزودنی	٦۰/٥	۹/۱۲	٦٤/۰^{b}
فاقد افزودنی	٦۳/٥	۷/۳٥	٦٦/۲^{a}
اشتباه معیار	۰/۹٤	۰/۹	۰/٤٤
منبع اختلاف			
کوددهی علوفه	۰/۰۰۱	۰/۳۱	۰/۰۰۰۱
افزودنی پلی اتیلن گلیکول	۰/۰٥	۰/۲٤	۰/۰۰٥
کوددهی علوفه × افزودنی پلی اتیلن گلیکول	۰/۱٤	۰/۸۷	۰/۰۱

* تیمار۱: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار۲: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار۳: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و تیمار٤: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول.
حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰٥ است.

کمترین میانگین قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی قابل هضم در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم به لحاظ عددی در سیلاژ علوفه کوددهی نشده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول که دارای بیشترین میانگین اجزای الیافی بود دیده شد. فیلا (۲۰۰۱) بیان کرد پائین بودن میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی منجر به بالا رفتن قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی قابل هضم در ماده خشک می‌شود. کوددهی علوفه با نیتروژن بر قابلیت هضم ماده آلی، ماده آلی قابل هضم در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) و سبب افزایش این مقادیر شد زیرا به نظر می‌رسد نیتروژن مورد نیاز برای میکروارگانیسم‌ها از طریق افزودن کود تامین شده است.

جدول ۵- فراسنجه‌های تولید گاز، میانگین قابلیت هضم مادهٔ آلی، مادهٔ آلی قابل هضم در مادهٔ خشک و انرژی قابل متابولیسم سیلاژ گلرنگ در تیمارهای مورد مطالعه

	فراسنجه[۱]				
	b	c (در ساعت)	قابلیت هضم مادهٔ آلی (درصد ماده خشک)	مادهٔ آلی قابل هضم در مادهٔ خشک (درصد ماده خشک)	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم)
تیمارها*					
۱	۰/٤۷	۰/۰۵	۰/۵۸	۰/۳۹	۷/۳
۲	۰/٤۷	۰/۰۵٤	۰/٦۰	۰/٤۱	۷/۷
۳	۰/۵۰	۰/۰٤۹	۰/٦۲	۰/٤۲	۸/۰
٤	۰/٤۸	۰/۰۵۱	۰/٦۵	۰/٤۷	۸/۷
اشتباه معیار	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۳
اثر کوددهی علوفه					
افزودن کود	۰/٤۹	۰/۰۵	۰/٦۳	۰/٤۵[a]	۸/۳[a]
عدم افزودن کود	۰/٤۷	۰/۵۲	۰/۵۹	۰/٤۰[b]	۷/۵[b]
اشتباه معیار	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۱
اثر افزودنی پلی اتیلن گلیکول					
دارای افزودنی	۰/٤۸	۰/۰۵۳	۰/٦۲	۰/٤٤	۸/۲
فاقد افزودنی	۰/٤۸	۰/۰۵	۰/٦۰	/٤۰	۷/۷
اشتباه معیار	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۱
منبع اختلاف					
کوددهی علوفه	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲
افزودنی پلی اتیلن گلیکول	۰/٦۲	۰/۱٤	۰/۲۹	۰/۰۸	۰/۱۱
کوددهی علوفه × افزودنی پلی اتیلن گلیکول	۰/٦٤	۰/٦۷	۰/۷۲	۰/۵۸	۰/٦٤

* تیمار۱: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار۲: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی نشده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول، تیمار۳: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و فاقد افزودنی پلی اتیلن گلیکول و تیمار٤: سیلاژ علوفه گلرنگ کوددهی شده و حاوی افزودنی پلی اتیلن گلیکول.

[۱] b: گاز تولیدی از بخش قابل تخمیر نامحلول در آب، c: ثابت نرخ تولید گاز.

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.

نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن مجموع فراسنجه‌های مطالعه شده، می‌توان نتیجه گرفت که کوددهی علوفه گلرنگ با نیتروژن اثر مثبتی بر ترکیبات شیمیایی علوفه گلرنگ داشت. همچنین، کوددهی علوفه نسبت به افزودن پلی اتیلن گلیکول به سیلاژ گلرنگ سبب بهبود برخی از ترکیبات شیمیایی و افزایش قابلیت هضم شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارش آن شد. مطالعات تغذیه‌ای بیشتری با استفاده از دام لازم است تا تصویر کاملی از کیفیت سیلاژ گلرنگ بدست آید.

منابع مورد استفاده

مستوفی س، ۱۳۸۷. بررسی بازار دانه‌های روغنی و فرآورده‌های آن. وزارت جهادکشاورزی، مؤسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی.

ناصری ف، ۱۳۷۰. دانه های روغنی (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی.

ولی زاده ر، ناصریان ع و اژدری فرد آ. ۱۳۸۳. بیوشیمی سیلاژ (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

AOAC, 2002. Association of official Analytical Chemists. Official Method of Analysis. 17th ed. AOAC. Arlington. VA.

Archibald JG, Kuzmeski JW and Russell S, 1960. Grass silage quality as affected by crop composition and by additives. J Dairy Sci 43:1648-1653.

Ashbell G, Weinberg ZG, Azrieli A, Hen Y and Horev B, 1991. A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Can Agric Eng 33:391–394.

Barker SB and Summerson WH, 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. J Biol Chem 138:535–554.

Bar-Tal A, Landau S, Li-xin Z, Markovitz T, Keinan M, Dvash L, Brener S and Weinberg ZG, 2008. Fodder Quality of safflower across an irrigation gradient and with varied nitrogen rates. J Agron 100:1499-1505.

Ben Salem H, Ben Salem I and Ben Saïd MS, 2005. Effect of the level and frequency of PEG supply on intake, digestion, biochemical and clinical parameters by goats given Kermes oak (*Quercus coccifera L.*)-based diets. Small Rum Res 56:127-137.

Dubis M, Hamilton KA, Rebers PA and Smith F, 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. J Chem 28:350-356.

Filya I, 2001. Silage fermentation. ARES Technical Bulletin I. Hakan Publications Izmir Turkey (in Turkish) 24:265-269.

Filya L, 2003. The effect of lactobacillus buchneri and lactobacillus plantarum on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degredability of low dry matter corn and sorghum silages. J Dairy Sci 86:3575-3581.

Ganskoop D and Bohnert R, 2001. Nutritional dynamics of 7 northern Great Basin grasses. J Range Manage 54:640-647.

Hassan Sallam SMA, Silva Bueno I, De Godoy B, Nozella EF, Vitti DMS and Adibe Luiz A, 2010. Ruminal fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi- automated gas production technique. J Tropic Sub Tropic Agroecosystems 12:1-10.

Johnson LM, Harrison JH, Davidson D, Mahanna WC, Shinners K and Linder D, 2002. Corn silage management: Effects of maturity, inoculation, and mechanical processing on pack density and aerobic stability. J Dairy Sci 85:434-444.

Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y, Ozay O, Ozkan CO and Sakarya M, 2004. Chemical composition and in vitro gas production characteristics of several tannin containing tree leaves. Livest Res for Rural Devl 16:44-49.

Kamalak KF, Canbolat O, Sahin M, Gurbuz Y, Ozkose E and Ozkan CO, 2005. The effect of polyethylene glycol (PEG 8000) supplementation on in vitro gas production kinetics of leaves from tannin containing trees. South African J Anim Sci 35:229-236.

Landau S, Friedman S, Brenner S, Bruckental I, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Dvash L and Leshem Y, 2004. The value of safflower hay and silage grown under Mediterranean conditions as forage for dairy cattle. Livest Prod Sci 88:263-271.

Landau S, Molle G, Fois N, Friedman S, Barkai D, Decandia M, Cabiddu A, Dvash L and Sitzia M, 2005. Safflower (*Carthamus tinctorius*) as a novel pasture species for dairy sheep in the Mediterranean conditions of Sardinia and Israel. Small Rumin Res 59:239–249.

Larbi A, Smith JW, Kurdi IO, Adeknle IO, Rajj AM and Ladipo DO, 1998. Chemical composition, rumen degradation and gas production characterisitics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. Anim Feed Sci Technol 72:81- 96.

Leshem Y, 2004. The value of safflower (*Carthamus tinctorius*) hay and silage growen under Mediterraneas conditions as forage for dairy cattle. Livest Prod Sci 88:263-271.

Makkar HPS, Blummel M, Borowy NK and Becker K, 1993. Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. J Sci Food Agric 61:161–165.

Makkar HPS, Blümmel M and Becker K, 1995a. In vitro effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. J Sci Food Agric 69:481-493.

Makkar HPS, Blummel M and Becker K, 1995b. Formation of complexes between polyvinyle pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. Br J Nut 73:897-913.

McSweeney CS, Palmer B, McNeill DM and Krause DO, 2001. Microbial interactions with tannins : nutritional consequences for ruminants. Anim Feed Sci Technol 91:83-93.

Menke KH, and Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim Res Devel 28:7-12.

Miron J, Ephraim Z, Dgnit S and Gabriel A, 2005. yield, composition, in vitro digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. Anim Feed Sci Technol 120:17-32.

Moore K J and Cherney JH, 1986. Digestion kinetics of sequentially extracted cell component of forage. Crop Sci 26:1230-1235.

Norton BW, 2000. The significance of tannins in tropical animal production. In: Brooker JD (ed) Tannins in livestock and human nutrition, vol. 92. Proceeding of an international workshop, Adelaide, Australia, pp. 14-23.

Ørskov, ER and McDonald IM, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agric Sci 92:499-503.

Oshima M and McDonald P, 1987. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. J Sci Feed Agric 29:497-505.

Pascual JJ, Fernandez C, Diaz JR, Garces C and Rubert-Aleman J, 2000. Voluntary intake and in vivo digestibility of different date-palm fractions by Murciano-Granadina (Capra Hircus). J Arid Environ 45:183-189.

Playne MJ and McDonald P, 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. J Sci Feed Agric 17:264-268.

SAS, 2001. SAS Statistical Analysis Systems User's Guide. SAS Institute Inc. Version 9.1. Cary, NC, USA.

Silanikove N, Perevolotsky A and Provenza FD, 2001. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. Anim Feed Sci Thenol 91:69-81.

Standford K, Wallins GL, Lees BM and Mundel HH, 2001. Feeding value of immature safflower forage for dry ewes. Can J Anim Sci 81:289-292.

Tolera A, Khazaal K and Ørskov ER, 1997. Nutritive evaluation of some browse species. Anim Feed Sci Technol 67:181-195.

Van Soest PJ, Robertson JB, and Lewis BA, 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 74:3583-3597.

Waghorn GC, Shelton ID, McNabb WC and McCutcheon SN, 1994. Effects of condensed tannin in Lotus pedunculatus on nutritive value for sheep. 2. Nitrogenous aspects. J Agric Sci (Cambridge) 123:109–119.

Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Leshem Y, Landau S and Bruckental I, 2002. A note on ensiling safflower forage. Grass Forage Sci 57:184–187.

Weinberg ZG, Bar-Tal A, Chen Y, Gamburg M, Brener S, Dvash L, Markovitz T and Landau S, 2007. The effects of irrigation and nitrogen fertilization on the ensiling of safflower (*Carthamus tinctorius*). Anim Feed Sci Technol 134:152-161.

Yousef Elahi M and Rouzbehan Y, 2008. Characteriztion of Quercus Persica, Quercus Infectoria and Quercus Libani as ruminant feeds. Anim Feed Sci Technol 140:78-89.