

## بررسی پتانسیل استفاده از کاه گلرنگ و سیلاژ آن به تنهایی و با افزودن تفالۀ چغندر قند در تغذیه دام با استفاده از روش برون تنی

محمد جواد ابرقوئی<sup>۱</sup>، تیمور تنها<sup>۲\*</sup>، روح اله حسن پور<sup>۳</sup>

۱. استادیار بخش تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان

۲. استادیار دانشگاه پیام نور تهران

۳. کارشناسی ارشد علوم دامی دانشگاه پیام نور تهران

| مشخصات مقاله                                                                                                                                                                                                                          | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>کلمات کلیدی: کاه گلرنگ، سیلاژ، تفالۀ چغندر قند، گوارش پذیری، تولید گاز</p> <p>دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۴</p> <p>پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۹</p> <p>آنلاین: ۱۴۰۵/۰۲/۲۶</p> <p>*مسئول مکاتبات<br/>تیمور تنها<br/>آدرس ایمیل:<br/>t.tanha@pnu.ac.ir</p> | <p>این پژوهش در دو بخش با اهداف بررسی استفاده از کاه و کلش گلرنگ به شکل علوفه خشک و سیلوی آن به تنهایی و همراه با افزودن تفالۀ خشک چغندر قند برای بررسی کیفیت و ارزش غذایی سیلاژ با استفاده از آزمون تولید گاز انجام شد. تفالۀ چغندر در سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزن تر به کاه گلرنگ افزوده شد و برای مدت ۴۵ روز سیلو گردید. با افزودن تفالۀ چغندر، مقدار pH کاهش یافت و کمترین میزان برای تیمار کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفالۀ چغندر قند مشاهده شد (<math>P &lt; 0.01</math>). بیشترین مقدار نیتروژن آمونیاکی در تیمار کاه گلرنگ و آب (۳/۷۳ میلی گرم در دسی لیتر) و کمترین در تیمار کاه گلرنگ و ۱۵ درصد تفالۀ چغندر (۳/۲۲ میلی گرم در دسی لیتر) مشاهده شد (<math>P &lt; 0.01</math>). مقادیر ماده خشک و پروتئین خام کاه گلرنگ کمتر، اما مقادیر ماده آلی، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) کاه گلرنگ بیشتر از کاه گندم بود (<math>P &lt; 0.01</math>). با افزودن تفالۀ چغندر قند در مقایسه با سیلاژ کاه گلرنگ + آب، مقدار پروتئین خام افزایش یافت، ولی مقادیر NDF و ADF روند کاهشی داشت (<math>P &lt; 0.01</math>). با افزودن تفالۀ چغندر حجم گاز تولیدی، گوارش پذیری، انرژی قابل سوخت و ساز و غلظت اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر افزایش یافت و بیشترین مقادیر این فراسنجه ها برای تیمار کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفالۀ چغندر و کمترین برای تیمار کاه گلرنگ + آب مشاهده شد (<math>P &lt; 0.01</math>). مقادیر پروتئین خام، NDF، ADF، گوارش پذیری ماده آلی و انرژی قابل سوخت و ساز کنجاله گلرنگ به ترتیب ۲۴۱، ۳۶۰، ۲۳۰، ۴۱۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک و ۵/۹۸ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک برآورد گردید. با توجه به کاهش منابع آبی و امکان کاشت گلرنگ در شرایط دشوار آب و هوایی، کاه فرآوری شده و کنجاله این گیاه می توانند جایگزین بخشی از علوفه و کنجاله سویا در جیره نشخوارکنندگان شوند.</p> |



© 2025 Novel Research in Animal Science (NRAS), Lorestan University.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## مقدمه

علوفه‌های مرسوم در جیره نشخوارکنندگان شامل یونجه، ذرت علوفه‌ای و کاه غلات هستند که با شرایط مناسب خاک و آب کافی رشد می‌کنند. در حالی که تغییرات اقلیمی اخیر ممکن است کشت این گیاهان را با مشکل مواجه کند. بعلاوه، از منابع خوراکی معمول در جیره نشخوارکنندگان مکمل‌های پروتئینی به ویژه کنجاله سویا هستند و انتخاب آن‌ها بستگی به کیفیت و قیمت این مواد و شرایط موجود دارد. ولی این کنجاله‌ها به دلیل تنوع قیمت، قابلیت دسترسی و واردات آن‌ها در برخی کشورها همواره یک مشکل اساسی در زمینه پرورش دام بوده است. از سوی دیگر، تغییر اقلیم و گرایش آن به سمت شرایط خشک‌تر، همراه با کمبود منابع آبی در سالهای اخیر، منجر به کاهش کمیت و کیفیت خوراکی‌های رایج مورد استفاده در تغذیه نشخوارکنندگان شده است. این مسأله به نوبه خود، افزایش چشمگیر قیمت این نهادهای خوراکی را در پی داشته است (۵ و ۲۹). بنابراین، اخیراً متخصصین تغذیه دام به استفاده از مواد خوراکی جایگزین با قیمت کمتر، کاهش هزینه‌های تولیدی و حفظ منابع طبیعی مانند ذخایر آبی علاقه‌مند شده‌اند (۲۵). یکی از راهکارهای افزایش تولید در بخش کشاورزی با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک کشور، استفاده از روش کشاورزی شورزیست و همچنین شناسایی و معرفی گونه‌های گیاهی مقاوم به خشکی و شوری جهت دستیابی به توسعه پایدار است. از جمله این گیاهان شورزیست می‌توان به گیاه گلرنگ اشاره کرد. گلرنگ، یک گیاه دانه روغنی و

از خانواده کاسنی‌ها (Composite) با نام انگلیسی (*Carthamus tinctorius*) و نام عمومی Safflower می‌باشد. گلرنگ نسبتاً به شوری مقاوم است و می‌تواند محصولات سودآوری را در خاک‌های شور تولید کند. همچنین، می‌توان آن را با موفقیت در خاک‌های کم حاصلخیز کشت کرد (۳۰). سطح زیر کشت گلرنگ در جهان یک میلیون و ۱۴۰ هزار هکتار و مقدار تولید دانه در ایران ۶۳۱۳ تن در سال ۲۰۱۹ گزارش شده است (۱۷). از گیاه گلرنگ در بسیاری از کشورها به شکل‌های مختلف (دانه، علوفه، سیلاژ، کنجاله و کاه و کلش) برای بسیاری از حیوانات استفاده می‌شود (۱۰). تاکنون بیشتر تحقیقات انجام شده در نشخوارکنندگان بر روی دانه و کنجاله گلرنگ صورت گرفته و در مورد استفاده از کاه و کلش گیاه گلرنگ پژوهشی صورت نگرفته است. در تحقیقات پیشین مشخص گردید که کاه گلرنگ شامل ۴ درصد پروتئین خام، ۵۰ درصد الیاف NDF، ۶/۶ درصد لیگنین و ۱۶۲۸ کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز در کیلوگرم ماده خشک است (۱۱ و ۲۷). در پژوهشی بیان گردید که استفاده از ۵ تا ۲۰ درصد گیاه و کاه گلرنگ در جیره غذایی اسب، تأثیر مثبتی بر تولید گاز آزمایشگاهی، انرژی متابولیک و غلظت اسید چرب فرار کوتاه‌زنجیر داشته است. در مطالعه مذکور، در کل نتیجه‌گیری شد که علوفه و کاه گلرنگ تا ۲۰ درصد ماده خشک جیره غذایی اسب‌ها و نشخوارکنندگان قابلیت کاربرد دارد (۱۱). در مطالعه‌ای، Buendía-Rodríguez و همکاران (۱۰) مقادیر ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در کیلوگرم کنجاله گلرنگ را در جیره بره‌های پرواری استفاده کردند

و نشان دادند که مقدار ماده خشک مصرفی، گوارش پذیری ماده خشک و پروتئین خام و غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشت؛ ولی مقدار افزایش وزن روزانه بره‌های مصرف کننده کنجاله گلرنگ در مقایسه با بره‌های مصرف کننده تیمار شاهد کاهش یافت. بطور کلی، در این تحقیق بیان گردید که کنجاله گلرنگ به عنوان یک منبع پروتئینی تا مقدار ۲۰ درصد در جیره بره‌های پرواری قابل استفاده است. گزارش شده است که گلرنگ یک گیاه علوفه‌ای با کیفیت متوسط است و با وجود برگ‌های خاردار، توسط گوسفند و بز مصرف می‌گردد. همچنین، ترجیح کاه گلرنگ توسط گوسفندان و گاوهای شیری بسیار نزدیک به کاه گندم است (۲۷ و ۳۴). اهمیت گلرنگ که یک گیاه دانه روغنی است و در مراتع و اراضی خشک و نیمه خشک کشت می‌شود، در کشورهای خشک و نیمه خشک افزایش یافته است. در نتیجه افزایش کشت گلرنگ، استفاده از فراورده‌های جانبی گلرنگ مانند کنجاله گلرنگ و کاه این گیاه در تغذیه دام اهمیت پیدا کرده است. با توجه به موارد مطرح شده، استفاده از گیاهان کم‌آبر و مقاوم مانند گلرنگ و محصولات جانبی آن به عنوان راهکاری برای مقابله با چالش‌های تغذیه دام ضروری به نظر می‌رسد. با این حال، اطلاعات در مورد کاربرد محصولات جانبی این گیاه، به ویژه کاه گلرنگ، بسیار محدود است. بنابراین، این پژوهش با هدف تعیین ارزش غذایی کاه و کنجاله گلرنگ و همچنین بررسی تأثیر سطوح مختلف تفاله چغندر بر کیفیت سیلوی کاه گلرنگ در یک آزمایش برون‌تنی طراحی گردید.

## مواد و روش‌ها

تهیه کاه گلرنگ و تیمارهای آزمایشی

کاه گیاه گلرنگ از اراضی کشاورزی استان فارس تهیه گردید و به آزمایشگاه انتقال داده شد. کاه جمع‌آوری شده در ابتدا توسط دستگاه علوفه خرد کن به اندازه مورد نظر برای تهیه سیلاژ خرد شد. برای تهیه سیلوهای آزمایشگاهی از ظرف پلاستیکی استفاده گردید که پس از تهیه و آماده سازی هر ظرف سیلویی با دقت توسط پلاستیک و چسب نواری جهت جلوگیری از نفوذ هوا پوشانیده شد. برای فرایند تهیه سیلاژ از تفاله چغندر قند (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزن تر) استفاده گردید. تیمارهای سیلاژی مورد استفاده در پژوهش حاضر شامل: کاه گندم، کاه گلرنگ، سیلاژ کاه گلرنگ + آب، سیلاژ ۹۵ درصد کاه گلرنگ + ۵ درصد تفاله چغندر قند، سیلاژ ۹۰ درصد کاه گلرنگ + ۱۰ درصد تفاله چغندر قند و سیلاژ ۸۵ درصد کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفاله چغندر قند بود. برای تیمار سیلاژ کاه گلرنگ + آب، به ازای هر کیلوگرم کاه گلرنگ، مقدار ۵۰۰ میلی لیتر آب اضافه شد و سیلاژ گردید. برای تیمارهای حاوی تفاله چغندر، کاه گلرنگ و تفاله چغندر با نسبت‌های ۹۵ به ۵، ۹۰ به ۱۰ و ۸۵ به ۱۵ مخلوط شدند و مقدار ۵۰۰ میلی لیتر آب اضافه و سیلاژ شدند. پس از اتمام دوره تهیه سیلاژ (۴۵ روز) نمونه برداری انجام شد. نمونه‌ها درون پلاستیک درب‌دار قرار داده شد و بلافاصله به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی انتقال داده شد. سیلاژها از لحاظ آزمایشگاهی ارزیابی گردید. مقادیر pH سیلاژها توسط دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. نقطه فلیگ سیلو با استفاده از معادله زیر محاسبه شد.

(14):

$$\text{Fleig-point} = 220 + (2 \times \text{DM} - 15) - (40 \times \text{pH})$$

سرنگ ها قبل از اضافه کردن ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط بافر در دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار داده شدند. قرائت حجم گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت بعد از انکوباسیون صورت‌پذیرفت.

#### محاسبات

برای تخمین تولید گاز از معادله غیرخطی France و همکاران (۲۱) استفاده گردید.

$$A = b \times (1 - e^{-c(t-L)})$$

A: حجم گاز تولیدی در زمان t، b: تولید گاز مجانب (میلی‌لیتر به ازای گرم ماده خشک)، c: سرعت تولید گاز (به ازای ساعت) از بخش خوراکی آهسته تخمیر و b و L زمان تاخیر تولید گاز می‌باشند.

گوارش پذیری ماده آلی (IVOMD) و انرژی قابل سوخت و ساز (ME) با استفاده از حجم گاز حاصل از تخمیر ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک در طول ۲۴ ساعت و روابط زیر محاسبه شد (۳۸).

$$IVOMD = 20/2 + 136/0 \text{ GP} + 057/0 \text{ XP}$$

$$ME \text{ (MJ/kg DM)} = 88/14 + 89/8 \text{ GP} + 5/4 \text{ XP} + 651/0 \text{ XA}$$

GP: حجم گاز تولیدی تصحیح شده برای ۲۴ ساعت (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)

XP: پروتئین خام (گرم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک)، XA: خاکستر خام (گرم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک)

منظور از DM ماده خشک است، نقطه فلیگ یک ابزار مناسب برای بیان کیفیت سیلو است. ارزش بالاتر از ۱۰۰ بسیار خوب، ۸۰-۶۰ خوب، ۶۰-۵۵ متوسط، ۴۰-۲۵ رضایت‌بخش و کمتر از ۲۰ نامناسب.

غلظت نیتروژن آمونیاکی در عصاره سیلاژ به روش رنگ‌سنجی و با استفاده از فنول و هیپوکلریت سدیم تعیین شد (۹). نمونه‌های سیلاژهای تهیه شده در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و نمونه‌های خشک شده سیلاژها، کاه گندم و کاه گلرنگ به وسیله آسیاب دارای غربال ۱ میلی‌متری آسیاب شده و سپس مقادیر ماده خشک، ماده آلی و خاکستر خام، پروتئین خام و چربی خام بر اساس روش‌های AOAC (۴) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری NDF طبق روش Van Soest و همکاران (۵۳) و ADF بر اساس AOAC (۴) انجام شد.

#### آزمون تولید گاز

از سه رأس گوسفند فیستولدار نژاد شال به عنوان دهنده شیرابه شکمبه استفاده گردید. حیوانات با جیره‌ای حاوی علوفه یونجه، کنجاله سویا، دانه جو و مخلوط مواد معدنی ویتامینی دو بار در روز، ساعت ۸ و ۱۷، و دسترسی آزاد به آب تغذیه شدند. اثرات تیمار در سه آزمایش جداگانه تولید گاز بر اساس روش Menke و Steingass (۳۷) انجام شد. شیرابه شکمبه هر گوسفند قبل از غذای صبح جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. شیرابه با استفاده از ۴ لایه پارچه متقال و تحت جریان گاز دی‌اکسید کربن و دمای ۳۹ درجه سلسیوس صاف گردید. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه در داخل هر سرنگ ریخته شد.

## تجزیه و تحلیل آماری

به وسیله سه آزمون تولید گاز مجزا (سه ران) و سه تکرار برای هر نمونه، انکوباسیون انجام شد. داده‌های حاصل از تخمیر شکمبه برای هر سه آزمون میانگین‌گیری شد. با استفاده از نرم افزار SAS (2002) بر اساس مدل آماری ذیل تجزیه واریانس داده‌ها صورت گرفت و میانگین‌های به دست آمده با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه آماری قرار گرفت.

$$Y_{ij} = \mu + x_i + x_j + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$ : میانگین کل؛  $\mu$ : میانگین نمونه؛  $x_i$ : اثر تیمار؛  $x_j$ : اثر ران؛  $\varepsilon_{ij}$ : خطای آزمایشی.

## نتایج و بحث

### ارزیابی ترکیبات شیمیایی تیمارهای آزمایشی

داده‌های ارزیابی سیلاژهای آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. بیشترین مقدار pH در تیمار کاه گلرنگ + آب و کمترین برای تیمار کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفال چغندر قند مشاهده شد ( $P < 0/01$ ). مقدار pH یک شاخص مهمی برای ارزیابی کیفیت سیلاژ است و نشان دهنده تغییراتی است که در فرآیند تهیه سیلاژ اتفاق می افتد (۸). در بسیاری از پژوهش‌ها گزارش شده است که بر اساس ماده گیاهی استفاده شده، مقدار pH یک سیلاژ با کیفیت خوب باید بین ۳/۸ تا ۴/۵ باشد (۲۸ و ۳۲). در عین حال بر اساس رابطه ماده خشک با pH، با افزایش نسبت ماده خشک دامنه بالاتری از pH قابل قبول خواهد بود (۳۶). علاوه بر مقدار ماده خشک گیاه، مقدار پروتئین و کربوهیدرات‌های

محلول بر مقدار pH تأثیر دارند. بر اساس مواد گیاهی مورد استفاده برای سیلو کردن، مقدار pH می تواند بین ۵-۶ متفاوت باشد و ممکن است پس از ایجاد اسید به ۴/۵-۳/۶ کاهش یابد (۳۲). کاهش سریع pH به اتلاف کمتر مواد مغذی و تولید کمتر میکروارگانیسم‌های نامطلوب در سیلو کمک می کند (۴۰). در تحقیق حاضر با افزودن تفال چغندر مقدار pH تا مقدار ۳/۸۱ کاهش یافت. این کاهش می تواند به دلیل وجود قندهای گیاهی به ویژه کربوهیدرات‌های محلول در آب موجود در تفال باشد که بسترهای فرآیند تخمیر هستند و به تولید اسید لاکتیک و اسیدهای چرب فرار بیشتر در فرایند سیلاژ کمک می کنند. بر اساس بررسی منابع، مطالعه ای در مورد استفاده از تفال چغندر برای فرآوری کاه گلرنگ مشاهده نشد. به هر حال در پژوهشی، مقدار pH با سیلو کردن علوفه سبز گلرنگ از ۵/۹ به ۴/۶ کاهش یافت و با افزودن باکتری های تولید کننده اسید لاکتیک، این مقدار به ۴/۱ رسید (۵۵). در پژوهشی توسط توسط اصغرزاده و همکاران (۱۳۹۳)، علوفه سبز گلرنگ در مرحله گلدهی برداشت شده و به مدت ۶۰ روز سیلو گردید. مقدار pH سیلاژ در مطالعه مذکور بین ۴/۷-۴/۹ گزارش گردید. در تحقیقی دیگر، علوفه سبز گلرنگ در مرحله تکمه دهی برداشت شد و پس از ۶۰ روز سیلو کردن، مقدار pH آن ۵/۴ گزارش گردید (۲۴). نقطه فلیگ شاخصی برای ارزیابی کیفیت سیلاژ است و برای برآورد این شاخص از ماده خشک و pH استفاده می شود. سیلاژهای با ماده خشک بیشتر و pH کمتر، نقطه فلیگ بیشتری دارند (۲۸ و ۳۱). در تحقیق حاضر با افزودن تفال چغندر، این شاخص افزایش یافت و بیشترین مقدار با افزودن ۱۵ درصد تفال چغندر

به کاه گلرنگ مشاهده شد ( $P < 0.01$ ). افزایش این شاخص با افزودن تفالۀ چغندر منعکس کننده بالاتر بودن مقدار ماده خشک و کمتر بودن مقدار pH در سیلاژ می‌باشد. در کل، با توجه به ارزیابی ظاهری، سیلاژ گلرنگ دارای خصوصیات یک سیلاژ بسیار خوب بود که احتمالاً در نتیجۀ مقدار ماده خشک و pH مناسب سیلاژهای آزمایشی است. از نظر غلظت نیتروژن آمونیاکی نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.01$ ). بیشترین مقدار نیتروژن آمونیاکی در تیمار کاه گلرنگ و آب (۳/۷۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) و کمترین در تیمار کاه گلرنگ و ۱۵ درصد تفالۀ چغندر (۳/۲۲ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) مشاهده شد. با افزایش سطح تفالۀ چغندر قند در جیره سیلاژ کاه گلرنگ، مقدار نیتروژن آمونیاکی به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش نیتروژن آمونیاکی بیانگر محدود شدن تجزیه پروتئین و تثبیت بهتر نیتروژن در فرآیند تخمیر است. به نظر می‌رسد که افزودن تفالۀ چغندر با تأمین منبع مناسبی از کربوهیدرات‌های محلول، رشد باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک را تسریع

کرده و موجب کاهش سریع‌تر pH در سیلاژ شده است؛ در نتیجۀ، فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک و میکروارگانیسم‌های مولد آمونیاک محدود گردیده است. در مقابل، در تیمار بدون تفالۀ (کاه گلرنگ + آب)، به علت کمبود مواد قندی قابل‌تخمیر، اسیدی شدن محیط کندتر رخ داده و تجزیه پروتئینی بیشتری اتفاق افتاده است. بر این اساس، می‌توان نتیجۀ گرفت که افزودن تفالۀ چغندر تا سطح ۱۵ درصد سبب بهبود کیفیت تخمیر و کاهش تخریب پروتئین شده و از افزایش نامطلوب آمونیاک در سیلاژ جلوگیری می‌کند. مقدار نیتروژن آمونیاکی در سیلاژهای با کیفیت معمولاً در محدوده‌ی ۲ تا ۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر قرار دارد و در صورتی که به‌صورت نسبی از نیتروژن کل بیان شود، باید کمتر از ۱۰ درصد نیتروژن کل باشد (۱۹ و ۴۲)؛ بر این اساس، مقادیر به‌دست‌آمده در این پژوهش (۳/۲۲ تا ۳/۷۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در دامنه‌ی مطلوب قرار داشته و نشان‌دهندۀ تخمیر مناسب و حداقل تجزیه‌ی پروتئین در سیلاژهای حاصل می‌باشند.

جدول ۱- خصوصیات سیلاژی تیمارهای آزمایشی

| تیمارها                         | pH                | نقطه فلیگ        | ارزش سیلاژ | نیتروژن آمونیاکی  |
|---------------------------------|-------------------|------------------|------------|-------------------|
| کاه گلرنگ + آب                  | ۴/۷۰ <sup>a</sup> | ۱۰۸ <sup>c</sup> | بسیار خوب  | ۳/۷۳ <sup>a</sup> |
| کاه گلرنگ + ۵ درصد تفالۀ چغندر  | ۴/۶۹ <sup>a</sup> | ۱۰۵ <sup>c</sup> | بسیار خوب  | ۳/۶۵ <sup>b</sup> |
| کاه گلرنگ + ۱۰ درصد تفالۀ چغندر | ۴/۲۵ <sup>b</sup> | ۱۲۲ <sup>b</sup> | بسیار خوب  | ۳/۴۷ <sup>c</sup> |
| کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفالۀ چغندر | ۳/۸۱ <sup>c</sup> | ۱۴۰ <sup>a</sup> | بسیار خوب  | ۳/۲۲ <sup>d</sup> |
| SEM                             | ۰/۰۳              | ۱/۱۲             | –          | ۰/۰۶              |
| P value                         | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱           | –          | < ۰/۰۱            |

نیتروژن آمونیاکی: میلی‌گرم در دسی‌لیتر، SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت نشان‌دهندۀ تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

چربی خام در تحقیق حاضر کمتر و NDF و ADF در کاه گلرنگ بیشتر از نتایج پژوهش انجام

ترکیب شیمیایی تیمارهای آزمایشی در جدول ۲ آورده شده است. مقادیر ماده آلی، پروتئین خام و

شده توسط Kara Çagri و (۱۱) بود. در پژوهش دیگر، Stanford و همکاران (۵۰) مقادیر پروتئین خام، چربی خام، NDF و ADF در علوفه سبز گلرنگ را به ترتیب ۱۳، ۱۳، ۵۰ و ۴۰ درصد ماده خشک تعیین کردند. تفاوت در ترکیبات شیمیایی در بین مطالعات به رقم‌های گلرنگ استفاده شده و شرایط آب و هوایی و خاک کاشت گیاه مربوط می‌شود (۱۱). مقادیر ماده خشک و پروتئین خام کاه گلرنگ از کاه گندم کمتر بود، اما محتوای ماده آلی، چربی خام، NDF و ADF کاه گلرنگ بیشتر از کاه گندم بود ( $P < 0.01$ ). این اختلافات می‌تواند به دلیل تفاوت‌های ذاتی بین دو گیاه، شرایط کاشت، تغییرات شرایط محیطی و ترکیبات مغذی باشد (۲۳ و ۵۴). مقادیر ماده خشک، ماده آلی، چربی خام NDF و ADF سیلاژ کاه گلرنگ در مقایسه با کاه گلرنگ کمتر بود. این کاهش می‌تواند به دلیل شسته شدن برخی مواد مغذی (چربی خام، کربوهیدرات‌های محلول و ساختاری مانند NDF و ADF) به واسطه افزودن آب و سیلاژ باشد (۴۵).

پروتئین خام از مهمترین شاخص‌های کیفیت علوفه است. افزایش پروتئین خام در سیلاژ کاه گلرنگ با افزودن تفال چغندر، احتمالاً به دو دلیل رخ می‌دهد: نخست، میزان بیشتر ذاتی پروتئین خام در تفال چغندر که مستقیماً به ترکیب نهایی سیلو می‌افزاید و دوم، بهبود فرآیند تخمیر؛ به طوری که تفال چغندر با فراهم کردن محیطی مطلوب، از فعالیت باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک حمایت کرده و در نتیجه باعث حفظ بهتر پروتئین و کاهش تجزیه و اتلاف آن می‌شود (۵۱). تأثیر فرآوری بر حلالیت و تجزیه پذیری پروتئین‌ها به ماهیت ماده فرآوری شده و ماده افزودنی، ترکیب شیمیایی ماده فرآوری شده و

نوع و شدت فرآوری بستگی دارد (۱۰). در تحقیقی سطوح ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم در کیلوگرم تفال چغندر به کاه برنج اضافه و سیلو شد و گزارش شد که مقدار پروتئین خام با افزایش تفال چغندر کاهش یافت (۴). در تحقیقی دیگر نشان داده شد که با عمل آوری سیلاژ فضولات مرغ تخمگذار با ۵ درصد تفال چغندر قند، مقدار پروتئین خام افزایش یافت ولی با افزودن ۱۰ و ۱۵ درصد تفال مقدار این ماده مغذی کاهش یافت (۱۸). همچنین در پژوهشی دیگر، برزمینی و همکاران (۷) سطوح ۵ و ۱۰ درصد تفال چغندر برای سیلاژ تفال گوجه فرنگی استفاده کردند و نتیجه گیری کردند که مقدار پروتئین خام سیلاژ روند کاهشی داشت. به هر حال در مطالعه ای دیگر، تأثیر افزودن سطوح مختلف تفال چغندر (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد ماده خشک) به سیلاژ ضایعات هندوانه بررسی و نشان داده شد که در سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد تفال مقدار پروتئین خام سیلاژ کاهش یافت، ولی در سطح ۳۰ درصد مقدار پروتئین با سیلاژ ضایعات هندوانه بدون تفال تفاوتی نداشت (۳۹).

مقادیر NDF و ADF از صفات مهم کیفی علوفه هستند. مقدار NDF به عنوان معیار شکم پرکن نشان دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام است. مقدار ADF رابطه نزدیکی با گوارش پذیری دارد و با افزایش این ترکیب گوارش پذیری کاهش می‌یابد (۵۲). در این پژوهش، افزودن تفال چغندر قند به سیلاژ کاه گلرنگ منجر به کاهش معنی‌دار سطوح NDF و ADF در مقایسه با تیمار شاهد (کاه گلرنگ + آب) شد ( $P < 0.01$ ). این کاهش می‌تواند ناشی از دو مکانیسم اصلی باشد: نخست، تفال چغندر با فراهم کردن منابع کربوهیدراتی سریع‌التخمیر، بستر مطلوبی برای

تحریک و تسریع فرآیند تخمیر فراهم کرد. این امر منجر به افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های سیلو شد که قادر به تجزیه پیوندهای لیگنوسلولزی هستند (۱ و ۳۵). دوم، کاهش این الیاف نشان‌دهنده تجزیه بخشی از ساختارهای فیبری، به ویژه همی سلولز، و آزادسازی آن‌ها است. این نوع تجزیه فیبر که با فعالیت آنزیم‌های فیبرولیتیک باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری در فاز اولیه سیلو شدن همخوانی دارد، به طور بالقوه می‌تواند قابلیت هضم کلی ماده خشک را بهبود بخشد. مشابه با تحقیق حاضر، برزمینی و همکاران (۷) سطوح ۵ و ۱۰ درصد تفاله چغندر برای سیلاژ تفاله گوجه فرنگی استفاده کردند و نتیجه گیری کردند که مقدار NDF و ADF سیلاژ روند کاهشی داشت.

بر خلاف نتایج این تحقیق سطوح ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم در کیلوگرم تفاله چغندر به کاه برنج اضافه و سیلو شد و گزارش شد که NDF و ADF با افزایش تفاله چغندر افزایش یافت (۳). ولی در پژوهشی دیگر تأثیر افزودن ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد تفاله چغندر بر سیلاژ فضولات مرغ تخمگذار بررسی شد و نشان داده شد که مقدار NDF با سیلاژ شاهد تفاوتی نداشت ولی مقدار ADF کاهش یافت (۱۸). اختلاف نتایج پژوهش‌ها درباره اثر افزودن تفاله چغندر قند بر مقادیر NDF و ADF در سیلاژ به ترکیب شیمیایی ماده اولیه (مانند محتوای لیگنین و قندهای قابل تخمیر)، نوع ماده خوراکی (نظیر کاه گلرنگ، کاه برنج یا فضولات دامی)، زمان برداشت، و شرایط محیطی سیلو (رطوبت، دما و pH) وابسته است.

## جدول ۲- ترکیب شیمیایی تیمارهای آزمایشی

| ترکیبات شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک) |                  |                  |                   |                    |                  |                  |
|-------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|
| تیمارها                                   | DM               | OM               | CP                | EE                 | NDF              | ADF              |
| کاه گندم                                  | ۹۴۲ <sup>a</sup> | ۹۰۴ <sup>b</sup> | ۳۲/۲ <sup>d</sup> | ۷/۹۷ <sup>d</sup>  | ۷۱۷ <sup>c</sup> | ۴۶۴ <sup>d</sup> |
| کاه گلرنگ                                 | ۹۲۶ <sup>b</sup> | ۹۱۴ <sup>a</sup> | ۲۸/۰ <sup>c</sup> | ۱۰/۰۰ <sup>a</sup> | ۸۰۰ <sup>a</sup> | ۵۴۳ <sup>a</sup> |
| سیلاژ کاه گلرنگ + آب                      | ۴۵۴ <sup>c</sup> | ۸۹۹ <sup>c</sup> | ۲۹/۱ <sup>c</sup> | ۹/۱۳ <sup>c</sup>  | ۷۸۰ <sup>b</sup> | ۴۶۸ <sup>d</sup> |
| سیلاژ کاه گلرنگ + ۵ درصد تفاله چغندر      | ۴۳۹ <sup>d</sup> | ۸۹۵ <sup>d</sup> | ۳۴/۵ <sup>c</sup> | ۹/۶۰ <sup>a</sup>  | ۷۷۴ <sup>b</sup> | ۵۴۰ <sup>a</sup> |
| سیلاژ کاه گلرنگ + ۱۰ درصد تفاله چغندر     | ۴۳۷ <sup>d</sup> | ۸۹۵ <sup>d</sup> | ۳۸/۸ <sup>b</sup> | ۹/۱۳ <sup>c</sup>  | ۷۶۳ <sup>c</sup> | ۵۳۱ <sup>b</sup> |
| سیلاژ کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفاله چغندر     | ۴۵۳ <sup>d</sup> | ۸۹۶ <sup>d</sup> | ۴۳/۳ <sup>a</sup> | ۸/۷۵ <sup>c</sup>  | ۷۵۲ <sup>d</sup> | ۵۲۳ <sup>c</sup> |
| SEM                                       | ۲/۸۲             | ۰/۹۷             | ۰/۴۵              | ۰/۱۷               | ۲/۶۹             | ۱/۶۰             |
| P value                                   | < ۰/۰۱           | < ۰/۰۱           | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱             | < ۰/۰۱           | < ۰/۰۱           |

NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ ADF: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

که برداشت دیر هنگام ساختارهای لیگنوسلولزی مقاوم را افزایش می‌دهد. در موادی مانند کاه برنج، اثر رقیق‌کنندگی تفاله ممکن است بر تجزیه

مواد برداشت‌شده در مراحل اولیه رشد، با لیگنین کمتر، برای تجزیه میکروبی مناسب‌ترند، در حالی

میکروبی غالب شده و این الیاف را افزایش دهد، اما در کاه گلرنگ، کربوهیدرات‌های سریع‌التخمیر تفاله، فعالیت باکتری‌های فیبرولیتیک را تقویت کرده، تجزیه فیبرها (به‌ویژه همی‌سلولز) را افزایش داده و میزان NDF و ADF را کاهش می‌دهد. بنابراین، نتیجه‌نهایی به تعامل پیچیده این عوامل بستگی دارد (۳).

مقادیر حجم گاز تولیدی در ساعت‌های مختلف تخمیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۳ و نمودار ۱). روند تولید گاز برای کاه گندم و کاه گلرنگ در ساعت‌های مختلف تخمیر تقریباً مشابه بود ( $P > 0.05$ ). با افزودن آب به کاه گلرنگ و سیلو کردن آن، مقدار تولید گاز تا ساعت ۴۸ تخمیر در مقایسه با کاه گلرنگ سیلو نشده کاهش یافت ولی پس از ساعت ۴۸ تخمیر دوباره تولید گاز مشابه کاه گلرنگ سیلو نشده شد. کاهش تولید گاز با افزودن آب و سیلو کردن احتمالاً به دلیل شستشوی برخی مواد مغذی محلول به عنوان منبع انرژی برای رشد میکروارگانیسم می‌باشد (۱ و ۵۲). با افزودن تفاله چغندر حجم گاز تولیدی در مقایسه با کاه گلرنگ بیشتر شد و افزودن مقدار ۱۵ درصد تفاله چغندر، بیشترین تولید حجم گاز را به دنبال داشت و این افزایش از زمان ساعت ۱۲ تخمیر بیشتر مشهود بود در تحقیقی نشان داده شد که افزودن تفاله چغندر (۵ و ۱۰ درصد) به تفاله گوجه‌فرنگی سبب افزایش تولید گاز در زمان‌های مختلف تخمیر شد (۷). همچنین در پژوهش دیگر نیز نشان داده شد که افزودن تفاله چغندر به سیلاژ تفاله پرتقال و کاه گندم، مقادیر تولید گاز در زمان‌های مختلف تخمیر را افزایش داد (۱۹).

فراسنجه‌های تخمیر آزمایشگاهی تیمارهای آزمایشی در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ تولید گاز، گوارش‌پذیری و انرژی قابل سوخت و ساز اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.01$ ). بیشترین مقدار این فراسنجه‌ها برای تیمار کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفاله چغندر و کمترین برای تیمار کاه گلرنگ + آب مشاهده شد.

مقایسه تیمارهای کاه گندم و کاه گلرنگ نشان داد که کاه گلرنگ به طور کلی پتانسیل بالاتری در تخمیر شکمبه دارد. تولید گاز، گوارش‌پذیری ماده آلی و انرژی قابل سوخت‌وساز در کاه گلرنگ بالاتر از کاه گندم بود، هرچند اختلاف‌ها در برخی فراسنجه‌ها کوچک بود. این تفاوت‌ها می‌تواند به ترکیب شیمیایی متفاوت دو نوع کاه مربوط باشد؛ کاه گلرنگ معمولاً محتوای بالاتر پروتئین و کربوهیدرات محلول نسبت به کاه گندم دارد که دسترسی میکروبی به نیتروژن و انرژی را افزایش می‌دهد و در نتیجه تولید گاز و اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر بیشتر می‌شود (۲). به علاوه، تولید گاز مجانب نیز در کاه گلرنگ اندکی بالاتر از کاه گندم بود که نشان می‌دهد تخمیر اولیه و فعالیت میکروبی در کاه گلرنگ سریع‌تر و کارآمدتر انجام می‌شود. این یافته‌ها با مطالعات پیشین همخوانی دارد که نشان می‌دهد علوفه‌ها و کاه‌های با محتوای پروتئین و کربوهیدرات بالاتر توانایی بهتری

در تأمین انرژی و نیتروژن برای میکروارگانیسم‌های شکمبه دارند و می‌توانند گوارش‌پذیری ماده آلی و تولید اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر را افزایش دهند (۳۷).

جدول ۳- تولید گاز تجمعی (میلی لیتر در گرم ماده خشک) در زمان‌های مختلف تخمیر

| تیمارها                            | ۲                 | ۴                 | ۶                 | ۸                 | ۱۲                | ۲۴                | ۴۸                | ۷۲               | ۹۶                 | ۱۲۰               |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| کاه گندم                           | ۵/۲۳ <sup>b</sup> | ۹/۵۰ <sup>a</sup> | ۱۸/۰ <sup>a</sup> | ۲۵/۰ <sup>a</sup> | ۳۰/۳ <sup>a</sup> | ۶۹/۲ <sup>b</sup> | ۱۴۸ <sup>b</sup>  | ۱۸۰ <sup>b</sup> | ۱۹۹ <sup>abc</sup> | ۲۰۳ <sup>ab</sup> |
| کاه گلرنگ                          | ۷/۸۸ <sup>a</sup> | ۱۰/۳ <sup>a</sup> | ۱۵/۷ <sup>a</sup> | ۲۵/۲ <sup>a</sup> | ۲۹/۹ <sup>a</sup> | ۶۵/۳ <sup>c</sup> | ۱۴۵ <sup>bc</sup> | ۱۷۹ <sup>b</sup> | ۱۹۱ <sup>c</sup>   | ۱۹۱ <sup>b</sup>  |
| کاه گارنگ + آب                     | ۰/۸۳ <sup>c</sup> | ۳/۹۷ <sup>b</sup> | ۷/۰۳ <sup>b</sup> | ۱۶/۴ <sup>b</sup> | ۱۸/۸ <sup>b</sup> | ۴۶/۹ <sup>c</sup> | ۱۴۱ <sup>bc</sup> | ۱۷۹ <sup>b</sup> | ۱۹۴ <sup>bc</sup>  | ۱۹۴ <sup>b</sup>  |
| کاه گلرنگ + ۵ درصد تفاله<br>چغندر  | ۵/۱۰ <sup>b</sup> | ۵/۵۰ <sup>b</sup> | ۸/۶۵ <sup>b</sup> | ۱۴/۹ <sup>b</sup> | ۱۸/۸ <sup>b</sup> | ۵۲/۰ <sup>d</sup> | ۱۳۷ <sup>c</sup>  | ۱۷۶ <sup>b</sup> | ۱۹۰ <sup>c</sup>   | ۱۹۱ <sup>b</sup>  |
| کاه گلرنگ + ۱۰ درصد تفاله<br>چغندر | ۳/۹۵ <sup>b</sup> | ۸/۷۰ <sup>a</sup> | ۱۶/۶ <sup>a</sup> | ۲۳/۷ <sup>a</sup> | ۳۰/۸ <sup>a</sup> | ۷۰/۳ <sup>b</sup> | ۱۵۹ <sup>a</sup>  | ۱۹۲ <sup>a</sup> | ۲۰۴ <sup>ab</sup>  | ۲۰۳ <sup>ab</sup> |
| کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفاله<br>چغندر | ۵/۵۰ <sup>b</sup> | ۱۰/۳ <sup>a</sup> | ۱۵/۷ <sup>a</sup> | ۲۵/۱ <sup>a</sup> | ۳۲/۲ <sup>a</sup> | ۷۷/۸ <sup>a</sup> | ۱۶۴ <sup>a</sup>  | ۱۹۷ <sup>a</sup> | ۲۰۶ <sup>a</sup>   | ۲۰۷ <sup>a</sup>  |
| SEM                                | ۰/۵۴              | ۰/۷۹              | ۰/۷۹              | ۱/۸۴              | ۱/۲۰              | ۱/۰۳              | ۲/۶۳              | ۳/۶۷             | ۳/۶۶               | ۳/۶۵              |
| P value                            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱           | ۰/۰۳               | ۰/۰۳              |

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها، اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

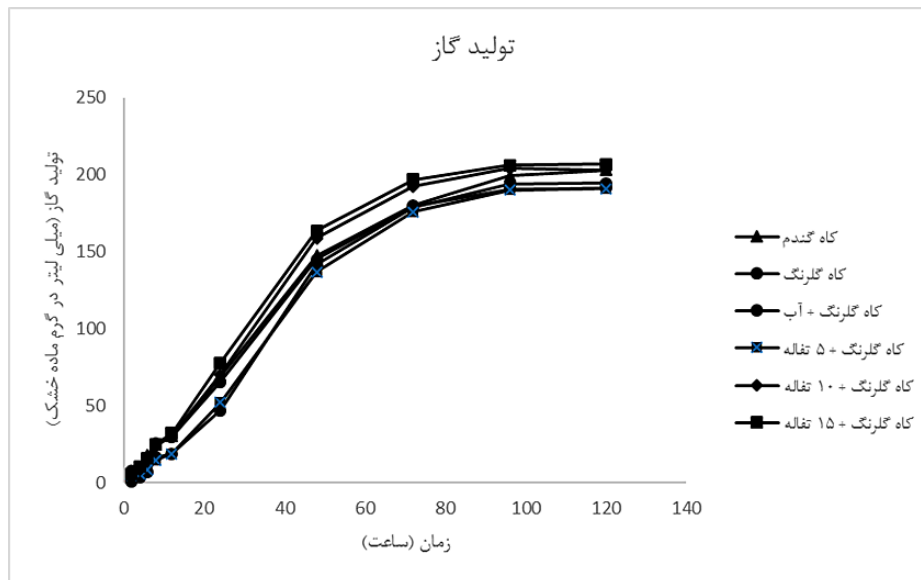
با افزودن تفاله چغندر مقادیر این فراسنجه‌ها در مقایسه با کاه گلرنگ افزایش یافت ( $P < 0.01$ ). همبستگی مثبتی بین تولید گاز و گوارش پذیری و انرژی قابل سوخت و ساز وجود دارد (۱۸). تولید گاز در نتیجه تخمیر مواد مغذی خوراک از جمله کربوهیدرات‌ها، پروتئین و چربی می‌باشد. سهم کربوهیدرات در مقایسه با پروتئین در تولید گاز بسیار بیشتر است و سهم چربی نیز ناچیز می‌باشد (۳۷ و ۴۹). تفاله چغندر به دلیل دارا بودن مقدار بیشتر کربوهیدرات بخصوص محلول در آب و همچنین مقدار بیشتر پروتئین در مقایسه با کاه گلرنگ نقش مهمی در سوبسترای لازم (پروتئین خام، کربوهیدرات و چربی خام) برای میکروارگانیسم‌های شکمبه و هضم خوراک دارد (۳۳، ۱۳ و ۴۶).

اسیدهای چرب فرار محصولات اصلی تخمیر میکروبی در شکمبه هستند و شامل استات،

پروپیونات و بوتیرات می‌شوند. میزان تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر نشان‌دهنده فعالیت میکروارگانیسم‌ها و کیفیت تخمیر است و با تولید انرژی قابل سوخت‌وساز برای دام ارتباط مستقیم دارد. در مطالعه حاضر، بیشترین مقدار این اسیدها در تیمار کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفاله چغندر مشاهده شد و کمترین مقدار مربوط به تیمار کاه گلرنگ + آب بود، که نشان می‌دهد افزودن تفاله چغندر با تأمین کربوهیدرات محلول و پروتئین، شرایط بهینه‌ای برای فعالیت میکروبی و تولید این اسیدها فراهم کرده است. افزایش این اسیدها با افزایش تولید گاز و گوارش‌پذیری ماده آلی همبستگی مثبت داشت، که نشان می‌دهد منابع غذایی با قابلیت تخمیر بالا می‌توانند راندمان استفاده از خوراک را در نشخوارکنندگان افزایش دهند. این یافته‌ها با مطالعات قبلی همخوانی دارد که افزودن منابع غنی از

کربوهیدرات محلول به سیلاژ باعث افزایش تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و انرژی قابل دسترس برای دام می‌شود (۳۷ و ۴۹).

نمودار ۱- تولید گاز تیمارهای آزمایشی در زمان‌های مختلف تخمیر



بیان گردید که تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک از کاه گلرنگ می‌توان در جیره گاو گوشتی استفاد کرد (۱۱). مشابه با پژوهش حاضر، برزمینی و همکاران (۷) با افزودن تفال چغندر در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد وزن تر به سیلاژ تفال گوجه فرنگی، Daş و Denek (۱۳) با افزودن سطوح ۷، ۱۰ و ۱۵ درصد ماده خشک تفال چغندر به علوفه Turnip و سیلاژ آن، Sargin و Denek (۴۶) با افزودن سطوح ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد ماده خشک ملاس و تفال چغندر به سیلاژ گوجه فرنگی افزایش در فراسنجه‌های تخمیر از جمله پتانسیل تولید گاز، گوارش پذیری ماده آلی و انرژی قابل سوخت و ساز و عدم تاثیر بر نرخ تولید گاز را گزارش کردند. در تحقیق دیگری، تاثیر افزودن ۳/۹ درصد تفال چغندر تر به مخلوط

با افزودن تفال چغندر به سیلاژ کاه گلرنگ، تولید گاز مجانب و سرعت تخمیر به طور معنی‌داری افزایش یافت. برای مثال، در تیمار با ۱۵ درصد تفال چغندر، مقدار تولید گاز مجانب ۱۶۳ میلی‌لیتر و سرعت تخمیر ۰/۱۲ بود. این افزایش می‌تواند به دلیل محتوای بالاتر کربوهیدرات محلول و پروتئین قابل دسترس در تفال چغندر باشد که دسترسی میکروبی به نیتروژن و انرژی را تسهیل می‌کند و تخمیر را سریع‌تر و کامل‌تر انجام می‌دهد (۳۷ و ۴۹). مطالعات پیشین نیز اثر مشابهی از افزودن تفال چغندر به سیلاژ گزارش کرده‌اند. در تحقیقی سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد کاه گلرنگ در جیره گاو گوشتی استفاده شد و با استفاده از آزمون تولید گاز تفاوتی در فراسنجه‌های تخمیر آزمایشگاهی مشاهده نشد و

سیلاژ تر تفاله پرتقال (۸۷/۵ درصد) و کاه گندم  
 (۸/۶ درصد) در مقایسه با مخلوط سیلاژ تر تفاله  
 پرتقال (۸۷/۵ درصد) و کاه گندم (۱۲/۵ درصد) و  
 سیلاژ ذرت علوفه ای بررسی گردید و نشان داده  
 شد که تولید گاز سیلاژ حاوی تفاله چغندر (۲۰۱)  
 میلی لیتر گاز در گرم ماده خشک) از سیلاژ تفاله  
 پرتقال و کاه گندم (۱۹۲ میلی لیتر گاز در گرم  
 ماده خشک) بیشتر، ولی از سیلاژ ذرت علوفه ای  
 (۲۱۴ میلی لیتر گاز در گرم ماده خشک) کمتر  
 بود (۱۲).

#### جدول ۴- فراسنجه های تخمیر آزمایشگاهی تیمارهای آزمایشی

| فراسنجه |                  |                   |                   |                   |                   |                   | تیمارها                            |
|---------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|
| c       | b                | SCFA              | ME                | IVOMD             | GP1               | GP200             |                                    |
| ۰/۱۰    | ۱۶۰ <sup>a</sup> | ۱/۵۹ <sup>b</sup> | ۴/۲۷ <sup>b</sup> | ۲۹/۲ <sup>c</sup> | ۶۹/۳ <sup>b</sup> | ۱۳/۸ <sup>b</sup> | کاه گندم                           |
| ۰/۰۹    | ۱۵۰ <sup>b</sup> | ۱/۵۰ <sup>c</sup> | ۴/۱۴ <sup>c</sup> | ۲۸/۳ <sup>d</sup> | ۶۵/۴ <sup>c</sup> | ۱۳/۱ <sup>c</sup> | کاه گلرنگ                          |
| ۰/۱۱    | ۱۴۷ <sup>b</sup> | ۱/۰۶ <sup>c</sup> | ۳/۶۴ <sup>c</sup> | ۲۵/۲ <sup>f</sup> | ۸۹۴ <sup>c</sup>  | ۹/۳ <sup>c</sup>  | کاه گلرنگ + آب                     |
| ۰/۱۱    | ۱۴۳ <sup>b</sup> | ۱/۱۸ <sup>d</sup> | ۳/۸۱ <sup>d</sup> | ۲۶/۴ <sup>c</sup> | ۵۲/۰ <sup>d</sup> | ۱۰/۴ <sup>d</sup> | کاه گلرنگ + ۵ درصد تفاله<br>چغندر  |
| ۰/۱۲    | ۱۶۳ <sup>a</sup> | ۱/۶۲ <sup>b</sup> | ۴/۳۳ <sup>b</sup> | ۲۹/۸ <sup>b</sup> | ۷۰/۳ <sup>b</sup> | ۱۴/۱ <sup>b</sup> | کاه گلرنگ + ۱۰ درصد تفاله<br>چغندر |
| ۰/۱۲    | ۱۶۴ <sup>a</sup> | ۱/۸۰ <sup>a</sup> | ۴/۵۶ <sup>a</sup> | ۳۱/۴ <sup>a</sup> | ۷۷/۹ <sup>a</sup> | ۱۵/۶ <sup>a</sup> | کاه گلرنگ + ۱۵ درصد تفاله<br>چغندر |
| ۰/۰۰۲   | ۲/۷۲             | ۰/۰۳              | ۰/۰۳              | ۰/۱۸              | ۱/۰۳              | ۰/۲۰              | SEM                                |
| > ۰/۰۵  | < ۰/۰۱           | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | < ۰/۰۱            | P value                            |

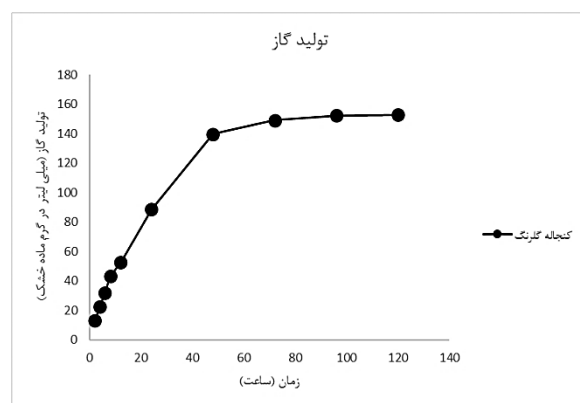
GP200: میلی لیتر تولید گاز در ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک در ساعت ۲۴ تخمیر، GP1: میلی لیتر تولید گاز در گرم ماده خشک در ساعت ۲۴ تخمیر،  
 IVOMD: گوارش پذیری آزمایشگاهی ماده آلی (درصد)، ME: انرژی قابل سوخت و ساز (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)، b: تولید گاز مجانب (میلی-  
 لیتر در گرم ماده خشک)، c: سرعت تخمیر (به ازای ساعت)، SEM: انحراف استاندارد میانگین ها، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت نشان دهنده  
 تفاوت معنی دار بین تیمارها می باشد ( $P < 0.05$ ).

برداشته شوند، کنجاله گلرنگ به دست آمده  
 دارای محتوای پروتئین حدود ۴۰ درصد است و  
 مقدار الیاف خام کاهش می یابد (۴۳).  
 همانطور که در نتایج پژوهش حاضر مشاهده می  
 گردد به دلیل وجود پوسته در کنجاله، مقدار  
 پروتئین خام، NDF و ADF به ترتیب ۲۴۰،  
 ۳۶۰ و ۲۳۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک برآورد  
 گردید. با مقایسه منابع می توان نتیجه گرفت که

ترکیبات شیمیایی کنجاله گلرنگ در جدول ۵  
 آورده شده است. ارزش غذایی کنجاله گلرنگ  
 بسیار متغیر است و به مقدار پوسته، رقم و میزان  
 استخراج روغن، روش استخراج روغن با حلال  
 فشار سرد باشد (۴۳). هنگامی که کنجاله حاوی  
 پوسته باشد، انرژی نسبتاً کمی و فیبر زیادی دارد  
 و محتوای پروتئین آن حدود ۲۴-۲۰ درصد است.  
 هنگامی که بیشتر پوسته ها پیش از روغن گیری

مقدار پروتئین خام کنجاله گلرنگ تقریباً نصف کنجاله سویا است و جزء کنجاله‌های با مقدار متوسط پروتئین است. در پژوهشی مقدار پروتئین خام، NDF و ADF به ترتیب ۲۷۴/۹، ۶۰۰/۰ و ۴۰۰/۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک تعیین شد که بیشتر از نتایج تحقیق حاضر بود، ولی مقدار چربی خام ۴/۱ گرم بر کیلوگرم ماده خشک برآورد گردید که بسیار کمتر از نتایج تحقیق حاضر بود (۶). در پژوهش Yenice و همکاران (۵۶)، مقادیر پروتئین خام، چربی خام و فیبر خام در کنجاله گلرنگ حاصل از استخراج با حلال به ترتیب ۲۳۰/۰، ۶۰/۰ و ۳۷۰/۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است. مقایسه این مقادیر با یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که درصد پروتئین خام و چربی خام در تحقیق مذکور کمتر از نتایج پژوهش فعلی بوده است. روند تولید گاز در کنجاله گلرنگ در نمودار ۲ قابل مشاهده است. با افزایش زمان تخمیر، مقدار گاز تولیدی نیز روند افزایشی داشت.

فراسنجه‌های تخمیر کنجاله گلرنگ در جدول ۵ آورده شده است. مقادیر گوارش پذیری ماده آلی و انرژی قابل سوخت و ساز کنجاله گلرنگ در تحقیق حاضر به ترتیب ۴۱۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک و ۵/۹۸ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک برآورد گردید. مقادیر این فراسنجه‌ها برای کنجاله سویا در منابع ۹۴۰-۸۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک و ۳/۷۵-۴/۷۵ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک ذکر شده است (۱۶، ۲۲، ۲۰ و ۴۱). مقدار گوارش پذیری کنجاله گلرنگ تقریباً نصف کنجاله سویا می‌باشد. کمتر بودن گوارش پذیری کنجاله گلرنگ احتمالاً به دلیل پایین تر بودن پروتئین خام، بیشتر بودن مقادیر NDF و ADF در نتیجه وجود پوسته و وجود ترکیبات ضدتغذیه‌ای در کنجاله می‌باشد (۶، ۴۳ و ۴۸). به هر حال مقدار انرژی قابل سوخت و ساز در کنجاله گلرنگ بیشتر از کنجاله سویا برآورد شد و درصد چربی بیشتر در کنجاله گلرنگ دلیلی برای مقدار بیشتر باشد. اطلاعات در مورد فراسنجه‌های تخمیری آزمایشگاهی برای کنجاله گلرنگ بسیار محدود است.



نمودار ۲- تولید گاز کنجاله گلرنگ در زمان‌های مختلف تخمیر

جدول ۵- ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیر کنجاله گلرنگ

| ترکیبات شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک) |     |      |       |      |       |
|-------------------------------------------|-----|------|-------|------|-------|
| ADF                                       | NDF | EE   | CP    | OM   | DM    |
| ۲۳۰                                       | ۳۶۰ | ۷۹۰  | ۲۴۱   | ۹۷۱  | ۹۸۰   |
| کنجاله گلرنگ                              |     |      |       |      |       |
| فراسنجه‌های تخمیر                         |     |      |       |      |       |
| c                                         | b   | ME   | IVOMD | GP1  | GP200 |
| ۰/۱۰                                      | ۱۳۳ | ۵/۹۸ | ۴۱۶   | ۸۸/۷ | ۱۷/۷  |
| کنجاله گلرنگ                              |     |      |       |      |       |

NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ADF: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، GP200: میلی لیتر تولید گاز در ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک در ساعت ۲۴ تخمیر، GP1: میلی لیتر تولید گاز در گرم ماده خشک در ساعت ۲۴ تخمیر، IVOMD: گوارش پذیری آزمایشگاهی ماده آلی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، ME: انرژی قابل سوخت و ساز (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)، b: تولید گاز مجانب (میلی لیتر در گرم ماده خشک)، c: سرعت تخمیر (به ازای ساعت).

### نتیجه گیری

با توجه به چالش‌های فزاینده تغییرات اقلیمی، کمبود منابع آبی و نوسانات قیمت خوراک، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که محصولات جانبی گیاه شورزیست گلرنگ پتانسیل قابل توجهی به‌عنوان منابع خوراکی جایگزین در تغذیه نشخوارکنندگان دارا است. اگرچه ارزش غذایی کاه گلرنگ خام در مقایسه با کاه گندم پایین‌تر است، اما فرآوری آن به صورت سیلاژ همراه با تفاله چغندر قند (به‌ویژه در سطح ۱۵ درصد) راهکاری مؤثر برای ارتقای کیفیت آن محسوب می‌شود؛ به‌طوری‌که منجر به بهبود شاخص‌های تخمیر (کاهش pH و افزایش نقطه فلیگ)، کاهش الیاف نامحلول و افزایش معنی‌دار پروتئین خام، گوارش‌پذیری ماده آلی و انرژی قابل سوخت‌وساز می‌شود. از سوی دیگر، کنجاله گلرنگ اگرچه با دارا

در پژوهشی توسط Azizi و همکاران (۶) مقادیر گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی کنجاله گلرنگ به ترتیب ۴۵/۰۵ و ۴۶/۸۷ درصد ماده خشک ذکر شد که از نتایج تحقیقی حاضر بیشتر بود. به هر حال در منابع گزارش شده است که می‌توان از کنجاله گلرنگ به عنوان مکمل پروتئینی برای علوفه‌های کم پروتئین در جیره‌های نشخوارکنندگان استفاده کرد (۱۵، ۴۳، ۴۴ و ۴۷). در تحقیقی مقدار ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک کنجاله گلرنگ در جیره بره پرواری استفاده شد و تفاوتی در مصرف ماده خشک، گوارش‌پذیری مواد مغذی، ویژگی‌های لاشه و کیفیت گوشت مشاهده نشد. این محققین گزارش کردند که می‌توان تا ۲۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره کنجاله گلرنگ در جیره استفاده کرد (۱۰).

5. Asgharzadeh F. Fathi M.H. and Behdani M.A. 2015. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on nutritive value of safflower forage and silage. *Iranian Journal of Animal Science*. 4(4): 357-384.
6. Azizi M.R. Ebrahimi-Mahmoudabad S.R. and Fattah A. 2023. Effect of gamma and microwave irradiation on ruminal degradability of dry matter, crude protein and metabolizable protein of safflower meal. *Journal of Animal Science*. 33(2): 1-17.
7. Barzamini, H. Mostafaloo M. Bayat Kouhsar J. and Ghanbari F. 2016. Investigation of chemical composition, fermentation characteristics and gas production of tomato pomace ensiled with sugar beet pulp and dried citrus pulp. *Livestock Research*. 5(2): 1-15.
8. Borreani G., Tabacco E., Schmid R.J., Holmes B.J. and Muck R.E. 2017. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*. 101: 3952-3979.
9. Broderick G.A. and Kang J.H. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*. 63: 64-75.
10. Buendía-Rodríguez G., Vallejo L.H., Elghandour M.M.Y., Salem A.Z.M. and Mlambo V. 2018. Effect of dietary inclusion of safflower meal on ruminal fermentation, growth performance, carcass characteristics, and meat quality of lambs. *Canadian Journal of Animal Science*. 99: 260-267.
11. Çağrı M. and Kara K. 2018. The effect of safflower on the in vitro digestion parameters and methane production in horse and ruminant. *Acta Veterinaria Eurasia*. 44: 73-84.
12. Dadashi A., Rouzbehan Y., Fazaeli H. and Rezaei J. 2023. The nutritional

بودن حدود ۲۴ درصد پروتئین خام، ارزش تغذیه‌ای پایین‌تری نسبت به کنجاله سویا دارد، اما می‌تواند به‌عنوان یک منبع پروتئینی مکمل در جیره‌های مبتنی بر علوفه‌های کم‌پروتئین به‌کار رود. در مجموع، با توجه به قابلیت کشت گلرنگ در شرایط خشک و نیمه‌خشک، به‌کارگیری راهبردهای فرآوری مانند سیلو کردن کاه آن با تفاله چغندر می‌تواند گامی بلند در راستای توسعه پایدار دامپروری، کاهش هزینه‌های تولید و مدیریت بهینه منابع طبیعی باشد، هرچند انجام مطالعات بیشتر بر روی دام زنده برای تعیین سطوح بهینه مصرف و اطمینان از عملکرد مطلوب دام ضروری است.

## منابع

1. Abarghoei M. Rouzbehan Y. and Alipour D. 2011. Nutritive Value and Silage Characteristics of Whole and Partly Stoned Olive Cakes Treated with Molasses. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 13: 709-716.
2. Abarghuei M.J. and Salem A.Z.M. 2021. Sustainable impact of pulp and leaves of *Glycyrrhiza glabra* to enhance ruminal biofermentability, protozoa population, and biogas production in sheep. *Environmental Science and Pollution Research*. 28: 33371–33381.
3. Abo-Donia F.M. Elsheikh H.A. Hosny Esh A.M. El-Shora M.A.H. and Eldiahy Y.M.M. 2024. Co-ensiled rice straw with whole sugar beet and its effect on the performance of lactating cows. *Tropical Animal Health and Production*. 56: 173.
4. AOAC. 2012. Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th Edition, Washington D, VA, USA.

20. Feedipedia. Animal feed resources information system. Safflower (*Carthamus tinctorius*) seeds and oil meal.  
<https://www.feedipedia.org/node/49>.
21. France J., Dijkstra J., Dhanoa M.S., Lopez S. and Bannink A. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profile observed in vitro: derivation of models and other mathematical considerations. *British Journal of Nutrition*. 83: 143-150.
22. Gholami H. Fazaeli H. Mirhadi S.A. Rezayazdi K. Rezaei M. Zahedifar M. Gerami A. Teymournezhad N. and Babaei M. 2018. Nutrients tablr of Iranian feeds. Ministry of Jihad-Agriculture Agricultural Extension, Education and Research Organization Animal Science Research Institute. First edition .
23. Ghorbani A. Andalibi L. Dadjoo F. MohammadZadehNi K. Mirzaie Aghche Gheshlagh F. Hashemi Majd K. Moammeri M. and Azimi Motam F. 2022. Nutritional value determination of two species *Tanacetum chiliophyllum* and *Potentilla reptans* in Shoghal-dareh Rangelands of Namin, Ardabil Province. *Rangeland*. 16: 256-270.
24. Ghorbani M. Kianmehr M.H. Arabhosseini A. Sarlaki E. Aghashahi A. and Asadi Alamouti A. 2021. Improving the nutritive value of wheat straw by applying the combined chemical-oxidation treatment in vitro for the use in ruminant nutrition. *Animal Production Research*. 10(4): 19-34.
25. Jooshakipour Z., Alipour D., Abarghuei M.J. and Aliarabi H. 2025. Replacement of soybean meal with camelina meal in diet of fattening lambs: Influence on feed intake, performance and ruminal fermentation quality of a fresh orange pulp-wheat straw mixture ensiled with either sugar beet pulp, wheat bran, or urea compared to corn silage (*Zea mays*) in sheep. *Translational Animal Science*. 7: txad017.
13. Daş B.D. and Denek N. 2021. Effect of dried molassed sugar beet pulp and molasses on silage quality of forage turnip (*Brassica rapa* L.). *Progress in Nutrition*. 23(4): e2021155.
14. Denek N. and Can A. 2006. Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat straw and wheat grain for Awassi sheep. *Small Ruminant Research*. 65: 260-265.
15. Dixon R.M., Karda W., Hoskin B.J. and Egan A.R. 2003. Effects of oilseed meals and grain-urea supplements fed infrequently on digestion in sheep. *Cereal straw diets. Animal Feed Science and Technology*. 110: 95-110.
16. Ebrahimzadeh M. Ganjkanlu M. Dehghan Benadaki M. Zali A. and Reza Yazdi K. 2021. Investigation of ruminal degradability and intestinal digestibility in soybean and
17. FAO. 2019 Agricultural Data, FAOSTAT. Available at Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Http://faostat.fao.org/faostat/collection](http://faostat.fao.org/faostat/collection) s.
18. Fathei F. Bayatkouhsar J. Ghanbari F. Naserian A.A. and Maghsoudlou S. 2017. Effect of administering molasses and sugar beet pulp on nutritional value of laying hen litter silage. *Journal of Ruminant Research*. 5(3): 87-101 .
19. Fazaeli H. Baghjeri E. Sarmadi A. and Taheripour J. 2022. Silage characteristics and nutritive value of TMR silage based on the orange pulp with different levels of wheat straw and additives. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*. 134: 59-74.

33. Kordi M. Naserian A.A. Valizadeh R. and Tahmasebi A.M. 2014. Effect of different levels of sugar beet pulp on chemical composition, fermentational properties, in situ degradability and in vitro gas production of citrus pulp silage. *Journal of Ruminant Research*. 2(1): 17-32.
34. Landau S., Friedman S., Brenner S., Bruckental I., Weinberg Z.G., Ashbell G., Hen Y., Dvash L. and Leshem Y. 2005. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as a novel pasture species for dairy sheep in the Mediterranean conditions of Sardinia and Israel. *Small Ruminant Research*. 59: 239-249.
35. Ma J., Fan X., Ma Z., Huang X., Tang M., Yin F., Zhao Z. and Gan S. 2023. Silage additives improve fermentation quality, aerobic stability and rumen degradation in mixed silage composed of amaranth and corn straw. *Frontiers in Plant Science*. 14: 1189747.
36. McDonald P. Edwards A. Greenhalgh J.F.D. and Morgan C.E. 2010. *Animal Nutrition*.
37. Menke K.H. and Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*. 28: 7-55.
38. Menke K.H., Rabb L., Salewski A., Steingass H., Fritz D. and Schinder W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 93: 217-222.
39. Mirshahia R., Bayatkouhsara J., Rezaii F., Ghanbaria F. and Moslemipoor F. 2025. Influence of sugar beet pulp and wheat bran as silage additives on the chemical composition and in vitro gas production of watermelon residue silage. *Iran Agricultural Research*. 44: 53-61.
- parameters. *Small Ruminant Research*. 253: 107621.
26. Juodka R., Nainien R., Juškien V., Juška R., Leikus R., Kadžien G. and et al. 2022. Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as feedstuffs in meat type poultry diet: a source of protein and n-3 fatty acids. *Animals*. 12: 295.
27. Kara K. 2020. The comparison of saturated and unsaturated fatty acid compositions in safflower herbage and safflower straw as alternative forage for ruminant. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 7(3): 248-254.
28. Karimi A. Abarghuei M.J. and Zarei M. 2022. Using Triticale (*Triticosecale*), Vetch (*Vicia Sativa*) and Triticale Vetch mixture silages in feeding of Grey Shirazi fattening male lambs. *Research Journal of Livestock Science*. 34(133): 45-58.
29. Karimi A., Abarghuei M.J., Amiri Ghanatsaman Z., Agah M.J. and Boostani A. 2022. Dietary application of dried citrus pulp, with or without soybean oil, in lactating Holstein cow diet: Effects on feed intake, digestibility, performance, milk fatty acid profile and total phenolics. *Animal Feed Science and Technology*. 294: 115488.
30. Kaya M.D., Ipek A. and Öztürk A. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 27: 221-227.
31. Kilic A. 1986. *Silo Feed (Instruction, Education and Application Proposals)*. Bilgehan press, Izmir, pp: 327.
32. Konca Y., Buyukkilic Beyzi S., Paffettim M.A.G., Ulger I. and Sohel M.M.H. 2018. Effects of easy soluble carbohydrate and bacterial inoculant supplementations on silage quality of frosted maize. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 40: 2-7.

- beef cattle. *Journal of Animal Science*. 82: 3577-3588.
48. Singhal G., Singh P., Bhagyawant S.S. and Srivastava N. 2019. Anti-nutritional factors in safflower (*Carthamus tinctorius* L) seeds and their pharmaceutical applications. *MOJ Drug Design Development & Therapy*. 3: 46-50.
49. Sommart K., Parker D.S., Rowlinson P. and Wanapat M. 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an in vitro system using cassava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 13: 1084-1093.
50. Stanford K., Wallins G.L., Lees B.M. and Mündel H.H. 2001. Feeding value of immature safflower forage for dry ewes. *Canadian Journal of Animal Science*. 81: 289-292.
51. Tahir T., Wang T., Zhang J., Xia T., Deng X., Cao X. and et al. 2025. Compound lactic acid bacteria enhance the aerobic stability of *Sesbania cannabina* and corn mixed silage. *BMC Microbiology*. 25: 68.
52. Van Soest P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
53. 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.
54. Wang Y. Xia K. Wang X.N. Lin X. Liu J. Li Y.J. and et al. 2021. Improvement of feed intake, digestibility, plasma metabolites, and lactation performance of dairy cows fed mixed silage of sugar beet pulp and rice straw inoculated with lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science*. 105: 269-280.
55. Weinberg Z.G., Ashbell G., Hen Y., Leshem Y., Landau Y.S. and Brukental I. 2002. A note on ensiling safflower
40. Monllor P., Muelas R., Roca A., Atzori A.S., Díaz J.R., Sendra E. and et al. 2020. Long-term feeding of dairy goats with broccoli by-product and artichoke silages: milk yield, quality and composition. *Animals*. 10: 1670.
41. Palizdar M.H., Sadeghipanah H., Amanlou H., Mohammadian-Tabrizi H.R. and Mirhadi A. 2012. Effects of soybean meal coated with fat on in vitro organic matter fermentation and gas production. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 11: 171-180.
42. Park R.S. and Strongi M.D. 2005. Silage production and utilization. Workshop of the XXth International Grassland Congress. Northern Ireland.
43. Peiretti P.G. 2017. Nutritional aspects and potential uses of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in livestock. In: "Agricultural Research Updates". Volume 19. Gorawala P. and Mandhatri S. (Editors). pp. 3-22. Nova Science Publishers, Inc. New York.
44. Ragni M., Tufarelli V., Pinto F., Giannico F., Laudadio V., Vicenti A. and et al. 2015. Effect of dietary safflower cake (*Carthamus tinctorius* L.) on growth performances, carcass composition and meat quality traits in garganica breed kids. *Pakistan Journal of Zoology*. 47: 193-199.
47. Rankin M. and Undersander D. 2000. Rain damage to forage during hay and silage making. *Focus on Forage*. 2: 1-3.
46. Sargin H.G. and Denek N. 2017. Effect of adding different levels of dried molasses sugar beet pulp on the silage quality and in vitro digestibility of wet tomato pomace silage. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 6: 84-89.
47. Scholljegerdes E.J., Hess B.W., Moss G.E., Hixon D.L. and Rule D.C. 2004. Influence of supplemental cracked high-linoleate or high-oleate safflower seeds on site and extent of digestion in

laying hen diets on the performance, egg quality and egg yolk fatty acid composition. Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 24: 349-356.

forage. Grass and Forage Science. 57: 184-187.

56. Yenice E., Gültekin M., Kahraman Z. and Ertekin B. 2018. The effects of the usage of solvent extracted safflower meal with soybean oil in the

## Investigating The Potential of Using Safflower Straw and Ensiling it alone and with the Addition of Sugar Beet Pulp in Animal Nutrition using the in Vitro Method.

Mohammad Javad Abarghouei<sup>1</sup>, Teimour Tanha<sup>2\*</sup>, Rouhollah Hassanpour<sup>3</sup>

1. Department of Animal Science Research, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Semnan, Iran

2. Payame Noor University, Tehran, Iran

3. Department of Animal Science, Payame Noor University, Tehran Branch, Tehran, Iran

### ABSTRACT

This research was conducted in two parts with the aim of investigating the use of safflower straw and its silage alone and with the addition of sugar beet pulp to evaluate the quality and the nutritional value of silage using the gas production test. Beet pulp was added to safflower straw at levels of 0, 5, 10, and 15 (%/wet weight) and was ensiled for 45 days. By adding beet pulp, the pH value decreased and the lowest in the treatment of safflower straw + 15% sugar beet pomace ( $P<0.01$ ). The highest amount of ammonia nitrogen was observed in the safflower straw and water treatment (3.73 mg/dL) and the lowest in the safflower straw and 15% beet pulp treatment (3.22 mg/dL) ( $P<0.01$ ). The amounts of DM and CP of safflower straw were lower than wheat straw, but the amounts of OM, EE, and NDF and ADF higher in safflower straw than in wheat straw ( $P<0.01$ ). Adding sugar beet pulp compared to safflower straw silage + water increased the amount of CP, but the contents of NDF and ADF decreased ( $P<0.01$ ). By adding beet pulp, the values of gas production, digestibility, metabolizable energy and short chain fatty acids increased compared to safflower straw and the highest values of these parameters were observed for the treatment of safflower straw + 15% beet pulp and the lowest for the treatment of safflower straw + water ( $P<0.01$ ). The values of CP, NDF, ADF, IVOMD, and ME of safflower meal were estimated to be 241, 360, 230, 416 g/kg dry matter and 5.98 MJ/kg DM, respectively. Due to the reduction of water resources and the possibility of planting safflower in difficult weather conditions, it is possible that the processed straw and meal of this plant can replace part of forage and soybean meal in the ruminant diet.

### ARTICLE INFO

**Keywords:** Safflower straw, Silage, Sugar beet pulp, Digestibility, Gas production

Received: 2025-10-26

Accepted: 2026-5-9

Available: 2026-5-16

\* Corresponding author:  
[t.tanha@pnu.ac.ir](mailto:t.tanha@pnu.ac.ir)



© 2025 Novel Research in Animal Science (NRAS), Lorestan University.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.