

مقاله پژوهشی

بررسی ارزش تغذیه‌ای و امکان سیلو پذیری ضایعات (گلبرگ و پرچم) زعفران

محسن کاظمی^{۱*}، حسن صالح^۲ و بهزاد فهمیده^۳

تاریخ دریافت: ۲۷ مهر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۲۲ مرداد ۱۳۹۹

کاظمی، م.، صالح، ح.، و فهمیده، ب. ۱۳۹۹. بررسی ارزش تغذیه‌ای و امکان سیلو پذیری ضایعات (گلبرگ و پرچم) زعفران. زراعت و فناوری زعفران، ۸(۴): ۵۷۴-۵۵۸.

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین ترکیب شیمیایی، خصوصیات سیلویی، قابلیت هضم و فراسنجه‌های تولید گاز برون تنی ضایعات زعفران (شامل گلبرگ و پرچم) قبل و بعد از سیلو شدن انجام شد. تیمارهای آزمایشی (با ۴ تکرار) شامل (۱) ضایعات زعفران قبل از سیلو شدن، (۲) سیلاژ ضایعات زعفران بدون افزودنی، (۳) سیلاژ حاوی ۹۶/۸۸ درصد ضایعات زعفران+۳/۱۲ درصد سبوس گندم (وزن‌تر)، (۴) سیلاژ حاوی ۹۳/۷۵ درصد ضایعات زعفران+۶/۲۵ درصد سبوس گندم (وزن‌تر)، (۵) سیلاژ حاوی ۸۷/۵ درصد ضایعات زعفران+۱۲/۵ درصد سبوس گندم (وزن‌تر)، (۶) سیلاژ حاوی ۷۵ درصد ضایعات زعفران+۲۵ درصد سبوس گندم (وزن‌تر)، و (۷) سیلاژ حاوی ۵۰ درصد ضایعات زعفران+۵۰ درصد سبوس گندم (وزن‌تر) بود. تجزیه‌ی آماری داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمار ۲ به دلیل کپک‌زدگی و چسبندگی زیاد، از کیفیت ظاهری و بوی مناسبی برخوردار نبود، ولی افزودن سبوس گندم بویژه در سطوح بالاتر (تیمارهای ۴، ۵ و ۶) منجر به افزایش کیفیت سیلاژ ضایعات زعفران شد. ترکیب شیمیایی تیمارهای آزمایشی (ماده خشک ۵۴/۳۷-۱۰/۴۰ درصد وزن تازه، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی ۱۲/۸۳-۲۷/۳۵ درصد، الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی ۱۱/۴۵-۷/۲۳ درصد، پروتئین خام ۱۴/۸۸-۱۵/۶۷ درصد، چربی خام ۵/۷۷-۵/۴۳ درصد و خاکستر ۱۱/۱۲-۵/۸۹ درصد وزن خشک) متفاوت بود. در بین تیمارهای آزمایشی، بیشترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و اسیدی (به ترتیب ۲۷/۳۵ و ۱۱/۴۵ درصد) در تیمار ۷ مشاهده شد. کمترین مقدار pH و بیشترین غلظت اسید لاکتیک، اسید استیک، حجم گاز تولید شده در زمان‌های ۱۲ و ۲۴ ساعت و ثابت نرخ تولید گاز در تیمار ۷ مشاهده شد. قابلیت هضم حقیقی ماده خشک از ۷۶/۳۰ درصد برای تیمار ۲ تا ۷۹/۹۵ درصد برای تیمار ۱ متغیر بود. در مجموع، ضایعات زعفران پیش از سیلو شدن از ارزش تغذیه‌ای مناسبی برخوردار بود، و سیلو کردن بدون افزودنی موجب کاهش کیفیت آن شد. به هر حال، سیلو کردن این ضایعات مخلوط با سبوس گندم به عنوان یک ماده‌ی جاذب رطوبت امکان‌پذیر بود بدون آن که تأثیر منفی بر برخی پارامترهای تغذیه‌ای داشته باشد. از لحاظ کیفیت ظاهری، بو، عدم کپک‌زدگی و خصوصیات تخمیری محیط سیلو، بهترین شرایط در تیمار ۷ مشاهده شد.

کلمات کلیدی: ترکیب شیمیایی، تخمیر برون تنی، سبوس گندم، سیلاژ، گلبرگ و پرچم زعفران

۱- استادیار گروه علوم دامی، مجتمع آموزش عالی تربت‌جام، تربت‌جام، ایران

۲- استادیار گروه علوم دامی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران

۳- کارشناس آزمایشگاه مرکزی، مجتمع آموزش عالی تربت‌جام، تربت‌جام، ایران

*- نویسنده مسئول: (phd1388@gmail.com)

مقدمه

استان خراسان رضوی در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است. با وجود محدودیت شدید منابع آب موجود در منطقه و پیش‌بینی خشکسالی در آینده، احتمال کمبود منابع علوفه‌ای که قبلاً از طریق آبی کشت می‌شدند، دور از انتظار نخواهد بود. بنابراین، شناسایی و استفاده از ضایعات کشاورزی که بتوانند بخشی از نیاز خوراک دام را تأمین نمایند، ضروری می‌باشد. در صورت استفاده از این خوراک‌های غیرمعمول، علاوه بر کاهش هزینه‌های خوراک دام، مشکلات زیست محیطی ناشی از انباشت آن‌ها نیز کاهش خواهد یافت. از جمله ضایعات ارزشمند موجود در این منطقه می‌توان به گلبرگ و پرچم زعفران اشاره نمود.

زعفران (*Crucus sativus* L.) گیاهی تک‌لپه‌ای از خانواده‌ی زنبقیان است که از جنبه‌ی گیاهشناسی، چرخه زندگی را طی یکسال تکمیل می‌کند ولی از نظر زراعی، گیاهی چند ساله تلقی می‌گردد (Fallahi & Mahmoodi, 2018). وجود ترکیباتی همچون کروسین، پیکروکروسین و سافرانال در زعفران باعث شده که از آن به‌عنوان یک رنگ‌دهنده و طعم‌دهنده‌ی طبیعی در بسیاری از فرآورده‌های صنعتی و غذایی استفاده شود (Kaveh & Salari, 2018).

در حال حاضر ایران بزرگترین تولیدکننده‌ی زعفران در دنیا می‌باشد (Serrano-Diaz et al., 2013)، به‌طوری‌که میزان تولید زعفران کشور در سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۳۳۶۰۰۰ کیلوگرم بوده، و در سال ۱۳۹۶ با ۱۲ درصد افزایش به بیش از ۳۷۶۲۰۰ کیلوگرم رسیده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶). کل سطح زیر کشت زعفران در کشور در سال ۱۳۹۶ معادل ۱۰۸۰۸۶۴ هکتار بوده که در این بین، استان خراسان رضوی با رقمی بالغ بر ۸۴۲۲۶ هکتار، رتبه‌ی نخست سطح زیر کشت زعفران را به خود اختصاص داده است (Agricultural Statistics, 2017). درصد وزنی اجزای تشکیل‌دهنده‌ی گل تازه‌ی زعفران شامل ۸۶/۴۲

درصد گلبرگ و کاسبرگ، ۵/۹۳ درصد پرچم و ۷/۶۴ درصد کلاله و خامه می‌باشد (Hemmati Kakhki, 2001). کلاله پس از جداسازی از گل، خشک و به بازار ارسال می‌گردد، اما باقیمانده‌های گل زعفران شامل کاسبرگ، گلبرگ، خامه و پرچم به‌عنوان محصولات جانبی بر جای می‌ماند که سالانه در حدود ۱۹۴۴۵ تن کاسبرگ و گلبرگ و ۱۳۳۵۳/۷۵ تن پرچم از آن‌ها حاصل می‌گردد (Hemmati Kakhki, 2001). این ضایعات اگرچه حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای ترکیبات باارزش می‌باشند اما در حال حاضر بدون استفاده در محیط زیست رها می‌شوند. با مصرف در تغذیه‌ی دام می‌توان از هدررفت این پسماندهای باارزش جلوگیری نمود. گلبرگ زعفران پتانسیل نسبتاً مناسبی برای تغذیه‌ی دام دارد، به‌طوری‌که غلظت پروتئین خام آن برابر ۱۱/۵۵ درصد ماده خشک، و تجزیه‌پذیری بخش سریع تجزیه‌ی ماده خشک گلبرگ زعفران برابر ۶۵/۹۴ درصد گزارش شده است (Alipour et al., 2016). در مطالعه‌ی دیگری، غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم، مس، آهن، منگنز، روی و فسفر موجود در گلبرگ زعفران به‌ترتیب برابر ۲۵/۷۵، ۵۴۲/۱۳، ۴۸۶/۲۵، ۰/۱۸۷، ۱۷/۹۹، ۲/۹۳، ۱/۸۰ و ۲۰۹/۹۰ میلی‌گرم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک گزارش شد (Khoshbakht Fahim et al., 2012). در مطالعه‌ی دیگری که بر روی بقایای زعفران انجام شد، مشخص گردید که این بقایا از ارزش تغذیه‌ای مناسبی برای دام بویژه در اواخر مرحله‌ی رشد رویشی برخوردار می‌باشند، به‌طوری‌که میزان تجزیه‌پذیری مؤثر، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی، کربوهیدرات‌های محلول در آب و کلسیم آن‌ها به‌ترتیب معادل ۶۹/۶، ۱۳/۹، ۳۲/۵، ۲۷/۲ و ۱/۳ درصد گزارش شد (Kardan Moghadam et al., 2014). میزان رطوبتی معادل ۹۱/۳۳ درصد برای گلبرگ زعفران گزارش شده است (Alipour et al., 2016). غلظت خاکستر، پروتئین خام، چربی و کل کربوهیدرات‌های موجود در گلبرگ زعفران

به ترتیب معادل ۷/۰۸، ۶/۳۵، ۳ و ۷۱/۱۶ درصد گزارش شده است (Jadouali et al., 2018). یکی از راهکارهای مهم برای کاهش تولید پساب در سیلو، استفاده از مواد جاذب رطوبت است که با جذب شیرابه‌های تولیدی، مواد مغذی را در داخل سیلو نگهداری می‌نمایند (Seidali Dolat-Abad et al., 2016). در مطالعه‌ای از سبوس گندم به‌عنوان یک ماده‌ی جاذب رطوبت برای سیلو کردن تفاله مرکباتی استفاده شد که از درصد رطوبت بالایی برخوردار بودند (Kordi & Naserian, 2012).

در حال حاضر، اطلاعات جامعی درباره ارزش تغذیه‌ای و امکان سیلو شدن ضایعات گل زعفران شامل مخلوطی از گلبرگ و پرچم در دست نمی‌باشد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، تعیین ترکیب شیمیایی، خصوصیات سیلویی، قابلیت هضم و فراسنجه‌های تولید گاز برون تنی ضایعات زعفران (شامل گلبرگ و پرچم) با و یا بدون سبوس گندم (به‌عنوان جاذب رطوبت) بود.

مواد و روش‌ها

تهیه‌ی نمونه

نمونه‌هایی از گل زعفران، از مزارع منطقه‌ی بالاجام شهرستان تربت‌جام واقع در استان خراسان رضوی جمع‌آوری شدند. پس از جداسازی کلاله از گل زعفران، ضایعات شامل گلبرگ و پرچم حاصل شد. بخشی از ضایعات به‌عنوان نمونه‌ی سیلو نشده در نظر گرفته شد، و مابقی با یا بدون افزودنی در لوله‌های پلی‌اتیلنی (با گنجایش ۳ کیلوگرم) مجهز به شیر تخلیه (جهت خروج شیرابه‌های اضافی) برای مدت ۶۰ روز فشرده‌سازی و سیلو شدند. بدین ترتیب، تیمارهای آزمایشی شامل (۱) ضایعات زعفران قبل از سیلو شدن، (۲) سیلاژ ضایعات زعفران بدون افزودنی، (۳) سیلاژ حاوی ۹۶/۸۸ درصد ضایعات زعفران+۳/۱۲ درصد سبوس گندم (وزن تر)، (۴) سیلاژ حاوی ۹۳/۷۵ درصد ضایعات زعفران+۶/۲۵ درصد سبوس گندم (وزن تر)، (۵) سیلاژ حاوی ۸۷/۵ درصد ضایعات زعفران+۱۲/۵ درصد

سبوس گندم (وزن تر)، (۶) سیلاژ حاوی ۷۵ درصد ضایعات زعفران+۲۵ درصد سبوس گندم (وزن تر)، و (۷) سیلاژ حاوی ۵۰ درصد ضایعات زعفران+۵۰ درصد سبوس گندم (بر اساس وزن تر) حاصل گردید. برای هر تیمار، ۴ تکرار در نظر گرفته شد.

پس از گذشت ۶۰ روز، سیلوها باز شد و ۵۰۰ گرم نمونه از بخش‌های مختلف لوله‌های پلی‌اتیلنی گرفته شد و در دمای ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شد. سپس، غلظت لیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی (NDF) و اسیدی (ADF) در تیمارهای آزمایشی مختلف با استفاده از دستگاه سنجش لیاف خام (انکوم؛ شرکت گل پونه‌ی صفاهان اصفهان) و کیسه‌های داکرونی تعیین شدند (Ankom Technology, 2006a;b). اندازه‌گیری خاکستر (Ash) با سوزاندن در کوره الکتریکی، عصاره اتری (EE) توسط دستگاه سوکسله و پروتئین خام (CP) توسط روش کج‌دال بر اساس روش‌های توصیه شده‌ی AOAC (1999) انجام شد. پس از باز کردن سیلوها، بلافاصله ویژگی ظاهری مواد سیلو شده شامل بو، بافت فیزیکی (به‌صورت لمس) و یا میزان کپک‌زدگی توسط سه کارشناس فعال در حوزه‌ی دامپروری مورد ارزیابی قرار گرفت (Jr et al., 2018). مقدار کربوهیدرات‌های غیر فیبری (NFC) از تفاضل حاصل جمع CP، EE، NDF و Ash از عدد ۱۰۰ محاسبه شد (Sniffen et al., 1992).

همچنین، چهار نمونه‌ی ۵۰ گرمی از هر سیلو تهیه شد. سپس ۴۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن (۹ برابر وزن آن) اضافه، و توسط مخلوط‌کن برقی به‌مدت ۵ دقیقه هم زده شد. پس از صاف کردن مخلوط حاصله با پارچه‌ی متقال چندلایه، pH عصاره‌ی حاصله توسط pH متر دیجیتال (Hana, Model HI 2211, USA) تعیین شد (Eyni & Bashtani, 2016). برای اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی، بخشی از عصاره‌ی حاصل از سیلاژها با نسبت مساوی با اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال

معادله‌ی $Y = h(1 - e^{-kt})$ آنالیز شدند که در آن، Y = حجم گاز تولیدی در زمان t ، b = گاز تولید شده از بخش دارای پتانسیل تولید گاز پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، c = ثابت نرخ تولید گاز برای مقدار b (درصد در ساعت) و t = مدت زمان انکوباسیون (ساعت) می‌باشد (Ørskov & McDonald, 1979).

اندازه‌گیری فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در شرایط برون‌تنی

یک ران (run) متفاوت از آزمون تولید گاز، برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در نظر گرفته شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت از انکوباسیون، درب شیشه‌ها باز و محتویات درون شیشه‌ها صاف گردید. در ادامه pH مایع شکمبه به کمک pH متر دیجیتال (Hana, Model HI 2210-01, USA) تعیین شد. برای تعیین نیتروژن آمونیاکی، مقدار ۵ میلی لیتر از نمونه‌ی صاف شده همراه با ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال ترکیب و تا زمان اندازه‌گیری به کمک دستگاه کج‌لدال (بخشی، V40، ایران)، در فریزر با دمای ۱۸- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد (Komolong et al., 2001).

آماده‌سازی کل اسیدهای چرب فرار (TVFA) بر اساس روش‌های توصیه شده‌ی گتاچو و همکاران انجام شد (Getachew et al., 2004) و غلظت کل اسیدهای چرب فرار به کمک دستگاه مارخام (Schott Duran, Germany) اندازه‌گیری شدند (Barnett & Reid, 1957).

به منظور تعیین قابلیت هضم حقیقی ماده خشک و ماده آلی (TMDM و TOMD)، شاخص تفکیک‌پذیری (PF) و توده‌ی میکروبی تولید شده (MMY) در شرایط برون‌تنی، چهار بطری برای هر تیمار در نظر گرفته شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت از انکوباسیون، درب شیشه‌ها باز و محتویات آن‌ها به درون ارلن‌های مخصوص ریخته شد و در محلول شوینده‌ی خنثی

مخلوط، و تا زمان اندازه‌گیری به روش کج‌لدال، در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. غلظت اسیدهای لاکتیک و استیک عصاره‌های سیلاژها نیز بر اساس روش کک و کسکونتونا (Koc & Coskuntuna, 2003) تعیین شد.

آزمون تولید گاز برون‌تنی

به منظور اجرای آزمون برون‌تنی تولید گاز، از مایع شکمبه‌ی دو رأس بره‌ی نر بلوچی (۳۰±۳/۵ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد، که با جیره‌ای حاوی کاه جو، یونجه خشک و یک کنسانتره تجاری (حاوی ۱۰/۱۵ مگاژول انرژی قابل متابولیسم در کیلوگرم ماده خشک و ۱۲ درصد پروتئین خام) در حد نگهداری تغذیه می‌شدند. نسبت علوفه به کنسانتره ۸۰ به ۲۰ در نظر گرفته شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه‌ی تیمارهای آزمایشی پس از آسیاب شدن (Wiley mill, Arthur H Thomas, Philadelphia, USA) با الک یک میلی‌متری، به درون بطری‌های شیشه‌ای با حجم ۱۲۰ میلی‌لیتری ریخته شد. در ادامه مقدار ۳۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی همراه با مایع شکمبه (به ترتیب با نسبت ۲ به ۱) به داخل شیشه‌ها تزریق شد (چهار تکرار برای هر تیمار). درب بطری‌ها توسط درپوش‌های لاستیکی و کپ‌های آلومینیومی بسته شد و به حمام آب گرم با دمای ۳۹ درجه‌ی سانتی‌گراد انتقال داده شدند (Menke & Steingass, 1988). تعداد چهار بلنک برای تصحیح تولید گاز ناشی از ذرات باقیمانده‌ی خوراک در مایع شکمبه‌ی استحصال شده، در نظر گرفته شد. همچنین از یونجه (۴ تکرار) به عنوان علوفه‌ی استاندارد جهت تأیید عملکرد مناسب محیط کشت و متعاقباً تأیید تولید گاز در نظر گرفته شد. تعداد یک ران (run) برای آزمون تولید گاز در نظر گرفته شد. ثبت فشار و حجم گاز به صورت منظم در زمان‌های ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت دوره‌ی انکوباسیون انجام شد (Theodorou et al., 1994). داده‌های آزمون گاز نیز بر اساس

$$(۴) \quad \text{MMY} (\text{میلی گرم}) = [2.2 (\text{میلی لیتر}) \times \text{NGP}] - \text{میلی گرم ماده آلی تجزیه شده حقیقی}$$

بازده تولید توده‌ی میکروبی (EMMY) از تقسیم میزان توده‌ی میکروبی تولید شده بر مقدار ماده آلی تجزیه شده‌ی حقیقی و ضرب آن در عدد ۱۰۰ محاسبه شد.

تجزیه آماری داده‌ها

داده‌های این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به کمک نرم‌افزار SAS (نسخه‌ی ۹/۱) مورد تجزیه قرار گرفتند. از مدل آماری $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ استفاده شد که در آن Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین کل، T_i اثر تیمار و e_{ij} خطای آزمایش بود. اختلاف آماری بین تیمارها در سطح ۵ درصد و با استفاده از آزمون دانکن تعیین شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی ضایعات زعفران قبل و بعد از سیلو شدن در جدول ۱ ارائه شد. کمترین میزان ماده خشک مربوط به ضایعات زعفران قبل از سیلو شدن بود ($p < 0.0001$). بیشترین ییاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی و خنثی در تیمار ۷ (۵۰٪ ضایعات زعفران + ۵۰٪ سبوس گندم) مشاهده شد ($p < 0.0001$). درصد عصاره اتری در بین تیمارهای آزمایشی تغییر معنی‌داری نداشت ($P = 0.88$). بیشترین درصد خاکستر ($p < 0.0001$) به ترتیب در تیمارهای ۲، ۴ و ۳ و کمترین درصد پروتئین خام در تیمار ۳ مشاهده شد ($p = 0.01$). در مطالعه‌ی، میزان پروتئین خام، عصاره اتری، خاکستر و ییاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و اسیدی گلبرگ زعفران به ترتیب معادل ۱۱/۵۵، ۶/۷۵، ۵/۲، ۱۳/۲ و ۷/۴ درصد گزارش شد (Alipour et al., 2016). درصد پروتئین خام و عصاره اتری گزارش شده توسط این محققان به ترتیب کمتر و بیشتر از مطالعه‌ی حاضر است. غلظت

به مدت یکساعت جوشانیده شدند. محتویات ارلن‌ها پس از یکساعت، با استفاده از پارچه‌ی پلی استری (قطر منافذ ۴۵ میکرون)، قیف بوختر و پمپ خلاً صاف شدند. بقایای جمع‌آوری شده بر روی کیسه‌ی پلی استری، به درون بوتله‌های چینی ریخته شد و در آن خشک شدند. پس از توزین بوتله‌های چینی، قابلیت هضم حقیقی ماده خشک محاسبه گردید (فرمول ۱). در نهایت، با سوزاندن بقایای درون بوتله‌های چینی در کوره‌ی با دمای ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت، قابلیت هضم حقیقی ماده آلی (فرمول ۲) محاسبه شد (Vercoe et al., 2010).

$$\text{TDMD} = \left[\frac{W1 - W2}{W1} \right] \times 100 \quad (۱)$$

$$\text{TOMD} = \left[\frac{Q1 - Q2}{Q1} \right] \times 100 \quad (۲)$$

در فرمول ۱، $W1$ و $W2$ به ترتیب وزن ماده خشک نمونه قبل از انکوباسیون و وزن ماده خشک نمونه بعد از انکوباسیون و شستشو با محلول شوینده‌ی خنثی می‌باشد. در فرمول ۲، $Q1$ و $Q2$ به ترتیب وزن ماده آلی (خشک) نمونه قبل از انکوباسیون و وزن ماده آلی بقایای نمونه بعد از انکوباسیون و شستشو با محلول شوینده‌ی خنثی بود.

شاخص تفکیک‌پذیری از تقسیم میلی گرم ماده آلی تجزیه شده‌ی حقیقی بر میلی لیتر گاز تولید شده در طی ۲۴ ساعت انکوباسیون (فرمول ۳) محاسبه شد (Vercoe et al., 2010; Makkar, 2010):

$$\text{PF} = \text{TOMD} / \text{IVGP} \quad (۳)$$

در فرمول مذکور ۳، TOMD کل ماده آلی تجزیه شده‌ی حقیقی پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون و IVGP گاز تجمعی تولید شده در طی ۲۴ ساعت انکوباسیون می‌باشد.

توده‌ی میکروبی تولید شده (MMY) بر اساس فرمول ۴ محاسبه شد که در این رابطه NGP میلی لیتر گاز خالص تولیدی در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون و عدد ثابت ۲/۲ نیز ضریب استوکیومتری بود (Makkar, 2010):

اتفاق می‌افتد، محقق‌گردد (Guo et al., 2008). در موعد برداشت و سیلو نمودن مواد علوفه‌ای، باکتری‌های بی‌هوازی موجود در سطح گیاه این امکان برایشان مهیاست که مواد آلی موجود در علوفه را مورد تجزیه و تخمیر قرار دهند که این امر، کاهش ارزش تغذیه‌ای سیلوها را به دنبال خواهد داشت (McDonal et al., 1991). در مطالعه‌ی حاضر نیز به نظر می‌رسد که فعالیت میکروارگانیسم‌های هوازی بقدری بوده که توانسته بخش مهمی از مواد آلی موجود در ضایعات زعفران را تجزیه کرده که متعاقباً یک افزایش معنی‌دار در میزان خاکستر در تیمار دو نسبت به یک مشاهده گردید ($p < 0.001$).

در مطالعه‌ی حاضر، تیمار ۲ از کیفیت ظاهری قابل قبولی به دلیل داشتن رطوبت بالا برخوردار نبود و ظاهر آبکی، وجود کپک و بوی نامطبوع در آن مشهود بود، اما تیمارهای دارای سبوس گندم بویژه در سطوح بالا (۵، ۶ و ۷) از نظر ویژگی‌های کیفی (فاقد بهم چسبیدگی و یا عدم کپک‌زدگی) و بو (دارای بوی اسید لاکتیک)، ظاهری مورد پسندتر داشتند. وجود درصد ماده خشک بیشتر در تیمار ۲ نسبت به ۱، به دلیل خروج شیرابه‌ها از سیلاژ بود تا از فساد بیشتر در محیط سیلو پیشگیری شود. گزارش شده است زمانی که میزان رطوبت مواد سیلو شونده بین ۷۰-۶۵ درصد باشد، هیچگونه شیرابه‌ای در اثر سیلو شدن تولید نخواهد شد (Ojeda & Montejo, 2001). بخشی از اختلافات در بین ترکیب شیمیایی تیمارهای مطالعه‌ی حاضر با سایر مطالعات، مربوط به افزودن سبوس گندم به ضایعات زعفران بود که ترکیب شیمیایی متفاوتی دارند، به طوری که دامنه‌ی عصاره اتری، خاکستر، پروتئین خام، NDF، ADF و ماده خشک سبوس‌های تهیه شده از کارخانجات مختلف آرد استان خراسان رضوی، به ترتیب برابر ۳/۹۱-۴/۴۹، ۴/۱۸-۶/۰۷، ۱۷/۲۸-۱۹/۳۴، ۴۲/۲۶-۵۶/۵۰، ۱۵/۵۴-۲۰/۲۸ و ۹۲/۲۳-۹۰/۴۲ درصد ماده خشک گزارش شده است (Eslamian et al., 2017). همچنین کیفیت و ارزش علوفه‌ای گیاهان بر اثر

الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و اسیدی در تیمارهای ۱ و ۲ (ضایعات زعفران قبل و بعد از سیلو شدن) در تطابق با گزارش علیپور و همکاران (Alipour et al., 2016) می‌باشد. محققان مذکور، درصد ماده خشک ضایعات گلبرگ زعفران را ۸/۶۷ درصد گزارش کردند (Alipour et al., 2016)، که کمتر از مطالعه‌ی حاضر است و احتمالاً این تفاوت می‌تواند مربوط به بازه‌ی زمانی متفاوت برداشت تا زمان اندازه‌گیری درصد ماده خشک ضایعات و یا عدم وجود پرچم در این ضایعات باشد. در مطالعه‌ی دیگری، غلظت پروتئین خام، خاکستر و عصاره اتری گلبرگ زعفران به ترتیب برابر ۱۰/۲۰، ۷ و ۵/۳ درصد گزارش شد (Khoshbakht Fahim et al., 2012)، که درصد پروتئین خام و خاکستر در مطالعه‌ی حاضر کمتر از تحقیق مذکور بود ولی درصد عصاره اتری در دامنه‌ی آن گزارش می‌باشد. گزارش شده است که وجود NFC کمتر در سیلاژ به منزله‌ی افزایش تخمیر و متعاقباً استفاده از این منابع توسط میکروارگانیسم‌ها خواهد بود (Dos Anjos et al., 2018). بنابراین بخشی از کاهش معنی‌دار NFC ($p < 0.001$) در بین تیمارهای ۱ و ۲ شاید به همین مسأله ارتباط داشته باشد که در اثر تخمیر در محیط سیلو، بخش از منابع NFC ضایعات زعفران در محیط سیلو مورد مصرف میکروارگانیسم‌ها قرار گرفته است. از سبوس گندم به عنوان یک ماده‌ی جاذب رطوبت برای کاهش پساب سیلاژهای با رطوبت بالا استفاده شده است (Liu et al., 2001) و این مسأله می‌تواند توجیه کننده‌ی کاهش میزان رطوبت در سیلاژهای تهیه شده از ضایعات زعفران همراه با سبوس گندم، نسبت به تیمار ۲ (سیلاژ شاهد) باشد. در مطالعه‌ی حاضر، اگرچه که در اثر سیلو کردن ضایعات زعفران به تنهایی، میزان پروتئین خام نسبت به سیلاژ شاهد تغییر نمود ولی گزارش شده است که حفظ پروتئین در سیلاژ ذرت و یا علوفه به صورت پروتئین حقیقی یا پپتیدها می‌تواند در نتیجه‌ی کاهش فعالیت پروتئازی که از طریق کاهش سریع pH در محیط سیلو

کاهش غلظت NDF آن‌ها گردید (Bagheripour et al., 2008)، ولی در مطالعه‌ی فعلی تغییر در غلظت NDF ضایعات زعفران قبل و بعد از سیلو شدن، مشاهده نشد.

پیشرفت مراحل رشد، تغییر می‌کند و ارزش غذایی یک گونه ممکن است از عوامل محیطی تأثیر پذیرفته و در مناطق مختلف جغرافیایی یکسان نباشد (Heshmati et al., 2007). اگرچه در مطالعه‌ی سیلو کردن برخی از ضایعات کشاورزی منجر به

جدول ۱- ترکیب شیمیایی ضایعات زعفران قبل و بعد از سیلو شدن (%)
Table 1- Chemical composition of saffron wastes before and after ensiling (%)

تیما Treatment	ماده خشک DM	الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی NDF	الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی ADF	پروتئین خام CP	عصاره‌ی اتری EE	خاکستر Ash	کربوهیدرات‌های غیر فیبری NFC
ضایعات زعفران قبل از سیلو شدن SWBE	10.40 ^g	12.83 ^f	7.52 ^{cd}	15.57 ^a	5.43	8.33 ^c	57.84 ^a
ضایعات زعفران بعد از سیلو شدن SWAE	17.00 ^f	13.10 ^{ef}	7.23 ^d	15.23 ^{abc}	5.58	11.12 ^a	54.96 ^b
سیوس گندم 96.88%SWAE+3.12%WB %۹۶/۸۸ ضایعات زعفران+۳/۱۲	19.94 ^c	13.88 ^{de}	7.67 ^{cd}	14.88 ^c	5.73	10.66 ^a	54.84 ^b
سیوس گندم 93.75%SWAE+6.25%WB %۸۷/۵ ضایعات زعفران+۱۲/۵ سیوس	22.75 ^d	14.80 ^d	7.80 ^{cd}	15.04 ^{bc}	5.77	11.07 ^a	53.32 ^c
سیوس گندم 87.5%SWAE+12.5%WB %۷۵ ضایعات زعفران+۲۵ سیوس	27.08 ^c	16.68 ^c	8.45 ^{bc}	15.67 ^a	5.76	9.37 ^b	52.51 ^c
سیوس گندم 75%SWAE+25%WB %۵۰ ضایعات زعفران+۵۰ سیوس	40.34 ^b	20.33 ^b	9.33 ^b	15.50 ^{ab}	5.73	7.75 ^d	50.68 ^d
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM	54.37 ^a	27.35 ^a	11.45 ^a	15.36 ^{ab}	5.65	5.89 ^e	45.75 ^c
سطح معنی‌داری P-value	0.33	0.31	0.33	0.14	0.20	0.14	0.60
	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.01	0.88	<0.0001	<0.0001

DM (% of fresh weight): Dry matter; NDF: Neutral detergent fiber; ADF: Acid detergent fiber; CP: Crude protein; EE: Ether extract; NFC: Non-fiber carbohydrates; SWBE: Saffron wastes before ensiling; SWAE: Saffron wastes after ensiling; 96.88%SWAE+3.12%WB: 96.88% Saffron wastes after ensiling+3.12% wheat bran; 93.75%SWAE+6.25%WB: 93.75% Saffron wastes after ensiling+6.25% wheat bran; 87.5%SWAE+12.5%WB: 87.5% Saffron wastes after ensiling+12.5% wheat bran; 75%SWAE+25%WB: 75% Saffron wastes after ensiling+25% wheat bran; 50%SWAE+50%WB: 50% Saffron wastes after ensiling+50% wheat bran. Saffron wastes and wheat bran were mixed according to fresh weight; SEM: Standard error of the means.

بیشترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار (TVFA) مربوط به سیلاژ حاوی ۵۰٪ ضایعات زعفران همراه با ۵۰٪ سیوس گندم بود و نیز کمترین غلظت نیتروژن آمونیاکی در این تیمار مشاهده شد ($p < 0.0001$).

خصوصیات تخمیری سیلاژها طبق جدول ۲، کمترین غلظت اسید لاکتیک ($p < 0.0001$) و اسید استیک ($P = 0.02$) و بالاترین میزان pH ($p < 0.0001$) در تیمار ۲ (سیلاژ شاهد) مشاهده شد. کمترین مقدار pH و

فعالیت مخمرها می‌گردند (McDonald et al., 1991; McDonald et al., 2002) و این اسیدها می‌توانند با نفوذ به درون سلول‌های قارچی، مانع رشد آن‌ها گردند (McDonald et al., 2002). در این راستا شاید بخشی از عدم کپک‌زدگی در تیمار ۷ مربوط به تولید بیشتر اسید لاکتیک در آن باشد. مقدار مطلوب اسید استیک در سیلاژها عموماً بین ۳-۴ درصد گزارش شده است و افزایش آن به بالاتر از این اعداد به منزله‌ی تخمیر ناهمگن و نامطلوب خواهد بود (Dordevic et al., 2017). مطالعه‌ی حاضر، درصد اسید استیک در سیلاژهای مورد مطالعه (۰/۲۸-۰/۱۲ درصد) کمتر از دامنه‌ی مطلوب ۳-۴ درصد گزارش شد.

عمده‌ترین دلیل کاهش pH در سیلاژهای با کیفیت بالا، تولید اسید لاکتیک بیشتر می‌باشد (Li et al., 2014) و به‌نظر می‌رسد که کاهش pH در تیمار ۷، مربوط به تولید بالای اسید لاکتیک در محیط سیلو باشد. در مطالعه‌ی، pH مناسب برای یک سیلاژ خوب کمتر از ۴/۲ گزارش شده (Tian et al., 2014)، به‌طوری‌که در پژوهش حاضر، pH مطلوب (کمتر از ۴/۲) در سیلاژهای دارای سطوح بالاتر سیوس گندم (تیمار ۶ و ۷) مشاهده شد. سرعت کاهش pH سیلاژ، یک فاکتور کلیدی در ممانعت از فعالیت کلاستریدیوم‌ها و کاهش اتلاف مواد مغذی در طی فرآیند تخمیر می‌باشد (Carpintero, 1979). سیلاژهای دارای محیط اسیدی با تولید بیشتر اسیدهای لاکتیک، پروپیونیک و بوتیریک در حد نرمال، مانع رشد و

جدول ۲- خصوصیات تخمیری سیلاژ ضایعات زعفران
Table 2- Fermentation characteristics of saffron wastes silages

تیمار Treatment	اسیدیته pH	اسید استیک AA	اسید لاکتیک LA	کل اسیدهای چرب فرار TVFA	نیتروژن آمونیاکی NH ₃ -N
ضایعات زعفران بعد از سیلو شدن SWAE	4.55 ^a	0.12 ^c	0.80 ^d	1.28 ^d	11.42 ^a
۹۶/۸۸٪ ضایعات زعفران+۳/۱۲٪ سیوس گندم 96.88%SWAE+3.12%WB	4.33 ^b	0.19 ^b	1.32 ^c	1.93 ^c	9.77 ^b
۹۳/۷۵٪ ضایعات زعفران+۶/۲۵٪ سیوس گندم 93.75%SWAE+6.25%WB	4.34 ^b	0.19 ^b	1.44 ^c	1.95 ^c	9.03 ^b
۸۷/۵٪ ضایعات زعفران+۱۲/۵٪ سیوس گندم 87.5%SWAE+12.5%WB	4.36 ^b	0.21 ^b	1.41 ^c	2.00 ^{bc}	8.93 ^b
۷۵٪ ضایعات زعفران+۲۵٪ سیوس گندم 75%SWAE+25%WB	4.18 ^c	0.23 ^{ab}	1.92 ^b	2.20 ^b	8.80 ^b
۵۰٪ ضایعات زعفران+۵۰٪ سیوس گندم 50%SWAE+50%WB	4.10 ^d	0.28 ^a	2.43 ^a	3.11 ^a	7.37 ^c
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM	0.03	0.02	0.06	0.40	0.32
سطح معنی‌داری P-value	<0.0001	0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001

NH₃-N (% of total nitrogen): Ammonia Nitrogen; TVFA (% of DM): Total Volatile Fatty Acids; AA (% of DM): Acid Acetic; LA (% of DM): Lactic Acid; SWAE: Saffron wastes after ensiling; 96.88%SWAE+3.12%WB: 96.88% Saffron wastes after ensiling+3.12% wheat bran; 93.75%SWAE+6.25%WB: 93.75% Saffron wastes after ensiling+6.25% wheat bran; 87.5%SWAE+12.5%WB: 87.5% Saffron wastes after ensiling+12.5% wheat bran; 75%SWAE+25%WB: 75% Saffron wastes after ensiling+25% wheat bran; 50%SWAE+50%WB: 50% Saffron wastes after ensiling+50% wheat bran; Saffron wastes and wheat bran were mixed according to fresh weight; SEM: Standard error of the means.

از فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیکی (Sucu et al., 2016) و

وجود نیتروژن آمونیاکی در محیط کشت و سیلاژ، شاخصی

شده است که متعاقباً کاهش در تولید نیتروژن آمونیاکی را به دنبال داشت. تولید اسیدهای چرب فرار کافی در محیط سیلو می تواند مانع از رشد کپک ها و مخمرهای بی هوازی گردد (Zhang et al., 2009). در مطالعه‌ی فعلی برخلاف سیلاژ شاهد (تیمار دو)، سیلاژهای دارای سطوح بالاتر سبوس گندم (تیمارهای ۶ و ۷) دارای کپک زدگی نبوده و از درصد TVFA بالاتری نسبت به تیمار دو برخوردار بودند. همچنین بخشی از تغییرات TVFA در بین تیمارهای آزمایشی (جدول ۲)، می تواند مربوط به تغییر در ماهیت سیلوها به دلیل افزودن سبوس گندم به آنها باشد.

فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم برون تنی

فراسنجه‌های تولید گاز حاصل از انکوباسیون برون تنی ضایعات زعفران در جدول ۳ ارائه شد. بیشترین میزان تولید گاز در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انکوباسیون و نیز پتانسیل تولید گاز مربوط به تیمار ۱ (ضایعات زعفران قبل از سیلو شدن) بود ($p < 0/0001$). ثابت نرخ تولید گاز از ۰/۰۷ درصد برای تیمار ۱ تا ۰/۱۱ درصد در ساعت برای تیمار ۷ متغیر بود ($p < 0/0001$). از تکنیک تولید گاز در سال‌های اخیر به دلیل همبستگی مثبت آن با انرژی قابل متابولیسم، در جهت برآورد ارزش تغذیه‌ای بسیاری از گیاهان علوفه‌ای استفاده شده است (Rodriguez et al., 2015; Kazemi & Valizadeh, 2019; Kazemi, 2019). یک همبستگی منفی بین برخی فراسنجه‌های تولید گاز (شامل تولید گاز در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت انکوباسیون و پتانسیل تولید گاز) و NDF چند نمونه‌ی خوراکی گزارش شده است (Getachew et al., 2004). از طرفی یک همبستگی مثبت بین میزان کل اسیدهای چرب فرار و برخی فراسنجه‌های تولید گاز (گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون و پتانسیل تولید گاز) نیز گزارش شد (Kazemi & Valizadeh, 2019). در مطالعه‌ی حاضر نیز احتمالاً افزایش

تجزیه‌ی پتیدها و اسیدهای آمینه با میکروارگانسیم‌های کلستریدیومی می باشد (McDonald et al., 1991). در مطالعه‌ی فعلی، احتمالاً بخشی از افزایش نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ ضایعات زعفران بدون افزودنی در مقایسه با تیمارهای دارای سبوس گندم، مربوط به افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیکی (به دلیل رطوبت بالاتر و تخمیر شدیدتر؛ Kung et al., 2018) در آن باشد. نیتروژن آمونیاکی موجود در سیلاژ، یکی از شاخص‌های مهم در برآورد کیفیت تخمیر سیلاژ محسوب می گردد (Charmley, 2001) و مقدار ایده‌آل برای آن کمتر از ۱۰ درصد نیتروژن کل در سیلاژهای مختلف گزارش شده است (Kung et al., 2018). در مطالعه‌ی فعلی، غلظت نیتروژن آمونیاکی سیلاژهای دارای سبوس گندم در دامنه‌ی ایده‌آل (کمتر از ۱۰ درصد نیتروژن کل) قرار داشت و به نظر می رسد که فعالیت پروتئولیتیکی بیشتری (به دلیل رطوبت بالای آن) در تیمار ۲ (سیلاژ شاهد) رخ داده است. با توجه به مشاهده کپک فراوان و pH بالاتر در تیمار دو (شاهد)، در گزارشی عنوان شد که اسپورهای کلستریدیومی به pH پایین حساس بوده و همچنین آن‌ها برای ادامه فعالیت نیاز به رطوبت و pH بالا در محیط سیلو دارند (Bolsen et al., 1996) و رشد کلستریدیوم‌ها در رطوبت کمتر از ۶۵ درصد (به دلیل عدم وجود کربوهیدرات محلول فراوان برای رشد آن‌ها) بندرت در محیط سیلو اتفاق می افتد (Bolsen et al., 1996). با توجه به موارد ذکر شده، به نظر می رسد که در مطالعه‌ی حاضر بخش دیگری از تغییرات در درصد نیتروژن آمونیاکی تولید شده در بین تیمارهای آزمایشی، مربوط به تغییر در درصد ماده خشک مواد سیلو شده به دلیل اضافه کردن سطوح مختلف سبوس به ضایعات زعفران باشد. از طرفی میزان pH در تیمارهای دارای سطوح بالای سبوس گندم نسبت به تیمار ۲ (شاهد) کمتر بود که این کاهش pH مانع از رشد باکتری‌های تولید کننده‌ی نیتروژن آمونیاکی در محیط سیلو

در تیمار ۱، مؤید تخمیر بیشتر در این تیمار می‌باشد. یک همبستگی مثبت بین پتانسیل تولید گاز و NFC خوراک برای تولید گاز در شرایط *invitro* گزارش شده است (Getachew et al., 2004). بنابراین به نظر می‌رسد بخشی اعظمی از کاهش معنی‌دار تولید گاز بین تیمارهای ۱ و ۲ مربوط به کاهش سطح NFC تیمار ۲ نسبت به تیمار ۱ باشد.

فراسنجه‌های تولید گاز در تیمار ۱ مربوط به پایین‌تر بودن سطح NDF آن در مقایسه با سایر تیمارها و یا افزایش سطح TVFA در نتیجه‌ی آنکوباسیون در محیط کشت باشد. گزارش شده است که در اثر تجزیه‌ی پروتئین‌ها نسبت به کربوهیدرات‌ها، گاز کمتری تولید می‌شود (Cone & Van Gelder, 1999). تولید گاز در واقع یک شاخص مناسبی از قابلیت هضم، تخمیرپذیری و تولید پروتئین میکروبی شکمبه‌ای، محسوب می‌گردد (Salem et al., 2014)، به طوری که در مطالعه‌ی حاضر تولید گاز بیشتر

جدول ۳- فراسنجه‌های تولید گاز حاصل از آنکوباسیون ضایعات زعفران در یک محیط کشت آزمایشگاهی

Table 3- Gas production parameters of saffron wastes after incubation in a laboratory culture medium

تیمار Treatment	گاز ۱۲ ساعت انکوباسیون Gas 12h incubation (ml)	گاز ۲۴ ساعت انکوباسیون Gas 24h incubation (ml)	گاز ۴۸ ساعت انکوباسیون Gas 48h incubation (ml)	گاز ۷۲ ساعت انکوباسیون Gas 72h incubation (ml)	پتانسیل تولید گاز Potential gas production (ml)	ثابت نرخ تولید گاز Constant rate of gas production (%.h ⁻¹)
ضایعات زعفران قبل از سیلو شدن SWBE	34.57 ^b	44.23 ^a	54.35 ^a	58.13 ^a	58.21 ^a	0.071 ^c
ضایعات زعفران بعد از سیلو شدن SWAE	26.27 ^c	33.37 ^c	41.75 ^d	46.52 ^d	45.71 ^d	0.075 ^c
۹۶/۸۸٪ ضایعات زعفران+۳/۱۲٪ سیوس گندم	23.83 ^d	29.17 ^d	37.32 ^e	41.50 ^e	39.19 ^f	0.089 ^b
96.88%SWAE+3.12%WB ۹۳/۷۵٪ ضایعات زعفران+۶/۲۵٪ سیوس گندم	24.17 ^d	29.63 ^d	37.75 ^e	42.00 ^d	39.63 ^f	0.090 ^b
93.75%SWAE+6.25%WB ۸۷/۵٪ ضایعات زعفران+۱۲/۵٪ سیوس گندم	27.63 ^c	32.77 ^c	39.92 ^{de}	44.67 ^d	42.98 ^e	0.098 ^b
87.5%SWAE+12.5%WB ۷۵٪ ضایعات زعفران+۲۵٪ سیوس گندم	34.60 ^b	39.67 ^b	45.82 ^c	51.28 ^c	49.26 ^c	0.108 ^a
75%SWAE+25%WB ۵۰٪ ضایعات زعفران+۵۰٪ سیوس گندم	38.13 ^a	44.90 ^a	50.62 ^b	55.80 ^b	54.13 ^b	0.110 ^a
50%SWAE+50%WB خطای استاندارد میانگین‌ها SEM	0.65	0.72	0.87	0.73	0.69	0.003
سطح معنی‌داری P-value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Gas 12, 24, 48, and 72h incubation: cumulative gas production after 12, 24, 48 and 72 h incubation. SWBE: Saffron wastes before ensiling; SWAE: Saffron wastes after ensiling; 96.88%SWAE+3.12%WB: 96.88% Saffron wastes after ensiling+3.12% wheat bran; 93.75%SWAE+6.25%WB: 93.75% Saffron wastes after ensiling+6.25% wheat bran; 87.5%SWAE+12.5%WB: 87.5% Saffron wastes after ensiling+12.5% wheat bran; 75%SWAE+25%WB: 75% Saffron wastes after ensiling+25% wheat bran; 50%SWAE+50%WB: 50% Saffron wastes after ensiling+50% wheat bran. Saffron wastes and wheat bran were mixed according to fresh weight; SEM: Standard error of the means.

1997). در مطالعه‌ی حاضر بخشی از تغییرات در تولید TVFA، مربوط به درصد متفاوت سبوس بکار رفته شده در تیمارهای آزمایشی می‌باشد. تجزیه‌پذیری ماده خشک برای گلبرگ زعفران معادل $92/04$ درصد گزارش شد (Alipour et al., 2016)، که در مقایسه با گزارش حاضر (قابلیت هضم حقیقی ماده خشک و ماده آلی به ترتیب معادل $79/95$ و $83/33$ درصد) بالاتر می‌باشد. اختلاف در بیان قابلیت هضم آزمایش حاضر و گزارش علیپور و همکاران (Alipour et al., 2016)، می‌تواند مربوط به روش‌های متفاوت اندازه‌گیری، سن متفاوت گیاه در زمان برداشت و نیز برداشت نمونه‌ها از مزارع متفاوت باشد. در مطالعه‌ای یک همبستگی مثبت قوی بین میزان تولید TVFA با تولید تجمعی گاز در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون و نیز پتانسیل تولید گاز مشاهده شد (Kazemi & Valizadeh, 2019). با توجه به اینکه میزان تولید TVFA محیط کشت (جدول ۴) در تیمارهای ۱ و ۷ بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد، شاید بخشی از افزایش تولید گاز در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون (تیمارهای ۱ و ۷)، مربوط به این مسأله باشد.

در واقع پایین بودن شاخص تفکیک‌پذیری (PF)، نشان‌دهنده‌ی پایین‌تر بودن بازده سنتز پروتئین میکروبی در محیط کشت می‌باشد و این بدین مفهوم است که بخش بیشتری از مواد غذایی هضم شده در جهت تولید گاز نسبت به سنتز پروتئین میکروبی بکار گرفته شده است (Sallam et al., 2009)، کما اینکه کمترین شاخص تفکیک‌پذیری به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۷ مشاهده شد ($p < 0/0001$). همچنین گزارش شده است که افزایش شاخص تفکیک‌پذیری، نشان‌دهنده‌ی بهبود راندمان تخمیر در محیط کشت می‌باشد و متعاقباً مواد مغذی بیشتری به سمت تولید توده‌ی میکروبی هدایت خواهد شد (Blümmel et al., 1997).

پارامترهای میکروبی، قابلیت هضم و اسیدهای چرب فرار کل اندازه‌گیری شده برای ضایعات زعفران قبل و بعد از سیلو شدن در جدول ۴ ارائه شد. بالاترین میزان تولید TVFA در محیط کشت ($p < 0/0001$) و بیشترین قابلیت هضم حقیقی ماده خشک ($p = 0/0007$) و ماده آلی ($p = 0/005$) در تیمار ۱ مشاهده شد. بالاترین شاخص تفکیک‌پذیری، توده‌ی میکروبی تولید شده و بازده تولید توده‌ی میکروبی به ترتیب مربوط به تیمارهای ۳ و ۴ بود ($p < 0/0001$).

گزارش شده است که تفاوت در قابلیت هضم ماده خشک، بستگی به ترکیب شیمیایی خوراک و کاهش میزان الیاف خام آن (شامل NDF و ADF) دارد (Lia et al., 2014). در مطالعه‌ی حاضر بخشی از کاهش TOMD و TDMD در اثر سیلو کردن ضایعات زعفران (تیمار دو)، می‌تواند مربوط به افزایش میزان خاکستر آن (کاهش ماده آلی) در مقایسه با ضایعات زعفران قبل از سیلو شدن (تیمار یک) باشد. از آنجایی که یک رابطه‌ی معکوس بین قابلیت هضم ماده خشک با میزان ADF گزارش شده است (Madibela & Modiakgotla, 2006)، بنابراین کاهش TOMD و TDMD در سیلاژهای دارای سبوس گندم نسبت به سیلاژ شاهد می‌تواند مربوط به سطوح بالاتر ADF در آن‌ها باشد. در مطالعه‌ی حاضر با افزایش سطح سبوس در سیلو، تولید TVFA کاهش معنی‌داری نسبت به سیلاژ شاهد نشان داد که شاید بخشی از این کاهش مربوط به درصد پایین‌تر NFC در آن‌ها باشد. از طرفی گزارش شده است که میکروارگانیزم‌های شکمبه‌ای، کربوهیدرات‌های غیرساختمانی را با سرعت بیشتری نسبت به کربوهیدرات‌های ساختمانی تخمیر کرده، که در نتیجه‌ی pH کاهش بیشتری یافته و نیز الگوی اسیدهای چرب فرار تولید شده نیز دستخوش تغییرات می‌گردد (Kalscheur et al., 2006).

جدول ۴- پارامترهای میکروبی، قابلیت هضم و اسیدهای چرب فرار کل اندازه‌گیری شده برای ضایعات زعفران قبل و بعد از سیلو شدن در یک محیط کشت

Table 4- Microbial parameters, digestibility and total volatile fatty acids measured from saffron wastes before and after ensiling in a culture medium

تیمار Treatment	اسیدهای چرب فرار کل TVFA (mmol.L ⁻¹)	قابلیت هضم حقیقی ماده خشک TDMD (%)	قابلیت هضم حقیقی ماده آلی TOMD (%)	شاخص تفکیک پذیری PF (mg TOMD.ml gas ⁻¹ at 24h)	توده‌ی میکروبی تولیدی MMY (mg)	بازده تولید توده‌ی میکروبی EMMY (%)
ضایعات زعفران قبل از سیلو شدن SWBE	25.24 ^a	79.95 ^a	83.33 ^a	4.08 ^d	82.91 ^e	46.00 ^d
ضایعات زعفران بعد از سیلو شدن SWAE	19.21 ^c	76.30 ^c	78.01 ^{bc}	5.21 ^b	100.23 ^c	57.72 ^b
۹۶/۸۸٪ ضایعات زعفران+۳/۱۲٪ سبوس گندم 96.88%SWAE+3.12%WB	25.61 ^a	78.32 ^{abc}	83.45 ^a	6.02 ^a	111.41 ^a	63.45 ^a
۹۳/۷۵٪ ضایعات زعفران+۶/۲۵٪ سبوس گندم 93.75%SWAE+6.25%WB	22.71 ^b	78.80 ^{abc}	82.01 ^{ab}	5.89 ^a	109.29 ^{ab}	62.64 ^a
۸۷/۵٪ ضایعات زعفران+۱۲/۵٪ سبوس گندم 87.5%SWAE+12.5%WB	18.88 ^c	79.12 ^{ab}	81.30 ^{ab}	5.42 ^b	105.66 ^b	59.44 ^b
۷۵٪ ضایعات زعفران+۲۵٪ سبوس گندم 75%SWAE+25%WB	17.14 ^d	76.85 ^{bc}	80.73 ^{ab}	4.56 ^c	93.62 ^d	51.75 ^c
۵۰٪ ضایعات زعفران+۵۰٪ سبوس گندم 50%SWAE+50%WB	16.88 ^d	73.33 ^d	74.86 ^c	4.09 ^d	84.74 ^e	46.18 ^d
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM	0.40	0.79	1.35	0.17	1.58	0.87
سطح معنی‌داری P-value	<0.0001	0.0007	0.005	<0.0001	<0.0001	<0.0001

TVFA: total volatile fatty acids; TDMD: true dry matter digestibility; TOMD: true organic matter digestibility; PF: partitioning factor; MMY: microbial mass yield; EMMY: efficiency of microbial mass yield; SWBE: Saffron wastes before ensiling; SWAE: Saffron wastes after ensiling; 96.88%SWAE+3.12%WB: 96.88% Saffron wastes after ensiling+3.12% wheat bran; 93.75%SWAE+6.25%WB: 93.75% Saffron wastes after ensiling+6.25% wheat bran; 87.5%SWAE+12.5%WB: 87.5% Saffron wastes after ensiling+12.5% wheat bran; 75%SWAE+25%WB: 75% Saffron wastes after ensiling+25% wheat bran; 50%SWAE+50%WB: 50% Saffron wastes after ensiling+50% wheat bran. Saffron wastes and wheat bran were mixed according to fresh weight; SEM: Standard error of the means.

سطح الیاف خام برخی از گیاهان، کاهش در قابلیت هضم ماده خشک را به دنبال خواهد داشت (Kazemi & Valizadeh, 2019). در مطالعه‌ی حاضر کمترین میزان قابلیت هضم حقیقی ماده خشک و ماده آلی مربوط به تیمار ۷ (۵۰٪ ضایعات زعفران+۵۰٪ سبوس گندم) بود که به نظر می‌رسد بخشی از این کاهش قابلیت هضم مربوط به استفاده از سطوح بالای سبوس (دارا بودن میزان بیشتر الیاف‌های NDF و ADF برای سبوس گندم در مقایسه با ضایعات زعفران) در سیلاژ ضایعات زعفران

در مطالعه‌ی حاضر، افزایش شاخص تفکیک‌پذیری تیمار ۳، به منزله‌ی افزایش در تولید توده‌ی میکروبی بود که متعاقباً افزایش در بازده تولید توده‌ی میکروبی را به دنبال داشت. بخشی از تغییرات در شاخص تفکیک‌پذیری در بین تیمارهای مطالعه‌ی حاضر ممکن است به دلیل ماهیت سبوس اضافه شده به سیلو و یا فرآیند تخمیر متفاوت در سیلو باشد. گزارش شده است که یک ضریب همبستگی منفی بین قابلیت هضم ماده خشک و میزان الیاف خام برخی منابع گیاهی وجود دارد، به عبارتی افزایش

می‌توان ضایعات مذکور را به صورت سیلاژ ذخیره نمود، اما سیلو کردن بدون استفاده از افزودنی موجب کاهش کیفیت آن شد. به هر حال، سیلو کردن این ضایعات مخلوط با سبوس گندم (به‌عنوان یک ماده‌ی جاذب رطوبت) موجب بهبود کیفیت سیلاژ شد. از لحاظ کیفیت ظاهری، بو، عدم کپک‌زدگی و خصوصیات تخمیری محیط سیلو، بهترین شرایط در تیمار ۷ (نسبت ۵۰:۵۰ ضایعات زعفران و سبوس گندم) مشاهده شد. بنابراین، خشک کردن ضایعات زعفران یا سیلو کردن آن‌ها به همراه سطح مناسب سبوس گندم مناسب قابل توصیه است.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج شده از طرح پژوهشی مصوب در کمیته‌ی پژوهشی مجتمع آموزش عالی تربت‌جام بوده، لذا نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از این مجتمع اعلام می‌دارند.

باشد. از طرفی گزارش شده است که سیلاژهای دارای کلستریدیوم‌های بیشتر، از درصد فیبر بیشتری برخوردار بوده و قابلیت هضم ماده خشک آن‌ها به این خاطر پایین‌تر می‌باشد که بخش اعظمی از مواد مغذی و محلول قابل استفاده‌ی آن‌ها (عمدتاً کربوهیدرات‌های محلول)، توسط کلستریدیوم‌ها تجزیه می‌گردند (Mills & Kung, 2002). از آنجایی که NFC جزو ترکیبات آلی با قابلیت هضم بالا می‌باشد، بنابراین کاهش غلظت آن در سیلاژ می‌تواند منجر به کاهش قابلیت هضم مواد مغذی گردد (Dos Anjos et al., 2018)، به‌طوری‌که این مسأله می‌تواند توجیه‌کننده‌ی بخشی از کاهش قابلیت هضم حقیقی ماده خشک و ماده آلی سیلاژ شاهد (تیمار ۲) نسبت به تیمار ۱ باشد.

نتیجه‌گیری

در مجموع، ضایعات زعفران پیش از سیلو شدن از ارزش تغذیه‌ای مناسبی برخوردار بود. به‌دلیل محتوای رطوبت زیاد،

منابع

- Agricultural Statistics. 2017. Volume 2. Ministry of Agriculture Jihad, Deputy of Planning and Economic Development, ICT Center. (In Persian).
- Alipour, F., Vakili, S.A., Danesh Mesgaran, M., and Ebrahimi, S.H. 2016. Determine the chemical composition and nutritional value of saffron petals using method *in sacco*. 7th Congress in Animal Science, Tehran University, Iran.
- Ankom Technology. 2006a. Acid detergent fiber in feeds-filter bag technique. Available at https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_12_ADF_A2000.pdf
- Ankom Technology. 2006b. Neutral detergent fiber in feeds-filter bag technique. Available at https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_6_NDF_A200.pdf
- AOAC. 1999. Official methods of analysis. 16th edition, Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA.
- Bagheripour, E., Rozbehan, Y., and Alipour, D. 2008. Effect of ensiling, air-drying and addition of polyethylene glycol on *in vitro* gas production of pistachio by-products. *Animal Feed Science and Technology* 146: 327-336.
- Barnett, A.J.G., and Reid, R. 1957. Studies on the production of volatile fatty acids from grass in artificial rumen. 1. Volatile fatty acids production from fresh grasses. *The Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 48: 315-321.
- Blümmel, M., Steingäß, H., and Becker, K. 1997.

- The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition* 77 (6): 911-921.
- Bolsen, K.K., Ashbell, G., and Weinberg, Z.G. 1996. Silage fermentation and silage additives: Review. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 9: 483-493.
- Carpintero, C.M., Henderson, A.R., and McDonald, P. 1979. Effect of some pre-treatments on proteolysis during the ensiling of herbage. *Grass Forage Science* 34: 311-315.
- Charmley, E. 2001. Towards improved silage quality-A review. *Canadian Journal of Animal Science* 81: 157-168.
- Cone, J.W., and Van Gelder, A.H. 1999. Influence of protein fermentation on gas production profiles. *Animal Feed Science and Technology* 76 (3-4): 251-264.
- Dordevic, S., Mandic, V., Stanojevic, D., and Jovanovic-Ljeskovic, N. 2017. Effects of *Lactobacillus plantarum* inoculants on maize silage quality. *Biotechnology in Animal Husbandry* 33 (1): 115-125.
- Dos Anjos, G.V.S., Gonçalves, L.C., Rodrigues, J.A.S., Keller, K.M., Coelho, M.M., Michel, P.H.F., Ottoni, D., and Jayme, D.G. 2018. Effect of re-ensiling on the quality of sorghum silage. *Journal of Dairy Science* 101: 1-8.
- Eslamian, E., Valizadeh, R., Naserian, A.A., and Vakili, A.R. 2017. Nutritional value of different wheat brans from flour factories of Khorasan Razavi province in summer and winter and the effect of replacing barley grain with summer wheat bran on operation of Saanen goats. *Animal Science Researches (Agricultural Science)* 27 (3): 33-50. (In Persian with English Summary).
- Eyni, B., and Bashtani, M. 2016. Survey of nutritive value and degradability of sorghum silage from first and second cutting of forage. *Research on Animal Production* 7 (14): 136-142. (In Persian with English Summary).
- Fallahi, H.R., and Mahmoodi, S. 2018. Influence of organic and chemical fertilization on growth and flowering of saffron under two irrigation regimes. *Saffron Agronomy and Technology* 6 (2): 147-166. (In Persian with English Summary).
- Getachew, G., Robinson, P.H., DePeters, E.J., and Taylor, S.J. 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 111 (1-4): 57-71.
- Guo, X.S., Ding, W.R., Han, J.G., and Zhou, H. 2008. Characterization of protein fractions and amino acids in ensiled alfalfa treated with different chemical additives. *Animal Feed Science and Technology* 142: 89-98.
- Hemmati Kakhki, A. 2001. Optimization of factors affecting production of edible colors from saffron petals. *Journal of Agricultural Science and Technology* 15 (2): 13-20. (In Persian with English Summary).
- Heshmati, G.A., Baghani, M., and Bazrafshan, O. 2007. Comparison of nutritional values of 11 rangeland species in eastern part of Golestan province. *Animal Science Journal (Pajouhesh and Sazandegi)* 73: 90-95. (In Persian with English Summary).
- Jadouali, S.M., Atifi, H., Bouzoubaa, Z., Majourhat, K., Gharby, S., Achemchem, F., Elmoslih, A., Laknifli, A., and Mamouni, R. 2018. Chemical characterization, antioxidant and antibacterial activity of Moroccan *Crocus sativus* L petals and leaves. *Journal of Materials and Environmental Sciences* 9 (1): 113-118.
- Jr., L.K., Shaver, R.D., Grant, R.J., and Schmidt, R.J. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science* 101 (5): 4020-4033.
- Kalscheur, K.F., Teter, B.B., Piperova, L.S., and

- Erdman, R.A. 1997. Effect of dietary forage concentration and buffer addition on duodenal flow of trans-C18:1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80 (9): 2104-2114.
- Kardan Moghadam, V., Fathi nasri, M.H., Valizadeh, R., and Farhangfar, H. 2014. Growth nutritive value of saffron residues harvested at different stages by *in situ* and *in vitro* (gas production) methods. *Iranian Journal of Animal Science Research* 6 (1): 32-44. (In Persian with English Summary).
- Kaveh, H., and salari, A. 2018. Study and comparison of saffron quality produced in major centers of production in Khorasan provinces. *Saffron Agronomy and Technology* 6 (2): 209-218.
- Kazemi, M. 2019. Comparing mineral and chemical compounds, *in vitro* gas production and fermentation parameters of some range species in Torbat-e Jam, Iran. *Journal of Rangeland Science* 9 (4): 351-363.
- Kazemi, M., and Valizadeh, R. 2019. Nutritive value of some rangeland plants compared to *medicago sativa*. *Journal of Rangeland Science* 9 (2):136-150.
- Khoshbakht Fahim, N., Fakoor Janati, S.S., and Feizy, J. 2012. Chemical composition of agriproduct saffron (*Crocus sativus* L.) petals and its considerations as animal feed. *GIDA* 37 (4): 197-201.
- Koc, F., and Coskuntuna, L. 2003. The comparison of the two different methods on the determination of organic acids in silage fodders. *Journal of Animal Production* 44 (2): 37-47.
- Komolong, M.K., Barber, D.G., and McNeill, D.M. 2001. Post-ruminal protein supply and N retention of weaner sheep fed on a basal diet of lucerne hay (*Medicago sativa*) with increasing levels of quebracho tannins. *Animal Feed Science and Technology* 92 (1-2): 59-72.
- Kordi, M., and Naserian, A.A. 2012. Influence of wheat bran as a silage additive on chemical composition, *in situ* degradability and *in vitro* gas production of citrus pulp silage. *African Journal of Biotechnology* 11 (63): 12669-12674.
- Kung, L., Jr., Shaver, R. Grant, R.J., and Schmidt, R.J. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science* 101: 4020-4033.
- Li, M., Zi, X, Zhou, H., Hou, G., and Cai, Y. 2014. Effects of sucrose, glucose, molasses and cellulase on fermentation quality and *in vitro* gas production of king grass silage. *Animal Feed Science and Technology* 197: 206-212.
- Lia, M., Zi, X., Zhou, H., Hou, G., and Cai, Y. 2014. Effects of sucrose, glucose, molasses and cellulase on fermentation quality and *in vitro* gas production of king grass silage. *Animal Feed Science and Technology* 197: 206-212.
- Liu, J.X., Wang, X.Q., and Shi, Z.Q. 2001. Addition of rice straw or/and wheat bran on composition, ruminal degradability and voluntary intake of bamboo shoot shells silage fed to sheep. *Animal Feed Science and Technology* 91: 129-138.
- Madibela, O.R., and Modiakgotla, E. 2004. Chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility of indigenous finger millet (*Eleusine coracana*) in Botswana. *Livestock Research for Rural Development* 16 (4).
- Makkar, H.P.S. 2010. *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. In: *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants, Nuclear and related methodologies (Eds.). Springer, New York, USA. pp. 106-144.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., and Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition* (6nd Ed.). United Kingdom: Longman. pp. 451-464.
- McDonald, P., Henderson, A.R., and Heren, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage* (2nd Ed.).

- United Kingdom: Chalcombe Publication.
- Menke, K.H., and Steingass, H. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development* 28: 7-55.
- Mills, J.A., and Jr., L.K. 2002. The effect of delayed filling and application of a propionic acid-based additive on the fermentation of barley silage. *Journal of Dairy Science* 85 (8): 1969-1975.
- Ojeda, F., and Montejo, I. 2001. Conservación de morera (*Morus alba*) como ensilaje (Storage of morera (*Morus alba*) as silage). I. Efecto sobre los compuestos nitrogenados. *Pastos y Forrajes* 24: 147-155.
- Ørskov, E.R., and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science* 92: 499-503.
- Rodriguez, M.P., Mariezcurrena, M.D., Mariezcurrena, M.A., Lagunas, B.C., Elghandour, M.M.Y., Kholif, A.M., Kholif, A.E., Almaraz, A.M., and Salem, A.Z.M. 2015. Influence of Live Cells or Cells Extract of *Saccharomyces Cerevisiae* on *in vitro* gas production of a total mixed ration. *Italian Journal of Animal Science* 14 (4): 590-595.
- Salem, A.Z.M., Kholif, A.E., Elghandour, M.M.Y., Hernandez, S.R., Dominguez-Vara, I.A., and Mellado, M. 2014. Effect of increasing levels of seven tree species extracts added to a high concentrate diet on *in vitro* rumen gas output. *Animal Science Journal* 85 (9): 853-860.
- Sallam, S.M.A., Bueno, I.C.S., Brigide, P., Godoy, P.B., Vittii, D.M.S.S., and Abdalla, A.L. 2009. Efficiency of eucalyptus oil on *in vitro* ruminal fermentation and methane production. *Nutritional and Foraging Ecology of Sheep and Goats* 85: 267-272.
- SAS Institute INC. 2002. *Sas user's Guide: statistics*. Statistical Analysis Systems Institute Inc. Cary NC.
- Seidali Dolat-Abad, S., Khorvash, M., Ghorbani, G.R., and Mohammadzadeh, H. 2016. Effects of bacterial inoculants and absorbents on fermentation properties and chemical composition of fresh sugar beet pulp silage using laboratory silos. *Iranian Journal of Animal Science Research* 7 (4): 413-421. (In Persian with English Summary).
- Serrano-Diaz, J., Sanchez, A.M., Martinez-Tome, M., Winterhalter, P., and Alonso, G.L. 2013. A contribution to nutritional studies on *Crocus sativus* flowers and their value as food. *Journal of Food Composition and Analysis* 31 (1): 101-108.
- Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., and Russell, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science* 70 (11): 3562-3577.
- Sucu, E., Kalkan, H., Canbolat, O., and Filya, I. 2016. Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. *Revista Brasileira de Zootecnia* 45 (10): 596-603.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., and France, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feed. *Animal Feed Science and Technology* 48: 185-197.
- Tian, J., Yu, Y., Yu, Z., Shao, T., Na, R., and Zhao, M. 2014. Effects of lactic acid bacteria inoculants and cellulase on fermentation quality and *in vitro* digestibility of *Leymus chinensis* silage. *Grassland Science* 60: 199-205.
- Vercoe, E.P., Makkar, H.P.S., and Schlink, A.C. 2010. *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies (Ed.). In: *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. New York, Springer, pp. 106-144.

Zhang, T., Li, L., Wang, X., Zeng, Z., Hu, Y., and Cui, Z. 2009. Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on fermentation,

aerobic stability, bacteria diversity and ruminal degradability of alfalfa silage. World Journal of Microbiology and Biotechnology 25: 965-971.

Investigation the Nutritional Value and Ensiling Ability of Saffron Wastes (Petals and Stamen)

Mohsen Kazemi^{1}, Hasan Saleh² and Behzad Fahmideh³*

Submitted: 19 October 2019

Accepted: 12 August 2020

Kazemi, M., Saleh, H., and Fahmideh, B. 2021. Investigation the Nutritional Value and Ensiling Ability of Saffron Wastes (Petals and Stamen). *Saffron Agronomy & Technology*, 8(4): 558-574.

Abstract

This study aimed to determine the chemical composition, silage characteristics, digestibility, and in vitro gas production parameters of saffron waste (including petals and stamen) before and after ensiling. Experimental treatments (4 replicates) contained: 1) Saffron wastes before ensiling: SWBE; 2) Saffron wastes after ensiling: SWAE; 3) 96.88% Saffron wastes after ensiling+3.12% wheat bran: 96.88%SWAE+3.12%WB (fresh weight); 4) 93.75% Saffron wastes after ensiling+6.25% wheat bran: 93.75%SWAE+6.25%WB (fresh weight); 5) 87.5% Saffron wastes after ensiling+12.5% wheat bran: 87.5%SWAE+12.5%WB (fresh weight); 6) 75% Saffron wastes after ensiling+25% wheat bran: 75%SWAE+25%WB (fresh weight); 7) 50% Saffron wastes after ensiling+50% wheat bran: 50%SWAE+50%WB (fresh weight). Statistical analysis of the data was performed in a completely randomized design. Treatment 2 did not have good quality and odor due to high moldy and adhesion characteristics, but the addition of wheat bran, especially at higher levels (treatment 4, 5, 6) led to an increase in the silage quality. Chemical composition of the experimental treatments (dry matter 10.40-54.37% of fresh weight, neutral detergent fiber 12.83-27.35%, acid detergent fiber 7.23-11.45%, crude protein 14.88-15.67%, ether extract 5.43-5.77%, and ash was 5.89-11.12% of dry weight) was different. Among the experimental treatments, the highest neutral and acid detergent fibers were observed (27.35% and 11.45%, respectively) in treatment 7. The lowest pH as well as the highest concentrations of lactic and acetic acids, gas production at 12 and 24 h incubation, and constant rate of gas production were observed in treatment 7. True dry matter digestibility differed from 76.30% for treatment 2 to 79.95% for treatment 1. Overall, saffron waste had good nutritional value before being ensiled, and ensiling without additives reduced its quality. However, it was possible to ensilage saffron wastes with wheat bran as a moisture-absorbing material without adverse effects on some nutritional parameters. In terms of appearance quality, odor, non-molding, and fermentation characteristics of the silage environment, the best conditions were observed in treatment 7.

Keywords: Chemical composition, In vitro fermentation, Petals and stamen of saffron, Silage, Wheat bran.

1- Assistant professor, Department of Animal Science, Higher Education Complex of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran

2- Assistant professor, Department of Animal Science, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Iran

3- Lab Expert in Central Laboratory, Higher Education Complex of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran

(*- Corresponding author Email: phd1388@gmail.com)

DOI: 10.22048/JSAT.2020.205812.1361