Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

**Journal of Ruminant Research**

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

# Survey of the *in vitro* nutritional value of total mixed rations silage with fresh chopped alfalfa forage at two levels of dry matter and crude protein

**Forough Badouei Dalfardi[1], Omid Dayani[1*], Ali Reza Aghashahi[2], Mohammad Mehdi Sharifi Hosseini[1]**

[1] Department of Animal Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[2] Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

**Article Info**

**Article type:**
Research Full Paper

**Article history:**
Received: 09/20/23
Revised: 11/28/2023
Accepted: 11/29/2023

**Keywords**:
Gas production
Nutrients
Silage
Total mixed rations silage

## ABSTRACT

**Background and objectives:** There is little information about the effect of total mixed rations silage (TMRS) based on alfalfa on nutrient changes, gas production and laboratory digestibility in a certain period of time. On the other hand, due to the wrong way of storing alfalfa in Iran, the main part of its protein is lost, which is in the leaves of plant. In addition, when it is not possible to dry hay, it is necessary to provide a suitable method for its storage. Also, the use of TMRS leads to better feed management and preservation of its nutritional value. The purpose of the present study was to investigate the nutritional value and the trend of nutrient changes of TMRS based on alfalfa.

**Materials and methods:** The feed ingredients of each ration were mixed together based on the determined percentages for 100 kg. Then they were ensiled in experimental silos with a weight capacity of 2.5 kg. Experimental rations include: 1) TMRS with 35% dry matter ((DM) and 14.5% crude protein (CP), 2) TMRS with 35% DM and 13% CP, 3) TMRS with 40% DM and 14.5% CP, and 4) TMRS with 40% DM and 13% CP. Diets were stored separately, completely mixed in 5 experimental silos. After of 30, 45 and 60 days, the silos were opened and the visual-sensory evaluation, properties and pH of the experimental treatments were performed. DM, organic matter (OM), CP, fat, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ammonia nitrogen and lactic acid were measured. The volume of gas production in the experimental diets was measured, and then using the information obtained from the gas test, the kinetics of fermentation and gas volume, gas production parameters, gas production efficiency, short chain fatty acids, organic matter digestibility (OMD) and metabolizable energy (ME) were determined.

**Results:** The results of this research showed that on 0, 30, 45 and 60 days after ensiling, the DM of the rations was affected by the level of DM and the highest amount of DM was observed in the ration containing 40% DM ($P<0.05$). On the 0, 30, 45 and 60 days after ensiling, OM of the rations was affected by interaction effects, and the highest amount of OM related to the ration contained 40% DM and 13% CP, also affected by the main effects and the highest value of OM

was in the diet containing 13% CP and the diet containing 40% DM ($P<0.05$). On the 60 day after ensiling, the NDF of the rations was affected by interaction effects, and the highest amount of NDF was related to the ration containing 40% DM and 14.5% CP ($P<0.05$). On the 0 day after ensiling, the ADF of the rations was affected by intraction effects, and the highest amount of ADF was related to the ration containing 40% DM and 13% CP ($P<0.05$). On the 0 and 60 days after ensiling, the highest gas production potential was related to the diet containing 40% DM and 14.5% CP ($P<0.05$). The flieg point of TMRS on the 45 and 60 days after ensiling was affected by the main effects and the interaction effects, and the highest value was related to the ration containing 40% DM and 14.5% CP ($P<0.05$).

**Conclusion**: The results of this study showed that the TMRS with 40% DM and 14.5% CP had higher DM, OM, flieg point and sensory evaluation than other rations. In terms of quality, this ration showed a better condition than other rations. Totally, it can be used as a suitable method for preserving alfalfa hay with minimal loss of nutrients in livestock rations.

**Cite this article:** Badouei Dalfardi, F., Dayani, O., A.R., Sharifi Hosseini, M.M. (2024). Survey of the *in vitro* nutritional value of total mixed rations silage with fresh chopped alfalfa forage at two levels of dry matter and crude protein. *Journal of Ruminant Research*, 12(2), 75-92.

© The Author(s).

DOI: 10.22069/ejrr.2023.21758.1918

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۴۲۶۱
شاپا الکترونیکی: ۲۳۴۵-۴۲۵۳

# بررسی ارزش غذایی برون‌تنی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده بر پایه یونجه تازه خرد شده در دو سطح ماده خشک و پروتئین خام

فروغ بدوی‌دلفاردی[۱]، امید دیانی[۲*]، علیرضا آقاشاهی[۳]، محمدمهدی شریفی‌حسینی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری تغذیه دام بخش مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ایران
[۲] استاد بخش مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ایران، رایانامه: odayani@uk.ac.ir
[۳] موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
[۴] استادیار بخش مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۲۹
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۹/۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۸

**واژه‌های کلیدی:**
تولید گاز
جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده
سیلاژ
مواد مغذی

**چکیده**

**سابقه و هدف:** اطلاعات معدودی در رابطه با اثر جیره‌های کاملاً مخلوط سیلو شده بر پایه یونجه بر روند تغییرات مواد مغذی، تولید گاز و گوارش‌پذیری آزمایشگاهی وجود دارد. از طرفی، به دلیل روش نادرست ذخیره‌سازی یونجه در ایران، قسمت عمده‌ی پروتئین خام آن‌که در برگ متمرکز است از بین می‌رود. علاوه بر این، در مواقعی که امکان خشک‌کردن یونجه وجود ندارد، لازم است تا روش مطلوبی برای ذخیره‌سازی آن ارائه گردد. همچنین استفاده از خوراک کاملاً مخلوط سیلوشده سبب مدیریت بهتر خوراک و حفظ ارزش غذایی آن می‌شود. هدف پژوهش حاضر بررسی ارزش غذایی و روند تغییرات مواد مغذی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده بر پایه یونجه بود.

**مواد و روش‌ها:** مواد خوراکی هر جیره بر اساس درصدهای تعیین‌شده برای ۱۰۰ کیلوگرم باهم مخلوط شدند. سپس سیلاژسازی درون سیلوهای آزمایشی با گنجایش وزنی ۲/۵ کیلوگرم انجام شد. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱) جیره کاملاً مخلوط سیلو شده با ۳۵ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام، ۲) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۳۵ درصد ماده خشک و ۱۳ درصد پروتئین خام، ۳) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام و ۴) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۳ درصد پروتئین خام بودند. جیره‌ها به‌صورت جداگانه، کاملاً مخلوط و در ۵ سیلوی آزمایشی ذخیره شدند. پس از گذشت ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز درب سیلوها باز و بلافاصله ارزیابی ظاهری-حسی، خصوصیات سیلویی و pH بررسی شد. ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی، نیتروژن آمونیاکی و اسیدلاکتیک اندازه‌گیری شد. حجم گاز تولیدی جیره‌ها اندازه‌گیری و سپس کنتیک تخمیر و تولید گاز، فراسنجه‌های تولید گاز، بازده تولید گاز، اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و گوارش‌پذیری ماده آلی تعیین گردید.

**یافته‌ها:** نتایج تحقیق نشان دادند که در روزهای ۰، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ سیلاژسازی، ماده خشک

جیره‌ها تحت تأثیر سطح ماده خشک قرار گرفت و بیشترین درصد ماده خشک در جیره‌های حاوی ۴۰ درصد ماده خشک مشاهده شد (P<۰/۰۵). در روزهای ۰، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ پس سیلاژسازی، ماده آلی جیره‌ها تحت تأثیر اثرات متقابل قرار گرفت و بیشترین آن مربوط به جیره حاوی ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۳ درصد پروتئین خام بود، همچنین تحت تأثیر اثرات اصلی قرار گرفت و بیشترین مقدار مربوط به جیره حاوی ۱۳ درصد پروتئین‌خام و جیره حاوی ۴۰ درصد ماده خشک بود (P<۰/۰۵). در روز ۶۰ سیلو، الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره‌ها تحت تأثیر اثرات متقابل قرار گرفت و بیشترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی مربوط به جیره حاوی ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام بود (P<۰/۰۵). در روز صفر سیلو، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی جیره‌ها تحت تأثیر اثرات متقابل قرار گرفت و بیشترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی مربوط به جیره حاوی ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۳ درصد پروتئین خام بود (P<۰/۰۵). در روزهای صفر و ۶۰ پس از سیلو، بیشترین پتانسیل تولید گاز با جیره حاوی ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام مشاهده شد (P<۰/۰۵). نقطه فلیگ سیلاژها در روزهای ۴۵ و ۶۰ سیلاژسازی، تحت تأثیر اثرات اصلی و اثرات متقابل قرار گرفت و بیشترین مقدار مربوط به جیره حاوی ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام بود (P<۰/۰۵).

**نتیجه‌گیری**: نتایج مطالعه نشان داد جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام، مقدار ماده خشک، ماده آلی، نقطه فلیگ و ارزیابی حسی بالاتری نسبت به سایر جیره‌ها داشت؛ بنابراین این سیلاژ از نظر کیفیت، وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر سیلاژها نشان داد. از این‌رو می‌تواند به‌عنوان روشی مناسب برای ذخیره‌سازی یونجه با حداقل اتلاف مواد مغذی در جیره دام‌ها استفاده شود.

**استناد:** بدوی دلفاردی، فروغ؛ دیانی، امید؛ آقاشاهی، علیرضا؛ شریفی‌حسینی، محمدمهدی. (۱۴۰۳). بررسی ارزش غذایی برون تنی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده بر پایه یونجه تازه خردشده در دو سطح ماده خشک و پروتئین خام. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۲(۲)، ۹۲-۷۵.

DOI: 10.22069/ejrr.2023.21758.1918

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

## مقدمه

با توجه به اینکه بیش از ۵۰ درصد شیر و بیش از ۶۰ درصد گوشت قرمز تولیدی در کشور توسط واحدهای کوچک تولید می‌شود و از طرفی این واحدها امکان تهیه خوراک کامل را ندارند، بنابراین بسیاری از مناطق با عدم توازن در مواد خوراکی مصرفی دام‌ها در واحدها مواجه هستند. از سوی دیگر، طیف گسترده‌ای از این تولیدکنندگان به ناچار اقلام را جداگانه خریداری و گاهی به همان روش (سبوس، دانه‌های جو و ذرت و غیره) مصرف می‌کنند. این روش مصرف، علاوه بر ضایعات خوراک قطعاً بهره‌وری پایینی هم خواهد داشت. استان کرمان به‌ویژه در زمینه پرورش دام کوچک چنین وضعیتی دارد. همچنین دستگاه‌های بسته‌بندی سیلو در کشور با ظرفیت تولید مناسب در قالب کیسه‌های قابل‌حمل ۴۰ کیلویی مشغول به فعالیت بوده که می‌توان برای تهیه سیلاژ استفاده کرد. جیره‌های کاملاً مخلوط به‌وسیله علوفه‌ها، محصولات جانبی، کنسانتره، مواد معدنی، ویتامین‌ها و مواد افزودنی تولید می‌شوند. حیوانات از این مخلوط‌ها، مواد مغذی موردنیاز برای تأمین نیازهای نگهداری و تولید را دریافت می‌کنند (Schingoethe، ۲۰۱۷).

جیره کاملاً مخلوط سیلوشده معمولاً از مخلوط کردن یک علوفه با رطوبت بالا، مواد کنسانتره‌ای، مواد معدنی، ویتامین‌ها، محصولات فرعی کشاورزی و مواد افزودنی تولید می‌شود. اولین مطالعات در مورد جیره کاملاً مخلوط در دهه ۱۹۶۰ در ایالات متحده گزارش شد (Owen و Howard، ۱۹۶۵). در آزمایشی، سیلاژ خوراک کامل تهیه و در مقاطع مختلف زمانی تا ۲۱۰ روز نمونه‌برداری انجام شد. نتایج نشان داد مخلوط تهیه‌شده از قابلیت خوبی برای سیلو شدن برخوردار بود و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی این سیلاژ در مقایسه با همین مخلوط به‌صورت سیلونشده به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (Miyaji و همکاران، ۲۰۱۷). در آزمایشی، سیلاژ ۴ ماهه خوراک کامل بر پایه تفاله پرتقال با دو جیره خوراک کامل در گوسفند مورد مقایسه قرار گرفت. میانگین مصرف اختیاری ماده خشک سیلاژ خوراک کامل بر پایه تفاله پرتقال ۱۲۸۰ گرم در روز تعیین شد که از دو جیره دیگر (۱۰۶۱ و ۱۲۰۷ گرم در روز) بیشتر بود (Fazaeli، ۲۰۱۸). در تحقیقی، غلظت کمتری از اسیدهای آلی (اسیدلاکتیک و اسید استیک) در جیره کاملاً مخلوط سیلوشده حاوی ذرت کامل در مقایسه با سیلاژ ذرت مشاهده کردند. نکته مهم اینکه پس از ۵۶ روز تخمیر، هر دو سیلاژ دارای مقادیر مشابهی از قندهای محلول و تعداد مخمر بودند، اما سیلاژ جیره کاملاً مخلوط در مقایسه با سیلاژ ذرت پایداری هوازی بالاتری را نشان داد (Wang و همکاران، ۲۰۱۵).

در زراعت گیاهان علوفه‌ای، افزایش عملکرد علوفه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اما عملکرد به‌تنهایی تعیین‌کننده مقدار مطلوب علوفه نیست و کیفیت علوفه اهمیت بیشتری دارد (Miller و همکاران، ۲۰۰۱). خشک‌کردن یونجه در مزرعه سبب از دست رفتن مواد مغذی به خاطر آسیب فیزیکی برگ‌ها و اکسیداسیون کاروتن می‌گردد (Kellogg و همکاران، ۱۹۹۶). ایران دارای ۲۰ میلیون هکتار زمین زراعی است. از این میزان، ۲۸۴/۹ هزار هکتار سطح زیر کشت یونجه است که بیشترین سطح را در بین گیاهان علوفه‌ای به‌خود اختصاص داده است (Karimi و همکاران، ۲۰۱۷). در فصول مختلف رشد، شرایط آب‌وهوایی به‌ویژه درجه حرارت هوا، شدت و زاویه تابش نور خورشید تغییر می‌کند که این امر ممکن است بر میزان تولید کربوهیدرات‌ها (ساختمانی و غیرساختمانی) و ترکیبات نیتروژن‌دار اثر گذاشته و در نهایت ارزش تغذیه‌ای یونجه خشک را تحت تأثیر قرار دهد (Burns و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج پژوهشی در مزارع کشور کانادا نشان داد مخلوط سیلاژ یونجه در ۷۵ درصد مزارع

مورداستفاده قرار می‌گیرد، درحالی‌که میزان استفاده از علف خشک یونجه به ۵۵ درصد کاهش یافته‌است. آن‌ها هم‌چنین خاطر نشان کردند اغلب تولیدکنندگان استفاده از سیلاژ را به علف خشک ترجیح می‌دهند (National Research Council، ۲۰۰۱). از این رو هدف از این پژوهش تهیه جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده بر پایه یونجه‌ی تازه با دو سطح ماده خشک و پروتئین خام و بررسی ارزش غذایی، ویژگی‌های سیلویی، روند تولید گاز و گوارش‌پذیری به‌روش برون‌تنی جیره‌ها بود.

## مواد و روش‌ها

مواد خوراکی هر جیره بر اساس درصدهای تعیین‌شده برای ۱۰۰ کیلوگرم با هم کاملاً مخلوط و هم‌زده شد. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۳۵ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام، ۲) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۳۵ درصد ماده خشک و ۱۳ درصد پروتئین خام، ۳) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام و ۴) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۳ درصد پروتئین خام بود. اجزای جیره‌های آزمایشی و ترکیب شیمیایی آن‌ها در جدول ۱ آمده است. جیره‌ها پس از تهیه، کاملاً مخلوط و در ۵ سیلوی آزمایشی (تکرار) با گنجایش وزنی ۲/۵ کیلوگرم (دارای شیر جهت خروج شیرابه‌های سیلویی در پایین هر سیلو) سیلو شدند. پس از گذشت ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز، درب سیلوهای آزمایشی باز و از هر سیلو نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌ها (نمونه‌های تهیه‌شده روز اول پیش از سیلوکردن و نمونه سیلاژها) موردبررسی ظاهری قرار گرفتند (Kilic، ۱۹۸۶) و میزان pH سیلاژها بلافاصله پس از باز کردن سیلوها و تهیه نمونه از آن، به‌ترتیب به‌وسیله pH متر قلمی دیجیتال (AZ 8686 ,Taiwan) اندازه‌گیری شد (Eguchi و همکاران، ۲۰۰۸).

تعیین ترکیب شیمیایی سیلاژها (ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر) بر اساس روش‌های استاندارد انجام شد (AOAC، ۲۰۰۵). الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی نمونه‌ها به روش ون‌سوئست اندازه‌گیری شد (Van Soast و همکاران، ۱۹۹۱). جهت تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی سیلاژها، مقدار ۰/۰۵ گرم نمونه یا محلول استاندارد با ۲/۵ میلی‌لیتر محلول فنول و دو میلی‌لیتر هیپوکلریت ترکیب و در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد برای ۵ دقیقه انکوبه شده و پس از خنک شدن میزان جذب نمونه‌ها توسط اسپکتوفتومتر (مدل CE292 Series2 شرکت CECI ساخت کشور انگلستان) در طول موج ۶۳۰ نانومتر قرائت شد (Broderick و Kang، ۱۹۸۰).

جهت اندازه‌گیری غلظت اسیدلاکتیک سیلاژها، مقدار ۹۰ سی‌سی آب مقطر به ۱۰ گرم از سیلاژ تازه اضافه و به‌مدت ۲ دقیقه تکان داده شد. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (مدل ROTOFIX 32A شرکت Hettich ساخت کشور آلمان) گردید. مایع بالایی به نسبت ۱ به ۲۰ رقیق شد و ۰/۷ سی‌سی از مایع رقیق‌شده با ۳ سی‌سی اسید سولفوریک و ۵۰ میکرولیتر سولفات مس پنج‌آبه و ۱۰۰ میکرولیتر از پاراهیدروکسی بی‌فنیل در یک لوله آزمایش مخلوط شد. پس از سرد شدن، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۷۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل CE292 Series2 شرکت CECI) قرائت گردید (Madrid و همکاران، ۱۹۹۹).

با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از آزمون گاز، کنتیک تخمیر و تولید گاز، فراسنجه‌های تولید گاز، بازده تولید گاز، اسیدهای چرب زنجیر کوتاه، گوارش‌پذیری ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم تعیین شد (Fedorak و Hurdy، ۱۹۸۳). روش تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی مطابق با روش استاندارد

(Menke و Stingass، ۱۹۸۸) انجام گرفت. دویست میلی‌گرم از هر نمونه با ۳۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه مخلوط شده با بزاق مصنوعی به نسبت ۱ به ۲ در داخل ویال‌های ۱۲۰ میلی‌لیتری با ۵ تکرار تحت گازدهی مداوم دی‌اکسید کربن و به کمک درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی ریخته و به‌طور محکم بسته شد. سپس در حمام آب‌گرم ۳۹ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون شدند. در زمان‌های صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون، میزان فشار گاز با فشارسنج دیجیتالی (مدل Testo 511) ثبت شد (Menke و Steingass، ۱۹۸۸). برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های تولید گاز از رابطه $P= b (1- e^{-ct})$ استفاده شد (Ørskov و McDonald، ۱۹۷۹). در این رابطه، b گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر (میلی‌لیتر)، c نرخ تولید گاز در ساعت، t زمان نگهداری برحسب ساعت و P میزان گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان موردنظر است. داده‌های تولید گاز در نرم‌افزار اکسل واردشده و سپس نمودار آن رسم گردید.

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (براساس ماده خشک)

Table 1- The ingredients and chemical composition of experimental diets (DM basis)

| اجزاء (درصد) Ingredients | جیره‌های آزمایشی Experimental diets | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ۳۵ درصد ماده خشک 35% DM | | ۴۰ درصد ماده خشک 40% DM | |
| | 14.5% CP | 13% CP | 14.5% CP | 13% CP |
| یونجه تازه خردشده Alfalfa forage | 45.0 | 45.0 | 35.0 | 35.0 |
| کاه گندم خردشده Wheat straw | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 5.0 |
| تفاله چغندرقند Beet pulp | 6.0 | 6.0 | 7.0 | 7.0 |
| دانه ذرت آسیاب‌شده Corn grain, ground | 8.0 | 8.0 | 6.0 | 6.0 |
| دانه جو آسیاب‌شده Barley grain, ground | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 29.7 |
| سبوس‌گندم Wheat bran | 8.5 | 9.1 | 13.4 | 13.4 |
| کنجاله سویا Soybean meal | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 |
| اوره Urea | 0.5 | 0.0 | 0.6 | 0.0 |
| گل گوگرد Sulfur | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| مکمل معدنی-ویتامینی[1] Vitamin and mineral premix[1] | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| نمک Salt | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| ترکیب شیمیایی Chemical composition | | | | |
| انرژی قابل‌متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم) ME (Mcal/kg) | 2.54 | 2.53 | 2.51 | 2.53 |
| ماده خشک (درصد) Dry matter (%) | 35.00 | 35.00 | 40.00 | 40.00 |
| پروتئین خام (درصد) Crude protein (%) | 13.00 | 14.50 | 14.50 | 13.00 |
| چربی خام (درصد) Ether extract (%) | 5.40 | 4.42 | 5.30 | 5.05 |
| ماده آلی (درصد) Organic matter (%) | 86.86 | 90.50 | 91.20 | 90.54 |
| الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد) ADF (%) | 19.29 | 22.23 | 21.08 | 22.57 |
| الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF (%) | 43.94 | 54.90 | 45.87 | 48.51 |
| کربوهیدرات‌های غیرالیافی (درصد) NFC (%) | 24.52 | 16.68 | 25.53 | 23.98 |

[1] ویتامین A (۵۰۰۰۰۰IU)، ویتامین D3 (۱۰۰۰۰۰IU)، ویتامین E (۱۰۰IU)، و عناصر معدنی بر اساس میلی‌گرم بر کیلوگرم شامل: Fe (۳۰۰۰)، CU (۳۰۰)، Mn (۳۰۰)، Ca (۲۰۰۰)، Zn (۳۰۰۰)، P (۹۰۰۰۰)، Co (۱۰۰)، Na (۵۰۰۰۰)، I (۱۰۰)، Mg (۱۹۰۰۰) و Se (۰/۱).

[1] Contains 500,000 IU of Vitamin A; 100,000 IU of Vitamin $D_3$ and 100 IU of Vitamin E and 3000 mg Fe, 300 mg Cu, 300 mg Mn, 2000 mg Ca, 3000 mg Zn, 90000 mg P, 100 mg Co, 50000 mg Na, 100 mg I, 19000 mg Mg and 0.1 mg Se to Kg.

نقطه فلیگ جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Denek و Can، ۲۰۰۶):

Flieg point = ۲۲۰ + (۲ × DM-۱۵) - (۴ × pH)

انرژی قابل‌متابولیسم، گوارش‌پذیری ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر جیره‌های کاملاً مخلوط سیلو شده با استفاده از رابطه‌های تولید گاز در ۲۴ ساعت محاسبه شد (Menke و همکاران، ۱۹۷۹):

ME (Mcal/Kg) = ۲/۲+ ۰/۱۳۶ × GP + ۰/۰۵۴۷ × CP

OMD (%DM) = ۱۴/۸۸ + (۰/۸۸۹ × GP) + (۰/۰۴۴۸ × CP) + (۰/۰۶۵۱ × XA)

SCFA (mM/200 mg DM) = ۰/۰۲۲۲ GP – ۰/۰۰۴۲۵

که در این روابط GP گاز تولیدشده از ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه پس از ۲۴ ساعت، CP درصد پروتئین‌خام و XA درصد خاکستر در نمونه ماده خوراکی می‌باشد. کربوهیدرات غیرالیافی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلو شده با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (D'Mello، ۲۰۰۰).

الیاف (درصد) - ۱۰۰] =کربوهیدرات‌های غیرالیافی

پروتئین خام (درصد) + + نامحلول در شوینده‌خنثی

[خاکستر (درصد) + چربی خام (درصد)

داده‌های جمع‌آوری‌شده در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمایش فاکتوریل ۲×۲ براساس مدل آماری زیر با استفاده از روش GLM در نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۵) تجزیه گردید. از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$$

در این مدل: $Y_{ijk}$= متغیر وابسته (صفت اندازه‌گیری شده)، $\mu$= میانگین جامعه برای صفت موردمطالعه، $\alpha_i$= اثر سطح ماده خشک، $\beta_j$= اثر سطح پروتئین‌خام، $\alpha\beta_{ij}$= اثر متقابل ماده‌خشک × پروتئین‌خام و $e_{ijk}$= اثر باقی‌مانده بود.

## نتایج و بحث

اطلاعات مربوط به ترکیب شیمیایی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در جدول ۲ آورده شده است. نتایج این تحقیق نشان دادند، درصد ماده خشک و ماده آلی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در روزهای ۰، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ پس از سیلاژسازی، تحت تأثیر اثرات اصلی سطح ماده خشک قرار گرفت. به‌طوری‌که بیشترین مقدار ماده خشک و ماده آلی مربوط به جیره‌های دارای ۴۰ درصد ماده خشک بود ($P<۰/۰۵$). این می‌تواند به‌دلیل بالاتر بودن میزان ماده خشک جیره‌های حاوی ۴۰ درصد ماده خشک باشد. عدم اتلاف در ماده خشک سیلاژ ممکن است به‌دلیل کاهش پساب سیلو باشد (Khorvash و همکاران، ۲۰۰۶). طی آزمایشی، کاهش اندک در درصد ماده خشک (۵ تا ۶ درصد) در طول فرآیند تخمیر در سیلوهای علوفه طبیعی مشاهده شد. با این حال، برای جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده، به‌نظر می‌رسد این کاهش کمتر باشد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱). توضیح احتمالی در مورد اینکه چرا ترکیب مواد مغذی نزدیک به مقادیر اولیه باقی‌مانده است بدون اینکه تحت تأثیر دوره‌های سیلو کردن یا فعل‌وانفعالات قرار گیرد، می‌تواند به‌علت بهبود شرایط سیلو کردن و همچنین بالا بودن ماده خشک باشد. همچنین افزایش در محتوای ماده خشک احتمالاً ناشی از محدود شدن رشد و توسعه گروه خاصی از میکروارگانیسم‌ها در سیلاژ و در نتیجه کاهش هدر رفت مواد مغذی سیلاژ باشد (Selwet، ۲۰۰۹). پس از اینکه سیلاژ به‌حالت ثبات و پایدار می‌رسد، تخمیر متوقف‌شده و در pH خیلی پایین جمعیت میکروبی در سیلاژ از کاهش ماده خشک ممانعت می‌کند (Bilal، ۲۰۰۹).

**جدول ۲- ترکیب شیمیایی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده**

Table 2- Chemical composition of total mixed rations silage

| مواد مغذی Nutrients | زمان سیلوکردن (روز) Time (day) | اثرات متقابل Interaction effects | | | | اثرات اصلی Main effects | | | | SEM اشتباه معیار میانگین | *P* value سطح معنی‌داری | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۳۵ درصد ماده خشک 35% DM | | ۴۰ درصد ماده خشک 40% DM | | CP پروتئین‌خام | | DM ماده خشک | | | | | |
| | | 14.5% CP | 13% CP | 14.5% CP | 13% CP | 13% | 14.5% | 35% | 40% | | DM | CP | CP×DM |
| ماده خشک (درصد) Dry matter (%) | 0 | 38.57 | 43.27 | 42.82 | 45.04 | 44.16[a] | 40.69[b] | 40.92[b] | 43.93[a] | 0.94 | 0.01 | 0.03 | 0.35 |
| | 30 | 37.48 | 36.44 | 43.31 | 42.56 | 38.60 | 40.40 | 36.06[b] | 42.94[a] | 0.26 | 0.38 | 0.01 | 0.89 |
| | 45 | 35.89 | 37.28 | 42.12 | 44.50 | 40.89 | 39.00 | 36.58[b] | 43.31[a] | 0.51 | 0.11 | 0.01 | 0.66 |
| | 60 | 36.93 | 39.42 | 41.61 | 42.70 | 41.06 | 39.27 | 38.17[b] | 42.15[a] | 0.80 | 0.17 | 0.05 | 0.58 |
| ماده آلی (درصد) Organic matter (%) | 0 | 86.85[b] | 90.49[a] | 91.15[a] | 90.53[a] | 90.51[a] | 89[b] | 88.67[b] | 90.84[a] | 0.62 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| | 30 | 87.82[b] | 90.75[a] | 90.42[a] | 90.02[a] | 90.38[a] | 89.12[b] | 89.29 | 90.22 | 0.92 | 0.07 | 0.03 | 0.01 |
| | 45 | 86.6[b] | 89.85[ab] | 90.73[a] | 90.79[a] | 90.32[a] | 88.68[b] | 88.24[b] | 91.01[a] | 0.68 | 0.01 | 0.01 | 0.03 |
| | 60 | 87.85[b] | 90.60[a] | 90.52[a] | 91.54[a] | 90.56[a] | 89.69[b] | 89.22[b] | 90.76[a] | 0.51 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| پروتئین خام (درصد) Crude protein (%) | 0 | 13.01 | 12.8 | 13.47 | 12.98 | 12.89 | 13.24 | 12.9 | 13.22 | 0.78 | 0.33 | 0.37 | 0.68 |
| | 30 | 15.07 | 13.71 | 15.03 | 14.23 | 13.97[b] | 15.05[a] | 14.39 | 14.63 | 0.84 | 0.01 | 0.53 | 0.46 |
| | 45 | 14.52 | 13.23 | 14.09 | 14.10 | 13.83 | 14.29 | 14.04 | 14.08 | 0.41 | 0.32 | 0.73 | 0.31 |
| | 60 | 15.62 | 14.75 | 14.33 | 15.19 | 14.54 | 15.41 | 15.18 | 14.76 | 0.99 | 0.06 | 0.35 | 0.99 |
| چربی خام (درصد) Ether extract (%) | 0 | 4.42 | 5.34 | 5.28 | 5.04 | 4.73 | 5.31 | 4.88 | 5.16 | 0.46 | 0.38 | 0.67 | 0.60 |
| | 30 | 3.32 | 2.96 | 3.48 | 2.53 | 2.74 | 3.40 | 3.14 | 3.00 | 0.13 | 0.21 | 0.79 | 0.57 |
| | 45 | 4.11 | 4.30 | 4.69 | 5.05 | 4.67 | 4.40 | 4.20 | 4.87 | 0.72 | 0.72 | 0.40 | 0.91 |
| | 60 | 3.65 | 2.84 | 3.08 | 3.13 | 2.98 | 3.36 | 3.24 | 3.11 | 0.75 | 0.72 | 0.68 | 0.22 |
| خاکستر (درصد) Ash (%) | 0 | 9.49[b] | 13.13[a] | 8.83[b] | 9.45[b] | 9.47[b] | 10.98[a] | 11.31[a] | 9.14[b] | 0.62 | 0. 1 | 0.01 | 0.01 |
| | 30 | 11.10[a] | 9.23[b] | 9.57[b] | 9.97[b] | 9.60 | 10.33 | 10.16 | 9.77 | 0.05 | 0.13 | 0.41 | 0.02 |
| | 45 | 13.35 | 10.13 | 9.25 | 9.19 | 9.66[a] | 11.3[b] | 11.74[a] | 9.22[b] | 0.68 | 0. 1 | 0.01 | 0.01 |
| | 60 | 12.13 | 9.39 | 8.59 | 9.46 | 9.42 | 10.36 | 10.76[a] | 9.02[b] | 0.83 | 0.32 | 0.03 | 0.02 |
| الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF (%) | 0 | 43.93 | 54.89 | 45.86 | 48.51 | 51.7[a] | 44.9[b] | 49.41 | 47.19 | 0.53 | 0.01 | 0.38 | 0.11 |
| | 30 | 47.43 | 51.87 | 54.95 | 52.65 | 52.26 | 51.19 | 49.65 | 53.80 | 0.35 | 0.66 | 0.10 | 0.17 |
| | 45 | 41.57 | 41.21 | 43.34 | 47.10 | 44.15 | 42.46 | 41.39[b] | 45.22[a] | 0.99 | 0.35 | 0.04 | 0.26 |
| | 60 | 42.97[b] | 52.88[ab] | 57.17[a] | 48.45[ab] | 50.67 | 50.07 | 47.93 | 52.81 | 0.35 | 0.83 | 0.10 | 0.04 |
| الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد) ADF (%) | 0 | 22.23[a] | 19.29[b] | 21.08[ab] | 22.57[a] | 20.93 | 21.66 | 20.76 | 21.82 | 0.06 | 0.44 | 0.26 | 0.02 |
| | 30 | 25.54 | 24.46 | 23.79 | 22.79 | 23.62 | 24.66 | 25.00 | 23.29 | 0.73 | 0.19 | 0.04 | 0.95 |
| | 45 | 23.64 | 21.45 | 23.15 | 21.18 | 21.31 | 23.40 | 22.55 | 22.16 | 0.43 | 0.07 | 0.72 | 0.91 |
| | 60 | 24.08 | 21.66 | 22.27 | 22.11 | 21.89 | 23.18 | 22.87 | 22.19 | 0.20 | 0.20 | 0.50 | 0.26 |

[a,b,c] حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

[a,b,c] Different superscripts of means within the same row show significant differences at (P<0.05).

همچنین ماده آلی تحت تأثیر اثر متقابل درصد ماده خشک و درصد پروتئین خام قرار گرفت و کمترین مقدار ماده آلی با جیره حاوی ۳۵ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام مشاهده شد (P<۰/۰۵). این کاهش در درصد ماده آلی می‌تواند به این دلیل باشد که در طول دوره تخمیر سوبسترا تجزیه‌شده و بخش قابل‌توجهی از ماده آلی به دی‌اکسیدکربن تجزیه می‌شود (Naghdi و همکاران، ۲۰۲۰).

در روزهای ۰، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ پس از سیلاژسازی، درصد خاکستر جیره‌ها تحت تأثیر اثرات اصلی قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین مقدار مربوط به جیره دارای ۳۵ درصد ماده خشک بود (P<۰/۰۵). همچنین درصد خاکستر جیره‌ها تحت تأثیر اثر متقابل سطح ماده خشک و پروتئین خام قرار گرفت و بیشترین مقدار خاکستر در جیره حاوی ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۳ درصد پروتئین خام مشاهده شد که احتمالاً به‌علت بالا بودن عناصر موجود در آن می‌باشد (P<۰/۰۵). طی پژوهشی گزارش شد با افزایش نسبت یونجه در سیلاژ ترکیبی سورگوم شیرین و یونجه، مقدار خاکستر افزایش یافت (Chen و همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعه حاضر، درصدهای چربی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده به‌طور معنی‌داری تغییر نکردند. در تحقیقی، پژوهشگران هیچ تغییری در مقدار پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و ماده خشک ناپدیدشده جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده حاوی ۴۰۰، ۴۵۰ و ۵۰۰ گرم رطوبت در کیلوگرم در ۵۶ روز مشاهده نکردند (Hao و همکاران، ۲۰۱۵). به‌طورکلی، کیفیت سیلاژها را با توجه به مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی آن تعیین می‌کنند (Boga و همکاران، ۲۰۱۴). اطلاعات مربوط به pH، غلظت نیتروژن آمونیاکی و اسیدلاکتیک جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در جدول ۳ آورده شده است. نتایج این تحقیق نشان دادند در روزهای ۰، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ پس از سیلاژسازی، pH تحت تأثیر اثرات اصلی و اثرات متقابل سطح ماده خشک و پروتئین خام قرار نگرفت. بهترین شاخص برای تعیین کیفیت سیلاژ، میزان pH سیلاژ است. محدوده pH در سیلاژ علوفه پس از تکمیل فرآیند تخمیر، بستگی به نوع علوفه و میزان ماده خشک آن دارد که ممکن است از ۳/۶ تا ۶/۳ متغیر باشد (Kedy، ۲۰۱۲)؛ اما میزان pH مطلوب در علوفه سیلوشده بین ۳/۸ تا ۴/۲ است (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱) که نتایج سیلاژهای حاضر نیز در همین دامنه بود. عموماً pH سیلاژ یونجه به‌دلیل محتوای پایین قندها و بالا بودن ظرفیت بافری آن به زیر ۴/۴ نمی‌رسد و pH سیلاژ یونجه خوب در بازه زمانی ۴/۸-۴/۴ در نوسان است (Ohshima و همکاران، ۱۹۹۷) که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. در آزمایش حاضر، در هیچکدام از روزهای سیلاژسازی، غلظت نیتروژن آمونیاکی سیلاژها تحت تأثیر اثرات اصلی و اثر متقابل سطح ماده خشک و پروتئین خام قرار نگرفت. نیتروژن آمونیاکی سیلاژ بهترین معرف برای ارزیابی کیفی تخمیر در سیلاژ می‌باشد. نیتروژن آمونیاکی زیاد، نشان‌دهنده تخمیر کلستریدیومی است که سبب تولید اسید بوتیریک به مقدار زیاد، افزایش pH و کاهش کیفی سیلاژ می‌شود (Miron و همکاران، ۲۰۰۶). در علوفه سیلوشده خوب، میزان نیتروژن آمونیاکی باید کمتر از ۱۰ درصد نیتروژن کل باشد (Raei و همکاران، ۲۰۱۳). میزان نیتروژن آمونیاکی در چنین سطحی نشان می‌دهد pH تا سطحی کاهش یافته‌است که سبب عدم تکثیر میکروارگانیسم‌های مطلوبی (پروتئولیتیک) می‌شود که از پروتئین استفاده می‌کنند (Schmid و همکاران، ۱۹۹۷). در پژوهش حاضر، با کاهش مطلوب pH و کیفیت مناسب تخمیر فعالیت باکتری‌های تجزیه‌کننده

پروتئین کاهش‌یافته و سبب عدم افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی گردیده است. وقتی مخلوط خوراک کامل از علوفه‌های ذرت، یولاف، یونجه، کاه جو و کاه گندم به‌همراه کنسانتره با نسبت ۴۴/۴ درصد علوفه و ۵۵/۶ درصد کنسانتره تهیه و سیلو شد، سیلاژ ۴۵ روزه حاوی ۴۸/۶ درصد ماده خشک و از کیفیت تخمیری مطلوبی برخوردار بود. همچنین تعیین پایداری هوازی این سیلاژ براساس تغییرات pH، اسیدلاکتیک، اسید استیک، نیتروژن آمونیاکی و تولید اتانول نشان داد که تا ۹ روز در معرض هوا سالم باقی می‌ماند (Yuan و همکاران، ۲۰۱۵). تهیه سیلاژ از خوراک کامل بر پایه تفاله پرتقال تازه و کاه گندم و مکمل‌شده با نسبت‌های مختلف آرد ذرت، سبوس ذرت، سبوس برنج و تفاله چغندر و همچنین اوره، سولفات‌آمونیوم و مکمل معدنی–ویتامینی نشان داد که سیلاژهای چهار ماهه از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند و pH آن‌ها بین ۳/۹۵ تا ۴/۰۵ بود (Fazaeli، ۲۰۱۸). در روزهای متفاوت سیلاژسازی، غلظت اسیدلاکتیک در سیلاژها تحت تأثیر اثرات اصلی و اثر متقابل سطح ماده خشک و پروتئین‌خام قرار نگرفت. اساس تخمیر در سیلو دستیابی به میزان کافی اسیدلاکتیک به‌منظور جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌های نامطلوب موجود در توده گیاهی و همچنین ممانعت از فعالیت آنزیم‌های درون گیاهی است که در نتیجه منجر به بیشینه حفظ مواد مغذی در سیلاژ می‌شود (Besharati و همکاران، ۲۰۱۷). در مقایسه سیلاژ خوراک کامل بر پایه ذرت علوفه‌ای (با ۴۴۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک) با سیلاژ ذرت علوفه‌ای به تنهایی (حاوی ۱۹۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک) پس از ۵۶ روز تخمیر، غلظت کمتری از اسیدلاکتیک و اسید استیک در سیلاژ خوراک کامل مشاهده گردید. هر دو سیلاژ دارای مقادیر مشابهی از قندهای محلول در آب و تعداد مخمر بودند، اما سیلاژ خوراک کامل پایداری هوازی بالاتری نشان داد (Wang و همکاران، ۲۰۱۵).

جدول ۳- pH، نیتروژن آمونیاکی و اسیدلاکتیک جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده

Table 3- pH, ammonia nitrogen and lactic acid of total mixed rations silage

| P value سطح معنی‌داری | | | SEM اشتباه معیار میانگین | اثرات اصلی Main effects | | | | اثرات متقابل Interaction effects | | | | زمان سیلوکردن (روز) Time (day) | پارامترها Parameters |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | DM ماده خشک | | CP پروتئین خام | | ۴۰ درصد ماده خشک 40% DM | | ۳۵ درصد ماده خشک 35% DM | | | |
| CP×DM | CP | DM | | 40% | 35% | 14.5% | 13% | 13% CP | 14.5% CP | 13% CP | 14.5% CP | | |
| 0.91 | 0.06 | 0.55 | 0.74 | 6.78 | 6.13 | 6.55 | 6.36 | 6.70 | 6.86 | 6.01 | 6.25 | 0 | |
| 0.75 | 0.36 | 0.11 | 0.05 | 4.80 | 4.77 | 4.86 | 4.71 | 4.73 | 4.87 | 4.70 | 4.85 | 30 | اسیدیته pH |
| 0.40 | 0.22 | 0.13 | 0.05 | 4.72 | 4.62 | 4.73 | 4.60 | 4.66 | 4.77 | 4.54 | 4.69 | 45 | |
| 0.92 | 0.25 | 0.12 | 0.31 | 4.30 | 4.23 | 4.33 | 4.20 | 4.28 | 4.43 | 4.03 | 4.24 | 60 | |
| 0.67 | 0.45 | 0.54 | 0.04 | 5.76 | 5.30 | 5.70 | 5.33 | 5.42 | 5.97 | 5.25 | 5.35 | 0 | |
| 0.02 | 0.81 | 0.37 | 0.02 | 5.12 | 5.25 | 5.42 | 4.95 | 5.52 | 4.72 | 4.37 | 6.12 | 30 | نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم بر لیتر) |
| 0.42 | 0.21 | 0.77 | 0.34 | 5.41 | 6.28 | 5.75 | 5.95 | 5.23 | 5.59 | 6.66 | 5.91 | 45 | Ammonia nitrogen(mg/L) |
| 0.76 | 0.78 | 0.57 | 0.78 | 6.47 | 6.73 | 6.35 | 6.85 | 5.70 | 7.25 | 8.01 | 5.45 | 60 | |
| 0.92 | 0.47 | 0.22 | 0.25 | 5.30 | 5.75 | 5.12 | 5.93 | 5.67 | 4.92 | 6.19 | 5.32 | 0 | |
| 0.72 | 0.82 | 0.21 | 0.19 | 6.17 | 5.92 | 5.32 | 6.77 | 6.95 | 5.40 | 5.25 | 6.60 | 30 | اسیدلاکتیک (درصد) |
| 0.29 | 0.06 | 0.83 | 0.07 | 5.15 | 6.26 | 5.65 | 5.76 | 5.50 | 4.80 | 6.02 | 6.50 | 45 | (%) Lactic acid |
| 0.46 | 0.22 | 0.06 | 0.88 | 6.10 | 6.66 | 5.92 | 6.83 | 6.72 | 5.47 | 6.95 | 6.37 | 60 | |

داده‌های مربوط به انرژی قابل متابولیسم، نقطه فلیگ و ارزشیابی حسی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در جدول ۴ آورده شده‌است. در مطالعه حاضر، نقطه فلیگ جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۱۴/۵ درصد پروتئین خام و ۴۰ درصد ماده خشک، بیشتر بود که نشان‌دهنده کیفیت بالاتر این سیلاژ نسبت به سایر سیلاژهای آزمایشی است. این افزایش کیفیت می‌تواند به‌علت pH پایین‌تر و ماده خشک بالاتر این جیره باشد. در سیلاژ به‌دلیل فعالیت باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک و تحت شرایط بی‌هوازی، کربوهیدرات‌های محلول در آب علوفه‌ها به اسیدهای آلی (عمدتاً اسیدلاکتیک) تبدیل‌شده و با کاهش pH علوفه از فساد میکروبی محافظت می‌کند (Yousef Elahi و همکاران، ۲۰۱۵). نقطه فلیگ یک ابزار مناسب برای بیان کیفیت سیلو است. ارزش بالاتر از ۱۰۰ بسیار خوب، ۶۰-۸۰ خوب، ۵۵-۶۰، متوسط، ۲۵-۴۰ رضایت‌بخش و کم‌تر از ۲۰ نگران‌کننده است (Denek و Can، ۲۰۰۶). افزایش عدد نقطه فلیگ، نشان‌دهنده pH پایین‌تر و ماده خشک بالاتر در سیلو بوده و نیز نشان می‌دهد سیلاژ از نظر جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیکی بالاتر و اسید استیک پایین‌تری برخوردار است (Fallah و همکاران، ۲۰۱۲). انرژی متابولیسمی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده از لحاظ آماری متفاوت نبود. تفاوت در انرژی قابل متابولیسم خوراک‌های مختلف، نشان‌دهنده تفاوت در میزان کربوهیدرات‌های قابل‌تخمیر و نیتروژن قابل‌دسترس آن‌ها می‌باشد (Khanum و Yaqoob، ۲۰۰۷)؛ بنابراین یکسان بودن انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها احتمالاً به‌دلیل یکسان بودن نیتروژن آمونیاکی جیره‌ها می‌باشد. عمل‌آوری علوفه از قبیل سیلوکردن، سبب افزایش حلالیت لیگنین و کاهش پیوند بین لیگنین و یا کاهش پیوند بین لیگنین و دیگر اجزای دیواره سلولی شده و به‌تبع آن انرژی قابل متابولیسم افزایش می‌یابد (Paulo، ۲۰۰۰).

اطلاعات مربوط به ارزیابی حسی، جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در جدول ۴ آورده شده است. جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۱۴/۵ درصد پروتئین خام و ۴۰ درصد ماده خشک نمره ۲۰ رتبه بسیار خوب و جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۱۳ درصد پروتئین خام و ۳۵ درصد ماده خشک نمره ۱۷ رتبه خوب را به خود اختصاص دادند. جیره‌های دارای ماده خشک بالاتر دارای نمره مطلوب‌تری بودند. در هنگام سیلاژسازی سعی شد تا حداقل نفوذ هوا صورت بگیرد. معمولاً کپک‌ها سبب شکستن قندها و اسیدلاکتیک شده و می‌توانند دیواره سلولی را تجزیه کنند. این ارگانیسم‌ها در حضور آب، اکسیژن و ماده مناسب به‌سرعت تکثیر می‌یابند (McDonald و همکاران، ۱۹۹۰). طی پژوهشی، محققین گزارش کردند سیلاژ یونجه با ۱۵ درصد خرمای ضایعاتی نمره ۲۰ را به خود اختصاص داد (Rajabi و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین پژوهشگران در طی تحقیقی نشان دادند افزودن ملاس چغندرقند به سیلاژ ساقه و برگ ذرت شیرین، نمره ارزشیابی ۱۸/۷۲ را به خود اختصاص داد و سبب بهبود کیفیت سیلاژ شد (Pasandi و همکاران، ۲۰۱۲).

میزان تولید گاز جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در شکل ۱ آورده شده است. میزان تولید گاز جیره‌ها تقریباً یکسان بود. نتایج این تحقیق نشان دادند جیره‌های آزمایشی در ۲۴ و ۳۶ ساعت پس از انکوباسیون، تولید گاز بیشتری داشتند. افزایش تولید گاز بیانگر بالا بودن انرژی قابل متابولیسم و نیتروژن قابل‌تخمیر و نیز سایر مواد مغذی برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (Getachew و همکاران، ۱۹۹۸).

جدول ۴- انرژی قابل متابولیسم، نقطه فلیگ و ارزشیابی حسی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده

Table 4- Metabolisable energy, flieg point and sensory evaluation of total mixed rations silage

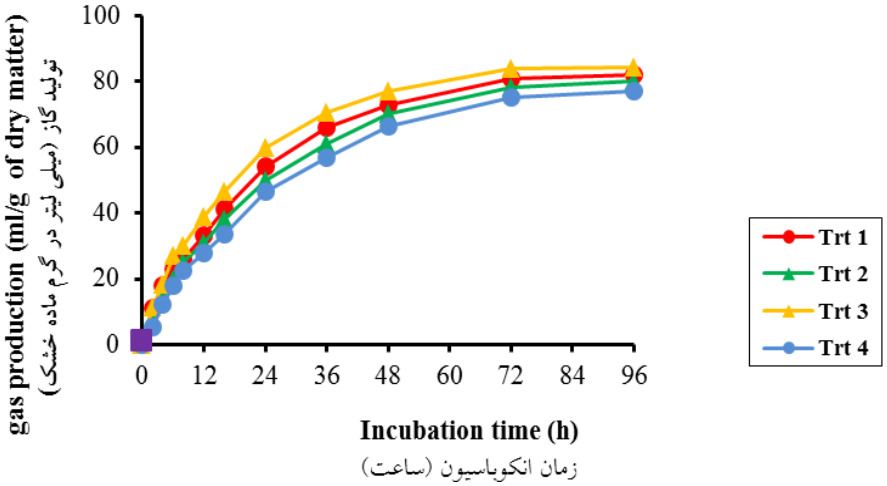
| پارامترها Parameters | زمان سیلو کردن (روز) Time (day) | اثرات متقابل Interaction effects: ۳۵ درصد ماده خشک 35% DM | | | | اثرات متقابل Interaction effects: ۴۰ درصد ماده خشک 40% DM | | | | اثرات اصلی Main effects: CP پروتئین خام | | اثرات اصلی Main effects: DM ماده خشک | | SEM اشتباه معیار میانگین | *P* value سطح معنی‌داری | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14.5 % CP | 13% CP | 14.5% CP | 13% CP | 14.5 % CP | 13% CP | 14.5% CP | 13% CP | 13% | 14.5 % | 35% | 40% | | DM | CP | CP× DM |
| انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در گیلوگرم) Metabolisable energy (Mcal/kg) | 30 | 2.53 | 2.47 | 2.54 | 2.47 | 2.51 | 2.47 | 2.54 | 2.47 | 2.51 | 2.47 | 2.5 | 2.54 | 0.73 | 0.75 | 0.71 | 0.87 |
| | 45 | 2.51 | 2.53 | 2.56 | 2.49 | 2.50 | 2.56 | 2.52 | 2.53 | 2.50 | 2.56 | 2.52 | 2.51 | 0.57 | 0.96 | 0.54 | 0.91 |
| | 60 | 2.52 | 2.56 | 2.7 | 2.57 | 2.58 | 2.61 | 2.53 | 2.56 | 2.58 | 2.61 | 2.53 | 2.49 | 0.48 | 0.53 | 0.92 | 0.63 |
| نقطه فلیگ Flieg point | 30 | 85.9 | 89.8 | 96.8 | 100.9 | $91.4^{b}$ | $4.95^{a}$ | $87.9^{b}$ | $98.9^{a}$ | 0.72 | 0.02 | 0.03 | 0.79 | | | | |
| | 45 | $89.2^{b}$ | $97.9^{ab}$ | $103.2^{a}$ | $102.8^{a}_{b}$ | $96.2^{b}$ | $100.^{a}$ | $93.5^{b}$ | $103.1^{a}$ | 0.67 | 0.04 | 0.01 | 0.02 | | | | |
| | 60 | $1069^{b}$ | $114.2_{ab}$ | $116/6^{ab}$ | $113.2^{a}_{b}$ | $111.6_{b}$ | 113.8 | $110.5_{b}$ | $114.9_{a}$ | 0.96 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | | | | |
| ارزشیابی حسی Sensory evaluation | 30 | 19 | 17.3 | 20 | 19.5 | 19 | 19 | 18 | 19 | 0.93 | 0.25 | 0.21 | 0.27 | | | | |
| | 45 | 19.3 | 17.3 | 20 | 19.5 | 19 | 19 | 18 | 19 | 0.81 | 0.12 | 0.16 | 0.24 | | | | |
| | 60 | 18 | 17 | 20 | 19.1 | 19.4 | $18.2$ | $17.1^{b}$ | $19^{a}$ | 0.98 | 0.03 | 0.31 | 0.88 | | | | |

$^{a, b, c}$ حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

$^{a,b,c}$ Different superscripts of means within the same row show significant differences at (P<0.05).

همچنین حجم گاز تولیدی نشان‌دهنده تخمیر مواد خوراکی برای تولید اسیدهای چرب و برآوردی از گوارش‌پذیری ظاهری می‌باشد (Karabulut و همکاران، ۲۰۰۷). فراسنجه‌های تخمینی و میزان تولید گاز نشان‌دهنده این امر است که در سیلاژهای با تولید گاز بیشتر، فراسنجه‌های تخمینی (انرژی قابل متابولیسم، گوارش‌پذیری ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر) از مقادیر بالاتری برخوردار هستند (Getachew و همکاران، ۲۰۰۲). بین منبع نیتروژن و منبع کربوهیدرات برای مؤلفه‌های تولید گاز اثر متقابل وجود دارد و هرچه هم‌زمانی بین تجزیه‌پذیری کربوهیدرات و نیتروژن بهتر باشد و نیز نسبت نیتروژن به کربوهیدرات مناسب‌تر با نیاز میکروب‌ها باشد، بهبود در فرآیند تخمیر در محیط تولید گاز قابل‌انتظار است (Dewhurst و همکاران، ۱۹۹۵). با توجه به اینکه در جیره حاوی ۴۵ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ پروتئین خام تجزیه‌پذیری کربوهیدرات و نیتروژن بهتر بوده در نتیجه فرایند تخمیر سبب افزایش تولید گاز شده است.

نتایج مربوط به فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش‌پذیری جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده در جدول ۵ آورده شده است. نتایج این تحقیق نشان دادند در روزهای صفر و ۶۰ پس از سیلاژسازی، بخش بالقوه تولید گاز جیره‌ها تحت تأثیر اثرات اصلی و اثر متقابل سطح ماده خشک و پروتئین خام قرار گرفت و بیشترین مقدار مربوط به جیره حاوی ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین‌خام بود (P<۰/۰۵). میزان گوارش‌پذیری ظاهری ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر جیره‌ها تحت تأثیر اثرات اصلی و اثر متقابل سطح ماده خشک و پروتئین خام قرار نگرفت. فراسنجه‌های برآورده شده در روش کیسه‌های نایلونی (شامل بخش کندتجزیه، ثابت نرخ تجزیه و تجزیه‌پذیری مؤثر) با مقدار دیواره سلولی همبستگی معنی‌داری دارد. تولید گاز ناشی از تخمیر پروتئین در مقایسه با تخمیر کربوهیدرات نسبتاً کم می‌باشد (Wolin، ۱۹۶۰). سهم چربی نیز در تولید گاز جزئی می‌باشد (Getachew و همکاران، ۱۹۹۸).




شکل ۱- گاز تولیدی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده (میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک نمونه).

Figure 1- Gas production of total mixed rations silage (ml/g of DM).

Trt1) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۳۵ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام، Trt2) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۳۵ درصد ماده خشک و ۱۳ درصد پروتئین خام، Trt3) جیره کاملاً مخلوط سیلو شده با ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام و Trt4) جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۳ درصد پروتئین خام

Trt1) total mixed rations silage (TMRS) with 35% dry matter ((DM) and 14.5% crude protein (CP), Trt2) TMRS with 35% DM and 13% CP, Trt3) TMRS with 40% DM and 14.5% CP, and Trt4) TMRS with 40% DM and 13% CP.

ارتباط بسیار نزدیکی بین گاز تولیدی و تخمیر ماده آلی به‌ویژه کربوهیدرات‌ها وجود دارد، زیرا گاز تولیدی نتیجه تجزیه ماده آلی است (Getachew و همکاران، ۱۹۹۸). طی تحقیقی گزارش شد گوارش‌پذیری ماده آلی جیره‌های دارای کنسانتره بالاتر در مقایسه با جیره‌های دارای کنسانتره پایین‌تر کمتر بود (Yogianto و همکاران، ۲۰۱۴). در جیره‌های دارای کنسانتره بیشتر، باکتری‌ها سوبسترای بیشتری برای تخمیر دارند (Manatbay و همکاران، ۲۰۱۴)؛ زیرا زمانی‌که مقادیر زیادی کربوهیدرات‌های سهل‌الهضم (جیره‌های دارای کنسانتره بیشتر) در مقایسه با کربوهیدرات‌های ساختمانی (جیره‌های دارای کنسانتره کمتر) در دسترس باکتری‌های شکمبه قرار می‌گیرد، مقدار زیادی اسیدهای چرب فرار در یک مدت زمان معین تولید می‌شود (D'Mello، ۲۰۰۰)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش گوارش‌پذیری جیره‌های دارای کنسانتره زیاد، به افزایش تخمیر و تولید گاز این جیره‌ها مرتبط باشد.

در پژوهشی، سیلاژسازی جیره کاملاً مخلوط تهیه‌شده از مخلوط کاه برنج، سبوس برنج، تفاله خشک چغندر، کنسانتره و مکمل مواد معدنی-ویتامینی در مقایسه با حالت سیلونشده، سبب بهبود گوارش‌پذیری ماده خشک (از ۶۵/۶ به ۶۹ درصد) و ماده آلی (از ۷۱ به ۷۴ درصد) شد (Cao و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین در تحقیقی که مخلوط کاملی متشکل از علف ری‌گراس، برنج ضایعاتی، تفاله‌چغندر، کنجاله سویا، مکمل معدنی-ویتامینی را به‌مدت چهار ماه سیلو کردند، گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی طی فرآیند سیلوشدن افزایش یافت (Miyaji و همکاران، ۲۰۱۷).

جدول ۵- فراسنجه‌های تولید گاز، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گوارش‌پذیری ماده آلی جیره‌های کاملاً مخلوط سیلوشده

Table 5- Parameters of gas production and organic matter digestibility of total mixed rations silage

| فراسنجه تولید گاز Gas test parameters | زمان سیلوکردن (روز) Time (day) | اثرات متقابل Interaction effects | | | | اثرات اصلی Main effects | | | | SEM اشتباه معیار میانگین | *P* value سطح معنی‌داری | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۳۵ درصد ماده خشک 35% DM | | ٤٠ درصد ماده خشک 40% DM | | CP پروتئین خام | | DM ماده خشک | | | | | |
| | | 14.5% CP | 13% CP | 14.5% CP | 13% CP | 13% | 14.5% | 35% | 40% | | DM | CP | CP×DM |
| بخش بالقوه تولید | 0 | $59.44^{ab}$ | $51.52^{b}$ | $62.24^{a}$ | $56.1^{ab}$ | $56.79^{b}$ | $57.84^{a}$ | $55.5^{b}$ | $59.1^{a}$ | 0.61 | 0.01 | 0.02 | 0.01 |
| گاز (میلی‌لیتر) | 30 | 65.59 | 62.74 | 61.71 | 65.11 | 63.93 | 63.65 | 64.17 | 63.41 | 0.76 | 0.07 | 0.07 | 0.62 |
| b (ml) | 45 | 67.20 | 66.73 | 66.08 | 66.78 | 71.61 | 66.94 | 67.00 | 66.4 | 0.61 | 0.06 | 0.08 | 0.67 |
| نرخ ثابت تولید گاز | 60 | $71.61^{b}$ | $72.10^{ab}$ | $78.31^{a}$ | $75.30^{ab}$ | 75.16 | 73.46 | 73.84 | 74.78 | 0.47 | 0.13 | 0.01 | 0.02 |
| (میلی‌لیتر در ساعت) | 0 | 0.021 | 0.03 | 0.024 | 0.027 | 0.029 | 0.023 | 0.027 | 0.026 | 0.09 | 0.18 | 0.43 | 0.21 |
| c (ml/h) | 30 | 0.025 | 0.031 | 0.025 | 0.039 | 0.035 | 0.025 | 0.020 | 0.030 | 0.02 | 0.63 | 0.32 | 0.53 |
| | 45 | 0.024 | 0.025 | 0.030 | 0.270 | 0.026 | 0.028 | 0.025 | 0.029 | 0.01 | 0.75 | 0.75 | 0.91 |
| | 60 | 0.280 | 0.034 | 0.029 | 0.040 | 0.037 | 0.029 | 0.031 | 0.035 | 0.01 | 0.24 | 0.61 | 0.58 |
| گوارش‌پذیری ماده آلی (درصد | 0 | 81.76 | 79.39 | 78.44 | 78.99 | 80.06 | 79.19 | 80.53 | 78.71 | 18.84 | 0.91 | 0.83 | 0.86 |
| OMD (%) ماده خشک) | 30 | 78.31 | 81.84 | 78.84 | 80.99 | 81.42 | 78.58 | 80.08 | 79.92 | 11.84 | 0.59 | 0.97 | 0.89 |
| | 45 | 83.99 | 80.09 | 78.48 | 79.79 | 81.24 | 79.94 | 82.04 | 79.13 | 15.46 | 0.85 | 0.67 | 0.71 |
| | 60 | 79.84 | 83.02 | 79.74 | 78.84 | 80.93 | 79.79 | 81.43 | 79.29 | 16.27 | 0.87 | 0.77 | 0.78 |
| اسیدهای‌چرب کوتاه زنجیر (میلی- | 0 | 1.29 | 1.23 | 1.22 | 1.20 | 1.19 | 1.22 | 1.21 | 1.20 | 0.46 | 0.29 | 0.98 | 0.97 |
| مول) | 30 | 1.19 | 1.22 | 1.18 | 1.25 | 1.23 | 1.19 | 1.20 | 1.30 | 0.23 | 0.68 | 0.73 | 0.62 |
| SCFA (mmol) | 45 | 1.22 | 1.94 | 1.70 | 1.23 | 1.31 | 1.18 | 1.25 | 1.27 | 0.35 | 0.44 | 0.45 | 0.81 |
| | 60 | 1.80 | 1.27 | 1.30 | 1.27 | 1.24 | 1.21 | 1.23 | 1.19 | 0.57 | 0.73 | 0.57 | 0.62 |

[a,b,c]حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

[a,b,c] Different superscripts of means within the same row show significant differences at (P<0.05).

## نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد جیره کاملاً مخلوط سیلوشده با ۴۰ درصد ماده خشک و ۱۴/۵ درصد پروتئین خام دارای ماده خشک و ماده آلی بیشتری بود. همچنین این سطح ماده خشک و پروتئین خام در جیره سبب بهبود معنی‌دار شاخص کیفی و نمره ارزشیابی سیلاژ گردید. لذا مواد مغذی این جیره دارای حداقل اتلاف بوده و استفاده از آن برای تغذیه دام توصیه می‌شود.

## منابع


AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International. Maryland. USA.

Besharati, M., Shafipour. N., Abdi. E. and Nemati, Z. (2017). Effects of supplementation alfalfa silage with molasses, orange pulp and Lactobacillus buchneri on *in vitro* dry matter digestibility and gas production. *Journal of Bioscience and Biotechnology*, 6(1):43-47.

Bilal, M.Q. (2009). Effect of molasses and corn as silage additives on the characteristics of mott dwarf elephant grass silage at different fermentation periods. *Pakistan Veterinary Journal*, 29:19-23.

Boga, M., Yurtseven, S., Kilic, U., Aydemir, S. & Polat, T. (2014). Determination of nutrient contents and *in vitro* gas production values of some legume forages grown in the harran plain saline soils. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27:825-831.

Broderick, G.A. & Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media1. *Journal of Dairy Science*, 63(1):64-75.

Burns, J.C., Mayland, H.F. & Fisher, D.S. (2005). Dry matter intake and digestion of alfalfa harvested at sunset and sunrise. *Journal of Animal Science*, 83: 262-270.

Cao, Y., Takahashi, T., Horiguchi, K., Yoshida, N. & Cai, Y. (2010). Methane emissions from sheep fed fermented or non-fermented total mixed ration containing whole-crop rice and rice bran. *Animal Feed Science and Technology*, 157:72-78.

Chen, L., Dong, Z., Li, J. & Tao, S. (2019). Ensiling characteristics, *in vitro* rumen fermentation, microbial communities and aerobic stability of low-dry matter silages produced with sweet sorghum and alfalfa mixtures. *Journal of Science Food Agriculture*, 99:2140–2151.

Denek, N. & Can, A. (2006). Feeding value of wet pomece ensiled with wheat straw and wheat grain for Awassi sheep. *Small Ruminant Research*, 65:260-265.

Dewhurst, R.J., Hepper, D. & Webster, A.J.F .(1995). Comparison of *in sacco* and *in vitro* techniques for estimating the rate and extent of rumen fermentation of a range of dietary ingredients. *Animal Feed Science and Technology*, 51: 211-229.

D'Mello, J.P.F. (2000). Farm Animal Metabolism and Nutrition. CABI Publishing, Wallingford, 438 pp.

Glauert A. M, Dingle, JT. & Lucy, JA. (1962). Action of saponin on biological membranes. *Nature*, 196:953-955.

Eguchi, K., Hattori, I., Sawai, A. & Muraki, M. (2008). Fermentation quality of purple corn [zea mays] silage. (National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Kushi, Kumamoto (Japan). *Journal of Japanese Society of Grassland Science*, 54:141-149.

Fallah, R., Kiani, A. & Azarfar A. (2012). The effect of adding sour yogurt as an inoculant on the quality of fodder corn silage. The first national congress of new Agricultural Science and Technological, 92:85-92. (In Persian).

Fazaeli, H. (2018). Agriculture by-products, Processing and Utilization in Animal Feeding. Press Animal Science Research Institute (ASRI), Karaj, Iran, 467 pp. (In Persian).

Fedorak, D.E. & Hurdy, D.E. (1983). A simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultures in serum bottles. *Environment Technologycal*, 4:425-432.

Getachew, G., Makkar, H.P.S. & Becker, K. (1998). The *in vitro* gas coupled with ammonia measurement for evaluation of nitrogen degradability in low quality roughages using incubation medium of different buffering capacity. *Journal Science Food Agricultural*, 77:87-95.

Getachew, G., Makkar, H.P.S. & Becker, K. (2002). Tropical browses: content of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acids and *in vitro* gas production. *Journal of Agriculture Science*, 139:341-352.

Hao, W., Wang, H.L, Ning, T.T., Yang, F.Y. & Xu, C.C. (2015). Aerobic stability and effects of yeasts during deterioration of non-fermented and fermented total mixed ration with different moisture levels. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28:816–826.

Karabulut, A., Canbolat, O., Kalkan, H., Gurbuzol1, F., Sucu, E. & Filya, I. 2007. Comparison of *in vitro* gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 4: 517-522.

Karimi, H. 2017. Alfalfa. 1st edition. Author, University Publishing Center, 50-85.

Kellogg, D. & Owen, F. (1969). Relation of ration sucrose level and grain content to lactation performance and rumen fermentation. *Journal of Dairy Science*, 52(5):657-662.

Khanum, S.A. &Yaqoob. T. (2007). Nutritional evaluation of various feedstuffs for livestock production using *in vitro* gas method. *Pakistan Veterinary Journal*, 27(3):129-133.

Khorvash, M., Colombatto, D., Beauchemin, K.A. Ghorbani, G.R. & Samei, A. (2006). Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. *Canadian Journal of Animal Science*, 86:97-107.

Kedy, T. (2012). High feed value grass silage: its importance and production. *Animal and Grassland Research and Innovation Centre*, Ireland. https://www.teagasc.ie/media.

Kilic, A. 1986. Silo Feed (Instruction, Education and Application Proposals). Bilgehan Press. Izmir, 327 Pp.

McDonald, L., Henderson, N. & Heron, S. (1990). The Biochemistry of Silage. 2nd ed., Chalcombe Pub., UK.

Madrid, J., Martínez- Teruel, A., Hernández, F. & Megías, M.D. (1999). A comparative study on the determination of lactic acid in silage juice by colorimetric, high- performance liquid chromatography and enzymatic methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(12):1722-1726.

Manatbay, B., Cheng, Y., Mao, S. & Zhu, W. (2014). Effect of gynosaponin on rumen *in vitro* methanogenesis under different forage-concentrate ratios. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27:1088-1097.

McDonald, P., Henderson, A.R. & Heron, S.J.E. (1991). The Biochemistry of Silage. 2nd ed. Chalcombe Publications. Marlow, UK.

Menke, K.H. & Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, 28:7-55.

Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agriculture and Food Sciences*, 93:217–222.

Miyaji, M. Matsuyama, H. & Nonaka, K. (2017). Effect of ensiling process of total mixed ration on fermentation profile, nutrient loss and *in situ* ruminal degradation characteristics of diet. *Animal Science Journal*, 88:134-139.

Miller, L.A., Moorby, J.M., Davies, D.R., Humphreys, M.O., Scollan, N.D., MacRae, J.C. & Theodorou, M.K. (2001). Increased concentration of water- soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): milk production from late- lactation dairy cows. *Grass and Forage Science*, 56:383-394.

Miron, J., Solomon, R., Adin, G.U., Nikbakht, M., Yosef, E., Carmi, A., Weinberg, T., Kipnis, Z.G., Zuckerman, E. & Ben-Ghadalia, D. (2006). Effects of harvest stage, re-growth and ensilage on the yield, composition and *in vitro* digestibility of new forage sorghum varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86:140-147.

Naghdi, Z., Dayani, O., Tahmasbi, R., Khezri, A., Sharifi Hoseini, M.M. & Hajalizadeh, Z. (2020). The effect of feeding of Mentha pulegium pulp silage with wasted date on dry matter intake, digestibility and ruminal and blood parameters of Kermani mature rams. *Journal of Ruminant Research*, 8(3):29-44. (In Persian).

National Research Council. (2001). Nutrient requirement of dairy cattle. 7th rev. ed. National academy press. Washington.

Ørskov, E.R. & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, (Cambridge) 92:499-503.

Ohshima, M., Kimura, E. & Yokota, H. 1997. A method of making good quality silage from direct cut alfalfa by spraying previously fermented juice. *Animal Feed Science and Technology*, 66:129-137.

Owen, F. & Howard, W. (1965). Effect of ration moisture level on value of alfalfa plus cracked corn as acomplete-feed silage for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 48:1310–1314.

Pasandi, M., kamali, R. & kavian, A. (2012). The use of molasses to improve the fermantation of sweet corn stover silage. *Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi*), 95:27-32. (In Persian).

Paulo, R.F. (2000). Additives to improve the silage making process with tropical forages. Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Raei, Y., Jorat, M., Moghaddam, H., Chaich, M.R. & Weisany, V. (2013). Effect of density on onnotative and collective yield of forage sorghum under water limitation. *Journal of Agricultural Science and Ustainable Product*, 4:51-65.

Rajabi, R., Tahmasbi, R., Dayani, O. & Khezri, A. (2016). Chemical composition of alfalfa silage with waste date and its feeding effect on ruminal fermentation characteristics and microbial protein synthesis in sheep. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101:466-474.

SAS. (2005). SAS User's Guide. Statistics. Version 9.1.3 Edition. SAS Inst., Inc., Cary NC.

Selwet, M. (2009). Effect of propionic and formic acid mixtures on the fermentation, fungi development and aerobic stability of maize silage. *Polish Journal of Agronology*, 1:37-42.

Schmid, J., Sipocz, J., Kaszfis, I., Szakfics, G. & Gyepesm, A. (1997). Preservation of sugar content in ensiled sweet sorghum. *Journal of Technology*, 60:913-920.

Schingoethe, D.J. (2017). A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100:10143–10150.

VanSoest, P.J., Robertson, J.B., & Lewis, B.A. (1994). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:358-359.

Wang, H., Ning, T., Hao, W., Zheng, M. & Xu, C. ( 2015). Dynamics associated with prolonged ensiling and aerobic deterioration of total mixed ration silage containing whole crop corn. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29:62-72.

Wolin, M.J. (1960). A theoretical rumen fermentation balance. *Journal of Dairy Science*, 43:1452–1459.

Yogianto, A., Sudarman A., Wina, E. & Jayanegara, A. (2014). Supplementation effects of tannin and saponin extracts to diets with different forage to concentrate ratio on *in vitro* rumen fermentation and methanogenesis. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 39:144-151.

Yousef Elahi, M., Sheibani, F. & Kardan, V. (2015). The effect of different levels of waste dates with banana leaf and stem silage on the nutritional value and parameters of gas production. First International Conference and Second National Conference on Agriculture, Environment and Food Security.

Yuan, X.J., Guo, G., Wen, A., Desta, S.T., Wang, J., Wang, Y. & Shao, T. (2015). The effect of different additives on the fermentation quality, *in vitro* digestibility and aerobic stability of a total mixed ration silage. *Animal Feed Science and Technology*, http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci. 2015.06.001.