JAER

2026, 2(3): 1-10

Journal of Animal Environmental Reaserch

Journal homepage: http://www.journalaer.com

Research Article

The effect of wet treatment with whey on the nutritional value of wheat straw-based mixed diets

Seyed Peyman Tavassoli [1], Kazem Karimi [*1], Pirouz Shakeri [2], Abbas Jahanbakhshi [1], Mohammadreza Abedini [1]

[1] *Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch, Varamin, Iran*

[2] *Iranian Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran*

Key Words

Fermentation
Silage
Blood metabolites
Digestibility
Protein

Abstract

Introduction: Following the expansion of industrial dairy farms in the country, the technology of silage forage was also introduced and expanded, so that in most dairy cattle breeding units, silage forage is considered one of the main items of livestock diets. Silage forage is based on the principles of fermentation and sometimes adding appropriate supplements and maintaining the maximum nutritional value of the forage in the silo, minimizing waste in order to obtain maximum economic use. Silage is also the most common method for storing high-moisture forage. In this process, lactic acid bacteria ferment the water-soluble carbohydrates in the product into lactic acid, and as a result of the production of these acids, the pH of the ensiled materials decreases and spoilage microorganisms (molds and yeasts) are inhibited. The aim of this study is to determine the changes in the nutritional value of straw enriched with whey, urea, and mineral-vitamin supplements due to ensiling.

Materials & Methods: In the present study, the nutritional value of two types of diets, including diet one based on wheat straw enriched with urea, barley flour and wheat bran, and in diet two, alfalfa was also added to the complete feed. The aforementioned diets were ensiled in double-layer plastic bags and after 60 days, the bags were opened and examined in the laboratory. Also, whey was used as a substitute for water in ensiling the diets. The above diets were studied in the laboratory and on live sheep. For the *in vivo* test, 5 sheep were used. The two experimental diets were each presented to the experimental animals in 2 different forms. In such a way that finally 4 different diets were produced and fed to the animals. The final diets included 1) the straw portion of diet 1 with a weight ratio equal to whey plus urea, salt, sulfur powder and mineral-vitamin supplement. 2) Total silage of diet 1 ingredients with a weight ratio equal to whey plus urea, salt, sulfur, and mineral vitamin supplement. 3) Straw portion of diet 2 with a weight ratio equal to whey plus urea, salt, sulfur, and mineral-vitamin supplement and alfalfa. 4) Total silage of diet 1 ingredients with a weight ratio equal to whey plus urea, salt, sulfur, and mineral-vitamin supplement and alfalfa. Data analysis related to chemical composition and digestibility was performed in a laboratory method, with a factorial experiment in a completely randomized 2×3 design with three replications. The obtained data were statistically analyzed by SAS statistical software with the GLM procedure and the means were compared with each other using Duncan's multiple range test at the 0.05 level.

Results: Starch content decreased in both diets. Non-protein nitrogen concentration decreased significantly in the first diet. Acid detergent insoluble fiber content in the first diet and acid detergent insoluble lignin content in both diets increased significantly. Ensiling the first diet resulted in a significant decrease in non-protein nitrogen concentration from 2.1% before ensiling to 1.4% after ensiling. While it resulted in an increase in ADF, ADL and pH from 23.80, 3.20 and 5.40% before ensiling to 24.56, 3.23 and 8.40% after ensiling, respectively. Crude ash was not significantly different in both diets. In addition, in the *in vitro* digestibility of feed parameters in the first diet, the 24-hour gas production parameters, gas production potential, digestibility of fine matter and short chain fatty acids showed a significant decrease ($p<0.05$) and there was also a significant increase in the efficiency of microbial biomass production ($p<0.05$). In the second part of the *in vivo* experiment, in the first fermented diet treatment, the amount of dry matter consumed, dry matter digestibility, organic matter digestibility and urine volume were 1134.83, 61.51, 65.69 and 1181.52, which were significantly increased compared to before the silage period ($p<0.05$). The results of using the first diet showed that sheep consuming the fermented diet had higher feed consumption compared to the unfermented diet. Also, the consumption of the first diet increased the body weight of the experimental sheep, and there was no significant difference in the weight gain of the animals between the two groups consuming unfermented and fermented diets. Also, in the second diet, the concentration of ammonia nitrogen in the fermented treatment was 33.8 and 17 in the unfermented treatment, which showed a significant increase ($p<0.05$). Comparing the effect of ensiling in the two diets on the blood parameters of the animals showed that fermentation in these two diets had no effect on the levels of glucose, albumin, aspartate transaminase, alanine transaminase, alkaline phosphatase, blood urea nitrogen, and total protein.

Conclusion: The results obtained in this study showed that ensiling diets with whey can be used as a solution to dispose of this by-product of cheese factories in the country and prevent environmental problems, because it did not have an adverse effect on blood parameters and produced a higher amount of nitrogen for livestock. Also, diets with energy sources showed a more appropriate response in the fermentability process during the ensiling stage, and in contrast, ensiling diets with high protein sources is not recommended.

Article info

* Corresponding Author's email: karimikazem@gmail.com

Received: 9 November 2025
Reviewed: 13 December 2025
Revised: 13 February 2026
Accepted: 17 March 2026

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

مقاله علمی - پژوهشی

اثر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر بر ارزش غذایی جیره‌های مخلوط بر پایه کاه گندم

سیدپیمان توسلی[۱]، کاظم کریمی*[۱]، پیروز شاکری[۲]، عباس جهان‌بخشی[۱]، محمدرضا عابدینی[۱]

[۱] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، ورامین، ایران

[۲] موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

کلمات کلیدی

تخمیر
سیلاژ
متابولیت خونی
قابلیت هضم
آب پنیر

چکیده

مقدمه: در پی گسترش گاوداری‌های صنعتی در کشور، فناوری سیلو کردن علوفه نیز معرفی شد و گسترش پیدا کرد، به‌نحوی‌که در اغلب واحدهای پرورش‌دهنده گاوِ شیری، علوفه سیلو شده یکی از اقلام اصلی جیره‌های غذایی دام‌ها محسوب می‌شود. سیلو کردن علوفه، بر اساس اصول تخمیر و بعضا افزودن مکمل‌های مناسب و حفظ حداکثر ارزش غذایی علوفه در سیلو، به‌حداقل‌رسانیدن ضایعات به‌منظور کسب حداکثر استفاده اقتصادی استوار است. هم‌چنین سیلاژ متداول‌ترین روش برای ذخیره کردن علوفه‌های با رطوبت بالا می‌باشد. در این فرآیند، باکتری‌های اسید لاکتیک، کربوهیدرات‌های محلول در آب موجود در محصول را به اسید لاکتیک تخمیر می‌کنند و در اثر تولید این اسیدها pH مواد سیلو شده کاهش می‌یابد و میکروارگانیسم‌های فساد (کپک‌ها و مخمرها) مهار می‌شوند. هدف از این پژوهش تعیین تغییرات ارزش غذایی کاه غنی‌شده با آب پنیر و اوره و مکمل‌های معدنی-ویتامینی در اثر سیلو کردن است.

مواد و روش‌ها: در تحقیق حاضر ارزش غذایی دو نوع جیره غذایی، شامل جیره یک بر پایه کاه گندم غنی‌شده با اوره، آرد جو و سبوس گندم و در جیره دو یونجه نیز به خوراک کامل اضافه گردید. جیره‌های مذکور در کیسه‌های پلاستیکی دولایه سیلو شدند و پس از گذشت ۶۰ روز، کیسه‌ها باز و در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفتند. هم‌چنین، در سیلو کردن جیره‌ها از آب پنیر به‌عنوان جایگزین آب استفاده شد. جیره‌های فوق به روش آزمایشگاهی و گوسفند زنده موردمطالعه قرار گرفت. برای آزمایش *in vivo*، از ۵ رأس گوسفند استفاده شد. دو جیره‌های آزمایشی هرکدام به ۲ شکل متفاوت به حیوانات آزمایشی ارائه گردید. به‌این صورت که درنهایت ٤ جیره مختلف تولید و به حیوان تغذیه گردید. جیره‌های نهایی شامل ۱) بخش کاه جیره ۱ با نسبت وزنی برابر با آب پنیر به‌علاوه اوره، نمک، گل گوگرد و مکمل معدنی-ویتامینه. ۲) سیلاژ کل مواد تشکیل‌دهنده جیره ۱ با نسبت وزنی برابر با آب پنیر به‌علاوه اوره، نمک، گل‌گوگرد و مکمل معدنی ویتامینه. ۳) بخش کاه جیره ۲ با نسبت وزنی برابر با آب پنیر به‌علاوه اوره، نمک، گل گوگرد و مکمل معدنی-ویتامینه و یونجه. ٤) سیلاژ کل مواد تشکیل‌دهنده جیره ۱ با نسبت وزنی برابر با آب پنیر به‌علاوه اوره، نمک، گل‌گوگرد و مکمل معدنی-ویتامینه و یونجه. تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم به روش آزمایشگاهی، با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی ۲×۳ و سه تکرار انجام شد. اطلاعات حاصله توسط نرم‌افزار آماری SAS با رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرارگرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج: میزان نشاسته در هر دو جیره کاهش داشت. غلظت نیتروژن غیرپروتئینی به‌صورت معنی‌داری در جیره اول کاهش داشت. میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در جیره اول و میزان لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی در هر دو جیره افزایش معنی‌داری داشتند. سیلو کردن جیره غذایی اول منجر به کاهش در غلظت نیتروژن غیرپروتئینی از ۲/۱ درصد قبل از سیلو کردن به ۱/٤ بعد از سیلو کردن به‌طور معنی‌داری شد. درحالی‌که منجر به افزایش میزان ADF، ADL و pH به‌ترتیب از مقادیر ۲۳/۸۰، ۳/۲۰ و ۵/٤۰ درصد قبل از سیلو کردن به ۲٤/۵٦، ۳/۲۳ و ۸/٤۰ بعد از سیلو کردن شد. خاکستر خام در هر دو جیره تفاوت معنی‌داری نداشت. علاوه بر این، در قابلیت هضم آزمایشگاهی فراسنجه‌های خوراک در بخش *in vitro* در جیره غذایی اول فراسنجه‌های تولید گاز ساعت ۲٤، پتانسیل تولید گاز، قابلیت هضم ماده عالی و اسیدهای چرب زنجیره کوتاه کاهش معنی‌داری نشان داد ($p<0/05$) و هم‌چنین افزایش معنی‌داری نیز در بخش بازدهی تولید بیوماس میکروبی ($p<0/05$) وجود داشت. در بخش دوم آزمایش *in vivo* درتیمار جیره غذایی اول تخمیر شده میزان ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی و حجم ادرار برابر با ۵۱/۸۳، ٦۱/۱۱۳٤، ٦۵/٦۹ و ۱۱۸۱/۵۲ بود که نسبت به قبل از زمان سیلو افزایش معنی‌داری داشت ($p<0/05$). نتایج استفاده از جیره اول نشان داد که گوسفندان مصرف‌کننده جیره تخمیرشده در مقایسه با جیره تخمیرنشده مصرف خوراک بالاتری داشتند. هم‌چنین مصرف جیره اول سبب افزایش وزن بدن گوسفندان آزمایشی گردید و اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن حیوانات بین دو گروه مصرف‌کننده جیره‌های تخمیرنشده و تخمیرشده وجود نداشت. هم‌چنین در جیره غذایی دوم، میزان غلظت نیتروژن آمونیاکی در تیمار تخمیر شده برابر با ۳۳/۸ و در تیمار تخمیر نشده برابر با ۱۷ بود که افزایش معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$). مقایسه اثر سیلوکردن در دو جیره بر فراسنجه‌های خونی دام نشان داد که تخمیر در این دوجیره هیچ‌گونه تأثیری را بر میزان گلوکز، آلبومین، اسپارتات ترانس‌آمیناز، آلانین ترانس‌آمیناز، آلکالین فسفاتاز، نیتروژن اوره خون و پروتئین کل نداشت.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست‌آمده دراین تحقیق نشان داد که سیلاژکردن جیره‌های غذایی دام با آب پنیر را می‌توان به‌عنوان راه حلی برای دفع این محصول فرعی کارخانه‌های پنیرسازی درکشور و جلوگیری از مشکل زیست‌محیطی استفاده کرد، زیرا اثر نامطلوبی برفراسنجه‌های خونی نداشت و میزان نیتروژن بیش‌تری را برای دام تولید کرده بود. هم‌چنین جیره‌هایی با منابع تامین‌کننده انرژی پاسخ مناسب‌تری را در فرایند تخمیرپذیری در مرحله سیلو شدن از خود نشان دادند و درمقابل سیلو نمودن جیره‌های دارای منابع پروتیینی بالاچندان توصیه نمی‌گردد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
karimikazem@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۸ آبان ۱٤۰٤
تاریخ داوری: ۲۲ آذر ۱٤۰٤
تاریخ اصلاح: ۲٤ بهمن ۱٤۰٤
تاریخ پذیرش: ۲٦ اسفند ۱٤۰٤

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

مقدمه

طی سالیان اخیر در بسیاری از نقاط جهان، تقاضا برای فرآورده‌های دامی در نتیجه افزایش جمعیت و پیشرفت‌های اقتصادی و اجتماعی رشد روز افزونی را در پی داشته است. این درحالی است که منابع پایه نه تنها افزایش نمی‌یابد، بلکه در اثر بهره‌برداری بی‌رویه کاهش یافته و در بسیاری از نقاط جهان در روند تخریبی قرار گرفته است. با افزایش بهره‌برداری از منابع طبیعی به روش‌های مختلف، تولید علوفه محدودتر شده و دامداری وابسته به منابع طبیعی با محدودیت‌های جدی مواجه گردیده است (۱). تغذیه دام بیش از ۵۰ درصد هزینه پرورش دام را تشکیل می‌دهد که تهیه جیره‌های غذایی ارزان و متوازن می‌تواند موجب بهبود بهره‌وری این صنعت گردد. با تولید هر کیلوگرم گندم حدود ۱/۵-۱ کیلوگرم کاه حاصل می‌شود. لذا انتظار بر این است که سالانه حدود ۲۰ میلیون تن کاه گندم تولید شود (۲). با توجه به این آمار و ارزش غذایی و قابلیت هضم ضعیف کاه، یکی از راه‌های مقابله با مسئله کمبود مواد خوراکی جهت تغذیه دام، استفاده از روش‌های مختلف فرآوری از جمله فرآوری مواد لیگنوسلولزی با آب پنیر است. از حدود ۳۰ تا ۴۰ سال پیش افزودن منابع کربوهیدراتی و افزودنی باکتریایی برای بهبود کیفیت سیلاژ مورد مطالعه قرار گرفته است. در ایران سالانه حدود ۱۰۷۵ هزار تن آب پنیر تازه تولید می‌شود که تقریباً معادل ۱۲۲ هزار تن ماده خشک می‌باشد. براساس مطالعات Bayat و همکاران در حال حاضر میزان تولید آب پنیر در کشور حدود ۲ الی ۳ میلیون تن تخمین زده شده است. استفاده از این ماده در تغذیه دام علاوه بر اثرات مفید زیست محیطی و اقتصادی، به‌دلیل داشتن لاکتوز می‌تواند در تهیه سیلاژ توسط میکروارگانیسم‌ها تولید اسیدلاکتیک نموده و به کاهش pH کمک نماید (۳). قرار گرفتن سیلاژ در معرض هوا در زمان خوراک‌دهی سبب فساد سیلاژ می‌گردد. مخمرهایی که قادر به متابولیزه کردن اسیدلاکتیک هستند اولین عامل بروز فساد محسوب می‌شوند که سبب افزایش pH می‌شوند (۴). در ادامه، این تغییرات نیز محرکی جهت رشد سایر میکروارگانیسم‌های مضر در سیلاژ می‌شود (۴، ۵)، که در نهایت سبب کاهش تولید دام به‌دلیل کاهش ارزش مواد غذایی یا بروز مسمومیت می‌گردد. در سال ۱۹۹۶ برای اولین بار بیان شد که استفاده از لاکتوباسیلوس بوکنری سبب بهبود پایداری هوازی سیلاژ می‌گردد (۴). از آن زمان تاکنون پژوهش‌های بسیاری توسط محققین روی این میکروارگانیسم‌ها صورت گرفته که لاکتوباسیلوس بوکنری از طریق تبدیل غیرهوازی اسید لاکتیک به اسید استیک سبب افزایش مقاومت سیلاژ نسبت به فساد هوازی می‌گردد (۶). در مطالعه‌ای که توسط Besharati و همکاران با هدف بررسی تأثیر افزودن سطوح مختلف آب‌پنیر تازه و افزودنی باکتریایی به سیلاژ یونجه بر میزان تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، پروتئین خام و ماده آلی و میزان تولید گاز با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی انجام شد، نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک مربوط به تیمار سیلاژ یونجه به‌همراه ۶۰ گرم آب‌پنیر تازه بر کیلوگرم وزن تر یونجه بود که طی ساعات ۲، ۴، ۱۲، ۷۲ و ۹۶ انکوباسیون شکمبه‌ای مشاهده شد. بخش سریع تجزیه شونده (a) ماده خشک در تیمارهای افزودنی باکتریایی تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نداشت، اما در تیمارهای حاوی آب‌پنیر تازه در سه سطح مختلف ۳۰، ۶۰ و ۹۰ گرم آب‌پنیر تازه نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت. به‌طورکلی نتایج آن‌ها نشان داد که افزودن آب‌پنیر در سطوح مختلف سبب افزایش در بخش‌های با تجزیه‌پذیری سریع، تجزیه‌پذیری آهسته و تجزیه‌پذیری مؤثر شد (۷). هم‌چنین Repetto و همکاران نشان دادند که فرآوری سیلاژ یونجه با ۲۰ تا ۵۰ گرم آب پنیر تازه بر کیلوگرم وزن تر یونجه، باعث افزایش تجزیه‌پذیری ماده خشک، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز گردید (۸). افزایش تجزیه‌پذیری ماده خشک با مکمل کربوهیدراتی می‌تواند به‌دلیل تأثیر منابع کربوهیدراتی بر رشد میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی و در نتیجه تجزیه بهتر پیوندهای لیگنوسلولزی بین ترکیبات ساختمانی و کربوهیدرات‌های محلول در سیلاژ باشد (۹). هدف از این پژوهش، بررسی اثر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر بر ارزش غذایی جیره‌های مخلوط بر پایه کاه گندم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ در دو بخش آزمایشگاهی و کار بر روی دام زنده صورت گرفت. در این آزمایش ۲ جیره غذایی بر اساس نیازهای مختلف دام بر پایه کاه گندم و آب‌پنیر تهیه و در کیسه‌های پلاستیکی دولایه سیلو شدند و پس از گذشت ۶۰ روز، کیسه‌ها باز و در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفتند. جیره یک بر پایه کاه گندم غنی شده با اوره، آرد جو و سبوس گندم بود. در جیره دوم یونجه نیز به خوراک کامل اضافه گردید. جیره‌های آزمایشی و نسبت هر یک از مواد خوراکی در جدول ۱ نشان داده شده است. هر یک از جیره‌های آزمایشی با نسبت وزنی مساوی با آب‌پنیر مخلوط شده و مخلوطی با حدود ۵۰ درصد رطوبت تهیه شد. مقدار کل مواد مخلوط شده خشک برای هر جیره ۶ کیلوگرم در نظر گرفته شد که با افزودن ۶ لیتر آب‌پنیر به ۱۲ کیلوگرم رسید.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

جدول ۱: اقلام خوراکی و ترکیب مواد مغذی تیمارهای آزمایشی

Table 1. Feeds ingredients and nutrients composition of experimental treatments

Feeds ingredients	Experimental treatments	
	Diet 1	Diet 2
Wheat straw	47.7	47.3
Barley flour	23.8	16
Wheat bran	23.8	16
Alfalfa hey	0	16
Urea	4	4
Salt	0.3	0.3
Sulfur flower	0.2	0.2
Vitamins and minerals premix	0.2	0.2
Nutrients and chemical composition		
Crude protein (%)	18.82	19.18
Metabolizable energy (Mcal/kg DM)	2.02	1.91
Nutral detergent fibe (%)	57.44	58.49
Acid detergent fiber (%)	34.08	35.52
Calcium (%)	0.29	0.50
Phosphorus (%)	0.33	0.27

Treatments: 1) A complete diet based on straw enriched with urea, 2) adding alfalfa to the complete diet.
[1]Supplied 300000 IU vitamin A, 100000 IU vitamin D3, 3000 IU vitamin E, 1.5 IU antioxidant, 6000 mg/kg Zn, 5000 mg/kg Mn, 6000 mg/kg Fe, 2000 mg/kg Cu, 40 mg/kg I, 60 mg/kg Co and 30 mg/kg Se.

برای آماده‌سازی هر جیره، مقدار ۶ لیتر آب‌پنیر توزین شده و در یک ظرف پلاستیکی ریخته شد. اوره، نمک، گل گوگرد و مکمل معدنی-ویتامینه هر جیره با آب‌پنیر به‌خوبی مخلوط گردید و سایر مواد خوراکی هر گروه نیز براساس نسبت‌های تعیین شده مطابق با جدول ۱ با هم مخلوط شده و سپس در داخل یک مخزن ریخته شدند و آب‌پنیر غنی‌شده با اوره (که اوره مورد استفاده در آن حل شده است) و مکمل‌ها بر روی آن پاشیده شده و به‌خوبی مخلوط شدند. از مخلوط تهیه شده قبل از سیلو کردن نمونه‌برداری انجام شد. سپس مخلوط به‌دست‌آمده به ۴ قسمت تقسیم شده و در ۴ کیسه نایلونی شفاف (۴ تا تکرار) به‌صورت جیره کاملاً مخلوط سیلو گردید. کیسه‌ها در انبار با دمای معمولی و دور از نور آفتاب نگه‌داری شد و پس از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز سیلاژها از لحاظ ظاهری (کنترل کپک‌زدگی احتمالی) مورد بررسی قرار گرفتند و پس از ۶۰ روز کیسه‌ها باز شده و از محتویات سیلوها نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌برداری از جیره‌های آزمایشی قبل و بعد از سیلو کردن انجام شد و به آزمایشگاه ارسال گردید. اندازه‌گیری خاکستر خام، نشاسته و پروتئین خام با استفاده از روش‌های استاندارد، به‌دقت انجام پذیرفت (۱۰). دیواره سلولی با به کارگیری محلول شوینده خنثی با روش Van Soest و همکاران (۱۱) و نیتروژن غیرپروتئینی از طریق روش کلدال و تفاضل نیتروژن رسوب از کل نیتروژن نمونه اندازه‌گیری شد. تعیین میزان گاز تولیدی حاصل از تخمیر نمونه‌ها، مطابق با روش Menke و Steingass انجام پذیرفت (۱۲). برای تعیین شاخص PF (معرف مقدار سنتز پروتئین میکروبی) از روش Makkar استفاده شد (۱۳). برای اندازه‌گیری قابلیت هضم روی حیوان زنده (آزمایش *in vivo*) دو جیره غذایی با آب‌پنیر سیلو گردید و پس از گذشت ۶۰ روز توسط حیوان زنده مورد استفاده قرار گرفت. دوجیره آزمایشی هر کدام به ۲ شکل متفاوت به حیوانات آزمایشی ارائه گردید. به‌این صورت که در نهایت ۴ جیره مختلف تولید و به حیوان تغذیه گردید. جیره‌های نهایی شامل ۱) بخش کاه جیره ۱ با نسبت وزنی برابر با آب‌پنیر به‌علاوه اوره، نمک، گل گوگرد و مکمل معدنی-ویتامینه. ۲) سیلاژ کل مواد تشکیل دهنده جیره ۱ با نسبت وزنی برابر با آب‌پنیر به‌علاوه اوره، نمک، گل‌گوگرد و مکمل معدنی- ویتامینه. ۳) بخش کاه جیره ۲ با نسبت وزنی برابر با آب‌پنیر به‌علاوه اوره، نمک، گل گوگرد و مکمل معدنی-ویتامینه و یونجه. ۴) سیلاژ کل مواد تشکیل دهنده جیره ۱ با نسبت وزنی برابر با آب‌پنیر به‌علاوه اوره، نمک، گل‌گوگرد و مکمل‌معدنی-ویتامینه‌و یونجه. دراین آزمایش‌از ۵ رأس گوسفند نژاد زل نر اخته‌شده بالغ با میانگین وزنی ۳۵ کیلوگرم و با سن یک سال استفاده شد. تعداد ۵ قفس متابولیکی جهت آزمایش هضمی بر روی حیوان زنده اختصاص داده شد. قفس‌ها دارای غربال و سینی بوده و عمل تفکیک ادرار و مدفوع به‌راحتی صورت پذیرفته و جمع‌آوری شد. آخور و آبشخور در قسمت جلوی قفس قرار داشت. هر روز آبشخورها پر از آب شده و هر روز هم تمیز گردید. عمل خوراک‌دهی طی دو وعده در روز انجام گردید. درطول آزمایش دام‌ها دسترسی آزاد به خوراک و آب داشتند. به‌منظور بررسی اثر تغذیه جیره‌های آزمایشی بر غلظت فراسنجه‌های خون، خونگیری از همه دام‌ها در روز آخر دوره آزمایش در زمان ۲ ساعت پس از تغذیه صبحگاهی (هم‌زمان با جمع‌آوری شیرابه شکمبه) Shakeri و همکاران صورت گرفت (۱۴). داده‌های به‌دست آمده برای ترکیبات شیمیایی و تولید گاز با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی ۲×۳ و سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. اطلاعات حاصله توسط

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ با رویه GLM مورد تجزیه آماری قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

نتایج مربوط به سیلو کردن جیره‌های یک و دو به‌ترتیب در جداول ۲ و ۳ گزارش شده است. سیلو کردن جیره غذایی اول منجر به کاهش معنی‌داری در غلظت نیتروژن غیرپروتئینی از ۲/۱ درصد قبل از سیلو کردن به ۱/۴ بعد از سیلو کردن شد. درحالی‌که منجر به افزایش میزان ADF، ADL و pH به‌ترتیب از مقادیر ۲۳/۸۰، ۳/۲۰ و ۵/۴۰ درصد قبل از سیلو کردن به ۲۴/۵۶، ۳/۲۳ و ۸/۴۰ درصد بعد از سیلو کردن شد (جدول ۲). در جیره ۲ که از یونجه به عنوان جایگزین بخشی از کاه در جیره استفاده گردید، غلظت لیگنین و میزان pH بعد از سیلو شدن در مقایسه با قبل از سیلوشدن افزایش یافت، به‌طوری‌که این تغییر برای غلظت لیگنین از ۳/۴۰ درصد به ۳/۴۹ درصد و برای میزان pH از ۵/۶ به ۸/۱۶ بود. علاوه بر این غلظت نشاسته جیره از میزان ۱۹/۸۸ درصد قبل از سیلو شدن به ۸/۴ درصد بعد از سیلوشدن کاهش یافت. اما سایر ترکیبات در این جیره تحت تأثیر سیلو شدن قرار نگرفت (جدول ۳).

جدول ۲: نتایج حاصل از تأثیر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر روی ارزش غذایی جیره‌های آزمایشی اول

Table 2. Results of the effect of wet treatment with whey on the nutritional value of first experimental diet

Characteristics	Diet 1		SEM	Pvalue
	Before ensiling	After ensiling		
Dry matter	47.24	45.71	0.499	0.88
CP	17.45	15.52	0.427	0.27
Starch	11.40	7.75	0.627	0.08
Non protein nitrogen	2.15	1.45	0.055	<0.01
NDF	45.00	43.97	0.638	0.21
ADF	23.80	24.56	0.327	0.01
ADL	3.20	3.23	0.116	0.04
Ash	12.50	12.42	0.276	0.06
pH	5.40	8.40	0.029	<0.01

Means denoted with different letters (a-b) in a row differ.
Treatments: 1) A complete diet based on straw enriched with urea, 2) adding alfalfa to the complete diet.

جدول ۳: نتایج حاصل از تأثیر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر روی ارزش غذایی جیره‌های آزمایشی دوم

Table 3. Results of the effect of wet treatment with whey on the nutritional value of second experimental diet

Characteristics	Diet 2		SEM	Pvalue
	Before ensiling	After ensiling		
Dry matter	49.41	48.01	0.438	0.99
CP	15.79	14.29	0.688	0.39
Starch	19.88	8.47	1.755	0.01
Non protein nitrogen	1.79	1.24	0.135	0.48
NDF	47.20	44.80	1.573	0.20
ADF	25.40	25.19	1.010	0.06
ADL	3.40	3.49	0.192	0.04
Ash	9.90	9.73	0.113	0.19
pH	5.66	8.16	0.114	<0.01

Means denoted with different letters (a-b) in a row differ.
Treatments: 1) A complete diet based on straw enriched with urea, 2) adding alfalfa to the complete diet.

نتایج تخمیرپذیری و فراسنجه‌های مرتبط در جیره‌های آزمایشی با روش آزمون گاز تا ۲۴ ساعت انکوباسیون در جداول ۴ و ۵ گزارش شده است. نتایج نشان داد که در جیره اول پس از سیلو شدن و ایجاد تخمیر در آن میزان گاز تولیدی کاهش یافت ولی در جیره دوم بدون تفاوت معنی‌دار بود. نتایج مربوط به بررسی قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی به‌صورت تخمیرنشده و تخمیرشده با استفاده از حیوان زنده در جداول ۶ و ۷ گزارش شده است. نتایج استفاده از جیره اول نشان داد که گوسفندان مصرف‌کننده جیره تخمیرشده در مقایسه با جیره تخمیر نشده مصرف خوراک بالاتر، قابلیت هضم ماده خشک بیش‌تر و هم‌چنین و قابلیت هضم ماده آلی بیش‌تری داشتند، اما قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی با تخمیر جیره تحت تأثیر قرار نگرفت. هم‌چنین مصرف جیره اول سبب افزایش وزن‌بدن گوسفندان آزمایشی گردید و اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن حیوانات بین دو گروه مصرف کننده جیره‌های تخمیر نشده و تخمیر شده وجود نداشت.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

جدول ۴: نتایج حاصل از تأثیر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر روی فراسنجه‌های تخمیرپذیری جیره‌های آزمایشی اول

Table 4. Results of the effect of wet treatment with whey on Fermentability parameters of first experimental diet

Characteristics	Diet 1		SEM	Pvalue
	Before ensiling	After ensiling		
Gas production in 24 h (mL)	32.66	28.03	0.381	<0.01
Potential gas production (mL)	57.44	51.37	1.226	0.03
Rate of gas production (h^{-1})	0.036	0.03	0.0009	0.09
Digestibility of organic matter (%)	48.22	40.29	1.934	0.04
Short chain fatty acids (mmol)	0.61	0.419	0.048	0.05
Metabolizable energy (Mcal/kg DM)	1.88	1.58	0.071	0.04
True dry matter disappearance (mg/gr DM)	66.36	64.62	0.973	0. 28
Partitioning factor (mg/mL)	5.19	7.49	0.635	0.06
Microbial biomass production (mg/gr DM)	81.61	96.98	4.661	0.08
Efficiency of microbial biomass production (mg/mL)	0.57	0.70	0.033	0.05

Means denoted with different letters (a-b) in a row differ.
Treatments: 1) A complete diet based on straw enriched with urea, 2) adding alfalfa to the complete diet.

جدول ۵: نتایج حاصل از تأثیر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر روی فراسنجه‌های تخمیرپذیری جیره‌های آزمایشی دوم

Table 5. Results of the effect of wet treatment with whey on Fermentability parameters of second experimental diet

Characteristics	Diet 2		SEM	Pvalue
	Before ensiling	After ensiling		
Gas production in 24 h (mL)	31.75	30.67	1.129	0.54
Potential gas production (mL)	55.59	54.58	1.328	0.51
Rate of gas production (h^{-1})	0.03	0.03	0.002	0.86
Digestibility of organic matter (%)	49.92	44.46	2.504	0.20
Short chain fatty acids (mmol)	0.65	0.53	0.062	0.18
Metabolizable energy (Mcal/kg DM)	1.91	1.73	0.092	0.22
True dry matter disappearance (mg/gr DM)	64.16	62.14	4.193	0.10
Partitioning factor (mg/mL)	4.60	5.63	0.532	0.24
Microbial biomass production (mg/gr DM)	70.40	80.39	5.901	0.30
Efficiency of microbial biomass production (mg/mL)	0.51	0.61	0.044	0.22

Means denoted with different letters (a-b) in a row differ.
Treatments: 1) A complete diet based on straw enriched with urea, 2) adding alfalfa to the complete diet.

جدول ۶: نتایج حاصل از تأثیر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر روی فراسنجه‌های هضمی جیره‌های آزمایشی اول

Table 6. Results of the effect of wet treatment with whey on Fermentability parameters of first experimental diet

Characteristics	Diet 1		SEM	Pvalue
	Before ensiling	After ensiling		
Dry matter intake (g/d)	993.05	1134.80	42.071	<0.01
Dry matter (%)	55.51	61.54	1.780	0.03
Organic matter (%)	58.84	65.93	1.675	<0.01
NDF (%)	38.43	43.09	2.814	0.27
Urine volume (ml/d)	698.61	1181.50	102.51	<0.01
Urine pH	8.66	8.64	0.041	0.82
Rumen fluid pH	6.91	6.52	0.090	0.07
Ammonia nitrogen concentration (mg/dL)	22.83	23.71	2.624	0.82
Body weight change (g/period)	60.00	480.00	22.00	0.54

Means denoted with different letters (a-b) in a row differ.
Treatments: 1) A complete diet based on straw enriched with urea, 2) adding alfalfa to the complete diet.

جدول ۷: نتایج حاصل از تأثیر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر روی فراسنجه‌های هضمی جیره‌های آزمایشی دوم

Table 7. Results of the effect of wet treatment with whey on Fermentability parameters of second experimental diet

Characteristics	Diet 2		SEM	Pvalue
	Before ensiling	After ensiling		
Dry matter intake (g/d)	1116.20	1031.60	42.071	0.17
Dry matter (%)	59.21	57.42	1.781	0.49
Organic matter (%)	65.21	61.23	1.676	0.10
NDF (%)	42.17	37.61	2.801	0.29
rine volume (ml/d)	932.90	1183.24	62.054	0.01
Urine pH	8.76	8.77	0.040	0.92
Rumen fluid pH	6.67	6.79	0.092	0.37
Ammonia nitrogen concentration (mg/dL)	17.00	33.80	2.623	<0.01
Body weight change (g/period)	-420.00	-640.00	48.000	0.75

Means denoted with different letters (a-b) in a row differ.
Treatments: 1) A complete diet based on straw enriched with urea, 2) adding alfalfa to the complete diet.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

غلظت فراسنجه‌های پلاسمای خون حیوانات تحت آزمایش با مصرف جیره‌های آزمایشی تخمیر شده و تخمیر نشده در جداول ۸ و ۹ گزارش شده است. تفاوتی بین میانگین غلظت گلوکز، آلبومین، نیتروژن اوره‌ای خون، پروتئین کل و آنزیم‌های کبدی شامل آسپارتات ترانس آمیناز، آلانین آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز خون گوسفندان تغذیه شده با جیره‌های تخمیر نشده و تخمیر شده از هر دو جیره مشاهده نشد.

جدول ۸: نتایج حاصل از تأثیر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر روی پارامترهای خونی جیره‌های آزمایشی اول

Table 8. Results of the effect of wet treatment with whey on blood metabolites of first experimental diet

Characteristics	Diet 1		SEM	Pvalue
	Before ensiling	After ensiling		
Glucose (mg/dl)	96.40	101.40	5.364	0.52
Albumine (g/dl)	4.06	4.22	0.137	0.40
Blood urea nitrogen (mg/dl)	64.20	78.83	8.300	0.91
Total protein (g/dl)	7.61	8.00	0.290	0.06
Aspatat amino transferase (IU/l)	131.82	109.41	12.91	0.24
Alanin amino transferase (IU/l)	27.61	19.25	5.40	0.35
Alkaline phospatase (IU/l)	431.20	422.63	52.06	0.30

Means denoted with different letters (a-b) in a row differ.
Treatments: 1) A complete diet based on straw enriched with urea, 2) adding alfalfa to the complete diet.

جدول ۹: نتایج حاصل از تأثیر عمل‌آوری مرطوب با آب پنیر روی پارامترهای خونی جیره‌های آزمایشی دوم

Table 9. Results of the effect of wet treatment with whey on blood metabolites of second experimental diet

Characteristics	Diet 2		SEM	Pvalue
	Before ensiling	After ensiling		
Glucose (mg/dl)	83.00	81.60	5.361	0.86
Albumine (g/dl)	3.90	3.90	0.132	0.99
Blood urea nitrogen (mg/dl)	57.61	68.62	8.301	0.41
Total protein (g/dl)	7.09	7.20	0.234	0.37
Aspatat amino transferase (IU/l)	113.60	125.63	12.907	0.52
Alanin amino transferase (IU/l)	27.43	26.23	5.405	0.99
Alkaline phospatase (IU/l)	632.00	569.40	52.097	0.88

Means denoted with different letters (a-b) in a row differ.
Treatments: 1) A complete diet based on straw enriched with urea, 2) adding alfalfa to the complete diet.

بحث

سیلو کردن جیره غذایی نشان داد که در جیره ۱ کاهش معنی‌داری در غلظت نیتروژن غیرپروتئینی و افزایش میزان ADF، ADL و pH شد. در جیره ۲ که از یونجه به‌عنوان جایگزین بخشی از کاه در جیره استفاده گردید، غلظت لیگنین و میزان pH بعد از سیلو شدن در مقایسه با قبل از سیلوشدن افزایش یافت، علاوه بر این غلظت نشاسته جیره کاهش یافت. اما سایر ترکیبات در این جیره تحت تأثیر سیلو شدن قرار نگرفت. D'Alessandro و همکاران گزارش کردند که عمل‌آوری کاه گندم با آب پنیر سبب بهبود مقدار ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی گردید (۱۵). مقدار pH یک پارامتر محوری برای فرآیند سیلو کردن مناسب است و مقادیر pH پایین را می‌توان به تخمیر کربوهیدرات‌های محلول در آب، توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک، به اسیدهای آلی نسبت داد. D'Alessandro و همکاران، نشان دادند که در هر دو سیلوی عمل‌آوری شده با آب پنیر افت سریع pH مشاهده شده در مرحله اول سیلو کردن و مقادیر نهایی pH نزدیک به ۴/۲ بود که به‌طورکلی به‌عنوان حداکثر آستانه برای سیلوهای با دوام خوب درنظر گرفته می‌شود زیرا کاهش pH در طول فرآیند سیلو کردن در جلوگیری از رشد میکروب‌های نامطلوب مانند کلستریدیا، انتروباکتریاسه، لیستریا و کپک‌ها اهمیت حیاتی دارد (۱۵). در یک بررسی مخلوطی از علوفه‌های چاودار و ماشک به همراه کنسانتره براساس ماده خشک با نسبت‌های ۱۸، ۳۸ و ۴۴ درصد مخلوط و به‌مدت ۴۵ روز سیلاژ شدند. ماده خشک سیلاژها ۴۲/۵ درصد و pH آن‌ها ۴/۱۹ بود و میزان اسیدلاکتیک و نیتروژن آمونیاکی در این سیلاژها به‌ترتیب ۶/۲۱ و ۵/۱۷ درصد با پایداری هوازی ۲۱۶ ساعت تعیین شد که نشان‌دهنده کیفیت مطلوب در سیلاژ تهیه شده بود (۱۶، ۱۷). در هر دو جیره آزمایشی غلظت پروتئین خام پس از سیلو شدن به‌طور عمده‌ای کاهش یافت و این کاهش را می‌توان به تبدیل شدن اوره به آمونیاک و نهایتاً متصاعد شدن آمونیاک از جیره‌ها پس از باز شدن سیلوهای آزمایشی نسبت داد. در این آزمایش استفاده همزمان از آب پنیر و اوره برای عمل‌آوری جیره‌های آزمایشی می‌تواند سبب تولید ترکیب پایدارتری از اوره با

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

عنوان لاکتوزیل اوره شده باشد. گزارش شده است که این ترکیب پایداری بالاتری از اوره داشته و تجمع آمونیاک در شکمبه با این ترکیب تنها ۲۰-۱۴ درصد اوره می‌باشد و از این‌رو قابلیت استفاده از اوره در جیره دام‌ها را تا ۵ برابر افزایش می‌دهد (۱۸). در تحقیق حاضر غلظت نشاسته بعد از سیلوشدن کاهش یافت. در این راستا Bueno و همکاران گزارش کردند که با استفاده از غلات در سیلاژ خوراک کامل، برخی از منابع نشاسته‌ای ممکن است طی فرآیند تخمیر، تجزیه شده و منجر به کاهش نسبت نشاسته گردد. البته ضمن این که این پدیده می‌تواند از معایب سیلوکردن محسوب شود، ممکن است موجب بالا رفتن قابلیت هضم نشاسته نیز گردد (۱۹). هم‌چنین گزارش شده است که آمونیاک حاصل از هیدرولیز باکتریایی اوره باعث افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی و بالا رفتن pH سیلاژ می‌شود (۲۰). نتایج تخمیرپذیری و فراسنجه‌های مرتبط در جیره‌ها نشان داد که در جیره اول پس از سیلوشدن و ایجاد تخمیر در آن میزان گاز تولیدی کاهش یافت ولی در جیره دوم بدون تفاوت معنی‌دار بود. Safari و همکاران با تعیین تخمیرپذیری جیره بره‌های پرواری حاوی ۳۰ درصد کاه برنج معمولی و جایگزینی آن با کاه برنج غنی‌شده با اوره شاهد افزایش تولید گاز از ۵۲/۱۶ به ۶۲/۶۷ میلی‌لیتر به ازای هر گرم از نمونه جیره بودند (۲۱). Yekani و همکاران گزارش کردند که پودر آب‌پنیر در تمام ساعات انکوباسیون بیش‌ترین مقدار گاز تولیدی را داشته است. کاهش تولید گاز در جیره اول را می‌توان به کاهش غلظت پروتئین خام و نشاسته و هم‌چنین افزایش اجزای دیواره سلولی در این جیره پس از سیلوشدن نسبت داد (۲۲). Besharati و همکاران نشان دادند که در پایان ۱۲۰ ساعت بیش‌ترین حجم گاز تولیدی مربوط به تیمار یونجه همراه با ۹۰ گرم آب پنیر تازه و افزودنی باکتریایی و کم‌ترین آن مربوط به تیمار یونجه پلاسیده همراه با افزودنی باکتریایی بود. رابطه مثبت بین میزان پروتئین خام و تولید گاز در اثر تخمیر مواد خوراکی تأیید شده است (۲۳). هر چند تولید گاز ناشی از تخمیر پروتئین‌ها در مقایسه با کربوهیدرات‌ها اندک است، با این وجود تجزیه پروتئین خام مواد خوراکی سبب آزادسازی نیتروژن آمونیاکی می‌شود و با تأمین نیتروژن مورد نیاز برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌های تخمیرکننده دیواره سلولی و سایر مواد مغذی، زمینه مناسبی برای تخمیر و تولید بیش‌تر گاز را فراهم می‌آورد (۲۴). از سوی‌دیگر Kamalak و همکاران دریافتند که یک ارتباط منفی بین گاز تولیدی با میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در گیاه برقرار می‌باشد (۲۵). بررسی نتایج حاصل از برآورد مقدار ماده خشک تجزیه‌شده به‌صورت حقیقی، شاخص بخش‌پذیری، تولید بیوماس میکروبی و بازدهی تولید بیوماس میکروبی در جیره دوم دارای تفاوت معنی‌دار نبود اما در جیره اول بازدهی تولید بیوماس میکروبی بعد از سیلو شدن در مقایسه با قبل از آن افزایش یافت. در این خصوص گزارش شده است که افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی، نیتروژن لازم برای فعالیت مناسب باکتری‌های دستگاه گوارش را فراهم می‌نماید و در نتیجه سنتز پروتئین میکروبی و هضم ماده خوراکی افزایش یافته و متعاقب آن جذب ماده خشک و عملکرد دام بهبود می‌یابد (۲۶). گزارش شده است که در علوفه تازه ۷۵ تا ۹۰ درصد از کل نیتروژن در ساختار پروتئین‌ها و بقیه آن در پپتیدها، اسیدهای آمینه آزاد، آمیدها، پورین‌ها، نوکلئوتیدها، کلروفیل و نیترات‌ها قرار دارد و در اثر پروتئولیزی که در سیلاژ اتفاق می‌افتد، پروتئین‌های حقیقی علوفه به محصولات نهایی پروتئولیز (اسیدهای‌آمینه، پپتیدها، آمونیاک و آمین‌ها) تبدیل می‌شوند، به‌طوری‌که در سیلاژهای خوب هم ممکن است نیتروژن پروتئینی به ۵۰ تا ۶۰ درصد کاهش یابد (۲۷). نتایج مربوط به بررسی قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی به‌صورت تخمیر نشده و تخمیرشده با استفاده از حیوان زنده نشان داد که گوسفندان مصرف‌کننده جیره تخمیرشده در مقایسه با جیره تخمیرنشده مصرف خوراک بالاتر، قابلیت هضم ماده خشک بیش‌تر و هم‌چنین و قابلیت هضم ماده آلی بیش‌تری داشتند، اما قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی با تخمیر جیره تحت تأثیر قرار نگرفت. هم‌چنین مصرف جیره اول سبب افزایش وزن بدن گوسفندان آزمایشی گردید و اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن حیوانات بین دو گروه مصرف کننده جیره‌های تخمیرنشده و تخمیرشده وجود نداشت. در تأیید نتایج این آزمایش، Afzalzade کاه گندم را با اوره و آب‌پنیر به‌مدت ۲ ماه سیلو کرد و گزارش داد که در اثر غنی‌سازی و سیلوکردن کاه، غلظت پروتئین خام در آن ۵۲ درصد، ضریب هضمی آن ۹/۸ درصد و تجزیه‌پذیری ماده خشک آن ۱۷ درصد افزایش یافت. هم‌چنین بره‌های مصرف‌کننده این کاه روزانه ۴۳ درصد مصرف خوراک بیش‌تری در مقایسه با کاه معمولی داشتند (۲۸). نتایج تأثیر جیره دوم در مقایسه با تأثیر جیره اول بر مصرف ماده خشک و قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی متفاوت بود، به‌طوری‌که تفاوتی در ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی مشاهده نشد. علاوه بر این با مصرف این جیره در دوره نمونه‌برداری، وزن بدن گوسفندان آزمایشی کاهش یافت، هر چند تفاوتی درکاهش وزن بین دو گروه مصرف‌کننده جیره‌های تخمیرنشده و تخمیرشده مشاهده نگردید. هم‌راستا با این نتایج وقتی‌که جیره بره‌های پرواری نژاد عربی با صفر، ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ درصد اوره مکمل گردید افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک به‌صورت خطی کاهش یافت (۲۹). علاوه بر این Karimi و همکاران گزارش کردند که وقتی بره‌های پرواری با سیلاژ خوراک

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

کامل تخمیرشده شامل ۲۵ درصد یونجه، ۱۰ درصد کاه گندم، ۱۵ درصد بقایای ذرت دانه‌ای و ۵۰ درصد دانه جو، که با ۴ درصد اوره و ۵ درصد ملاس سیلو شده بود را تغذیه شدند در مقایسه با مصرف همین خوراک به‌صورت تخمیرنشده، خوراک مصرفی کم‌تر (۱۱۷۴ در مقابل ۱۳۴۰ گرم)، میانگین افزایش وزن روزانه پایین‌تر (۱۳۶ در مقابل ۱۶۰ گرم) و نسبت تبدیل خوراک بالاتری (۹ در مقابل ۸) داشتند (۳۰). قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و انرژی خام در گوسفندانی که از سیلاژ یک خوراک کامل تغذیه شده بودند بیش‌تر از گوسفندانی بود که از همان خوراک کامل به‌صورت تازه تغذیه شده بودند (۳۱). افزایش نرخ تجزیه‌پذیری و نرخ عبور از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده مصرف خوراک با حجم ثابت شکمبه می‌باشند. با افزایش این دو عامل تخلیه و ناپدید شدن شکمبه از خوراک مصرفی سریع‌تر شده و پری فیزیکی شکمبه و سیری حیوان به‌خصوص در جیره‌های بر پایه علوفه‌رخ نخواهد داد (۳۲)، لذا در توجیه عدم تأثیر فرآوری تخمیری جیره دوم در مقایسه با جیره اول بر مصرف خوراک و قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی، می‌توان به وجود ۱۶ درصد یونجه در جیره دوم اشاره کرد که به‌جای آن در جیره اول از دانه جو و سبوس گندم استفاده شده است. دانه جو و سبوس گندم مازاد در جیره اول در مقایسه با جیره دوم دارای انرژی بالاتر و قابل‌دسترس‌تر برای ارگانیسم‌های دستگاه گوارش می‌باشند. با مصرف اشکال مختلف هر دو جیره اول و دوم، pH شکمبه و ادرار گوسفندان تحت‌تأثیر قرار نگرفت، درحالی‌که نتایج آزمایش دیگری نشان‌داده است که بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کاه فرآوری شده، pH شکمبه و ادرار بالاتری نسبت به گوسفندان تغذیه شده با کاه فرآوری نشده داشتند (۳۲، ۳۳). از سوی دیگر، با مصرف هر دو جیره اول و دوم به‌صورت تخمیرشده در مقایسه با جیره تخمیرنشده حجم ادرار گوسفندان افزایش یافت. هم‌سو با نتایج این آزمایش گزارش‌شده است که گوسفندان تغذیه شده با کاه فرآوری‌شده حجم ادرار بالاتری نسبت به گوسفندان تغذیه شده با کاه فرآوری‌نشده داشتند (۳۲). بررسی غلظت فراسنجه‌های پلاسمای خون حیوانات تحت‌آزمایش با مصرف‌جیره‌های آزمایشی تخمیرشده و تخمیر نشده نشان داد که تفاوتی بین میانگین غلظت گلوکز، آلبومین، نیتروژن اوره‌ای خون، پروتئین کل و آنزیم‌های کبدی شامل آسپارتات ترانس آمیناز، آلانین آمینو ترانسفراز و آلکالین فسفاتاز خون گوسفندان تغذیه‌شده با جیره‌های تخمیرنشده و تخمیرشده از هر دو جیره مشاهده نشد. در تأیید نتایج این آزمایش، Mehdikhani-Bazehouz و همکاران، گزارش کردند که استفاده از کاه گندم غنی‌شده با اوره و ملاس تأثیر نامطلوبی بر فراسنجه‌های خونی بره‌های مصرف کننده نداشت، ضمن این‌که تفاوتی بین بره‌های مصرف‌کننده جیره حاوی کاه غنی‌شده با اوره و ملاس در مقایسه با جیره حاوی کاه معمولی مشاهده نشد (۳۴). در سایر آزمایشات نیز تفاوتی در میانگین غلظت گلوکز، پروتئین کل، آلبومین، AST و ALT پلاسمای خون بره‌های پرواری مصرف کننده سیلاژ خوراک کامل تخمیری بر پایه ذرت علوف‌های و سیلاژ خوراک کامل تخمیری بر پایه چغندر علوفه‌ای در مقایسه با جیره‌های معمولی بر پایه یونجه و کاه مشاهده نشده است (۱۴، ۳۵). در مطالعه دیگری نیز متابولیت‌های سرم خون شامل اوره، پروتئین‌های خون (آلبومین، گلوبولین و کل پروتئین) تحت تأثیر جیره حاوی کاه جو فرآوری‌شده با اوره در مقایسه با کاه جو فرآوری‌نشده قرار نگرفت (۳۲، ۳۶). استفاده از متابولیت‌های خون در زمان ارزیابی اثرات جیره‌ها بر عملکرد حیوانات می‌تواند به‌عنوان یک شاخص وضعیت سلامت حیوان از وضعیت غیرطبیعی باشد. بدون توجه به اختلاف غلظت بین میانگین‌های دو جیره آزمایشی، بررسی و مقایسه نتایج حاصل از آزمایش با دامنه طبیعی این فراسنجه‌ها در گوسفندان سالم نشان داد که غلظت تمام فراسنجه‌های مورد بررسی در دامنه طبیعی گزارش شده برای گوسفند بود و این نشان می‌دهد که بره‌ها با مصرف جیره‌های آزمایشی دچار عارضه یا مشکل متابولیکی نبوده‌اند (۳۷).

نتیجه‌گیری: با غنی‌سازی جیره‌های آزمایشی با اوره و آب‌پنیر و سیلوکردن آن‌ها نشان داده شد که خصوصیات ظاهری سیلاژ تمام جیره‌های آزمایشی از نظر استحکام بافت، بوی مطلوب، رنگ طبیعی و کپک‌زدگی از مطلوبیت برخوردار بودند و هیچ‌گونه پساب، کپک‌زدگی و یا تخریب در آن‌ها مشاهده نگردید. هم‌چنین در تمام جیره‌های مورد بررسی، غلظت پروتئین خام کاهش یافت. غلظت نشاسته در هر دو جیره آزمایشی پس از سیلوشدن کاهش یافت. نتایج نشان داد علی‌رغم این‌که pH در هر دو جیره قلیایی بود، لیکن عمل‌آوری جیره‌های خوراک کامل با اوره و آب پنیر اثر قابل توجهی بر بهبود ارزش غذایی و قابلیت هضم نداشت. در آزمایشات درون‌تنی جیره حاوی مقادیر بیش‌تر منابع کربوهیدراتی (جیره اول) به‌صورت تخمیر شده در مقایسه با جیره تخمیرنشده، مصرف خوراک و قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول شوینده خنثی را بهبود داد. بر اساس نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسد عمل‌آوری با اوره و آب‌پنیر می‌تواند روشی مناسب برای افزایش ارزش غذایی و قابلیت هضم کاه گندم به تنهایی باشد اما در جیره‌های خوراک کامل نقش قابل‌قبولی بر بهبود ارزش غذایی و قابلیت هضم ندارد و قابل توصیه نیست.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

منابع

1. **Badjian, G.R., 2007.** Nomadic Rangeland Management in past and present in a review: Changes, Challenges and Solutions. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 14(4): 524-538. doi: 10.48308/envs.2023.1237 (In Persian)
2. **Kohn, R.A., Dinneen, M.M. and Russek-Cohen, E., 2005.** Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. *Journal of animal science*. 83(4): 879-889. doi: 10.2527/2005.834879x
3. **Bayat, A., Valizade, R. and Naserian, A., 2003.** Using whey instead of water and its effect on the performance of Holstein fattening calves. *Journal of Agricultural Sciences and Industries*. 2: 112-125. doi: 10.1017/S/7527 56200007572
4. **Kleinschmit, D.H. and Kung Jr, L., 2006.** A meta analysis of the effects of Lactobacillus buchneri on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. *Journal of dairy Science*. 89(10): 4005-4013. doi: 10.3168/ jds. S0022-0302(06)72444-4
5. **Woolford, M.K., 1990.** The detrimental effects of air on silage. doi: 10.1111/j.1365-2672.1990.tb02554.x
6. **Oude Elferink, S.J., Krooneman, J., Gottschal, J.C., Spoelstra, S.F., Faber, F. and Driehuis, F., 2001.** Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by Lactobacillus buchneri. *Applied and Environmental microbiology*. 67(1): 125-132. doi: 10.11 28/AEM. 67.1.125-132.2001
7. **Besharati, M., Nekou, M., Nemati, Z. and Karimi, A., 2020.** Determining digestibility of alfalfa silage supplemented with different levels of whey and bacterial additive. *Research Journal of Livestock Science*. 33(128): 3-14. doi: 10.47495/okufbed .1586076 (In Persian)
8. **Repetto, J.L., Echarri, V., Aguerre, M. and Cajarville, C., 2011.** Use of fresh cheese whey as an additive for Lucerne silages: Effects on chemical composition, conservation quality and ruminal degradation of cell walls. *Animal Feed Science and Technology*. 170(3-4): 160-164. doi: 10.1016/j. anifeedsci. 2011.09.004
9. **Rowghani, E., Zamiri, M.J., Khorvash, M. and Abdollahipanah, A., 2008.** The effects of Lactobacillus plantarum and Propionibacterium acidipropionici on corn silage fermentation, ruminal degradability and nutrient digestibility in sheep. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 9(4): 308-315. doi: 10. 22099/IJVR.2008.2626
10. **AOAC International. 2000.** Official methods of analysis of AOAC International. 17(1). doi: 10.1093/9780197610 145.001.0001
11. **Van Soest, P.V., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991.** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*. 74(10): 3583-3597. doi: 10.3168/jds. S0022-0302 (91)78551-2
12. **Menke, K.H. and Steingass, H., 1988.** Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28: 7-55.
13. **Makkar, H.P., 2010.** *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants. *Nuclear and related methodologies*. 107-144. doi: 10.1007/978-90-481-3297-3
14. **Shakeri, P., Fazaeli, H., Aghashahi, A.R. and Shakeri, A.A., 2022.** Effects of using ensiled total mixed ration based on fodder beet on performance, digestibility and blood parameters in fattening Zell lambs. *Journal of Ruminant Research*. 9(4): 97-108. doi: 10.52547/rap.13. 36.88 (In Persian)
15. **D'Alessandro, A.G., Dibenedetto, R.S., Skoufos, I. and Martemucci, G., 2023.** Potential Use of Wheat Straw, Grape Pomace, Olive Mill Wastewater and Cheese Whey in Mixed Formulations for Silage Production. *Agronomy*. 13(9): 2323. doi: 10.3390/agronomy13092323
16. **Chen, L., Guo, G., Yuan, X., Zhang, J., Li, J. and Shao, T., 2016.** Effects of applying molasses, lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality, aerobic stability and *in vitro* gas production of total mixed ration silage prepared with oat-common vetch intercrop on the Tibetan Plateau. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 96(5): 1678-1685. doi: 10.1002/jsfa.72 71.Epub 2015jun 19
17. **Rezai Sarteshnizi, F. and Moharrery, A., 2024.** The Effect of Autoclaving Process on Pathogenic Microorganisms, Chemical Compounds, Activity of Various Enzymes and Mineral Concentration of Processed Ruminal Fluid. *Research* on *Animal Production*. 15(1): 36-45. doi: 10.61186/ rap.15.43.33 (In Persian)
18. **Torkashvand, Y., 2007.** Lactosyl urea, a source for increasing the level of urea and whey consumption in livestock nutrition. The Second National Congress of Animal and Aquatic Sciences.
19. **Bueno, A.V.I., Lazzari, G., Jobim, C.C. and Daniel, J.L.P., 2020.** Ensiling total mixed ration for ruminants: a review. *Agronomy.* 10(6): 879. doi: 10.3390/agronomy10 060879
20. **Keskin, B., Yilmaz, İ.H., Karsli, M. and Nursoy, H., 2005.** Effects of urea or urea plus molasses supplementation to silages with different sorghum varieties harvested at the milk stage on the quality and *in vitro* dry matter digestibility of silages. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 29(5): 1143-1147. doi: 10. 3923/ jbs.2007.401.404
21. **Safari, S., Nooriyan soroor, M.E., Moeini, M.M. and Goodarzi, N., 2023.** The effect of replacing rice straw with wheat straw on growth performance digestibility, fermentation parameters and intestinal histomorphometry in Fattening lambs. *Journal of Ruminant Research*. 11(1): 109-128. doi: 10.22069/ejrr.2023.20766.1869 (In Persian)
22. **Yekani, V. and Pirmohammadi, R., 2021.** Production and Evaluation of Bioactive Peptides Resulting from Hydrolysis of Chicken Meat Waste and Whey Powder Through Autoclave and Bio-Fermentation Process. *Research on Animal Production*. 12(34): 78-88. doi: 10. 52547/rap.12.34.78 (In Persian)
23. **Besharati, M., Nemati, Z. and Safari, R., 2019.** The effect of adding whey and L. Buchneri to alfalfa silage on *in vitro* gas production and degradability. *Research on Animal Production.* 10(26): 56-63. doi: 10.29252/ rap.10.26.56 (In Persian)
24. **Norton, B.W., 2003.** The nutritive value of tree legumes. Pages 1-10 in Forage tree legumes in tropical agriculture. R. C. Gutteridge, and H. M. Shelton, Ed. Available in website: http://www.fao.org/ag/agP/agpc/doc/Publicat/ Gutt-shel/x5556e0j.htm.
25. **Kamalak, A., Canbolat, O. and Gurbuz, Y.A.V.U.Z., 2004.** Comparison between in situ dry matter degradation and *in vitro* gas production of tannin-containing leaves from four tree species. *South African Journal of Animal Science*. 34(4): 233-240. doi: 10.4314/Sajas. v35i4.3975

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]

26. **Paterson, J., Funston, R. and Cash, D., 2001.** Forage quality influences beef cow performance and reproduction. In *Intermountain Nutrition Conference Proceedings, Utah State University Publication.* 169: 101-111.

27. **McDonald, P., 1991.** The biochemistry of silage. *Chalcombe Publ*.

28. **Afzalzadeh, A., 1999.** Determination of feed intake, digestibility coefficient and degradability of straw treated with whey in sheep. *Veterinary Research and Biological Products*. 12(4): 118-121. doi: 10.22092/vj.1999.112846 (In Persian)

29. **Khayat, A., Fazaeli, H. and Kafilzadeh, F., 2014.** Effect of diets containing urea molasses on the fattening performance and blood urea nitrogen of Arabia male lambs. *Research Journal of Livestock Science*. 27(104): 25-38. https://doi.org/10.22092/asj.2014.100168 (In Persian)

30. **Karimi, A., Safaei, A. and Aghashahi, A., 2019.** Evaluation of the effect of treated maize stalklage with urea and molasses in fattening performance of Turky Ghashghaii male lambs. *Journal of Animal Environment.* 11(3): 45-50. (In Persian)

31. **Cao, Y., Takahashi, T., Horiguchi, K.I., Yoshida, N. and 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(1-2): 72-78. doi: 10.1016/j.anifeedsci. 2010.02.004

32. **Ghasemi, E., 2006.** Improvement in nutritive value of cereal straw (rice, barley and wheat) by chemical and biological methods for use as ruminant feed. PhD thesis. Isfahan University of Technology. (In Persian)

33. **Givechi, M., Abdi, E. and Besharati, M., 2022.** Effects of Adding Different Levels of Date Pulp on the Aerobic Stability, Degradability Parametrs and Nutritional Value of Alfalfa Silage using Gas Production. *Research on Animal Production*. 13(35): 62-71. doi: 10.52547/rap.13. 35.62 (In Persian)

34. **Mehdikhani Bazehoze, J., Yazdani, A.R., Torbatinegad, N.M. and Ghorbani, B., 2009.** Effect of treating wheat straw with urea and molasses on crude protein and crude fiber of it and blood metabolites of dalagh lamb. *Journal of agricultural sciences and natural resources*. 16(2): 333-337. (In Persian)

35. **Shakeri, P., Fazaeli, H., Aghashahi, A., Safaei, A. and Shakeri, A., 2022.** Effects of using Total Mixed Ration Silage based on Fodder Corn in Feeding Fattening Lambs. *Research on Animal Production*. 13(36): 88-95. doi: 10.52547/ rap. 13.36. 88 (In Persian)

36. **Babaei, M., Ghoorchi, T. and Toghdory, A., 2023.** Impact of Replacing Different Levels of Potato Waste Silage with Barley on Growth Performance, Digestibility, Rumen and Blood Parameters of Fattening Lambs. *Research on Animal Production*. 14(4): 51-61. doi: 10. 61186/rap. 14.42.51 (In Persian)

37. **Khaki, Z., Atyabi, N., Abbasalipour kabir, M. and khazrainia, P., 2005.** Clinical Biochemistry of Domestic Animals, Tehran University Press. (In Persian)

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-13]