15(1) 69-76, Spring 2023

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Determine of chemical composition, fermentability, digestibility, ME and MP of corn processing by-products on ruminants nutrition

*Amirreza Safaei [*1], Teymour Tanha [2], Alireza Aghashahi [1], Ali Shad-Manaman , Mansoureh Ameli [1]*

[1] *Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran*
[2] *Department of Animal science, Faculty of Agriculture, Payame Nnoor University, Tehran, Iran*

Key Words
Processed corn wastes
Gas production
Digestibility
Ruminants

Abstract

Introduction: Corn is the most important component of concentrate feeds in livestock which due to climate change and reduced rainfall, its price is always increasing and therefore the use of affordable corn waste, it seems necessary. After corn processing and starch extraction, by-products including corn germ, fiber and gluten are produced which are rich sources for ruminant nutrition. The aim of this study was to determine the chemical composition, fermentability, digestibility, ME and MP for corn fiber and corn gluten feed.

Materials & Methods: Samples of Corn processing residues including germ, fiber and corn gluten feed were obtained from a company and the samples were transferred to the laboratory of Animal Science Research Institute of Iran and they were milled. Then the chemical composition, gas production and digestibility were measured. Gas production was measured using a mixture of rumen liquor from three fistulated bulls (Taleshi cow) for different fermentation times, including 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 48, 72 and 96 hours of ruminal incubation. Also, ME, MP and DMI of Corn processing residues were obtained.

Results: Amount of Organic Matter, Crude Protein, Crude Fat, NDF, ADF, NFC and starch in corn fiber were obtained 89.3, 14.0, 3.3, 10.7, 70.2, 14.7 and 3.5% respectively; in corn germ were obtained 98.4, 9.4, 52.1, 1.6, 27.3, 9.9 and 10.7% (in order) and in corn gluten feed were obtained 94.9, 20.6, 3.5, 5.1, 53.1, 17.6 and 8.5 %, respectively. The gas production (at 24 hours of fermentation) of corn fiber and corn gluten feed were measured 37.7 and 61.5 (ml/200mg), respectively. The ME content of corn fiber and corn gluten feed were calculated 6.2 and 11.6 (MJ/Kg), respectively .OMD of corn fiber and corn gluten feed were measured 67.1 and 80.2%, respectively .The MP content of corn fiber and corn gluten feed (at maintenance level) were calculated 13 and 15.5 (g/Kg) in order .Dry matter intake (DMI) of corn gluten feed on cow, sheep and goat (at maintenance level) were obtained 4226.3, 1102.4 and 932.5 (g/Kg$W^{0.75}$) respectively .

Conclusion: Due to the suitability of fermentability and digestibility of gluten corn feed, it seems this wastes is useful for feeding livestock. Corn gluten feed can be used as a substitute for the fibrous part of the ruminant diet. In general, the use of processed corn waste can reduce the cost of feed production in ruminants.

* Corresponding Author's email: a.safaei@areeo.ac.ir
Received: 21 January 2022; Reviewed: 24 February 2022; Revised: 28 April 2022; Accepted: 31 May 2022
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.342874.2808

مقاله پژوهشی

تعیین ترکیب شیمیایی، تخمیرپذیری، گوارش‌پذیری، انرژی و پروتئین قابل متابولیسم پسماندهای حاصل از ذرت فرآوری شده در تغذیه نشخوارکنندگان

امیررضا صفایی[1*]، تیمور تنها[2]، علیرضا آقاشاهی[1]، علی شادمنامن[2]، منصوره عاملی[1]

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

[2] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

کلمات کلیدی

پسماندهای ذرت فرآوری شده
تولیدگاز
قابلیت هضم
نشخوارکنندگان

چکیده

مقدمه: ذرت مهم‌ترین جزء خوراک متراکم در دام‌ها می‌باشد که بر اثر تغییرات اقلیمی و کاهش بارش‌های جوی، قیمت آن همیشه افزایشی بوده و لذا کاربرد پسماندهای ذرت در تغذیه دام، مقرون به‌صرفه بوده و ضروری به‌نظر می‌رسد. پس از فرآوری دانه ذرت و استخراج نشاسته آن، محصولات فرعی شامل فیبر ذرت (پوسته خارجی)، جرم ذرت (جنین و جوانه) و محلول ضایعاتی گلوتن ذرت تولید می‌شود که این پسماندها منابع غنی برای تغذیه دام‌ها می‌باشند. هدف این پژوهش تعیین ترکیب شیمیایی، تخمیرپذیری، گوارش پذیری، پروتئین و انرژی قابل متابولیسم فیبر ذرت و خوراک گلوتن (مخلوط فیبر و گلوتن ضایعاتی) در تغذیه نشخوارکنندگان، می‌باشد.

مواد و روش‌ها: پسماندهای ذرت فرآوری شده شامل فیبر ذرت، جرم ذرت، خوراک گلوتن (مخلوط فیبر و گلوتن مایع ضایعاتی) از شرکت تجاری تهیه شدند. سپس نمونه‌های آزمایشی در آزمایشگاه موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، آسیاب شده و ترکیب شیمیایی، تخمیرپذیری و گوارش‌پذیری این پسماندها اندازه‌گیری شدند. تولیدگاز با استفاده از مخلوط شیرابه شکمبه سه راس گاو نر تالشی فیستولاگذاری شده، برای زمان‌های مختلف تخمیر شامل ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت انکوباسیون شکمبه‌ای، انجام شد. سپس پروتئین و انرژی قابل متابولیسم و نیز خوراک مصرفی روزانه پسماندهای ذرت به‌دست آمدند.

نتایج: ماده‌آلی، پروتئین‌خام، چربی‌خام، خاکسترخام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، کربوهیدرات‌های غیرفیبری و نشاسته در فیبر ذرت به‌ترتیب ۸۹/۳، ۱٤/۰، ۳/۳، ۱۰/۷، ۷۰/۲، ۱/۷ و ۳/٥ درصد، در جرم‌ذرت به‌ترتیب ۹۸/٤، ۹/۱، ٥۲/۱، ۱/٦، ۲۷/۳، ۹/۹ و ۱۰/۷ درصد و نیز در خوراک گلوتن‌ذرت به‌ترتیب ۹٤/۹، ۲۰/٦، ۳/٥، ٥/۱، ٥۳/۱، ۱۷/٦ و ۸/٥ درصد بودند. تولیدگاز (طی ۲٤ ساعت تخمیر شکمبه‌ای) فیبر ذرت و خوراک گلوتن ذرت به‌ترتیب ۳۷/۷ و ٦۱/٥ (میلی‌لیتر در۲۰۰میلی‌گرم) و نیز انرژی قابل متابولیسم آن‌ها به‌ترتیب ٦/۲ و ۱۱/٦ (مگاژول بر کیلوگرم) شدند. قابلیت هضم ماده آلی فیبرذرت و خوراک گلوتن ذرت به ترتیب ٦۷/۱ و ۸۰/۲ (درصد) شد. پروتئین قابل متابولیسم فیبر ذرت و خوراک گلوتن ذرت به‌ترتیب ۱۳/۰ و ۱٥/٥ (گرم در کیلوگرم) شد. هم‌چنین خوراک مصرفی روزانه (خوراک گلوتن ذرت) برای گاو، گوسفند و بز به‌ترتیب ٤۲۲٦/۳، ۱۱۰۲/٤ و ۹۳۲/٥ (گرم در روز وزن متابولیکی) به‌دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج کلی این مطالعه، تجویز واکسن غوطه‌وری گاروواک بر علیه بیماری استرپتوکوکوزیس توانسته است در وزن ST ماهی سی‌باس آسیایی میزان بازماندگی بعد از چالش باکتریایی را بهبود ببخشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: a.safaei@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱ بهمن ۱٤۰۰؛ تاریخ داوری: ٥ اسفند ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۸ اردیبهشت ۱٤۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۰ خرداد ۱٤۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.342874.2808

مقدمه

ذرت یکی از اجزای اصلی خوراک‌های متراکم در نشخوارکنندگان می‌باشد که بر اثر تغییرات اقلیمی، کاهش بارش‌های جوی، بحران‌های بین‌المللی و تنوع فرآوری، قیمت این دانه همیشه افزایشی بوده و لذا کاربرد پسماندهای ذرت فرآوری شده، به‌عنوان منبع غنی از مواد مغذی در جهت کاهش هزینه تولید خوراک دام‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد. پس از استخراج نشاسته از ذرت دانه‌ای، پسماندهایی شامل جرم (جنین جوانه)، فیبر (پوسته خارجی)، گلوتن ضایعاتی ذرت باقی می‌ماند که می‌توان از آن در تولید خوراک دام استفاده نمود. براساس جداول استاندارد (۱) مقدار ماده‌خشک، پروتئین‌خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، خاکسترخام و کربوهیدرات‌های غیرفیبری دانه ذرت به‌ترتیب ۸۸/۱، ۹/۴، ۴/۲، ۹/۵، ۳/۴، ۱/۵ و ۶۳/۵ درصد می‌باشد که پس از نشاسته‌گیری پسماندهای آن کاربرد فراوانی برای دام‌ها دارد. فرایند فرآوری ذرت به دو قسمت آسیاب مرطوب و آسیاب خشک تقسیم می‌شود. تولید جرم ذرت در مرحله آسیاب مرطوب صورت می‌گیرد. آسیاب مرطوب شامل استیپ کردن (قرار دادن در محلول آب، گوگرد و اسید به‌مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت) ذرت خام به‌منظور خیس خوردن و شکسته شدن ذرت و در ادامه جدا شدن آن به اجزاء سازنده آن به‌واسطه فرآیندهای شستن، غربال کردن، فیلتراسیون و سانتریفوژ می‌باشد. محصولات اولیه از فرایند فرآوری ذرت شامل نشاسته ذرت (قابل استفاده در صنایع شیرین‌کننده، روغن ذرت و اتانول) می‌باشد. علاوه بر این، محصولات نهایی فرایند آسیاب مرطوب شامل چند محصول فرعی مانند سبوس ذرت، خوراک گلوتن ذرت، کنجاله گلوتن ذرت، جرم ذرت و کنجاله جرم ذرت و مایع استیپ (باقی‌مانده) می‌باشد. ازجمله محصولاتی که از آسیاب‌های خشک و مرطوب جهت فراوری ذرت به‌دست می‌آید تولید کنجاله گلوتن ذرت، خوراک گلوتن ذرت، روغن‌خام ذرت، کنجاله جرم ذرت می‌باشد (۲) که با توجه به توسعه کارخانجات پالایش غلات در کشور بیش از ۲۰۰۰ تن ذرت در روز جهت تولید محصولاتی مانند نشاسته و فروکتوز استفاده می‌شود (۳). از آن‌جایی‌که خوراک گلوتن ذرت حدود ۲۳ درصد ذرت فرآوری شده را در بر می‌گیرد، پیش‌بینی شده که تولید خوراک گلوتن ذرت به بیش از ۵۰ هزار تن برسد. خوراک گلوتن ذرت دارای ۲۳ تا ۱۸ درصد پروتئین‌خام، ۲ درصد چربی‌خام و ۹ درصد فیبر می‌باشد. هم‌چنین گزارش شده که در نمونه خوراک گلوتن مورد بررسی خود ۲۰/۳ درصد پروتئین‌خام، ۳/۲ چربی‌خام، ۷ درصد لیزین، ۴۳ درصد متیونین، ۵۱ سیستین و ۲۱ درصد تریپتوفان دارد. Yu گزارش کرد که خوراک گلوتن ذرت حاوی ۲۰ درصد پروتئیین‌خام، ۳ درصد چربی خام، ۸ درصد فیبر و ۷ درصد خاکسترخام می‌باشد (۴). هم‌چنین انجمن تحقیقات ملی انرژی قابل متابولیسم برای خوراک گلوتن ذرت را ۱۷۵۰ کیلوکالری بر کیلوگرم برآورد نموده و انرژی‌خام خوراک گلوتن ذرت را از ۱۹۱۲ تا ۲۷۷۲ (کیلوکالری بر کیلوگرم) گزارش نموده است (۱). در پژوهشی Gunderson و همکاران، خوراک گلوتن ذرت (به شکل مرطوب) در تغذیه گوسفند مورد آزمایش قرار دادند و قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی آن به‌ترتیب ۷۰، ۷۳، ۵۸ و ۵۱ درصد گزارش نمودند (۵). در آزمایشی دیگر مربوط به خوراک گلوتن ذرت (به دو صورت خشک و مرطوب)، از هر کدام به مقدار ۲۷ درصد ماده خشک در دو جیره غذایی به طور جداگانه تهیه و در تغذیه گاو هلشتاین به مصرف رسید. مقدار دریافتی پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و گوارش پذیری ماده خشک با مصرف این پسماند افزایش نشان داد اما مقدار ماده خشک مصرفی، تولید شیر و نیز ترکیب شیر تحت تاثیر قرار نگرفت (۶). مصرف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد خوراک گلوتن ذرت مرطوب (بر حسب ماده خشک جیره) غذایی گاو های شیرده (با تولید ۳۲ کیلوگرم شیر روزانه) از نظر تولید و ترکیب شیر نسبت به جیره شاهد تفاوتی نشان نداد (۵). در آزمایش دیگری توسط Allen و Grant، اثر الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اندازه ذرات خوراک گلوتن ذرت بر تشکیل توده فیبری در شکمبه و نرخ عبور در گاو مورد مطالعه قرار گرفت. جیره‌ها حاوی ۲۳ درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی بودند که ۱۱ درصد آن از طریق خوراک گلوتن ذرت مرطوب تامین شد. اثربخشی فیبری نامحلول در شوینده خنثی خوراک گلوتن ذرت نسبت به یونجه در چربی شیر۷۴ درصد بود (۷). اثر فیبر موثر نامحلول در شوینده خنثی حاصل از این پسماند بر فعالیت شکمبه و نشخوار نیز نسبت به یونجه ۱۱ درصد بود. مصرف سطوح صفر، ۱۰، ۱۸ و ۲۵ درصد خوراک گلوتن ذرت به شکل خشک در جیره غذایی گاو شیرده، به جای سیلاژ ذرت سبب کاهش زمان مصرف خوراک و نیز کاهش زمان نشخوار و کاهش شکمبه شد اما مقدار کل اسیدهای چرب فرار و به‌ویژه اسید پروپیونیک (نسبت پروپیونات به استات) در شکمبه افزایش یافت، با این حال سطح ۱۸ درصد مناسب تشخیص داده شد (۸). اثر مصرف سطوح صفر، ۱۱، ۲۳ و ۳۴ درصدخوراک گلوتن ذرت به شکل مرطوب در جیره غذایی (بر حسب ماده خشک) بر فراسنجه‌های شکمبه و تولید شیر در گاو هلشتاین نشان داد که مقدار شیر تصحیح شده با مصرف جیره‌های مزبور به ترتیب ۳۵/۲، ۳۵/۷، ۳۸/۵ و ۳۷/۲ کیلوگرم در روز بوده و نیز مقدار pH (قدرت اسیدی) شکمبه و استات روند کاهشی داشت و اما مقدار پروپیونات روند افزایشی نشان داد (۹). در گزارشی بیان شده که انرژی قابل

متابولیسم جرم ذرت بستگی به مقدار روغن باقی‌مانده در آن دارد و مقدار آن از ۲۲۰۷ کیلوکالری(۱۰) تا ۲۹۳۵ کیلوکالری (۱۱) متغیر می‌باشد. البته اطلاعات اندکی از ارزش تغذیه‌ای پسماندهای ذرت فرآوری شده در تغذیه نشخوارکنندگان موجود می‌باشد. لذا هدف این پژوهش تعیین ترکیب‌شیمیایی، تخمیرپذیری، گوارش‌پذیری، انرژی قابل متابولیسم پسماندهای ذرت فرآوری شده در تغذیه نشخوارکنندگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های پسماند ذرت فرآوری شده، از یک کارخانه تولید محصولات فرآوری‌ذرت تهیه و به موسسه تحقیقات علوم دامی کشور منتقل شدند. تیمارها شامل فیبر (پوسته خارجی)، گلوتن ضایعاتی خشک شده، جرم (جنین و جوانه)، خوراک گلوتن (مخلوط فیبر و گلوتن مایع ضایعاتی) ذرت بودند. در آزمایشگاه، ترکیب شیمیایی نمونه‌ها شامل ماده خشک، ماده‌آلی، پروتئین‌خام، چربی‌خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبرنامحلول در شوینده‌اسیدی، خاکستر خام، کربوهیدرات‌های‌غیرفیبری، نشاسته، سلولزخام و همی‌سلولز با روش استاندارد(۱۲) تعیین شدند. سپس آزمایش تولیدگاز در زمان‌های مختلف تخمیر شکمبه‌ای، به‌روش Menke و Steingass (۱۳) و نیز گوارش‌پذیری (قابلیت هضم) به‌روش دو مرحله‌ای Tilley و Terry (۱۴) صورت گرفت. آزمایش تولیدگاز با استفاده از مخلوط شیرابه صاف‌شده شکمبه ۳ راس‌گاو نر تالشی فیستول‌گذاری انجام‌شد (۱۵). انکوباسیون شکمبه‌ای در سرنگ‌های مدرج طی شرایط خاص بر روی نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاهی انجام گرفت. سپس گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون، قرائت شدند. هم‌چنین برای اندازه‌گیری گازمتان در ۲۴ ساعت تخمیر شکمبه‌ای، به سه سرنگ مدرج مقدار ۴ میلی‌لیتر سود (۱۰ مولار) اضافه شده و بعد از گذشت ۱۰ دقیقه که گاز دی اکسیدکربن جذب شد، دوباره سرنگ‌ها قرائت شدند و از روی اختلاف مقدار کل گاز، گازمتان محاسبه شد(۱۶). سپس مقادیر فراسنجه‌های تولیدگاز مشتمل بر گاز بخش محلول در آب (زودتخمیر)، گاز بخش نامحلول در آب (دیرتخمیر)، نرخ تولید گاز و حداکثر توانایی تولید گاز با استفاده نرم‌افزار کمکی (Fitcurve) پردازش شدند(۱۷). رابطه‌های مورد استفاده عبارتند از ۱۸، ۱۹، ۱۳، ۲۰، ۲۱:

$$Y= b(1-e^{-ct})$$

کربوهیدرات‌های غیرفیبری(%DM) = 100-CP-NDF-EE-Ash

همی‌سلولز (%DM) = NDF-ADF

سلولزخام (%DM) = ADF-ADL

اسیدهای چرب فرار زنجیره کوتاه (mmol) = 0.0222 Gas24h – 0.00245

پروتئین قابل متابولیسم (g/Kg) = 19.3×OMD

انرژی قابل متابولیسم (MJ/Kg) = 2.2 + 0.136 Gas24h + 0.057 CP + 0.00286 EE2

انرژی قابل هضم (MJ/Kg) = 4.22-(0.11×ADF)+(0.332×CP)+(0.00112×ADF2)

انرژی خالص (MJ/Kg) = 0.096Gas24h+0.038CP+0.00173 EE2+ 0.54

ضریب خوراک مصرفی روزانه در حد نگه‌داری (g/KgW0.75) = 2.6+0.49(a+b)+339(c)+0.17(CP)

ارزش نسبی تغذیه‌ای (RFV) = -875.540 + 25.109Gas24h

کیفیت نسبی علوفه‌ای (RFQ) = 1.1446 RFV- 32.224

Y= توانایی تولیدگاز (میلی‌لیتر)، e= عدد نپرین، Gas24h = تولید گاز (میلی‌لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم‌ماده‌خشک طی ۲۴ساعت تخمیر شکمبه‌ای)، a، b و c به‌ترتیب‌حجم‌گاز بخش زود تخمیر (میلی‌لیتر)، بخش دیرتخمیر (میلی‌لیتر) و نرخ تولیدگاز (میلی‌لیتر در ساعت)، (a+b) حداکثر پتانسیل تولیدگاز = مجموع گاز بخش زودتخمیر و دیرتخمیر(میلی‌لیتر)، t= زمان‌های تولیدگاز (ساعت)، CP= پروتئین خام(درصد)، EE= چربی‌خام (درصد)، Ash = خاکسترخام (درصد)، NDF= خاک فیبرنامحلول در شوینده خنثی (درصد)، ADF= فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)، ADL = لیگنین‌خام (درصد)، OMD= قابلیت‌هضم ماده آلی (گرم بر کیلوگرم)، FV= ارزش نسبی تغذیه‌ای (بدون واحد اندازه‌گیری)، RFQ = کیفیت نسبی علوفه‌ای (بدون واحد اندازه‌گیری)

گوارش‌پذیری (قابلیت هضم) دو مرحله‌ای (۱۴) برای ماده‌آلی (OMD)، ماده خشک (DMD) و ماده آلی در ماده خشک(DOMD) پسماندهای‌ذرت نیز با استفاده از مخلوط شیرابه صاف‌شده شکمبه ۳ راس گاو نرتالشی فیستول‌گذاری‌شده و نیزارلن‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری طی‌شرایط انکوباسیون‌شکمبه‌ای به‌مدت ۴۸ساعت، برروی نمونه‌های آزمایشی‌صورت‌گرفت. محتویات‌ارلن‌ها شامل ۵۰۰ میلی‌گرم پسماند ذرت فرآوری شده، ۲ میلی‌لیتر آب مقطر، ۵۰ میلی‌لیتر مخلوط شیرابه شکمبه و بزاق مصنوعی (به نسبت یک به چهار) بودند. در مرحله بعد به همه نمونه‌ها ۶ میلی‌لیتر محلول اسیدکلریدریک ۶ مولار (۲۰ درصد) و ۲ میلی‌لیتر محلول پپسین (۲۰ درصد) اضافه شد. سپس محتویات ارلن‌ها با استفاده از کاغذ واتمن شماره ۴۱ (بدون پمپ خلاء) صاف شده و ماده خشک و نیز خاکستر خام آن‌ها با نمونه اولیه مقایسه شدند و در نهایت گوارش‌پذیری تیمارهای آزمایشی به‌دست آمد. ارزش نسبی تغذیه‌ای، کیفیت نسبی علوفه‌ای و نیز خوراک مصرفی روزانه در شرایط نگه‌داری برای گاوهای بومی، گوسفندان و بزهایی به وزن زنده به‌ترتیب درحدود ۳۰۰، ۵۰ و ۴۰ (کیلوگرمی) به‌دست آمد (۲۲). داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) با ۲ تیمار فیبری (فیبرذرت و خوراک گلوتن

ذرت) در ۳ تکرار و نیز با نرم‌افزار آماری R نسخه ۴,۲,۰ (۲۳) تجزیه و تحلیل شدند. البته تعیین ترکیب شیمیایی دارای همه چهار پسماندها ذرت (شامل فیبر، جرم، گلوتن ضایعاتی، خوراک گلوتن ذرت) با ۳ تکرار بود. مقایسات میانگین‌ها نیز به‌روش آزمون دانکن با سطح احتمال ۵ درصد انجام شد (۲۰). مدل آماری این تحقیق به‌شرح ذیل بود: $Yij = \mu + Tij + eij$

Yij= مقدار هر مشاهده، μ= میانگین صفت مورد آزمایش، Tij= اثر تیمار i ام، eij = اثر خطای آزمایشی (باقی‌مانده)

نتایج

نتایج ترکیب‌شیمیایی پسماندهای ذرت‌فرآوری‌شده شامل فیبر (پوسته خارجی دانه)، جرم (جنین و جوانه)، گلوتن‌ضایعاتی (خشک شده)و خوراک گلوتن ذرت (مخلوط فیبر ذرت با گلوتن مایع ضایعاتی) در جدول ۱ ارائه شده‌اند. همه ترکیب شیمیایی چهار تیمار آزمایشی دارای اختلاف معنی‌داری بودند (P<۰/۰۵) و فقط در ماده خشک معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) زیرا این تیمارها در شرکت تجاری به‌صورت صنعتی خشک شده بودند. ماده آلی جرم ذرت و فیبر ذرت به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بودند (P<۰/۰۵) که ناشی از مقدار کم خاکسترخام در جرم ذرت می‌باشد. به‌دلیل سخت و خشبی بودن پوسته خارجی دانه ذرت، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی فیبرذرت از بقیه تیمارها بیش‌تر بوده و لذا خاکستر خام این تیمار نیز از افزایش معنی‌داری نشان داده بود (P<۰/۰۵). مقدار پروتئین خام در گلوتن ضایعاتی خشک شده با ۶۸/۳درصد بیش‌تر از دیگر تیمارها بود (P<۰/۰۵) البته‌هزینه خشک شدن و نیز کیفیت پروتئین (محلول یا نامحلول بودن در آب) بسیار مهم می‌باشد. چربی‌خام در جرم‌ذرت (حدود ۵۱ درصد) زیادتر از بقیه تیمارها شد (P<۰/۰۵) چون جنین و جوانه دانه در جرم‌ذرت سرشار از چربی و ویتامین بوده که هرچند در تغذیه نشخوارکنندگان این منبع غنی دارای محاسن و معایبی به‌همراه دارد. انرژی‌خام جرم‌ذرت به‌دلیل وجود منابع غنی چربی‌خام، بسیار زیادتر از تیمارهای آزمایشی دیگر بود و حتی از دانه ذرت نیز بیش‌تر می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۱: ترکیب شیمیایی پسماندهای ذرت فرآوری شده (درصد ماده خشک)

شاخص	تیمارهای آزمایشی				SEM	SIG
	فیبرذرت	گلوتن‌ضایعاتی	جرم‌ذرت	خوراک‌گلوتن‌ذرت		
ماده‌خشک	۹۴/۰	۹۶/۱	۹۶/۱	۹۵/۱	۱/۲	NS
ماده‌آلی	۸۹/۳^{d}	۹۶/۹^{b}	۹۸/۴^{a}	۹۴/۹^{c}	۳/۶	HS
پروتئین‌خام	۱۴/۰^{c}	۶۳/۸^{a}	۹/۱^{d}	۲۰/۶^{b}	۲۰/۴	HS
خاکسترخام	۱۰/۷^{a}	۳/۲^{c}	۱/۶^{d}	۵/۱^{b}	۳/۶	HS
چربی‌خام	۳/۳^{c}	۵/۷^{b}	۵۲/۱^{a}	۳/۵^{c}	۲۱/۷	HS
NDF	۷۰/۲^{a}	۱۷/۵^{d}	۲۷/۳^{c}	۵۳/۱^{b}	۱۶/۱	HS
ADF	۴۰/۸^{a}	۶/۰^{d}	۷/۸^{c}	۳۳/۶^{b}	۱۹/۵	HS
ADL	۱۰/۷^{a}	۱/۰^{d}	۲/۸^{c}	۸/۳^{b}	۴/۱	HS
NFC	۱/۷^{c}	۹/۸^{b}	۹/۹^{b}	۱۷/۶^{a}	۵/۹	HS
سلولزخام	۳۰/۱^{a}	۵/۰^{c}	۵/۰^{c}	۲۵/۳^{b}	۱۲/۰	HS
همی‌سلولز	۲۹/۵^{a}	۱۱/۵^{c}	۱۹/۵^{b}	۱۹/۵^{b}	۶/۷	HS
نشاسته	۳/۵^{c}	۹/۷^{a}	۱۰/۷^{a}	۸/۵^{b}	۲/۹	HS
*انرژی‌خام	۴۰۳۸/۹^{d}	۴۸۴۶/۴^{b}	۶۸۶۳/۳^{a}	۴۳۴۲/۸^{c}	۱۱۵۰/۸	HS

*انرژی‌خام براساس کیلوکالری بر کیلوگرم می‌باشد. حروف متفاوت در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین میانگین‌ها می‌باشد. HS = بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱)، S = معنی‌دار (P<۰/۰۵)، NS = فاقد معنی‌داری (P>۰/۰۵)، SEM = خطای استاندارد بین میانگین‌ها، SIG = سطح احتمال معنی‌داری، NDF = فیبرنامحلول در شوینده اسیدی، ADF = فیبرنامحلول در شوینده اسیدی، ADL = لیگنین‌خام، NFC = کربوهیدرات‌های غیرفیبری.

در جدول۲، نتایج مقادیر تولیدگاز در زمان‌های مختلف تخمیر برای تیمار فیبر ذرت و خوراک گلوتن ذرت گزارش شده که در بین تیمارهای آزمایشی، مقدار تولیدگاز در همه زمان‌های انکوباسیون (تخمیر شکمبه‌ای)، دارای تفاوت معنی‌داری بودند (P<۰/۰۵). البته فقط در زمان چهار ساعت انکوباسیون، مقدار تولیدگاز تفاوت معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). تولیدگاز طی ۲۴ ساعت تخمیرشکمبه‌ای فیبرذرت و خوراک‌گلوتن‌ذرت به‌ترتیب ۳۷/۷ و ۶۱/۵ (ml/200mg) بود که علت افزایش آن در خوراک گلوتن ذرت مربوط به تامین مواد مغذی

(پروتئین واسکلت کربنی) میکروارگانسیم‌های شکمبه می‌باشد. هم‌چنین نتایج فراسنجه‌های تولیدگاز، گاز متان، پروتئین قابل متابولیسم و اسیدهای چرب فرار زنجیره کوتاه (SCFA) در جدول ۳ ارائه شده است. گازبخش نامحلول در آب (دیرتخمیر) در تیمارهای آزمایشی معنی‌دار نشد (P>۰/۰۵) که دلیل آن، مربوط به وجود مقادیر زیاد پروتئین محلول در آب موجود در گلوتن مایع به‌کار رفته در تولید خوراک گلوتن ذرت می‌باشد. حداکثر توانایی تولید گاز، نرخ تولید گاز، گاز متان و اسیدهای چرب فرار به‌صورت معنی‌داری با هم اختلاف داشتند (P<۰/۰۵). در جدول۴، نتایج شاخص‌های انرژی و نیز گوارش‌پذیری گزارش شده است. مقدار انرژی قابل هضم (DE)، انرژی قابل متابولیسم (ME) و انرژی خالص شیردهی (NEL) در دو تیمارهای آزمایشی دارای تفاوت معنی‌داری بودند (P<۰/۰۵). هم‌چنین قابلیت هضم ماده آلی (OMD)، ماده خشک (DMD) و ماده آلی در ماده‌خشک (DOMD) تیمارهای آزمایشی به‌صورت معنی‌داری با هم تفاوت داشتند (P<۰/۰۵). درجدول ۵، شاخص‌های نسبی علوفه‌ای و مقدار خوراک مصرفی گزارش شده‌اند که در بین تیمارهای آزمایشی برای صفات خوراک مصرفی روزانه در دام‌های مختلف (گاو بومی، گوسفند و بز در شرایط نگه‌داری)، ارزش نسبی تغذیه‌ای و کیفیت نسبی علوفه‌ای دارای اختلاف معنی‌داری بودند (P<۰/۰۵).

جدول۲: مقدار تولیدگاز در ساعت‌های مختلف تخمیر شکمبه‌ای پسماندهای ذرت فرآوری شده (میلی‌لیتر)

زمان (ساعت)	تیمارهای آزمایشی فیبری		SEM	SIG
	فیبرذرت	خوراک‌گلوتن‌ذرت		
۲	۵/۸	۷/۵	۱/۰	HS
۴	۹/۵	۱۰/۱	۰/۶	NS
۶	۱۳/۱	۱۵/۹	۱/۶	HS
۸	۱۵/۳	۲۴/۰	۴/۸	HS
۱۲	۱۹/۹	۴۷/۸	۱۵/۳	HS
۲۴	۳۷/۷	۶۱/۵	۱۳/۱	HS
۴۸	۶۱/۷	۶۷/۸	۳/۴	HS
۷۲	۶۵/۱	۶۸/۸	۱/۹	HS
۹۶	۶۶/۸	۶۹/۲	۱/۳	HS

HS= بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱)، S = معنی‌دار (P<۰/۰۵)، NS = فاقد معنی‌داری (P>۰/۰۵)، SEM = خطای استاندارد بین میانگین‌ها، SIG = سطح احتمال معنی‌داری.

جدول ۳: فراسنجه‌های تولیدگاز (ml)، گازمتان(ml) و اسیدهای چرب فرار شکمبه‌ای(mmol) پسماندهای آزمایشی

مولفه‌ها	تیمارهای آزمایشی فیبری		SEM	SIG
	فیبرذرت	خوراک‌گلوتن		
گاز بخش دیرتخمیر	۶۱/۵	۶۱/۶	۰/۶	NS
حداکثر توانایی تولیدگاز	۶۶/۸^{b}	۶۹/۲^{a}	۱/۳	HS
نرخ تولیدگاز	۰/۰۳^{b}	۰/۰۸^{a}	۰/۰۳	HS
CH_4	۵/۷^{b}	۹/۲^{a}	۱/۴	HS
SCFA	۰/۸۳^{b}	۱/۳۶^{a}	۰/۳	HS
MP	۱۳/۰^{b}	۱۵/۵^{a}	۴/۱	HS

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین میانگین‌ها می‌باشد. HS = بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱)، S = معنی‌دار (P<۰/۰۵)، NS = فاقد معنی‌داری (P>۰/۰۵)، SEM = خطای استاندارد بین میانگین‌ها، SIG = سطح احتمال معنی‌داری، a = گاز بخش محلول در آب، b = گاز بخش نامحلول در آب (دیرتخمیر)، c =نرخ تولیدگاز (میلی‌لیتر بر ساعت)، CH4 = گازمتان. SCFA = اسیدهای چرب فرار زنجیر کوتاه شکمبه‌ای، MP = پروتئین قابل متابولیسم (گرم بر کیلوگرم).

جدول ۴: شاخص‌های انرژی (مگاژول بر کیلوگرم) و گوارش‌پذیری (درصدماده‌خشک) پسماندهای ذرت فرآوری شده

تیمارهای آزمایشی	انواع انرژی			قابلیت هضم		
	DE	ME	NEL	DMD	DOMD	OMD
فیبرذرت	۱۳/۴^{b}	۶/۲^{b}	۴/۷^{b}	۶۱/۶^{b}	۶۴/۴^{b}	۶۷/۱^{b}
خوراک‌گلوتن ذرت	۱۴/۸^{a}	۱۱/۶^{a}	۷/۳^{a}	۶۳/۳^{a}	۷۲/۷^{a}	۸۰/۲^{a}
SEM	۰/۸	۲/۰	۱/۴	۲/۲	۴/۶	۱۱/۲
SIG	S	HS	HS	S	HS	HS

حروف متفاوت در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین میانگین‌ها می‌باشد. HS = بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱)، S = معنی‌دار (P<۰/۰۵)، NS = فاقد معنی‌داری (P>۰/۰۵)، SEM = خطای استاندارد بین میانگین‌ها، SIG = سطح احتمال معنی‌داری، DE = انرژی قابل هضم، ME = انرژی قابل متابولیسم، NEL = انرژی خالص، DMD = قابلیت هضم ماده خشک، OMD = قابلیت هضم ماده آلی، DOMD = قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک.

جدول ۵: شاخص‌های نسبی علوفه‌ای (بدون واحد) و خوراک مصرفی روزانه (گرم‌ماده‌خشک) پسماندهای ذرت

تیمارهای آزمایشی	خوراک مصرفی روزانه در حد نگه‌داری			شاخص‌های نسبی علوفه‌ای	
	گاوبومی	گوسفند	بز	RFQ	RFV
فیبرذرت	۲۸۲۷/۷^{b}	۷۳۷/۶^{b}	۶۲۳/۹^{b}	۸۶/۲^{b}	۱۰۳/۵^{b}
خوراک‌گلوتن ذرت	۴۲۲۶/۳^{a}	۱۱۰۲/۴^{a}	۹۳۲/۵^{a}	۱۵۴/۶^{a}	۱۶۳/۲^{a}
SEM	۷۶۶/۹	۲۰۰/۰	۱۶۹/۲	۳۷/۵	۳۲/۸
SIG	HS	HS	HS	HS	HS

حروف متفاوت در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین میانگین‌ها می‌باشد. HS = بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱)، S = معنی‌دار (P<۰/۰۵)، NS = فاقد معنی‌داری (P>۰/۰۵)، SEM = خطای استاندارد بین میانگین‌ها، SIG = سطح احتمال معنی‌داری، کیفیت نسبی علوفه‌ای = Relative Forage Quality (RFQ) ، ارزش نسبی تغذیه‌ای= (RFV) Relative Feed Value.

بحث

ماده خشک بقایای ذرت بستگی به قسمت‌های مختلف گیاه دارد. درضمن بلوغ و نوع فرآوری نیز روی ماده‌خشک و فیبر بقایای ذرت تاثیرگذار می‌باشد (۲۴، ۲۵). ازجمله بقایای ذرت می‌توان به خوارک گلوتن و فیبر ذرت اشاره نمود. هم‌چنین گزارش شده که کنجاله گلوتن ذرت دارای غلظت بالای لیزین بوده و یک منبع پروتئینی مفید محسوب می‌شود. البته خوراک گلوتن ذرت (CGF= Corn Gluten Feed) یک محصول فرعی حاصل از فرایند قندگیری ذرت بوده که شامل پوسته یا سبوس (فیبر) و مواد باقی‌مانده در خیساب(شامل گلوتن‌محلول) می‌باشد و این محصول فرعی به‌صورت مرطوب(WCGF) و یا خشک(DCGF) عرضه‌می‌گردد (۲۶). خوراک گلوتن ذرت (پروتئین مناسب و فیبر بالا) با فیبر ذرت (حاوی فیبر بالا)و نیز با گلوتن‌ضایعاتی (حاوی پروتئین بالا و فیبر پایینی) تفاوت زیادی‌دارد (۱) و لذا نتایج ترکیب‌شیمیایی این پسماندها (در جداول استاندارد) با یافته‌های پژوهش حاضر، مطابقت دارد. اما در گزارش Blasi و همکاران، مقدار پروتئین‌خام خوراک گلوتن ذرت را بین ۱۹ تا ۲۲ درصد و نیز مقدار نشاسته آن را در حدود ۱۸ درصد بیان شده که دلیل اختلاف در مقدار زیادی نشاسته آن‌ها، مربوط به‌روش و نوع دستگاه‌های‌فرآوری باشد (۲۷). هم‌چنین از نظر عناصر معدنی مانند فسفر، منیزیم و گوگرد نیز غنی بوده به‌نحوی که حاوی ۱۳ الی ۱۵ گرم پتاسیم، ۸ الی۱۰ گرم فسفر، ۴ الی ۵ گرم منیزیم و ۱/۶ الی ۳ گرم در کیلوگرم گوگرد می‌باشد. البته در جرم، فیبر و گلوتن ضایعاتی ذرت این تحقیق، به‌ترتیب مقدار چربی‌خام (۶۳/۸ درصد)، فیبرنامحلول در شوینده خنثی (۷۰/۲ درصد) و پروتئین‌خام (۵۲/۱ درصد) بسیار زیاد بود ولی این مقادیر در خوراک گلوتن ذرت مناسب می‌باشد. لذا جرم، فیبر و گلوتن ضایعاتی را باید به‌صورت خوراک مخلوط با مواد خوراکی دیگر به مصرف نشخوارکنندگان رساند (۲۸). مقدار انرژی‌قابل‌متابولیسم و انرژی‌خالص جهت افزایش وزن گوساله‌های پرواری به‌ترتیب ۱/۸ و ۱/۱۴ مگاکالری در کیلوگرم ماده‌خشک گزارش شد (۲۷) که از نتایج این پژوهش کم‌تر می‌باشد. از دلایل عدم تطابق نتایج می‌توان به شرایط تغذیه گوساله‌های پرواری (ضریب اثربخشی سرعت عبور = ۸ درصد) و شرایط حیوانات تغذیه در حد نگه‌داری (ضریب اثربخشی سرعت عبور = ۲ درصد) این تحقیق اشاره نمود. به‌هرحال مصرف خوراک گلوتن ذرت در نشخوارکنندگان می‌تواند انرژی مورد نیاز این دام‌ها را در شرایط نگه‌داری، تامین نماید. بخش‌های مختلف ذرت، قابلیت هضم ماده خشک متفاوتی دارند (۲۹) و دامنه آن‌را بین ۳۳/۹ الی ۵۹/۰ درصد

ماده‌خشک یافت. پوسته دانه (فیبر ذرت) دارای بالاترین قابلیت هضم ماده خشک در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. البته یافته‌های McDonald و همکاران (۲۹) با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارند. بیش‌ترین گوارش‌پذیری ماده آلی این پژوهش (جدول۴) مربوط به خوراک گلوتن ذرت (حدود ۸۰ درصد) می‌باشد که علت آن ارتباط مستقیمی با ترکیب این خوراک دارد زیرا بخش مهم خوراک گلوتن ذرت از گلوتن محلول در آب تشکیل شده است. مطالعه‌ای با تغذیه بقایای ذرت (با افزودنی‌های مختلف) برای ارزیابی تأثیر مکمل‌های پروتئینی در زمانی که گاوها از جیره‌های با کیفیت پایین تغذیه می‌شدند، انجام شد (۳۰). بقایای ذرت به ۱۲۰ راس گوساله در حال رشد به‌مدت ۵۲ روز، به‌همراه کنجاله سویا و کنجاله گلوتن ذرت به صورت روزانه (با و بدون مونسین) تغذیه شدند و آن‌ها دریافتند که این جیره باعث افزایش خوراک مصرفی روزانه می‌شود که مقدار خوراک مصرفی گوساله با داده‌های این تحقیق (جدول۵) مشابهت دارد. در راستای تایید نتایج جدول ۵ آمده‌است که جیره مورد استفاده جهت تغذیه نشخوارکنندگان، در اکثر کشورهای جهان هم‌چنان بر پایه علوفه و کنسانتره می‌باشد (۲۲). مهم‌ترین بخش تامین انرژی و پروتئین کنسانتره از دانه ذرت و کنجاله سویا تامین می‌گردد که اغلب وارداتی و گران‌قیمت هستند (۳۱). بنابراین با توجه به هزینه بالای مربوط به تغذیه (۶۰ تا ۷۰ درصد هزینه کل پرورش) و فشار بر متخصصین جهت یافتن موادخام جایگزین برای تغذیه نشخوارکنندگان افزایش یافته لذا یکی از استراتژی‌ها جهت کاهش هزینه پرورش دام، جایگزینی قسمتی از ذرت و سویای موجود در جیره غذایی بوده و درحال حاضر عمده هزینه جیره مربوط به هزینه انرژی و پروتئین جیره می‌باشد (۳۲، ۳۳). تغذیه تکمیلی تلیسه‌ها با خوراک گلوتن ذرت منجر به یک افزایش خطی در عملکرد رشد آن‌ها شد (۳۴) و دلیل آن تامین شدن نیازهای پروتئین قابل‌متابولیسم در این دام‌ها، می‌باشد. این پروتئین صرف تشکیل اسکلت کربنی میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌شود. البته در گزارشی بیان شده (۳۵) که مقادیر شاخص‌های تغذیه‌ای و علوفه‌ای(RFV و RFQ) به ترتیب در یونجه ۱۴۴ و ۱۵۴ و نیز در گراس‌های مرتعی به‌ترتیب ۹۵ و ۱۱۷ می‌باشد که با نتایج این پژوهش (جدول۵) تفاوت دارد و علت اصلی آن مربوط به افزایش مقادیر انرژی و قابل متابولیسم خوراک گلوتن ذرت در پژوهش حاضر می‌باشد.

با توجه به‌متناسب بودن تخمیرپذیری، گوارش‌پذیری و نیز شاخص‌های انرژی قابل (هضم و متابولیسم) در فیبر و خوراک‌گلوتن ذرت به‌نظر می‌رسد که این پسماندها برای تغذیه دام‌ها، مفید می‌باشد. البته خوراک گلوتن ذرت را می‌توان به‌عنوان بخش مهمی از خوراک فیبری در جیره نشخوارکنندگان استفاده نمود. استفاده از این خوراک‌ها به‌خصوص در شرایط بحران ازجمله سیل و زلزله، کاربرد فراوانی دارد. درمجموع بهره بردن از این پسماندهای ذرت فرآوری‌شده می‌تواند منجر به کاهش هزینه تولید خوراک در پرورش نشخوارکنندگان شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از اجرای پروژه مصوب (به‌شماره: ۲۴-۱۳-۱۳-۰۱۹-۹۷۰۳۱۸) می‌باشد، لذا از همه همکاران گرامی که در تهیه نمونه‌های آزمایشی (به‌ویژه در شرکت فروکتوزناب) یاری رساندند، تقدیر و تشکر می‌گردد. هم‌چنین از تک تک همکاران محترم در موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، که در این تحقیق کاربردی مساعدت نموده‌اند، قدردانی می‌شود.

منابع

1. **National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2021.** Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/25806.
2. **Rausch, K.D. and Belyea, R.L., 2006.** The future of coproducts from corn processing. Appl. Biochem. Biotechnol. 128: 47-86.
3. **Agricultural statistics. 2021.** Agricultural statistics. Vol. 1 of crops for the crop year 2018-2019. Publications of the Information and Communication Technology Center of the Ministry of Jihad Agriculture. (In Persian)
4. **Yu, P., 2007.** Protein molecular structures, protein subfractions, and protein availability affected by heat processing: A review. American. Journal of Biochemidtry and Biotechnology. 3: 70-90.
5. **Gunderson, S.L., Aguilar, A.A., Johnson, D.E. and Olson, J.D., 1988.** Nutritional Value of Wet Corn Gluten Feed for Sheep and Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science. 71(5): 1204-1210.
6. **Bernard, J.K., Delost, R.C., Mueller, F.J., Miller, J.K., and Miller, W.M., 1991.** Effect of Wet or Dry Corn Gluten Feed on Nutrient Digestibility and Milk Yield and Composition. Journal of Dairy Science. 74(11): 3913-3919.
7. **Allen, D.M. and Grant, R.J., 2000.** Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 83(2): 322-331.
8. **Biricik, H., Gencoglu, H., Bozan, B., Gulmez, B.H. and Turkmen, I.S., 2007.** The effect of dry corn gluten feed on chewing activities and rumen parameters in lactating dairy cows. Italian Journal of Animal Science. 6: 61-70.
9. **Mullins, C.R., Gringsby, K.N., Anderson, D.E., Titgemeyer, E.C. and Bradford, B.J., 2010.** Effects of feeding increasing levels of wet corn gluten feed on production and ruminal fermentation in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 93(11): 5329-5337.
10. **Rodrigues, P.B., Roastango, H.S., Albino, L.T., Gomes, P.C., Barboza, W.A. and Nunes, R.V., 2001.** True aminoacids of millets, corn and corn byproducts, determined with cecectomized adult cockerels. Rev, bras. Zootec. 30(6S): 2046-2058.

11. **Ramos, L.N., Teixeira, L.A., Rostango, H.S., Araojo, A.M. and Rodraigues, P.B., 2007.** Metabolizable energy values of feedstuffs to broilers. Braz. J. Anim. Sci. 36(5): 1354-1358.

12. **AOAC. 2005.** Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, U.S.A. (15 ed.) 37-84.

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

14. **Tilley, J.M.A. and Terry, R.A., 1963.** A Two-Stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J.BR. grass1. Soc. 18: l01.

15. **Safaei, A., Fatahnia, F. and Ameli, M., 2019.** Bio-technique of Rumen Fistulation on Holstein cow. Applied Animal Science Research Journal. 8(13): 59-64. (In Persian)

16. **Anele, U.Y., Südekum, K.H., Hummel, J., Arigbede, O.M., Oni, A.O., Olanite, J.A., Böttger, C., Ojo, V.O. and Jolaosho, A.O., 2011.** Chemical characterization, in vitro dry matter and ruminal crude protein degradability and microbial protein synthesis of some cowpea (*Vignaungui culata* L. Walp) haulm varieties. Animal Feed Science and Technology. 163: 161-169.

17. **Chen, X.B., 1995.** Fitcurve macro, IFRU, the Macaulay Institute, Aberdeen, UK.

18. **Makkar, H.P.S., 1995.** Applications of the *in vitro* gas method in the evaluation of feed resources and enhancement of nutritional value of tannin-rich tree/browse leaves and agro-industrial by-products. Animal Production and Health Section, International Atomic Energy Agency, Vienna.

19. **Tisserand, J.I. and Valls, M., 2004.** Evaluation of the Nutritive Value of Mediterranean Roughages. Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza (IAMZ): International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM).

20. **Givens, D.I., Owen, E., Oxford, R.F.E. and Omed, H.M., 2000.** Forage Evaluation Ruminant Nutrition.CAB International, Wallingford, U.K. 282-286.

21. **Czerkawski, J.W., 1986.** An introduction to rumen studies. Pergamum Press, Oxford, UK.

22. **Eftekhari, M., Zali, A., Saedi, S., Ganjkhanlou, M. and Safaei, A., 2021.** Comparison of feedlot performance and carcass characteristics of pure and crossbred of Lori-bakhtiari and Romanov lambs. Journal of Animal Environment. 13(2): 95-100. (In Persian)

23. **R statistical software. 2022.** R 4.2.0. (www.r-project.org). The R Journal.

24. **Van Soest, P.J., 1967.** New chemical procedures for evaluation forages. Journal of Animal Science. 23: 838-847.

25. **Church, D.C., 1991.** Livestock feeds and Feeding. Prentice Hall. International, Inc. 350. (3 ed.) 97-99.

26. **Klopfenstein, T.J., Roth, L., Fernandez-Rivera, S. and Lewis, M., 1987.** Corn residues in beef production systems. J. Anim. Sci. 65: 1139-1148.

27. **Blasi, D.A., Drouillard, J. Brouk, M.J. and Montgomery, S.P., 2001.** Corn Gluten Feed, Composition and Feeding Value for Beef and Dairy Cattle. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. At:http://www.oznet.ksu.edu.

28. **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)

29. **McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. and Sinclair, L.A., 2010.** Animal nutrition. 714 p.

30. **Callison, S.L., Firkins, J.L., Eastridge, M.L. and Hull, B.L., 2001.** Site of nutrient digestion by dairy cows fed corn of different particle sizes or steam-rolled. Journal of Dairy Science. 84: 1458-1467.

31. **Segers, J.R., Stelzleni, A.M., Pringle, T.D., Froetschel, M.A., Ross, C.L. and Stewart, R.L., 2014.** Use of corn gluten feed and dried distillers grains plus soluble as a replacement for soybean meal and corn for supplementation in a corn silage-based stocker system .Department of Animal and Dairy Science, University of Georgia. Athens.

32. **Ehsani, P., Teimouri Yansari, A.A., Chashnidel, Y. and Ghorbani, G., 2019.** The effect of Particle size and harvesting steps of forage corn on silage characteristics, digestibility and Nutrients consumption of Holstein dairy cows. Journal of Animal Environment. 11(2): 53-62. (In Persian)

33. **Donohue, M. and Cunningham, D.L., 2009.** Effects of grain and oilseed prices on the costs of US poultry production. J. Appl. Poult. Res. 18: 325-337.

34. **McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. and Wilkinson, R.G., 2011.** Animal Nutrition. (7th ed). Longman Group UK, Harlow, UK. 693 p.

35. **Russell, J.R., Loy, D.D., Anderson, J.A. and Cecava, M.J., 2011.** Potential of chemically treated corn stover and modified distiller grains as a partial replacement for corn grain in feedlot diets. ISU Anim. Ind. Rep. 665 p. ASL R2586.