

تأثیر جایگزینی کاه گندم با یونجه خشک و ذرت سیلوشده در جیره‌های حاوی سطوح یکسان الیاف مؤثر فیزیکی بر عملکرد گاوهای شیره

موحد پورمیرزا^۱، احمد افضل‌زاده^۲، علی اسدی الموتی^{۳*} و محمدعلی نوروزیان^۴
۱، ۲، ۳ و ۴. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استاد، استادیار و دانشیار، گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۵)

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر جایگزینی کاه گندم با یونجه خشک و ذرت سیلوشده (۷ درصد ماده خشک) بر مصرف خوراک، قابلیت هضم و عملکرد گاوهای شیره هلستاین در اواخر شیردهی انجام شد. برای این منظور، هشت رأس گاو هلستاین با $2/9 \pm 0/35$ زایش و میانگین تولید شیر روزانه $43/6 \pm 2/6$ کیلوگرم و روز شیردهی 214 ± 18 طی ۴ دوره ۲۱ روزه در قالب طرح مربع لاتین مکرر 4×4 مورد استفاده قرار گرفتند. جیره‌ها شامل ۱- تیمار شاهد (یونجه خشک ۱۳/۵، ذرت سیلوشده ۲۰ و مواد متراکم ۶۶/۵ درصد)، ۲- تیمار کاه خردشده جایگزین شده با ذرت سیلوشده، ۳- تیمار کاه خردشده جایگزین شده با یونجه خشک و ۴- تیمار کاه خردشده جایگزین شده با نسبت مساوی از ذرت سیلوشده و یونجه خشک بود. جیره‌ها حاوی مقادیر مشابهی از NDF، NDF علوفه‌ای و NDF مؤثر فیزیکی بودند. ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر، همچنین قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و NDF بین گاوهای تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت. گاوهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی کاه نسبت به گروه شاهد تمایل کمتری به افزایش وزن بدن داشتند ($P=0/06$)، اما متغیرهای شکمبه‌ای و خون تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند. نتایج نشان می‌دهند که کاه گندم خردشده در سطح هفت درصد جیره در گاوهای با تولید بالا قابل جایگزینی با منابع رایج علوفه‌ای است.

واژه‌های کلیدی: قابلیت هضم الیاف، کاه گندم، گاو شیره، ماده خشک مصرفی.

Effect of replacing wheat straw with alfalfa hay and corn silage in the diets containing similar concentrations of physically effective NDF on performance of lactating dairy cows

Movahed Poormirza¹, Ahmad Afzalzadeh², Ali Asadi Alamouti^{3*} and Mohammad Ali Norouzian⁴
1, 2, 3, 4. Former M.Sc. Student, Professor, Assistant Professor and Associate Professor, Department of Animal and Poultry Science, College of Aburayhan, University of Tehran, Tehran, Iran
(Received: Mar. 10, 2020 - Accepted: Aug. 15, 2020)

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effects of partial replacement of wheat straw for corn silage and alfalfa hay at 7% diet dry matter (DM) on feed intake, nutrient digestibility, and milk production of late-lactation Holstein cows. Eight multiparous Holstein cows (averaging 2.9 ± 0.35 parity; 43.6 ± 2.6 kg/d milk yield; 214 ± 18 d in milk) were used in a replicated 4×4 Latin Square design. During each of four 21-d periods, cows were fed total mixed rations varying in forage source: 1) control (13.5% alfalfa hay, 20% corn silage and 66.5% concentrate), 2) wheat straw replaced for corn silage, 3) wheat straw replaced for alfalfa hay 4) wheat straw equally replaced for corn silage and alfalfa hay. Diets were formulated to contain similar values of NDF, forage NDF and physically effective NDF. The DM intake, milk production and compositions as well as total tract digestibility of DM, organic matter, NDF, and crude protein were unaffected by treatments. Likewise, ruminal and blood parameters were not affected by experimental treatments. Body weight gain tended to be lower ($P=0.06$) for cows fed the wheat straw-included diets. These results indicated that, at 7% of diet DM, chopped wheat straw could be used as an alternative for major forage sources high concentrate diets for lactation cows yielding over 40 kg/d milk.

Keywords: Dry matter intake, fiber digestibility, lactating cow, wheat straw.

* Corresponding author E-mail: a.alamouti@ut.ac.ir

مقدمه

ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک واقع شده است. از این رو کشت علوفه‌هایی با نیاز آبی بالا نظیر یونجه و ذرت سیلوشده در سال‌های آینده به دلیل پدیده جهانی گرم شدن کره زمین و خشکسالی با محدودیت بیشتری مواجه خواهد شد (NASA, 2015). این عوامل در سالیان اخیر سبب افزایش قیمت علوفه‌های مورد استفاده جهت استفاده در خوراک دام شده است. افزایش قیمت علوفه تأثیری مستقیم در هزینه تمام شده برای هر لیتر شیر دارد و بر این اساس تلاش برای یافتن منابع جدید علوفه‌ای با قیمت کمتر کمک شایانی به صنعت دامپروری کشور جهت افزایش بهره‌وری تولید خواهد نمود.

هدف اصلی استفاده از کاه در جیره گاوهای شیرده تامین ارزان‌تر الیاف مؤثر فیزیکی جیره است. اما استفاده از کاه گندم به دلیل لیگنین زیاد، قابلیت هضم کم و نسبت نامناسب پروتئین تجزیه پذیر به NDF در جیره گاوهای پرتولید با محدودیت روبه‌رو است. به عنوان مثال، جایگزینی کاه گندم با ذرت علوفه‌ای در سطح ۵ درصد در جیره‌های با مقادیر یکسان از NDF علوفه‌ای (۲۰-۱۹ درصد) تأثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد شیردهی گاوها نداشت (Estridge *et al.*, 2017; Estridge *et al.*, 2009). ولی جایگزینی در سطح ۱۰ درصد به دلیل پرشدگی شکمبه سبب کاهش مصرف خوراک و تولید شیر شد (Estridge *et al.*, 2017). در دو مطالعه که کاه گندم در سطح ۱۰ درصد جیره جایگزین یونجه خشک (Poore *et al.*, 1991) یا در سطح ۱۳ درصد جایگزین ترکیب یونجه خشک و ذرت سیلوشده شد (Ghasemi *et al.*, 2016). خوراک مصرفی تحت تأثیر قرار نگرفت، اما قابلیت هضم NDF و تولید شیر حیوان در مطالعه نخست بدون تغییر و در مطالعه بعدی با کاهش مواجه شد. بنابراین پاسخ یکسانی در اثر جایگزینی کاه گندم با یونجه خشک و ذرت سیلو شده در جیره گاوهای شیرده مشاهده نشده است که احتمالاً به دلیل تفاوت گراس‌ها و لگوم‌ها از نظر کنتیک تجزیه‌پذیری NDF در شکمبه، سطح جایگزینی و خصوصیات علوفه‌های مورد مقایسه با کاه می‌باشد (Kahyani *et al.*, 2019). از طرفی، سطح

بیشینه استفاده از کاه گندم در جیره گاوهای شیری ممکن است وابسته به مرحله شیردهی باشد. بر اساس نظریه اکسیداسیون کبدی، عوامل اصلی کنترل‌کننده مصرف خوراک در ابتدای شیردهی معمولاً سوخت‌های متابولیک (عمدتاً پروپیونات) حاصل از تغذیه مقادیر بالای نشاسته در جیره‌های این مرحله از شیردهی است در حالی که در مرحله پس از اوج شیردهی که مصرف خوراک به حداکثر می‌رسد، عامل اصلی کنترل‌کننده مصرف خوراک عوامل فیزیکی متسع‌کننده دستگاه گوارش که ناشی از مصرف مقادیر بالاتری از الیاف در جیره است، می‌باشند (Allen, 2020). پتانسیل مصرف الیاف در جیره علاوه بر گونه گیاه (لگومینه یا گرامینه) و مرحله شیردهی، همچنین، به اندازه ذرات علوفه نیز بستگی دارد. در این راستا، الیاف مؤثر فیزیکی می‌تواند همزمان ماهیت فیزیکی (اندازه ذرات) و شیمیایی (مقدار الیاف) ماده خوراکی را در نظر گرفته و مبنای مقایسه مناسبی برای علوفه‌ها از نظر مقدار بیشینه مصرف در جیره باشد (Mertens, 1997). یکسان کردن مقدار الیاف مؤثر فیزیکی بین جیره‌ها و استفاده از گاوهای اواخر شیردهی با تولید بالا کمک می‌کند تا پتانسیل مصرف کاه گندم در یک سطح معین وقتی که جایگزین یونجه خشک، ذرت سیلوشده یا هر دوی آنها می‌شود، معین گردد. از این رو، هدف از این آزمایش مطالعه پاسخ‌های عملکردی، رفتاری، و هضمی گاوهای اواخر شیردهی (که تولید شیر بالاتر از ۴۰ کیلوگرم در روز دارند) به مصرف ۷ درصد کاه گندم در جیره (تأمین‌کننده حداقل یک چهارم از بخش علوفه‌ای جیره) با یکسان نگه داشتن مقادیر الیاف مؤثر فیزیکی بین جیره‌ها بود.

مواد و روش‌ها

گاوها و طراحی آزمایش

تعداد هشت رأس گاو هلشتاین با $2/9 \pm 0/35$ زایش با میانگین وزنی 679 ± 42 کیلوگرم و تولید شیر $43/6 \pm 2/6$ کیلوگرم و روز شیردهی $214 \pm 18/2$ انتخاب و سپس به طور تصادفی در قالب طرح مربع لاتین مکرر 4×4 در جایگاه‌های انفرادی مستقر شدند.

لیتر شیر هر وعده برای هر گاو درون ظروف پلاستیکی درب‌دار ریخته پس از افزودن پتاسیم دی کرومات تا پایان وعده ۱۲ نمونه‌برداری در دمای یخچال نگهداری شد. نمونه‌های مدفوع طی سه روز اول دوره نمونه برداری در دو نوبت صبح و عصر از طریق راست روده جمع‌آوری شد. در انتهای هر روز، نمونه‌های مربوط به نوبت صبح و عصر با یکدیگر مخلوط و به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد انتقال یافت. نمونه برداری از شکمبه در روز هفتم هر دوره و سه ساعت پس از خوراک صبح گاهی توسط پمپ مکش و لوله مری انجام شد و پس از صاف کردن فوراً به وسیله دستگاه pH متر اسیدیته آن تعیین شد. سپس، ۲۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه با ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۰/۵ درصد مخلوط و جهت اندازه‌گیری نیترژن آمونیاکی به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد انتقال یافت. در روز آخر نمونه‌برداری، نمونه خون گاوها سه ساعت پس از خوراک صبحگاهی توسط لوله حاوی ماده ضد انعقاد EDTA از رگ ناحیه دم گاوها گرفته شد. پس از جداسازی پلاسما خون با استفاده از سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه، نمونه‌ها برای آنالیز شیمیایی در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در ابتدا و انتهای هر دوره دام‌ها وزن‌کشی شدند و با کم‌کردن وزن ابتدای دوره از وزن انتهای دوره تغییرات وزن بدن محاسبه شد.

آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی

میزان NDF غیرقابل هضم (uNDF) با انکوباسیون جیره‌ها به مدت ۲۸۸ ساعت داخل شکمبه دو رأس گاو بالغ دارای فیستولای شکمبه‌ای با ۶ تکرار اندازه‌گیری شد. الیاف مؤثر فیزیکی و توزیع اندازه ذرات علوفه‌ها و خوراک کاملاً مخلوط توسط الک استاندارد توسعه یافته توسط دانشگاه پنسیوانیا (Lammers *et al.*, 1996) تعیین گردید بعد از محاسبه ماده خشک باقیمانده روی هر الک، میانگین هندسی ذرات (X_{gm}) و انحراف معیار آن (SD_{gm}) با استفاده از روش استاندارد جامعه مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE, 2001) محاسبه شد.

جهت تعیین قابلیت هضم، ابتدا نمونه‌های خوراک، پسمانده و مدفوع در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و

آزمایش در چهار دوره ۲۱ روزه، شامل ۱۴ روز عادت‌پذیری به جیره و ۷ روز نمونه‌گیری انجام شد. جیره گاوها بر مبنای توصیه‌های سیستم NRC (2001) تنظیم شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد (بخش مواد متراکم ۶۶/۵ درصد+ یونجه خشک ۱۳/۵ درصد+ ذرت سیلو شده ۲۰ درصد)، ۲- کاه خرد شده جایگزین شده با ذرت سیلو شده (بخش مواد متراکم ۶۸/۵ درصد+ یونجه خشک ۱۳/۵ درصد+ ذرت سیلو شده ۱۱ درصد+ کاه خرد شده هفت درصد)، ۳- تیمار کاه خرد شده جایگزین شده با یونجه خشک (بخش مواد متراکم ۶۹/۵ درصد+ یونجه خشک ۳/۵ درصد+ ذرت سیلو شده ۲۰ درصد+ کاه خرد شده هفت درصد)، ۴- تیمار کاه خرد شده جایگزین شده با نسبت مساوی از ذرت سیلو شده و یونجه خشک (بخش مواد متراکم ۶۹ درصد+ یونجه خشک هشت درصد+ سیلاژ ذرت ۱۶ درصد+ کاه خرد شده هفت درصد) بودند. بدین ترتیب، تفاوت جیره‌های مورداستفاده تنها جایگزینی بخشی از کاه گندم با بخشی از علوفه یونجه و ذرت سیلو شده بود. جیره‌ها به صورت کاملاً مخلوط دو بار در روز (۷ صبح و ۱۷ بعد از ظهر) و در حد اشتها در اختیار گاوها قرار گرفتند به گونه‌ای که حدود پنج تا ۱۰ درصد از خوراک مصرفی روز قبل در آخور باقی بماند. آب تمیز در طول آزمایش توسط سیستم آب‌خوری نیپل به طور آزادانه در اختیار حیوانات قرار داده شد. اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌ها در جدول ۱ گزارش شده است.

نمونه‌برداری‌ها و جمع‌آوری داده‌ها

مصرف خوراک روزانه گاوها در چهار روز ابتدایی هر دوره نمونه‌برداری محاسبه شد. همچنین طی این مدت، نمونه‌برداری از خوراک و پسمانده به صورت روزانه انجام گرفت و از یونجه، ذرت سیلو شده، کاه گندم و کنسانتره نمونه‌های جداگانه اخذ شد. در آخر هر دوره، نمونه‌های گرفته شده خوراک برای هر تیمار و نمونه‌های پسمانده در آخور برای هر گاو با یکدیگر مخلوط شدند و نمونه‌ای از آن جهت اندازه‌گیری مواد مغذی استفاده شد. تولید شیر هر گاو در چهار روز ابتدایی دوره نمونه برداری در سه وعده صبح، عصر و شب ثبت شد. میزان ۲۵ میلی-

مشاهده شد و پس از آن کاه گندم و یونجه خشک قرار داشتند. در مقابل، درصد NDF و الیاف مؤثر فیزیکی (peNDF_{2s}) برای کاه گندم بالاتر از ذرت سیلوشده و در ذرت سیلوشده نیز بالاتر از یونجه خشک بود (جدول ۲). جیره حاوی کاه گندم جایگزین با ذرت سیلوشده، نسبت به سایر جیره‌ها به‌طور معنی‌داری حاوی ذرات باقی‌مانده بیشتری بر روی الک ۱۹ میلی‌متری بود. فاکتور مؤثر فیزیکی (pef_{2s}) و peNDF_{2s} جیره‌ها با اعداد الک‌های ۱۹ و ۸ میلی‌متری از لحاظ آماری بین جیره‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). به‌علاوه، تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای در الک‌های زیرین جیره‌ها مشاهده نشد. تفاوت‌های کم در توزیع اندازه قطعات کل خوراک باعث شد تا جیره‌ها از نظر خصوصیات فیزیکی مشابه باشند. بنابراین مشابهت فیزیکی و شیمیایی جیره‌های آزمایشی امکان مقایسه اثر جایگزینی کاه گندم با علوفه‌های جیره را مطابق با هدف آزمایش فراهم کرد.

جایگزینی کاه گندم خردشده تفاوت معنی‌داری در مصرف ماده خشک، ماده آلی، NDF و پروتئین خام ایجاد نکرد هر چند که حضور کاه در جیره موجب کاهش جزئی قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام شده بود (جدول ۴، $P > 0.05$). در این مطالعه، مصرف خوراک یکسان بین گاوهای مصرف‌کننده جیره‌های مختلف می‌تواند به‌دلیل سطح الیاف (NDF) و الیاف مؤثر فیزیکی یکسان بین جیره‌ها باشد. اما یک تفاوت نزدیک به ۲/۵ کیلوگرم در مصرف خوراک بین جیره WSCS و WSA مشاهده گردید که به لحاظ بیولوژیکی اختلاف قابل تأملی قلمداد می‌شود. اندازه گیری مقدار uNDF جیره‌ها تفاوت ۱/۸ درصدی بین جیره‌های مذکور نشان داد که می‌تواند این اختلاف مصرف خوراک را تا حدی توجیه نماید. از سوی دیگر تیمار WSA رطوبت کمتری (۳۶/۵٪) نسبت به سایر تیمارها (حدود ۴۱ تا ۴۴٪) داشت که ممکن است از طریق کاهش خوش‌خوراکی، اتساع بیشتر شکمبه و کاهش سرعت عبور بخش جامد به‌دلیل طولانی‌تر شدن روند آبگیری الیاف در شکمبه موجب کاهش مصرف خوراک شده باشد (Kahyani *et al.*, 2019).

به‌مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توسط توری یک میلی‌متری آسیاب شدند. ماده خشک (method 930.15)، پروتئین خام (method 990.06) و چربی خام (method 920.39) توسط روش‌های تشریح شده در AOAC (2000) تعیین شدند. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (با افزودن آنزیم آلفا آمیلاز مقاوم به حرارت) و اسیدی توسط روش Van Soest *et al.* (1991) اندازه‌گیری شد. خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان نشانگر داخلی قابلیت هضم در نمونه‌های خوراک و مدفوع سنجش شد (Van Keulen & Young, 1977).

ترکیبات شیر شامل چربی، پروتئین و لاکتوز به‌وسیله دستگاه میکرو اسکن (EKOMILK-M, Stara Zagora, Bulgaria Biotech) و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه توسط دستگاه میکروپلت ریدر (USA) با استفاده از روش فنول هیپوکلرایت (Broderick & Kang, 1980) تعیین شد. گلوکز و نیتروژن اوره‌ای پلاسمای خون با استفاده از روش کالریمتریک و توسط کیت‌های تشخیصی اختصاصی (پارس آزمون، تهران) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری داده‌ها توسط رویه مختلط (MIXED) نرم‌افزار SAS (2000) انجام شد. اثرات دوره، مربع و جیره‌های آزمایشی به‌عنوان اثرات ثابت و اثر گاو درون مربع به عنوان اثر تصادفی در نظر گرفته شد. سطح معنی‌داری کمتر از پنج درصد بود و سطح احتمال بین ۵ تا ۱۰ درصد به‌عنوان تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شد. برای تمام فراسنجه‌ها میانگین حداقل مربعات تیمارها گزارش شد.

نتایج و بحث

جیره‌ها از نظر غلظت انرژی و پروتئین با یکدیگر مشابه بودند (جدول ۱). توزیع اندازه ذرات و میانگین هندسی اندازه ذرات مربوط به علوفه‌های مورد استفاده و جیره‌های کاملاً مخلوط به ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است. بیشترین میزان فاکتور مؤثر فیزیکی و میانگین هندسی اندازه ذرات در ذرت سیلوشده

جدول ۱. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1. Ingredient and chemical composition of the experimental diets

Item	Treatment ¹			
	CSA	WSCS	WSA	WSACS
Ingredient, % of DM				
Alfalfa hay, mature chopped	13.5	13.5	3.5	8
Corn silage, immature, chopped	20	11	20	16
Wheat straw, chopped	-	7	7	7
Ground barley	22.28	22.95	23.28	23.12
Ground corn	14.94	15.39	15.62	15.50
Ground linseed	2.68	2.76	2.80	2.78
Soybean meal	12.64	13.02	13.21	13.11
Canola meal	4.32	4.45	4.52	4.49
Extruded soybean	3.99	4.11	4.17	4.14
Saturated fat supplement (85% palmitic acid)	1.86	1.92	1.95	1.93
Calcium carbonate	0.53	0.55	0.56	0.55
Magnesium oxide	0.20	0.21	0.21	0.21
Sodium bicarbonate	1.13	1.16	1.18	1.17
White salt	0.33	0.34	0.35	0.35
Sodium bentonite	0.33	0.34	0.35	0.35
Dicalcium phosphate	0.20	0.21	0.21	0.21
Mineral- vitamin premix ²	1.00	1.03	1.05	1.03
Mycotoxin binder	0.07	0.07	0.07	0.07
Chemical composition,				
Dry matter, %	55.67	63.59	56.04	59.33
Organic matter, % of DM	91.04	90.70	91.24	90.60
Crude protein, % of DM	15.36	15.30	14.70	15.00
Ether extract, % of DM	4.40	4.60	4.79	5.06
Neutral detergent fiber (NDF), % of DM	30.39	31.79	31.24	31.72
Forage NDF, % of DM	15.37	15.94	16.52	16.28
NFC ³ , % of DM	40.81	39.70	39.90	37.07
Ash, % of DM	8.96	9.30	8.76	9.40
NEL ⁴ , Mcal/kg of DM	1.65	1.64	1.65	1.65
uNDF 288(h) ⁵ , % DM	10.86	11.96	10.18	10.12

۱. جیره‌ها حاوی CSA=۲۰٪ ذرت سیلو شده + ۱۳/۵٪ یونجه خشک + ۶۶/۵٪ مواد متراکم، WSCS=۱۱٪ ذرت سیلو شده + ۷٪ کاه گندم + ۱۳/۵٪ یونجه خشک + ۶۸/۵٪ مواد متراکم، WSA=۲۰٪ ذرت سیلو شده + ۷٪ کاه گندم + ۶۹/۵٪ مواد متراکم، WSACS=۱۶٪ ذرت سیلو شده + ۷٪ کاه گندم + ۸٪ یونجه خشک + ۶۹٪ مواد متراکم بودند.

۲. ترکیب پیش مخلوط معدنی ویتامینی شامل اقلام زیر بود:

Ca, 200 g/kg; Mg, 40 g/kg; Mn, 6000 mg/kg; Zn, 10000 mg/kg; Cu, 2500 mg/kg; Se, 50 mg/kg; I, 50 mg/kg; Co, 50 mg/kg; Vit. A, 800000 IU/kg; Vit. D3, 150000 IU/kg; Vit. E, 5000 IU/kg.

۳. کربوهیدرات‌های غیرالیافی (NDF) پروتئین خام + چربی خام + خاکستر) = ۱۰۰.

۴. NEL = انرژی خالص شیردهی برآورد شده از (NRC (2001).

۵. uNDF288 = الیاف غیرقابل هضم تعیین شده از روی درکیسه گذاری ۲۸۸ ساعته در *in situ*.

1. Diets contained (DM basis): CSA= 20 % corn silage + 13.5 % alfalfa hay and 66.5 % concentrate, WSCS= 11 % corn silage + 7 % wheat straw + 13.5 % alfalfa hay and 68.5 % concentrate, WSA= 20 % corn silage + 7 % wheat straw + 3.5 % alfalfa hay and 69.5 % concentrate, and WSACS= 16% corn silage + 7 % wheat straw + 8 % alfalfa hay and 69 % concentrate.

2. Vitamin-Mineral premix composition: Ca, 200 g/kg; Mg, 40 g/kg; Mn, 6000 mg/kg; Zn, 10000 mg/kg; Cu, 2500 mg/kg; Se, 50 mg/kg; I, 50 mg/kg; Co, 50 mg/kg; Vit. A, 800000 IU/kg; Vit. D3, 150000 IU/kg; Vit. E, 5000 IU/kg.

3. Non-fiber carbohydrates calculate as: 100 - (% NDF + % CP + % EE + % ash).

4. NEL : Net energy lactation estimated from NRC (2001).

5. uNDF288 = undigested NDF determined using 288-h *in situ* incubation.

جدول ۲. ترکیب شیمیایی و توزیع اندازه ذرات علوفه‌های مورد استفاده در جیره‌های کاملاً مخلوط

Table 2. Chemical composition and particle size distribution of forages used in total mixed diets

Item	Wheat straw	Alfalfahay	Corn silage
Dry matter (%)	92.9	91.6	25.3
Crude protein (% of DM)	4.10	14.4	8.72
Neutral detergent fibre (% of DM)	72.8	39.4	50.2
%DM retained on, mm			
>19.0	32.1	22.3	38.6
8.0-19.0	34.4	36.8	50.9
1.18-8.0	26.5	16.3	8.5
< 1.18	6.9	24.5	2.0
pef _{2s} ¹	0.66	0.59	0.89
X _{gm} ³ (mm)	9.9	5.4	12.2
S _{gm} ⁴ (mm)	2.8	3.6	1.8

۱. pef_{2s} فاکتور مؤثر فیزیکی محاسبه شده از روی نسبت ذرات باقیمانده روی ۲ الک دانشگاه پنسیلوانیا.

۲. peNDF_{2s} = الیاف مؤثر فیزیکی محاسبه شده از روی NDF جیره ضرب در نسبت ذرات باقیمانده روی ۲ الک دانشگاه پنسیلوانیا.

۳. X_{gm} = میانگین طول هندسی ذرات محاسبه شده از طریق (S424) ASAE, 2001.

۴. SD_{gm} = انحراف معیار طول هندسی ذرات محاسبه شده از طریق (S424) ASAE, 2001.

1. pef_{2s} = physical effectiveness factor calculated as cumulative proportion of particles retained on 2 sieves of Penn State Particle Separator.

2. peNDF_{2s} = physical effective NDF calculated as ration NDF multiplied by cumulative proportion of particles retained on 2 sieves of Penn State Particle Separator.

3. X_{gm} = Geometric mean length as calculated by the ASAE (S424), 2001.

4. SD_{gm} = standard deviation as calculated by ASAE (2001; method S424).

جدول ۳. توزیع اندازه ذرات و الیاف مؤثر فیزیکی جیره‌ها و پسمانده

Table 3. Particle size distribution and physical effective NDF content of diets and ords

Item	Treatment ¹				SE	P
	CSA	WSCS	WSA	WSACS		
TMR retained on sieve, mm						
> 19.0	5.7 ^b	9.3 ^a	7.8 ^b	5.6 ^b	0.42	0.001
8.0-19.0	32.8	26.5	32.4	31.3	1.86	0.12
1.18-8.0	35.7	36.3	35.5	35.8	1.54	0.98
< 1.18	25.8 ^b	27.9 ^b	24.2 ^b	27.3 ^b	0.81	0.02
X _{gm} (mm) ²	4.21	3.88	4.50	4.02	0.29	0.50
S _{gm} (mm) ³	3.10 ^b	3.37 ^a	3.13 ^b	3.12 ^b	0.05	0.01
pef _{2s} ⁴	0.38	0.35	0.40	0.37	0.02	0.28
peNDF _{2s} ⁵ , % of DM	11.68	11.38	12.57	11.68	0.55	0.38
Ords retained on sieve, mm						
< 19.0	7.7	8.1	8.0	6.5	1.40	0.84
8.0-19.0	34.2	33.7	31.9	31.6	2.65	0.86
1.18-8.0	40.4	41.4	39.1	40.7	2.25	0.91
< 1.18	17.9	16.8	21.0	21.2	3.09	0.67

۱. CSA=20% ذرت سیلو شده + ۱۳/۵% یونجه خشک + ۶۶/۵% مواد متراکم، WSCS= ۱۱% ذرت سیلوشده + ۷% کاه گندم + ۱۳/۵% یونجه خشک + ۶۸/۵% مواد متراکم، WSA= ۲۰% ذرت سیلوشده + ۷% کاه گندم + ۳/۵% یونجه خشک + ۶۹/۵% مواد متراکم، WSACS= ۱۶% ذرت سیلوشده + ۷% کاه گندم + ۸% یونجه خشک + ۶۹% مواد متراکم.

۲. X_{gm}= میانگین طول هندسی ذرات محاسبه شده از طریق (S424) ASAE, 2001.

۳. SD_{gm}= انحراف معیار طول هندسی ذرات محاسبه شده از طریق (S424) ASAE, 2001.

۴. pef_{2s} = فاکتور مؤثر فیزیکی محاسبه شده از روی نسبت ذرات باقیمانده روی ۲ الک دانشگاه پنسیلوانیا.

۵. peNDF_{2s} = الیاف مؤثر فیزیکی محاسبه شده از روی NDF جیره ضرب در نسبت ذرات باقیمانده روی ۲ الک دانشگاه پنسیلوانیا.

1. CSA= 20 % corn silage + 13.5% alfalfa hay and 66.5% concentrate, WSCS= 11 % corn silage + 7 %wheat straw + 13.5 % alfalfa hay and 68.5 % concentrate, WSA= 20 % corn silage + 7 %wheat straw + 3.5 % alfalfa hay and 69.5 % concentrate, and WSACS= 16 % corn silage + 7 %wheat straw + 8 % alfalfa hay and 69 % concentrate.

2. X_{gm}= Geometric mean length as calculated by the ASAE (S424), 2001.

3. S_{gm}= standard deviation as calculated by ASAE (2001; method S424).

4. pef_{2s} = physical effectiveness factor calculated as cumulative proportion of particles retained on 2 sieves of Penn State Particle Separator.

5. peNDF_{2s} = physical effective NDF calculated as ration NDF multiplied by cumulative proportion of particles retained on 2 sieves of Penn State Particle Separator.

جدول ۴. تأثیر جایگزینی کاه گندم با یونجه خشک و ذرت سیلو شده بر مصرف خوراک و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

Table 4. Effect of replacing wheat straw with alfalfa hay and corn silage on feed intake and apparent digestibility of nutrients

Item	Treatment ¹				SE	P
	CSA	WSCS	WSA	WSACS		
Intake (kg/d)						
Dry matter	24.6	23.2	25.7	24.0	1.28	0.58
Organic matter	22.4	21.1	23.4	21.7	0.89	0.32
Crude protein	3.7	3.5	3.7	3.6	0.15	0.63
Neutral detergent fibre (NDF)	7.8	7.6	7.6	7.4	0.40	0.89
peNDF _{2s} ²	2.97	2.89	2.87	2.80	0.15	0.89
Nutrient digestibility(%)						
Dry matter	71.4	69.8	69.3	68.0	1.18	0.57
Organic matter	73.5	71.9	71.4	70.0	1.64	0.53
Crude protein	73.4	73.3	70.8	69.5	1.70	0.33
NDF	36.3	38.1	36.4	39.1	2.15	0.68

۱. CSA=20% ذرت سیلو شده + ۱۳/۵% یونجه خشک + ۶۶/۵% مواد متراکم، WSCS= ۱۱% ذرت سیلوشده + ۷% کاه گندم + ۱۳/۵% یونجه خشک + ۶۸/۵% مواد متراکم، WSA= ۲۰% ذرت سیلوشده + ۷% کاه گندم + ۳/۵% یونجه خشک + ۶۹/۵% مواد متراکم، WSACS= ۱۶% ذرت سیلوشده + ۷% کاه گندم + ۸% یونجه خشک + ۶۹% مواد متراکم.

۲. peNDF_{2s} = الیاف مؤثر فیزیکی محاسبه شده از روی NDF جیره ضرب در نسبت ذرات باقیمانده روی ۲ الک دانشگاه پنسیلوانیا.

1. CSA= 20 % corn silage + 13.5 % alfalfa hay and 66.5 % concentrate, WSCS= 11 % corn silage + 7 %wheat straw + 13.5 % alfalfa hay and 68.5 % concentrate, WSA= 20 % corn silage + 7 %wheat straw + 3.5 % alfalfa hay and 69.5 % concentrate, and WSACS= 16 % corn silage + 7 %wheat straw + 8 % alfalfa hay and 69 % concentrate.

2. peNDF_{2s} = physically effective NDF calculated as ration NDF multiplied by cumulative proportion of particles retained on 2 sieves of Penn State Particle Separator.

گندم خردشده به میزان ۱۰ و ۱۵ درصد ماده خشک جیره به جای ذرت سیلوشده، یونجه خشک، و نسبت مساوی از یونجه خشک و ذرت سیلوشده تأثیری بر ماده خشک مصرفی گاوهای اواخر شیردهی نداشت (Gencoglu & Turkmen, 2006). اخیراً گزارش شده است که در جیره های بر پایه ذرت سیلوشده، جایگزینی علوفه یونجه، کاه گندم، و کاه ذرت در جیره‌هایی با NDF

مشابه آزمایش ما، در آزمایشی جایگزینی ۱۳ درصد کاه گندم خردشده یا کاه گندم سیلوشده با سود، ملاس و دانه گندم به جای بخشی از علوفه جیره گاوهای اواسط شیردهی شیرده، تفاوت معنی‌داری در مصرف ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی مشاهده ایجاد نکرد (Ghasemi *et al.*, 2016). همین‌طور در پژوهش دیگری جایگزینی کاه

داده است. به علاوه با جایگزینی کاه گندم مقدار کنسانتره در جیره‌ها نسبت به گروه شاهد بین ۱/۵ تا ۲/۵ درصد افزایش یافت که این خود می‌تواند اثر افت قابلیت هضم ناشی از ورود کاه در جیره را جبران نماید (Poore *et al.*, 1993). همچنین در این مطالعه مقدار NDF علوفه‌ای و NDF مؤثر فیزیکی بین جیره‌ها مشابه بود و از آنجا که انتظار می‌رود در جیره‌های حاوی کاه، تغییرات مربوط به قابلیت هضم، به طور عمده ناشی از تغییر قابلیت هضم الیاف باشد، مشابهت قابلیت هضم بین تیمارها توجیه می‌گردد. این نتیجه همچنین بازهم تأیید می‌نماید که تعیین uNDF ۲۸۸ ساعته هر چند می‌تواند مبنای مقایسه خوبی از ویژگی‌های هضمی یک ماده خوراکی باشد، اما برای پیش‌بینی هضم در گاوهای پرتولید که سرعت عبور مواد خوراکی از شکمبه در آنها زیاد است، استفاده از uNDF تعیین‌شده در زمان‌های کمتر مناسب‌تر است. استفاده از با هضم الیاف در شکمبه در شرایط واقعی دارد (Kayhani *et al.*, 2019b).

تولید و ترکیبات شیر و تغییرات وزن بدن دام‌ها در جدول ۵ گزارش شده است. نتایج نشان داد که تغذیه جیره شاهد نسبت به جیره‌های حاوی کاه گندم، سبب تمایل به افزایش وزن بدن شد ($P=0/06$)، در حالی که بین تولید و ترکیبات شیر بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). یافته مهم این مطالعه این بود که با گنجاندن ۷ درصد کاه گندم خردشده در جیره غذایی گاوها تفاوت معنی‌داری در تولید و ترکیبات شیر، ماده خشک مصرفی و قابلیت هضم اغلب مواد مغذی در مقایسه با جیره فاقد کاه گندم مشاهده نشد. موافق با یافته‌های ما گزارش شده است که تغذیه جیره‌های با غلظت مشابه NDF از منابع مختلف ذرت سیلوشده، علوفه یونجه، کاه گندم و کاه ذرت تغییری در چربی (۳/۵۶ درصد) و پروتئین شیر (۲/۸۷ درصد) گاوها ایجاد نکرد (Eastridge *et al.*, 2017). بهبود افزایش وزن که در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها مشاهده گردید می‌تواند تا حدی به افزایش اندک قابلیت هضم ماده خشک در این تیمار مربوط باشد. شاید افزایش بیشتر وزن زنده در این مطالعه در جیره شاهد نشان

علوفه‌ای مشابه می‌تواند منجر به عملکرد مشابه در گاوهای شیری و حفظ توازن تخمیر شکمبه‌ای شود، مشروط به آن که نسبت مناسب کربوهیدرات‌های غیرالیافی و کل NDF مشابه باشد (Eastridge *et al.*, 2017). در آزمایش مذکور بر لزوم مشابهت NDF کل و علوفه‌ای بین تیمارها تأکید شده بود. در آزمایش حاضر مشخص گردید که تنظیم جیره‌ها بر اساس الیاف مؤثر فیزیکی مشابه می‌تواند در سطوح بالای مصرف خوراک امکان استفاده از هفت درصد کاه گندم را فراهم آورد بدون آن که مصرف خوراک کاهش یابد. در واقع الیاف مؤثر فیزیکی همزمان ماهیت شیمیایی (NDF) و فیزیکی (اندازه ذرات) را در نظر می‌گیرد. هر چند این معیار نسبت به NDF کل و NDF علوفه‌ای می‌تواند پیش‌بینی بهتری از دینامیک هضم و عبور الیاف آرایه نماید، آزمایش‌های طولانی مدت که ترجیحاً از اوایل شیردهی آغاز شود برای تعیین یک شاخص فراگیر مرتبط با الیاف در کنترل ماده خشک مصرفی گاوها مورد نیاز است. به عنوان مثال در آزمایش‌های اخیر، ثابت شده است که در جیره‌هایی حاوی الیاف مؤثر فیزیکی مشابه، قابلیت هضم ۳۰ ساعته NDF می‌تواند تعیین‌کننده مصرف ماده خشک در گاوهای اوایل شیردهی باشد (Kahyani *et al.*, 2019b). در آن آزمایش، تنظیم جیره‌ها بر مبنای قابلیت هضم ۳۰ ساعته NDF امکان استفاده از کاه گندم تا سطح ۴ کیلوگرم در روز برای هر راس را بدون اختلال در عملکرد گاوها فراهم کرد. این مباحث نشان می‌دهد که در جیره‌های پرکنسانتره متداول برای گاوهای شیرده هرچه معیارهای دقیق‌تری از ویژگی‌های الیافی علوفه‌ها برای جیره‌نویسی در دسترس باشد (مثلاً NDF در مقایسه با uNDF)، تعیین سطحی از کاه گندم که منجر به افت مصرف و عملکرد نمی‌گردد، دقیق‌تر صورت خواهد گرفت.

عدم تفاوت تیمارها در قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی با آزمایش‌های مشابه و با سطحی مشابه از کاه گندم در جیره همخوانی دارد (Kayhani *et al.*, 2019a). یکی از مهم‌ترین دلایل عدم کاهش قابلیت هضم جیره در تیمارهای حاوی کاه، استفاده از مقادیر بالای کنسانتره در جیره‌ها (بیش از ۶۵ درصد) بود که وزن بیشتری به کنسانتره در تعیین قابلیت هضم جیره

دهنده بازدهی بیشتر انرژی نسبت به جیره‌های حاوی کاه، با وجود پیش‌بینی NEI مشابه بوده باشد. به دلیل این که از گاوهای اواخر شیردهی در این مطالعه استفاده شد هدایت انرژی دریافتی به سمت افزایش وزن به جای تولید شیر قابل انتظار بود. جایگزینی کاه گندم خردشده با منابع علوفه‌ای تفاوت معنی‌داری در pH شیرابه شکمبه ایجاد نکرد (جدول ۶). همچنین غلظت آمونیاک در مایع شکمبه در بین تیمارها مشابه بود. مشابه آزمایش ما، استفاده از کاه گندم به میزان ۱۰ و ۱۵ درصد جیره تأثیر معنی‌داری بر میانگین pH، غلظت نیتروژن آمونیاکی و غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه نداشت. یکسان بودن pH شکمبه بین جیره‌ها به عدم تغییر در غلظت اسیدهای چرب فرار ارتباط دارد (Gencoglu & Turkmen, 2006). به طور کلی pH شکمبه تحت تأثیر غلظت کل اسیدهای چرب فرار در مایع شکمبه قرار می‌گیرد و در آزمایش ما عدم تغییر اسیدیته شکمبه احتمالاً نشان دهنده عدم تفاوت بین جیره‌ها از نظر تخمیرپذیری در شکمبه بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده از کاه گندم در جیره تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن اوره‌ای و گلوکز پلاسما نداشت (جدول ۶). با توجه به ارتباط مستقیم غلظت اوره پلاسما با نیتروژن آمونیاکی شکمبه (Broderick

در این مطالعه، بر مبنای قیمت روز اقلام خوارکی و شیر، هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم شیر برای جیره شاهد، جیره‌های حاوی کاه گندم جایگزین شده با ذرت سیلوشده، جیره‌های حاوی کاه گندم جایگزین شده با یونجه خشک، جیره‌های حاوی کاه گندم جایگزین شده با نسبت مساوی از یونجه خشک و ذرت سیلوشده به ترتیب ۹۰۷۱، ۹۰۵۴، ۹۰۷۰ و ۸۶۷۰ ریال و درآمد پس از کسر هزینه خوراک به ازای هر رأس به ترتیب برابر ۱۹۷۸۵۰، ۱۸۶۳۰۰، ۱۹۴۷۶۰ و ۲۱۰۲۵۰ ریال به دست آمد. بر این اساس، صرفه اقتصادی با جایگزینی کاه با نسبت مساوی از جای ذرت سیلوشده و یونجه به دست می‌آید، با این وجود حتی اگر صرفه اقتصادی معنی‌داری مشاهده نگردد، جایگزینی با تک‌تک این علوفه‌ها می‌تواند به عنوان یک راهکار مدیریتی برای جبران کمبود علوفه در نظر گرفته شود.

جدول ۵. تأثیر جایگزینی کاه گندم با یونجه خشک و ذرت سیلو شده بر تولید شیر و وزن بدن

Table 5. Effect of replacing wheat straw with alfalfa hay and corn silage in the diet on milk production and body weight

Item	Treatment ¹				SE	P
	CSA	WSCS	WSA	WSACS		
Body weight change, kg	23.1 ^a	4.3 ^b	9.4 ^b	4.1 ^b	5.26	0.06
Milk yield, kg/d	40.3	38.2	39.8	39.2	1.61	0.82
4% FCM, kg/d	34.7	33.2	34.5	33.7	1.59	0.89
Energy corrected milk (ECM), kg/d	38.9	37.1	38.6	37.7	1.72	0.86
FCM/DMI, kg/kg	1.42	1.44	1.36	1.42	0.06	0.77
ECM/DMI, kg/kg	1.60	1.61	1.52	1.59	0.07	0.78
Milk fat, %	3.12	3.18	3.18	3.13	0.07	0.97
Milk protein, %	3.27	3.31	3.32	3.29	0.03	0.99
Milk lactose, %	4.40	4.46	4.41	4.37	0.05	0.95
Milk fat, kg/d	1.24	1.19	1.24	1.21	0.06	0.93
Milk protein, kg/d	1.35	1.28	1.33	1.31	0.05	0.78
Milk lactose, kg/d	1.79	1.69	1.77	1.74	0.07	0.71

۱. CSA=۲۰٪ ذرت سیلو شده + ۱۳٪ یونجه خشک + ۶۶٪ مواد متراکم، WSCS=۱۱٪ ذرت سیلوشده + ۷٪ کاه گندم + ۱۳٪ یونجه خشک + ۶۸٪ مواد متراکم، WSA=۲۰٪ ذرت سیلوشده + ۷٪ کاه گندم + ۳٪ یونجه خشک + ۶۹٪ مواد متراکم، WSACS=۱۶٪ ذرت سیلوشده + ۷٪ کاه گندم + ۸٪ یونجه خشک + ۶۹٪ مواد متراکم.

1. CSA= 20 % corn silage+ 13.5 % alfalfa hay and 66.5 % concentrate, WSCS= 11 % corn silage + 7 %wheat straw+ 13.5 % alfalfa hay and 68.5% concentrate, WSA= 20 % corn silage+ 7 % wheat straw + 3.5 % alfalfa hay and 69.5 % concentrate, and WSACS= 16 % corn silage+ 7 %wheat straw + 8 % alfalfa hay and 69 % concentrate.

جدول ۶. تأثیر جایگزینی کاه گندم با یونجه خشک و ذرت سیلو شده بر برخی از پارامترهای شکمبه و خون

Table 6. Effect of replacing wheat straw with alfalfa hay and corn silage in the diet on some rumen and blood parameters

Item	Treatment ¹					P
	CSA	WSCS	WSA	WSCSA	SE	
Rumen parameters						
pH	6.35	6.48	6.35	6.29	0.13	0.56
ammonia nitrogen (mmol/l)	5.5	6.1	5.6	5.7	0.60	0.88
Plasma parameters						
Glucose (mg/dl)	79.9	72.4	71.9	80.9	3.46	0.16
Urea nitrogen (mg/dl)	9.3	10.2	9.4	10.5	0.76	0.39

۱. CSA=۲۰٪ ذرت سیلو شده + ۱۳/۵٪ یونجه خشک + ۶۶/۵٪ مواد متراکم، WSCS=۱۱٪ ذرت سیلو شده + ۷٪ کاه گندم + ۱۳/۵٪ یونجه خشک + ۶۸/۵٪ مواد متراکم، WSA=۲۰٪ ذرت سیلو شده + ۷٪ کاه گندم + ۳/۵٪ یونجه خشک + ۶۹/۵٪ مواد متراکم، WSACS=۱۶٪ ذرت سیلو شده + ۷٪ کاه گندم + ۸٪ یونجه خشک + ۶۹٪ مواد متراکم.

1. CSA= 20 % corn silage + 13.5 % alfalfa hay and 66.5 % concentrate, WSCS= 11 % corn silage + 7 % wheat straw + 13.5 % alfalfa hay and 68.5 % concentrate, WSA= 20 % corn silage + 7 % wheat straw + 3.5 % alfalfa hay and 69.5 % concentrate, and WSACS= 16 % corn silage + 7 % wheat straw + 8 % alfalfa hay and 69 % concentrate.

سطح بهینه کاه گندم در جیره گاوهای اوایل دوره شیردهی صورت گیرد.

سپاسگزاری

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه تهران در قالب پژوهانه مصوب دانشجویان تحصیلات تکمیلی صورت گرفته است. از مدیریت و پرسنل مجتمع دامپروری صفاری به جهت حمایت مالی، فراهمی امکانات و همکاری در حین اجرای پژوهش قدردانی می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که با حفظ سطوح الیاف مؤثر فیزیکی بین جیره‌ها، جایگزینی کاه گندم خردشده در سطح هفت درصد جیره با ذرت سیلو شده، یونجه خشک و ترکیب یکسان یونجه خشک و ذرت سیلو شده تأثیر منفی بر مصرف خوراک و عملکرد شیردهی گاوهای پرتولید نداشت. استفاده از کاه گندم سبب کاهش قیمت جیره یا دسترسی به یک منبع جایگزین برای جبران کمبود علوفه می‌شود. پیشنهاد می‌شود که مطالعات بعدی به منظور تعیین

REFERENCES

- Allen, M.S. (2020). Control of feed intake by hepatic oxidation in ruminant animals: integration of homeostasis and homeorhesis. *Animal*. 14 (S1), s55-s64.
- AOAC International (2000). *Official methods of analysis*. 17th ed., Gaithersburg, MD, USA.
- ASAE. (2001). S424. Method of determining and expressing particle size of chopped forage materials by sieving. *Standards. Am. Soc. Agric. Eng.*, St. Joseph, MI.
- Broderick, G. A. & Clayton, M. K. (1997). A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science*, 80 (11), 2964-2971.
- Broderick, G. A. & Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*, 63(1), 64-75.
- Brown, W. H., Khalaf, S. S., Marmolejo, A., Swingle, R. S. & Whiting, F. M. (1990). Partial replacement of alfalfa hay with chopped wheat straw in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 73(11), 3172-3177.
- Eastridge, M. L., Bucci, P. B. & Ribeiro, C. V. D. M. (2009). Feeding equivalent concentrations of forage neutral detergent fiber from alfalfa hay, grass hay, wheat straw, and whole cottonseed in corn silage based diets to lactating cows. *Animal Feed Science and Technology*, 150, 86-94.
- Eastridge, M. L., Starkey, R. A., Gott, P. N., Oelker, E. R., Sewell, A. R., Mathew, B. & Firkins, J. L. (2017). Dairy cows fed equivalent concentrations of forage neutral detergent fiber from corn silage, alfalfa hay, wheat straw, and corn stover had similar milk yield and total tract digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 225, 81-86.
- Gencoglu, H. & Turkmen, I. I. (2006). Effects of forage source on chewing and rumen fermentation in lactating dairy cows. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 157(10), 463.
- Ghasemi, E., Ghorbani, G.R. & Khorvash, M. (2016). Effect of feeding untreated wheat straw or ensiled wheat straw with NaOH, molasses and wheat grain on performance of lactation dairy cows. *Animal Science Journal*. 112, 33-46. (in Farsi)
- Kahyani, A., Ghorbani, G. R., Alikhani, M., Ghasemi, E., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Beauchemin K. A. & Nasrollahi, S.M. (2019a). Performance of dairy cows fed diets with similar proportions of undigested neutral detergent fiber with wheat straw substituted for alfalfa hay, corn silage, or both. *Journal of Dairy Science*. 102 (12), 10903-10915. doi:10.3168/jds.2019-16869.

12. Kahyani, A., Ghorbani, G. R., Alikhani, M., Ghasemi, E., Sadeghi-Sefidmazgi, A. & Nasrollahi, S. M. (2019b). Adjusting for 30-hour undigested neutral detergent fiber in substitution of wheat straw and beet pulp for alfalfa hay and corn silage in the diet of high-producing cows. *Journal Of Dairy Science*, 102 (8), 7026-7037.
13. Lammers, B. P., Buckmaster, D. R. & Heinrichs, A. J. (1996). A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 79(5), 922-928.
14. Lee, C., Giallongo, F., Hristov, A. N., Lapierre, H., Cassidy, T. W., Heyler, K. S. & Parys, C. (2015). Effect of dietary protein level and rumen-protected amino acid supplementation on amino acid utilization for milk protein in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1885-1902.
15. Mertens, D.R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80 (7), 1463-1481. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2
16. NASA, N. (2015). Find 2014 warmest year in modern record. *National Aeronautics and Space Administration, Release*, 15, 10.
17. Polat, U., Gencoglu, H. & Turkmen, I. I. (2009). The effects of partial replacement of corn silage on biochemical blood parameters in lactating primiparous dairy cows. *Veterinárni Medicína*, 54(9), 407-411.
18. Poore, M. H., Moore, J. A., Swingle, R. S., Eck, T. P. & Brown, W. H. (1993). Response of lactating holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. *Journal of Dairy Science*, 76(8), 2235-2243.
19. Poore, M. H., Moore, J. A., Swingle, R. S., Eck, T. P. & Brown, W. H. (1991). Wheat straw or alfalfa hay in diets with 30% neutral detergent fiber for lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 74(9), 3152-3159.
20. SAS Institute. (2002). User's Guide: Statistics. Version 9.1. SAS Inst., Inc., Cary, NC
21. Van Keulen, J. Y. B. A. & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44(2), 282-287..
22. Van Soest, P. V., Robertson, J. B. & 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.