

## بررسی آثار جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا و فرآوری دانه ذرت بر عملکرد تولیدی گاوهای هلستاین

فرزاد عبدالله‌زاده<sup>۱</sup>، حمید محمدزاده<sup>۲</sup>، محمد خوروش<sup>۳</sup>، اکبر تقی زاده<sup>۴</sup> و علی حسینخانی<sup>۵\*</sup>

۱، ۲، ۴، ۵. دانشجوی دکتری، استادیار، استاد و دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۵/۲۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۸)

## چکیده

به منظور بررسی آثار جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا و همچنین روش فرآوری دانه ذرت بر عملکرد تولیدی گاوهای پر تولید از ۱۲ رأس گاو شیرده هلستاین (زایش دوم با میانگین روزهای شیردهی  $80 \pm 14$  و تولید شیر  $46 \pm 3$  کیلوگرم در روز) در قالب طرح مربع لاتین تکرار شونده  $4 \times 4$  به روش فاکتوریل  $2 \times 2$  استفاده شد. عامل اول روش فرآوری دانه ذرت شامل آسیاب نرم و پرک شده با بخار بود و عامل دوم شامل دو نسبت کنجاله کلزا به کنجاله سویا (۵۰:۵۰ و ۱۰۰:۰ صفر) در جیره بود. ماده خشک مصرفی، تولید شیر، غلظت ترکیبات شیر و همچنین پارامترهای شکمبه ای تحت تأثیر نوع کنجاله مصرفی در جیره قرار نگرفت. حذف کامل کنجاله سویا در جیره سبب کاهش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک گردید. پرک کردن ذرت با بخار سبب کاهش خوراک مصرفی، کاهش درصد چربی شیر، افزایش درصد پروتئین شیر و افزایش غلظت گلوکز خون شد، اما تولید شیر تحت تأثیر قرار نگرفت. اثر متقابل جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا و روش فرآوری دانه ذرت بر پاسخ های عملکردی گاوهای شیری معنی دار نبود. استفاده از کنجاله کلزا به عنوان جایگزین مناسب کنجاله سویا و همچنین پرک کردن ذرت با بخار به علت بهبود راندمان خوراک و اثر مثبت بر متابولیسم نیتروژن و انرژی جهت تغذیه گاوهای پرتولید، قابل توصیه خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: فرآوری غله، گاو شیرده، منبع پروتئین.

## Effects of replacement of soybean meal with canola meal and corn processing on productive performance of Holstein dairy cows

Farzad Abdollahzadeh<sup>1</sup>, Hamid Mohammadzadeh<sup>2</sup>, Mohammad Khorvash<sup>3</sup>, Akbar Taghizadeh<sup>4</sup> and Ali Hosseinkhani<sup>5\*</sup>

1, 2, 4, 5. Ph.D. Candidate, Assistant Professor, Professor and Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran

3. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(Received: Aug. 20, 2019 - Accepted: Dec. 29, 2019)

## ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of replacement of soybean meal with canola meal and corn processing on productive performance of Holstein dairy cows. Twelve Holstein cows (milk yield =  $46 \pm 3$  kg/d) were assigned to a replicated  $4 \times 4$  Latin square design with a  $2 \times 2$  factorial arrangement of treatments. Factor 1 was corn processing method, ground corn or steam flaked corn, and factor 2 was two ratio canola meal to soybean meal (50:50 or 100:0). No significant interactions of main treatment effects occurred for lactation performance data. Dry matter intake and milk production was not affected by replacement of soybean meal with canola meal. Milk compounds concentration was not affected by this replacement. Substitution of hundred percent of soybean meal with canola meal in the diet decreased the apparent digestibility of the dry matter. Feed intake was decrease when the cows received steam flaked corn compared with those receiving ground corn. Milk fat content decreased but milk protein content increased in cows fed steam flaked compared with those fed ground corn. Although these results showed no interaction effects of replacement of soybean meal with canola meal and corn processing method on performance, higher canola meal ratio and steam flaked corn improved feed efficiency and has a positive effect on the metabolism of nitrogen and energy, so recommended to fed in high-yielding cows under the conditions of this experiment.

**Keywords:** Canola meal, corn processing, Holstein cow, soybean meal.

\* Corresponding author E-mail: ali.hosseinkhani@gmail.com

## مقدمه

ذرت به دلیل داشتن سطح بالایی از نشاسته یکی از منابع اصلی انرژی در جیره نشخوارکنندگان در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از روش‌های مختلف فرآوری از جمله آسیاب کردن و پرک کردن با بخار می‌توان از ذرت به‌عنوان یکی از منابع مهم نشاسته‌ای در جیره گاوهای شیری به نحو مطلوب‌تری بهره برد (Shen *et al.*, 2015). آسیاب کردن دانه ذرت از روش‌های مرسوم مورد استفاده در دامداری‌ها بوده که معمولاً توسط خود دامدار انجام می‌شود. در فرآیند پرک کردن ذرت با بخار، به دلیل اعمال همزمان عواملی از قبیل رطوبت، دما و فشار، گرانول‌های نشاسته و همچنین ماتریکس پروتئینی اطراف آن دچار تغییرات ساختاری و شیمیایی شده و در نتیجه افزایش گوارش پذیری نشاسته را به همراه خواهد داشت. متعاقب افزایش انرژی در دسترس باکتری‌های شکمبه‌ای، این فرآیند می‌تواند باعث افزایش تولید پروتئین میکروبی و در نتیجه جریان اسید آمینه به روده باریک شود (Nikkhah *et al.*, 2004). نتایج بررسی منابع جهت مقایسه تأثیر ذرت آسیاب‌شده ریز در مقابل آسیاب‌شده درشت آن بر عملکرد گاوهای شیرده نشان داد که آسیاب کردن ریز ذرت سبب افزایش غلظت پروبیونات، افت pH و کاهش نسبت استات به پروبیونات شکمبه شد (Theurer *et al.*, 1999). در برخی مطالعات جایگزینی ذرت پرک‌شده با بخار بجای ذرت آسیاب‌شده باعث افزایش در ماده خشک مصرفی و تولید شیر شد (Zhong *et al.*, 2008; Cooke *et al.*, 2008). استفاده از ذرت پرک‌شده با بخار به جای ذرت آسیاب‌شده همچنین باعث افزایش درصد پروتئین شیر و از طرفی کاهش درصد چربی شیر گردید (Yu *et al.*, 1998; Shen *et al.*, 2015).

با توجه به بررسی منابع، مطالعات گسترده‌ای در رابطه با منابع پروتئینی مورد استفاده در جیره گاوهای شیری انجام شده و نتایج آنها در مقالات متعدد به چاپ رسیده است. با استفاده از روش‌های متفاوت فرآوری غلات و در واقع افزایش تجزیه‌پذیری و دسترسی شکمبه‌ای نشاسته موجود در دانه غلات، منابع انرژی لازم جهت تولید پروتئین توسط میکروارگانیزم‌های شکمبه تأمین خواهد شد. بنابراین

کنجاله سویا به‌علت خوش خوراکی و همچنین توازن مناسب اسیدهای آمینه به‌عنوان یک مکمل پروتئینی رایج در جیره گاوهای شیرده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hossayni *et al.*, 2012). به‌علت قیمت بالای این منبع پروتئینی، متخصصین تغذیه در راستای یافتن منابع پروتئینی جایگزین با قیمت پایین‌تر، استفاده از کنجاله کلزا را توصیه می‌کنند. کنجاله کلزا مقدار متیونین بیشتر ولی انرژی و پروتئین کمتری نسبت به کنجاله سویا داشته و منبع خوبی از مواد معدنی ضروری از جمله سلنیم است (Stockdale, 2007). نتایج پژوهش‌های قبلی نشان می‌دهد که استفاده از کنجاله کلزا در تغذیه گاوهای شیرده سبب بهبود تولید شیر شده و می‌تواند به‌عنوان یک منبع پروتئینی در جیره گاوهای شیرده بدون داشتن اثرات منفی بر مصرف خوراک مورد استفاده قرار گیرد (Beam & Butler, 1999). در برخی مطالعات میانگین مصرف خوراک در دام‌های تغذیه شده با کنجاله کلزا نسبت به دام‌های دریافت‌کننده کنجاله سویا بالاتر بود (Sanchez & Claypool, 1983). در یک مطالعه، استفاده از کنجاله کلزا در جیره گاوهای شیرده تولید شیر و همچنین شیر تصحیح‌شده را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Khalili *et al.*, 2002). در آزمایشی دیگر، با مصرف کنجاله کلزا (۱۱ درصد کنسانتره) تأثیر منفی روی تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیرده مشاهده نشد (Fisher, 1976). اثرات مثبت مشاهده شده در مورد استفاده از کنجاله کلزا در جیره گاوهای شیرده می‌تواند به دلیل افزایش قابلیت جذب اسیدهای آمینه آن به‌خصوص متیونین و هیستیدین در روده و همچنین افزایش تولید پروتئین میکروبی و افزایش تامین پروتئین قابل متابولیسم مربوط به بخش پروتئین غیر قابل تجزیه این کنجاله باشد (Huhtanen *et al.*, 2011). نتایج پژوهش‌های قبلی در رابطه با اثر جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا در سطوح مختلف بر عملکرد تولیدی گاوهای هلشتاین شیرده نشان داد که ترکیبی از کنجاله سویا و کلزا نسبت به هر کدام از این منابع به تنهایی در جیره ترکیبی خوش خوراکتر را برای گاو فراهم می‌کند (Huhtanen *et al.*, 2011).

جیره باقی می‌ماند، به‌طور انفرادی تغذیه شدند و به صورت آزاد به آب تازه دسترسی داشتند. در این آزمایش از کنجاله سویا و کنجاله کلزا به‌عنوان منبع پروتئین با قابلیت تجزیه‌پذیری بالا در شکمبه با نسبت‌های مختلف استفاده شد. ذرت مورد استفاده در این طرح به دو روش پرک‌شده با بخار (چگالی ۴۰۰ گرم بر لیتر، در کارخانه چاودانه شهرضا- اصفهان) و آسیاب نرم فرآوری شده بود (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از: (۱) جیره حاوی کنجاله کلزا و کنجاله سویا به نسبت مساوی (۵۰:۵۰) به‌همراه ذرت پرک‌شده با بخار [50-F]، (۲) جیره حاوی کنجاله کلزا و کنجاله سویا به نسبت مساوی به همراه ذرت آسیاب‌شده [50-G]، (۳) جیره حاوی کنجاله کلزا (سطح ۱۰۰ درصد جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا) به‌همراه ذرت پرک‌شده با بخار [100-F] و (۴) جیره حاوی کنجاله کلزا به همراه ذرت آسیاب‌شده [100-G].

میزان مصرف خوراک از طریق ثبت مقدار خوراک عرضه شده و باقی مانده آن به صورت روزانه در دوره نمونه‌گیری برای هر گاو اندازه‌گیری شد. جهت تعیین ترکیبات شیمیایی، نمونه‌هایی از خوراک و باقیمانده خوراک مربوط به هر گاو بلافاصله پیش از وعده خوراک‌دهی صبح در پنج روز انتهایی هر دوره آزمایشی گرفته شد و تا انجام تجزیه آزمایشگاهی در فریزر ۲۰- نگهداری شدند. در پایان، میزان ماده خشک جیره‌ها و باقیمانده خوراک در آونی با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان ۴۸ ساعت تعیین شد. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها شامل پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، عصاره اتری، خاکستر، ماده آلی و نشاسته نمونه‌ها با ۸ تکرار اندازه‌گیری و محاسبه شد (AOAC, 2002).

تجزیه‌پذیری پروتئین جیره‌ها بر اساس مقادیر جدولی سامانه کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (CNCPS) محاسبه شد.

گاوها سه مرتبه در روز در ساعات ۰۸:۰۰ صبح، ۱۶:۰۰ عصر و ۱۲:۰۰ شب مورد دوشش قرار می‌گرفتند. ثبت رکورد شیر در هر سه وعده در

فرضیه‌ای که در اینجا مطرح می‌شود این است که شاید بتوان با استفاده از روش‌های مناسب فرآوری دانه غلات تغییراتی در نیازهای پروتئینی دام و به‌عبارتی در انتخاب منبع پروتئینی جیره ایجاد کرد. اما مطالعه‌ای که آثار متقابل سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا و روش فرآوری دانه ذرت بر عملکرد تولیدی گاوهای پرتولید هلشتاین را تحت شرایط پرورشی کشور بررسی کرده باشد وجود ندارد. هدف اصلی این آزمایش بررسی آثار سطح جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا به‌عنوان منبع پروتئین با قابلیت تجزیه‌پذیری بالا در شکمبه و همچنین تعیین روش مناسب فرآوری دانه ذرت جهت استفاده در تغذیه گاوهای پرتولید هلشتاین دریافت‌کننده جیره‌های حاوی مقادیر بالای کنسانتره بود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در شرکت کشت و دامپروری فکا (واقع در استان اصفهان) دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان‌های خشک، انجام گرفت. در این آزمایش از ۱۲ رأس گاو هلشتاین زایش دوم با میانگین روزهای شیردهی ۱۴ ± ۸۰ و تولید شیر ۳ ± ۴۶ کیلوگرم در روز استفاده شد. ملاک انتخاب دام‌ها روزهای شیردهی، تولید شیر آخرین رکورد، تولید شیر سال قبل، شمار سلول‌های بدنی پایین‌تر از متوسط گله، نداشتن سابقه ورم پستان، سلامت کامل تمام کارتیه‌ها، زایمان طبیعی و عدم وجود هر گونه مشکلی حین زایش و اسکور بدنی نرمال بود. این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل ۲×۲ و بر پایه طرح مربع لاتین تکرار شونده ۴×۴ با چهار تیمار و سه مربع (تکرار) انجام شد که به هر تیمار سه رأس گاو به صورت کاملاً تصادفی اختصاص داده شد. گاوها بر اساس تولید شیر و روزهای شیردهی داخل سه مربع که در هر کدام چهار گاو بود، بلوک‌بندی شدند. این طرح به‌صورت چهار دوره ۲۱ روزه انجام شد که ۱۴ روز اول هر دوره به‌عنوان دوره عادت‌پذیری به جیره‌ها و هفت روز پایانی هر دوره به‌عنوان دوره نمونه‌گیری در نظر گرفته شد. گاوها در جایگاه‌های مجزا نگهداری و سه بار در روز (۹ صبح، ۱۷ عصر و ۱ بامداد) در مقادیری که حدود ۱۰ درصد

به‌دست‌آمده به فریزر منتقل شده و تا زمان آنالیز نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردید (Rafiee- Yarandi *et al.*, 2016).

نمونه‌گیری از مایع شکمبه در آخرین روز هر دوره آزمایشی، چهار ساعت پس از تغذیه صبح، انجام شد. برای این منظور یک لوله از مسیر دهان و مری به داخل شکمبه فرو برده شد و با استفاده پمپ خلأیی که به‌طرف بیرونی لوله متصل بود مایع شکمبه استخراج شد. به‌منظور به حداقل رساندن آلودگی با بزاق ۵۰ میلی‌لیتر مایع اولیه دور ریخته شد. پس از نمونه‌گیری بلافاصله pH نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (S/N:137243. Portugal, instrument, HANNA) و مایع شکمبه با پارچه متقال دو لایه ضخیم صاف گردید. یک نمونه ۱۰ میلی‌لیتری از مایع شکمبه صاف شده جهت اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرآر جدا گردید و به آن دو میلی‌لیتر متافسفریک اسید ۲۵ درصد به منظور توقف تخمیر اضافه شد (Khafipour *et al.*, 2009). نمونه‌ها جهت آنالیزهای بعدی در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. نیتروژن آمونیاکی شکمبه با استفاده از روش فنول-هیپوکلرایت و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Broderick & Kang, 1980).

تجزیه آماری داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از رویه میکس در نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹ (SAS, 2002) و مدل آماری زیر انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد. 
$$Y_{ijklm} = \mu + S_m + P(S)_{im} + A(S)_{jm} + R_k + C_l + (R \times C)_{kl} + e_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$  = مقادیر مشاهده‌شده صفت مورد اندازه‌گیری

$\mu$  = اثر میانگین

$S_m$  = اثر مربع

$P(S)_{im}$  = اثر دوره در مربع

$A(S)_{jm}$  = اثر حیوان

$R_k$  = اثر سطح جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا

$C_l$  = اثر روش فرآوری ذرت

$(R \times C)_{kl}$  = اثر متقابل سطح جایگزینی کنجاله سویا با

کنجاله کلزا و روش فرآوری دانه ذرت

$e_{ijklm}$  = اثر عوامل باقی‌مانده.

روزهای نمونه‌گیری هر دوره انجام و همچنین نمونه برداری از شیر تمام گاوهای مورد مطالعه در ۳ روز پایانی هر دوره انجام شد. غلظت پروتئین، چربی، لاکتوز و مواد جامد غیرچربی نمونه‌های شیر توسط دستگاه میلکو اسکن (Milko-Scan 134 BN. Foss (Electric, Hillerod, Denmark (AOAC, 2002). تولید پروتئین، چربی و لاکتوز بر اساس مقدار شیر تولیدی و درصد آن ترکیبات در شیر محاسبه شد. همچنین برای محاسبه شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی از رابطه‌های زیر استفاده شد (NRC, 2001):

رابطه ۱) = شیر تصحیح‌شده برای ۴ درصد چربی

$$0/4 \times \text{تولید شیر} + 15 \times \text{تولید چربی شیر}$$

رابطه ۲) = شیر تصحیح‌شده برای انرژی

$$0/323 \times \text{تولید شیر} + 12/82 \times \text{تولید}$$

$$\text{پروتئین} \times 7/13$$

نمونه‌گیری مدفوع از طریق رکتوم در روزهای ۱ تا ۴ هر دوره نمونه‌گیری حدود ۴ ساعت پس از وعده خوراک صبح انجام شد (Farmer *et al.*, 2014). نمونه‌ها به‌وسیله آونی با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشکانده شده و توسط آسیاب وایلی با غربالی به قطر منافذ ۱ میلی‌متر آسیاب شدند. از خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان نشانگر داخلی جهت تعیین گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش استفاده شد (Van keulen & Young, 1977). گوارش‌پذیری ظاهری به‌صورت نسبت خاکستر نامحلول در اسید خوراک به خاکستر نامحلول در اسید مدفوع محاسبه شد (Yansari *et al.*, 2004).

به‌منظور تعیین متابولیت‌های خونی در روز ۲۰ هر دوره از تمام گاوها حدود چهار تا پنج ساعت پس از خوراک‌دهی صبح خونگیری از طریق ورید دمی و توسط لوله‌های هفت میلی‌لیتری تحت خلأ حاوی مواد ضد انعقاد (هپارین) انجام گرفت. نمونه‌های خون گرفته‌شده به‌مدت پنج دقیقه داخل یخ خردشده قرار گرفت و سپس به داخل دستگاه سانتریفیوژ منتقل و با دور ۳۰۰۰ به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید و پلاسما آن جدا شده و هر نمونه پلاسما به داخل دو ویال ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل گردید. سپس پلاسما

### ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر

نتایج عملکردی گاوهای تحت آزمایش در جدول ۳ ارائه شده است. ماده خشک مصرفی تحت تأثیر سطوح مختلف کنجاله کلزا به کنجاله سویا در جیره قرار نگرفت. البته لازم به ذکر است که غلظت پروتئین کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا پایین تر (۳۸ در مقابل ۴۵ درصد) است اما در این پژوهش با مصرف درصد بیشتر کنجاله کلزا در جیره های بدون کنجاله سویا غلظت پروتئین نسبت به جیره های حاوی کنجاله سویا همسان شد. در نتایجی مشابه با این پژوهش مشاهده گردید که ماده خشک مصرفی تحت تأثیر جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا در سطوح مختلف جیره قرار نگرفت (Martineau *et al.*, 2013). در مقابل، در مطالعات قبلی جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا در جیره گاوهای شیرده سبب افزایش معنی دار ماده خشک مصرفی شد (Broderick *et al.*, 2015). روش فرآوری استفاده شده برای دانه ذرت به طور معنی داری مصرف ماده خشک را تحت تأثیر قرار داد ( $P < 0.01$ ). گاوهای مصرف کننده ذرت پرک شده با بخار نسبت به آنهایی که ذرت آسیاب شده مصرف کرده بودند، ماده خشک کمتری مصرف کردند (۲۴/۰ در مقابل ۲۵/۰ کیلوگرم در روز)، که این نتیجه با چندین مطالعه از جمله Savari *et al.* (2018) مطابقت دارد. در این آزمایش علت کاهش مصرف ماده خشک با تغذیه ذرت پرک شده با بخار می تواند به دلیل افزایش گوارش پذیری روده ای ناشی از ششسته مربوط به ذرت پرک شده با بخار و در نتیجه افزایش جذب گلوکز از دیواره روده کوچک بوده که منجر به بهبود راندمان تولید ATP (تولید انرژی ناشی از اکسیداسیون گلوکز در مقایسه با تولید انرژی ناشی از اکسیداسیون اسیدهای چرب فرار) شده و به دنبال آن تأمین انرژی و در واقع کارایی انرژی افزایش یافت.

مصرف جیره حاوی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزا نسبت به ۵۰ درصد کنجاله کلزا + ۵۰ درصد کنجاله سویا سبب افزایش تولید شیر شد. مطابق با این تحقیق، تولید شیر گاوهای اوایل شیردهی در حالت جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا افزایش یافت (Broderick *et al.*, 2015). هر چند در این تحقیق ماده خشک مصرفی تحت تأثیر نوع کنجاله مصرفی در جیره ها قرار نگرفت اما افزایش

جدول ۱. اجزای خوراکی جیره های آزمایشی<sup>۱</sup> براساس ماده خشک

Table 1. Ingredients of the experimental diets<sup>1</sup> based on DM (%)

Ingredient (% DM)	50-F	50-G	100-F	100-G
Alfalfa hay	12.74	12.74	12.76	12.76
Corn silage	22.15	22.15	22.18	22.18
Beet pulp	6.03	6.03	6.04	6.04
Ground barley	13.84	13.84	12.21	12.21
Ground corn	0	15.77	0	15.79
Steam flaked corn	15.77	0	15.79	0
Soybean meal	6.85	6.85	0	0
Canola meal	8.17	8.17	16.37	16.37
Extruded soybean	1.27	1.27	1.27	1.27
Cottonseed whole	3.92	3.92	3.92	3.92
Linseed meal	1.59	1.59	1.59	1.59
Fish meal	2.14	2.14	2.14	2.14
Fat powder	1.96	1.96	2.16	2.16
Sodium bicarbonate	1.21	1.21	1.21	1.21
Dicalcium phosphate	0.19	0.19	0.19	0.19
Potassium carbonate	0.23	0.23	0.24	0.24
Salt	0.32	0.32	0.32	0.32
Magnesium oxide	0.23	0.23	0.24	0.24
Calcium carbonate	0.75	0.75	0.75	0.75
Vitamin/mineral premix <sup>2</sup>	0.63	0.63	0.63	0.63

۱. 50-F: نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پرک شده با بخار؛ 50-G: نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب شده؛ 100-F: نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پرک شده با بخار؛ 100-G: نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب شده.

۲. ترکیبات: ۰/۸ گرم بر کیلوگرم آهن، ۰/۸ گرم بر کیلوگرم سلنیم، ۱۰ گرم بر کیلوگرم منگنز، ۱۶ گرم بر کیلوگرم روی، ۴ گرم بر کیلوگرم مس، ۰/۱۵ گرم بر کیلوگرم ید، ۰/۱۲ گرم بر کیلوگرم کبالت، ۱۳۰۰۰۰۰ واحد بر کیلوگرم ویتامین A، ۲۶۰۰۰۰ واحد بر کیلوگرم ویتامین D و ۱۲۰۰۰ واحد بر کیلوگرم ویتامین E، ۲/۵ گرم بر کیلوگرم آنتی اکسیدانت.

1. 50-F= The ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of steamflaked corn; 50-g= the ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of ground corn; 100-f= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of steamflaked corn; 100-g= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of ground corn.

2. Composition: 1,300,000 IU/kg of vitamin A, 360,000 IU/kg of vitamin D, and 12,000 IU/kg of vitamin E, 16.0 g/kg of Zn, 0.12 g/kg of Co, 4.0 g/kg of Cu, 0.15 g/kg of I, 0.8 g/kg of Fe, 10.0 g/kg of Mn, 0.08 g/kg of Se, and 2.5 g/kg antioxidant.

## نتایج و بحث

### خصوصیات جیره های آزمایشی

ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است. تمام جیره ها پایه یکسانی داشتند و تنها اختلافی که وجود داشت در نسبت های استفاده از دو منبع پروتئینی جیره (کنجاله کلزا به کنجاله سویا) و روش فرآوری دانه ذرت استفاده شده (پرک شده با بخار در مقابل آسیاب شده) در این پژوهش بود. در جیره های بر پایه ذرت پرک شده با بخار نسبت به جیره های حاوی ذرت آسیاب شده میزان ماده خشک به مقدار جزئی کمتر اما مقادیر NEL اندکی بیشتر بود. استفاده از بخار آب در تهیه ذرت پرک شده با بخار باعث کاهش درصد ماده خشک آن می شود.

نوع فرآوری ذرت (پرک در مقابل آسیاب‌شده) تأثیری روی تولید شیر خام و شیر تصحیح‌شده براساس انرژی نداشت اما از نظر عددی این فراسنجه‌ها را کاهش داد که این کاهش عددی می‌تواند به سبب اثر منفی ذرت پرک‌شده با بخار بر ماده خشک مصرفی باشد. مصرف جیره حاوی ذرت پرک‌شده با بخار سبب کاهش مصرف ماده خشک، کاهش درصد چربی شیر و مقدار شیر تصحیح‌شده براساس چهار درصد چربی شد. در منابع، تأثیر فرآوری ذرت بر تولید شیر متفاوت است. جایگزینی ذرت آسیاب‌شده با ذرت پرک‌شده با بخار باعث افزایش، تمایل به افزایش و یا عدم تغییر در تولید شیر شد (Savari *et al.*, 2018; Shen *et al.*, 2015).

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود درصد ترکیبات شیر از قبیل چربی، پروتئین و لاکتوز تحت تأثیر تغییر نسبت کنجاله کلزا به سویا در جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. هر چند در این تحقیق میزان پروتئین و تولید پروتئین شیر گاوها تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت اما گزارش شده است که افزایش غلظت اسیدهای آمینه مطلوب در پلاسما از طریق مصرف کنجاله کلزا سبب بهبود بازدهی استفاده از نیتروژن مصرفی و در نهایت سبب کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای شیر می‌شود (Broderick *et al.*, 2015). در مقایسه با ذرت آسیاب‌شده، مصرف جیره حاوی ذرت پرک‌شده با بخار سبب کاهش درصد چربی شیر و مقدار تولید چربی شد ( $P = 0.01$ ). با توجه به این که در منابع، ثابت شده است که ذرت پرک‌شده با بخار گزارش پذیری بعد از شکمبه‌ای نشاسته را در گاوهای شیری افزایش می‌دهد و از طرفی گزارش‌پذیری بعد از شکمبه‌ای نشاسته با درصد چربی شیر همبستگی منفی دارد، لذا ذرت پرک‌شده با بخار باعث کاهش معنی‌دار درصد چربی شیر شد (Joy *et al.*, 1997). در این آزمایش نیز با پرک‌کردن ذرت با بخار، در واقع مقادیر نشاسته ورودی به روده بیشتر شده و با افزایش هضم پذیری نشاسته در روده و افزایش سطح گلوکز غلظت انسولین افزایش یافته و نتیجه این عمل حرکت اسیدهای چرب به سمت بافت چربی و نهایتاً کاهش چربی شیر خواهد بود (Joy *et al.*

تولید شیر در نتیجه مصرف کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا سبب افزایش نیاز انرژی و از این طریق سبب افزایش ماده خشک مصرفی می‌گردد (Huhtanen *et al.*, 2011). افزایش تولید شیر در نتیجه مصرف کنجاله کلزا می‌تواند به ترکیب و پروفیل مطلوب اسیدهای آمینه این منبع پروتئینی و افزایش دسترسی بافت پستان به گلوکز و اسیدهای آمینه لیزین، هیستیدین و متیونین مرتبط باشد (Huhtanen *et al.*, 2011). گزارش شده است که ترکیب مطلوب اسیدهای آمینه بخش پروتئین عبوری کنجاله کلزا سبب افزایش بازدهی استفاده از نیتروژن مصرفی و سبب بهبود تولید شیر می‌گردد (Schwab *et al.*, 2009). علاوه بر ترکیب مناسب اسیدهای آمینه بخش عبوری پروتئین کنجاله کلزا، ترکیب مناسب پروتئین بخش تجزیه‌پذیر آن در شکمبه سبب بهبود در سنتز پروتئین میکروبی و از این طریق احتمالاً زمینه را برای تولید شیر فراهم می‌کند (Piepenbrink & Schingoethe, 1998).

جدول ۲. ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی<sup>۱</sup>

Table 2. Chemical composition of the experimental diets<sup>1</sup>

Chemical composition, % DM	50-F	50-G	100-F	100-G
DM, %	49.1	49.5	49.1	49.5
CP, % of DM	16.78	16.76	16.74	16.72
RDP <sup>3</sup> , % of DM	11.0	11.0	11.2	11.2
RUP <sup>3</sup> , % of DM	5.8	5.8	5.6	5.6
Lys (g/d)	191	191	188	188
Met (g/d)	60	60	63	63
Lys:Met	3.2	3.2	3.0	3.0
Ether extract, % of DM	6.1	6.1	5.9	5.9
NDF, % of DM	31.1	30.9	31.7	31.4
ADF, % of DM	17.7	17.6	18.3	18.2
NFC <sup>2</sup> , % of DM	40.9	40.5	40.6	40.1
NEL <sup>3</sup> , Mcal/kg	1.75	1.69	1.75	1.69
Ca, % of DM	0.81	0.81	0.81	0.81
P, % of DM	0.43	0.43	0.43	0.43

۱. 50-F: نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پرک‌شده با بخار؛ 50-G: نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده؛ 100-F: نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پرک‌شده با بخار؛ 100-G: نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده.

۲. از رابطه  $NFC = 100 - (CP\% + NDF\% + EE\% + Ash\%)$  برآورد شد.

۳. بر اساس مقادیر جدولی سامانه کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (CNCPS) محاسبه شد.

1. 50-F: The ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of steamflaked corn; 50-g: the ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of ground corn; 100-f: the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of steamflaked corn; 100-g: the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of ground corn.

2.  $NFC = 100 - (\% NDF - NDIN \times 6.25) - \% CP - \% \text{ ether extract} - \% \text{ ash}$ .

3. Calculated from CNCPS.

ذرت آسیاب شده باشد، چرا که به خاطر افزایش انسولین اسیدهای چرب به سمت بافت چربی حرکت می کنند که باعث کاهش چربی شیر می شود (Gaynor *et al.*, 1995). استفاده از ذرت پرک شده با بخار در جیره سبب افزایش معنی دار درصد پروتئین شیر شد ( $P = 0.01$ ). هر چند Firkins *et al.* (2001) گزارش کردند که درصد پروتئین شیر در ذرت پرک شده با بخار در مقایسه با ذرت آسیاب شده تفاوتی ندارد، اما همسو با نتایج ما، در منابع نشان داده شده است که تغذیه ذرت پرک شده با بخار در مقایسه با ذرت آسیاب شده باعث افزایش درصد پروتئین شیر گردید که این اثر احتمالاً بواسطه افزایش انرژی در دسترس ایجاد شده از طریق افزایش قابلیت هضم نشاسته در کل دستگاه گوارش بوده که نهایتاً منجر به تولید پروتئین میکروبی بیشتر و در نتیجه بهبود تعادل اسیدهای آمینه رسیده به ابتدای دوازدهم شده است (Savari *et al.*, 2017). به نظر می رسد که بالا بودن غلظت گلوکز خون در با مصرف ذرت پرک شده با بخار (جدول ۵) سبب کاهش تبدیل اسیدهای آمینه به گلوکز شده است و پروتئین شیر را افزایش داده است.

(al., 1997). مشخص شده است که تجزیه پذیری ذرت پرک شده با بخار در شکمبه سریع تر است و این می تواند نشان دهنده سرعت تخمیر بالاتر و کاهش pH مایع شکمبه باشد (Yu *et al.*, 1998). تحقیقات پیشین مشخص کرده اند که در pH پایین مایع شکمبه، اسیدهای چرب ۱۰- ترانس ۱: C18 و یا اسیدهای چرب ۱۰- ترانس، ۱۲- سیس ۲: C18 قابلیت تولید بیشتری خواهند داشت که می توانند سبب کاهش چربی شیر شوند (Joy *et al.*, 1997). افزون بر احتمال تأثیر عامل های سوخت و ساز شکمبه ای بر کاهش چربی شیر، بالاتر بودن غلظت گلوکز خون در گاوهایی که ذرت پرک شده با بخار مصرف کرده بودند نیز می تواند به عنوان دلیلی برای کاهش چربی شیر مد نظر قرار گیرد (جدول ۵). میزان گلوکز خون در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ذرت پرک شده با بخار نسبت به جیره حاوی ذرت آسیاب شده حدود دو درصد بالاتر بود. افزایش عددی گلوکز پلاسما در گاوهای دریافت کننده ذرت پرک شده با بخار ممکن است دلیلی برای درصد چربی شیر پایین تر این گاوها در مقایسه با گاوهای دریافت کننده

جدول ۳. اثر جیره های آزمایشی<sup>۱</sup> بر عملکرد گاوهای تحت آزمایشTable 3. Performance of high-producing Holstein dairy cows as influenced by the experimental diets<sup>1</sup>

Item	50-F	50-G	100-F	100-G	SEM	P-value		
						Canola:Soybean	Corn Processing	Interaction
DMI (kg/d)	23.8	25.2	24.2	24.9	0.51	0.89	0.01<	0.55
Milk yield (kg/d)	41.8	42.2	42.7	43.7	1.24	0.06	0.27	0.63
FCM yield <sup>2</sup> (kg/d)	35.1	36.6	35.9	37.6	1.04	0.09	0.05	0.39
ECM yield <sup>3</sup> (kg/d)	38.0	39.2	39.0	40.4	0.99	0.10	0.11	0.44
Milk composition (%)								
Fat	2.91	3.09	2.94	3.10	0.12	0.88	0.01	0.61
Protein	2.97	2.91	2.97	2.94	0.03	0.15	0.01	0.55
Lactose	4.75	4.71	4.71	4.75	0.05	0.80	0.98	0.29
Milk composition yield (kg/d)								
Fat	1.32	1.31	1.26	1.34	0.04	0.10	0.01	0.37
Protein	1.24	1.23	1.27	1.28	0.03	0.06	0.54	0.36
Lactose	1.99	2.00	2.01	2.07	0.05	0.11	0.33	0.40
MUN (mg/dL)	13.7	12.7	13.4	12.3	1.02	0.97	0.24	0.72
Milk/DMI	1.76	1.67	1.76	1.75	0.08	0.17	0.29	0.47
FCM/DMI	1.47	1.45	1.48	1.51	0.05	0.17	0.90	0.19
N intake efficiency <sup>5</sup> (%)	31.2	29.2	31.4	30.8	0.94	0.29	0.17	0.21

۱. 50-F: نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب شده؛ 100-F: نسبت

نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پرک شده با بخار؛ 100-G: نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب شده.

۲. شیر تصحیح شده براساس چهار درصد چربی (kg) = 0.4 milk fat + 15 milk fat (kg) FCM 4%

۳. شیر تصحیح شده براساس انرژی (kg) = 7.13 × milk protein (kg) + 12.82 × milk fat (kg) + 0.323 × milk (kg) ECM

۴. ۱۰۰ × (نیترژن مصرفی (گرم در روز) ÷ نیترژن شیر (گرم در روز)) = راندمان نیترژن

1. 50-F= The ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of steamflaked corn; 100-f= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of steamflaked corn; 100-g= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of ground corn.

2. FCM = 0.4 × milk (kg) + 15 × milk fat (kg).

3. ECM = 0.323 × milk (kg) + 12.82 × milk fat (kg) + 7.13 × milk protein (kg).

4. Apparent N efficiency = milk N (g/d)/N intake (g/d) × 100.

**قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی**

نتایج مربوط به قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش در جدول ۴ گزارش شده است. استفاده از ترکیب کنجاله سویا و کنجاله کلزا نسبت به استفاده از کنجاله کلزا به تنهایی سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک گردید ( $P=0/05$ ). افزایش قابلیت هضم ظاهری پروتئین در دام‌های مصرف کننده کنجاله کلزا نسبت به دام‌های مصرف جیره‌های حاوی کنجاله کلزا و کنجاله سویا تمایل به معنی‌داری نشان داد ( $P=0/09$ ). بهبود قابلیت هضم ظاهری پروتئین در نتیجه مصرف کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا می‌تواند به بهبود عملکرد میکروارگانیزم‌های شکمبه و بهبود سنتز و ترشح آنزیم‌های روده کوچک در نتیجه ترکیب مطلوب اسیدهای آمینه کنجاله کلزا باشد (Broderick *et al.*, 2015). در مقابل، در سیستم NRC، ۲۰۰۱، قابلیت هضم حقیقی پروتئین ۹۶ و ۹۱ درصد به ترتیب برای کنجاله سویا و کنجاله کلزا گزارش شده است (NRC, 2001). قابلیت هضم ظاهری الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. در مقابل در مطالعه Brito & Broderick (2007) مشاهده شد که مصرف کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا به دلیل گوارش‌پذیری بیشتر الیاف آن سبب بهبود گوارش‌پذیری ظاهری دیواره سلولی شد.

گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک (میانگین  $0/70/3$ )، ماده آلی (میانگین  $0/72/0$ )، پروتئین (میانگین  $0/70/3$ ) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (میانگین  $0/55/0$ ) تحت تأثیر فرآوری ذرت واقع نشد (جدول ۴). گوارش‌پذیری ظاهری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در جیره‌های دارای ذرت پرک‌شده با بخار نسبت به جیره‌های دارای ذرت آسیاب‌شده افزایش داشت ( $0/52/0$  در مقابل  $0/46/0$  درصد). نتیجه یک پژوهش نشان داد که تفاوتی در گوارش‌پذیری بین ذرت پرک‌شده با بخار و آسیاب مشاهده نشد (Bernard *et al.*, 2004). ولی، محققین دیگر افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی را با جایگزینی

ذرت پرک‌شده با بخار به جای ذرت آسیاب‌شده گزارش کردند (Guyton *et al.*, 2003). موافق با نتایج پژوهش حاضر، در یک بررسی گوارش‌پذیری ADF در جیره‌های دارای ذرت پرک‌شده با بخار در مقایسه با ذرت آسیاب افزایش یافت (AOAC, 2002). در مطالعه‌ای دیگر، گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، NDF و ADF با جایگزینی ذرت پرک‌شده با بخار به جای ذرت آسیاب‌شده کاهش یافت (Zhong *et al.*, 2008). استفاده از بخار و حرارت در تهیه ذرت پرک‌شده با بخار شاید باعث شود تا پیوند بین همی سلولز و لیگنین در دیواره سلولی ضعیف شود و هضم ADF افزایش یابد. از طرفی کاهش اندازه ذرات باعث افزایش نرخ عبور و گوارش‌پذیری در شکمبه می‌شود، ولی اگر کاهش اندازه ذرات خیلی زیاد باشد مواد خوراکی بیشتر از آن که هضم شوند عبور می‌کنند که باعث کاهش گوارش‌پذیری می‌شود که این کاهش هضم در مواد مقاوم به هضم مانند ADF بیشتر است (Van Soest, 1994).

**فراسنجه‌های شکمبه‌ای و متابولیت‌های خونی**

نتایج مربوط به پارامترهای شکمبه‌ای و متابولیت‌های خونی در جدول ۵ ارائه شده است. میزان pH شکمبه و غلظت نیتروژن آمونیاکی تحت تأثیر تغییر نسبت کنجاله کلزا به کنجاله سویا در جیره‌های آزمایشی واقع نشد. در مطالعه Brito & Broderick (2007)، pH شکمبه، غلظت اسیدهای چرب فرآر و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه تحت تأثیر دو منبع پروتئینی شامل کنجاله سویا و کلزا قرار نگرفت. همچنین در پژوهش دیگر بر روی گاوهای شیرده غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه تحت تأثیر دو منبع پروتئینی شامل کنجاله سویا و کلزا قرار نگرفت (Sanchez & Claypool, 1983). غلظت هیچ کدام از متابولیت‌های خونی گاوهای شیرده در حالت جایگزینی کنجاله سویا با کلزا در جیره تحت تأثیر قرار نگرفت که با نتایج مطالعات دیگر همخوانی دارد (Sanchez & Claypool, 1983; Christen *et al.*, 2010).



جدول ۴. اثر جیره‌های آزمایشی<sup>۱</sup> بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارشTable 4. Apparent total tract nutrient digestibility (%) of dairy cows fed experimental diets<sup>1</sup>

Item	50-F	50-G	100-F	100-G	SEM	P- value		
						Canola:Soybean	Corn Processing	Interaction
DM	72.4	71.8	68.7	68.5	1.42	0.05	0.52	0.51
OM	70.6	70.3	73.9	73.1	1.69	0.10	0.67	0.79
CP	70.5	67.4	72.1	71.7	1.17	0.09	0.12	0.62
EE	70.6	68.8	75.3	75.2	3.12	0.11	0.53	0.78
NDF	52.7	49.9	58.1	57.9	2.72	0.09	0.11	0.69
ADF	48.0	44.8	56.1	48.4	2.94	0.10	0.03	0.34

۱. 50-F= نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده؛ 50-G= نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پرک‌شده با بخار؛ 100-F= نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده؛ 100-G= نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پرک‌شده با بخار؛ ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده.

1. 50-F= The ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of steamflaked corn; 50-g= the ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of ground corn; 100-f= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of steamflaked corn; 100-g= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of ground corn.

جدول ۵. اثر جیره‌های آزمایشی<sup>۱</sup> بر متابولیت‌های خونی و پارامترهای شکمبه‌ای گاوهای تحت آزمایشTable 5. Blood metabolites and ruminal fermentation characteristics of dairy cows fed experimental diets<sup>1</sup>

Item	50-F	50-G	100-F	100-G	SEM	P- value		
						Canola:Soybean	Corn Processing	Interaction
Glu, mg/dl	62.5	62.3	62.8	60.0	1.06	0.40	0.06	0.19
Alb, g/dl	4.17	4.21	4.11	4.15	0.10	0.59	0.52	0.87
Glo, g/dl	3.51	3.36	3.50	3.55	0.09	0.15	0.41	0.14
BUN, mg/dl	16.0	15.6	15.4	15.7	0.79	0.51	0.78	0.33
Ruminal pH	5.92	5.83	5.93	6.02	0.10	0.60	0.79	0.12
NH3-N, mg/dL	8.35	9.60	7.85	9.49	0.60	0.45	0.04	0.48

۱. 50-F= نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده؛ 50-G= نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پرک‌شده با بخار؛ 100-F= نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده؛ 100-G= نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پرک‌شده با بخار؛ ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده.

1. 50-F= The ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of steamflaked corn; 50-g= the ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of ground corn; 100-f= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of steamflaked corn; 100-g= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of ground corn.

pH و اسیدهای چرب شکمبه نداشت و این کاهش نیتروژن شکمبه در گاوهای مصرف‌کننده ذرت پرک‌شده با بخار بیانگر افزایش جذب نیتروژن توسط میکروبه‌های شکمبه و بهبود مصرف نیتروژن در شکمبه است (Dhiman *et al.*, 2002).

#### ارزیابی اقتصادی تیمارها

در این طرح کنجاله کلزا به‌عنوان منبع پروتئین با قابلیت تجزیه‌پذیری بالا در شکمبه جایگزین کنجاله سویا شد. قیمت جیره‌های حاوی نسبت های بالاتر کنجاله کلزا به کنجاله سویا (۱۰۰:۰) نسبت به جیره‌های حاوی مقادیر بیشتر کنجاله سویا (۵۰:۵۰) پایین تر بود (جدول ۶). به دلیل چربی شیر یکسان بین تیمارها قیمت شیر برای هر دو تیمار یکسان در نظر گرفته شد. نسبت فروش شیر به هزینه خوراک مصرفی در گاوهای مصرف‌کننده سطوح بالاتر کنجاله کلزا نسبت به سطح پایین تر آن بیشتر بود.

در مورد اثر فرآوری ذرت، در نمونه‌های خون گاوهایی که جیره‌های دارای ذرت پرک‌شده با بخار مصرف کرده بودند نسبت به آنهایی که ذرت آسیاب‌شده مصرف کردند، گلوکز تمایل به افزایش داشت (P=۰/۰۶). به نظر می‌رسد افزایش میزان انرژی در دانه‌های ذرت پرک‌شده با بخار نسبت به دانه‌های ذرت آسیاب‌شده می‌تواند در بهبود وضعیت انرژی بدن و گلوکز تأثیر مناسبی داشته باشد (Theurer *et al.*, 1999). جایگزینی ذرت پرک‌شده با بخار به جای ذرت آسیاب‌شده تأثیری بر pH و اسیدهای چرب شکمبه نداشت اما نیتروژن آمونیاکی شکمبه را ۱۸ درصد کاهش داد (P < ۰/۰۵). کاهش سطح نیتروژن آمونیاکی شکمبه بیانگر استفاده بیشتر میکروبه‌ها از نیتروژن آزاد شده در شکمبه و احتمالاً افزایش تولید پروتئین میکروبی است (Harvatine, 2000). موافق با این نتایج، سایر مطالعات نشان دادند که ذرت پرک‌شده با بخار در مقابل ذرت آسیاب‌شده تأثیری بر

جدول ۶. اثر جیره‌های آزمایشی<sup>۱</sup> بر فراسنجه‌های اقتصادی

Table 6. The effects of experimental diets<sup>1</sup> on economical parameters

Item <sup>2</sup>	50-F	50-G	100-F	100-G	SEM	P- value		
						Canola:Soybean	Corn Processing	Interaction
Cost of feed (Rials)								
Corn processing cost (Rial/cow/day)	5300	1400	5410	1380	8.35	0.51	0.03	0.34
Cost of diet (Rial/Kg DM)	12544	12361	11780	11597	-	-	-	-
Total cost of diet (Rials/cow/day)	298547	311497	285076	288765	6530.9	0.06	0.06	0.12
Milk (income/cow)								
Price of milk (Rials /kg of milk)	11731	11896	11762	11908	86.58	0.23	0.06	0.25
Sale of milk (Rials/cow/day)	490355	502011	502237	520379	13413	0.05	0.06	0.69
Income (Rials/cow/day)	191808	190514	217161	233614	13696	0.04	0.31	0.23
Ratio (sale of milk: cost of ration)	1.64	1.61	1.74	1.78	0.05	0.05	0.77	0.17

۱. 50-F: نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پُرک‌شده با بخار؛ 50-G: نسبت ۵۰:۵۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده. 100-F: نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت پُرک‌شده با بخار؛ 100-G: نسبت ۱۰۰:۰ کنجاله کلزا به کنجاله سویا و استفاده از ذرت آسیاب‌شده.

۲. هزینه فرآوری ذرت: ریال به‌ازای هر رأس گاو در روز؛ هزینه کل جیره: ریال به‌ازای هر رأس گاو در روز، فروش شیر: ریال به‌ازای هر رأس گاو در روز؛ درآمد (ریال در روز) = فروش شیر - هزینه جیره.

1. 50-F= The ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of steamflaked corn; 50-g= the ratio of canola meal to soybean meal is 50: 50, and use of ground corn; 100-f= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of steamflaked corn; 100-g= the ratio of canola meal to soybean meal is 100: 0, and use of ground corn.

2. cost of corn processing: rials per cow per day; cost of ration: rials per cow per day; sale of milk: rials per cow per day; income (rial per day)= sale of milk-cost of ration.

متقابل بین جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا در جیره و روش فرآوری دانه ذرت بر عملکرد تولیدی گاوهای پرتولید هلستاین معنی‌دار نبود. جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا در جیره گاوهای پرتولید سبب بهبود تولید شیر، بازده نیتروژن مصرفی و قابلیت هضم ظاهری ماده آلی می‌گردد. با توجه به قیمت پایین تر کنجاله کلزا، استفاده از آن به تنهایی و یا همراه با کنجاله سویا می‌تواند در تهیه جیره مقرون به صرفه گاوهای شیرده مؤثر باشد. در مقایسه با ذرت آسیاب‌شده، گاوهای مصرف‌کننده ذرت پُرک‌شده با بخار علی‌رغم مصرف خوراک کمتر، تولید شیر یکسانی داشتند که نشان‌دهنده افزایش بازده استفاده از مواد مغذی خوراک توسط این دام‌ها می‌باشد. به‌طور کلی، با توجه به هزینه پایین‌تر جیره‌های حاوی کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا و همچنین هزینه خوراک مصرفی پایین‌تر در گاوهای مصرف‌کننده جیره حاوی ذرت پُرک‌شده با بخار (به‌علت مصرف خوراک کمتر نسبت به جیره ذرت آسیاب‌شده)، استفاده از کنجاله کلزا به‌عنوان منبع پروتئین تجزیه‌پذیر در شکمبه و همچنین استفاده از ذرت پُرک‌شده با بخار تحت شرایط این آزمایش قابل توصیه خواهد بود.

قیمت جیره‌های دارای ذرت پُرک‌شده با بخار به‌علت هزینه فرآوری نسبت به ذرت آسیاب‌شده افزایش داشته است، ولی هزینه روزانه خوراک گاوهای مصرف‌کننده ذرت پُرک‌شده با بخار نسبت به ذرت آسیاب‌شده به‌علت کاهش مصرف خوراک، کمتر بود ( $P = 0/06$ ). از نظر اقتصادی، فرآوری‌های حرارتی مورد استفاده جهت فرآیند نمودن غلات تقریباً ۲-۳ برابر گرانتر از فرآیندهای غیر حرارتی می‌باشند. در این مطالعه نیز هزینه فرآوری خوراک مصرفی روزانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر روش فرآوری ذرت قرار گرفت ( $P = 0/03$ ). به‌رغم این‌که سطح پروتئین شیر در ذرت پُرک‌شده با بخار، افزایش داشته است اما افزایش ایجادشده در درصد چربی شیر در ذرت ریز آسیاب‌شده، سبب افزایش قیمت شیر و درآمد ناشی از فروش شیر در تیمار ذرت آسیاب ریز نسبت به پُرک‌شده با بخار شد. از لحاظ مبلغ حاصل از فروش شیر و همچنین درآمد، فرآوری اثر معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی فرآوری ذرت از لحاظ اقتصادی باعث افزایش درآمد نگردید ( $P=0/31$ ).

#### نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که اثرات

## REFERENCES

1. AOAC International. (2002). *Official Methods of Analysis*. Vol. 1. 17<sup>th</sup> ed. AOAC International, Arlington, VA.
2. Beam, S. W. & Butler, W. R. (1999). Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement*, 54, 411-24.
3. Bernard, J., Chandler, P., West, J., Parks, A., Amos, H., Froetschel, M. & Trammell, D. (2004). Effect of supplemental l-lysine-HCl and corn source on rumen fermentation and amino acid flow to the small intestine. *Journal of Dairy Science*, 87, 399-405.
4. Brito, A. F. & Broderick, G. A. (2007). Effect of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 1816-1827.
5. Broderick, G. A., Faciola, A. P. & Armentano, L. E. (2015). Replacing dietary soybean meal with canola meal improves production and efficiency of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98, 5672-5687.
6. Broderick, G. & Kang, J. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*, 63, 64-75.
7. Christen, K. A., Schingoethe, D. J., Kalscheur, K. F., Hippen, A. R., Karges, K. K. & Gibson, M. L. (2010). Response of lactating dairy cows to high protein distiller's grains or 3 other protein supplements. *Journal of Dairy Science*, 93, 2095-2104.
8. Cooke, K., Bernard, J. & West, J. (2008). Performance of dairy cows fed annual ryegrass silage and corn silage with steam-flaked or ground corn. *Journal of Dairy Science*, 91, 2417-2422.
9. Dhiman, T., Zaman, M., MacQueen, I. & Boman, R. (2002). Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. *Journal of Dairy Science*, 85, 217-226.
10. Farmer, E., Tucker, H., Dann, H., Cotanch, K., Mooney, C., Lock, A., Yagi, K. & Grant, R. (2014). Effect of reducing dietary forage in lower starch diets on performance, ruminal characteristics, and nutrient digestibility in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 97, 5742-5753.
11. Firkins, J., Eastridge, M., St-Pierre, N. & Nofstger, S. (2001). Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 79, 218-238.
12. Fisher, L. J. (1976). Evaluation of "Double-Low" rapeseed meal in lactating cow rations. *Research on Rapeseed, 4th Progress Report, Research Committee*, 40, 117-119.
13. Gaynor, P., Waldo, D., Capuco, A., Erdman, R., Douglass, L. & Teter, B. (1995). Milk fat depression, the glucogenic theory, and trans-c18: 1 fatty acids. *Journal of Dairy Science*, 78, 2008-2015.
14. Guyton, A., McKinney, J. & Knowlton, K. (2003). The effect of steam-flaked or dry ground corn and supplemental phytic acid on phosphorus partitioning and ruminal phytase activity in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 3972-3982.
15. Harvatine, D. I. (2000). *Effectiveness of Whole Linted Cottonseed as a Forage Substitute: When Fed with Ground of Steam Flaked Corn*. M.Sc. thesis, Ohio State University.
16. Hossayni, F., Daneshmesgaran, M. & Mosavi, A. (2012). Canola and soya meal replacement effect on some production in Holstein dairy cow parturition. *Research Journal of Animal Science*, 4(1), 39-45.
17. Huhtanen, P., Hetta, M. & Swensson, C. (2011). Evaluation of canolameal as a protein supplement for dairy cows: A review and a metaanalysis. *Canadian Journal of Animal Science*, 91, 529-543.
18. Joy, M., DePeters, E., Fadel, J. & Zinn, R. (1997). Effects of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 80, 2087-2097.
19. Khafipour, E., Krause, D. & Plaizier, J. (2009). A grain-based subacute ruminal acidosis challenge causes translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation. *Journal of Dairy Science*, 92, 1060-1070.
20. Khalili, H., Kuusela, E., Suvitie, M. & Huhtanen, P. (2002). Effect of protein and energy supplements on milk production in organic farming. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 98, 103-119.
21. Martineau, R., Ouellet, D. R. & Lapierre, H. (2013). Feeding canola meal to dairy cows: A meta-analysis on lactational responses. *Journal of Dairy Science*, 96, 1701-1714.
22. National Research Council. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7<sup>th</sup> Revised Edition. National Academy of Science, Washington, DC, USA.
23. Nikkhah, A., Alikhani, M. & Amanlou, H. (2004). Effects of feeding ground or steam-flaked broom sorghum and ground barley on performance of dairy cows in mid-lactation. *Journal of Dairy Science*, 87, 122-130.
24. Piepenbrink, M. S. & Schingoethe, D. J. (1998). Ruminal degradation, amino acid composition, and estimated intestinal digestibilities of four protein supplements. *Journal of Dairy Science*, 81, 454-461.
25. Rafiee-Yarandi, H., Ghorbani, G., Alikhani, M., Sadeghi-Sefidmazgi, A. & Drackley, J. (2016). A comparison of the effect of soybeans roasted at different temperatures versus calcium salts of fatty acids on performance and milk fatty acid composition of mid-lactation Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 99, 5422-5435.

26. Sanchez, J. M. & Claypool, D. W. (1983). Canola meal as a protein supplement in dairy rations. *Journal of Dairy Science*, 66, 80-85.
27. SAS Institute. (2002). *User's Guide: Statistics*. Version 9.1. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
28. Savari, M., Khorvash, M., Amanlou, H., Ghorbani, G. R., Ghasemi, E. & Mirzaei, M. (2018). Effects of rumen-degradable protein: rumen-undegradable protein ratio and corn processing on production performance, nitrogen efficiency, and feeding behavior of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101, 1-12.
29. Savari, M., Khorvash, M., Amanlou, H., Ghorbani, G. R., Ghasemi, E., Mirzaei, M. & Mohammadi, F. (2017). Effects of the source and level of rumen undegradable protein and corn processing on production performance of dairy cows. *Journal of Ruminant Research*, 5, 41-56. (in Farsi)
30. Schwab, C., Whitehouse, N., Luchini, D. & Sloan, B. (2009). Reevaluation of the breakpoint estimates for the NRC. (2001), required concentrations of lysine and methionine in metabolizable protein for maximal content and yield of milk protein. *Journal of Dairy Science*, 92, 103-109.
31. Shen, J., Song, L., Sun, H., Wang, B., Chai, Z., Chacher, B. & Liu, J. (2015). Effects of corn and soybean meal types on rumen fermentation, nitrogen metabolism and productivity in dairy cows. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, 28, 351-359.
32. Stockdale, C. R. (2007) Effects of body condition score at calving and feeding various types of concentrate<sup>7</sup> National Research Council. National Academy of Science, *Washington Livestock Science*, 116, 191-202.
33. Theurer, C., Huber, J., Delgado-Elorduy, A. & Wanderley, R. (1999). Invited review: Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82, 1950-1959.
34. Van Keulen, J. & Young, B. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44, 282-287.
35. Van Soest, P. J. (1994). *Mathematical Applications: Digestibility*. Nutri. Eco. Rumi. 2<sup>nd</sup> ed. Comstock Publishing Associates, Ithaca, NY, 354-370
36. Yansari, A. T., Valizadeh, R., Naserian, A. Christensen, D. Yu, P. & Shahroodi, F. E. (2004). Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87, 3912-3924.
37. Yu, P., Huber, J., Santos, F., Simas, J. & Theurer, C. (1998). Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 81, 777-783.
38. Zhong, R., Li, J., Gao, Y., Tan, Z. & Ren, G. (2008). Effects of substitution of different levels of steam-flaked corn for finely ground corn on lactation and digestion in early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91, 3931-3937.