



دانشگاه گوارش و تغذیه

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان

جلد نهم، شماره سوم، ۱۴۰۰

<http://ejrr.gau.ac.ir>

۵۹-۷۴

DOI: 10.22069/ejrr.2021.19157.1791

اثرات افزودن قفاله انار در جیره‌های حاوی منابع مختلف اسید چرب بر مصرف مواد مغذی و رفتار تغذیه‌ای گاوهای شیرده یک بار زایش هلستاین

*بهزاد اخلاقی^۱، ابراهیم قاسمی^۲، مسعود علیخانی^۳ و حسن رفیعی^۴

دانشجوی دکتری^۱، استادیار^۲، دانشیار^۳ گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

^۴استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: گاوهای یک بار زایش نسبت به چندبار زایش عموماً به pH پایین، غلظت بیشتر اسیدهای چرب فرار و ایجاد اسیدوز شکمبه‌ای پس از زایش حساسیت بیشتری دارند که احتمالاً به علت تفاوت در الگوی تغذیه‌ای و تنوع در مصرف مواد مغذی می‌باشد. هدف از این مطالعه ارزیابی نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ در جیره‌ها با یا بدون پوسته انار به عنوان یک منبع غنی از آنتی‌اکسیدان، بر مصرف مواد مغذی، عملکرد، رفتار تغذیه‌ای و جداسازی گاوهای یک بار زایش هلستاین است.

مواد و روش‌ها: گاوهای هلستاین یک بار زایش (تعداد=۱۲) و وزن بدن $549 \pm 40/14$ کیلوگرم به طور تصادفی به یک طرح مربع لاتین با آزمایش فاکتوریل 2×2 از تیمارها تقسیم شدند. هر دوره ۲۸ روز با ۲۱ روز عادت دهی به جیره و ۷ روز برای جمع آوری داده و نمونه‌ها به طول انجامید. جیره (۱/۵ درصد ماده خشک) حاوی چربی کلسیمی روغن ماهی یا اسید پالمیتیک همراه با پوسته انار (۸/۷ درصد ماده خشک) یا بدون پوسته انار بود.

یافته‌ها: برای گاوهای تیمار اسیدپالمیتیک، مصرف کربوهیدرات‌های غیرالیافی و چربی بالاتر از تیمار حاوی چربی کلسیمی روغن ماهی بود. همچنین، مصرف ماده خشک، انرژی، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خشتی، کربوهیدرات‌های غیرالیافی و چربی خام در گاوهای مصرف کننده جیره‌های با پوسته انار نسبت به گاوهای بدون پوسته انار بالاتر بود. مصرف ذرات باقیمانده بر الک ۸ میلی متر، سینی، $peNDF_8$ در گاوهای تیمار با پوسته انار نسبت به تیمار بدون پوسته انار بالاتر بود. گاوهای تغذیه شده با تیمار اسیدپالمیتیک نسبت به حاوی چربی کلسیمی روغن ماهی زمان نشخوار کمتری بر اساس دقیقه بر کیلوگرم الیاف شوینده خشتی، $peNDF_8$ و $peNDF_{1.18}$ مصرفی داشتند. همچنین، گاوهای تیمار اسید پالمیتیک زمان جویدن کمتری بر اساس دقیقه بر کیلوگرم $peNDF_8$ و $peNDF_{1.18}$ مصرفی نسبت به تیمار حاوی چربی کلسیمی روغن ماهی داشتند. در گاوهای تیمار بدون پوسته انار نسبت به تیمار با پوسته انار جداسازی بر علیه قطعات بلند و $peNDF_{1.18}$ و به نفع ذرات متوسط بیشتر بود. گاوهای تیمار بدون پوسته انار تعداد دفعات مصرف خوراک بیشتر و طول و فاصله هر وعده مصرف خوراک کمتر داشتند. زمان نشخوار و جویدن بر اساس دقیقه بر کیلوگرم $peNDF_{1.18}$ مصرفی در گاوهای تیمار بدون پوسته انار کمتر از

*نویسنده مسئول: behzad.akhlaghi67@yahoo.com

تیمار با پوسته انار بود. با مکمل کردن اسید پالمیتیک درصد چربی شیر افزایش یافت. درصد پروتئین شیر زمانی که گاوهای پوسته انار تغذیه کردند بیشتر بود و هنگام تغذیه حاوی چربی کلسیمی روغن ماهی تولید شیر افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: در شرایط این آزمایش و در گاوهای یک بار زایش، گاوهای مصرف کننده اسید پالمیتیک زمان جویدن و نشخوار کمتری بر اساس دقیقه بر کیلوگرم penNDF مصرفی نسبت به تیمار چربی کلسیمی روغن ماهی داشت اما رفتار جداسازی و الگوی خوردن تحت تاثیر قرار نگرفت. افزودن پوسته انار باعث افزایش مصرف مواد مغذی، کاهش جداسازی بر علیه قطعات بلند و الیاف جیره و همچنین کاهش تعداد وعده‌ها و افزایش مدت زمان هر وعده مصرف خوراک گردید. در کل گنجاندن پوسته انار در جیره‌های حاوی چربی کلسیمی روغن ماهی و اسید پالمیتیک باعث بهبود تولید شیر شد.

واژه‌های کلیدی: پوسته انار، زمان جویدن، گاوهای شیری، منبع اسید چرب

مقدمه

گاوهای پرتولید با جیره‌های پرنشاسته برای تأمین انرژی تولید شیر و حفظ نمره بدنی تغذیه می‌شوند. تغذیه گاوهای شیری با جیره‌های حاوی کربوهیدرات‌های سریع التخمیر و الیاف کم با آزادسازی و جذب ملکول‌های تحریک کننده سیستم ایمنی مانند لیپوپولی ساکاریدها یا هیستامین همراه است (۱۳). اعتقاد بر این است که لیپوپولی ساکاریدها مسئول واکنش‌های التهابی هستند که از طریق نیتروژن و گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر اتفاق می‌افتد. مطالعات قبلی نشان دادند که گاوها با مصرف نشاسته بالا، تنش اکسیداتیو بیشتری دارند (۱۶) که احتمالاً به علت التهاب عمومی می‌باشد.

مواد مغذی اصلی که می‌توانند باعث کاهش پاسخ‌های التهابی شوند، اسیدهای چرب امگا-۳ و آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند ویتامین E، ویتامین C، بتاکاروتن، پلی فنول و سلنیوم هستند (۳). تحقیقات در انسان و مدل‌های مختلف حیوانی نشان داد که اسیدهای چرب تعدیل کننده واکنش‌های التهابی هستند (۷). نقش مربوط به به اسیدهای چرب امگا-۳ در تعدیل فعالیت سلول‌های ایمنی و بهبود پاسخ ایمنی گاوهای شیری قبلاً بررسی شده است (۲۹). به علاوه در گاوهای شیری کاهش نسبت امگا-۶ به امگا-۳ جیره باعث بهبود کارایی تولید شیر و کاهش

پاسخ التهاب به چالش لیپوپولی ساکاریدها می‌شود (۱۵). نسبت امگا-۶ به امگا-۳ برابر ۱:۲ به عنوان مقدار ایده ال در جیره پیشنهاد شده است (۲۹).

برخی از تولیدکنندگان مخالف افزودن منابع چربی غیراشباع از قبیل روغن ماهی به جیره گاوهای شیری هستند، زیرا اعتقاد دارند که به دلیل تداخل با تخمیر و هضم شکمبه‌ای باعث کاهش ماده خشک مصرفی و در نتیجه تولید شیر می‌شود (۲۰). مصرف خوراک تابعی از اندازه وعده‌های غذایی و فاصله بین وعده‌ها است که به ترتیب بوسیله سیری و گرسنگی تعیین می‌شود (۲)، الگو تغذیه‌ای ممکن است به وسیله افزودن روغن تحت تأثیر قرار بگیرد (۲۰). علاوه بر این، آلن (۲۰۰۰) در یک متاآنالیز نشان داد منابع چربی که از نظر فرم و نوع اسیدهای چرب متفاوت بودند اثرات مختلف‌هایپوژنیک داشتند (۲). همچنین، هارواتین و آلن (۲۰۰۶) کاهش ماده خشک مصرفی با مکمل کردن روغن‌های غیراشباع را گزارش دادند که با کاهش اندازه وعده‌های غذایی بدون افزایش فاصله بین وعده‌های غذایی همراه بود (۱۷).

با این حال استفاده از امگا-۳ روغن ماهی ممکن است باعث پراکسیداسیون و افزایش متابولیت‌های پراکسید در داخل غشاء سلول شود (۳۹). سلول‌های کبدی و ایمنی به دلیل وجود مقدار زیاد اسیدهای چرب غیر اشباع در غشاء خود به تنش اکسیداتیو

۳۵/۶ کیلوگرم و وزن بدن ۵۴۹±۴۰/۱۴ کیلوگرم استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح پایه مربع لاتین ۴×۴ تکرار شونده با ۳ مربع و ۴ تیمار طراحی و انجام شد. گاوها بر اساس تولید شیر داخل ۳ مربع که هر کدام ۴ گاو داشتند، بلوک بندی شدند و همچنین، جهت به حداقل رساندن اثرات باقیمانده از تیمارهای قبلی، جیره‌های آزمایشی به صورت تصادفی به گاوهای داخل هر مربع اختصاص داده شد. این آزمایش شامل ۴ دوره ۲۸ روزه بود، به طوری که ۲۱ روز اول هر دوره جهت عادت‌دهی گاوها به جیره آزمایشی ۷ روز آخر هر دوره جهت نمونه‌گیری و جمع‌آوری داده‌ها در نظر گرفته شد. گاوها یک هفته قبل از شروع آزمایش جهت عادت‌دهی به جایگاه انفرادی منتقل و به صورت انفرادی با جیره کاملاً مخلوط مزرعه در حد اشتها تغذیه شدند، به طوری که باقیمانده خوراک به میزان ۱۰ درصد از خوراک ارائه شده (بر اساس وزن تر) محدود شده بود. در پایان این یک هفته عادت‌دهی رکورد شیر گاوها ثبت شد، سپس داخل مربع‌ها قرار گرفتند. گاوها در طول مدت آزمایش دسترسی آزاد به آب داشته و خوراک در دو وعده در روز در ساعت ۱۰ صبح و ۵ عصر به میزانی در اختیار گاو قرار می‌گرفت که ۱۰ درصد پسماند داشته باشد. گاوها در جایگاه انفرادی ۴ × ۴ متر مربع نگهداری می‌شدند. بستر آنها پوشیده از خاک اره و تراشه چوب بود که روزانه تعویض می‌شدند. جیره با کنسانتره بالا (۳۲:۶۸ نسبت کنسانتره به علوفه بر اساس ماده خشک) فرموله شد. تیمارها عبارت بودند از:

- ۱- جیره حاوی چربی اسید پالمیتیک بدون پوسته انار
- ۲- جیره حاوی چربی اسید پالمیتیک با پوسته انار
- ۳- جیره حاوی چربی کلسیمی روغن ماهی بدون پوسته انار
- ۴- جیره حاوی چربی کلسیمی روغن ماهی با پوسته انار در فصل برداشت، پوسته تازه انار از کارخانه آب میوه (شرکت دانه در شهرضا اصفهان) تهیه شد.

حساسیت بیشتری دارند (۳۹). به منظور جلوگیری از پراکسیداسیون در جیره گاوهای شیری از آنتی‌اکسیدان استفاده می‌شود. ولیکن نگرانی در مورد ایمنی و سمیت آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی منجر به کاهش استفاده از آنها شده است (۹). پوسته انار یک محصول جانبی حاصل استخراج آب انار است که شامل متابولیت‌های ثانویه ای مانند ساپونین، ترکیبات پلی فنولیک مانند پونیکالازین و الاژیتانین‌ها با خواص ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و تعدیل‌کننده سیستم ایمنی بدن است (۱). تغذیه تفاله انار باعث افزایش زمان استراحت در گاوها گردید (۲۳) که بیانگر افزایش آسایش گاوها و توان مقابله با تنش‌های فیزیولوژیکی یا محیطی می‌باشد و بنابراین، گاوها قادر به تولید شیر بیشتری هستند (۳۰).

عموماً گاوهای یک بار زایش به دلیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کمتری که نسبت به گاوهای چند بار زایش دارند، مستعد ابتلا به تنش اکسیداتیو بیشتری هستند (۳۶). با این حال مشخص نیست که تغییر شرایط آنتی‌اکسیدانی و التهابی گاوهای شیری چه تأثیری بر الگوی مصرف خوراک و رفتار تغذیه‌ای گاوهای شکم اول می‌تواند داشته باشد. به همین دلیل، هدف این مطالعه بررسی اثرات تغذیه‌ای جیره حاوی ۱/۵٪ ماده خشک روغن ماهی کلسیمی یا چربی غنی از اسید پالمیتیک، با یا بدون ۸/۷ درصد ماده خشک پوسته انار بر مصرف مواد مغذی، عملکرد، رفتار تغذیه‌ای و جداسازی گاوهای شیری یک بار زایش هلشتاین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اول اسفند ۱۳۹۷ در مزرعه آموزشی - پژوهشی لورک، متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان شروع شد. در این آزمایش از ۱۲ رأس گاو هلشتاین یک بار زایش اوایل شیردهی با میانگین روز شیردهی ۶۶/۶ ± ۹/۶۴ روز، میانگین تولید شیر روزانه ۵/۵۸ ±

پوسته انار تازه در معرض آفتاب خشک و سپس با استفاده از دستگاه علوفه خرد کن ثابت، آسیاب شد. مکمل پوسته انار جایگزین تفال چغندر قند شد (۸/۷). درصد ماده خشک). نسبت امگا-۶ به امگا-۳ جیره با تغییر نسبت چربی پالم با روغن ماهی کلسیمی متعادل شد (جدول ۱).

جدول ۱: اقلام خوراکی جیره‌های آزمایشی (بر اساس درصد ماده خشک جیره)

Table 1. Ingredients of experimental diets (dry matter percentage basis)

CaFO چربی کلسیمی روغن ماهی		PAF ^۱ اسید پالمیتیک		ماده خوراکی Feed ingredient
+PP با پوسته انار	-PP بدون پوسته انار	+PP با پوسته انار	-PP بدون پوسته انار	
10.7	10.7	10.7	10.7	Alfalfa hay یونجه خشک
17.4	17.4	17.4	17.4	Corn silage سیلاژ ذرت
4.43	4.00	4.43	4.00	Wheat straw کاه گندم
0	10.7	0	10.7	Beet pulp تفال چغندر قند
8.7	0	8.7	0	Pomegranate peel تفال انار
17	17.2	17	17.2	Ground barley grain دانه جو آسیاب
17	17.2	17	17.2	Ground corn grain دانه ذرت آسیاب
16.1	16.1	16.1	16.1	Soybean meal کنجاله سویا
3.4	1.4	3.4	1.4	Canola meal کنجاله کلزا
1.1	1.1	1.1	1.1	Meat bone meal پودر گوشت
0	0	1.5	1.5	چربی اسید پالمیتیک ^۲
1.5	1.5	0	0	چربی کلسیمی روغن ماهی ^۳
0.5	0.5	0.5	0.5	کلسیم کربنات
0.87	0.87	0.87	0.87	Calcium carbonate
0.17	0.17	0.17	0.17	Buffer ^۴ بافر
0.37	0.37	0.37	0.37	Magnesium oxide اکسید منیزیم
0.37	0.37	0.37	0.37	Vitamin premix مکمل ویتامینه ^۵
0.37	0.37	0.37	0.37	Mineral premix مکمل معدنی ^۶
0.30	0.30	0.30	0.30	Salt نمک

^۱Palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel. ^۲رومن فت R100 (اسید چرب پالم هیدروژنه، مالزی)، اسید لوریک (C12:0) ۲۳٪، اسید میریستیک (C14:0) ۴٪، اسید پالمیتیک (C16:0) ۸۶٪، اسید استئاریک (C18:0) ۲٪، اسید اولئیک (C18:1) ۴٪.

^۲Fractionated refined palm oil containing (% of total FA) 16:0 (74.4%), 18:0 (4.88%), cis-9 18:1 (15.1%), 18:2n-6 (2.82%), and 18:3n-3 (2.80%) (0.11; RumiFat R100, Ecolex, Selangor, Malaysia).

^۳نمک کلسیمی روغن ماهی (چربی امگا ۳ پرشیا، شرکت کیمیا دانش الوند)، حاوی: اسید پالمیتیک (C16:0) ۲۰٪، سید استئاریک (C18:0) ۱۵٪، اسید اولئیک (C18:1) ۲۵٪، لینولئیک (C18:2n-6) ۵٪، لینولئیک (C18:3omega-3) ۵٪، EPAC & DHA ۱۴٪، باقیمانده ۱۶٪، Σ SFA ۴۰٪، Σ UFA ۶۰٪، Σ PUFA ۳۰٪.

^۴Ca salts of fish oil, Persia fat Omega3, Kimiya Danesh Alvand Co. Tehran, Iran C16:0 (20%), C18:0(15%), C18:1 (25%), C18:2n-6 (5%), C18:3omega-3 (5%); Σ EPAC & DHA (14%), Other, 16; Σ SFA (40%), Σ UFA (60%), Σ PUFA (30%).

^۵Kimia buff, Kimia-Roshd Sepahan Co. Iran.

^۶کیمیا باف، شرکت کیمیا رشد سپاهان

^۷بر اساس ماده خشک هر کیلوگرم حاوی ۱۳۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۶۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۱۲۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E

^۵Containing (DM basis) 1,300,000 IU/kg of vitamin A, 360,000 IU/kg of vitamin D3, 12,000 IU/kg of vitamin E.

^۶بر اساس ماده خشک هر کیلوگرم حاوی ۱۰ گرم منیزیم، ۱۶ گرم روی، ۴ گرم مس، ۰/۱۵ گرم ید، ۰/۱۲ گرم کبالت، ۰/۸ گرم آهن، ۰/۰۸ گرم سلنیوم

^۶Containing (DM basis) 10 g/kg of manganese, 16 g/kg of zinc, 4 g/kg of copper; 0.15 g/kg of iodine, 0.12 g/kg of cobalt, 0.8 g/kg of iron, and 0.08 mg/kg of selenium.

جدول ۲: ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی و توزیع اندازه ذرات جیره‌های آزمایشی با الک جداکننده جدید پنسیلوانیا
Table 2. Chemical composition and physical characteristics of dietary treatments measured with Penn State particle separator

CaFO چربی کلسیمی روغن ماهی		PAF اسید پالمیتیک		ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک)
+PP با پوسته انار	- بدون پوسته انار PP	+PP با پوسته انار	- بدون پوسته انار PP	Chemical composition, % of DM
52.2 ± 0.69	52.0 ± 0.95	52.2 ± 1.05	51.2 ± 1.15	Dry matter ماده خشک
91.7 ± 0.24	91.2 ± 0.48	92.1 ± 0.54	91.3 ± 0.29	Organic matter ماده آلی
15.8 ± 1.31	16.3 ± 0.78	16.2 ± 0.13	16.3 ± 1.30	Crude protein پروتئین خام
3.51 ± 0.35	3.32 ± 0.68	3.99 ± 0.42	3.82 ± 0.87	Ether-extract چربی خام
8.24 ± 0.24	8.85 ± 0.27	8.11 ± 0.33	8.62 ± 0.29	Ash خاکستر
34.3 ± 0.10	33.3 ± 1.28	32.7 ± 0.38	34.9 ± 1.60	الیاف نامحلول شوینده خنثی Neutral detergent fiber
38.2 ± 1.2	38.2 ± 0.90	39.0 ± 0.80	39.4 ± 1.1	کربوهیدرات غیرالیافی ^۲ Non-fiber carbohydrate
28.5 ± 0.25	28.3 ± 0.20	28.0 ± 0.19	28.2 ± 0.22	Starch نشاسته
1.63	1.60	1.64	1.61	NE _L ، مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک ^۳ NE _L , ⁷ Mcal/kg of DM
2.35	2.44	5.81	6.06	نسبت اسید چرب امگا ۶ به امگا ۳ n-6: n-3FA ratio
0.145	0.151	0.178	0.123	تانن مترامک، گرم در کیلوگرم Condensed tannins, g/kg
2.26	1.44	1.84	1.31	تانن کل، گرم در کیلوگرم Total phenolic compounds, g/kg
3.57	2.20	2.88	2.30	کل ترکیبات فنولیک، گرم در کیلوگرم Total phenolic compounds, g/kg
18	12	18.9	14	بازدارنده‌های رادیکال‌های آزاد، درصد Inhibition of radical activity %
% DM retained on sieves درصد ماده خشک باقی مانده بر هر الک				
6.34 ± 6.18	5.13 ± 2.24	6.46 ± 6.28	5.14 ± 2.15	19 mm ۱۹ میلی متر
24.5 ± 5.59	23.2 ± 2.07	25.1 ± 5.21	23.5 ± 3.62	8 mm ۸ میلی متر
43.2 ± 6.94	48.7 ± 3.88	45.0 ± 5.30	49.4 ± 3.12	1.18 mm ۱/۱۸ میلی متر
25.7 ± 9.72	22.8 ± 4.11	23.3 ± 8.13	21.8 ± 55.5	pan سینی
30.9 ± 11.6	28.3 ± 3.62	31.6 ± 11.3	28.6 ± 5.70	pef ₈ ^۴
74.2 ± 9.73	77.1 ± 4.10	76.6 ± 8.16	78.1 ± 5.54	pef _{1.18}
10.5 ± 3.97	9.35 ± 1.20	10.1 ± 3.64	9.77 ± 1.92	peNDF ₈ ^۵
25.2 ± 3.32	25.4 ± 1.36	24.5 ± 3.61	26.5 ± 1.88	peNDF _{1.18}
4.07 ± 1.68	3.95 ± 0.42	4.23 ± 1.65	3.86 ± 0.71	PS میانگین هندسی
2.87 ± 0.16	2.80 ± 0.16	2.82 ± 0.11	2.75 ± 0.10	DPS انحراف معیار

^۱Palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel.

^۲NFC = 100 - (%CP + % EE + % NDF + % Ash) محاسبه شده با فرمول

^۳Net energy for lactation was calculated according to NRC (2001).

توسط نرم افزار (۲۰۰۱) NRC محاسبه گردید.

^۴ضریب مؤثر بودن فیزیکی با نسبت ماده خشک باقی مانده روی دو الک بالایی (pef₈) و سه الک بالایی (pef_{1.18}) غربال پنسیلوانیا مشخص شد.

^۵میزان الیاف مؤثر فیزیکی دو الک (peNDF₈) و سه الک (peNDF_{1.18}) با ضریب الیاف شوینده خنثی خوراک به ترتیب در pef₈ و pef_{1.18} محاسبه گردید.

^۶peNDF₈ and peNDF_{1.18} = physically effective NDF determined as NDF content of TMR multiplied by pef₈ and pef_{1.18}, respectively.

^۷میانگین هندسی = میانگین اندازه ذرات هندسی، طبق انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا محاسبه شده است (ASAE, 1995; method S424.1).

^۸MPS = geometric mean particle size, calculated according to the method of the American Society of Agricultural Engineers (ASAE, 1995; method S424.1).

^۹انحراف معیار = انحراف معیار هندسی اندازه ذرات، طبق انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا محاسبه شده است (ASAE, 1995; method S424.1).

^{۱۰}SDPS = Geometric SD of particle size, calculated according to the method of the American Society of Agricultural Engineers (ASAE, 1995; method S424.1).

صورت سه تکرار از طریق الک پنیسلوانیا مجهز به سه الک (۱۹، ۸، و ۱/۱۸ میلی‌متر) و سینی محاسبه شد. پس از الک شدن ذرات به ۴ بخش بلند (بالتر از ۱۹ میلی‌متر)، متوسط (۸ تا ۱۹ میلی‌متر)، کوتاه (۸ تا ۱/۱۸ میلی‌متر) و ریز (کمتر از ۱/۱۸ میلی‌متر) تقسیم شده و ماده خشک هر بخش توسط آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت تعیین شد. در این آزمایش فاکتور مؤثر فیزیکی (pef) بر اساس نسبت تجمعی ماده خشک باقیمانده بر الک‌های ۱۹ و ۸ میلی‌متر (۲۶) و ۱۹، ۸، و ۱/۱۸ میلی‌متر (۲۲) غربال پنیسلوانیا به ترتیب به عنوان pef_8 و $pef_{1.18}$ مشخص شد. الیاف مؤثر فیزیکی دو الک (peNDF₈) و سه الک (peNDF_{1.18}) بوسیله ضرب میزان NDF خوراک به ترتیب در pef_8 و $pef_{1.18}$ محاسبه گردید.

شاخص انتخاب به صورت مصرف واقعی خوراک به مصرف مورد انتظار برای ذرات باقیمانده بر هر الک پنیسلوانیا محاسبه گردید (۲۷). مصرف خوراک مورد انتظار برای هر الک، با ضرب ماده خشک مصرفی در درصد ماده خشک باقیمانده بر آن الک و مصرف واقعی برای هر الک از تفاضل الک خوراک ارائه شده و الک پس‌آخور بدست آمد. شاخص انتخاب برابر با ۱۰۰ نشان دهنده عدم انتخاب، شاخص انتخاب بیشتر از ۱۰۰ نشان دهنده انتخاب به نفع (خوردن)، و شاخص انتخاب کمتر از ۱۰۰ نشان دهنده انتخاب علیه (نخوردن) می‌باشد. داده‌های الک خوراک تازه و پس‌آخور تشکیل زمان ۰ و ۲۴ ساعت پس از ارائه خوراک صبح را دادند و با توجه به مقدار مصرف خوراک در این ساعات، بوسیله آنها تغییرات بررسی شد. در روز ۲۸ دوره آزمایشی، فعالیت خوردن، نشخوار و استراحت به صورت مشاهده‌ای در یک دوره ۲۴ ساعته ثبت شد. فعالیت‌ها هر ۵ دقیقه یک بار ثبت می‌شدند و فرض بر این بود که هر کدام از این فعالیت‌ها به مدت ۵ دقیقه ادامه پیدا می‌کند (۲۲، ۶).

ترکیب شیمیایی جیره‌ها در جدول ۲ بیان شده است. جیره‌ها با نرم‌افزار CNCPS V4.5 برای گاوهای شیری با وزن ۵۴۹ کیلوگرم و تولید شیر ۳۵/۶۰ کیلوگرم در روز (۳ درصد پروتئین خام و ۳/۲ درصد چربی) متوازن شدند.

جیره‌ها هر روز صبح به صورت دستی و کاملاً مخلوط شده آماده می‌شدند. پس از مخلوط شدن، جیره به سطل خوراک اختصاصی آن که از قبل برچسب زده شده بود، انتقال داده شد. تولید شیر در طول ۷ روز آخر هر دوره محاسبه شد و نمونه شیر از هر وعده دوشش گرفته و بر اساس مقدار تولید هر وعده با هم ترکیب شد. نمونه‌های بدست آمده با پتاسیم دی‌کرومات مخلوط شده و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای آنالیز توسط دستگاه میکواسکن (Milk scan 3510-093701 FUNK GERBER) ذخیره شدند. جهت تعیین ماده خشک و ترکیب شیمیایی، نمونه‌هایی از خوراک مربوطه به هر گاو بلافاصله پیش از وعده خوراک‌دهی صبح، از روز ۲۱ تا ۲۸ هر دوره برداشته و تا انجام تجزیه آزمایشگاهی در فریزر ۲۰- نگهداری شدند. پس از یخ‌گشایی، میزان ماده خشک جیره‌ها و باقیمانده خوراک در آونی با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب واپلی با غربالی به منافذ یک میلی‌متر آسیاب شدند. الیاف شوینده خنثی (۴۰)، چربی خام، پروتئین خام و خاکستر (۸)، ترکیبات فنولی و تانن (۲۸)، بازدارنده رادیکال آزاد (۴) و نشاسته (۴۱) نمونه‌ها در ۲ تکرار تعیین شدند. میزان کربوهیدرات‌های غیرالیافی با تفریق حاصل جمع پروتئین خام، الیاف شوینده خنثی، عصاره اتری و خاکستر از ۱۰۰ محاسبه شد. برای تعیین خصوصیات فیزیکی جیره‌ها، نمونه‌های منجمد طی روزهای ۲۱ تا ۲۸ هر دوره ذوب و نمونه‌هایی از آنها برای تعیین اندازه ذرات جدا شد و توزیع به

کننده سیستم ایمنی هستند. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به عصاره پوسته انار را بیشتر به واسطه پلی فنول‌های محلول در آب و آنتی‌سینین‌ها و تانن‌های قابل هیدرولیز موجود در آن اثبات کردند (۳۶-۲۴). بسیاری از مواد مصنوعی و طبیعی به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های بالقوه برای جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها بررسی شده‌اند. استفاده از محصولات فرعی صنایع کشاورزی به‌عنوان منابع خوراکی جایگزین می‌تواند یک استراتژی برای بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و همچنین کاهش هزینه تولید باشد (۳۶).

پوسته انار دارای آنتی‌اکسیدان‌های قدرتمند، ترکیبات ضدالتهابی، ویتامین E، استرونها، فنل‌ها و استروژن‌های طبیعی است و تخمین زده شده است که تولید آن در ایران بر اساس وزن تازه سالانه بیش از ۵۰۰۰۰۰ تن است (۱۴). در این مطالعه گنجاندن پوسته انار به خوراک باعث افزایش میزان کل فنول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی جیره‌ها شد.

میزان انرژی خالص شیردهی و پروتئین جیره‌ها یکسان بود. نسبت ذرات باقیمانده بر الک بالای (۱۹ میلی‌متر)، الک دوم (۸ میلی‌متر)، الک سوم (۱/۱۸ میلی‌متر) و سینی در بین تیمارها تفاوتی نداشت. پوسته انار حاوی الیاف شوینده خنثی (۲۴/۱٪)، پروتئین خام (۳/۹۴٪) و عصاره اتری (۰/۰۱٪) بود. داده‌های مصرف خوراک در جدول ۳ آورده شده است. مصرف کربوهیدرات‌های غیرالیافی (P=۰/۰۶) و چربی (P<۰/۰۱) برای گاوهای با منبع چربی اسید پالمیتیک بالاتر از چربی کلسمی روغن ماهی بود. مصرف بقیه مواد مغذی در بین منابع چربی یکسان بود. مطالعات قبلی نشان دادند که مقدار و مشخصات مکمل‌های چربی بر میزان ماده خشک مصرفی تأثیرگذار هستند (۳۵) و هنگام استفاده از مکمل‌های مختلف چربی، تغییرات قابل توجهی در ماده خشک

تجزیه آماری

قبل از تجزیه و تحلیل آماری، تمام داده‌ها برای ارزیابی نرمالیت، با ارزیابی شاپیرو ویلک با استفاده از روش UNIVARIATE مورد آزمایش قرار گرفتند و در صورت لزوم متغیرها با استفاده از log10 تبدیل شدند. داده‌ها با استفاده از MIXED PROC از نرم افزار SAS (version 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC) مطابق با طرح مربع لاتین ۴ × ۴ تکرار شونده (۱۲ گاو شیرده) با آزمایش فاکتوریل ۲ × ۲ با توجه مدل زیر تجزیه شد:

$$Y_{ijklm} = \mu + Sq_i + C_{j(i)} + P_k + PP_1 + fat_m + (PP \times fat)_{lm} + e_{ijklm}$$

که در آن Sq_i میانگین کلی؛ $C_{j(i)}$ اثر تصادفی گاو داخل مربع؛ P_k اثر ثابت دوره؛ PP_1 اثر ثابت پوسته انار (۰ در مقابل ۸/۷ درصد ماده خشک)؛ fat_m اثر ثابت منبع چربی (کلسمی در مقابل پالمیتیک)؛ $(PP \times fat)_{lm}$ اثر متقابل بین پوسته انار و منبع چربی؛ e_{ijklm} خطای تصادفی باقیمانده است. داده‌ها به‌عنوان حداقل مربعات انجام شده توسط روش Post Hot گزارش شدند (Tukey-Kramer). در گزارش نتایج رابطه‌های با سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ معنی‌دار و رابطه‌هایی با سطح معنی‌داری $P \leq 0/10$ تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شدند.

نتایج و بحث

مصرف مواد مغذی: اسیدهای چرب غیر اشباع (EPA و DHA) بیشتر در معرض تنش اکسیداتیو هستند و مکمل کردن منابع آنتی‌اکسیدان می‌تواند استراتژی مناسبی برای محدود کردن پراکسیداسیون چربی‌ها و حفظ سلامت حیوان باشد (۴۲). پوسته انار حاوی متابولیت‌های ثانویه‌ای از قبیل ساپونین، ترکیبات پلی فنولیک مانند پونیکالازین و الاژیناتین هستند که نشان داده شده است دارای اثرات ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضد حساسیت و تعدیل

در گاوهای شکم اول باعث می‌شود تا آنها حجم چربی کمتری مصرف کنند و این موضوع نیز احتمالاً در کاهش اثر چربی جیره بر ماده خشک مصرفی موثر بوده است.

مصرف ماده خشک، انرژی، ماده آلی، پروتئین، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، کربوهیدرات‌های غیرالیافی و چربی برای گاوهای جیره‌های با پوسته انار نسبت به بدون پوسته انار بالاتر بودند ($P < 0/01$). همچنین، مصرف ذرات باقیمانده برالک ۸ میلی‌متر، سینی ($P < 0/01$) و $peNDF_8$ ($P = 0/05$) در گاوهای تیمار با پوسته انار نسبت به بدون پوسته انار بالاتر بود. یک برهمکنش بین منبع چربی و آنتی‌اکسیدان برای مصرف الیاف نامحلول در شوینده خنثی مشاهده شد ($P = 0/03$)، به گونه‌ای که در تیمار اسید پالمیتیک، گاوهای با پوسته انار و در تیمار چربی کلسیمی روغن ماهی گاوهای بدون پوسته انار مصرف بیشتری داشتند. گنجاندن پوسته انار در جیره باعث بهبود ماده خشک مصرفی در گاوهای شیری شد، که با مطالعات قبلی در گاو شیری (۱۸) و گاوهای گوشتی (۳۷) سازگار است. افزایش ماده خشک مصرفی در گاوهای تیمار با پوسته انار منجر به مصرف بیشتر انرژی، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، کربوهیدرات‌های غیرالیافی و چربی خام نسبت به گاوهای تیمار بدون پوسته انار شد. یک توضیح احتمالی برای تأثیر مثبت پوسته انار بر ماده خشک مصرفی می‌تواند مربوط به بهبود خوشخوراکی باشد (۱۸). پوسته انار غنی از تانن است (۳۷) که هم اثرات مفید و هم مضر بر حیوانات نشخوارکننده دارد. تحقیق انجام شده توسط شبستای و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که مصرف پوسته انار تازه به گاوهای گوشتی باعث افزایش مصرف خوراک و میانگین وزن روزانه می‌شود (۳۷). مطالعات قبلی نشان دادند که افزایش التهاب باعث کاهش ماده خشک مصرفی می-

مصرفی اتفاق می‌افتد. تحقیقات قبلی نشان دادند با افزایش مقدار اسیدهای چرب غیراشباع در روده کوچک خطر کاهش ماده خشک مصرفی افزایش می‌یابد (۱۷، ۱۱)، که با آنچه ما در این مطالعه مشاهده کردیم متفاوت است. ریکو و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند زمانیکه گاوها با منبع چربی تقریباً خالص پالمیتیک و استئاریک به مقدار ۲ درصد ماده خشک تغذیه شدند، هیچ تفاوت معنی‌داری در ماده خشک مصرفی مشاهده نشد. دسوزا (۲۰۱۸) زمانی که در گاوهای شیرده پس از اوج شیردهی نسبت‌های مختلف C16:0 و C18:0 به مقدار ۱/۵ درصد ماده خشک تغذیه کرد نسبت به گاوهای کنترل بدون مکمل چربی تفاوتی در ماده خشک مصرفی مشاهده نشد. مطابق با این یافته‌ها در تحقیق حاضر زمانی که روغن ماهی و اسید پالمیتیک در جیره به مقدار ۱/۵ درصد ماده خشک استفاده شد هیچ تفاوتی در ماده خشک مصرفی مشاهده نگردید. مطالعات انجام شده در گاوهای شیرده نشان می‌دهد مقدار روغن ماهی به طور قابل توجهی بر ماده خشک مصرفی تأثیرگذار است، به عنوان مثال کدی و همکاران (۲۰۰۰) در مقدار بالاتر از ۳۰۰ گرم در روز اثرات منفی بر ماده خشک مصرفی مشاهده کردند. دنووا و همکاران (۲۰۰۰) با غلظت ۱٪ ماده خشک روغن ماهی در جیره‌ها تفاوتی در ماده خشک مصرفی گزارش نکردند، در حالیکه در غلظت‌های بالاتر (۳ درصد ماده خشک) ماده خشک مصرفی به طور قابل توجهی کاهش یافت (۱۲). در مطالعه حاضر غلظت چربی کلسیمی روغن ماهی تغذیه شده ۱/۵ درصد ماده خشک بود که کمتر از حد آستانه (۲ درصد ماده خشک) برای تأثیر منفی بر ماده خشک مصرفی بود. از سوی دیگر، گاوهای استفاده شده در این آزمایش همگی شکم اول بودند و مصرف خوراک آنها از گاوهای بالغ کمتر است. کمتر بودن مصرف خوراک

کننده سیستم ایمنی بدن است (۳۳)، افزایش مصرف خوراک در مطالعه حاضر احتمالاً به علت بهبود سیستم ایمنی و التهابی باشد.

شود (۱۹،۱۰)، و از آنجایی که پوسته انار حاوی متابولیت‌های ثانویه مانند ساپونین و ترکیبات پلی فنولیک از قبیل پونیکالازین و الاژیناتین با خواص ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و تعدیل

جدول ۳: مصرف مواد مغذی در گاوهای یک بار زایش مصرف کننده جیره‌هایی با منبع چربی اسید پالمیتیک (PAF) یا روغن ماهی کلسیمی (CaFO) همراه (+PP) یا بدون (-PP) پوسته انار

Table 3. Nutrient intake in primiparous cows fed diets with palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel.

معنی داری Significance			خطای استاندارد SEM	CaFO چربی کلسیمی روغن ماهی		PAF ¹ اسید پالمیتیک		صفت Items
Fat×PP	PP	Fat		+PP با پوسته انار	بدون پوسته -PP انار	+PP با پوسته انار	بدون پوسته -PP انار	
Nutrient intake, kg/d مصرف، کیلوگرم در روز								
0.350	<0.001	0.880	0.458	24.0	22.7	24.3	22.4	DM ماده خشک
0.345	<0.001	0.566	0.743	39.1	36.4	39.9	36.2	NE _L ، مگا کالری در روز
0.294	<0.001	0.735	0.420	22.0	20.7	22.4	20.5	NE _L intake, Mcal/d
0.077	0.002	0.308	0.074	3.79	3.71	3.95	3.66	OM ماده آلی
0.037	0.001	0.326	0.154	8.16 ^a	7.51 ^b	7.80 ^b	7.64 ^b	CP پروتئین خام
0.525	<0.001	0.066	0.178	9.17	8.69	9.50	8.86	NDF
0.309	<0.001	<0.001	0.016	0.84	0.75	0.97	0.85	NFC
Particles retained on sieves قطعات باقیمانده بر الک								
0.652	0.252	0.730	0.302	1.56	1.34	1.56	1.10	19 mm ۱۹ میلی‌متر
0.542	0.007	0.844	0.264	5.93	5.37	6.13	5.26	8 mm ۸ میلی‌متر
0.704	0.161	0.381	0.352	10.4	11.0	10.8	11.2	۱/۱۸ میلی‌متر
0.745	0.003	0.522	0.303	6.08	5.00	5.78	4.90	1.18 mm سینی
0.590	0.052	0.911	0.540	7.49	6.71	7.72	6.37	Pan
0.360	0.211	0.590	0.530	17.7	17.9	18.5	17.5	peNDF ₈
								peNDF _{1.18}

¹Palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel.

توزیع اندازه ذرات، رفتار مصرف خوراک و شاخص جداسازی: الگوی خوردن و وعده‌های غذایی تحت تأثیر منبع چربی قرار نگرفت (جدول ۴). گاوهای تغذیه شده با تیمار اسید پالمیتیک نسبت به چربی کلسیمی روغن ماهی زمان نشخوار کمتری بر اساس دقیقه بر کیلوگرم الیاف شوینده خنثی (P=۰/۰۱) داشتند. همچنین گاوهای تیمار اسید پالمیتیک زمان جویدن کمتری را بر اساس دقیقه بر کیلوگرم الیاف شوینده خنثی (P=۰/۰۲) و (P=۰/۰۶) peNDF₈ و (P=۰/۰۲) peNDF_{1.18} داشتند. منبع چربی هیچ تأثیری بر جداسازی نداشت. منبع چربی تأثیری بر کل زمان خوردن و جویدن نداشت که موافق با نتایج هاروارتین و آلن (۲۰۰۶) بود

توزیع اندازه ذرات، رفتار مصرف خوراک و شاخص جداسازی: الگوی خوردن و وعده‌های غذایی تحت تأثیر منبع چربی قرار نگرفت (جدول ۴). گاوهای تغذیه شده با تیمار اسید پالمیتیک نسبت به چربی کلسیمی روغن ماهی زمان نشخوار کمتری بر اساس دقیقه بر کیلوگرم الیاف شوینده خنثی (P=۰/۰۱) داشتند. همچنین گاوهای تیمار اسید پالمیتیک زمان جویدن کمتری را بر اساس دقیقه بر کیلوگرم الیاف شوینده خنثی (P=۰/۰۲) و (P=۰/۰۶) peNDF₈ و (P=۰/۰۲) peNDF_{1.18} داشتند. منبع چربی هیچ تأثیری بر جداسازی نداشت. منبع چربی تأثیری بر کل زمان خوردن و جویدن نداشت که موافق با نتایج هاروارتین و آلن (۲۰۰۶) بود

نسبت به با پوسته انار شدت جداسازی بر علیه ذرات بلند ($P < 0.05$)، $peNDF_{1.18} = 0.06$ و به نفع ذرات متوسط (۸ و $1/18$ میلی‌متر، $P = 0.01$) افزایش یافت (جدول ۵). گاوها بر علیه ذرات بلند (۱۹ میلی‌متر) انتخاب انجام دادند، این نتایج غیرمنتظره نیست زیرا در بیشتر تحقیقات در مورد رفتار جداسازی، گاوها به طور گسترده بر علیه ذرات بلند انتخاب انجام می‌دهند (۳۲).

تولید و ترکیبات شیر: تولید و ترکیبات شیر در جدول ۶ آورده شده است. منبع چربی کلسیمی روغن ماهی نسبت به منبع چربی اسید پالمیتیک باعث افزایش تولید شیر میزان $1/6$ کیلوگرم در روز شد ($P = 0.01$)، اما در تولید شیر تصحیح شده بر اساس انرژی و چربی تفاوتی وجود نداشت. چربی کلسیمی روغن ماهی نسبت به منبع چربی اسید پالمیتیک باعث کاهش درصد چربی شیر شد ($P < 0.01$). موسوی و همکاران (۲۰۰۷) با اضافه کردن اسیدهای چرب امگا-۳ از روغن ماهی کلسیمی به گاوهای اوایل شیردهی افزایش عملکرد شیردهی را مشاهده کردند (۳۱). پیروندینی و همکاران (۲۰۱۵) هنگام استفاده از مکمل روغن ماهی به میزان 0.8 درصد ماده خشک نسبت به کنترل باعث افزایش تولید شیر شد (۳۴). روغن ماهی مقدار بیشتر از اسیدهای چرب غیر اشباع در جیره فراهم می‌کند که احتمالاً از ظرفیت بیوهیدروژناسیون شکمبه غلبه کرده و منجر به کاهش چربی شیر می‌شود. همچنین به عنوان بستری برای گلیسرول-۳ - فسفات آسیل ترانسفراز که استرهای اسیدهای چرب در موقعیت sn-1 برای شروع تولید تری گلیسیریدها است اولویت بالاتری (۸ تا ۱۰ برابری) برای C16:0 نسبت به اسیدهای چرب C18:0 نشان دادند (۲۵).

که گاوهای مصرف کننده روغن ماهی در مقایسه با روغن سویا زمان نشخوار بیشتری براساس الیاف نامحلول درشوینده خنثی و $peNDF_{1.18}$ داشتند که موافق با نتایج گزارش ما بود. تغییر زمان نشخوار ممکن است به دلیل تغییر مصرف خوراک، قابلیت هضم یا تحرک شکمبه-نگاری وابسته به پیتیدهای روده‌ای باشد (۱۷،۲۱).

اثر تفاله انار بر تعداد وعده‌های مصرف خوراک و فاصله بین آنها معنی‌دار ($P = 0.02$) و طول هر وعده تمایل به معنی‌داری داشت ($P = 0.08$)، به گونه‌ای که گاوهای تیمار بدون پوسته انار تعداد دفعات مصرف خوراک بیشتر و طول و فاصله بین هر وعده کمتری داشتند. زمان نشخوار براساس دقیقه بر کیلوگرم $peNDF_{1.18}$ مصرفی ($P < 0.01$) در گاوهای تیمار بدون پوسته انار کمتر از تیمار با پوسته انار بود. همچنین زمان جویدن براساس $peNDF_{1.18}$ در گاوهای تیمار بدون پوسته انار کمتر از تیمار با پوسته انار بود ($P = 0.04$). میزان مصرف خوراک توسط تعداد و اندازه وعده‌های غذایی مشخص می‌شود (۱۷)، پوسته انار به عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدان هیچ تاثیری بر زمان خوردن نداشت اما تعداد دفعات مصرف را کاهش و طول هر وعده را افزایش داد. تغییر اندازه وعده‌های خوردن به سیری مربوط است و تغییر دفعات یا فاصله وعده‌های خوردن به گرسنگی نسبت داده می‌شود (۱۷). تیمار بدون پوسته انار باعث تحریک بیشتر سیری شد که اندازه وعده‌های خوردن را کاهش داده که با افزایش دفعات خوردن خوراک جبران نگردید، در واقع در این تیمار کاهش اندازه وعده‌های خوردن منجر به کاهش مصرف خوراک گردید.

در گاوهای تغذیه شده با تیمار بدون پوسته انار

جدول ۴: رفتار خوردن در گاوهای یک بار زایش مصرف کننده جیره‌هایی با منبع چربی اسید پالمیتیک (PAF) یا روغن ماهی کلسیمی همراه (CaFO) (+PP) یا بدون (-PP) پوسته انار

Table 3. Feed intake behavior in primiparous cows fed diets with palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel.

Significance		معنی داری		خطای استاندارد		CaFO چربی کلسیمی روغن ماهی		PAF ¹ اسید پالمیتیک		
Fat × PP	PP	Fat	SEM	+PP با پوسته انار	بدون پوسته انار -PP	+PP با پوسته انار	بدون پوسته انار -PP			
										خوردن Eating
0.702	0.663	0.536	14.4	357	369	371	372			دقیقه در روز Min/day
0.879	0.023	0.992	0.618	10.7	12	10.8	12			وعده در روز Meals/day
0.710	0.083	0.548	2.02	34.4	30.7	34.7	32.4			طول هر وعده، دقیقه Min/meal
0.516	0.234	0.397	0.312	6.87	6.36	6.46	6.30			نرخ، گرم ماده خشک در دقیقه Rate, g of DM/min
0.650	0.022	0.919	5.71	104	90.1	101	91.8			فاصله بین وعده‌ها، دقیقه Time between meals, min
0.697	0.231	0.450	0.749	14.8	15.9	15.6	16.2			دقیقه بر کیلوگرم مصرف ماده مغذی Min/kg of nutrients DM
0.600	0.621	0.982	2.27	42.3	44.4	43.3	43.3			NDF
0.784	0.605	0.621	7.96	149	155	147	149			peNDF ₈
0.724	0.672	0.669	2.84	57.4	57.2	57.2	55.2			peNDF _{1,18}
										نشخوار Rumination
0.390	0.197	0.698	17.3	502	478	488	483			دقیقه در روز Min/day
0.611	0.729	0.471	0.421	13.5	13.5	14.0	13.6			وعده در روز Bouts/day
0.277	0.609	0.341	1.47	37.5	35.5	35.0	35.8			طول هر وعده، دقیقه Min/bout
0.778	0.266	0.335	3.05	70.5	73.9	68.9	70.9			فاصله بین وعده‌ها، دقیقه Time between meals, min
										دقیقه بر کیلوگرم مصرف ماده مغذی Min/kg of nutrients
0.531	0.794	0.253	0.986	21.2	20.7	20.2	20.4			ماده خشک DM
0.774	0.120	0.016	2.60	60.6	57.6	56.2	54.1			NDF
0.500	0.410	0.034	10.7	213	202	191	189			peNDF ₈
0.355	<0.001	<0.001	3.54	82.0	74.6	74.1	70.1			peNDF _{1,18}
										جویدن Chewing
0.498	0.840	0.233	27.6	838	857	884	876			دقیقه در روز Min/day
										دقیقه بر کیلوگرم مصرف ماده مغذی Min/kg of nutrients
0.913	0.432	0.857	1.29	36.1	36.7	35.9	36.6			ماده خشک DM
0.779	0.553	0.123	3.62	103	102	99.6	97.3			NDF
0.772	0.780	0.060	14.0	363	357	339	339			peNDF ₈
0.780	0.041	0.026	4.58	139	131	131	125			peNDF _{1,18}

¹Palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel.

جدول ۵: شاخص انتخاب در گاوهای یک بار زایش مصرف کننده جیره‌هایی با منبع چربی اسید پالمیتیک (PAF) یا روغن ماهی کلسیمی (CaFO) همراه (+PP) یا بدون (-PP) پوسته انار

Table 5. Sorting index in primiparous cows fed diets with palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel.

Significance معنی داری			خطای استاندارد SEM	CaFO چربی کلسیمی روغن ماهی		PAF ¹ اسید پالمیتیک		شاخص انتخاب، درصد Sorting index	
Fat × PP	PP	Fat		+PP با پوسته انار	بدون پوسته -PP انار	+PP با پوسته انار	بدون پوسته -PP انار		
0.432	0.050	0.467	3.72	81.4	90.1	81.6	85.4	19 mm	الک ۱۹ میلی‌متر
0.538	0.303	0.546	0.616	98.7	97.7	98.7	98.4	8 mm	الک ۸ میلی‌متر
0.578	0.010	0.411	0.516	99.7	101	100	101	1.18 mm	الک ۱/۱۸ میلی‌متر
0.784	0.931	0.576	1.49	100	99.7	98.7	99.0	Pan	سینی
0.721	0.846	0.958	0.835	96.4	96.6	96.7	96.3	peNDF ₈	
0.265	0.060	0.198	0.275	99.07	99.8	99.6	99.9	peNDF _{1,18}	

¹Palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel.

جدول ۶: عملکرد تولیدی در گاوهای یک بار زایش مصرف کننده جیره‌هایی با منبع چربی اسید پالمیتیک (PAF) یا روغن ماهی کلسیمی (CaFO) همراه (+PP) یا بدون (-PP) پوسته انار

Table 6. Productive performance in primiparous cows fed diets with palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel.

Significance معنی داری			خطای استاندارد SEM	CaFO چربی کلسیمی روغن ماهی		PAF ¹ اسید پالمیتیک		صفت Items
Fat × PP	PP	Fat		+PP با پوسته انار	بدون پوسته -PP انار	+PP با پوسته انار	بدون پوسته -PP انار	
0.49	0.25	0.01	1.21	40.7	39.5	38.6	38.3	شیر، کیلوگرم در روز Milk yield, kg/d
0.12	0.56	0.33	1.09	34.6	33.2	34.2	34.9	^۲ شیر تصحیح شده بر اساس چربی FCM yield, kg/d
0.23	0.46	0.94	1.05	35.3	34.1	34.5	34.8	^۳ شیر تصحیح شده بر اساس انرژی ECM yield, kg/d
0.31	0.88	<0.01	0.12	2.50	2.45	2.82	2.90	درصد چربی Fat percent
0.78	0.04	0.16	0.01	2.95	2.97	2.96	2.99	درصد پروتئین Protein percent

¹Palmitic acid-enriched fat (PAF) or calcium salts of fish oil (CaFO) with (+PP) or without (-PP) pomegranate peel.

²4%FCM = 0.4 milk (kg) + 15 milk fat (kg)

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

^۲شیر تصحیح شده بر اساس ۴٪ چربی

^۳شیر تصحیح شده بر اساس انرژی

همچنین ترکیبات پلی فنولی اثرات منفی روی قابلیت هضم بخصوص پروتئین در شکمبه را نشان دادند (۳۸)، که احتمالاً دلیل کاهش غلظت پروتئین شیر می‌باشد.

تغاله انار بر درصد پروتئین شیر اثری معنی‌دار داشت (P= ۰/۰۴)، به گونه‌ای که در گاوهای تیمار با پوسته انار درصد پروتئین کمتر از تیمار بدون پوسته انار بود. ترکیبات پلی فنولی موجود در پوسته انار ممکن است فعالیت پروتئولیتیکی را کاهش بدهد (۵)،

یافت و با افزودن چربی کلسیمی روغن ماهی تولید شیر بیشتر بود. این موضوع نشان می‌دهد که تغاله انار علاوه بر ترکیب شیمیایی، با تغییر الگوی مصرف خوراک می‌تواند بر مصرف مواد مغذی و نهایتاً عملکرد دام تاثیرگذار باشد.

سپاسگزاری

از دانشگاه صنعتی اصفهان و شرکت کیمیا رشد سپاهان به خاطر تامین هزینه‌های این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

نوع منبع چربی به میزان ۱/۵ درصد ماده خشک بر ماده خشک مصرفی و الگوی مصرف خوراک تأثیری نداشت که بیانگر حساسیت کمتر گاوهای شکم اول به این سطح از مصرف مکمل‌های مختلف چربی است. پوسته انار با افزایش زمان خوردن در هر وعده و فاصله بین آنها مصرف خوراک و مواد مغذی را افزایش داد و همچنین، باعث کاهش شدت جداسازی بر علیه ذرات بلند شد. در این آزمایش هنگامی که از پوسته انار تغذیه شد، غلظت پروتئین شیر افزایش

منابع

- 1.Adams, L.S., Seeram, N.P., Aggarwal, B.B., Takada, Y., Sand, D. and Heber, D. 2006. Pomegranate juice, total pomegranate ellagitannins, and punicalagin suppress inflammatory cell signaling in colon cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54:980-985.
- 2.Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 83:1598-1624.
- 3.Bertoni, G., Minuti, A. and Trevisi, E. 2015. Immune system, inflammation and nutrition in dairy cattle. *Animal Production Science*. 55:943-948.
- 4.Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Journal of Food Science and Technology*. 28:25-30.
- 5.Broderick, G., Wallace, R. and Ørskov, E. 1991. Control of rate and extent of protein degradation Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants, Elsevier. Pp:541-592.
- 6.Beauchemin, A., Yang, K.A. and Rode, W.Z. 2003. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 86:630643.
- 7.Calder, P.C. 2008. The relationship between the fatty acid composition of immune cells and their function. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 79:101-108.
- 8.Chemists, A.O.A. 2002. Official Methods of Analysis of the AOAC International. Arlington.
- 9.Coronado, S.A., Trout, G.R., Dunshea, F.R. and Shah, N.P. 2002. Antioxidant effects of rosemary extract and whey powder on the oxidative stability of wiener sausages during 10 months frozen storage. *Journal of Meat Science*. 62:217-224.
- 10.Dantzer, R. and Kelley, K.W. 2007. Twenty years of research on cytokine-induced sickness behavior. *Journal of Brain, Behavior, and Immunity*. 21:153-160.
- 11.De Souza, J. and Lock, A. 2018. Comparison of a palmitic acid-enriched triglyceride supplement and calcium salts of palm fatty acids supplement on production responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101:3110-3117.
- 12.Donovan, D., Schingoethe, D., Baer, R., Ryali, J., Hippen, A. and Franklin, S. 2000. Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid and other fatty acids in milk fat from lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 83:2620-2628.
- 13.Eckel, E.F. and Ametaj, B.N. 2016. Invited review: Role of bacterial endotoxins in the etiopathogenesis of periparturient diseases of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 99:5967-5990.

14. Fadavi, Barzegar, A. and Hossein Azizi, M. 2006. Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19:676–680.
15. Ghasemi, E., Golabadi, D. and Piadeh, A. 2020. Effect of supplementing palmitic acid and altering the dietary ratio of n-6: n-3 fatty acids in low-fibre diets on production responses of dairy cows. *British Journal of Nutrition*. 1-11.
16. Guo, Y., Xu, X., Zou, Y., Yang, Z., Li, S. and Cao, Z. 2013. Changes in feed intake, nutrient digestion, plasma metabolites, and oxidative stress parameters in dairy cows with subacute ruminal acidosis and its regulation with pelleted beet pulp. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 4:1-10.
17. Harvatine, K. and Allen, M. 2006. Effects of fatty acid supplements on feed intake, and feeding and chewing behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 89:1104-1112.
18. Jami, E., Shabtay, A., Nikbachat, M., Yosef, E., Miron, J. and Mizrahi, I. 2012. Effects of adding a concentrated pomegranate-residue extract to the ration of lactating cows on in vivo digestibility and profile of rumen bacterial population. *Journal of Dairy Science*. 95:5996-6005.
19. Johnson, R. and Finck, B. 2001. Tumor necrosis factor α and leptin: Two players in an animal's metabolic and immunologic responses to infection. *Journal of Animal Science*. 79:118-127.
20. Kargar, S., Ghorbani, G., Khorvash, M., Kamalian, E. and Schingoethe, D. 2013. Dietary grain source and oil supplement: Feeding behavior and lactational performance of Holstein cows. *Livestock Science*. 157:162-172.
21. Kargar, S., Khorvash, M., Ghorbani, G., Alikhani, M. and Yang, W. 2010. Effects of dietary fat supplements and forage: concentrate ratio on feed intake, feeding, and chewing behavior of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 93:4297-4301.
22. Kononoff, P.J., Heinrichs, A.J. and Buckmaster, D.R. 2003. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science*. 86:1858–1863.
23. Krause, K.M., Combs, D.K., and Beauchemin, K.A. 2003. Effects of increasing levels of refined cornstarch in the diet of lactating dairy cows on performance and ruminal pH. *Journal of Dairy Science*. 86:1341–1353.
24. Khorsandi, S., Riasi, A., Khorvash, M. and Hashemzadeh, F. 2019. Nutrients digestibility, metabolic parameters and milk production in postpartum Holstein cows fed pomegranate (*Punica granatum* L.) by-products silage under heat stress condition. *Journal of Animal Feed Science and Technology*. 255:114213.
25. Kinsella, J. and Gross, M. 1973. Palmitic acid and initiation of mammary glyceride synthesis via phosphatidic acid. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism*. 316:109-113.
26. Lammers, B., Buckmaster, D. and Heinrichs, A.J. 1996. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*. 79:922-928.
27. Leonardi, C. and Armentano, L. 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 86:557-564.
28. Makkar, H. 2000. A laboratory manual for the FAO/IAEA co-ordinated research project on 'Use of Nuclear and Related Techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the Safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniniferous Tree Foliage'. Animal Production and Health Sub-Programme, FAO/IAEA Working Document, IAEA, Vienna, Austria.
29. Moallem, U. 2018. Invited review: Roles of dietary n-3 fatty acids in performance, milk fat composition, and reproductive and immune systems in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 101:8641-8661.
30. Munksgaard, L. and Simonsen, H.B. 1996. Behavioral and pituitary adrenal-axis responses of dairy cows to social isolation and deprivation of lying down. *Journal of Animal Science*. 74:769-778.

31. Moussavi, A. H., Gilbert, R., Overton, T., Bauman, D. and Butler, W. 2007. Effects of feeding fish meal and n-3 fatty acids on milk yield and metabolic responses in early lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 90:136-144.
32. Nasrollahi, S., Khorvash, M., Ghorbani, G., Teimouri-Yansari, A., Zali, A. and Zebeli, Q. 2012. Grain source and marginal changes in forage particle size modulate digestive processes and nutrient intake of dairy cows. *Animal*. 6:1237-1245.
33. Oliveira, R.A., Narciso, C.D., Bisinotto, R.S., Perdomo, M.C., Ballou, M.A., Dreher, M. and Santos, J.E.P. 2010. Effects of feeding polyphenols from pomegranate extract on health, growth, nutrient digestion, and immunocompetence of calves. *Journal of Dairy Science*. 93:4280-4291.
34. Pirondini, M., Colombini, S., Mele, M., Malagutti, L., Rapetti, L., Galassi, G. and Crovetto, G. 2015. Effect of dietary starch concentration and fish oil supplementation on milk yield and composition, diet digestibility, and methane emissions in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 98:357-372.
35. Rabiee, A., Breinhild, K., Scott, W., Golder, H., Block, E. and Lean, I. 2012. Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*. 95:3225-3247.
36. Safari, M., Ghasemi, E., Alikhani, M. and Ansari-Mahyari, S. 2018. Supplementation effects of pomegranate by-products on oxidative status, metabolic profile, and performance in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101:11297-11309.
37. Shabtay, A., Eitam, H., Tadmor, Y., Orlov, A., Meir, A., Weinberg, P., Weinberg, Z.G., Brosh, Y.A. and Izhaki, I. 2008. Nutritive and antioxidative potential of fresh and stored pomegranate industrial byproduct as a novel beef cattle feed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:10063-10070.
38. Shaani, Y., Eliyahu, D., Mizrahi, I., Yosef, E., Ben-Meir, Y., Nikbachat, M., Solomon, R., Mabjeesh, S.J. and Miron, J. 2016. Effect of feeding ensiled mixture of pomegranate pulp and drier feeds on digestibility and milk performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 83:35.
39. Spears, J.W. and Weiss, W.P. 2008. Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal*. 176:70-76.
40. Van Soest, P.V., Robertson, J. and Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583-97.
41. Webb, A.R. and Holick, M.F. 1988. The role of sunlight in the cutaneous production of vitamin D3. *Annual Review of Nutrition*. 8:375-399.
42. Wood, J.D. and Enser, M. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*. 78:49-60.
43. Zhu, L., Jones, C., Guo, Q., Lewis, L., Stark, C.R. and Alavi, S. 2016. An evaluation of total starch and starch gelatinization methodologies in pelleted animal feed. *Journal of Animal Science*. 94:1501-1507.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Ruminant Research, Vol. 9(3), 2021

<http://ejrr.gau.ac.ir>

Effects of adding pomegranate peel to diets containing different fatty acid sources on nutrients intake and chewing behavior of primiparous Holstein cows

*B. Akhlaghi¹, E. Ghasemi², M. Alikhani³ and H. Rafiee⁴

¹Ph.D. Student, ²Assistant Prof., and ³Associate Prof., Dept. of Animal Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, ⁴Assistant Prof., Dept. of Animal Science Research, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Areeo, Isfahan, Iran

Received: 05/13/2021; Accepted: 07/13/2021

Abstract

Background and objective: Primiparous cows are generally more sensitive to low pH, higher concentrations of volatile fatty acids, and postpartum ruminal acidosis than multiparous cows, possibly due to differences in feeding pattern and variation in nutrient intake. The aim of this study was to evaluate the ratio of omega-6 and omega-3 fatty acids in diets with or without pomegranate peel as a rich source of antioxidants, on nutrient intake, chewing behavior, and sorting activity of primiparous Holstein cows.

Materials and methods: Primiparous Holstein cows (n = 12) were randomly divided into a Latin square design with a 2 × 2 factorial arrangement of treatments. Each period lasted 28 days with 21 days of adaptation to the diet and 7 days for data collection and sampling. The diet (1.5% of dry matter) contained calcium salts of fish oil (CaFO) or palmitic acid-enriched fat (PAF) with (+PP, 8.7% of dry matter) or without (-PP) pomegranate peel.

Results: Fats and NFC intakes were greater in PAF-fed cows than CaFO-fed cows. Also, intake of dry matter, energy, organic matter, protein, NDF, NFC, and fats in cows supplemented with +PP diets were greater than cows fed -PP diets. Consumption of particles retained on 8-mm sieve, pan, peNDF₈ in cows on +PP diets was greater than those in -PP cows. Cows fed PAF treatment had less rumination time per kg of NDF, peNDF₈, and peNDF_{1.18} than CaFO-fed cows. Also, PAF-treated cows had less chewing time per kg of peNDF₈ and peNDF_{1.18} than CaFO-treated cows. Sorting activity against long particle and peNDF_{1.18} and in favor of medium particle were higher in cows fed -PP diets than those in cows fed +PP treatments. Eating meal number per day increased and time between meals and duration of each meal decreased in -PP fed cows than those in +PP fed cows. Rumination and chewing time per kg of peNDF_{1.18} intakes were greater in -PP cows than +PP cows.

Conclusion: Under the conditions of this experiment and in primiparous cows, PAF-fed cows had less chewing and rumination times per kg of peNDF than CaFO-fed cows however, the sorting activity and chewing pattern were not affected. Pomegranate peel increased nutrient intake, reduced sorting against long portions and fiber. It also reduced the number of meals and increased the duration of each meal.

Keywords: Chewing behavior, Fatty acids sources, Lactation cows, Pomegranate peel

*Corresponding authors: behzad.akhlaghi67@yahoo.com