نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۱، زمستان ۱۴۰۲
ص‌ص: ۲۱~۳۲

اثر سطوح مختلف کنجاله کاملینا در جیره کامل مخلوط شده بر مصرف مواد مغذی، عملکرد رشد و گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی در بره‌های پرواری

• **عیدی احمدی[۱]، ایوب عزیزی*[۲]، امیر فدایی‌فر[۲]، افروز شریفی[۳]**

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت : شهریور ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش : بهمن ۱۴۰۱

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۰۶۳۵۸۵۰۴

Email: azizi.ay@lu.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2023.359810.2254

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثرات سطوح مختلف کنجاله کاملینا (واریته بومی سهیل) بر مصرف مواد مغذی، عملکرد رشد و گوارش‌پذیری مواد مغذی بره‌های نژاد لری-بختیاری بود. از ۳۰ رأس بره نر نژاد لری-بختیاری با دامنه سنی ٤ تا ٥ ماهه و میانگین وزن زنده ٥±٣٤/٥ کیلوگرم به‌مدت ٥٦ روز برای این منظور استفاده شد. دام‌ها با سه جیره آزمایشی شامل سطوح صفر، ٥ و ١٠ درصد کنجاله کاملینا که جایگزین کنجاله سویا شده بود و ١٠ رأس بره (تکرار) در هر تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی تغذیه شدند. نتایج نشان داد که با افزایش سطح کنجاله کاملینا در جیره تا سطح ١٠ درصد ماده خشک جیره به‌جز مصرف چربی خام که به‌طور خطی افزایش یافت (P<٠/٠٥)، مصرف ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF، ADF و انرژی قابل متابولیسم تحت تأثیر قرار نگرفت (P>٠/٠٥). همچنین، صفات مربوط به عملکرد رشد بره‌ها شامل وزن نهایی، کل افزایش وزن، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی در طول کل دوره پروار و هر دو هفته یک بار تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت (P>٠/٠٥). جیره‌های آزمایشی تأثیری روی گوارش‌پذیری مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF و ADF نداشتند (P>٠/٠٥). در کل، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از رقم بومی کنجاله کاملینا به‌جای کنجاله سویا به‌عنوان یک منبع پروتئینی جدید تا سطح ١٠ درصد ماده خشک جیره غذایی بره‌های پرواری قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بره پرواری، عملکرد رشد، گوارش‌پذیری، مصرف خوراک.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 141 pp: 21-32

Effect of different levels of *Camellina sativa* meal in total mixed ration on feed intake, performance and nutrients digestibility of fattening lambs

By: Ahmadi[1], E., Azizi[1*], A., Fadayifar[1], A., Sharifi[2], A.
1- Animal Science Group, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
2- Animal Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran
[*] Corresponding author: Email: azizi.ay@lu.ac.ir;azizi.msc.modares@gmail.com

Received: September 2022 **Accepted: February 2023**

The aim of this research was to evaluate the effects of different levels of camelina sativa meal (CSM) (native variety of Soheil) on nutrients intake, growth performance and apparent nutrient digestibility of Lori-Bakhtiari fattening lambs. A total of 30 fattening lambs with average age of 4 to 5 month (average live weight of 34.5 ± 5.0 kg) were used in a completely randomized design with 3 treatments and 10 replications for 56 days. Experimental diets were replacing soybean meal with CSM at levels 0 (control), 5 and 10% diet of dry mater (DM). The results showed that by increasing the level of the CSM in the diet up to 10%, except fot ether extract consumption which increased linearly (P <0.05), intake of other nutrients including DM, organic matter (OM), crude protein (CP), neurtal detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were similar among experimental diets (P >0.05). In term of performance traits, final body weight, total weight gain, average daily gain and feed conversion ratio were unchanged during the entire fattening period and once every two weeks by feeding experimental diets (P >0.05). Also, experimental diets did not affect nutrients digestibility of DM, OM, CP, NDF and ADF (P >0.05). In general, the results of the present study showed that the use of native variety of camelina meal instead of soybean meal as a new protein source is recommended up to 10% in fattening lambs diet.

Key words: Lamb, Performance, Digestibility, Feed intake.

مقدمه

پروتئین یکی از مهمترین و گران‌ترین مواد مغذی مصرفی توسط نشخوارکنندگان است. با توجه به محدودیت کشور ایران در تولید دانه‌های روغنی و به‌تبع تولید کنجاله‌های پروتئینی، تأمین احتیاجات پروتئینی دام‌ها همواره با مشکلات متعددی همراه بوده است. افزایش تقاضا برای دانه‌های روغنی از یک طرف و محدودیت تولید این محصولات در اثر محدودیت منابع آبی، زمین، هزینه‌های رو به رشد، انرژی و کودها و بروز خشکسالی از سوی دیگر وجود دارد (مهدوی، ۱۳۸۹). کنجاله سویا مرغوبترین کنجاله پروتئینی است، اما قیمت آن در مقایسه با سایر کنجاله‌ها بیشتر است. با توجه به مصرف بالای آب در کشت دانه سویا و کلزا، لذا معرفی دانه‌های روغنی جدید با مصرف آب کمتر ضرورت دارد (Kahrizi و همکاران، ۲۰۱۶). استفاده از منابع جدید و به‌خصوص بومی پروتئینی در تغذیه نشخوارکنندگان یکی از راه حل‌های اصلی به‌منظور پوشش دادن کمبود منابع پروتئینی و کاهش واردات منابع مذکور بوده، و همچنین سبب کاهش هزینه‌های تولید در صنعت دام و طیور نیز می‌شود (Kahrizi و همکاران، ۲۰۱۵). گیاه دارویی-روغنی کاملینا ساتیوا (Camelina sativa) که به خصوص در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است، مهمترین مزیت آن مقاومت فوق‌العاده به خشکی و سرماست (قمرنیا، ۱۳۹۸). کاملینا گیاهی با نیاز کم آبی بوده (Gesch و Johnson، ۲۰۱۵) و پتانسیل عملکردی مطلوب در آن به اثبات رسیده است (قمرنیا، ۱۳۹۸).

این گیاه جزء خانواده چلیپائیان (McVay و همکاران، ۲۰۰۸) و با محتوای روغن زیاد (حدود ۴۰-۲۸ درصد ماده خشک) می‌باشد (Moser و Steven، ۲۰۲۰). وجود مقادیر زیاد پروتئین، انرژی و اسیدهای آمینه ضروری در کنجاله کاملینا باعث شده که آن بتواند گزینه مفید و بالقوه‌ای برای استفاده در صنعت تغذیه دام و طیور باشد (Cherian، ۲۰۱۲). در مطالعه‌ای محتوای پروتئین خام کنجاله کاملینا ۴۱/۹ درصد ماده خشک گزارش شده است (Paula و همکاران، ۲۰۱۹). در پژوهشی میزان ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، چربی خام و خاکستر خام کنجاله کاملینا به ترتیب ۹۲/۲، ۹۳/۹، ۴۱/۹، ۳۳/۴، ۲۳/۸، ۷/۰۳ و ۵/۹۸ درصد ماده خشک گزارش شده است (Smith و همکاران، ۲۰۱۷). گزارش شده است که کنجاله کاملینا دارای محتوای پروتئین خام بیشتر و پروتئین غیر قابل تجزیه شکمبه‌ای (RUP) مشابهی در مقایسه با کنجاله کانولا می‌باشد (Colombinis و همکاران، ۲۰۱۴). کاملینا گیاهی با دوره رشد کوتاه ۱۰۰-۸۵ روزه است و به تازگی در ایران در ابتدای پروژه توسعه کاملینا، لاین DH1025 تولید شده که تحت نام رقم سهیل در سطح وسیع کشت می‌شود (قمرنیا، ۱۳۹۸). تحقیقات مختلفی در ارتباط با استفاده از کنجاله کاملینا با اهداف مختلف در تغذیه نشخوارکنندگان صورت گرفته است (Halmemies-Beauchet-Filleau و همکاران، ۲۰۱۱؛ Cappellozza و همکاران، ۲۰۱۲؛ Lawrence و همکاران، ۲۰۱۶؛ Paula و همکاران، ۲۰۱۹). این در حالی است که اطلاعات اندکی راجع‌به تغذیه کنجاله کاملینا و به خصوص رقم سهیل در تغذیه نشخوارکنندگان در ایران صورت گرفته است. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات سطوح مختلف کنجاله کاملینا بر مصرف خوراک، عملکرد رشد و گوارش‌پذیری مواد مغذی در بره‌های پرواری نژاد لری-بختیاری بود.

مواد و روش‌ها

حیوانات، جیره‌های آزمایشی و مدیریت پرورش

تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۹ در ایستگاه دامپروری گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان صورت گرفت. برای این منظور، از ۳۰ رأس بره نر پرواری نژاد لری با میانگین سن ۴ تا ۵ ماهه و میانگین وزن زنده ۵±۳۴/۵ کیلوگرم استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار آزمایشی و ۱۰ رأس بره (تکرار) در هر تیمار آزمایشی انجام شد. دام‌ها از روز اول در جایگاه انفرادی با ابعاد طول، عرض و ارتفاع به ترتیب ۱۵۰×۱۰۰×۱۰۰ سانتی‌متر نگهداری و پرورش داده شدند. قبل از شروع دوره اصلی آزمایش ۱۴ روز به‌عنوان دوره عادت‌پذیری در نظر گرفته شده که در روز اول، بره‌ها علیه بیماری انتروتوکسیمی واکسینه شدند و میزان ۲۰ میلی‌لیتر شربت ضد انگل کلوزانتل ۵ درصد به‌ازای هر ۱۰ کیلوگرم وزن بدن و شربت ضد انگل دامیاکاونیل (نیکلوزومایید) به‌ازای هر ۱۵ کیلوگرم وزن بدن (۷ تا ۱۰میلی‌لیتر به ازای هر بره) به بره‌ها خورانده شد. دام‌ها به مدت ۷۰ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند که دو هفته اول به‌عنوان دوره عادت‌پذیری دام‌ها به جیره‌های آزمایشی و جایگاه انفرادی و ۵۶ روز باقیمانده به‌عنوان دوره اصلی آزمایش در نظر گرفته شد. جیره‌های آزمایشی که بر اساس جداول احتیاجات غذایی نشخوارکنندگان کوچک (NRC, 2007) تنظیم شده بودند، به‌ترتیب شامل سطوح صفر (تیمار شاهد)، ۵ و ۱۰ درصد کنجاله کاملینا بودند که جایگزین کنجاله سویای جیره شده بود (جدول ۱). کنجاله کاملینای مورد استفاده در این پژوهش، یک واریته اصلاح ژنتیکی و بومی سازی شده بود (رقم سهیل، لاین DH1025) که از دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه و موسسه تحقیقات کشاورزی دیم استان کرمانشاه تهیه گردید. ترکیب شیمیایی کنجاله کاملینا در جدول ۲ ارائه شده است. جیره‌های آزمایشی به صورت کامل مخلوط (TMR) در دو نوبت ساعت ۸ صبح و ۱۶ عصر در اختیار بره‌ها قرار گرفت. هر روز قبل از خوراک‌دهی وعده صبح، پسمانده خوراک هر بره از آخور جمع‌آوری شده و سپس خوراک تازه در آخور قرار می‌گرفت.

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف کنجاله کاملینا (برحسب درصد ماده خشک جیره)

اقلام خوراکی	سطح کنجاله کاملینا در جیره (درصد ماده خشک)		
	صفر	۵	۱۰
یونجه خشک	۲۵/۰	۲۵/۰	۲۵/۰
کاه گندم	۵/۰	۵/۰	۵/۰
جو آسیاب شده	۳۰/۰	۳۰/۰	۳۰/۰
ذرت آسیاب شده	۱۸/۰	۱۸/۰	۱۸/۰
کنجاله سویا	۱۰	۵/۰	–
کنجاله کاملینا	–	۵/۰	۱۰/۰
سبوس گندم	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰
پیش مخلوط	۳/۵۰	۳/۵۰	۳/۵۰
اوره	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰
ترکیب شیمیایی			
ماده خشک	۹۰/۰	۹۰/۰	۸۰/۰
ماده آلی	۹۱/۸	۹۱/۷	۹۱/۷
پروتئین خام	۱۶/۲۵	۱۶/۲	۱۶/۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۳۰/۶	۳۱/۵	۳۲/۵
چربی خام	۲/۶۱	۲/۸۶	۳/۱۱
کلسیم	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹۱
فسفر	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۴۴
ME (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)	۲/۶۲	۲/۶۰	۲/۵۹

[1]هر کیلوگرم از پیش مخلوط حاوی: ۲۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۲۵۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰ میلی‌گرم روی، ۳۷۵ میلی‌گرم مس، ۲۵ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۴۰۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم، ۲۵۰۰ میلی‌گرم فسفر، ۲۰ میلی‌گرم کبالت، ۲۵ میلی‌گرم ید، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم سدیم به‌صورت نمک، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم سدیم به صورت بیکربنات سدیم، ۱۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان می‌باشد.

در کل دوره آزمایش آب و خوراک به‌صورت دسترسی آزاد در اختیار دام‌ها قرار گرفت، به‌طوری که ۵ درصد پسماند در ته آخور باقی بماند. بر اساس تفریق میزان پسمانده روزانه هر دام از کل ماده خشک مصرفی، میزان مصرف ماده خشک هر بره تعیین گردید. هم‌چنین، بر اساس درصد مواد مغذی موجود در هر جیره غذایی، میزان مصرف مواد مغذی محاسبه شد. در کل دوره پروار و نیز دوره‌های زمانی هر دو هفته یک بار، میزان کل افزایش وزن هر بره با تفریق وزن نهایی از وزن اولیه به‌دست آمد. میزان افزایش وزن روزانه هر بره نیز از تقسیم کل افزایش وزن به تعداد روز پرورش (۷۰ روز) تعیین گردید. ضریب تبدیل خوراک (FCR) از تقسیم کل ماده خشک مصرفی هر بره (بر اساس کیلوگرم) به کل افزایش وزن (بر حسب کیلوگرم) طی دوره پروار و دوره‌های زمانی مختلف به دست آمد.

تعیین گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره‌ها

در روز ۴۳ آزمایش برای تعیین گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی در جیره‌های آزمایشی، از روش تعیین غلظت مارکر داخلی خاکستر نامحلول در اسید (AIA) استفاده شد (Van Keulen و Young، ۱۹۷۷). برای این منظور، به مدت یک هفته هر روز قبل از خوراک‌دهی وعده صبح، از همه دام‌ها نمونه‌های مدفوع (حدود ۲۰ گرم) تهیه شده و به‌همراه نمونه جیره بلافاصله به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد انتقال داده می‌شد. پس از پایان نمونه‌گیری، نمونه‌ها هر دام پس از یخ گشایی با هم کاملاً مخلوط شده و از یک نمونه نهایی استفاده شد. برای تعیین محتوای ماده خشک، ۱۰ گرم نمونه خوراک و ۵ گرم نمونه مدفوع به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و پس از تعیین وزن خشک، آسیاب شد. نمونه‌های آسیاب شده به مدت ۵ ساعت در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد برای تعیین خاکستر خام سوزانده شدند. پس از افزودن ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به هر نمونه، سپس به‌مدت ۵ دقیقه جوشانده شده و توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ (بدون خاکستر) صاف شدند. جهت زدودن اسید، نمونه‌ها با ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر جوشیده با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد شستشو داده شد. نمونه باقیمانده و کاغذ صافی به مدت ۳ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کوره قرار داده شد و میزان خاکستر نامحلول در اسید تعیین گردید. سپس گوارش‌پذیری ظاهری هر ماده مغذی محاسبه شد:

تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

میزان ماده خشک نمونه‌ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد (AOAC، ۱۹۹۰). میزان خاکستر خام در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد و میزان ماده آلی از اختلاف بین وزن ماده خشک نمونه اولیه با وزن خاکستر محاسبه شد (AOAC، ۱۹۹۰). میزان ADF بر اساس روش‌های AOAC (۱۹۹۰) تعیین شد و NDF نیز بر اساس روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) محاسبه گردید. میزان کلسیم و فسفر خوراک‌های آزمایشی با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Agilent Company, model AA240FS, USA) تعیین گردید.

تجزیه آماری

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۵) تجزیه شد. وزن اولیه دام‌ها به‌عنوان کوواریت در نظر گرفته شد. برای آنالیز داده‌های مربوط به عملکرد رشد، مصرف خوراک و گوارش‌پذیری مواد مغذی از طرح کاملاً تصادفی متعادل با مدل آماری زیر استفاده شد:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + e_{ijk}$$

که در آن Y_{ijk}صفت مورد نظر، μ میانگین کل داده‌ها، T_i اثر تیمار آزمایشی، A_j اثر تصادفی حیوان و e_{ijk} اثر خطای آزمایش بود. برای بررسی روند میانگین‌های بدست آمده از مقایسات اثرات خطی (L) و درجه دوم (Q) سطوح مختلف کنجاله کاملینای جیره استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

همان طوری که در جدول ۲ نشان داده شده است، میزان ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام کنجاله کاملینای مطالعه حاضر مشابه نتایج سایر محققین بوده، اما میزان NDF و ADF مقداری کمتر بوده است (Paula و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی کنجاله کاملینای مورد استفاده در آزمایش حاضر (بر حسب درصد ماده خشک یا واحد بیان شده)

	ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	چربی خام	انرژی قابل متابولیسم (Mcal/kg DM)
کنجاله کاملینا	۹۱/۲	۹۲/۷	۴۱/۱	۳۲/۴	۲۲/۵	۶/۸۸	۲/۵۱

در مطالعه دیگری میزان ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF، ADF و چربی خام کنجاله کاملینا را به‌ترتیب ۸۸/۶، ۹۴/۶، ۳۶/۹، ۲۸/۳، ۱۸/۴ و ۱۴/۹ درصد و میزان انرژی قابل متابولیسم را ۲/۴۸ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش کردند (Sizmaz و همکاران، ۲۰۱۶) که محتوای پروتئین خام، NDF و ADF آن‌ها کمتر، اما میزان ماده خشک و ماده آلی بیشتر از مقادیر گزارش شده در مطالعه حاضر می‌باشد.

مصرف خوراک

بر اساس نتایج جدول ۳ که اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف کنجاله کاملینا بر مصرف مواد مغذی را نشان می‌دهد، به‌جز مصرف چربی خام که با افزایش سطح کنجاله کاملینا تا سطح ۱۰ درصد ماده خشک جیره به طور خطی افزایش یافت ($P<۰/۰۵$)، مصرف ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF، ADF و انرژی قابل متابولیسم تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت ($P>۰/۰۵$).

جدول ۳- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف کنجاله کاملینا بر مصرف مواد مغذی (گرم در روز) و انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در روز)

	جیره‌ها (بر حسب گرم کنجاله کاملینا در کیلوگرم جیره)			SEM	نوع رابطه	
	صفر	۵۰	۱۰۰		خطی	غیر خطی
ماده خشک	۱۸۲۴	۱۷۵۵	۱۷۵۰	۴۰/۲	۰/۴۶	۰/۷۲
ماده آلی	۱۶۹۲	۱۶۰۹	۱۶۲۳	۳۵/۲	۰/۵۰	۰/۵۸
پروتئین خام	۲۹۹	۲۸۴	۲۸۵	۱۰/۷	۰/۴۹	۰/۶۶
چربی خام	۴۴/۷[b]	۴۵/۲[b]	۵۵/۱[a]	۰/۶۲۵	۰/۰۱	۰/۲۵
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۵۶۴	۵۵۴	۵۸۳	۱۲/۵	۰/۱۰	۰/۵۳
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۴۵۱	۴۳۹	۴۵۱	۱۰/۷	۰/۹۸	۰/۴۷
انرژی قابل متابولیسم	۴/۸۳	۴/۵۶	۴/۵۸	۰/۱۲۷	۰/۱۹	۰/۳۸

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ در هر ردیف میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

همان طوری که در جدول ۱ نشان داده شده است، افزایش مصرف چربی خام با افزایش سطح کنجاله کاملینا به‌جای کنجاله سویا در جیره احتمالاً به‌دلیل محتوای بیشتر چربی خام کنجاله کاملینا بوده است که درصد چربی خام کلی جیره‌های حاوی کاملینا را افزایش داده است. یکی از محدودیت‌های مصرف سطوح بالای کنجاله کاملینا در جیره طیور و نشخوارکنندگان وجود مواد ضد مغذی به‌خصوص گلوکوزینولات‌ها در کنجاله مذکور می‌باشد. هرچند در پژوهش حاضر غلظت گلوکوزینولات موجود در کنجاله حاضر تعیین نشده است، اما در واریته‌های مختلف، متوسط غلظت آن در کنجاله کاملینا حدود ۲۳/۱ میکرومول در گرم ماده خشک گزارش شده (Colombini و همکاران، ۲۰۱۴) و از نظر سمی بودن نیز یک خوراک متوسط در نظر گرفته شده است

(Matthäs و همکاران، ۱۹۹۷). در تحقیق حاضر حداکثر میزان مصرف کنجاله کاملینا ۱۰ درصد ماده خشک مصرفی جیره بود که این مطابق با نظر انجمن غذا و داروی امریکا می‌باشد (Paula و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج پژوهش حاضر اثرات مثبت مکمل‌سازی جیره با کنجاله کاملینا بر مصرف خوراک را در مقایسه با کنجاله سویا نشان می‌دهد. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، در مطالعه‌ای تغذیه کنجاله کاملینا تأثیری بر میزان مصرف خوراک در نشخوارکنندگان نداشته است (Halmemies-Beauchet-Filleau و همکاران، ۲۰۱۱). در تحقیق دیگری نیز مصرف روزانه ۲ کیلوگرم کنجاله کاملینا در مقایسه با کنجاله سویا به گوساله‌های گوشتی سبب کاهش مصرف ماده خشک شد (Cappellozza و همکاران، ۲۰۱۲)، اما زمانی که سطح مصرف روزانه به ۹۵۰ گرم رسید، مصرف خوراک تحت تأثیر قرار نگرفت. در پژوهش دیگری زمانی که سطح کنجاله کاملینا در جیره تلیسه‌ها به ۱۰ درصد کاهش یافت، مصرف ماده خشک تحت تأثیر قرار نگرفت (Lawrence و همکاران، ۲۰۱۶). هرچند، پژوهش‌های دیگری نشان داد که زمانی که جیره علوفه‌ای گاوهای شیری با مقدار محدودی کنسانتره‌ی حاوی کنجاله کاملینا مکمل و تغذیه شد، کاهش معنی‌داری یا تمایل به کاهش در ماده خشک مصرفی دیده شده است (Hurtaud و Peyraud، ۲۰۰۷؛). همچنین، تغذیه دانه کاملینای فراوری شده یا نشده به نشخوارکنندگان برخی مواقع به دلیل وجود محتوای گلوکوزینولاتی آن سبب کاهش مصرف ماده خشک شده است (Lawrence و همکاران، ۲۰۱۶). دلیل کاهش مصرف خوراک در مطالعات مختلف به محتوای روغن کنجاله مذکور و به خصوص اسیدهای چرب غیر اشباع (PUFA) آن نسبت داده شده است که اثرات منفی روی تجزیه‌پذیری ماده آلی در شکمبه، تخمیر شکمبه‌ای و تمایل به تغییر مکان هضم از شکمبه به روده باریک نشان داده است (Lock و همکاران، ۲۰۰۴). در هر صورت وجود نتایج متناقض تحقیق حاضر در مقایسه سایر مطالعات درباره مصرف مواد مغذی ممکن است به‌خاطر سطح مصرف کنجاله کاملینا در جیره، نوع دام مورد آزمایش، شرایط فیزیولوژی مختلف دام‌ها، نوع واریته کاملینای استفاده شده و نیز نوع جیره پایه مورد استفاده در آزمایشات مختلف باشد.

عملکرد رشد

نتایج مربوط به عملکرد رشد کلی و تفکیک شده بره‌های پرواری در جدول ۴ نشان داده شده است. با تغذیه جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف کنجاله کاملینا تفاوت معنی‌داری بین صفات وزن نهایی، کل افزایش وزن، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی در کل دوره آزمایش مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). همچنین، با تفکیک دوره آزمایش به صورت هر دو هفته یک‌بار (جدول ۴)، صفات وزن نهایی، کل افزایش وزن و میانگین افزایش وزن روزانه نیز تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند ($P>۰/۰۵$). در تحقیق حاضر یکسان بودن صفات عملکرد رشد با جایگزینی کنجاله کاملینا به‌جای کنجاله سویا اثرات سودمند تغذیه کنجاله مذکور را نشان می‌دهد.

جدول ٤- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف کنجاله کاملینا بر عملکرد رشد بره‌های پرواری

	جیره‌ها (بر حسب گرم کنجاله کاملینا در کیلوگرم جیره)			SEM	نوع رابطه	
	صفر	۵۰	۱۰۰		خطی	غیر خطی
وزن اولیه (کیلوگرم)	۳۵/۱	۳۵/۹	۳۵/۹	۱/۷۹	۰/۸۱	۰/۷۹
وزن نهایی (کیلوگرم)	۵۰/۹	۵۱/۳	۵۰/۹	۱/۳۵	۰/۷۸	۰/۵۳
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۱۵/۹	۱۵/۵	۱۵/۲	۱/۱۶	۰/۶۷	۰/۸۷
افزایش وزن روزانه (گرم)	۲۸۴	۲۷۹	۲۷۱	۱۰/۶	۰/۵۶	۰/۶۹
ضریب تبدیل خوراک	۶/۴۰	۶/۳۰	۶/۴۶	۰/۳۲۲	۰/۶۴	۰/۷۴
روز ۱۴-۱						
وزن نهایی (کیلوگرم)	۳۸/۳	۳۸/۶	۳۹/۱	۱/۸۱	۰/۷۸	۰/۹۸
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۳/۲۸	۲/۷۴	۳/۳۶	۰/۳۴۴	۰/۸۶	۰/۲۵
افزایش وزن روزانه (گرم)	۲۳۱	۱۹۸	۲۳۶	۱۷/۵	۰/۸۷	۰/۱۹
روز ۲۸-۱۴						
وزن نهایی (کیلوگرم)	۴۲/۴	۴۳/۴	۴۳/۳	۱/۱۹	۰/۵۶	۰/۷۲
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۴/۲۱	۴/۷۱	۴/۴۱	۰/۴۷	۰/۷۲	۰/۸۲
افزایش وزن روزانه (گرم)	۳۰۷	۳۴۳	۳۲۴	۱۹/۴	۰/۷۵	۰/۸۸
روز ۴۲-۲۸						
وزن نهایی (کیلوگرم)	۴۷/۱	۴۷/۲	۴۷/۶	۱/۲۵	۰/۸۴	۰/۶۵
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۴/۸۰	۴/۱۰	۴/۴۴	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۶۶
افزایش وزن روزانه (گرم)	۳۴۶	۳۱۰	۳۲۴	۱۷/۲	۰/۷۲	۰/۶۶
روز ۵۶-۴۲						
وزن نهایی (کیلوگرم)	۵۰/۹	۵۱/۳	۵۰/۹	۱/۳۵	۰/۸۱	۰/۷۹
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۳/۸۵	۴/۱۱	۳/۳۳	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۵۷
افزایش وزن روزانه (گرم)	۲۷۵	۲۸۳	۲۳۹	۱۹/۲	۰/۵۵	۰/۶۷

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ در هر ردیف میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

دلیل مشابه بودن عملکرد رشد در بین همه جیره‌های آزمایشی احتمالاً به‌خاطر یکسان بودن ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی به خصوص پروتئین خام و انرژی قابل متابولیسم (جدول ۲) و نیز مصرف ماده خشک یکسان (جدول ۳) توسط آن‌ها بوده است. زیرا مشخص شده است که میانگین مصرف ماده خشک یکی از مهم‌ترین پارامترهای مربوط به عملکرد رشد نشخوارکنندگان است (Olfaz و همکاران، ۲۰۰۵). در ارتباط با اثر کنجاله کاملینا بر عملکرد رشد نشخوارکنندگان تاکنون مطالعات اندکی صورت

گرفته است. بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، در پژوهشی روی گاو گوشتی (Cappellozza و همکاران، ۲۰۱۲)، مصرف علوفه و ماده خشک در دامهای تغذیه شده با جیره حاوی کنجاله کاملینا (روزانه به میزان ۲/۰۴ کیلوگرم در ماده خشک جیره) در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت و میانگین افزایش وزن روزانه نیز تمایل به کاهش نشان داد. در پژوهش دیگری روی تلیسه‌های شیری (Lawrence و همکاران، ۲۰۱۶)، زمانی که ۱۰ درصد ماده خشک جیره‌های آزمایشی با هر کدام از مواد خوراکی شامل کنجاله کاملینا، کنجاله کتان و یا دانه‌های خشک تقطیری مکمل شد، میانگین افزایش وزن روزانه بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نشان نداد، هرچند کل وزن نهایی تلیسه‌ها با تغذیه جیره حاوی کنجاله کاملینا کمترین و در جیره حاوی کنجاله کتان بیشترین مقدار را نشان داد. همچنین، در مطالعه مذکور، صفت طول بدن در دام‌های تغذیه شده با کنجاله کاملینا در مقایسه با سایر تیمارها تمایل به بهبود داشته اما نمره وضعیت بدنی (BCS) در آن به طور معنی‌داری بهتر از سایر تیمارها بود.

گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی

بر اساس نتایج جدول ۵، گوارش‌پذیری مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF و ADF تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت ($P>0/05$). دلیل احتمالی عدم تأثیر جیره‌های آزمایشی بر گوارش‌پذیری مواد مغذی یکسان بودن انرژی و پروتئین خام آن‌ها (جدول ۱) و نیز مصرف خوراک یکسان (جدول ۳) توسط دام‌ها بوده است. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، در آزمایشی مکمل کردن جیره گاوهای شیری با ۲/۹ درصد کنجاله کاملینا بر حسب ماده خشک جیره تأثیری روی گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی نداشته است (Halmemies-Beauchet-Filleau و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین، در پژوهشی دیگری زمانی که کنجاله کاملینا به میزان روزانه ۲ کیلوگرم در جیره گوساله پرواری گنجانده شد، نتایج مشابهی با نتایج تحقیق حاضر گزارش شده است (Cappellozza و همکاران، ۲۰۱۲). با مکمل کردن جیره گاوهای شیری با ۱۰ درصد کنجالبه کاملینا نیز گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره تحت تأثیر قرار نگرفت (Lawrence و همکاران، ۲۰۱۶). در آزمایشات دیگری، حتی مکمل کردن جیره غذایی گاوهای شیری با ۶ درصد روغن کاملینا تأثیر منفی بر گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی نداشته است (Bayat و همکاران، ۲۰۱۵؛ Halmemies-Beauchet-Fillea و همکاران، ۲۰۱۶). باید به این نکته اشاره کرد که روغن‌های گیاهی، دانه‌های روغنی و ضایعات و پسماندهای آن‌ها بسته به غلظت و منبع روغن، و ترکیب جیره پایه اثرات متغیری بر گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره غذایی دارند، که در آن کاهش گوارش‌پذیری مواد مغذی در جیره‌های حاوی ترکیبات مذکور به دلیل اثرات منفی اسیدهای چرب غیر اشباع روی جمعیت میکروبی شکمبه است (Palmquist و Jenkins، ۱۹۸۰؛ Jenkins، ۱۹۹۳).

جدول ۵- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف کنجاله کاملینا بر گوارش‌پذیری مواد مغذی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

	جیره‌ها (بر حسب گرم کنجاله کاملینا در کیلوگرم جیره)			SEM	نوع رابطه	
	صفر	۵۰	۱۰۰		خطی	غیر خطی
ماده خشک	۸۱۱	۷۹۵	۷۸۱	۱۶/۸	۰/۹۵	۰/۶۱
ماده آلی	۸۲۳	۸۱۲	۸۰۳	۱۵/۵	۰/۶۶	۰/۲۹
پروتئین خام	۸۱۸	۸۲۲	۸۰۷	۱۴/۸	۰/۴۴	۰/۴۵
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۶۰۲	۵۸۷	۵۷۹	۱۲/۴	۰/۱۹	۰/۷۲
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۵۶۸	۵۵۹	۵۵۱	۱۱/۷	۰/۴۱	۰/۵۲

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ در هر ردیف میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

کنجاله کاملینا حاوی مقادیر قابل توجهی اسید لینولئیک و اسید لینولنیک است. کنجاله استفاده شده در مطالعه حاضر حاوی ۶/۸۸ درصد روغن بوده، که با توجه به میزان کنجاله کاملینای استفاده شده در جیره‌ها (حداکثر ۱۰ درصد)، احتمالاً میزان اسیدهای چرب غیر اشباعی که به شکمبه وارد می‌شوند، به میزانی نبوده که اثرات قابل توجهی روی میکرارگانیسم‌های شکمبه به ویژه آن‌هایی که روی هضم فیبر و بیوهیدروژناسیون اثر می‌گذارند، داشته باشد. این امر می‌تواند توجیهی برای عدم تأثیر جیره‌های آزمایشی بر تخمیر شکمبه و به‌تبع آن عدم تأثیر بر گوارش‌پذیری مواد مغذی باشد (جدول ۵) که مطابق با نتایج دیگر تحقیقات صورت گرفته است (Kiarie و همکاران، ۲۰۱۶؛ Brandao و همکاران، ۲۰۱۸). در یک آزمایش برون‌تنی در محیط کشت جریان پیوسته، با افزایش سطح کنجاله کاملینا در جیره میزان گوارش‌پذیری NDF به طور خطی کاهش یافت (Brandao و همکاران، ۲۰۱۸) که دلیل آن احتمالاً استفاده از سطوح بالای کنجاله کاملینا (۱۰ تا ۲۰ درصد ماده خشک) در جیره غذایی بوده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مکمل کردن جیره بره‌های پرواری با واریته بومی کنجاله کاملینا (رقم سهیل) تا سطح ۱۰ درصد ماده خشک قابل مقایسه با کنجاله سویا بوده و مصرف خوراک، عملکرد رشد و گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی را تحت تأثیر قرار نداد. لذا کاربرد آن به‌عنوان یک منبع جدید پروتئینه در جیره بره‌های پرواری تا سطح ۱۰ درصد توصیه می‌شود.

منابع

قمرنیا، ه.، کهریزی، د. و رستمی احمدوندی، ح. (۱۳۹۸). کاملینا گیاهی کم توقع و سازگار. انتشارات دانشگاه رازی.

مهدوی، م. (۱۳۹۰). ارزیابی کنجاله گوار و مقایسه آن با کنجاله سایر دانه‌های روغنی در تغذیه بره‌های پرواری نژاد زل. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه منابع طبیعی و کشاورزی گرگان.

AOAC.(1990). Official methods of analysis of the Association of official Analytical chemists. Edited by kennethHelrich. 15th edition. USA.

Bayat, A.R., Kairenius, P., Stefa´nski, T., Leskinen, H., Comtet-Marre, S., Forano, E., Chaucheyras-Durand, F. and Shingfield, K.J. (2015). Effect of camelina oil or live yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal methane production, rumen fermentation, and milk fatty acid composition in lactating cows fed grass silage diets. Journal of Dairy Science, 98: 3166–3181.

Brandao, V.L.N., Silva, L.G., Paula, E.M., Monteiro, H.F., Dai, X., Lelis, A.L.J., Faccenda, A., Poulson, S.R. and Faciola, A.P. (2018). Effects of replacing canola meal with solvent-extracted camelina meal on microbial fermentation in a dual-flow continuous culture system. Journal of Dairy Science, 101: 9028–9040.

Cappellozza, B.I., Cooke, R.F., Bohnert, D.W., Cherian, G. and Carroll, J.A. (2012). Effects of camelina meal supplementation on ruminal forage degradability, performance, and physiological responses of beef cattle. Journal of Animal Science, 90: 4042–4054.

Cherian, G. (2012). Camelina sativa in poultry diets: opportunities and challenges. Biofuel co-products as livestock feed: opportunities and challenges. Rome, FAO, Pp.303-310.

Colombini, S., Broderick, G.A., Galasso, I., Martinelli, T., Rapetti, L., Russo, R. and Reggiani, R. (2014). Evaluation of camelina sativa (L.) crantz meal as an alternative protein source in ruminant rations. Journal of Science of Food and Agriculture, 94: 736–743.

Gesch, R.W. and Johnson, J.M.F. (2015). Water use in camelina-soybean dual cropping systems. Agronomy Journal, 107(3): 1098–1104.

Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Shingfield, K.J., Simpura, I., Kokkonen, T., Jaakkola, S., Toivonen, V. and Vanhatalo, A. (2016). Effect of incremental amounts of camelina oil on milk fatty acid composition in lactating cowsfed diets based on a mixture of grass and red clover silage and concentrates containing camelina expeller. Journal of Dairy Science, 100: 305–324.

Jenkins, T.C. (1993). Lipid metabolism in the rumen. Journal of Dairy Science, 76: 3851–3863.

Kahrizi, D., Rostami-Ahmadvandi, H. and Akbarabadi, A. (2016). Feasibility cultivation of camelina (camelina sativa) as medicinal-oil plant in rain fed conditions in Kermanshah-Iran's First Report. Journal of Medicinal Plants and By-products, 4(2): 215-218.

Kiarie, E., Walsh, M.C., He, L., Velayudhan, D.E., Yin, Y.L. and Nyachoti, C.M. (2016). Phytase improved digestible protein, phosphorous, and energy contents in camelina expellers fed to growing pigs. Journal of Animal Science, 94: 215–218.

Lawrence, R.D., Anderson, J.L. and Clapper, J.A. (2016). Evaluation of camelina meal as a feedstuff for growing dairy heifers. Journal of Dairy Science 99: 6215–6228.

Lock, A.L. and Shingfield, K.J. (2004). Optimising Milk Composition. BSAP occasional publication, 29: 107–188.

Matthäs, B. (1997). Antinutritive compounds in different oilseeds. European Journal of Lipid Science and Technology, 99: 170–174.

McVay, K.A. (2008). Camelina production in Montana.Copyright, MSU Extension.

Moser, B.R. and Steven, F.V. (2010). Evaluation of alkyl esters from camelina sativa oil as biodiesel and as blend components in ultra-low-sulfur diesel fuel. Bioresource Technology, 101: 646-653.

NRC. (2007). National Research Council, Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington (DC, USA): National Academy of Sciences.

Olfaz, M., Ocak, N., Erener, G., Cam, M.A. and Garipoglu, A.V. (2005). Growth, carcass and meat characteristics of Karayaka
growing rams fed sugar beet pulp, partially substituting
for grass hay as forage. Meat Science, 70: 7–14.

Palmquist, D.L. and Jenkins, T.C. (1980). Fat in lactation rations: Review. Journal of Dairy Science, 63: 1–14.

Paula, E.M., Silva, L.G., Brandao, V.L.N., Dai, X. and Faciola, A.P. (2019). Feeding canola, camelina and carinata meals to ruminants. Animal, 9(10): 704-718.

SAS, (2005). User's Guide: Statistics, Version 9.0 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Sizmaz, O., Calik, A., Sizmaz, S. and Yildiz, G. (2016). A comparison of camelina meal and soybean meal degradation during incubation with rumen fluid as tested in vitro. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 63: 157-161.

Smit, M.N., and Beltranena, E. (2017). Effects of feeding camelina cake to weaned pigs on safety, growth performance, and fatty acid composition of pork. Journal of Animal Science, 95: 2496–2508.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1991).Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583–3597.

Van-Keulen, J. and Young, B.A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44: 282–289.