نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد ششم، شماره چهارم، ۱۳۹۷
http://ejrr.gau.ac.ir

اثر محدودیت خوراکدهی بر عملکرد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های خونی و ویژگی‌های کشتار در بره‌های سنجابی

*حسن خمیس آبادی[۱]، رضا ناصری هرسینی[۲]، حسن فضائلی[۳]، علی‌رضا آقاشاهی[۳]

[۱]عضو هیأت‌علمی، بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، کرمانشاه، [۲]بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران، [۳]عضو هیأت علمی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۸

چکیده

سابقه و هدف: غالب پژوهش‌های انجام شده در حوزه محدودیت خوراکدهی، القای دوره رشد جبرانی را نیز در دستور کار خود داشته و در رابطه با عملکرد پروار دام در شرایط محدودیت خوراکدهی دائمی (اعمال محدودیت در کل دوره پروار) و به ویژه در جیره‌های کنسانتره‌ای اطلاعات چندانی در دسترس نیست. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر اعمال محدودیت کمی در خوراک مصرفی بره‌های نر نژاد سنجابی بر عملکرد رشد، غلظت فراسنجه‌های سرم، قابلیت هضم اجزای شیمیایی جیره و وزن برخی اجزای غیرلاشه‌ای به انجام رسید.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و هفت تکرار و با استفاده از ۲۱ رأس بره نر نژاد سنجابی (با میانگین سنی ۹±۹۰ روز و دامنه وزنی ۳/۲۵±۲۹/۵ کیلوگرم) انجام شد. جیره آزمایشی بر اساس جداول انجمن ملی تحقیقات (۲۰۰۷) تنظیم گردید. بره‌ها پس از شیرگیری به طور تصادفی در بین تیمارهای آزمایشی توزیع شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) مصرف آزادانه خوراک در کل دوره پروار (شاهد)؛ ۲) خوراکدهی در سطح ۹۰ درصد از مصرف آزاد و ۳) خوراکدهی در سطح ۸۰ درصد از مصرف آزاد در کل دوره پروار بودند. خوراک مصرفی هر بره روزانه و افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک هر سه هفته یکبار محاسبه شدند. به‌منظور تعیین غلظت برخی فراسنجه‌های خونی، در روزهای ۱، ٤۲ و ۸٤ آزمایش از ورید وداج بره‌ها خونگیری به‌عمل آمد. قابلیت هضم اجزای شیمیایی جیره با استفاده از نشانگر خاکستر نامحلول در اسید مورد بررسی قرار گرفت. پس از اتمام دوره ۸٤ روزه رکوردبرداری، چهار بره از هر تیمار کشتار و درصد لاشه و وزن اجزای غیرلاشه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین افزایش وزن روزانه به طور خطی با کاهش سطح مصرف خوراک کاهش یافت (P<۰/۰۱) و ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر محدودیت خوراکدهی قرار نگرفت. مقدار وزن زنده، وزن بدن خالی، وزن لاشه گرم، و اوزان سر، دنبه، کلیه‌ها، چربی بطنی و دستگاه گوارش خالی در تیمار ۳ در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). به استثنای وقوع کاهش معنی‌دار در غلظت انسولین و گلوکز سرم خون (P<۰/۰۵)، محدودیت خوراکدهی تأثیری بر غلظت دیگر

*نویسنده مسئول: hkhamisabadi@gmail.com

فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده در سرم خون شامل پروتئین کل، کراتینین، اوره، کلسترول، اسیدهای چرب غیراستریفه و نیز غلظت هورمون‌های تیروکسین (T4) و تری‌یدوتیرونین (T3) نداشت. اعمال محدودیت خوراکدهی به استثنای قابلیت هضم چربی خام (P<۰/۰۵) تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک و دیگر اجزای شیمیایی جیره نداشت.

نتیجه‌گیری: اعمال محدودیت خفیف در خوراک مصرفی تضعیف عملکرد رشد بره‌های نر پرواری سنجابی را به دنبال داشت؛ لذا محدود کردن خوراک مصرفی بره‌های پرواری در کل دوره پروار به بهره‌برداران توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: بره سنجابی، عملکرد، فراسنجه‌های خون، قابلیت هضم، محدودیت خوراکدهی

مقدمه

هزینه تهیه خوراک در حدود ۷۵ درصد از هزینه‌های جاری در سیستم‌های پرورش دام‌های پرواری را به خود اختصاص می‌دهد (۲۱)؛ لذا هر وسیله و راهکاری که با بهره‌گیری از آن بتوان این هزینه را بدون تأثیر نامطلوب بر بازده کلی خوراک یا عملکرد حیوان کاهش داد، منفعت قابل توجهی را عاید این صنعت خواهد کرد (۲۱). از جمله سازوکارهای به کار گرفته شده در راستای تعدیل هزینه‌های خوراک و بهبود بازده پرورش بره‌ها می‌توان به محدود ساختن خوراک مصرفی در سطوحی کمتر از تغذیه آزاد، که غالباً با القای پدیده رشد جبرانی در طول دوره مشخصی پیش از کشتار دام ادامه می‌یابد، اشاره کرد (۳ و ۵).

اساس اثرات همراه با رشد جبرانی در درجه نخست به هزینه مصرف انرژی و نیاز نگهداری بالای اندام‌های احشایی (به ویژه کبد و دستگاه گوارش) و مهیا شدن شرایط برای کاهش جرم این اندام‌ها در طی دوره تغذیه محدود و در نتیجه کاهش نیاز نگهداری دام و بهبود بازده خوراک در هنگام و ورای این بازه زمانی مربوط می‌شود (۱۹ و ۳٦)؛ چراکه کاهش در جرم و نرخ سوخت و ساز این ارگان‌ها می‌تواند بر بازده استفاده از انرژی در کل بدن اثر چشمگیری داشته باشد (۱۹). با این حال، پژوهش‌های انجام شده روی گونه‌های مختلف نشخوارکنندگان با هدف ارزیابی اثرات شیوه‌های مختلف محدودیت خوراکدهی بر عملکرد دام با ثبت نتایج متناقضی همراه بوده است. برخی نتایج گویای عدم تغییر بازده خوراک در اثر محدود کردن میزان خوراک مصرفی بره‌های پرواری (۱ و ۱۷) و گوساله‌های نر اخته در حال رشد (۲۱ و ۲٤) و برخی دیگر حاکی از کاهش بازده خوراک در بره‌ها (۳ و ۱۵) و گوساله‌های پرواری (۱٦ و ۳۰) یا افزایش این معیار در بره و گوساله پرواری (به ترتیب ۱۲ و ۱۹) هستند. از طرف دیگر، اعمال محدودیت خوراکدهی به طور معمول بهبود قابلیت هضم جیره‌های مبتنی بر علوفه پر فیبر را به دنبال دارد (۲٤)؛ اما در مورد تأثیر محدودیت خوراک بر گوارش پذیری جیره‌های مخلوط و جیره‌های کنسانتره‌ای اطلاعات جامعی در دسترس نیست و دامنه‌ای از نتایج مختلف از عدم تغییر در قابلیت هضم اجزای جیره (۲ و ۵) تا بهبود (٤ و ۱۸) یا افت معنی‌دار قابلیت هضم (۱٤ و ۲۵) در اثر محدودسازی سطح خوراک مصرفی نشخوارکنندگان گزارش شده است. میزان مصرف مواد مغذی می‌تواند بر کیفیت لاشه، ابعاد و میزان چربی انباشته در آن نیز تأثیرگذار باشد (٤ و ۱۹). از طرف دیگر، انباشت چربی مازاد در لاشه سبب کاهش بازدهی استفاده از خوراک می‌شود (۲٤). از این روی ممکن است بتوان با اتخاذ راه‌کارهایی برای کاهش نسبی نرخ رشد و محدود کردن آن در طی دوره پروار به تولید

لاشه‌هایی با چربی کمتر و افزایش سهم بافت لخم در لاشه دست یافت (۸). در هر حال، آنچه که در بررسی پژوهش‌های انجام گرفته محرز می‌باشد این است که پاسخ دام به اعمال محدودیت خوراکدهی بسته به نژاد و ژنوتیپ حیوان، شدت و مدت زمان محدودیت، کیفیت جیره و مرحله بلوغ دام در ابتدای دوره اعمال محدودیت متفاوت خواهد بود (۵) و لذا نمی‌توان نتایج مشاهده شده در یک یا چند پژوهش را با قاطعیت به شرایط مدیریتی و محیطی حاکم در منطقه‌ای دیگر تعمیم داد.

به‌طورکلی، غالب پژوهش‌های انجام شده در حوزه محدودیت خوراکدهی، القای دوره رشد جبرانی را نیز در دستور کار خود داشته و در رابطه با چگونگی عملکرد دام و به ویژه بازده اقتصادی پروار آن در شرایط محدودیت خوراکدهی دائمی (اعمال محدودیت در کل دوره پروار) و نیز در رابطه با سطوح مختلف اعمال محدودیت خوراکدهی دائمی که کاهش ضرر و زیان ناشی از خوراکدهی محدود و به عبارت دیگر افزایش بازدهی آن در گله‌های گوسفند را به دنبال داشته باشند اطلاعات چندانی در دسترس نیست. با توجه به مطالب مذکور، در پژوهش حاضر پتانسیل اعمال محدودیت خوراکدهی دائمی در کل دوره پروار بر عملکرد رشد، قابلیت هضم اجزای شیمیایی جیره، غلظت برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون، وزن لاشه و اجزای غیرلاشه‌ای بره‌های نر نژاد سنجابی مورد بررسی قرار گرفت تا با توجه به نتایج حاصله بتوان به الگو و توصیه‌ای قابل ترویج در بحث پروار این نژاد، که جمعیت غالب گوسفندان در نواحی غربی کشور را به خود اختصاص می‌دهد، دست یافت.

مواد و روش‌ها

حیوانات و مدیریت خوراک‌دهی: پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقات دامپروری مهرگان وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه به انجام رسید. در مرحله مقدماتی این پژوهش ابتدا ۱۳۰ رأس میش نژاد سنجابی تحت برنامه همزمان سازی فحلی قرار گرفته و پس از زایش و اتمام دوره شیرخواری بره‌ها، ۲۱ رأس بره نر (با میانگین سنی ۹±۹۰ روز و دامنه وزنی ۳/۲۵±۲۹/۵ کیلوگرم) انتخاب و به‌طور تصادفی در سه تیمار آزمایشی (با هفت تکرار) توزیع و در قفس‌های انفرادی (۱/۰۰×۱/۷۰ متر مربع) نگهداری شدند. پس از توزیع بره‌ها و پیش از آغاز دوره سازگاری، داروی ضد انگل (آلبندازول ۲/۵ درصد) به بره‌ها خورانده و واکسن انتروتوکسمی در دُز مناسب به بره‌ها تزریق شد. تیمارهای آزمایشی در این پژوهش عبارت بودند از: ۱) گروه شاهد (مصرف جیره پروار به صورت دسترسی آزاد و بدون اعمال محدودیت کمی)؛ ۲) تغذیه بره‌ها در کل دوره پروار در سطح ۹۰ درصد از مصرف آزاد (۹۰ درصد از مقدار ثبت شده در گروه شاهد) و ۳) تغذیه بره‌ها در کل دوره پروار در سطح ۸۰ درصد از مصرف آزاد (۸۰ درصد از مقدار ثبت شده در گروه شاهد).

جیره پروار با محتوای ٦٠/٤ درصد کنسانتره و ٣٩/٦ درصد علوفه بر مبنای جدول احتیاجات غذایی انجمن ملی تحقیقات (۲۰۰۷) برای انرژی، پروتئین، کلسیم، فسفر و دیگر مواد مغذی مورد نیاز نشخوارکنندگان کوچک تنظیم گردید (جدول ۱). به منظور تنظیم جیره ابتدا مقادیر مواد مغذی شامل مقادیر ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر (۷) و مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی (۳۳) در اجزای اصلی جیره شامل دانه جو، دانه ذرت، سبوس گندم، کنجاله سویا، کاه جو و یونجه تعیین گردید. میزان انرژی قابل‌متابولیسم جیره نیز با استفاده از اطلاعات ارائه شده در جداول غذایی انجمن ملی

تحقیقات (٢٠٠٧) برآورد شد. بره‌ها به مدت ٩٨ روز با جیره پروار (کاملاً مخلوط) تغذیه شده و دو هفته آغازین طرح به عنوان دوره سازگاری در نظر گرفته شد. توزیع خوراک روزانه در دو نوبت (ساعت‌های ٩:٠٠ و ١٧:٠٠) صورت گرفت و بره‌ها در طول دوره دسترسی آزاد به آب داشتند.

جدول ١- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی مورد استفاده در تغذیه بره‌های سنجابی تحت آزمایش

Table 1. Chemical composition of experimental diet used for feeding tested Sanjabi lambs

اجزای جیره	(Diet ingredients)	درصد از ماده خشک (% of DM)
یونجه خشک	(Dry alfalfa)	29.6
کاه جو	(Barley straw)	10
دانه جو	(Barley grain)	20.4
دانه ذرت	(Corn grain)	17.6
سبوس گندم	(Wheat bran)	12.0
کنجاله سویا	(Soybean meal)	7.6
مکمل معدنی[†]	(Mineral supplement)	0.75
مکمل ویتامینه[††]	(Vitamin supplement)	0.75
کربنات کلسیم	(Calcium carbonate)	1.1
نمک	(Salt)	0.2
آنالیز مواد مغذی		
پروتئین خام (% of DM)	(Crude protein)	13.9
عصاره اتری (% of DM)	(Ether extract)	2.7
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (% of DM)	(Neutral detergent fiber)	33.3
خاکستر (% of DM)	(Ash)	8.0
کربوهیدرات‌های غیرالیافی (% of DM)	(No fiber carbohydrate)	41.8
انرژی قابل متابولیسم[†††] (Mcal/kg)	(Metabolizable energy)	2.5

[†] در هر کیلوگرم حاوی: ١٨٠ گرم کلسیم؛ ٧٠ گرم فسفر؛ ٣٠ گرم منیزیوم؛ ٥٠ گرم سدیم؛ ٥٠٠٠ میلی‌گرم منگنز، ٤٠٠٠ میلی‌گرم آهن، ٣٠٠ میلی‌گرم مس؛ ١٠٠ میلی‌گرم ید؛ ١٠٠ میلی‌گرم کبالت؛ ٣٠٠٠ میلی‌گرم روی؛ ٢٠ میلی‌گرم سلنیوم.

[††] در هر کیلوگرم حاوی: ٦٠٠ هزار واحد بین‌المللی بتاکاروتن،٢٠٠ هزار واحد بین‌المللی کوله‌کلسیفرول، ٢٠٠ میلی‌گرم توکوفرول،٢٥٠٠ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان.

[†††] محاسبه شده با استفاده از مقادیر جداول مواد غذایی در NRC (٢٠٠٧).

مقدار خوراک توزیع شده در گروه شاهد در هر روز برای اطمینان از کافی بودن مقادیر مصرف انرژی و پروتئین برای تأمین نیازهای نگهداری و ٢٨٠ گرم افزایش وزن روزانه و ١٠ درصد خوراک باقیمانده تنظیم گردید. در هر روز میانگین خوراک مصرفی بره‌های گروه شاهد مبنای محاسبه میزان خوراک اختصاص یافته به تیمارهای دارای محدودیت (تیمارهای دو و سه) در روز بعد قرار گرفت.

رکورد برداری و نمونه‌گیری: میزان خوراک مصرفی هر بره به صورت روزانه و افزایش وزن (پس از ١٦ ساعت گرسنگی و پیش از توزیع وعده خوراک صبح) و ضریب تبدیل خوراک به صورت سه هفته یکبار محاسبه و ثبت شدند (٦). در سه مرحله ابتدا، میانه و انتهای دوره آزمایش (روزهای ١، ٤٢ و ٨٤ آزمایش)

از هر یک از بره‌ها قبل از وعده خوراک‌دهی صبح در حدود ۱۰ میلی‌لیتر خون از طریق سیاهرگ وداج گرفته و نمونه‌های خون بلافاصله به لوله‌های آزمایشگاهی منتقل و در ۳۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سرم حاصله در میکروتیوب‌های دو میلی‌لیتری تخلیه و تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شد (۲۹). غلظت فراسنجه‌های گلوکز، اوره، کراتینین، پروتئین کل و کلسترول کل در سرم خون بر مبنای روش‌های رنگ سنجی و با استفاده از کیت‌های تشخیص طبی شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری گردید. تعیین غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه[2] و هورمون‌های تیروکسین (T4)، تری‌یدو تیرونین (T3) و انسولین با استفاده از کیت‌های بیوشیمیایی شرکت راندوکس[3] انگلستان و طبق دستورالعمل ارائه شده انجام گرفت.

کشتار و تفکیک لاشه: در پایان دوره آزمایش، چهار دام از هر تیمار به‌طور تصادفی انتخاب و پس از اعمال ۱۶ ساعت گرسنگی (دسترسی آزاد به آب) توزین و کشتار شدند. پس از کشتار، سر، پاهای جلو و پاهای عقب به طور کامل از بدن جدا و وزن هر یک ثبت گردید. در ادامه، لاشه‌ها آویزان شده و ده دقیقه زمان برای تخلیه کامل خون از بدن در نظر گرفته شد. سپس وزن دیگر اجزای غیر لاشه‌ای شامل کل دستگاه گوارش (در دو حالت پر و خالی)، معده‌ها و روده‌ها (به تفکیک و در دو حالت پر و خالی)، شش‌ها (به همراه نای)، کبد، قلب (بدون چربی)، کلیه‌ها (بدون چربی)، چربی کلیوی، چربی لگنی، چربی بطنی، چربی روده‌ای و بیضه‌ها اندازه‌گیری و ثبت گردید. بدین ترتیب وزن بدن خالی پس از کسر وزن محتویات دستگاه گوارش از وزن زنده محاسبه و وزن لاشه گرم و وزن دنبه نیز در فاصله یک ساعت پس از کشتار اندازه گیری شد. با استفاده از اطلاعات حاصله تا این مرحله درصد لاشه گرم بر مبنای وزن زنده و وزن بدن خالی محاسبه گردید (۱۹).

قابلیت هضم مواد مغذی جیره: در اواخر دوره پروار به مدت هفت روز متوالی و در فواصل زمانی چهار ساعته نمونه‌های مدفوع از ناحیه رکتوم بره‌ها جمع آوری و بلافاصله به دمای ٤٥- درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. در پایان هر روز، نمونه‌های مربوطه با هم ترکیب و این روال تا پایان دوره هفت روزه نمونه برداری ادامه یافت. در پایان روز هفتم، مقدار ۵۰ گرم از نمونه‌های روزانه مربوط به هر دام برداشت و با هم مخلوط شده و نمونه نهایی تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ٤٥- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در طی این دوره، از اجزای اصلی جیره، شامل یونجه، کاه جو، دانه جو، دانه ذرت، سبوس گندم و کنجاله سویا نیز روزانه نمونه‌برداری شده و نمونه‌های مربوط به هر دام در پایان دوره مخلوط و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. در زمان انجام آزمایشات، نمونه‌های اجزای جیره و مدفوع پس از یخ گشایی و خشک کردن، به مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از آسیابی با قطر منافذ خروجی یک میلی‌متر آسیا شده و درصد ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر (۷) و مقادیر الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی در این نمونه‌ها (۳۳) تعیین گردید. قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی با استفاده از نشانگر خاکستر نامحلول در اسید اندازه گیری شد (٣٤).

تجزیه آماری: داده‌ها بر مبنای طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS ویرایش ۹/۱ (۲۰۰٤) تجزیه شدند (۳۱). در مورد فراسنجه‌های دارای بیش از یک دوره رکورد برداری (صفات عملکردی و

2- Non-Esterified Fatty Acids (NEFA)

3- Randox

غلظت فراسنجه‌های خون) از روش اندازه‌های تکرار شده و رویه Mixed (رابطه ١) و در مورد فراسنجه‌های مربوط به تفکیک لاشه و ارزیابی قابلیت هضم، که تنها دارای یک دوره رکوردبرداری بودند، از رویه GLM (رابطه ٢) برای تجزیه داده‌ها استفاده شد. وزن آغازین بره‌ها نیز به عنوان متغیر کمکی در مدل آماری گنجانده شد. میانگین اثرات معنی‌دار، در تجزیه واریانس، با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و فرض خطای ٠/٠٥ مقایسه گردید.

$$X_{ijk} = \mu + T_i + P_j + T_iP_j + A_k + e_{ijk}$$

رابطه ١

در این رابطه μ اثر میانگین، T_i اثر ثابت تیمار i ام، P_j اثر زمان نمونه‌گیری j ام، T_iP_j اثر متقابل تیمار و زمان نمونه‌گیری، A_k اثر تصادفی حیوان در تیمار و e_{ijk} اثر اشتباه آزمایشی مربوط به تیمار i ام در زمان نمونه گیری j ام و حیوان k ام هستند.

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

رابطه ٢

در این رابطه μ اثر میانگین، T_i اثر تیمار i ام، A_k اثر تصادفی حیوان k ام و e_{ijk} اثر اشتباه آزمایشی مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام و حیوان k ام هستند.

نتایج و بحث

عملکرد تولید: میانگین خوراک مصرفی روزانه با اعمال محدودیت خوراکدهی و افزایش درصد آن به طور بسیار معنی‌داری کاهش یافت (P<٠/٠١؛ جدول ٢)؛ به طوری که طبق طراحی آزمایش، در عمل نیز میانگین خوراک مصرفی روزانه در تیمارهای دوم و سوم به ترتیب ٩٠/٠ و ٨٠/١ درصد مقدار مشاهده شده در گروه شاهد بود. از نظر میانگین خوراک مصرفی روزانه به ازای هر کیلوگرم وزن متابولیک بدن تفاوت بین گروه شاهد (٦٠/٣٣) با تیمار سوم (٥٣/١٧) معنی‌دار بود (P=٠/٠٣) و تیمار دوم با مقدار میانگین ٥٦/٠٤ گرم تفاوت معنی‌داری با دو تیمار دیگر نداشت. با کاهش سطح مصرف خوراک، میانگین افزایش وزن روزانه به صورت خطی و به طور بسیار معنی‌داری کاهش یافت (P<٠/٠١). از نظر ضریب تبدیل خوراک تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (P=٠/٠٩). در این رابطه گروه شاهد پایین‌ترین مقدار ضریب تبدیل خوراک را به خود اختصاص داد و با اعمال محدودیت خوراکدهی و افزایش سطح آن به طور خطی بر مقدار ضریب تبدیل خوراک افزوده شد (جدول ٢).

غالب پژوهش‌های انجام شده بر کاهش معنی‌دار میانگین افزایش وزن روزانه در اثر اعمال محدودیت کمی در خوراک مصرفی نشخوارکنندگان اتفاق نظر دارند. مشابه یافته‌های پژوهش حاضر، در بره‌های نجدی نیز اعمال محدودیت‌های ٢٥ و ٤٠ درصدی در میزان خوراک مصرفی با کاهش معنی‌دار میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در مقایسه با گروه شاهد همراه بوده است (٣). در دیگر پژوهش‌ها نیز اعمال محدودیت‌های ١٠ و ٢٠ درصدی در خوراک مصرفی بره‌های نجدی کاهش معنی‌دار میانگین افزایش وزن روزانه و نیز کاهش معنی‌دار بازده خوراک در تیمار مواجه با محدودیت ٢٠ درصدی را در مقایسه با گروه شاهد نتیجه داد (١ و ٢). در بره‌هایی با میانگین وزنی ٢٤ کیلوگرم و میانگین سنی ٩٠ روز نیز اعمال محدودیت‌های ١٥، ٢٥ و ٤٠ درصدی در خوراک مصرفی کاهش خطی میانگین افزایش وزن روزانه را در مقایسه با گروه شاهد سبب شد (١٠). دیگر پژوهش‌های انجام گرفته روی گوسفند (١١ و ١٥)، بز (٩)، گوساله‌های نر اخته در حال رشد (١٦، ١٩، ٢١، ٢٤ و ٣٠) و تلیسه‌های گوشتی (٦) نیز به کاهش معنی‌دار میانگین افزایش

وزن روزانه در پی اعمال سطوح مختلف محدودیت در خوراک مصرفی اشاره دارند. با این وجود از نظر تأثیر اعمال محدودیت خوراکدهی بر بازده خوراک گزارش‌هایی متفاوت و گاهاً مغایر به چشم می‌خورد. در این بین می‌توان به دامنه‌ای از نتایج ناهمخوان مبنی بر بهبود بازده خوراک در گاو و گوسفند (۱۲، ۱۹ و ۲٤)، عدم تغییر در بازده خوراک (۲۱) تا افت بازده خوراک (۱، ۲، ۱۱، ۱٦ و ۳۰) بر اثر اعمال محدودیت‌های کمی در مقدار خوراک مصرفی دام اشاره کرد.

جدول ۲- تأثیر سطح خوراکدهی بر وزن نهایی، خوراک مصرفی روزانه، اضافه وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در بره‌های سنجابی

Table 2. Effect of feeding level on final body weight, average daily feed intake, average daily body weight gain and feed conversion ratio in Sanjabi lambs

تیمار (Treatment)	وزن آغازین (kg) (Initial weight)	وزن نهایی بدن (kg) (Body weight)	خوراک مصرفی روزانه (g) (Daily feed intake)	خوراک مصرفی روزانه ($g/kgBW^{0.75}$) (Daily feed intake)	افزایش وزن روزانه (g) (Average daily gain)	ضریب تبدیل خوراک (Feed conversion ratio)
شاهد (Control)	31.63	45.44	1915.62^{a}	60.33^{a}	262.47^{a}	7.73
محدودیت ۱۰ درصد (10% restriction)	32.61	43.95	1723.59^{b}	56.04^{ab}	224.93^{b}	8.72
محدودیت ۲۰ درصد (20% restriction)	31.54	40.67	1534.38^{c}	53.17^{b}	184.50^{c}	9.80
P-value	0.8859	0.1161	0.0003	0.0283	0.0001	0.0887
SEM	1.70	18.18	53.16	1.72	10.05	0.62
دوره (Period)						
اول (First)		35.33^{d}	1406.52^{c}	56.15^{c}	170.24^{c}	10.83^{a}
دوم (Second)		41.36^{c}	1718.64^{b}	59.94^{a}	287.13^{a}	6.33^{c}
سوم (Third)		46.14^{b}	1898.16^{a}	58.08^{b}	227.61^{b}	8.51^{b}
چهارم (Forth)		50.57^{a}	1874.79^{a}	51.8^{d}	210.88^{b}	9.34^{ab}
P-value		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0005
SEM		1.88	1556.64	0.05	10.37	0.71
اثر متقابل تیمار× دوره (Treatment×Period interaction)						
P-value		<0.0001	0.1250	0.0030	0.0403	0.0836

^{a,b,c,d} میانگین‌هایی با حروف غیرمشابه در هر ستون و هر بخش دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

^{a,b,c,d} Values with different superscript letters differ significantly (P<0.05).

جمع بندی حاصل از بررسی گزارش‌های ارائه شده در این حوزه بیان می‌دارد که کاهش در خوراک مصرفی الزاماً با کاهش نسبی نرخ رشد همراه نخواهد بود؛ چرا که اثر محدودیت خوراکدهی بر افزایش وزن از طریق دو سازوکار متضاد، از یک سوی افزایش سهم نیاز نگهداری و کاهش میزان انرژی اختصاص یافته به فرآیند تولید و از سوی دیگر افزایش سهم پروتئین در ترکیب افزایش وزن بدن در مقایسه با بافت چربی، کنترل می‌شود (۱۹). در هر حال، علی‌رغم توافق پژوهش‌های انجام شده بر اثرات بدیهی مورد انتظار از اعمال دوره‌های محدودیت خوراکدهی بر میزان خوراک مصرفی و روند وزن-گیری نشخوارکنندگان، اما همچنان در مورد مسائلی مانند تأثیر طول دوره و شدت اعمال محدودیت خوراکدهی بر بازده رشد و ضریب تبدیل خوراک دام ابهاماتی وجود دارد که ریشه آن به تفاوت‌های پایه‌ای موجود در بین پژوهش‌های مختلف، از جمله تفاوت در گونه و ژنوتیپ حیوان، جنس حیوان، سن حیوان در آغاز و انتهای دوره اعمال محدودیت، نوع و ترکیب جیره، معیار در نظر گرفته شده برای اتمام

دوره اعمال محدودیت (رسیدن به سن یا وزن کشتار معین) و اجرا یا عدم بهره‌گیری از سازوکار رشد جبرانی در پایان دوره اعمال محدودیت خوراکدهی باز می‌گردد (١٠، ١٦ و ٣٦).

فراسنجه‌های سرم خون: غلظت انسولین و گلوکز سرم خون در تیمارهای مواجه با محدودیت خوراکدهی به طور معنی‌دار و در روندی قابل انتظار کمتر از گروه شاهد بود (P<٠/٠٥؛ جدول ٣)؛ اما از این نظر تفاوتی در بین سطوح ١٠ و ٢٠ درصد محدودیت خوراکدهی مشاهده نشد. در رابطه با دیگر فراسنجه‌ها، شامل هورمون‌های T4 و T3 و غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه ، پروتئین کل، کرانیتین، اوره و کلسترول سرم تفاوتی در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد و همان‌طور که داده‌های مربوط به تغییرات وزنی بره‌ها نشان دادند، نتیجه اخیر نیز حاکی از وجود تعادل مثبت انرژی و پروتئین در بدن دام‌های مواجه با محدودیت خوراکدهی است. اثر متقابل تیمار× دوره خون‌گیری نیز در مورد هیچ یک از فراسنجه‌های سرم معنی‌دار نبود (جدول ٣).

کمتر بودن غلظت گلوکز و متعاقب آن غلظت انسولین در دام‌های مواجه با محدودیت خوراکدهی امری دور از انتظار نیست و در غالب پژوهش‌ها به نتیجه‌گیری مشابهی اشاره شده است (٢٠ و ٢٩)؛ چرا که در این گروه از دام‌ها سوبسترای کمتری به مصرف دام می‌رسد (١٦). در هر حال، در پژوهش پولینا و همکاران (٢٠١٢) غلظت انسولین پلاسما در طی دوره سه روزه اعمال محدودیت خوراکدهی ثابت باقی ماند (٢٧) که دلیل احتمالی آن می‌تواند کوتاه بودن طول دوره اعمال محدودیت در پژوهش اخیر باشد. در طی دوره‌های اعمال محدودیت خوراکدهی، فعالیت هورمون محرک تیروئید به دلیل تغییر در الگوی گلیکوزیلاسیون و بسته به شدت محدودیت اعمال شده کاهش می‌یابد که نتیجه آن کاهش فعالیت غده تیروئید است (٢٠). در پژوهش‌های متعددی در گونه‌های مختلف نشخوارکنندگان به کاهش غلظت هورمون‌های تیروئیدی در پاسخ به اعمال محدودیت خوراکدهی اشاره شده است (٢٠ و ٣٢). از سوی دیگر و مشابه با یافته‌های پژوهش حاضر، گزارش‌های مبنی بر عدم تأثیرگذاری محدودیت خوراکدهی بر غلظت هورمون‌های مذکور نیز فراوانند (٢٤ و ٣٥). عدم تغییر در غلظت هورمون‌های تیروئیدی در نتیجه اعمال محدودیت در سطح خوراک مصرفی می‌تواند از جمله دلایل عدم بهبود ضریب تبدیل خوراک در بره‌های سنجابی مواجه با محدودیت خوراکدهی در پژوهش حاضر باشد.

بر خلاف مشاهدات پژوهش حاضر، در برخی موارد کاهش میزان خوراکدهی در گوسفند (٢٧ و ٣٢)، و گاو (٢٩ و ٣٥) با افزایش معنی‌دار غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه پلاسما همراه بوده است که نشان دهنده به حرکت در آمدن ذخایر چربی در طی این دوره و افزایش استفاده از اسیدهای چرب جهت استحصال انرژی مورد نیاز بدن است. در مقابل، در برخی پژوهش‌ها نیز با اعمال محدودیت در خوراک مصرفی نشخوارکنندگان تغییر معنی‌داری در غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه پلاسما نسبت به دوره پیش از اعمال محدودیت مشاهده نشده است (٤ و ٣٧). بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد که احتمالاً تفاوت در شدت محدودیت اعمال شده مهم‌ترین عامل تفاوت نتایج در بین پژوهش‌های مختلف است؛ به نحوی که در دو پژوهش اخیر، مشابه آنچه در پژوهش حاضر مشاهده می‌شود، شدت محدودیت اعمال شده و نیز غلظت مواد مغذی جیره در حدی بوده است که از افت شدید انرژی دریافتی، بروز تعادل منفی انرژی و در نتیجه الزام به افزایش چشم گیر استفاده از ذخایر چربی بدن جلوگیری کرده است.

جدول ٣- تأثیر سطح خوراکدهی بر غلظت فراسنجه‌های سرم خون در بره‌های سنجابی

Table 3. Effect of feeding level on concentration of blood serum metabolites in Sanjabi lambs

		انسولین (µIU/ml) (Insulin)	T4 (µg/dl)	T3 (ng/ml)	اسیدهای چرب غیراستریفه (mmol/l) (NEFA)	گلوکز (mg/dl) (Glucose)	پروتئین کل (g/dl) (Total protein)	کراتینین (mg/dl) (Creatinine)	اوره (mg/dl) (Urea)	کلسترول (mg/dl) (Cholestrol)
تیمار	(Treatment)									
شاهد	(Control)	6.21[a]	7.34	1.87	0.10	62.08[a]	5.97	0.90	18.15	46.75
محدودیت ۱۰ درصد	(10% restriction)	4.61[b]	6.52	1.71	0.12	50.92[b]	5.85	0.86	15.64	49.17
محدودیت ۲۰ درصد	(20% restriction)	4.87[b]	6.25	1.53	0.13	53.83[b]	5.79	0.95	17.99	49.75
	P-value	0.0183	0.4162	0.3047	0.6322	0.0078	0.6910	0.1436	0.1843	0.8622
	SEM	0.62	0.58	0.14	0.01	1.91	0.14	0.03	0.98	4.09
دوره	(Period)									
اول	(First)	6.03	5.42[b]	1.47[b]	0.06[b]	40.67[c]	5.68[b]	0.94	15.03[c]	31.75[c]
دوم	(Second)	7.21	7.11[a]	1.76[a]	0.10[b]	59.66[b]	6.08[a]	0.88	17.43[b]	52.17[b]
سوم	(Third)	5.50	7.59[a]	1.87[a]	0.19[a]	70.50[a]	5.85[ab]	0.89	19.32[a]	61.75[a]
	P-value	0.2196	0.0002	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0154	0.1586	0.0001	<0.0001
	SEM	0.79	0.31	0.04	0.02	2.31	0.09	0.03	0.55	1.38
اثر متقابل تیمار× دوره (Treatment×Period interaction)										
	P-value	0.0284	0.0873	0.0750	0.9752	0.5588	0.9197	0.3221	0.1822	0.9757

[a,b,c] میانگین‌هایی با حروف غیرمشابه در هر ستون و هر بخش دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

[a,b,c] Values with different superscript letters differ significantly (P<0.05).

کشتار و تجزیه لاشه: با اعمال ۲۰ درصد کاهش در خوراک مصرفی برهها وزن زنده و بدن خالی، وزن لاشه گرم، و اوزان سر، دنبه، کلیه‌ها، چربی بطنی و دستگاه گوارش خالی در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵؛ جدول ٤). وزن شش‌ها (P=۰/۰۷) و کبد (P=۰/۰۹) در پاسخ به اعمال محدودیت خوراکدهی تغییر معنی‌داری نداشت. در رابطه با درصد لاشه گرم و وزن دیگر اجزای غیرلاشه‌ای شامل پوست، پاهای جلو و عقب، قلب، بیضه‌ها، چربی کلیوی، چربی لگنی و چربی روده‌ای، نیز علی‌رغم برتری عددی گروه شاهد در غالب موارد، تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد.

مشابه یافته‌های پژوهش حاضر، عدم تغییر وزن خالص کبد، شش و قلب (۱۷)، اوزان قلب و کبد (۲٤)، درصد لاشه (۳، ۹ و ۱۱) و نیز کاهش معنی‌دار وزن دنبه و بافت چربی بطنی (۱ و ۳) و کاهش معنی‌دار وزن بدن خالی و وزن لاشه (۱و ۲٤) در اثر محدودسازی سطح خوراک مصرفی نشخوارکنندگان گزارش شده است. در تأیید نتایج به دست آمده در مورد وزن دستگاه گوارش و وزن کبد، پژوهش روی موش‌های آزمایشگاهی نیز نشان داد که با ورود مقادیر کمتر خوراک به دستگاه گوارش (محدودیت ۲۰ درصدی)، وزن دستگاه گوارش در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، بدون آن که تغییر چندانی در قابلیت هضم خوراک پیش آید (۱۳). کاهش وزن کبد در برههای مواجه با محدودیت خوراکدهی نیز به کاهش مصرف اکسیژن به وسیله کبد و کاهش جریان خون کبدی نسبت داده شده است (٦). علاوه بر این، اعمال محدودیت خوراکدهی در سطوح متوسط سبب تغییرات چشمگیری در میزان فعالیت متابولیکی کبد و دستگاه گوارش

نشخوارکنندگان می‌شود (۳۷).

جدول ٤- تأثیر سطح خوراکدهی بر وزن زنده، وزن لاشه و وزن اجزای غیرلاشه‌ای در بره‌های سنجابی

Table 4. Effect of feeding level on live body weight, carcass weight and weights of non-carcass components in Sanjabi lambs

SEM	P-value	محدودیت ۲۰ درصد (20% restriction)	محدودیت ۱۰ درصد (10% restriction)	شاهد (Control)		
1.43	0.0230	46.83^{b}	51.17^{ab}	53.97^{a}	(Live body weight, LBW)	وزن بدن زنده (kg)
1.10	0.0180	41.52^{b}	45.14^{a}	47.33^{a}	(Empty body weight, EBW)	وزن بدن خالی (kg)
0.66	0.0315	19.90^{b}	22.01^{ab}	23.05^{a}	(Hot carcass weight)	وزن لاشه گرم (kg)
0.72	0.8641	42.45	43.00	42.79	(Hot carcass percentage)	درصد لاشه گرم (% of LBW)
0.93	0.7513	47.87	48.75	48.76		درصد لاشه گرم (% of EBW)
0.07	0.0415	1.96^{b}	2.13^{ab}	2.28^{a}	(Head weight)	وزن سر (kg)
0.19	0.1724	5.26	5.72	5.78	(Skin weight)	وزن پوست (kg)
0.02	0.3485	0.50	0.54	0.54	(Front feet weight)	وزن پاهای جلو (kg)
0.01	0.1871	0.62	0.64	0.66	(Rear feet weight)	وزن پاهای عقب(kg)
0.18	0.0092	4.14^{b}	4.73a^{b}	5.24^{a}	(Ft tail weight)	وزن دنبه (kg)
16.75	0.0744	616.85	652.80	681.67	(Lungs weight)	وزن شش‌ها (g)
12.89	0.1859	188.55	211.40	225.20	(Heart weight)	وزن قلب (g)
58.35	0.0934	744.43	876.11	975.00	(Liver weight)	وزن کبد (g)
3.14	0.0023	118.02^{b}	141.18^{a}	133.83^{a}	(Kidneys weight)	وزن کلیه‌ها (g)
18.62	0.3362	102.68	131.58	142.60	(Kidney fat weight)	وزن چربی کلیوی (g)
60.61	0.5776	426.05	476.86	518.33	(Testicles weight)	وزن بیضه‌ها (g)
51.97	0.0487	409.38^{b}	529.92^{ab}	638.52^{a}	(Omental fat weight)	وزن چربی بطنی (g)
19.82	0.2762	87.63	113.50	136.17	(Pelvic fat weight)	وزن چربی لگنی (g)
57.57	0.6116	454.38	485.13	538.93	(Mesenteric fat weight)	وزن چربی روده‌ای (g)
117.90	0.0469	2415^{b}	2755^{ab}	2930^{a}	(Empty gastrointestinal tract weight)	وزن دستگاه گوارش خالی (g)

^{a,b} میانگین‌هایی با حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

^{a,b} Values with different superscript letters differ significantly (P<0.05).

در پژوهش ساینز و همکاران (۱۹۹۵) با تغذیه گوساله‌های نر اخته در دو سطح مصرف آزاد و محدود شده با جیره‌ای کنسانتره‌ای و کشتار گوساله‌ها در اوزان نسبتاً مشابه تفاوتی در درصد وزنی بافت‌های چربی کلیوی، لگن و قلب بین دو تیمار مشاهده نشد؛ اما درصد وزنی چربی بطنی در تیمار دارای محدودیت به طور معنی‌داری کمتر از تیمار دیگر بود (۳۰). در مقابل، اعمال محدودیت‌های شدیدتر در سطح خوراک مصرفی بزهای نر (تغذیه در سطح نیاز نگهداری) (۹) و بره (کاهش ۳۰ درصدی خوراک مصرفی) (۱۷) کاهش معنی‌دار درصد چربی کلیه، لگن و روده را به دنبال داشته است. پژوهشگران اخیر نیز حساسیت بافت چربی بطنی به محدودیت خوراک مصرفی را بیشتر از دیگر بافت‌های چربی گزارش کردند (۹ و ۱۷) که یافته‌های پژوهش حاضر نیز تا حدودی بر این نتیجه گیری صحه می‌گذارد.

مورد مشابهی نیز در گوساله‌های نر اخته گزارش شده است (۱۹). در رابطه با سازوکار کاهش وزن بافت‌های چربی و نیز درصد چربی لاشه در پاسخ به محدودیت خوراکدهی اشاره شده است که اعمال محدودیت ۵۰ درصدی در مصرف خوراک تأثیری بر غلظت عوامل رونویسی از ژن‌های بافت چربی خوک نداشته است، هر چند غلظت این عوامل از نظر عددی در گروه مواجه با محدودیت با کاهش همراه بود (۲۲). این پژوهشگران چنین نتیجه گرفتند که تنظیم میزان انباشت چربی در بدن بیش از هر چیز تحت کنترل میزان سوبسترای در دسترس قرار دارد تا این که متأثر از تغییر در شدت رونویسی از ژن‌های لیپولیتیک یا لیپوژنیک باشد. از طرفی، استفاده از سطوح بالاتر محدودیت در خوراک مصرفی یا اعمال دوره‌های ٤٨ ساعته گرسنگی عمدتاً با کاهش معنی‌دار غلظت عوامل رونویسی در سلول‌های بافت چربی حیوانات همراه است (۲۲) که از آن جمله می‌توان به کاهش غلظت و فعالیت آنزیم‌های لیپوپروتئین لیپاز، فتی‌اسید سنتتاز و استیل-کوآ کربوکسیلاز در اثر محدود کردن خوراک مصرفی گوسفندان (۲۳) و گوساله‌ها (۳۷) اشاره کرد. از طرف دیگر، می‌دانیم که هورمون انسولین کاهش ظرفیت لیپولیتیک و افزایش ظرفیت لیپوژنیک بافت چربی را سبب می‌شود. علاوه بر این، انسولین از فعال شدن آنزیم لیپاز حساس به هورمون از طریق مکانیسم آدنزین مونوفسفات حلقوی[4] ممانعت کرده و به عبارت دیگر تجزیه تری‌گلیسریدها و داستریفه‌شدن اسیدهای چرب در درون سلول را کاهش می‌دهد (۲۹). بنابراین، به نظر می‌رسد که احتمالاً حداقل بخشی از تأثیر محدودیت خوراکدهی بر کاهش فعالیت آنزیم‌های استیل-کوآ کربوکسیلاز و فتی‌اسید سنتتاز به طور غیرمستقیم و از طریق سازوکار هورمونی وابسته به انسولین صورت پذیرد (۲۳). با این حال، برخی نتایج نیز گویای عدم تغییر در نرخ انباشت چربی در بدن در اثر اعمال محدودیت خوراکدهی در گاو است (۸).

قابلیت هضم اجزای شیمیایی جیره: در پژوهش حاضر اعمال محدودیت خوراکدهی به استثنای قابلیت هضم چربی خام (P=۰/۰۰۲)، تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم دیگر اجزای شیمیایی جیره شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی نداشت (جدول ۵). در هر حال، در تمامی موارد بهبود نسبی قابلیت هضم با اعمال ۱۰ درصد محدودیت و افت محسوس قابلیت هضم با اعمال ۲۰ درصد محدودیت در خوراک مصرفی بره‌ها قابل مشاهده بود. بهبود قابلیت هضم جیره و اجزای شیمیایی آن در پی محدود سازی میزان خوراک ورودی به شکمبه پدیده‌ای شناخته شده و قابل انتظار است که در تیمار دوم پژوهش حاضر نیز مشهود است. اما، باید توجه داشت که اعمال محدودیت در خوراک دریافتی روزانه به تنهایی متضمن بهبود قابلیت هضم جیره نخواهد بود و پیش از نتیجه گیری در این زمینه باید به الگوی مصرف خوراک به وسیله دام پس از توزیع آن در آخور نیز توجه داشت. به عبارت دیگر، با افزایش سطح محدودیت خوراکدهی بر ساعات گرسنه ماندن دام در طی روز و در نتیجه بر ولع دام برای مصرف هرچه بیشتر و سریع‌تر خوراک در کوتاه‌ترین بازه زمانی پس از توزیع آن درآخور افزوده می‌شود. این الگوی مصرف خوراک، که در پژوهش حاضر نیز در رابطه با بره‌های مواجه با محدودیت ۲۰ درصدی در خوراک مصرفی مشهود بود، سبب ورود یکباره حجم زیادی از خوراک به شکمبه و بروز نتایج مورد انتظار آن شامل افزایش در نرخ عبور خوراک و کاهش در قابلیت هضم آن خواهد شد. در تأیید یافته‌های

4 - Cyclic Adenosine Monophosphate (cAMP)

پژوهش حاضر، اعمال محدودیت خوراکدهی در دو سطح ۹۰ و ۸۰ درصد از مصرف آزاد به مدت ۲۱ روز تأثیری بر قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی در برههای نجدی نداشته است (۲). اعمال محدودیت در خوراک مصرفی برهها تا سقف ۸۵ درصد از مصرف آزاد نیز تغییری در قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را به دنبال نداشت، هر چند قابلیت هضم غالب این موارد در تیمارهای دارای محدودیت با افزایشی غیرمعنیدار همراه بوده است (١٤). در پژوهشهای دیگری نیز به عدم تغییر در قابلیت هضم ظاهری ماده خشک (۲۸) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی (۵) بر اثر اعمال محدودیت در خوراک مصرفی گوسفند اشاره شده است. در مقابل، در برخی گزارشها به بهبود قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی در برهها (۲۵) و تلیسههای گوشتی (٤) اشاره شده است. در بررسی دلایل تفاوت در نتایج به دست آمده در پژوهشهای مختلف، علاوه بر شدت محدودیت اعمال شده باید عواملی از جمله ترکیب جیره، دفعات توزیع خوراک و سن و جثه دام را نیز مدنظر قرار داد (٤ و ١٨).

جدول ۵- تأثیر سطح خوراکدهی بر قابلیت هضم اجزای شیمیایی جیره در برههای سنجابی

Table 5. Effect of feeding level on digestibility of diet's chemical components in Sanjabi lambs

تیمار (Treatment)	ماده خشک (%) (DM)	ماده آلی (%) (OM)	پروتئین خام (%) (CP)	چربی خام (%) (EE)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (%) (NDF)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (%) (ADF)
شاهد (Control)	68.77	70.85	67.37	66.64[a]	54.31	42.92
محدودیت ۱۰ درصد (10% restriction)	70.19	72.02	68.51	70.74[a]	55.76	43.64
محدودیت ۲۰ درصد (20% restriction)	63.84	66.03	60.23	54.33[b]	48.21	32.41
P-value	0.1994	0.2151	0.1872	0.0019	0.2379	0.1843
SEM	2.37	2.32	3.11	2.20	3.59	4.33

[a,b] میانگینهایی با حروف غیرمشابه در هر ستون دارای اختلاف معنیدار هستند (P<۰/۰۵).

[a,b] Values with different superscript letters differ significantly (P<0.05).

نتیجهگیری کلی

با توجه به اطلاعات به دست آمده در پژوهش حاضر میتوان بیان داشت که اعمال محدودیت خوراکدهی دائمی در طی دوره پرواربندی برههای سنجابی هرچند که با کاهش معنیدار هزینه کل خوراک در دوره همراه است، اما از سوی دیگر افت عملکرد رشد و بازده خوراک و افت درآمد ناخالص ناشی از اعمال محدودیت در سطوح مورد استفاده در پژوهش حاضر به اندازهای خواهد بود که در نهایت تضعیف بازده اقتصادی دوره پروار را به دنبال خواهد داشت (دادههای منتشر نشده). لذا با استناد به پژوهش حاضر، اعمال محدودیت خوراکدهی طولانی مدت در طی دوره پروار برههای سنجابی به بهرهبرداران توصیه نمیگردد.

منابع

1. Abouheif, M., Sornokh, H., Swelum, Al-A., Yaqoob, H. and Al-Owaimer, A. 2015. Effect of different feed restriction

regimens on lamb performance and carcass traits. Revista Brasileira de Zootecnia. 44(3): 76-82.
2. Abouheif, M., Al-Sornokh, H., Swelum, A., Shafey, T., Mahmoud, A., Alshamiry, F. and Haroon, R. 2016. Effects of intake restriction and realimentation on diet digestion and ruminal fermentation by growing lambs. Global Advanced Research Journal of Agricultural Science. 5(4): 126-131.
3. Abouheif, M.A., Al-Owaimer, A., Kraidees, M., Metwally, H. and Shafey, T. 2013. Effect of restricted feeding and real mentation on feed performance and carcass characteristics of growing lambs. Revista Brasileira de Zootecnia. 42: 95-101.
4. Albornoz, R.I., Aschenbach, J.R., Barreda, D.R. and Penner, G.B. 2013. Feed restriction reduces short-chain fatty acid absorption across the reticulorumen of beef cattle independent of diet. Journal of Animal Science. 91: 4730–4738.
5. Al-Selbood, B.A. 2009. Effect of feeding program on performance and carcass characteristics of Najdi lambs. PhD thesis. King Saud University, Saudi Arabia.
6. Amundson, O.L., Fountain, T.H., Larimore, E.L., Richardson, B.N., McNeel, A.K., Wright, E.C., Keisler, D.H., Cushman, R.A., Perry, G.A. and Freetly, H.C. 2015. Postweaning nutritional programming of ovarian development in beef heifers. Journal of Animal Science. 93: 5232–5239.
7. AOAC. 2003. Official methods of analysis. VA: Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Arlington. 931–932.
8. Carstens, G.E., Johson, D.E., Ellenberger, M.A. and Tatum, J.D. 1991. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. Journal of Animal Science. 69: 3251-3264.
9. Dashtizadeh, M., Zamiri, M.J. and Kamalzadeh, A. 2008. Effect of feed restriction on compensatory growth response of young male goats. Iranian Journal of Veterinary Research. 9: 109-120.
10. Ding, L.M., Chen, J.Q., Degen, A.A., Qiu, Q., Liu, P.P., Dong, Q.M., Shang, Z.H., Zhang, J.J. and Liu, S.J. 2016. Growth performance and hormonal status during feed restriction and compensatory growth of Small-Tail Han sheep in China. (Abst).
11. Ghoorschi, T. and Safarzadeh Torghabeh, H. 2005. Investigating the compensatory growth in Atabay (Dalagh) finishing lambs. Journal of Agriculture Science and Natural Resources. 12(3): 135-143.
12. Glimp, H.A., Hart, S.P. and Von Tungeln, D. 1989. Effect of altering nutrient density (concentrate to roughage ratio) and restricting energy intake on rate, efficiency and composition of growing lambs. Journal of Animal Science. 67: 865.
13. Hambly, C. and Speakman, J.R. 2005. Contribution of different mechanisms to compensation for energy restriction in the mouse. Obesity Research. 13: 1548-1557.
14. Hart, S.P. and Glimp, H.A. 1991. Effect of diet composition and feed intake level on diet digestibility and ruminal metabolism in growing lambs. Journal of Animal Science. 69: 1636-1644.
15. Homem, A.C., Sobrinho, A.G. and Yamamoto, S. 2007. Ganho compensatório em cordeiras na fase de recria: desempenho emedidas biométricas. Revista Brasileira de Zootecnia. 36: 111-119.
16. Hornick, J.L., Van Eenaeme, C., Clinquart, A., Diez, M. and Istasse, L. 1998. Different periods of feed restriction before compensatory growth in Belgian Blue bulls: I. Animal performance, nitrogen balance, meat characteristics, and fat composition. Journal of Animal Science. 76: 249–259.
17. Kabbali, A., Johnson, W.L., Johnson, D.W., Goodrich, R.D. and Allen, C.E. 1992. Effects of compensatory growth on some body component weights and on carcass and noncarcass composition of growing lambs. Journal of Animal

Science. 70: 2852-2858.
18. Kamalzadeh, A. and Aouladrabiei, M.R. 2009. Effects of restricted feeding on intake, digestion, nitrogen balance and metabolizable energy in small and large body sized sheep breeds. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 22: 667-673.
19. Keogh, K., Waters, S.M., Kelly, A.K. and Kenny, D.A. 2015a. Feed restriction and subsequent real mentation in Holstein Friesian bulls: I. Effect on animal performance; muscle, fat, and linear body measurements; and slaughter characteristics. Journal of Animal Science. 93: 3578-3589.
20. Keogh, K., Waters, S.M., Kelly, A.K., Wylie, A.R.G., Sauerwein, H., Sweeney, T. and Kenny, D.A. 2015. Feed restriction and realimentation in Holstein–Friesian bulls: II. Effect on blood pressure and systemic concentrations of metabolites and metabolic hormones. Journal of Animal Science. 93: 3590-3601.
21. Manni, K., Rinne, M., Joki-Tokola, E. and Huuskonen, A. 2017. Effects of different restricted feeding strategies on performance of growing and finishing dairy bulls offered grass silage and barley based diets. Journal of Agricultural and Food Science. 26: 91-101.
22. McNeel, R.L., Ding, S.T., O'Brian Smith, E. and Mersmann, H.J. 2000. Effect of feed restriction on adipose tissue transcript concentrations in genetically lean and obese pigs. Journal of Animal Science. 78: 934–942.
23. Moibi, J.A., Ekpe, E.D. and Christopherson, R.J. 2000. Acetyl-CoA carboxylase and fatty acid synthase activity and immunodetectable protein in adipose tissues of ruminants: Effect of temperature and feeding level. Journal of Animal Science. 78: 2383–2392.
24. Murphy, T.A. and Loerch, S.C. 1994. Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. Journal of Animal Science. 72: 2497-2507.
25. Murphy, T.A., Loerch, S.C. and Dehority, B.A. 1994. The influence of restricted feeding on site and extent of digestion and flow of nitrogenous compounds to the duodenum in steers. Journal of Animal Science. 72: 2487-2496.
26. NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. National Academy Press.
27. Pulina, G., Nudda, A., Battacone, G., Dimauro, C., Mazzette, A., Bomboi, G. and Floris, B. 2012. Effects of short-term feed restriction on milk yield and composition, and hormone and metabolite profiles in mid-lactation Sarda dairy sheep with different body condition score. Italian Journal of Animal Science. 11(28): 149-158.
28. Reinhardt, C.D., Brandt, R.T., Eck, T.P. and Titgemeyer, E.C. 1998. Performance, digestion and mastication efficiency of Holstein steers fed whole or processed corn in limit- or full-fed growing-finishing systems. Journal of Animal Science. 76: 1778-1788.
29. Relling, A.E., Crompton, L.A., Loerch, S.C. and Reynolds, C.K. 2009. Plasma concentration of glucose-dependent insulin tropic polypeptide is negatively correlated with respiratory quotient in lactating dairy cows. Journal of Animal Science. 87: 470–471.
30. Sainz, R.D., De la Torre, F. and Oltjen, J.W. 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refed beef steers. Journal of Animal Science. 73: 2971–2979.
31. SAS Institute. 2004. STAT user's guide: Statistics. Version 9.1. Cary, NC: Statistical Analysis System Institute, Inc.
32. Szymanski, L.A., Schneider, J.E., Friedman, M.I., Ji, H., Kurose, Y., Blache, D., Rao, A., Dunshea, F.R. and Clarke, I.J. 2007. Changes in insulin, glucose and ketone bodies, but not leptin or body fat content precede restoration of luteinising hormone secretion in ewes. Journal of Neuroendocrinology. 196: 449-460.
33. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and

Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583–3597.
34. Vankeulen, J. and Young, B.A. 1977. Evaluation of acid- insoluble ash as a nutural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science. 44: 282-287.
35. Yambayamba, E.S.K., Price, M.A. and Foxcroft, G.R. 1996b. Hormonal status, metabolic changes and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. Journal of Animal Science. 74: 57–69.
36. Yambayamba, E.S.K., Price, M.A. and Jones, S.D.M. 1996a. Compensatory growth of carcass tissues and visceral organs in beef heifers. Livestock Production Science. 46: 19–32.
37. Zhang, S., Albornoz, R.I., Aschenbach, J.R., Barreda, D.R. and Penner, G.B. 2013. Short-term feed restriction impairs the absorptive function of the reticulo-rumen and total tract barrier function in beef cattle. Journal of Animal Science, 91: 1685–1695.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 6(4), 2019
http://ejrr.gau.ac.ir

Effects of feed restriction on performance, diet digestibility, blood metabolites and slaughter characteristics in fattening Sanjabi male lambs

[*]H. Khamis Abadi[1], R. Naseri Harsini[2], H. Fazaeli[3], A.R. Aghashahi[3]
[1]Assistant Professor, Animal Science Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO),Kermanshah, Iran., [2]Animal Science Research Center, Agricultural Research and Education Center, Kermanshah Province, Agricultural Research and Education Organization, Iran, [3]Faculty Member, National Institute of Animal Science Research, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Karaj, Iran
Received: 25/09/2018; Accepted: 28/01/2019

Abstract

Background and objectives: Compensatory growth is usually considered as an integral part of studies on feed restriction and there is little information about ruminant's fattening performance under continuous long term feed restriction (throughout all fattening period), especially in high concentrate diets. The aims of this study were, therefore, to evaluate the effects of quantitative feed restriction on growth performance, serum metabolites concentration, diet chemical components digestibility and the weights of offal components in male Sanjabi lambs.

Materials and methods: This study was conducted based on a completely randomized design, including three treatments and seven replicates using 21 male Sanjabi lambs (90±9 days old; 29.5±3.25 kg). Experimental diet was formulated based on NRC (2007) recommendations. After weaning, lambs were randomly distributed between three treatments. Treatments were: 1) *ad libitum* consumption of diet throughout the fattening period (control); 2) restricted feeding at 90% of *ad libitum* intake, and 3) restricted feeding at 80% of *ad libitum* intake throughout the fattening period. The amount of feed consumption for each lamb was recorded daily and body weight gain and feed conversion ratio were recorded and calculated triweekly. Blood samples were collected from jugular vein at days 1, 42 and 84 to measure serum metabolites concentration. The digestibility of diet's chemical components was determined using acid-insoluble ash marker. Upon completion of the 84-day recording period, four lambs from each treatment were slaughtered and weights of noncarcass components and carcass percentage were measured.

Results: Average daily weight gain decreased significantly and in a linear manner by reduction in feed intake level ($P<0.01$) and feed conversion ratio did not affect by feed restriction. Body and empty body weights, hot carcass weight and weights of head, fat tail, kidneys, omental fat and empty gastrointestinal tract reduced significantly by 20% reduction in feed consumption in comparison to lambs of control group ($P<0.05$). With the exception of significant decrease in serum insulin and glucose concentrations ($P<0.05$), feed restriction had no significant effect on concentration of other measured blood serum metabolites including total protein, creatinine, urea, cholesterol, non-esterified fatty acids and also thyroxine and triiodothyronine hormones. Digestibility of dry matter and other diet chemical ingredients did not affected by restricting feed consumption however, significantly reduced ether extract digestibility ($P<0.05$).

Conclusion: Results showed that slight feed restriction caused downfall in fattening male lambs' growth performance. Thus, restriction the feed offered to fattening lambs during the total fattening period is not recommended.

***Keywords*:** Blood metabolites, Digestibility, Feed restriction, Performance, Sanjabi lamb

*Corresponding author; hkhamisabadi@gmail.com