



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد چهارم، شماره چهارم، ۱۳۹۵
<http://ejrr.gau.ac.ir>

اثر همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای بر تعادل نیتروژن، ساخت پروتئین میکروبی و عملکرد رشد بره‌های نر پرواری لری

* طاهر یلچی^۱، اسداله تیموری یانسنری^۲، منصور رضایی^۳ و یداله چاشنی‌دل^۴

^۱دانشجوی دکتری، ^۲دانشیار، ^۳استاد و ^۴استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۱۹

چکیده

سابقه و هدف: همزمان‌سازی نرخ تخمیر شکمبه‌ای کربوهیدرات‌ها و پروتئین خام روشی برای افزایش ساخت پروتئین میکروبی، افزایش بازدهی نیتروژن، کاهش دفع نیتروژن ادراری و بهبود عملکرد حیوان است. این پژوهش برای ارزیابی اثر همزمان‌سازی نرخ تخمیر شکمبه‌ای کربوهیدرات و پروتئین بر مصرف خوراک، قابلیت هضم، فرآورده‌های تخمیر شکمبه‌ای و عملکرد رشد بره‌های نر پرواری تغذیه شده با جیره‌های پرکنسانتره با ساختار و ترکیبی مشابه انجام شد.

مواد و روش‌ها: سه جیره با انرژی و پروتئین خام یکسان اما با شاخص همزمانی متفاوت شامل ۰/۵۹، ۰/۷۳ و ۰/۸۷ که با استفاده از فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده آلی و پروتئین خام اقلام خوراکی جیره‌ها محاسبه شده بودند، برای بره‌های نر پرواری تنظیم شدند. اثرات شاخص همزمانی جیره‌ها با استفاده از ۲۱ رأس بره نر لری با میانگین وزن $25/79 \pm 3/38$ کیلوگرم برای ۹۵ روز (۱۴ روز عادت‌پذیری و ۸۱ روز دوره اصلی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تکرار بررسی شدند. خوراک مصرفی و باقیمانده آن روزانه اندازه‌گیری شد. قابلیت هضم ظاهری با استفاده از نشانگر خاکستر نامحلول در اسید تعیین شد. افزایش وزن بره‌ها برای محاسبه بازده خوراک و عملکرد رشد اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری از مایع شکمبه (روز ۵۰ آزمایش) و خونگیری از بره‌ها (روزهای ۱۴ و ۶۵ آزمایش) انجام شد. در روز ۵۵ پروار بندی ۳ رأس بره از هر تیمار انتخاب و به قفس‌های متابولیک منتقل شدند و بعد از ۳ روز عادت‌دهی برای ۶ روز متوالی، ادرار گوسفندان جمع‌آوری و با اندازه‌گیری بازه‌های

* مسئول مکاتبه: taheryalchi@yahoo.com

پورینی آن، ساخت پروتئین میکروبی برآورد شد. تعادل نیتروژن نیز با استفاده از مقادیر مصرف و دفع نیتروژن محاسبه شد.

یافته‌ها: با افزایش شاخص همزمانی قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و عصاره اتری افزایش یافتند، اما قابلیت هضم پروتئین خام، کربوهیدرات‌های غیرالیافی و خاکستر خام بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند. اثر جیره‌های آزمایشی بر pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه قبل از وعده خوراک‌دهی صبح معنی‌دار نبود، اما در سه ساعت پس از مصرف خوراک تفاوت‌های معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد. جیره‌ی با کمترین شاخص همزمانی از بیشترین pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه برخوردار بود. بیشترین pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی را جیره با شاخص همزمانی کمتر داشت. ساخت پروتئین میکروبی و بازده آن و کل نیتروژن دفع شده در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشتند اما با افزایش شاخص همزمانی مقدار نیتروژن ابقاء شده افزایش و غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کاهش یافت ($P < 0/05$). کل افزایش وزن، میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک با افزایش شاخص همزمانی تمایل به افزایش داشتند ($P < 0/10$).

نتیجه‌گیری: با افزایش شاخص همزمانی جیره‌ها ساخت پروتئین میکروبی افزایش نیافت اما قابلیت هضم ماده خشک و برخی مواد مغذی و نیتروژن ابقاء شده افزایش در حالی که غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کاهش یافت. همچنین عملکرد رشد و بازده خوراک تاحدودی بهبود یافت. لذا استفاده از جیره‌های غذایی با شاخص همزمانی زیاد برای تنظیم جیره یا تهیه مخلوط مناسبی از اقلام خوراکی برای تأمین احتیاجات غذایی دام‌های پرواری می‌تواند مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی زیست محیطی، بره پرواری، پروتئین میکروبی، بازده، شاخص همزمانی

مقدمه

جیره‌نویسی هنر تهیه مخلوطی از مقادیر مناسب مواد خوراکی برای تأمین احتیاجات مواد مغذی دام‌ها است (۳۶). فزون بر این، همزمانی یا فراهمی پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (شامل نیتروژن غیرپروتئینی و پروتئین حقیقی) و انرژی (کربوهیدرات قابل تخمیر در شکمبه) برای استفاده هماهنگ و همزمان میکروارگانیسم‌های شکمبه از آن‌ها، نیز از اهداف جیره‌نویسی است (۴۲). همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای سبب بهینه‌سازی و افزایش بازده میکروبی، فراهمی مواد مغذی و عملکرد حیوان می‌شود (۷). فراهمی بیش از حد نیتروژن سبب کاهش بازده آن و افزایش دفع آن و آلودگی زیست محیطی می‌شود (۲۶). برودریک (۲۰۰۶) یکی از استراتژی‌های مهم در کاهش پروتئین خام جیره گاوهای شیری را همزمان‌سازی نرخ تخمیر شکمبه‌ای عنوان کرد که سبب افزایش بازده استفاده از نیتروژن می‌شود (۴). سینکلیر و همکاران (۱۹۹۳) با استفاده از فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام و ماده آلی جیره، شاخص همزمانی^۱ (واحد یا ضریبی از ۱) را محاسبه کردند (۳۳). در محاسبه این شاخص فرض شده است که وضعیت بهینه تخمیر یا ساخت پروتئین میکروبی زمانی است که ۲۵ گرم نیتروژن به ازای هر کیلوگرم ماده آلی هضم شده در واحد زمان در شکمبه وجود داشته باشد (۹). هرچه این شاخص به ۱ نزدیک‌تر باشد، جیره‌ها از همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای مواد مغذی بهتری برخوردار هستند. استفاده از جیره‌های با سطوح متفاوت شاخص همزمانی نتایج متفاوتی داشت. هرچند ریچاردسون و همکاران (۲۰۰۳) در پرورش بره‌های نر تفاوت معنی‌داری را در افزایش مصرف ماده خشک، تولید پروتئین میکروبی و ابقای نیتروژن در جیره‌هایی با شاخص‌های متفاوت همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای (۰/۶۱، ۰/۷۶ و ۰/۸۵) گزارش نکردند (۲۸)، اما تأثیرات مثبت شاخص همزمانی جیره‌ها ۰/۵۵ تا ۰/۸۷ گزارش شد (۴۱). سانی و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از گوسفندان فیستوله گذاری شده و جیره‌هایی با شاخص همزمانی ۰/۳۷، ۰/۵ و ۰/۶۳، افزایش پتانسیل تجزیه‌پذیری پروتئین را گزارش کردند (۲۹).

استفاده از جیره‌های همزمان‌سازی شده بر اساس نرخ تخمیر شکمبه‌ای مواد مغذی در شرایط مختلف و با استفاده از گاو یا گوسفند نتایج مبهم و متناقضی بر تولید و بازده استفاده از مواد مغذی داشت (۴۲). این ابهام به اثر اقلام خوراکی و ترکیب جیره در تیمارهای با سطوح متفاوت همزمانی که سبب تداخل اثرات و مانع تظاهر اثر همزمانی بر نرخ تخمیر شکمبه‌ای می‌شود، بستگی دارد.

دهورست و همکاران (۲۰۰۰) عدم تفکیک اثر همزمانی به دلیل اثر ویژگی‌های ماده خوراکی در جیره‌ها را گزارش کردند (۱۰). اغلب پژوهش‌های پیشین در موضوع همزمانی با استفاده از دام‌های فیستوله‌دار، دام‌های تغذیه شده در سطح نگهداری در قفس‌های متابولیک (۱۶، ۳۳) و یا دام‌های تغذیه شده با جیره‌های غنی از علوفه در مرتع یا در جایگاه انجام شده‌اند (۶، ۲۱). به هر حال، پژوهش‌های اندکی در موضوع همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای مواد مغذی در دام‌های در حال رشد برای سنجش عملکرد رشد و بازده استفاده از مواد مغذی صورت گرفته‌است. از این رو، این پژوهش برای بررسی اثرات همزمانی نرخ تخمیر مواد مغذی بر قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی، تعادل نیتروژن، ساخت پروتئین میکروبی و عملکرد رشد در بره‌هایی که با جیره‌های غنی از کنسانتره و مشابه از نظر ساختار و ترکیب شیمیایی تغذیه شدند، طراحی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد خوراکی و تعیین تجزیه‌پذیری: مواد خوراکی و مکمل‌ها جمع‌آوری و ترکیبات شیمیایی آن‌ها (جدول ۲) شامل پروتئین‌خام، عصاره اتری، ماده آلی، خاکستر خام و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در ۳ تکرار اندازه‌گیری شدند (۲). الیاف نامحلول در شوینده خنثی با محلول شوینده خنثی حاوی آنزیم آلفا آمیلاز مقاوم به حرارت^۱ تعیین شد (۳۹). کربوهیدرات غیرالیافی از تفاضل مجموع پروتئین خام، عصاره اتری، خاکستر خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی از کل بخش ماده خشک محاسبه شد. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده آلی و پروتئین خام مواد خوراکی با استفاده از ۴ رأس گوسفند دارای فیستوله شکمبه‌ای بعد از دو هفته عادت‌پذیری به جیره شامل یونجه خشک، کاه گندم، دانه جو، دانه ذرت، سبوس گندم، تفاله چغندر، کنجاله سویا و مکمل به ترتیب ۲۰، ۲۰، ۳۰، ۱۰، ۱۰، ۱۰، ۶، ۳ و ۱ درصد، تعیین شدند. دام‌ها در سطح نگهداری و به صورت کاملاً مخلوط در دو وعده در ساعت ۷ و ۱۹ تغذیه شدند و دسترسی به آب و سنگ نمک آزاد بود. حدود ۴ گرم از مواد خوراکی در کیسه‌های نایلونی به ابعاد ۱۵×۷ سانتی‌متر با قطر منفذ ۴۰ میکرومتر ریخته و در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۷۲ ساعت (برای یونجه و کاه گندم تا ۹۶ ساعت) در شکمبه انکوباسیون شد. برای برآورد تجزیه‌پذیری در زمان صفر کیسه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در آب ۳۹ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری با رابطه $P=a+b(1-e^{-c(t-L)})$ که در آن P درصد ناپدید شدن در

1- α -Amylase, heat-stable, A3306-10ML, Sigma-Aldrich.

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان (۴)، شماره (۴) ۱۳۹۵

زمان t ؛ a بخش قابل تجزیه سریع؛ b بخش قابل تجزیه کند؛ c نرخ تجزیه پذیری؛ t زمان‌های تجزیه پذیری و L زمان تأخیر بود، برآورد شدند (۱۱، ۲۵). تجزیه پذیری مؤثر^۱ با رابطه $ED = a + [b \times c / (c + k)]$ که در آن ED تجزیه پذیری مؤثر و k نرخ خروج مواد جامد از شکمبه در ساعت (برابر با ۵ درصد در ساعت) در نظر گرفته شد، محاسبه شد (۲۵). بخش قابل تجزیه سریع اوره گرانوله ۹۵ درصد و نرخ تجزیه پذیری باقی مانده آن ۰/۵ درصد در هر ساعت در نظر گرفته شد (۳۴).

جدول ۱- فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده آلی و پروتئین خام اقلام خوراکی (داده‌ها میانگین ۴ تکرار \pm انحراف معیار هستند).
Table 1. Average organic matter and crude protein degradability parameters of the feeds (n=4, \pm SD).

ED (%)	c (%/h)	b (%)	a (%)	ماده آلی Organic matter
45.67 \pm 4.09	5.27 \pm 2.23	46.79 \pm 3.71	22.71 \pm 2.42	Alfalfa hay یونجه خشک
19.88 \pm 1.91	2.06 \pm 0.54	49.84 \pm 4.29	5.57 \pm 1.09	Wheat straw کاه گندم
67.41 \pm 4.00	12.52 \pm 6.17	60.80 \pm 3.04	25.20 \pm 3.69	Barley grain دانه جو
64.18 \pm 0.47	7.63 \pm 0.69	72.70 \pm 2.04	20.36 \pm 0.83	Corn grain دانه ذرت
56.19 \pm 0.93	5.10 \pm 0.07	77.38 \pm 2.66	17.12 \pm 1.16	Sugar beet pulp تفاله چغندر قند
62.86 \pm 2.07	18.12 \pm 4.63	43.50 \pm 2.78	29.03 \pm 0.63	Wheat bran سبوس گندم
57.16 \pm 2.14	4.31 \pm 0.69	77.28 \pm 0.88	21.60 \pm 3.47	Soybean meal کنجاله سویا
				Crude protein پروتئین خام
66.71 \pm 2.57	7.00 \pm 2.31	46.76 \pm 2.31	39.98 \pm 2.62	Alfalfa hay یونجه خشک
36.53 \pm 1.34	9.78 \pm 2.30	33.99 \pm 4.10	14.39 \pm 0.24	Wheat straw کاه گندم
67.81 \pm 3.54	6.92 \pm 2.88	62.04 \pm 4.17	33.06 \pm 3.13	Barley grain دانه جو
71.73 \pm 0.40	13.04 \pm 1.43	60.61 \pm 0.95	28.01 \pm 0.46	Corn grain دانه ذرت
46.52 \pm 1.54	3.88 \pm 0.16	72.39 \pm 5.33	14.91 \pm 1.74	Sugar beet pulp تفاله چغندر قند
84.24 \pm 0.72	28.67 \pm 2.56	51.68 \pm 0.77	40.27 \pm 0.29	Wheat bran سبوس گندم
49.63 \pm 2.24	3.52 \pm 0.40	84.44 \pm 1.81	14.88 \pm 1.70	Soybean meal کنجاله سویا

a : بخش قابل تجزیه سریع (درصد)؛ b : بخش قابل تجزیه کند (درصد)؛ c : نرخ تجزیه پذیری (واحد در ساعت)؛ ED: تجزیه پذیری مؤثر (درصد)

a : rapidly soluble fraction; b : potentially degradable fraction; c : rate of degradation of b ; ED: effective degradability

1- Effective degradability (ED)

تنظیم جیره‌ها بر اساس شاخص همزمانی: سه جیره بر اساس نیاز مواد مغذی توصیه شده توسط انجمن ملی تحقیقات (۲۰۰۷) و با نرم‌افزار^۱ SRNS (۲۰۰۷) با انرژی و پروتئین خام یکسان تنظیم شد (۲۴). سپس با مقادیر به دست آمده از تجزیه پذیری ماده آلی و پروتئین خام مواد خوراکی، قابلیت دسترسی ماده آلی و نیتروژن در شکمبه از رابطه زیر محاسبه شد (۲۸، ۳۳):

$$P = a + \{[(bc)/(c+k)][1 - e^{-(c+k)(t-L)}](e^{-kL})\}$$

در این رابطه، P قابلیت دسترسی ماده مغذی در زمان t و a و b فراسنجه‌های حاصل از تجزیه پذیری، k نرخ خروج از شکمبه در ساعت t و L به ترتیب زمان‌های تجزیه پذیری و تأخیر بود. شاخص همزمانی جیره‌ها با مقادیر به دست آمده از قابلیت دسترسی نیتروژن و ماده آلی با رابطه زیر محاسبه شد (۳۳):

$$SI = \frac{25 - \sum_{1-24} \sqrt{[(25 - \text{hourly } N/OM)^2]}}{24}$$

که در این رابطه، SI شاخص همزمانی، N و OM به ترتیب نیتروژن (گرم) و ماده آلی قابل دسترس شکمبه‌ای (کیلوگرم) جیره در ۲۴ ساعت و عدد ۲۵ حد مطلوب نسبت گرم نیتروژن به کیلوگرم ماده آلی تخمیر شده بود (۹). شاخص همزمانی جیره‌ها در سه سطح ۰/۵۹، ۰/۷۳ و ۰/۸۷ طوری تنظیم شدند که پروتئین خام، انرژی قابل متابولیسم و نسبت کنسانتره به علوفه برابر بوده یا تغییرات اندکی داشتند (جدول ۲). اندازه خرد کردن بخش علوفه‌ای و آسیاب کردن بخش کنسانتره‌ای در هر سه جیره یکسان بود.

پرواربندی بره‌ها: این آزمایش با ۲۱ رأس بره حدوداً ۸ ماهه نر لری با میانگین وزن $25/79 \pm 3/38$ کیلوگرم به مدت ۹۵ روز در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۷ تکرار انجام شد. بره‌ها در جایگاه انفرادی نگهداری شدند. کنترل سلامت عمومی، واکسیناسیون با واکسن آنتروتوکسمی و خوراندن داروی ضد انگل آلبندازول نیز در شروع آزمایش انجام شد. خوراکدهی دو بار در روز و در ساعات ۷ و ۱۹ انجام شد. توزین بره‌ها هر دو هفته یکبار با رعایت ۱۲ ساعت عدم دسترسی به آب و غذا انجام شده و برای تعیین افزایش وزن، تفاوت وزن ابتدا و انتهای دوره محاسبه شد. وزن خوراک داده شده و باقی مانده آن روزانه اندازه‌گیری شد.

1- Small Ruminant Nutrition System (SRNS)

جدول ۲- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی بر اساس ماده خشک.

Table 2. Ingredients and chemical composition of experimental diets on dry matter basis.

شاخص همزمانی جیره‌ها Synchrony index of diets			اقلام خوراکی (درصد کل جیره) Ingredients (% of ration)
0.87	0.73	0.59	
24.40	17.78	6.38	یونجه خشک Alfalfa hay
6.54	13.02	24.90	کاه گندم Wheat straw
21.54	38.10	58.00	دانه جو Barley grain
22.43	13.30	0.00	دانه ذرت Corn
13.08	0.00	3.20	تفاله چغندر قند Sugar beet pulp
6.54	13.30	4.90	سیوس گندم Wheat bran
4.67	2.67	0.00	کنجاله سویا Soybean meal
0.20	0.44	1.24	اوره گرانوله (۴۶ درصد نیتروژن) Granulated urea (N=%46)
0.50	0.50	0.50	مکمل معدنی و ویتامینه ^۱ Mineral-vitamin premix ¹
0.10	0.10	0.20	نمک Salt
0.00	0.79	0.68	کربنات کلسیم Calcium carbonate
ترکیب شیمیایی Chemical composition			
14.5	14.6	14.3	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)
118	117	119	پروتئین قابل متابولیسم (گرم در روز) Metabolisable protein (g d ⁻¹)
2.49	2.45	2.40	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری به ازای هر کیلوگرم) Metabolisable energy (Mcal Kg ⁻¹)
37.1	36.9	37.2	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (%)
43.4	43.1	45.2	کربوهیدرات غیرالیافی (درصد) Non fibrous carbohydrate (%)
2.7	2.8	2.2	عصاره اتری (درصد) Ether extract (%)
5.5	5.6	5.2	خاکستر (درصد) Ash (%)

۱- هر کیلوگرم از مکمل شامل ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۰ گرم فسفر، ۵۰ گرم سدیم، ۲۰ گرم منیزیم، ۳ گرم آهن، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم روی، ۲۸۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم ید و ۴ میلی‌گرم سلنیوم بود.

1- Containing vitamin A (500000 IU), vitamin D₃ (100000 IU), vitamin E (100 mg), P (20 g), Na (50 g), Mg (20 g), Fe (3 g), Mn (2 g), Zu (3 g), Cu (280 mg), Co (100 mg), I (100 mg), Se (4 mg) per kilograms.

بازده خوراک از نسبت افزایش وزن به مصرف خوراک محاسبه شد. برای تعیین قابلیت هضم ظاهری خوراک و مواد مغذی در کل دستگاه گوارش از خاکستر نامحلول در اسید به عنوان نشانگر داخلی استفاده شد. در روز ۵۵ پرواربندی ۳ رأس از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و به قفس‌های متابولیک- بدون تغییر در نحوه تغذیه- منتقل شدند. بعد از ۳ روز عادت‌پذیری، نمونه‌برداری از خوراک و مدفوع هر دام به طور جداگانه برای ۶ روز انجام و در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای تعیین خاکستر نامحلول در اسید، خاکستر حاصل از ۱۰ گرم نمونه خشک با ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به مدت ۵ دقیقه جوشانده و بعد از صاف کردن دوباره خاکستر آن تعیین شد (۳۷).

نمونه‌گیری از مایع شکمبه و تعیین فراسنجه‌های آن: در روز ۵۰ پرواربندی حدود ۵۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه با لوله معدی قبل از وعده خوراکی صبح و سه ساعت بعد از مصرف خوراک از دام‌ها اخذ و بلافاصله pH آن اندازه‌گیری شد. به هر میلی‌لیتر مایع شکمبه ۲۰ میکرولیتر اسید سولفوریک ۵۰ درصد اضافه شده و در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (۱۷). نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با اندکی تغییر در روش سوزا و همکاران (۲۰۱۳) تعیین شد (۳۵). حدود ۷ میلی‌لیتر از مایع شکمبه بلافاصله بعد از یخ‌گشایی به لوله آزمایش منتقل و برای ۱۵ دقیقه در ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۵ میلی‌لیتر از محلول شفاف در دستگاه تقطیر کجلدال با ۳۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکسید سدیم ۲ مول تقطیر شده و با اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال تیترا شد. در نهایت نیتروژن آمونیاکی بر حسب میلی‌گرم در دسی‌لیتر با رابطه
$$NH_3-N \text{ (mg dl}^{-1}\text{)} = \frac{V * N * f * 14 * 100}{L}$$
 که در آن V ، حجم اسید استاندارد مصرف شده؛ N ، نرمالته اسید استاندارد؛ f ، عامل تصحیح اسید استاندارد با محلول کربنات دی‌سدیم و L ، حجم مایع خالص آماده شده برای آزمایش بود، محاسبه شد.

برآورد ساخت پروتئین میکروبی و تعادل نیتروژن: در روز ۵۵ پرواربندی ۳ رأس دام از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و به قفس‌های متابولیک- بدون تغییر در نحوه تغذیه- منتقل شدند. بعد از ۳ روز عادت‌پذیری، ادرار و مدفوع هر دام به طور جداگانه و برای ۶ روز جمع‌آوری شد. ظروف جمع‌آوری ادرار حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۱۰ درصد بود. روزانه حدود ۷۰ میلی‌لیتر از ادرار جمع‌آوری شده به ظروف درب‌دار منتقل شده و در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. اسید اوریک ادرار با کیت شرکت پارس آزمون (کیت شماره ۱۴۰۰۰۳۱) و آلانتوئین ادرار به روش چن و گومس (۱۹۹۲) اندازه‌گیری شد (۵). پروتئین میکروبی ساخته شده از مجموع بازهای پورینی دفع شده

محاسبه شد (۵). بازده ساخت پروتئین میکروبی از نسبت پروتئین میکروبی تولیدی به ماده خشک مصرفی در روز به دست آمد. همچنین برای محاسبه بازده ساخت پروتئین میکروبی بر حسب ماده آلی تجزیه شده در شکمبه، تجزیه پذیری موثر ماده آلی جیره‌های آزمایشی محاسبه، و نسبت پروتئین میکروبی ساخته شده در روز به آن محاسبه شد. تعادل نیتروژن از کسر کل نیتروژن دفعی از ادرار و مدفوع، از نیتروژن دریافت شده از خوراک محاسبه شد.

خون‌گیری و تعیین فراسنجه‌های خونی: خونگیری از بره‌ها در دو مرحله شامل روز اول مصرف جیره اصلی (بعد از عادت پذیری) و روز ۶۵ پروار بندی قبل از خوراکدهی وعده صبح از سیاهرگ گردن انجام شد. غلظت آلبومین و نیتروژن اوره‌ای پلاسمای خون با دستگاه اتوآنالایزر (شرکت روچ، مدل کوباس، ساخت آلمان) و کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد.

تجزیه آماری داده‌ها: داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با رویه مدل‌های خطی عمومی^۱ به همراه مقایسه‌های متعامد چند جمله‌ای^۲ با نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه قرار گرفتند (۸). وزن اولیه بره‌ها به عنوان کواریت در نظر گرفته شد. در این طرح از مدل آماری $Y_{ijk} = \mu + T_j + R_j(T_i) + E_{ijk}$ استفاده شد. در این مدل Y_{ijk} نشان‌دهنده هر مشاهده در آزمایش، μ : میانگین کل جمعیت، T_j : اثر هر تیمار، $R_j(T_i)$: به عنوان کواریت و E_{ijk} : اثر اشتباه آزمایش بود. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح خطای ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های اقلام خوراکی و جیره‌ها: تفاوت‌های زیادی از نظر فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده آلی و پروتئین خام اقلام خوراکی مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین و کمترین بخش قابل تجزیه سریع ماده آلی و پروتئین خام به ترتیب مربوط به سبوس و کاه گندم بود. هرچند ماده آلی دانه ذرت از بخش قابل تجزیه کند بیشتری نسبت به دانه جو برخوردار بود اما پروتئین خام آن‌ها از نظر این فراسنجه تفاوت نداشت. سبوس گندم و دانه جو به ترتیب دارای بیشترین نرخ تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر ماده آلی بودند. نرخ تجزیه پذیری پروتئین خام در محدوده ۳/۵۲ (کنجاله سویا) و ۲۸/۶۷ (سبوس گندم) درصد بود. جیره‌های آزمایشی حاوی ۳۱ درصد علوفه و ۶۹ درصد کنسانتره و میانگین پروتئین خام و

1- General linear model (GLM)

2- Orthogonal polynomial

انرژی قابل متابولیسم آن‌ها به ترتیب ۱۴/۴۷ درصد و ۲/۴۵ مگا کالری به ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره بود (جدول ۲).

قابلیت هضم ظاهری: تیمارهای آزمایشی از نظر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، عصاره اتری، لیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۳). تیمار سوم بیشترین مقادیر را داشت. بین تیمارهای اول و دوم، از نظر قابلیت هضم مواد مغذی به جز عصاره اتری تفاوت معنی داری مشاهده نشد. مطابق نتایج این پژوهش، واتی و همکاران (۲۰۱۵) افزایش قابلیت هضم را در بره‌های نر پرواری تغذیه شده با جیره‌های همزمان‌سازی شده با شاخص‌های ۰/۳۷، ۰/۵ و ۰/۶۳ گزارش کردند (۴۰). نتایج مشابهی از نظر قابلیت هضم از تخمیر آزمایشگاهی جیره‌هایی با شاخص همزمانی بالا (از ۰/۷۱ تا ۰/۹۵) گزارش شد (۳۰). چامپاوادتی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که با افزایش شاخص همزمانی قابلیت هضم ماده آلی و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی افزایش و قابلیت هضم ماده خشک تمایل به افزایش معنی داری داشت. هرچند قابلیت هضم پروتئین خام و لیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاوتی نداشتند (۶). هضم میکروبی تأمین کننده انرژی و مواد اولیه برای میکروب‌های شکمبه و حیوان است. عوامل اصلی هضم، میکروب‌های شکمبه هستند (۳۸). افزایش جمعیت باکتریایی شکمبه با افزایش شاخص همزمانی توسط پژوهشگران پیشین گزارش شد (۶، ۱۹، ۳۳). افزایش شاخص همزمانی با اثر مثبت بر جمعیت میکروبی شکمبه سبب افزایش تخمیر شکمبه‌ای و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود. در مقابل، برخی پژوهشگران گزارش کردند که افزایش شاخص همزمانی تأثیری بر قابلیت هضم ندارد (۱۶ و ۳۳). در پژوهشی که توسط سینکلیر و همکاران (۱۹۹۳) روی دو نوع جیره با شاخص همزمانی ۰/۵۸ و ۰/۹۳ انجام شده تفاوتی در قابلیت هضم ماده آلی و کربوهیدرات مشاهده نشد (۳۳). سایر پژوهشگران نیز گزارش کردند که همزمانی منابع انرژی و پروتئین تأثیری بر هضم ماده آلی و پروتئین خام نداشت (۱۶). عوامل زیادی مانند ترکیب ماده خوراکی، ترکیب جیره، فرآوری، نوع حیوان و سطح خوراک‌دهی قابلیت هضم مواد مغذی را در دستگاه گوارش حیوان متأثر می‌سازند و با وجود یا عدم همسویی آن عوامل با شاخص همزمانی مواد مغذی، قابلیت هضم می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد. سینکلیر و همکاران (۱۹۹۳) محتوای دیواره سلولی و نشاسته مواد خوراکی مصرفی را در قابلیت هضم جیره غذایی موثر دانستند (۳۳).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف شاخص همزمانی بر مصرف و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در روزهای ۵۵ تا ۶۵ دوره پروار بندی.

Table 3. Effect of synchrony index levels on intake and apparent digestibility of nutrients from 55 to 65 fattening period days.

Polynomial contrast ¹	P-value	SEM ²	شاخص همزمانی			صفات مورد مطالعه Items	
			Synchrony index				
درجه دوم Quadratic	خطی Linear		0.87	0.73	0.59		
مصرف (گرم در روز) (Intake (g day ⁻¹))							
0.4313	0.0851	0.1437	96.0	1529	1475	1227	ماده خشک Dry matter
0.4730	0.0742	0.1333	89.7	1456	1391	1161	ماده آلی Organic matter
0.5953	0.1708	0.2947	10.4	200	195	176	پروتئین خام Crude protein
0.0116	0.0004	0.0006	1.7	49 ^a	48 ^a	28 ^b	عصاره اتری Ether extract
0.1036	0.5793	0.1925	6.3	72	84	67	خاکستر Ash
0.6042	0.1098	0.2057	51.0	682	643	537	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber
0.6550	0.5565	0.7681	19.4	220	201	203	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber
0.3345	0.0446	0.0750	27.1	525 ^a	506 ^{ab}	419 ^b	کربوهیدرات‌های غیرالیافی Non fibrous carbohydrates
قابلیت هضم ظاهری (درصد) (Apparent digestibility (%))							
0.0804	0.0137	0.0251	1.56	77.13 ^a	68.87 ^b	68.66 ^b	ماده خشک Dry matter
0.0951	0.0184	0.0331	1.63	78.17 ^a	70.12 ^b	69.97 ^b	ماده آلی Organic matter
0.0812	0.7203	0.1693	2.14	72.78	67.88	73.97	پروتئین خام Crude protein
0.1209	0.0274	0.0327	2.81	56.95 ^a	56.80 ^a	44.26 ^b	عصاره اتری Ether extract
0.5166	0.0897	0.1954	3.41	56.36	48.30	45.86	خاکستر Ash
0.1090	0.0007	0.0018	1.80	73.09 ^a	59.08 ^b	53.35 ^b	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber
0.0955	0.0117	0.0232	3.40	57.66 ^a	39.78 ^b	38.36 ^b	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber
0.1080	0.3786	0.1640	1.65	88.78	86.13	91.11	کربوهیدرات‌های غیرالیافی Non fibrous carbohydrates

۱- معنی داری اثر تیمار؛ ۲- انحراف استاندارد میانگین‌ها؛ * در هر ستون میانگین‌های با حروف غیرمشابه دارای تفاوت معنی دار می‌باشند ($P < 0.05$).

1- Significance of treatment effect. 2- Standard error of means. *Means in the same row with the different letters are significantly different ($P < 0.05$).

فراسنجه‌های شکمبه‌ای: اثر تیمارهای آزمایشی بر pH و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه قبل از وعده خوراک‌دهی صبح معنی‌دار نبود که این نتیجه با گزارش‌های پیشین منطبق است (۶ و ۲۸) اما در سه ساعت پس از مصرف خوراک تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی مربوط به تیمار با شاخص همزمانی کمتر بود. در پژوهش‌های پیشین (۶ و ۲۸) جیره‌های با شاخص همزمانی کم از نیتروژن آمونیاکی بیشتری در مایع شکمبه در ساعت‌های اولیه پس از مصرف خوراک نسبت به جیره‌های با شاخص همزمانی بالا برخوردار بودند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری از نظر این دو صفت باهم نداشتند. در جیره‌های با شاخص‌های همزمانی مختلف (از ۰/۶۱ تا ۰/۸۶) در بره‌ها مشخص شد که همزمانی مواد مغذی اثر معنی‌داری بر میانگین pH و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در ساعات مختلف نمونه‌گیری، نداشت (۲۸). نتایج مشابه دیگری در جیره‌های با شاخص‌های همزمانی مختلف (از ۰/۳۹ تا ۰/۷۴) در گوساله‌های پرواری برای این دو متغیر به‌دست آمد (۶). مقادیر pH مایع شکمبه به‌دست آمده در این پژوهش تقریباً در محدوده طبیعی (۶/۰ تا ۷/۰) و مناسب هضم میکروبی بود (۳۸). شکمبه یک محیط با پایداری نسبی بوده و در شرایط معمول تغذیه‌ای می‌تواند ثبات نسبی خود را حفظ نماید، از این‌رو pH و نیتروژن آمونیاکی آن در شرایط ناشتا نسبت به ساعات پس از مصرف خوراک که فرصت کافی برای تنظیم شرایط داخلی خود داشته تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نداشت. میانگین pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه و مقادیر آن در سه ساعت پس از مصرف خوراک با افزایش شاخص همزمانی کاهش یافت. این نتایج نشان‌دهنده فراهمی مناسب منابع نیتروژنی و انرژی یا همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای مواد مغذی است که سبب استفاده بهینه از منابع نیتروژنی آمونیاکی و کاهش غلظت آن همچنین افزایش نرخ تخمیر، تولید اسیدهای چرب فرار و کاهش pH شکمبه شده است. افزایش پروتئین قابل دسترس شکمبه‌ای در افزایش غلظت‌های اسیدهای آلی و کاهش pH شکمبه‌ای توسط پژوهشگران پیشین گزارش شد (۱۳). تشکیل و ذخیره گلیکوژن میکروبی زمانی که کربوهیدرات‌های وارد شده به سلول بیشتر از ظرفیت گلیکولیز برای تخمیر و استحصال ATP از آن می‌شود، افزایش یافته و زمانی که نشانه‌های کاهش انرژی درون سلولی با افزایش AMP، ADP و اورتوفسفات رخ می‌دهد، کاهش می‌یابد (۳). فراهمی مواد مغذی محدودکننده مانند نیتروژن، اسیدآمین، پپتیدها و پروتئین قابل تجزیه در شکمبه سبب تحریک ساخت مولکول‌های درشت (افزایش رشد میکروبی) و افزایش نیاز ATP سلول‌های میکروبی برای تأمین انرژی آن می‌شود. در این وضعیت همزمانی فراهمی منابع نیتروژنی و انرژی سبب افزایش بازدهی و جلوگیری از هدرروی این دو منبع اصلی می‌شود. با مصرف ATP و افزایش ADP به همراه اورتوفسفات، مسیر واکنش‌ها بعد از ورود هگزوز به

درون سلول، به جای ساخت گلیکوژن به سمت گلیکولیز پیش می‌رود که این هم می‌تواند تولید لاکتات و یا اسیدهای چرب فرار را به‌ویژه در جیره‌های پرکنسانتره افزایش دهد که نتیجه آن کاهش pH شکمبه است (۱۴).

ساخت پروتئین میکروبی: تیمارهای آزمایشی از نظر ساخت پروتئین میکروبی تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). این نتیجه با یافته‌های پیشین در بره‌های پروراری تغذیه شده با جیره‌هایی با شاخص همزمانی ۰/۶۱، ۰/۷۶ و ۰/۸۵ (۲۸) و گوساله‌های پروراری تغذیه شده با جیره‌هایی با شاخص همزمانی ۰/۷۷، ۰/۹۵ و ۰/۹۵ (۲۷) مطابقت داشت، اما با نتایج پژوهش‌های انجام شده در گوسفند‌های نر فیستوله‌گذاری شده که با جیره‌هایی با شاخص همزمانی ۰/۵۸ و ۰/۹۳ تغذیه شدند (۳۳) و گوسفند‌های نر یکساله در قفس‌های متابولیک (با شاخص همزمانی ۰/۵ و ۰/۷) (۱۶) در تقابل است. در سایر پژوهش‌های پیشین روی گاو نتایج موافق (۱۸، ۲۷) یا مخالف (۲۱، ۳۰، ۳۱) با یافته این پژوهش در مورد ساخت پروتئین میکروبی گزارش شد. در تنظیم جیره‌ها علاوه بر یکسان بودن (یا اختلاف ناچیز) ترکیب شیمیایی مانند پروتئین خام، ایفای نامحلول در شوینده خنثی و محتوای انرژی، نسبت علوفه به کنسانتره هم برابر بود. ساختار جیره‌ها هم از نظر اندازه ذرات علوفه و کنسانتره یکسان بود. علاوه بر همسان‌سازی، این جیره‌ها غنی از کنسانتره بوده، دام‌ها به‌طور مداوم به آن‌ها دسترسی داشتند و در سطحی خوراکی شدند تا باقی‌مانده خوراک در ۲۴ ساعت ۱۵ درصد باشد. این عوامل سبب شد تا تیمارهای آزمایشی از نظر ساخت پروتئین میکروبی مشابه باشند. برخی پژوهشگران گزارش کردند که کیفیت علوفه می‌تواند عاملی تأثیرگذار در نتایج آزمایش‌هایی با موضوع همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای باشد به‌طوری‌که تیمارهایی که در آن از بخش علوفه‌ای با کیفیت پایین استفاده می‌شود نتایج مثبت و مشهودتری از تغییرات ایجاد شده برای افزایش همزمان سازی تخمیر آن‌ها در شکمبه داشتند (۱۵). برخی گزارش‌های پیشین تأثیر مثبت افزایش همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای با جیره‌ای حاوی ۴۵ درصد کاه گندم را در ساخت پروتئین میکروبی هم نشان دادند (۳۳). در گزارش‌های دیگری نیز از ۵۵ درصد کاه برنج (۶) و ۵۰ درصد از یک علوفه گراسه با محتوای پروتئین خام ۸/۴ درصد (۱۶) استفاده شد. لذا برای رسیدن به موفقیت در همزمانی تغذیه‌ای باید کلیه جوانب مربوط به منابع جیره‌ای و غیرجیره‌ای مواد مغذی در نظر گرفته شود (۱۲). در واقع جیره تنها عامل تعیین کننده کمیت و کیفیت مواد مغذی فراهم شده برای جمعیت میکروبی شکمبه و حیوان نیست بلکه مخازن داخل بدن و شکمبه نیز قابلیت دسترسی برخی مواد مغذی از جمله نیتروژن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. امکان بازچرخش یا برگشت نیتروژن از مخزن بدنی آن (اوره) به شکمبه از راه بزاق و مخزن شکمبه‌ای آن (میکروب‌های متلاشی شده) وجود دارد. همچنین، برخی مخازن داخل شکمبه‌ای

کربوهیدرات از جمله ذخایر گلیکوژنی درون سلول میکروبی که به هنگام مازاد کربوهیدرات‌های سهل‌الهضم در شکمبه افزایش و به هنگام نیاز باکتری‌ها به انرژی تجزیه شده و کاهش می‌یابد، می‌تواند به‌عنوان یک تعدیل‌کننده عمل نماید (۱۴). به‌نظر می‌رسد که مجموعه‌ای از عوامل جیره‌ای (شباهت ترکیب شیمیایی و ساختاری) و عوامل غیرجیره‌ای از جمله تلاش حیوان برای برقراری هموستازی (۱۲) و اثر تعدیلی مخازن مواد مغذی بدن و شکمبه مانع بروز اثر شاخص همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای در بازدهی و ساخت پروتئین میکروبی شده‌اند.

جدول ۴- اثر سطوح مختلف شاخص همزمانی بر pH و نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) مایع شکمبه و ساخت پروتئین میکروبی در بره‌های نر لری.

Table 4. Effect of synchrony index levels on rumen pH and NH₃-N (mg dl⁻¹) concentration and microbial protein synthesis in Lori male lambs.

تقابل چند جمله‌ای ^۱		شاخص همزمانی					صفات مورد مطالعه Items
Polynomial contrast ^۲		Synchrony index			SEM ^۱	P-value	
درجه دوم Quadratic	خطی Linear	0.87	0.73	0.59			
0.7245	0.8826	0.9274	0.11	6.51	6.54	6.48	pH (قبل خوراک‌دهی) (Before feeding)
0.6743	0.0025	0.0086	0.10	5.93 ^b	6.15 ^b	6.47 ^a	pH (۳ ساعت بعد خوراک‌دهی) (3 hours after feeding)
0.9667	0.0127	0.0405	0.06	6.22 ^b	6.34 ^{ab}	6.48 ^a	میانگین pH مایع شکمبه Average rumen pH
0.1493	0.5857	0.2974	0.09	9.86	8.51	10.57	غلظت نیتروژن آمونیاکی (قبل خوراک‌دهی) NH ₃ -N (Before feeding)
0.2108	0.0409	0.0636	1.28	16.35 ^b	16.35 ^b	20.50 ^a	غلظت نیتروژن آمونیاکی (۳ ساعت بعد خوراک‌دهی) NH ₃ -N (3 hours after feeding)
0.0680	0.0451	0.0346	0.77	13.10 ^b	12.43 ^b	15.53 ^a	میانگین غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه Average rumen NH ₃ -N
0.6504	0.9933	0.8903	3.25	32.88	34.68	32.83	ساخت پروتئین میکروبی (گرم در روز) Microbial protein synthesis (g d ⁻¹)
0.7658	0.0871	0.1896	1.57	21.56	23.63	26.85	بازده بر حسب ماده خشک ^۳ (درصد) Efficiency dry matter basis ³ (%)
0.5152	0.4164	0.5635	3.15	48.59	48.15	52.86	بازده بر حسب ماده آلی ^۴ (درصد) Efficiency organic matter basis ⁴ (%)

۱- انحراف استاندارد میانگین؛ ۲- معنی‌داری اثر تیمار ۳- بازده ساخت پروتئین میکروبی به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مصرف شده؛ ۴- بازده ساخت پروتئین میکروبی به ازای هر کیلوگرم ماده آلی تجزیه شده در شکمبه. *در هر ستون میانگین‌های با حروف غیرمشابه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

1- Standard error of means; 2- Significance of treatment effect; 3- Efficiency of microbial protein synthesis per kg of dry matter intake; 4- Efficiency of microbial protein synthesis per kg of degradable organic matter in rumen. *Means in the same row with the different letters are significantly different ($P < 0.05$).

تبادل و ابقاء نیتروژن: هرچند کل نیتروژن دفع شده تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نداشت اما نیتروژن دفع شده از ادرار در بررسی روند خطی اثر همزمانی تمایل به کاهش معنی‌داری را نشان می‌داد ($P=0/0678$) اما در بررسی همین روند نیتروژن ابقاء شده تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P=0/0247$) و با افزایش سطح همزمانی این صفت افزایش یافت. در این آزمایش بازده ابقاء نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۵). افزایش ابقاء نیتروژن در بره‌های در حال رشد با افزایش همزمانی در فراهمی انرژی و نیتروژن در شکمبه توسط پژوهشگران پیشین گزارش شده است (۲۲) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. پژوهش‌های انجام شده در بره‌های نر در حال رشد (تغذیه شده با جیره‌هایی با شاخص همزمانی ۰/۵۵ تا ۰/۸۷) (۴۱) و گاوهای شیری (۲۰) نشان داد که فراهمی همزمان انرژی و نیتروژن اثر معنی‌داری در دفع نیتروژن از حیوان نداشت هرچند سبب بهبود ساخت پروتئین میکروبی شده است. گزارش‌های دیگری نیز مبنی بر عدم تأثیر همزمانی مواد مغذی بر ابقاء نیتروژن وجود دارد (۱۶، ۲۸، ۴۱). با توجه به این‌که مقدار مصرف و قابلیت هضم پروتئین خام بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳) اما بهبود نیتروژن ابقاء شده می‌تواند با بهبود افزایش وزن کل یا روزانه بره‌ها هر چند که سطح احتمال آن تمایل به معنی‌داری ($P=0/0608$) را نشان می‌دهد (جدول ۶) توجیه شود.

فراسنجه‌های خونی: تفاوت معنی‌داری بین مقادیر نیتروژن اوره‌ای خون در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده شد به طوری که تیمار سوم با شاخص همزمانی بالا نسبت به دو تیمار دیگر از مقادیر کمتری برخوردار بود ($P=0/0036$). به طور کلی با افزایش سطح همزمانی غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کاهش یافت ($P=0/0014$ ؛ جدول ۶). برخلاف نتیجه به‌دست آمده در این پژوهش، پژوهشگران پیشین اثر معنی‌داری را از همزمانی ماده مغذی روی اوره پلاسمای بره‌های پرواری (شاخص همزمانی جیره‌ها ۰/۶۱، ۰/۷۶ و ۰/۸۵) (۲۸)، گوسفندان فیستوله‌گذاری شده (شاخص همزمانی جیره‌ها ۰/۵ و ۰/۷) (۱۶) و تغذیه تلیسه‌های در حال رشد (شاخص همزمانی جیره‌ها ۰/۷۳ و ۰/۸۳) (۳۲) مشاهده نکردند. در مقابل گزارش‌هایی با استفاده از گاوهای گوشتی مبنی بر موثر بودن جیره‌های غذایی با سطوح مختلف همزمانی ماده مغذی (شاخص همزمانی جیره‌ها ۰/۳۹، ۰/۵۰، ۰/۶۲ و ۰/۷۴) بر نیتروژن اوره‌ای خون وجود دارد (۶) به طوری‌که با افزایش شاخص همزمانی ماده مغذی در جیره‌های استفاده شده غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کاهش یافته است. رابطه همسویی بین غلظت نیتروژن

آمونیاکی شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون وجود دارد به طوری که با افزایش شاخص همزمانی در بین تیمارهای آزمایشی از غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون کاسته شده است. گزارش‌هایی مبنی بر افزایش نیتروژن اوره‌ای خون به دنبال افزایش نیتروژن آمونیاکی شکمبه وجود دارد (۳۱). وضعیت غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون (کاهش معنی‌دار هر دو همگام با افزایش شاخص همزمانی) در بین تیمارهای آزمایشی به همراه زیاد بودن ابقاء نیتروژن نشان‌دهنده بهبود بازدهی استفاده از نیتروژن همگام با افزایش همزمانی ماده مغذی است. عوامل اصلی برای رشد و تکثیر سلولی در شکمبه انرژی، اسکلت کربنی و منابع مناسب نیتروژنی (آمونیاک، اسیدآمینها و پپتیدها) هستند. در جیره‌های غنی از کنسانتره محدودیت چندانی از نظر منابع انرژی و اسکلت کربنی برای رشد سلول باکتری‌های شکمبه به دلیل فراوانی کربوهیدرات‌های سهل‌الهضم وجود ندارد و اغلب منابع نیتروژنی عامل اصلی محدودکننده رشد میکروبی هستند (۱۴). در این پژوهش مقدار پروتئین خام سه جیره برابر بوده اما قابلیت دسترسی همزمان و مقادیر متناسب آن با منابع انرژی (به‌طور عمده کربوهیدرات‌ها) حاصل از تجزیه ماده آلی با یکدیگر متفاوت بود. بنابراین با افزایش شاخص همزمانی در جیره‌ها دسترسی همزمان و متناسب عوامل اصلی دخیل در ساخت پروتئین میکروبی، سبب استفاده بیشتر از منابع نیتروژنی موجود در شکمبه و کاهش اتلاف ATP حاصل از تخمیر کربوهیدرات (از مسیر تبدیل گلوکز-۶- فسفات به گلیکوژن که نیازمند مصرف یک ATP است و مسیر هدررفت انرژی^۱) شد. این انرژی در مسیر رشد و تکثیر سلولی قرار گرفته و بازدهی آن را افزایش داد (۱۴). سینکلیر و همکاران (۱۹۹۳) نیز گزارش کردند که جیره‌هایی که از شاخص همزمانی بالایی (۰/۹۳ در مقابل ۰/۵۸) برخوردار هستند، می‌توانند با در اختیارگیری بهتر نیتروژن بازده استفاده از آن را در گوسفند افزایش دهند (۳۳).

جدول ۵- اثر سطوح مختلف شاخص همزمانی بر تعادل و ابقاء نیتروژن و فراسنجه‌های خونی در بره‌های نر لری.

Table 5. Effect of synchrony index levels on nitrogen balance and reinstating and blood parameters in Lori male lambs.

تقابل چند جمله‌ای ۱		شاخص همزمانی					صفات مورد مطالعه Items
Polynomial contrast ²		P-value	SEM1	Synchrony index			
درجه دوم Quadratic	خطی Linear			0.87	0.73	0.59	
0.4313	0.0851	0.1437	96.0	1529	1475	1227	مصرف ماده خشک ۳ (گرم در روز) Dry matter intake ³ (g d ⁻¹)
0.5419	0.0980	0.2005	1.41	32.08	31.24	28.18	نیتروژن مصرفی (گرم در روز) Nitrogen intake (g d ⁻¹)
0.1257	0.3192	0.1953	0.94	8.79	10.11	7.34	نیتروژن دفع شده از مدفوع (گرم در روز) Nitrogen excretion from feces (g d ⁻¹)
0.6459	0.0678	0.1545	0.47	2.87	3.88	4.34	نیتروژن دفع شده از ادرار (گرم در روز) Nitrogen excretion from urine (g d ⁻¹)
0.1038	0.9860	0.2387	0.99	11.66	13.99	11.68	کل نیتروژن دفع شده ^۴ (گرم در روز) Total nitrogen excretion ⁴ (g d ⁻¹)
0.3307	0.0247	0.0528	0.93	20.42 ^a	17.25 ^{ab}	16.50 ^b	نیتروژن ابقاء شده (گرم در روز) Reinstated nitrogen (g d ⁻¹)
0.0674	0.1477	0.0835	2.23	63.83	55.14	58.60	بازده ابقاء نیتروژن (درصد) Reinstated nitrogen efficiency (%)
0.3700	0.9729	0.6637	0.21	3.88	4.10	3.87	آلبومین خون (گرم در لیتر) Blood albumin (g L ⁻¹)
0.2765	0.0014	0.0036	1.03	11.68 ^b	15.69 ^a	16.88 ^a	نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) Blood urea nitrogen (mg dl ⁻¹)

۱- انحراف استاندارد میانگین؛ ۲- معنی‌داری اثر تیمار؛ ۳- میانگین مصرف ماده خشک طی دوره جمع‌آوری ادرار ۴- ریزش پشم و لایه‌های جدا شده از پوست ناچیز در نظر گرفته شد. * در هر ستون میانگین‌های با حروف غیرمشابه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

1- Standard error of means; 2- Significance of treatment effect ; 3- Average of dry mater intake in urine collection period; 4- Wool loss and dandruff skin was considered negligible. *Means in the same row with the different letters are significantly different ($P < 0.05$).

عملکرد رشد بره‌ها: تفاوت بین تیمارها در صفات مربوط به عملکرد دام از جمله وزن نهایی، کل افزایش وزن، افزایش وزن روزانه و بازده خوراک (جدول ۶) تمایل به معنی‌داری را نشان می‌دهند ($P < 0.10$). بین مصرف ماده خشک خوراک و مواد مغذی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این نتایج با برخی یافته‌های پیشین مطابقت دارد از جمله در پژوهشی که روی بره‌های پرواری توسط جیره‌هایی با شاخص همزمانی ۰/۶۱، ۰/۷۶ و ۰/۸۵ (۲۸) و ۰/۳۷، ۰/۵ و ۰/۶۳ (۴۰) انجام شد، مشخص شد که برقراری شرایط همزمانی ماده مغذی تأثیر چندانی بر مصرف خوراک و افزایش وزن نداشت. مطالعه مشابه دیگری در گوسفندان فیستوله‌گذاری شده (شاخص همزمانی جیره‌ها ۰/۵ و ۰/۷) عدم تأثیر را بر مصرف خوراک نشان داد (۱۶). همچنین مورایس و همکاران (۲۰۱۴) اثر همزمانی ماده مغذی را بر عملکرد گوساله‌های پرواری که در

مرتج چرا می‌کردند مورد ارزیابی قرار داده و گزارش کردند که افزایش همزمانی تأثیر چندانی بر مصرف ماده خشک و عملکرد نداشته است (۲۳). در مقابل برخی پژوهش‌ها تأثیر معنی‌دار اثر همزمانی ماده مغذی را بر افزایش وزن به همراه بهبود بازده خوراک را در بره‌های نر (شاخص همزمانی جیره‌ها ۰/۵۵ تا ۰/۸۷) (۴۱) گزارش کرده‌اند. در این پژوهش کمترین و بیشترین شاخص همزمانی جیره‌های آزمایشی به ترتیب ۰/۵۹ و ۰/۸۷ بود. با توجه به تمایل به معنی‌دار شدن صفات مهمی مانند کارایی ابقای نیتروژن، عملکرد رشد و بازده خوراک، تنظیم جیره‌های آزمایشی برای پژوهش‌های آینده با تفاوت بیشتری در کمینه و بیشینه شاخص همزمانی، احتمال دارد که سبب معنی‌دار شدن نتایج مطلوب شود.

جدول ۶- اثر سطوح مختلف شاخص همزمانی بر عملکرد رشد و مصرف مواد مغذی در بره‌های پرواری نر لری.

Table 6. Effect of synchrony index levels on growth performance and intake of nutrients in Lori feedlot male lambs.

تقابل چند جمله‌ای ^۲	P-value	SEM ^۱	شاخص همزمانی			صفات مورد مطالعه Items	
			Synchrony index				
Polynomial contrast ^۲			0.87	0.73	0.59		
درجه دوم Quadratic	خطی Linear						
-	-	0.9913	1.37	25.97	25.74	25.73	وزن اولیه (کیلوگرم) Initial live weight (kg)
0.6212	0.0608	0.0070	0.97	43.44	41.29	40.43	وزن نهایی (کیلوگرم) Final live weight (kg)
0.6212	0.0608	0.0844	0.97	17.47	15.54	14.70	کل افزایش وزن (کیلوگرم) Total weight gain (kg)
0.6212	0.0608	0.0844	11.95	216	192	181	افزایش وزن روزانه (گرم) Daily weight gain (g)
0.8894	0.0502	0.0599	0.006	0.14	0.13	0.12	بازده خوراک Feed efficiency
0.5112	0.2417	0.4185	38.66	1565	1502	1499	مصرف (گرم در روز) Intake (g day ⁻¹)
0.4601	0.2752	0.4310	36.60	1479	1418	1421	ماده خشک Dry matter
0.8256	0.1310	0.3253	5.57	227	219	214	ماده آلی Organic matter
0.3862	0.2696	0.4004	14.36	581	554	557	پروتئین خام Crude protein
0.1446	0.9116	0.3405	17.18	679	647	677	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber
							کربوهیدرات‌های غیرالیافی Non fibrous carbohydrates

۱- انحراف استاندارد میانگین؛ ۲- معنی‌داری اثر تیمار* در هر ستون میانگین‌های با حروف غیرمشابه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

1- Standard error of means; 2- Significance of treatment effect. *Means in the same row with the different letters are significantly different ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی: هرچند افزایش شاخص همزمانی نرخ تخمیر شکمبه‌ای مواد مغذی در جیره‌های غنی از کنسانتره بره‌های پرواری انتظار دستیابی به نتایج مطلوبی همچون افزایش ساخت و بازدهی پروتئین میکروبی، کاهش دفع نیتروژن و آلودگی زیست محیطی و افزایش مصرف خوراک و مواد مغذی را در این پژوهش برآورده نکرد اما نتایج نامطلوبی نیز از نظر تغذیه، پرورش و سلامتی دام مشاهده نشد. با توجه به اثرات مفیدی همچون افزایش قابلیت هضم و ابقای نیتروژن همچنین کاهش نیتروژن اوره‌ای خون و بهبود نسبی در عملکرد رشد و بازده خوراک، توجه به این شاخص هنگام تنظیم جیره‌های دام‌های پرواری می‌تواند مفید باشد.

منابع

1. Anggraeny, Y.N., Soetanto, H., and Kusmartono, H. 2014. Effect of synchronizing the rate degradation of protein and organic matter of feed base on rice by product on fermentation characteristic and synthesis protein microbial. *IOSR J. Agric. Vet. Sci.* 7: 26-32.
2. AOAC. 2002. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
3. Ball, S.G., and Morell, M.K. 2003. From bacterial glycogen to starch: Understanding the biogenesis of the plant starch granule. *Annu. Rev. Plant Biol.* 54: 207-233.
4. Broderick, G.A. 2006. Nutritional strategies to reduce crude protein in dairy diets. P 1-14, In: Proceedings of 21st Southwest Nutrition and Management Conference, Tempe, AZ. University of Arizona, Tucson, AZ.
5. Chen X.B., and Gomes, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - An overview of the technical details. Rowett Research Institute, Bucksburn Aberdeen AB2 9SB, UK. 21p.
6. Chumpawadee, S., Sommart, K., Vongpralub, T., and Pattarajinda, V. 2006. Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, blood urea nitrogen and nutrient digestibility in beef cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19: 181-188.
7. Cole, N.A., and Todd, R.W. 2008. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in concentrate-fed ruminants. *J. Anim. Sci.* 86 (E. Suppl.): E318-E333.
8. Cue, R.I. 2006. Statistical methods AEMA-610. Department of Animal Science. McGill University. 281p.
9. Czerwaski, J.W. 1986. An Introduction to Rumen Studies. Pergamon Press, Oxford, UK, 236p.

10. Dewhurst, R.J., Davies, D.R., and Merry, R.J. 2000. Microbial protein supply from the rumen. *J. Anim. Feed Sci. Technol.* 85: 1-21.
11. Dhanoa, M.S. 1988. On the analysis of Dacron bag data for low degradability feeds. *J. Grass Forage Sci.* 43: 441-444.
12. Hall, M.B., and Huntington, G.B. 2008. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. *J. Anim. Sci.* 86(E. Suppl.): E287-E292.
13. Hall, M.B., Larson C.C., and Wilcox, C.J. 2010. Carbohydrate source and protein degradability alter lactation, ruminal, and blood measures. *J. Dairy Sci.* 93: 311-322.
14. Hall, M.B. 2013. Dietary starch source and protein degradability in diets containing sucrose: Effects on ruminal measures and proposed mechanism for degradable protein effects. *J. Dairy Sci.* 96: 7093-7109.
15. Hersom, M.J. 2008. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in forage-fed ruminants. *J. Anim. Sci.* 86: E306-E317.
16. Ichinohe, T., and Fujihara, T. 2008. Adaptive changes in microbial synthesis and nitrogen balance with progressing dietary feeding periods in sheep fed diets differing in their ruminal degradation synchronicity between nitrogen and organic matter. *J. Anim. Sci.* 79: 322-331.
17. Kargar, S., Ghorbani, G.R., Alikhani, M., Khorvash, M., Rashidi, L., and Schingoethe, D.J. 2012. Lactational performance and milk fatty acid profile of Holstein cows in response to dietary fat supplements and forage: concentrate ratio. *Livest. Sci.* 150: 274-283.
18. Kaswari, T., Lebzien, P., and Flachowsky, G. 2007. Studies on the relationship between the synchronization index and the microbial protein synthesis in the rumen of dairy cows. *J. Anim. Feed Sci. Technol.* 139: 1-22.
19. Kim, C.H. 2001. Effect of different protein sources given synchronously or asynchronously in to the rumen of consuming a beef cattle diet high in concentrate on the synthesis of microbial protein. *J. Anim. Sci. Technol.* 43: 831-840.
20. Kim, K.H., Choung, J.J., and Chamberlian, D.G. 1999. Effects of varying the degree of synchrony of energy and nitrogen release in the rumen on the synthesis of microbial protein in lactating dairy cows consuming a diet of grass silage and a cereal-based concentrate. *J. Sci. Food Agric.* 79: 1441-1447.
21. Kolver, E., Muller, L.D., Varga, G.A., and Cassidy, T.J. 1998. Synchronization of ruminal degradation of supplemental carbohydrate with pasture nitrogen in lactating dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 81: 2017-2028.
22. Matras, J., Bartle, S.J., and Preston, R.L. 1991. Nitrogen utilization in growing lambs: Effects of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. *J. Anim. Sci.* 69: 339-347.

23. Morais, J.A.S., Queiroz, M.F.S., Keli, A., Vega, A., Fiorentini, G., Canesin, R.C., Reis, R.A., and Berchielli, T.T. 2014. Effect of supplementation frequency on intake, behavior and performance in beef steers grazing Marandu grass. *J. Anim. Feed Sci. Technol.* 189: 63-71.
24. NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Natl. Acad. Press, Washington D.C.
25. Ørskov, E.R., and McDonald, I. 1979. The estimation of protein digestibility in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agri. Sci. Camb.* 92: 499-503.
26. Pfeffer, E., and Hristov, A.N. 2005. Nitrogen and phosphorous nutrition of cattle. First edition. CABI Publishing. USA. 304p.
27. Piao, M.Y., Kim, H.J., Seo, J.K., Park, T.S., Yoon, J.S., Kim, K.H., and Ha, J.K., 2012. Effects of synchronization of carbohydrate and protein supply in total mixed ration with Korean rice wine residue on ruminal fermentation, nitrogen metabolism and microbial protein synthesis in Holstein steers. *Asian-Aust. J. Anim Sci.* 25: 1568-1574.
28. Richardson, J.M., Wilkinson, R.G., and Sinclair, L.A. 2003. Synchrony of nutrient supply to the rumen and dietary energy source and their effects on the growth and metabolism of lambs. *J. Anim. Sci.* 81: 1332-1347.
29. Sani, F.F., Nuswantara, L.K., Pangestu, E., Wahyono, F., and Achmadi, J., 2016. Synchronization of carbohydrate and protein supply in the sugarcane bagasse based ration on in situ nutrient degradability. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 41: 28-36.
30. Seo, J.K., Kim, M.H., Yang, J.Y., Kim, H.J., Lee, C.H., Kim, K.H., and Ha, J.K. 2013. Effects of synchronicity of carbohydrate and protein degradation on rumen fermentation characteristics and microbial protein synthesis. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 26: 358-365.
31. Seo, J.K., Yang, J.Y., Kim, H.J., Upadhaya, S.D., Cho, W.M., and Ha, J.K. 2010. Effects of synchronization of carbohydrate and protein supply on ruminal fermentation, nitrogen metabolism and microbial protein synthesis in Holstein steers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23: 1455-1461.
32. Sinclair, K.D., Sinclair, L.A., and Robinson, J.J. 2000. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: I. Adaptive changes in intake and metabolism to diets differing in their rate of energy and nitrogen release in the rumen. *J. Anim. Sci.* 78: 2659-2669.
33. Sinclair, L.A., Garnsworthy, P.C., Newbold, J.R., and Buttery, P.J. 1993. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Agric. Sci.* 120: 251-263.
34. Sinclair, L.A., Garnsworthy, P.C., Newbold, J.R., and Buttery, P.J. 1995. Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release in diets

- with a similar carbohydrate composition on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Agric. Sci.* 124: 463-472.
35. Souza, N.K.P., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Costa, V.A.C., Pina, D.S., Gomes, D.I., Queiroz, A.C., and Mantovani, H.C. 2013. Accuracy of the estimates of ammonia concentration in rumen fluid using different analytical methods. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 65: 1752-1758.
36. Thonney, M.L., and Hogue, D.E. 2013. Fermentable fiber for diet formulation. P 174-189, In: *Proceedings 2013. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufactures*. Doubletree hotel, East Syracuse, New York.
37. Van Keulen, J., and Young, B.A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44: 282-287.
38. Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd edn. Cornell University Press, Ithaca, United States, 488p.
39. Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
40. Wati, N.E., Nuswantara, L.K., Wahyono, F., Pangestu, E., and Achmadi, J., 2015. The effects of Synchronization of carbohydrate and protein supply in the sugarcane bagasse based ration on body composition of sheep. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 40: 222-228.
41. Witt, M.W., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G., and Buttery, P.J. 1999. The effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen supply to the rumen on the metabolism and growth of ram lambs given food at a restricted level. *J. Anim. Sci.* 69: 627-636.
42. Yang, J.Y., Seo, J., Kim, H.J., Seo, S., and Ha, J.K. 2010. Nutrient synchrony: Is it a suitable strategy to improve nitrogen utilization and animal performance. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23: 972-979.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Ruminant Research, Vol. 4(4), 2016
<http://ejrr.gau.ac.ir>

Effect of Synchronizing Rate of Ruminal Fermentation on Nitrogen Balance, Microbial Protein Synthesis and Growth Performance in Feedlot Male Lori Lambs

***T. Yalchi¹, A.A. Teimouri Yanesari², M. Rezaee³, and Y.D. Chashnidel⁴**

¹Ph.D. student, ²Associate Prof., ³Professor, and ⁴Assistant Prof., Dept. of Animal Sciences, Faculty of Animal Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 08/13/2016; Accepted: 11/08/2016

Abstract

Background and objectives: The synchronization of the ruminal fermentation rate of carbohydrates and crude protein is a method to increasing microbial protein synthesis, improving nitrogen efficiency, decreasing urinary N excretion and improving animal performance. This research was done to evaluate the effect of synchronizing the rate of carbohydrate and protein ruminal fermentation on feed intake, digestibility, ruminal fermentation products, and growth performance of Lori feedlot male lambs which were fed with similar components or structure high concentrate diets.

Materials and methods: Three diets were formulated for feedlot male lambs with same energy and crude protein but containing different synchrony index 0.59, 0.73 and 0.87 which calculated by using degradation parameters of organic matter and crude protein of feeds from the diets. The effects of synchrony index of diets by 21 Lori feedlot male lambs with an average weight of 25.79 ± 3.38 kg for 95 days (14 days for adaptation and 81 days for main period) were assigned in a completely randomized design with seven replicates. Feed intake and its residual were measured daily. Apparent digestibility was determined using acid insoluble ash marker. The weight gain of lambs was determined to calculate feed efficiency and growth performance. Rumen fluid sampling (50th trial day) and bleeding (14th and 65th trial day) were done from lambs. Three lambs were selected from each

*Corresponding author: taheryalchi@yahoo.com

treatment and transferred to metabolic cages on 55th fattening day and then after 3 days for adaptation, urine of lambs was collected for 6 consecutive days and microbial protein synthesis was estimated by measuring purine bases. Also nitrogen balance was calculated from the values of nitrogen consumption and excretion.

Results: With increasing synchrony index, digestibility of dry matter, organic matter, neutral and acid detergent fiber and ether extract increased, but digestibility of crude protein, non fibrous carbohydrates and crude ash have not significant difference between treatments. The effects of experimental diets on rumen fluid pH and ammonia nitrogen concentration were not significant difference before the morning meal-time, but significant differences were observed on three hours after the feeding between treatments. The lowest synchrony index diet has highest rumen fluid pH and ammonia nitrogen concentration. There were not significant differences for microbial protein synthesis and its efficiency and total nitrogen excretion between the experimental treatments but with increasing synchrony index the amount of retained nitrogen increased and blood urea nitrogen concentration decreased ($P<0.05$). The total weight gain, average daily gain and feed efficiency tended to increase ($P<0.10$) with increasing synchrony index.

Conclusion: With increasing synchrony index of the diets, microbial protein synthesis not increased but digestibility of dry matter and some nutrients and retained nitrogen increased whereas blood urea nitrogen concentration decreased. Also growth performance and feed efficiency tended to improve. Therefore using the high synchrony index diets can be useful for feed formulation or providing the perfect mix of feed items to meet nutritional requirements of feedlot livestock.

Keywords: Environmental pollution, Feedlot lamb, Microbial protein, Efficiency, Synchrony index