**Iranian Journal of Animal Science**
Vol 50, No 2, Summer 2019 (159-169)
DOI: 10.22059/ijas.2019.280988.653702

**علوم دامی ایران**
دورۀ ۵۰، شمارۀ ۲، تابستان ۱۳۹۸ (ص ۱۶۹-۱۵۹)

# آثار متقابل سطح کنسانتره و مدت مصرف جیره پرواری بر تولید گاز، فراسنجه‌های تخمیر و غلظت اسیدهای چرب فرّار در شرایط برون‌تنی

**نسیم کاکی[۱]، علی کیانی[۲*] و ایوب عزیزی[۳]**
۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۴)

## چکیده

هدف این پژوهش بررسی اثرات متقابل سطح کنسانتره و مدت‌زمان مصرف جیره برتولید گاز، فراسنجه‌های تخمیر، جمعیت پروتوزوا و غلظت اسیدهای چرب فرّار در شرایط برون‌تنی بود. تعداد ۲۷ رأس بره نر نژاد لری (۵±۲۶ کیلوگرم) با سه جیره آزمایشی با سه سطح کنسانتره ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درصد به‌مدت ۱۰۰ روز پروار شدند (۹ راس برای هر جیره). مصادف با روزهای ۷۰ و ۱۰۰ دوره پروار مایع شکمبه بره‌های هر گروه از طریق سوند مری تهیه و مخلوط شد و برای آزمایش تولید گاز جیره در شرایط آزمایشگاهی استفاده شد. نتایج نشان داد که نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت) تحت تأثیر سطح کنسانتره و مدت مصرف جیره قرار نگرفت (P>۰/۰۵). گوارش‌پذیری ماده آلی با افزایش سطح کنسانتره افزایش یافت (P<۰/۰۵) ولی با طولانی‌تر شدن مدت مصرف جیره کاهش یافت (P<۰/۰۵). غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه با افزایش درصد کنسانتره و با طولانی‌تر شدن مدت مصرف جیره افزایش یافت (P<۰/۰۵). جمعیت پروتوزوآ و غلظت کل اسیدهای چرب فرّار در جیره ۸۵درصد کنسانتره بیشتر از دو جیره دیگر بود (P<۰/۰۵). با طولانی‌تر شدن مدت مصرف جیره اسیدپروپیونیک و اسیدایزو-بوتیریک کاهش (P<۰/۰۵) و در مقابل اسیداستیک، اسیدایزووالریک افزایش یافت (P<۰/۰۵). اثرات متقابل معنی‌داری بین سطح کنسانتره و مدت مصرف جیره برای گاز تولیدی بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون، اسیدپروپونیک و اسیدبوتیریک مشاهده شد (P<۰/۰۵). نتیجه کلی این‌که، کوتاهتر شدن دوره پروار وقتی بره‌ها با جیره پرکنسانتره تغذیه می‌شوند ممکن است در بهبود فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای بره‌های پرواری مفید باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آزمون تولید گاز، اسیدهای چرب زنجیر کوتاه، بره‌پرواری، نیتروژن آمونیاکی.

# Interaction effects of concentrate level and duration of fattening period in lambs *on in vitro* gas production, fermentation parameters, and volatile fatty acid concentration

**Nasim Kaki[1], Ali Kiani[2*] and Ayoob Azizi[3]**
1, 2, 3. M.Sc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Animal Science, Lorestan University, Khoramabad, Iran
(Received: May 12, 2019 - Accepted: Sep. 15, 2019)

## ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of levels of concentrate and duration of fattening period in lambs on in vitro gas production (GP), fermentation parameters, protozoa number, and volatile fatty acid (VFA) concentration. Twenty-seven Lori male lambs (26±5 kg BW) were fed with three experimental diets (55, 70 and 85% concentrate) for 100 days (9 lambs for each). At 70 and 100 days of fattening period, ruminal fluids from lambs in each group were collected by the esophagus tube. The mixed ruminal fluids were used for In vitro GP test. Results showed that potential (b) and rate (c) of GP were affected neither by level of concentrate nor by duration of consumption of diets (P>0.05). Organic matter digestibility of diets increased (P<0.05) by increasing concentrate level; however it was decreased (P<0.05) by duration of fattening period. The NH3-N concentration increased (P<0.05) by increasing the concentration level and duration of the fattening period of the diets. Number of protozoa and total VFA concentration in diet containing 85% concentrate was higher (P<0.05) than those with 55 and 75% concentrate. With the extension of fattening period, propionic acid, and iso-butyric acid decreased (P<0.05), while the acetic acid, iso-valeric acid decreased (P<0.05). Interaction effects of concentrate level and duration of fattening on GP after 24 h of incubation, propionic acid, and butyric acid were observed (P<0.05) In conclusion, reducing the fattening period when lambs fed a high concentrate diet may exert beneficial effects on rumen fermentation parameters.

**Keywords:** Fattening lambs, *In vitro* gas test, $NH_3$-N, short chain fatty acids.

* Corresponding author E-mail: kiani.a@lu.ac.ir

## مقدمه

استفاده از جیره‌های پرکنسانتره در پرواربندی دام‌های نشخوارکننده با هدف بهبود عملکرد افزایش وزن به‌ازای مصرف هر واحد مصرف خوراک انجام می‌شود. افزایش مقدار کنسانتره جیره سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزیش وزن بره‌های پرواری (Papi & Mostafa-Tehrani, 2017)، افزایش تولید اسیدهای چرب فرّار می‌شود (Carro *et al*., 2000; Wang *et al*., 2009). با این وجود، برخی آزمایشات بر روی دام زنده[1] گزارش کرده‌اند که استفاده طولانی مدت از جیره‌های پرکنسانتره همواره با افزایش عملکرد همراه نیست (Norollahi *et al*., 2007; Asadi *et al*., 2016). در پژوهشی گوارش‌پذیری مواد مغذی در هنگام افزایش نسبت کنسانتره به علوفه جیره کاهش یافته است (Gudla *et al*., 2012). Asadi *et al*. (2012) یک روند کاهشی در توان هضمی و عملکردی بره‌های پرواری (افزایش ضریب تبدیل غذایی) دریافت کننده جیره پرکنسانتره (بالای ۸۰ درصد جیره) در ماه سوم پروار در مقایسه با ماه اول پروار را مشاهده کردند. از مدت‌ها پیش مشخص است که جیره‌های پرکنسانتره ضمن کاهش pH محیط شکمبه باعث کاهش جذب اسیدهای چرب فرّار (Hinders & Owen, 1965)، کراتینه شدن پرزهای شکمبه (Nocek & Kesler, 1980; Zitnan *et al*., 2003)، کاهش تحرک شکمبه (Nocek & Owens, 1997)، تغییر در جمعیت باکتریایی شکمبه (Sun *et al*., 2010)، تغییر در الگوی اسیدهای چرب فرّار (Gudla *et al*., 2012) می‌شود. علی‌رغم وجود اطلاعات کافی در ارتباط با تأثیر مصرف جیره پرکنسانتره بر عملکرد دام‌های پرواری، اطلاعات اندکی در ارتباط با تأثیر طول مدت مصرف و همچنین اثرات متقابل بین سطح کنسانتره و مدت مصرف جیره در دام‌های پرواری وجود دارد. یکی از راه‌های بررسی تأثیر جیره بر اتفاقات محیط شکمبه وگوارش‌پذیری جیره استفاده از روش‌های برون‌تنی[2] است. از نقاط ضعف روش‌های برون‌تنی که نیاز به مایع شکمبه جهت انکوباسیون دارند، یکسان‌نبودن جیره مورد آزمایش با جیره دام‌های دهنده مایع شکمبه است. لذا تفسیر نتایج آزمایشات برون‌تنی بویژه زمانی‌که تأثیر مدت زمان مصرف جیره مورد بررسی است، عملاً مشکل است. در پژوهش حاضر سطوح مختلف کنسانتره در جیره‌های پرواری به‌طور همزمان در آزمایش مزرعه‌ای برای پروار بره‌ها استفاده شد و اثرات متقابل بین سطح کنسانتره جیره و طول مدت مصرف جیره بر میزان تولید گاز، فراسنجه‌های تخمیر، گوارش‌پذیری مواد مغذی و جمعیت پروتوزوآی شکمبه، غلظت اسیدهای چرب فرّار در دو زمان مختلف در شرایط برون‌تنی بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

### دام‌های مورد آزمایش و جیره‌های آزمایشی

تعداد ۲۷ رأس بره نر نژاد لری (میانگین وزن ۵±۲۶ کیلوگرم، سن ۱±۴ ماه) با سه جیره آزمایشی که دارای سه سطح مختلف کنسانتره با نسبت‌های ۵۵درصد، ۷۰درصد و ۸۵درصد بود به مدت ۱۰۰ روز تغذیه شد. دام‌ها در باکس‌های ۱/۵×۱/۵ متر نگهداری شدند و تغذیه آنها به‌صورت انفرادی انجام شد. جیره‌های غذایی براساس جدول احتیاجات غذایی نشخوارکنندگان کوچک (۲۰۰۷) محاسبه شد. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی بخش کنسانتره و جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. محتوی ماده‌خشک جیره‌ها با خشک‌کردن در آون به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس، خاکستر خام با سوزاندن در کوره الکتریکی به مدت سه ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس و پروتئین خام با روش کجلدال تعیین شد (AOAC, 1990). الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) به‌روش ون‌سوست (Van Soest *et al*., 1991) تعیین شد. انرژی قابل‌متابولیسم جیره با استفاده از اعداد ارائه شده در جداول کمیته تحقیقات ملی NRC (2007) محاسبه شد.

1. *In vivo*
2. *In vitro*

جدول ۱. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی بخش کنسانتره و جیره‌های آزمایشی انکوبه شده در شرایط آزمایشی (درصد ماده خشک یا واحد ذکر شده)

Table 1. Ingredients and chemical composition of concentrate and experimental diets incubated *in vitro* (% of dry matter or as stated)

| | Concentrate (g per kg DM) | Experimental diet (% of concentrate) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 55 | 70 | 85 |
| **Ingredients** | | | | |
| Alfalfa hay (dried) | - | 45.0 | 30.0 | 15.0 |
| Barley grain, ground | 466 | 25.8 | 32.8 | 36.9 |
| Corn grain, ground | 186 | 10.4 | 13.3 | 16.1 |
| Wheat bran | 75 | 4.1 | 5.3 | 6.4 |
| Soybean meal | 233 | 12.6 | 16.1 | 19.5 |
| Mineral and vitamin premix[1] | 20 | 1.0 | 1.29 | 1.56 |
| Sodium bicarbonate | 15 | 0.74 | 0.94 | 1.15 |
| Common salt | 5 | 0.25 | 0.32 | 0.38 |
| **Chemical composition** | | | | |
| Dry matter (fresh weight) | 897 | 88.9 | 89.1 | 89.4 |
| Organic matter | 95.2 | 94.3 | 94.9 | 95.5 |
| Crude protein | 180 | 16.2 | 16.8 | 17.4 |
| Neutral detergent fiber (NDF) | 179 | 37.5 | 31.6 | 25.7 |
| Acid detergent fiber (ADF) | 71 | 24.4 | 18.8 | 13.2 |
| Metabolizable energy (MJ/kg DM) | 12.3 | 10.5 | 11.1 | 11.7 |

۱. هر کیلوگرم مکمل مواد ویتامینی- معدنی دارای ۱۸۰ گرم کلسیم، ۷۰ گرم فسفر، ۳۵ گرم پتاسیم، ۵۰ گرم سدیم، ۵۸ گرم کلر، ۳۰ گرم منیزیم، ۳۲ گرم سولفور، ۵ گرم منگنز، ۴ گرم آهن، ۳ گرم روی، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3 ، ۱۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E و۳ گرم آنتی‌اکسیدان بود.

1. Contained (per kg): 180 g Ca, 70 g P, 35 g K, 50 g Na, 58 g Cl, 30 g Mg, 32 g S, 5 g Mn, 4g Fe, 300 mg Zn, 300 mg Cu, 100 mg I, 100 mg Co, 20 mg Se, 500000 IU Vitamin A, 100000 IU Vitamin D3, 100 IU Vitamin E, and 3 g Antioxidant.

**آزمایش تولید گاز برون‌تنی**

آزمایش تولید گاز در دو نوبت در روزهای ۷۰ و ۱۰۰ همزمان با دوره پروار براساس روش Marten & Barnes (1980) انجام شد. مقدار ۲۵۰ میلی‌گرم از هر یک از جیره‌های آزمایشی (با اندازه ذرات یک میلی‌متری) به دقت توزین شد و داخل ویال‌های شیشه‌ای ریخته شد. در هر دوره تعداد سه ران و در هر ران تعداد چهار تکرار (جمعاً ۱۲ تکرار) از هر جیره آزمایشی در نظر گرفته شد. در هر دوره تعداد ۳۶ ویال و در مجموع تعداد ویالهای دو دوره ۷۲ ویال بود. مایع شکمبه مورد نیاز برای آزمایش برون تنی از بره‌های هر گروه آزمایشی (تعداد ۹ راس) با استفاده از سوندمری در روزهای ۷۰ و ۱۰۰ دوره پروار گرفته شد. مایع شکمبه سه ساعت پس از تغذیه صبحگاهی گرفته شد. برای جلوگیری از تأثیر بزاق برpH مایع شکمبه، نخستین نمونه گرفته شده دورریخته شد. قبل از ریختن به داخل ویال‌های آزمایشگاهی، محتویات شکمبه با استفاده از چهار لایه پارچه پنیر صاف گردید. مایع شکمبه صاف شده مربوط به بره‌های هر جیره آزمایشی با هم کاملاً مخلوط شد و درون فلاسک آب گرم با دمای ۳۹ درجه سلسیوس سریعاً به آزمایشگاه منتقل شد. به هر ویال شیشه‌ای مقدار پنج میلی‌لیتر مایع شکمبه صاف شده و ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی اضافه شد. ترکیب شیمیایی بزاق مصنوعی مورد استفاده شامل پتاسیم‌دی‌هیدروژن فسفات (۱۰ گرم در لیتر)، سولفات منیزیم ۷ آبه (۰/۵ گرم در لیتر)، کلرید سدیم (۰/۵ گرم در لیتر) و کلرید کلسیم دو آبه (۰/۱ گرم در لیتر) بود (Marten & Barnes, 1980). قبل از استفاده از محلول فوق، ابتدا pH آن توسط افزودن محلول دیگری به آن که مشتمل بر بیکربنات سدیم (۱۵ گرم در دسی‌لیتر) و سولفید سدیم ۹ آبه (۱ گرم در دسی‌لیتر) بود، روی ۶/۸ تنظیم گردید ( Marten & Barnes, 1980). در تمام مراحل انجام آزمایش گاز دی‌اکسیدکربن جهت ایجاد شرایط بی‌هوازی به درون ویال‌های شیشه‌ای تزریق شد. درب ویال‌ها با استفاده از درپوش آلومینیومی پرس شد و جهت انکوباسیون در آون با دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار گرفت. فشار گاز تجمع یافته در هر ویال به‌کمک فشارسنج در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون اندازه‌گیری شد. سه ویال که تنها حاوی مایع شکمبه و بزاق مصنوعی بودند به عنوان بلانک در نظر گرفته شد. حجم خالص گاز از تفاضل

میانگین گاز تولیدی ویال‌ها از گاز تولیدی ویال‌های بلانک محاسبه شد. پارامترهای تولید گاز با استفاده از رابطه $P = b(1 - e^{-ct})$ (Blümmel *et al.*, 2003) و توسط نرم‌افزار SAS (2009) برازش شد. در این رابطه b نشان‌دهنده حجم گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر (میلی‌لیتر)، c نرخ تولید گاز در ساعت، t زمان انکوباسیون (برحسب ساعت) و P میزان گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان مورد نظر است.

**تعیین فراسنجه‌های تخمیر**

در زمان ۱۶ ساعت انکوباسیون تعداد چهار ویال از هر تیمار از روند انکوباسیون خارج شد. بعد از ثبت حجم گاز تولیدی، درب آن‌ها باز شده و pH محتویات ویال به وسیله دستگاه pH متر (مدل ۷۴۴؛ شرکت Metrohm سوئیس) تعیین شد. میزان دو میلی‌لیتر از محتویات ویال‌ها برای آنالیز اسیدهای چرب فرّار با مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر اسید متافسفریک (۲۵درصد) مخلوط شد و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. سپس، محتوای هر ویال با ۲۰۰۰ دور در دقیقه و در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. از مایع شفاف رویی هر ویال (پنج میلی‌لیتر) سریعاً با یک میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۰/۲نرمال برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مخلوط شد و نمونه‌ها تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگه‌داری شد. غلظت نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) هر نمونه با روش معرف فنل- هیپوکلریت و با استفاده از اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر به‌روش Broderick & Kang (1980) تعیین شد. باقی‌مانده نمونه‌های هر ویال شیشه‌ای به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس آون خشک شد. درصد گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک از اختلاف وزن نمونه اولیه و نمونه پس از انکوباسیون ۱۶ ساعت محاسبه شد. میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم جیره‌های آزمایشی به‌ترتیب براساس روابط ۱ و ۲ تخمین زده شد (Menke & Steingass, 1988).

(۱) = میزان گوارش‌پذیری ماده آلی

۱۴۸/۸ + (میزان گاز تولیدی×۸/۸۹)+ (پروتئین ×۴/۵) + (خام خاکستر×۶/۵۱)

(۲) = انرژی قابل‌متابولیسم

۲/۲ + (میزان گاز تولیدی × ۰/۱۳۶) + (پروتئین خام × ۰/۰۵۷) + (پروتئین خام$^{۲}$×۰/۰۰۲۹)

که در این روابط محاسبات بر اساس گرم در کیلوگرم ماده‌خشک است. میزان گاز تولیدی برای ۲۰۰ میلی‌گرم سوبسترا پس از ۱۶ ساعت انکوباسیون تصحیح شد. انرژی قابل متابولیسم بر اساس مگاژول در کیلوگرم ماده خشک محاسبه شد. ضریب تفکیک (شاخص مقدار سنتز پروتئین میکروبی) از ماده آلی تجزیه‌شده (میلی‌گرم) تقسیم بر گاز تولیدی (میلی‌لیتر)که مطابق با رابطه ۳ محاسبه شد (Blummel *et al.*, 1997).

(۳) = ضریب تفکیک

ماده‌آلی تجزیه‌شده در هر ویال (میلی‌گرم) / گاز تولیدی (میلی‌لیتر)

**جمعیت پروتوزوایی شکمبه**

جهت شمارش جمعیت پروتوزوآیی شکمبه، از محیط‌های کشت مخلوط میکروبی انکوبه‌شده داخل ویال‌های شیشه‌ای پس از ۱۶ ساعت نمونه‌گیری انجام شد و با حجم مساوی با فرمالین ۱۰درصد مخلوط شد. جمعیت پروتوزوآ براساس روش Dehority (2003) با استفاده از میکروسکوپ نوری و لام هموسایتومتر شمارش شد.

**تعیین غلظت اسیدهای چرب فرّار**

غلظت اسیدهای چرب فرّار محتویات ویال‌ها بعد از ۱۶ ساعت انکوباسیون با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (Fisons Instruments, HRGC mega 2, Milan, Italy) اندازه‌گیری شد. برنامه دمایی و دیگر مشخصات دستگاه به‌صورت زیر بود: دمای تزریق‌کننده و تشخیص‌دهنده دستگاه به‌ترتیب ۱۱۰ و ۲۰۰ درجه سلسیوس بود. گاز ناقل در این دستگاه هلیوم و تشخیص‌دهنده آن از نوع شعله یونی بود. دمای ستون دستگاه در آغاز ۱۱۰ درجه سلسیوس بود که به‌مدت ۲ دقیقه در این دما نگه داشته شد و سپس در طول پنج دقیقه به ۲۰۰ درجه سلسیوس افزایش یافت و در این دما باقی ماند. ستون مورد استفاده از نوع مویینه

به طول ۳۰ متر بود ( Alltech Capillary Column, EC$^{TM}$ 1000, length 30 meters, inside diameter 0.53 mm, film thickness 1 micron) بود. ایزوکاپروئیک اسید به‌عنوان استاندارد داخلی مورد استفاده قرار گرفت. غلظت هر یک از اسیدهای چرب فرّار از تقسیم سطح زیر پیک آن اسیدچرب بر سطح زیر پیک مجموع اسیدهای چرب محاسبه و به درصدی از مجموع اسیدهای چرب فرّار بیان شد.

**تجزیه آماری**

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل ۲×۳ انجام شد. محاسبات مربوط به تبدیل فشار به حجم گاز تولیدی در نرم افزار Excel (2016) ثبت شد. داده‌ها با رویه مختلط با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (2009) تجزیه آماری شد. مدل آماری طرح آزمایشی $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + C_k + \varepsilon_{ijk}$ بود که $A_i$ فاکتور سطح کنسانتره، $B_j$ فاکتور مدت مصرف جیره، $AB_{ij}$ اثر متقابل سطح کنسانتره و مدت مصرف جیره، $C_k$ اثر تصادفی دام و $\varepsilon_{ijk}$ خطای آزمایشی بود. میانگین‌های با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شد.

## نتایج

آثار متقابل درصد کنسانتره و مدت‌زمان مصرف جیره بر میزان تولید گاز در شرایط برون‌تنی در جدول ۲ آمده است. بین مدت زمان مصرف و درصد کنسانتره جیره در ارتباط با میزان گاز تولیدی بعد از ۲۴ ساعت اثر متقابل معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). میزان گاز تولیدی در زمان‌های ۱۶، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت و همچنین مقدار کل گاز تولیدی در جیره حاوی ۸۵ درصد کنسانتره در مقایسه با جیره محتوی ۵۵ درصد کنسانتره بیشتر بود (P<۰/۰۵). میزان گاز تولیدی دو جیره حاوی ۸۵ و ۵۵درصد کنسانتره تحت تأثیر دوره مصرف قرار نگرفت (P>۰/۰۵)، درحالی‌که میزان گاز تولیدی جیره حاوی ۷۰ درصد کنسانتره بعد از ۱۰۰ روز در مقایسه با ۷۰ روز مصرف کاهش یافت (P<۰/۰۵). نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت) در تمامی تیمارها یکسان بود و تحت تأثیر سطح کنسانتره جیره و مدت مصرف جیره قرار نگرفت (P>۰/۰۵). اثر متقابل بین مدت مصرف و سطح کنسانتره جیره برای فراسنجه‌های محاسباتی از تولید گاز ساعت ۱۶ شامل گوارش‌پذیری ماده‌آلی، انرژی قابل متابولیسم و مقدار اسیدهای چرب فرّار تمایل به معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۱). با افزایش سطح کنسانتره جیره گوارش‌پذیری ماده‌آلی و انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). گوارش‌پذیری ماده‌آلی، میزان انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها بعد از ۱۰۰ روز مصرف در مقایسه با ۷۰ روز کاهش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵).

اثر درصد کنسانتره و مدت‌زمان مصرف جیره بر غلظت نیتروزن آمونیاکی، pH، ضریب تفکیک و جمعیت پروتوزوآی شکمبه در شرایط برون‌تنی در جدول ۳ ارائه شده است. غلظت نیتروژن آمونیاکی با افزایش درصد کنسانتره جیره و همچنین با طولانی‌تر شدن مدت مصرف جیره به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). با افزایش درصد کنسانتره جیره و با طولانی‌تر شدن مدت مصرف جیره، pH محتویات ویال‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). جمعیت پروتوزوآیی در جیره حاوی ۸۵ درصد کنسانتره بیشتر از سایر جیره‌های آزمایشی بود (P<۰/۰۵). ضریب تفکیک تحت تأثیر درصد کنسانتره و طول مدت مصرف جیره قرار نگرفت (P>۰/۰۵). در ارتباط با پارامتر غلظت نیتروژن آمونیاکی،pH، ضریب تفکیک و جمعیت پروتوزوای شکمبه اثرمتقابل معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

تأثیر درصد کنسانتره و مدت‌زمان مصرف جیره بر غلظت کل اسیدهای چرب فرّار شکمبه و نسبت اسیدهای چرب فرّار (میلی‌مول در ۱۰۰ میلی‌مول اسیدچرب فرّار) در جدول ۴ نشان داده شده است. غلظت کل اسیدهای چرب فرّار در جیره ۸۵ درصد کنسانتره بیشتر از دو سطح دیگر کنسانتره بود (P<۰/۰۵). غلظت اسیدهای چرب فرّار با افزایش مدت مصرف جیره افزایش یافت (P<۰/۰۵). غلظت نسبی اسیدپروپیونیک و اسیدایزو- بوتیریک با طولانی‌تر شدن مدت مصرف جیره به طور معنی‌داری کاهش (P<۰/۰۵) و در مقابل غلظت اسیداستیک، اسیدایزووالریک افزایش یافت (P<۰/۰۵). با افزایش سطح کنسانتره جیره غلظت اسیدپروپیونیک افزایش یافت (P<۰/۰۵). جیره ۸۵درصد کنسانتره در

مقایسه با دو جیره دیگر دارای غلظت کمتری از اسیداستیک و درمقابل غلظت بالاتری از اسیدوالریک بود (P<۰/۰۵). اثر متقابل معنی‌داری برای اسیدپروپونیک و اسیدبوتیریک بین سطح کنسانتره و مدت مصرف جیره مشاهده شد (شکل ۱). نسبت اسیداستیک به اسیدپروپیونیک و همچنین اسیدبوتیریک در زمان ۷۰ روز در هر سه جیره یکسان بود ولی در دوره ۱۰۰ روز این نسبت در جیره ۸۵درصد کنسانتره نسبت به دو جیره دیگر کاهش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). غلظت اسیدپروپیونیک در جیره ۷۰درصد در مدت ۷۰ روز در مقایسه با جیره ۵۵ درصد کنسانتره بیشتر بود ولی در دوره زمانی ۱۰۰ روز تفاوت معنی‌داری نداشت.

جدول ۲. اثرات متقابل درصد کنسانتره و مدت‌مصرف جیره بر میزان تولید گاز به تفکیک ساعت، انرژی قابل‌متابولیسم و گوارش‌پذیری موادمغذی در شرایط برون‌تنی

Table 2. Interaction effects of level of concentrate and duration of consumption of fattening diets on gas production, metabolizable energy and organic matter digestibility *in vitro*

| Day in fattening period (Time) | 70 d | | | 100 d | | | SEM[8] | P-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % of concentrate in diet (Conc) | 55 | 70 | 85 | 55 | 70 | 85 | | Time | Conc | Time×Conc |
| $GP_{16}$[1] | 27.7[bc] | 32.5[ab] | 36.05[a] | 26.5[c] | 23.8[c] | 34.5[a] | 1.65 | 0.009 | <0.01 | 0.06 |
| $GP_{24}$[2] | 33.5[bc] | 39.6[ab] | 46.5[a] | 32.9[c] | 28.9[c] | 43.2[a] | 1.85 | 0.017 | <0.01 | 0.016 |
| $GP_{48}$[3] | 39.6[bc] | 45.8[ab] | 50.1[a] | 37.6[c] | 32.8[c] | 49.7[a] | 2.43 | 0.014 | <0.01 | 0.034 |
| $GP_{72}$[4] | 41.4[bc] | 48.2[ab] | 50.9[a] | 40.7[c] | 35.2[c] | 52.9[a] | 2.81 | 0.092 | 0.001 | 0.031 |
| TGP[5] | 42.3[bc] | 49.8[ab] | 50.9[a] | 41.0[c] | 35.8[c] | 53.8[a] | 2.98 | 0.093 | 0.002 | 0.025 |
| b[6] | 41.6[bc] | 49.9[ab] | 51.6[a] | 40.3[c] | 35.0[c] | 52.9[a] | 2.76 | 0.04 | 0.007 | 0.025 |
| c[7] | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.006 | 0.091 | 0.517 | 0.463 |
| Metabolizable energy (MJ/kg DM) | 7.64 | 8.37 | 8.97 | 7.51 | 7.21 | 8.76 | 0.21 | <0.01 | 0.011 | 0.055 |
| Organic matter digestibility (mg/g.DM) | 502 | 455 | 576 | 495 | 469 | 563 | 14 | 0.001 | 0.012 | 0.052 |

در هر ردیف اعدادی که دارای حروف غیر مشابه هستند اختلاف آماری معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

۱. حجم گاز تولیدی پس از ۱۶ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر)، ۲. حجم گاز تولیدی پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر)، ۳. حجم گاز تولیدی پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر)، ۴. حجم گاز تولیدی پس از ۷۲ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر)، ۵. کل حجم گاز تولیدی پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون (میلی-لیتر)، ۶. پتانسیل تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)، . نرخ تولید گاز( میلی لیتر در ساعت)، ۸.خطای استاندارد میانگین.

Vlaues in each rwo with diffrent supercripts differ significantly (P<0.05).

1. *In vitro* gas production (IVGP) for 16 h (ml), 2. IVGP for 24 h (ml), 3. IVGP for 48 h (ml), 4. IVGP for 48 h (ml), 5. Total gas production for 96 h (ml), 6. Gas production from the insoluble but fermentable fractions for 96 h (ml), 7. Rate constant of gas production during incubation (/h), 8. Standard error of the means

جدول ۳. تأثیر درصد کنسانتره و مدت‌مصرف جیره بر غلظت نیتروزن آمونیاکی، pH، ضریب تفکیک و جمعیت پروتوزوآیی شکمبه در شرایط برون‌تنی

Table 3. Effects of concentrate level and duration of consumption of fattening diets on ammonia nitrogen concentration, pH, dissociation coefficient and rumen protozoan population on *in vitro* gas production parameters

| | % of concentrate in diet (Conc) | | | SEM[1] | Day in fattening period (Time) | | SEM[3] | P-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 55 | 70 | 85 | | 70 d | 100 d | | Time | Conc | Time×Conc |
| Ammonia nitrogen (mg/dl) | 10.9[b] | 12.3[b] | 19.7[a] | 1.61 | 12.2 | 16.4 | 1.30 | 0.002 | 0.033 | 0.378 |
| pH | 6.02[a] | 5.95[b] | 5.78[b] | 0.04 | 5.98 | 5.85 | 0.03 | 0.001 | 0.011 | 0.787 |
| Total protozoa ($\times 10^4$ ml) | 16.8[b] | 16.1[b] | 33.3[a] | 2.16 | 19.8 | 24.3 | 1.76 | <0.01 | 0.090 | 0.933 |
| Dissociation coefficient | 3.93 | 3.5 | 3.5 | 0.26 | 3.62 | 3.65 | 0.21 | 0.41 | 0.934 | 0.213 |

در هر ردیف در بخش سطح کنسانتره جیره اعدادی که دارای حروف غیر مشابه هستند اختلاف آماری معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

۱. خطای استانداردمیانگین

Vlaues in each row within level of concentrate with diffrent supercripts differ significantly (P<0.05).

1. Standard error of the means

جدول۴. تأثیر سطح کنسانتره و مدت زمان مصرف جیره بر غلظت کل و نسبت اسیدهای چرب فرّار شکمبه در شرایط برون‌تنی

Table 4. Effects of concentrate level and duration of consumption of fattening diet on total concentration and relative ratio of ruminal volatile fatty acids *in vitro*

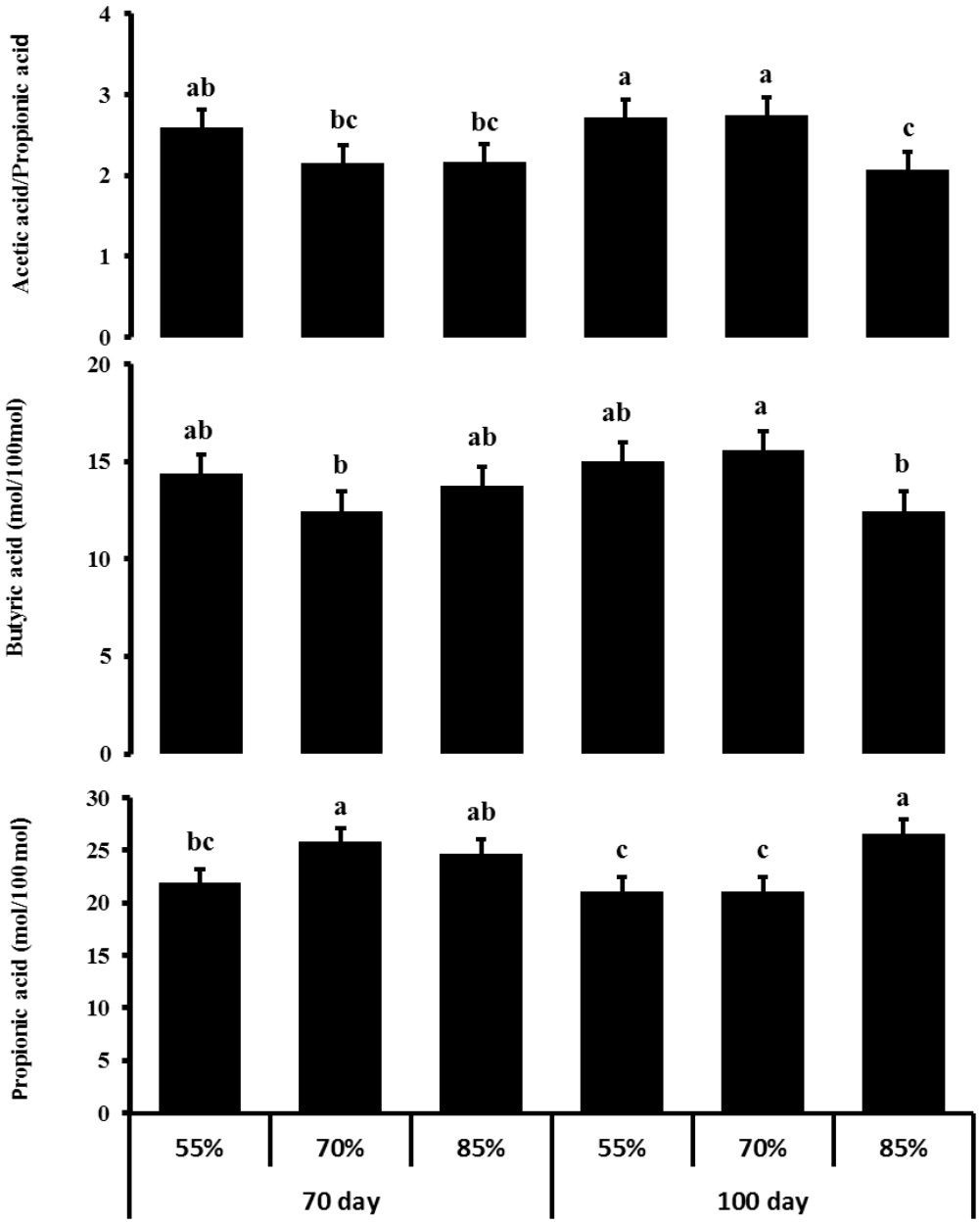
| | % of concentrate in diet (Conc) | | | SEM[1] | Day in fattening period (Time) | | SEM[1] | P-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 55 | 70 | 85 | | 70 d | 100 d | | Time | Conc | Time×Conc |
| Total volatile fatty acids (mmol/mL) | 69.3[b] | 83.1[a] | 82.5[a] | 3.39 | 73.3 | 83.3 | 2.76 | 0.015 | 0.018 | 0.205 |
| Acetic acid (mmol/100 mmol) | 57.1[a] | 56.3[a] | 54.4[b] | 0.45 | 55.4 | 56.6 | 0.37 | <0.01 | 0.033 | 0.662 |
| Propanoic acid (mmol/100 mmol) | 21.5[c] | 23.4[b] | 25.6[a] | 0.48 | 24.1 | 22.9 | 0.39 | <0.01 | 0.03 | <0.01 |
| Butyric acid (mmol/100 mmol) | 14.8 | 14 | 13.1 | 1.22 | 13.5 | 14.3 | 0.35 | 0.058 | 0.115 | <0.01 |
| Isobutyric acid (mmol/100 mmol) | 2.15 | 1.85 | 2.07 | 0.18 | 2.36 | 1.68 | 0.15 | 0.49 | <0.01 | 0.571 |
| Valeric acid (mmol/100 mmol) | 2.23[ab] | 2.21[b] | 2.51[a] | 0.08 | 2.44 | 2.20 | 0.06 | 0.035 | 0.020 | 0.158 |
| Isovaleric acid (mmol/100 mmol) | 2.30 | 2.15 | 2.22 | 0.05 | 2.16 | 2.30 | 0.04 | 0.185 | 0.046 | 0.052 |
| Acetic acid/ Propanoic acid | 2.66 | 2.45 | 2.13 | 0.5 | 2.31 | 2.51 | 0.05 | <0.01 | 0.032 | 0.015 |

در هر ردیف در بخش سطح کنسانتره جیره، اعدادی که دارای حروف غیرمشابه هستند، اختلاف آماری معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

۱. خطای استانداردمیانگین

Vlaues in each row within level of concentrate with diffrent supercripts differ significantly (P<0.05).

1. Standard error of the mean




شکل ۱. میانگین اثرات متقابل بین مدت‌مصرف (۷۰ و ۱۰۰ روز) و درصد کنسانتره (۵۵، ۷۰، ۸۵درصد) جیره پرواری بر غلظت اسیدپروپیونیک، اسیدبوتیریک و نسبت اسیداستیک: اسیدپروپیونیک بعد از ۱۶ ساعت انکوباسیون در شرایط برون‌تنی. هیستوگرام‌های که دارای حروف غیرمشابه هستند، اختلاف آماری معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

Figure 1. Means of interaction effects between duration of consumption (70 and 100 day) and concentrate level (55, 70, and 85%) of fattening diet on concentration of propionic acid, butyric acid and acetic acid: propionic acid after 16 hours of incubation *in vitro*. Histoghrams with diffrent supercripts differ significantly (P<0.05).

## بحث

در پژوهش حاضر با افزایش درصد کنسانتره جیره، میزان گاز تولیدی و به تبع آن پارامترهای مرتبط با تولیدگاز افزایش داشت. این نتایج مشابه نتایج گزارش شده توسط Arbabi *et al.* (2014) بود که با افزایش سطح کنسانتره جیره میزان تولید گاز در شرایط برون‌تنی افزایش یافت. افزایش غلظت نشاسته و همزمان کاهش کربوهیدرات‌های غیرنشاسته‌ای در جیره‌ها می‌تواند دلیل اصلی افزایش تولید گاز در جیره ۸۵درصد کنسانتره نسبت به جیره ۵۵درصد کنسانتره

باشد. گاز تولیدی در شرایط برون‌تنی شامل دی‌اکسیدکربن و متان است که به طور مستقیم از تخمیرمیکروبی و به‌صورت غیر مستقیم از واکنش بین اسیدهای چرب فرّار با بی‌کربنات حاصل می‌شود (Beuvink & Spoelstra, 1992). لذا مقدار گاز تولیدی با توده مواد هضم‌شده ارتباط مستقیمی دارد (Menke & Steingass, 1998;). تولیدگاز با تولید خالص اسیدهای چرب فرّار و سنتز میکروبی نیز رابطه خطی دارد (Krishnamurty *et al*., 1991). با این وجود، وقتی‌که مدت مصرف جیره‌ها از ۷۰ روز به ۱۰۰ روز افزایش یافت، حجم گاز تولیدی ساعت۲۴ در جیره ۷۰درصد کنسانتره کاهش یافت.

در پژوهش حاضر، pH محتویات ویال‌های حاوی مایع شکمبه بعد از ۱۶ ساعت با افزایش درصد کنسانتره کاهش یافت. لازم به ذکر است که نتایج مربوط به فراسنجه‌های شکمبه‌ای که در این مقاله ارائه شده است مربوط به آنالیز محتویات ویال‌های حاوی مایع شکمبه بعد از ۱۶ ساعت انکوباسیون است. از دلایل کاهش pH در جیره حاوی ۸۵درصد کنسانتره می‌توان به افزایش نسبت کربوهیدارت‌های غیرفیبری جیره اشاره نمود. تجزیه باکتریایی کربوهیدرات‌های محلول سبب افزایش تولید اسیدهای چرب فرّار می‌شود که با نتایج پژوهش حاضر هم همخوانی داشت. میزان تولید اسیدهای چرب فرّار در جیره‌های حاوی ۷۰ و ۸۵درصد کنسانتره در مقایسه با جیره دارای ۵۵درصد حدود ۲۰ درصد بیشتر بود. نتایج مشابه‌ای توسط سایر محققین گزارش شده‌است (Carro *et al*., 2000; Wang *et al*., 2009). اخیراً Zang *et al*. (2017) گزارش کردند که نسبت اسیدبوتیریک با افزایش کنسانتره جیره به‌صورت خطی افزایش یافت. هنگامی که تولید اسیدهای چرب فرّار افزایش یابد، توانایی پرزهای شکمبه در جذب اسیدهای چرب فرّار شکمبه کاهش یافته و در نتیجه pH شکمبه کاهش می‌یابد (Dijkstra *et al*., 2012). در آزمایش حاضر، افزایش غلظت اسیدهای چرب فرّار بیشتر مربوط به افزایش در میزان اسیدپروپیونیک تولیدی بود که با افزایش درصد کنسانتره جیره غلظت آن افزایش خطی داشت. از طرفی مصرف کمتر الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی در جیره‌های پرکنسانتره، غلظت کمتر استات در جیره‌های پرکنسانتره را توجیه می‌کند. جیره‌های با نسبت علوفه کم و کنسانتره زیاد موجب تغییر در الگوی اسیدهای چرب فرّار شکمبه می‌شود. جیره‌های پرکنسانتره موجب کاهش نسبت استات و افزایش پروپیونات می‌شوند. بخشی از اسیدپروپیونیک تولیدی به لاکتات تبدیل می‌شود و لذا به‌دلیل قدرت اسیدی بیشتر اسیدلاکتیک ($pK_a$=۳/۸۶) در مقایسه با اسیدپروپیونیک ($pK_a$=۴/۸۷)، pH محتویات شکمبه به سمت اسیدی شدن سوق پیدا می‌کند. با این وجود مشخص شده است که pH شکمبه به خودی‌خود و بدون توجه به نوع جیره می تواند بر الگوی اسیدهای چرب فرّار در شکمبه تأثیر بگذارد. در واقع تغییرات در غلظت کل اسیدهای چرب فرّار و غلظت اسیدپروپیونیک نه تنها وابسته به درصد کنسانتره جیره بلکه تحت تأثیر pH نیز تغییر می‌کند (Calsamiglia *et al*., 2008). غلظت اسیدپروپیونیک در جیره‌های پرکنسانتره با کاهش pH افزایش یافت (Calsamiglia *et al*., 2008). در پژوهش‌های دیگر نیز ارتباط معنی‌داری بین pH و پروفیل اسیدهای چرب فرّارتشکیل‌شده در شکمبه گزارش شده‌است(Dijkstra *et al*., 2012). اسیدی شدن محیط شکمبه در جیره‌های پرکنسانتره معمولاً بر میکروفلورای شکمبه تأثیر دارد و سبب کاهش فعالیت باکتری‌های سلولولایتیک می‌شود (Gudla *et al*., 2012). تغییرات در قابلیت‌هضم و تخمیرمیکروبی به اسیدیته و نسبت کنسانتره جیره مرتبط است، در حالی‌که تغییرات در گوارش‌پذیری فیبر و ماده‌آلی، غلظت اسیداستیک و اسیدبوتیرات تنها وابسته به pH است (Dijkstra *et al*., 2012).

غلظت نیتروژن آمونیاکی در جیره ۸۵درصد کنسانتره نسبت به دو جیره دیگر به طور قابل توجهی افزایش یافت. غلظت نیتروژن آمونیاکی وابسته به سطح کنسانتره و درصد پروتئین جیره است (Calsamiglia, 2008). در جیره‌های پر کنسانتره؛ کاهش جمعیت باکتری‌های تجزیه‌کننده فیبر همراه با افزایش جمعیت پروتوزوآ رخ می‌دهد (Zang, 2017). در پژوهش حاضر، جمعت پروتوزوآ در جیره ۸۵درصد کنسانتره نسبت به جیره‌های ۵۵ و ۷۰درصد کنسانتره

حدود دو برابر افزایش داشت. Mao *et al.* (2016) نشان دادند که افزایش سطح غلات در جیره تعداد پروتوزوآی شکمبه را افزایش می‌دهد. افزایش سطح کنسانتره فراوانی نسبی باکتری‌های سلولولایتیک را کاهش داده و در مقابل فراوانی نسبی باکتری‌های تجزیه‌کننده کربوهیدرات‌های غیرفیبری را افزایش می‌دهد (Zang, 2017). عامل دیگر در ایجاد تغییرات در جمعیت پروتوزوآی شکمبه، اسیدیته محیط است. جمعیت پروتوزوا با افزایش اسیدیته شکمبه کاهش می‌یابد، بعضاً این کاهش موقتی است و مجدداً با فراهم‌شدن شرایط مناسب تعداد پروتوزوآ سریعاً افزایش می‌یابد (Stewart, 1997). با این وجود، در پژوهش حاضر برعکس این مشاهده شد یعنی جمعیت پروتوزوآ در جیره حاوی کنسانتره بالا (۸۵ درصد) افزایش یافت که نیاز به تحقیقات تکمیلی دارد.

غلظت نیتروژن آمونیاکی در ویال‌هایی که از مایع شکمبه ۱۰۰ روز پروار در آنها استفاده شده بود، در مقایسه با آن‌هایی که از مایع شکمبه ۷۰ روزه استفاده شده بود، کمتر بود. معمولاً غلظت نیتروژن آمونیاکی محتویات شکمبه به عنوان شاخصی برای سنجش میزان سنتز پروتئین میکروبی استفاده می‌شود (Chamberlain *et al.*, 1993). نیتروژن آمونیاکی یک منبع نیتروژن برای باکتری‌های فیبروباکتراست که در جیره‌های علوفه‌ای در محیط شکمبه غالب هستند. لذا افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی می‌تواند نشان‌دهنده کاهش تدریجی باکتریهای سلولیتیک در جیره‌های پرکنسانتره باشد (Zang, 2017).

در آزمایش حاضر، طولانی‌تر شدن مدت مصرف جیره‌ها سبب کاهش pH محتویات ویال‌ها و تغییرات قابل توجهی در غلظت اسیدهای چرب فرّار شد. کاهش گاز تولیدی در دوره ۱۰۰ روزه نسبت به ۷۰ روزه می‌تواند ناشی از کاهش pH شکمبه و تغییر در جمعیت باکتریایی شکمبه باشد. جمعیت میکروبی شکمبه تحت تأثیر pH شکمبه تغییر می‌کند و با کاهش pH شکمبه تخمیر و تولید اسیدهای چرب فرّار کاهش می‌یابد (Krishnamurty *et al.*, 1991). با طولانی‌تر شدن دوره مصرف جیره ها، غلظت اسیدپروپیونیک و اسیدایزوبوتیریک کاهش یافته و در مقابل غلظت اسیداستیک و اسیدایزو والریک افزایش یافت. افزایش نسبت اسیداستیک به اسیدپروپیونیک می تواند نشان دهنده فعال شدن دوباره باکتری‌های سلولولالتیک و یا کاهش فعالیت باکتری‌های آمیلولیتیک باشد. کاهش pH در شکمبه سبب تأثیر منفی بر رشد باکتری‌های فیبرولایتیک و به تبع آن کاهش هضم موادمغذی در شکمبه می‌شود (Wanapat *et al.*, 2013). در آزمایش حاضر با طولانی‌تر شدن مدت مصرف جیره‌ها از ۷۰ به ۱۰۰ روز تغییراتی در تولید گاز، غلظت نیتروژن آمونیاکی و غلظت اسیدهای چرب فرّار رخ داد. این تغییرات در کاهش گوارش‌پذیری ماده آلی منعکس شد. در پژوهش‌های دیگر گزارش شده است که مصرف جیره‌های پرکنسانتره تحرک شکمبه (Nocek, 1997; Owens *et al.*, 1998) را کاهش و سبب کراتینه شدن پرزهای شکمبه (Nocek & Kesler, 1980; Zitnan *et al.*, 2003) و نهایتاً کاهش جذب اسیدهای چرب فرّار (Hinders & Owen, 1965) شده است. همچنین مشخص شده است که افزایش سطح کنسانتره جیره دام‌های نشخوارکننده غلظت موادی از قبیل اندوتوکسین‌ها و هیستامین را افزایش می‌دهد (Mao *et al.*, 2016). در آزمایشات مزرعه‌ای (اینویو)، عملکرد و ضرایب قابلیت هضم موادمغذی در بره‌های پرواری (افزایش ضریب تبدیل‌غذایی) دریافت کننده جیره پرکنسانتره (بالای ۸۰ درصد جیره) در انتهای دوره پروار در مقایسه با اوایل دوره پروار کاهش یافت(Asadi *et al.*, 2016). افزایش نسبت کنسانتره به علوفه جیره بر میزان هضم شکمبه‌ای تأثیر منفی داشت (Gudla *et al.*, 2012). لذا به نظر می‌رسد که هر چند افزایش سطح کنسانتره جیره ممکن است سبب بهبود عملکرد دام‌های پرواری شود، در عین‌حال مصرف جیره‌های پرکنسانتره به مدت طولانی ممکن است اثرات منفی بر توان هضمی دام‌ها داشته باشد، که این نکته هم از لحاظ سلامت دام و هم از نظر اقتصادی حائز اهمیت است.

**نتیجه‌گیری**

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر دو عامل درصد

کنسانتره جیره و مدت‌مصرف جیره پرکنسانتره بر میزان تولیدگاز، فراسنجه‌های تخمیر، جمعیت پروتوزوآی شکمبه، نیتروژن آمونیاکی و غلظت اسیدهای چرب فرّار در شرایط برون‌تنی تأثیرگذار است. علی‌رغم اینکه افزایش درصد کنسانتره تا ۸۵درصد ماده‌خشک جیره سبب بهبود فراسنجه‌های تولیدگاز و تخمیر و گوارش‌پذیری موادمغذی شد ولی طولانی‌تر شدن مدتمصرف اثرات منفی بر فراسنجه‌های تخمیر و گوارش‌پذیری موادمغذی داشت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کوتاه‌تر نمودن طول دوره پروار در هنگام استفاده از جیره‌های پرکنسانتره می‌تواند به بهینه نمودن شرایط تخمیر در شکمبه بره‌های پرواری کمک کند.

## سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه لرستان به‌خاطر تأمین‌مالی این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

## REFERENCES


1. AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
2. Arbabi, S., Ghoorchi, T., Ramezanpour, S. S. & Torbatinejad, N. (2014). *Effects of forage to concentrate ratios based on faba bean on fermentation, cellulase enzyme activity, and population of bacteria in rumen sheep*. Ph.D. Thesis Faculty of Animal Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
3. Asadi, A., Kiani, A., Azarfar, A. & Valipour, A. (2016). Effects of Metafix with or without Monensin on performance and blood metabolites in Farahani lambs. *Iranian Journal of Animal Science*, 47, 421-428. (in Farsi)
4. Beuvink, J. M. V. & Spoelstra, S. F. (1992). Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering system and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 37 (4), 505-509.
5. Blümmel, M., Karsli, A. & Russell J. R. (2003). Influence of diet on growth yields of rumen microorganisms in vitro and in vivo: Influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. *British Journal of Nutrition*, 90, 625-634.
6. Blümmel, M., Steingss, H. & Becker, K. (1997). The relationship between in vitro gas production, *in vitro* microbial biomass yield and $^{15}N$ incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77, 911-921.
7. Broderick, G. & Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*, 63, 64-75.
8. Carro, M. D., Valdés, C., R*anilla*, M.J. & González, J.S. (2000). Effect of forage to concentrate ratio in the diet on ruminal fermentation and digesta flow kinetics in sheep. *Journal of Animal Science*, 70, 127-134.
9. Chamberlain, D. G. Robertson, S. & Choung, J. J. (1993). Sugars versus starch as supplements to grass silage: effects on ruminal fermentation and the supply of microbial protein to the small intestine, estimated from the urinary excretion of purine derivatives in sheep. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 63, 189-194.
10. Calsamiglia, S., Cardozo, P.W., Ferret, A. & Bach, A. (2008). Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. *Journal of Animal Science*, 86, 702-711.
11. Dehority, B. A. (2003). *Rumen Microbiology*. Nottingham University Press. Nottingham, U.K.
12. Dijkstra, J., Ellis, J. L., Kebreab, E., Strathe, A. B., Lopez, S., France, J. & Bannink, A. (2012). Ruminal pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal Feed Science and Technology*, 172, 22-33.
13. Gudla, P., AbuGhazaleh, A. A., Ishlak, A. & Jones, K. (2012). The effect of level of forage and oil supplement on biohydrogenation intermediates and bacteria in continuous cultures. *Animal Feed Science and Technology*, 171, 108-116.
14. Hinders, R. G. & Owen, F. G. (1965). Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. *Journal of Dairy Science*, 48, 1069-1078.
15. Krishnamurthy, U., Steingass, U. & Menke, K. H. (1991). Preliminary observations on the relationship between gas production and microbial synthesis *in vitro*. *Archive of Animal Nutrition*, 41(5), 521-526.
16. Marten, G. C. & Barnes, R. F. (1980). Prediction of energy digestibility of forages with*in vitro* rumen fermentation and fungal enzymes systems. In: Pidgen, W. J., Balch, C. C. & Graham, M. (Eds), *Standardization of Analytical Methodology for Feeds*. (pp 61-71.) International Development Research Center, Ottawa.
17. Menke K. H. & Steingass H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.

18. Mao, S. Y., Huo, W. J. & Zhu, W. Y. (2016). Microbiome-metabolome analysis reveals unhealthy alterations in the composition and metabolism of ruminal microbiota with increasing dietary grain in a goat model. *Environmental Microbiology*, 18, 525-541.
19. Nocek, J. E. (1997). Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80, 1005-1028.
20. Nocek, J. E. & Kesler, E. M. (1980). Growth and rumen characteristics of Holstein steers fed pelleted or conventional diets. *Journal of Dairy Science*, 63, 249-254.
21. NRC. (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. Washington (DC, USA): National Academy of Sciences.
22. Norollahi, H. (2007). Effect of fattening period on growth and carcass characteristics of male Turkey-Ghashghaii lambs. *Journal of Pajohesh and Sazandegi*, 75, 132-137.
23. Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J. & Gill, D. R (1998). Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76, 275-286.
24. Papi, N. & Mostafa Tehrani, A. (2017). Effects of dietary concentrate levels on growth performance, feed intake and carcass characteristics of fattening shall male lambs. *Journal of Ruminant Research*, 5(2). (in Farsi)
25. Stewart, C. S. (1977). Factors affecting the cellulolytic of rumen contents. *Applied Environmental Microbiology*, 33, 497-503.
26. Sun, Y. Z., Mao, S. Y. & Zhu, W. Y. (2010). Rumen chemical and bacterial changes during stepwise adaptation to a high-concentrate diet in goats. *Animal*, 4, 210-217.
27. Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
28. Wanapat, M., Gunun, P., Anantasook, N. & Kang, S. (2013). Changes of rumen pH, fermentation and microbial population as influenced by different ratios of roughage (rice straw) to concentrate in dairy steers. *The Journal of Agricultural Science*, 152, 675-685.
29. Wang, Y. H., Xua, M., Wang, F. N., Yz, Z. P., Yao, J. H., Zan, L. S. & Yang, F. X. (2009). Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. *Livestock Science*, 122, 48-52.
30. Zang, J., Shi, H., Wang, Y., Li, S., Cao, Z., Ji, S., He, Y. & Zang, H. (2017). Effect of dietary forage to concentrate ratios on dynamic profile changes and interactions of ruminal microbiota and metabolites in Holstein heifers. *Frontiers in Microbiology*, 8. Doi: 10.3389/fmicb.2017.02206.
31. Zitnan, R., Kuhla, S., Nurnberg, K., Schonhusen, U., Ceresankova, Z. & Sommer, A. (2003). Influence of the diet on the morphology of ruminal and intestinal mucosa and on intestinal carbohydrate levels in cattle. *Veterinary Medicine-Czech*, 48,177-182.