

## The effect of using different levels of mixed meal in lactating ewes diet on feed intake, hydrolytic enzyme activity and rumen parameters

Abdolkhakim Toghdory<sup>\*1</sup>, Taghi Ghoorchi<sup>2</sup>, Mohammad Asadi<sup>3</sup>, Ayda teymouri<sup>4</sup>

Received: 2024 April 08

Accepted: 2024 November 20

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

<sup>2</sup>Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

<sup>3</sup>PhD Graduated, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

<sup>4</sup>MS.c. Student, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

\*Corresponding author: Email: [Toghdory@yahoo.com](mailto:Toghdory@yahoo.com)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>پژوهش‌های<br/>علوم دامی<br/>Animal Science Research</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Journal of Animal Science Research / vol.35 No.3/ 2025/pp 33-48<br/><a href="https://animalscience.tabrizu.ac.ir">https://animalscience.tabrizu.ac.ir</a></p> | <p>OPEN ACCESS</p> |
| <p>© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran<br/>This is an open access article under the CC BY NC license (<a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/</a>)<br/>DOI: <a href="https://doi.org/10.22034/AS.2024.61145.1737">10.22034/AS.2024.61145.1737</a></p> |                                                                                                                                                                  |                    |

### Abstract

**Introduction:** To maintain a competitive position in the global market, the animals industry is actively looking for sustainable and practical strategies. The purpose of these strategies is to produce and provide food protein and minerals, while simultaneously ensuring the proper performance and maintaining the optimal health level of the animal. With the increase in global demand for livestock and poultry production, identifying alternative raw materials that can replace soybean meal has become increasingly critical. Soybean meal has long been used as the most appropriate plant supplement to provide protein needs in animal rations. But due to the existence of problems such as product price fluctuations, currency leaving the country, and the increase in the price of rations, its use has been limited. A high percentage of soybean meal is broken down in the rumen and its protein is broken down in favor of making microbial protein, which is undesirable. Mixed meal is the name of a mixture that contains amounts of bloodless meat powder, cotton scraps, rice bran, wheat bran, corn meal, pistachio powder and liquid gluten, and it can be used as a protein source in animal feed. The important advantage of this flour is to provide vegetable and animal proteins at the same time, and it seems that it can be a substitute for vegetable flour. Making a combination containing both types of vegetable and animal protein sources, in addition to reducing the price, creates a balance of proteins.

**Materials and Methods:** To perform this experiment, 32 dairy ewes of the Atabai breed with an average weight of  $41 \pm 2.8$  kg were used in 4 treatments and 8 repetitions in a completely randomized design. In the experimental treatments, mixed meal was replaced with soybean meal at zero, 33, 67 and 100% levels. The length of the test period was 56 days. The rations used in this experiment were prepared and adjusted according to the tables of the National Sheep Research Society and were given to the ewes at two times in the morning (8 o'clock) and in the evening (16 o'clock). The daily feed was supplied to the animals in a completely mixed form. During the entire experiment, the animals had free access to clean drinking water. The ewes were weighed at the

beginning and end of the period. Also, the feed given and post-feed of each animal was recorded daily to calculate the dry matter consumption. Sampling of rumen fluid was done on the last day. The pH value of the rumen contents was measured and recorded immediately after extraction by a mobile digital pH meter that was calibrated at the same place. In order to determine the amount of rumen ammonia nitrogen from the samples three hours after feeding, the method of Kang and Broderick (1980) was used using a spectrophotometer at a wavelength of 630 nm. The method of Males and Dehority (1984) was used to count protozoa. Volatile fatty acids were determined using a gas chromatography device with a capillary column. In order to measure the activity of rumen hydrolytic enzymes including carboxy-methyl-cellulase and microcrystalline-cellulase, rumen sap was extracted in different parts according to the method of Hristov (2001). The activity of hydrolytic enzymes in each animal was calculated according to the method of Agarwal (2000).

**Results and Discussion:** The results showed that, among the experimental treatments, there was a significant difference in dry matter intake in receiving different amounts of mixed meal, so that with the increase in the level of mixed meal in the diet, the dry matter intake also increased ( $P<0.05$ ). There was a significant difference between different replacement levels in pH, ammonia nitrogen and rumen protozoa population, so that with increasing replacement levels of mixed meal with soybean meal, rumen ammonia nitrogen increased while pH and rumen protozoa population decreased ( $P<0.05$ ). With the increase of mixed meal replacement, the amount of acetate decreased and propionate increased ( $P<0.05$ ) and no significant difference was observed in the amounts of butyrate, isobutyrate, valerate, isovalerate and total volatile fatty acids ( $P>0.05$ ). The ratio of acetate to propionate increased with the increase in the amount of mixed meal, so that it reached from 1.84 in the treatment receiving 0% mix meal replacement to 2.76 in the treatment receiving 100% mixed meal replacement ( $P<0.05$ ). There was a significant difference between the activity of carboxymethyl cellulase and microcrystalline cellulase enzymes among the treatments receiving different levels of mixed meal, so that with the increase in the replacement levels of mixed meal with soybean meal, the activity of enzymes in the intracellular and extracellular parts, solid part and total activity decreased ( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** According to the results, mixed meal can be completely replaced by soybean meal in the diet of Atabai ewes.

**Key words:** Atabai ewes, Carboxymethyl cellulase, Feed intake, Microcrystalline cellulase, Mixed meal

## تأثیر استفاده از سطوح مختلف کنجاله میکس در جیره میش‌های شیرده بر مصرف خوراک، فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک و فراسنجه‌های شکمبه‌ای

عبدالحمید توغدری<sup>۱\*</sup>، تقی قورچی<sup>۲</sup>، محمد اسدی<sup>۳</sup>، آیدا تیموری<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۳۰

<sup>۱</sup> استادیار گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۲</sup> استاد گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۳</sup> دانش‌آموخته دکتری گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۴</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

\*مسئول مکاتبه: Toghdory@yahoo.com

### چکیده

**زمینه مطالعاتی:** برای حفظ موضع رقابتی در بازار جهانی، صنعت دام به‌طور فعال به‌دنبال استراتژی‌های پایدار و عملی است. هدف این استراتژی‌ها تولید و تأمین پروتئین غذایی و مواد معدنی است، در حالی که به‌طور همزمان از عملکرد مناسب و حفظ سطح سلامت بهینه حیوان اطمینان حاصل شود. با افزایش تقاضای جهانی برای تولید دام و طیور، شناسایی مواد خام جایگزینی که می‌تواند جایگزین کنجاله سویا شود به‌طور فزاینده‌ای حیاتی شده است. کنجاله سویا از دیرباز به‌عنوان مناسب‌ترین مکمل گیاهی تأمین‌کننده احتیاجات پروتئینی در جیره دام مورد استفاده قرار گرفته است. اما به‌دلیل وجود مشکلاتی مانند نوسانات قیمت محصول، خروج ارز از کشور و افزایش قیمت تمام شده جیره، استفاده از آن با محدودیت‌هایی مواجه شده است. درصد بالایی از کنجاله سویا در شکمبه تجزیه شده و پروتئین آن به‌نفع ساخت پروتئین میکروبی تجزیه می‌شوند که این امری نامطلوب است. کنجاله میکس، نام مخلوطی است که حاوی مقادیری از پودرگوشت بدون خون، ضایعات پنبه، سبوس شالی، سبوس گندم، کنجاله ذرت، پودر پسته و گلوتن مایع است و از آن می‌توان به‌عنوان منبع پروتئینی در جیره دام استفاده نمود. مزیت مهم این کنجاله، دراختیار گذاشتن پروتئین‌های گیاهی و حیوانی به‌صورت همزمان می‌باشد و بنظر می‌رسد می‌تواند از جایگزین‌های کنجاله‌های گیاهی باشد. ساختن ترکیبی حاوی هر دو نوع منبع پروتئینی گیاهی و حیوانی، علاوه‌بر کاهش قیمت، سبب ایجاد تعادل پروتئین‌ها می‌شود.

**هدف:** در رابطه با اهمیت کنجاله میکس در تغذیه نشخوارکنندگان در کشور اطلاعات زیادی وجود ندارد. این پژوهش به-منظور بررسی تأثیر استفاده از سطوح مختلف کنجاله میکس در جیره میش‌های شیرده بر مصرف خوراک، فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک و فراسنجه‌های شکمبه‌ای صورت گرفت.

**روش کار:** جهت اجرای این آزمایش از تعداد ۳۲ رأس میش شیری سه شکم زایش نژاد آتابای با میانگین وزنی  $41 \pm 2/8$  کیلوگرم در ۴ تیمار و ۸ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. در تیمارهای آزمایشی، جایگزینی کنجاله میکس در سطوح صفر، ۳۳، ۶۷ و ۱۰۰ درصد با کنجاله سویا صورت پذیرفت. طول دوره‌ی آزمایش ۵۶ روز بود. جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش بر اساس جداول انجمن ملی تحقیقات گوسفند تهیه و تنظیم شدند و در حد اشتها در دو نوبت صبح (ساعت ۸) و عصر (ساعت ۱۶) در اختیار میش‌ها قرار داده شد. خوراک روزانه به صورت کاملاً مخلوط به دام‌ها عرضه می‌شد. در تمام مدت آزمایش، حیوانات به‌طور آزاد به آب آشامیدنی تمیز دسترسی داشتند. میش‌ها در ابتدا و انتها دوره توزین شدند. همچنین خوراک داده شده و پس‌آخور هر دام به‌صورت روزانه جهت محاسبه ماده

خشک مصرفی ثبت می‌شد. نمونه‌گیری از مایع شکمبه در روز آخر صورت گرفت. مایع شکمبه در زمان سه ساعت پس از خوراک‌دهی صبح توسط سوند مری گرفته شد، سپس مقدار pH محتویات شکمبه بلافاصله پس از استحصال، توسط دستگاه pH متر دیجیتالی سیار که در همان محل نیز کالیبره شده بود، اندازه‌گیری و ثبت گردید. جهت تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی شکمبه از نمونه‌های سه ساعت پس از تغذیه، از روش کانگ و برودریک (۱۹۸۰) و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر استفاده شد. برای شمارش پروتوزوآ از روش مالس و دهوریتی (۱۹۸۴) استفاده شد. تعیین اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گاز کارماتوگرافی با ستون مویینه انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک شکمبه شامل کربوکسی‌متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز، در بخش‌های مختلف شیرابه شکمبه طبق روش هریستو (۲۰۰۱) استخراج گردید. به‌منظور بخش‌بندی آنزیم‌های مورد بررسی در شیرابه شکمبه به سه بخش جامد، خارج سلولی و درون سلولی، ابتدا شیرابه توسط دولایه پارچه متقال صاف گردید و مواد باقی‌مانده روی پارچه به‌عنوان بخش جامد در نظر گرفته شد. فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک در هر حیوان در هریک از سه بخش شیرابه شکمبه طبق روش آگاروال (۲۰۰۰) محاسبه گردید.

**نتایج:** نتایج نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری در ماده خشک مصرفی در دریافت مقادیر مختلف کنجاله میکس وجود داشت به‌طوری که با افزایش سطح کنجاله میکس در جیره، ماده خشک مصرفی نیز افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف جایگزینی در pH، نیتروژن آمونیاکی و جمعیت پروتوزوآی شکمبه وجود داشت، به‌طوری که با افزایش سطوح جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا، نیتروژن آمونیاکی شکمبه افزایش یافت در حالیکه pH و جمعیت پروتوزوآی شکمبه کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). با افزایش جایگزینی کنجاله میکس، مقدار استات روند کاهشی و پروپیونات روند افزایشی داشت ( $P < 0.05$ ) و در مقادیر بوتیرات، ایزوبوتیرات، والرات، ایزوالرات و مجموع اسیدهای چرب فرار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). نسبت استات به پروپیونات همراه با افزایش مقدار کنجاله میکس، افزایش یافت به‌طوری که از ۱/۸۴ در تیمار دریافت کننده صفر درصد جایگزینی کنجاله میکس به ۲/۷۶ تیمار دریافت کننده صددرصد جایگزینی کنجاله میکس رسید ( $P < 0.05$ ). اختلاف معنی‌داری بین فعالیت آنزیم‌های کربوکسی‌متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز در بین تیمارهای دریافت کننده سطوح مختلف کنجاله میکس وجود داشت، به‌طوری که با افزایش سطوح جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا، فعالیت آنزیم‌ها در بخش‌های داخل سلولی، خارج سلولی، بخش جامد و فعالیت کل کاهش یافت ( $P < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری نهایی:** با توجه به نتایج حاضر، کنجاله میکس را به‌طور کامل می‌توان جایگزین کنجاله سویا در جیره میش‌های آتابای نمود.

**واژگان کلیدی:** کربوکسی‌متیل سلولاز، کنجاله میکس، مصرف خوراک، میکروکریستالین سلولاز، میش آتابای

#### مقدمه

کنجاله سویا با محتوای بیش از ۴۰ درصد پروتئین، از مهم‌ترین منابع تأمین پروتئین در دام است که به‌علت توازن نسبی در اسیدآمینه‌های مورد نیاز، سبب رشد و نمو مطلوب حیوان می‌شود (هی و همکاران ۲۰۲۴؛ گاتلین و همکاران ۲۰۰۷)، اما با توجه به‌اینکه این کنجاله یک محصول وارداتی و گران قیمت محسوب می‌شود، بررسی منابع پروتئینی ارزان‌تر با ارزش غذایی قابل

مقایسه با کنجاله سویا امری ضروری به‌نظر می‌رسد (رافعی و رحیمی ۲۰۲۴). از طرفی، بیش از نیمی از پروتئین کنجاله سویا در شکمبه مورد تجزیه میکروارگانیسم‌ها قرار گرفته و به پروتئین میکروبی تبدیل می‌شود که به‌تنهایی قادر به فراهم کردن اسیدهای آمینه قابل جذب موردنیاز کافی برای حیوان در حال رشد نیست (وان و همکاران ۲۰۰۸؛ یوسفیان و همکاران ۲۰۱۳). با توجه به این مسائل، یافتن جایگزینی

نیازهای پروتئینی آنها برای تولید بهینه به‌صورت کامل توسط پروتئین میکروبی تولید شده در شکمبه، برآورده نمی‌شود. طبق این موضوع، تأمین منابع پروتئینی غیرقابل تجزیه در شکمبه ضروری است (شیرازی و همکاران ۲۰۲۳). در رابطه با کارایی کنجاله میکس در تغذیه نشخوار کنندگان، در کشور اطلاعات اندکی وجود دارد. به‌همین منظور این پژوهش با هدف بررسی تأثیر استفاده از سطوح مختلف کنجاله میکس در جیره میش‌های شیرده بر مصرف خوراک، فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک و فراسنجه‌های شکمبه‌ای صورت گرفت.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و در زمستان ۱۴۰۲ انجام گرفت. جهت اجرای این آزمایش از تعداد ۳۲ رأس میش شیرری سه شکم زایش نژاد آتابای با میانگین وزنی  $41 \pm 2/8$  کیلوگرم در ۴ تیمار و ۸ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تیمارها شامل: تیمار شاهد (جیره بدون افزودن کنجاله میکس)، تیمار دوم (جیره حاوی ۳۳ درصد جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله میکس)، تیمار سوم (جیره حاوی ۶۷ درصد جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله میکس) و تیمار چهارم (جیره حاوی ۱۰۰ درصد جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله میکس) بودند. آنالیز شیمیایی و ترکیبات کنجاله میکس و کنجاله سویا (اسدی و شوندی ۲۰۲۳) در جدول ۱ آمده‌است.

طول دوره‌ی آزمایش ۵۶ روز بود. جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش بر اساس جداول انجمن ملی تحقیقات گوسفند<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) تهیه و تنظیم شدند که در جدول ۲ آمده‌است و در حد اشتها در دو نوبت صبح (ساعت ۸) و عصر (ساعت ۱۶) در اختیار میش‌ها قرار داده شد. خوراک روزانه به‌صورت کاملاً مخلوط به دام‌ها عرضه می‌شد. باقی‌مانده خوراک در هر روز وزن می‌گردد و با کسر از خوراک ارائه‌شده، مصرف خوراک روزانه محاسبه شد.

در دسترس و متوازن از نظر میزان جذب و عبور از شکمبه که سبب بهبود رشد و عملکرد بهینه دام شود از اهمیت بالایی برخوردار است (اسدی و همکاران ۲۰۲۱). با در نظر گرفتن حجم وسیع تولید محصولات جانبی و پسماند کشاورزی و صنعتی در کشور، استفاده از آن‌ها در جیره علاوه‌بر برطرف کردن نیازهای دام، باعث کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود و راهکاری اقتصادی به‌شمار می‌آید (سبحانی‌راد و همکاران ۲۰۱۳؛ راگیوانسی و همکاران ۲۰۰۷). کنجاله میکس، مخلوطی حاوی مقادیر متناسب پودرگوشت بدون خون، ضایعات پنبه، سبوس شالی، سبوس گندم، کنجاله ذرت، پودر پسته و گلوتن مایع است که به‌نظر می‌رسد می‌توان از آن به‌عنوان منبع پروتئینی جایگزین کنجاله سویا استفاده کرد. نقطه قوت این کنجاله، ارائه همزمان پروتئین گیاهی و حیوانی می‌باشد که به تعادل پروتئین‌های قابل تجزیه و غیر قابل تجزیه در شکمبه که عامل موثر بر سرعت رشد، افزایش هزینه مرتبط با جیره و همچنین انتشار گازهای اعم از متان است، کمک می‌کند (بهرامی یکدانگی و همکاران ۲۰۱۴). منابع پروتئینی حیوانی به‌دلیل مسائل بهداشتی به‌صورت محدود به مصرف دام می‌رسد؛ جایگزینی آن در جیره به‌خاطر تجزیه‌پذیری آهسته در شکمبه و افزایش پروتئین عبوری سبب بهبود در کارایی، رشد، تغییرات وزن و به‌دنبال آن بهبود تولید دام می‌شود (کاظمی بنچناری و همکاران ۲۰۱۷؛ برودریک و همکاران ۲۰۱۳). از دیگر محصولات استفاده شده در این کنجاله، گلوتن مایع است که حدود ۳۰ درصد از پروتئین موجود در آن، پروتئین محلول می‌باشد (عزیزی شترخفت و همکاران ۲۰۱۶). پودر پسته از دیگر مواد استفاده شده در این کنجاله است که تانن موجود در پسته، با اتصال به پروتئین جیره، آن را از دسترس میکروارگانیسم‌های شکمبه خارج کرده و باعث کاهش تجزیه در شکمبه و به‌دنبال آن افزایش ورود اسیدآمین‌های ضروری به روده و جذب در آن می‌شوند (جولازاده و همکاران ۲۰۱۸). ساختن ترکیبی حاوی هر دو نوع منبع پروتئینی، علاوه‌بر کاهش قیمت، سبب ایجاد تعادل پروتئین‌ها می‌شود (یزدی و همکاران ۲۰۰۹). در نشخوارکنندگان،

**Table 1. Chemical composition of mixed meal**

| Chemical composition | Mixed meal | Soybean meal |
|----------------------|------------|--------------|
| Dry matter (%)       | 88.42      | 88.10        |
| Crude protein (%)    | 35.47      | 46.14        |
| RDP (%)              | 16.31      | 33.3         |
| RUP (%)              | 19.16      | 12.84        |
| Crude fat (%)        | 4.92       | 3.86         |
| Ash (%)              | 3.96       | 4.22         |
| NDF (%)              | 35.92      | 16.11        |
| ADF (%)              | 11.64      | 8.07         |
| Calcium (%)          | 0.57       | 0.33         |
| Phosphorus (%)       | 0.74       | 0.67         |

**Table 2. The ingredients and chemical composition of dairy ewe diet**

| Ingredient (%) DM basis              | Percent of mixed meal replacement with soybean meal |       |       |       |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                      | 0                                                   | 33    | 67    | 100   |
| Alfalfa hay                          | 20.00                                               | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| wheat straw                          | 20.00                                               | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| Barley grain                         | 15.00                                               | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Corn grain                           | 14.00                                               | 14.00 | 14.00 | 14.00 |
| Soybean meal                         | 15.00                                               | 10.00 | 5.00  | 0.00  |
| Mixed meal                           | 0.00                                                | 5.00  | 10.00 | 15.00 |
| Wheat bran                           | 6.80                                                | 6.73  | 6.66  | 6.62  |
| Sugar beet pulp                      | 6.00                                                | 6.00  | 6.00  | 6.00  |
| Slow release urea                    | 0.20                                                | 0.27  | 0.34  | 0.38  |
| Salt                                 | 0.50                                                | 0.50  | 0.50  | 0.50  |
| Calcium carbonate                    | 1.00                                                | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| Sodium Bicarbonate                   | 0.50                                                | 0.50  | 0.50  | 0.50  |
| Mineral-vitamin supplement*          | 1.00                                                | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| <b>Chemical composition of diets</b> |                                                     |       |       |       |
| Metabolizable energy (Mcal/kg DM)    | 2.31                                                | 2.32  | 2.33  | 2.33  |
| Crude protein (%)                    | 13.30                                               | 13.28 | 13.24 | 13.29 |
| RUP (%)                              | 7.60                                                | 7.94  | 7.98  | 8.07  |
| RDP (%)                              | 5.70                                                | 5.34  | 5.26  | 5.22  |
| Ash (%)                              | 6.61                                                | 6.54  | 6.66  | 6.69  |
| Crude fat (%)                        | 1.82                                                | 1.74  | 1.78  | 1.79  |
| NDF (%)                              | 33.84                                               | 35.02 | 36.89 | 38.62 |
| ADF (%)                              | 16.26                                               | 16.28 | 16.89 | 17.01 |
| NFC (%)                              | 39.65                                               | 41.55 | 43.30 | 44.39 |
| Calcium (%)                          | 0.84                                                | 0.86  | 0.89  | 0.90  |
| Phosphorus (%)                       | 0.38                                                | 0.39  | 0.40  | 0.41  |

\* Each kilogram contained: 140 g of Ca, 20 g of P, 35 g of Mg, 40 g of S, 1200 mg Mn, 1000 mg of Zn, 800 mg of Cu, 8 mg of Co, 10 mg of I, 400 mg of Fe, 10 mg of Se, 20000 mg of Niacin (B3) and 350000, 60000 and 4000 IU of A, D and E respectively and 650 g of Anionic salts.

گردید. جهت اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، نمونه مایع شکمبه با استفاده از پارچه ۴ لایه متقال صاف شده و سپس شیرابه حاصل با اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال به نسبت ۵ به ۱ (پنج شیرابه به یک ۰/۲ HCl نرمال) رقیق گردید و تا روز آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. جهت تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی شکمبه از روش برودریک و کانگ (۱۹۸۰) و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر

نمونه‌گیری از مایع شکمبه در روز ۵۶ صورت گرفت. مایع شکمبه در زمان سه ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح توسط سوند مری گرفته شد (اسدی و همکاران ۲۰۱۸)، سپس مقدار pH محتویات شکمبه بلافاصله پس از استحصال، توسط دستگاه pH متر دیجیتالی سیار (Metrohm laboratory pH meter- 691) که در همان محل نیز کالیبره شده بود، اندازه‌گیری و ثبت

سطح زیر نقطه اوج مجموع اسیدهای چرب محاسبه و به درصدی از مجموع اسیدهای چرب فرار بیان شد. در روز آخر دوره آزمایش، به منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک شکمبه شامل کربوکسی‌متیل-سلولاز و میکروکریستالین سلولاز، نمونه‌های شیرابه شکمبه توسط لوله مری و سه ساعت پس از خوراک-دهی وعده صبح از دام‌ها جمع‌آوری و بلافاصله توسط یک فلاسک عایق با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه انتقال داده شد. آنزیم‌های شکمبه‌ای مورد آزمایش در بخش‌های مختلف شیرابه شکمبه طبق روش هریستو و همکاران (۲۰۰۱) استخراج گردید. به منظور بخش‌بندی آنزیم‌های مورد بررسی در شیرابه شکمبه به سه بخش جامد، خارج سلولی و درون سلولی، ابتدا شیرابه (حدود ۵۰ میلی لیتر) توسط دولایه پارچه متقال صاف گردید و مواد باقی‌مانده روی پارچه به عنوان بخش جامد در نظر گرفته شد. برای جداسازی بخش‌های پروتوزوایی و باکتریایی، ابتدا شیرابه با دور ۴۵۰g به مدت ۵ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. پلت به دست آمده به عنوان بخش پروتوزوایی در نظر گرفته شد. مایع شفاف رویی (سوپرناتانت) مجدداً با دور ۲۷۰۰۰g به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. پلت به دست آمده در این مرحله به عنوان بخش باکتریایی مشخص شد. در نهایت، مایع شفاف رویی به عنوان منبع آنزیم‌های خارج سلولی مورد استفاده قرار گرفت. فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک در هر حیوان در هریک از سه بخش شیرابه شکمبه طبق روش آگاروال (۲۰۰۰) محاسبه گردید. گلوکز آزاد شده در اثر فعالیت هریک از آنزیم‌های مورد آزمون براساس روش میلر (۱۹۵۹) تخمین زده شد. فعالیت‌های آنزیمی بر اساس این فرض که یک واحد آنزیم توانایی تولید یک نانو مول گلوکز در هر دقیقه در هر میلی‌لیتر از مایع شکمبه را تحت شرایط مخلوط واکنش دارد محاسبه گردید.

### تجزیه و تحلیل آماری

در نهایت اطلاعات حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۸ تکرار بود. تجزیه و

(Spectrophotometer -Germany-471) در طول موج ۶۳۰ نانومتر استفاده شد. برای شمارش پروتوزوآ از روش دهوریتی و مالس (۱۹۸۴) استفاده شد. ابتدا بعد از صاف نمودن مایع شکمبه با پارچه متقال در یک لوله آزمایش پیچیده شده در فویل، ۴ میلی‌لیتر مایع شکمبه ریخته شد، سپس به ترتیب ۱ میلی لیتر فرمالین ۱۸/۵ درصد، ۵ قطره رنگ متیلن بلو (۲ گرم متیلن بلو با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به حجم رسانده شد) و در نهایت ۳ میلی‌لیتر گلیسرول به محتوای لوله آزمایش اضافه گردید. عمل شمارش پروتوزوآ توسط میکروسکوپ و عدسی با بزرگنمایی ۴۰X به وسیله لام نئوبار صورت گرفت. برای هر نمونه ۴ بار شمارش انجام گرفت و در صورتی که بین پروتوزوآی شمارش شده اختلاف زیادی وجود داشت، شمارش تکرار می‌شد. در نهایت تعداد پروتوزوآ در هر میلی‌متر مایع شکمبه محاسبه شد (اسدی و همکاران ۲۰۱۸).

برای اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار، نمونه‌های ۵ میلی‌لیتری از مایع شکمبه تهیه شد و به آن‌ها ۱ میلی-لیتر متافسفریک اسید ۲۵ درصد افزوده شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شد. تعیین اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گاز کارماتوگرافی با ستون موئینه انجام شد (اوتنستین و بارتلی، ۱۹۷۱). برنامه دمایی و دیگر مشخصات دستگاه به صورت زیر بود: دمای تزریق‌کننده و تشخیص‌دهنده دستگاه به ترتیب ۱۱۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز ناقل در این دستگاه هلیوم و تشخیص‌دهنده آن از نوع FID (Flame Ionized Detector) بود. دمای ستون دستگاه در آغاز ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد بود که به مدت دو دقیقه در این دما نگه داشته شد و آن‌گاه در طول پنج دقیقه به ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و برای یک دقیقه در این دما باقی ماند. ستون مورد استفاده از نوع موئینه به طول ۳۰ متر بود. ایزوکاپروئیک اسید به عنوان استاندارد داخلی استفاده شد. غلظت هر یک از اسیدهای چرب فرار از تقسیم سطح زیر نقطه اوج (پیک) آن اسید چرب بر

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (۲۰۰۴) صورت گرفت. مدل آماری و فرضیات آزمایش به صورت زیر بود و مقایسات میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = مقدار مشاهده تیمار  $i$  ام در تکرار  $j$  ام،  $\mu$  = اثر

میانگین،  $T_i$  = اثر تیمار  $i$  ام،  $e_{ij}$  = اثر خطای آزمایشی

مربوط به تیمار  $i$  ام در تکرار  $j$  ام

### نتایج و بحث

اطلاعات مربوط به تأثیر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا بر مصرف خوراک در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که، در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری در ماده خشک مصرفی در دریافت مقادیر مختلف کنجاله میکس وجود داشت به طوری که با افزایش سطح کنجاله میکس در جیره، ماده خشک مصرفی نیز افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). همسو با پژوهش حاضر، در پژوهشی با افزودن مقدار پروتئین حیوانی در جیره بره‌های پرواری، مصرف ماده خشک افزایش یافت (فیروزی و همکاران ۲۰۲۱). مقدار ماده خشک مصرفی با افزایش سطوح پروتئین عبوری در جیره گاوهای تازه‌زا در جایگزینی کنجاله سویا با پروتئین غیرقابل تجزیه، افزایش یافت (امیرآبادی فراهانی و همکاران ۲۰۱۲). بوهنرت و همکاران (۱۹۹۸)، در جایگزینی کامل پروتئین گیاهی با پروتئین حیوانی در جیره گوساله‌های پرواری، تفاوت معنی‌داری در مصرف ماده خشک مشاهده نکردند. برخلاف پژوهش حاضر، در جایگزینی کنجاله سویا با خوراک مخلوط حاوی پروتئین عبوری، اختلاف معنی‌داری در ماده خشک مصرفی بره‌های پرواری گزارش نشده است (شیرازی و همکاران ۲۰۲۳). در پژوهشی بر روی گاوهای شیرده، اسدی و شوندی (۲۰۲۳) گزارش کردند که سطوح مختلف جایگزینی پروتئین عبوری با پروتئین قابل تجزیه در شکمبه، باعث اختلاف معنی‌داری در مصرف ماده خشک نشده است.

همچنین عدم تفاوت معنی‌داری در ماده خشک مصرفی بین تیمارهای دریافت کننده منابع پروتئینی مختلف در مطالعه سجادی و همکاران (۲۰۲۴) گزارش شد. در جایگزینی کامل گلوتن ذرت با کنجاله سویا، ماده خشک مصرفی علارغم افزایش نسبی، معنی‌دار نبود (اعتراف و همکاران ۲۰۲۰). ماده خشک مصرفی با تأمین مواد مغذی در راستای حفظ سلامت و تولید دام از اهمیت زیادی برخوردار است و استفاده از سطوح بالاتر پروتئین به ویژه پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه در جیره، به نفع تولید و حفظ اسکور بدنی دام است (انجمن ملی تحقیقات گوسفند ۲۰۰۷). تأثیر منابع پروتئینی بر مصرف ماده خشک به ترکیبات اجزای جیره نیز تا حد زیادی بستگی دارد (خالد و همکاران ۲۰۱۲). در استفاده از انواع پسماندها، عواملی مانند تفاوت بودن نوع و ترکیب فیبر و پروتئین خام، تفاوت در مقادیر مورد استفاده و البته میزان خوش‌خوراکی آن‌ها احتمالاً بیشترین نقش را در تعیین مصرف خوراک داشته باشند (بایل و فوربس ۱۹۷۴). وجود گلوتن ذرت می‌تواند از دلایل خوش‌خوراکی کنجاله میکس و به دنبال آن، مصرف بیشتر ماده خشک باشد. همچنین افزایش پروتئین عبوری جیره، سبب فرار مقدار بیشتری پروتئین از تجزیه و تخمیر شکمبه‌ای می‌شود و به دنبال آن با تغییر در تعادل نیتروژن، باعث افزایش مصرف خوراک می‌شود (العشری و همکاران ۱۹۸۷).

Table3. The effect of different levels mixed meal on dry matter intake of ewes (by week)

| Dry matter intake (gr)<br>(by week) | Percent of mixed meal replacement with soybean meal |                       |                       |                      | SEM    | P-value |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------|---------|
|                                     | 0                                                   | 33                    | 67                    | 100                  |        |         |
| 1                                   | 967.41 <sup>c</sup>                                 | 982.48 <sup>b</sup>   | 1016.26 <sup>ab</sup> | 1047.21 <sup>a</sup> | 17.542 | 0.0001  |
| 2                                   | 1005.28 <sup>b</sup>                                | 1068.55 <sup>ab</sup> | 1096.61 <sup>ab</sup> | 1142.48 <sup>a</sup> | 18.962 | 0.0001  |
| 3                                   | 1037.94 <sup>c</sup>                                | 1089.94 <sup>b</sup>  | 1106.74 <sup>b</sup>  | 1170.39 <sup>a</sup> | 19.987 | 0.0001  |
| 4                                   | 1070.47 <sup>c</sup>                                | 1129.87 <sup>b</sup>  | 1166.55 <sup>ab</sup> | 1228.76 <sup>a</sup> | 22.489 | 0.0001  |
| 5                                   | 1145.92 <sup>b</sup>                                | 1204.24 <sup>b</sup>  | 1291.98 <sup>ab</sup> | 1330.23 <sup>a</sup> | 20.214 | 0.0001  |
| 6                                   | 1165.88 <sup>c</sup>                                | 1224.98 <sup>b</sup>  | 1293.94 <sup>b</sup>  | 1379.96 <sup>a</sup> | 21.496 | 0.0001  |
| 7                                   | 1237.44 <sup>c</sup>                                | 1289.96 <sup>b</sup>  | 1317.21 <sup>b</sup>  | 1429.97 <sup>a</sup> | 18.558 | 0.0001  |
| 8                                   | 1299.49 <sup>d</sup>                                | 1388.47 <sup>c</sup>  | 1431.71 <sup>b</sup>  | 1509.68 <sup>a</sup> | 12.998 | 0.0001  |

SEM= standard error of means;

<sup>a,c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

کشتارگاهی طیور، سبوس برنج و اوره با کنجاله سویا، pH مایع شکمبه بدون تغییر قابل توجه و غلظت نیتروژن آمونیاکی به صورت کاهش خطی گزارش شد. همسو با نتایج حاضر، عزیزی و همکاران (۲۰۱۷) بیان داشتند که افزایش سطح پروتئین عبوری در جیره باعث کاهش pH شکمبه و افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی می‌شود. دلیل این امر می‌تواند کاهش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده فیبر باشد که احتمالاً محتوای اسیدلاکتیکی موجود در کنجاله میکس باعث اسیدی شدن pH شکمبه شده‌است. مطابق با نتایج، استفاده از محصول فرعی پسته در جیره گاوهای شیری باعث افزایش نیتروژن آمونیاکی شکمبه نسبت به گروه شاهد شد (بهلولی و همکاران ۲۰۰۹) که آزمایشات متعددی برخلاف آن، کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی را با افزایش پروتئین عبوری در گوساله پرواری، گوسفند بلوچی و بز سانن گزارش می‌دهند (شاکری و همکاران ۲۰۱۴؛ غفاری و همکاران ۲۰۱۴؛ ناصریان و همکاران ۲۰۱۵). در آزمایشی با افزایش سهم پروتئین غیرقابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه، برخلاف پژوهش حاضر، افزایش pH مایع شکمبه و همسو با پژوهش حاضر، افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی مشاهده شد (ولی‌زاده و همکاران ۲۰۲۰). در پژوهش کمالی و همکاران (۲۰۲۳)، با جایگزینی پروتئین حیوانی، علارغم کاهش جمعیت پروتوزوآ، اختلاف معنی‌داری گزارش نشد اما همسو با نتایج بدست آمده، کاهش pH شکمبه و افزایش غلظت آمونیاکی در جایگزینی ۳۳ درصد پروتئین عبوری شکمبه گزارش شد. همچنین با جایگزینی سطوح مختلف پروتئین حیوانی در جیره بره‌های پرواری، تغییری در

اطلاعات مربوط به تأثیر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای میش‌های آتابای در جدول ۴ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف جایگزینی در pH، نیتروژن آمونیاکی و جمعیت پروتوزوآ شکمبه وجود داشت، به‌طوری که با افزایش سطوح جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا، نیتروژن آمونیاکی شکمبه افزایش یافت در حالی که pH و جمعیت پروتوزوآ شکمبه کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). بیشترین مقدار pH مربوط به تیمار دریافت‌کننده ۱۰۰ درصد کنجاله سویا (۶/۵۹) و کمترین مقدار pH برای تیمار جایگزینی ۱۰۰ درصد کنجاله میکس (۵/۸۶) بود. همسو با پژوهش حاضر، در مطالعه‌ای با موضوع جایگزینی کنجاله سویا با مخلوط گلوتن ذرت و سبوس گندم در جیره گاو شیری، کاهش خطی pH با افزایش مقدار جایگزینی کنجاله مخلوط مشاهده شد (جیانگ و همکاران ۲۰۲۱). همسو با نتایج حاضر، چگینی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که جایگزینی پروتئین عبوری (خیساب ذرت) با کنجاله سویا سبب کاهش pH شکمبه و افزایش نیتروژن آمونیاکی شکمبه می‌شود. این مطلب ممکن است مرتبط با سطح نسبتاً بالای اسید لاکتیک در این خوراک باشد. سجادی و همکاران (۲۰۲۴)، همسو با این پژوهش، بیشترین غلظت نیتروژن آمونیاکی را هنگام جایگزینی ۱۰۰ درصد پروتئین حیوانی با کنجاله سویا در تغذیه میش به‌دست آوردند اما بر خلاف نتایج ما، اختلاف معنی‌داری در pH و جمعیت پروتوزوآ مشاهده نکردند. برخلاف پژوهش حاضر، در مطالعه شیرازی و همکاران (۲۰۲۳)، در جایگزینی مخلوط ضایعات

pH، غلظت نیتروژن آمونیاکی و به دنبال آن جمعیت پروتوزوای شکمبه دیده نشد (فیروزی و همکاران ۲۰۲۱). غلظت pH شکمبه با فراسنجه‌هایی مانند میزان منبع الیاف نامحلول در شوینده خنثی، تعادل بین تولید اسیدهای تخمیری، ترشح بزاق و نرخ عبور مواد از شکمبه و هم چنین با کیفیت پروتئین علوفه مصرف شده ارتباط دارد (اسدی و همکاران ۲۰۱۸). غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه هم‌راستا با افزایش پروتئین محلول و کاهش قابلیت هضم پروتئین افزایش می‌یابد (نظری و

Table 4. The effect of different levels mixed meal on rumen parameters of ewes

| Rumen parameters                          | Percent of mixed meal replacement with soybean meal |                    |                    |                    | SEM   | P-value |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|
|                                           | 0                                                   | 33                 | 67                 | 100                |       |         |
| pH                                        | 6.59 <sup>a</sup>                                   | 6.23 <sup>ab</sup> | 6.12 <sup>ab</sup> | 5.86 <sup>b</sup>  | 0.068 | 0.0001  |
| NH <sub>3</sub> -N (mg/dL)                | 16.74 <sup>c</sup>                                  | 18.55 <sup>b</sup> | 20.67 <sup>a</sup> | 21.92 <sup>a</sup> | 0.273 | 0.0001  |
| Protozoa population (10 <sup>5</sup> /mL) | 9.48 <sup>a</sup>                                   | 8.22 <sup>b</sup>  | 8.01 <sup>b</sup>  | 7.50 <sup>c</sup>  | 0.092 | 0.0001  |

SEM= standard error of means;

<sup>a,c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

مقادیر استات، پروپیونات و نسبت استات به پروپیونات نشد (کمالی و همکاران ۲۰۲۳). همسو با نتایج ما، بوهنرت و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند با افزایش سطح جایگزینی پروتئین غیرقابل تجزیه، نسبت استات به پروپیونات در مایع شکمبه گوساله‌های پروراری افزایش معنی‌داری یافت. در آزمایش جایگزینی سطوح مختلف پروتئین عبوری (محصول فرعی پسته)، با افزایش جایگزینی، مقدار استات در مایع شکمبه گوسفند بلوچی کاهش یافت (غفاری و همکاران ۲۰۱۴). همچنین شاکری و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر معنی‌داری بر مقادیر اسیدهای چرب فرار گزارش مشاهده نکردند. همچنین در پژوهشی، افزایش نسبت پروتئین غیرقابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در جیره، افزایش معنی‌داری استات و نسبت استات به پروپیونات را به‌همراه داشت (ولی‌زاده و همکاران ۲۰۲۰). در جایگزینی مخلوط گلوتن ذرت و سبوس گندم با کنجاله سویا، افزایش پروپیونات، افزایش کم استات و به‌دنبال آن‌ها کاهش نسبت استات به پروپیونات مشاهده شد (جیانگ و همکاران ۲۰۲۱). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مصرف خوراک، گوارش پذیری الیاف و تولید اسیدهای چرب فرار وجود دارد و هم‌راستا با تغییر در گوارش‌پذیری جیره، غلظت اسیدهای چرب فرار نیز در شکمبه دست‌خوش تغییر

اطلاعات مربوط به تأثیر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا بر غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه می‌ش‌های آتابای در جدول ۵ نشان داده شده است. با افزایش جایگزینی کنجاله میکس، مقدار استات روند کاهشی و پروپیونات روند افزایشی داشت ( $P < 0.05$ ) و در مقادیر بوتیرات، ایزوبوتیرات، والرات، ایزوالرات و مجموع اسیدهای چرب فرار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). نسبت استات به پروپیونات همراه با افزایش مقدار کنجاله میکس، افزایش یافت به‌طوری که از ۱/۸۴ در تیمار دریافت کننده صفر درصد جایگزینی کنجاله میکس به ۲/۷۶ تیمار دریافت کننده صددرصد جایگزینی کنجاله میکس رسید ( $P < 0.05$ ). سجادی و همکاران (۲۰۲۴) تفاوت معنی‌داری در مقادیر استات، پروپیونات و نسبت آن‌ها با جایگزینی پروتئین حیوانی با کنجاله سویا گزارش نکردند. استفاده از سطوح مختلف پروتئین عبوری اثر معنی‌داری بر مقادیر اسیدهای چرب فرار شکمبه نداشت (شیرازی و همکاران ۲۰۲۳). تغذیه با افزودن سطوح مختلف پروتئین حیوانی در بره‌های پروراری، سبب کاهش استات، افزایش پروپیونات و کاهش نسبت استات به پروپیونات شد (فیروزی و همکاران ۲۰۲۱). افزایش سطح پروتئین عبوری باعث اختلاف معنی‌داری در

سازد (سجادی و همکاران ۲۰۲۴). دلیل تفاوت در نتایج مختلف می‌تواند به دلیل جیره پایه، منبع پروتئینی جیره، نوع دام و مصرف خوراک معرفی نمود.

می‌شود (بلوچ قراری و همکاران ۲۰۱۴). افزایش استات و کاهش پروپیونات و افزایش همزمان در نسبت استات به پروپیونات به دلیل بهبود هضم الیاف و کمک به تخمیر بیشتر را با افزایش منبع پروتئین حیوانی محتمل می‌-

**Table 5. The effect of different levels mixed meal on concentration of volatile fatty acids of ewes**

| Rumen VFA (mmol/l)   | Percent of mixed meal replacement with soybean meal |                    |                    |                    | SEM   | P-value |
|----------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|
|                      | 0                                                   | 33                 | 67                 | 100                |       |         |
| Acetate              | 59.10 <sup>c</sup>                                  | 63.14 <sup>b</sup> | 64.02 <sup>b</sup> | 67.92 <sup>a</sup> | 2.428 | 0.0001  |
| Propionate           | 32.11 <sup>a</sup>                                  | 28.87 <sup>b</sup> | 27.21 <sup>b</sup> | 24.64 <sup>c</sup> | 0.617 | 0.0001  |
| Butyrate             | 6.29                                                | 6.41               | 6.32               | 6.26               | 0.274 | 0.6489  |
| Iso butyrate         | 1.36                                                | 1.37               | 1.36               | 1.39               | 0.022 | 0.8422  |
| Valerate             | 1.84                                                | 1.86               | 1.85               | 1.83               | 0.039 | 0.7129  |
| Iso valerate         | 1.22                                                | 1.24               | 1.27               | 1.25               | 0.012 | 0.6947  |
| Total VFA            | 104.00                                              | 103.78             | 102.19             | 102.73             | 2.884 | 0.4180  |
| Acetate : Propionate | 1.84 <sup>c</sup>                                   | 2.19 <sup>b</sup>  | 2.35 <sup>b</sup>  | 2.76 <sup>a</sup>  | 0.017 | 0.0001  |

SEM= standard error of means;

<sup>a,c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

می‌شوند. در بین این سه بخش بیشترین فعالیت هیدرولیتیکی آنزیم‌ها مربوط به بخش میکروب‌های متصل به ذرات ریز، پس از آن آنزیم‌های درون سلولی و در نهایت فعالیت آنزیم‌های خارج سلولی می‌باشد (آگاروال ۲۰۰۰). در آزمایش حاضر فعالیت آنزیم‌های وابسته به ذرات بیشتر از فعالیت آنزیم‌های بخش‌های درون سلولی و خارج سلولی به دست آمد. همسو با نتایج حاضر، در پژوهش سجادی و همکاران (۲۰۲۳)، جایگزینی کنجاله سویا با پروتئین حیوانی، فعالیت آنزیم‌های وابسته به ذرات بیشتر از دو بخش دیگر بود. این پاسخ می‌تواند به دلیل سرعت کولیزاسیون ذرات خوراکی با میکروب‌ها باشد (اسدی و همکاران ۲۰۱۹). تفاوت بین تیمارهای آزمایشی در رابطه با فعالیت آنزیم‌ها می‌تواند در نتیجه تغییر در جمعیت میکروبی با توجه به جیره ارائه شده به حیوانات و در نتیجه تغییر در حالت آنزیم‌ها باشد (آگاروال و همکاران ۲۰۰۴). میزان فعالیت کل آنزیم‌های کربوکسی‌متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز در پژوهش حاضر به ترتیب، در بازه‌های ۴۵۲/۰۱ تا ۵۱۹/۰۷ و ۳۶۲/۵۳ تا ۴۷۱ نانومول گلوکز آزاد شده در هر دقیقه بدست آمد. اسدی و همکاران (۲۰۱۹) در میزان فعالیت کل آنزیم‌ها در بره‌های دالاق، نتایجی مشابه با نتایج به دست آمده در این پژوهش بیان کردند. در گزارشی بیان شده است که

اطلاعات مربوط به تأثیر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا بر فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک شکمبه‌ای میش‌های آتابای در جدول ۶ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری بین فعالیت آنزیم‌های کربوکسی‌متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز در بین تیمارهای دریافت کننده سطوح مختلف کنجاله میکس وجود داشت، به طوری که با افزایش سطوح جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا، فعالیت آنزیم‌ها در بخش‌های داخل سلولی، خارج سلولی، بخش جامد و فعالیت کل کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). آنزیم‌های شکمبه منعکس‌کننده میکروب‌هایی می‌باشند که در هضم ذرات خوراکی درگیر هستند (راگیوانسی و همکاران ۲۰۰۷). آنزیم‌های تجزیه‌کننده فیبر شامل کربوکسی‌متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، فعالیت تجزیه کاغذ صافی و زیلاناز می‌باشند که کربوکسی-متیل سلولاز در تجزیه سلولزهای بی نظم و میکروکریستالین سلولاز در تجزیه سلولزهای با نظم در حال فعالیت هستند (آگاروال ۲۰۰۰). فعالیت این آنزیم‌ها در سه بخش مجزا از محتویات شکمبه شامل ذرات ریز (میکروب‌های متصل به بخش ذرات شکمبه)، بخش درون سلولی (سلول‌هایی که به صورت آزادانه در بخش مایع از مایع شکمبه معلق هستند) و بخش خارج سلولی (آنزیم‌های موجود در بخش مایع) اندازه‌گیری

استفاده از منابع پروتئینی گیاهی (کنجاله کتان و کنجاله پنبه‌دانه) در جیره می‌شود سبب افزایش فعالیت آنزیم-های کربوکسی‌متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز در هر سه بخش جامد، خارج سلولی و داخل سلولی و همچنین مجموع کل بخش‌های شکمبه می‌شود. میزان فعالیت کربوکسی‌متیل سلولاز در بخش‌های جامد، خارج سلولی، درون سلولی و کل شیرابه شکمبه نسبت به بخش‌های مذکور در آنزیم میکروکریستالین سلولاز بیشتر بود (خلیل‌زاده همکاران ۲۰۲۲). فعالیت کل در آنزیم‌های کربوکسی‌متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز در می‌شود دالاق را به ترتیب در دامنه ۳۹۲ تا ۵۳۲ و ۲۶۰ تا ۴۸۰ نانومول گلوکز آزاد شده در هر دقیقه گزارش نمودند (قورچی و همکاران ۲۰۲۴) که در پژوهش حاضر نیز دامنه فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک در همین محدوده می‌باشد. آنزیم‌های کربوکسی‌متیل سلولاز بر روی بخش میانی زنجیر سلولز اثر نموده و از طریق هیدرولیز آنرا متلاشی می‌نماید و تولید دو زنجیره کوتاه‌تر می‌کند. اما میکروکریستالین سلولاز به قسمت

انتهایی آزاد زنجیره حمله نموده و طی مراحل متوالی سلوبیوز را تولید می‌نماید. بنابراین، افزایش کل فعالیت کربوکسی‌متیل سلولاز نسبت به میکروکریستالین سلولاز احتمالاً به دلیل وجود سوبسترای بیشتر برای آن باشد و با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد (مهرانی و همکاران ۲۰۲۱؛ موناسیک و همکاران ۲۰۱۳). تغییرات فعالیت آنزیمی به علت نوع منبع پروتئین مصرفی احتمالاً به دلیل تغییرات رخ داده در جمعیت میکروبی شکمبه است. به عبارت دیگر نوع جیره تغذیه شده به حیوانات باعث تغییر جمعیت میکروبی و متعاقب آن تغییر در الگوی آنزیمی شده است. کاهش فعالیت آنزیم‌های کربوکسی‌متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز با جایگزینی کنجاله میکس در جیره احتمالاً به دلیل کاهش pH شکمبه شده است. زیرا باکتری‌های فیبرولایتیک شکمبه به تغییرات pH بسیار حساس هستند و زمانی که pH شکمبه به کمتر از ۶/۲ برسد رشد آنها مهار می‌شود (سانگ و همکاران ۲۰۰۷).

**Table 6. The effect of different levels mixed meal on hydrolytic enzyme activity of ewes**

| Hydrolytic enzymes                                                                                | Percent of mixed meal replacement with soybean meal |                     |                      |                     | SEM   | P-value |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------|---------|
|                                                                                                   | 0                                                   | 33                  | 67                   | 100                 |       |         |
| <b>Carboxymethyl cellulose</b> (Micro-molar glucose released per hour per ml of ruminal fluid)    |                                                     |                     |                      |                     |       |         |
| Cell section                                                                                      | 94.78 <sup>a</sup>                                  | 90.60 <sup>a</sup>  | 84.11 <sup>ab</sup>  | 67.97 <sup>b</sup>  | 2.889 | 0.0001  |
| Extracellular section                                                                             | 184.40 <sup>a</sup>                                 | 178.19 <sup>a</sup> | 156.60 <sup>ab</sup> | 120.47 <sup>b</sup> | 4.219 | 0.0001  |
| Solid part                                                                                        | 248.64 <sup>a</sup>                                 | 229.52 <sup>a</sup> | 202.51 <sup>ab</sup> | 182.04 <sup>b</sup> | 1.121 | 0.0001  |
| Total                                                                                             | 519.07 <sup>a</sup>                                 | 501.74 <sup>a</sup> | 500.10 <sup>a</sup>  | 452.10 <sup>b</sup> | 4.872 | 0.0001  |
| <b>Microcrystalline cellulose</b> (Micro-molar glucose released per hour per ml of ruminal fluid) |                                                     |                     |                      |                     |       |         |
| Cell section                                                                                      | 132.20 <sup>a</sup>                                 | 128.47 <sup>a</sup> | 116.01 <sup>ab</sup> | 107.55 <sup>b</sup> | 2.640 | 0.0001  |
| Extracellular section                                                                             | 127.62 <sup>a</sup>                                 | 120.94 <sup>a</sup> | 112.81 <sup>ab</sup> | 88.01 <sup>b</sup>  | 1.024 | 0.0001  |
| Solid part                                                                                        | 270.33 <sup>a</sup>                                 | 258.30 <sup>a</sup> | 240.69 <sup>ab</sup> | 210.92 <sup>b</sup> | 4.055 | 0.0001  |
| Total                                                                                             | 471.00 <sup>a</sup>                                 | 466.89 <sup>a</sup> | 426.07 <sup>ab</sup> | 362.53 <sup>b</sup> | 7.029 | 0.0001  |

SEM= standard error of means;

<sup>a,c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

### نتیجه گیری کلی

بطور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که، در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری در ماده خشک مصرفی در دریافت مقادیر مختلف کنجاله میکس وجود داشت به طوری که با افزایش سطح کنجاله میکس در جیره، ماده خشک مصرفی نیز افزایش یافت. با افزایش

سطوح جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا، نیتروژن آمونیاکی شکمبه افزایش یافت در حالی که pH و جمعیت پروتوزوآی شکمبه کاهش یافت. با افزایش جایگزینی کنجاله میکس، مقدار استات روند کاهشی و پروپیونات روند افزایشی داشت. با افزایش سطوح جایگزینی کنجاله میکس با کنجاله سویا، فعالیت آنزیم-

های هیدرولیتیک در بخش‌های داخل سلولی، خارج سلولی، بخش جامد و فعالیت کل کاهش یافت. با توجه به نتایج حاضر، بی‌آنکه اثر منفی در مصرف خوراک و سلامت شکمبه ایجاد شود؛ کنجاله میکس را به‌طور کامل می‌توان جایگزین کنجاله سویا در جیره میش‌های آتابای نمود.

#### منابع مورد استفاده

- Agarwal N, 2000. Estimation of fibre degrading enzyme. In: Feed Microbiology (eds Chaudhary LC, Agarwal N, Kamra DN and Agarwal DK). CAS Animal Nutrition, IVRI, Izatnagar, India 283–290.
- Agarwal N, Saxena J, Saha S, Chaudhary LC and Kamra DN, 2004. Changes in fermentation characteristics, microbial populations and enzyme profile in the rumen of buffaloes affected by roughage level in the diet. *Bubalus bubalis* 111: 81–90.
- Amirabadi-Farahani T, Amanlou H and Eslamian-Farsuni N, 2012. Effects of Varying Crude Protein and Rumen Undegradable Protein on Performance of Holstein Fresh Cows. *Iranian Journal of Animal science*, 42(4), 297-309. (In Persian).
- Asadi M and Shavandi M, 2023. Effects of replacing soy bean meal with poultry byproduct meal on performance, nutrient digestibility, excreted nitrogen and feeding behavior in Holstein lactating cows. *Journal of Animal Environment* 14(4): 55-64. (In Persian).
- Asadi M, Ghoorchi T, Toghdory A and Shahi M, 2021. Effect of replacing different levels of wheat straw with cottonseed plant on performance, digestibility, blood parameters, and rumination behavior in Dalagh ewes. *Animal Production Research* 10(2): 63-72. (In Persian).
- Asadi M, Toghdary A, Ghoorchi T and Kargar Sh, 2018. The effect of physical form of concentrate and buffer type on the activity of some hydrolytic enzymes of different segments of rumen fluid, nitrogen Retention and hematology in Dalagh fattening lambs. *Journal of Ruminant Research* 6(1): 127-146. (In Persian).
- Asadi M, Toghdory A, Ghoorchi T and Kargar Sh, 2019. Effect of physical form of the concentrate and buffer type on the rumen and blood parameters and microbial protein synthesis in fattening Dalagh lamb. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)* 32(122): 143-158. (In Persian).
- Azizi A, Papi N, Sharifi A, Azarfar A and Kiani A, 2017. Effect of different levels of corn steep liquor on the activity of hydrolytic enzymes in different fractions of rumen liquor and nitrogen metabolism in Moghani-male lambs. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)* 30(115): 255-270. (In Persian).
- Azizi-Shotorkhoft A, Sharifi A, Mirmohammadi D, Baluch-Gharaei H and Rezaei J. 2016. Effects of feeding different levels of corn steep liquor on the performance of fattening lambs. *Animal Physiology and Animal Nutrition* 100: 109-17.
- Bahrani-Yekdangi H, Khorvash M, Ghorbani GR, Alikhani M, Jahanian R and Kamalian E, 2014. Effects of decreasing metabolizable protein and rumen-undegradable protein on milk production and composition and blood metabolites of Holstein dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science* 97(6): 3707–3714.
- Baile CA and Forbes JM, 1974. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiological Reviews* 54: 160-168.
- Baluch-Gharaei H, Rouzbehan Y, Fazaali H and Rezaei J, 2014. Effect of deep-stacking broiler litter on pathogenic bacteria, intake, digestibility, microbial protein supply and rumen parameters in sheep. *Animal Feed Science and Technology* 199: 73-83.
- Bohluli A, Naserian AA, Valizadeh R and Eftekhari Shahrodi F, 2009. The effect of pistachio by-product on apparent digestibility, chewing activity and performance of early lactation Holstein cows diets. *Journal of Agricultural sciences and natural resources* 13: 155-165. (In Persian).
- Bohnert DW, Larson BT, Bauer ML, Branco AF, McLeod KR, Harmon DL and Mitchell GE, 1998. Nutritional evaluation of Poultry by-Product meal as a Protein source for ruminants: effects on performance and nutrient flow and disappearance in steers. *Journal of Animal Science* 76(4): 2474-2484.
- Broderick GA and Kang JH, 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids

- in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science* 63: 64–75.
- Broderick GA, Kerkman TM, Sullivan HM, Dowd MK and Funk PA, 2013. Effect of replacing soybean meal protein with protein from upland cottonseed, Pima cottonseed, or extruded Pima cottonseed on production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96: 2374–2386.
- Chegini R, Kazemi-Bonchenari M, Khodaei-Motlagh M and Khaltabadi-Farahani AH, 2020. Evaluation the Effects of Liquid Protein Source in Sheep Diet Fed High Wheat Straw Diet on Ruminal Fermentation, Microbial Protein, Hematology and Blood Metabolites. *Research on Animal Production* 11(27): 57-65. (In Persian).
- Dehority BA and Males JR, 1984. Rumen Fluid Osmolality: Evaluation of influence upon the occurrence and numbers of holotrich protozoa in sheep. *Journal Animal Science* 38: 865-870.
- El-Ashry MA, Khattab HM, El-Serafy A, Solimam H and Abd Elmoula SM, 1987. Nutritive value of poultry wastes for sheep. *Biological Wastes* 19: 287-298.
- Eteraf M, Teimouri Yansari A and Chashnidel Y, 2020. Effect of different levels of corn gluten feed on performance, nutrient digestibility and carcass characteristics of Afshari breeding fattening lambs. *Journal of Ruminant Research* 8(2): 57-72. (In Persian).
- Firouzi Z, Dayani O, Ayatollahi Mehrgardi A, Tahmasbi R, Khezri A and Hajalizadeh Z, 2021. Effect of different levels of hatchery wastes on growth performance, nutrients digestibility, ruminal and blood parameters in fattening lambs. *Journal of Ruminant Research* 9(4): 33-48. (In Persian).
- Gatlin DM, Barrows FT, Brown P, Dabrowski K, Gaylord TG, Hardy RW, Herman E, Hu G, Krogdahl A, Nelson R, Overturf K, Rust M, Sealey W, Skonberg D, J Souza E, Stone D, Wilson R and Wurtele E, 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquacultur Research* 38: 551-579.
- Ghaffari MH, Tahmasbi AM, Khorvash M, Naserian AA, Ghaffari AH and Valizade R, 2014. Effects of pistachio by-product in replacement of alfalfa hay on populations of rumen bacteria involved in biohydrogenation and fermentative parameters in the rumen of sheep. *Animal Physiology and Animal Nutrition* 98(3): 578-586.
- Ghoorchi T, Toghdory A, Shahi M and Asadi M, 2024. Influence of the replacement of different levels of cottonseed plant with wheat straw on performance, activity of hydrolytic enzymes and rumen parameters of Dalagh ewes. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)* 36(141): 59-74. (In Persian).
- He Z, Liu S, Wen X, Cao S, Zhan X, Hou L, Li Y, Chen S, Zheng H, Deng D, Gao K, Yang X, Jiang Z and Wang L, 2024. Effect of mixed meal replacement of soybean meal on growth performance, nutrient apparent digestibility, and gut microbiota of finishing pigs. *Frontiers in Veterinary Science*. DOI 10.3389/fvets.2024.1321486
- Hristov AN, Ivan M, Rode LM and McAllister TA, 2001. Fermentation characteristics and ruminal ciliate protozoal populations in cattle fed medium- or high concentrate barley-based diets. *Journal of Animal Science* 79: 515-524.
- Jiang X, Xu HJ, Ma GM, Sun YK, Li Y and Zhang YG, 2021. Digestibility, lactation performance, plasma metabolites, ruminal fermentation, and bacterial communities in Holstein cows fed a fermented corn gluten-wheat bran mixture as a substitute for soybean meal. *American Dairy Science Association* 104: 2866-2880.
- Jolazadeh AR, Dehghan Banadaky M and Rezayazdi K, 2018. Effect of soybean meal and canola meal treated with various levels of tannin extracted from Pistachio hulls on crude protein fractions based on CNCPS system. *Animal Science Research* 28(2): 51-63. (In Persian).
- Kamali R, chashnidel Y, Teymouri yansari A, Mohajer M and Toghdory A, 2023. Evaluation of poultry by-product meal replacement with soybean meal on growth, microbial population, rumen parameters, blood and microbial protein synthesis of fattening lambs. *Animal Science Research* 33(1): 63-76. (In Persian).
- Kazemi-Bonchenari M, Alizadeh A, Javadi L, Zohrevand M, E. Odongo N and Z.M. Salem A, 2017. Use of poultry pre-cooked slaughterhouse waste as ruminant feed to prevent environmental pollution. *Journal of Cleaner Production* 145: 151-156.
- Khalid MF, Sarwar M, Rehman AU, Shahzad MA and Mukhtar N, 2012. Effect of dietary protein sources on

- lamb's performance. A Review. *Journal of Animal Science Applied* 2: 111-120.
- Khalilzad HM, Ghoorchi T, Dastar B and Toghdory A, 2022. Effect of Different Levels Substitution of Cottonseed Meal with Flax Meal on the Ruminal Fibrolytic Enzyme Activity and Blood Parameters and Immune System in Ewes. *Research on Animal Production* 13(35): 93-99. (In Persian).
- Mehrani K, Ghoorchi T, Toghdory A and Rajabi AliAbadi R, 2021. Effect of different levels of potato on nutrient digestibility, fibrolytic enzyme and ruminal characteristics in Dalagh ewes. *Research on Animal Production* 11(30): 49 -56. (In Persian).
- Miller JL, 1959. Modified DNS method for reducing sugars. *Analytical Chemistry* 31: 426–429.
- Munasik C, Sutrisno I, Anwar S and Prayitno S, 2013. Physical Characteristics of Pressed Complete Feed for Dairy Cattle. *International Journal of Science and Engine* 4: 61- 65.
- Naserian AA, Staples CR and Ghaffari MH, 2015. Effects of replacing wheat bran by pistachio skins on feed intake, nutrient digestibility, milk yield, milk composition and blood metabolites of dairy Saanen goats. *The Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 100(2): 256-263.
- National Research Council, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, goats, cervide and new world camelids. Washington, DC: National Academy Press.
- Nazari S, Azizi A, Kiani A and Sharifi A, 2022. Effect of substituting different levels of Camellina sativa meal instead of soybean meal on performance, rumen fermentation parameters, blood metabolites, and feeding behavior of fattening lambs. *Animal Production Research* 11(2): 17-30. (In Persian).
- Ottenstein DM and Batler DA, 1971. Imoroved gas chromatography separation of free acids C2-C5 in dilute solution. *Analytical Chemistry* 43: 952-955.
- Raghuvansi SKS, Prasad R, Tripathi MK, Mishra AS, Chaturvedi OH, Mishra AK, Saraswat BL and Jakhmola RC, 2007. Effect of complete feed blocks or grazing and supplementation of lambs on performance, nutrient utilization, rumen fermentation and rumen microbial enzymes. *Animal* 1: 221–226.
- Rahimi A, Rafiee H, 2024. Performance of Holstein dairy calves fed starter diet with incremental vinasse proportion. *Animal Feed Science and Technology* 308: 115874.
- Sajjadi S, Toghdory A, Ghoorchi T and Asadi M, 2024. The Effect of Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughter Residue Powder on Feed Intake and Rumen Parameters of Dalagh Dairy Ewes. *Research On Animal Production* 15(43): 1-11. (In Persian).
- SAS Institute, 2004. User's Guide. Version 9.1: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.
- Shakeri P, Riasi A and Alikhani M, 2014. Effects of long period feeding pistachio by-product silage on chewing activity, nutrient digestibility and ruminal fermentation parameters of Holstein male calves. *Animal* 8(11): 1826-1831.
- Shirazi J, Ghoorchi T, Toghdory A and Seyed-Almousavi SMM, 2023. Investigating the Effect of Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughterhouse Waste Mixed with Rice Bran and Urea on Performance, Blood and Rumen Parameters of Fattening Lambs. *Research on Animal Production* 13(38): 110-117. (In Persian).
- Sobhanirad S, Behgar M, Vakili R and Elahi Torshizi M, 2013. Effect of gamma irradiation and chemical process on gas production parameters of some agricultural by-products in in vitro. *Iranian Journal of Animal Science Research* 4(4): 316-322. (In Persian).
- Sung HG, Kobayashi Y, Chang J, Ha A, Hwang IH and Ha JK, 2007. Low ruminal pH reduces dietary fiber digestion via reduced microbial attachment. *Asian -Australian Journal of Animal Science* 20: 200-207.
- Toghdory A, Ghoorchi T, Asadi M, Amozadeh Araee K and Aalipour M, 2024. The Effect of Replacing Soybean Meal with Corn Germ Meal in the Diet on Performance, Digestibility, Rumination Behavior and Blood Parameters of Fattening Lambs. *Research On Animal Production* 15(43): 12-22. (In Persian).
- Tripathi MK and Mishra A, 2007. Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology* 132(1):1-27.
- Valizadeh A, Kazemi-Bonchenari M, Khodaei-Motlagh M and Moradi MH 2020. The effect of different RUP: RDP ratios in sheep fed high wheat straw diet on ruminal fermentation, nutrient digestibility, blood metabolites, and microbial protein yield. *Journal of Ruminant Research* 8(1): 109-124. (In Persian).

- Van EIJN, Loest CA, Ferreira AV, Waggoner JW and Mathis CP, 2008. Limiting amino acids for growing lambs fed a diet low in ruminally undegradable protein. *Journal of Animal Science* 86: 2627-2641.
- Yazdi MH, Amanlou H and Mahjoubi E, 2009. Increasing prepartum dietary crude protein using poultry by-product meal dose not influence performance of multiparous Holstein dairy cows. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 12(22): 1448-1454.
- Yousefian S, Teimoury Yansary A and Ansari Porsaraei Z, 2013. Dietary effects of micronized soybean meal and in compare with protected methionine on growing performance of Zel crossbred lambs. *Iranian Journal of Animal Science Research* 5(2): 136-146. (In Persian).