Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 15, Issue 1, 2024 p: 1-12

OPEN ACCESS

Research Paper

# The Effect of Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughter Residue Powder on Feed Intake and Rumen Parameters of Dalagh Dairy Ewes

**Sadegh Sajjadi[1], Abdolhakim Toghdory[2], Taghi Ghoorchi[3] and Mohammad Asadi[4]**

1- M.Sc. Graduated, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2- Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, (Corresponding author: Toghdory@yahoo.com)
3- Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4- Ph.D. Student, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 10 April, 2023 Accepted: 13 September, 2023

## Extended Abstract

**Background**: In today's society, where food prices are rising, it is crucial to utilize agricultural by-products, industrial waste, and by-products from slaughterhouses and dairy industries in animal husbandry. One such by-product is poultry slaughterhouse waste powder, obtained during the production and processing of chicken meat. Successfully replacing these wastes with protein sources, such as soybean meal—which is primarily imported—while maintaining a proper balance between non-degradable and degradable proteins in the rumen, can reduce feed costs, improve the economic status of livestock production, and help prevent environmental pollution. Therefore, this research aims to investigate the effect of replacing poultry slaughterhouse residue powder with soybean meal on feed consumption and ruminal parameters in Dalagh dairy ewes.

**Methods:** In this experiment, 20 Dalagh ewes, each with three pregnancies and an average weight of 36 ± 3.7 kg, were used in a completely randomized design (CRD) with four treatments and five replications. The treatments included: control (diet without poultry slaughterhouse residue powder), second treatment (33% replacement), third treatment (66% replacement), and fourth treatment (100% replacement of soybean meal with poultry slaughterhouse residue powder). After ensuring their health, the ewes were kept in individual cages for 42 days. Weekly weights were recorded, and daily feed intake was logged to calculate dry matter consumption. Rumen fluid sampling occurred on the 42nd day of the experiment. Samples were taken in the morning before feeding (zero hour) and at three and six hours post-feeding using an esophageal tube. The pH of the rumen fluids was measured immediately after extraction with a calibrated mobile digital pH meter. To measure ammonia nitrogen in rumen fluid, samples were taken three hours after morning feeding. After measuring pH, the rumen fluid was filtered through a four-layer cloth, and the resulting liquid was diluted with 0.2 normal hydrochloric acid at a ratio of 5:1 (five parts sap to one part 0.2 N HCl) and stored at -20°C until analysis. The method of Broderick and Kang (1980) was used to determine rumen ammonia nitrogen using a spectrophotometer at a wavelength of 630 nm. Rumen fluid was also sampled to measure protozoan populations on the last day. Protozoa were counted using the method of Dehority and Males (1984). After straining the rumen liquid, 4 ml was placed in a test tube wrapped in foil, followed by the addition of 1 ml of formalin, five drops of methylene blue dye (2 grams of methylene blue dissolved in 100 ml distilled water), and 3 ml of glycerol. Protozoa counting was performed with a stereomicroscope using a 40X magnification lens and a neobar slide. Counting was repeated if there was a significant discrepancy among counts. The number of protozoa per millimeter of rumen fluid was calculated. For measuring volatile fatty acids (VFAs), 5 ml of rumen fluid was prepared, and 1 ml of 25% metaphosphoric acid was added, then stored at -20°C until analysis. Volatile fatty acids were determined using gas chromatography. Rumen enzymes were extracted according to Hristov et al. (2001). The examined enzymes in the rumen sap were divided into solid, extracellular, and intracellular components. The sap (about 50 ml) was filtered through a double layer of cloth; the residue on the cloth was considered the solid part. The leachate was c entrifuged at 450g for 5

Copyright ©2024 Sajjadi et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

minutes at 37°C to separate protozoan and bacterial parts. Finally, the results were analyzed using the GLM procedure of the SAS statistical program.
**Results:** The amount of dry matter intake (DMI), final weight of the ewes, and feed conversion ratio (FCR) were not significantly affected by the experimental treatments. No significant differences were observed among treatments regarding pH and protozoa populations at three fasting times or three and six hours after feeding. However, rumen NH3-N concentration was influenced by the experimental treatments; as the amount of poultry slaughterhouse residue powder in the diet increased, the NH3-N concentration also increased, with the highest concentration observed in the 100% replacement treatment ($p < 0.05$). There were no significant differences in the concentrations of acetate, propionate, butyrate, isovalerate, valerate, or the acetate-to-propionate ratio in the rumen. However, the total concentration of VFAs in the rumen was affected by the experimental treatments, increasing with the amount of poultry slaughterhouse residue powder in the diet ($p < 0.05$). No significant differences were noted in the activity levels of hydrolytic enzymes carboxymethylcellulase and microcrystalline cellulase (avicellase) among the experimental treatments.
**Conclusion:** Overall, the results of this experiment indicate that poultry slaughterhouse residue powder can completely replace soybean meal without negatively affecting feed intake or rumen health.

**Keywords:** Activity of Hydrolytic Enzymes, Dalagh Ewes, Poultry Slaughterhouse Residue Powder, Soybean Meal, Volatile Fatty Acids

**How to Cite This Article:** Sajjadi, S., Toghdory, A., Ghoorchi, T., & Asadi, M. (2024). The Effect of Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughter Residue Powder on Feed Intake and Rumen Parameters of Dalagh Dairy Ewes. *Res Anim Prod*, 15(1), 1-12. https://doi.org/10.61186/rap.15.43.1

مقاله پژوهشی

# تاثیر جایگزینی کنجاله سویا با پودر بقایای کشتارگاه طیور بر مصرف خوراک و فراسنجه‌های شکمبه‌ای میش‌های شیری دالاق

صادق سجادی[۱]، عبدالحکیم توغدری[۲]، تقی قورچی[۳] و محمد اسدی[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- استادیار گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران (نویسنده مسوول: Toghdory@yahoo.com)
۳- استاد گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان گرگان، ایران
۴- دانشجوی دکتری گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۲۲
صفحه: ۱ تا ۱۲

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** در جامعه امروز که با افزایش قیمت اقلام خوراکی مواجه هستیم، استفاده از فرآورده‌های فرعی کشاورزی، کارخانجات صنعتی و ضایعات کشتارگاه‌های دام و طیور و صنایع لبنی در دامپروری بسیار حائز اهمیت است. یکی از این فرآورده‌های فرعی، پودر ضایعات کشتارگاه‌های صنعتی طیور است که در حین تولید و فرآوری گوشت مرغ حاصل می‌شود. جایگزینی موفق این ضایعات با منابع پروتئینی مانند کنجاله سویا که بخش اعظم آن وارداتی است ضمن ایجاد تعادل بین پروتئین غیرقابل‌تجزیه و پروتئین تجزیه‌پذیر در شکمبه و منبع پروتئین با کیفیت بالا، سبب کاهش هزینه جیره‌های مصرفی و بهبود وضعیت اقتصادی تولید در دامداری‌ها و جلوگیری از آلودگی محیط زیست خواهد شد. با توجه به موارد گفته شده هدف از این پژوهش، تاثیر جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا بر مصرف خوراک و فراسنجه‌های شکمبه‌ای میش‌های شیری دالاق بود.

**مواد و روش‌ها:** در این آزمایش از ۲۴ رأس میش ۳ شکم زایش نژاد دالاق با میانگین وزن ۳/۷±۳۶/۲ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و شش تکرار استفاده شد. تیمارها شامل: تیمار شاهد (جیره بدون پودر بقایای کشتارگاه طیور)، تیمار دوم (جیره‌ای با ۳۳ درصد جایگزینی)، تیمار سوم (جیره‌ای با ۶۷ درصد جایگزینی) و تیمار چهارم (جیره‌ای با ۱۰۰ درصد جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور به‌جای کنجاله سویا) بودند. دام‌ها در هر تیمار بعد از اطمینان یافتن از سلامت در قفس‌های انفرادی به‌مدت ۴۲ روز نگهداری شدند. میش‌ها به‌صورت هفتگی توزین می‌شدند و خوراک داده شده و پس-آخور هر دام به صورت روزانه برای محاسبه ماده خشک مصرفی ثبت می‌شد. نمونه‌گیری از مایع شکمبه در روز ۴۲ آزمایش صورت گرفت. مایع شکمبه در زمان قبل از خوراک‌دهی صبح (ساعت صفر) و در ساعت‌های سه و شش بعد از خوراک‌دهی توسط سوند مری گرفته شد، سپس مقدار pH مایعات شکمبه بلافاصله پس از استحصال، توسط دستگاه pH متر دیجیتالی سیار که در همان محل نیز کالیبره شده بود، اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، از نمونه‌های ۳ ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح استفاده شد. نمونه مایع شکمبه بعد از اندازه گیری pH با استفاده از پارچه ۴ لایه متقال صاف شده و سپس شیرابه حاصل با اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال به‌نسبت ۵ به ۱ رقیق گردید و تا روز آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. برای تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی شکمبه از روش برودریک و کانگ (۱۹۸۰) و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر استفاده شد. نمونه‌گیری از مایع شکمبه برای اندازه گیری جمعیت پروتوزوآیی در روز پایانی صورت گرفت. برای شمارش پروتوزوآ از روش دهرویتی 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، 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 استریومیکروسکوپ و عدسی با بزرگنمایی X 40 بوسیله لام نئوبار صورت گرفت. برای هر نمونه ۴ بار شمارش انجام گرفت و در صورتی که بین پروتوزوای شمارش شده تفاوت زیادی وجود داشت، شمارش تکرار می-شد. در نهایت تعداد پروتوزوآ در هر میلی متر مایع شکمبه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار، نمونه‌های ۵ میلی‌لیتری از مایع شکمبه تهیه شد و به آنها ۱ میلی‌لیتر اسید متافسفریک 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 انجام شد.آنزیم‌های شکمبه‌ای مورد آزمایش در بخش‌های مختلف شیرابه شکمبه طبق روش هریستو و همکاران (۲۰۰۱) استخراج گردید. به‌منظور بخش بندی آنزیم‌های مورد بررسی در شیرابه شکمبه به سه بخش جامد، خارج سلولی و درون سلولی ابتدا شیرابه (حدود۵۰ میلی لیتر) توسط دولایه پارچه متقال صاف گردید و مواد باقی‌مانده روی پارچه به‌عنوان بخش جامد در نظر گرفته شد. برای جداسازی بخش‌های پروتوزوایی و باکتریایی، ابتدا شیرابه با دور450 g به‌مدت ۵ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. در نهایت نتایج حاصل از آزمایش با رویه GLM برنامه آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** میزان مصرف ماده خشک، وزن نهایی میش‌ها و مصرف خوراک تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر pH و جمعیت پروتوزوآ در سه زمان ناشتا، سه و شش ساعت پس از تغذیه مشاهده نشد. در صورتیکه غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت به نحوی که با افزایش میزان پودر بقایای کشتارگاه طیور در جیره، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه نیز افزایش یافت و بیشترین غلظت آمونیاکی در تیمار صد در صد جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا مشاهده شد (p=۰/۰۰۴۶). تفاوت معنی‌داری از نظر غلظت استات، پروپیونات، بوتیرات، ایزووالرات، والرات و نسبت استات به پروپیونات در شکمبه مشاهده نشد، اما غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و با افزایش میزان پودر بقایای کشتارگاه طیور در جیره غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه افزایش یافت (p=۰/۰۳۰۱). از نظر میزان فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک کربوکسی متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز(آویسلاز) در بخش‌های سلولی، خارج سلولی، جامد و کل در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی کامل پودر بقایای کشتارگاهی طیور با کنجاله سویا بدون اثرات منفی در مصرف خوراک و سلامت شکمبه امکان‌پذیر است.

**واژه‌های کلیدی:** اسید چرب فرار، پودر بقایای کشتارگاهی طیور، فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک، کنجاله سویا، میش دالاق

## مقدمه

کمبود منابع تغذیه‌ای و به‌دست آوردن حداکثر توان تولیدی در واحد سطح، موجب شده‌است که استفاده بهینه از منابع مواد خوراکی مورد توجه قرار گیرد. برخی از فرآورده‌های فرعی کارخانجات صنایع غذایی که غیرقابل استفاده برای انسان است منابع با ارزشی برای دام است که می‌توان با

استفاده در جیره دام به تولیدات دامی با ارزشی تبدیل شوند (Azizi *et al*., 2017). ضایعات کشتارگاه طیور از فرآوری بقایای غیرقابل مصرف کشتارگاه طیور شامل ضایعات داخلی بدن، سر و پاها و احتمالاً مقدار زیادی پر به‌دست می‌آیند. ضایعات کشتارگاهی طیور به‌دلیل استفاده از قسمت‌های مختلف لاشه نیز مانند پودر گوشت از نظر ترکیب مواد مغذی متغیر هستند. به‌همین دلیل ترکیب پودر بقایای کشتارگاهی طیور هر بار که تولید می‌شود ممکن است با دفعات دیگر متفاوت باشد (Shirazi *et al*., 2023). در زمان کشتار و آماده نمودن گوشت طیور، بخش‌هایی از اندام‌های غیرقابل مصرف در تغذیه انسان معمولاً دور ریخته می‌شود. اگر این مواد به‌صورت صحیح جمع آوری و به‌صورت پودرفرآوری شوند، می‌توانند به‌عنوان یک ماده غذایی مناسب و مقرون به‌صرفه در تغذیه طیور و نشخوار کنندگان مورد استفاده قرار گیرد (Ockerman and Hansen, 2000; Watson, 2006; Roodbari *et al*., 2020). پودر ضایعات کشتارگاهی طیور حاوی ۵۵–۶۰ درصد پروتئین خام، ۱۲–۱۴ درصد چربی خام و ۱۸–۲۰ درصد خاکستر است (Lira *et al*., 2014).

نتایج مطالعه پژوهشگران نشان می‌دهد جایگزینی کنجاله سویا با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در جیره غذایی گوسفندان سبب افزایش معنی‌داری وزن روزانه شد، این محققین بیان داشتند که پروتئین فراهم شده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور نسبت به کنجاله سویا با کارایی بیشتری مورد استفاده قرار گرفت (Lallo and Garci, 1994). در پژوهشی دیگر مشاهده شد که استفاده از ۲/۵ درصد جایگزینی ضایعات کشتارگاهی طیور با کنجاله سویا در جیره بره‌های پرواری سبب بهبود صفات پروار شد (Lira *et al*., 2014). پژوهش‌ها نشان می‌دهد تغذیه گوساله‌ها با جیره سیلاژ ذرت و تخم پنبه و محتوی ضایعات کشتارگاهی طیور تفاوت معنی‌داری در وزن نهایی ایجاد نکرده است (Klemersud *et al*., 1998). در یک مطالعه جایگزینی ۱۰۰ درصد پودر ضایعات کشتارگاهی طیور با کنجاله سویا، هیچ علائمی مربوط به کاهش خوش‌خوراکی گوساله‌های پرواری مشاهده نشد (Freeman, 2008).

برای تعادل صحیح بین پروتئین غیرقابل تجزیه و پروتئین تجزیه‌پذیر در شکمبه، وارد نمودن یک منبع مطلوب پروتئین حیوانی در جیره غذایی ضروری به نظر می‌رسد و با توجه به این‌که مطالعات محدودی در مورد جایگزینی پروتئین حیوانی با پروتئین گیاهی در میش‌ها وجود دارد، لذا این مطالعه با هدف تاثیر جایگزینی کنجاله سویا با پودر بقایای کشتارگاه طیور بر مصرف خوراک و فراسنجه‌های شکمبه‌ای میش‌های دالاق انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

### دام، طرح آزمایشی و جیره‌های آزمایشی

این پژوهش در سال ۱۳۹۹ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و آزمایشگاه علوم دامی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. به‌منظور انجام این آزمایش تعداد ۲۴ رأس میش ۳ شکم زایش نژاد دالاق با میانگین وزن ۳/۷±۳۶/۲ کیلوگرم در ۴ تیمار با ۶ تکرار استفاده شد. دام‌ها به‌صورت تصادفی به هر یک از تیمارهای آزمایشی اختصاص یافتند. تیمارها شامل: ۱: (جیره بدون پودر بقایای کشتارگاه طیور)، ۲: (جیره‌ای با ۳۳ درصد جایگزینی)، ۳: (جیره‌ای با ۶۷ درصد جایگزینی) و ۴: (جیره‌ای با ۱۰۰ درصد جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور به جای کنجاله سویا) بودند. برای عادت‌دهی دام به محیط آزمایشی، جیره‌های آزمایشی، به‌دست آوردن مقدار مصرف اختیاری خوراک و همچنین انجام اقدامات بهداشتی پس از تیماربندی دام‌ها، دوره سازگاری به‌مدت ۷ روز آغاز گردید. در طول مدت ۴۲ روز آزمایش، دام‌ها به سنگ نمک و آب آشامیدنی تمیز به‌طور آزاد دسترسی داشتند. جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش در ابتدا در حد اشتها در دو نوبت، ساعت ۸ صبح و ساعت ۴ عصر در اختیار میش‌ها قرار می‌گرفت. کنسانتره مورد نیاز انجام طرح در کارخانه خوراک دام و طیور مینوصباح متناسب با نیازهای توصیه شده در انجمن ملی حقیقات گوسفند (NRC, 2007) برای میش‌های شیری، طبق جدول ۱ تهیه گردید. همچنین پودر ضایعات کشتارگاهی مورد نیاز این پژوهش از کارخانه خوراک دام و طیور پیگیر تهیه گردید.

### تعیین عملکرد و مصرف خوراک

خوراک روزانه به‌صورت کاملاً مخلوط شده به دام‌ها عرضه شد.خوراک داده شده و باقی‌مانده خوراک برای هر دام در هر روز توزین و ثبت شد. خوراک مصرفی روزانه از میانگین‌گیری تفاوت خوراک داده شده برای هر دام و باقی‌مانده آخور روز بعد همان دام محاسبه شد. وزن‌کشی دام‌ها هر هفته یکبار به‌صورت ناشتا، با استفاده از باسکول دیجیتال صورت گرفت.

### اندازه‌گیری pH و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه

نمونه‌گیری از مایع شکمبه در روز ۴۲ آزمایش صورت گرفت. مایع شکمبه در زمان قبل از خوراک‌دهی صبح (ساعت صفر) و در ساعت‌های سه و شش بعد از خوراک‌دهی توسط سوند مری گرفته شد، سپس مقدار pH مایعات شکمبه بلافاصله پس از استحصال، توسط دستگاه pH متر دیجیتالی سیار[1] که در همان محل نیز کالیبره شده بود، اندازه‌گیری و ثبت‌گردید. برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، از نمونه‌های ۳ ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح استفاده‌شد. نمونه مایع شکمبه بعد از اندازه گیری pH با استفاده از پارچه ۴ لایه متقال صاف شده و سپس شیرابه حاصل با اسید کلریدریک[2] ۰/۲ نرمال به‌نسبت ۵ به ۱ (پنج شیرابه به یک HCl ۰/۲ نرمال) رقیق گردید و تا روز آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. برای تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی شکمبه از روش برودریک و کانگ (Broderick and Kang, 1980) و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر[3] در طول موج ۶۳۰ نانومتر استفاده شد.

1- Metrohm laboratory pH meter (691) 2- Hydrochloric Acid (HCl) 3- Spectrophotometer (Germany-471)

جدول ۱- اجزاء مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده

Table 1. Food Ingredients and chemical composition of experimental diets used

| Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughter Residue Powder<br>جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا (درصد) | | | | Ingredient (%)<br>اجزا جیره (درصد) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 67 | 33 | 0 | |
| 37 | 37 | 37 | 37 | Wheat straw<br>کاه گندم |
| 23 | 23 | 23 | 23 | Barely grain<br>دانه جو |
| 20 | 16.6 | 13.3 | 10 | Corn<br>دانه ذرت |
| 2.5 | 5.9 | 9.2 | 12.5 | Wheat bran<br>سبوس گندم |
| 0 | 5 | 10 | 15 | Soy bean meal<br>کنجاله سویا |
| 15 | 10 | 5 | 0 | meat powder<br>پودر گوشت |
| 1 | 1 | 1 | 1 | Limestone<br>سنگ آهک |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | Salt<br>نمک |
| 1 | 1 | 1 | 1 | Vit & Min*<br>مکمل ویتامینی- معدنی* |
| | | Chemical composition<br>مواد مغذی و ترکیب شیمیایی | | |
| 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | ME (Mcal/kg)<br>انرژی قابل متابولیسم (Mcal/kg) |
| 13.3 | 13.3 | 13.3 | 13.3 | Crude protein (%)<br>پروتئین خام (درصد) |
| 30.09 | 32.24 | 33.9 | 34.5 | Neutral detergent fiber (%)<br>الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) |
| 21.18 | 21.82 | 22.46 | 23.1 | Acid detergent fiber (%)<br>الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد) |
| 40.61 | 42.27 | 43.8 | 45.5 | Non fiber carbohydrate (%)<br>کربوهیدارت های غیر الیافی (درصد) |
| 1.83 | 1.81 | 1.79 | 1.77 | Crude fat (%)<br>چربی خام (درصد) |
| 5.6 | 6.02 | 6.4 | 6.8 | Ash (%)<br>خاکستر (درصد) |
| 0.35 | 0.38 | 0.4 | 0.46 | Phosphorus (%)<br>فسفر (درصد) |
| 0.89 | 0.90 | 0.91 | 0.92 | Calcium (%)<br>کلسیم (درصد) |

*مکمل ویتامین و معدنی شامل ویتامین A ۱۰۰۰۰۰۰واحد بین‌المللی، ویتامینD3 ۲۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی، منیزیم ۳۲۰۰۰ میلی‌گرم، منگنز ۱۰۰۰۰میلی‌گرم، روی ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم، مس ۳۰۰ میلی‌گرم، سلنیوم ۱۰۰میلی‌گرم، کلسیم ۱۰۰میلی‌گرم، آهن ۳۰۰۰ میلی‌گرم، کبالت ۱۰۰ میلی‌گرم، فسفر ۳۰۰۰۰ میلی‌گرم، مونتسین ۱۵۰۰میلی‌گرم، آنتی‌اکسیدان ۱۰۰میلی‌گرم در هر کیلوگرم می‌باشد.

**شمارش پروتوزوآ**

نمونه‌گیری از مایع شکمبه برای اندازه گیری جمعیت پروتوزوآیی در روز پایانی صورت گرفت. شیرابه شکمبه توسط سوند مری در سه زمان ناشتا، ۳ و ۶ ساعت پس از خوراک-دهی وعده صبح از دام‌ها جمع آوری گردید. برای شمارش پروتوزوآ از روش دهرویتی و مالس (Dehority and Males, 1984) 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[1] ۱۸/۵ درصد، ۵ قطره رنگ متیلن بلو[2] (۲ گرم متیلن بلو با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به حجم رسانده شد) و در نهایت ۳ میلی‌لیتر گلیسرول[3] به محتوای لوله آزمایش اضافه گردید. عمل شمارش پروتوزوآ توسط استریومیکروسکوپ[4] و عدسی با بزرگنمایی ۴۰ X بوسیله لام نئوبار[5] صورت گرفت. برای هر نمونه ۴ بار شمارش انجام گرفت و در صورتی که بین پروتوزوای شمارش شده تفاوت زیادی وجود داشت، شمارش تکرار می‌شد. در نهایت تعداد پروتوزوآ در هر میلی متر مایع شکمبه محاسبه شد.

**اسیدهای چرب فرار**

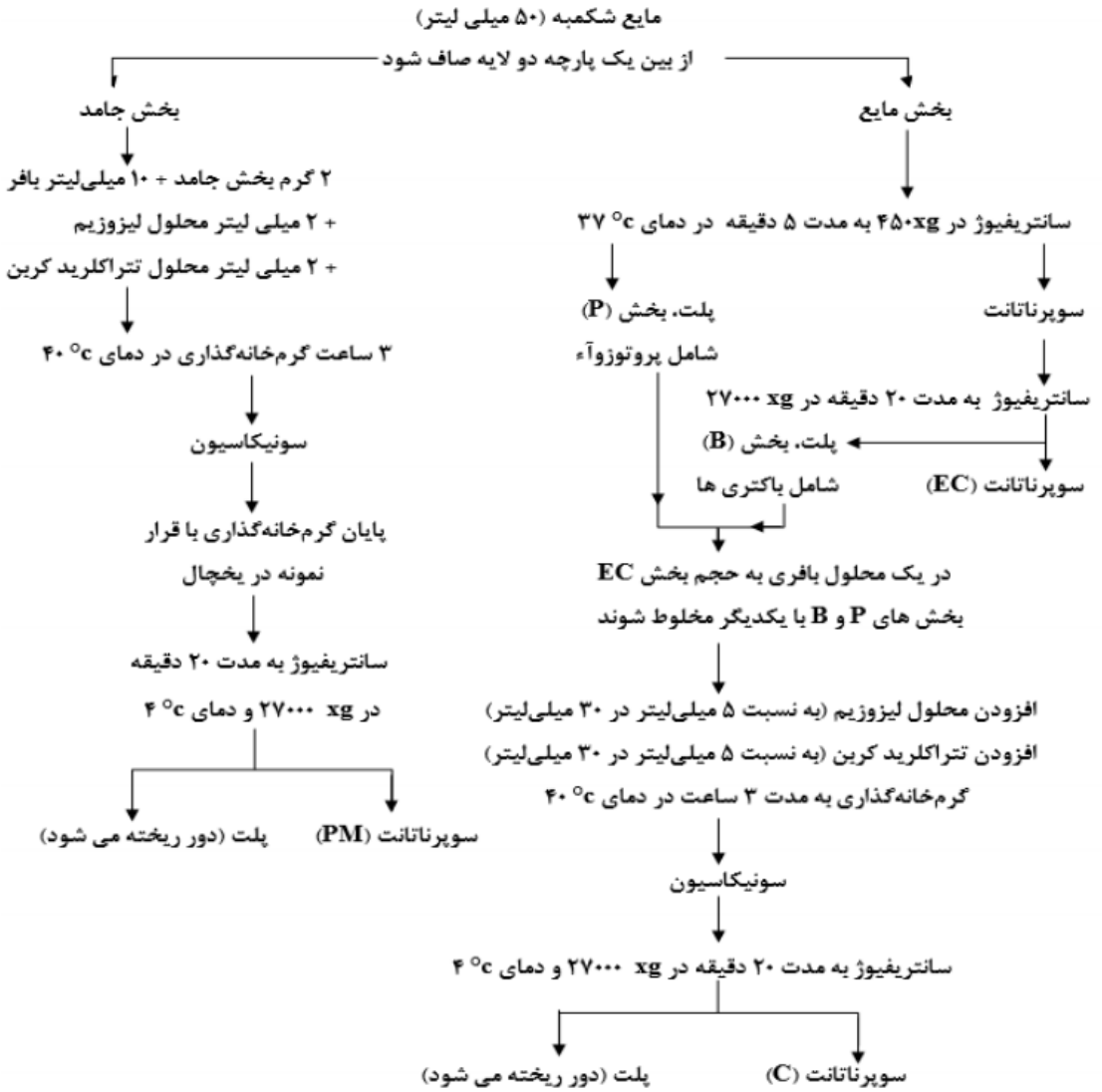
برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار، نمونه‌های ۵ میلی‌لیتری از مایع شکمبه تهیه شد و به آنها ۱ میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۲۵ درصد افزوده شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شد. تعیین اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گاز کارماتوگرافی انجام شد (Ottenstein and Bartley, 1971).

**فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک**

روز آخر دوره آزمایش، به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک شکمبه شامل کربوکسی متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز ، نمونه‌های شیرابه شکمبه طی سه روز متوالی توسط لوله مری ۶ ساعت پس از خوراک دهی وعده صبح از دام‌ها جمع آوری 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 (Hristov *et al*., 2001) استخراج گردید. به‌منظور بخش بندی آنزیم‌های مورد بررسی در شیرابه شکمبه به سه بخش جامد، خارج سلولی و درون سلولی ابتدا شیرابه (حدود۵۰ میلی لیتر) توسط دولایه پارچه متقال صاف گردید و مواد باقی‌مانده روی پارچه به‌عنوان بخش جامد در نظر گرفته

1- Formalin 2- Methylene blue 3- Glycerol 4- Stereomicroscope 5- Neobar lam

شد. برای جداسازی بخش‌های پروتوزوایی و باکتریایی، ابتدا شیرابه با دور ۴۵۰$g$ به‌مدت ۵ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. پلت به‌دست آمده به‌عنوان بخش پروتوزوایی در نظر گرفته شد. مایع شفاف رویی (سوپرناتانت) مجددا با دور ۲۷۰۰۰g به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. پلت به‌دست آمده در این مرحله به‌عنوان بخش باکتریایی مشخص شد. در نهایت، مایع شفاف رویی به‌عنوان منبع آنزیم‌های خارج سلولی مورد استفاده قرارگرفت. فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک در هر حیوان در هر یک از سه بخش شیرابه شکمبه طبق روش آگاروال (Agarwal, 2000) محاسبه گردید. گلوکز آزاد شده در اثر فعالیت هریک از آنزیم‌های مورد آزمون بر اساس روش میلر (Miller, 1959) تخمین زده شد. فعالیت‌های آنزیمی بر اساس این فرض که یک واحد آنزیم توانایی تولید یک نانو مول گلوکز در هر دقیقه در هر میلی لیتر از مایع شکمبه را تحت شرایط مخلوط واکنش دارد محاسبه گردید.




شکل۱- بخش بندی شیرابه شکمبه و استخراج آنزیم‌های هیدرولیتیک، برگرفته از آگاروال (Agarwal, 2000)
Figure 1. Ruminal fluid segmentation and extraction of hydrolytic enzymes, taken from Agarwal (Agarwal, 2000)

## طرح آزمایشی و مدل آماری آزمایش

مدل آماری و فرضیات آزمایش به‌صورت زیر بوده و مقایسات میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به عملکرد، نیتروژن آمونیاکی شکمبه و فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک از رابطه آماری زیر استفاده شد:

$$Yij= \mu+Ti+eij$$

Yij= مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام
μ= اثر میانگین
Ti= اثر تیمار iام
eij= اثر خطای آزمایشی مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام

برای صفات شمارش پروتوزوآ و pH مایع شکمبه، که به‌صورت اندازه‌گیری‌های تکرار شده انجام شد در چارچوب طرح کاملاً تصادفی تجزیه شدند که رابطه آماری آن در زیر نشان داده شده است.

$Yijk = \mu + Ai + Eaik + Bj + ABij + Ebijk$

Yijk= مشاهده مربوط به تیمار i و زمان اندازه‌گیری j در تکرار k

μ = میانگین کلی مشاهده‌ها

Ai= اثر تیمار i

Eaik= اشتباه اصلی

Bj= اثر زمان اندازه‌گیری j

ABij= برهم‌کنش تیمار i و زمان اندازه‌گیری j

Ebijk = اشتباه فرعی

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (۳۱) صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### عملکرد و مصرف خوراک

تفاوت معنی‌داری در وزن نهایی میش‌ها (P=۰/۹۲۵۲)، افزایش وزن دوره (P=۰/۱۹۷۶)، ماده خشک مصرفی (P=۰/۷۱۷۱) در بین تیمارهای دریافت کننده مقادیر مختلف پودر بقایای کشتارگاه طیور وجود نداشت (جدول ۲). پژوهشگران اظهار داشتند که اثر منابع پروتئینی بر مصرف ماده خشک را تا حد زیادی به ترکیبات اجزا خوراکی جیره نیز وابسته است (Khalid *et al*., 2012). خوش خوراکی کم جیره سبب کاهش مصرف خوراک می‌شود که معمولاً در سطوح بالا استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور ممکن است منعکس شود اما در پژوهش حاضر کاهش مصرف خوراک در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. نتایج نشان می‌دهد که جایگزینی کنجاله سویا با ضایعات کشتارگاهی طیور مخلوط شده با سبوس برنج و اوره در جیره بره‌های پرواری تفاوت معنی‌داری بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک نکرده است (Shirazi *et al*., 2023). همچنین گزارش نمودند که استفاده از پودر بقایای کشتارگاه طیور در جیره گوساله‌های پرواری تا ۸/۶ درصد ماده خشک جیره هیچ علائمی مربوط کاهش مصرف خوراک مشاهده نشد (Freeman, 2008). رودباری و همکاران (Roodbari *et al*., 2020) گزارش کردند پودر بقایای کشتارگاهی طیور بر عملکرد بره های پرواری نژاد بلوچی تاثیر معنی‌داری نداشت که این نتایج همسو با نتایج حاضر بود. پژوهشی در مورد استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در جیره گوسفندان در حال رشد نشان داده‌اند که استفاده از این منبع سبب بهبود افزایش رشد، راندمان خوراک و همچنین ابقای انرژی می‌شود (Lallo *et al*., 1994). همچنین بهبود افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی در استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور گزارش شده است (Al-Saiedy *et al*., 1997). در بررسی استفاده از ضایعات کشتارگاهی طیور به جای کنجاله سویا در جیره گوساله پرواری با افزایش سطح ضایعات کشتارگاهی به جای کنجاله سویا افزایش وزن در طی دوره پروار را نشان داد. همچنین ماده خشک مصرفی و کارایی خوراک افزایش معنی دار داشت. جایگزینی کنجاله سویا با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در جیره غذایی گوسفندان که بر پایه علوفه کامل نیشکر بوده‌است مشاهده نمودند که وزن روزانه از ۱۴۱/۹ گرم در روز با ۱۰۰ درصد کنجاله سویا در مقابل ۱۶۱/۳ گرم در روز با ۱۰۰ درصد پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. آن‌ها بیان داشتند که پروتئین فراهم شده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور نسبت به کنجاله سویا با کارایی بیشتری مورد استفاده قرار گرفت. این امکان وجود داردکه فرار پروتئین از تجزیه شکمبه و تأمین اسیدآمینه محدودکننده رشد در جیره با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور عامل بهبود رشد باشد (Lallo *et al*., 1994). همسو با نتایج آزمایش حاضر کلمرسود و همکاران، (Klemersud *et al*., 1998)، در نتایج آزمایشات رشد و عملکرد به مکمل‌های پروتئینی اوره، کنجاله سویا، پودر پر و پودر ضایعات کشتارگاهی طیور و نسبت‌های پودر پر و پودر ضایعات با اسیدآمینه متیونین و لایزین محافظت شده و بدون اسیدآمینه متیونین و لایزین محافظت شده در جیره گوساله‌های پرواری تفاوت معنی‌داری در پاسخ به افزایش وزن و کارایی خوراک که منتج از کارایی پروتئین باشد بین تیمارها به غیراز اوره مشاهده نگردید. کمالی و همکاران (Kamali *et al*., 2021) بیان داشتند که بین نوع استفاده از پودر بقایای کشتارگاهی طیور (بدون فراوری و فراوری شده) و همچنین سطوح جایگزینی آن با کنجاله سویا تفاوت معنی‌داری بر صفات عملکرد بره‌های پرواری وجود نداشته است. نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی کامل پودر بقایای کشتارگاهی طیور با کنجاله سویا بدون اثرات منفی در مصرف خوراک و سلامت شکمبه امکان‌پذیر است.

جدول ۲- تأثیر جایگزینی کنجاله سویا با پودر بقایای کشتارگاهی طیور بر تغییرات وزن و مصرف خوراک میش‌های دالاق

Table 2. The effect of replacing poultry byproduct meal with soybean meal on changes in weight and feed intake of Dalagh ewes

| P-Value سطح احتمال | SEM | Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughter Residue Powder جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا (درصد) | | | | performance parameters پارامترهای عملکرد |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 100 | 67 | 33 | 0 | |
| 0.9861 | 0.764 | 36.20 | 35.96 | 35.80 | 36.06 | Initial body weight (Kg) وزن ابتدا دوره (کیلوگرم) |
| 0.9252 | 0.678 | 40.32 | 40.78 | 40.32 | 40.14 | Final body weight (Kg) وزن انتها دوره (کیلوگرم) |
| 0.1976 | 0.245 | 4.16 | 4.86 | 4.56 | 4.12 | Period weight gain (kg) افزایش وزن دوره (کیلوگرم) |
| 0.7171 | 68.282 | 970.13 | 1048.42 | 1052.87 | 970.08 | Dry matter intake (g) ماده خشک مصرفی (گرم) |

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

**pH، نیتروژن آمونیاکی و پروتوزوآی شکمبه**

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده‌است، در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر pH و جمعیت پروتوزوآ در سه زمان ناشتا، سه و شش ساعت پس از تغذیه مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در صورتیکه غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت به نحوی که با افزایش میزان پودر بقایای کشتارگاه طیور در جیره و غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه نیز افزایش می‌یابد و بیشرین غلظت آمونیاکی در تیمار صد در صد جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا مشاهده شد (P=۰/۰۰۴۶). همسو با نتایج حاضر کمالی و همکاران (Kamali *et al*., 2021) نشان دادند که نوع مصرف ضایعات کشتارگاهی کارخانجات طیور (بدون فرآوری و فرآوری) اثر معنی‌دار بر pH و جمعیت پروتوزوآ شکمبه در بره‌های پرواری ندارد اما آنها بیان کردند که غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه برای سه ساعت بعد از خوراکدهی نیز تحت تاثیر منبع پروتئینی قرار نگرفته است که در تضاد با آزمایش حاضر است. آنها دلیل این امر را به کاهش هضم پروتئین در جایگزینی پودر بقایای کشتارگاهی در شکمبه نسبت دادند. اما با توجه به نتایج این پژوهش مبنی بر عدم کاهش قابلیت هضم پروتئین در تیمارهای دریافت کننده پودر بقایای کشتارگاهی طیور می‌توان این فرضیه را در شرایط این آزمایش رد نمود. همچنین بوهنرت و همکاران (Bohnert *et al*., 1998) نیز بیان داشتند با کاهش هضم میکروبی پروتئین در شکمبه، غلظت نیتروژن آمونیاک نیز کاهش می یابد. غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با افزودن سطوح ضایعات کشتارگاهی طیور به جای کنجاله سویا در جیره گوساله‌های پرواری به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (Al-Saiedy *et al*., 1997). همچنین السعیدی و همکاران (Al-Saiedy *et al*., 1997) عدم تغییر معنی‌دار pH شکمبه را در مطالعه خود اعلام کردند. در پژوهشی دیگر که پودر بقایای کشتارگاهی طیور مخلوط شده با سبوس برنج و اوره را جایگزین کنجاله سویا در جیره بره‌های پرواری کرده بودند، تیمارهای آزمایشی تاثیر قابل توجه ای بر pH مایع شکمبه نداشتند و مقدار نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با افزایش سطوح خوراک مخلوط به طور خطی کاهش یافت (Shirazi *et al*., 2023). در جیره‌ی بزها نیز سطوح جایگزینی کنجاله سویا با سطوح (۰، ۲۰ و ۴۰ درصد) نیز با افزایش سطح ضایعات کشتارگاهی طیور کاهش خطی در غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه دیده شد. اما بین تیمارهای ۲۰ و ۴۰ درصد تفاوت اندک و معنی‌دار نبوده اما در تیمار صفر درصد جاگزینی (بدون استفاده از ضایعات کشتارگاهی طیور) غلظت نیتروژن آمونیاک مایع شکمبه بیشترین و تفاوت معنی‌دار با دو تیمار (۲۰ و ۴۰ درصد) داشته است (Freeman, 2008).

جدول ۳- تاثیر جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا بر pH، پروتوزوآ وغلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه

Table 3. The effect of replacing poultry byproduct meal with soybean meal on rumen pH, protozoa and ammonia nitrogen concentration

| P-Value زمان×تیمار | P-Value اثر زمان | P-Value اثر تیمار | SEM | Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughter Residue Powder جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا (درصد) | | | | Rumin parameters فراسنجه‌های شکمبه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 100 | 67 | 33 | 0 | |
| 0.0933 | 0.5317 | 0.3774 | 0.107 | 6.82 | 6.89 | 6.63 | 6.73 | pH before morning feeding pH ناشتا |
| 0.3444 | 0.1547 | 0.3321 | 0.069 | 5.99 | 5.82 | 5.98 | 5.93 | pH 3 hours after morning feeding pHسه ساعت بعد از تغذیه صبح |
| 0.2720 | 0.9861 | 0.3154 | 0.117 | 6.21 | 6.40 | 6.53 | 6.41 | pH 6 hours after morning feeding pH شش ساعت بعد از تغذیه صبح |
| 0.0513 | 0.0120 | 0.2311 | 0.151 | 4.82 | 4.68 | 4.38 | 4.54 | Protozoa before morning feeding ($x10^4$/ml) پروتوزوآ ناشتا (×۱۰$^4$/میلی‌لیتر) |
| 0.3681 | 0.0001 | 0.2547 | 0.099 | 4.94 | 4.96 | 4.83 | 4.69 | Protozoa 3 hours after morning feeding ($x10^4$/ml) پروتوزوآ سه ساعت بعد از تغذیه صبح (×۱۰$^4$/میلی‌لیتر) |
| 0.7854 | 0.0744 | 0.3074 | 0.130 | 6.10 | 6.18 | 5.84 | 6.09 | Protozoa 6 hours after morning feeding ($x10^4$/ml) پروتوزوآ شش ساعت بعد از تغذیه صبح (×۱۰$^4$/میلی‌لیتر) |
| - | - | 0.0046 | 0.558 | 12.89$^a$ | 11.94$^{ab}$ | 10.53$^b$ | 9.90$^b$ | Ammonia nitrogen 3 hours after morning feeding (mg/dL) نیتروژن آمونیاکی سه ساعت بعد از تغذیه صبح (میلی‌گرم/دسی‌لیتر) |

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

حروف غیرمشابه در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

**اسیدهای چرب فرار**

همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده‌است، در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر میزان استات، پروپیونات، بوتیرات، ایزووالرات، والرات و نسبت استات به پروپیونات مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در صورتی‌که غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت به‌نحوی که با افزایش میزان پودر بقایای کشتارگاه طیور در جیره افزایش می‌یابد و بیشرین غلظت کل اسیدهای چرب فرار در تیمار صد در صد جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا مشاهده شد (P=۰/۰۳۰۱). در راستای پژوهش حاضر، گزارش شده است که جایگزینی پودر بقایای کشتارگاهی طیور مخلوط شده با سبوس برنج و اوره با کنجاله سویا تفاوت معنی‌داری از نظر مقادیر بوتیرات، ایزووالرات، والرات، اسیدپروپیونیک، اسید استیک و

ایزوبوتیریک بره‌های پرواری ایجاد نکرد (Shirazi *et al*., 2023). کمالی و همکاران (Kamali *et al*., 2021) در بره‌های پرواری نشان دادند که استفاده از پودر بقایای کشتارگاهی طیور به‌جای کنجاله سویا بر مقادیر درصد مول استات، بوتیرات و والرات و کل اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه تفاوت معنی‌داری ایجاد نمی‌کند اما سبب افزایش پروپیونات و ایزوبوتیرات مایع شکمبه می‌شود. نتایج مطالعه السعیدی و همکاران (Al-Saiedy *et al*., 1997)، نشان دادند که سطوح جایگزینی پودر ضایعات کشتارگاهی کارخانجات طیور با کنجاله سویا (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) در جیره غذایی گوساله پرواری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار در مایع شکمبه تاثیر معنی‌دار نداشت. سطوح جایگزینی پودر ضایعات کشتارگاهی کارخانجات طیور با کنجاله سویا (صفر، ۲۰ و ۴۰ درصد) در جیره غذایی بزها بر غلظت مجموع اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه و نسبت مولی سایر اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه تغییرات معنی حاصل نشد (Freeman, 2008). همچنین بوهنرت و همکاران (Bohnert *et al*., 1998) نیز بیان داشتند که در جیره دام پرواری، غلظت استات مایع شکمبه در تیمار ۱۰۰ درصد کنجاله سویا در مقایسه با ۱۰۰درصد پودر ضایعات کشتارگاهی طیورکمتر بوده‌است. با افزایش سطح جایگزینی کنجاله سویا با پودر ضایعات کشتارگاهی طیورغلظت پروپیونات کاهش یافته و ایزوبوتیرات افزایش یافت. با افزایش سطح جایگزینی کنجاله سویا با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور تفاوت معنی‌داری در غلظت بوتیرات، ایزووالرات و والرات در مایع شکمبه مشاهده نشد. نسبت غلظت استات به پروپیونات با افزایش سطح جایگزینی کنجاله سویا با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور بیشتر شد. افزایش استات و کاهش پروپیونات و افزایش همزمان در نسبت استات به پروپیونات بدلیل بهبود هضم الیاف و کمک به تخمیر بیشتر را با افزایش ضایعات کشتارگاهی کارخانجات طیور محتمل می‌سازد. منبع نیتروژن بر غلظت مجموع کل اسیدهای چرب فرار اثر معنی داری نداشت. منبع نیتروژن به سهم خود می تواند غلظت آمونیکی شکمبه‌ای را کم و با تاثیر بر مهار تخمیر الیاف می‌تواند منجر به کاهش تولید استات شود (Van Soest, 1994). در یک مطالعه کاهش سطح پروتئین قابل تجزیه در شکمبه تأثیر معنی‌داری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار، استات، پروپیونات و بوتیرات مایع شکمبه در ساعات بعد از مصرف خوراک بین جیره‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت (Lira *et al*., 2014).

جدول ۴- تاثیر جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا بر اسیدهای چرب فرار (مول / ۱۰۰مول)

Table 4. The effect of replacing poultry byproduct meal with soybean meal on volatile fatty acids (mol/100mol)

| P-Value سطح احتمال | SEM | Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughter Residue Powder جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا (درصد) | | | | Volatile fatty acids (mmol/l) اسیدهای چرب فرار (میلی مول / لیتر) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 100 | 67 | 33 | 0 | |
| 0.0717 | 0.785 | 63.58 | 62/38 | 61.84 | 60.49 | Acetate استات |
| 0.0596 | 0.480 | 25.08 | 25.34 | 23.42 | 23.40 | Propionate پروپیونات |
| 0.9012 | 0.726 | 11.80 | 11.68 | 12.34 | 12.18 | Butyrate بوتیرات |
| 0.8515 | 0.031 | 1.52 | 1.49 | 1.49 | 1.46 | Isovalerate ایزووالرات |
| 0.9817 | 0.022 | 1.51 | 1.52 | 1.51 | 1.52 | valerate والرات |
| 0.2002 | 0.059 | 2.54 | 2.46 | 2.64 | 2.58 | Acetate to propionate ratio نسبت استات به پروپیونات |
| 0.0301 | 1.029 | $103.47^{a}$ | $102.42^{ab}$ | $100.60^{ab}$ | $99.02^{b}$ | Total volatile fatty acids (molar) کل اسیدهای چرب فرار (مولار) |

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

حروف غیرمشابه در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است ($P<0/05$).

**فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک**

همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده‌است، در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر میزان فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک کربوکسی متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز(آویسلاز) در بخش‌های سلولی، خارج سلولی، جامد و کل مشاهده نشد ($P>0/05$). فعالیت آنزیم‌های شکمبه منعکس‌کننده میکروب‌هایی می‌باشد که در هضم ذرات خوراکی درگیر هستند (Raghuvansi *et al*., 2007). آنزیم‌های تجزیه‌کننده الیاف شامل کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، فعالیت تجزیه کاغذ صافی می‌باشند (Agarwal, 2000). کربوکسی متیل سلولاز در تجزیه سلولزهای بی‌نظم و میکروکریستالین سلولاز در تجزیه سلولزهای با نظم درگیر می‌باشند (Raghuvansi *et al*., 2007). فعالیت این آنزیم‌ها در سه بخش مجزا از محتویات شکمبه شامل ذرات ریز (میکروب‌های متصل به بخش ذرات شکمبه)، بخش درون سلولی (سلول‌هایی که به‌صورت آزادانه در بخش مایع از مایع شکمبه معلق هستند) و بخش خارج سلولی (آنزیم‌های موجود در بخش مایع) اندازه‌گیری می‌شوند. در بین این سه بخش بیشترین فعالیت هیدرولایتیکی آنزیم‌ها مربوط به بخش میکروب‌های متصل به ذرات ریز، پس از آن آنزیم‌های درون سلولی و در نهایت آنزیم‌های خارج سلولی است. در این آزمایش فعالیت آنزیم‌های وابسته به ذرات بیشتر از حدود فعالیت آنزیم‌های دو بخش سلولی و خارج سلولی به‌دست آمد. این پاسخ می‌تواند به‌دلیل سرعت کونلیزاسیون ذرات خوراکی با میکروب‌ها باشد (Agarwal, 2000). میزان فعالیت کل به‌دست آمده از آنزیم‌های مورد بررسی در این آزمایش مشابه با میزان فعالیت کل گزارش شده توسط میرمحمدی (Mirmohammadi, 2013) در بره‌های پرواری

است که فعالیت کل در آنزیم‌های کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، آلفا آمیلاز و فعالیت تجزیه کاغذ صافی را به‌ترتیب در دامنه ۲۸۲ تا ۵۲۴، ۱۴۳ تا ۲۰۳، ۱۶۰۲ تا ۱۲۴۲ و ۲۱۹ تا ۳۲۴ نانومول گلوکز آزاد شده در هر دقیقه گزارش نمودند. مشخص شده است که تعداد بیشتر میکروب‌های وابسته به بخش جامد سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های فیبرولیتیک شده و عمدتاً در هضم الیاف دخیل هستند (Cheng *et al*., 1984; Cheng and McAllister, 1997; Raghuvansi *et al*., 2007; Asadi *et al*., 2018). همچنین قورچی و دوستی (Ghoorchi and Dousti, 2015) گزارش کردند، میزان کل فعالیت آنزیم کربوکسی متیل سلولاز و میکروکریستال سلولاز (به‌ترتیب از راست به چپ) در مقایسه مایع شکمبه‌ای دام کشتار شده با دام فیستولایی در دامنه، ۱۸۵ تا ۴۴۰، ۳۱۱ تا ۵۳۷، وابسته به ذرات ۱۷ تا ۶۰، ۵۵ تا ۲۶۸، خارج سلولی ۵۶ تا ۱۳۸، ۸۴ تا ۱۷۳، داخل سلولی ۴۸ تا ۲۴۵، ۱۶۴ تا ۲۴۹ (نانومول در دقیقه) بوده است. گستره میزان فعالیت سه بخش آنزیم‌های به‌دست آمده از آنزیم‌های مورد بررسی در این آزمایش متفاوت با میزان فعالیت آنزیم‌های کربوکسی متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز گزارش شده توسط (Ghoorchi and Dousti, 2015) است. این تفاوت و دامنه را میتوان به‌علت خوراک، محل نگهداری و مدیریت متفاوت دانست. به عبارت دیگر نوع جیره تغذیه شده به حیوانات، باعث تغییر جمعیت میکروبی و متعاقب آن تغییر در الگوی آنزیمی شده است (Kamra *et al*., 2010). میزان فعالیت آنزیمی کمتر در بخش سلولی شیرابه به این سبب است که میکروب‌های سلولولیتیک به ذرات خوراکی متصل شده‌اند و جمعیت میکروب‌های آزاد در بخش مایع بسیار کمتر است (Agarwal, 2000; Raghuvansi *et al*., 2007). حداقل غلظت آنزیم‌های تجزیه کننده الیاف در بخش خارج سلولی شیرابه شکمبه قابل انتظار بود، زیرا این آنزیم‌ها به پوشش سلولی متصل هستند و تنها مقدار کمی از آنها به‌دلیل تخریب یا تجزیه مکانیکی میکروب‌های تجزیه کننده الیاف به بخش مایع سلولی آزاد می‌شود (Minato *et al*., 1996; Agarwal, 2000). نتایج آزمایش حاضر مطابق با یافته‌های میرمحمدی (Mirmohammadi, 2013) در بره‌های پرواری است که فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک (شامل کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، آلفا آمیلاز، فعالیت تجزیه کاغذ صافی و پروتئاز) در بخش جامد، درون سلولی و خارج سلولی شکمبه را به‌ترتیب در دامنه ۸۱-۷۲، ۲۱-۱۴ و ۹-۶ درصد از کل فعالیت گزارش کردند. همچنین، میناتو و همکاران (Minato *et al*., 1996) دریافتند که ۷۰-۵۰ درصد باکتری‌های شکمبه متصل به ذرات خوراک هستند. میزان فعالیت کربوکسی متیل سلولاز در بخش جامد، خارج سلولی، درون سلولی و کل شیرابه شکمبه نسبت به بخش‌های مربوطه در آنزیم میکروکریستالین سلولاز بیشتر بود. آنزیم‌های کربوکسی متیل سلولاز بر روی بخش میانی زنجیر سلولز اثر نموده و از طریق هیدرولیز آن‌را پاره می‌نماید و تولید دو زنجیر کوتاهتر میکند. اما میکروکریستالین سلولاز به قسمت انتهایی آزاد زنجیره حمله نموده و طی مراحل متوالی سلوبیوز را تولید می‌نماید (Danesh Mesgaran *et al*., 2006). بنابراین، افزایش فعالیت کربوکسی متیل سلولاز نسبت به میکروکریستالین سلولاز احتمال به‌خاطر وجود سوبسترای بیشتر برای آن باشد و مطابق با یافته‌های سایر محققین است (Raghuvansi *et al*., 2007; Mirmohammadi, 2013).

جدول ۵- تاثیر جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا بر فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک بخش‌های مختلف شکمبه

Table 5. The effect of replacing poultry byproduct meal with soybean meal on the activity of hydrolytic enzymes in different parts of the rumen

| Activity of hydrolytic enzymes<br>فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک | جایگزینی پودر بقایای کشتارگاه طیور با کنجاله سویا (درصد) | | | | SEM | P-Value<br>سطح احتمال |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 33 | 67 | 100 | | |
| Carboxymethylcellulase<br>(micromoles of glucose released per hour per milliliter of rumen fluid)<br>کربوکسی متیل سلولاز<br>(میکرومول گلوکز آزاد شده در ساعت در هر میلی لیتر مایع شکمبه) | | | | | | |
| Cell section<br>بخش سلولی | 45.25 | 43.50 | 43.25 | 42.50 | 5.64 | 0.9312 |
| Extracellular section<br>بخش خارج سلولی | 30.30 | 29.17 | 28.92 | 28.50 | 3.73 | 0.9224 |
| Solid part<br>بخش جامد | 381.50 | 368.50 | 357 | 377 | 17.55 | 0.3656 |
| Total<br>کل | 457 | 441.25 | 429.25 | 448 | 18.33 | 0.3654 |
| Microcrystalline cellulase (avicellase)<br>(micromoles of glucose released per hour per milliliter of rumen fluid)<br>میکروکریستالین سلولاز (آویسلاز)<br>(میکرومول گلوکز آزاد شده در ساعت در هر میلی لیتر مایع شکمبه) | | | | | | |
| Cell section<br>بخش سلولی | 36.25 | 36.25 | 35.25 | 37 | 2.99 | 0.7747 |
| Extracellular section<br>بخش خارج سلولی | 8.85 | 8.85 | 8.62 | 9.05 | 0.71 | 0.7727 |
| Solid part<br>بخش جامد | 159.25 | 145.50 | 143.75 | 151 | 10.34 | 0.3324 |
| Total<br>کل | 204.50 | 190.50 | 187.75 | 197 | 13.75 | 0.4119 |

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

## نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی کامل پودر بقایای کشتارگاهی طیور با کنجاله سویا بدون اثرات منفی در مصرف خوراک و سلامت شکمبه امکان‌پذیر است.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌واسطه فراهم نمودن امکانات مرزعه‌ای و آزمایشگاهی این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

**References**

Agarwal, N. (2000). Estimation of fiber degrading enzyme. *Feed microbiology. Izatnagar (India): CAS Animal Nutrition*, 278-291.

Al-Saiedy, M. Y., Alshaikh, M. A., Salah, M. S., Kraidees, M. S., Abouheif, M. A., & Albadeen, S. O. N. (1997). Plasma concentration of thyroid hormones in lambs fed Poultry offal meal in replacement of soybean meal at two energy levels. *Deutsche Tierarztliche Wochenschrift*, 104(6), 213-215.

Asadi, M., Toghdory, A., Ghoorchi, T., & Kargar, S. (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).

Azizi, A., Sharifi, A., Azarfar, A., Kiani, A., & Jolazadeh, A. (2017). Performance and ruminal parameters of fattening Moghani lambs fed recycled poultry bedding. *Animal Nutrition*, *3*(2), 145-150.

Bohnert, D. W., Larson, B. T., Bauer, M. L., Branco, A. F., McLeod, K. R., Harmon, D. L., & Mitchell Jr, G. E. (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*(9), 2474-2484.

Broderick, G. A., & 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*(1), 64-75.

Cheng, K. J. & McAllister, T. A. (1997). Comport mentation in the rumen. In The rumen microbial ecosystem (eds PN Hobson and CS Stewart), pp. 492-522. Chapman and Hall, London.

Cheng, K. J., Stewart, C. S., Dinsdale, D., & Costerton, J. W. (1984). Electron microscopy of bacteria involved in the digestion of plant cell walls. *Animal Feed Science and Technology*, *10*(2-3), 93-120.

Danesh Mesgaran, M., Tahmasabi, A., & Vakili, S. A. (2006). Digestion and metabolism in ruminants. Mashhad Ferdowsi University. (In Persian).

Dehority, B. A., & Males, J. R. (1974). Rumen fluid osmolality: evaluation of its influence upon the occurrence and numbers of holotrich protozoa in sheep. *Journal of Animal Science*, *38*(4), 865-870.

Freeman, S. R. (2008). Utilization of poultry by-products as protein sources in ruminant diets.

Ghoorchi, T., & Dousti, F. (2015). Investigating the activity of cellulase enzymes in the rumen fluid of fattening lambs slaughtered in the slaughterhouse. Final report, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 33 pages. (In Persian).

Harfoot, C. G., Hazlewood, G. P., Hobson, P. N., & Stewart, C. S. (1997). The rumen microbial ecosystem. *eds. Hobson PN and Stewart CS*, *Chapman & Hall*, *London*, 382-426.

Hristov, A. N., Ivan, M., Rode, L. M., & McAllister, T. A. (2001). Fermentation characteristics and ruminal ciliate protozoal populations in cattle fed medium-or high-concentrate barley-based diets. *Journal of Animal science*, *79*(2), 515-524.

Jahanian Najafabadi, H., Nassiri Moghaddam, H., & Pourreza, J. (2007). Determination of chemical composition, and protein quality of poultry by product meal. *Journal of Poultry Science*, 875-882.

Kamali, R., Chashnidel, Y., Teymouri Yansari, A., & Mohajer, M. (2021). Influence of microwave treated poultry byproduct meal on growth performance, rumen Parameters, microbial protein and nitrogen retention in dalagh fattening lambs. *Journal of Ruminant Research*, *9*(3), 107-122. (In Persian).

Kamra, D. N., Agarwal, N., & McAllister, T. A. (2010). Screening for Compounds Enhancing Fibre Degradation. *In vitro screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies*, 87-105.

Khalid, M. F., Sarwar, M., Rehman, A. U., Shahzad, M. A., & Mukhtar, N. (2012). Effect of dietary protein sources on lamb's performance: A Review.

Klemesrud, M. J., Klopfenstein, T. J., & Lewis, A. J. (1998). Complementary responses between feather meal and poultry by-product meal with or without ruminally protected methionine and lysine in growing calves. *Journal of animal science*, *76*(7), 1970-1975.

Lallo, C. H. O., & Garcia, G. W. (1994). Poultry by-product meal as a substitute for soybean meal in the diets of growing hair sheep lambs fed whole chopped sugarcane. *Small Ruminant Research*, *14*(2), 107-114.

Lira, R., Hernández, L. M., García, G., Salinas, J., Ortiz, O., & Suárez, G. (2014). Effects of broiler meat meal on performance and carcass characteristics of crossbreed hair lambs. *Journal of Animal and Plant Science*, 24, 1668-1672.

Makkar, H. P. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small ruminant research*, *49*(3), 241-256.

Meeker, D. L., & Hamilton, C. R. (2006). An overview of the rendering industry. Essential rendering, 1-16.

Miller, J.L. 1959. Modified DNS method for reducing sugars. *Analytical Chemistry*, 31, 426–429.

Minato, H., A. Endo, M. Higuchi, Y. Ootomo and T. Uemura. (1996). Ecological treatise on the rumen fermentation.1. The fractionation of bacteria attached to the rumen digesta solids. *The Journal of General and Applied Microbiology*, 12, 39-53.

Mirmohammadi, D. (2013). Investigating the effect of the physical form of feed in diets with and without broiler litter on the performance of fattening lambs. Master's thesis. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. 130 pages. (In Persian).

National Research Council. (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervide and New York Camelids. National Academy of Science, Washington, DC.

Nikkhah, A., & Mahdavi, A. (2006). Comparison of the nylon bag method (in situ) and the gas test method in determining the nutritional value of food items. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 37(2), 292-281. (In Persian).

Ockerman, H. W., & Hansen, C. L. (2000). By-Product Processing and utilization in animal. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, PA.

Ottenstein, D. M., & Bartley, D. A. (1971). Improved gas chromatography separation of f

Raghuvansi, S. K. S., Prasad, R., Tripathi, M. K., Mishra, A. S., Chaturvedi, O. H., Misra, A. K., ... & Jakhmola, R. C. (2007). Effect of complete feed blocks or grazing and supplementation of lambs on performance, nutrient utilisation, rumen fermentation and rumen microbial enzymes. *Animal*, *1*(2), 221-226.

Roodbari, M., Ghoorchi, T., Hasani, S., Dastar, B., Rajabi AliAbadi, R., & Birjandi, M. (2020). Evaluation of protein characteristics of poultry byproduct, meal with CNCPS model and its different levels effect on Baluchi lambs' performance. *Animal Science Journal (Pajouhesh and Sazandegi)*, 128, 29-38. (In Persian).

Roughani, A., & Moinizadeh, H. (2006). Preparation of food from leftovers (translation). Aizh Publications.

SAS. (2001). Statistical Analysis System, User's Guide: Statistics. Version 8.2. SAS Institute, Cary, NC, USA.

Shirazi, J., Ghoorchi, T., Toghdory, A., & Seyed Almousavi, S. M. M. (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).

Van Soest, P. J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY. Pages 258-259.

Watson, H. (2006). Poultry meal vs poultry by-product meal. *Dogs in Canada Magazine*, *2*, 9-13.

Wilkins, R. J., & Jones, R. (2000). Alternative home-grown protein sources for ruminants in the United Kingdom. *Animal Feed Science and Technology*, *85*(1-2), 23-32.