

Research Article

Vol. 18, No.2, 2026, p. 169-184



The Effect of Different Levels of Household Waste in the Diet on Performance, Nutrient Digestibility, Blood Metabolites and Rumen Parameters of Fattening Lambs

Yadollah Chashnidel^{1*}, Sadegh pournaderi¹, isa Damavandi², Maziar Majdzadeh¹

1- Faculty of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2- Parto Gostaran Sanat Damavand Company, Iran

*Corresponding Author's Email: y.chashnidel@sanru.ac.ir**How to cite this article:**

Received: 27-10-2025

Revised: 28-11-2025

Accepted: 01-12-2025

Available Online: 22-06-2026

Chashnidel, Y., pournaderi, S., Damavandi, I., & Majdzadeh, M. (2026). The Effect of different levels of household waste in the diet on performance, nutrient digestibility, blood parameters and rumen parameters of fattening lambs. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 18(2), 169-184. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.94998.1269>

Introduction: Large quantities of household food waste have the potential to be used as livestock feed, thereby supporting sustainable food production systems. Numerous studies have documented the effects of food waste on animal performance; however, due to regional variations in the composition of household food waste, its nutritional impacts must be evaluated under specific local conditions. This study was conducted to investigate the nutritional effects of household waste in northern Iran on fattening performance, apparent nutrient digestibility, rumen fermentation characteristics, and blood parameters in crossbred male Zel lambs.

Materials and Methods: Twenty crossbred male lambs (3–4 months old; mean body weight 25 ± 1.5 kg) were randomly assigned to a completely randomized design with four treatments and five replicates per treatment for 70 days. The treatments consisted of dietary inclusion levels of household food waste at 0, 20, 40, and 60%. The total mixed ration (TMR) was formulated using SRNS software. The ratio of forage to concentrate on experimental diets was 30:70, and different levels of household food waste replaced edible items in the concentrate part of the diet. Household food waste, which was a mixture of pasta, rice, legumes, eggs, fruit peels, chicken bones, mixed salad and various vegetables, was collected by school students. Daily food waste samples were analyzed to determine chemical compositions during the collection period. Given that chemical composition varied daily, their averages were used to formulate the diet. The lambs were fed individually and had free access to clean water throughout the period. Dry matter intake (DMI), average daily gain (ADG), and feed conversion ratio (FCR) were recorded. To determine the concentration of blood parameters (glucose, triglyceride, cholesterol, blood urea nitrogen and total protein), blood sampling was performed once at the end of the experimental period, one hour before the morning feeding. Rumen fluid sampling was performed in the last week of the experimental period, 3 hours after morning feed consumption using an esophageal catheter, and rumen volatile fatty acids (VFAs: acetic acid, propionic acid, butyric acid, valeric acid and isovaleric acid) were measured. Nutrient digestibility was determined by the acid-insoluble ash method. Data was analyzed using the GLM procedure of SAS software (version 9.1). Treatment means were compared using Duncan's multiple range test at a significance level of $P < 0.05$.

Results and Discussion: The chemical composition analysis of household food waste showed that the



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/))

 <https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.94998.1269>

average dry matter content was 89.4%. The mean crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ash, and non-fiber carbohydrates (NFC) were 19.56, 11.91, 25.96, 17.75, 11.43, and 27.14% of dry matter, respectively. With increasing level of food waste in the diet, final body weight decreased ($P < 0.0001$), dry matter intake ($P = 0.0004$) and feed conversion ratio ($P < 0.0001$) increased significantly. Also, with increasing level of household food waste in the diet, the apparent digestibility of dry matter ($P = 0.0020$), organic matter ($P = 0.0006$), and ether extract ($P = 0.0001$) decreased significantly compared to the control group. In contrast, increasing the dietary level of household food waste significantly increased the digestibility of neutral detergent fiber ($P < 0.0001$) and acid detergent fiber ($P = 0.0030$) compared with the control group. Concentrations of glucose, blood urea nitrogen, total protein and triglycerides were not affected by the treatments. Higher levels of food waste increased serum cholesterol concentration ($P = 0.0020$). Dietary inclusion levels of 40 and 60 % household food waste significantly decreased ruminal pH ($P = 0.0470$) and increased total volatile fatty acids ($P = 0.0249$) and total protozoa populations ($P = 0.0070$). Also, the 60% dietary inclusion level of household waste caused a significant increase in isovaleric acid in the rumen fluid ($P = 0.0024$).

Conclusion: The results showed that with increasing household food waste inclusion level, WG and FCR up to a level of 20% were like the control, but higher levels were associated with a significant decrease in WG (with significant linear and quadratic effects, $P < 0.05$) and an increase in feed intake. These results indicate that excessive amounts of household waste in the diet can lead to negative consequences, while moderate levels may have benefits. Among the evaluated blood parameters, only cholesterol showed significant linear and quadratic increases, while the other parameters were not affected, indicating the metabolic safety of the animals at the recommended inclusion levels. Economic analysis showed that partially replacing conventional feed ingredients with household food waste reduced feed costs per lamb. Therefore, the use of household food waste up to 20% of the diet, as a cheap and sustainable source, can be considered safe and economical, while maintaining the performance and health of fattening lambs, but higher levels require caution in dietary formulation.

Keywords: Blood metabolites, Digestibility, Household waste, Performance, Rumen parameter

تأثیر سطوح مختلف پسماندهای خانگی در جیره بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های پرواری

یداله چاشنی دل^{۱*}، صادق پورنادری^۱، عیسی دمانندی^۲، مازیار مجدزاده^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۰

چکیده

با توجه به ارزش تغذیه‌ای پسماندهای غذایی خانگی و نیز تنوع آن در هر منطقه، بررسی اثرات مصرف این منابع خوراکی در تغذیه دام ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش به منظور بررسی اثرات تغذیه‌ای پسماندهای خانگی در شمال ایران بر عملکرد پروار، قابلیت هضم، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های آمیخته زل با استفاده از ۲۰ رأس بره نر به مدت ۷۰ روز در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و پنج تکرار انجام شد. جیره‌های آزمایشی با نسبت علوفه به کنسانتره ۳۰ به ۷۰ تنظیم گردید و سطوح مختلف پسماند غذایی خانگی (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد جیره) جایگزین اقلام خوراکی در بخش کنسانتره شد. نتایج نشان داد که با افزایش درصد پسماند غذایی جیره (۴۰ و ۶۰ درصد)، وزن بدن به طور معنی‌داری کاهش، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین با افزایش درصد پسماند در جیره، قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و عصاره اتری به طور معنی‌داری کاهش و قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خشی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی افزایش یافت. سطوح بالاتر پسماند غذایی بدون تأثیر معنی‌دار بر سایر فراسنجه‌های خونی سبب افزایش کلسترول خون شد. همچنین سطوح بالاتر پسماندهای خانگی با کاهش pH و افزایش معنی‌دار اسیدهای چرب فرار کل و اسید ایزووالریک در محیط در شکمبه همراه بود. با توجه به نتایج این پژوهش، گنجانیدن پسماند غذایی خانگی تا ۲۰ درصد جیره بدون تأثیر منفی بر عملکرد دام، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای برای تغذیه بره‌های پرواری توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پسماند خانگی، عملکرد، فراسنجه‌های خونی، فراسنجه‌های شکمبه‌ای، قابلیت هضم

مقدمه

به طور مؤثری پسماند غذا را به خوراک ایمن و کافی برای حیوانات تبدیل کنند، فرصت‌های زیادی برای استفاده از آن در تغذیه دام فراهم می‌شود (Nakaishi & Takayabu, 2022). مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از پسماند غذا به عنوان خوراک دام، تأثیرگذارترین مسیر روبه‌جلو را فراهم می‌کند، زیرا غیررقابیتی و مبتنی بر منابع محلی است و با کاهش اثرات زیست‌محیطی همراه است (Dou et al., 2018; Salemdieb et al., 2017).

پسماند غذایی مورد استفاده در مطالعات به طور گسترده‌ای از نظر نوع، منبع و شکل متفاوت است. نشخوارکنندگان براساس مکان و در دسترس بودن، می‌توانند از مواد مغذی موجود در پسماند سبزیجات، میوه‌ها و پسماندهای سفره استفاده کنند (Beckman et al., 2023). شواهد نشان می‌دهد که پسماند غذایی رستورانی و خانگی، پتانسیل جایگزینی با مواد غذایی پروتئینی را در جیره دام دارند (Pinotti et al., 2021; Rajeh et al., 2021). تغذیه حیوانات اهلی با پسماند

پیش‌بینی می‌شود که تقاضای جهانی برای غذای حیوانی تا سال ۲۰۵۰ بین ۶۰ تا ۷۰ درصد افزایش یابد (Wang et al., 2024). این افزایش تقاضای منابع پروتئینی و به دنبال آن تأمین خوراک دام، فعالیت‌های کشاورزی را به سمت سیستم‌های پایدار و کارآمد از نظر زیست‌محیطی سوق می‌دهد (McGuire, 2015). با توجه به مقادیر پسماند غذایی که به طور مداوم در جوامع شهری به طور فزاینده تولید می‌شود (Wang et al., 2024) و فن‌آوری‌های فعلی که می‌توانند

۱- دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲- شرکت پرتوگستران صنعت دمانود، ایران

(*) نویسنده مسئول: (Email: yhashnid2002@yahoo.com)

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.94998.1269>

حجم زیاد این پسماندها، مدیریت بهینه آن علاوه بر حفظ محیط زیست می‌تواند منجر به امنیت غذایی نیز شود (Cheraghi & Almasiyeh, 2019). ژاپن و کره جنوبی در بازیافت پسماند غذا به خوراک دام پیشرو بوده‌اند، جایی که ۶۰ درصد از زباله‌های غذایی شهری روزانه به خوراک دام هدایت می‌شود (Nguyen et al., 2017). فرصتی برای گنجاندن بیشتر پسماند غذایی در جیره دام در ایران نیز وجود دارد. برخی پژوهش‌های انجام‌شده در ایران با روش‌های حیوان زنده، کیسه‌های نایلونی و تکنیک تولید گاز نشان دادند که پسماند رستوران و پسماند میوه و سبزیجات می‌تواند در جیره نشخوارکنندگان استفاده شود (Moradi et al., 2012; TeymourNezhad et al., 2007). تعیین ارزش غذایی پسماندهای میوه و سبزیجات میادین تره‌بار در تغذیه نشخوارکنندگان نشان داد که میانگین قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام به ترتیب ۵۹/۴۳، ۷۴/۵۴ و ۶۴/۳۸ درصد، کل مواد مغذی قابل هضم ۵۲/۸ درصد و انرژی قابل هضم ۲/۴۰۱ مگا کالری در کیلوگرم است (TeymourNezhad et al., 2007). در نتیجه، تغذیه پسماند به نشخوارکنندگان می‌تواند راهی برای استفاده از فرآورده‌های جانبی غذا باشد، اما بررسی دقیق ترکیب و سطح مصرف و همچنین تأثیرات بالقوه بر تخمیر شکمبه و فراسنجه‌های خونی ضروری است. این پژوهش با هدف شناسایی منابع خوراکی جدید و ارزان قیمت محلی در تغذیه دام با بررسی اثرات سطوح مختلف پسماندهای خاکی بر عملکرد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های پرواری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از بهمن ۱۴۰۱ تا فروردین ۱۴۰۲ در ایستگاه تحقیقات دامپروری گروه علوم دامی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. پسماند غذای خشک‌شده خانگی، پس از برگزاری کارگاه آموزشی توسط شهرداری برای دانش‌آموزان مدارس یک ناحیه آموزش و پرورش (به منظور انتخاب نوع پسماند و روش‌های خشک کردن)، به مدت چهار هفته متوالی توسط دانش‌آموزان از سطح مدارس جمع‌آوری گردید. نمونه‌های پسماندهای غذای خانگی ترکیبی از ماکارونی، برنج، حبوبات، تخم‌مرغ، پوست میوه، استخوان مرغ، سالاد و سبزی‌های مختلف بود. در طول دوره جمع‌آوری، هر روز از پسماندهای جمع‌آوری‌شده نمونه‌برداری و به آزمایشگاه منتقل شد و سپس همگن و آسیاب گردید. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در آزمایشگاه برای تعیین ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، لیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیاف نامحلول در شوینده اسیدی با سه تکرار آنالیز شدند. نتایج برای محاسبه مشخصات ارزش غذایی این مخلوط خوراکی به عنوان پسماند غذای خانگی در آزمایش استفاده

غذای آشپزخانه، یک روش معمول در سراسر جهان است که قبلاً توسط بسیاری از محققان مورد بررسی قرار گرفته است (Mohamed Thariq et al., 2024; Saleemdeen et al., 2017). این پسماند منبع خوبی از اسیدهای آمینه، مواد معدنی، اسیدهای چرب و ویتامین‌های ضروری برای رشد حیوانات است (Rajeh et al., 2021). منابع علمی نشان می‌دهد که پسماند مواد غذایی بر کیفیت گوشت تأثیر نمی‌گذارد، درحالی‌که برخی مطالعات پیشنهاد می‌کنند که حتی ممکن است آن را بهبود بخشد (Dou et al., 2018). در یک مطالعه که در آن منابع مختلف در امتداد زنجیره تأمین مواد غذایی از نظر ارزش غذایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، پسماند غذایی ارزش غذایی بیشتری نسبت به ذرت (ZEA MAYS) یا کنجاله سویا (*Glycine max*) داشتند، اما همچنین متغیرتر بودند (Fung et al., 2019). همان محققان در پژوهشی دیگر دریافتند که پسماند سوپرمارکت، غلظت انرژی بیشتری و پسماند میوه و سبزیجات، غلظت انرژی کمتری نسبت به ذرت در تغذیه خوک دارد (Fung et al., 2019). در پژوهشی نشان داده شد که پسماند غذای سالن غذاخوری دانشگاه، علی‌رغم داشتن رطوبت ۷۰ تا ۸۰ درصد، ارزش غذایی و پتانسیل گنجاندن در جیره‌های نشخوارکنندگان و تک‌مده‌ای‌ها را دارند (Beckman et al., 2023). همچنین گزارش شده است که پسماند غذایی شهری از منابع تجاری و خانگی برای تغذیه گاوها در روستا و دامداری‌ها استفاده می‌شود (Narayanan, 2019). استفاده از پسماند غذایی ممکن است مزایای سلامتی را با ترکیبات زیست‌فعال موجود در آن ارائه دهد. در مقایسه با سایر گزینه‌های بازیافت، بازچرخش زباله‌های غذایی از طریق تغذیه حیوانات، راهبردی است که بیشترین ارزش را به همراه دارد و به طور هم‌زمان به امنیت غذایی، تغییرات آب‌وهوا، محدودیت منابع، از دست دادن تنوع زیستی و سایر چالش‌های پایداری می‌پردازد (Nath et al., 2023). تغذیه حیوانات با پسماندهای غذایی به عنوان یک راهکار مؤثر در کاهش نیاز به مواد غذایی معمولی نظیر ذرت و سویا عمل می‌کند. این امر منجر به ایجاد اثرات زنجیره‌ای مثبت می‌گردد که در نهایت به صرفه‌جویی در منابعی همچون زمین، آب، سوخت و کود منجر می‌شود. علاوه بر این، این رویکرد به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش تلفات مواد مغذی و سایر مشکلات زیست‌محیطی مرتبط با آلودگی کمک می‌کند (Schuit et al., 2023; Dou et al., 2022). جالب توجه است که پسماند مواد غذایی پس از مصرف در درجه اول در مطالعاتی بر روی خوک، طیور و آبزی‌پروری استفاده شده است. مطالعات کمی در زمینه تأثیر آن در نشخوارکنندگان به دلیل نیاز به منابع بیشتری (فضا، مسکن، مدیریت و مقدار خوراک) نسبت به سایر گونه‌های جانوری وجود دارد و پژوهش‌های بیشتر در این زمینه مورد نیاز است. اگرچه نوع و مراحل تولید پسماندهای غذایی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تفاوت دارند، اما با توجه به

پس از مصرف خوراک صبحگاهی با استفاده از سوند مری انجام گردید. پس از صاف کردن مایع شکمبه، pH با کمک دستگاه pH متر دیجیتالی قابل حمل و نیتروژن آمونیاکی به وسیله دستگاه کج‌دال و اسیدهای چرب فرار شکمبه (استیک، پروپیونیک، بوتیریک، والریک و ایزووالریک) توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری گوارش‌پذیری مواد مغذی، از روش نمونه‌برداری رکتومی مدفوع (دو بار در روز) طی چند روز در هفته آخر انجام گردید. نمونه‌های مدفوع برای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خشی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی آنالیز شد. خاکستر نامحلول در اسید نمونه‌ها به روش جوشاندن خاکستر در اسید کلریدریک دو نرمال به مدت پنج دقیقه اندازه‌گیری گردید. محتوای خاکستر نامحلول در اسید به عنوان نشانگر داخلی برای تعیین قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی استفاده شد (Van Keulen & Young, 1977).

داده‌های حاصل با رویه GLM نرم‌افزار SAS (۲۰۱۶) آنالیز آماری شد و میانگین داده‌ها براساس مدل زیر و به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری پنج درصد براساس معادله ۱ تجزیه و تحلیل شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (1) \text{ معادله}$$

که در آن، Y_{ij} : مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام، μ : میانگین جمعیت، T_i : اثر تیمار i ام و e_{ij} : اثر خطای آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام است.

میانگین‌های صفات به دست آمده با استفاده از مقایسه‌های متعامد (خطی و غیرخطی) و در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند. برای برآورد اقتصادی تیمارها، کاهش هزینه خوراک در تیمارهای حاوی پسماند براساس قیمت بازار مواد اولیه در سال ۱۴۰۴ محاسبه گردید. سود حاصل از کاهش هزینه تغذیه برای هر بره روزانه و در دوره ۷۰ روزه محاسبه شد. تحلیل هزینه-سود به وسیله نرم‌افزار Excel ۲۰۲۱ انجام گردید.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی

ترکیب شیمیایی پسماند غذای خانگی در جدول ۲ ارائه شده است. مقدار مواد مغذی در پسماند جمع‌آوری شده روزهای مختلف متغیر بود. بنابراین از میانگین داده‌های حاصل از آزمایش برای تنظیم جیره استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین ماده خشک ۸۹/۴ درصد و میانگین پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خشی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، خاکستر و کربوهیدرات‌های غیرالیافی به ترتیب، ۱۹/۵۶، ۱۱/۹۱، ۲۵/۹۶، ۱۷/۷۵، ۱۱/۴۳ و ۳۷/۱۴ درصد از ماده خشک بود.

گردید. برای بررسی تأثیر تغذیه این پسماند بر پروار دام، از تعداد ۲۰ رأس بره نر آمیخته زل با میانگین سن چهار ماه (میانگین وزن $1/5 \pm$ ۲۵ کیلوگرم) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و پنج تکرار به مدت ۷۰ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره غذایی پایه بدون پسماند خانگی (شاهد)، ۲- جیره شامل ۲۰ درصد پسماند خانگی، ۳- جیره شامل ۴۰ درصد پسماند خانگی و ۴- جیره شامل ۶۰ درصد پسماند خانگی بودند. سطوح مختلف پسماند غذایی خانگی در بخش کنسانتره جیره جایگزین شد. جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی SRNS تنظیم گردید و اقلام خوراکی مورد استفاده به صورت جیره کاملاً مخلوط (TMR) حاوی علوفه و کنسانتره به نسبت ۳۰:۷۰ در اختیار حیوانات مورد آزمایش قرار گرفت. ترکیبات جیره غذایی در جدول ۱ نمایش داده شده است و به منظور تعیین مقدار ترکیبات شیمیایی جیره از روش‌های استاندارد (AOAC, Van Soest et al., 19912000) استفاده گردید. دوره عادت‌پذیری به مدت ۱۴ روز برای سازگاری دام‌ها با محیط باکس‌های انفرادی و جیره‌های آزمایشی انجام شد. همچنین در این دوره، میزان مصرف اختیاری خوراک (Ad libitum intake) هر دام تعیین گردید. سپس تک تک دام‌ها وزن‌کشی شده و به طور تصادفی بین تیمارها به گونه‌ای تقسیم شدند تا میانگین وزن دام‌های هر تیمار تقریباً یکسان و نزدیک هم باشند. در طول دوره آزمایش، دام‌ها هر ۱۵ روز یک بار قبل از خوراک دادن وعده صبح و با اعمال ۱۲ ساعت گرسنگی وزن‌کشی شدند تا افزایش وزن روزانه آن‌ها تعیین گردد. پس‌ماند آخور هر روز جمع‌آوری و هر ۱۵ روز یک بار وزن‌کشی شدند تا ماده خشک مصرفی مورد محاسبه قرار گیرد. ضریب تبدیل خوراک (FCR) به صورت نسبت خوراک مصرفی کل دوره به افزایش وزن زنده (Weight Gain) در کل دوره محاسبه شد. خون‌گیری در پایان دوره، یک ساعت قبل از وعده خوراک صبح از طریق ورید و داج بره‌ها انجام شد. نمونه‌ها به سرعت به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌گیری مایع شکمبه در هفته آخر دوره، سه ساعت پس از مصرف خوراک صبح، با استفاده از کاتتر مری انجام شد. سپس اسیدهای چرب فرار شکمبه (شامل اسید استیک، پروپیونیک، بوتیریک، والریک و ایزووالریک) اندازه‌گیری گردیدند. قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از روش خاکستر نامحلول در اسید (Acid-Insoluble Ash) تعیین گردید.

پس از ساتنریفوژ با ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت هفت دقیقه، سرم حاصله جدا و در داخل فریزر در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. غلظت فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، تری گلیسیرید، کلسترول، نیتروژن اورهای خون و پروتئین کل با کمک کیت‌های آزمایشگاه پارس آزمون به وسیله دستگاه اتوآنالایزر تعیین شدند. نمونه‌برداری از مایع شکمبه در هفته آخر دوره آزمایشی، سه ساعت

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

Table 1- Ingredients and chemical composition of the experimental diets

اقلام خوراکی Ingredient	تیمارهای آزمایشی ^۱ (درصد در جیره) Percentage in diet (%)			
	1	2	3	4
دانه جو Barley grain	21.0	14.0	7.0	2.0
دانه ذرت Corn grain	14.5	10.0	6.5	2.0
سبوس گندم Wheat bran	17.2	13.0	5.0	1.0
کنجاله سویا Soybean meal	10.5	6.5	5.5	2.0
تقاله چغندر قند Beet pulp	2.5	2.5	2.5	2.5
پسماند غذایی Household waste	0.0	20.0	40.0	60.0
کلسیم کربنات Calcium carbonate	1.0	0.8	0.5	0.0
نمک Salt	0.5	0.4	0.2	0.0
بنتونیت Bentonite	1.0	1.0	1.0	0.5
پرمیکس دامی ^۲ Livestock premix	0.7	0.7	0.7	0.7
سدیم بی کربنات Sodium bicarbonate	1.0	1.0	1.0	0.5
توکسین بایندر Toxin binder	0.1	0.1	0.1	0.1
یونجه خشک Alfalfa hay	20.0	20.0	20.0	20.0
کاه گندم Wheat straw	10.0	10.0	10.0	10.0
ترکیب شیمیایی Chemical composition	مقدار (درصد ماده خشک) Amount (% dry matter)			
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک) Metabolizable energy (Mcal/kg)	2.43	2.39	2.36	2.32
ماده خشک Dry matter (%)	93.1	93.0	92.85	92.12
پروتئین خام Crude protein	13.35	13.47	13.47	13.65
عصاره اتری Ether extract	4.98	5.01	5.10	5.89
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	43.33	42.33	38.33	38.66
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	29.04	29.70	30.01	30.24
خاکستر Ash	8.34	9.63	10.47	11.45
کربوهیدرات‌های غیرالیافی ^۳ Non-fiber carbohydrates	28.89	29.45	31.72	29.26

^۱ تیمار ۱: شاهد (بدون پسماند خانگی)، تیمار ۲: ۲۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۳: ۴۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۴: ۶۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره

، ۱۸۰ گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۲۰ گرم منیزیم، E و ۰/۱ گرم ویتامین D₃ المللی ویتامین، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین A^۲ هر کیلوگرم از مکمل شامل ۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین ۶۰ گرم سدیم، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم آهن، ۰/۳ گرم مس، ۳ گرم روی، ۰/۱ گرم کبالت، ۰/۰۱ گرم سلنیوم، ۰/۱ گرم ید، ۳ گرم آنتی اکسیدانت

$$NFC=100-(NDF+CP+EE+Ash)$$

^۱ Treatment 1: control (0% household waste), treatment 2: 20% household waste in concentrate, treatment 3: 40% household waste in concentrate, treatment 4: 60% household waste in concentrate

^۲ Every kg of supplement contained 500000 IU vitamin A, 100000 IU vitamin D₃, 0.1 g vitamin E, every kg of supplement contained 180 g Ca, 90 g P, 20 g Mn, 60 g Na, 2 g Mg, 3 g Fe, 0.3 g Cu, 3 g Zn, 0.1 g Co, 0.001 g Se, 0.1 g I, 3 g Antioxidant

بسیاری از مطالعات پروفایل مواد مغذی پسماند غذایی، تأثیر روش‌های فرآوری بر اثربخشی پسماند غذایی به‌عنوان خوراک، و پیامدهای بالقوه بر عملکرد دام را مورد بررسی قرار داده‌اند (Luciano *et al.*, 2020; Dou *et al.*, 2018) مقادیر مواد مغذی گزارش‌شده برای این مطالعه تا حدودی مشابه با پسماند جمع‌آوری‌شده از رستوران، مراکز غذاخوری و کافه تریا در پژوهش‌های قبلی انجام‌شده است (Beckman *et al.*, 2023).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی پسماند خانگی مصرف شده در این آزمایش

Table 2- Chemical composition of household food waste used in this experiment

ترکیب شیمیایی	میانگین
Chemical composition	Average
ماده خشک (%)	89.4 ± 6.4
Dry matter (%)	
پروتئین خام (درصد ماده خشک)	19.56 ± 8.5
Crude protein (%DM)	
عصاره اتری (درصد ماده خشک)	11.91 ± 6.9
Ether extract (%DM)	
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک)	25.96 ± 4.8
Neutral detergent fiber (%DM)	
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک)	17.75 ± 5.3
Acid detergent fiber (%DM)	
خاکستر (درصد ماده خشک)	11.43 ± 3.6
Ash (%DM)	
کربوهیدرات‌های غیرالیافی (درصد ماده خشک)	27.14 ± 10.4
Non-fiber carbohydrates (%DM)	

کل دستگاه کاهش می‌دهد که به نوبه خود می‌تواند مصرف خوراک را به‌دلیل افزایش میزان احتباس مواد جامد در شکمبه کاهش دهد. بنابراین در هنگام استفاده از پسماند آشپزخانه، درصد چربی در زمان تنظیم جیره باید دقت شود.

میانگین محتوای خاکستر در پژوهش حاضر حدود ۱۲ درصد بود. فونگ و همکاران (Fung *et al.*, 2019) دریافتند که خاکستر تقریباً ۵/۰۱ درصد در زباله‌های غذایی از یک سالن غذاخوری دانشگاه وجود دارد، که کمتر از نتایج پژوهش حاضر است. مقادیر خاکستر بالاتر (۱۴/۵۶ درصد براساس ماده خشک) برای پسماند مناطق تجاری و مسکونی گزارش شده است (Castrica *et al.*, 2018). این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که پسماند غذایی هنوز حاوی مقدار زیادی مواد مغذی مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها و مواد معدنی مفید برای خوراک نشخوارکنندگان است. باین‌حال، ناهمگونی محصولات جانبی و پسماند غذایی چالش‌هایی را ایجاد می‌کند، زیرا ترکیب مواد مغذی آن‌ها ممکن است به‌طور قابل توجهی متفاوت باشد و تعادل جیره برای برآوردن نیازهای دام را دشوار می‌کند. در نتیجه، برای حفظ تولید بهینه و به حداقل رساندن تلفات بالقوه هنگام ترکیب پسماند غذایی در جیره دام، ضروری است که تأمین مواد مغذی اصلی

کمیت پروتئین موجود در پسماند مواد غذایی رستوران‌ها و آشپزخانه‌ها بسیار متغیر گزارش شده است (Georganas *et al.*, 2020). در مطالعه‌ای که توسط فونگ و همکاران انجام شد (Fung *et al.*, 2019)، پروتئین خام موجود در پسماند مواد غذایی از سالن غذاخوری یک دانشگاه تقریباً ۱۸/۹ درصد براساس ماده خشک بود که بالاتر از ذرت، اما کمتر از کنجاله سویا بود (Esteban & Ladero, 2018). ترکیب مواد مغذی نشان می‌دهد که تغییر مکان یا ذائقه می‌تواند یک عامل بالقوه در کیفیت پسماند غذایی هنگام استفاده در جیره دام باشد (Georganas *et al.*, 2020). یکی از مواد مغذی قابل توجه، محتوای عصاره اتری در پسماند غذایی است که در پژوهش‌های انجام‌شده دارای طیف گسترده‌ای از غلظت‌ها در محدوده ۵/۹ تا ۶۸/۸ درصد گزارش شده است. درحالی‌که عصاره اتری یک جزء ارزشمند برای فرموله کردن جیره است، اگر مقدار آن بالا باشد، ممکن است استفاده بالقوه از پسماند غذایی را محدود کند. در پژوهش حاضر، میانگین چربی پسماند غذایی خانگی حدود ۱۲ درصد بود. وجود مقادیر بالاتر ضایعاتی مانند پوست میوه در پسماند خانگی جمع‌آوری‌شده در این پژوهش در کاهش درصد چربی نقش دارد. افزایش چربی در جیره‌های پرواری، هضم مواد آلی را در شکمبه و

از تمام مواد غذایی موجود در جیره متعادل شود تا نیازهای تولید دام برآورده شود. از آنجایی که مواد پسماند غذایی متنوع هستند و ویژگی-های تغذیه‌ای متفاوت است، تجزیه و تحلیل دقیق و سریع مواد مغذی، کلیدی برای پذیرش و اجرای موفقیت‌آمیز است. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که پسماند غذایی خانگی جمع‌آوری شده توسط دانش‌آموزان، از نظر ترکیب شیمیایی، پتانسیل جایگزینی مناسبی برای خوراک‌های معمول در جیره بره‌های پرواری دارد.

عملکرد رشد (مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی)

اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد بره‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. افزایش وزن، ماده خشک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در بین نسبت‌های مختلف پسماند تفاوت معنی‌داری نشان داد ($P < 0.001$). به‌طوری که افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در تیمار حاوی ۲۰ درصد پسماند غذای خانگی تفاوت معنی‌داری با

شاهد نداشت، اما در سطوح بالاتر پسماند خانگی در جیره، افزایش وزن روزانه در بره‌ها کاهش یافت، درحالی که مصرف خوراک و ضریب تبدیل افزایش یافت. تحلیل متعامد نشان داد که اثر سطوح پسماند خانگی بر افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک دارای روند خطی و درجه دوم معنی‌دار بود، درحالی که ضریب تبدیل خوراک تنها روند خطی معنی‌دار داشت ($P < 0.001$). بنابراین افزایش پسماند بیش از ۲۰ درصد جیره، با افت عملکرد همراه است. گزارش شده است که با مکمل روغن‌های گیاهی، مصرف ماده خشک، جمعیت ریزجانداران شکمبه، نیتروژن آمونیاکی، نیتروژن اوره خون و غلظت کل اسیدهای چرب فرار کاهش یافت و سطوح بالاتر روغن گیاهی منجر به کاهش عملکرد گاو میش‌ها شد (Wanapat et al., 2011). منابع روغنی حاوی اسیدهای چرب آزاد در شکمبه می‌تواند تأثیر منفی بر میکروبی‌های شکمبه یا تخمیر داشته باشد و تولید نسبی اسیدهای چرب فرار را تغییر دهند (Amanullah et al., 2022).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف پسماند خانگی بر عملکرد بره‌ها در تیمارهای آزمایشی

Table 3- The effect of different levels of household waste on the performance of lambs in the experimental

عملکرد Performance	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments				خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی‌داری مقایسات متعامد Contrast P-value		
	1	2	3	4		اصلی	خطی	غیر خطی
						Treatment	Linear	Quadratic
افزایش وزن روزانه (گرم) Daily weight gain (g)	209.50 ^a	205.50 ^a	189.50 ^b	181.00 ^c	0.330	<.001	<.001	<.001
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم) Daily feed intake (kg)	1.36 ^c	1.42 ^b	1.47 ^a	1.48 ^a	0.002	<.001	<.001	<.001
ضریب تبدیل خوراک (کیلوگرم) خوراک برای هر کیلو اضافه وزن) Feed conversion ratio (kg Fee/kg weight gain)	6.51 ^c	6.93 ^c	7.78 ^b	8.18 ^a	0.028	<.001	<.001	0.998

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

^۱ تیمار ۱: شاهد (بدون پسماند خانگی)، تیمار ۲: ۲۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۳: ۴۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۴: ۶۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره

* The averages shown in different latin letters in each row indicate statistically significant differences ($P < 0.05$).

¹ Treatment 1: control (0% household waste), treatment 2: 20% household waste in concentrate, treatment 3: 40% household waste in concentrate, treatment 4: 60% household waste in concentrate

عملکرد گوساله‌های نر سربای نشان داد که ضریب تبدیل جیره حاوی ۳۰ درصد ضایعات نان در مقایسه با سایر جیره‌ها بهتر بود (Hasanzadeh Seyedi et al., 2012) جالب توجه است که پسماند مواد غذایی پس از مصرف در درجه اول در مطالعات خوک، طیور و آبزی‌پروری استفاده شده است و استفاده از آن در جیره نشخوارکنندگان تنها در چند مطالعه گزارش شده است (Rajeh et al., 2021). در پژوهشی، بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های ۱۵ و ۳۰ درصد پسماند غذایی خانگی از نظر رشد و بازده خوراک مشابه بره‌های تغذیه‌شده با جیره شاهد بودند (Nassef et al., 2015). در پژوهشی دیگر، جایگزینی بخشی از جیره گاوهای

باوجود اینکه در پژوهش حاضر درصد چربی در پسماند خانگی حدود ۱۲ درصد ماده خشک بود، ولی از آنجاکه روغن‌های موجود در پسماند خانگی اغلب اشباع هستند، بنابراین اثرات منفی بر مصرف خوراک مشاهده نشد. علت افزایش مصرف خوراک را در تیمارهایی با نسبت بالاتر پسماند، می‌توان به خوش‌خوراکی آن نسبت داد. مشابه نتایج این پژوهش، هیچ اثر معنی‌داری از جایگزینی کنسانتره‌های معمولی با حداکثر ۳۰ درصد ضایعات سبزیجات فرآوری‌شده بر وزن نهایی و مصرف ماده خشک و مواد مغذی گوساله‌های نر پرواری وجود نداشت (Das et al., 2019). در پژوهشی دیگر، تأثیر ضایعات نان بر

شیوه‌های مدیریت تغذیه، به‌عنوان مثال تعیین مواد مغذی خوراک‌های جایگزین، متعادل کردن عرضه مواد مغذی از تمام مواد خوراکی در جیره از طریق فرمولاسیون جیره می‌توانند برای کاهش اثرات منفی و حفظ بهره‌وری بهینه استفاده شوند.

قابلیت هضم مواد مغذی

اثرات تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی در جدول ۴ نشان داده شده است. با افزایش درصد پسماند در جیره، قابلیت هضم ظاهری ماده خشک ($P=0/002$)، ماده آلی ($P<0/001$) و عصاره اتری ($P<0/001$) به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش و قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی ($P<0/001$) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ($P=0/003$) نسبت به گروه شاهد افزایش یافت. قابلیت هضم پروتئین خام تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. تحلیل متعامد نشان داد که کاهش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و عصاره اتری و افزایش قابلیت هضم الیاف (NDF و ADF) عمدتاً دارای روند خطی معنی‌دار بود ($P<0/001$). اثر غیرخطی معنی‌دار تنها در قابلیت هضم ماده آلی و NDF مشاهده شد ($P<0/05$). قابلیت هضم پروتئین خام تنها در سطح ۰/۰۵ تحت تأثیر قرار گرفت و کاهش آن روند خطی معنی‌دار داشت ($P=0/003$). بالاترین قابلیت هضم مواد مغذی در تیمار بدون پسماند مشاهده شد و نتایج قابلیت هضم مواد مغذی در تیمار ۲۰ درصد پسماند، کمترین تفاوت را با شاهد نشان داد.

قابلیت هضم مواد مغذی در پسماند غذایی عموماً ضعیف نیست. در پژوهشی، خصوصیات هضمی ضایعات نان و تأثیر آن بر عملکرد گوساله‌های نر سرابی نشان داد که قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، چربی، پروتئین خام و دیواره سلولی ضایعات نان به‌ترتیب ۸۷/۲، ۸۴/۵، ۷۶/۷، ۶۲/۲ و ۸۲/۹ درصد بود (Hasanzadeh Seyedi et al., 2012). روند روپهرشدی در قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی به‌صورت افزایش نسبت پسماند کافه تریا در جیره غذایی خوک توصیف شده است (Amene et al., 2018). این ممکن است به‌دلیل سطح پایین فیبر خام در پسماند کافه تریا باشد. اختلاف در نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در ماهیت پسماند غذایی باشد. در پژوهشی، استفاده از پسماند غذایی خانگی به‌عنوان منبع جایگزین خوراک کم‌هزینه در سطوح ۱۵ و ۳۰ درصد جیره گوسفند نشان داد که قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، کربوهیدرات الیافی و غیرالیافی تفاوت معنی‌داری با جیره شاهد نداشت و تنها قابلیت هضم عصاره اتری در جیره‌های حاوی پسماند بهتر از جیره شاهد بود (Nassef et al., 2015).

گوشتی با مخلوط پلت‌شده و آبیگری‌شده حاوی زبره گندم (*Triticum*) و پسماند غذایی آسیاب‌شده از فروشگاه‌های مواد غذایی خرده‌فروشی (۱۵ درصد جیره) نشان داد که هیچ تفاوت معنی‌داری در ماده خشک مصرفی، میانگین تغییرات وزن بدن و نمره بدنی با گاوهای گروه شاهد مشاهده نشد (Walker et al., 2004). عوامل مرتبط با افزایش وزن روزانه تحت تأثیر انواع خوراک، نژادهای دام و سطوح مدیریت قرار گرفتند (Duthie et al., 2017). مطالعات کمی تأثیر پسماند غذایی خانگی را بر عملکرد رشد نشخوارکنندگان گزارش کرده‌اند. مطالعه ما نشان داد که میانگین افزایش وزن روزانه در تمام تیمارها از ۱۸۱ تا ۲۰۹ گرم متغیر است، که نشان می‌دهد، همه جیره‌ها سهم تغذیه‌ای کافی در رشد و تولید دارند. میانگین افزایش وزن روزانه و مصرف ماده خشک تحت تأثیر سطح پسماند غذایی در جیره قرار گرفتند، با افزایش سطح پسماند در سطوح ۴۰ و ۶۰ درصد، افزایش وزن روزانه کاهش یافت و بره‌های اختصاص داده‌شده به گروه شاهد و ۲۰ درصد پسماند غذایی، میانگین افزایش وزن روزانه بالاتر و مصرف ماده خشک و ضریب تبدیل خوراک کمتری نسبت به بره‌های تغذیه‌شده با ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند نشان دادند؛ و این امر نشان می‌دهد که جایگزینی سطوح کمتر از ۴۰ درصد پسماند غذایی خانگی می‌تواند برای عملکرد رشد بره‌ها مفید باشد. مصرف خوراک بالاتر با افزایش سطح پسماند غذایی در جیره می‌تواند به‌دلیل بوی خوب و خوش‌خوراکی پسماند غذایی باشد، اما لزوماً این مصرف بالاتر با افزایش وزن بیشتر همراه نیست. شاید به‌دلیل پروتئین بالاتر این پسماند و انرژی لازم برای دفع نیتروژن مازاد و یا عدم بالانس انرژی و پروتئین، قابلیت هضم کمتر، اندازه ذرات بالاتر یا وجود کربوهیدرات الیافی بیشتر در این پسماند (به‌دلیل وجود پوست میوه و سبزی)، افزایش وزن روزانه در تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند کاهش یافت. طبق (NRC, 1985)، افزایش وزن روزانه تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله کل مصرف پروتئین، جنس، سن، ژنتیک، محیط، شرایط فیزیولوژیکی دام و مدیریت است. در پژوهش حاضر، افزایش سطح پسماند خانگی به ۴۰ و ۶۰ درصد جیره، عملکرد دام را کاهش داد، درحالی‌که سطح ۲۰ درصد در افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک تفاوتی با شاهد نداشت.

یک بررسی سیستماتیک با استفاده از نتایج ۱۰۲ مطالعه نشان داد که در ۷۵ تا ۷۷ درصد حیوانات تغذیه‌شده با پسماند غذایی، افزایش بهره‌وری در مقایسه با حیوانات تغذیه‌شده با جیره شاهد مشاهده شد و در ۲۳ تا ۲۵ درصد باقی‌مانده، عملکرد با کاهش راندمان مصرف خوراک کاهش یافته بود (Wang et al., 2024). فقدان تعادل مواد مغذی مناسب یا محدودیت در دسترس بودن مواد مغذی در جیره، یکی از دلایل رایج کاهش رشد یا عملکرد بود. محققان همچنین کاهش تولید را با نرخ‌های گنجاندن بالاتر مرتبط کردند. بنابراین

جدول ۴- اثر سطوح مختلف پسماند خانگی در جیره بر قابلیت هضم مواد مغذی

Table 4- The effect of different levels of household waste on the digestibility of feed nutrients

متغیر (درصد) Parameter (%)	تیمارهای آزمایشی ^۱				خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی‌داری مقایسات متعامد		
	Experimental treatments					Contrast P-value		
	1	2	3	4		اصلی Treatment	خطی Linear	غیر خطی Quadratic
ماده خشک Dry matter	72.21 ^a	70.82 ^b	68.27 ^{bc}	65.09 ^c	0.083	0.002	<.001	0.197
ماده آلی Organic matter	75.10 ^a	73.30 ^b	70.22 ^c	68.16 ^c	0.079	<.001	<.001	0.036
پروتئین خام Crude protein	70.55	70.02	69.73	69.21	0.112	0.050	0.003	0.789
عصاره اتری Ether extract	55.78 ^a	55.08 ^b	51.15 ^c	50.15 ^c	0.050	<.001	<.001	0.091
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	51.02 ^c	53.40 ^b	53.85 ^b	57.02 ^a	0.077	<.001	<.001	0.049
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	41.42 ^b	41.37 ^b	42.05 ^b	43.69 ^a	0.106	0.003	<.001	0.165

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

^۱ تیمار ۱: شاهد (بدون پسماند خانگی)، تیمار ۲: ۲۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۳: ۴۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۴: ۶۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره

* The averages shown in different latin letters in each row indicate statistically significant differences ($P < 0.05$).

¹ Treatment 1: control (0% household waste), treatment 2: 20% household waste in concentrate, treatment 3: 40% household waste in concentrate, treatment 4: 60% household waste in concentrate

مغذی، بهتر است سطح آن در جیره کمتر از ۴۰ درصد باشد.

فراسنجه‌های شکمبه‌ای

اثرات تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای بره‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است. تحلیل متعامد نشان داد که pH، پروتئوزواها، TVFAs و اسید ایزوووالریک دارای روند خطی معنی‌دار ($P < 0.05$) بودند، که حاکی از کاهش pH و افزایش میکروب‌ها و VFAs با افزایش پسماند است. اثر درجه دوم تنها در مورد اسید ایزوووالریک معنی‌دار بود ($P = 0.021$). فراسنجه‌های دیگر مانند NH_3 -N و نسبت استات/پروپیونات تحت تأثیر قرار نگرفتند ($P > 0.05$). میزان pH شکمبه در چهار ساعت بعد از مصرف خوراک در تیمار ۴۰ درصد و ۶۰ درصد پسماند به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش یافت ($P = 0.047$). pH شکمبه از طریق سازوکارهای رفتاری و فیزیولوژیکی تحت رژیم‌های مختلف تغذیه تنظیم می‌شود (NASEM, 2016). مقدار pH شکمبه معمولاً بین ۵/۵ تا ۷/۵ در نوسان است؛ هنگامی که pH در محدوده ۶/۲ تا ۶/۸ است، فعالیت میکروبی شکمبه قوی‌ترین است (Guo et al., 2023)، که در آن بیشتر فیبر خوراک می‌تواند به‌طور مؤثر تجزیه شود. در مطالعه حاضر، pH شکمبه علی‌رغم معنی‌دار بودن بین تیمارها، در محدوده ۶/۴۸ تا ۶/۶۹ بود که نشان می‌دهد، پسماند غذایی تأثیر منفی بر فعالیت

یک مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر پسماند غذایی (تیمارها شامل صفر، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد پسماند غذایی) به‌عنوان خوراک نشخوارکنندگان در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که استفاده از پسماند غذایی در جیره توانست قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را بدون ایجاد اختلال در تخمیر در شکمبه افزایش دهد و استفاده از ۳۲ درصد پسماند غذایی در جیره، بیشترین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را نشان داد (Febrianti et al., 2020). سامرز و همکاران (Summers et al., 1980) اشاره کردند که گوسفندان به‌راحتی با جیره‌ای حاوی پسماند خانگی تا ۳۵ درصد ماده خشک سازگار می‌شوند. آن‌ها نشان دادند که مقادیر قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و عصاره اتری پسماند خانگی به‌ترتیب ۷۶، ۶۸ و ۷۳ است که نشان می‌دهد، این ماده ارزش غذایی بالایی برای گوسفند دارد. داده‌های مطالعه حاضر نشان داد که ترکیب مواد مغذی زباله‌های خانگی از نظر پروتئین خام، چربی و مواد معدنی ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد، همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، که به اجزای آن شامل مقدار زیادی پوست میوه، سبزیجات، استخوان، برنج، نان، پوسته تخم مرغ، و ضایعات چربی و روغن غذاها نسبت داده می‌شود. با این وجود، سطوح بالاتر این پسماند می‌تواند قابلیت هضم ماده خشک را کاهش دهد. بنابراین برای دستیابی به اثرات مثبت پسماند غذایی خانگی بر عملکرد رشد بره‌ها و قابلیت هضم مواد

خانگی را مصرف کرده بودند نسبت به گروه شاهد و گروه ۲۰ درصد مصرف کننده پسماند افزایش معنی داری نشان داد ($P=0/007$). جمعیت پروتوزوا معمولاً 10^4 الی 10^6 عدد در هر میلی لیتر مایع شکمبه می باشد که تحت تأثیر ترکیب شیمیایی جیره، تعداد دفعات خوراک دهی، محلولیت قندها، pH شکمبه و سایر عوامل قرار می گیرند.

کل اسیدهای چرب فرار شکمبه در تیمار ۲۰ درصد پسماند تفاوت معنی داری با شاهد نداشت و در تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند به طور معنی داری افزایش یافت ($P=0/025$). درصد اسیداستیک، اسیدپروپیونیک، اسیدبوتریک و اسیدوالریک بین تیمارها تفاوت معنی داری نشان نداد.

شکمبه ندارد. استفاده از پسماند خانگی بر میزان نیتروژن آمونیاکی در چهار ساعت بعد از مصرف خوراک تأثیر معنی داری نداشت.

نیتروژن آمونیاکی به عنوان منبع اصلی نیتروژن برای رشد میکروبی شکمبه، تعادل بین تجزیه و سنتز پروتئین را تحت ترکیب خاص جیره غذایی نشان می دهد (Guo et al., 2023). سطح آمونیاک در شکمبه احتمالاً به دلیل تفاوت در محتوای نیتروژن و فعالیت میکروبی شکمبه، می تواند تحت تأثیر نوع و مقدار پسماند آشپزخانه قرار گیرد. برخی مطالعات افزایش NH_3-N را با برخی پسماندها نشان می دهند، درحالی که برخی دیگر کاهش آن را گزارش کردند.

میزان پروتوزوها در دامهای که ۴۰ درصد و ۶۰ درصد پسماند

جدول ۵- اثر سطوح مختلف پسماند خانگی بر فراسنجه های شکمبه ای

Table 5- The effect of different levels of household waste on the rumen parameters

متغیر (درصد) Parameter (%)	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments				خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی داری مقایسات متعامد Contrast P-value		
	1	2	3	4		اصلی	خطی	غیرخطی
						Treatment	Linear	Quadratic
pH	6.62 ^a	6.69 ^a	6.57 ^{ab}	6.48 ^b	0.025	0.047	0.013	0.512
نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم/دسی لیتر) NH ₃ -N (mg/dl)	13.02	12.61	13.30	13.88	0.349	0.650	0.398	0.821
پروتوزواها (تعداد × ۱۰ ^۶ در میلی لیتر) Protozoa (×10 ⁶ /ml)	20.50 ^b	22.00 ^b	25.00 ^a	26.50 ^a	0.86	0.007	0.001	0.789
کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول در لیتر) Total volatile fatty acids (mmol/L)	49.66 ^c	53.45 ^{bc}	60.46 ^{ab}	62.27 ^a	1.232	0.025	0.002	0.412
اسیداستیک (درصد) Acetic acid (%)	51.01	56.74	53.45	52.82	1.571	0.267	0.712	0.156
اسیدپروپیونیک (درصد) Propionic acid (%)	23.81	25.26	30.69	28.81	1.450	0.083	0.032	0.298
اسیدبوتریک (درصد) Butyric acid (%)	15.28	14.07	11.60	12.87	0.637	0.056	0.021	0.089
اسیدوالریک (درصد) Valeric (%)	2.97	2.90	3.29	4.01	0.340	0.229	0.045	0.512
اسیدایزوالریک (درصد) Isovaleric (%)	0.92 ^b	1.01 ^b	0.96 ^b	1.48 ^a	0.043	0.002	0.008	0.021
نسبت استات به پروپیونات Acetate/propionate	2.43	2.24	1.74	1.84	0.193	0.168	0.056	0.478

* میانگین هایی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است دارای اختلاف معنی دار هستند ($P<0/05$).

^۱ تیمار ۱: شاهد (بدون پسماند خانگی)، تیمار ۲: ۲۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۳: ۴۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۴: ۶۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره

* The averages shown in different latin letters in each row indicate statistically significant differences ($P<0.05$).

¹ Treatment 1: control (0% household waste), treatment 2: 20% household waste in concentrate, treatment 3: 40% household waste in concentrate, treatment 4: 60% household waste in concentrate

تغییر می دهد، بلکه بر محیط شکمبه از جمله pH و پروفایل های VFA نیز تأثیر می گذارد (Zhang et al., 2018). بعضی از مطالعات نشان می دهند که برخی از پسماند غذایی می توانند رشد جمعیت های

میزان اسید ایزوالریک در دامهایی که ۶۰ درصد پسماند در جیره آن ها بود افزایش معنی داری نسبت به تیمارهای دیگر داشت ($P=0/002$). تغییرات در نوع خوراک نه تنها بسترهای تخمیر موجود را

در مقایسه با تیمارهای دیگر افزایش یافت (Hussein et al., 2022). بنابراین ترکیب خاص پسماند آشپزخانه (به عنوان مثال، پوست میوه و سبزیجات و پسماند غذا) به طور قابل توجهی بر تأثیر آن بر شاخص های شکمبه اثر گذار است.

فراسنجه های خونی

اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه های بیوشیمیایی بره های پرواری در جدول ۶ نشان می دهد که هیچ تفاوت معنی داری بین شاهد و تیمارهای مصرف کننده پسماند از نظر غلظت گلوکز، نیترژن اورهای خون، پروتئین تام و تری گلیسیرید سرم خون مشاهده نشد. اما هرچه نسبت درصد پسماند به خوراک بیشتر شد، نسبت کلسترول خون به طور معنی داری افزایش یافت ($P=0/002$). تحلیل متعامد نشان داد که تنها کلسترول خون تحت تأثیر معنی دار سطوح پسماند قرار گرفت و دارای روند خطی و درجه دوم معنی دار ($P<0/001$) و $P=0/021$ بود، که حاکی از افزایش شدید کلسترول تا ۴۰ درصد و سپس تثبیت در ۶۰ درصد است. سایر فراسنجه های خونی (گلوکز، تری گلیسیرید، نیترژن اورهای و پروتئین کل) فاقد روند معنی دار بودند ($P>0/05$) که نشان دهنده ایمنی متابولیکی بره ها در برابر پسماند خانگی تا ۶۰ درصد جیره است.

موافق با این نتایج، گزارش شده است که جایگزینی کنسانتره با پسماند های سبزیجات فرآوری شده با درصد های مختلف (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) تأثیری بر فراسنجه های متابولیکی خون نداشت (Das et al., 2019). ارزیابی اثرات جیره های حاوی پسماند غذای رستوران (۰، ۱۵ و ۳۰ درصد) بر برخی از شاخص های خونی بزهای شیرده نشان داد که با افزایش درصد پسماند، پروتئین های کل پلاسما و آلبومین به تدریج افزایش یافت و بیشترین مقدار در بزهای تغذیه شده با ۳۰ درصد پسماند در مقایسه با گروه های دیگر مشاهده شد (Hussein et al., 2022). در پژوهشی دیگر، تغذیه پسماند آشپزخانه (در سطوح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد جایگزین کنسانتره) به خوکه های در حال رشد، هیچ اثر معنی داری بر متابولیت های خون (گلوکز، کراتنن، کلسترول و هموگلوبین) نشان نداد (Ramírez-Zúñiga et al., 2014). سطح پروتئین تام پلاسما بیانگر وضعیت سوخت و ساز پروتئین در بدن است و تابع تعادل هورمونی، وضعیت تغذیه ای، تعادل آب و سایر عوامل مؤثر بر وضعیت سلامت حیوان است. به طور کلی، نتایج فراسنجه های خونی نشان داد که بره های پرواری تغذیه شده با جیره های حاوی پسماند خانگی، وضعیت فیزیولوژیکی و سالم طبیعی داشتند و تفاوت معنی داری بین جیره های آزمایشی وجود نداشت که حاکی از ایمنی متابولیکی دام در سطوح پیشنهادی است.

میکروبی خاصی را تقویت کنند، درحالی که برخی دیگر ممکن است بر تنوع و فعالیت میکروبی تأثیر منفی بگذارند. مقدار و پروفایل اسیدهای چرب فرار تشکیل شده در شکمبه، پیامدهایی برای کارایی مصرف انرژی، تولید متان، خطرات اسیدوز شکمبه ای و ترکیب محصولات حیوانی دارد (Noziera et al., 2011). در مطالعه حاضر، غلظت های بالاتر کل اسیدهای چرب فرار در چهار ساعت پس از تغذیه با افزایش سطح پسماند غذایی خانگی به دست آمد، درحالی که نسبت استات به پروپیونات تفاوت معنی داری نشان نداد. از یک سو، نوسانات مشاهده شده در اسیدهای چرب فرار پس از یک دوره تغذیه می تواند ناشی از تغییرات در جمعیت باکتریایی شکمبه باشد. از سوی دیگر، محتوای اسیدهای چرب فرار ارتباط نزدیکی با مصرف خوراک دارد و افزایش مصرف خوراک احتمالاً تولید اسیدهای چرب فرار را افزایش می دهد و منجر به کاهش pH شکمبه در نشخوارکنندگان می شود (Tomczak et al., 2019). در آزمایش حاضر، مصرف خوراک بره های تغذیه شده با جیره با ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند به طور قابل توجهی بالاتر بود، بنابراین تغییرات در محتوای اسیدهای چرب فرار در شکمبه را می توان به تغییر در مصرف خوراک و میکروبی های شکمبه نسبت داد. نسبت استات به پروپیونات (A:P) اغلب به عنوان نشانگری برای ارزیابی نوع تخمیر شکمبه ای استفاده می شود، که در آن $A:P<3$ نشان دهنده تخمیرهای منتهی به تولید پروپیونات و بیشتر از ۳ نشان دهنده تولید بیشتر استات است (Cheng, 2019). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نسبت استات به پروپیونات در همه گروه ها کمتر از ۳ بود که نشان می دهد، نوع پسماند ماهیت گلوکوژنیک داشته است. در شکمبه، اسیدهای چرب فرار شاخه دار (والرات، ایزوالرات و ایزوبوتیرات) در درجه اول از دامیناسیون اکسیداتیو شکمبه ای و دکربوکسیلاسیون والین، لوسین و ایزولوسین منشأ می گیرند (Owens & Basalan, 2016). بنابراین، نوسانات اسیدایزوالریک در گروه ۶۰ درصد پسماند خانگی، ممکن است به دلیل عدم تعادل محتوا و نسبت اسیدهای آمینه در این گروه باشد. به هر حال، در پژوهش حاضر تمام فراسنجه های شکمبه ای اندازه گیری شده بره های تغذیه شده با جیره های آزمایشی شده در محدوده طبیعی حیوانات سالم قرار داشتند. مشابه این نتایج گزارش شد که تغذیه مقادیر مختلف از پسماند غذایی (صفر، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد) به عنوان خوراک نشخوارکنندگان در شرایط آزمایشگاهی، تأثیر معنی داری بر pH شکمبه، آمونیاک و سنتز پروتئین میکروبی نداشتند، اما افزایش معنی داری در تولید گاز متان و VFA در مقایسه با گروه شاهد نشان دادند، به طوری که استفاده از پسماند غذایی تا ۳۲ درصد توانست قابلیت تخمیر و هضم را افزایش دهد (Febrianti et al., 2020). همچنین ارزیابی اثرات جیره های حاوی پسماند غذای رستوران (۰، ۱۵ و ۳۰ درصد) بر شاخص های شکمبه ای بزهای شیرده نشان داد که غلظت کل اسیدهای چرب فرار در مایع شکمبه در بالاترین سطح پسماند غذای رستوران (۳۰ درصد)

جدول ۶- اثر سطوح مختلف پسماند خانگی بر فراسنجه‌های خونی

Table 6- The effect of different levels of household waste on blood parameters

متغیر (درصد) Parameter (%)	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments				خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی‌داری مقایسات متعامد Contrast P-value		
	1	2	3	4		اصلی Treatment	خطی Linear	غیرخطی Quadratic
گلوکز (میلی گرم در دسی‌لیتر) Glucose (mg/dl)	56.00	60.66	54.33	63.66	1.710	0.270	0.398	0.789
کلسترول (میلی گرم در دسی‌لیتر) Cholesterol (mg/dl)	60/00 ^d	79/00 ^c	122/00 ^a	119/00 ^b	4.41	0.002	<.001	0.021
تری‌گلیسرید (میلی گرم در دسی‌لیتر) Triglycerids (mg/dl)	18.66	27.33	20.66	19.33	1.770	0.350	0.812	0.156
نیترژن اوردهای (میلی گرم در دسی‌لیتر) Urea nitrogen (mg/dl)	29.33	26.66	28.33	27.66	1.500	0.120	0.678	0.512
پروتئین کل (میلی گرم در دسی‌لیتر) Total protein (mg/dl)	6/73	6/86	7.13	6/80	0.103	0.560	0.456	0.089

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

^۱ تیمار ۱: شاهد (بدون پسماند خانگی)، تیمار ۲: ۲۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۳: ۴۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره، تیمار ۴: ۶۰٪ پسماند خانگی در بخش کنسانتره

* The averages shown in different latin letters in each row indicate statistically significant differences ($P < 0.05$).

¹ Treatment 1: control (0% household waste), treatment 2: 20% household waste in concentrate, treatment 3: 40% household waste in concentrate, treatment 4: 60% household waste in concentrate

به افزایش سود خالص در تیمارهای حاوی پسماند می‌شود. هزینه هر کیلوگرم پسماند غذایی در مقایسه با سایر اقلام خوراکی تفاوت بارزی دارد. در نتیجه، با وجود افزایش ضریب تبدیل خوراک در سطوح بالاتر پسماند (از ۶/۵۱ به ۸/۱۸)، کاهش چشمگیر هزینه جیره منجر به افزایش معنی‌دار سود خالص در تیمارهای حاوی پسماند می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که با افزایش درصد پسماند در جیره، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک تا سطح ۲۰ درصد مشابه شاهد بود، اما سطوح بالاتر (۴۰ و ۶۰ درصد) با کاهش معنی‌دار وزن‌گیری (روند خطی و درجه دوم) و افزایش مصرف خوراک همراه شد. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و عصاره اتری نیز با افزایش پسماند به‌صورت خطی کاهش و هضم الیاف (ADF و NDF) به‌صورت خطی افزایش نشان داد، که احتمالاً ناشی از محتوای فیبری بالاتر پسماند است. همچنین افزایش سطوح پسماند با کاهش pH، افزایش پروتوزوا، کل اسیدهای چرب فرار و اسید ایزووالریک همراه بود، که نشان‌دهنده تغییر در فعالیت تخمیری شکمبه، اما بدون اختلال جدی در تعادل میکروبی است.

محاسبات اقتصادی

نتایج تحلیل اقتصادی جیره‌های آزمایشی در جدول ۷ ارائه شده است. در جیره‌های آزمایشی درصد جو (*Hordeum vulgare*)، ذرت، کنجاله سویا، سبوس گندم و پسماند متفاوت بود و درصد بقیه اقلام یا تفاوتی نداشت یا مثل نمک به مقدار خیلی کمی بین جیره‌ها متفاوت بود و بر تفاوت قیمت نهایی جیره‌ها تأثیری نداشت. قیمت اقلام خوراکی با درصدهای متفاوت در یک کیلوگرم از هر جیره محاسبه شد و کاهش قیمت هر تیمار نسبت به جیره شاهد برای یک کیلوگرم جیره به دست آمد. سپس سود هر کیلوگرم جیره در میانگین ماده خشک مصرفی هر تیمار ضرب شد و سود روزانه و کل دوره با تغذیه سطوح مختلف پسماند محاسبه گردید. پسماند خانگی جمع‌آوری‌شده از منازل شهری ساری پس از خشک کردن، آسیاب و ضدعفونی، با هزینه عملیاتی ۵۵۰۰ تومان به‌ازای هر کیلوگرم پسماند خشک (شامل جمع‌آوری، حمل و خشک کردن) در دسترس قرار گرفت. قیمت هر کیلوگرم از سایر اقلام خوراکی جیره شامل جو، ذرت، کنجاله سویا و سبوس گندم براساس قیمت‌های بازار محلی (استان مازندران، سال ۱۴۰۴) به‌ترتیب ۱۸۰۰۰، ۱۷۰۰۰، ۲۵۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ تومان بود. هزینه تغذیه روزانه برای هر رأس بره پرواری با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند به‌ترتیب ۳۴۴۹، ۶۴۵۹ و ۹۳۴۴ تومان نسبت به جیره شاهد کاهش یافت. این کاهش هزینه تغذیه در ۷۰ روز پرورش به‌طور متوسط از ۲۴۱ هزار تومان برای هر رأس در تیمار ۲۰ درصد تا ۶۵۴ هزار تومان در تیمار ۶۰ درصد پسماند غذایی منجر

جدول ۷- تحلیل اقتصادی جیره‌های آزمایشی (براساس تومان)

Table 7- Economic analysis of experimental diets (Based on Toman)

اقلام خوراکی Ingredient	تیمارهای آزمایشی ^۱ (درصد پسماند در جیره) Percentage in diet (%)			
	0	20	40	60
دانه جو Barley grain	3780	2520	1260	360
دانه ذرت Corn grain	2465	1700	1105	340
سیوس گندم Wheat bran	2064	1560	600	120
کنجاله سویا Soybean meal	2625	1625	1375	500
پسماند غذایی Household waste	0	1100	2200	3300
جمع هزینه اقلام بالا در یک کیلوگرم جیره Total cost of the above items/kg of diet	10934	8505	6540	4620
صرفه‌جویی هزینه به ازای هر کیلوگرم جیره نسبت به شاهد Cost saving per kg of diet compared to control	-	2429	4394	6314
سود روزانه به ازای هر رأس بره (تومان) Daily profit per lamb (Toman)	-	3449.18	6459.18	9344.72
سود کل دوره (۷۰ روز) به ازای هر رأس بره (تومان) Total period profit per lamb (70 days, Toman)	-	241442.6	452142.6	654130.4

پایدار، با حفظ عملکرد و سلامت بره‌های پرواری کاملاً ایمن و اقتصادی است، اما سطوح بالاتر نیازمند احتیاط و مدیریت دقیق جیره می‌باشد. از آنجایی که ترکیب غذایی پسماند غذایی ممکن است بین مناطق یا کشورهایی که پسماند غذایی تولید می‌شوند، متفاوت باشد، مهم است که تجزیه و تحلیل‌های تغذیه‌ای داده‌های کافی در مورد پسماند غذایی محلی ارائه دهند تا ترکیب آن‌ها در خوراک دام تسهیل شود و با کاهش اثرات زیست‌محیطی، امکان کاهش هزینه‌های تولید را فراهم کند.

از فراسنجه‌های خونی تنها کلسترول خون به‌صورت خطی و درجه دوم افزایش یافت، درحالی‌که گلوکز، تری‌گلیسرید، نیتروژن اوره‌ای و پروتئین کل تحت تأثیر قرار نگرفتند، که حاکی از ایمنی متابولیکی دام در سطوح پیشنهادی است. تحلیل اقتصادی نشان داد که با جایگزینی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند خانگی در جیره، هزینه خوراک به‌ترتیب ۲۴۱، ۴۵۲ و ۶۵۴ هزار تومان برای هر بره در کل دوره کاهش یافت. بنابراین با توجه به مجموع این نتایج، استفاده از پسماندهای غذایی خانگی تا ۲۰ درصد جیره، به‌عنوان منبعی ارزان و

References

- Amanullah, S. M., Lee, S. S., Paradhipta, D. H., Joo, Y. H., Kim, D. H., Seong, P. N., Jeong, S. M., & Kim, S. C. (2022). Impact of oil sources on *in vitro* fermentation, microbes, greenhouse gas, and fatty acid profile in the rumen. *Fermentation*, 8(5), 242. <https://doi.org/10.3390/fermentation8050242>
- Amene, T., Urge, M., Guya, M., & Diba, D. (2018). Effects of different proportions of dried cafeteria leftover inclusion in a concentrate mix on performance of growing pigs. *Science, Technology and Arts Research Journal*, 5, 27. <https://doi.org/10.4314/star.v5i1.4>
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International. Official Methods: Gaithersburg, MD, USA.
- Beckman, N. M., Lancaster, P. A., Otott, H. K., Kort, R. N., Krauss, K. M., Schrader, M. A., Gebhardt, J. T., Stark, C. R., & Paulk, C. B. (2023). Nutrient Evaluation of dining center food waste and comparison to monogastric and ruminant feedstuffs. *Open Journal of Animal Sciences*, 13(3), 323-335. <https://doi.org/10.4236/ojas.2023.133024>
- Brennan, A., & Browne, S. (2021). Food Waste and nutrition quality in the context of public health: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5379.

<https://doi.org/10.3390/ijerph18105379>

Castrica, M., Tedesco, D. E. A., Panzeri, S., Ferrazzi, G., Ventura, V., Frisio, D. G., & Balzaretti, C. M. (2018). Pet food as the most concrete strategy for using food waste as feedstuff within the European context: A feasibility study. *Sustainability*, 10(6), 2035. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/6/2035>

Cheng, G. (2019). Study on the mechanism of dietary carbohydrate types regulating C2/C3 ratio in rumen fermentation. MSc. Thesis, Taian (SD): Shandong Agricultural University, China.

Cheraghi, M., & Almasiyeh, K. (2019). Using food waste in animal nutrition is an important step towards waste management. Paper presented at the the 27th National Congress of Iranian Food Science and Technology. (In Persian). <https://civilica.com/doc/1156721>

Das, N. G., Huque, K. S., Amanullah, S. M., & Makkar, H. P. S. (2019). Feeding of processed vegetable wastes to bulls and its potential environmental benefit. *Animal Nutrition*, 5(1), 87-94. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.002>

Dou, Z., Toth, J. D., Pitta, D. W., Bender, J. S., Hennessy, M. L., Vecchiarelli, B., Indugu, N., Chen, T., Li, Y., Sherman, R., Deutsch, J., Hu, B., Shurson, G. C., Parsons, B., & Baker, L. D. (2022). Proof of concept for developing novel feeds for cattle from wasted food and crop biomass to enhance agri-food system efficiency. *Scientific Reports*, 12(1), 13630. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17812-w>

Dou, Z., Toth, J. D., & Westendorf, M. L. (2018). Food waste for livestock feeding: Feasibility, safety, and sustainability implications. *Global Food Security*, 17, 154-161. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.12.003>

Duthie, C. A., Haskell, M., Hyslop, J. J., Waterhouse, A., Wallace, R. J., Roehe, R., & Rooke, J. A. (2017). The impact of divergent breed types and diets on methane emissions, rumen characteristics and performance of finishing beef cattle. *Animal*, 11(10), 1762-1771. <https://doi.org/10.1017/s1751731117000301>

Esteban, J., & Ladero, M. (2018). Food waste as a source of value-added chemicals and materials: A biorefinery perspective. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(5), 1095-1108. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13726>

Febrianti, N., Evvyernie, D., & Suharti, S. (2020). Utilization of canteen food waste as ruminant feed and its effect on ruminal fermentation characteristics *in vitro*. *AIP Conference Proceedings*, 2296(1), 020045. <https://doi.org/10.1063/5.0030566>

Fung, L., Urriola, P. E., Baker, L., & Shurson, G. C. (2019). Estimated energy and nutrient composition of different sources of food waste and their potential for use in sustainable swine feeding programs. *Translational Animal Science*, 3(1), 359-368. <https://doi.org/10.1093/tas/txy099>

Georganas, A., Giamouri, E., Pappas, A. C., Papadomichelakis, G., Gallioui, F., Manios, T., Tsiplakou, E., Fegeros, K., & Zervas, G. (2020). Bioactive compounds in food waste: A review on the transformation of food waste to animal feed. *Foods*, 9(3), 291. <https://doi.org/10.3390/foods9030291>

Guo, Y. X., Yang, R. C., Duan, C. H., Wang, Y., Hao, Q. H., Ji, S. K., Yan, H., Zhang, Y. J., & Liu, Y. Q. (2023). Effect of dioscorea opposite waste on growth performance, blood parameters, rumen fermentation and rumen bacterial community in weaned lambs. *Journal of Integrative Agriculture*, 22(6), 1833-1846. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.10.002>

Hasanzadeh Seyedi, A., Hosseinkhani, A., & Moradi, M. (2012). Study of nutritive value of bread waste and its effect on Sarabi steers performance. *Journal of Animal Production, Print*, 14(2), 31-41. <https://doi.org/10.22059/jap.2012.32040>

Hussein, A., Hassanein, H., El-Fadel, M., Phillip, Y., El-Badawy, M., El-Sanafawy, H. A., Khayyal, A., & Salem, A. Z. M. (2022). Dietary inclusion of restaurant food waste effects on nutrient digestibility, milk yield and its composition, blood metabolites of lactating Zaraibi goats, and their offspring performance. *Tropical Animal Health and Production*, 54, 185. <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03189-5>

Luciano, A., Tretola, M., Ottoboni, M., Baldi, A., Cattaneo, D., & Pinotti, L. (2020). Potentials and challenges of former food products (food leftover) as alternative feed ingredients. *Animals*, 10(1), 125. <https://doi.org/10.3390/ani10010125>

McGuire, S. (2015). FAO, IFAD, and WFP. The State of Food insecurity in the World 2015: Meeting the 2015 International Hunger Targets: Taking Stock of Uneven Progress. Rome: FAO, 2015. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 6, 623-624. <https://doi.org/10.3945/an.115.009936>

Mohamed Thariq, M. G., Mufassara, M. I., & Mohamed Najim, M. M. (2024). Quantitative analysis of feeding kitchen food waste to domestic animals in rural and semi-urban areas from Sammanthurai Divisional Secretariat Division in Sri Lanka. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 13(4), 1-9. <https://doi.org/10.57647/ijrowa-j00z-1n69>

Moradi, M., Hosseinkhani, A., Alijani, S., & Daghigh Kia, H. (2012). Determination of the digestibility and degradation of restaurant waste using *in vivo*, nylon bags and gas production techniques. *Animal Production Research*, 1(3), 49-59. Retrieved from https://ar.guilan.ac.ir/article_256_25ad29fcffc98b864f203d9df8de1abc.pdf

Nakaishi, T., & Takayabu, H. (2022). Production efficiency of animal feed obtained from food waste in Japan. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 61187-61203. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20221-1>

Narayanan, Y. (2019). Jugaad and informality as drivers of India's cow slaughter economy. *Environment and*

Planning A: Economy and Space, 51, 0308518X1985264. <https://doi.org/10.1177/0308518X19852640>

NASEM. (2016). Nutrient Requirements of Beef Cattle. Eighth Rev. The National Academies Press, Washington, DC.

Nassef, E., Abdo, W., Hegazi, S., Bakr, A., & Goda, W. (2015). Nutritional effects of household food wastes supplementation in sheep diet *Assiut Veterinary Medical Journal*, 61(146), 170-178.

Nath, P. C., Ojha, A., Debnath, S., Sharma, M., Nayak, P. K., Sridhar, K., & Inbaraj, B. S. (2023). Valorization of food waste as animal feed: A step towards sustainable food waste management and circular bioeconomy. *Animals (Basel)*, 13(8), 1366. <https://doi.org/10.3390/ani13081366>

Nguyen, D. D., Chang, S. W., Cha, J., Jeong, S. Y., Yoon, Y., Lee, S., Tran, M., & Ngo, H. (2017). Dry semi-continuous anaerobic digestion of food waste in the mesophilic and thermophilic modes: New aspects of sustainable management and energy recovery in South Korea. *Energy Conversion and Management*, 135, 445-452. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.12.030>

Noziere, P., Glasser, F., & Sauvant, D. (2011). In vivo production and molar percentages of volatile fatty acids in the rumen: A quantitative review by an empirical approach. *Animal*, 5(3), 403-414. <https://doi.org/10.1017/S1751731110002016>

Owens, F. N., & Basalan, M. (2016). Ruminal fermentation. *Rumenology*, 63-102. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30533-2_3

Pinotti, L., Luciano, A., Ottoboni, M., Manoni, M., Ferrari, L., Marchis, D., & Tretola, M. (2021). Recycling food leftovers in feed as opportunity to increase the sustainability of livestock production. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126290. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126290>

Rajeh, C., Saoud, I. P., Kharroubi, S., Naalbandian, S., & Abiad, M. G. (2021). Food loss and food waste recovery as animal feed: A systematic review. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 23(1), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10163-020-01102-6>

Ramírez-Zúñiga, G., García-Castillo, R., Salinas-Chavira, J., Vega, A., Ruiloba, M., Hernández-Bustamante, J., Valdéz-Oyervides, A., & Fuentes-Rodríguez, J. (2014). Effect of feeding dining room and kitchen waste on growth performance of growing pigs. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(2), 241-248.

Salemdeeb, R., Zu Ermgassen, E. K., Kim, M. H., Balmford, A., & Al-Tabbaa, A. (2017). Environmental and health impacts of using food waste as animal feed: A comparative analysis of food waste management options. *Journal of Cleaner Production*, 140, 871-880. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.049>

Schuit, B. J., Maasakkers, J. D., Bijl, P., Mahapatra, G., van den Berg, A. W., Pandey, S., Lorente, A., Borsdorff, T., Houweling, S., Varon, D. J., McKeever, J., Jervis, D., Girard, M., Irakulis-Loitxate, I., Gorroño, J., Guanter, L., Cusworth, D. H., & Aben, I. (2023). Automated detection and monitoring of methane super-emitters using satellite data. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 23(16), 9071-9098. <https://doi.org/10.5194/acp-23-9071-2023>

Summers, J. D., Macleod, G. K., & Warner, W. C. (1980). Chemical composition of culinary wastes and their potential as a feed for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 5(3), 205-214. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(80\)90030-9](https://doi.org/10.1016/0377-8401(80)90030-9)

TeymourNezhad, N., Zahedifar, M., Nikkhah, A., & Fazaeli, H. (2007). Nutritive value of fruit and vegetable wastes in ruminants. *Pajouhesh & Sazandegi*, 20(3), 168-173 (In persian). <https://sid.ir/paper/19675/en>

Tomczak, D. J., Samuelson, K. L., Jennings, J. S., & Richeson, J. T. (2019). Oral hydration therapy with water and bovine respiratory disease incidence affects rumination behavior, rumen pH, and rumen temperature in high-risk, newly received beef calves. *Journal of Animal Science*, 97(5), 2015-2024. <https://doi.org/10.1093/jas/skz102>

Van Keulen, J., & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44(2), 282-287. <https://doi.org/10.2527/jas1977.442282x>

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

Walker, P., Antas, A., & Olson, J. (2004). A dehydrated mixture containing food waste and wheat middlings serves as a protein and energy substitute in beef cow diets. *The Professional Animal Scientist*, 20(1), 39-45. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31270-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31270-5)

Wanapat, M., Mapato, C., Pilajun, R., & Toburan, W. (2011). Effects of vegetable oil supplementation on feed intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristic of growing swamp buffaloes. *Livestock Science*, 135(1), 32-37. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.006>

Wang, Y., Rassler, S., Stefanovski, D., Bender, J., Deutsch, J., Chen, T., Cui, Z., & Dou, Z. (2024). Evidence of animal productivity outcomes when fed diets including food waste: A systematic review of global primary data. *Resources, Conservation and Recycling*, 203, 107411. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107411>

Zhang, J., Shi, H., Wang, Y., Cao, Z., Yang, H., & Li, S. (2018). Effect of limit-fed diets with different forage to concentrate ratios on fecal bacterial and archaeal community composition in Holstein heifers. *Frontiers in Microbiology*, 9, 976. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00976>