

The Effect of different levels of household waste in the diet on performance, nutrient digestibility, blood parameters and rumen parameters of fattening lambs

Introduction Large amounts of household food waste can potentially be used for livestock feed to support sustainable food production. Many studies have documented animal performance when fed with food waste, but given the diversity of household waste in each region, the need to investigate the effects of consuming these food sources in livestock nutrition seems essential. This study was conducted to investigate the nutritional effects of household waste in northern Iran on fattening performance, apparent nutrient digestibility, rumen parameters, and blood parameters of crossbred male Zel lambs.

Materials and Methods In this experiment, 20 crossbred male lambs of 3 to 4 months of age (mean weight 25 ± 1.5 kg) were used in a completely randomized design with 4 treatments and 5 replications for 70 days, and the effect of different levels (0, 20, 40 and 60% of the diet) of household food waste in the diet was studied. The diet used (fully mixed) was adjusted using SRNS diet writing software. The ratio of forage to concentrate in the experimental diets was 30 to 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, 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 compositions varied daily, their averages were used to adjust the diet. The lambs were fed individually and had free access to clean water throughout the period. Dry matter intake, feed conversion ratio and daily weight gain were measured. To determine the concentration of blood parameters (glucose, triglyceride, cholesterol, blood urea nitrogen and total protein), blood sampling was performed at the end of the period, one hour before the morning meal. 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. Finally, the results of the experiment were analyzed with the SAS version 9.1 statistical program using the GLM method. Duncan's multiple range test was used to compare the mean data at a significance level of 5%.

Results and Discussion The results of the chemical composition of household food waste showed that the average dry matter was 89.4% and the average crude protein, crude fat, neutral detergent insoluble fiber, acid detergent insoluble fiber, ash, and non-fiber carbohydrates were 19.56, 11.91, 25.96, 17.75, 11.43, and 27.14% of the dry matter, respectively. With increasing the percentage of food waste in the diet, body weight decreased ($P < 0.0001$), dry matter intake ($P = 0.0004$) and feed conversion ratio ($P < 0.0001$) increased significantly. Also, with increasing percentage of 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, with an increase in the ratio of waste to feed, digestibility of neutral detergent fiber ($P < 0.0001$) and acidic detergent fiber ($P = 0.0030$) increased compared to the control group. Concentrations of glucose, blood urea nitrogen, total protein and serum triglycerides were not affected by the treatments. Higher levels of food waste increased blood cholesterol ($P = 0.0020$). Levels of 40 and 60% household waste caused a significant decrease in pH ($P = 0.0470$) and a significant increase in total VFAs ($p = 0.0249$) and total protozoa ($p = 0.0070$) in the rumen. Also, the level of 60% household waste caused a significant increase in isovaleric acid in the rumen environment ($P = 0.0024$).

Conclusion The results showed that with increasing level of waste in the diet, WG and FCR up to a level of 20% was similar to the control, but higher levels were associated with a significant decrease in WG (linear and quadratic) 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. Of the blood parameters, only blood cholesterol increased linearly and quadratically, while others parameters were not affected, indicating metabolic safety of the livestock at the recommended levels. Economic analysis showed that by replacing household waste in the diet, feed costs per lamb were reduced. Therefore, the use of household food waste up to 20% of the diet, as a cheap and sustainable source, is completely safe and economical, while maintaining the performance and health of fattening lambs, but higher levels require caution and careful diet management.

Keywords: blood parameter, Digestibility, Household waste, Performance, Rumen parameter

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

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۰

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

۲- مدیر عامل شرکت پرتوگستران صنعت دماوند

yhashnidel2002@yahoo.com

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

چکیده

با توجه به ارزش تغذیه‌ای پسماندهای غذایی خانگی و نیز تنوع آن در هر منطقه، نیاز به 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 ۴ تیمار و ۵ تکرار انجام شد. جیره‌های آزمایشی با نسبت علوفه به کنسانتره ۳۰ به ۷۰ تنظیم شد 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، وزن بدن کاهش، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین با افزایش درصد پسماند در جیره، قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و عصاره اتری به‌طور معنی‌داری کاهش و قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی 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، گنجاندن 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: اسید چرب فرار، بره آمیخته زل، پسماند سفره، عملکرد پروار، قابلیت هضم

مقدمه

زیست محیطی سوق می‌دهد (McGuire, 2015). با توجه به مقادیر پسماند غذایی که به‌طور مداوم در جوامع شهری به‌طور فزاینده تولید می‌شود (Wang et al., 2024) و فن‌آوری‌های فعلی که می‌توانند به‌طور موثری پسماند غذا را به خوراک ایمن و کافی برای حیوانات

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 تامین خوراک دام، فعالیت‌های کشاورزی را به سمت سیستم‌های پایدار و کارآمد از نظر

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 رو به جلو را فراهم می‌کند زیرا غیررقابتی و مبتنی بر منابع محلی است و با کاهش اثرات زیست محیطی همراه است (Dou, Toth, & Westendorf, 2018; Salemdeeb, Zu Ermgassen, Kim, Balmford, & Al-Tabbaa, 2017).

پسماند غذایی مورد استفاده در مطالعات به طور گسترده‌ای از نظر نوع، منبع و شکل متفاوت است. نشخوارکنندگان، بر اساس 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, Saoud, Kharroubi, Naalbandian, & Abiad, 2021). تغذیه با پسماند غذای آشپزخانه به حیوانات اهلی یک روش معمول در سراسر جهان است که قبلاً توسط بسیاری از محققان مورد بررسی قرار گرفته است (Mohamed Thariq, Mufassara, & Mohamed Najim, 2024; Salemdeeb 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، در حالی که 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 تامین مواد غذایی از نظر ارزش غذایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، پسماند غذایی ارزش غذایی بیشتری نسبت به ذرت یا کنجاله سویا داشتند، اما همچنین متغیرتر بودند (Fung, Urriola, Baker, & Shurson, 2019). 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 تک‌معدده‌ای‌ها 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 زیست فعال 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 آب و هوا، محدودیت منابع، از دست دادن تنوع زیستی و سایر چالش‌های پایداری می‌پردازد (Nath et al., 2023). تغذیه پسماندهای غذایی به حیوانات 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 (Dou et al., 2022; Schuit et al., 2023).

جالب توجه است که پسماند مواد غذایی پس از مصرف در درجه اول در مطالعاتی بر روی خوک، طیور و آبزی پروری استفاده شده است. مطالعات کمی در زمینه تأثیر آن در نشخوارکنندگان به دلیل نیاز به منابع بیشتری (فضا، مسکن، مدیریت، مقدار خوراک) نسبت به سایر گونه‌های جانوری وجود دارد و پژوهش‌های بیشتر در این زمینه مورد نیاز است. اگر چه نوع و مراحل تولید پسماندهای غذایی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تفاوت دارند اما با توجه به 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 انجام شده 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, Hosseinkhani, Alijani, & Daghigh Kia, 2012; TeymourNezhad, Zahedifar, Nikkhah, & Fazaeli, 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 پارامترهای خون ضروری است. این پژوهش با هدف شناسایی منابع خوراکی جدید و ارزان قیمت محلی در تغذیه دام با بررسی اثرات سطوح مختلف پسماند غذایی خانگی بر عملکرد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های پرواری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از بهمن ۱۴۰۱ تا فروردین ۱۴۰۲ در در ایستگاه تحقیقات دامپروری گروه علوم دامی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. پسماند غذای خشک شده خانگی پس از برگزاری کارگاه آموزشی توسط شهرداری برای مدارس یک ناحیه آموزش و

پرورش به منظور انتخاب نوع پسماند و روش‌های خشک کردن توسط دانش آموزان از سطح مدارس، به مدت ۴ هفته متوالی جمع‌آوری شد. 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 جمع‌آوری شده نمونه برداری و به آزمایشگاه منتقل شد و سپس همگن و آسیاب شدند. نمونه‌های جمع‌آوری شده در آزمایشگاه برای تعیین ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با سه تکرار آنالیز شدند. نتایج برای محاسبه مشخصات ارزش غذایی این مخلوط خوراکی به عنوان پسماند غذایی خانگی در آزمایش استفاده شدند. برای بررسی تأثیر تغذیه این پسماند بر پروار دام از تعداد ۲۰ رأس بره نر آمیخته زل با میانگین سن ۴ ماه (میانگین وزن $1/5 \pm 25$ کیلوگرم) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۵ 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 نرم افزار جیره‌نویسی SRNS تنظیم شد و اقلام خوراکی مورد استفاده به‌صورت جیره کاملاً مخلوط (TMR) حاوی علوفه و کنسانتره به‌نسبت ۷۰:۳۰ 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, 2000; Van Soest, Robertson, & Lewis, 1991) استفاده شد. دوره عادت‌پذیری در این آزمایش به مدت ۱۴ روز برای عادت‌پذیری دام‌های آزمایشی با محیط باکس‌های انفرادی و نوع جیره و نیز به منظور تعیین ظرفیت گوارشی یا میزان مصرف اختیاری دام‌ها

انجام شد. 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 یک‌بار قبل از خوراک دادن وعده صبح و با اعمال ۱۲ ساعت گرسنگی وزن‌کشی شدند تا افزایش وزن روزانه آن‌ها تعیین گردد. پس ماند آخور هر روز جمع‌آوری و هر ۱۵

روز یک‌بار وزن‌کشی شدند تا ماده خشک مصرفی مورد محاسبه قرار گیرد. ضریب تبدیل غذایی به صورت حاصل تقسیم میزان خوراک خورده شده در کل دوره، بر میزان وزن زنده تولید شده در کل دوره بدست آمد. خون‌گیری در پایان دوره یک ساعت قبل از وعده خوراک صبح از طریق ورید وداچ بره‌ها انجام شد. نمونه‌ها سریعاً به آزمایشگاه منتقل شد.

نسخه
پیش
انتشار

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

Table 1- Ingredients and chemical compounds of 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
تفاله چغندر قند Beet pulp	2.5	2.5	2.5	2.5
پسماند غذایی household waste	0.0	20.0	40.0	60.0
کربنات کلسیم 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
بی‌کربنات سدیم 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 از ماده خشک) Amount, %DM			
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک) ME (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 غیر الیافی ^۳ Non-Fiber Carbohydrates	28.89	29.45	31.72	29.26

^۱ تیمار (۱) شاهد بدون پسماند غذای خانگی، (۲) جیره با ۲۰ درصد پسماند غذایی، (۳) جیره با ۴۰ درصد پسماند غذایی و (۴) جیره با ۶۰ درصد پسماند غذایی.

^۲ هر کیلوگرم از مکمل شامل: ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃ و ۱۰ گرم ویتامین E. هر کیلوگرم از مکمل شامل: ۱۸۰ گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۲۰ گرم منیزیم، ۶۰ گرم سدیم، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم آهن، ۰/۳ گرم مس، ۳ گرم روی، ۱/۰ گرم کبالت، ۱/۰ گرم سلنیوم، ۱/۰ گرم ید، ۳ گرم آنتی‌اکسیدانت کربوهیدرات غیر الیافی^۳ NFC=100-(NDF+CP+EE+Ash)

^۳ Treatment 1) control, treatment 2) 20% household waste in cocentrate, treatment 3) 40% household waste in cocentrate, treatment 4) 60% household waste in cocentrate.

^۲ Every Kg of supplement contained 500000 IU vitamin A, 100000 IU vitamin D₃, 1.0 IU 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, 1.0 Co, 1.0 Se, 1.0 g I, 3 g Antioxidant

میانگین‌های صفات به‌دست‌آمده با استفاده از مقایسه-های 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 شد. سود حاصل از کاهش هزینه تغذیه برای هر بره روزانه و در دوره ۷۰ روزه محاسبه شد. تحلیل هزینه-سود با نرم‌افزار Excel ۲۰۲۱ انجام شد.

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 داده-های 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 خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، خاکستر و کربوهیدرات‌های غیرالیافی به ترتیب، ۱۹/۵۶، ۱۱/۹۱، ۲۵/۹۶، ۱۷/۷۵، ۱۱/۴۳ و ۲۷/۱۴ درصد از ماده خشک بود. بسیاری از مطالعات پروفایل مواد مغذی پسماند غذایی، تأثیر روش‌های فرآوری بر اثربخشی پسماند غذایی به عنوان خوراک، و پیامدهای بالقوه بر عملکرد دام را مورد بررسی قرار داده‌اند (Dou et al., 2018; Luciano et al., 2020). مقادیر مواد مغذی گزارش شده برای این مطالعه تا حدودی مشابه با پسماند جمع‌آوری شده از رستوران، مراکز غذاخوری و کافه تریا در پژوهش‌های قبلی انجام شده است (Beckman et al., 2020; Georganas et al., 2023). در پژوهشی گزارش شد که کربوهیدرات‌ها (الیافی و غیرالیافی) حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد پسماند غذایی را تشکیل می‌دهند، در حالی که پروتئین‌ها بین ۵ تا ۱۰ درصد و چربی‌ها ۱۰ تا ۴۰ درصد را تشکیل می‌دهند (Brennan & Browne, 2021).

پس از سانتریفوژ با ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۷ 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. نمونه برداری از مایع شکمبه در هفته آخر دوره آزمایشی، ۳ ساعت پس از مصرف خوراک صبحگاهی با استفاده از سوند مری انجام شد. پس از صاف کردن مایع شکمبه، pH با کمک دستگاه pH متر دیجیتال قابل حمل و نیتروژن آمونیاکی با دستگاه کلدال و اسیدهای چرب فرار شکمبه (استیک، پروپیونیک، بوتیریک، والریک و ایزووالریک) با کمک دستگاه گاز کروماتوگرافی اندازه-گیری شد. برای اندازه‌گیری گوارش‌پذیری مواد مغذی، از روش نمونه‌برداری رکتومی مدفوع (دو بار در روز) طی چند روز در هفته آخر انجام شد. نمونه‌های مدفوع برای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی آنالیز شد. خاکستر نامحلول در اسید نمونه‌ها با روش جوشاندن خاکستر در اسید کلریدریک دو نرمال به مدت پنج دقیقه اندازه‌گیری شد. 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 نرم افزار SAS (۲۰۱۶) آنالیز آماری شد و میانگین داده‌ها بر اساس مدل زیر و با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد بر اساس رابطه (۱) تجزیه و تحلیل شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad \text{رابطه (۱)}$$

به‌طوری که Y_{ij} = مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام؛ μ = میانگین جمعیت؛ T_i = اثر تیمار i ام؛ e_{ij} = اثر خطای آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام

جدول ۲. ترکیب شیمیایی پسماند خانگی

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

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

شکمبه و کل دستگاه کاهش می‌دهد که به نوبه خود می‌تواند مصرف خوراک را به دلیل 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. با این حال، ناهمگونی محصولات جانبی و پسماند غذایی چالش‌هایی را ایجاد می‌کند زیرا ترکیب مواد مغذی آنها ممکن است به طور 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

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 بر اساس ماده خشک بود که بالاتر از ذرت اما کمتر از کنجاله سویا است (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 انجام شده دارای طیف گسترده‌ای از غلظت‌ها در محدوده ۵/۹ تا ۶۸/۸ درصد گزارش شده است. در حالی که 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 جمع‌آوری شده در این پژوهش در کاهش درصد چربی نقش دارد. افزایش چربی در جیره‌های پرواری، هضم مواد آلی را در

است که تامین مواد مغذی اصلی از تمام مواد غذایی موجود در جیره متعادل شود تا نیازهای تولید دام برآورده شود. از آنجایی که مواد پسماند غذایی متنوع هستند و ویژگی‌های تغذیه‌ای متفاوت است، تجزیه و تحلیل دقیق و سریع مواد مغذی، کلیدی برای پذیرش و اجرای موفقیت آمیز است. در پژوهش حاضر پسماند غذایی خانگی جمع‌آوری شده توسط دانش آموزان به منظور تعیین تأثیر جمع‌آوری انواع غذاها بر روی پروفایل مواد مغذی نشان می‌دهد که این پسماند غذایی از نظر ترکیب شیمیایی، می‌تواند به طور بالقوه به عنوان یک جایگزین مناسب خوراک‌های معمول، در جیره بره‌های پرواری مورد استفاده قرار گیرد.

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

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

خانگی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت اما در سطوح بالاتر پسماند خانگی در جیره، افزایش وزن روزانه در بره‌ها کاهش یافت، در حالی 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، در حالی که ضریب تبدیل خوراک تنها روند خطی معنی‌دار داشت ($P < 0.001$). بنابراین، افزایش پسماند بیش از ۲۰٪ جیره، با افت عملکرد همراه است. گزارش شده است که با مکمل روغن‌های گیاهی، مصرف ماده خشک، جمعیت میکروارگانیسم‌های 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, Mapato, Pilajun, & Toburan, 2011). منابع روغنی حاوی اسیدهای چرب آزاد در شکمبه می‌تواند تأثیر منفی بر میکروب‌های شکمبه یا تخمیر داشته باشد و تولید نسبی اسیدهای چرب فرار را تغییر دهند (Amanullah et al., 2022).

جدول ۳. اثر نسبت‌های مختلف پسماند خانگی بر عملکرد بره‌ها در تیمارهای مختلف

Table 3- The effect of different proportions of household waste on the performance of lambs in different treatments

عملکرد performance	تیمارهای آزمایشی ^۱				خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی داری مقایسات متعامد		
	Experimental treatments					Contrast P-value		
	1	2	3	4		اصلی Treatment	خطی Linear	غیر خطی Quadratic
افزایش وزن روزانه (گرم) Daily Weight Gain	209.50 ^a	205.50 ^a	189.50 ^b	181.00 ^c	0.330	<.001	<.001	<.001
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم) Daily Feed Intake	1.36 ^c	1.42 ^b	1.47 ^a	1.48 ^a	0.002	<.001	<.001	<.001
ضریب تبدیل خوراک Feed Conversion Ratio	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 غذای خانگی، (۲) جیره با ۲۰ درصد پسماند غذای، (۳) جیره با ۴۰ درصد پسماند غذای و (۴) جیره با ۶۰ درصد پسماند غذای.

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

¹Treatment 1) control, treatment 2) 20% household waste in cocentrate, treatment 3) 40% household waste in cocentrate, treatment 4) 60% household waste in cocentrate.

باوجود اینکه در پژوهش حاضر درصد چربی در پسماند خانگی حدود ۱۲ درصد ماده خشک بود ولی از آنجا که 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 خوش خوراکی آن نسبت داد. مشابه نتایج این پژوهش، هیچ اثر معنی‌داری از جایگزینی کنسانتره‌های معمولی با حداکثر ۳۰ درصد ضایعات سبزیجات فرآوری شده بر وزن نهایی و مصرف ماده خشک و مواد مغذی گوساله‌های نر پرواری وجود نداشت (Das, Huque, Amanullah, & Makkar, 2019). در پژوهشی دیگر، تأثیر ضایعات نان بر عملکرد گوساله‌های نر سربی نشان داد که ضریب تبدیل جیره حاوی ۳۰ درصد ضایعات نان درمقایسه با سایر جیره‌ها بهتر بود (Hasanzadeh seyedi, Hosseinkhani, & Moradi, 2012). جالب توجه است که پسماند مواد غذایی پس از مصرف در درجه اول در مطالعات خوک، طیور و آبزی پروری 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, Abdo, Hegazi, Bakr, & Goda, 2015). در پژوهشی دیگر، جایگزینی بخشی از جیره گاوهای گوشتی با مخلوط پلت شده و آبگیری شده حاوی زبره گندم و پسماند غذایی آسیاب شده از فروشگاه‌های مواد غذایی خرده فروشی (۱۵ درصد جیره) نشان داد که هیچ تفاوت معنی‌داری در ماده خشک مصرفی، میانگین تغییرات وزن بدن و نمره بدنی با گاوهای گروه کنترل مشاهده نشد (Walker, Antas, & Olson, 2004). عوامل مرتبط با افزایش وزن روزانه تحت تأثیر انواع خوراک، نژادهای دام و سطوح مدیریت قرار می‌گیرند (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 داده شده 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 تغذیه شده با ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند نشان دادند. که نشان می‌دهد جایگزینی سطوح کمتر از ۴۰ درصد پسماند غذای خانگی می‌تواند برای عملکرد رشد بره‌ها مفید باشد. مصرف خوراک بالاتر با افزایش سطح پسماند غذایی در جیره می‌تواند به دلیل بوی خوب و خوش خوراکی پسماند غذایی باشد اما لزوماً این مصرف بالاتر با افزایش وزن بیشتر همراه نیست. شاید به دلیل 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 (به دلیل 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 در حالی که سطح ۲۰ درصد در افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک تفاوتی با تیمار شاهد نداشت.

یک بررسی سیستماتیک با استفاده از نتایج ۱۰۲ مطالعه، نشان داد که در ۷۵ تا ۷۷ درصد حیوانات تغذیه شده با پسماند غذایی، افزایش بهره‌وری در مقایسه با حیوانات تغذیه شده با جیره کنترل مشاهده شد و در ۲۳ تا ۲۵ درصد باقی مانده 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 شیوه‌های مدیریت تغذیه، به عنوان 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 ($P<0.001$) به طور 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 تاثیر 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 غیر خطی معنی‌دار تنها در قابلیت هضم ماده آلی و NDF مشاهده شد ($P<0.05$). قابلیت هضم پروتئین خام تنها در سطح ۰/۰۵ تحت تاثیر 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 تیمار شاهد نشان داد.

جدول ۴. اثر نسبت‌های مختلف پسماند خانگی در جیره بر قابلیت هضم مواد مغذی

Table 2- The effect of different proportions of household waste on the digestibility of feed nutrients								
صفت (درصد)	تیمارهای آزمایشی ^۱				خطای استاندارد	سطح معنی داری مقایسات متعامد		
Parameter (%)	Experimental treatments				میانگین SEM	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 غذای خانگی، (۲) جیره با ۲۰ درصد پسماند غذای، (۳) جیره با ۴۰ درصد پسماند غذای و (۴) جیره با ۶۰ درصد پسماند غذای.

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

¹Treatment 1) control, treatment 2) 20% household waste in cocentrate, treatment 3) 40% household waste in cocentrate, treatment 4) 60% household waste in cocentrate.

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 غذای خانگی بر عملکرد رشد بره‌ها و قابلیت هضم مواد 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، پروتوزواها، 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 $\text{NH}_3\text{-N}$ و نسبت استات/پروپیونات تحت تأثیر قرار نگرفتند ($P > 0.05$). میزان pH شکمبه در ۴ 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 مکانیسم‌های 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 غذای تأثیر منفی بر فعالیت شکمبه ندارد. استفاده از پسماند خانگی بر میزان نیتروژن

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 رو به رشدی در قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی به صورت افزایش نسبت پسماند کافه تریا در جیره غذایی خوک توصیف شده است (Amene, Urge, Guya, & Diba, 2018). این ممکن است به دلیل 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 غذای خانگی به عنوان 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). یک مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر پسماند غذای (تیمارها شامل صفر، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد پسماند غذای) به عنوان خوراک نشخوارکنندگان در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که استفاده از پسماند غذای 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 غذای در جیره، بیشترین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را نشان داد (Febrianti, Evvyernie, & Suharti, 2020). سامرز و همکاران (۱۹۸۰) اشاره کردند که گوسفندان به راحتی 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 به ترتیب ۷۶، ۶۸ و ۷۳ است که نشان می‌دهد این ماده ارزش غذایی بالایی برای گوسفند دارد (Summers, Macleod, & Warner, 1980).

آمونیاکی در ۴ ساعت بعد از مصرف خوراک تاثیر معنی-داری نداشت.

به عنوان منبع اصلی نیتروژن برای رشد میکروبی شکمبه، $\text{NH}_3\text{-N}$ تعادل بین تجزیه و سنتز پروتئین را تحت ترکیب خاص جیره غذایی نشان می دهد (Guo et al., 2023). سطح آمونیاک در شکمبه می تواند تحت تاثیر نوع و مقدار پسماند آشپزخانه احتمالاً به دلیل تفاوت در محتوای نیتروژن و فعالیت میکروبی شکمبه، قرار گیرد. برخی مطالعات افزایش $\text{NH}_3\text{-N}$ را با برخی پسماند نشان می دهند، در حالی که برخی دیگر کاهش آن را گزارش کردند.

میزان پروتوزوها در دام های که ۴۰ درصد و ۶۰ درصد پسماند 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 تاثیر 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 تیمار شاهد نداشت و در تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند به طور معنی داری افزایش یافت ($P=0/025$). درصد اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک و اسید والریک بین تیمارها تفاوت معنی داری نشان نداد.

جدول ۵. اثر نسبت های مختلف پسماند خانگی بر فراسنجه های شکمبه ای

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

صفت (درصد) Parameter (%)	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments				خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی داری مقایسات متعامد Contrast P-value		
	1	2	3	4		اصلی Treatment	خطی Linear	غیر خطی 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
پروتوزوها (تعداد×۱۰ ^۶ در میلی لیتر) Protozoa (×10 ⁶ ml ⁻¹)	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) TVFAs (mmol L ⁻¹)	49.66 ^c	53.45 ^{bc}	60.46 ^{ab}	62.27 ^a	1.232	0.025	0.002	0.412
اسید استیک (درصد) acetic acid (%)	51.01	56.74	53.45	52.82	1.571	0.267	0.712	0.156
اسید پروپیونیک (درصد) propionic acid (%)	23.81	25.26	30.69	28.81	1.450	0.083	0.032	0.298
اسید بوتیریک (درصد) butyric acid (%)	15.28	14.07	11.60	12.87	0.637	0.056	0.021	0.089
اسید والریک (درصد) valeric (%)	2.97	2.90	3.29	4.01	0.340	0.229	0.045	0.512
اسید ایزوالریک (درصد) isovaleric (ppm)	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 غذای خانگی، ۲) جیره با ۲۰ درصد پسماند غذای، ۳) جیره با ۴۰ درصد پسماند غذای و ۴) جیره با ۶۰ درصد پسماند غذای.

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

¹Treatment 1) control, treatment 2) 20% household waste in cocentrate, treatment 3) 40% household waste in cocentrate, treatment 4) 60% household waste in cocentrate.

میزان اسید ایزووالریک در دام‌هایی که ۶۰ درصد پسماند در جیره آنها بود افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر داشت ($P=0/002$). تغییرات در نوع خوراک نه تنها بسترهای تخمیر موجود را تغییر می‌دهد، بلکه بر محیط شکمبه، از جمله pH و پروفایل‌های VFA نیز تأثیر می‌گذارد (Zhang et al., 2018). برخی مطالعات نشان می‌دهند که برخی از پسماند غذایی می‌توانند رشد جمعیت‌های میکروبی خاصی را تقویت کنند، در حالی 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 شکمبه‌ای و ترکیب محصولات حیوانی دارد (Nozriere, Glasser, & Sauvant, 2011). در مطالعه حاضر، غلظت‌های بالاتر کل اسیدهای چرب فرار در ۴ ساعت پس از تغذیه با افزایش سطح پسماند غذایی خانگی به دست آمد، در حالی که نسبت استات به پروپیونات تفاوت معنی‌داری نشان نداد. از یک سو، نوسانات مشاهده شده در اسیدهای چرب فرار پس از یک دوره تغذیه می‌تواند 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 می‌دهد و منجر به کاهش pH شکمبه در نشخوارکنندگان می‌شود (Tomczak, Samuelson, Jennings, & Richeson, 2019). در آزمایش حاضر، مصرف خوراک بره‌های 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 می‌توان به تغییر در مصرف خوراک و میکروب‌های شکمبه نسبت داد. نسبت استات به پروپیونات (A:P) اغلب به عنوان نشانگری برای ارزیابی نوع تخمیر شکمبه‌ای استفاده می‌شود، 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 گروه‌ها کمتر از ۳ بود که نشان می‌دهد نوع پسماند ماهیت گلوکوژنیک داشته است. در شکمبه، اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار (والرات، ایزووالرات و ایزوبوتیرات) در درجه اول از دامیناسیون اکسیداتیو شکمبه‌ای و دکربوکسیلاسیون والین، لوسین و ایزولوسین منشاء می‌گیرند (Owens & Basalan, 2016). بنابراین، نوسانات اسید ایزووالریک 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 پارامترهای شکمبه‌ای اندازه‌گیری شده بره‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایش 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 معنی‌داری بر pH شکمبه، آمونیاک و سنتز پروتئین میکروبی نداشتند، اما افزایش معنی‌داری در تولید گاز متان و VFA در مقایسه با گروه کنترل 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 جیره‌های حاوی پسماند غذای رستوران (۰، ۱۵ و ۳۰ درصد) بر پارامترهای شکمبه‌ای بزهای شیرده نشان داد که غلظت کل اسیدهای چرب فرار در مایع شکمبه در بالاترین سطح پسماند غذای رستوران (۳۰ درصد) در مقایسه با تیمارهای دیگر افزایش یافت (Hussein et al., 2022). بنابراین ترکیب خاص پسماند آشپزخانه (به عنوان مثال، پوست میوه و سبزیجات، پسماند غذا) به طور قابل توجهی بر تأثیر آن بر پارامترهای شکمبه تأثیر می‌گذارد.

فراسنجه‌های خونی

اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی بره‌های پرواری در جدول ۵ نشان می‌دهد که هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای مصرف کننده پسماند در غلظت گلوکز، نیتروژن اوره‌ای خون،

پروتئین تام و تری گلیسرید سرم خون مشاهده نشد. اما هر چه نسبت درصد پسماند به خوراک بیشتر شد نسبت کلسترول خون به طور معنی داری بیشتر شد ($P=0/002$). 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٪ و سپس تثبیت در ۶۰٪ است. سایر فراسنجه های خونی (گلوکز، تری گلیسرید، نیتروژن اوره ای و پروتئین کل) فاقد روند معنی دار بودند ($P>0/05$)، که نشان دهنده ایمنی متابولیکی بره ها در برابر پسماند خانگی تا ۶۰٪ جیره است.

موافق با این نتایج، گزارش شده است که جایگزینی کنسانتره با پسماندهای سبزیجات فرآوری شده با درصدهای 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 پارامترهای

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 خوکیچه های در حال رشد هیچ اثر معنی داری بر متابولیت های خون (گلوکز، کراتنین، 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 موثر بر وضعیت سلامت حیوان است. به طور کلی، نتایج فراسنجه های خونی نشان داد که بره های پروراری 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.

جدول ۶- اثر نسبت های مختلف پسماند خانگی بر فراسنجه های خونی

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

صفت (درصد) Parameter (%)	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments				خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی داری مقایسات متعامد Contrast P-value		
	1	2	3	4		اصلی Treatment	خطی Linear	غیر خطی Quadratic
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر) Glucose (mg/dl)	56.00	60.66	54.33	63.66	1.710	0.270	0.398	0.789
کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر) Cholesterol (mg/dl)	60/00 ^d	79/00 ^c	122/00 ^a	119/00 ^b	4.41	0.002	<.001	0.021
تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر) Triglycerids (mg/dl)	18.66	27.33	20.66	19.33	1.770	0.350	0.812	0.156
نیتروژن اوره ای (میلی گرم در دسی لیتر) 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 دسی لیتر) Total protein (mg/dl)	6/73	6/86	7.13	6/80	0.103	0.560	0.456	0.089

*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 غذای خانگی، (۲) جیره با ۲۰ درصد پسماند غذای، (۳) جیره با ۴۰ درصد پسماند غذای و (۴) جیره با ۶۰ درصد پسماند غذای.

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

¹Treatment 1) control, treatment 2) 20% household waste in cocentrate, treatment 3) 40% household waste in cocentrate, treatment 4) 60% household waste in cocentrate.

محاسبات اقتصادی

نتایج تحلیل اقتصادی جیره‌های آزمایشی در جدول ۷ ارائه شده است. در جیره‌های آزمایشی درصد جو، 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 را نسبت به جیره کنترل برای یک کیلوگرم جیره بدست آمد. سپس سود هر کیلوگرم جیره در میانگین ماده خشک مصرفی هر تیمار ضرب شد و سود روزانه و کل دوره را با تغذیه سطوح مختلف پسماند محاسبه شد. پسماند خانگی جمع‌آوری شده از منازل شهری ساری پس از خشک کردن، آسیاب و ضدعفونی، با هزینه عملیاتی ۵۵۰۰ تومان به ازای 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 بر اساس قیمت‌های بازار محلی (استان مازندران، سال ۱۴۰۴) به ترتیب ۱۸۰۰۰، ۱۷۰۰۰، ۲۵۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ تومان بود. هزینه تغذیه روزانه برای هر رأس بره پرواری با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند به ترتیب ۳۴۴۹، ۶۴۵۹ و ۹۳۴۴ تومان نسبت به جیره شاهد کاهش یافت. این کاهش هزینه تغذیه در ۷۰ روز پرورش به طور متوسط از ۲۴۱ هزار تومان برای هر رأس در تیمار ۲۰ درصد تا ۶۵۴ تومان در تیمار ۶۰ درصد پسماند غذایی منجر 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.

جدول ۷. تحلیل اقتصادی جیره‌های آزمایشی (براساس تومان)

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
سبوس گندم Wheat bran	20.64	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
کاهش هزینه / کیلوگرم جیره نسبت به جیره شاهد Reduced cost/kg of diet	-	2429	4394	6314
سود روزانه به ازای هر بره Daily profit per lamb	-	3449.18	6459.18	9344.72
سود کل دوره به ازای هر بره Total period profit per lamb	-	241442.6	452142.6	654130.4

نتیجه گیری

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 معنی دار وزن گیری (روند خطی و درجه دوم) و افزایش مصرف خوراک همراه شد. هضم ماده خشک، ماده آلی و عصاره اتری نیز با افزایش پسماند به صورت خطی کاهش و هضم الیاف (NDF و ADF) به صورت 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 نشان دهنده تغییر در فعالیت تخمیری شکمبه اما بدون اختلال جدی در تعادل میکروبی است. از فراسنجه های خونی تنها کلسترول خون به صورت خطی و درجه دوم افزایش یافت، در حالی که گلوکز، تری گلیسرید، نیتروژن

اوره ای و پروتئین کل تحت تأثیر قرار نگرفتند، که حاکی از ایمنی متابولیکی دام در سطوح پیشنهادی است. تحلیل اقتصادی نشان داد با جایگزینی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد پسماند خانگی در جیره، هزینه خوراک به ترتیب 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، به عنوان منبعی ارزان و پایدار، با حفظ عملکرد و سلامت بره های پرواری کاملاً ایمن و اقتصادی است، اما سطوح بالاتر نیازمند احتیاط و مدیریت دقیق جیره می باشد. از آنجایی که ترکیب غذایی پسماند غذایی ممکن است بین مناطق یا کشورهای مختلف که پسماند غذایی تولید می شوند، متفاوت باشد، مهم است که تجزیه و تحلیل های تغذیه ای داده های کافی در مورد پسماند غذایی محلی ارائه دهند تا ترکیب آنها در خوراک دام تسهیل شود و با کاهش اثرات زیست محیطی، امکان کاهش هزینه های تولید را فراهم کند.

References

1. 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). doi:10.3390/fermentation8050242
2. 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. doi:10.4314/star.v5i1.4
3. AOAC. (2000). Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International. *Official Methods: Gaithersburg, MD, USA*.
4. 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. doi: 10.4236/ojas.2023.133024
5. 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). doi:10.3390/ijerph18105379
6. Castrica, M., Tedesco, D. E. A., Panseri, S., Ferrazzi, G., Ventura, V., Frisio, D. G., & Balzaretto, 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>
7. Cheng, G. (2019). *Study on the Mechanism of Dietary Carbohydrate Types Regulating C2/C3 Ratio in Rumen Fermentation*. (Master's thesis). Taian (SD): Shandong Agricultural University, China.
8. 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. <https://civilica.com/doc/1156721>
9. 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. doi:10.1016/j.aninu.2018.04.002
10. 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. doi:10.1038/s41598-022-17812-w
11. 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.12.003>
12. 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. doi:10.1017/s1751731117000301
13. 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. doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13726>
14. 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. doi:10.1063/5.0030566
15. 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. *Transl Anim Sci*, 3(1), 359-368. doi:10.1093/tas/txy099

16. 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). doi:10.3390/foods9030291
17. 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. doi:https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.10.002
18. 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 ISSN: 2008-6776., Online ISSN: 2382-994X*, 14(2), 31-41. doi:10.22059/jap.2012.32040
19. 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. doi:10.1007/s11250-022-03189-5
20. 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. doi: 10.3390/ani10010125
21. 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. doi:10.3945/an.115.009936
22. 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. doi:10.57647/ijrowa-j00z-1n69
23. 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
24. Nakaishi, T., & Takayabu, H. (2022). Production efficiency of animal feed obtained from food waste in Japan. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 61187-61203. doi:10.1007/s11356-022-20221-1
25. Narayanan, Y. (2019). Jugaad and informality as drivers of India's cow slaughter economy. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 51, 0308518X1985264. doi:10.1177/0308518X19852640
26. 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. doi:10.21608/avmj.2015.170230
27. 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). doi:10.3390/ani13081366
28. 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. doi:10.1016/j.enconman.2016.12.030
29. 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. doi:10.1017/S1751731110002016
30. Owens, F. N., & Basalan, M. (2016). Ruminant fermentation. *Rumenology*, 63-102. doi:10.1007/978-3-319-30533-2_3
31. 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126290>
32. 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. doi:10.1007/s10163-020-01102-6.
 33. 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 dinning room and kitchen waste on growth performance of growing pigs. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(2), 241–248 .
 34. 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. *J Clean Prod*, 140, 871-880. doi:10.1016/j.jclepro.2016.05.049
 35. 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. *Atmos. Chem. Phys.*, 23(16), 9071-9098. doi:10.5194/acp-23-9071-2023
 36. 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. doi:[https://doi.org/10.1016/0377-8401\(80\)90030-9](https://doi.org/10.1016/0377-8401(80)90030-9)
 37. TeymourNezhad ,N., Zahedifar, M., Nikkhah, A., & Fazaeli, H. (2007). Nutritive value of fruit and vegetable wastes in ruminants. *PAJOUHESH-VA-SAZANDEGI*, 20(3(76 In animal and fisheries sciences)), 168-173. doi:SID. <https://sid.ir/paper/19675/en>
 38. 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. doi:10.1093/jas/skz102
 39. 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. doi:10.2527/jas1977.442282x
 40. 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. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
 41. 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. doi:[https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31270Δ](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31270Δ)
 42. 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.006>
 43. 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107411>
 44. 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. doi:10.3389/fmicb.2018.00976

نسخه پیش انتشار