دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

اثر اندازه ذرات علوفه یونجه و مکمل روغن سویا بر مصرف خوراک، قابلیت هضم، فعالیت جویدن، نرخ عبور و توزیع ذرات محتویات شکمبه‌ای در گوسفند

وحیده آقاجانی[۱] و اسداله تیموری یانسری[۲]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری نویسنده مسئول: V.agajani@yahoo.com
۲- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۶

چکیده

چهار رأس گوسفند زل دو ساله فیستوله دار با وزن ۲±۲۸ کیلوگرم در قالب یک طرح مربع لاتین تکرار شده ۴×۴ در چهار دوره ۳۲ روزه (۱۴ روز عادت‌دهی و ۱۸ روز نمونه گیری) برای بررسی اثرات دو اندازه ذرات علوفه یونجه (بلند و ریز) و دو سطح روغن سویا (صفر و ۴ درصد) بر قابلیت هضم، فعالیت جویدن، نرخ عبور و توزیع اندازه ذرات شکمبه ای که با چهار جیره کاملاً مخلوط با نسبت علوفه به کنسانتره ۴۰ به ۶۰ در دو وعده مساوی در ساعات ۸ صبح و ۲۰ بعد از ظهر در حد نگهداری تغذیه شدند مورد استفاده قرار گرفت. شکمبه دامها در ۳، ۷/۵ و ۱۲ ساعت پس از تغذیه به طور دستی تخلیه و محتویات شکمبه به دو فاز جامد و مایع جدا شد. در هر یک از دوره‌ها، با استفاده از NDF یونجه آغشته به کروم، نرخ عبور فاز جامد محتویات شکمبه تعیین شد. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، آلی و مواد مغذی، زمان مصرف خوراک، زمان نشخوار و کل فعالیت جویدن تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. تیمار حاوی یونجه بلند بدون افزودن روغن کمترین نرخ عبور مواد جامد و بالاترین زمان ماندگاری شکمبه‌ای را نشان داد، اما نرخ عبور و زمان ماندگاری شکمبه‌ای بین ۳ تیمار دیگر معنی‌دار نبود. با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه نرخ عبور مواد جامد و زمان ماندگاری شکمبه‌ای به ترتیب افزایش و کاهش یافت. در تیمار حاوی یونجه بلند با افزودن روغن نرخ عبور مواد جامد و زمان ماندگاری شکمبه‌ای به ترتیب افزایش و کاهش یافت. در ۳ ساعت پس از تغذیه ماده خشک غیر قابل عبور و ماده خشک قابل عبور تحت تأثیر تیمار قرار نگرفت. در ۷/۵ ساعت پس از تغذیه با کاهش اندازه ذرات علوفه و افزودن روغن، ماده خشک غیر قابل عبور ۱۱/۴۴ درصد افزایش و ماده خشک قابل عبور از شکمبه ۱۱/۶۳ درصد کاهش یافت. در ۱۲ ساعت پس از مصرف خوراک با کاهش اندازه ذرات علوفه و افزودن مکمل روغن، ماده خشک غیر قابل عبور از شکمبه افزایش یافت. انتظار می‌رفت کاهش اندازه ذرات ماندگاری مواد جامد و فعالیت جویدن را کاهش دهد اما مکمل‌سازی روغن سبب جبران اثر اندازه ذرات شد که نهایتاً نتایج مشابهی ایجاد کرد. کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه و مکمل سازی روغن در جیره در جهت توزیع مناسب اندازه ذرات شکمبه یا تشکیل سقف شکمبه‌ای نسبتاً پایدار عمل کرده است.

واژه های کلیدی: الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف موثر فیزیکی، مکمل روغن، گوسفند

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

مقدمه

برای استفاده از حداکثر حجم شکمبه و دستیابی به حداکثر ماده خشک مصرفی روزانه سه ساز و کار اساسی شامل افزایش سرعت هضم میکروبی، افزایش نرخ عبور مواد از شکمبه و افزایش ظرفیت شکمبه برای نگهداری مواد حائز اهمیت هستند که اندازه ذرات مواد خوراکی هرکدام را تحت تاثیر قرار می دهد. مطابق با تئوری اندازه ذرات بحرانی، ذرات بلندتر از ۱/۱۸ میلی متر بیشترین مقاومت به عبور را داشته (۱۹ و ۲۳) و در تحریک فعالیت جویدن موثر هستند (۱، ۵، ۱۵، ۱۷ و ۲۱). واژه الیاف مؤثر فیزیکی[1] تصحیح محتوی الیاف نامحلول در شوینده خنثی یک ماده خوراکی براساس اندازه ذرات آن است که با توانایی آن ماده در تحریک نشخوار، فعالیت جویدن و ماهیت دو فازی محتویات شکمبه دام همبستگی دارد (۱۵، ۱۷ و ۲۳). مؤثر بودن فیزیکی الیاف مواد خوراکی به سبب تفاوت در توزیع اندازه ذرات دارای اختلاف معنی داری است (۱۲، ۱۵ و ۲۳). بدیهی است جیره نویسی گاوهای شیرده صرفاً با اتکا به اندازه‌گیری شیمیایی کافی نیست، زیرا ویژگی‌های فیزیکی مواد خوراکی مصرف خوراک، رفتار تغذیه‌ای و عملکرد دام را تحت تاثیر قرار می‌دهند. به هر حال، امروزه دامداران تمایل به مصرف علوفه‌های ریز دارند. از طرفی، استفاده از مکمل چربی نیز روز به روز در حال افزایش است. کاهش اندازه ذرات، قابلیت هضم الیاف به ویژهNDF[2] و خاکستر را کاهش می‌دهد (۱۵، ۱۷، ۲۳ و ۲۶) که ناشی از کاهش در هضم شکمبه‌ای است. هضم شکمبه ای به شدت تخمیر و میانگین زمان ماندگاری شکمبه ای[3] مواد خوراکی بستگی دارد. با کاهش اندازه ذرات، pH شکمبه‌ای کاهش، مصرف خوراک افزایش، نرخ عبور از شکمبه افزایش و قابلیت هضم موادی که به آرامی هضم می‌شوند از جمله NDF، کاهش می‌یابد (۱۵، ۲۲ و ۲۳). سقف شکمبه‌ای به عنوان نخستین الک جداکننده (۱۷، ۲۳ و ۲۶)، زمان ماندگاری و نهایتاً هضم ذرات الیاف بالقوه قابل عبور و ریز را افزایش می‌دهد (۲۷ و ۲۸) که با شاخص‌هایی مانند توزیع اندازه ذرات در کیسه‌های پشتی و شکمی شکمبه، نسبت وزنی سقف به بخش غیر از سقف شکمبه‌ای و استحکام سقف بررسی می‌شوند (۲۸). به هر حال، اطلاعات کمی در این رابطه در دسترس می‌باشد.

استفاده از چربی (به ویژه چربی های غیراشباع) با ایجاد پوشش فیزیکی روی الیاف مانع دسترسی و اتصال میکروارگانیسم های هاضم شکمبه‌ای می‌شود (۲، ۶، ۸، ۹ و ۱۱)، لذا هضم الیاف کاهش یابد، امّا این موضوع در همه شرایط صادق و معنی‌دار نیست (۱۰ و ۱۴). کاهش هضم شکمبه‌ای الیاف که متعاقب مصرف چربی رخ می‌دهد، منجر کاهش اسید استیک، متان و افزایش اسید پروپیونیک می‌شود که می‌توان با افزایش الیاف یا علوفه این مشکل را تخفیف داد (۶، ۸، ۱۲ و ۱۴). کاهش هضم شکمبه‌ای الیاف که متعاقب مصرف چربی سبب افزایش ماندگاری مواد خوراکی به ویژه علوفه‌ای می‌شود که به نظر این فرآیند می تواند بر مؤثر بودن فیزیکی الیاف در جیره تأثیر معنی‌داری داشته باشد.

1- Physically Effective Neutral Detergent Fiber (peNDF)
2- Neutral Detergent Fiber (NDF)
3- Ruminal Mean Retention Time (RMRT)

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

تاکنون پژوهش های محدودی به منظور بررسی اثر متقابل اندازه ذرات و مکمل روغن بر الیاف مؤثر فیزیکی انجام نشد، لذا این آزمایش به منظور بررسی اثرات اندازه ذرات علوفه یونجه و مکمل چربی بر مؤثر بودن فیزیکی الیاف و شاخص‌های سقف شکمبه طراحی و انجام شد.

مواد و روشها

چهار رأس گوسفند دوساله فیستوله دار نژاد زل با وزن ۲±۲۸ کیلوگرم در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده ۴×۴ در طی چهار دوره ۳۲ روزه (۱۴ روز عادت دهی و ۱۸ روز نمونه‌گیری) به منظور بررسی اثرات دو اندازه ذرات علوفه یونجه (بلند و ریز) و دو سطح روغن سویا (صفر و ۴ درصد) در جیره برقابلیت هضم، فعالیت جویدن، نرخ عبور فاز جامد شکمبه‌ای و توزیع اندازه ذرات شکمبه‌ای دام مورد استفاده قرار گرفتند. حیوانات با چهار نوع جیره کاملاً مخلوط، با نسبت علوفه به کنسانتره ۴۰ به ۶۰ در دو وعده مساوی در ساعات ۸ صبح و ۲۰ بعد از ظهر تغذیه شدند. جیره های آزمایشی با استفاده از نرم افزار جیره نویسی CNCPS Sheep (۲۰۰۷) تنظیم شدند (جدول ۱). جیره های بدون و دارای مکمل روغن به ترتیب حاوی علوفه یونجه، تفاله چغندرقند، دانه جو، سبوس گندم، کنجاله تخم پنبه، روغن سویا (روغن غنچه کارخانه شرکت کشت و صنعت شمال که حاوی ۱۱ درصد اسید چرب اشباع، ۲۴ درصد اسید چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه و ۶۵ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه بود)، وزن دام‌ها در ابتدا و انتهای هر دوره آزمایش، مقدار مصرف ماده خشک به صورت روزانه در طی پنج روز در روزهای ۱۵ تا ۱۹ هر دوره آزمایشی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. باقی‌مانده مواد خوراکی نیز به صورت روزانه برای آنالیز مواد مغذی و تعیین توزیع اندازه ذرات جمع‌آوری شد. نمونه‌های مواد خوراکی و جیره‌ها به‌صورت هفتگی نمونه‌گیری شد و برای آنالیز مواد مغذی و تعیین ماده خشک مورد استفاده قرار گرفت. کل مدفوع دام‌ها نیز در طی روزهای ۱۵ تا ۱۹ هر دوره آزمایشی جمع‌آوری و روزانه حدود پنج درصد از آنها اخذ و برای تعیین غلظت مواد مغذی و اندازه‌گیری قابلیت هضم، نمونه‌های مدفوع در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و سپس آسیاب شدند. توزیع اندازه ذرات توسط الک کردن باروش خشک تعیین شد. الکهای جدید (۱۵) ایالت پنسیلوانیا برای تعیین توزیع ذرات جیره های کاملا" مخلوط استفاده شد. میانگین هندسی و انحراف معیار استاندارد میانگین هندسی ذرات خوراکی براساس جامعه مهندسی کشاورزی آمریکا محاسبه شد (۳). دیواره سلولی مواد باقی مانده روی الک های قدیم و جدید ایالت پنسیلوانیا اندازه گیری شد (۱۷ و ۲۴). عامل مؤثرفیزیکی جیره های کاملا"مخلوط یا عامل فیزیکی مؤثر براساس نسبت ماده خشک باقی مانده روی الک با قطر ۱/۱۸ میلی متری (pef>۱/۱۸) با استفاده از الک های جامعه مهندسی کشاورزی آمریکا،

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

جدول ۱ و با ضرب عامل مؤثر فیزیکی فوق در محتویات دیواره سلولی جیره های کاملا" مخلوط میزان مصرف ۱/۱۸ <peNDF، به صورت کیلوگرم در روز و درصدی از جیره مصرفی محاسبه شد (۱۵، ۱۷ و ۲۳). قابلیت هضم هر یک از مواد مغذی از طریق اندازه‌گیری غلظت مواد مغذی در خوراک مصرفی و مدفوع محاسبه گردید. میزان فعالیت جویدن و نشخوار دام ها به صورت چشمی و به فواصل زمانی پنج دقیقه‌ای در دوره‌های ۲۴ ساعته در روز بیستم آزمایش برای کلیه دوره‌های آزمایشی و دام ها اندازه‌گیری شد (۷، ۱۵، ۱۷ و ۲۳).

از هفت الک با قطر منافذ ۶/۳۵، ۴/۷۵، ۳/۳۵، ۱/۶۸، ۱/۱۸، ۰/۸ و ۰/۵ میلی‌متری و یک صفحه زیرین برای تعیین توزیع اندازه ذرات محتویات شکمبه با روش الک مرطوب استفاده شد. محتویات شکمبه باقی مانده روی هر الک در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شده و توزیع وزنی آنها براساس ماده خشک تعیین گردید (۲۷ و ۲۸).

برای اندازه گیری نرخ عبور مواد جامد و زمان ماندگاری، NDF کاه گندم آغشته به کروم (۲۵) به عنوان مارکر تک دزی در شکمبه مورد استفاده قرار گرفت. مارکرها به صورت مخلوط با مقدار کمی از کنسانتره در وعده تغذیه صبح به گوسفندان خورانده شدند. پس از اطمینان از مصرف کامل مارکر وعده غذایی صبح در داخل آخور گوسفندان خالی گردید. نمونه های مدفوع در طی ساعات صفر، ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۰، ۳۶، ۴۲، ۴۸، ۶۰، ۷۲، ۸۴، ۹۶، ۱۲۰ و ۱۴۴، بعد از مصرف مارکر با تحریک از رکتوم اخذ شد. نمونه های مدفوع هوا خشک شده و پس از آسیاب شدن با الک دارای قطر منفذ یک میلی متری غلظت کروم نمونه های مدفوع اخذ شده با روش مستقیم پلاسمایی با استفاده از اسپکتروفتومتر تعیین شد (۴). محتوی کروم استخراج شده در نمونه های مدفوع نیز با کمک مدل دو قسمتی دارای دو ضریب ثابت نمایی و یک زمان تأخیر براساس مدل زیر، جهت تخمین آماره های هضمی مورد استفاده قرار گرفت (۱۳):

$$Y = Ae^{-k1\,(t-TT)} + Ae^{-k2(t-TT)},\ k_1=$$
$$k_2 \text{ اگر } t \geq T, Y = \text{اگر } 0 \quad t = TT$$

در این معادله Y، غلظت مارکر در نمونه مدفوع (قسمت در میلیون)، A، فراسنجه واحد، K_1، نرخ عبور شکمبه ای (درصد در ساعت)، K_2، نرخ عبور در بخش انتهایی دستگاه گوارش (درصد در ساعت)، t، زمان نمونه گیری بعد از مصرف مارکر (ساعت) و TT، زمان عبور مارکر یا زمان تأخیر یا ظهور اولین مارکر در مدفوع (ساعت). کل زمان ماندگاری در دستگاه گوارش به صورت مجموع زمان ماندگاری در شکمبه ($1/K_1$)، زمان ماندگاری در بخش انتهایی دستگاه گوارش ($1/K_2$) و زمان تأخیر مارکر محاسبه شد. کلیه داده‌های حاصل از اندازه گیری نرخ عبور بخش مایع و جامد شکمبه با استفاده از رویه رگرسیون NLIN با استفاده از روش مارکوارت با برنامه آماری SAS (۲۰) جهت تخمین فراسنجه‌های هضمی استفاده شدند. داده‌های حاصل از هر آزمایش در قالب طرح آماری اصلی آزمایشی مورد

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

کلیه محتویات شکمبه در طی روزهای ۲۶ تا ۳۲ هر دوره آزمایشی هر یک از تیمارها براساس تقویم زمانی ۳، ۷/۵ و ۱۲ ساعت پس از مصرف خوراک از طریق فیستولای شکمبه‌ای خارج شد. محتویات شکمبه‌ای پس از خارج شدن در سطل‌های پلاستیکی در پوش‌دار قرار داده شد و برای ایجاد یک محیط بی هوازی مشابه شکمبه تحت گاز دی اکسید کربن قرار گرفت. کلیه محتویات شکمبه‌ای که با دست قابل برداشت بودند، به عنوان سقف شکمبه‌ای و محتویات شکمبه‌ای غیر قابل برداشت با دست با استفاده از پمپ خلاء خارج و به عنوان فاز مایع در نظر گرفته شد (۲۷ و ۲۸). هر کدام از فازهای توزین و حجم آنها تعیین، پس از مخلوط شدن کامل به مقدار نیم کیلوگرم برای تعیین توزیع اندازه ذرات نمونه برداری گردید. باقی مانده محتویات شکمبه به داخل شکمبه برگردانده شد. داده‌های حاصل با استفاده مدل آماری زیر در قالب یک طرح برگشتی ۴×۴ با ۴ تیمار برای ۴ دوره با ۴ رأس آنالیز شدند:

$$Y_{(i)jk(l)n} = \mu + T_i + S_j + sheep_{k(j)} + period_{j(l)} + e_{(i)jk(l)n}$$

که در آن $Y_{(i)jk(l)n}$: متغیر وابسته، μ: میانگین جامعه آماری، T_i: اثر تیمارهای اعمال شده، S_j: اثر تصادفی مربع زام، $sheep_{k(j)}$: اثر تصادفی گوسفندهای آزمایشی، $period_{j(l)}$: اثر دوره آزمایشی و $e_{(i)jk(l)n}$: اثر خطای آزمایشی می باشند. آنالیز تیمارها با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (۲۰) و مقایسه میانگین تیمارها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال معنی داری ۰/۰۵ انجام گردید. برای آنالیز داده‌های آزمایشی که براساس تقویم زمانی ۳، ۷/۵ و ۱۲ ساعت حاصل شدند از روش repeated measurement استفاده شد.

نتایج و بحث

با کاهش اندازه ذرات علوفه جیره ها، ماده خشک باقی مانده روی الک های ۱۹ میلی متری، ۸ میلی متری، ۱/۱۸ میلی متری، میانگین هندسی و انحراف استاندارد میانگین هندسی، عامل موثر فیزیکی و همچنین الیاف موثر فیزیکی جیره های آزمایشی به طور معنی داری تحت تاثیر اندازه ذرات مواد خوراکی تغییر یافتند (جدول ۱).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

جدول ۱- ترکیب شیمیایی و توزیع اندازه ذرات جیره کاملاً مخلوط تغذیه شده به گوسفندان با روش الک خشک

اندازه ذرات	تیمارهای آزمایشی				انحراف استاندارد میانگین	احتمال معنی داری		
	یونجه بلند		یونجه ریز			تیمار	دوره	گوسفند
درصد چربی مکمل	صفر	۴	صفر	۴				
ترکیب شیمیایی جیره کاملاً مخلوط								
ماده خشک	۸۴/۲۲	۸۴/۲۱	۸۳/۴۳	۸۲/۷۸	۰/۷۱۳	۰/۹۵۰۴	۰/۸۲۴۴	۰/۹۱۲۲
ماده آلی	۸۹/۷۴^{a}	۹۰/۵۰^{a}	۸۵/۱۶^{b}	۹۰/۴۷^{a}	۰/۱۵۷	۰/۰۰۴۵	۰/۲۷۱۶	۰/۲۱۳۱
الیاف نامحلول درشوینده خنثی	۴۷/۸۱^{a}	۴۷/۹۵^{a}	۴۳/۶۶^{b}	۴۲/۸۸^{b}	۰/۳۲۲	۰/۰۱۱۸	۰/۷۷۲۶	۰/۴۸۷۳
چربی خام	۱۷/۶۴^{b}	۱۷/۳۶^{bc}	۲۲/۲۰^{a}	۱۵/۹۷^{c}	۰/۱۸۳	۰/۰۰۴۹	۰/۲۰۹۴	۰/۱۷۲۳
پروتین خام	۱۵/۵۵^{a}	۱۴/۸۳^{ab}	۱۰/۶۶^{b}	۱۵/۰۵^{ab}	۰/۴۹۷	۰/۰۰۹۵	۰/۰۹۲۲	۰/۵۸۸۰
کربوهیدرات غیر الیافی	۰۸/۷۴^{b}	۱۰/۳۵^{b}	۰۸/۶۴^{b}	۱۶/۵۷^{a}	۰/۵۳۵	۰/۰۴۵۷	۰/۰۸۳۸	۰/۲۵۲۵
توزیع اندازه ذرات جیره کاملاً مخلوط								
۱۹میلی متری	۲۰/۴۴^{a}	۲۰/۸۹^{a}	۰/۰۴^{b}	۰/۰^{b}	۱/۳۲۶	۰/۰۰۳۷	۰/۳۵۵۲	۰/۲۳۶۸
۸ میلی متری	۳۰/۳۱^{a}	۲۹/۶۶^{a}	۴/۹۶^{b}	۵/۸۱^{b}	۰/۷۸۲	۰/۰۱۲۲	۰/۲۵۰۱	۰/۰۷۱۸
۱/۱۸ میلی متری	۴۰/۸۷^{b}	۳۹/۶۴^{b}	۶۴/۱۲^{a}	۶۶/۷۲^{a}	۰/۸۶۲	۰/۰۰۰۷	۰/۳۸۷۳	۰/۸۴۵۹
صفحه انتهایی	۸/۳۸^{b}	۹/۸۱^{b}	۳۰/۸۸^{a}	۲۷/۴۷^{a}	۲/۳۲۱	۰/۰۰۵۰	۰/۰۹۸۴	۰/۶۹۴۵
میانگین هندسی	۰۷/۱۸^{a}	۰۷/۰۵^{a}	۰۲/۴۷^{b}	۰۲/۶۱^{b}	۱/۰۱۲	۰/۰۰۱۸	۰/۱۳۱۷	۰/۳۷۲۴
انحراف استاندارد میانگین میانگین هندسی	۰۲/۸۳^{a}	۰۲/۹۲^{a}	۰۲/۱۶^{b}	۰۲/۱۴^{b}	۰/۱۰۷	۰/۰۰۱۸	۰/۹۲۱۶	۰/۳۰۳۰
عامل مؤثر فیزیکی	۹۱/۶۲^{a}	۹۰/۱۹^{a}	۶۹/۱۲^{b}	۷۲/۵۳^{b}	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۷۳۵	۰/۵۴۲۶
الیاف مؤثر فیزیکی	۳۰/۸۹^{a}	۲۹/۹۹^{a}	۲۷/۰۸^{b}	۲۷/۴۶^{b}	۰/۵۱۱	۰/۰۰۴۵	۰/۲۵۱۵	۰/۷۹۱۷

میانگین های هر ردیف با حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و مواد مغذی

قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و مواد مغذی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند و از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۲). لئوپ و همکاران (۱۶) گزارش کردند که در جیره‌های با پایه علوفه، افزودن بیش از ۴ درصد چربی، قابلیّت هضم ADF، ماده خشک و ماده آلی را کاهش داد، زیرا افزودن بیش از حد چربی به جیره سبب به وجود آمدن یک لایه پوشاننده الیاف جیره شده و در نتیجه از قابلیّت هضم کاهش یافت. تیموری یانسری و همکاران (۲۳) گزارش کردند کاهش اندازه ذرات یونجه تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتین خام، کربوهیدرات غیر الیافی و چربی خام نداشت، اما قابلیت هضم NDF و خاکستر را به طور معنی داری کاهش داد که آن‌ها کاهش قابلیت هضم NDF در کل دستگاه گوارش را به کاهش ماندگاری و نهایتاً کاهش هضم شکمبه ای نسبت دادند. اما یانگ و همکاران (۲۶) و کونوناف (۱۵) هیچ تأثیری را به لحاظ کاهش اندازه ذرات علوفه روی قابلیت هضم NDF مشاهده نکردند. هنگام استفاده از مکمل چربی، کاهش قابلیّت هضم NDF در شکمبه، ممکن است با افزایش هضم الیاف در

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

روده بزرگ جبران شود (۱۸). به طور کلی، در تمامی فرآیندهای هضمی، ماندگاری ذرات در دستگاه گوارش برای هضم تعیین کننده‌ترین فراسنجه در قابلیت هضم مواد خوراکی است با تأکید بر این نکته که در آزمایش حاضر نیز نرخ عبور مواد جامد شکمبه‌ای و ماندگاری ذرات در شکمبه تحت تأثیر کاهش اندازه ذرات علوفه و افزودن مکمل روغن سویا قرار گرفت. می‌توان اذعان داشت که چندین فرایند ممکن است سبب عدم تفاوت معنی داری قابلیت هضم (کاهش نیافتن قابلیت هضم) به دنبال کاهش اندازه ذرات شده باشند (۲، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۴): ۱) کاهش اندازه ذرات سبب افزایش سطح هضمی مواد خوراکی و سطح اتصال باکتری ها شده که باعث افزایش هضم شده است. به عبارتی دیگر افزایش سطح هضمی مواد خوراکی و سطح اتصال باکتری‌ها توانسته است کاهش هضم ناشی از کاهش زمان ماندگاری را متعاقب کاهش اندازه ذرات یونجه جبران نماید. ۲) مصرف خوراک در طی انجام آزمایش در سطح نگه‌داری صورت گرفته است که در این سطح معمولاً اعمال تیمارهای مختلف کمترین اثر معنی‌دار را بر قابلیت هضم شکمبه‌ای دارد و ۳) افزودن مکمل روغن سبب تأخیر در آبگیری ذرات خوراکی و شروع هضم و نهایتاً افزایش زمان ماندگاری و قابلیت هضم شکمبه‌ای را افزایش می‌دهد.

جدول ۲- قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و مواد مغذی (درصد)

اندازه ذرات	تیمارهای آزمایشی				انحراف	احتمال معنی داری		
	یونجه بلند		یونجه ریز		استاندارد	تیمار	دوره	گوسفند
درصد چربی مکمل	صفر	۴	صفر	۴	میانگین			
ماده خشک	۵۸/۵۱	۶۴/۸۶	۶۵/۵۸	۶۲/۱۹	۰۴/۸۹۴	۰/۹۳۷۰	۰/۳۳۹۵	۰/۹۳۹۸
ماده آلی	۶۴/۱۱	۵۷/۸۷	۶۴/۵۶	۶۹/۵۸	۰۵/۰۹۴	۰/۹۱۱۹	۰/۵۲۱۳	۰/۹۶۴۰
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۶۳/۹۵	۶۶/۶۲	۶۵/۹۹	۶۴/۹۲	۰۵/۱۷۳	۰/۸۹۴۸	۰/۳۳۲۲	۰/۸۹۲۱
چربی خام	۵۹/۰۵^{b}	۶۸/۱۸^{a}	۵۸/۲۳^{b}	۷۲/۶۶^{a}	۰۲/۸۸۲	۰/۰۰۴۰	۰/۴۶۷۹	۰/۹۵۷۴
پروتین خام	۶۳/۶۵	۶۱/۶۱	۷۲/۰۱	۶۷/۷۲	۰۵/۱۴۳	۰/۹۸۳۱	۰/۴۳۷۴	۰/۹۴۳۷
کربوهیدرات غیر الیافی	۸۳/۱۱	۸۴/۶۴	۸۷/۹۷	۸۳/۰۹	۱۲/۱۹۳	۰/۸۴۴۲	۰/۹۱۵۴	۰/۹۹۱۶

میانگین های هر ردیف با حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

رفتار جویدن

زمان مصرف خوراک، زمان فعالیت نشخوار و زمان کل فعالیت جویدن هر یک به تفکیک به ازای دقیقه در شبانه روز، دقیقه در روز، دقیقه در شب، دقیقه به ازای کیلوگرم ماده خشک مصرفی، دقیقه به ازای کیلوگرم NDF مصرفی و دقیقه به ازای کیلوگرم peNDF مصرفی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته و از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۳). همچنین فقط زمان نشخوار به ازای دقیقه در شب تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه زمان نشخوار به ازای دقیقه در شب تحت تأثیر قرار نگرفت اما در جیره های حاوی روغن با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه زمان نشخوار به ازای دقیقه در

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

شب از لحاظ آماری کاهش معنی داری یافت. آن چه در اینجا حائز اهمیت است این است که انتظار می‌رفت با کاهش اندازه ذرات زمان نشخوار و کل فعالیت جویدن کاهش یابند، اما به نظر می رسد اثرات متقابل اندازه ذرات و مکمل چربی یا تطابق پذیری فیزیولوژیکی دام سبب عدم بروز تفاوت در بین تیمارها شد. به هر حال، ویندر و گرنت (۲۷) هیچ اثر متقابل را بین دانه سویای خام با درصد الیاف یا اندازه ذرات برای فعالیت جویدن گزراش نکردند. ارجمندی و تیموری یانسری (۲) گزارش دادند که افزودن مکمل چربی غیراشباع تأثیری بر فعالیت جویدن نداشت و اندازه ذرات علوفه نه مکمل چربی موثرترین عامل بر فعالیت جویدن بود. بیوچمین و همکاران (۷) گزارش کردند که کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه، زمان نشخوار و کل فعالیت جویدن را کاهش داد اما تأثیری بر زمان مصرف خوراک نداشت. این محققین پیشنهاد نمودند که عدم تأثیر کافی اندازه ذرات یونجه بر زمان مصرف خوراک، مربوط به کمتر بودن اندازه ذرات مواد خوراکی از اندازه آستانه ای مورد نیاز قبل از بلعیدن خوراک است. تیموری یانسری و همکاران (۲۳) نشان دادند که کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه منجر به کاهش زمان مصرف خوراک، نشخوار و کل فعالیت جویدن شود. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که کاهش اندازه ذرات علوفه با مکمل سازی روغن سویا کاهش زمان مصرف خوراک، فعالیت نشخوار و کل فعالیت جویدن را در پی نداشت، لذا نتایج فوق احتمال وجود اثر متقابل بین اندازه ذرات علوفه و مکمل‌سازی روغن سویا را تقویت می کند.

جدول ۳- فعالیت جویدن گوسفندان تغذیه شده با جیره های کاملاً مخلوط دارای سطوح مختلف اندازه ذرات یونجه و روغن سویا

اندازه ذرات درصد چربی مکمل	تیمارهای آزمایشی				انحراف استاندارد میانگین	احتمال معنی داری		
	یونجه بلند		یونجه ریز			تیمار	دوره	گوسفند
	صفر	۴	صفر	۴				
زمان مصرف خوراک (دقیقه در روز)								
دقیقه در شبانه روز	۱۳۴/۷۵	۱۶۰/۱۲	۱۲۰/۲۲	۱۱۱/۷۵	۲۴/۱۴۹	۰/۹۶۱۱	۰/۲۰۱۳	۰/۹۷۰۴
دقیقه در روز	۶۱/۵۰	۱۰۷/۵۰	۶۳/۷۵	۶۶/۲۵	۱۷/۱۶۱	۰/۸۶۰۳	۰/۲۶۰۹	۰/۹۱۰۱
دقیقه در شب	۷۳/۲۵	۵۲/۵۰	۵۶/۲۵	۴۵/۵۰	۱۲/۳۳۵	۰/۸۵۷۳	۰/۳۰۳۷	۰/۸۹۹۸
زمان فعالیت نشخوار (دقیقه در روز)								
دقیقه در شبانه روز	۲۰۳/۷۵	۲۳۲/۵۰	۲۰۱/۲۵	۱۱۵	۱۶/۷۲۸	۰/۱۱۲۹	۰/۲۷۳۴	۰/۱۴۹۰
دقیقه در روز	۸۰/۰۰	۸۲/۵۰	۸۲/۵۰	۶۳/۲۵	۱۰/۴۶۷	۰/۱۹۵۴	۰/۹۰۰۴	۰/۱۵۵۳
دقیقه در شب	۱۲۳/۷۵^{ab}	۱۵۰/۰۰^{a}	۱۱۸/۷۵^{ab}	۵۱/۷۵^{b}	۱۰/۲۲۶	۰/۱۲۸۲	۰/۰۷۱۴	۰/۲۵۶۸
کل فعالیت جویدن (دقیقه در روز)								
دقیقه در شبانه روز	۳۳۸/۷۵	۳۹۲/۵۰	۳۲۰/۴۷	۲۲۶/۷۵	۲۶/۸۱۶	۰/۲۳۱۳	۰/۷۰۹۲	۰/۳۲۱۰
دقیقه در روز	۱۴۵/۲۵	۱۸۸/۷۵	۱۴۲/۵۰	۱۲۸/۵۰	۱۷/۵۴۸	۰/۴۵۰۴	۰/۱۹۳۸	۰/۳۹۱۳
دقیقه در شب	۱۹۳/۵۰	۲۰۲/۵۰	۱۷۸/۷۵	۹۷	۱۵/۲۴۵	۰/۱۸۷۶	۰/۵۳۳۷	۰/۳۱۴۲

میانگین های هر ردیف با حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

نرخ عبور و زمان ماندگاری بخش جامد شکمبه ای

با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه و افزودن مکمل روغن نرخ عبور مواد جامد از شکمبه و زمان ماندگاری شکمبه ای به ترتیب افزایش و کاهش معنی داری یافت (جدول ۴). نرخ عبور مواد جامد از قسمت تحتانی دستگاه گوارش و زمان ماندگاری قسمت تحتانی دستگاه گوارش با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه به ترتیب افزایش و کاهش معنی داری یافت. با کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه و افزودن مکمل روغن کل زمان ماندگاری کاهش معنی‌داری یافت. تیمار حاوی یونجه بلند بدون مکمل روغن کم‌ترین نرخ عبور مواد جامد از شکمبه و بالاترین زمان ماندگاری شکمبه ای را داشت و تفاوت نرخ عبور و زمان ماندگاری شکمبه ای بین سه تیمار دیگر معنی دار نبود. تیموری یانسری و همکاران (۲۳) دریافتند که کاهش اندازه ذرات یونجه باعث افزایش نرخ عبور مواد جامد از شکمبه و کاهش کل زمان ماندگاری و زمان تأخیر مارکر شد.

خیساندن یونجه باعث کاهش در زمان ماندگاری در دستگاه گوارش و زمان تأخیر مارکر شد. یک همبستگی خطی بین دانسیته مارکر و زمان ماندگاری در شکمبه حیوانات نشخوارکننده وجود دارد (۲۲ و ۲۸). ذرات با دانسیته کم‌تر به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از ذرات با دانسیته بالا در شکمبه باقی می‌مانند (۵۲ تا ۹۱ ساعت در برابر ۱۹ تا ۴۴ ساعت). به هر حال، کونوناف (۱۵) و یانگ و همکاران (۲۶) نشان دادند که اندازه ذرات همیشه بر نرخ عبور بخش جامد و یا مایع شکمبه تأثیر گذار نیست. به نظر می رسد که در این آزمایش، افزایش جرم حجمی لحظه‌ای ناشی از کاهش اندازه ذرات و خیساندن علوفه، منجر به کاهش زمان ماندگاری ذرات در شکمبه، کل زمان ماندگاری در شکمبه و زمان تأخیر مارکر و افزایش نرخ عبور مواد جامد شده است. در عین حال مکمل سازی روغن سویا نیز نتوانست با افزایش ماندگاری مواد خوراکی در شکمبه اثر اندازه ذرات را جبران کند.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

جدول ۴- نرخ عبور و زمان ماندگاری بخش جامد شکمبه گوسفندان تغذیه شده با جیره های کاملاً مخلوط

	تیمارهای آزمایشی				انحراف	احتمال معنی داری		
	یونجه بلند		یونجه ریز		استاندارد			
اندازه ذرات					میانگین	تیمار	دوره	گوسفند
درصد چربی مکمل	صفر	۴	صفر	۴				
نرخ عبور مواد جامد از شکمبه (درصد در ساعت)	۰/۰۴۲^{b}	۰/۰۴۶^{a}	۰/۰۵۱^{a}	۰/۰۴۵^{a}	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳۴	۰/۴۰۰۰	۰/۴۲۵۶
نرخ عبور قسمت تحتانی دستگاه گوارش (درصد در ساعت)	۰/۰۴۰^{b}	۰/۰۴۶^{ab}	۰/۰۵۴^{a}	۰/۰۴۸^{ab}	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵۴	۰/۹۷۴۷	۰/۶۴۶۷
زمان ماندگاری شکمبه ای (ساعت)	۲۳/۸۰^{a}	۲۳/۷۴^{b}	۱۹/۶۱^{b}	۲۲/۲۲^{b}	۱/۰۱۱	۰/۰۳۳۲	۰/۴۵۴۷	۰/۱۵۱۰
زمان ماندگاری قسمت تحتانی دستگاه گوارش (ساعت)	۲۵/۰۰^{a}	۲۱/۷۴^{b}	۱۸/۵۱^{c}	۲۰/۸۳^{b}	۱/۳۲۳	۰/۰۰۴۲	۰/۹۵۲۰	۰/۷۰۶۱
زمان تأخیر مارکر (ساعت)	۲۳/۷۸	۲۸/۱۹	۲۳/۸۲	۲۳/۴۰	۴/۶۵۲	۰/۵۶۴۸	۰/۳۷۲۳	۰/۳۵۷۴
کل زمان ماندگاری (ساعت)	۷۲/۵۸^{a}	۷۱/۶۷^{b}	۶۱/۹۵^{d}	۶۶/۴۶^{c}	۲/۲۱۱	۰/۰۰۴۸	۰/۲۱۵۲	۰/۱۳۶۴

میانگین های هر ردیف با حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

توزیع اندازه ذرات

نتایج توزیع اندازه ذرات سقف شکمبه ای گوسفندان پس از ۳ ساعت گذشت زمان از تغذیه نشان داد که با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن، ماده خشک باقی مانده روی الک ۳/۳۵ و ۱/۶۸ میلی متری افزایش معنی داری یافتند. با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن ماده خشک باقی مانده روی الک ۱/۱۸ میلی متری کاهش داشت اما معنی دار نبود (جدول ۵). نتایج توزیع اندازه ذرات سقف شکمبه ای گوسفندان پس از ۷/۵ ساعت گذشت زمان از تغذیه بیان می کنند که با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن ماده خشک باقی مانده روی الک ۶/۳۵ میلی متری کاهش یافت اما معنی دار نبود. با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن ماده خشک باقی مانده روی الک ۴/۷۵ میلی متری افزایش معنی داری یافت. با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن ماده خشک باقی مانده روی الک ۱/۶۸ میلی متری کاهش یافت اما معنی دار نبود. با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن ماده خشک باقی مانده روی الک ۱/۱۸ میلی متری افزایش معنی داری یافت. با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن ماده خشک باقی مانده روی الک ۰/۸ میلی متری کاهش یافت که از نظر آماری معنی دار نبود. در دو جیره با طول برش مختلف علوفه که به آن ها مکمل روغن افزوده شد، با کاهش اندازه ذرات علوفه ماده خشک باقی مانده روی الک ۰/۸ میلی متری کاهش معنی داری یافت. با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن ماده خشک باقی مانده روی الک ۰/۵ میلی متری کاهش معنی داری یافت. با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن ماده خشک غیر قابل عبور از شکمبه افزایش معنی داری را نشان داد. با کاهش اندازه ذرات علوفه و با

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

افزودن مکمل روغن ماده خشک قابل عبور از شکمبه کاهش معنی داری یافت. نتایج توزیع اندازه ذرات سقف شکمبه‌ای گوسفندان پس از ۱۲ ساعت گذشت زمان از تغذیه نشان داد که با کاهش اندازه ذرات علوفه و با افزودن مکمل روغن ماده خشک باقی مانده روی الک ۴/۷۵ میلی متری افزایش معنی داری را نشان داد. در دو جیره با طول برش مختلف علوفه که به آنها مکمل روغن افزوده شد، با کاهش اندازه ذرات علوفه ماده خشک غیر قابل عبور از شکمبه افزایش معنی داری یافت. نتایج کلی آزمایش نشان داد که در استفاده از مواد خوراکی در تغذیه نه تنها ویژگی های شیمیایی و غلظت مواد مغذی مهم بوده، بلکه ویژگی های فیزیکی مواد خوراکی نیز از اهمیت به سزایی برخوردار است. اثرات منفی قابل انتظار در برخی صفات مانند خصوصیات سقف شکمبه ای مشاهده نگردید. با افزایش زمان پس از تغذیه، درصد ماده خشک غیرقابل عبور از شکمبه به طور معنی داری افزایش یافت. به عبارتی دیگر کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه و مکمل سازی روغن در جیره در جهت توزیع مناسب اندازه ذرات شکمبه یا تشکیل سقف شکمبه ای نسبتا پایدار عمل کرده است.

درصد ماده خشک غیر قابل و قابل عبور از شکمبه در ۳/۵ ساعت پس از تغذیه بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری نداشت. علت اصلی عدم تفاوت معنی دار ممکن عدم شروع هضم بخش بالقوه قابل تجزیه جیره و ناپدید شدن بخش محلول در آب جیره که برای هر ۴ تیمار یکسان است می باشد. اما در ۷/۵ ساعت بعد از مصرف خوراک ماده خشک غیرقابل عبور از شکمبه به ترتیب ۷۸/۲۹، ۷۹/۴۵، ۸۵/۲۴، و ۸۹/۷۳ درصد محتویات ماده خشک شکمبه را تشکیل داد که به طور معنی داری در تیمارهای حاوی یونجه ریز حاوی مکمل روغن بیشتر از سایر تیمارها بود. در مقابل ماده خشک قابل‌عبور از شکمبه۲۱/۷۱، ۲۰/۵۵، ۱۴/۷۶ و ۱۰/۲۷ درصد محتویات ماده خشک شکمبه را تشکیل داده اند. اما در ۱۲ ساعت بعد از مصرف خوراک ماده خشک غیرقابل عبور از شکمبه به ترتیب ۷۴/۵۴، ۶۹/۹۵، ۸۲/۸۷ و ۸۷/۶ درصد محتویات ماده خشک شکمبه را تشکیل داد که به طور معنی داری در تیمارهای حاوی یونجه ریز حاوی مکمل روغن بالاتر از سایر تیمارها بود. در مقابل ماده خشک قابل‌عبور از شکمبه ۲۵/۴۶، ۳۰/۰۳، ۱۷/۱۳ و ۱۲/۰ درصد محتویات ماده خشک شکمبه را شامل می شد. آن چه حائز اهمیت است این است که نسبت ماده خشک مقاوم به عبور در تیمار حاوی مکمل روغن در ساعات ۷/۵ و ۱۲ ساعت بعد از تغذیه نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود که نشان دهنده اثر معنی دار و فزاینده روغن مکمل بر این شاخص است. از نظر تئوری روش تخلیه شکمبه هرچند وقت گیر، گران و پرزحمت است، اما یک روش ایده آل برای تخمین نرخ هضم می باشد.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

جدول ۵- توزیع اندازه ذرات محتویات شکمبه به صورت ماده خشک باقیمانده روی الک (درصد) و ماده خشک غیرقابل و قابل عبور از شکمبه (درصد) در طی ۳، ۷/۵ و ۱۲ ساعت پس از تغذیه

اندازه ذرات درصد چربی مکمل	تیمارهای آزمایشی				انحراف استاندارد میانگین	احتمال معنی داری		
	یونجه بلند		یونجه ریز			تیمار	دوره	گوسفند
	صفر	۴	صفر	۴				
۳ ساعت پس از تغذیه								
۶/۳۵ میلی متری	۳۳/۷۳	۲۵/۴۲	۱۰/۲۷	۰۳/۴۳	۱/۶۲۴	۰/۰۵۲۵	۰/۶۴۹۶	۰/۵۳۴۵
۴/۷۵ میلی متری	۱۴/۷۵	۱۱/۶۸	۳۰/۷۷	۱۱/۵۷	۳/۴۸۱	۰/۴۱۰۸	۰/۶۶۵۳	۰/۷۰۹۶
۳/۳۵ میلی متری	۰۸/۳۸^{b}	۰۸/۶۷^{b}	۱۳/۰۲^{ab}	۱۴/۸۳^{a}	۰/۶۷۲	۰/۰۰۵۲	۰/۱۸۷۳	۰/۷۵۰۴
۱/۶۸ میلی متری	۰۷/۸۵^{b}	۲۶/۳۴^{a}	۲۳/۵۸^{a}	۳۴/۹۶^{a}	۱/۳۰۱	۰/۰۲۷۰	۰/۹۶۷۱	۰/۱۶۲۵
۱/۱۸ میلی متری	۱۹/۲۷^{a}	۱۰/۱۱^{b}	۱۰/۹۰^{b}	۱۵/۸۶^{ab}	۰/۷۲۶	۰/۰۱۷۹	۰/۱۵۴۳	۰/۰۹۲۳
۰/۸ میلی متری	۰۷/۵۸	۰۸/۲۱	۰۵/۷۳	۰۹/۴۷	۱/۰۴۵	۰/۷۶۳۴	۰/۵۹۶۸	۰/۹۵۱۷
۰/۵ میلی متری	۰۸/۴۷	۰۹/۵۴	۰۵/۷۲	۰۹/۷۹	۰/۸۸۳	۰/۵۶۷۱	۰/۶۵۴۲	۰/۵۹۴۷
ماده خشک غیرقابل عبور از شکمبه (درصد)	۸۳/۹۸	۸۲/۲۳	۸۸/۵۳	۸۰/۶۶	۱/۸۰۱	۰/۶۵۷۴	۰/۶۴۰۱	۰/۹۰۴۸
ماده خشک قابل عبور از شکمبه (درصد)	۱۶/۰۲	۱۷/۷۷	۱۱/۴۷	۱۹/۳۴	۱/۷۹۶	۰/۶۶۴۰	۰/۶۳۹۴	۰/۹۰۶۰
۷/۵ ساعت پس از تغذیه								
۶/۳۵ میلی متری	۲۲/۶۶^{ab}	۳۱/۹۱^{a}	۱۰/۳۲^{b}	۱۰/۷۱^{b}	۱/۶۹۳	۰/۰۰۴۴	۰/۹۲۳۶	۰/۱۵۹۳
۴/۷۵ میلی متری	۶/۴۹^{b}	۷/۹۵^{b}	۲۷/۸^{a}	۲۷/۸۵^{a}	۲/۰۱۴	۰/۰۰۳۹	۰/۳۵۰۵	۰/۷۵۶۹
۳/۳۵ میلی متری	۸/۳۳	۹/۸۶	۱۳/۸۲	۱۴/۰۷	۰/۹۰۸	۰/۴۵۲۷	۰/۷۵۷۹	۰/۸۸۷۲
۱/۶۸ میلی متری	۴۰/۲۸^{a}	۱۳/۸۰^{b}	۱۹/۴۲^{b}	۲۶/۲۷^{ab}	۲/۰۳۵	۰/۰۲۳۴	۰/۳۴۶۲	۰/۴۴۵۲
۱/۱۸ میلی متری	۰/۵۲^{b}	۱۵/۹۲^{a}	۱۳/۸۸^{a}	۱۰/۸۳^{a}	۰/۹۶۳	۰/۰۴۶۸	۰/۸۷۵۴	۰/۳۰۳۳
۰/۸ میلی متری	۱۰/۳۳^{ab}	۱۰/۹۷^{a}	۷/۶۹^{ab}	۵/۳۹^{b}	۰/۵۵۶	۰/۰۰۲۸	۰/۷۷۶۲	۰/۵۴۸۸
۰/۵ میلی متری	۱۱/۵۵^{a}	۹/۵۹ ^{a}	۷/۰۶^{ab}	۴/۸۶^{b}	۰/۵۲۲	۰/۰۰۶۸	۰/۴۱۹۵	۰/۲۱۸۲
ماده خشک غیرقابل عبور از شکمبه (درصد)	۷۸/۲۹^{b}	۷۹/۴۵^{b}	۸۵/۲۴^{ab}	۸۹/۷۳^{a}	۰/۹۵۷	۰/۰۰۲۷	۰/۷۸۱۹	۰/۳۰۱۸
ماده خشک قابل عبور از شکمبه (درصد)	۲۱/۷۱^{a}	۲۰/۵۵^{a}	۱۴/۷۶^{ab}	۱۰/۲۷^{b}	۰/۹۹۸	۰/۰۰۹۰	۰/۸۳۱۴	۰/۳۳۲۲
۱۲ ساعت پس از تغذیه								
۶/۳۵ میلی متری	۱۰/۲۰	۲۱/۵۰	۱۱/۴۹	۱۰/۱۷	۱/۹۲۳	۰/۳۰۰۸	۰/۲۴۲۳	۰/۶۳۶۷
۴/۷۵ میلی متری	۱۹/۲۱^{ab}	۶/۸۵^{b}	۱۷/۸۸^{ab}	۳۷/۴۷^{a}	۳/۱۰۰	۰/۰۰۳۹	۰/۵۴۸۸	۰/۶۰۶۴
۳/۳۵ میلی متری	۷/۰۳	۸/۲۱	۱۱/۱۹	۱۷/۶۹	۱/۱۹۵	۰/۱۶۹۲	۰/۳۴۴۳	۰/۴۸۶۶
۱/۶۸ میلی متری	۲۷/۵۸	۱۹/۹۱	۲۵/۵۶	۹/۵۸	۲/۶۷۵	۰/۲۹۳۷	۰/۱۹۹۵	۰/۷۹۲۱
۱/۱۸ میلی متری	۱۰/۵۲	۱۳/۵۰	۱۶/۷۴	۱۲/۶۹	۲/۴۹۲	۰/۷۰۴۷	۰/۶۱۶۷	۰/۷۲۰۵
۰/۸ میلی متری	۱۱/۳۳	۱۲/۷۵	۸/۰۹	۵/۷۷	۱/۴۴۶	۰/۷۰۷۷	۰/۶۶۷۳	۰/۹۲۲۵
۰/۵ میلی متری	۱۴/۳۶	۱۱/۳۲	۹/۰۵	۶/۲۸	۱/۸۹۴	۰/۸۲۰۸	۰/۷۶۷۳	۰/۹۵۶۰
ماده خشک غیرقابل عبور از شکمبه (درصد)	۷۴/۵۴^{ab}	۶۹/۹۷^{b}	۸۲/۸۷^{ab}	۸۷/۶۰^{a}	۱/۸۱۶	۰/۰۰۳۲	۰/۸۷۸۷	۰/۵۳۷۶
ماده خشک قابل عبور از شکمبه (درصد)	۲۵/۴۶	۳۰/۰۳	۱۷/۱۳	۱۲/۴۰	۳/۳۲۲	۰/۸۱۷۶	۰/۷۲۳۰	۰/۹۵۱۹

میانگین های هر ردیف با حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند ($P<0/05$).

تخمین اندازه مخزن شکمبه، کل ماده خشک محتوی شکمبه و تعیین درصد ماده خشک غیر قابل و قابل عبور از شکمبه در طی ساعات مختلف بعد از تغذیه دام، نیاز به

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

دستیابی به حالت پایداری نسبی دارد که نگهداری در محیط یکسان و تغذیه در سطح نگهداری، نمونه برداری در ساعات مختلف که شاخصی از اندازه مخزن را بتوان اندازه گیری کرد، این هدف را تامین می نماید. بدیهی است با استفاده از این تکنیک اثر تیمارهای مختلف آزمایشی بر این شاخص ها قابل اندازه گیری و برای تفسیر پاسخ حیوان به طور کارایی قابل استفاده خواهد بود. مثلاً دورئو و فرلی (۹ و ۱۰) با بررسی ۱۸ پژوهش گزارش کردند که مکمل چربی نه نرخ عبور بخش مایع و نه جامد را تحت تاثیر قرار نمی دهد. به هر حال، مکمل چربی می‌تواند متابولیسم شکمبه‌ای را تغییر دهد لذا انتظار می‌رود بتواند نرخ عبور و زمان ماندگاری مواد خوراکی در شکمبه را دستخوش تغییر نماید. هرچند در چند آزمایش اثرات عکس مشاهده شده است که عمده این اثرات ممکن است ناشی از تغذیه دام در سطح نگهداری باشد که متفاوت با نتایج آزمایشاتی است که در دام ها در سطح مصرف اختیاری تغذیه شدند. چندین فرآیند کاهش اندازه ذرات و نهایتاً اندازه مخزن غیر قابل و قابل عبور از شکمبه را تحت تاثیر قرار می دهد که شامل فعالیت جویدن (مصرف خوراک و نشخوار)، حرکات انقباضی ماهیچه‌های صاف طولی و عرضی شکمبه، فرسایش مواد خوراکی با هم، فرایند هضم میکروبی و قارچ‌های بی هوازی می باشند (۲۲ و ۲۷). در مقابل اعمال ساز و کارهای فرایند ماندگاری انتخابی در شکمبه با تشکیل سقف شکمبه‌ای و پایداری آن، حرکات سقف شکمبه، انقباضات شیار نگاری هزارلایی و گازدارشدن مواد خوراکی و شناور شدن آنها و جرم حجمی لحظه‌ای به عنوان یک عامل مهم سبب افزایش ماندگاری مواد خوراکی یا اندازه مخزن غیر قابل عبور مواد جامد در شکمبه می گردند (۲۲ و ۲۳). به هر حال کاهش اندازه ذرات از اندازه مخزن غیرقابل عبور مواد جامد در شکمبه کاسته (۲۷ و ۲۸) و سبب کاهش اندازه سقف شکمبه ای و ماندگاری مواد خوراکی می شود (۲۱). در مقابل افزودن چربی سبب پوشش مواد خوراکی به ویژه بخش الیاف جیره شده (۱۴) و هضم شکمبه ای الیاف را کاهش می دهد لذا با کاهش هشم کاهش اندازه ذرات در شکمبه رخ داده که با افزایش ماندگاری شکمبه ای و کاهش نرخ عبور، استحکام سقف شکمبه ای را افزایش داده سبب جبران اثرات سوء کاهش ذرات خواهد شد.

نشخوارکنندگان در واقع یک سیستم ماندگاری انتخابی موثر برای کسب حداکثر انرژی قابل هضم با افزایش ماندگاری مواد خوراکی تازه خورده شده و افزایش عبور ذرات خوراک قبلی عمل می کنند. در سیستم ماندگاری انتخابی موثر برای استفاده از مواد خوراکی در تغذیه نه تنها ویژگی های شیمیایی و غلظت مواد مغذی مهم بوده، بلکه ویژگی های فیزیکی مواد خوراکی نیز از اهمیت به سزایی برخوردار است. نتایج به دست آمده احتمال وجود اثر متقابل بین اندازه ذرات علوفه و مکمل روغن سویا را تقویت می کند. به دنبال کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه و مکمل سازی روغن در جیره نرخ عبور و زمان ماندگاری شکمبه ای فاز جامد به

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

ترتیب افزایش و کاهش یافت و اثرات منفی قابل انتظار در برخی صفات (کاهش قابلیت هضم، کاهش فعالیت جویدن و کاهش درصد ماده خشک غیر قابل عبور از شکمبه) مشاهده نشد. به طور مثال انتظار می‌رفت کاهش اندازه ذرات بتواند ماندگاری مواد جامد و نهایتاً قابلیت هضم بخش الیافی جیره و فعالیت جویدن را کاهش دهد، اما مکمل سازی روغن سویا سبب جبران اثر اندازه ذرات شد که نهایتاً نتایج مشابهی ایجاد نمود. همچنین با افزایش زمان پس از تغذیه، درصد ماده خشک غیر قابل عبور از شکمبه به طور معنی داری افزایش یافت. به عبارت دیگر کاهش اندازه ذرات علوفه یونجه و مکمل سازی روغن در جیره در جهت ایجاد توزیع مناسب اندازه ذرات شکمبه یا تشکیل سقف شکمبه ای، نسبتاً پایدار عمل نمود.

منابع

1. Allen, M.S. 1995. Fiber requirements: finding an optimum can be confusing. Feedstuffs 67: 13-19.
2. Arjmandi, M.M. and A. Teimouri Yansari. 2012. Effects of alfalfa particle size and soybean oil on Intake, digestibility, chewing activity and performance of early lactating holstein cows. Iraninan J. of Animal Sci. Res., 3: 138-149.
3. ASAE. 1998. S424. Method of determining and expressing particle size of chopped forage materials by sieving. ASEA Standards. Anim. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.
4. Association of Official Analytical Chemists. 2002. Official method of Analysis. Vol.1. 17 th Ed. AOAC, Arlington, VA. Pages: 120-155.
5. Balch, C.C. 1971. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. Br. J. Nutr., 26: 383-394.
6. Bateman, H.G. and T.C. Jenkins. 1998. Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. J. Dairy Sci., 81: 2451-2458.
7. Beauchemin, K.A., B.I. Farr, L.M. Rode and G.B. Schaalje. 1994. Effects of alfalfa silage chop length and supplementary long hay on chewing activity and milk production of dairy cows. J. Dairy Sci., 77: 1326-1339.
8. Chalupa, W. 1991. The role of dietary fat in the productivity and health of dairy cows.In : Large Animal Clinical Nutrition. (Eds) Naylor J. M. and S.L. Ralston. Mosby year book. pp: 304-315.
9. Doreau, M. and A. Ferlay. 1994. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. Animal Feed Sci.and Technology, 45 : 379-396.
10. Doreau, M. and A. Ferlay. 1995. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen. A review. Livestock Production Science, 43: 97-110.
11. Doreau, M., F. Legay and D. Bauchart. 1991. Effect of source and level of supplemental fat on total and ruminal organic matter and nitrogen digestion in dairy cows. J. Dairy Sci., 74: 2233.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

12. Grant, R.J. 1997. Interactions among forages and non-forage fiber sources. J. Dairy Sci. 80:1438-1446.
13. Grovum, W.L. and W.J. Williams. 1973. Rates of passage of digesta in sheep passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance rate-constants derived from changes in concentration of marker in feces. Br.J. of Nutr., 30: 313-329.
14. Jenkins, T. C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. J. Dairy Sci., 76:3851-3863.
15. Kononoff, P. J. 2002. The effect of ration particle size on dairy cows in early lactation. Ph.D. Thesis. The Pennsylvania State Univ.143 p.
16. Leupp, J.L., G.P. Lardy, S.A. Soto-Navarro, M.L. Bauer and J.S. Caton. 2006. Effects of canola seed supplementation on intake, digestion, duodenal protein supply, and microbial efficiency in steers fed forage-based diets. J. Anim. Sci., 84: 499-507.
17. Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J. Dairy Sci., 80: 1463-1481.
18. Pantoja, J., J.L. Firkins, M.L. Eastridge and B.L. Hull. 1994. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 77: 2341-2356.
19. Poppi, D.P., B.W. Norton, D.J. Minson and R. E. Hendricksen. 1980. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. Agric. Sci. (Camb.) 94: 275-280.
20. SAS. 2002. User's Guide: Statistics. Version 8.2 Edn. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
21. Shaver, R.D., A.J. Nytes, L.D. Satter and N.A. Jorgenson. 1988. Influence of feed intake, forage physical form, and forage fiber content on particle size of masticated forage, ruminal digesta, and feces of dairy cows. J. Dairy Sci., 71: 1566-1567.
22. Sutherland, T.M. 1988. Particle separation in forestomatchs of sheep. Pages 43-73 in Aspects of Digestive Physiology in Ruminants. A. Dobson and M.J. Dobson, ed. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY.
23. Teimouri Yansari, A., R. Valizadeh, A. Naserian, D.A. Christensen. P. Yu and F. Eftekhar Shahroodi. 2004. Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility and performance of Holstein dairy cows. J. Dairy Sci., 87: 3912-3924.
24. Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods fordietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci., 74: 3583-3597.
25. Uden, P., E. Colucci and P.J. Van Soest. 1980. Investigation of chromium,ceribem, and cobalt as marker in digesta rate of passage studies. J. Sci. Food Agric., 31: 625-632.
26. Yang, W.Z., K.A. Beauchemin and L.M. Rode. 2001. Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cows. J. Dairy Sci., 84: 2203-2216.
27. Weinder, S.J. and R.J. Grant. 1994. Altered ruminal mat consistency by high percentages of soybean hulls fed to lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 77: 522-532.
28. Welch, J.G. 1982. Rumination, particle size and passage from the rumen. J. Anim. Sci., 54: 885-894.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]

The Effect of Alfalfa Particle Size and Soybean Oil Supplementation on Digestibility, Chewing Activity, Ruminal Passage Rate and Digesta Distribution in Sheep

Vahideh Aghajani[1] and Asadolleh Teimouri Yansari [2]

1- Former M.Sc. Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: V.agajani@yahoo.com)
2- Assistant Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: 6, August, 2012 Accepted: 5, January, 2013

Abstract

Four 2 years fistulated Zel sheep (BW = 28±2 kg) were used in a 4×4 chang over design in four 32 d (adaptation 14 d and sampling period 18 days) in order to evaluate the effects of alfalfa particle size (fine or long) and soybean oil (0 or 4%) on nutrients digestibility, chewing activity, passage rate and ruminal particle size distribution. Sheep were equally fed at maintenance level, twice daily at 8 A.M. and 20 P.M. with 4 TMR that contained forage to concentrate ratio of 40 to 60. Manually ruminal evacuation carried out at 3, 7.5, 12 h post-feeding and total ruminal contents were separated into solid and liquid phases. In each period, using Cr-mordanated NDF, the ruminal passage rate of ruminal digesta particulate was determined. The treatments had no effect on apparent digestibility of DM, OM, nutrients, eating and rumination time and total chewing activity. The treatment containing long alfalfa without oil supplement showed the lowest ruminal passage rates and the highest ruminal mean retention time. However, there were not significant differences between ruminal passage rate and retention time in the other three treatments. Reduction of alfalfa particle size and supplementation of soybean oil in treatment that contained large particle ruminal passage rate and retention time increased and decreased, respectively. At 3 h after feeding, the ruminal inescapable DM, as well as the escapable ones, were not significantly affected by treatments. The ruminal inescapable DM increased 11.44% and the ruminal escapable DM decreased 11.63% by reducing roughage particle size and soybean oil supplementation at 7.5 h post-feeding. The ruminal unescapably DM increased, at 12 h post-feeding, due to forage particle size reduction and soybean oil supplementation. The particle size reduction was expected to decrease the consistency of mat, chewing activities, but the supplementation of soybean oil had adjusted the effects of particle size that ultimately the similar results have obtained. The reduction of alfalfa hay particle size as well as soy bean oil supplementation in rations helped to achieve appropriate ruminal particle distribution or formation of consistent ruminal mat.

Keywords: Neutral detergent fiber, Physically effective fiber, Oil supplementation, Sheep

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-30]