



توليدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۹

صفحه‌های ۲۱۹-۲۵۹

بررسی تأثیر فضای آخور و اندازه ذرات خوراک بر قابلیت هضم و فراسنجه‌های مدفوعی در گوساله‌های ماده هلشتاین

ایوب محمدی^۱، فرهنگ فاتحی^{۲*}، ابوالفضل زالی^۳، مهدی گنج‌خانلو^۳، امیرحسین سرزاعیم^۱

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۱۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۲۱

چکیده

اثر فضای آخور و اندازه ذرات خوراک بر مقدار مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی جیره با استفاده از ۴۰ راس گوساله در حال رشد هلشتاین با میانگین وزن ۲۹۵/۶±۳۲/۸ کیلوگرم در طرح چرخشی با آرایه فاکتوریل ۲×۲ (با چهار تیمار، چهار دوره و چهار بهاریند) شامل فاکتور فضای آخور (۲۴ و ۴۸ سانتی‌متر) و فاکتور اندازه ذرات علوفه (۴/۶ و ۷/۱ میلی‌متر) بررسی شد. تیمارها در این آزمایش شامل (۱) تیمار با ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۴/۶ میلی‌متر (۲۴/ریز)، (۲) تیمار با ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۷/۱ میلی‌متر (۲۴/درشت)، (۳) تیمار با ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۴/۶ میلی‌متر (۴۸/ریز)، (۴) تیمار با ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۷/۱ میلی‌متر (۴۸/درشت) بود. در رابطه با اثرات متقابل نشان داده شد که قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده ختی برای تیمار ۴۸/درشت در مقایسه با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود ($P < 0.05$). قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده ختی برای تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت از تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز بیش‌تر بود ($P < 0.05$). در نهایت این‌که تغذیه گوساله‌های ماده در حال رشد با جیره حاوی علوفه‌های با اندازه درشت، ضمن کمک به ایجاد محیط شکمبه‌ای سالم‌تر، قابلیت هضم مواد مغذی را افزایش می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: اندازه ذرات علوفه، فضای آخور، فراسنجه‌های مدفوعی، قابلیت هضم مواد مغذی، گوساله.

The study of effects of feed bunk space and forage particle size on digestibility and fecal properties in Holstein female calves

Ayub Mohammadi¹, Farhang Fatehi^{2*}, Abolfazl Zali³, Mehdi Ganjkhanelou³ and Amir Hossein Sarzaeim¹

1. M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Received: October 13, 2018

Accepted: November 1, 2019

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of feed bunk space and forage particle size on feed intake and nutrient digestibility in growing Holstein female calves. Forty Holstein female calves with an average age of 8-12 months (295.6 ± 32.8 kg) were used in a 2×2 factorial change-over design (with four treatments, four periods and four stalls), in which 10 calves were allocated to each stall. The current experiment lasted 4 months as one month allocated to each period. The experimental treatments were included: 1) 24 cm of feed bunk space and average forage particle size of 4.6 mm (24/fine); 2) 24 cm of feed bunk space and average forage particle size of 7.1 mm (24/coarse); 3) 48 cm of feed bunk space and average forage particle size of 4.6 mm (48/fine); 4) 48 cm of feed bunk space and average forage particle size of 7.1 mm (48/coarse). The results of this study showed that the apparent digestibilities of DM, CP and NDF for the 48/Coarse treatment was the highest, the treatment of 24/Coarse had an intermediate state, and for the treatment of 48/fine and 24/fine were the lowest. Also, apparent digestibilities of DM, CP and NDF were higher for treatments including coarse forage particles than treatments with fine forage particle size. Finally, it seems that feeding growing Holstein heifers with diets containing coarse forage particle size could result in better nutrient digestibility.

Keywords: Calves, Fecal Characteristic, Feed bunk space, Forage particle size, Nutrient digestibility

مقدمه

گاوهای شیری چهار تا هفت ساعت در روز را صرف خوردن خوراک و متناسب با ترکیب و بافت فیزیکی خوراک، حدود پنج تا نه ساعت در روز را صرف نشخوار می‌کنند. هم‌چنین گاوهایی که از محدودیت فضای جایگاه برخوردار هستند ۱۵ تا ۳۰ درصد احتیاجات غذایی بیش‌تری دارند [۱، ۱۶، ۲۴ و ۲۸]. گزارش شده است که مدت زمان صرف‌شده برای خوردن خوراک در تلیسه‌های در حال رشد که با خوراک با اندازه ذرات ریز تغذیه می‌شوند، در محدوده یک الی دو ساعت در روز [۱۵] بوده و برای خوراک با اندازه ذرات درشت‌تر روزانه در حدود پنج الی شش ساعت بوده است [۱۴]. اعتقاد کلی بر این است که با توجه به این‌که تلیسه‌ها مدت زمان کم‌تری از شبانه روز را به مصرف خوراک می‌گذرانند، به همین دلیل فضای آخور در این دام‌ها از اهمیت چندانی برخوردار نمی‌باشد، اما این دام‌ها از لحاظ رفتار تغذیه‌ای تمایل زیادی به بروز هم‌زمانی دارند. به این معنی که تمامی دام‌های به‌ار بند تمایل دارند که هم‌زمان به‌صورت گروهی فعالیت خوراک خوردن، نشخوار و یا استراحت‌کردن را انجام دهند [۶]. از آنجایی که اوج مصرف خوراک معمولاً در زمان‌های خاصی از روز مانند زمان عرضه خوراک در آخور اتفاق می‌افتد، بنابراین محدودبودن فضای آخور می‌تواند به افزایش بروز رفتار رقابتی تغذیه‌ای به‌ویژه در طول ساعات اوج مصرف خوراک منتهی گردد [۵].

اندازه قطعات جیره که به‌عنوان الیاف مؤثر فیزیکی (peNDF) بیان می‌شود با قابلیت هضم ماده مغذی ارتباط مستقیمی دارد [۲۴]. اما در مطالعه‌ای مشاهده گردید که طول قطعات علوفه بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خشتی اثر نداشته و افزایش قابلیت هضم ماده خشک در کل بخش‌های دستگاه گوارش به افزایش

قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای کل کربوهیدرات‌های غیرساختمانی در مقابل اثر قابلیت هضم فیبر، ارتباط دارد [۱۷]. به‌نظر می‌رسد که تفاوت در پاسخ متفاوت گاوها از لحاظ قابلیت هضم مواد مغذی به مقدار الیاف مؤثر فیزیکی در جیره‌ها مرتبط باشد [۱۷]. هم‌چنین برخی از پژوهش‌گران نشان دادند که کاهش اندازه قطعات اگرچه میزان مصرف را افزایش می‌دهد ولی قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خشتی را کاهش می‌دهد [۲۴].

برای بهبود عملکرد شکمبه و تشکیل لایه الیافی آن نیاز به یک حداقل علوفه با اندازه قطعات مناسب وجود دارد. مطالعات زیادی در گذشته در رابطه با اثرات اندازه ذرات خوراک بر قابلیت هضم مواد مغذی در گاوهای شیرده انجام شده است [۱۰، ۱۱، ۱۸ و ۲۹]. مطالعات کمی در مورد اثرات اندازه ذرات علوفه روی قابلیت هضم مواد مغذی در تلیسه‌های در حال رشد صورت گرفته است. بنابراین بررسی اهمیت اندازه ذرات خوراک در کنار میزان دسترسی به فضای آخور می‌تواند درک صحیح‌تری از قابلیت هضم مواد مغذی این دام‌ها فراهم نماید. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر هم‌زمان فضای آخور و اندازه ذرات علوفه بر مقدار مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی موجود در جیره در گوساله‌های ماده نژاد هلشتاین در حال رشد بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه آموزشی-پژوهشی گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در محمدرشهر کرج به‌مدت ۱۰۰ روز در چهار دوره ۲۵ روزه (هر دوره ۱۴ روز عادت‌دهی و ۱۱ روز نمونه‌برداری) انجام شد. در این مطالعه هر به‌ار بند به‌عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. گوساله‌ها با توجه به سن و وزن به به‌اربندها اختصاص داده شدند، برای این

بررسی تأثیر فضای آخور و اندازه ذرات خوراک بر قابلیت هضم و فراسنجه‌های مدفوعی در گوساله‌های ماده هلشتاین

به‌صورت مصرف آزاد (تنظیم‌شده برای پنج تا ۱۰ درصد باقی‌مانده خوراک) و به‌صورت کاملاً مخلوط در دو نوبت (۹:۰۰ صبح و ۱۷:۳۰ بعد از ظهر) در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت.

نمونه‌گیری از خوراک و پس‌آخور در روزهای ۱۵، ۱۷، ۱۹ و ۲۱ هر دوره انجام شد. مقدار ماده خشک مصرفی و مواد خوراکی مصرفی برای هر بهاربنده به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. هم‌چنین از مدفوع هر یک از گوساله‌ها به‌طور جداگانه سه روز در هر دوره (روزهای ۱۶، ۱۸ و ۲۰)، نمونه‌برداری شد. لازم به ذکر است که قبل از نمونه‌برداری از مدفوع، امتیازدهی مدفوع براساس سیستم نمره‌دهی ۱ تا ۵ پیشنهادشده [۱۲] انجام شد به‌طوری‌که نمره یک برای مدفوع بسیار سفت و نمره پنج برای مدفوع آبکی و بسیار شل در نظر گرفته شد. نمونه‌های خوراک و مدفوع به‌مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه خشک شد و ماده خشک سپس نمونه‌ها با آسیاب با توری یک میلی‌متر آسیاب شدند. در نمونه‌های به‌دست‌آمده، ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام و ماده آلی براساس روش‌های مرسوم آزمایشگاهی [۳]، و مقادیر لیاف نامحلول در شوینده خنثی براساس روش توصیه‌شده [۲۷] اندازه‌گیری شدند.

منظور ۴۰ راس از گوساله‌های ماده هلشتاین در حال رشد بین هشت تا ۱۲ ماه انتخاب و در هر بهاربنده ۱۰ راس گوساله به‌صورت گروهی قرار داده شد.

یونجه خشک و کاه گندم با استفاده از خرمن‌کوب با قطر توری قابل تنظیم (دهانه توری برای جیره ریز و درشت به‌ترتیب سه و شش سانتی‌متر) خرد شد. توزیع اندازه ذرات و میانگین هندسی یونجه خردشده، کاه خردشده و خوراک کامل در مطالعه حاضر (جدول ۱) نشان داده شده است. تیمارها در این آزمایش شامل (۱) تیمار با ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۴/۶ میلی‌متر (۲۴/ریز)، (۲) تیمار با ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۷/۱ میلی‌متر (۲۴/درشت)، (۳) تیمار با ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۴/۶ میلی‌متر (۴۸/ریز)، (۴) تیمار با ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و میانگین اندازه ذرات علوفه ۷/۱ میلی‌متر (۴۸/درشت) بود. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی NRC (2001) برای تأمین احتیاجات گوساله‌های در حال رشد [۲۴] تنظیم شدند (جدول ۲). جیره‌ها از لحاظ انرژی، پروتئین خام و سایر مواد مغذی و معدنی یکسان و تفاوت آن‌ها در اندازه ذرات یونجه و کاه گندم مصرفی بود. جیره‌ها روزانه

جدول ۱. توزیع اندازه ذرات و میانگین هندسی یونجه، کاه و خوراک کامل در جیره‌های آزمایشی

الک	اندازه منفذ (میلی‌متر)	یونجه		کاه		جیره کاملاً مخلوط	
		سه سانتی‌متر	شش سانتی‌متر	سه سانتی‌متر	شش سانتی‌متر	سه سانتی‌متر	شش سانتی‌متر
الک بالایی	۱۹	۱۷	۲۰	۱۵	۱۹	۱۱/۷	۳۰/۳
الک میانی	۸	۲۳	۳۶	۳۰	۳۸	۳۷/۸	۳۴/۷
الک پایینی	۱/۱۸	۳۰	۳۰	۲۹	۳۱	۳۱/۵	۲۲/۶
تشتک	۰	۳۰	۱۴	۲۶	۱۲	۱۹/۰	۱۲/۵
میانگین هندسی (میلی‌متر)	۴/۶	۴/۶	۷/۱	۴/۸	۷/۳	۵/۶	۹/۰
لیاف نامحلول در شوینده خنثی	۴۵/۴	۴۵/۴	۴۵/۴	۶۵/۲	۶۵/۲	۴۹/۷	۵۰/۷
لیاف مؤثر فیزیکی	۱۸/۴	۲۵/۳	۲۹/۳	۳۷/۰	۲۴/۶	۳۳/۰	۳۳/۰

جدول ۲. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره تلیسه‌های هلشتاین در حال رشد

درصد ماده خشک	اقلام خوراکی
۱۶/۲۱	یونجه خشک ^۱
۳۶/۶۳	سیلاژ ذرت
۲۱/۰۸	کاه گندم ^۱
۷/۸۳	جو
۴/۱۷	سبوس گندم
۵/۲۲	سبوس برنج
۵/۷۴	کنجاله سویا
۱/۳۰	پودر گوشت
۰/۵۲	مکمل مواد معدنی و ویتامینی ^۲
۰/۲۶	نمک
۰/۲۶	کربنات کلسیم
۰/۷۳	زئولیت
۰/۰۵	توکسین بایندر ^۳
	ترکیبات شیمیایی (در ماده خشک)
۱/۳۲	انرژی خالص (مگا کالری بر کیلوگرم)
۱۲/۷۹	پروتئین خام (درصد)
۶۶/۷۶	پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (درصد پروتئین خام)
۳/۳۹	چربی خام (درصد)
۵۰/۱۹	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
۳۰/۶۸	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
۲۵/۲۲	کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد)
۱۳/۹۲	نشاسته (درصد)
۰/۸۵	کلسیم (درصد)
۰/۵۲	فسفر (درصد)

۱. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در یونجه خشک و کاه گندم به ترتیب برابر با ۴۵/۴ و ۶۵/۲ درصد بود.

۲. هر کیلوگرم از مخلوط مواد معدنی و ویتامین شامل موارد زیر است: ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین A، ۱۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین D3، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین E، ۱۶۰ میلی‌گرم کلسیم، ۲۰ گرم فسفر، ۳۰ گرم گوگرد، ۳۰ گرم سدیم، ۴۰ گرم منیزیم، ۴۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۷۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۳۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۶۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۸۰ میلی‌گرم ید، ۵۰ میلی‌گرم کبالت و ۲۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدانت.

۳. توکسین بایندر مورد استفاده در این مطالعه از نوع مایکوسورب بود.

پنسیلوانیا با استفاده از نمونه خوراک‌های جمع‌آوری شده طی روزهای ۱۵، ۱۷، ۱۹ و ۲۱ محاسبه گردید و غلظت الیاف مؤثر فیزیکی جیره‌ها با استفاده از الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره‌ها و مقدار خوراک باقی‌مانده روی الک‌های بالایی محاسبه گردید به طوری که الیاف مؤثر فیزیکی دو

در این مطالعه نشاسته موجود در نمونه‌های خوراک و مدفوع براساس روش توصیه شده [۷] اندازه‌گیری شدند. قابلیت هضم مواد مغذی براساس روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید (AIA) اندازه‌گیری شد [۲۶]. در مطالعه حاضر، توزیع اندازه ذرات روی الک‌های

مصرفی برای ۱۰ راس گوساله داخل هر بهاربند محاسبه شد. برای محاسبه شاخص‌های رفتار تغذیه‌ای برای هر بهاربند میزان این فعالیت‌ها برای هر یک از گوساله‌های درون هر بهاربند ارزیابی و در نهایت میانگینی برای هر بهاربند محاسبه شد.

داده‌های حاصل با استفاده از رویه آماری Mixed نرم‌افزار SAS (9.4) با در نظر گرفتن دوره نمونه‌گیری به‌عنوان عامل زمان و روز به عنوان عامل تکرار برای مدل‌های (۴) و (۵) تجزیه شدند [۱۳].

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + D_j + U_k + (T_i * D_j) + \varepsilon_{ijklm} \quad \text{رابطه (۴)}$$

Y_{ijklm} ، مشاهده μ ؛ میانگین کل؛ T_i ، اثر i امین اثر تیمار؛ D_j ، اثر j امین دوره؛ U_k ، اثر تصادفی بهاربند (واحد آزمایشی)؛ $(T_i * D_j)$ ، اثر متقابل i امین تیمار و j امین دوره آزمایشی و ε_{ijklm} ، اثر خطای آزمایشی.

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + D_j + (T_i * D_j) + \varepsilon_{ijklm} \quad \text{رابطه (۵)}$$

Y_{ijklm} ، مشاهده μ ؛ میانگین کل؛ T_i ، اثر i امین اثر اصلی؛ D_j ، اثر j امین دوره؛ $(T_i * D_j)$ ، اثر متقابل i امین اثر اصلی و j امین دوره آزمایشی و ε_{ijklm} ، اثر خطای آزمایشی.

نتایج و بحث

تفاوت معنی‌داری بین تیمارها برای ماده خشک مصرفی وجود نداشت. مقدار ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی مصرفی برای تیمارهای ۲۴/ریز و ۴۸/ریز در مقایسه با تیمارهای ۲۴/درشت و ۴۸/درشت بیش‌تر بود ($P < 0.05$). مقدار الیاف مؤثر فیزیکی باقی‌مانده روی دو غربال هشت و ۱۹ میلی‌متر (الیاف مؤثر فیزیکی دو غربالی) و همچنین الیاف مؤثر فیزیکی باقی‌مانده روی سه غربال ۱/۱۸، هشت و ۱۹ میلی‌متر (الیاف مؤثر فیزیکی سه غربالی) مصرفی برای تیمارهای ۲۴/درشت و ۴۸/درشت در مقایسه

غربالی (مجموع مقدار باقی‌مانده روی الک‌های ۱۹ و هشت میلی‌متر) [۱۹] با استفاده از رابطه (۱) و الیاف مؤثر فیزیکی سه غربالی (مجموع مقدار باقی‌مانده روی الک‌های ۱/۱۸، ۸ و ۱۹ میلی‌متر) [۱۶] با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد.

رابطه (۱) = الیاف مؤثر فیزیکی (دو غربالی) (درصد ذرات باقی‌مانده روی الک ۱۹ میلی‌متر + درصد ذرات باقی‌مانده روی الک ۸ میلی‌متر) × درصد دیواره سلولی جیره کاملاً مخلوط (براساس ماده خشک)

رابطه (۲) = الیاف مؤثر فیزیکی (سه غربالی) (درصد ذرات باقی‌مانده روی الک ۱۹ میلی‌متر + درصد ذرات باقی‌مانده روی الک ۸ میلی‌متر + درصد ذرات باقی‌مانده روی الک ۱/۱۸ میلی‌متر) × درصد دیواره سلولی جیره کاملاً مخلوط (براساس ماده خشک)

هم‌چنین توزیع اندازه ذرات مدفوع و میانگین هندسی ذرات مدفوع به‌وسیله تکنیک الک تر (مدل Retsch, VS 1000, Germany) و با الک‌های با قطر منافذ ۱۲۵۰، ۶۳۰ و ۲۰۰ میکرون اندازه‌گیری شد [۷]. مدت زمان الک‌کردن ۱۰ دقیقه، شدت جریان آب چهار لیتر به‌ازای دقیقه، تعداد نوسانات شیکر ۳۰۰۰ در دقیقه و شدت آمپلی ۹۲ میلی‌متر بود. در نهایت برای اندازه‌گیری میانگین هندسی ذرات مدفوع از روش توصیه‌شده [۷] استفاده شد (رابطه ۳).

$$d_{gw} = \text{Log}^{-1} \frac{\sum (W_i \text{Log } d_j)}{\sum W_i} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه، d_{gw} ، میانگین هندسی ذرات مدفوع (میلی‌متر)؛ d_j ، قطر منفذ الک (میلی‌متر) و W_i ، درصد تجمعی ماده روی هر الک است.

برای بررسی اثرات تیمارها، هر بهاربند به‌عنوان واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. به‌طوری‌که شاخص‌هایی نظیر ماده خشک مصرفی به‌ازای هر بهاربند (میزان خوراک

با تیمارهای ۲۴/ریز و ۴۸/ریز بیش‌تر بود ($P < 0/05$). در واقع میزان مصرف الیاف مؤثر فیزیکی با افزایش اندازه ذرات علوفه افزایش یافت (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد که حضور یک ماده حجیم (از جمله کاه و یونجه) با اندازه ذرات درشت در جیره سبب ماندگاری بیش‌تر خوراک در شکمبه شده و در نتیجه میکروارگانیسم‌ها می‌توانند مواد خوراکی را به‌طور کارآمدتر مورد هضم و تجزیه قرار دهند. با توجه به نتایج مربوط به تجزیه اثرات اصلی فضای آخور و اندازه ذرات علوفه، تفاوت در فراسنجه‌های مذکور به‌طور عمده مربوط به اثرات اندازه ذرات علوفه بوده است و عامل فضای آخور تأثیر معنی‌داری بر هیچ‌یک از این فراسنجه‌ها نداشته است (جدول ۴).

تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ قابلیت هضم ظاهری نشاسته وجود نداشت که می‌تواند به‌دلیل عوامل مختلفی از جمله پایین‌بودن غلظت نشاسته در جیره گوساله‌ها در مطالعه حاضر باشد. با توجه به این‌که میزان ماده خشک مصرفی و سرعت عبور مواد خوراکی از دستگاه گوارش در دام‌های در حال رشد (برحسب ضریبی از ماده خشک مورد نیاز برای نگهداری) در مقایسه با گاوهای شیرده پایین‌تر می‌باشد [۴ و ۲۰]. بنابراین حصول مقادیر حداکثری قابلیت هضم نشاسته در دام‌های در حال رشد در مطالعه حاضر دور از انتظار نیست، به‌طوری‌که در این آزمایش میزان قابلیت هضم نشاسته برای تمامی تیمارها بیش از ۹۶ درصد می‌باشد. میزان قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای تیمار ۴۸/درشت در مقایسه با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود ($P < 0/05$; جدول ۳). با توجه به نتایج مربوط به اثرات فضای آخور و اندازه ذرات علوفه، هر دو عامل مذکور بر روی قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی اثر داشتند. به‌طوری‌که درصد قابلیت هضم ظاهری ماده

خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت نسبت به تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (جدول ۴)، که علت آن می‌تواند به تشکیل لایه الیافی ضخیم در این تیمارها و در نتیجه نشخوار بیش‌تر، ترشح بزاق بیش‌تر و محیط شکمبه‌ای متعادل‌تر در کنار ماندگاری بیش‌تر مواد خوراکی در شکمبه نسبت داد [۱۶ و ۲۸]. هم‌چنین درصد قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و نشاسته برای تیمارهای دارای فضای آخور آزاد (۴۸ سانتی‌متر) در مقایسه با تیمارهای دارای فضای آخور محدود (۲۴ سانتی‌متر) نیز به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (جدول ۴)، که علت آن را می‌توان در پایین‌تر بودن شدت رقابت و در نتیجه رفتار تغذیه‌ای طبیعی‌تر در مقایسه با تیمار دارای محدودیت در فضای آخور نسبت داد [۲۳]. در واقع در بخش دیگری از نتایج این مطالعه که به بررسی رفتار تغذیه‌ای گوساله‌ها پرداخته و در نشریه علوم دامی ایران [۲۲] به چاپ رسیده است به وضوح نشان داده شده است که قابلیت هضم مواد مغذی در دستگاه گوارش گوساله‌های در حال رشد می‌تواند تحت تأثیر فضای آخور قرار گیرد، به‌طوری‌که میانگین مدت زمان خوراک‌خوردن بر پایه دقیقه در روز به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی و هم‌چنین به‌ازای هر کیلوگرم دیواره سلولی مصرفی برای بهارنده‌های دارای فضای آخور آزاد (۴۸ سانتی‌متر) در مقایسه با بهارنده‌های دارای فضای آخور محدود (۲۴ سانتی‌متر) بیش‌تر بود ($P < 0/05$). در واقع نتایج این بررسی نشان داد، هرچه فضای آخور محدود باشد، گوساله‌ها تلاش می‌کنند تا در مدت زمان کم‌تری خوراک مورد نیاز خود را دریافت کنند و این بدین معنی است که گوساله‌ها در واقع سریع‌تر خوراک خود را می‌خورند تا این‌که بتوانند در شدت رقابتی که دارند پیروزتر باشند [۱۵].

بررسی تأثیر فضای آخور و اندازه ذرات خوراک بر قابلیت هضم و فراسنجه‌های مدفوعی در گوساله‌های ماده هلشتاین

جدول ۳. اثرات متقابل فضای آخور و اندازه ذرات علوفه بر مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی

P-value	SEM	تیمارها				فراسنجه
		درشت / ۴۸	ریز / ۴۸	درشت / ۲۴	ریز / ۲۴	
						مصرف (کیلوگرم در روز)
۰/۰۹۹	۰/۱۲۱	۷/۷۰	۷/۸۴	۷/۶۰	۸/۰۲	ماده خشک
۰/۰۰۰۱>	۰/۰۴۶	۷/۰۲ ^{bc}	۷/۱۵ ^{ab}	۶/۹۴ ^c	۷/۳۲ ^a	ماده آلی
۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۸	۰/۹۸ ^b	۱/۰۱ ^a	۰/۹۷ ^b	۱/۰۲ ^a	پروتئین خام
۰/۰۰۰۴	۰/۰۱۶	۱/۰۶ ^b	۱/۱۰ ^{ab}	۱/۰۵ ^b	۱/۱۳ ^a	نشاسته
۰/۰۰۰۱>	۰/۰۱۷	۳/۹۰ ^b	۳/۸۹ ^{bc}	۳/۸۵ ^c	۳/۹۸ ^a	الیاف نامحلول در شوینده خنثی
۰/۰۰۰۱>	۰/۱۰۰	۲/۴۳ ^a	۱/۸۷ ^b	۲/۵۵ ^a	۱/۹۷	الیاف مؤثر فیزیکی دو غربالی ^۱
۰/۰۰۰۷	۰/۰۵۰	۳/۴۰ ^a	۳/۱۷ ^b	۳/۴۱ ^a	۳/۳۰ ^{ab}	الیاف مؤثر فیزیکی سه غربالی ^۱
						قابلیت هضم ظاهری (درصد)
۰/۰۰۰۱>	۰/۴۵۲	۶۷/۸۸ ^a	۶۲/۳۵ ^c	۶۴/۷۵ ^b	۶۳/۱۳ ^c	ماده خشک
۰/۰۰۰۱>	۰/۴۵۰	۷۰/۷۱ ^a	۶۵/۶۲ ^c	۶۷/۵۳ ^b	۶۵/۸۲ ^c	ماده آلی
۰/۰۰۰۴	۰/۴۲۸	۷۳/۹۰ ^a	۷۰/۶۸ ^b	۷۱/۷۹ ^b	۷۱/۷۷ ^b	پروتئین خام
۰/۸۵۶	۰/۵۹۲	۹۶/۸۴	۹۷/۱۹	۹۶/۵۰	۹۶/۶۵	نشاسته
۰/۰۰۰۱>	۰/۵۳۳	۷۰/۶۴ ^a	۶۵/۲۶ ^c	۶۸/۲۹ ^b	۶۵/۶۳ ^c	الیاف نامحلول در شوینده خنثی

a-c: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در یک سطر معنی‌دار است ($P < 0.05$).

۱. الیاف مؤثر فیزیکی (الیاف مؤثر فیزیکی دو غربالی (مجموعه مقدار باقی‌مانده روی الک ۸ و ۱۹ میلی‌متر) و الیاف مؤثر فیزیکی سه غربالی (مجموعه مقدار باقی‌مانده روی الک‌های ۹، ۱۸ و ۱۸ میلی‌متر)).

جدول ۴. اثرات اصلی فضای آخور و اندازه ذرات علوفه بر مصرف مواد و قابلیت هضم مواد مغذی

P-value	SEM	اندازه ذرات ^۱		P-value	SEM	فضای آخور ^۱		فراسنجه
		درشت	ریز			۴۸	۲۴	
								مصرف (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۰۴	۰/۰۸۵	^b ۷/۶۵	^a ۷/۹۳	۰/۶۲۷	۰/۰۸۵	۷/۷۷	۷/۸۱	ماده خشک
۰/۰۰۰۱>	۰/۰۳۳	^b ۶/۹۸	^a ۷/۲۴	۰/۴۰۳	۰/۰۳۳	۷/۰۹	۷/۱۳	ماده آلی
۰/۰۰۰۱>	۰/۰۰۶	^b ۰/۹۷	^a ۱/۰۲	۰/۵۲۲	۰/۰۰۶	۰/۹۹	۱/۰۰	پروتئین خام
۰/۰۰۰۶	۰/۰۱۱	^b ۱/۰۵	^a ۱/۱۱	۰/۶۸۶	۰/۰۱۱	۱/۰۸	۱/۰۹	نشاسته
۰/۰۰۰۱>	۰/۰۱۵	^b ۳/۸۸	^a ۳/۹۴	۰/۱۰۶	۰/۰۱۵	۳/۹۰	۳/۹۲	الیاف نامحلول در شوینده خنثی
۰/۰۰۰۱>	۰/۰۶۹	^a ۲/۴۹	^b ۱/۹۲	۰/۲۷۹	۰/۰۶۹	۲/۱۵	۲/۲۶	الیاف مؤثر فیزیکی دو غربالی ^۲
۰/۰۰۰۲	۰/۰۳۵	^a ۳/۴۱	^b ۳/۲۴	۰/۱۷۴	۰/۰۳۵	۳/۲۹	۳/۳۶	الیاف مؤثر فیزیکی سه غربالی ^۲
								قابلیت هضم ظاهری (درصد)
۰/۰۰۰۱>	۰/۳۹۶	^a ۶۶/۳۱	^b ۶۲/۴۷	۰/۰۰۲	۰/۳۹۶	۶۵/۱۲ ^a	۶۳/۹۴ ^b	ماده خشک
۰/۰۰۰۱>	۰/۳۷۷	^a ۶۹/۱۲	^b ۶۵/۷۲	۰/۰۰۰۳	۰/۳۷۷	۶۸/۱۶ ^a	۶۶/۶۸ ^b	ماده آلی
۰/۰۰۰۳	۰/۳۰۳	^a ۷۲/۸۴	^b ۷۱/۲۳	۰/۲۲۸	۰/۳۰۳	۷۲/۲۹	۷۱/۷۸	پروتئین خام
۰/۶۶۲	۰/۳۹۸	۹۶/۶۷	۹۶/۹۲	۰/۴۵۲	۰/۳۹۸	۹۷/۰۲	۹۶/۵۷	نشاسته
۰/۰۰۰۱>	۰/۴۵۰	^a ۶۹/۴۷	^b ۶۴/۴۴	۰/۰۲۴	۰/۴۵۰	۶۷/۹۵ ^a	۶۶/۹۶ ^b	الیاف نامحلول در شوینده خنثی

a-c: با مقایسه آزمون توکی، میانگین‌هایی که در یک سطر حروف مشترک ندارند با هم اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0.05$).

۱. اثرات اصلی: فضای آخور (۲۴ و ۴۸ سانتی‌متر به‌ازای هر راس گوساله)، اندازه ذرات جیره (۴/۶ و ۷/۱ میلی‌متر).
 ۲. الیاف مؤثر فیزیکی (الیاف مؤثر فیزیکی دو غربالی (مجموعه مقدار باقی‌مانده روی الک ۸ و ۱۹ میلی‌متر) و الیاف مؤثر فیزیکی سه غربالی (مجموعه مقدار باقی‌مانده روی الک‌های ۹، ۱۸ و ۱۸ میلی‌متر)).

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۹

برخلاف نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه‌ای که با هدف تأثیر اندازه ذرات سیلاژ یونجه با رطوبت پایین (میانگین هندسی اندازه ذرات کوتاه ۴/۱، نسبتاً کوتاه ۴/۸، نسبتاً بلند ۵/۷ و بلند ۶/۸ میلی‌متر) بر قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام در گاوهای اوایل شیردهی انجام گرفت، نشان داده شد که قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام با افزایش اندازه ذرات کاهش یافت [۲۵]. در مطالعه دیگری اثر الیاف مؤثر فیزیکی بر رفتار تغذیه‌ای، قابلیت هضم خوراک در تلیسه‌های جایگزین هلشتاین هشت تا ۱۰ ماهه مورد بررسی قرار گرفت. قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای تیمارهای حاوی علوفه با اندازه قطعات سه و پنج سانتی‌متر در مقایسه با تیمارهای حاوی علوفه با اندازه قطعات یک و هفت سانتی‌متر بیشتر بود [۲۸]. در مطالعه‌ای اثر اندازه ذرات یونجه (۳۱، ۶۳ و ۱۰۰ میلی‌متر) روی مصرف و قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گاوهای شیری انجام گرفت، نشان داده شد که قابلیت هضم با افزایش اندازه ذرات علوفه کاهش یافته است [۲].

بین تیمارها از لحاظ نمره مدفوع تفاوت وجود داشت ($P < 0/05$) و میزان آن برای تیمارهای ۴۸/درشت ۲۴/درشت در مقایسه با تیمارهای ۴۸/ریز و ۲۴/ریز بیشتر بود (جدول ۵). با توجه به تفکیک اثرات اصلی واضح است که فضای آخور تأثیری روی اسکور مدفوع نداشته است، درحالی‌که اثر اندازه ذرات معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$) به طوری‌که برای تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت بیشتر بود (جدول ۶). هم‌چنین بین ماده خشک مدفوع تیمارها تفاوت مشاهده شد ($P < 0/05$) و میزان آن برای تیمارهای ۴۸/درشت و ۲۴/درشت در مقایسه با تیمارهای ۴۸/ریز و ۲۴/ریز بیشتر بود (جدول ۵). مشابه با نتایج اسکور مدفوع،

فضای آخور تأثیری بر ماده خشک مدفوع نداشت، درحالی‌که اندازه ذرات علوفه تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک مدفوع داشت ($P < 0/05$). علت پایین‌تر بودن اسکور مدفوع و ماده خشک مدفوع در تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز را می‌توان به بالاتر بودن سرعت عبور مواد از دستگاه گوارش در مقایسه با تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت و دارای لایه الیافی شکمبه‌ای ضخیم‌تر نسبت داد [۱۴ و ۲۶]. هم‌چنین تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ غلظت نشاسته، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در مدفوع مشاهده نگردید (جدول ۵).

در رابطه با توزیع اندازه ذرات در مدفوع باید بیان داشت که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ درصد ذرات باقی‌مانده روی الک‌های با قطر منافذ مختلف (۱۲۵۰، ۶۳۰ و ۲۰۰ میکرومتر) وجود نداشت. هم‌چنین میانگین هندسی ذرات مدفوع برای تیمار ۴۸/ریز بالاتر و برای تیمار ۲۴/ریز پایین‌تر (۲/۸۵ در مقابل ۲/۷۰ میلی‌متر) بود ($P < 0/05$; جدول ۵). اما تفکیک اثرات اصلی نشان داد که میانگین هندسی ذرات مدفوع تحت تأثیر فضای آخور و اندازه ذرات (جدول ۶) علوفه قرار نگرفت. هم‌چنین در مطالعه‌ای که با هدف بررسی اثرات اندازه قطعات ذرات یونجه در جیره تلیسه‌های هلشتاین انجام گرفت، گزارش شد که اندازه ذرات مدفوع بر اساس میکرومتر در جیره‌های حاوی علوفه ریز بیشتر از جیره حاوی علوفه درشت‌تر بود (به ترتیب برای تیمارهای بلند، ۲۰۰۰ میکرومتر و ۱۵۰۰ میکرومتر علف یونجه شامل ۲۲۷، ۲۹۰ و ۲۹۷ میکرومتر بود) [۲۰].

لازم به ذکر است که ماده خشک مدفوع نیز همانند اسکور مدفوع تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت ($P < 0/05$)، به طوری‌که ماده خشک مدفوع برای جیره حاوی علوفه ریز در مقایسه با جیره حاوی علوفه درشت

بررسی تأثیر فضای آخور و اندازه ذرات خوراک بر قابلیت هضم و فراسنجه‌های مدفوعی در گوساله‌های ماده هلشتاین

انجام دادند مشاهده کردند که اسکور در صورت سرک‌دادن قسمتی از جیره نسبت به جیره کاملاً مخلوط کاهش می‌یابد [۸]. در مطالعه دیگری تأثیر علوفه‌های مختلف در جیره گاوهای اوایل شیردهی روی فراسنجه‌های مدفوع مورد بررسی قرار گرفت و به این نتیجه رسیدند که علوفه‌های مختلف ماده خشک مدفوع و NDF مدفوع را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد [۲۱].

کم‌تر بود (۱۴/۸۹ در مقابل ۱۵/۴۵ درصد). دلیل احتمالی پایین‌تر بودن ماده خشک مدفوع در جیره‌های حاوی علوفه ریز را می‌توان به عبور سریع‌تر مواد از دستگاه گوارش و به‌درستی تشکیل‌شدن مت شکمبه‌ای مرتبط دانست. طی مطالعه‌ای که گریتر و همکاران (۲۰۱۰) با مقایسه نوع دریافت جیره به‌صورت کاملاً مخلوط یا به‌صورت سرک روی رفتار تغذیه‌ای تلیسه‌های در حال رشد هلشتاین

جدول ۵. اثرات متقابل فضای آخور و اندازه ذرات علوفه روی خصوصیات و توزیع اندازه ذرات در مدفوع گوساله‌های ماده هلشتاین

p-value	SEM	تیمارها ^۱				خصوصیات مدفوع
		درشت/۴۸	ریز/۴۸	درشت/۲۴	ریز/۲۴	
۰/۰۰۱	۰/۰۴۴	۴/۰۷ ^a	۳/۸۷ ^b	۳/۹۷ ^{ab}	۳/۸۴ ^b	نمره مدفوع (نمره ۱ تا ۵)
۰/۰۰۴	۰/۱۷۴	۱۵/۳۵ ^{ab}	۱۵/۰۰ ^{ab}	۱۵/۵۶ ^a	۱۴/۷۸ ^b	ماده خشک (درصد)
۰/۴۷۳	۰/۱۵۶	۹/۹۹	۱۰/۳۲	۱۰/۰۵	۹/۹۸	پروتئین خام (درصد)
۰/۹۶۷	۰/۱۹۳	۱/۲۰	۱/۲۴	۱/۲۷	۱/۲۷	نشاسته (درصد)
۰/۲۷۱	۰/۲۸۸	۴۶/۱۷	۴۵/۷۴	۴۵/۵۳	۴۶/۲۱	الیاف نامحلول در شوینده خشی (درصد)
توزیع اندازه ذرات مدفوع						
۰/۱۴۹	۰/۶۵۵	۲۰/۴۲	۱۹/۹۰	۲۰/۰۳	۲۱/۸۲	الک ۱۲۵۰ (میلی‌متر)
۰/۵۹۹	۰/۵۱۳	۳۰/۹۷	۳۱/۷۷	۳۰/۸۷	۳۱/۳۱	الک ۶۳۰ (میلی‌متر)
۰/۲۱۰	۰/۷۷	۴۸/۶۱	۴۸/۳۳	۴۹/۱۰	۴۶/۸۷	الک ۲۰۰ (میلی‌متر)
۰/۰۴۹	۰/۰۳۷	۲/۷۷ ^{ab}	۲/۸۵ ^a	۲/۷۷ ^{ab}	۲/۷۰ ^b	میانگین هندسی اندازه ذرات (میلی‌متر)

a-d: مقایسه با آزمون توکی، میانگین‌هایی که در یک سطر حروف مشترک ندارند با هم اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0.05$).

۱. تیمارها ۲۴/ریز: ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و خوراک ریز (علوفه سه سانتی‌متر)، ۲۴/درشت: ۲۴ سانتی‌متر فضای آخور و خوراک درشت (علوفه شش سانتی‌متر)، ۴۸/ریز: ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و خوراک ریز (علوفه سه سانتی‌متر)، ۴۸/درشت: ۴۸ سانتی‌متر فضای آخور و خوراک درشت (علوفه شش سانتی‌متر).

جدول ۶. اثرات اصلی فضای آخور و اندازه ذرات علوفه روی خصوصیات و توزیع اندازه ذرات در مدفوع گوساله‌های ماده هلشتاین

p-value	SEM	اندازه ذرات ^۱		p-value	SEM	فضای آخور ^۱		خصوصیات مدفوع
		درشت	ریز			۴۸	۲۴	
۰/۰۰۰۱	۰/۳۸۷	۴/۰۳ ^a	۳/۸۵ ^b	۰/۱۲۲	۰/۳۸۷	۳/۹۷	۳/۹۰	نمره مدفوع (نمره ۱ تا ۵)
۰/۰۰۱	۰/۱۲۳	۱۵/۴۵ ^a	۱۴/۸۹ ^b	۰/۹۷۲	۰/۱۲۳	۱۵/۱۷	۱۵/۱۷	ماده خشک مدفوع (درصد)
۰/۳۹۴	۰/۴۸۲	۱۰/۰۲	۱۰/۱۵	۰/۳۶۱	۰/۴۸۲	۱۰/۱۶	۱۰/۰۱	پروتئین خام مدفوع (درصد)
۱/۸۸۰	۰/۰۸۴	۱/۲۴	۱/۲۶	۰/۶۴۱	۰/۰۸۴	۱/۲۳	۱/۲۷	نشاسته (درصد)
۰/۶۷۳	۰/۲۰۶	۴۵/۸۵	۴۵/۹۷	۰/۷۸۰	۰/۲۰۶	۴۵/۹۵	۴۵/۸۷	الیاف نامحلول در شوینده خشی (درصد)
توزیع اندازه ذرات مدفوع								
۰/۳۰۷	۰/۴۶۶	۲۰/۲۳	۲۰/۸۶	۰/۲۲۰	۰/۴۶۶	۲۰/۱۶	۲۰/۹۲	الک ۱۲۵۰ (میلی‌متر)
۰/۲۳۷	۰/۳۶۲	۳۰/۹۲	۳/۵۴	۰/۵۹۹	۰/۳۶۲	۳۱/۳۷	۳۱/۰۹	الک ۶۳۰ (میلی‌متر)
۰/۰۹۰	۰/۵۵۰	۴۸/۸۵	۴۷/۶۰	۰/۵۰۹	۰/۵۵۰	۴۸/۴۷	۴۷/۹۸	الک ۲۰۰ (میلی‌متر)
۰/۹۴	۰/۰۲۶	۲/۷۷	۲/۷۶	۰/۰۵۶	۰/۰۲۶	۲/۸۱	۲/۷۴	میانگین هندسی ذرات (میلی‌متر)

a-b: مقایسه با آزمون توکی، میانگین‌هایی که در یک سطر حروف مشترک ندارند با هم اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0.05$).

۱. اثرات اصلی: فضای آخور (۲۴ و ۴۸ سانتی‌متر به ازای هر راس گوساله)، اندازه ذرات (علوفه ریز سه سانتی‌متر و علوفه درشت شش سانتی‌متر).

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۹

- Fatehi F, Krizsan SJ, Gidlund H and Huhtanen P (2015) A comparison of ruminal or reticular digesta sampling as an alternative to sampling from the omasum of lactating dairy cows. *Journal of dairy science* 98(5): 3274-3283.
- Greter A M, Leslie KE, Mason GJ, McBride BW, and DeVries TJ (2010) Feed delivery method affects the learning of feeding and competitive behavior in dairy heifers. In *Journal of dairy science* 93 (8), pp. 3730–3737. DOI: 10.3168/jds.2009-2978.
- Hall MB (2015) Determination of dietary starch in animal feeds and pet food by an enzymatic-colorimetric method. Collaborative study. In *Journal of AOAC International* 98 (2): 397-409.
- Hartnell GF, Hatfield RD, Mertens DR and Martin NP (2005). Potential benefits of plant modification of alfalfa and corn silage to dairy diets. In *Proceeding Southwest Conference on Nutrition and Management*, Tucson, AZ, USA 156-172.
- Hummel J, Sudekum KH, Streich WJ and Clauss M (2006) Forage fermentation patterns and their implications for herbivore ingesta retention times. In *Functional Ecology* 20(6): 989-1002.
- Hutjens M (1999) *Evaluating Manure on the Farm Extension Dairy Specialist*, University of Illinois, Urbana.
- Institute SAS (2011) *SAS/IML 9.4 user's guide*: Sas Institute.
- Jaster EH and Murphy MR (1983) Effects of Varying Particle Size of Forage on Digestion and Chewing Behavior of Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science* 66(4): 802-810.
- Kitts BL, Duncan IJH, McBride BW and DeVries TJ (2011) Effect of the provision of a low-nutritive feedstuff on the behavior of dairy heifer's limit fed a high-concentrate ration. *Journal of dairy science* 94(2): 940-950.
- Kononoff PJ, Lehman HA and Heinrichs AJ (2002) Technical note—a comparison of methods used to measure eating and ruminating activity in confined dairy cattle. *Journal of dairy science* 85(7): 1801-1803.
- Kononoff PJ and Heinrichs AJ (2003) The Effect of Reducing Alfalfa Haylage Particle Size on Cows in Early Lactation. In *Journal of dairy science* 86(4): 1445-1457.
- Krause KM and Combs DK (2003) Effects of forage particle size, forage source, and grain fermentability on performance and ruminal pH in midlactation cows. *Journal of dairy science* 86(4): 1382-1397.
- Lammers BP, Buckmaster DR and Heinrichs AJ (1996) A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science* 79(5): 922-928.

نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان داد که قابلیت هضم کل مواد مغذی در تیمار ۴۸/درشت و ۲۴/درشت در مقایسه با تیمارهای ۴۸/ریز و ۲۴/ریز بیش‌تر بوده است بنابراین به‌نظر می‌رسد که تغذیه گوساله‌های ماده در حال رشد با جیره حاوی علوفه‌های با اندازه درشت، نه تنها به ایجاد محیط شکمبه‌ای سالم‌تر کمک می‌کند، بلکه برای حداکثر شدن قابلیت هضم مواد مغذی در این دام‌ها مؤثر است.

تشکر و قدردانی

از پرسنل مزرعه پژوهشی و نیز تکنسین‌ها و مسئولین آزمایشگاه تغذیه گروه علوم دامی دانشگاه تهران جهت همکاری در اجرای این مطالعه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

- Beauchemin KA (1991) Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 7(2): 439-463.
- Belyea RL, Martz FA and Mbagaya GA (1989) Effect of Particle Size of Alfalfa Hay on Intake, Digestibility, Milk Yield, and Ruminal Cell Wall of Dairy Cattle. *Journal of dairy science* 72 (4): 958-963.
- Chemists AA (1990) *Official methods of analysis*. Vol. I. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
- DeVries TJ, Beauchemin KA and Von Keyserlingk MAG (2007) Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of dairy science* 90(12): 5572-5579.
- DeVries TJ, Von Keyserlingk MAG, Weary DM and Beauchemin KA (2003) Measuring the feeding behavior of lactating dairy cows in early to peak lactation. *Journal of Dairy Science* 86(10): 3354-3361.
- DeVries TJ and Keyserlingk MAG (2009) Competition for feed affects the feeding behavior of growing dairy heifers. *Journal of dairy science* 92 (8): 3922-3929.

20. Martz FA and Belyea RL (1986) Role of Particle Size and Forage Quality in Digestion and Passage by Cattle and Sheep^{1, 2}. *Journal of dairy science* 69(7): 1996-2008.
21. Mgbeahurike AC, Nørgaard P, Eriksson T, Nordqvist M and Nadeau E (2016) Faecal characteristics and milk production of dairy cows in early-lactation fed diets differing in forage types in commercial herds. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science* 66(1): 8-16.
22. Mohammadi A, Fatehi F, Zali A and Ganjkanloo M, (2018) The investigation of interaction effects of feed bunk space and forage particle size on performance and feed consumption intensity within hours after feed delivery in Holstein female calves. *Journal of Animal Sciences Researches*, 28(4): 83-98. (in Persian)
23. Nasrollahi SM, Khorvash M, Ghorbani GR, Teimouri-Yansari A, Zali A and Zebeli Q (2012) Grain source and marginal changes in forage particle size modulate digestive processes and nutrient intake of dairy cows. *Animal: an international journal of animal bioscience* 6 (8): 1237-1245.
24. National Research Council (2001) *Nutrient requirements of dairy cattle*: Washington, DC: National Academy Press.
25. Teimouri Yansari A, Valizadeh R, Naserian A, Christensen DA, Yu P and Eftekhari Shahroodi F (2004) Effects of Alfalfa Particle Size and Specific Gravity on Chewing Activity, Digestibility, and Performance of Holstein Dairy Cows. *Journal of dairy science* 87(11): 3912-3924.
26. Van Keulen J and Young BA (1977) Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of animal science* 44: 282-287
27. Van Soest PV, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science* 74(10): 3583-3597.
28. Wang HR, Chen Q, Chen LM, Ge RF, Wang MZ, Yu L.H and Zhang J (2017) Effects of dietary physically effective neutral detergent fiber content on the feeding behavior, digestibility, and growth of 8- to 10-month-old Holstein replacement heifers. *Journal of dairy science* 100(2): 1161-1169.
29. Zebeli Q, Tafaj M, Junck B, Ölschläger V, Ametaj B.N and Drochner W (2008) Evaluation of the response of ruminal fermentation and activities of nonstarch polysaccharide-degrading enzymes to particle length of corn silage in dairy cows. *Journal of dairy science*, 91(6): 2388-2398.