

## تأثیر تغذیه آزاد کاه گندم با اندازه ذرات مختلف بر تخمیر شکمبه‌ای، متابولیت‌های خونی و قابلیت هضم مواد مغذی در گوساله‌های هلشتاین پیش و پس از شیرگیری

### • نغمه باقری

دانشجوی دکتری گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

### • علی اسدی الموتی (نویسنده مسئول)

استادیار گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

### • مهدی میرزائی

استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک.

### • محمدعلی نوروزیان

دانشیار گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۹

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۸۲۷۹۹۸

Email: a.alamouti@ut.ac.ir

### • محمدرضا فرخزاد

گاو‌داری تلیسه اصیل جهان، ورامین، تهران، ایران.

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2020.342440.2048

### چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر اندازه ذرات مختلف کاه گندم روی تخمیر شکمبه‌ای، متابولیت‌های خونی و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در گوساله‌های هلشتاین پیش و پس از شیرگیری انجام شد. بدین منظور تعداد ۴۰ رأس گوساله نر و ماده هلشتاین ۱۵ روزه با میانگین وزنی  $43/8 \pm 3/2$  در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۴ گروه آزمایشی شامل (۱) خوراک آغازین بدون علوفه (کنترل)، (۲) خوراک آغازین + کاه گندم با میانگین هندسی طول ذرات ۱ میلی‌متر (ریز)، (۳) خوراک آغازین + کاه گندم با میانگین هندسی طول ذرات ۴ میلی‌متر (متوسط)، (۴) خوراک آغازین کاه گندم با میانگین هندسی طول ذرات ۷ میلی‌متر (درشت) اختصاص یافتند. کاه گندم در تیمارهای آزمایشی به صورت دسترسی آزاد در اختیار گوساله‌ها بود. شیرگیری در ۵۶ روزگی انجام شد و آزمایش در ۹۰ روزگی پایان یافت. نتایج نشان داد که مصرف خوراک آغازین و میانگین افزایش وزن روزانه تحت تأثیر اندازه ذرات علوفه قرار نگرفتند اما در گروه‌های دریافت‌کننده کاه گندم در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری بالاتر بود. همچنین pH شکمبه در روز ۳۵ در ۸ ساعت بعد از خوراک صبح و در روز ۹۰ طی ۴ و ۸ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح با فراهمی علوفه افزایش معنی‌داری داشت ( $P=0/05$ ). غلظت کل اسیدهای چرب فرار، استات و پروپیونات تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند اما بوتیرات در گروه‌های دریافت‌کننده کاه گندم در مقایسه با گروه کنترل بطور معنی‌داری افزایش یافت ( $P=0/05$ ). همچنین غلظت بتا‌هیدروکسی بوتیرات خون در ۳۵ روزگی با مکمل کردن کاه گندم در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌داری یافت ( $P=0/04$ ). بدون توجه به اندازه ذرات، تغذیه کاه گندم افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و پروتئین خام را در مقایسه با گروه کنترل در پی داشت ( $P=0/05$ ). اندازه ذرات مختلف کاه گندم تأثیری بر تخمیر شکمبه‌ای، پارامترهای خونی و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی نداشت. بطور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که تغذیه کاه گندم در جیره‌های آغازین گوساله‌های شیرخوار سبب بهبود pH شکمبه، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و همچنین افزایش غلظت بتا‌هیدروکسی بوتیرات خون خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: گوساله هلشتاین، کاه گندم، اندازه ذرات، خون، توسعه شکمبه.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 133 pp: 3-16

**The effects of free-choice provision of wheat straw with different particle size on ruminal fermentation, blood metabolites and nutrients digestibility of Holstein dairy calves**

By: N Bagheri<sup>1</sup>, A Assadi-Alamouti<sup>2\*</sup>, M Mirzaei<sup>3</sup>, M A Norouzian<sup>4</sup>, M R Farokhzad<sup>5</sup>

1: PhD Student, Department of Animal and Poultry Science, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran

2 :Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Science, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran

3:Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran

4:Associate Professor, Department of Animal and Poultry Science, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran

5 :Talise-Asil Jahan Co., Varamin, Tehran, Iran

**Received: March 2020**

**Accepted: February 2021**

This study was performed to assess the effects of offering wheat straw as free choice with different particle sizes on ruminal fermentation, blood metabolites and nutrients digestibility of Holstein dairy calves. Individually housed calves (n = 40, BW = 43.8 ± 3.2 kg) were used in a completely randomized design and divided to four different treatments consisting of: 1) starter feed without wheat straw supplementation (control; CON), 2) starter feed + wheat straw with 1mm geometrical mean particle length (GMPL, Fine), 3) starter feed + wheat straw with 4mm GMPL (Medium), and 4) starter feed + wheat straw with 7mm GMPL (Long). Calves entered the trial on d 15, weaned on d 56 and the study ended on d 90 of age. Results showed that starter intake and average daily gain (ADG) were similar across different forage particle size groups, however, forage supplementation increased starter intake and ADG compared with CON calves. Moreover, the ruminal pH were increased by offering forage only at 8 h on d 35 and 4 and 8 h on d 90 (P = 0.05). The total short chain fatty acids concentration (SCFAs), molar proportion of acetate and propionate were similar across treatments, however, the molar proportion of butyrate increased (P = 0.04) in forage supplemented calves compared with CON calves. Regardless of forage particle size, dry matter and crude protein digestibilities were increased in forage supplemented calves compared with CON calves (P = 0.05). Moreover, no differences were found for different geometrical mean particle length of WS. Overall, free-choice provision of wheat straw enhanced ruminal pH, apparent nutrient digestibility, and rumen development indicators (BHBA) in Holstein dairy calves.

**Key words:** Holstein Calve, Wheat Straw, Particle Size, Blood, Rumen Development.

#### مقدمه

و میزان مصرف آن است (Khan و همکاران، ۲۰۱۱). برای نیل به حداکثر رشد و توسعه شکمبه توصیه شده که خوراک آغازین حاوی میزان بالایی از کربوهیدرات سریع‌التخمیر باشد (NRC؛ ۲۰۰۱). به هر حال، مصرف مقادیر زیادی از کربوهیدرات با قابلیت تخمیر بالا، احتمال خطر اسیدوز و پاراکراتوزیس شکمبه‌ای را افزایش خواهد داد (Suarez و همکاران، ۲۰۰۶، ۲۰۰۷). در مقابل، اضافه کردن علوفه سبب توسعه بهتر ماهیچه‌ای دیواره شکمبه، حفظ

گوساله‌های شیرخوار در هفته‌های ابتدایی بعد از تولد، دوره انتقالی از مرحله غیرنشخوارکنندگی به نشخوارکننده کامل را تجربه می‌کنند. دوره انتقال موفق از خوراک مایع به خوراک جامد به گوساله توانایی لازم برای مصرف و هضم کافی خوراک را می‌دهد تا از رشد طی دوره از شیرگیری و بعد از شیرگیری حمایت شود (Drackley و همکاران ۲۰۰۸). این دوره پر چالش نیازمند توسعه متابولیسمی و فیزیکی شکمبه است که خود متاثر از ماهیت خوراک جامد آغازین

تخمیر شکمبه‌ای، از کاهش pH شکمبه و به دنبال آن آسیب به دیواره شکمبه و در نتیجه افزایش انتقال لیپولی ساکاریدها از دستگاه گوارش به جریان خون و اختلال در عملکرد سلول‌های کبدی ممانعت خواهد کرد و سبب بهبود عملکرد در گوساله‌های هلشتاین در قبل و پس از شیرگیری خواهد شد.

بنابراین هدف از این تحقیق، ارزیابی تأثیر اندازه ذرات مختلف گندم هنگام دسترسی آزاد روی تخمیر شکمبه‌ای، متابولیت‌های خونی و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در گوساله‌های شیری هلشتاین در دوره پیش و پس از شیرگیری بود.

### مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از ماه فروردین تا مرداد ۱۳۹۷ در مزرعه تجاری تلیسه اصیل جهان شهرستان ورامین انجام شد. تعداد ۴۰ راس گوساله نر و ماده (۵ راس نر و ۵ راس ماده؛ ۱۰ گوساله برای هر تیمار) با میانگین وزن تولد  $37/2 \pm 43/8$  بلافاصله پس از تولد در جایگاه‌های انفرادی ( $2/5 \times 1/2$  متر) که با خاک آره پوشیده شده بود، منتقل شده و تا پایان آزمایش (۹۰ روزگی) در جایگاه انفرادی باقی ماندند. جایگاه انفرادی به منظور رفاه و آسایش حیوان هر روز تمیز شده و بستر جدید جایگزین می‌شد. گوساله‌ها میزان ۲/۵ لیتر آغوز طی دو وعده ۱/۵ و ۱۲ ساعت پس از تولد دریافت می‌کردند و تغذیه با آغوز به مدت دو روز بعد از تولد ادامه یافت. گوساله‌ها میزان ۵ لیتر در روز جایگزین شیر (۲۲ درصد پروتئین و ۲۰ درصد چربی بر اساس ماده خشک) در دو وعده صبح و عصر از ۳ روزگی تا ۱۵ روزگی و سپس ۷ لیتر در روز از ۱۵ تا ۲۵ روزگی و ۶ لیتر در روز از ۲۶ تا ۳۵ روزگی و ۵ لیتر در روز از ۳۶ تا ۴۵ روزگی دریافت نمودند و بدنبال آن میزان شیر از ۴۶ روزگی تا ۵۶ روزگی به میزان ۳ لیتر کاهش یافته تا نهایتاً در ۵۶ روزگی عمل از شیرگیری انجام گرفت. از ۳ روزگی تا ۱۵ روزگی تمامی گوساله‌ها کنار خوراک مایع، جیره کنترل دریافت نمودند. گوساله‌ها از ۱۵ روزگی تا روز پایانی آزمایش بصورت کاملاً تصادفی به ۴ گروه تقسیم گردیدند: ۱) گروه کنترل (خوراک آغازین بدون علوفه)، ۲) خوراک آغازین به همراه گندم با میانگین هندسی طول ذرات ۱ میلی متر، ۳) خوراک آغازین به همراه گندم با میانگین هندسی طول ذرات ۴ میلی متر و ۴) خوراک آغازین به همراه گندم با میانگین هندسی طول ذرات ۷ میلی متر.

یکپارچگی اپیتلیوم و بهبود pH شکمبه و کاهش خطرات پاراکراتوزیس شکمبه‌ای می‌گردد (Beharka و همکاران، ۱۹۹۸). به هر حال، برخی از محققان تغذیه علوفه در گوساله‌های شیرخوار را توصیه نمی‌کنند چرا که با تغذیه علوفه، کاهش مصرف خوراک آغازین، میانگین افزایش وزن روزانه، قابلیت هضم و رشد پرزهای شکمبه‌ای گزارش شده است (Hill و همکاران، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰). محققان معتقدند که در pH پایین شکمبه در هفته‌های اول بعد از تولد گوساله‌های شیرخوار، باکتری‌های سلولولیتیک فعالیت مناسبی نخواهند داشت و بنابراین ذرات هضم نشده به علت حجم پایین شکمبه-نگاری در گوساله‌های شیرخوار سبب ایجاد پرشدگی دستگاه گوارش، کاهش مصرف خوراک آغازین و نهایتاً کاهش رشد گوساله‌های شیرخوار خواهد شد (Drackly و همکاران، ۲۰۰۸). به نظر می‌رسد که پاسخ به حضور علوفه تحت تأثیر سایر فاکتورهای تغذیه‌ای مانند منبع، سطح علوفه و اندازه ذرات آن می‌باشد (Overvest و همکاران، ۲۰۱۶).

بر اساس مطالعات مشخص شده است که اندازه ذرات علوفه از عوامل موثر بر نیاز به الیاف موثر در گاوهای شیری است (Nasrollahi و همکاران، ۲۰۱۵). فراهمی اندازه ذرات مناسب (نشان دهنده کفایت الیاف موثر فیزیکی) برای افزایش فعالیت جویدن و ترشح بزاق که سبب افزایش pH و سلامت شکمبه می‌گردد، ضروری می‌باشد (Laarman and Oba، ۲۰۱۱؛ Nemati و همکاران، ۲۰۱۶). هرچند میزان نیاز به الیاف موثر فیزیکی برای نشخوارکنندگان بالغ به خوبی بررسی شده است اما تعادل بهینه بین الیاف موثر فیزیکی و کربوهیدرات‌های به سهولت قابل تخمیر برای حفظ سلامت و توسعه شکمبه گوساله‌های شیرخوار به خوبی روشن نشده است (Khan و همکاران، ۲۰۱۶). از طرفی در مورد استفاده از علوفه به صورت کاملاً مخلوط با خوراک آغازین مطالعات بسیاری انجام گرفته است ولی بر اساس بررسی منابع انجام شده اطلاعاتی در مورد دسترسی آزاد به اندازه ذرات مختلف علوفه و اثر آن بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای (خصوصاً pH)، فراسنجه‌های خونی و قابلیت هضم مواد مغذی محدود می‌باشد. همچنین در تحقیق حاضر چنین فرض شده است که با توجه به مصرف بالای کربوهیدرات‌های به سهولت قابل تخمیر در گوساله‌های شیرخوار، ارائه علوفه بصورت آزاد با تأثیر مثبت روی توسعه فیزیکی و متابولیک شکمبه و تعدیل

برای تمامی گروه‌ها یکسان بود و با استفاده از نرم افزار NRC (NRC, 2001) متوازن شده بودند (جدول ۱).

طی مدت آزمایش گوساله‌ها بصورت جداگانه و در حد اشتها به کاه گندم، خوراک آغازین و آب دسترسی داشتند. خوراک آغازین

### جدول ۱. اجزا و ترکیب شیمیایی خوراک آغازین

افلام خوراکی (% ماده خشک)	
ذرت	۵۴/۲۵
جو	۱۰/۰
بذر کتان	۱/۲۵
کنجاله سویا	۲۵/۰
سویای اکستروود	۵/۰
بی کربنات سدیم	۰/۵
کربنات کلسیم	۱/۰
دی کلسیم فسفات	۱/۰
بتونیت	۰/۵
نمک	۰/۵
مکمل معدنی - ویتامینه <sup>۱</sup>	۱/۰
مواد مغذی جیره (% ماده خشک)	
ماده خشک	۸۹
پروتئین خام	۱۹/۷
انرژی قابل متابولیسم، Mcal/kg DM	۳/۰۳
کلسیم	۰/۸۵
فسفر	۰/۶۲
ذرات باقیمانده بر روی الک انجمن مهندسی، %	
۴/۷۵ میلی متر	۰/۳۷
۲/۳۶ میلی متر	۲/۳۵
۱/۱۸ میلی متر	۲۳/۰۹
۰/۶ میلی متر	۳۱/۳۵
۰/۳ میلی متر	۱۹/۵۱
۰/۱۵ میلی متر	۱۹/۵۴
سینی	۲/۹۲
میانگین هندسی ذرات <sup>۱</sup> ، میلی متر	۰/۵۱

- ۱- هر کیلو گرم مکمل شامل: ۱۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۷۵۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D، ۱۲۵۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۷۵ گرم کلسیم، ۱۲۵۰۰ میلی گرم منگنز، ۱۵۰۰۰ میلی گرم روی، ۴۳۷۵ میلی گرم مس، ۸۰ میلی گرم سلنیوم و ۱۲۰ میلی گرم کبالت می باشد.
- ۲- میانگین هندسی اندازه ذرات خوراک آغازین بر اساس روش پیشنهادی انجمن مهندسی آمریکا (ASAE, 1983) محاسبه شده است.

جدول ۲. توزیع اندازه ذرات کاه گندم روی الک پنسیلوانیا

کاه گندم خرد شده			درصد ذرات باقی مانده
درشت	متوسط	ریز	
۱۵/۰	۷/۰	۰/۰	۱۹/۰ میلی متر
۴۱/۰	۲۸/۰	۰/۰	۸/۰ میلی متر
۳۴/۰	۳۷/۰	۲۴/۰	۱/۱۸ میلی متر
۱۰/۰	۲۸/۰	۷۶/۰	سینی
۷/۱۲	۳/۹۹	۱/۱۹	میانگین هندسی ذرات <sup>۱</sup>

۱- میانگین هندسی اندازه ذرات کاه گندم بر اساس روش پیشنهادی انجمن مهندسی آمریکا (1996; Method S.424.1) محاسبه شده است.

مناسب با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی آنالیزهای مربوطه انجام گیرد. نمونه‌ها در آزمایشگاه پس از خروج از فریزر با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ شدند، سپس از دستگاه گاز کروماتوگرافی مدل PU4410 ساخت شرکت فیلیپس (Amsterdam, Netherland) استفاده شد که مجهز به ستون (۱/۶۵ متر × ۴/۶ میلی‌متر) بوده، بطوری که درجه حرارت محل تزریق ۲۰۰ درجه سانتیگراد، درجه حرارت ستون ۱۰۰ درجه سانتیگراد و درجه حرارت تشخیص دهنده ۲۲۰ درجه سانتیگراد بود. همچنین سرعت گازهای مختلف در دقیقه شامل گاز نیتروژن ۳۳ میلی‌لیتر در دقیقه، گاز هیدروژن ۳۰ میلی‌لیتر در دقیقه و گاز اکسیژن ۳۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه بود. از ۴ میلی‌لیتر الریک اسید به‌عنوان استاندارد داخلی استفاده و مقدار تزریق نمونه به دستگاه ۲ میکرولیتر در نظر گرفته شد (Qttenstein and Batler, 1971). نمونه خون در ۴ ساعت پس از خوراک‌دهی وعده صبح در روز ۳۵، ۵۶ و ۹۰ روزگی از سیاهرگ گردن توسط لوله‌های تحت خلا بدون ماده ضد انعقاد، گرفته شده و نمونه‌های سرم با استفاده از سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه در مدت زمان ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد جدا گردید. نمونه‌های سرم به منظور آنالیز فراسنجه‌های خونی مانند گلوکز، بتا‌هیدروکسی بوتیرات، آلانین آمینو ترانسفراز، اسپاراتات ترانس آمیناز، نیتروژن اورهای خون، کلسیم و تری‌گلیسیرید توسط دستگاه اتوآنالیزر (Analyzer

همچنین کاه گندم قبل از شروع آزمایش با دستگاه خردکن برای به‌دست آوردن میانگین هندسی طول ذرات مختلف خرد گردید (جدول ۲). از خوراک بطور هفتگی نمونه‌برداری انجام شده و در آن با دمای ۵۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید، سپس با استفاده از توری ۱ میلی‌متر آسیاب شده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان تجزیه نگهداری شدند. نمونه‌های خوراک برای پروتئین خام (AOAC, 1990)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی (ون سوست و همکاران ۱۹۹۱) و چربی خام (AOAC, 1990) مورد تجزیه قرار گرفتند. در زمان‌های ۴، ۸ و ۲۴ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح روزهای ۳۵، ۵۶ و ۹۰ نمونه مایع شکمبه از گوساله‌های نر با استفاده از پمپ خلا از هر گروه گرفته شد. نمونه‌گیری ساعت ۲۴ یک روز پس از اولین نمونه‌گیری از شکمبه گوساله‌ها قبل از ارائه خوراک تازه و قبل از شیردهی (خوراک‌دهی صبح ساعت ۷:۰۰) انجام گرفت. pH مایع شکمبه بلافاصله پس از نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه pH-متر (هانا، مدل HI-8318، رومانی) تعیین گردید. نمونه مربوط به زمان ۴ ساعت پس از خوراک‌دهی به منظور تعیین غلظت اسیدچرب فرار از پارچه ۴ لایه عبور داده شد و با نسبت مناسب با متاسفریک اسید ۲۵ درصد (۵ به ۱) جهت توقف فعالیت میکروبی و همچنین تثبیت ترکیبات فرار مخلوط گردید و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد در فریزر نگهداری شد تا در زمان

عنوان سطح معنی داری و  $0/1 < P < 0/05$  تمایل به معنی داری در نظر گرفته شدند.

### نتایج و بحث

به طور کلی در مطالعه حاضر مصرف خوراک آغازین و کل ماده خشک مصرفی تحت تاثیر میانگین هندسی اندازه ذرات علوفه قرار نگرفتند اما مصرف خوراک آغازین (به ترتیب برای شاهد؛ ۱۴۶۵ گرم در روز در مقایسه با اندازه ذرات ریز کاه؛ ۱۷۷۶، اندازه ذرات متوسط کاه؛ ۱۶۹۱ و اندازه ذرات درشت کاه؛ ۱۶۹۸ گرم در روز) و کل ماده خشک مصرفی (به ترتیب برای شاهد؛ ۱۷۷۹/۸ گرم در روز در مقایسه با اندازه ذرات ریز کاه؛ ۲۲۴۲/۳، اندازه ذرات متوسط کاه؛ ۲۱۲۷/۷ و اندازه ذرات درشت کاه؛ ۲۱۲۷/۸ گرم در روز) در گوساله‌های گروه شاهد در مقایسه با گروه دریافت کننده کاه کمتر بود. همچنین میانگین افزایش وزن روزانه اختلافی بین اندازه ذرات مختلف علوفه نداشت اما گروه شاهد (به ترتیب برای گروه شاهد؛ ۸۰۶ گرم در روز در مقابل اندازه ذرات ریز کاه؛ ۹۳۰، اندازه ذرات متوسط؛ ۸۹۶ و اندازه ذرات درشت؛ ۹۰۲ گرم در روز) دارای افزایش وزن روزانه کمتری در مقایسه با گروه دریافت کننده کاه بودند. همچنین بازده خوراک بین تیمارهای آزمایشی تفاوتی نداشت (به ترتیب برای گروه شاهد؛ ۰/۵۵، اندازه ذرات ریز کاه؛ ۰/۵۴ و اندازه ذرات متوسط کاه؛ ۰/۵۴ و اندازه ذرات درشت کاه؛ ۰/۵۴).

### تخمیر شکمبه‌ای

داده‌های مربوط به pH شکمبه در ساعات مختلف بعد از خوراک دهی (۴، ۸ و ۲۴) در جدول شماره ۳ گزارش شده است. pH شکمبه گوساله‌هایی که با علوفه تغذیه شده بودند در مقایسه با گروه کنترل در ۸ ساعت پس از مصرف خوراک در روز ۳۵ و ۴ و ۸ ساعت پس از خوراک‌دهی در روز ۹۰ بطور معنی داری ( $P < 0/05$ ) بالاتر بود. به طور کلی، با تغذیه کاه گندم با اندازه ذرات مختلف، pH شکمبه گروه دریافت کننده علوفه در مقایسه با گوساله‌های گروه کنترل روند افزایشی را نشان داده است. Imani و همکاران (۲۰۱۷) بهبود pH شکمبه با تغذیه علوفه قبل و بعد از شیرگیری گزارش نمودند که هم‌راستا با یافته-

تجاری شرکت پارس آزمون مورد آنالیز قرار گرفتند. برای تعیین قابلیت هضم ظاهری در ۳ روز پایانی آزمایش با قرار دادن مت-های پلاستیکی به عنوان بستر (Ghelichkhan و همکاران، ۲۰۱۸)، کل مدفوع جمع‌آوری و وزن گردید. لازم به توضیح است که بستر دارای شیب ۲ درصد بود که آلودگی مدفوع با ادرار به حداقل مقدار خود می‌رسید همچنین نمونه‌های مدفوع برای انجام آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا در زمان مناسب قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، پروتئین و لیاف نامحلول در شوینده خنثی محاسبه گردد. بعد از یخ‌گشایی نمونه‌های هر گوساله برای روزهای مختلف با یکدیگر مخلوط شدند و نهایتاً یک نمونه برای هر گوساله جهت تعیین قابلیت هضم با روش پایین استفاده گردید:

$$\text{ـ (گرم در روز) میزان مصرف} \left[ \right] = \text{میزان قابلیت هضم} \% \\ \left[ \text{(گرم در روز) میزان مصرف} / \text{(گرم در روز) میزان دفع شده} \right] \times 100$$

### تجزیه آماری

برای تجزیه آماری داده‌های به دست آمده، از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۵) ویرایش ۹/۲ استفاده شد. داده‌های تخمیر شکمبه‌ای، پارامترهای خونی و قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از رویه MIXED در نرم‌افزار SAS آنالیز شدند. مدل آماری این پژوهش به شرح زیر بود:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + B_j + \delta n + \varepsilon_{ijkl}$$

که در مدل آماری  $Y_{ijkl}$ : صفت اندازه‌گیری شده؛  $\mu$ : اثر ثابت میانگین؛  $T_i$ : اثر ثابت  $i$  آمین تیمار؛  $B_j$ : اثر ثابت  $j$  آمین جنس شامل نر یا ماده و  $\delta n$ : اثر گوساله به عنوان اثر تصادفی می‌باشند. به منظور تعیین خطی یا غیرخطی بودن پاسخ گوساله به اندازه ذرات علوفه در جیره غذایی از رویه مدل‌های خطی تعمیم یافته استفاده شد. همچنین مقایسه مستقلی بین گروه کنترل (بدون علوفه) با تمامی گروه‌های دریافت کننده علوفه انجام شد. مقایسات میانگین با استفاده از آزمون توکی انجام پذیرفت و سطح  $P \leq 0/05$  به

نتایج مربوط به الگوی اسیدهای چرب فرار شکمبه ای در جدول ۴ بیان شده است. در مقایسه با گروه کنترل تغذیه کاه گندم با اندازه ذرات مختلف تأثیر معنی داری روی میزان کل اسید چرب فرار شکمبه نداشت. این نتایج همسو با مطالعات پیشین (Sauarez و همکاران، ۲۰۰۷؛ Thomas and Hinks، ۱۹۸۲؛ Nemati و همکاران، ۲۰۱۶؛ Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۵) می باشد که با اضافه کردن علوفه تغییری بر میزان کل اسید چرب فرار شکمبه مشاهده نگردید. در مقابل، Castells و همکاران (۲۰۱۳) با اضافه نمودن علوفه به خوراک آغازین و Omidی و همکاران (۲۰۱۸) با افزایش اندازه ذرات علوفه کاهش کل اسید چرب فرار را گزارش نمودند که دلیل نتایج متفاوت مطالعه حاضر با گزارشات آنها احتمالاً ناشی از ساختار متفاوت خوراک آغازین، نوع علوفه و نحوه ارائه علوفه می باشد. به نظر می رسد کاهش تخمیر شکمبه‌ای با افزایش طول اندازه ذرات ناشی از کاهش سطوح قابل دسترس برای میکروبیوم شکمبه‌ای باشد. البته در مطالعه حاضر با استفاده از علوفه با میانگین طول ذرات درشت تر غلظت کل اسیدهای چرب فرار در قبل و بعد از شیرگیری در مقایسه با سایر تیمارها بصورت عددی کاهش یافت که به نظر می رسد با مصرف میانگین طول ذرات درشت تر که خاصیت ساییدگی بیشتری داشته و از کراتینه شدن پرزهای دیواره شکمبه جلوگیری می کند، قابلیت جذب اسیدهای چرب فرار از دیواره شکمبه افزایش یافته و همچنین قابلیت هضم ماده آلی توسط میکروبیوم شکمبه کاهش یافت. همچنین اضافه کردن علوفه و اندازه ذرات مختلف کاه گندم اثر معنی داری بر روی سهم مولی استات، پروپیونات، والرات شکمبه ای نداشت. با وجود گزارشاتی مبنی بر افزایش استات هنگام اضافه نمودن علوفه به خوراک آغازین (Daneshvar و همکاران، ۲۰۱۶؛ Castells و همکاران، ۲۰۱۲؛ Terre و همکاران، ۲۰۱۳) انتظار می رفت که در مطالعه حاضر با اضافه کردن علوفه به خصوص ذرات درشت تر کاه گندم، غلظت استات افزایش یابد. احتمالاً با توجه به مصرف کم علوفه و مصرف بالای کربوهیدرات سهل التخمیر، کاه گندم با میانگین طول ذرات مختلف توانایی کافی برای افزایش استات در

های ما می باشد. هرچند خوراک آغازین به فرم آسیاب شده به دلیل داشتن کربوهیدرات‌های سهل التخمیر سبب کاهش pH شکمبه می گردد (Ghasemi-Nezhad و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج مطالعه حاضر هم‌راستا با مطالعات قبل که افزایش pH شکمبه ای را با اضافه کردن علوفه به خوراک آغازین در گوساله گزارش کردند می باشد (Beiranvand و همکاران، ۲۰۱۵؛ Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۱؛ Khan و همکاران، ۲۰۱۱؛ Castells و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین، احتمالاً اضافه نمودن علوفه به خوراک آغازین با افزایش فعالیت جویدن، سبب افزایش ترشح بزاق و به دنبال آن افزایش pH شکمبه و سلامت دستگاه گوارش خواهد شد. همچنین ذرات علوفه با توانایی سایش فیزیکی<sup>۱</sup> دیواره شکمبه از رشد غیرقابل کنترل و تکثیر بی رویه پرزهای شکمبه جلوگیری می کنند، بدین ترتیب با افزایش جذب اسیدهای چرب از دیواره شکمبه میزان pH شکمبه افزایش خواهد یافت (Greenwood و همکاران ۱۹۹۷). علاوه بر این، مطالعه Castells و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که اضافه کردن علوفه با افزایش بیان انتقال دهنده‌هایی مانند مونوکربوکسیلات-۱ (Mono-Carboxylate) (Transporter 1; MCT-1) که نقش مهم در جذب اسیدهای چرب فرار دارند، افزایش pH شکمبه را در پی خواهد داشت. افزایش میانگین اندازه ذرات کاه گندم اثری بر pH شکمبه نداشت که نتایج مطالعه حاضر در راستا با نتایج Omidی- Mirzaei و همکاران (۲۰۱۸) و Mirzaei و همکاران (۲۰۱۴) بوده است. انتظار می رفت با افزایش طول ذرات کاه گندم و به دنبال آن افزایش زمان نشخوار کردن میزان pH شکمبه تحت تأثیر طول ذرات قرار بگیرد. Nemati و همکاران (۲۰۱۶) افزایش pH شکمبه را با افزایش طول اندازه ذرات علوفه در گوساله گزارش نمودند که دلیل

نتایج متفاوت با مطالعه حاضر احتمالاً ناشی از استفاده از علوفه یونجه به صورت TMR با خوراک آغازین بود. بطور کلی تغذیه کاه گندم بدون توجه به اندازه ذرات برای تعدیل شرایط اسیدی و توسعه شکمبه در خوراک آغازین نرم آسیاب شده قابل توصیه می باشد.

دسترسی آزاد به کاه گندم در مقایسه با گروه کنترل در روز ۹۰ افزایش خطی را نشان داد ( $P = 0/05$ ). دیگر مطالعات (Quigley و همکاران، ۱۹۹۲؛ Daneshvar و همکاران، ۲۰۱۵) کاهش بوتیرات را با اضافه نمودن علوفه گزارش کرده‌اند که در تضاد با یافته‌های مطالعه حاضر می‌باشد.

شکمه را نداشته است. به عنوان مثال در مطالعه حاضر بصورت میانگین حدود ۷/۵ درصد از خوراک جامد مصرفی مربوط به مصرف علوفه بوده است در حالیکه در مطالعه Daneshvar و همکاران (۲۰۱۵) که غلظت استات با مکمل کردن علوفه افزایش یافته بود، علوفه یونجه به میزان ۱۵ درصد و بصورت کاملاً مخلوط با خوراک آغازین تغذیه شده بود. غلظت بوتیرات با

جدول ۳. اثر اندازه ذرات مختلف کاه گندم (ریز: ۱ میلی متر؛ متوسط: ۴ میلی متر؛ درشت: ۷ میلی متر) و گروه کنترل بر روی pH شکمبه ای گوساله‌های شیرخوار

P- value <sup>۳</sup>	مقایسه مستقل <sup>۲</sup>		تیمارهای آزمایشی <sup>۱</sup>				pH شکمبه		
	خطی	خطای استاندارد	P- value	خطای استاندارد	درشت	متوسط		ریز	کنترل
۳۵ روزگی									
۰/۷۸	۰/۹۲	۰/۲۵	۰/۱۰	۰/۲۰	۶/۴۵	۶/۳۴	۶/۴۱	۵/۹۸	ساعت صفر (ناشتا)
۰/۸۹	۰/۶۰	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۲۱	۵/۸۴	۵/۸۹	۶/۰۳	۵/۴۷	ساعت ۴
۰/۶۹	۰/۸۱	۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۲۲	۶/۰۱	۶/۱۶	۶/۰۸	۵/۵۰	ساعت ۸
۵۶ روزگی									
۰/۹۷	۰/۹۱	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۲۲	۶/۱۷	۶/۲۰	۶/۲۱	۵/۸۹	ساعت صفر (ناشتا)
۰/۶۵	۰/۶۶	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۱۶	۵/۹۰	۵/۷۵	۵/۷۹	۵/۵۷	ساعت ۴
۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۱۹	۰/۹۵	۰/۱۸	۵/۶۸	۵/۶۲	۵/۷۹	۵/۶۸	ساعت ۸
۹۰ روزگی									
۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۵۲	۰/۱۴	۵/۷۹	۶/۱۶	۶/۰۱	۵/۸۸	ساعت صفر (ناشتا)
۰/۲۰	۰/۶۷	۰/۱۳	۰/۰۵	۰/۱۳	۵/۶۳	۵/۹۱	۵/۷۳	۵/۳۲	ساعت ۴
۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱۵	۵/۷۷	۶/۰۲	۵/۹۷	۵/۴۸	ساعت ۸

۱: کنترل: بدون علوفه؛ ریز: ذرات ۱ میلی متر؛ متوسط: ذرات ۴ میلی متر؛ درشت: ذرات ۷ میلی متر

۲: مقایسه میانگین گروه کنترل در مقایسه با گروه‌های دریافت کننده کاه گندم

۳: نوع پاسخ به افزایش اندازه ذرات کاه گندم



## فراسنجه‌های خونی

ترانس آمیناز و آلانین آمینو ترانسفراز) هنگام مصرف خوراک-هایی با میزان بالای کنسانتره نتیجه اختلال عملکرد کبد و آسیب سلول‌های کبدی ناشی از کاهش pH و انتقال لیپوپلی ساکاریدها از دستگاه گوارش به جریان خون می‌باشد. بنابراین با توجه به این-که آنزیم‌های کبدی به عنوان شاخص فعالیت‌های کبدی می‌باشند که افزایش یا کاهش آن‌ها وضعیت فیزیولوژیکی کبد و نهایتاً حیوان را نشان می‌دهد و با توجه به سطوح یکسان در بین تمامی تیمارها و از طرفی قرار گرفتن در دامنه طبیعی می‌توان نتیجه گرفت که شرایط غیر طبیعی برای کبد در هیچ یک از تیمارها رخ نداده است. میزان نیترژن اوره‌ای خون که شاخصی از متابولیسم شکمبه ای و بدنی نیترژن می باشد در راستا با نتایج Daneshvar و همکاران (۲۰۱۵) که میزان ۱۵ درصد علوفه یونجه به جیره اضافه نموده بودند، تغییری نیافت.

### قابلیت هضم مواد مغذی

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در جدول ۶ آورده شده است. قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در دامنه گزارش شده توسط مطالعات قبلی بود (Hill و همکاران، ۲۰۱۰؛ Daneshvar و همکاران، ۲۰۱۵). قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و پروتئین خام در گروه‌هایی که با علوفه تغذیه شدند در مقایسه با گروه کنترل افزایش یافت ( $P = 0/05$ ) هرچند در بین گروه‌های تغذیه شده با علوفه تفاوتی مشاهده نگردید. انتظار می‌رفت که با افزایش میزان فیبر جیره در توافق با یافته های Porter و همکاران (۲۰۰۷) قابلیت هضم پروتئین و ماده خشک کاهش یابد اما در مطالعه حاضر افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و پروتئین در گروه مصرف کننده علوفه احتمالاً ناشی از توسعه بهتر دستگاه گوارش و همچنین افزایش pH شکمبه و بدنیاال آن ایجاد شرایط مساعد برای فعالیت باکتری‌های سلولیتیک در مقایسه با گروه کنترل بوده است. هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر در مطالعه Castells و همکاران (۲۰۱۳) و Ebnali و همکاران (۲۰۱۶)، افزایش قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام را هنگام ارائه علوفه به- صورت دسترسی آزاد گزارش کردند. به نظر می‌رسد عرضه

تأثیر تیمارهای آزمایشی روی متابولیت‌های خونی در جدول ۵ نشان داده شده است. کاهش غلظت گلوکز خون با افزایش سن گوساله‌ها در تمامی گروه‌های آزمایشی مشاهده شد. کاهش مقدار غلظت گلوکز خون نشان‌دهنده تغییر منبع انرژی از گلوکز به سمت اسیدهای چرب فرار می باشد که حاصل توسعه شکمبه به دلیل تخمیر شکمبه‌ای بالاتر طی دوره انتقال از خوراک مایع به جامد می باشد (Khan و همکاران، ۲۰۰۸). با خوراندن علوفه تغییری در غلظت گلوکز خون در هیچ یک از روزهای ۳۵، ۵۶ و ۹۰ مشاهده نگردید که نتایج حاصل هم‌راستا با نتایج Terre و همکاران (۲۰۱۳) می باشد. سطوح یکسان گلوکز خون در بین تیمارهای مختلف نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که تمامی گوساله‌ها در سطح یکسانی از انرژی در گروه‌های تیماری مختلف قرار داشته‌اند (Senevirathne و همکاران، ۲۰۱۷). مطابق انتظار، غلظت بتا‌هیدروکسی بوتیرات به عنوان شاخصی از توسعه شکمبه با افزایش سن گوساله‌ها افزایش یافت که نشان‌دهنده افزایش مصرف خوراک و همبستگی آن با توسعه شکمبه می‌باشد (De Paula و همکاران، ۲۰۱۷). غلظت بتا‌هیدروکسی بوتیرات در گروه‌های دریافت کننده علوفه با اندازه ذرات مختلف در مقایسه با گروه کنترل در روز ۳۵ و ۹۰ افزایش معنی‌داری یافت ( $P < 0/05$ ) ولی در روز از شیرگیری تفاوتی مشاهده نگردید. افزایش غلظت بتا‌هیدروکسی بوتیرات هنگام استفاده از علوفه نشان‌دهنده شرایط مناسب توسعه شکمبه و بازدهی بالای شکمبه در تبدیل بوتیرات به بتا‌هیدروکسی بوتیرات می باشد (Khan و همکاران، ۲۰۱۱). غلظت سایر فاکتورهای خونی از جمله آلانین آمینو ترانسفراز، آسپاراتات ترانس آمیناز، نیترژن اوره‌ای خون و تری گلیسیرید بین تیمارهای مختلف یکسان بوده است. Plaizier و همکاران (۲۰۱۱) آبه کبدی را به‌عنوان یکی از نشانه‌های اسیدوز در گاوهای شیری به انتقال لیپوپلی ساکارید آزاد هنگام مصرف غلات بالا از طریق دیواره شکمبه آسیب دیده به داخل جریان خون نسبت می‌دهند. همچنین Gua و همکاران (۲۰۱۷) معتقد بودند که افزایش آنزیم‌های کبدی (آسپاراتات

مخلوط بوده است. در مطالعه حاضر تفاوتی در قابلیت هضم ظاهری NDF مشاهده نشد که نتایج حاصله هم راستا با گزارش Daneshvar و همکاران (۲۰۱۵) و EbnAli و همکاران (۲۰۱۵) بود. EbnAli و همکاران (۲۰۱۵) دلیل عدم تغییر در قابلیت هضم NDF و سایر مواد مغذی را به یکسان بودن بازده مصرف خوراک نسبت دادند که در مطالعه حاضر نیز بازده مصرف خوراک در بین گروه‌های تیماری یکسان بوده است.

علوفه به صورت دسترسی آزاد از عوامل موثر در افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و پروتئین خام در مطالعه حاضر و Castells و همکاران (۲۰۱۳) بوده است. Daneshvar و همکاران (۲۰۱۵) با مکمل کردن علوفه یونجه در سطح ۱۵ درصد ماده خشک بصورت کاملا مخلوط، کاهش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و پروتئین را گزارش نمودند. تفاوت نتایج Daneshvar و همکاران (۲۰۱۵) با مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد ناشی از ترکیب خوراک آغازین و نحوه ارائه علوفه بصورت

جدول ۴. اثر اندازه ذرات مختلف کاه گندم (ریز: ۱ میلی متر؛ متوسط: ۴ میلی متر؛ درشت: ۷ میلی متر) و گروه کنترل بر pH شکمبه ای گوساله‌های شیرخوار

P- value <sup>۳</sup>		مقایسه مستقل <sup>۲</sup>		تیمارهای آزمایشی <sup>۱</sup>				فراسنجه		
درجه	خطی	خطای استاندارد	P- value	خطای استاندارد	درشت	متوسط	ریز		کنترل	
دوم									کل اسیدهای چرب فرار، مول/لیتر	
	۰/۱۳	۰/۳۹	۳/۷۷	۰/۸۱	۳/۴۲	۱۱۷/۰	۱۲۶/۸	۱۲۱/۷	۱۲۰/۹۱	۳۵ روزگی
	۰/۱۰	۰/۱۷	۳/۷۹	۰/۵۹	۳/۴۷	۱۱۶/۴۷	۱۲۸/۸۹	۱۲۴/۱۵	۱۲۰/۹۹	۹۰ روزگی
										استات، مول/۱۰۰ مول
	۰/۱۵	۰/۲۴	۱/۳۹	۰/۶۸	۱/۳۰	۶۶/۲۵	۶۲/۲۸	۶۳/۸۵	۶۴/۸۲	۳۵ روزگی
	۰/۴۷	۰/۹۶	۱/۷۶	۰/۸۴	۱/۵۸	۶۳/۱۶	۶۲/۳۴	۶۴/۶۰	۶۳/۷۷	۹۰ روزگی
										پروپیونات، مول/۱۰۰ مول
	۰/۱۲	۰/۷۵	۱/۵۰	۰/۹۹	۱/۴۱	۱۸/۷۴	۲۲/۳۳	۱۹/۶۰	۲۰/۲۴	۳۵ روزگی
	۰/۵۹	۰/۶۸	۱/۹۴	۰/۷۵	۱/۷۶	۲۰/۹۰	۲۲/۳۳	۲۱/۶۳	۲۰/۸۳	۹۰ روزگی
										بوتیرات، مول/۱۰۰ مول
	۰/۴۹	۰/۱۶	۰/۵۸	۰/۲۳	۰/۵۱	۸/۳۱	۸/۴۲	۹/۶۰	۸/۰۳	۳۵ روزگی
	۰/۶۴	۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۰۵	۰/۳۰	۹/۶۴	۸/۷۰	۸/۰۰	۷/۹	۹۰ روزگی
										والرات، مول/۱۰۰ مول
	۰/۹۲	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۸۹	۰/۳۸	۵/۳۶	۵/۷۰	۵/۹۳	۵/۷۴	۳۵ روزگی
	۰/۱۹	۰/۶۸	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۴۴	۴/۹۵	۵/۵۱	۵/۱۲	۶/۱۲	۹۰ روزگی

تیمار ۱: کنترل؛ بدون علوفه؛ ریز: ذرات ۱ میلی متر؛ متوسط: ذرات ۴ میلی متر؛ درشت: ذرات ۷ میلی متر

جدول ۱.۵ اثر اندازه ذرات مختلف کاه گندم (ریز: ۱ میلی متر؛ متوسط: ۴ میلی متر؛ درشت: ۷ میلی متر) و گروه کنترل بر روی pH شکمبه ای گوساله‌های شیرخوار

درجه دوم	خطی	خطای استاندارد	مقایسه مستقل <sup>۲</sup>		تیمارهای آزمایشی <sup>۱</sup>				فراسنجه
			P-value <sup>۳</sup>	خطای استاندارد	درشت	متوسط	ریز	کنترل	
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)									
۰/۶۹	۰/۳۴	۳/۸۶	۰/۹۸	۶/۱۳	۱۱۵	۱۰۳/۴	۱۰۴/۶	۱۰۷/۸	۳۵ روزگی
۰/۴۵	۰/۳۰	۶/۸	۰/۰۶	۴/۵۱	۹۸/۸	۱۰۳/۴	۱۰۴/۲	۹۱/۸	۵۶ روزگی
۰/۱۹	۰/۵۱	۴/۲	۰/۵۹	۷/۰۸	۸۳/۴	۹۲/۴	۸۷/۴	۹۲/۲	۹۰ روزگی
بتا هیدروکسی بوتیرات (میلی گرم در دسی لیتر)									
۰/۷۸	۰/۴۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۳۵ روزگی
۰/۷۹	۰/۸۶	۰/۰۲	۰/۳۰	۰/۰۳	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲	۰/۱۵	۵۶ روزگی
۰/۲۲	۰/۷۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۲۱	۹۰ روزگی
آسپارات ترانس آمیناز (واحد بر لیتر)									
۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۹۳	۰/۱۳	۸/۰۱	۴۷/۰	۵۰/۰	۴۶/۰	۶۲/۰	۳۵ روزگی
۰/۸۶	۰/۱۶	۲/۸۴	۰/۶۲	۳/۹۶	۳۶/۱	۳۸/۰	۴۲/۰	۴۰/۰	۵۶ روزگی
۰/۲۱	۰/۷۵	۳/۶۸	۰/۴	۳/۵۹	۶۷/۸	۶۲/۵	۶۹/۶	۶۴/۶	۹۰ روزگی
آلانین آمینو ترانسفراز (واحد بر لیتر)									
۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۸۶	۰/۴۹	۱/۴۴	۱۳/۰	۱۴/۰	۱۱/۰	۱۴/۰	۳۵ روزگی
۰/۸۵	۰/۵۳	۱/۷۶	۰/۷۷	۱/۵۸	۱۲/۰	۱۱/۶	۱۰/۴	۱۰/۸	۵۶ روزگی
۰/۶۳	۰/۳۶	۰/۹۶	۰/۶۵	۲/۳۴	۲۰/۶	۱۷/۱۴	۲۳/۴	۱۶/۸	۹۰ روزگی
نیتروژن اوره ای خون (میلی گرم در دسی لیتر)									
۰/۴۹	۰/۶۸	۲/۰۷	۰/۵۳	۲/۱۵	۱۸/۸	۱۷/۶	۲۰/۰	۲۰/۴	۳۵ روزگی
۰/۷۶	۰/۸۳	۲/۶۸	۰/۴۹	۲/۵۴	۱۵/۰	۱۵/۶	۱۴/۲	۱۷/۰	۵۶ روزگی
۰/۳۴	۰/۱۸	۸/۷	۰/۴۶	۱۱/۷۱	۱۵/۸	۱۹/۶	۱۶/۴	۲۱/۷۵	۹۰ روزگی
تری گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)									
۰/۹۶	۰/۳۲	۰/۱۷	۰/۳۳	۰/۲	۱۰/۰۶	۱۰/۲	۱۰/۳۲	۹/۹۶	۳۵ روزگی
۰/۱۹	۰/۹۹	۰/۱۴	۰/۸۲	۰/۳۶	۱۰/۵۴	۱۰/۲۸	۱۰/۶۴	۱۰/۵۸	۵۶ روزگی
۰/۷۵	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۲۲	۱۰/۵۲	۱۰/۳۶	۱۰/۰۲	۱۰/۰	۹۰ روزگی

۱: کنترل: بدون علوفه؛ ریز: ذرات ۱ میلی متر؛ متوسط: ذرات ۴ میلی متر؛ درشت: ذرات ۷ میلی متر

۲: مقایسه میانگین گروه کنترل در مقایسه با گروه های دریافت کننده کاه گندم

۳: نوع پاسخ به افزایش اندازه ذرات کاه گندم

جدول ۱. اثر اندازه ذرات مختلف کاه گندم (ریز: ۱ میلی متر؛ متوسط: ۴ میلی متر؛ درشت: ۷ میلی متر) و گروه کنترل روی قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

P-value <sup>۳</sup>	مقایسه مستقل <sup>۲</sup>			تیمارهای آزمایشی <sup>۱</sup>				قابلیت هضم %	
	خطای استاندارد	خطای	خطای استاندارد	درشت	متوسط	ریز	کنترل		
۰/۴۰	۰/۳۳	۲/۳۸	۰/۰۵	۳/۰۲	۶۵/۹۷ <sup>b</sup>	۶۷/۷۹ <sup>b</sup>	۷۲/۴۱ <sup>a</sup>	۵۸/۷۹ <sup>b</sup>	ماده خشک
۰/۴۲	۰/۱۲	۳/۳۶	۰/۲۶	۴/۶۹	۶۱/۵۷	۶۲/۳۵	۷۰/۰۷	۵۸/۴۸	الیاف نامحلول در شونده خشی
۰/۸۷	۰/۳۷	۳/۶۰	۰/۰۵	۴/۵۰	۵۷/۰۶	۵۸/۷۷	۶۱/۸۷	۴۴/۶۱	پروتئین خام

۱: کنترل: بدون علوفه؛ ریز: ذرات ۱ میلی متر؛ متوسط: ذرات ۴ میلی متر؛ درشت: ذرات ۷ میلی متر

۲: مقایسه میانگین گروه کنترل در مقایسه با گروه های دریافت کننده کاه گندم

۳: نوع پاسخ به افزایش اندازه ذرات کاه گندم

## نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، دسترسی آزاد به کاه گندم بدون توجه به اندازه ذرات مختلف در جیره افزایش pH شکمبه و BHBA به عنوان یکی از شاخص های متابولیک توسعه شکمبه و قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین را در پی داشت. تعدیل pH و توسعه فیزیکی و متابولیک شکمبه منجر به افزایش مصرف خوراک آغازین و نهایتاً میانگین افزایش وزن روزانه در گوساله های شیرخوار هلشتاین گردید. بنابراین بر اساس نتایج مشاهده شده برای پارامترهای خونی و شاخص های توسعه شکمبه احتمالاً ارائه کاه گندم به صورت آزاد می تواند بهبود عملکرد را در گوساله های شیرخوار را در پی داشته باشد.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت محترم گاوداری تلیسه اصیل جهان ورامین جناب آقای مهندس شهریار صفاری، کارشناسان و پرسنل محترم گاوداری به ویژه مهندس محمدی کمال تشکر و قدردانی به عمل می آید.

## منابع

- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- ASAE, 1996:S424.1. Method of determining and expressing particle size of chopped forage materials by sieving. ASAE, St Joseph, MI, USA.
- Beharka, A., Nagaraja, A., Morrill, T.G., Kennedy, J.L., and Klemm, R.D. (1998). Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 81: 1946-1955.
- Beiranvand, H., Ghorbani, G.R., Khorvash, M., Nabipour, A., Dehghan-Banadaky, M., Homayouni, A., & Kargar, S. (2014). Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. *Journal of Dairy Science*. 97: 2270-2280.
- Castells, L., Bach, A., Araujo, G., Montoro, C., & Terré, M. (2012). Effect of different forage sources on performance and feeding behavior of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*. 95: 286-293.

- Castells, L., Bach, A., Aris, A., & Terré, M. (2013). Effects of forage provision to young calves on rumen fermentation and development of the gastrointestinal tract. *Journal of dairy science*. 98: 5226-5236.
- Daneshvar, D., Khorvash, M., Ghasemi, E., Mahdavi, A.H., Moshiri, B., Mirzaei, M., & Ghaffari, M.H. (2015). The effect of restricted milk feeding through conventional or step-down methods with or without forage provision in starter feed on performance of Holstein bull calves. *Journal of animal science*. 93: 3979-3989.
- Drackley, J. K. (2008). Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 24: 55-86.
- EbnAli, A., Khorvash, M., Ghorbani, G.R., Mahdavi, A.H., Malekkhahi, M., Mirzaei, M., & Ghaffari, M.H. (2016). Effects of forage offering method on performance, rumen fermentation, nutrient digestibility and nutritional behaviour in Holstein dairy calves. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 100: 820-827.
- Ghelichkhan, M., Eun, J. S., Christensen, R. G., Stott, R. D., & MacAdam, J. W. (2018). Urine volume and nitrogen excretion are altered by feeding birdsfoot trefoil compared with alfalfa in lactating dairy cows. *Journal of animal science*. 96: 3993-4001.
- Guo, J., Chang, G., Zhang, K., Xu, L., Jin, D., Bilal, M. S., & Shen, X. (2017). Rumen-derived lipopolysaccharide provoked inflammatory injury in the liver of dairy cows fed a high-concentrate diet. *Oncotarget* 8: 46769.
- Hill, T. M., Bateman Ii, H.G., Aldrich, J.M., & Schlotterbeck, R.L. (2010). Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. *Journal of dairy science* 93: 1105-1115.
- Hill, T. M., Bateman II, H. G., Aldrich, J. M., & Schlotterbeck, R. L. (2008). Effects of the amount of chopped hay or cottonseed hulls in a textured calf starter on young calf performance. *Journal of Dairy Science* 91: 2684-2693.
- Khan, M. A., Bach, A., Weary, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2016). Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of dairy science*. 99: 885-902.
- Laarman, A. H., & Oba, M. (2011). Effect of calf starter on rumen pH of Holstein dairy calves at weaning. *Journal of dairy science*. 94: 5661-5664.
- Mirzaei, M., Khorvash, M., Ghorbani, G. R., Kazemi-Bonchenari, M., & Ghaffari, M. H. (2017). Growth performance, feeding behavior, and selected blood metabolites of Holstein dairy calves fed restricted amounts of milk: No interactions between sources of finely ground grain and forage provision. *Journal of dairy science*. 100: 1086-1094.
- Mirzaei, M., Khorvash, M., Ghorbani, G. R., Kazemi-Bonchenari, M., Riasi, A., Nabipour, A., & Van Den Borne, J. J. G. C. (2015). Effects of supplementation level and particle size of alfalfa hay on growth characteristics and rumen development in dairy calves. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 99: 553-564.
- National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle: 2001*. National Academies Press.
- Nasrollahi, S. M., Imani, M & Zebeli, Q. (2015). A meta-analysis and meta-regression of the effect of the forage particle size, level, source and preservation method on feed intake, nutrient digestibility and performance in dairy cows. *Journal of dairy science* 98: 8926-8939.
- Nemati, M., Amanlou, H., Khorvash, M., Moshiri, B., Mirzaei, M., Khan, M. A., & Ghaffari, M. H. (2015). Rumen fermentation, blood metabolites, and growth performance of calves during transition from liquid to solid feed: Effects of dietary level and particle size of alfalfa hay. *Journal of dairy science*. 98: 7131-7141.
- Omidi-Mirzaei, H., Azarfar, A., Mirzaei, M., Kiani, A., & Ghaffari, M. H. (2018). Effects of forage source and forage particle size as a free-choice provision on growth performance,

- rumen fermentation, and behavior of dairy calves fed texturized starters. *Journal of dairy science*. 101: 4143-4157.
- Plaizier, J. C., Khafipour, E., Li, S., Gozho, G. N., & Krause, D. O. (2012). Subacute ruminal acidosis (SARA), endotoxins and health consequences. *Animal Feed Science and Technology*. 172: 9-21.
- Porter, J. C., Warner, R. G., Kertz, A. F. (2007). Effect of fiber level and physical form of starter on growth and development of dairy calves fed no forage. *Professional Animal Scientist* 23: 395-400.
- Qttenstein, D. M., & Bartley, D. A. (1971). Separation of free acids C2-C5 in dilute aqueous solution column technology. *Journal of Chromatographic Science* 99: 673-681.
- Quigley, J. D., Wallis, L. B., Dowlen, H. H., & Heitmann, R. N. (1992). Sodium bicarbonate and yeast culture effects on ruminal fermentation, growth, and intake in dairy calves. *Journal of dairy science*. 75: 3531-3538.
- Suárez, B. J., Van Reenen, C. G., Stockhofe, N., Dijkstra, J., & Gerrits, W. J. J. (2007). Effect of roughage source and roughage to concentrate ratio on animal performance and rumen development in veal calves. *Journal of Dairy Science*. 95: 2390-2403.
- Terré, M., Castells, L., Fàbregas, F., & Bach, A. (2013). Comparison of pH, volatile fatty acids, and microbiome of rumen samples from preweaned calves obtained via cannula or stomach tube. *Journal of dairy science*. 96: 5290-5294.
- Thomas, D. B., & Hinks, C. E. (1982). The effect of changing the physical form of roughage on the performance of the early-weaned calf. *Animal Science*. 35: 375-384.