نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳۷، زمستان ۱۴۰۱
ص‌ص: ۷۳~۸۴

اثرات اندازه قطعات و منبع علوفه بر عملکرد و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

• **موسی عربی[۱]، مهدی میرزائی[۲]، مهدی کاظمی بن‌چناری[۳]، حسین امیدی‌میرزائی[۴]، مهدی حسین‌یزدی[۵]**

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک

۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی ومحیط زیست، دانشگاه اراک (نویسنده مسئول)

۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی ومحیط زیست، دانشگاه اراک

۴- عضو هئیت علمی بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

۵- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی ومحیط زیست، دانشگاه اراک

تاریخ دریافت : دی ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۴۰۱

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۰۳۶۸۳۳۶

Email: Mirzaee.1984@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ ASJ.2022.358071.2212

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر متقابل منبع علوفه (یونجه در مقابل کاه گندم) با اندازه ذرات علوفه (نرم در مقایسه با درشت) بر عملکرد رشدی، مصرف خوراک آغازین و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین انجام شد. به همین منظور، تعداد ۴۸ راس گوساله شیرخوار هلشتاین (٦ راس ماده و ٦ راس نر در هر تیمار) در قالب طرح پایه بلوک کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۲ به تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- یونجه خرد شده با اندازه قطعات نرم؛ ۲- یونجه خرد شده با اندازه قطعات درشت؛ ۳- کاه گندم خرد شده با اندازه قطعات نرم و ٤- کاه گندم با اندازه قطعات درشت خرد شده اختصاص یافتند. گوساله‌ها از سن چهار روزگی وارد طرح آزمایشی شدند و آزمایش تا سن ۷۰ روزگی گوساله‌ها ادامه یافت. اثر متقابل منبع علوفه با اندازه قطعات علوفه برای کل ماده خشک مصرفی، مصرف خوراک آغازین، افزایش وزن روزانه و بازده تبدیل خوراک در دوره قبل از شیرگیری، بعد از شیرگیری و کل دوره معنی‌دار نبود. فراسنجه‌های رشد اسکلتی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. نتایج نشان داد که منبع علوفه و اندازه قطعات علوفه اثر معنی داری بر pH شکمبه، غلظت کل اسیدهای چرب فرار، نسبت مولی اسیدهای چرب فرار شامل استات، پروپیونات، بوتیرات، والرات و نسبت استات به پروپیونات در شکمبه نداشت. بطور کلی یافته‌های این مطالعه نشان داد که منبع و اندازه ذرات مختلف علوفه نتایج مشابهی بر عملکرد و پارامترهای رشد اسکلتی و شکمبه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین در پی خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: گوساله شیرخوار، یونجه، کاه گندم، عملکرد، اندازه قطعات علوفه.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 137 pp: 73-84

Interaction between particle size and source of forage on performance, ruminal and skeletal growth parameters of Holstein dairy calves

By: Mousa Arabi[1], Mehdi Mirzaei[2], Mehdi Kazemi-Benchnari[3], Hossein Omidi-Mirzaei[4], Mehdi Hosseini-Yazdi[5]

[1]MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran.

[2]Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran.

[3]Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran.

[4]Animal Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Areeo, Isfahan, Iran.

[5]Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran.

Received: January 2022 **Accepted: May 2022**

The present study was conducted to evaluate the interactions between forage source (alfalfa hay *vs.* wheat straw) and particle size (fine *vs.* large) on growth performance, starter intake and ruminal fermentation of Holstein dairy calves. For this purpose, 48 Holstein dairy calves in a completely randomized block design (6 males and 6 females for each treatment) with 2 × 2 factorial arrangements were allocated to experimental diets including: 1) alfalfa hay with fine particle size, 2) alfalfa hay with long particle size, 3) wheat straw with fine particle size, and 4) wheat straw with long particle size. Calves entered the trial on d 4 and the trial lasted on d 70 of the age. Results showed that there was no interaction between forage source and particle size on growth performance, starter intake and feed efficiency of Holstein dairy calves during the all three periods. Skeletal growth characteristics were not affected by experimental diets. Results indicate that ruminal pH, total volatile fatty acids, acetate, propionate, butyrate and valerate molar proportions were similar across treatments. In general, our findings indicate that the different source and particle size of forage had similar effects on performance, skeletal growth and ruminal fermentation in the Holstein dairy calves.

Key words: dairy calf, alfalfa hay, wheat straw, performance, forage particle size.

مقدمه

در سالیان اخیر موضوع پرورش موفق گوساله‌های شیرخوار در گله‌های گاو شیری کشور ما به شدت مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات اولیه نشان داده است که سن اولین تلقیح تلیسه‌های جایگزین و سن کشتار گوساله‌های نر تحت تأثیر دوران شیرخوارگی قرار می‌گیرد که پایه و اساس داشتن گوساله‌های سلامت با رشد مناسب می‌باشد (Brown و همکاران، ۱۹۶۰). در هفته‌های ابتدایی بعد از تولد تغییرات فیزیولوژیک بزرگی در دستگاه گوارش و منبع خوراک فراهمی خواهیم داشت که شامل تغییر از فاز غیرنشخوارکنندگی[1] به نشخوارکننده کامل[2] (از هفته سوم بعد از تولد تا ۶ یا ۸ هفتگی) می‌باشد. رشد و توسعه فیزیکی و متابولیک شکمبه موفقیت و سرعت این دوره انتقال را تحت تأثیر قرار می‌دهد و تغییراتی در مورفولوژی بافت‌های دستگاه گوارش و متابولیسم کبدی گوساله‌های شیرخوار رخ خواهد داد (Baldwin و همکاران، ۲۰۰۴). تمرکز تحقیقاتی مراکز علمی

دنیا روی کاهش سن از شیرگیری و ماهیت خوراک آغازین گوساله‌های شیرخوار می‌باشند به‌طوری‌که حداقل کردن کاهش وزن بعد از شیرگیری (تنش از شیرگیری) با انتقال تدریجی از خوراک مایع (شیر یا جایگزین شیر) به خوراک جامد (خوراک آغازین کاملا کنسانتره‌ای همراه با علوفه) در تحقیقات مورد توجه قرار گرفته است.

بررسی‌ها نشان می دهد که طول و موفقیت دوره انتقال از غیر نشخوارکنندگی به نشخوار کننده کامل تحت تأثیر ماهیت (ترکیب) خوراک آغازین و فاکتورهای مدیریتی قرار می‌گیرد. بنابراین هنوز هم یکی از چالش‌های مهم تغذیه گوساله‌های شیرخوار ترکیب و فرمولاسیون خوراک آغازین می‌باشد (Coverdale و همکاران، ۲۰۰۴؛ Khan و همکاران، ۲۰۱۶). تحریک مصرف خوراک آغازین، افزایش تراکم و طول پرزهای شکمبه‌ای گوساله‌های شیرخوار با مصرف خوراک آغازین کاملا کنسانتره‌ای امکان پذیر است. به هر حال خوراک آغازین کاملا کنسانتره‌ای با تجمع اسیدهای چرب فرار حاصل از تخمیر باعث کاهش pH و حرکات شکمبه، رشد بیش از اندازه و کراتینه شدن پرزهای شکمبه‌ای خواهد شد (Khan و همکاران ۲۰۱۶). مطالعات گزارش کرده‌اند که رشد و توسعه فیزیکی و متابولیک شکمبه با تغذیه خوراک آغازین فاقد علوفه بعلت توسعه پرزهایی با اشکال غیر طبیعی تحت تأثیر قرار خواهد گرفت(Beiranvand و همکاران، ۲۰۱۴).عوامل فیزیولوژیکی و محیطی بسیاری مصرف خوراک را در حیوانات مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین میزان مصرف ماده خشک تحت تأثیر شکل فیزیکی خوراک شروع کننده و حضور علوفه قرار می‌گیرد (Beharka و همکاران، ۱۹۹۸). در حقیقت افزایش تجزیه میکروبی خوراک با فرآوری و کاهش اندازه ذرات خوراک رخ خواهد داد. بنابراین با توجه به اینکه سطح غلات در خوراک آغازین گوساله‌های شیرخوار بالا می‌باشد بایستی به فرآوری توجه بالاتری داشت. در مطالعات مختلف با افزایش اندازه قطعات خوراک آغازین و علوفه افزایش تولید و جریان بزاق به شکمبه و بهبود pH شکمبه‌ای گزارش شده است (Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۵؛ Nemati و همکاران، ۲۰۱۵؛ Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۶). نتایج این مطالعات نشان داد که عوامل مختلفی شامل شکل فیزیکی خوراک آغازین ومنبع غلات مورد استفاده می‌توانند پاسخ مشاهده شده از تغذیه علوفه در خوراک آغازین را تحت تأثیر قرار دهند.

اختلاف نظر بالایی بین متخصصین تغذیه نشخوارکنندگان دنیا در مورد ترکیب خوراک آغازین نشخوارکنندگان جوان وجود دارد (Imani و همکاران، ۲۰۱۷). به رغم مطالعات انجام شده در یک دهه اخیر اما هنوز هم اتفاق نظر کلی در رابطه با منبع علوفه و اندازه ذرات مناسب علوفه در کشور برای تغذیه در گوساله‌های شیرخوار وجود ندارد و بررسی‌ها نشان می‌دهد که تحت برخی شرایط مزرعه‌ای و مدیریتی مجبور به استفاده از منابع مختلف علوفه (کاه گندم و یونجه خشک) با اندازه قطعات کاملا متفاوت (نرم و درشت) می‌باشیم. به نظر می‌رسد تعیین اندازه ذرات مناسب برای منابع مختلف علوفه روتین مورد استفاده در گله های ایران (کاه گندم و یونجه خشک) می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد. در این مطاله اثرات متقابل بین اندازه قطعات (درشت در مقابل نرم خرد شده) و منبع علوفه (یونجه خشک در مقابل کاه گندم) همراه با خوراک آغازین کاملا آردی بر عملکرد رشد و تخمیر شکمبه ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ لغایت تیر ۱۳۹۹ در شرکت کشت و دام زرین‌خوشه اراک (۱۵۰۰ راس دوشا) اجرا گردید. از طریق اطلاعات ایستگاه هواشناسی اراک میانگین دما و رطوبت نسبی هوا شامل رطوبت نسبی ۲۸/۹ درصد (۲۰ تا ۳۸ درصد) و میانگین دمای هوا ۲۶ درجه سانتی‌گراد (۱۸ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد) بود. در این آزمایش از ۴۸ راس گوساله شیرخوار هلشتاین نر و ماده با میانگین وزن بدن ۱/۸ ± ۴۲ کیلوگرم استفاده شد. گوساله‌هایی که شرایط مطلوب وزنی و سلامتی را داشتند در۳ روزگی وزن کشی و وارد طرح آزمایشی شدند. تعداد ۶ راس گوساله ماده و ۶ راس نر به هر یک از تیمارهای آزمایشی

اختصاص یافتند. طرح بلوک کامل تصادفی با آرایه فاکتوریل ۲ ×۲ برای این مطالعه اجرا گردید. در این آزمایش، از دو منبع علوفه (کاه گندم و یونجه) با دو اندازه قطعات نرم (۰/۵سانتی‌متر) و اندازه قطعات درشت خرد شده (۲ سانتی‌متر) استفاده شد. بنابراین تیمارهای آزمایشی به ترتیب شامل: ۱) علوفه یونجه خرد شده با اندازه قطعات کوتاه (یونجه نرم خرد شده)؛ ۲) علوفه یونجه خرد شده با اندازه قطعات درشت (یونجه بلند خرد شده)؛ ۳) کاه گندم خرد شده با اندازه قطعات کوتاه (کاه نرم خرد شده)؛ ۴) کاه گندم خرد شده با اندازه قطعات درشت (کاه بلند خرد شده) بودند.

جدول ۱- جیره پایه و ترکیب شیمیایی جیره گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

اجزای جیره (درصد)	تیمارهای آزمایشی	
	خوراک آغازین حاوی یونجه	خوراک آغازین حاوی کاه گندم
یونجه	۷/۵	–
کاه گندم	–	۷/۵
ذرت	۴۱/۳	۳۸/۸
جو	۱۵	۱۵
سویا	۳۰/۰	۳۲/۵
اکسید منیزیم	۰/۵	۰/۵
جوش شیرین	۱	۱
کربنات کلسیم	۱/۵	۱/۵
دی‌کلسیم فسفات	۰/۵	۰/۵
نمک	۰/۷	۰/۷
مکمل معدنی[۱]	۱	۱
مکمل ویتامینه[۲]	۱	۱
	ترکیبات شیمیایی (درصد)	
ماده خشک، درصد	۸۹/۰	۹۰/۰
انرژی قابل متابولیسم[۳]، Mcal/kg DM	۳/۰۹	۳/۰۶
پروتئین خام، درصد از ماده خشک	۲۰/۱	۲۰/۰
فیبر نامحلول در شوینده خنثی، درصد از ماده خشک	۱۵/۲	۱۷/۵
کربوهیدرات‌های غیرفیبری، درصد از ماده خشک	۵۲/۶	۵۰/۶
عصاره اتری، درصد از ماده خشک	۲/۹	۲/۷

[۱] هرکیلوگرم مکمل معدنی حاوی: ۳۰۰۰ میلی گرم مونسین، ۷۵ گرم کلسیم، ۱۲۵۰۰ میلی گرم منگنز، ۱۵۰۰۰ میلی گرم روی، ۴۵۰۰ میلی گرم مس، ۱۰۰ میلی گرم سلنیوم و ۱۵۰ میلی گرم کبالت.

[۲] هرکیلوگرم مکمل ویتامینه حاوی: ۱۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۷۵۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D و ۱۲۵۰۰ واحد بین المللی ویتامین E.

[۳] گرفته شده از گزارش نرم افزار CNCPS

گوساله‌ها روزهای ابتدایی بعد از تولد در آغوزخانه نگهداری می‌شدند. مقدار آغوز دریافتی به ترتیب ۲/۵ لیتر در ۱/۵ ساعت ابتدایی بعد از تولد و ۳ لیتر در ۱۲ ساعت بعدی بود. رفرکتومتر دیجیتال جهت اندازه‌گیری کیفیت آغوز مورد استفاده قرار گرفت و گوساله‌های آزمایشی آغوز با عدد بریکس بالاتر از ۲۲ طبق روش پیشنهادی Bielmann و همکاران (۲۰۱۰) دریافت می‌کردند. گوساله‌ها بعد از ۳ روزگی وزن‌کشی شدند و به جایگاه‌های انفرادی دارای بستر از جنس ماسه انتقال داده شدند (ابعاد ۱/۲ × ۲/۵ متر). شیر سالم قابل فروش از ۴ روزگی (زمان شروع آزمایش) در اختیار گوساله‌ها با الگوی ۴ لیتر برای ۴ تا ۴۴ روزگی، ۳ لیتر از ۴۴ تا ۵۶ روزگی مورد استفاده قرار گرفتند. گوساله‌های آزمایشی به‌ترتیب در سن ۵۶ روزگی از شیر گرفته شدند و در ۷۰ روزگی طرح آزمایشی خاتمه یافت. دسترسی آزاد به آب و خوراک در طول اجرای آزمایش برای گوساله‌ها فراهم شد. جدول شماره ۱ نشان دهنده ترکیب و تجزیه شیمیایی جیره مورد استفاده در گوساله‌ها می‌باشد. نکته مهم این‌که با استفاده از دستگاه خرمنکوب یونجه و کاه مورد نیاز طول دوره آزمایش برای اندازه ذرات خیلی نرم و درشت خرد شدند و برای رسیدن به اندازه ذرات خیلی نرم علوفه یونجه و کاه مجددا با استفاده از آسیاب چکشی موجود در گاوداری خرد شدند.

جمع‌آوری نمونه‌ها و تجزیه آزمایشگاهی

در مطالعه حاضر خوراک آغازین به‌صورت دو نوبت صبح و عصر در اختیار گوساله‌های شیرخوار قرار می‌گرفت. همچنین هر ۱۰ روز یک‌بار، مقدار پسمانده خوراک قبل از ریختن خوراک جدید داخل سطل اندازه‌گیری شد. مدیریت خوراک جهت داشتن ۵ تا ۱۰ درصد پسمانده خوراک روزانه انجام شد. بنابراین میانگین مصرف خوراک آغازین و ماده خشک مصرفی برای میانگین روزانه دوره‌های ۱۰ روزه اندازه‌گیری شد. همچنین گوساله‌ها هر ۱۰ روز یک‌بار وزن‌کشی شدند و تغییرات وزنی ثبت شد. بنابراین بر اساس میانگین افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک آغازین، بازده تبدیل خوراک (کیلوگرم وزن بدن تقسیم بر کیلوگرم ماده خشک مصرفی) مورد محاسبه قرار گرفت. جمع‌آوری نمونه خوراک به‌صورت هفتگی انجام شد و نمونه‌ها تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بعد از ۴۸ ساعت گذاشتن نمونه‌ها در آون دمای ۵۶ درجه سانتی‌گراد، ماده خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. با استفاده از توری یک میلی‌متری (Wiley's pulverizer for laboratory, Ogawa Seiki, Tokyo, Japan) قبل از تجزیه شیمیایی نمونه‌های خوراک آسیاب شدند. ماده خشک، عصاره اتری، پروتئین خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی(NDF) و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) طبق روش‌های استاندارد (Van Soest و همکاران، ۱۹۹۱) اندازه‌گیری شدند. طول بدن، ارتفاع جدوگاه، دورسینه، ارتفاع هیپ و عرض هیپ گوساله‌ها بعنوان شاخص‌های رشد اسکلتی بر اساس روش Lesmeister و همکاران (۲۰۰۴) در روزهای ۳، ۵۶ و ۷۰ آزمایش اندازه‌گیری و ثبت شدند. با استفاده از لوله معدی در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش، نمونه‌های مایع شکمبه بعد از تغذیه صبح‌گاهی گرفته شدند. مقدار ۱۰ میلی‌لیتر نمونه از هر گوساله جمع‌آوری شد و قبل از هر گونه آماده سازی pH اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از پارچه ۴ لایه متقال، نمونه‌های مایع شکمبه گرفته شده صاف شدند و سپس ۲ میلی لیتر متافسفریک اسید (۲۵ درصد) به ازای ۸ میلی‌لیتر نمونه اضافه گردید. سپس نمونه‌های حاوی متافسفریک در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد برای اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار (استات، پروپیونات، بوتیرات و والرات) ذخیره شدند. نهایتاً اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (model CP-9002, Chrompack, Middelburg, The Netherlands) اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در مطالعه حاضر، دوره قبل از شیرگیری (از ۴ تا ۵۶ روزگی) ، بعد از شیرگیری (۵۶ تا ۷۰ روزگی، وکل دوره آزمایش (۴ تا ۷۰ روزگی) به صورت جداگانه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از روش MIXED و رویه داده‌های تکرار شده در نرم افزار آماری SAS (ویرایش ۹/۳) انجام شد. اثر زمان (دوره یا هفته) به عنوان اندازه‌گیری‌های تکرار

شده مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های عملکردی (مصرف خوراک آغازین، ماده خشک مصرفی، وزن بدن و میانگین افزایش وزن روزانه) با استفاده از مدل زیر آنالیز شدند:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + F_j + PS_k + T_l + (F\times T)_{il} + (PS\times T)_{kl} + (F\times PS)_{jk} + (F\times PS\times T)_{jkl} + \beta(xi-x) + \varepsilon_{ijkl}$$

که Y_{ijkl} متغیر وابسته است؛ μ میانگین کل؛ A_i اثر تصادفی گوساله؛ F_j اثر ثابت منبع علوفه (کاه گندم یا یونجه)؛ PS_k اثر اندازه قطعات علوفه (نرم در مقابل درشت خرد شده)؛ T_l اثر ثابت دوره (دوره۱، ۲ ...، ۷)؛ $(F\times T)_{jl}$ اثر متقابل بین منبع علوفه و دوره؛ $(PS\times T)_{kl}$ اثر متقابل اندازه قطعات علوفه و دوره ؛ $(F\times PS)_{jk}$ اثر متقابل بین منبع علوفه و اندازه قطعات علوفه؛ $(F\times PS\times T)_{jkl}$ اثر سه جانبه منبع علوفه، اندازه قطعات علوفه و دوره؛ $\beta(xi-x)$ متغیر کمکی (برای وزن بدن و رشد اسکلتی، مقادیر اولیه به عنوان کوواریت در نظر گرفته شده است)؛ و ε_{ijkl} خطای تصادفی باقی مانده است. برای وزن شیرگیری و نهایی (۵۶ و ۷۰ روزگی)، وزن بدن اولیه به عنوان یک کوواریت در مدل آماری استفاده شد. طرح بلوک کامل تصادفی برای فراسنجه‌های رشد اسکلتی (۵۶ و ۷۰ روزگی) استفاده شد. همچنین تجزیه متغیرهای تخمیر شکمبه‌ای و رشد اسکلتی با استفاده از یک مدل مشابه بدون اثر زمان انجام گردید.

نتایج و بحث

داده‌های کل ماده خشک مصرفی، مصرف خوراک آغازین، افزایش وزن روزانه و بازده تبدیل خوراک در جدول شماره ۲ گزارش شده است. در این آزمایش برای هر سه دوره قبل از شیرگیری، بعد از شیرگیری و کل دوره اثر متقابلی بین منبع علوفه و اندازه قطعات علوفه برای کل ماده خشک مصرفی، مصرف خوراک آغازین، افزایش وزن روزانه و بازده خوراک مشاهده نگردید. اثرات اصلی منبع علوفه و اندازه قطعات علوفه برای فراسنجه‌های کل ماده خشک مصرفی، مصرف خوراک آغازین، افزایش وزن روزانه و بازده تبدیل خوراک در دوره قبل از شیرگیری، بعد از شیرگیری و کل دوره معنی‌دار نبود. تناقض در نتایج عملکردی تغذیه منابع و اندازه ذرات مختلف علوفه در گوساله‌های شیرخوار گزارش شده است. مطالعات نشان داده‌اند که سطح علوفه(Imani و همکاران، ۲۰۱۷)، منبع علوفه (Castells وهمکاران ۲۰۱۲) و فرم فیزیکی علوفه یا اندازه قطعات علوفه (Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۵؛ Nemati و همکاران، ۲۰۱۵) می‌توانند پاسخ به علوفه را تحت تأثیر قرار دهند. تناقض در نتایج مطالعات می‌تواند ناشی از منبع مختلف علوفه‌ها، تفاوت در ساختار فیزیکی و شیمیایی اجزای جیره، اندازه ذرات خوراک آغازین، اندازه قطعات علوفه و شرایط انجام آزمایش (مثل جنس بستر) باشد. در توافق با یافته های ما، Omidi-Mirzaei و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در گوساله‌هایی که دسترسی آزاد به منبع و اندازه ذرات مختلف علوفه داشتند تفاوتی بین تیمارهای آزمایشی نداشت. در تضاد با یافته‌های آزمایش حاضر، افزایش اندازه ذرات علوفه یونجه (۱ میلی‌متر به ۳ میلی‌متر؛ میانگین هندسی) در گوساله‌های تغذیه شده با جیره کاملاً کنسانتره‌ای بر پایه جو بهبود مصرف خوراک آغازین و عملکرد رشدی گوساله‌های شیرخوار را در پی داشته است. محققین دیگر گزارش کردند که پاسخ به اندازه ذرات علوفه می‌تواند تحت تأثیر سطح علوفه مصرفی قرار گیرد و اندازه ذرات درشت برای سطح پایین علوفه یونجه (۸ درصد) و اندازه ذرات متوسط برای سطح بالای علوفه (۱۶ درصد) مناسب می‌باشد(Mirzaei و همکاران، ۲۰۱۵). در مقابل برخی مطالعات، بهبود رشد گوساله‌های شیرخوار با تغذیه علوفه را غالباً مرتبط با پرشدگی شکمبه و افزایش وزن بافت‌های دستگاه گوارش مرتبط دانسته‌اند (Khan و همکاران، ۲۰۱۶؛ Imani و همکاران ۲۰۱۷).

جدول ۲- تأثیر جیره های آزمایشی بر مصرف خوراک، افزایش وزن و بازده تبدیل خوراک، کل ماده خشک مصرفی در گوساله‌های شیرخوار

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی[1]				SEM[2]	P-value		
	نرم خرد شده		درشت خرد شده					
	کاه	یونجه	کاه	یونجه		منبع علوفه	اندازه قطعات	اندازه×منبع
مصرف خوراک آغازین، گرم در روز								
قبل از شیرگیری	۰/۵۱	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۴۷	۰/۰۶	۰/۶۵	۰/۳۴	۰/۶۴
بعد از شیرگیری	۲/۴۰	۲/۲۰	۲/۳۰	۲/۵۰	۰/۱۴	۰/۸۷	۰/۴۱	۰/۴۷
کل دوره	۱/۱۳	۱/۰۳	۱/۰۶	۱/۱۸	۰/۰۷	۰/۲۲	۰/۸۸	۰/۷۴
کل ماده خشک مصرفی، گرم در روز								
قبل از شیرگیری	۱/۰۶	۱/۱۴	۱/۰۲	۱/۰۹	۰/۰۷	۰/۳۰	۰/۶۷	۰/۵۳
کل دوره	۱/۳۴	۱/۳۲	۱/۳۰	۱/۳۸	۰/۴۰	۰/۲۰	۰/۶۳	۰/۵۵
میانگین افزایش وزن روزانه، گرم در روز								
قبل از شیرگیری	۰/۶۹۰	۰/۷۲۰	۰/۶۷۵	۰/۷۴۵	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۹۰	۰/۴۵
بعد از شیرگیری	۱/۰۸	۱/۰۰	۱/۰۷	۱/۱۱	۰/۰۹	۰/۶۳	۰/۷۱	۰/۵۲
کل دوره	۰/۷۱۰	۰/۷۴۵	۰/۷۲۵	۰/۷۸۰	۰/۰۴	۰/۳۲	۰/۶۱	۰/۴۸
کارآیی خوراک								
قبل از شیرگیری	۰/۵۱	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۰۲	۰/۵۰	۰/۹۷	۰/۴۸
بعد از شیرگیری	۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۹	۰/۰۳	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۴
کل دوره	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۱	۰/۰۲	۰/۴۱	۰/۸۴	۰/۶۲
وزن بدن، کیلوگرم								
قبل از شیرگیری	۶۰/۵۱	۶۰/۴۱	۵۹/۰۱	۶۱/۴۲	۱/۸۰	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۸
بعد از شیرگیری	۹۴/۱۰	۹۳/۹۰	۹۱/۶۵	۹۵/۰۰	۲/۶۳	۰/۵۹	۰/۷۴	۰/۴۲
کل دوره	۶۸/۶۲	۶۸/۱۰	۶۶/۷۸	۶۹/۰۵	۲/۰۰	۰/۵۴	۰/۸۱	۰/۴۴

[1] تیمارهای آزمایشی شامل: گروه دریافت کننده کاه نرم خرد شده، گروه دریافت کننده یونجه نرم خرد شده، گروه دریافت کننده کاه درشت خرد شده و گروه دریافت کننده یونجه درشت خرد شده.

[2] خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۲- تأثیر جیره های آزمایشی بر مصرف خوراک، افزایش وزن و بازده تبدیل خوراک، کل ماده خشک مصرفی در گوساله‌های شیرخوار

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی[1]				SEM[2]	*P*-value		
	نرم خرد شده		درشت خرد شده					
	کاه	یونجه	کاه	یونجه		منبع علوفه	اندازه قطعات	اندازه×منبع
مصرف خوراک آغازین، گرم در روز								
قبل از شیرگیری	۰/۵۱	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۴۷	۰/۰۶	۰/۶۵	۰/۳۴	۰/۶۴
بعد از شیرگیری	۲/۴۰	۲/۲۰	۲/۳۰	۲/۵۰	۰/۱۴	۰/۸۷	۰/۴۱	۰/۴۷
کل دوره	۱/۱۳	۱/۰۳	۱/۰۶	۱/۱۸	۰/۰۷	۰/۲۲	۰/۸۸	۰/۷۴
کل ماده خشک مصرفی، گرم در روز								
قبل از شیرگیری	۱/۰۶	۱/۱۴	۱/۰۲	۱/۰۹	۰/۰۷	۰/۳۰	۰/۶۷	۰/۵۳
کل دوره	۱/۳۴	۱/۳۲	۱/۳۰	۱/۳۸	۰/۴۰	۰/۲۰	۰/۶۳	۰/۵۵
میانگین افزایش وزن روزانه، گرم در روز								
قبل از شیرگیری	۰/۶۹۰	۰/۷۲۰	۰/۶۷۵	۰/۷۴۵	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۹۰	۰/۴۵
بعد از شیرگیری	۱/۰۸	۱/۰۰	۱/۰۷	۱/۱۱	۰/۰۹	۰/۶۳	۰/۷۱	۰/۵۲
کل دوره	۰/۷۱۰	۰/۷۴۵	۰/۷۲۵	۰/۷۸۰	۰/۰۴	۰/۳۲	۰/۶۱	۰/۴۸
کارآیی خوراک								
قبل از شیرگیری	۰/۵۱	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۰۲	۰/۵۰	۰/۹۷	۰/۴۸
بعد از شیرگیری	۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۹	۰/۰۳	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۴
کل دوره	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۱	۰/۰۲	۰/۴۱	۰/۸۴	۰/۶۲
وزن بدن، کیلوگرم								
قبل از شیرگیری	۶۰/۵۱	۶۰/۴۱	۵۹/۰۱	۶۱/۴۲	۱/۸۰	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۸
بعد از شیرگیری	۹۴/۱۰	۹۳/۹۰	۹۱/۶۵	۹۵/۰۰	۲/۶۳	۰/۵۹	۰/۷۴	۰/۴۲
کل دوره	۶۸/۶۲	۶۸/۱۰	۶۶/۷۸	۶۹/۰۵	۲/۰۰	۰/۵۴	۰/۸۱	۰/۴۴

[1] تیمارهای آزمایشی شامل: گروه دریافت کننده کاه نرم خرد شده، گروه دریافت کننده یونجه نرم خرد شده، گروه دریافت کننده کاه درشت خرد شده و گروه دریافت کننده یونجه درشت خرد شده.

[2] خطای استاندارد میانگین‌ها

رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

داده‌های مربوط به فراسنجه‌های رشد اسکلتی در جدول شماره ۳ گزارش شده است. اثر متقابلی بین منبع علوفه و اندازه قطعات علوفه برای وزن بدن، طول بدن، ارتفاع جدوگاه، ارتفاع هیپ و دور سینه مشاهده نگردید. مشابه با نتایج مطالعه حاضر، Omidi-Mirzaei و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی استفاده از منبع واندازه قطعات مختلف علوفه به‌صورت دسترسی آزاد نشان دادند که فراسنجه‌های رشد اسکلتی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در تضاد با یافته‌های ما Nemati و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی اثرات متقابل اندازه ذرات (نرم آسیاب شده در مقایسه با درشت آسیاب شده) با سطح علوفه یونجه (۱۲/۵ درصد در مقابل ۲۵ درصد) گزارش کردند که توسعه آناتومیک و رشد دستگاه هضمی تحت تأثیر مکمل کردن و اندازه ذرات علوفه قرار خواهد گرفت. همچنین Mirzaei و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که اثرات اندازه ذرات علوفه یونجه به سطح علوفه بستگی دارد؛ اندازه ذرات درشت در سطح پایین علوفه (۸ درصد) و اندازه ذرات متوسط در سطح بالای علوفه (۱۶ درصد) نتایج مثبتی در پی خواهد داشت. عدم تأثیر فاکتورهای آزمایشی (منبع و اندازه ذرات علوفه) بر خصوصیات رشد اسکلتی در مطالعه حاضر احتمالاً مرتبط با مشابه بودن مصرف خوراک آغازین در گوساله‌های شیرخوار دریافت کننده تیمارهای مختلف می‌باشد.

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

داده‌های مربوط به تخمیر شکمبه‌ای در جدول شماره ۴ گزارش شده است. نتایج نشان داد که منبع و اندازه قطعات علوفه اثر معنی-داری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار، نسبت مولی استات، پروپیونات، بوتیرات، والرات و استات به پروپیونات در شکمبه ندارد. همچنین داده‌های pH شکمبه نشان می‌دهد که برای دوره قبل و بعد از شیرگیری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی (منبع و اندازه ذرات علوفه) قرار نگرفته است. در توافق با یافته‌های ما، در مطالعه‌ای عدم تأثیر منبع فیبر (یونجه در مقابل تفاله چغندر قند) بر pH شکمبه گوساله‌های شیرخوار هلشتاین گزارش شده است (Maktabi و همکاران، ۲۰۱۶). در تضاد با یافته‌های آزمایش حاضر، Nemati و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که افزایش اندازه ذرات علوفه بهبود pH شکمبه‌ای را در پی داشته است که مرتبط با افزایش مدت زمان نشخوار کردن در گوساله‌های دریافت کننده اندازه ذرات درشت در مقایسه با اندازه ذرات خیلی نرم می-باشد. اندازه ذرات خوراک آغازین برای تحریک جوش باید فیزیک مناسبی داشته باشد که منجر به تولید بزاق برای بافرینگ و تعدیل تخمیر شکمبه‌ای شود. به هر حال در کشور ما اندازه ذرات خوراک آغازین تحت تأثیر فرآوری معمول مورد استفاده در گله-های ایران (آسیاب نرم غلات) می‌باشد که در نتیجه توانایی فیزیکی لازم را در این رابطه نخواهد داشت بنابراین اندازه ذرات علوفه مکمل شده در این رابطه می‌تواند تأثیر معنی‌داری داشته باشد. افزایش اندازه ذرات علوفه با تحریک فعالیت نشخوار، بافری کردن شکمبه از طریق ترشح بزاق بر pH شکمبه تأثیر مثبتی خواهد داشت. مطالعات نشان می‌دهند که pH پایین شکمبه‌ای آثار منفی بر عملکرد، سلامت و توسعه شکمبه – نگاری گوساله-های شیرخوار خواهد داشت. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که دامنه pH شکمبه در گوساله‌های قبل از شیرگیری ۵/۴ تا ۵/۶ می‌باشد (Greenwood و همکاران، ۱۹۹۷) و همچنین به بالاتر از ۵/۶ تا ۵/۸ با افزایش سن گوساله‌ها به بالای ۱۰ تا ۱۲ هفتگی خواهد رسید(Bannink و همکاران، ۲۰۰۸). در یک فراتحلیل Imani و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که مکمل‌کردن علوفه در گوساله-های شیرخوار در دوره قبل و بعد از شیرگیری افزایش pH شکمبه‌ای را در پی خواهد داشت.

جدول ٤- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در گوساله‌های شیرخوار

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی[1]				SEM[2]	*P*-value		
	نرم خرد شده		درشت خرد شده					
	کاه	یونجه	کاه	یونجه		منبع علوفه	اندازه قطعات	اندازه×منبع
pH شکمبه								
روز ۳۵	۶/۰۱	۶/۰۰	۶/۰۹	۶/۲۸	۰/۱۶	۰/۵۴	۰/۶۵	۰/۲۹
روز ۷۰	۵/۶۸	۵/۹۴	۵/۸۴	۵/۶۵	۰/۲۸	۰/۷۸	۰/۶۵	۰/۸۸
کل اسیدهای چرب فرار (mmol/L)								
روز ۳۵	۵۸/۴۰	۵۶/۶۵	۵۸/۰۷	۵۵/۴۰	۱/۸	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۵۴
روز ۷۰	۴۹/۶۰	۵۱/۰۴	۵۰/۰۲	۵۱/۷۹	۱/۷۶	۰/۶۷	۰/۲۵	۰/۹۰
پروپیونات (مول بر ۱۰۰ مول)								
روز ۳۵	۲۸/۶۸	۳۴/۰۴	۳۴/۴۵	۳۱/۶۸	۱/۴۷	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۴۴
روز ۷۰	۳۷/۲۴	۳۹/۴۴	۳۷/۴۲	۳۶/۲۱	۱/۰۸	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۹۶
بوتیرات (مول بر ۱۰۰ مول)								
روز ۳۵	۸/۸۴	۷/۹۸	۹/۴۵	۸/۸۱	۰/۸۴	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۵۵
روز ۷۰	۷/۸۵	۷/۹۱	۹/۱۹	۹/۱۰	۰/۸۴	۰/۶۴	۰/۵۴	۰/۳۷
والرات (مول بر ۱۰۰ مول)								
روز ۳۵	۴/۰۶	۳/۸۸	۴/۲۸	۴/۰۹	۰/۷۰	۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۱۱
روز ۷۰	۴/۱۰	۳/۹۱	۴/۱۰	۳/۲۲	۰/۶۱	۰/۴۸	۰/۸۶	۰/۴۵
استات به پروپیونات								
روز ۳۵	۱/۳۴	۱/۶۸	۱/۵۰	۱/۷۴	۰/۱۴	۰/۵۱	۰/۴۵	۰/۳۱
روز ۷۰	۱/۲۱	۱/۳۰	۱/۳۶	۱/۵۲	۰/۲۰	۰/۳۴	۰/۲۲	۰/۶۴

[1] تیمارهای آزمایشی شامل: گروه دریافت کننده کاه نرم خرد شده، گروه دریافت کننده یونجه نرم خرد شده، گروه دریافت کننده کاه درشت خرد شده و گروه دریافت کننده یونجه درشت خرد شده.

[2] خطای استاندارد میانگین‌ها

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اثر متقابلی بین منبع علوفه مورد استفاده (یونجه و کاه گندم) با اندازه ذرات علوفه (نرم خرد شده در مقابل درشت) بر عملکرد، خصوصیات رشدی و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای گوساله‌های شیرخوار مشاهده نشد. همچنین به نظر می‌رسد در شرایط گله‌های ایران (خوراک آغازین کاملا کنسانتره‌ای)، ذات حضور فیبر علوفه‌ای در خوراک آغازین اهمیت بالاتری از منبع و اندازه ذرات علوفه مورد نظر خواهد داشت.

پاورقی‌ها

1- Non-ruminant
2- Functional Ruminant

منابع

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Bannink, A., France, J., Lopez, S., Gerrits, W.J.J., Kebreab, E., Tamminga, S. and Dijkstra, J. (2008). Modelling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning ofthe rumen wall. *Animal Feed Science and Technology*. 143:3–26.

Beharka, A. A., Nagaraja, T.G., Morrill, J.L., Kennedy, G.A. 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. and Kargar S. (2014). Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. *Journal of Dairy Science.* 97:2270–2280.

Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N.R., Skidmore, A.L., Godden, S. and Leslie K.E. (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science.* 93:3713–3721.

Brown, R.E., Davis, C.L., Staubus J.R. and Nelson W.O. (1960). Production and absorption of volatile fatty acids in the perfused rumen. *Journal of Dairy Science.* 43: 1788-1797.

Castells, L., Bach, A., Araujo, G., Montoro, C. and Terré, M. (2012). Effect of different forage sources on performance and feeding behavior of Holstein calves. *Journal of Dairy Science.* 95:286–293.

Coverdale, J.A., Tyler, H.D., Quigley, J.D. and Brumm J.A. (2004). Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *Journal of Dairy Science.* 87:2554–2562.

Greenwood, R.H., Morrill, J.L. and Titgemeyer E.C. (1997). Using dry feed intake as a percentage of initial body weight as a weaning criterion. *Journal of Dairy Science.* 80:2542–2546.

Imani, M., Mirzaei, M., Baghbanzadeh-Nobari, B. and M. H., Ghaffari. (2017). Effects of forage provision to dairy calves on growth performance and rumen fermentation: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science.* 100:1136-1150.

Iranian Council of Animal Care. (1995). Guide to the care and use of experimental animals, 1. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Khan, M.A., Bach, A., Weary, D.M. and von Keyserlingk, M.A.G. (2016). Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science.* 99:885–902.

Khan, M.A., Weary, D.M. and von Keyserlingk M.A.G. (2011). Hay intake improves performance and rumen development of calves fed higher quantities of milk. *Journal of Dairy Science.* 94:3547–3553.

Lesmeister, K.E. and Heinrichs, A.J. (2004). Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science.* 87:3439–3450.

Maktabi, H., Ghasemi, E. and Khorvash, M. (2016). Effects of substituting grain with forage or nonforage fiber source on growth performance, rumen fermentation, and chewing activity of dairy calves. *Animal Feed Science and Technology*. 221: 70–78.

Mirzaei, M., Khorvash, M., Ghorbani, G.R., Kazemi-Bonchenari, M., Riasi, A., Soltani, A., Moshiri, B. and Ghaffari, M.H. (2016). Interactions between the physical form of starter (mashed versus textured) and corn silage provision on performance, rumen fermentation, and structural growth of Holstein calves. *Journal of Animal Science.* 94:678–686.

Mirzaei, M., Khorvash, M., Ghorbani, G.R., Kazemi-Bonchenari, M., Riasi, A., Nabipour, A. and 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 (Berl.).* 99:553–564.

Nemati, M., Amanlou, H., Khorvash, M., Moshiri, B., Mirzaei, M., Khan, M.A. and 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.

NRC. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Academic Press, Washington, DC.

Omidi-Mirzaei, H., Azarfar, A., Mirzaei, M., Kiani, A. and 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.

Statistical Analysis System. (2003). User Guide: Statistics, Version 9.2. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber nonstarch polysaccharide in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583–3597.