



اثر دفعات خوراک‌دهی و افزودن روغن به جیره بر عملکرد، رفتار جدا کردن اجزای خوراک و تخمیر شکمبه گاوهای هلشتاین

کامران اکبری پابندی^{۱*}، حمیدرضا میرزایی الموتی^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

(تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱)

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثر دفعات خوراک‌دهی و افزودن روغن به جیره بر عملکرد، رفتار جدا کردن اجزای خوراک و تخمیر شکمبه گاوهای هلشتاین بود. از ۲۴ رأس گاو شیرده هلشتاین شامل ۱۲ رأس گاو یک بار زایش کرده و ۱۲ رأس چند بار زایش کرده به ترتیب با میانگین وزنی ۶۲۶ ± ۵۸ و ۶۱۷ ± ۲۵ کیلوگرم و روزهای شیردهی ۱۹۵ ± ۴۴ و ۲۰۷ ± ۳۹ روز در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. فاکتورها عبارت بودند از روغن جیره در سطوح صفر و $۲/۵$ درصد و دفعات خوراک‌دهی در سطوح یک و سه بار در روز. تیمارها از نظر ماده خشک مصرفی و تولید شیر تصحیح شده تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی تولید شیر تصحیح نشده با سه بار خوراک‌دهی بدون افزودن روغن کمتر از سایر تیمارها بود ($P < ۰/۰۵$). در بین تیمارها از نظر رفتار جدا کردن اجزای جیره تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$). گاوهای یک بار زایش کرده بیشتر از گاوهای چند بار زایش کرده رفتار جدا کردن را نشان دادند ($P < ۰/۰۵$). افزودن روغن با یک بار خوراک‌دهی باعث کاهش نوسانات pH شکمبه شد. غلظت پروپیونات شکمبه با یک بار خوراک‌دهی بیشتر از سایر تیمارها بود ($P < ۰/۰۵$). در این پژوهش افزودن روغن باعث کاهش بی‌نظمی‌های خوراک خوردن به ویژه با یک بار خوراک‌دهی در روز شد ($P < ۰/۰۵$). اثرات مثبتی از افزودن روغن بر تولید شیر، رفتارهای خوراک خوردن و pH شکمبه به خصوص با یک بار خوراک‌دهی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: دفعات خوراک‌دهی، افزودن روغن، رفتارهای تغذیه‌ای، جدا کردن، گاو هلشتاین

مقدمه

مدیریت خوراک‌دهی با عملکرد و رفتارهای گاو شیری در ارتباط است و می‌توان با بهبود آن بر عملکرد، سلامت و هزینه‌های واحدهای پرورش گاو شیری اثر گذاشت. دفعات خوراک‌دهی یکی از راهکارهای مدیریت خوراک‌دهی است که توجه ویژه‌ای را به دلیل مرتبط بودن با رفتار و عملکرد حیوان به خود جلب کرده است.

اعتقاد بر این است که افزایش دفعات خوراک‌دهی جیره‌هایی که در شکمبه سرعت تجزیه‌پذیری متوسط یا سریع داشته، در طی دوره‌های عادت‌پذیری به جیره‌های پرکنسانتره، در گله‌هایی که با تغییرات روزانه در جیره به خصوص نسبت علوفه به کنسانتره و میزان خوراک ارائه شده مواجه‌اند و گاوهای پرتولید با ماده خشک مصرفی بالا بسیار حائز اهمیت است (Grant and Albright, 1995). به علاوه عرضه جداگانه علوفه و کنسانتره و یا ناهمگن بودن جیره کاملاً مخلوط اجازه رفتار جدا کردن به گاو را داده و بروز اسیدوز تحت‌حاد را بیشتر می‌کند (Maulfair and Heinrichs, 2013) در این شرایط افزایش دفعات خوراک‌دهی ضروری می‌باشد. چندین پژوهش نشان داده‌اند که افزایش دفعات خوراک‌دهی سبب جلوگیری از کاهش pH شکمبه می‌شود و منجر به پایدار شدن pH شکمبه و کاهش نوسانات آن می‌شود (Soto et al., 2000) و اغلب از افزایش دفعات خوراک‌دهی به عنوان یک راهکار برای جلوگیری از اسیدوز و کاهش چربی و پرتئین شیر بخصوص در گاوهای پرتولید استفاده می‌شود. در این راستا استفاده از چربی به خصوص مکمل روغن نیز به دلیل داشتن مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع بالا و همچنین با تأثیر بر رفتار خوراک خوردن (Harvatine and Allen, 2006) می‌تواند بر تخمیر شکمبه تأثیر گذار باشد. همچنین در پژوهشی بر روی گاوهای پرواری بیان شده که چربی‌ها می‌توانند با پوشش‌دار کردن دانه‌های غلات و تغییر سرعت و مقدار هضم نشاسته برای جلوگیری از بروز اسیدوز مفید باشد (Huffman et al., 1992) و گزارش شده است که افزودن چربی کل مقدار اسیدهای چرب

فرار، سرعت هضم نشاسته و لاکتات تولیدی را کاهش داده و در نتیجه pH شکمبه افزایش پیدا می‌کند (Clary, 1991). در پژوهش دیگری مشاهده شده است که افزودن روغن پسمانده آشپزخانه می‌تواند باعث افزایش تعداد وعده‌های خوراک خوردن و کاهش معنی‌دار مقدار خوراک خورده شده در هر وعده شود (Kargar et al., 2010)، که این تغییر در رفتار خوراک خوردن می‌تواند جهت یکنواخت کردن روند تخمیر و جلوگیری از افت pH شکمبه مفید باشد.

در یک پژوهش با یک بار خوراک‌دهی در روز با ارائه ۲/۵ درصد از سه منبع مختلف چربی گزارش دادند که اندازه وعده خورده شده و نوسانات pH شکمبه به طور معنی‌داری با تیمار چربی غیر اشباع از سه تیمار دیگر کمتر بود (Harvatine and Allen, 2006). علاوه بر این چربی‌ها اثرات مثبت دیگری مثل کاهش گرد و خاکی بودن جیره، افزایش جذب مواد محلول در چربی، اثرات مثبت فیزیولوژیک، بهبود الگوی اسیدهای چرب فرآورده (NRC, 2001)، افزایش بازده انرژی و کاهش تولید متان (Dohme et al., 2000)، بهبود عملکرد تولید مثلی حیوان (DeVeth et al., 2009) را در پی دارد.

بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر دفعات خوراک‌دهی و افزودن مکمل روغن بر رفتارهای خوراک خوردن و رفتار جدا کردن اجزای خوراک و تخمیر شکمبه گاوهای شیرده هلشتاین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق که در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان انجام شد، از ۲۴ رأس گاو شیری هلشتاین شامل ۱۲ رأس یک بار زایش کرده (میانگین وزنی 58 ± 626 کیلوگرم، نمره وضعیت بدنی $0.28 \pm 3/5$ و روزهای شیردهی 44 ± 195 روز) و همچنین ۱۲ رأس گاو چند بار زایش کرده (میانگین وزنی 25 ± 617 کیلوگرم، نمره وضعیت بدنی $0.4 \pm 3/12$ و روزهای شیردهی 39 ± 207 روز) استفاده شد. گاوها به طور تصادفی به جیره‌های آزمایشی شامل (۱) سه بار خوراک‌دهی و ۲/۵ درصد مکمل روغن پسمانده

استاندارد (Kononoff *et al.*, 2003) الک شد و مقدار خوراک موجود در روی هر کدام از الک‌ها وزن شده و یادداشت شد، سپس از خوراک موجود در روی هر الک یک ریز نمونه برداشته و ماده خشک و درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی تعیین شد، سپس از طریق فرمول شاخص (مصرف مورد انتظار از همان الک / مصرف واقعی از الک مورد نظر = مصرف انتخابی اجزاء خوراک)، درصد جدا کردن توسط هر گاو مشخص شد و اختلاف عدد از ۱۰۰ نشان دهنده بروز رفتار جدا کردن برخلاف (کمتر از ۱۰۰) یا برای (بیشتر از ۱۰۰) آن اجزا می باشد. در دومین روز از هفته آخر گاوها به مدت ۲۴ ساعت تحت نظر قرار گرفتند و مدت زمان خوردن، ایستادن، خوابیدن، نشخوار کردن، آب خوردن، تعداد وعده‌های خوردن (مدت زمان خوراک خوردن بعد از یک وقفه طولانی)، میانگین زمان وعده‌ها و مدت زمان خوراک خوردن بعد از عرضه خوراک و مدت زمان شیردوشی اندازه‌گیری شد (Kargar *et al.*, 2010). لازم به ذکر است در روز ثبت رفتارها هیچ اقدامی که در رفتار طبیعی گاوها اختلال ایجاد کند انجام نشد. همچنین کل زمان گردش و شیردوشی گاوها ۱۱۰ دقیقه در روز بود.

خون‌گیری دو ساعت پس از خوراک‌دهی صبح یک بار در ابتدا و یک بار در انتهای دوره از محل سیاهرگ دمی انجام شد. به منظور تهیه پلاسما بلافاصله بعد از خون‌گیری نمونه‌ها با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه برای جداسازی پلاسما سانتریفیوژ شد و پلاسمای جدا شده و در دمای ۲۱- تا زمان آنالیز ذخیره شد. پس از اتمام آزمایش فراسنجه‌های خونی گلوکز، آلومین، کلسترول، کلسیم، فسفر و منیزیم توسط کیت‌های شرکت پارس آزمون و دستگاه اسپکتوفتومتر (Perkin-elmer 35, United States) تعیین شد. در آخرین روز آزمایش نمونه‌گیری از مایع شکمبه در دو نوبت انجام شد. نوبت اول دو ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح و نوبت دوم دو ساعت بعد از خوراک‌دهی بعد از ظهر انجام شد.

رستوران، ۲) سه بار خوراک‌دهی بدون مکمل روغن، ۳) یک بار خوراک‌دهی و ۲/۵ درصد مکمل روغن پسمانده رستوران و ۴) یک بار خوراک‌دهی بدون مکمل روغن، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۲ اختصاص داده شدند که شکم زایش به عنوان بلوک در نظر گرفته شد. گاوهای مورد آزمایش در سالن مسقف در جایگاه‌های انفرادی توسط یک زنجیر به آخور مربوطه بسته شدند. طول دوره آزمایش ۲۸ روز بود که یک هفته برای عادت پذیری به جایگاه انفرادی، دو هفته برای عادت پذیری به جیره و هفته آخر به جمع‌آوری داده‌ها اختصاص یافت.

جیره‌های آزمایشی به صورت کاملاً مخلوط و به طور آزاد برای تیمارهای سه بار خوراک‌دهی، سه بار در روز در ساعت‌های ۰۸:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۲۰:۰۰ و برای تیمارهای یک بار خوراک‌دهی، یک بار در روز در ساعت ۸:۰۰ صبح در اختیار دام‌ها قرار گرفت. جیره‌ها به صورت ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره بودند و به صورت آزاد در اختیار گاوها قرار می‌گرفت (جدول ۱). از ذرت سیلو شده و یونجه به صورت یکسان در تمام جیره‌ها استفاده شد. شیردوشی دو بار در روز در ساعت ۷:۰۰ و ۱۹:۰۰ انجام گرفت. ماده خشک مصرفی روزانه در طول سه هفته اول یک روز در میان و هفته چهارم به طور روزانه اندازه‌گیری شد. هر هفته یک بار از خوراک مصرفی برای تعیین ترکیبات آن نمونه‌برداری شد. اندازه‌گیری پروتئین خام، چربی خام و خاکستر نمونه‌های خوراک بر اساس روش‌های آزمایشگاهی بین‌المللی (AOAC, 2000) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی از طریق شستشو در شوینده خنثی به مدت یک ساعت (Van Soest *et al.*, 1991) انجام گرفت. کربوهیدرات‌های غیر الیافی به روش تفاوت از کسر کردن مجموع چربی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر از صد محاسبه شد (NRC, 2001).

برای اندازه‌گیری رفتار جدا کردن توسط گاوها دو روز متناوب در هفته پایانی در ساعت‌های ۷:۳۰، ۱۴:۰۰ و ۲۰:۰۰ از آخور هر کدام از گاوها نیم کیلو نمونه برداشته شده و توسط غربال اندازه ذرات که دارای سه غربال با قطر منافذ ۱۹، ۸ و ۱/۱۸ میلی‌متر بود، مطابق دستور

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی بر اساس ماده خشک

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets on DM basis.

Composition	Diet	
	No oil supplement	Oil supplement
Ingredient, % of DM		
Alfalfa hay	25	25
Corn silage	35	35
Ground barley	16.11	16.11
Wheat bran	11.11	7.22
Soybean meal	11.11	12.5
Yellow grease ¹	-	2.5
Calcium carbonate	0.83	0.83
Vitamin-mineral mix ²	0.56	0.56
Salt	0.28	0.28
Chemical composition		
DM, %	50 ± 2.5	50±2.1
NE _L ³ , Mcal/kg of DM	1.52	1.64
CP, % of DM	15.21 ± 0.15	15.17±0.12
Ether extract, % of DM	2.84 ± 0.08	5.34±0.06
NDF, % of DM	36.5 ± 0.21	35±0.26
NFC ⁴ , % of DM	37.05 ± 0.19	36.19±0.21
Ash, % of DM	8.4 ± 0.1	8.3±0.1
peNDF ⁵ > 8mm	18.6 ± 0.5	18.09±0.5
peNDF ⁶ > 1.18mm	27.5 ± 0.6	26.88±0.6

¹Mainly consisted of soybean, sunflower, cotton seed and palm oil, and mixture of fatty acids contain; 0.10% C14:0, 10.96% C16:0, 0.14% C16:1, 3.85% C18:0, 25.39% C18:1, 53.20% C18:2, 6.01% C18:3 and other fatty acids 0.35%.

²Supplied 196000, 96000, 19000, 46000, 3000, 300, 2000, 3000, 100, 100, 1 and 400 mg/kg of diet DM of calcium, phosphorus, magnesium, sodium, iron, copper, manganese, zinc, cobalt, iodine, selenium, antioxidant, respectively, as well as vitamin A (3,000 IU/kg), vitamin D (800 IU/kg), and vitamin E (6 IU/kg).

³Based on tabular values (NRC, 2001).

⁴Calculated by difference 100 - (% NDF + % CP + % fat + % ash).

⁵Physically effective NDF > 8.0 = % of particles >8.98 mm × NDF of whole sample (similar to top 2 sieves of PSPS) (Kononoff et al., 2003).

⁶Physically effective NDF > 1.18 = % of particles >1.65 mm × NDF of whole sample (similar to top 3 sieves in PSPS) (Kononoff et al., 2003).

شد تا بهترین مدل ایجاد شود. حداقل میانگین مربعات در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ گزارش شد و متغیرهایی که سطح معنی‌داری آن‌ها بین ۰/۰۵ تا ۰/۱۰ بود به صورت تمایل به معنی‌داری تفسیر شدند.

مدل کلی برای داده‌های تکرار شده در زمان (ماده خشک مصرفی، تولید شیر روزانه) به صورت زیر می‌باشد.

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + O_j + P_k + W_l + FO_{ij} + FP_{ik} + FW_{jk} + OP_{jk} + OW_{jl} + PW_{kl} + C_n + \varepsilon_{ijkl}$$

مدل کلی برای داده‌های تکرار نشده در زمان (رفتارهای خوراک خوردن، فراسنجه‌های شکمبه ای و خونی) نیز به صورت زیر می‌باشد.

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + O_j + P_k + FO_{ij} + FP_{ik} + OP_{jk} + C_n + \varepsilon_{ijkl}$$

نمونه‌گیری از شکمبه با برداشت مستقیم از مایع شکمبه از طریق مری انجام شد. بلافاصله بعد از گرفتن مایع شکمبه pH آن توسط pH متر (Eit ABB Kent (Taylor Ltd, Kent Ukraine) تعیین شد. تعیین غلظت اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف (Varian Inc., Walnut Creek, Canada) انجام شد.

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS با رویه‌ی مختلط در طی زمان به صورت اندازه‌های تکرار شده تجزیه شدند. تمام اثرات ثابت و متغیرهای کمکی ابتدا وارد مدل شدند و پس از تعیین ساختار خطای واریانس- کوواریانس هر یک از متغیرهای کمکی، هر بار یکی از آن‌ها با توجه به سطح معنی‌داری از مدل حذف

خوردن همبستگی دارد (Kellems *et al.*, 1989). در توافق با نتایج تحقیق حاضر، در برخی پژوهش‌ها تأثیری از دفعات خوراک‌دهی بر ماده خشک مصرفی مشاهده نشده است (Kargar *et al.*, 2010). دلیل تناقض در نتایج پژوهش‌های مختلف در رابطه با دفعات خوراک‌دهی به تفاوت در شرایط آزمایش (نوع جایگاه، مرحله شیردهی، شکم زایش، ژنتیک، طول دوره آزمایش و غیره) نسبت داده شده است (French and Kennelly, 1990).

اثر متقابل بین دفعات خوراک‌دهی و افزودن روغن برای تولید شیر تمایل به معنی‌داری داشت ($P < 0/1$). افزودن روغن به جیره گاوهایی که سه بار خوراک‌دهی شدند تولید شیر را افزایش داد ($P < 0/1$) ولی این افزایش در یک بار خوراک‌دهی مشاهده نشد.

پاسخ تولید شیر به افزودن چربی غیرخطی می‌باشد به طوری که در مقادیر کم افزودن چربی باعث افزایش تولید شیر می‌شود ولی با استفاده از مقادیر بیشتر یا تأثیری در تولید شیر نداشته یا اثر منفی می‌گذارد و این اثرات منفی به کاهش ماده خشک مصرفی، کاهش هضم لیاف، اثرات منفی بر تخمیر شکمبه و اثرات متابولیک مربوط است (Hart, 1983). برخی از پژوهش‌ها که در بیشتر آن‌ها علوفه و کنسانتره جداگانه عرضه شده است، با افزایش دفعات خوراک‌دهی افزایش تولید شیر گزارش شده است (Dohme *et al.*, 2000; NRC, 2001). گزارش شده است که افزایش دفعات خوراک‌دهی به چهار بار یا بیشتر در روز در مقایسه با یک یا دو بار در روز منجر به افزایش تولید شیر به مقدار ۲/۷ درصد می‌شود (Dohme *et al.*, 2000). ولی در برخی پژوهش‌های انجام شده که خوراک مصرفی به صورت کاملاً مخلوط عرضه شده است با کاهش دفعات خوراک‌دهی از چند بار به یک بار تأثیر معنی‌داری بر تولید شیر مشاهده نکرده‌اند (French and Kennelly, 1990).

که در این مدل‌ها Y_{ijk} , Y_{ijkl} , متغیر وابسته؛ μ ، میانگین کل؛ F_i ، اثر دفعات خوراک‌دهی؛ O_j ، اثر افزودن روغن؛ P_k ، اثر تعداد زایش (تلیسه و یا گاو زایش کرده)؛ W_l ، اثر زمان؛ FO_{ij} ، اثر متقابل دفعات خوراک‌دهی در روغن؛ FP_{ik} ، اثر متقابل دفعات خوراک‌دهی در تعداد زایش؛ FW_{il} ، اثر متقابل دفعات خوراک‌دهی در زمان؛ OP_{jk} ، اثر متقابل افزودن روغن در تعداد زایش؛ OW_{jl} ، اثر افزودن روغن در زمان؛ PW_{jk} ، اثر متقابل تعداد زایش در زمان؛ C_l و C_n ، اثر تصادفی گاو و ϵ_{ijkl} و ϵ_{ijkln} ، اثر خطای باقی مانده بود.

نتایج و بحث

ماده خشک مصرفی و تولید شیر: تأثیر افزودن مکمل روغن و دفعات خوراک‌دهی بر ماده خشک مصرفی و تولید شیر در جدول شماره دو آورده شده است. تفاوتی بین تیمارهای آزمایشی از نظر مصرف ماده خشک مشاهده نشد. گزارش شده است که تغییرات در مقدار مصرف ماده خشک گاوهای شیری با افزودن چربی به جیره غذایی آن‌ها، ثابت نیست و به عوامل مختلفی از جمله خوش خوراکی، مقدار، منبع، درجه اشباع بودن، طول زنجیر و شکل اسیدهای چرب (تری‌گلیسرید و اسید چرب آزاد) بستگی دارد (DeVries *et al.*, 2011). افزودن روغن به جیره غذایی گاوهای شیری منجر به کاهش خطی مقدار ماده خشک مصرفی می‌شود، البته این کاهش زمانی مشاهده می‌شود که مکمل روغن بیشتر از ۵-۶ درصد جیره باشد (Hart, 1983). در تحقیق حاضر احتمالاً به دلیل پایین بودن مقدار مکمل روغن (۲/۵ درصد) اضافه شده به جیره تأثیر معنی‌داری بر مصرف ماده خشک مشاهده نشد. برخلاف نتایج این تحقیق برخی از پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که افزایش دفعات خوراک‌دهی سبب افزایش در ماده خشک مصرفی می‌شود (Grant and Albright, 1995; Kellems *et al.*, 1989) و گزارش شده است که افزایش ماده خشک مصرفی با افزایش زمان

جدول ۲- تأثیر دفعات خوراک‌دهی و افزودن روغن بر ماده خشک مصرفی و تولید شیر (کیلوگرم در روز)

Table 2. Effects of feeding frequency and oil supplementation on dry mater intake (DMI) and milk yield (kg/d)

Variable	Treatment ¹				SEM	P-value ²			Parity
	3×		1×			FF	OS	FF×OS	
	WO	OS	WO	OS					
DMI	18.32	17.87	18.66	17.95	0.33	0.67	0.23	0.79	0.66
Milk yield	19.86 ^b	21.11 ^a	21.08 ^a	21.10 ^a	0.34	0.13	0.09	0.09	0.034
FCM ³ yield	21.44	21.66	21.02	21.21	1.09	0.70	0.85	0.99	0.09
ECM ⁴ yield	19.78	19.67	19.36	19.62	1.02	0.82	0.94	0.86	0.34

¹Treatment: 3×WO = feeding three times per day (3×) without OS, 3×OS = 3× with 2.5% OS, 1×WO = feeding once per day (1×) without OS, 1×OS = 1× with 2.5% OS.

²FF = feeding frequency; OS = oil supplement; FF×OS = interaction

³3.5%FCM = (0.4324×Milk yield) + (16.23×Fat yield)

⁴ECM (kg/day) = milk (kg/day) × [38.3 × fat (g/kg) + 24.2 × protein (g/kg) + 16.54 × lactose (g/kg) + 20.7]/3140 (Sjaunja *et al.*, 1990).

الیاف نامحلول در شوینده خنثی موجود در آخور در طول شبانه روز برای همه تیمارها افزایش پیدا کرده است ($P < 0.01$) و به این معنی است که رفتار جدا کردن برای مصرف نکردن الیاف خوراک صورت گرفته و گاوها از خوردن علوفه سرباز زده‌اند ولی این رفتار در تیمار یک بار خوراک‌دهی با افزودن روغن کمتر و با الگوی آهسته‌تری انجام شده است، و به جز این تیمار رفتار جدا کردن بیشتر در فاصله زمانی بین عرضه خوراک صبح تا ساعت ۱۳:۰۰ انجام گرفته است. تفاوت بین مقدار الیاف خوراک موجود در آخور بین یک‌بار زایش کرده و چند بار زایش کرده معنی‌دار نبود.

بنابراین بیان شده است که افزایش تولید شیر با کاهش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند ناشی از افزایش زمان استراحت، کاهش رفتار تهاجمی، افزایش در زمان نشخوار کردن و زمان خوابیدن گاوها باشد (Harvatine and Allen, 2006). به علاوه مطرح شده است که تولید شیر با زمان خوراک خوردن رابطه دارد (Kononoff *et al.*, 2003) که در این پژوهش تولید کمتر با سه بار خوراک‌دهی بدون روغن می‌تواند به کاهش زمان خوردن در این تیمار مربوط باشد. جدا کردن الیاف نامحلول در شوینده خنثی: نتایج حاصل از این پژوهش (جدول ۳) نشان داد که درصد

جدول ۳- تغییرات درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی خوراک موجود در آخور در طول روز

Table 3. Variation in NDF percent of feed bunk during the day

Treatment ³	Delivered ¹	Ort ²	Ort ²	Ort ²	SEM	P-value	
	08:00	13:00	19:00	07:30		Time	Parity
3×WS	36.50 ^a	49.51 ^b	50.47 ^b	53.47 ^b	2.36	<0.001	0.12
3×OS	35.00 ^a	50.13 ^b	52.15 ^b	55.17 ^b	2.04	<0.001	0.36
1×WS	36.50 ^a	49.27 ^b	54.20 ^b	55.94 ^b	1.72	<0.001	0.64
1×OS	35.00 ^a	43.72 ^a	53.67 ^b	52.00 ^b	2.74	<0.001	0.52

¹%NDF of delivered at 08:00 am

²%NDF of feed in feed bunk, sampled at hours 1300, 1900 and 0730

³Treatment: 3×WO = feeding three times per day (3×) without OS, 3×OS = 3× with 2.5% OS, 1×WO = feeding once per day (1×) without OS, 1×OS = 1× with 2.5% OS.

نشد بلکه در تیمار یک بار خوراک‌دهی در روز با افزودن مکمل روغن به طور نسبی جدا کردن کمتری برای الیاف نامحلول در شوینده خنثی انجام گرفت.

اندازه ذرات خوراک موجود در آخور: با توجه به اینکه تفاوتی معنی‌داری بین درصد جدا کردن برای اندازه ذرات بین تیمارها نبود (جدول ۳)، تغییرات اندازه ذرات در طول روز (درصد تغییرات) به صورت جمع همه تیمارها با هم در شکل یک آورده شده است. اثر زمان در این تحقیق برای اندازه ذرات خوراک موجود در آخور معنی‌دار بوده ($P < 0.05$) و با گذشت زمان قطعات بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر افزایش معنی‌داری و ذرات کوچکتر از ۱۹ میلی‌متر کاهش معنی‌دار از زمان عرضه خوراک تا ساعت ۱۹:۰۰ داشته و بعد از آن ثابت می‌شود. گزارش شده است که معمولاً گاوها تمایل به خوردن اجزای ریز جیره داشته و از خوردن ذرات بلندتر سر باز می‌زنند، و این عمل باعث می‌شود که مقدار نشاسته مصرفی افزایش و مقدار الیاف مصرفی کاهش پیدا کند (Leonardi et al., 2005). در توافق با نتایج این تحقیق در یک پژوهش که رفتار جدا کردن را همانند روش تحقیق حاضر در چهار نوبت در روز و با یک‌بار خوراک‌دهی در روز اندازه‌گیری کرده بودند مشخص شد که در همه تیمارها رفتار جدا کردن اتفاق افتاده است (Maulfair and Heinrichs, 2013) به علاوه در پژوهش دیگری بیان شده که رفتار جدا کردن به طور آشکاری در همه تیمارها که اندازه ذرات آن مختلف باشد و در زمان‌های مختلفی بعد از خوراک دادن اتفاق می‌افتد (Maulfair et al., 2011).

درصد جدا کردن اجزای جیره برای تیمارهای آزمایشی در جدول شماره چهار آورده شده است. نتایج نشان داد که تفاوتی بین تیمارها، دفعات خوراک‌دهی و افزودن روغن برای جدا کردن اجزای جیره براساس اندازه ذرات وجود نداشت و در همه تیمارها جدا کردن اتفاق افتاده است. در این راستا در مقایسه بین مقدار خوراک ارائه شده در روز (۱۰ درصد ارائه خوراک بیشتر به یک تیمار) با دفعات خوراک‌دهی دو بار در روز گزارش شد که رفتار

پیشنهاد شده است که ذرات بلندتر خوراک دارای درصد بالاتری از الیاف نسبت به کل جیره کاملاً مخلوط هستند، بنابراین امتناع از خوردن ذرات بلندتر باعث کاهش کل الیاف مصرفی و افزایش الیاف آخور در طول روز می‌شود (Leonardi et al., 2005). علاوه بر این چندین پژوهش نشان داده‌اند که اختلاف بین درصد الیاف خوراک و باقیمانده نشان دهنده رفتار جدا کردن توسط گاوها است (Krause and Oetzel., 2006). در توافق با نتایج این تحقیق در مقایسه بین یک، دو و سه بار خوراک‌دهی در روز که پنج بار در طول روز از آخور حیوان نمونه برداری شده بود اثر زمان معنی‌دار بود و نشان داد که درصد الیاف خوراک موجود در آخور در طول روز افزایش پیدا کرده است (DeVries et al., 2005). همچنین در پژوهش دیگری با یک بار خوراک‌دهی در روز درصد الیاف خوراک موجود در آخور تمایل به افزایش نشان داد. در این پژوهش درصد الیاف خوراک موجود در آخور یک‌بار در ابتدا و یک بار در انتها اندازه‌گیری شده بود (Maulfair and Heinrichs, 2013).

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده، در این پژوهش تفاوتی بین تیمارها، دفعات خوراک‌دهی و افزودن روغن برای درصد جدا کردن الیاف جیره مشاهده نشد، فقط از نظر عددی تیمار یک بار خوراک‌دهی با افزودن روغن نسبت به سه تیمار دیگر کمتر جدا کرده بود، به علاوه درصد الیاف خوراک موجود در آخور در ساعت ۱۹:۰۰ برای گاوهای یک‌بار زایش کرده بیشتر از گاوهای چندبار زایش کرده بود ولی در سایر زمان‌ها تفاوتی از لحاظ شکم زایش وجود نداشت. در یک پژوهش در مقایسه بین دو و چهار بار خوراک‌دهی در روز در رابطه با رفتار جدا کردن تفاوتی وجود نداشت ولی گاوهایی که یک بار در روز خوراک دریافت کرده‌اند نسبت به دو بار خوراک‌دهی رفتار جدا کردن بیشتری نشان دادند و درصد الیاف به خصوص در ساعت‌های انتهایی روز بیشتر از یک بار خوراک‌دهی در روز بود. آنها نتیجه گرفتند که افزایش دفعات خوراک‌دهی باعث افزایش دسترسی گاوها به خوراک شده و عرضه خوراک تازه در اوج مصرف خوراک باعث کاهش رفتار جدا کردن می‌شود و بیان کردند افزایش دفعات خوراک‌دهی از یک به دو بار در روز باعث کاهش رفتار جدا کردن می‌شود (DeVries et al., 2005). بر خلاف این گزارش در پژوهش حاضر این نتیجه مشاهده

پژوهش گزارش شده است که مقدار جدا کردن در گاوهای یک بار زایش کرده و چند بار زایش کرده تفاوتی نداشت (Leonardi and Armentano., 2003).

در پژوهش بعدی آنها گزارش شد که گاوهای یک بار زایش کرده نسبت به چند بار زایش کرده‌ها ذرات کوتاه جیره را بیشتر می‌خورند و از خوردن ذرات بلندتر خوراک بیشتر از گاوهای چند بار زایش کرده سر باز می‌زنند در نتیجه رفتار جدا کردن در گاوهای یک بار زایش کرده بیشتر است (Leonardi et al., 2005). آنها دلیل این تناقض را به تفاوت در نوع علوفه مورد آزمایش در طرح آزمایشی نسبت دادند.

جدا کردن در هر دو تیمار صورت گرفته است (Angela and DeVries, 2011).

تفاوت بین جدا کردن گاوهای یک بار زایش کرده و چند بار زایش کرده برای ذرات بلند خوراک (بلند تر از ۹ میلی‌متر) در شکل شماره دو آورده شده است. اثر شکم زایش در آنالیز در ساعت ۱۳:۰۰ معنی‌دار نبوده ولی بعد از آن تأثیر آن معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$), به طوری که گاوهای یک بار زایش کرده رفتار جدا کردن بیشتری نسبت به گاوهای چندبار زایش کرده نشان دادند. در پژوهش‌های انجام شده در گذشته بیان شده است که الگوی خوراک خوردن گاوها می‌تواند در گاوهای یک‌بار زایش کرده و گاوهای چند بار زایش کرده متفاوت باشد (Krause and Oetzel., 2006). در این راستا در یک

جدول ۴- تأثیر دفعات خوراک‌دهی و افزودن روغن بر درصد جدا کردن اجزای بلند، متوسط، کوتاه، ریز و الیاف جیره (درصد)

Table 4. Effect of feeding frequency and on the sorting¹ (%) of long, medium, short, and fine particles² and dietary NDF

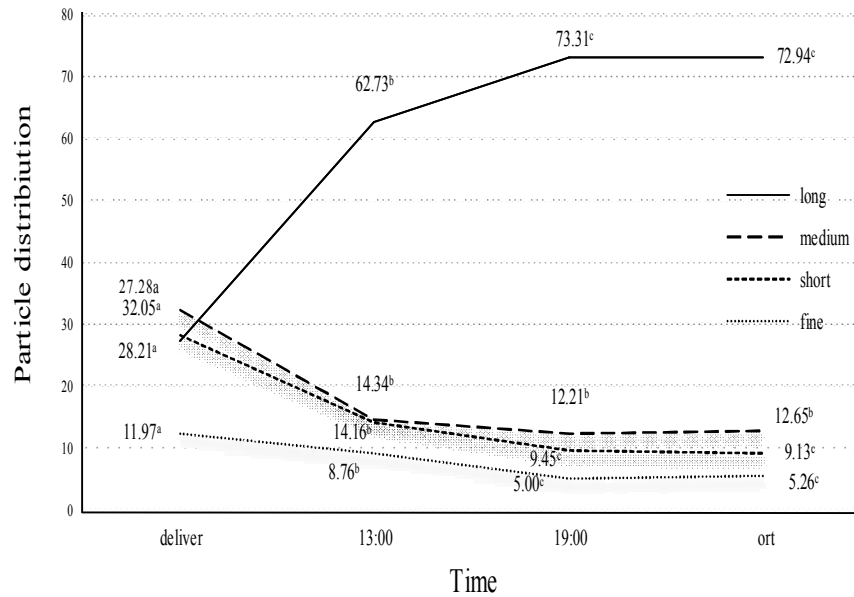
	Treatment ³					P-value ⁴			
	×3		×1		SEM	FF	OS	FF×OS	Parity
	WO	OS	WO	OS					
Sorting of particle fractions, %									
Long	87.74	85.84	85.79	87.49	1.89	0.94	0.94	0.35	0.01
Medium	104.68	105.5	104.8	104.72	0.57	0.57	0.52	0.44	0.02
Short	104.98	105.6	105.88	105.09	0.83	0.79	0.93	0.39	0.02
Fine	103.86	104.45	105.81	103.97	1.10	0.51	0.57	0.28	0.009
Sorting of dietary NDF	96.28	95.39	95.74	97.49	0.87	0.38	0.62	0.14	0.54

¹Sorting % = $100 \times (n \text{ DMI} / n \text{ predicted DMI})$, where n = particle fraction (long, medium, short, or fine) or dietary nutrient (CP, ADF, NDF, or peNDF). Sorting values equal to 100% indicate no sorting, <100% indicate selective refusals (sorting against), and >100% indicate preferential consumption (sorting for).

²Particle size determined by Penn State Particle Separator, which has a 19-mm screen (long), 8-mm screen (medium), 1.18-mm screen (short), and a pan (fine).

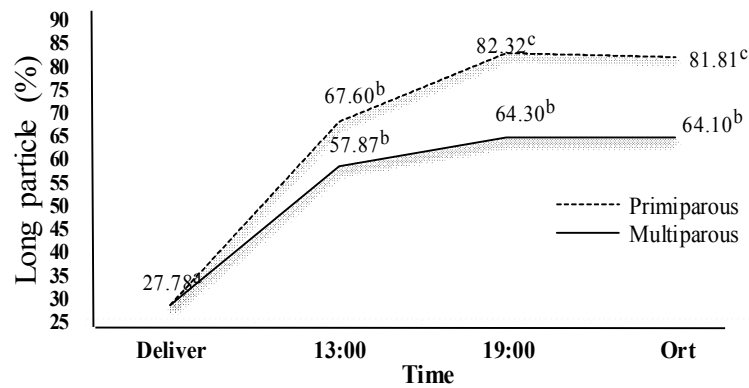
³Treatment: 3×WO = feeding three times per day (3×) without OS, 3×OS = 3× with 2.5% OS, 1×WO = feeding once per day (1×) without OS, 1×OS = 1× with 2.5% OS.

⁴FF = feeding frequency; OS = oil supplement; FF×OS = interaction.



شکل ۱- تغییرات اندازه ذرات خوراک موجود در آخور در طول یک شبانه روز برای همه تیمارها

Figure 1. Variation in feed particle size of feed bunk during the day for all treatments



شکل ۲. تفاوت بین گاوهای یکبار زایش کرده و چند بار زایش کرده برای جدا کردن اجزای بلند

Figure 2. Difference between multiparous and primiparous cows for sorting long particle

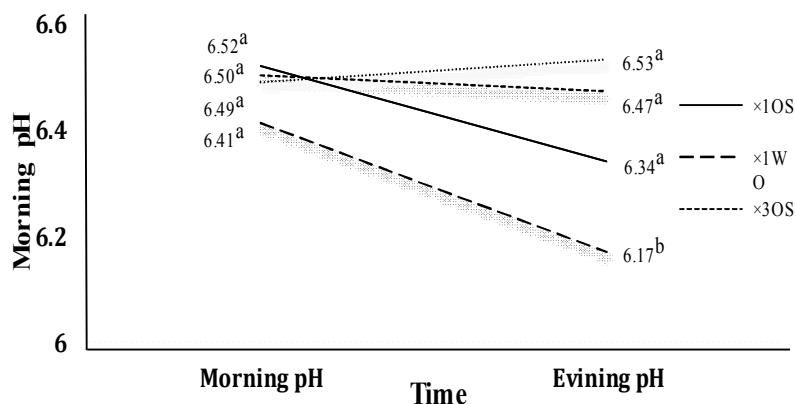
بلندتر از ۹ میلی‌متر و ذرات بین ۸ و ۱/۱۸ میلی‌متر را بیشتر از گاوهای چندبار زایش کرده جدا کردند، به‌علاوه علوفه مورد استفاده در این دو پژوهش نیز تقریباً یکسان

در پژوهش دیگری همانند نتایج گزارش شد در بالا گاوهای یک بار زایش کرده به طور معنی‌داری ذرات

گذشت زمان در این تیمار کاهش معنی‌دار در pH شکمبه رخ داده بود. در رابطه با تأثیر دفعات خوراک‌دهی بر pH شکمبه چندین پژوهش نشان داده‌اند که افزایش دفعات خوراک‌دهی باعث کاهش نوسانات pH شکمبه در روز می‌شود (DeVries *et al.*, 2005; French and Kennelly, 1990; Shabi *et al.*, 1999). دلایل مختلفی را می‌توان به کاهش pH شکمبه با کاهش دفعات خوراک‌دهی ذکر کرد، که از آن جمله می‌توان به افزایش مقدار خوراک خورده شده به خصوص بلافاصله بعد از عرضه خوراک، افزایش در اندازه وعده‌های خوراک خوردن، کاهش تعداد وعده‌های خوراک خوردن در شبانه روز و بروز رفتار جدا کردن اشاره کرد. با افزایش اندازه وعده و به خصوص در هنگام عرضه خوراک، گاوها مقدار خوراک بیشتری خورده و هرچه خوراک خورده شده بیشتر باشد ماده آلی در دسترس تخمیر برای میکروب‌ها بیشتر شده و امکان افت pH شکمبه بیشتر می‌شود (DeVries *et al.*, 2005).

بوده و فقط در مقدار علوفه مورد استفاده تفاوت وجود داشت (DeVries *et al.*, 2011). عوامل ایجاد کننده تفاوت در رفتار جدا کردن و تفاوت در نتایج پژوهش‌های مختلف را می‌توان به درصد علوفه جیره، توزیع اندازه ذرات جیره و درصد ماده خشک جیره ارتباط داد (Leonardi and Armentano, 2003).

pH شکمبه: pH شکمبه دو ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نداشت. ولی در ساعت چهار بعد از ظهر اثر دفعات خوراک‌دهی بر pH شکمبه معنی‌دار بود ($P < 0.05$) و باعث کاهش pH شکمبه با یک بار خوراک‌دهی در روز شد، البته این کاهش در جیره با افزودن مکمل روغن تخفیف یافته بوده، به طوری که در جیره حاوی روغن کاهش در pH شکمبه معنی‌دار نبود. همچنین بیشترین نوسان در pH شکمبه را تیمار سه بار خوراک‌دهی بدون مکمل روغن داشت (شکل ۳). به‌علاوه در مقایسه بین pH صبح و عصر تنها در تیمار یک بار خوراک‌دهی بدون افزودن روغن تفاوت معنی‌دار بود و با



شکل ۳. اثر دفعات خوراک‌دهی و افزودن روغن بر pH شکمبه

Figure 3. Effects of feeding frequency and oil supplementation on rumen pH

جیره کاملاً مخلوط یکنواختی کمی داشته باشد، امکان بروز رفتار جدا کردن را فراهم کرده (DeVries *et al.*,

از آنجایی که گاوهای شیری تمایل به مصرف زیاد کنسانتره دارند با کاهش دفعات خوراک‌دهی در زمانی که

pH شکمبه بالاتر بود و این را می‌توان به تغییرات رفتار خوراک خوردن مثل، کاهش زمان خوراک خوردن در هر وعده ($P < 0.01$) و افزایش تعداد وعده‌های خوراک خوردن ($P = 0.01$) نسبت داد (جدول ۵).

به علاوه در جیره‌های حاوی روغن نسبت به بدون مکمل روغن گاوها در دو ساعت بعد از اولین خوراک‌دهی زمان کمتری را برای خوراک خوردن اختصاص دادند ($P < 0.01$). و چون ماده خشک مصرفی در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت، می‌توان این گونه نتیجه گرفت که افزودن روغن به جیره‌ها به خصوص با یکبار خوراک دادن باعث توزیع مصرف خوراک در شبانه روز شده و از مصرف مقادیر زیاد در یک وعده جلوگیری می‌کند، که این خود می‌تواند از کاهش pH شکمبه و نوسانات آن جلوگیری کند.

و باعث افت کیفیت خوراک آخور در طول روز می‌شود (Leonardi and Armentano., 2003) و موجب می‌شود حیوان بعد از عرضه خوراک تازه بخش کنسانتره‌ای را بیشتر خورده و الیاف کمتری مصرف کند و pH شکمبه کاهش پیدا می‌کند. و این رفتار بیشتر در زمانی اتفاق می‌افتد که خوراک برای یکبار در روز عرضه می‌شود (DeVries et al., 2005).

در این پژوهش pH شکمبه در بعد از ظهر با یکبار خوراک‌دهی بدون افزودن روغن کاهش نشان داد، ولی با افزودن مکمل روغن کاهش pH شکمبه با کاهش دفعات خوراک دهی محسوس نبود. با افزودن روغن اثرات مثبتی بر اصلاح رفتارهای خوراک خوردن مشاهده شد. به طوری که در تیمار یکبار خوراک‌دهی با افزودن روغن نسبت به تیمار یکبار خوراک‌دهی بدون افزودن روغن،

جدول ۵- تأثیر دفعات خوراک‌دهی و افزودن روغن بر رفتارهای تغذیه‌ای گاوهای شیرده مورد آزمایش

Table 5. Effect feeding frequency and oil supplementation on feeding behavior of Holstein dairy cows

Item	Treatment ¹				SEM	P-value ²			Parity
	×3		×1			FF	OS	FF×OS	
	WO	OS	WO	OS					
Feeding behavior									
Meal frequency (meal/d)	5.66 ^{ab}	6.33 ^{ab}	5.53 ^b	7 ^a	0.35	0.64	0.003	0.17	0.07
Meal duration (min/meal)	65.47 ^{ab}	59.99 ^{ab}	71.79 ^a	53.18 ^b	3.37	0.95	0.002	0.06	0.04
Meal size mean (kg)	3.19 ^{ab}	2.85 ^{ab}	3.64 ^a	2.71 ^b	0.22	0.51	0.01	0.21	0.02
MDFF ³ (min)	52.5 ^b	65.83 ^{ab}	92.5 ^a	72.5 ^{ab}	6.17	0.19	0.008	0.79	0.42
Behavior (min/d)									
Total chewing	802 ^b	825 ^{ab}	916 ^a	822 ^{ab}	28.1	0.06	0.22	0.05	0.24
Feeding time	364	377	379	373	17.5	0.74	0.75	0.06	<0.001
Total ruminating	435 ^b	452 ^{ab}	537 ^a	447 ^{ab}	25.7	0.07	0.17	0.05	0.12

¹Treatment: 3×WO = feeding three times per day (3×) without OS, 3×OS = 3× with 2.5% OS, 1×WO = feeding once per day (1×) without OS, 1×OS = 1× with 2.5% OS.

²FF = feeding frequency; OS = oil supplement; FF×OS = interaction

³Meal duration after first feeding

جدول ۶- تأثیر دفعات خوراکدهی و افزودن روغن بر تخمیر شکمبه

Table 6. Effect feeding frequency and oil supplementation on ruminal fermentation characteristics

	Treatment ¹				SEM	P-value ²			
	×3		×1			FF	Fat	FF×Fat	Parity
	WO	OS	WO	OS					
Ruminal pH									
Morning pH	6.49	6.50	6.41	6.52	0.10	0.72	0.56	0.64	0.42
Evening pH	6.53 ^a	6.47 ^a	6.17 ^b	6.34 ^a	0.09	0.02	0.59	0.26	0.97
Morning VFA mol/100 mol									
Acetate	64.70 ^a	63.87 ^a	59.74 ^b	65.97 ^a	0.98	0.16	0.01	0.002	0.08
Propionate	17.85 ^b	17.32 ^b	21.95 ^a	16.49 ^b	0.79	0.05	0.001	0.005	0.93
Butyrate	14.20	15.09	14.69	13.93	0.78	0.67	0.93	0.3	0.04
Isobutyrate	1.19	1.42	1.35	1.58	0.19	0.43	0.25	0.98	0.60
Valerate	2.04	2.23	2.25	2.02	0.12	0.97	0.85	0.09	0.44
A:P	3.65 ^a	3.78 ^a	2.78 ^b	4.04 ^a	0.16	0.09	<0.001	0.003	0.32
Total VFA, mM	95.24	102.48	93.08	110.62	8.1	0.71	0.14	0.53	0.86
CH ₄ mol/100 mol ³	30.36 ^a	30.57 ^a	27.26 ^b	31.36 ^a	0.56	0.05	0.001	0.003	0.76
Evening VFA mol/100 mol									
Acetate	62.69 ^b	62.10 ^b	61.48 ^b	68.01 ^a	1.35	0.09	0.04	0.01	0.46
Propionate	18.75 ^b	18.47 ^b	22.43 ^a	16.39 ^b	1.04	0.45	0.007	0.01	0.11
Butyrate	15.92 ^{ab}	16.66 ^a	13.95 ^{ab}	13.03 ^b	0.88	0.005	0.92	0.36	0.51
Isobutyrate	0.51	0.92	0.49	0.93	0.12	0.98	0.004	0.87	0.22
Valerate	2.12	1.85	1.63	1.62	0.13	0.01	0.31	0.36	0.63
A:P	3.47 ^{ab}	3.39 ^{ab}	2.78 ^b	4.21 ^a	0.27	0.81	0.02	0.01	0.33
Total VFA, mM	97.63	111.81	109.31	102.55	4.71	0.80	0.44	0.03	0.11
CH ₄ mol/100 mol	29.6 ^{ab}	29.9 ^{ab}	27.3 ^b	31.7 ^a	0.76	0.71	0.006	0.01	0.12

Treatment: 3×WO = feeding three times per day (3×) without OS, 3×OS = 3× with 2.5% OS, 1×WO = feeding once per day (1×) without OS, 1×OS = 1× with 2.5% OS.

²FF = feeding frequency; OS = oil supplement; FF×OS = interaction

³Estimated: CH₄ = (0.45×acetate) - (0.275×propionate) + (0.40×butyrate) (Moss et al., 2000).

جدول ۷- تأثیر دفعات خوراکدهی و افزودن مکمل روغن بر فراسنجه‌های خونی

Table 7. Effect feeding frequency and oil supplementation on blood components.

Blood component	Treatment ¹				SEM	P-value ²			
	×3		×1			FF	Fat	FF×Fat	Parity
	WO	OS	WO	OS					
Glucose	51.82	55.06	48.61	52.01	1.88	0.12	0.09	0.97	0.07
Albumin	4.93	4.52	4.20	4.05	0.2	0.65	0.27	0.09	0.61
Cholesterol	198.09	200.51	181.31	191.25	5.66	0.19	0.11	0.9	0.97
Ca	7.25	8.04	7.30	6.98	0.59	0.41	0.71	0.37	0.44
P	5.16	4.33	4.78	4.46	0.19	0.55	0.007	0.19	0.08
Mg	1.73	1.80	1.70	1.77	0.13	0.82	0.6	0.9	0.97

¹Treatment: 3×WO = feeding three times per day (3×) without OS, 3×OS = 3× with 2.5% OS, 1×WO = feeding once per day (1×) without OS, 1×OS = 1× with 2.5% OS.

²FF = feeding frequency; OS = oil supplement; FF×OS = interaction

پروپیونات شکمبه با یک بار خوراک‌دهی بدون افزودن مکمل روغن به طور معنی داری از سایر تیمارها بیشتر و استات تولیدی و نسبت استات به پروپیونات کمتر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$).

همچنین در رابطه با کل تولید اسیدهای چرب فرار و پروپیونات و استات تولیدی و نسبت استات به پروپیونات اثر متقابل بین افزودن روغن و دفعات خوراک‌دهی معنی دار بود ($P < 0.05$)، به طوری که افزودن روغن با یک بار خوراک‌دهی سبب افزایش معنی دار در غلظت استات و کاهش معنی دار غلظت پروپیونات شد.

برخلاف پژوهش حاضر چندین پژوهش گزارش کردند که تغییر دفعات خوراک‌دهی تأثیر معنی داری بر غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه نداشت (Dhiman *et al.*, 2002; Shabi *et al.*, 1998). از طرفی در یک پژوهش گزارش کردند که افزایش دفعات خوراک‌دهی باعث کاهش تولید اسیدهای چرب فرار به خصوص پروپیونات شد (Robinson and McQueen, 1994). در پژوهش دیگر گزارش شده است که با افزایش دفعات خوراک‌دهی غلظت استات افزایش و غلظت پروپیونات کاهش پیدا کرد (French and Kennelly, 1990) ولی بر خلاف این پژوهش در پژوهش دیگری گزارش شده است که کل تولید اسیدهای چرب فرار تغییر نکرده و تولید پروپیونات با افزایش دفعات خوراک‌دهی افزایش و غلظت بوتیرات و نسبت استات به پروپیونات به طور معنی داری کاهش پیدا کرد (Shabi *et al.*, 1999). با توجه به این که با کاهش دفعات خوراک‌دهی رفتار جدا کردن گاوها افزایش پیدا می‌کند و باعث مصرف بیشتر کنسانتره توسط این تیمار می‌شود (DeVries *et al.*, 2005)، در نتیجه احتمال می‌رود افزایش غلظت پروپیونات و کاهش نسبت استات به پروپیونات در نتیجه‌ی مصرف بالای کنسانتره در این تیمار باشد.

در این پژوهش غلظت پروپیونات شکمبه با افزودن روغن با یک بار خوراک‌دهی کاهش نشان داد همچنین مدت زمان نشخوار کردن در این تیمار بیشتر بود در این

در این راستا در یک پژوهش با یک بار خوراک‌دهی در روز با ارائه ۲/۵ درصد از سه منبع مختلف چربی گزارش دادند که اندازه وعده خورده شده و نوسانات pH شکمبه به طور معنی داری با تیمار چربی غیر اشباع مخلوط با صابون اسید چرب زنجیر بلند از سه تیمار دیگر کمتر بود (Harvatine and Allen, 2006). همچنین افزودن دو درصد روغن پسمانده آشپزخانه به جیره‌های گاوهای شیری در اوایل دوره شیردهی با دو بار خوراک‌دهی در روز سبب افزایش تعداد وعده‌های خوراک خوردن و کاهش معنی دار سرعت خوراک خوردن و مقدار خوراک خورده شده در هر وعده شد (Kargar *et al.*, 2010). به علاوه در توافق با پژوهش حاضر در یک پژوهش مطرح کردند که گاوهای مستعد به اسیدوز دارای نوسانات pH شکمبه بیشتر دارای فعالیت جوییدن کمتری نسبت به گاوهای مقاوم‌تر بودند (Gao and Oba, 2014).

از طرفی چربی می‌تواند بر روند تخمیر شکمبه و جمعیت میکروارگانیسم‌ها تأثیر گذار باشد و سرعت تخمیر را در شکمبه کاهش دهد. در این زمینه در یک پژوهش بر روی گاوهای پرواری گزارش دادند که با وارد کردن چربی به جیره‌های پر کنسانتره در گاوهای پرواری ممکن است کمک به کم کردن اسیدوز شکمبه‌ای کند که این کار را به وسیله پوشش دار کردن دانه‌های غلات و تغییر دادن سرعت و یا مقدار هضم شکمبه‌ای نشاسته انجام دهد (Huffman *et al.*, 1992). همچنین در پژوهشی اثر ۵۷ منبع مختلف لیپید (۱۰ یا ۵ درصد) بر سرعت ناپدید شدن جو با اندازه‌گیری *in vitro* مشخص شد که افزایش دادن چربی جیره از ۵ به ۱۰ درصد سرعت ناپدید شدن نشاسته را کاهش داده است (Kellems *et al.*, 1989). همچنین در آزمایش دیگری با بررسی به صورت *in vitro* با اضافه کردن چهار درصد چربی سرعت هضم نشاسته، کل مقدار اسیدهای چرب فرار و لاکتات تولیدی کاهش و pH شکمبه‌ای افزایش پیدا کرد (۴).

تخمیر شکمبه: در اندازه‌گیری انجام شده در دو ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح و عصر مشاهده شد که غلظت

جیره‌های همراه با چربی ارتباط داد (Grummer and Carroll, 1991).

در این تحقیق غلظت آلومین و کلسترول پلاسما تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت ($P > 0/1$)، ولی از نظر عددی با یک بار خوراک‌دهی در روز غلظت آلومین پلاسما کمتر بود. بر خلاف نتایج این تحقیق در یک پژوهش انجام شده، مقادیر کلسترول خون گاوهایی که در جیره‌های آنها از مکمل‌های چربی مگناپک، بزرک، آفتابگردان و جیره بدون مکمل چربی استفاده کرده بودند بیشتر از جیره کنترل نسبت بود. در کل مقایسه نتایج نشان داد که افزودن مکمل چربی غلظت کلسترول خون را بالا برد، اما غلظت گلوکز، HDL و LDL خون در بین تیمارها تفاوت نداشت (Garcia et al., 1998).

غلظت کلسیم و منیزیم پلاسما با کاهش دفعات خوراک‌دهی و افزودن مکمل روغن تحت تأثیر معنی‌داری قرار نگرفت ($P > 0/1$)، ولی اثر افزودن روغن بر غلظت فسفر پلاسما معنی‌دار بود ($P < 0/01$)، به طوری که غلظت فسفر پلاسما با سه بار خوراک‌دهی در روز با افزودن روغن کاهش معنی‌داری نشان داد ($P < 0/01$)، ولی با یک‌بار خوراک‌دهی در روز کاهش معنی‌دار نبود. افزودن مکمل چربی به جیره غذایی گاوهای شیری سبب کاهش جذب یون‌ها به خصوص کلسیم، منیزیم و فسفر می‌شود و پیشنهاد شده در جیره‌های حاوی روغن نیاز این عناصر ۲۰ تا ۲۵ درصد بیشتر در نظر گرفته شود (NRC, 2001).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزودن روغن به جیره‌ی گاوهای شیری در اواسط دوره شیردهی اثرات مثبتی بر رفتارهای خوراک خوردن و خصوصیات تخمیر شکمبه به خصوص با یک بار خوراک‌دهی در روز داشت و می‌تواند اثرات مخاطره‌انگیز کاهش دفعات خوراک‌دهی را در این گروه از گاوها کاهش دهد.

رابطه گزارش شده است که کاهش در ماده خشک مصرفی در جیره‌های حاوی چربی بالا سبب افزایش در زمان نشخوار می‌شود که سبب تأثیر منفی بر سرعت هضم شکمبه‌ای می‌شود، به‌علاوه سرعت خالی شدن شکمبه را به دلیل اثرات متابولیک اسیدهای چرب زنجیر بلند می‌کند که در نتیجه میزان تولید پروپیونات کاهش پیدا می‌کند (Chilliard et al., 1993).

فراسنجه‌های خونی: در تحقیق حاضر غلظت گلوکز پلاسما تحت تأثیر دفعات خوراک‌دهی قرار نگرفت ($P > 0/1$)، ولی با افزودن روغن تمایل به افزایش نشان داد ($P < 0/1$). در توافق با این نتایج در پژوهش دیگری اثری از دفعات خوراک‌دهی بر مصرف خوراک مشاهده نشد ولی غلظت انسولین پلاسما با افزایش دفعات خوراک‌دهی کاهش نشان داد (Hart, 1983). همچنین گزارش شده است که با دو بار خوراک‌دهی در مقابل ۱۲ بار خوراک‌دهی در روز غلظت انسولین پلاسما بیشتر بود آنها مطرح کردند که این افزایش می‌تواند ناشی از بالا بودن غلظت اسیدهای چرب فرار و به خصوص پروپیونات در این تیمار باشد (French and Kennelly, 1990).

در تحقیق حاضر نیز در توافق با این پژوهش غلظت کل اسیدهای چرب فرار با افزودن روغن از تیمارهای بدون روغن بیشتر بود. در رابطه با اثر چهار نوع چربی محافظت شده بر روی متابولیت‌های خون در پژوهشی بر روی گاوهای شیری که میانگین روزهای شیردهی ۱۷۸ روز بود انجام شد، گزارش شد که غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه شده، گلوکز پلاسما، و نیتروژن اوره‌ای پلاسما در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان نداد (Elliott et al., 1992). در توافق با نتایج پژوهش حاضر در رابطه با گلوکز پژوهش‌های مختلفی که در گذشته انجام شده بود، گزارش کرده بودند که مکمل چربی در جیره‌ها غلظت گلوکز خون را افزایش می‌دهند که می‌توان این افزایش را به کاهش اکسیداسیون گلوکز در بافت‌های پستانی با

- Angela M. G. and DeVries T. J. 2011. Effect of feeding amount on the feeding and sorting behavior of lactating dairy cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 91: 47-54.
- AOAC International. 2000. *Official Methods of Analysis*. Vol. I. 17th ed. AOAC International, Arlington, VA.
- Chilliard Y., Doreau M., Gagliostro G. and Elmeddah Y. 1993. Addition de lipides protégés (encapsulés ou savons de calcium) à la ration de vaches laitières. Effets sur les performances et la composition du lait. *INRA Production of Animal*, 6: 139-150.
- Clary E. M. 1991. In vitro and in vivo evaluation of the potential for negative associative effects between ionophores and supplemental fat in diet for finishing cattle. M. S. thesis. Kansas State University, Manhattan.
- DeVeth M. J., Bauman D. E., Koch W., Mann G. E., Pfeiffer A. M. and Butler W. R. 2009. Efficacy of conjugated linoleic acid for improving reproduction: A multi-study analysis in early-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92: 2662-2669.
- DeVries T. J., von Keyserlingk M. A. G. and Beauchemin K. A. 2005. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88: 3553-3562.
- DeVries T. J., Dohme F. and Beauchemin K. A. 2008. Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: feed sorting. *Journal of Dairy Science* 91:3956-3967.
- DeVries T. J., Holtshausen L., Oba M. and Beauchemin K. A. 2011. Effect of parity and stage of lactation on feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94: 4039-4045.
- Dhiman T. R., Zaman M. S., MacQueen I. S. and Boman R. L. 2002. Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. *Journal of Dairy Science*, 85: 217-226.
- Dohme F., Machmüller A., Wasserfallen A. and Kreuzer M. 2000. Comparative efficiency of various fats rich in medium-chain fatty acids to suppress ruminal methanogenesis as measured with RUSITEC. *Canadian Journal of Animal Science*, 80(3): 473-484.
- Elliott J. P., Drackley J. K., Schauff D. J. and Jaster E. H. 1992. Diets containing high oil corn and tallow for dairy cows during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 76: 775-789.
- French N. and Kennelly J. J. 1990. Effects of feeding frequency on ruminal parameters, plasma insulin, milk yield, and milk composition in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 73: 1857-1863.
- Gao X. and Oba M. 2014. Relationship of severity of sub-acute ruminal acidosis to rumen fermentation, chewing activities, sorting behavior, and milk production in lactating dairy cows fed a high-grain diet. *Journal of Dairy Science*, 97: 3006-3016.
- Garcia-Bojalil C. M., Staples C. R., Risco C. A., Savio J. D. and Thatcher W. W. 1998. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. *Journal of Dairy Science*, 81: 1385-1395.
- Grummer R. R. and Carroll DJ (1991) Effects dietary fat on metabolic disorders and reproductive-performance of dairy cattle. *Journal of Animal Science* 69: 3838-3852.
- Hart IC 1983. Endocrine control of nutrient partitioning in lactating ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, 42: 181.
- Harvatine K. J. and Allen M. S. 2006. Effects of fatty acid supplements on feed intake, and feeding and chewing behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 89:1104-1112.
- Huffman R. P., Stock R. A., Sindt M. H. and Shain D. H. 1992. Effect of fat type and forage level on performance of finishing cattle. *Journal of Animal Science*, 70: 3889-3898.
- Kargar S., Khorvash M., Ghorbani G. R., Alikhani M. and Yang W. Z. 2010. Short communication: effects of dietary fat supplements and forage: concentrate ratio on feed intake, feeding, and chewing behavior of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93: 4297-4301.
- Kellems R. O., Weaver F. W., Baysingar C. M. and Wallentine M. V. 1989. The effect of applying 57 commercial lipid sources at 5% and 10% rates on rumen in vitro disappearance of dry matter and starch components of barley. *Proc. West. Sect. American Society of Animal Science*, 40: 410.
- Kononoff P. J., Heinrichs A. J. and Lehman H. A. 2003. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86: 3343-3353.
- Krause K. M. and Oetzel G. R. 2006. Understanding and preventing sub-acute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126: 215-236.
- Leonardi C. and Armentano L. E. 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86:557-564.
- Leonardi C., Giannico F. and Armentano L. E. 2005. Effect of water addition on selective consumption (sorting) of dry diets by dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88: 1043-1049.
- Maulfair D. D. and Heinrichs A. J. 2013. Effects of varying forage particle size and fermentable carbohydrates on feed sorting, ruminal fermentation, and milk and component yields of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96: 3085-3097.

- Maulfair D. D., Fustini M. and Heinrichs A. J. 2011. Effect of varying total mixed ration particle size on rumen digesta and fecal particle size and digestibility in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94: 3527-3536.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Robinson P. H. and McQueen R. E. 1994. Influence of supplemental protein source and feeding frequency on rumen fermentation and performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77: 1340-1353.
- Shabi Z., Arieli A., Bruckental I., Aharoni Y., Zamwel S., Bor A. and Tagari H. 1998. Effect of the synchronization of the degradation of dietary crude protein and organic matter and feeding frequency on ruminal fermentation and flow of digesta in the abomasum of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81: 1991-2000.
- Shabi Z., Bruckental I., Zamwell S., Tagari H. and Arieli A. 1999. Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82: 1252-1260.
- Sjaunja L. O., Baevre L., Junkkarinen L., Pedersen J. and Setala J. 1990. A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. *Proceedings of the 2-nd Session of International Committee for Recording and Productivity of Milk Animal Paris*. pp. 156-157.
- Soto-Navarro S. A., Krehbiel C. R., Duff G. C., Galyean M. L., Brown M. S. and Steiner R. L. 2000. Influence of feed intake fluctuation and frequency of feeding on nutrient digestion, digesta kinetics, and ruminal fermentation profiles in limit-fed steers. *Journal of Animal Science*, 78: 2215-2222.
- Van Soest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.



Effects of feeding frequency and adding oil to diet on performance, sorting behavior and rumen fermentation of Holstein dairy cows

K. Akbari Pabandi^{1*}, H. R. Mirzaei Alamouti²

1. M.Sc. student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

2. Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

(Received: 7-11-2016 – Accepted: 5-22-2017)

Abstract

The objective of this experiment was to investigate the effect of feeding frequency and oil supplementation to the diet on sorting behavior and rumen fermentation of lactating dairy cows. Twenty four lactating Holstein cows, including 12 primiparous with average body weight of 626 ± 58 Kg and days in milk of 195 ± 44 day, and 12 multiparous having average body weight of 617 ± 25 Kg and days in milk of 207 ± 39 day, were used in a 2×2 factorial experiment under a randomized complete block design. The factors were oil supplement at two levels of 0 and 25 percent, and feeding frequency of 1 or 3 times per day. Treatments had no significant effect on dry matter intake and fat and energy corrected milk, but uncorrected milk production was lower for three times feeding without oil supplement ($P < 0.05$), compared to other treatments. There was no difference between treatments in respect to sorting behavior ($P > 0.05$). The primiparous cows showed more sorting behaviors than multiparous cows ($P < 0.05$). Oil supplementation with once per day feeding reduced fluctuation rumen pH especially ($P < 0.05$). Rumen propionate concentration was higher than other treatments with once per day feeding ($P < 0.05$). Oil supplementation reduced slug feeding in particular with once per day feeding ($P < 0.05$). The results showed that oil supplementation with once per day feeding improved milk yield, feeding behaviors and ruminal pH.

Keywords: Feeding frequency, Oil supplementation, Chewing behavior, sorting, Holstein cow

*Corresponding author: Akbari@alumni.znu.ac.ir