مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۲ شماره ۲/ سال۱۴۰۱/ صفحات ۱۷ تا ۲۹

DOI: 10.22034/AS.2021.13863

بررسی اثرات متقابل تراکم انرژی جیره و فضای آخور بر روی عملکرد و قابلیت هضم مواد مغذی در تلیسه‌های هلشتاین در حال رشد

حسین رشیدی[۱]، فرهنگ فاتحی[۲*]، مهدی گنج‌خانلو[۲] و فرهاد پرنیان خواجه‌دیزج[۳]

تاریخ دریافت: ۹۹/٤/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۵

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

[۲] به‌ترتیب استادیار و دانشیارگروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

[۳] دانش آموخته دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

*مسئول مکاتبه: Email: fatehif@ut.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: میزان تراکم انرژی جیره و اندازه فضای آخور می‌تواند افزایش وزن روزانه، میزان مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی جیره را در تلیسه‌های هلشتاین تحت تأثیر قرار دهند. **هدف:** این آزمایش به‌منظور مطالعه اثرات متقابل تراکم انرژی جیره و فضای آخور بر روی ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی در تلیسه‌های هلشتاین در حال رشد انجام شد. **روش کار:** این آزمایش روی ٤٠ رأس تلیسه هلشتاین با میانگین سنی ١٦-١٢ ماه و میانگین وزن ۳۲/۸±۳۶۳/۳۸ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. جیره‌ها در این آزمایش دارای میزان نسبت علوفه به کنسانتره و همچنین پروتئین خام یکسانی بودند و تنها تفاوت در تراکم انرژی جیره‌ها و فضای آخور بود. تیمارهای این آزمایش شامل ۱- فضای آخور کوچک (٢٤ سانتی‌متر) با سطح انرژی پایین، ۲- فضای آخور کوچک (٢٤ سانتی‌متر) با سطح انرژی بالا ، ۳- فضای آخور بزرگ (٤٨ سانتی‌متر) با سطح انرژی پایین، و ٤- فضای آخور بزرگ با سطح انرژی بالا (٤٨ سانتی‌متر) بود. **نتایج:** نتایج نشان داد که افزایش وزن روزانه برای تیمارهای دارای فضای آخور بزرگ‌تر (٤٨ سانتیمتر) در مقایسه با تیمارهای دارای فضای آخور کوچک‌تر (٢٤ سانتیمتر) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (P=۰/۰۲) همچنین تیمارهای دارای فضای آخور بزرگ‌تر ضریب تبدیل غذایی کمتری در مقایسه با تیمارهای دارای آخور کوچک‌تر داشتند (P=۰/۰۲) و به عبارت دیگر مقدار ماده خشک مصرفی به ازای هر واحد افزایش وزن برای تیمارهای دارای فضای آخور بزرگ‌تر، کمتر بوده است. در رابطه با سطح انرژی، نشان داده شد که ماده خشک مصرفی برای تیمارهای حاوی انرژی پایین در مقایسه با تیمارهای حاوی انرژی بالا بیشتر بوده است در حالیکه فراسنجه‌های افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک تحت تاثیر سطح انرژی جیره ها قرار نگرفته بود. همچنین تیمارهای حاوی سطح انرژی پایین در مقایسه با تیمارهای حاوی سطح انرژی بالا دارای قابلیت هضم بیشتری برای ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی بودند. **نتیجه‌گیری نهایی:** بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، سطح انرژی پایین‌تر و فضای آخور بزرگ‌تر می‌تواند به نتایج عملکردی بهتری در تلیسه‌های در حال رشد منتج گردد.

واژگان کلیدی: تلیسه‌های هلشتاین، سطح انرژی جیره، ضریب تبدیل خوراک، فضای آخور، قابلیت هضم مواد مغذی

مقدمه

در یک گله گاو شیری، پس از هزینه پرورش گاوهای شیرده، هزینه‌های مربوط به پرورش تلیسه‌های جایگزین بیشترین سهم را به خود اختصاص می‌دهد به‌طوری‌که حدود ۲۰ – ۱۵ درصد از هزینه‌های گاوداری مربوط به این بخش می‌باشد (هنریچ ۲۰۱۷). علاوه بر این، بیشترین بخش هزینه‌های مربوط به پرورش تلیسه‌های جایگزین شامل هزینه‌های خوراک بوده (هاتجنز ۲۰۰٤: هوفمن و همکاران ۲۰۰۷) و از طرفی دیگر با توجه به اینکه این دام‌ها قبل از زایش تولید و درآمد خاصی برای دامدار به همراه ندارند، بنابراین از نگاه بسیاری از دامداران این دام‌ها به‌عنوان یک منبع هزینه‌بر تلقی شده و در بسیاری از موارد این بخش از دامداری مورد توجه واقع نمی‌گردد (هاتجنز ۲۰۰٤). درحالی‌که مدیریت نامناسب تلیسه به‌ویژه در مراحل اولیه رشد می‌تواند منشأ بسیاری از مشکلات به وجود آمده در طول دوران رشد و تولید شیر این دام‌ها در مراحل بعدی گردد (کین ۱۹۹۷).

تلیسه‌های جایگزین به‌عنوان پتانسیل‌های اقتصادی آینده صنعت پرورش گاو شیری می‌باشند و تدابیر تغذیه‌ای تلیسه‌های شیری همواره در راستای پرورش این دام‌ها با حداقل هزینه‌های اقتصادی و محیط زیستی صورت می‌گیرد به‌طوری‌که عملکرد شیردهی آتی این دام‌ها را به مخاطره نیاندازد (هوفمن و همکاران ۲۰۰۷). بدیهی است به‌منظور کنترل وضعیت بدنی(BCS[1]) تلیسه‌های جایگزین شیری، تغذیه این دام‌ها با جیره‌های پر علوفه می‌باشد ولی بااین‌حال احتیاجات مواد مغذی آن‌ها تأمین می‌گردد. ولی در برخی موارد جیره‌های بر پایه علوفه برای تلیسه‌های شیری حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای از سیلاژ ذرت یا سایر علوفه‌های با کیفیت بالا و میزان کم NDF می‌باشند. بنابراین تراکم انرژی جیره می‌تواند مازاد بر احتیاجات تلیسه‌های شیری بوده و منجر به افزایش وزن بیشتر و در نتیجه باعث افزایش وضعیت بدنی تلیسه بیش از حد مجاز گردد (هوفمن و همکاران ۲۰۰۸). افزایش وضعیت بدنی بیش از حد مجاز در تلیسه‌ها با اثرات زیان‌آور روی تکامل پستانی و متعاقب آن اولین عملکرد شیردهی همراه می‌باشد (رادکلیف و همکاران ۲۰۰۰). یک روش مدیریتی برای حل این مشکل، کنترل مصرف مواد مغذی و انرژی بواسط محدود کردن تغذیه جیره‌ای است که مواد مغذی آن بیش از احتیاجات انرژی بوده ولی مصرف آن حدود ۸۰ الی ۹۰ درصد میزان مصرف آزاد[2] می‌باشد. برای نیل به این هدف می‌توان به استفاده از یک جیره با تراکم مواد مغذی پایین (مانند سبوس برنج و گندم) و حجیم (از قبیل کاه) اشاره کرد (هافمن و همکاران ۱۹۹٦). درواقع افزودن مواد خوراکی با ارزش تغذیه‌ای پایین از قبیل کاه به‌واسطه افزایش مدت زمان تغذیه‌ای باعث بروز رفتارهای طبیعی تغذیه‌ای در این دام‌ها می‌گردد. لازم به ذکر است که استفاده از استراتژی تغذیه‌ای خوراک حجیم علاوه بر القاء سیری می‌تواند به کاهش ریسک اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای منتج گردد. لازم به ذکر است که مواد خوراکی کم‌ارزش به کاهش سرعت عبور مواد مغذی و افزایش مدت‌زمان نشخوار و درنتیجه افزایش ترشح بزاق و قدرت بافری شکمبه منتج می‌گردند (کیتز و همکاران ۲۰۱۱). لامرز و همکاران (۱۹۹۹) و هوفمن و همکاران (۲۰۰۷) به‌منظور کنترل نرخ‌های رشد تلیسه‌های هلشتاین، از روش تغذیه محدود بهره جستند و هیچ اثر منفی روی اولین عملکرد شیردهی آن‌ها مشاهده نکردند. تغذیه محدود نه‌تنها نرخ‌های رشد تلیسه‌ها را کنترل نمود، بلکه با تغذیه محدود هزینه خوراک به ازای کیلوگرم اضافه وزن کاهش یافت. با محدود کردن مصرف خوراک حیوان، سرعت عبور مواد هضمی در دستگاه گوارش کاهش یافته و متعاقباً باعث افزایش زمان ماندگاری و درنهایت سبب افزایش هضم و بازده مصرف مواد مغذی می‌شود (تامینگا ۱۹۹۲؛ لاسکانو و همکاران ۲۰۱٦). و دفع

[1] Body condition score

[2] ad libitum intake

فضولات در محیط زیست کاسته و بازده خوراک بهبود می یابد. بنابراین به نظر می‌رسد با اعمال تغذیه محدود انرژی، تلیسه‌های شیری به‌منظور تأمین احتیاجات نگهداری و نرخ‌های رشد هدف، مصرف آزاد خود را کنترل نمایند که این به‌نوبه خود می‌تواند در میزان مصرف مواد مغذی و قابلیت هضم تأثیرگذار باشد

از طرفی پرورش‌دهندگان تلیسه‌های شیری جایگزین همواره با مشکل کمبود فضای کافی در گله مواجه‌اند . با توجه به تراکم بالای بهاربند تلیسه‌ها کمبود فضای آخور برای این دسته از دام‌ها امری اجتناب ناپذیر است (گریتر ۲۰۱۱). از آنجایی که تلیسه‌ها مدت زمان کمی از طول شبانه‌روز را به خوراک خوردن صرف می‌کنند (۳/۵ – ۳ ساعت در روز)، بنابراین اعتقاد کلی بر این است که فضای آخور از اهمیت چندانی در این دام‌ها برخوردار نیست اما واقعیت این است که این دام‌ها از لحاظ رفتار تغذیه‌ای تمایل زیادی به بروز رفتارهای هم‌زمان دارند بدین معنی که این دام‌ها تمایل دارند که فعالیت خوراک خوردن، نشخوار و یا استراحت کردن را به‌طور هم‌زمان انجام دهند (دوریس و کیسرلینگ a ۲۰۰۹). مطالعات گذشته نشان داده است که اوج مصرف خوراک معمولاً در زمان‌های خاصی از روز (مانند زمان عرضه خوراک) اتفاق می‌افتد بنابراین محدود بودن فضای آخور می‌تواند به افزایش بروز رفتار رقابت تغذیه‌ای به‌ویژه در طول ساعات اوج مصرف خوراک منتج گردد (دوریس ۲۰۱۹). دوریس و کیسرلینگ (۲۰۰۹b) دریافتند که مدت زمان سپری‌شده در آخور برای تلیسه‌های دارای فضای آخور محدود در مقایسه با گروه شاهد ۱۰ درصد پایین‌تر بود (۱۹۲ در مقابل ۲۱۳ دقیقه در روز). همچنین در مطالعه‌ای که توسط کیوس و همکاران (۱۹۷۸) انجام گرفت افزایش در تراکم تعداد دام‌های بهاربند و درنتیجه کاهش فضای آخور (از ۸۱ به ۲۰ سانتیمتر به ازای هر تلیسه) به کاهش ۲۶ درصدی در مدت زمان مصرف خوراک در آخور منتج گردید. در مطالعه دیگری لانگن بچ و همکاران (۱۹۹۹) گزارش نمودند که کاهش فضای آخور از ۴۷ به ۱۵ سانتیمتر در تلیسه‌های با دامنه سنی ۲۱–۱۴ ماهه به کاهش مدت‌زمان صرف شده برای خوراک خوردن به میزان ۵۰ – ۲۵ درصد منتج گردید.

در راستای این تحقیقات، تاکنون مطالعه‌ای که به بررسی اثرات متقابل تراکم انرژی جیره و فضای آخور بر روی تلیسه‌های در حال رشد پرداخته باشد، انجام نگرفته است و هدف از مطالعه حاضر نیز مطالعه اثرات هم‌زمان هر دو عامل فضای آخور و تراکم انرژی جیره بر روی قابلیت هضم مواد مغذی و نیز ضریب تبدیل خوراک در تلیسه‌های در حال رشد می‌باشد.

مواد و روش

مشخصات جایگاه

این مطالعه در ایستگاه آموزشی-پژوهشی گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در محمد شهر کرج انجام گرفت. طول دوره آزمایش ۱۰۰ روز شامل۱۰ روز عادت دهی و ۹۰ روز نمونه‌برداری بود. این آزمایش روی ۴۰ رأس تلیسه هلشتاین با میانگین سنی۱۶-۱۲ماه و میانگین وزن ۳۶۳/۳۸±۳۲/۸ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ رأس تلیسه در هر تیمار انجام گرفت. تلیسه‌ها از لحاظ سلامتی معاینه شدند، سپس جیره‌های آزمایشی در اختیار تلیسه‌ها قرار داده شد.

Table 1- Diet ingredients and composition of experimental diets

	Energy	
	Low	High
Diet ingredients (% of DM)		
Alfalfa hay	18.23	18.32
Corn silage	37.89	38.17
Wheat straw	18.02	18.12
Corn grain ground	1.25	7.26
Barley grain ground	1.00	6.76
Wheat bran	1.00	2.52
Rice hulls	12.03	1.31
Soybean meal	2.30	1.77
Canola meal	6.31	3.80
Vitamin and mineral premix[1]	0.56	0.56
Salt	0.28	0.28
$CaCO_3$	0.28	0.28
Zeolite	0.79	0.79
Toxin binder	0.05	0.05
Diet composition		
NEm (Mcal/kg)	1.20	1.32
NEg (Mcal/kg)	0.60	0.75
TDN (% of DM)	54.3	60.5
Crude protein (% of DM)	11.11	11.13
Rumen degradable protein (% of CP)	63.96	66.39
Acid detergent fiber (% of DM)	34.49	29.03
Neutral detergent fiber (% of DM)	52.92	46.87
PeNDF (% of DM)	30.84	29.21
Non- fiber carbohydrate (% of DM)	22.96	30.47
Ether extract (% of DM)	2.38	2.63
Ash (% of DM)	10.64	8.91
Calcium (% of DM)	0.73	0.66
Phosphor (% of DM)	0.29	0.31

[1] Provided (kg of DM): 600,000 IU of vitamin A, 200,000 IU of vitamin D_3, 200 mg vitamin E, 250 mg antioxidant, 195 g of Ca, 80 g of P, 21 g of Mg, 3 g of Fe, 60 g of Na, 300 mg of Cu, 2200 mg of Mn, 300 mg of Zn, 100 mg of Co, 120 mg of I, 30 mg of Se.

جیره‌های غذایی و خوراک دادن تلیسه‌ها

یونجه خشک شده و کاه گندم با استفاده از خرمن‌کوب با قطر توری قابل تنظیم (دهانه توری ٦ سانتی‌متر) خرد شد. جیره‌ها در این آزمایش دارای میزان نسبت علوفه به کنسانتره ی یکسانی بودند و تنها تفاوت در تراکم انرژی جیره‌ها و فضای آخور بود. تیمارهای این آزمایش شامل ۱- *فضای آخور کوچک با سطح انرژی پایین*، تیمار با ٢٤ سانتی‌متر فضای آخور و تراکم انرژی پایین (حاوی ۱/۲۰ و ۰/٦ مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک انرژی خالص برای نگهداری و رشد)؛ ۲- *فضای آخور کوچک با سطح انرژی بالا*، تیمار با فضای آخور ٢٤ سانتی‌متر و تراکم انرژی بالا (حاوی ۱/۳۲ و ۰/۷۵ مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک انرژی خالص برای نگهداری و رشد)، ۳- *فضای آخور بزرگ با سطح انرژی پایین*، تیمار با فضای آخور ٤٨ سانتی‌متر و تراکم انرژی پایین (حاوی ۱/۲۰ و ۰/٦ مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک انرژی خالص برای نگهداری و رشد) و ٤- *فضای آخور بزرگ با سطح انرژی بالا*، تیمار با فضای آخور ٤٨ سانتی‌متر و تراکم انرژی بالا (حاوی ۱/۳۲ و ۰/۷۵ مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک انرژی خالص برای نگهداری و رشد) بود.

جیره‌های استفاده شده در این مطالعه بر اساس سیستم جیره نویسی NRC(۲۰۰۱) برای تأمین احتیاجات تلیسه‌های در حال رشد نوشته شد (جدول ۲). لازم به ذکر است که مقدار انرژی مورد نیاز برای نگهداری و رشد و کل مواد مغذی قابل هضم (TDN) برای جیره‌های آزمایشی حاوی سطح انرژی بالا، دقیقاً بر اساس توصیه NRC (۲۰۰۱) بود درحالی‌که در جیره‌های آزمایشی حاوی سطح انرژی پایین‌تر (رقیق‌تر) مقدار انرژی مورد نیاز برای نگهداری و رشد و کل مواد مغذی قابل هضم (TDN) در حدود ۱۰ درصد پایین‌تر از توصیهNRC (۲۰۰۱) بود. جیره‌ها روزانه به صورت مصرف آزاد (میزان پس آخور برای ۵ تا ۱۰ درصد خوراک مصرفی) و به صورت کاملاً مخلوط در دو نوبت (ساعت ۹:۰۰ صبح و ساعت ۱۷:۳۰ بعد از ظهر) در اختیار تلیسه‌ها قرار گرفت.

جمع آوری نمونه‌ها و اندازه‌گیری صفات

وزن‌کشی گوساله‌ها در ابتدای دوره و نیز در روزهای ۳۰، ٦۰ و ۹۰ دوره آزمایشی انجام گرفت و برای محاسبه افزایش وزن روزانه، افزایش وزن ماهیانه به تعداد روزهای هر ماه تقسیم گردید. نمونه‌گیری از خوراک و پس آخور طی روزهای ۳۰، ٤٥، ٦۰، ۷٥ و ۹۰ دوره آزمایشی انجام گرفت. مقدار ماده خشک مصرفی به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. همچنین از مدفوع هر یک از تلیسه‌ها به‌طور جداگانه سه روز (روزهای ۳۰، ٦۰ و ۹۰)، نمونه‌برداری شد. نمونه‌های خوراک به‌مدت ٤۸ ساعت و مدفوع به مدت ۷۲ ساعت در آون ۷۰ درجه خشک شدند سپس نمونه‌های خشک‌شده با آسیاب چکشی با توری یک میلی‌متر آسیاب شدند. ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام و ماده آلی نمونه‌های به دست آمده، بر اساس روش‌های مرسوم آزمایشگاهی (AAOC, 1990) و مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی بر اساس روش توصیه شده توسط ون سوست (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شدند. قابلیت هضم مواد مغذی بر اساس روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید (AIA) اندازه‌گیری شد (ون کولن و یانگ ۱۹۷۷).

Table 2- Effects of interaction between dietary energy level and feed bunk space on dry matter intake, average daily gain and feed conversion ratio in Holstein heifers.

	Space[1]							
	Small		Large			*P*–Value*		
Energy[1]	Low	High	Low	High	SEM	Energy	Space	Energy×Space
DM Intake (kg/d)	8.82^{ab}	8.74^{b}	9.37^{a}	8.13^{c}	0.201	<0.01	0.88	<0.01
Average daily gain (g/d)	781^{ab}	746^{b}	849^{a}	847^{a}	35.1	0.60	0.02	0.64
Feed conversion rate[2]	11.60^{a}	11.86^{a}	11.15^{ab}	9.75^{b}	0.519	0.28	0.02	0.12

[1] Treatments: *Small space with low level of energy*, 24 cm feed bunk space with diet including 1.20 MCal/kg energy; *Small space with high level of energy*, 24 cm feed bunk space with diet including 1.32 MCal/kg energy; *Large space with low level of energy*, 48 cm feed bunk space with diet including 1.20 MCal/kg energy; *Large space with high level of energy*, 48 cm feed bunk space with diet including 1.32 MCal/kg energy.
[2] Feed conversion rate (FCR) was calculated as dry matter intake/average daily gain.
*Values bearing different superscript in a row differ significantly (P<0.05).

معادله آماری

برای بررسی اثرات تیمارها، وزن اولیه تلیسه‌ها به‌عنوان عامل کوواریت در نظر گرفته شد. درنهایت برای بررسی اثر متقابل تیمارها و اثرات اصلی، همه داده‌ها با استفاده رویه آماری Mixed نرم‌افزار SAS (SAS 9.3) براساس مدل (۱) آنالیز صورت گرفت (SAS, 2011):

مدل (۱)

$Y_{ijkl}=\mu+P_i+S_j+W_k+(P_i\times S_j)+\varepsilon_{ijkl}$

Y_{ijkl}= مشاهده ijkl، μ = میانگین کل، P_i = اثر i امین سطح انرژی، S_j = اثر j امین فضای آخور، W_k = عامل کوواریت (وزن اولیه تلیسه‌ها)، $(P_i * S_j)$ = اثر متقابل i امین اندازه ذرات و j امین فضای آخور (اثر متقابل تیمارها) و ε_{ijkl}= اثر خطای آزمایشی ijkl

لازم به ذکر است که مقایسات میانگین بین تیمارها با استفاده از آزمون حداقل مربعات میانگین‌ها (LS means) و در سطح معنی‌داری ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک

در مطالعه حاضر، سطح انرژی جیره (پایین در مقابل بالا) ماده خشک مصرفی را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داده بود (P< ۰/۰۵) به‌طوری‌که ماده خشک مصرفی برای تیمارهای حاوی انرژی پایین در مقایسه با تیمارهای حاوی انرژی بالا بیشتر بوده است. در مطالعه حاضر، سطح انرژی جیره تأثیری بر روی فراسنجه‌های افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک نداشت. در واقع تلیسه‌های تغذیه‌شده با تیمارهای حاوی سطوح پایین انرژی، تلاش نموده‌اند تا با مصرف ماده خشک بیشتر بتوانند مقدار انرژی مورد نیاز برای رشد را تأمین نمایند. در واقع چنانچه مقدار ماده خشک مصرفی تیمارها مورد مطالعه در غلظت کل مواد مغذی قابل هضم (TDN) هر تیمار ضرب گردد مشاهده می‌شود که تفاوت زیادی بین مقدار مواد مغذی قابل هضم دریافتی روزانه برای تیمارهای حاوی سطوح بالا و پایین انرژی وجود ندارد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج وانگ و همکاران (۲۰۱۷)، گریتر و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد.

Table 3- Effects of dietary energy level and feed bunk space on nutrient intakes in Holstein heifers.

	Space[1]							
	Small		Large			*P*–Value*		
Energy[1]	Low	High	Low	High	SEM	Energy	Space	Energy×Space
Intake (kg/d/heifer)								
Dry matter	8.82^{ab}	8.74^{b}	9.37^{a}	8.13^{c}	0.201	<0.01	0.88	<0.01
Organic matter	7.92^{ab}	7.82^{b}	8.41^{a}	7.27^{c}	0.180	<0.01	0.89	<0.01
Crude protein	0.93^{b}	1.03^{a}	0.99^{ab}	0.96^{b}	0.022	0.10	0.76	<0.01
Neutral detergent fiber	4.30^{ab}	4.13^{b}	4.56^{a}	3.84^{c}	0.096	<0.01	0.92	<0.01
PeNDF	2.72^{ab}	2.55^{b}	2.89^{a}	2.38^{c}	0.060	<0.01	0.94	<0.01

[1] Treatments: *Small space with low level of energy*, 24 cm feed bunk space with diet including 1.20 MCal/kg energy; *Small space with high level of energy*, 24 cm feed bunk space with diet including 1.32 MCal/kg energy; *Large space with low level of energy*, 48 cm feed bunk space with diet including 1.20 MCal/kg energy; *Large space with high level of energy*, 48 cm feed bunk space with diet including 1.32 MCal/kg energy.
*Values bearing different superscript in a row differ significantly (P<0.05).

تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای با طول آخور متفاوت از لحاظ ماده خشک مصرفی وجود نداشت (P> ۰/۰۵) درحالی‌که فضای آخور دارای اثرات معنی‌داری بر روی افزایش روزانه بود (P=۰/۰۲) و شاخص مذکور برای تیمارهای دارای فضای آخور بزرگ‌تر (۴۸ سانتیمتر) در مقایسه با تیمارهای حاوی فضای آخور کوچک‌تر (۲۴ سانتیمتر) بیشتر بود (بترتیب ۸۴۸ در مقابل۷۶۳ گرم در روز). لازم به ذکر است که فضای آخور در ضریب تبدیل تلیسه‌ها دارای تأثیر معنی‌داری بود، به‌طوری‌که تیمارهای دارای فضای آخور بزرگ‌تر ضریب تبدیل

کمتری در مقایسه با تیمارهای دارای آخور کوچک‌تر داشتند. به بیانی ساده‌تر تلیسه‌هایی که به فضای آخور بزرگ‌تری دسترسی داشتند توانسته بودند با مصرف مقدار ماده خشک کمتری به افزایش وزن روزانه‌ای معادل تیمارهای دارای محدودیت فضای آخور دست یابند و این یافته یکی از نکات مهمی است که پرورش‌دهندگان تلیسه‌های در حال رشد باید مدنظر قرار دهند به این معنی که افزایش تراکم دام در بهاربند و متعاقب آن کاهش فضای آخور می‌تواند به کاهش بازدهی خوراک در این دسته از دام‌ها منتج گردد. برخلاف یافته‌های مطالعه‌ی حاضر لانگن‌بچ و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که طول فضای آخور (۴۷ و ۳۱، ۱۵ سانتی‌متر)، فراسنجه‌هایی همچون افزایش وزن روزانه، ماده خشک مصرفی و وزن نهایی در تلیسه‌های هلشتاین در حال رشد را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. همچنین کیز و همکاران (۲۰۱۱) با در نظر گرفتن سه فضای آخور ۱۰۰و ۷۱، ۶۳ سانتی‌متر در جایگاه فری استال تلیسه‌های یک‌ساله به این نتیجه رسیدند که فضای آخور تأثیری در افزایش وزن روزانه این دام‌ها ندارد. گریتر و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر دو فضای آخور ۴۰ و ۲۹ سانتی‌متر و تعداد وعده‌های خوراک‌دهی (یک وعده در روز و دو وعده در روز) را بر روی رفتار تغذیه‌ای تلیسه‌های هلشتاین بررسی کردند و دریافتند که ماده خشک مصرفی تحت تأثیر طول آخور قرار نگرفت ولی با کاهش طول آخور میزان افزایش وزن روزانه کاهش (۰/۸ در مقابل ۱/۰) و ضریب تبدیل خوراک افزایش (۵/۵ در مقابل ۶/۸) یافت. در مطالعه حاضر، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک تحت تاثیر اثرات متقابل بین فضای آخور و سطح انرژی جیره قرار نگرفته بود در حالیکه اثرات متقابل بین عوامل مذکور (فضای آخور و سطح انرژی جیره) بر روی ماده خشک مصرفی تمایل به معنی داری داشت. بطوریکه ماده خشک مصرفی برای تیمار دارای فضای آخور بزرگ و سطح انرژی پایین بیشترین و برای تیمار دارای فضای آخور بزرگ و سطح انرژی بالا، کمترین و برای دو تیمار دیگر حالت بینابینی داشت (جدول ۲).

مصرف مواد مغذی

در این مطالعه سطح انرژی جیره مقدار مصرف مواد مغذی را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرارداد بطوریکه مقدار ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و نیز الیاف موثر فیزیکی مصرف‌شده (بر حسب کیلوگرم در روز) برای تیمارهای حاوی انرژی پایین در مقایسه با تیمارهای حاوی انرژی بالا به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. به عبارت دیگر تلیسه تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح پایین انرژی، تلاش نموده‌اند تا با مصرف مقادیر بالاتر ماده خشک بتوانند مقدار انرژی مورد نیاز روزانه خود را تأمین نمایند. اگرچه در مطالعه حاضر نسبت علوفه به کنسانتره در همه تیمارها باهم برابر بود اما بررسی‌های گذشته نشان داده است که با افزایش سطح کنسانتره جیره، مصرف ماده خشک و ماده آلی کاهش می‌یابد (لاسکانو و همکاران ۲۰۰۸، ۲۰۰۹؛ زانتون و هنریکس ۲۰۰۹) و عمده این کاهش به دلیل کاهش در مصرف الیاف نامحلول در شوینده خنثی بوده است. همچنین در مطالعه‌ی گریتر و همکاران (۲۰۰۸) نشان داده شد که مصرف اکثر مواد مغذی بر اساس کیلوگرم در روز از جمله ماده خشک مصرفی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و کربوهیدرات‌های غیر الیافی با افزایش درصد کاه در جیره تلیسه‌های هلشتاین در حال رشد کاهش می‌یابد. سو و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای بر روی سطح انرژی علوفه در تلیسه‌های ۸ الی ۱۲ ماه نشان دادند که با افزودن علوفه با سطح انرژی پایین در جیره، ماده خشک مصرفی تلیسه‌ها به‌طور مؤثر کاهش یافت. محققین مذکور همچنین گزارش کردند که افزایش علوفه با سطح انرژی پایین در جیره باعث افزایش پر شدن شکمبه و منجر به کاهش ماده خشک مصرفی می‌شود. در مطالعه مذکور علیرغم ماده خشک مصرفی پایین‌تر، میزان مصرف روزانه الیاف نامحلول در شوینده خنثی در بین

تیمارها تفاوتی نداشت (۰/۸٤ ، ۰/۹۱ و ۰/۸٦ برحسب درصدی از وزن بدن، به ترتیب برای سطح انرژی بالا، یونجه با کیفیت پایین و کاه). همچنین ژانگ و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای بر روی تلیسه‌های ۸ الی ۱۲ ماه و درصدهای کنسانتره (۲۰، ٤۰، ٦۰ و ۸۰ درصد جیره بر اساس ماده خشک) گزارش کردند که مصرف ماده خشک، ماده الی، الیاف علوفه‌ای، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی با افزایش درصد کنسانتره در جیره، کاهش یافته و در مقابل مصرف نشاسته و کربوهیدرات‌های غیر الیافی با افزایش کنسانتره در جیره افزایش یافت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فضای آخور تأثیری بر روی میزان مصرف مواد مغذی نداشته است (جدول ۳). از طرفی اثرات متقابل بین فضای آخور و سطح انرژی جیره توانسته است میزان مصرف مواد مغذی را تحت تأثیر قرار دهد به‌طوری‌که در تیمارهای دارای فضای آخور بزرگ برای تیمار حاوی انرژی پایین بیشترین و برای تیمار حاوی انرژی بالا کمترین بود و برای تیمارهای دارای فضای آخور کوچک (اعم از سطح انرژی پایین و بالا) حالت بینابینی داشت (جدول ۳).

قابلیت هضم مواد مغذی در تلیسه‌های آزمایشی

در مطالعه حاضر، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر سطح انرژی جیره قرار گرفتند، به‌طوری‌که تیمارهای دارای سطح انرژی پایین دارای قابلیت هضم بالاتری برای فراسنجه‌های نامبرده بودند و علت را می‌توان شرایط مطلوب‌تر شکمبه از لحاظ اسیدیته مرتبط دانست، بطوریکه غلظت کربوهیدرات‌های غیر الیافی برای تیمارهای حاوی سطوح پایین بسیار کمتر از تیمارهای حاوی سطوح بالای انرژی بود (جدول ٤) و همین امر می‌تواند توجیه‌کننده قابلیت هضم بالاتر برای مواد مغذی در تیمارهای حاوی سطوح پایین انرژی باشد. همچنین مودی و همکارانش (۲۰۰۷) گزارش کردند که قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزایش نسبت کنسانتره در جیره کاهش می‌یابد.

همچنین مودی و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای دریافتند که هضم نشاسته و ماده خشک برای جیره‌های دارای سطح بالای نشاسته بیشتر بود درحالی‌که قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای جیره‌های دارای سطح نشاسته کمتر بیشتر بود و همچنین گزارش کردند قابلیت هضم ماده خشک زمانی افزایش خطی قابل توجهی داشت که سطح نشاسته در جیره کم بود. در مطالعه دیگری دونگ لی و دیاو (۲۰۱۹) نشان دادند که قابلیت هضم مواد مغذی با افزایش مکمل کنسانتره برای تلیسه‌ها در هر دوره از مطالعه افزایش یافته است و به‌طورکلی، میزان هضم پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزایش محتوای کنسانتره در طول سه دوره آزمایشی، افزایش یافت (P<۰/۰۵).

برخلاف نتایج مطالعه حاضر، کوبلنتز و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای که بر روی تلیسه‌های جایگزین انجام دادند دریافتند که جیره‌های با سطح انرژی بالا در مقایسه با جیره‌های با سطح انرژی پایین، به دلیل غلظت بیشتر نشاسته و سایر اجزای غیر الیافی، دارای قابلیت هضم بیشتری هستند. همچنین ژانگ (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای بر روی تلیسه‌های ۸ الی ۱۲ ماه و درصدهای کنسانتره (۲۰، ٤۰، ٦۰ و ۸۰ درصد ماده خشک) گزارش کرد که با افزایش سطح کنسانتره در جیره، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام، به‌صورت خطی (P<۰/۰۱) افزایش یافت درحالی‌که قابلیت هضم ظاهری الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی به‌طور خطی با افزایش سطح کنسانتره در جیره کاهش یافت. به نظر می‌رسد که قابلیت هضم پایین‌تر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی می‌تواند به دلیل نرخ عبور بیشتر در جیره‌های با درصد کنسانتره بالا در مقایسه با جیره‌های با سطح علوفه‌ی بالا باشد (بکمن و ویس، ۲۰۰۵؛ یانگ و بشمین، ۲۰۰۵). لازم به ذکر است که مقادیر پایین‌تر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی هنگام تغذیه جیره‌های با درصد کنسانتره بالا (٦۷ یا ۷۵ درصد کنسانتره) نیز در مطالعات دیگری گزارش

شده است (مودی و همکاران ۲۰۰۷؛ زانتون و هنریکس، ۲۰۰۹). در مطالعه حاضر، فضای آخور و همچنین اثرات متقابل سطح انرژی جیره و فضای آخور، تأثیر معنی‌داری بر روی قابلیت هضم مواد مغذی در تیمارهای مختلف نداشت.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که افزایش وزن روزانه برای تیمارهای دارای فضای آخور بزرگ‌تر (٤٨ سانتیمتر) در مقایسه با تیمارهای دارای فضای آخور کوچک‌تر (٢٤ سانتیمتر) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین تیمارهای دارای فضای آخور بزرگ‌تر ضریب تبدیل کمتری در مقایسه با تیمارهای دارای آخور کوچک‌تر داشتند و به عبارتی دیگر مقدار ماده خشک مصرفی به ازای هر واحد افزایش وزن برای تیمارهای دارای فضای آخور بزرگ‌تر، کمتر بوده است. همچنین تیمارهای حاوی سطح انرژی پایین در مقایسه با تیمارهای حاوی سطح انرژی بالا دارای قابلیت هضم بیشتری برای ماده خشک، ماده آلی و دیواره سلولی بودند. در نهایت به نظر می‌رسد که سطح انرژی پایین‌تر و فضای آخور بزرگ‌تر در مطالعه حاضر توانسته است به نتایج عملکردی بهتری در تلیسه‌های جایگزین در حال رشد منتج گردد.

Table 4- Effects of dietary energy level and feed bunk space on nutrient digestibilities in Holstein heifers.

	Space[1]							
	Small		Large			*P*–Value*		
Energy[1]	Low	High	Low	High	SEM	Energy	Space	Energy×Space
Nutrient digestibility (%)								
Dry matter	63.15[a]	59.56[b]	62.72[a]	59.23[b]	0.981	<0.01	0.70	0.96
Organic matter	66.51[a]	62.92[bc]	65.68[ab]	62.60[c]	0.994	<0.01	0.57	0.79
Crude protein	64.01[a]	61.95[a]	65.42[a]	62.17[a]	1.671	0.12	0.63	0.73
Neutral detergent fiber	57.51[a]	55.07[a]	57.10[a]	53.88[a]	1.377	0.04	0.56	0.78

[1] Treatments: *Small space with low level of energy*, 24 cm feed bunk space with diet including 1.20 MCal/kg energy; *Small space with high level of energy*, 24 cm feed bunk space with diet including 1.32 MCal/kg energy; *Large space with low level of energy*, 48 cm feed bunk space with diet including 1.20 MCal/kg energy; *Large space with high level of energy*, 48 cm feed bunk space with diet including 1.32 MCal/kg energy.
*Values bearing different superscript in a row differ significantly (P<0.05).

منابع مورد استفاده

AOAC, 1990. Official methods of analysis of the AOAC, 15th ed. Association of official analytical chemists. Arlington, VA, USA.

Coblentz WK, Akins MS, Esser NM, Ogden RK and Gelsinger SL, 2018. Effects of straw processing and pen overstocking on the growth performance and sorting characteristics of diets offered to replacement Holstein dairy heifers. Journal of Dairy Science 101: 1074-1087.

Coblentz WK, Esser NM, Hoffman PC and Akins MS, 2015. Growth performance and sorting characteristics of corn silage-alfalfa haylage diets with or without forage dilution offered to replacement Holstein dairy heifers. Journal of Dairy Science 98: 8018-8034.

DeVries TJ and von Keyserlingk MAG, 2009a. Competition for feed affects the feeding behavior of growing dairy heifers. Journal of dairy science, 92: 3922-3929.

DeVries TJ, Beauchemin KA, Dohme F and SchwartzkopfGenswein KS, 2009b. Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Feeding, ruminating, and lying behavior. Journal of Dairy Science 92:5067–5078.

DeVries TJ, 2019. Feeding Behavior, Feed Space, and Bunk Design and Management for Adult Dairy Cattle. Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice 35: 61–76.

Greter AM, DeVries TJ and Von Keyserlingk MAG, 2008. Nutrient intake and feeding behavior of growing dairy heifers: Effects of dietary dilution. Journal of Dairy Science 91: 2786-2795.

Greter AM, Kitts BL and DeVries TJ, 2011. Limit feeding dairy heifers: Effect of feed bunk space and provision of a low-nutritive feedstuff. Journal of Dairy Science 94: 3124-3129.

Greter AM, Leslie KE, Mason GJ, McBride BW and DeVries TJ, 2010. Feed delivery method affects the learning of feeding and competitive behavior in dairy heifers. Journal of Dairy Science 93: 3730-3737.

Greter AM, Westerveld RS, Duffield TF, McBride BW, Widowski TM and DeVries TJ, 2013. Effects of frequency of feed delivery and bunk space on the feeding behavior of limit-fed dairy heifers. Journal of Dairy Science 96: 1803-1810.

Heinrichs AJ, Zanton GI, Lascano GJ and Jones CM, 2017. A 100-Year Review: A century of dairy heifer research. Journal of Dairy Science 100: 10173–10188.

Hoffman PC, Brehm NM, Price SG and Prill-Adams A, 1996. Effect of accelerated postpubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers. Journal of Dairy Science 79: 2024-2031.

Hoffman PC, Weigel KA and Wernberg RM, 2008. Evaluation of equations to predict dry matter intake of dairy heifers. Journal of Dairy Science 91: 3699–3709.

Hoffman PC, Simson CR and Wattiaux M, 2007. Limit feeding of gravid Holstein heifers: Effect on growth, manure nutrient excretion, and subsequent early lactation performance. Journal of Dairy Science 90: 946–954.

Hutjens MF, 2004. Accelerated replacement heifer feeding programs. Advanced Dairy Science and Technology 16:145–152.

Keane MP, McGee M, O'Riordan EG, Kelly AK and Earley B, 2017. Effect of space allowance and floor type on performance, welfare and physiological measurements of finishing beef heifers. Animal 11: 2285–2294.

Kitts BL, Duncan IJH, McBride BW and DeVries TJ, 2011. Effect of the provision of a low-nutritive feedstuff on the behavior of dairy heifers limit fed a high-concentrate ration. Journal of Dairy Science 94: 940-950.

Lascano GJ, Koch LE and Heinrichs AJ, 2016. Precision-feeding dairy heifers a high rumen-degradable protein diet with different proportions of dietary fiber and forage-to-concentrate ratios. Journal of Dairy Science 99: 7175–7190.

Lascano GJ, Zanton GI, Suarez-Mena FX and Heinrichs AJ, 2009. Effect of limit feeding high- and low-concentrate diets with Saccharomyces cerevisiae on digestibility and on dairy heifer growth and first-lactation performance. Journal of Dairy Science 92: 5100–5110.

Longenbach JI, Heinrichs AJ and Graves RE, 1999. Feed bunk length requirements for Holstein dairy heifers. Journal of Dairy Science 82: 99-109.

Moody ML, Zanton GI, Daubert JM and Heinrichs AJ, 2007. Nutrient utilization of differing forage-to-concentrate ratios by growing Holstein Heifers. Journal of Dairy Science 90: 5580–5586.

National Research Council, 2001. NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington, DC. National Academy of Sciences, USA.

Radcliff RP, Vandehaar MJ, Chapin LT, Pilbeam TE, Beede DK, Stanisiewski EP and Tucker HA, 2000. Effects of diet and injection of bovine somatotropin on prepubertal growth and first-lactation milk yields of Holstein cows. Journal of Dairy Science 83: 23–29.

SAS Institute, 2011. SAS/IML 9.3 user's guide. Sas Institute.

Tamminga S, 1992. Nutrition management of dairy-cows as a contribution to pollution control. Journal of

Dairy Science 75: 345–357.

Van Keulen J and Young BA, 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44: 282–287.

Van Soest PV, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.

Wang HR, Chen Q, Chen LM, Ge RF, Wang MZ, Yu LH and Zhang J, 2017. Effects of dietary physically effective neutral detergent fiber content on the feeding behavior, digestibility, and growth of 8- to 10-month-old Holstein replacement heifers. Journal of Dairy Science 100: 1161–1169.

Wertz AE, Berger LL, Faulkner DB and Nash TG, 2001. Intake restriction strategies and sources of energy and protein during the growing period affect nutrient disappearance, feedlot performance, and carcass characteristics of crossbred heifers. Journal of Animal Science, 79: 1598–1610.

Zanton GI and Heinrichs AJ, 2009. Limit-Feeding with Altered Forage-to-Concentrate Levels in Dairy Heifer Diets (review). The Professional Animal Scientist 25: 393–403.

Zhang J, Shi H, Wang Y, Li S, Cao Z, Ji S, He Y and Zhang H, 2017. Effect of dietary forage to concentrate ratios on dynamic profile changes and interactions of ruminal microbiota and metabolites in holstein heifers. Frontiers in Microbiology 8: 1–18.

Interaction effects of dietary energy density and feed bunk space on performance and nutrient digestibility in Holstein heifers

H Rashidi [1], F Fatehi [2*], M Ganjkhanlou [2] and F Parnian-Khajehdizaj [3]

Received: July 5, 2020 Accepted: February 3, 2021

[1] MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
[2] Assistant Professor and Associate Professor respectivly, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
[3] PhD in Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding Author: Email: fatehif@ut.ac.ir

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research

Journal of Animal Science/vol.32 No.2/ 2022/pp 17-29
https://animalscience.tabrizu.ac.ir

OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/AS.2021.13863

Introduction: Replacement heifers represent the future potential of the dairy industry. The feeding strategy for dairy heifers is to rear these animals at a minimum economic and environmental cost without reducing their future lactation performance (Hoffman et al., 2007). The main concern for heifer rearing industry is typically the energy densities of the diet exceeding the requirements of heifers, and subsequently, increase weight gains and lead to over-conditioning (Hoffman et al., 2008). The limited space is another concern for farmers in which feed bunks are limited and animals have to compete to meet their nutrient requirements. We hypothesized that feeding a ration diluted by wheat bran and rice hull in different feed bunk spaces would allow dairy heifers to compete and control their ad libitum intakes, and to meet their nutrient requirements for maintenance and target growth rates. Thus, the objective of this study was to compare the nutrient intakes, digestibility, and growth performance.

Materials and methods: Fourteen dairy heifers with an average age of 12-16 months and an average weight of 363 ± 32.8 kg were stratified into 4 groups of 10 in a 2 × 2 factorial, completely randomized design with four treatments and four stall. The experiment period was 100 days. Two levels of energy were adjusted in formulating diets. A diet was formulated according to NRC (2001) requirements as high energy diet (1.32 Mcal/kg DM). For low energy treatment, diet was diluted with rice hull and wheat bran to meet 90% of NRC (2001) requirements for energy (1.20 Mcal/kg DM). The diets were isoenergetic and isonitrogenous. Treatments included: 1- small space with low level of energy, 24 cm feed bunk space with diet including 1.20 MCal/kg energy; 2- small space with high level of energy, 24 cm feed bunk space with diet including 1.32 MCal/kg energy; 3- large space with low level of energy, 48 cm feed bunk space with diet including 1.20 MCal/kg energy; and 4- large space with high level of energy, 48 cm feed bunk space with diet including 1.32 MCal/kg energy. Sampling from feed and orts was carried out at 30, 45, 60 and 70 days. The dry matter intake was daily recorded. Feces samples were taken on days 30, 60 and 90 and dried at 70 ° C for 72 h. Total tract digestibility coefficients were calculated based on the relative concentrations of nutrients and AIA as an internal marker in the feed and feces. Chemical analysis of sample was done according to AOAC (1990). Data

were analyzed as a complete factorial design with 2 levels of feed bunk space and 2 levels of dietary energy levels design using the GLM procedures of SAS (version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC).
Results and discussion: Dry matter intake was higher for heifers fed diet with low energy ($P<0.05$). Daily weight gain and feed conversion rate were not affected by levels of dietary energy. Reducing dietary energy level by 10 % increased DM, OM and NDF digestibility that can be associated with lower acidity of ruminal fluid for the mentioned treatment in comparison to diet with higher energy density because of diluted concentration of non-fiber carbohydrate in the diet (23 versus 33 % based on DM). Also, Moody et al. (2017) reported that reduced NDF digestibility when the concentrate proportion was increased.
Conclusion: Results revealed that average daily gain was increased significantly when heifers were fed in large (48 cm) than small (24 cm) feed bunk. Feed conversion rate was lower for Heifers fed in the large feed bunk compared to small feed bunk. Heifers receiving low dietary energy had higher DM, OM, CP digestibility compared to those receiving high dietary energy. Based on our results, feeding replacement heifers with energy diluted diet (90% of energy requirement (NRC, 2001)) in a large feed bunk improved their performance.

Keywords: Dietary energy level, Feed bunk space, Feed conversion rate, Nutrient digestibility, Replacement heifers