



## تأثیر ماهیت متفاوت کربوهیدرات‌های غیرالیافی در جیره گاوهای هلشتاین بر خوراک مصرفی، بالانس انرژی، قابلیت هضم و الگوی مصرف خوراک در دوره انتقال

احمد شاهمرادی<sup>۱\*</sup>، مسعود علیخانی<sup>۲</sup>، احمد ریاسی<sup>۳</sup>، غلامرضا قربانی<sup>۴</sup>، نیما نادری<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۱ - تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۶)

### چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر جایگزینی تفالۀ چغندر قند با دانه جو در جیره گاوهای هلشتاین بر توازن انرژی، خوراک مصرفی، قابلیت هضم و رفتار مصرف خوراک در دوره انتقال انجام شد. در این آزمایش ۲۴ راس گاو هلشتاین چند بار زایش، طی ۲۸ روز پیش از تاریخ زایش مورد انتظار تا ۲۴ روز پس از زایش استفاده شدند. گاوها به طور تصادفی به سه تیمار آزمایشی اختصاص یافتند؛ تیمارهای آزمایشی در دوره پیش و پس از زایش به شرح زیر بودند: (۱) ۱۰۰ درصد جو، (۲) ۷۵ درصد جو + ۲۵ درصد تفالۀ چغندر قند و (۳) ۵۰ درصد جو + ۵۰ درصد تفالۀ چغندر قند. خوراک مصرفی روزانه در پیش و پس از زایش در تیمار ۲۵ درصد تفالۀ چغندر قند (۱۳/۶۴ و ۱۷/۲۲) نسبت به دو تیمار دیگر بالاتر بود ( $P < 0.0001$ ). در دوران پیش و پس از زایش، خوراک مصرفی بر اساس درصد وزن بدن به ترتیب در تیمارهای ۵۰ (۲/۰۱ و ۲/۳۱) و ۲۵ (۱/۸۱ و ۲/۶۰) درصد تفالۀ چغندر قند بالاترین بود ( $P < 0.0001$ ). قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در پیش و پس از زایش در بین تیمارها تفاوت معنی داری نداشت. pH شکمبه‌ای در پس از زایش در تیمار بدون تفالۀ چغندر قند پایین‌ترین (۵/۷۷) بود ( $P < 0.05$ ). در دوره پیش از زایش، گاوها در جیره بدون تفالۀ چغندر قند، ذرات باقیمانده روی الک ۱۹ میلی‌متر را بیشتر (۱۰۲/۷۴) و ذرات بزرگتر از ۱/۱۸ میلی‌متر را کمتر (۹۷/۹۰) انتخاب کرده بودند (به ترتیب  $P < 0.05$  و  $P < 0.01$ ). نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی ۲۵ درصد تفالۀ چغندر قند با جو در جیره‌های دوره انتقال، می‌تواند با تأثیرگذاری بر خوراک مصرفی، سبب بهبود عملکرد دام و سلامت شکمبه‌ای شود.

**واژه‌های کلیدی:** الگوی مصرف خوراک، تفالۀ چغندر قند، دانه جو، دوره انتقال، قابلیت هضم

## مقدمه

سطح NFC و یا استفاده از منابع چربی در جیره به منظور افزایش سطح انرژی جیره است. این راهکار محدودیت‌هایی نیز دارد که در این مورد می‌توان به احتمال بروز اسیدوزیس و یا کاهش خوراک مصرفی اشاره کرد. اسیدوز تحت حاد (SARA) یکی از شایع‌ترین اختلالات متابولیسمی در گله‌های گاو شیری است که با کاهش pH شکمبه‌ای در محدوده ۵/۲ تا ۵/۴ رخ می‌دهد (Gozho *et al.*, 2005). استفاده از سطوح بالای NFC و یا افزایش ناگهانی آن در جیره و یا عدم حضور بافر کافی در شکمبه سبب بروز اسیدوز می‌شود (NRC, 2001). برای جلوگیری از بروز SARA راه‌های مختلفی وجود دارد که در این مورد می‌توان به استفاده از جوش شیرین و مونسین اشاره نمود (Paton *et al.*, 2006) اما هیچ یک از موارد فوق به‌طور موفق قادر به حفظ و افزایش pH شکمبه نیستند.

راهکار دیگر جهت بهبود توازن منفی انرژی در دوره انتقال، افزایش خوراک مصرفی با استفاده از منابع خوراکی خوشخوراک با قابلیت هضم بالا و متعادل‌کننده pH شکمبه است (Voelker and Allen, 2003). تفاله چغندر قند حاوی ۴۰ درصد NDF است که از نظر درصد فیبر محلول بالا منحصر بفرد است (بخصوص مواد پکتیکی) (Dann *et al.*, 2007). در اثر تخمیر فیبر محلول نسبت به نشاسته، میزان کمتری لاکتات و پروپیونات در شکمبه تولید می‌شود و از هضم سلولز و همی‌سلولز ممانعت نمی‌کند (Marounek *et al.*, 1985)، به‌طوری که با جایگزینی تفاله چغندر قند با دانه ذرت از کاهش pH شکمبه‌ای جلوگیری می‌شود. در این مطالعه نشان داده شد که استفاده از کربوهیدرات‌های غیرالیافی غیرنشاسته‌ای (تفاله چغندر قند) سبب بهبود خوراک مصرفی و قابلیت هضم شد، همچنین با تغییر الگوی تخمیر سبب تعدیل pH شکمبه شد (Voelker and Allen, 2003). هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثر جایگزینی تفاله چغندر قند (کربوهیدرات غیرالیافی غیرنشاسته‌ای) با دانه جو (کربوهیدرات غیرالیافی نشاسته‌ای) در جیره گاوهای هلشتاین بر توازن انرژی، خوراک مصرفی، عملکرد تولیدی، قابلیت هضم و رفتار مصرف خوراک در دوره انتقال بود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه دانشگاه صنعتی اصفهان و با سه تیمار و ۸ مشاهده در هر تیمار، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲۴ گاو هلشتاین چند بار زایش (۲ تا ۴ بار زایش)، طی ۲۸ روز پیش از تاریخ زایش مورد انتظار تا ۲۴ روز پس از زایش انجام شد. با توجه به آمارهای ثبت شده در مورد تاریخ زایش

دوره انتقال در گاوهای شیری معمولاً به ۳ هفته پیش از زایش تا ۳ هفته پس از زایش گفته می‌شود که به دلیل تغییرات ناگهانی فیزیولوژیکی و متابولیسمی از اهمیت خاصی برخوردار است (Grummer, 1995). دوره انتقال، دوره‌ای بحرانی برای گاوهای پرتولید است و مدیریت و تغذیه از مهم‌ترین فاکتورها در این دوره می‌باشند. مدیریت و تغذیه خوب در این دوره می‌تواند سودآوری را در دوره شیردهی بعدی تضمین نماید. اگرچه مدیریت و تغذیه خوب به تنهایی کافی نیستند، اختلالات متابولیسمی نظیر کبد چرب، کتوزیس و اسیدوزیس نیز می‌توانند در این دوره رخ دهند (Goff and Horst, 1997; Vernon, 2005). در اواخر دوره آبستنی نیاز جنین به مواد مغذی به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد درحالی‌که مصرف خوراک در این دوره ممکن است تا بیش از ۳۰ درصد کاهش یابد (Hayirli and Grummer, 2004). این کاهش مصرف خوراک می‌تواند توازن منفی انرژی را تشدید نموده و راندمان گاوهای شیری را برای تحمل این تغییرات فیزیولوژیکی تضعیف نماید. نتایج یک پژوهش بیان کرد که همبستگی مثبتی بین خوراک مصرفی در یک روز پیش از زایش با خوراک مصرفی در روز ۲۱ وجود دارد (Grummer, 1995). راهکارهای مختلف تغذیه‌ای و مدیریتی برای افزایش خوراک مصرفی و جلوگیری از کاهش خوراک مصرفی در دوره پیش از زایش پیشنهاد شده است که می‌تواند به سرعت خوراک مصرفی را در پس از زایش افزایش دهد. افزایش سریع خوراک در پس از زایش می‌تواند شدت توازن منفی انرژی را بکاهد و سلامتی و تولید دام را بهبود دهد (Hayirli and Grummer, 2004). این راهکارهای مدیریتی و تغذیه‌ای در دوره پیش از زایش جهت تحریک خوراک در پیش از زایش و کاهش جابجایی (موبیلیزاسیون) چربی‌های بدنی عبارتند از: ۱) استفاده از NDF منابع علوفه‌ای مناسب در جیره برای افزایش حجم محتویات شکمبه‌ای (Allen, 2000)، ۲) افزایش سطح NFC و یا استفاده از منابع چربی در جیره به منظور افزایش سطح انرژی جیره (NRC, 2001)، ۳) استفاده از منابع خوراکی خوشخوراک با قابلیت هضم‌پذیری بالا (Voelker and Allen, 2003) و ۴) استفاده از افزودنی‌های خوراکی پیش‌ساز گلوکز به منظور تامین انرژی در دام (Dann *et al.*, 2007). این راهکارها در شرایط و مطالعات مختلف نتایج متفاوتی داشته‌اند. همانطور که گفته شد یکی از راهکارهای بهبود توازن منفی انرژی در دوره انتقال، به منظور عادت‌پذیری گاوها، افزایش

در روز و اثر متقابل تیمار در دفعات زایش به‌عنوان اثر ثابت و دام به‌عنوان عامل تکرار در نظر گرفته شد. در صورت عدم معنی‌داری اثر متقابل تیمار در روز و یا تیمار در دفعات زایش این موارد از اثرات ثابت حذف شدند. ساختار کوواریانس مورد استفاده در مدل فوق اتورگرسیو درجه اول بود و گاو در تیمار به‌عنوان اثر تصادفی در نظر گرفته شد. تفاوت میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی تصحیح شد و سطح معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) و تمایل به معنی‌داری ( $P > 0.10$ ) در نظر گرفته شد. نتایج به‌صورت میانگین حداقل مربعات و خطای استاندارد میانگین گزارش شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

که در مدل فوق  $Y_{ijk}$  متغیر وابسته،  $\mu$  میانگین کل،  $T_i$  اثر تیمار،  $B_j$  اثر بلوک (دفعات زایش) و  $\varepsilon_{ijk}$  اثر باقی‌مانده می‌باشند.

### نتایج و بحث

#### خوراک مصرفی

میزان خوراک مصرفی روزانه و همچنین انرژی مصرفی روزانه در پیش از زایش در تیمارهای حاوی تفاله چغندر قند افزایش معنی‌داری داشت ( $P < 0.0001$ ؛ شکل ۱ و جدول ۲). مطالعات معدودی اثر تفاله چغندر قند در دوره انتقال را بررسی کرده‌اند (Dann *et al.*, 2007; Moallem *et al.*, 2004; Poláková *et al.*, 2010). میزان خوراک مصرفی روزانه و همچنین انرژی مصرفی روزانه پس از زایش نیز در تیمار BP25 بیشترین بود ( $P < 0.0001$ ). بالاتر بودن خوراک مصرفی با استفاده از تفاله چغندر قند در پیش و پس از زایش به عوامل مختلفی از جمله خوشخوراکی و بهبود خوراک مصرفی با مصرف تفاله چغندر قند در سطح پایین جایگزینی (Clark and Voelker and Allen, 2003a; Armentano, 1997)، جلوگیری از افت pH شکمبه‌ای و تعدیل pH شکمبه (Voelker and Broderick *et al.*, 2003b)، کاهش سطح نشاسته‌ای جیره (Teimouri *et al.*, 2008) و تغییر در الگوی مصرف خوراک (Yansari *et al.*, 2004; Nasrollahi *et al.*, 2012) بستگی دارد. در این راستا محققین (Clark and Armentano, 1997) نشان دادند که با جایگزینی ۱۶ درصد از دانه ذرت با تفاله چغندر قند حبه شده یا تفاله چغندر قند آسیاب شده مصرف خوراک افزایش یافت. اما نتایج این آزمایش نشان داد که در پس از زایش با جایگزینی سطوح بالاتر تفاله چغندر قند در جیره (BP50)، خوراک مصرفی روزانه کاهش یافت. در این مورد باید به یک خصوصیت منحصر به فرد تفاله چغندر قند

گاوها، ۲۷۹ روز آبستنی به‌عنوان تاریخ احتمالی زایش در نظر گرفته شد. گاوها در ۲۴ جایگاه انفرادی قرار گرفتند و هفته اول آزمایش به عنوان دوره عادت‌پذیری به جایگاه بود. از جو به عنوان تنها غله کنسانتره جیره‌ها و از تفاله چغندر قند خشک آسیاب‌شده نیز برای جایگزینی با منبع نشاسته‌ای (جو) استفاده شد. تیمارها به‌ترتیب در پیش از زایش به شرح زیر بودند: (۱) ۱۰۰ درصد جو (BP0)، (۲) ۷۵ درصد جو + ۲۵ درصد تفاله چغندر قند (BP25) و (۳) ۵۰ درصد جو + ۵۰ درصد تفاله چغندر قند (BP50)، که این درصد جایگزینی در جیره‌های پس از زایش نیز رعایت شدند (جدول ۱). جیره‌ها بر اساس نرم‌افزار جیره‌نویسی (CNCPS, 5) تنظیم شده و به‌صورت جیره‌های کاملاً مخلوط (TMR) یک بار در روز (ساعت ۰۸:۳۰) به دام‌ها ارائه شدند (جدول ۱). خوراک مصرفی به‌صورت روزانه و وزن بدن به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. در دوره پیش و پس از زایش، دو هفته بعد از تغذیه جیره‌های آزمایشی، نمونه‌های مدفوع حدود ۳ ساعت پس از خوراک‌دهی و به‌مدت ۳ روز از رکتوم گاوها گرفته شد. برای تعیین گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی از روش خاکستر نامحلول در اسید (AIA) به عنوان نشانگر داخلی و غیرقابل هضم استفاده شد (Van Keulen and Young, 1977). ضخامت چربی پشت به وسیله دستگاه سونوگرافی و در قسمت پشتی کمر دام نزدیک به دم تعیین شد (Schröder and Staufenbiel, 2006). تعیین ضخامت چربی پشت بدون احتساب ضخامت پوست بوده و در دو مرحله شروع و پایان دوره آزمایشی صورت گرفت. توزیع اندازه ذرات، میانگین هندسی و انحراف معیار استاندارد جیره‌های آزمایشی، پس‌آخور و مواد علوفه‌ای در تمام مراحل آزمایش با الک‌های پنسیلوانیا (Kononoff *et al.*, 2003) و نرم‌افزار مربوطه (ASAE, 1995; method S424.1) تعیین شد. نمونه‌گیری از مایع شکمبه با استفاده از دستگاه استامک تیوب تصحیح شده در دو نوبت (روزهای ۱۰- و ۲۴+) و حدود ۴ ساعت پس از خوراک‌دهی صورت گرفت (شاهمرادی و همکاران، ۱۳۹۲). برای تعیین الگوی مصرف خوراک در روزهای ۱۰- و ۲۴+ (همزمان با روز نمونه‌گیری مایع شکمبه)، در ساعات صفر و ۲۴ پس از ارائه خوراک، بعد از مخلوط کردن محتویات آخور، نمونه‌ای از خوراک گاوها گرفته شد. داده‌های این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.0 (2002)، مدل مختلط و رویه داده‌های تکرار شونده (برای داده‌های تکرار شده در واحد زمان) مورد تجزیه قرار گرفتند. برای داده‌های مربوط به خوراک مصرفی از مدل زیر استفاده شد، به‌طوری‌که اثر تیمار، دفعات زایش، روز، اثر متقابل تیمار

جدول ۱- اجزا و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی (% ماده خشک)

Table 1. Ingredient and nutrient composition of experimental diets (% DM)

Ingredient composition (%)	Prepartum			Postpartum		
	BP0 <sup>g</sup>	BP25	BP50	BP0	BP25	BP50
Corn silage	32.7	32.7	32.7	24.7	24.7	24.7
Alfalfa hay	12.3	12.3	12.3	23.7	23.7	23.7
Barley grain	39.2	29.4	19.6	38.6	28.95	19.3
Beet pulp	0	9.8	19.6	0	9.65	19.3
Soybean meal	6.5	6.5	6.5	7	7	7
Canola meal	2	2	2	1	1	1
Cottonseed meal	2	2	2	0.8	0.8	0.8
Corn gluten meal	0	0	0	0.8	0.8	0.8
Sodium bicarbonate	0	0	0	0.8	0.8	0.8
Calcium carbonate	0	0	0	0.8	0.8	0.8
Dicalcium phosphate	0	0	0	0.25	0.25	0.25
Salt	0	0	0	0.25	0.25	0.25
Mineral mix <sup>a</sup>	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8
Vitamin mix <sup>b</sup>	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
Anionic mix <sup>c</sup>	4.1	4.1	4.1	0	0	0
Chemical composition						
NE <sub>L</sub> <sup>d</sup> (Mcal/kg)	1.58	1.56	1.54	1.62	1.59	1.56
DM	47.77	48.91	48.48	54.49	54.14	54.36
CP	14.41	14.23	14.12	15.38	15.22	15.10
NDF <sub>om</sub>	36.42	37.95	39.69	33.21	35.49	36.88
ADF <sub>om</sub>	20.45	21.67	23.33	18.87	19.32	20.52
NFC <sup>e</sup>	39.71	37.52	35.47	41.38	39.24	37.16
Ca <sup>d</sup>	1.28	1.34	1.4	0.82	0.88	0.94
P <sup>d</sup>	0.35	0.32	0.3	0.39	0.36	0.34
DCAD <sup>f</sup>	-74	-77	-79	+260	+258	+255

<sup>a</sup> Mineral mix: 120 mg/kg Co, 4000 mg/kg Cu, 150 mg/kg I, 800 mg/kg Fe, 10,000 mg/kg Mn, 80 mg/kg Se, and 16,000 mg/kg Zn as guaranteed by the supplier.

<sup>b</sup> Vitamin mix: 1,000,000 IU/kg vitamin A, 360,000 IU/kg vitamin D3, and 15000 IU/kg vitamin E as guaranteed by the supplier.

<sup>c</sup> Anionic mix: 23% Ca, 5.5% Mg, 7.5% Cl and 5% S as guaranteed by the supplier.

<sup>d</sup> Predicted using Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS, v. 6.1, Cornell University, Ithaca, NY).

<sup>e</sup> NFC calculated as 100 - (%NDF + %CP + %ether extract + %ash) (NRC, 2001).

<sup>f</sup> DCAD= (Na + K) - (Cl + S) (NRC, 2001).

<sup>g</sup> BP0: 100% barley; BP25: 75% barley; BP50: 50% barley.

چغندر قند با ذرت تا سطح ۱۲ درصد، خوراک مصرفی در مقایسه با کنترل تحت تاثیر قرار نگرفت، اما با افزایش سطح جایگزینی تا ۲۴ درصد، خوراک مصرفی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Voelker and Allen, 2003a). همچنین مطالعات دیگری، ارتباط بین میزان NDF جیره و DMI در گاوهای شیری را نشان داده است (Allen, 2000)، به‌طوری‌که با افزایش محتوای NDF جیره، میزان خوراک مصرفی کاهش می‌یابد که از این نتیجه‌گیری می‌توان برای کاهش خوراک مصرفی در جیره حاوی ۵۰ درصد تفاله چغندر قند در پس از زایش نیز بهره جست، به‌طوری‌که با افزایش سطح جایگزینی تفاله چغندر قند، میزان NDF جیره‌ای افزایش می‌یابد و نتایج آزمایش ما با نتایج سایر محققین همسو است (Allen, 2000; Voelker and Allen, 2003).

اشاره نمود. تفاله چغندر قند ظرفیت نگهداری آب بالایی نسبت به سایر اقلام خوراکی موجود در جیره دارد، به‌طوری‌که این ماده خوراکی نسبت به غلات و سایر محصولات فرعی کارخانجات، ظرفیت بالاتری برای نگهداری آب دارد و این خاصیت مشابه یونجه و گراس‌ها است. این بدان معنی است که تفاله چغندر قند مشابه برخی از علوفه‌ها توانایی نگهداری آب بالایی دارد (Bailoni *et al.*, 1998; Ramanzin *et al.*, 1994). بنابراین با افزایش سطح تفاله چغندر قند در جیره (BP50)، میزان نگهداری آب (محبوس شدن آب) در شکمبه افزایش می‌یابد. در نتیجه افزایش حجم محتویات شکمبه‌ای، سبب تحریک گیرنده‌های کششی دیواره شکمبه شده و این مورد احتمالاً فاکتور اصلی در کاهش مصرف ماده خشک (DMI) در این تیمار خواهد بود (Voelker and Allen, 2003a). در مطالعه فوق محققین نشان دادند که با جایگزینی تفاله

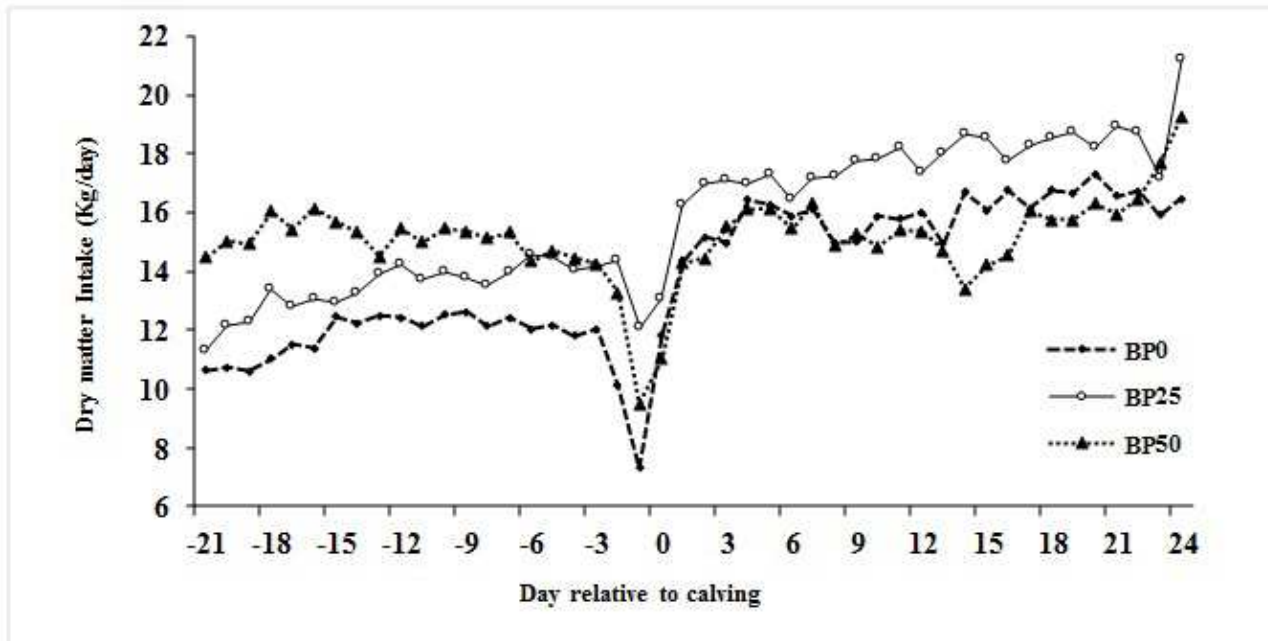


Fig. 1. Daily pre and postpartum DMI for cows fed barley-based diet without beet pulp (BP0), 25% of barley grain in the control ration was replaced by beet pulp (BP25) and 50% of barley grain in the control ration was replaced by beet pulp (BP50).

شکل ۱- میزان خوراک مصرفی روزانه در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های بدون تفاله چغندر قند (BP0)، حاوی ۲۵ درصد تفاله چغندر قند (BP25) و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند (BP50) در پیش و پس از زایش

معنی‌داری شده است. در مورد بالاتر بودن عددی قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در پس از زایش در تیمارهای حاوی تفاله چغندر قند می‌توان به نقش تفاله چغندر قند در تعدیل نمودن pH شکمبه اشاره نمود (جدول ۲). نتایج برخی از مطالعات بیانگر آن است که استفاده از الیاف محلول در شوینده خنثی (تفاله چغندر قند) قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را افزایش داده است، به طوری که در این مطالعه نشان داده شد که جایگزینی منابع غنی از الیاف محلول در شوینده خنثی در گاوهای شیرده قادر است تا با تعدیل نوسانات pH شکمبه (حتی در صورت پایین بودن pH) و همچنین در اختیار قرار دادن منبع غنی از سوبستراهای لازم برای رشد باکتریوم‌های تجزیه‌کننده الیاف، باعث افزایش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه‌ای جیره نیز شود. در این راستا، با افزایش سطح جایگزینی تفاله چغندر قند در جیره، قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در کل دستگاه گوارش به صورت خطی افزایش یافت و به تبع آن، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی نیز به صورت خطی افزایش یافت (Voelker and Allen, 2003). همچنین در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که با جایگزینی تفاله چغندر قند با علوفه در دوره انتقال قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش تفاوت معنی‌داری نداشته، اما قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در

### تبادل خالص انرژی و تغییرات وزن بدن

وزن بدن در پیش و پس از زایش (کیلوگرم در روز)، تعادل خالص انرژی و ضخامت چربی پشت تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت، اما درصد تغییرات وزن بدن در پس از زایش در تیمار حاوی ۲۵ درصد تفاله چغندر قند از نظر عددی کمتر بوده و همچنین تعادل انرژی خالص نیز در این تیمار از نظر عددی بهتر از سایر تیمارها بود که از دلایل احتمالی آن می‌توان به بهبود خوراک مصرفی در پیش و پس از زایش در این تیمار اشاره کرد.

### قابلیت هضم

نتایج تاثیر سطوح مختلف جایگزینی تفاله چغندر قند با جو طی دوره انتقال بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در پیش و پس از زایش در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطور که در جدول مذکور اشاره شده است، جایگزینی سطوح مختلف تفاله چغندر قند با جو در پیش و پس از زایش بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی تاثیر معنی‌داری نداشته است. اما نکته جالب توجه این است که در پس از زایش، جایگزین کردن تفاله چغندر قند با جو، سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی به صورت عددی شده است. به گونه‌ای که حتی به سطح تمایل برای معنی‌داری نیز نزدیک شده است و احتمالاً کم بودن تعداد نمونه و یا بالا بودن خطای آزمایشی سبب عدم

شوینده اسیدی در کل دستگاه گوارش در تیمار حاوی تفاله چغندر قند از نظر عددی بالاتر بود (Dann *et al.*, 2007) که با نتایج بدست آمده در این آزمایش نیز همخوانی دارد. ضمناً مطالعات نشان داده است که با کاهش pH شکمبه ای قابلیت هضم ظاهری دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز نیز کاهش می‌یابد (NRC, 2001) که نتایج بدست آمده نیز در این راستا می‌باشند.

جدول ۲- تأثیر جایگزینی تفاله چغندر قند با دانه جو بر خوراک مصرفی روزانه، انرژی مصرفی، وزن بدن، توازن خالص انرژی و pH شکمبه‌ای در گاوهای شیری دوره انتقال

Table 2. Effects of substituting barley grain with beet pulp on DMI, EI, BW, NEB and ruminal pH in transition dairy cows

Item	Treatments <sup>1</sup>			SEM	P-value <sup>2</sup>
	BP0	BP25	BP50		
<b>Prepartum</b>					
DMI, kg/d	12.49 <sup>b</sup>	13.64 <sup>a</sup>	13.56 <sup>a</sup>	0.16	0.0001
DMI % of BW <sup>3</sup>	1.55 <sup>c</sup>	1.81 <sup>b</sup>	2.01 <sup>a</sup>	0.03	0.0001
Change in DMI, % of BW <sup>3</sup>	-19.5	-5.22	-21.27	7.95	0.3
Energy intake, Mcal/kg	19.49 <sup>b</sup>	21.27 <sup>a</sup>	21.10 <sup>a</sup>	0.25	0.0001
Ruminal pH	6.09	6.18	6.13	0.06	0.63
<b>Postpartum</b>					
DMI, kg/d	15.82 <sup>b</sup>	17.22 <sup>a</sup>	14.97 <sup>c</sup>	0.23	0.0001
DMI, % of BW	2.38 <sup>b</sup>	2.60 <sup>a</sup>	2.31 <sup>b</sup>	0.04	0.0001
Energy intake, Mcal/d	25.67 <sup>b</sup>	27.55 <sup>a</sup>	23.53 <sup>c</sup>	0.38	0.0001
BW, kg	665.9	665.84	648.29	9.71	0.33
BW Change, <sup>4</sup> %	-10.04	-7.10	-9.38	1.41	0.3
Back fat thickness	24.29	23.23	23.26	0.83	0.59
NEB, <sup>5</sup> Mcal/d	-12.27	-10.56	-12.45	1.03	0.36
Ruminal pH	5.77 <sup>b</sup>	6.25 <sup>a</sup>	6.02 <sup>ab</sup>	0.11	0.05

<sup>1</sup>Treatments: BP0 = barley-based diet without beet pulp, BP25 = 25% substitution of barley with beet pulp, BP50 = 50% substitution of barley with beet pulp.

<sup>2</sup>Means within a row that do not have a common superscript are significantly different.

<sup>3</sup>Change in DMI expressed as percentage of BW from d 19 through d 1 before parturition

<sup>4</sup>BW change was from d 1 to d 24 postpartum

<sup>5</sup>Net energy balance: calculated based on NRC (2001). Postpartum NEB = (DMI × NE<sub>L</sub> diet) - [(0.08 × BW<sup>0.75</sup>) + ((0.0929 × %Fat + 0.0563 × %Protein + 0.0395 × %Lactose) × milk yield)].

جدول ۳- تأثیر جایگزینی تفاله چغندر قند با دانه جو بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در دوره انتقال

Table 3. Effects of substituting barley grain with beet pulp on apparent nutrient digestibility in transition dairy cows

Item	Treatments <sup>1</sup>			SEM	P-value
	BP0	BP25	BP50		
<b>Prepartum</b>					
Dry Matter (%)	60.63	57.22	61.85	3.58	0.66
Organic Matter (%)	63.54	60.99	65.97	3.88	0.67
Crude Protein (%)	57.94	56.34	57.23	4.45	0.97
Neutral Detergent Fiber (%)	50.28	45.37	49.04	4.61	0.78
Acid Detergent Fiber (%)	44.72	40.23	43.55	5.53	0.86
<b>Postpartum</b>					
Dry Matter (%)	63.19	64.33	69.63	2.46	0.17
Organic Matter (%)	64.90	65.93	71.45	2.64	0.19
Crude Protein (%)	62.34	60.19	66.34	3.19	0.40
Neutral Detergent Fiber (%)	43.35	50.15	54.31	3.94	0.16
Acid Detergent Fiber (%)	34.13	45.74	47.22	4.76	0.12

<sup>1</sup>Treatments: BP0 = barley-based diet without beet pulp, BP25 = 25% substitution of barley with beet pulp, BP50 = 50% substitution of barley with beet pulp.

**pH شکمبه‌ای**

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، pH شکمبه‌ای در پیش از زایش بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت، اما در پس از زایش این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار بودند و تیمارها در پس از زایش بهتر اثرگذاری خود را نشان داده‌اند. به‌طوریکه پایین‌ترین pH مربوط به تیمار بدون تفاله چغندر قند بوده و بالاترین pH مربوط به تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند بود و تنها تفاوت بین تیمارهای BP0 و BP25 از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). pH شکمبه بیانگر توازن خالص بین هضم کربوهیدرات (تولید اسیدهای چرب فرار)، جذب و مصرف اسیدهای چرب فرار و همچنین ظرفیت بافری شکمبه است (Beckman and Weiss, 2005). معمولاً pH شکمبه در خوراک‌های غنی از الیاف نامحلول در شوینده خنثی، بالاتر است، همچنین در تیمارهای حاوی تفاله چغندر قند، به دلیل وجود پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول نظیر پکتین، که در اثر تخمیر شکمبه‌ای لاکتات تولید نمی‌کند (Strobel and Russell, 1986) (لاکتات یک اسید قوی است که  $pK_a$  آن ۳/۸۶ است) می‌تواند دلیلی برای بالاتر بودن pH در تیمارهای حاوی تفاله چغندر قند باشد و در این راستا نیز Mahjoubi et al. (2009) نتایج مشابهی با این آزمایش داشتند. همچنین مطالعات دیگر نشان داده‌اند که با افزایش سطح نشاسته سریع‌التخمیر شکمبه‌ای در جیره به دلیل افزایش تولید لاکتات شکمبه‌ای، pH شکمبه کاهش یافته است (Calsamiglia et al., 2012) که این نتایج نیز با نتایج بدست آمده در این آزمایش در یک راستا می‌باشند.

**الگوی مصرف خوراک پیش از زایش**

نتایج الگوی مصرف خوراک در پیش از زایش در تیمارهای صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند در جدول ۴ نشان داده شده است. جایگزینی تفاله چغندر قند با جو در پیش از زایش بر توزیع اندازه ذرات جیره‌های کاملاً مخلوط در زمان صفر تفاوت معنی‌داری نداشت، اما توزیع اندازه ذرات جیره‌های کاملاً مخلوط در ساعت ۲۴ (پس‌آخور) متفاوت بود و این تفاوت‌ها در الگوهای بزرگتر از ۱۹ و ۱/۱۸ میلی‌متر معنی‌دار بودند (به ترتیب  $P < 0.05$  و  $P < 0.01$ ). الگوی مصرف ذرات باقیمانده روی الگو ۱۹ میلی‌متر در بین تیمارها متفاوت بود. نتایج نشان می‌دهد که گاوهای مصرف‌کننده ۲۵ درصد تفاله چغندر قند (BP25)، انتخاب علیه ذرات بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر داشتند، اما گاوهایی که از جیره بدون تفاله چغندر قند استفاده می‌کردند انتخاب به نفع ذرات بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر داشتند. تفاوت ذرات باقیمانده در پس‌آخور روی الگو ۱۹ میلی‌متر بین

تیمارهای صفر و ۲۵ درصد تفاله چغندر قند در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود. انتخاب به نفع ذرات بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر در تیمار بدون تفاله چغندر قند می‌تواند منجر به مصرف بیشتر جیره کاملاً مخلوط از این الگو شده و در نتیجه سبب کاهش خوراک مصرفی شود، چون که این ذرات نقش مهمی در پر شدن فیزیکی شکمبه و کاهش مصرف خوراک دارند (جدول ۲).

در مورد ذرات باقیمانده روی الگو ۸ میلی‌متر در پس‌آخور، نتایج نشان می‌دهد که تیمارهای حاوی صفر و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند به نفع این ذرات انتخاب داشتند، اما تیمار حاوی ۲۵ درصد تفاله چغندر قند علیه این ذرات انتخاب کرده‌اند. نتایج ذرات باقیمانده روی الگو ۱/۱۸ میلی‌متر در پیش از زایش نشان می‌دهد که گاوهای مصرف‌کننده صفر درصد تفاله چغندر قند، علیه ذرات بزرگتر از ۱/۱۸ میلی‌متر انتخاب داشتند، اما گاوهایی که از جیره حاوی ۲۵ درصد تفاله چغندر قند استفاده می‌کردند انتخاب به نفع ذرات بزرگتر از ۱/۱۸ میلی‌متر داشتند. تفاوت ذرات باقیمانده در پس‌آخور روی الگو ۱/۱۸ میلی‌متر بین تیمارهای صفر و ۲۵ درصد تفاله چغندر قند ( $P < 0.01$ ) و بین ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند ( $P < 0.05$ ) معنی‌دار بودند. همچنین نتایج ذرات باقیمانده روی الگو کوچکتر از ۱/۱۸ میلی‌متر در پیش از زایش نشان می‌دهد که گاوهای مصرف‌کننده ۲۵ درصد تفاله چغندر قند انتخاب به نفع ذرات کوچکتر از ۱/۱۸ میلی‌متر داشتند و از آنجا که ذرات روی این الگو (سینی)، بیشتر مواد کنسانتره‌ای هستند (پر انرژی و کم حجم) می‌تواند انرژی بیشتری را در اختیار دام قرار دهد و در بهبود توازن انرژی و جلوگیری از بروز اختلالات متابولیکی موثر باشد (جدول ۲). البته مصرف بیشتر ذرات این الگو می‌تواند منجر به بروز اسیدوز شکمبه‌ای نیز شود که این مورد می‌تواند به وسیله پکتین موجود در تفاله چغندر قند خنثی شود زیرا پکتین در اثر تخمیر شکمبه‌ای لاکتات تولید نمی‌کند (Strobel and Russell, 1986) و در نتیجه pH شکمبه‌ای بالاتر خواهد بود (جدول ۲). اما، گاوهایی که از جیره حاوی صفر و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند استفاده می‌کردند انتخابی در این ذرات نداشتند.

**الگوی مصرف خوراک پس از زایش**

نتایج الگوی مصرف خوراک در پس از زایش در تیمارهای صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند در جدول ۴ نشان داده شده است. جایگزینی تفاله چغندر قند با جو در پس از زایش بر توزیع اندازه ذرات جیره‌های کاملاً مخلوط در زمان صفر و ۲۴ تفاوت معنی‌داری نداشت. الگوی مصرف ذرات باقیمانده

تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند فعالیت انتخاب، علیه اجزای بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر بوده است. در ضمن فعالیت انتخاب اجزای بزرگتر از ۸ میلی‌متر در همه تیمارها علیه این ذرات بوده است. همچنین در تیمار بدون تفاله چغندر قند، فعالیت انتخاب علیه ذرات بزرگتر از ۱/۱۸ میلی‌متر بوده ولی در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند، فعالیت انتخاب به نفع این ذرات است و این تفاوت‌ها بین تیمارهای صفر و ۲۵ درصد تفاله چغندر قند معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ). همچنین در تیمار بدون تفاله چغندر قند، فعالیت انتخاب علیه ذرات کوچکتر از ۱/۱۸ میلی‌متر بوده و در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند، فعالیت انتخاب به نفع این ذرات است.

#### فعالیت انتخاب ذرات پس از زایش

تأثیر سطوح مختلف جایگزینی تفاله چغندر قند با جو بر فعالیت انتخاب از الک‌های مختلف در جیره‌های کاملاً مخلوط در ۲۴ ساعت پس از تغذیه در پس از زایش در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در همه تیمارها در پس از زایش فعالیت انتخاب، علیه اجزای بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر بوده و شدت انتخاب علیه این ذرات در تیمار صفر درصد تفاله چغندر قند بیشتر است. همچنین فعالیت انتخاب اجزای بزرگتر از ۸ میلی‌متر در تیمار صفر درصد تفاله چغندر قند علیه این ذرات بوده ولی در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند به نفع این ذرات است. فعالیت انتخاب برای ذرات روی الک ۱/۱۸ میلی‌متر در همه تیمارها به نفع این ذرات بوده اما در مورد ذرات کوچکتر از ۱/۱۸ میلی‌متر (سینی)، در تیمارهای صفر و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند، انتخاب به نفع این ذرات بوده اما در تیمار ۲۵ درصد تفاله چغندر قند، انتخاب علیه این ذرات است. با توجه به شدت انتخاب در پس از زایش به نفع ذرات کوچکتر از ۱/۱۸ میلی‌متر (سینی) در تیمار صفر و ۵۰ درصد تفاله چغندر قند می‌تواند بر pH شکمبه‌ای در پس از زایش نیز تأثیرگذار باشد و منجر به کاهش pH شکمبه‌ای شود (Kahyani *et al.*, 2013) و این نتایج را با توجه به جدول ۲ می‌توان تایید نمود. نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی ۲۵ درصد تفاله چغندر قند با دانه جو در جیره‌های دوره انتقال، می‌تواند با تأثیرگذاری بر خوراک مصرفی و بهبود الگوی مصرف خوراک در این دوره، سبب بهبود عملکرد دام‌ها، بالانس انرژی و سلامت شکمبه‌ای در دوره پیش و پس از زایش شود.

روی الک ۱۹ و ۸ میلی‌متر نشان می‌دهد که در همه تیمارها علیه ذرات بزرگتر از ۱۹ و ۸ میلی‌متر انتخاب صورت گرفته ولی شدت انتخاب علیه ذرات بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر در تیمار ۵۰ درصد تفاله چغندر قند نسبت به سایر تیمارها بیشتر است. اما در مورد ذرات باقیمانده روی الک ۱/۱۸ میلی‌متر و کوچکتر از ۱/۱۸ میلی‌متر در پس از زایش، نتایج نشان می‌دهد که در همه تیمارها به نفع ذرات باقیمانده روی الک ۱/۱۸ میلی‌متر و کوچکتر از ۱/۱۸ میلی‌متر انتخاب صورت گرفته است، اما تفاوت در این است که شدت انتخاب به نفع ذرات باقیمانده روی الک ۱/۱۸ میلی‌متر در تیمارهای حاوی تفاله چغندر قند بیشتر از تیمار بدون تفاله چغندر قند بوده و این در حالی است که شدت انتخاب به نفع ذرات باقیمانده روی الک کوچکتر از ۱/۱۸ میلی‌متر (سینی) در تیمار بدون تفاله چغندر قند بسیار بیشتر از سایر تیمارهاست. این نتایج نشان می‌دهد گاوهایی که پس از زایش از جیره بدون تفاله چغندر قند استفاده می‌کردند به دلیل انتخاب بیشتر به نفع ذرات کوچکتر از ۱/۱۸ میلی‌متر (سینی)، و با توجه به مصرف کمتر خوراک نسبت به تیمار ۲۵ درصد تفاله چغندر قند، توانسته است تولید شیر برابری نسبت به این تیمار داشته باشد؛ چون این ذرات شامل مواد کنسانتره‌ای بوده و انرژی و پروتئین بیشتری نسبت به سایر اجزای خوراک دارند. همچنین انتخاب بیشتر این ذرات در تیمار بدون تفاله چغندر قند، با توجه به اینکه این ذرات نقشی در تحریک نشخوار ندارند و بیشتر مواد کنسانتره‌ای هستند، باعث کاهش pH شکمبه می‌شود (Kahyani *et al.*, 2013)، که با نتایج این آزمایش در توافق است. به‌طوری که pH شکمبه در گاوهایی که از تیمار بدون تفاله چغندر قند استفاده کرده‌اند نسبت به سایر تیمارها پایین‌تر بوده که این تفاوت‌ها نیز از نظر آماری معنی‌دار بودند ( $P < 0.05$ ) (جدول ۲).

#### فعالیت انتخاب ذرات پیش از زایش

تأثیر سطوح مختلف جایگزینی تفاله چغندر قند با جو بر فعالیت انتخاب از الک‌های مختلف در جیره‌های کاملاً مخلوط در ۲۴ ساعت پس از تغذیه در پیش از زایش در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده حاکی از این است که فعالیت انتخاب اجزای بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر در تیمار بدون تفاله چغندر قند به نفع این ذرات بوده و یا به بیان دیگر، گاوهای مصرف‌کننده این جیره آزمایشی، مقدار واقعی بیشتری از اجزای بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر را نسبت به مقدار پیش‌بینی شده آن ذرات، مصرف نموده‌اند و این در حالی است که در



جدول ۴- تاثیر جایگزینی تفالہ چغندر قند با دانہ جو بر الگوی مصرف خوراک (درصد مادہ خشک باقیمانده روی ہر الک) در زمان صفر و ۲۴ ساعت پس از تغذیہ

Table 4. Effects of substituting barley grain with beet pulp on feed intake pattern (% DM of each sieves) on 0 and 24h post feeding in transition dairy cows

Item	Treatments <sup>1</sup>			SEM	P-value <sup>2</sup>
	BP0	BP25	BP50		
<b>Prepartum</b>					
<b>&gt;19 mm (%)</b>					
0 h post feeding	12.26	9.89	12.81	1.01	0.13
24 h post feeding (ort)	9.42 <sup>b</sup>	20.24 <sup>a</sup>	13.45 <sup>ab</sup>	2.14	0.05
<b>8 to 19 mm (%)</b>					
0 h post feeding	24.30	21.22	22.25	1.35	0.26
24 h post feeding (ort)	22.77	25.65	21.20	1.43	0.14
<b>1.18 to 8 mm (%)</b>					
0 h post feeding	45.62	49.69	46.88	1.43	0.16
24 h post feeding (ort)	50.38 <sup>a</sup>	38.51 <sup>b</sup>	47.67 <sup>a</sup>	2.27	0.01
<b>&lt;1.18 mm (%)</b>					
0 h post feeding	17.55	18.96	17.55	0.81	0.39
24 h post feeding (ort)	17.43	15.60	17.68	1.47	0.60
<b>Postpartum</b>					
<b>&gt;19 mm (%)</b>					
0 h post feeding	8.63	9.60	7.58	0.77	0.17
24 h post feeding (ort)	14.30	14.37	15.25	3.43	0.97
<b>8 to 19 mm (%)</b>					
0 h post feeding	22.87	22.85	21.95	0.86	0.69
24 h post feeding (ort)	24.12	24.75	22.42	2.62	0.80
<b>1.18 to 8 mm (%)</b>					
0 h post feeding	48.13	49.41	50.63	1.07	0.25
24 h post feeding (ort)	45.16	44.03	45.43	4.30	0.97
<b>&lt;1.18 mm (%)</b>					
0 h post feeding	20.28	18.06	19.69	0.80	0.15
24 h post feeding (ort)	16.88	17.19	17.94	1.60	0.88

<sup>1</sup>Treatments: BP0 = barley-based diet without beet pulp, BP25 = 25% substitution of barley with beet pulp, BP50 = 50% substitution of barley with beet pulp.

<sup>2</sup>Means within a row that do not have a common superscript are significantly different.

جدول ۵- تاثیر سطوح مختلف جایگزینی تفالہ چغندر قند با جو بر فعالیت انتخاب در پیش و پس از زایش

Table 5. Effects of substitution barley grain with beet pulp on sorting activity<sup>3</sup> in transition dairy cows

Item	Treatments <sup>1</sup>			SEM	P-value <sup>2</sup>
	BP0	BP25	BP50		
<b>Prepartum</b>					
<b>&gt;19 mm (%)</b>					
	102.74	90.32	94.88	4.07	0.13
<b>8 to 19 mm (%)</b>					
	99.64	95.79	97.43	1.79	0.32
<b>1.18 to 8 mm (%)</b>					
	97.9 <sup>b</sup>	102.78 <sup>a</sup>	101.15 <sup>ab</sup>	1.26	0.05
<b>&lt;1.18 mm (%)</b>					
	98.00	101.78	101.25	1.45	0.17
<b>Postpartum</b>					
<b>&gt;19 mm (%)</b>					
	93.09	98.58	96.13	5.77	0.80
<b>8 to 19 mm (%)</b>					
	99.14	100.13	100.75	1.48	0.74
<b>1.18 to 8 mm (%)</b>					
	101.05	100.20	100.05	1.05	0.77
<b>&lt;1.18 mm (%)</b>					
	101.81	99.74	100.30	1.06	0.36

<sup>1</sup>Treatments: BP0 = barley-based diet without beet pulp, BP25 = 25% substitution of barley with beet pulp, BP50 = 50% substitution of barley with beet pulp.

<sup>2</sup>Means within a row that do not have a common superscript are significantly different.

<sup>3</sup>Values equal to 100% indicate no sorting, <100% indicate selective refusals (sorting against) and >100% indicate preferential consumption (sorting for). (Kahyani *et al.*, 2013)

## فهرست منابع

- شاهمرادی ا.، قربانی غ. و خوروش م. ۱۳۹۲. معرفی تکنیک‌های مزرعه‌ای جهت استخراج و اندازه‌گیری pH مایع شکمبه. صفحات ۱۸۱ تا ۱۸۳، کنگره ملی فن آوری های نوین در علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان).
- Allen M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83: 1598-1624.
- American Society of Agricultural Engineers (ASAE). 1995. Method of determining and expressing fineness of feed material by sieving. pp. 461 in ASAE Standards 1995. ASAE, St. Joseph, MI.
- Bailoni L., Ramanzin M., Simonetto A., Oblakov N., Schiavon S. and Bittante G. 1998. The effect of in vitro fermentation on specific gravity and sedimentation measurements of forage particles. *Journal of Animal Science*, 76: 3095-3103.
- Beckman J. L. and Weiss W. P. 2005. Nutrient digestibility of diets with different fiber to starch ratios when fed to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88: 1015-1023.
- Broderick G. A., Luchini N. D., Reynal S. M., Varga G. A. and Ishle V. A. 2008. Effect on production of replacing dietary starch with sucrose in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91: 4801-4810.
- Calsamiglia S., Blanch M., Ferret A. and Moya D. 2012. Is subacute ruminal acidosis a pH related problem? Causes and tools for its control. *Animal Feed Science and Technology*, 172: 42-45.
- Clark P. W. and Armentano L. E. 1997. Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber. *Journal of Dairy Science*, 80: 898-904.
- Dann H. M., Carter M. P., Cotanch K. W., Ballard C. S. and Grant R. J. 2007. Effect of partial replacement of forage neutral detergent fiber with by-product neutral detergent fiber in close-up diets on periparturient performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90: 1789-1801.
- Goff J. P. and Horst R. L. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, 80: 1260-1268.
- Gozho G. N., Plaizier J. C., Krause D. O., Kennedy A. D. and Wittenberg K. M. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *Journal of Dairy Science*, 88: 1399-1403.
- Grummer R. R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cows. *Journal of Animal Science*, 73: 2820-2833.
- Hayirli A. and Grummer R. R. 2004. Factors affecting dry matter intake prepartum in relationship to etiology of peripartum lipid-related metabolic disorders; A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 84: 337-347.
- Kahyani A., Ghorbani G. R., Khorvash M., Nasrollahi S. M. and Beauchemin K. A. 2013. Effects of alfalfa hay particle size in high-concentrate diets supplemented with unsaturated fat: Chewing behavior, total-tract digestibility, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96: 1-10.
- 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.
- Mahjoubi E., Amanlou H., Zahmatkesh D., Ghelich Khan M. and Aghaziarati N. 2009. Use of beet pulp as a replacement for barley grain to manage body condition score in over-conditioned late lactation cows. *Animal Feed Science and Technology*, 153: 60-67.
- Marounek M., Bartos S. and Brezina P. 1985. Factors influencing the production of volatile fatty acids from hemicellulose, pectin and starch by mixed culture of rumen microorganisms. *Z. Tierphysiol. Tierernahg. u. Futtermittelkde*, 53: 50-58.
- Moallema U., Bruckental I. and Sklanb D. 2004. Effect of feeding pregnant and non-lactating dairy cows a supplement containing a high proportion of non-structural carbohydrates on post-partum production and peripartum blood metabolites. *Animal Feed Science and Technology*, 116: 185-195.
- Nasrollahi S. M., Khorvash M., Ghorbani G. R., Teimouri-Yansari A., Zali A. and Zebeli Q. 2012. Grain fermentability and marginal changes in forage particle size modulated digestive processes, and nutrient intake in dairy cows. *Animal*, 6: 1237-1245.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, (7<sup>th</sup> ed.). National Academic Science, Washington, DC, USA.
- Paton L. J., Beauchemin K. A., Veira D. M. and von Keyserlingk M. A. G. 2006. Use of sodium bicarbonate, offered free choice or blended into the ration, to reduce the risk of ruminal acidosis in cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 86: 429-437.
- Poláková I. K., Kudrna V., Kodeš A., Hučko B. and Mudřík Z. 2010. Non-structural carbohydrates in the nutrition of high-yielding dairy cows during a transition period. *Czech Journal of Animal Science*, 55: 468-478.
- Ramanzin M., Bailoni L. and Bittante G. 1994. Solubility, water-holding capacity, and specific gravity of different concentrates. *Journal of Dairy Science*, 77: 774-781.
- SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics. Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schröder U. J. and Staufenbiel R. 2006. Invited review: methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *Journal of Dairy Science*, 89: 1-14.

- Strobel H. J. and Russell J. B. 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. *Journal of Dairy Science*, 69: 2941-2947.
- Teimouri Yansari A., Valizadeh R., Naserian A., Christensen D. A., Yu P. and Shahroodi F. E. 2004. Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87: 3912-3924.
- Van Keulen V. and Young B. H. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 26: 119-135.
- Vernon R. G. 2005. Lipid metabolism during lactation: a review of adipose tissue-liver interactions and the development of fatty liver. *Journal of Dairy Research*, 72(04): 460-469.
- Voelker J. A. and Allen M. S. 2003a. Pelleted beet pulp substituted for high moisture corn: 1. Effects on feed intake chewing behavior, and milk production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86: 3542-3552.
- Voelker J. A. and Allen M. S. 2003b. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 3. Effects on ruminal fermentation, pH, and microbial protein efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86: 3562-3570.

## Effects of inclusion of neutral detergent soluble fiber sources in diets of Holstein cows on feed intake, energy balance, digestibility and feeding behavior during the transition period

A. Shahmoradi<sup>1\*</sup>, M. Alikhani<sup>2</sup>, A. Riasi<sup>2</sup>, G. R. Ghorbani<sup>3</sup>, N. Naderi<sup>4</sup>

1. Ph.D. student, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, Isfahan University of Technology, Iran

2. Associate professor in the Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, Isfahan University of Technology, Iran

3. Professor in the Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, Isfahan University of Technology, Iran

4. Graduated M. Sc. student, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, Isfahan University of Technology, Iran

---

(Received: 22-11-2014 – Accepted: 27-5-2015)

---

### Abstract

This study examined the effect of replacing dietary beet pulp with (BP) with barley in the diet of lactating cows on energy balance, feed intake, digestibility and feeding behavior during the transition period. 24 multi-parity Holstein cows, within 28 d relative to parturition up to day 24 of lactation were tested. Cows were assigned randomly to three dietary treatments containing before and after calving, respectively, were as follows: 1) Control (100% barley), 2) 75% barley +25% BP, and 3) 50% barley + 50% BP. During the pre and postpartum period, daily feed intake and energy intake was highest in 25% BP treatment ( $P < 0.0001$ ). Dry matter intake as percentage of BW was highest in 50 and 25% beet pulp ( $P < 0.0001$ ) before and after calving, respectively. Apparent digestibility of nutrients were not significantly different between treatments before and after calving. In postpartum, ruminal pH was lowest in cows fed control diets ( $P > 0.05$ ). Before calving, cows sorted in favor of large particles ( $>19.0$  mm) ( $P < 0.05$ ) and against of short particles ( $>1.18$  mm) ( $P < 0.01$ ) when fed diets without BP (Control). Our results indicate that replacing 25% barley with BP in diets of transition cows improved performance and rumen health.

**Keywords:** Feed intake pattern, Beet pulp, Barley, Transition period, Digestibility